

ارزیابی کاربرد مدل های شبکه عصبی و رگرسیونی به منظور پیش بینی تنوع گونه ای با استفاده از برخی عوامل خاکی و فیزیوگرافی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز خرابه سنجی ارومیه)

بهنام بهرامی^{۱*}، اردوان قربانی^۲

تاریخ دریافت: ۹۲/۸/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۲۴

چکیده

اندازه گیری مستقیم تنوع گونه ای امری وقت گیر و هزینه بر بوده و تا حدی به دلیل خطاهای حاصل از نمونه گیری غیرقابل اعتماد است. این مطالعه با هدف تعیین فاکتورهای کم هزینه در پیش بینی تنوع گونه ای بوسیله شبکه مدل های عصبی مصنوعی، شبکه عصبی تطبیقی-فازی و رگرسیونی انجام شد. نمونه برداری با استفاده از روش سیستماتیک-تصادفی از ۶۰ قطعه نمونه در طول ۶ ترانسکت ۱۰۰ متری و از عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک صورت گرفت. اطلاعات پوشش گیاهی به منظور اندازه گیری تنوع گونه ای بوسیله شاخص تنوع شانون-وینر ثبت گردید. همچنین به منظور تعیین عوامل تاثیرگذار بر تنوع گونه ای، فاکتورهای هدایت الکتریکی، اسیدیته، وزن مخصوص ظاهری، درصدهای ماده آلی، رس، سیلت، رطوبت اشباع، خاکدانه های درشت و ریز و شیب و ارتفاع تعیین و اندازه گیری شد. سپس با استفاده از مدل های شبکه عصبی نوع پرسپترون چند لایه، شبکه عصبی تطبیقی-فازی و رگرسیونی تخمین تنوع گونه ای تعیین شد. نتایج نشان داد که معیارهای مجذور میانگین مربعات خطا و ضریب کارایی در مدل رگرسیونی به ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۳۹ و در مدل شبکه عصبی مصنوعی ۰/۰۷ و ۰/۸۶ و در مدل شبکه عصبی تطبیقی-فازی ۰/۰۹ و ۰/۷۰ می باشند. همچنین میانگین تنوع شانون وینر برای منطقه برابر ۱,۹۸ بود. در واقع مدل شبکه عصبی مصنوعی به عنوان ابزار قدرتمندتری در پیش بینی تنوع گونه ای نسبت به آنالیز رگرسیون خطی چندمتغیره و شبکه عصبی تطبیقی-فازی عمل می کند.

واژه های کلیدی: مدل سازی، مراتع، عوامل محیطی، پوشش گیاهی

^۱ - دانشجوی دکتری علوم مرتع، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

* نویسنده مسئول: Email:b.bahrami31@gmail.com

^۲ استادیار مرتعداری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مقدمه

مرتج یک اکوسیستم طبیعی است که دربرگیرنده منابع عظیمی از ذخایر ژنتیکی و تنوع گونه‌های گیاهی است که همواره این گوناگونی، متضمن پایداری مرتج در مقابل عوامل متغیر محیطی و زیستی است.

در حقیقت مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق طرح‌های حفاظتی و اجرایی در مراتع نیازمند شناسایی نیازهای اکولوژیکی گونه‌های مرتعی منطقه و بررسی تنوع زیستی می‌باشد (۱۶). لذا ارزیابی، بهترین راه برای نجات تنوع زیستی و یافتن ارزش‌های آن است (۳۵). تنوع گونه‌ای نقش مهمی در سلامت، تولید (۲۵) و ارزیابی اکوسیستم‌ها دارد (۶). حضور و پراکنش جوامع گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی، تصادفی نیست، بلکه عوامل اقلیمی، خاکی، پستی و بلندی و انسانی در گسترش آنها نقش اساسی دارند. پیش‌بینی تاثیر تغییرات عوامل محیطی مثل عوامل خاکی و فیزیوگرافی بر روی پوشش گیاهی یک کلید اساسی برای درک اثرات آن بر روی تنوع گونه‌ای و ارتباط متقابل بین صفات پوشش گیاهی است (۱۷ و ۳۲). در مقیاس‌های محلی، جامعه شناسان گیاهی نشان دادند که ترکیب و تنوع گونه‌ای با منابع قابل دسترسی و عواملی که اکوسیستم را تغییر می‌دهند، رابطه قوی دارد (۱۲). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز در رابطه با پوشش گیاهی باعث تنوع و پراکنش جغرافیایی وسیع گیاهان می‌شوند (۲۸).

مطالعاتی مختلفی وجود دارند که به بررسی تاثیر فاکتورهای محیطی بر روی تنوع گونه‌ای پرداخته‌اند: Zarechahouki et al., (2007)

رابطه بین تنوع گونه‌ای و عوامل محیطی در مراتع پشتکوه استان یزد را بررسی کردند و نشان دادند که از بین عوامل مورد بررسی بافت، رطوبت قابل دسترس، پتاسیم و هدایت الکتریکی بیشترین تأثیر را بر تنوع گونه‌ای دارند (۳۳). نتایج تحقیق Fahimipour et al., (2010) نشان داد که از بین عوامل مورد بررسی، جهت جغرافیایی، عمق، بافت، آهک و پتاسیم خاک بیشترین تأثیر را بر تنوع گونه‌ای پوشش گیاهی دارند (۹). نتایج مطالعه Ghahsare ardestani (2010) در ۴ مکان مرتعی در استان اصفهان نشان داد که تنوع با مقدار ماده آلی و بارندگی همبستگی مثبت و با دما همبستگی منفی دارد (۱۲).

مطالعات گذشته روابط بین فاکتورهای مختلف محیطی و تنوع گونه‌ای را از طریق همبستگی یا رگرسیون برآورد کرده‌اند در حالی که امروزه علاقه به استفاده از توابع انتقالی برای تخمین ویژگی‌های مهم و کاربردی روز به روز در حال افزایش است (۱۸).

از جمله مدل‌های برآورد کننده توابع انتقالی شامل مدل‌های رگرسیونی (۳۰)، شبکه‌های عصبی مصنوعی (۲۲) و عصبی تطبیقی-فازی (۲۳) می‌باشند. یکی از مزیت‌های شبکه‌های عصبی در مقایسه با توابع انتقالی رگرسیونی این است که این شبکه‌ها نیاز به مفاهیم قبلی در مورد ارتباط بین داده‌های ورودی و خروجی ندارند (۸).

به دلیل توانایی این شبکه‌ها در مدل‌سازی، فرآیندهای بسیار پیچیده، که تعداد عوامل تاثیرگذار در آنها زیاد است، استفاده از آنها در علوم منابع طبیعی فراهم می‌باشد. مطالعات

با توجه به شرایط حساس و شکننده اکوسیستم های مناطق خشک و نیمه خشک، تعیین سهم عوامل موثر بر پراکنش گونه ها و تنوع گونه ای از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۳۴). همچنین انتخاب فاکتورهایی که برداشت آنها کم هزینه بوده و از طرفی به راحتی نیز قابل اندازه گیری باشند نیز مهم خواهد بود تا بتوان مهم ترین عوامل تاثیرگذار بر تنوع گونه ای برای هر منطقه را در کوتاه ترین زمان، کمترین هزینه و با دقت قابل قبول تعیین نمود.

بنابراین با توجه به تعداد محدود پژوهش های مشابه انجام شده در داخل کشور و از طرفی نتایج متفاوت این پژوهش ها و با توجه به دشواری، وقت گیری و هزینه بر بودن روش های مستقیم تعیین عوامل تاثیرگذار بر تنوع گونه ای تحقیق جاری به منظور برآورد تنوع گونه ای با استفاده از برخی فاکتورهای کم هزینه خاک و عوامل فیزیوگرافی به منظور توسعه مدل شبکه عصبی مصنوعی، شبکه عصبی تطبیقی-فازی پرسپترون چندلایه برای تخمین تنوع گونه ای و مقایسه مدل رگرسیونی چندمتغیره، در مراتع منطقه خرابه سنجی ارومیه به اجرا در آمد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه با وسعتی برابر ۲۷۱۵ هکتار در شمال غرب ایران، استان آذربایجان غربی و در شهرستان ارومیه واقع شده است. این منطقه در واقع بخشی از حوزه آبخیز رودخانه نازلو و موسوم به زیر حوزه خرابه سنجی می باشد که در آن آبراهه های فصلی

متفاوتی در زمینه استفاده از شبکه ها در مدل سازی و پیش بینی تاثیر تغییرات عوامل محیطی صورت گرفته است که عملکرد شبکه های عصبی و مصنوعی را در اغلب موارد بهتر از روش های رگرسیونی دانسته اند.

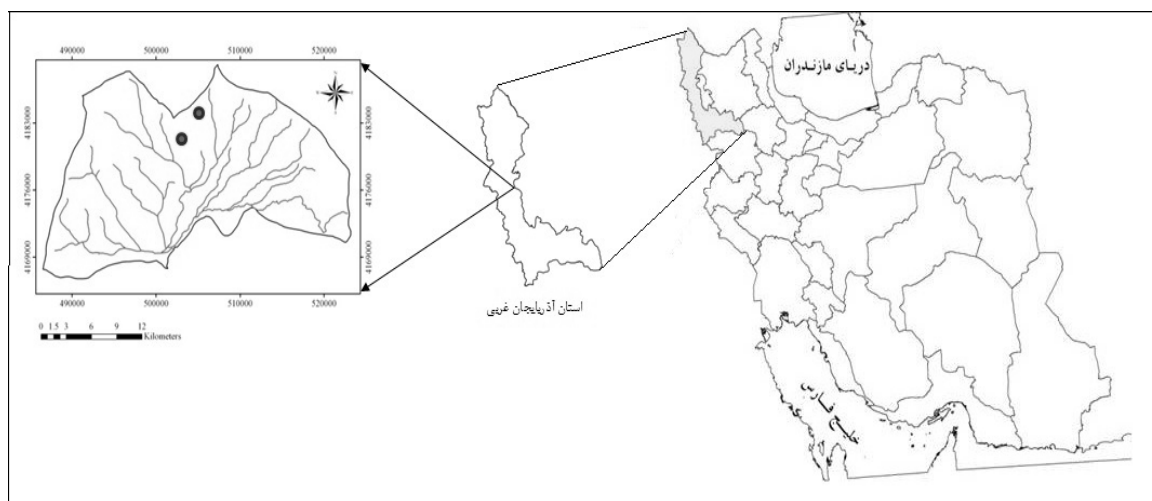
Crowe & Ingleby (2001) برای پیش بینی میزان کربن آلی از مدل شبکه عصبی مصنوعی استفاده کردند و نتایج آن را با مدل رگرسیون چند متغیره مقایسه نمودند و به این نتیجه رسیدند که مدل حاصل از شبکه عصبی نسبت به سایر مدل ها برتری دارد (۱۵).

Holmberg *et al.*, (2006) از مدل شبکه عصبی مصنوعی برای پیش بینی میزان کربن آلی، نیتروژن و فسفر استفاده کردند (۱۴). Pilevari *et al.*, (2010) در تحقیقی به پیش بینی کربن آلی خاک به کمک داده های آنالیز سطح زمین به این نتیجه پرداختند و مدل شبکه عصبی مصنوعی به عنوان ابزار قدرتمندتری در پیش بینی کربن آلی معرفی کردند (۲۹). Marofi & Parsafar (2011) نیز در مطالعه برآورد دمای عمق های مختلف خاک از دمای هوا با بکارگیری روابط رگرسیونی و توابع انتقالی، مدل شبکه عصبی مصنوعی را به عنوان مدلی با دقت بالا نسبت به سایر مدل ها معرفی کردند (۲۷).

با وجود پژوهش های پرشمار که پیرامون رابطه تنوع گونه ای با عوامل محیطی صورت گرفته است، این روش ها هم چنان پرهزینه، زمان بر و تخصصی هستند. از این رو، برآورد تنوع گونه ای با استفاده از روش هایی سریع، کم هزینه و با دقتی قابل قبول از جمله توابع انتقالی، ضروری است.

(شکل ۱). گونه‌های گیاهی شاخص منطقه *Astragalus coronilla*, *Onobrychis sativa*, *Gundelia tournefortii*, *Noaea mucronata* می‌باشند. اقلیم حوزه مورد مطالعه با استفاده از روش اقلیم نمای آمبرژه، اقلیم نیمه خشک سرد، بافت خاک منطقه تغییرات بسیار کمی دارد و بطور متوسط بافت خاک لومی-رسی-شنی است (۱۰).

متعددی، کاربری کشاورزی و مرتع وجود دارد. مختصات جغرافیایی آن عبارتند از "۳۷°۴۸'۲۲" الی "۳۷°۴۵'۴۷" عرض شمالی تا "۴۴°۵۵'۰۷" الی "۴۴°۵۲'۰۳" طول شرقی است. حداقل ارتفاع آن ۱۵۷۵ و حداکثر ۲۷۴۵ متر از سطح دریا، حداقل شیب منطقه ۱۵ و حداکثر ۵۰ درصد، جهت کلی شمال شرقی و میانگین بارش سالانه منطقه ۳۴۵/۴ میلیمتر و متوسط سالانه دما ۱۲/۵ درجه سانتی گراد می باشد



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در حوزه آبخیز خرابه‌سنجی ارومیه و کشور

مناطق نمونه‌برداری طوری انتخاب شد که معرف ویژگی‌های آن تیپ گیاهی باشد. بدین ترتیب منطقه مورد مطالعه شامل ۲ تیپ گیاهی با نام‌های *Dactylis glomerata* - *Bromus tomentellus* - *Astragalus spp.* بود که نام‌گذاری تیپ‌های گیاهی بر مبنای گونه‌های غالب و حداکثری منطقه می‌باشد. برای از بین بردن اثر چرای دام بر تنوع گونه‌ای ابتدا یک منطقه کلیدی در هر واحد که نماینده مناسبی از اراضی ارتفاعات حوزه خرابه‌سنجی ارومیه بود انتخاب

روش نمونه‌برداری: به منظور انجام این تحقیق در مراحل اولیه در روی نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰، محدوده کاری تعیین و با پیمایش صحرایی که یکی از روش‌های مرسوم مطالعات تاکسونومیک منطقه‌ای می‌باشد، تیپ‌های گیاهی منطقه بر مبنای نمود ظاهری (فیزیونومی) و مراجعه مستقیم به نواحی مختلف منطقه تعیین و پس از آن در طی چند مرحله مطالعه صحرایی، تیپ بندی اولیه در طبیعت کنترل و در داخل هر تیپ گیاهی

نمونه‌ها در هوای آزاد خشک گردید و بعد از خرد نمودن کلوخه‌ها، جداکردن ریشه‌ها، سنگ و سایر ناخالصی‌ها، آسیاب و از الک ۲ میلی‌متری (مش ۲۰) عبور داده شد (۱۳). سپس بافت خاک با استفاده از روش دانسیتمتری بایکاس (۵)، وزن مخصوص ظاهری به روش استوانه (۴)، EC و pH آن‌ها پس از تهیه گل اشباع، با دستگاه EC متر و PH متر، ماده آلی با استفاده از روش سرد و بر مبنای اکسیداسیون کربن آلی (۱) اندازه‌گیری شدند. توزیع خاکدانه‌ها و اندازه‌های آن به روش الک مرطوب و با استفاده از الک های ۰/۲۵ و ۰/۵۰ میلی‌متری انجام گردید. بدین صورت که خاک‌های مورد بررسی بر روی بزرگترین الک به مدت ۵ دقیقه قبل از شروع به الک کردن، غوطه‌ور گردید و خاک‌ها در حضور آب با حرکات آهسته به ارتفاع ۳ سانتی‌متری و ۵۰ بار تکرار در عرض ۲ دقیقه در یک حفره کم عمق الک گردیدند. مواد باقی‌مانده به یک ظرف آلومینیومی منتقل و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک گردیده و وزن گردیدند (۷)، در آخر درصد رطوبت اشباع خاک نیز آزمایش شد (۱). درصد شیب با استفاده از شیب‌سنج و ارتفاع از سطح دریا نیز با کمک آل‌تیمتر اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها:

تنوع گونه‌ای نیز با استفاده از شاخص تنوع گونه‌ای شانون-وینر در کلیه قطعه نمونه‌ها به صورت جداگانه محاسبه شد. شاخص شانون-وینر گسترده‌ترین شاخص مورد استفاده در بوم‌شناسی است که بر اساس تئوری اطلاعات

شد. پوشش گیاهی در این منطقه یکنواخت و از لحاظ چرا در حد متوسط چرای منطقه بود. نمونه‌برداری در تیپ‌های مورد نظر بر پایه روش تصادفی-سیستماتیک انجام شد. برای اندازه‌گیری ویژگی‌های پوشش گیاهی و عوامل محیطی، سطح مناسب قطعه نمونه نمونه-برداری با توجه به نوع و نحوه پراکنش گونه-های گیاهی و کوهستانی بودن منطقه مورد مطالعه به روش سطح حداقل (۲۲)، در هر دو واحد، یک مترمربع و تعداد قطعه نمونه بعد از نمونه‌برداری اولیه با توجه به تغییرات پوشش با روش آماری (۲۲)، ۳۰ عدد تعیین شد. سپس در هر واحد، در طول ۳ ترانسکت ۱۰۰ متری نمونه‌برداری انجام شد. در طول هر ترانسکت، قطعه نمونه‌ها به فاصله ۱۰ متر از هم قرار داده شدند. در هر قطعه نمونه نوع و تعداد گونه‌های موجود و درصد پوشش آنها تعیین شد. به منظور تعیین عوامل تاثیرگذار بر تنوع گونه‌ای، ابتدا فاکتورهای فاکتورهای زود یافت (یعنی فاکتورهایی که در کوتاه‌ترین زمان قابل اندازه‌گیری هستند) و کم هزینه‌ای از جمله هدایت الکتریکی، اسیدیته، وزن مخصوص ظاهری، درصد ماده آلی، درصد رس، درصد سیلت، درصد رطوبت اشباع، درصد خاکدانه‌های درشت و ریز، شیب و ارتفاع تعیین و سپس اندازه‌گیری‌ها صورت گرفت. بدین منظور از ابتدا و انتهای هر ترانسکت با توجه به کوهستانی بودن منطقه مورد مطالعه و همچنین عمق ریشه‌دوانی گونه‌های گیاهی اقدام به برداشت نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری گردید (۹).

روش تجزیه آزمایشگاهی:

شبکه مورد استفاده در این پژوهش از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه می‌باشد. روش ورود داده‌ها بدین گونه بود که به صورت تصادفی ۷۰ درصد نمونه‌ها در شبکه عصبی مصنوعی برای آموزش^۳ مدل، ۱۵ درصد داده‌ها برای انجام فرآیند اعتبارسنجی^۴ مدل و ۱۵ درصد داده‌ها نیز برای آزمون^۵ مدل انتخاب گردید. در شبکه عصبی تطبیقی-فازی و رگرسیون چندمتغیره نیز از ۸۵ درصد داده‌ها برای آموزش و ۱۵ درصد داده‌ها برای آزمون انتخاب شد. پیش از آموزش شبکه عصبی، داده‌های ورودی به آن نرمال شدند (۲۱). به منظور ارزیابی نتایج مدل شبکه عصبی مصنوعی و شبکه عصبی تطبیقی-فازی و مقایسه آن با برآوردهای رگرسیونی از مجذور میانگین مربعات خطا^۶ (RMSE)، ضریب کارایی^۷ (CE) و ضریب همبستگی^۸ (R) استفاده گردید.

می‌باشد. اگر هدف مدیریت گونه‌های نادر باشد، با توجه به اینکه در مطالعه حاضر تنوع گونه‌ای حتی برای گونه‌های نادر نیز مد نظر بود از این شاخص استفاده شد (۲۲). از طرفی این شاخص بین شاخص‌های مختلف، توانایی بیشتری را برای تشخیص تنوع گونه‌ای دارد و بیشتر تحت تاثیر غنای گونه‌ای است (۱۹). شاخص شانون وینر نیز از رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$H' = -\sum_{i=1}^S pi \ln pi \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در این رابطه، H شاخص تنوع شانون وینر و pi فراوانی نسبی افراد گونه I در نمونه مورد نظر است.

برای ایجاد توابع انتقالی شبکه عصبی مصنوعی از نرم افزار MATLAB 7.2، و برای بررسی ارتباط بین مقادیر هر یک از شاخص‌های تنوع گونه‌ای و فاکتورهای حاکی موثر بر آنها، با استفاده از تکنیک رگرسیون خطی چند گانه روش روش گام به گام ورود متغیرها^۱ با کمک نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ انجام شد (۲۰). جهت ارزیابی وجود هم‌خطی بین متغیرهای مستقل از عامل تورم واریانس^۲ بررسی شد. اگر مقادیر VIF بیشتر از ۱۰ باشد بین متغیرهای مستقل هم خطی وجود دارد. برای ارزیابی شاخص عددی تنوع گونه‌ای شانون- وینر، از نرم‌افزار تخصصی Ecological Methodology نسخه ۶ استفاده گردید.

³- Training

⁴- Validation

⁵- Testing

⁶- Root of Mean Squares Error

⁷- Nash-Sutcliffe Coefficient

⁸- Correlation Coefficient

¹- Stepwise

² - Variance Inflation Factor

ارزیابی کاربرد مدل های شبکه عصبی و رگرسیونی به منظور پیش بینی تنوع گونه ای با استفاده از برخی عوامل خاکی و فیزیوگرافی..... ۷۱

$$CE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - P_i)}{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O}_m)} \quad (\text{رابطه ۲})$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2} \quad (\text{رابطه ۳})$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O}_m)(P_i - \bar{P}_m)}{\left(\sum_{i=1}^N [(O_i - \bar{O}_m)^2] \right)^{0.5} \left(\sum_{i=1}^N [(P_i - \bar{P}_m)^2] \right)^{0.5}} \quad (\text{رابطه ۴})$$

تعدادی نرون در لایه میانی (با سعی و خطا) استفاده شد. برای انتخاب تعداد مناسب نرون ها در لایه میانی و تعداد تکرار مطلوب و برای ارزیابی یادگیری شبکه های عصبی و حصول بهترین نتایج، از شاخص های R^2 ، RMSE و CE استفاده شد.

نتایج

خلاصه آماری عوامل محیطی مورد استفاده در مراتع منطقه به منظور تخمین تنوع گونه ای بر اساس این ویژگی ها برای آموزش و آزمون مدل ها در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنین نتایج بررسی پوشش گیاهی منجر به شناسایی ۳۸ گونه گیاهی شد (جدول ۲).

از آنجایی که مقدار آماره دوربین-واتسون (۲/۳۰۱) در فاصله ۱/۵ تا ۲/۵ قرار دارد، فرض عدم وجود همبستگی بین خطاها رد نمی شود و می توان از رگرسیون استفاده کرد. فرض دیگر رگرسیون خطی بررسی همراستایی بین متغیرهای مستقل است. بدین منظور از فاکتور

که O_i مقدار مشاهده شده، P_i مقدار پیش بینی شده، N تعداد داده های مشاهداتی، \bar{O}_m مقدار میانگین مشاهدات و \bar{P}_m مقدار میانگین پیش بینی شده است.

در پژوهش حاضر، برای مدل سازی با استفاده از شبکه های پرسپترون چند لایه از یک شبکه سه لایه ای پیشخور استفاده شد. در مطالعه حاضر، برای جلوگیری از آموزش بیش از اندازه در شبکه های پرسپترون چند لایه از روش تنظیم خودکار^۹ با الگوریتم یادگیری لوبنبرگ مارکوت استفاده شد (Schaap, 1998). شبکه عصبی تطبیقی-فازی شبکه ای ۵ لایه ای متشکل از گره ها و کمان اتصال دهنده گره می باشد. در این روش از توابع مختلف (زنگوله ای، گوسی نوع یک، گوسی نوع دوم، خطی و چند جمله ای) برای فازی سازی استفاده شد. در این پژوهش برای آموزش شبکه پرسپترون چند لایه از ۱۱ نرون (تعداد ورودی) در لایه ورودی، ۱ نرون در لایه خروجی (تعداد خروجی) و

^۹-Automated Regularization

عامل تورم واریانس (VIF) استفاده شد. متغیرهایی که VIF آنها کمتر از ۱۰ باشد، مشکل همراستایی نخواهند داشت. مقادیر این فاکتور برای متغیرهای مستقل نشان دهنده این است که این متغیر مشکل همراستایی ندارد. معادله رگرسیونی حاصل نشان می‌دهد که درصد ماده آلی و اسیدیته تاثیر مثبتی روی تنوع گونه‌ای داشته و بقیه متغیرها تاثیر معنی داری بر میزان تنوع گونه‌ای نداشتند. بعد از تعیین معادله توسط داده‌های آموزش کارایی این مدل در برآورد تنوع گونه‌ای توسط داده های آزمون بررسی شد که نتایج آن در جدول ۳ و شکل ۲ ارائه شده است. مقادیر ضریب تبیین و مجذور میانگین مربعات خطا برای مرحله آزمون این مدل به ترتیب برابر ۰/۵۷ و ۰/۱۴ می‌باشند که نشان می‌دهد که مدل رگرسیونی خطی دقت نسبتاً خوبی در برآورد تنوع گونه‌ای داشت.

جدول ۱- خلاصه آماری داده‌های مورد استفاده در آموزش و آزمون شبکه عصبی مصنوعی، شبکه عصبی تطبیقی- فازی و رگرسیونی به منظور مدل‌سازی تنوع گونه‌ای

اشتباه معیار	میانگین	حداکثر	حداقل	
۰/۰۳۸	۱/۹۸	۳/۱۶	۱/۳۵	شاخص تنوع گونه ای شانون-وینر
۰/۰۲۱	۸/۰۸	۸/۳۶	۷/۷۲	اسیدیته
۰/۰۰۳	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۰۹	هدایت الکتریکی (ds/m)
۰/۸۰	۲۲/۸۰	۳۶	۱۴	رس (/)
۱/۱۱	۱۹/۱۳	۳۶	۶	سیلت (/)
۰/۰۲	۱/۵۳	۱/۹۰	۱/۰۵	وزن مخصوص ظاهری (g/cm ³)
۰/۰۳	۰/۵۰	۱/۲۸	۰/۱۸	ماده آلی (/)
۰/۷۳	۱۹/۸۹	۳۰/۱۷	۱۰/۶۳	رطوبت اشباع (/)
۱/۳۴	۲۹/۵۰	۴۸/۱۷	۱۰/۱۵	خاکدانه های درشت (/)
۱/۱۲	۲۴/۲۵	۳۸/۰۸	۶/۹۴	خاکدانه های ریز (/)
۱۵/۵۲	۱۸۷۴/۹۸	۲۰۵۰	۱۷۰۰	ارتفاع (m)
۰/۰۱	۳۰	۵۰	۱۵	شیب (/)

جدول ۲- میانگین پوشش گیاهی گونه های گیاهی حاضر در خرابه سنجی ارومیه

ردیف	نام علمی گیاه	خانواده	نام فارسی	میانگین درصد پوشش گیاهی ± اشتباه معیار
۱	<i>Acanthophyllum microcephalum</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	چوبک	۰/۸ ± ۰/۰۶
۲	<i>Achilea cuneatiloba</i>	<i>Compositae</i>	بومادران	۰/۱۴ ± ۰/۰۲
۳	<i>pectiniform Agropyron</i>	<i>Graminae</i>	چمن گندمی شانه ای	۰/۹ ± ۰/۰۳
۴	<i>Agropyron trichophorum</i>	<i>Graminae</i>	علف گندمی	۱/۴ ± ۰/۱
۵	<i>Artemisia aucheri</i>	<i>Compositae</i>	درمنه	۲/۹ ± ۰/۲۱
۶	<i>Astragalus microcephalus</i>	<i>Fabaceae</i>	گون	۰/۹۰ ± ۰/۰۸
۷	<i>Astragalus sp.</i>	<i>Fabaceae</i>	گون	۱۴/۴ ± ۳/۴۴
۸	<i>Bromus danthoniae</i>	<i>Graminae</i>	جارو علفی هرز	۰/۳ ± ۰/۰۱
۹	<i>Bromus tomentellus</i>	<i>Graminae</i>	علف پشمکی	۱۴ ± ۵/۲۲

ارزیابی کاربرد مدل های شبکه عصبی و رگرسیونی به منظور پیش بینی تنوع گونه ای با استفاده از برخی عوامل خاکی و فیزیوگرافی.....۷۳

۱۰	<i>Centaurea virgata</i>	<i>Compositae</i>	نوعی گل گندم	۰/۱ ± ۰/۰۱
۱۱	<i>Cirsium arvense</i>	<i>Compositae</i>	کنگر هرز	۰/۱ ± ۰/۰۱
۱۲	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Graminae</i>	مرغ	۴/۹ ± ۰/۳۸
۱۳	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Graminae</i>	علف باغ	۱۳ ± ۴/۴۳
۱۴	<i>Dianthus seidlitzia</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	میخک	۰/۲۳ ± ۰/۰۲۱
۱۵	<i>Eryngium billardieri</i>	<i>Apiaceae</i>	بوقناق	۰/۴۸ ± ۰/۰۴
۱۶	<i>Euphorbia aucheri</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	فرفیون	۰/۴۱ ± ۰/۰۲۳
۱۷	<i>Festuca ovina</i>	<i>Graminae</i>	علف بره	۱/۴ ± ۰/۰۸
۱۸	<i>Gundelia tournefortii</i>	<i>Compositae</i>	کنگر	۹/۱ ± ۲/۰۱
۱۹	<i>Hordeum bulbosum</i>	<i>Graminae</i>	جوپیازدار	۱/۲ ± ۰/۰۵
۲۰	<i>Hypericum armenum</i>	<i>Hypericaceae</i>	علف چای	۰/۸۷ ± ۰/۰۴
۲۱	<i>Kochia prostrate</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	جارو	۰/۸ ± ۰/۰۴
۲۲	<i>Koeleria cristata</i>	<i>Graminae</i>	چمن نقره ای	۰/۸ ± ۰/۰۴
۲۳	<i>Melica persica</i>	<i>Graminae</i>	ملیکا	۰/۲۴ ± ۰/۰۵
۲۴	<i>Noaea mucronata</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	خارگونی	۸/۲ ± ۱/۲۳
۲۵	<i>Onobrychis sativa</i>	<i>Fabaceae</i>	اسپرس کوهی	۸/۷ ± ۰/۱۵
۲۶	<i>Onopordon acanthium</i>	<i>Compositae</i>	خار زن بابا	۱/۳ ± ۰/۰۲
۲۷	<i>Papaver armeniacum</i>	<i>Papaveraceae</i>	خشخاش	۰/۶۵ ± ۰/۰۳۱
۲۸	<i>Phelomis olieveri</i>	<i>Lamiaceae</i>	گوش بره	۰/۱۱ ± ۰/۰۱
۲۹	<i>Poa bulbosa</i>	<i>Graminae</i>	چمن پیازدار	۱/۵ ± ۰/۰۹۸
۳۰	<i>Poterium sanguisorba</i>	<i>Rosaceae</i>	پنجه انگشت	۰/۲۵ ± ۰/۰۱۱
۳۱	<i>Prangus uloptera</i>	<i>Apiaceae</i>	جاشیر	۲/۵ ± ۰/۱۲
۳۲	<i>Pterpyrum aucheri</i>	<i>Polygonaceae</i>	پرند	۰/۶ ± ۰/۰۲
۳۳	<i>Rosa canina</i>	<i>Rosaceae</i>	نسترن	۰/۳۰ ± ۰/۰۲
۳۴	<i>Scariola orientalis</i>	<i>Compositae</i>	گاوچاق کن	۱/۵ ± ۰/۱۰
۳۵	<i>Stachys inflata</i>	<i>Lamiaceae</i>	چای علفی	۲/۸ ± ۰/۱۳
۳۶	<i>Stipa barbata</i>	<i>Graminae</i>	استپی ریشدار	۰/۱ ± ۰/۰۱
۳۷	<i>Thymus kotschyanus</i>	<i>Lamiaceae</i>	آویشن	۱/۵۴ ± ۰/۱۲
۳۸	<i>Verbascum stachydiforme</i>	<i>Scropholariaceae</i>	گل ماهور	۰/۳۱ ± ۰/۰۳

جدول ۳- خلاصه مدل رگرسیونی محاسبه شده به منظور مدل سازی تنوع گونه ای

مدل	ضریب همبستگی	ضریب تبیین	ضریب تبیین تعدیل شده	خطای استاندارد تخمین	دوربین-واتسون
۱	۰/۴۹	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۲۶	
۲	۰/۵۹	۰/۳۵	۰/۳۳	۰/۲۴	۲/۳۰۱

مدل ۱: $Y=1.697+0.565X1$

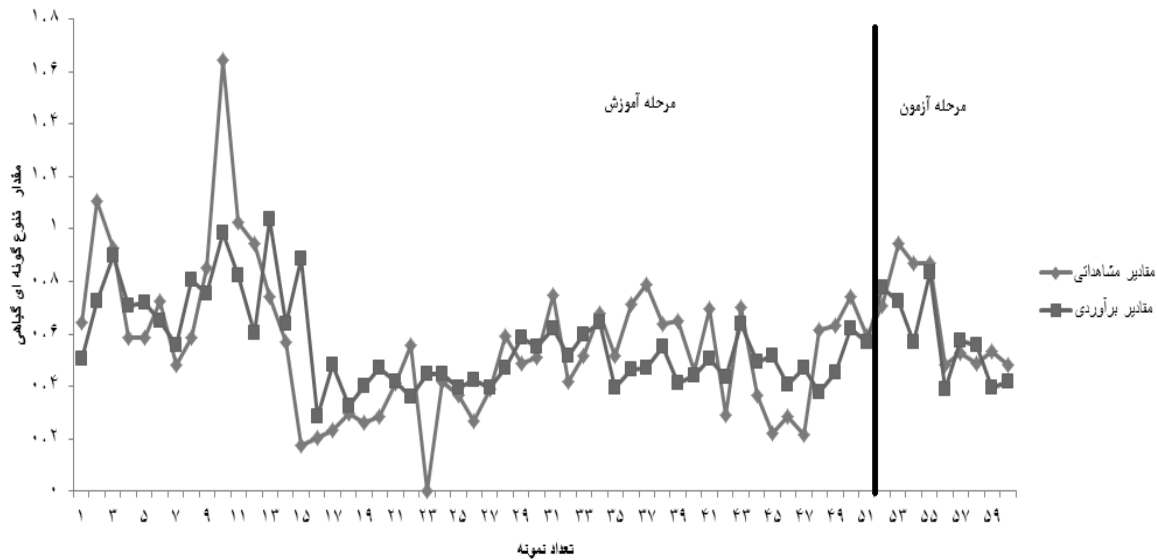
مدل ۲: $Y=-3.204+0.490X1+0.611X2$

X1=درصد ماده آلی و X2=اسیدیته

جدول ۴- نتایج آموزش و آزمون مدل رگرسیون خطی چند متغیره به منظور مدل سازی تنوع گونه ای

مرحله آموزش				مرحله آزمون			
R	CE	RMSE	\hat{R}	R	CE	RMSE	\hat{R}
۰/۷۵	۰/۳۹	۰/۱۴	۰/۵۷	۰/۶۰	۰/۳۶	۰/۲۲	۰/۳۶

مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی در دو مرحله آزمون و آموزش انطباق کمتری با یکدیگر داشته و اختلاف حاصل از برازش نمودارها در قسمت آزمون و آموزش در این نمودار آشکار است (شکل ۲).



شکل ۲- برازش مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی با استفاده از رگرسیون خطی چند متغیره در مرحله آموزش و آزمون

میانگین مربعات خطای بالای آن به نسبت تابع سیگموئید باعث عدم استفاده از این مدل در مقایسات مورد نظر گردید. نتایج حاصل از نحوه انطباق داده‌های آموزش، صحت‌سنجی و آزمون را در شبکه عصبی مصنوعی بر روی هم نشان می‌دهد. نتایج حاصل بیانگر این نکته می‌باشد که پیش‌بینی مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی تا حدود زیادی مشابه با یکدیگر بوده و منطبق بر هم می‌باشند (شکل ۳).

نتایج مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی^۱: در جدول ۴ آماره های خطا ضریب تعیین حاصل از اجرای شبکه عصبی مصنوعی برای سه مرحله آموزش، صحت‌سنجی و آزمایش در برآورد تنوع گونه‌ای ارائه گردیده است. ساختار مورد استفاده در این تحقیق، شامل یازده لایه ورودی، هشت لایه پنهان و یک لایه خروجی است. شبکه ۱-۸-۱۱ با قانون یادگیری لونیبرگ مارکوت با تابع انتقال سیگموئید در مرحله آزمون با $R^2=0/۸۹$ ، $RMSE=0/۰۷$ و $CE=0/۸۶$ به عنوان بهترین مدل شبکه عصبی مصنوعی انتخاب شد. تابع انتقال تانژانت هیپربولیک به نسبت تابع سیگموئید ضریب کارایی پایین‌تری دارد و مجذور

¹ - Artificial Neural Network

ارزیابی کاربرد مدل های شبکه عصبی و رگرسیونی به منظور پیش بینی تنوع گونه ای با استفاده از برخی عوامل خاکی و فیزیوگرافی.....۷۵

جدول ۵- آماره های خطا و ضریب تعیین حاصل از اجرای شبکه عصبی مصنوعی برای مراحل آموزش، صحت سنجی و آموزش در برآورد تنوع گونه ای

نوع شبکه عصبی	قانون یادگیری	تابع فعالیت	آرایش	مراحل	R	R ²	RMSE	CE
پرسپترون چند لایه	لونبرگ مارکوت	سیگموئید	۹-۷-۱	آموزش	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۰۶	۰/۹۵
				صحت سنجی	۰/۹۷	۰/۹۴	۰/۰۵	۰/۹۶
				آزمون	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۰۷	۰/۸۶
	لونبرگ مارکوت	تانزانته هیپربولیک	۹-۷-۱	آموزش	۰/۹۶	۰/۹۳	۰/۰۷	۰/۹۳
				صحت سنجی	۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۰۹	۰/۸۹
				آزمون	۰/۹۱	۰/۸۲	۰/۰۷۲	۰/۸۳



شکل ۳- برازش مقادیر مشاهده‌ای و برآوردی با تابع انتقال سیگموئید در مرحله آزمون، صحت سنجی و آموزش

میانگین مربعات خطا و ضریب کارایی ارائه گردیده است. نتایج نشان داد که مجذور میانگین مربعات خطا در تابع مثلثی بیشترین و در تابع ناقوسی تعمیم یافته کمترین مقدار را داشت، همچنین ضریب کارایی تابع مثلثی در مقایسه با سایر توابع کمتر و تابع ناقوسی تعمیم یافته از ضریب کارایی بیشتری برخوردار بود.

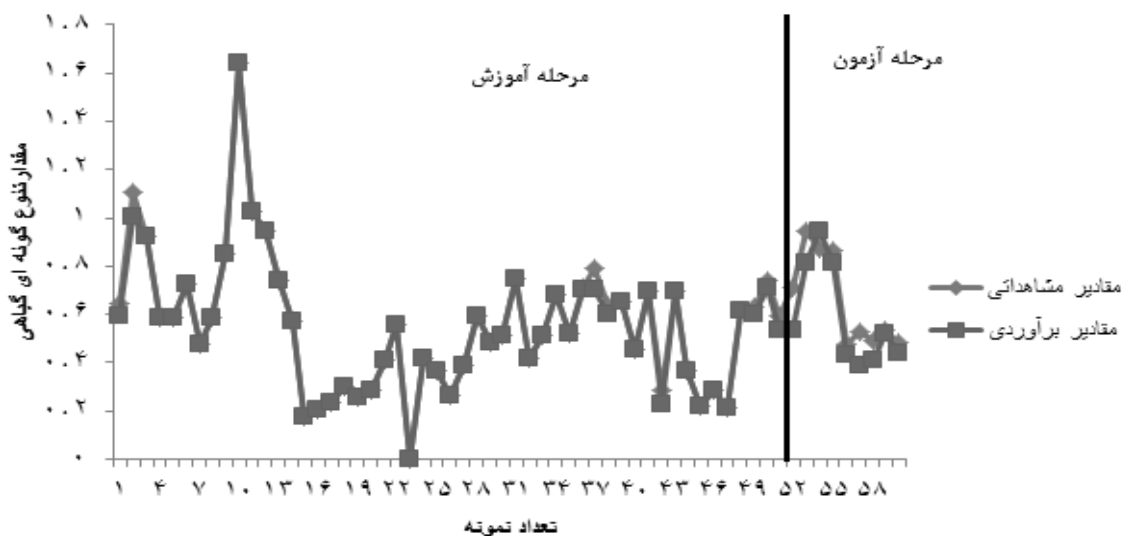
شبکه عصبی تطبیقی-فازی: نتایج حاصل از جدول ۵ در این تحقیق نشان داد که مدل ANFIS با تابع ناقوسی تعمیم یافته $CE= ۰/۷$ و $RMSE= ۰/۰۹$ ، $R^2= ۰/۸۷$ بهترین نتیجه را نسبت به سایر توابع داد. در جدول ۵ نتایج حاصل از مدل شبکه عصبی تطبیقی-فازی با ساختار ذکر شده در برآورد تنوع گونه ای به همراه داده های آنالیز مجذور

جدول ۶- نتایج شبکه عصبی فازی تطبیقی به منظور مدل‌سازی تنوع گونه‌ای گیاهی

نوع تابع عضویت	مراحل	R	R ²	RMSE	CE
ناقوسی تعمیم یافته (Gbellmf)	آموزش	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۰۲۴	۰/۹۹
	آزمون	۰/۹۳	۰/۸۷	۰/۰۹	۰/۷۰
گوسی نوع یک (gaussmf)	آموزش	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۰۳	۰/۹۹
	آزمون	۰/۹۳	۰/۸۶	۰/۱۱	۰/۵۷
گوسی نوع دوم (gauss2mf)	آموزش	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۰۶	۰/۹۷
	آزمون	۰/۸۴	۰/۷۱	۰/۱۴	۰/۳۶
مثلثی (Trimf)	آموزش	۰/۹۵	۰/۹۰	۰/۰۹	۰/۸۸
	آزمون	۰/۷۴	۰/۵۴	۰/۱۷	۰/۱۳
چندجمله‌ای (Pimf)	آموزش	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۰۶	۰/۹۵
	آزمون	۰/۷۸	۰/۶۱	۰/۱۵	۰/۳۵

قسمت آزمون به نسبت کمتر مشاهده گردید. همچنین نتایج حاصل از این نمودار، پیش‌بینی مناسب این مدل را در قیاس با سایر مدل‌های در نظر گرفته شده می‌رساند (شکل ۴).

نتایج حاصل از انطباق نمودارهای آموزش و آزمون بر این نکته تاکید می‌کنند که در مرحله آموزش و مقادیر برآوردی و مشاهداتی انطباق زیادی با هم داشته درحالی‌که این حالت در



شکل ۴- برازش مقادیر مشاهداتی و برآوردی تنوع گونه‌ای با تابع عضویت ناقوسی تعمیم یافته در مرحله آموزش و آزمون

ظرفیت نگهداری و ایجاد تغییراتی در اسیدیته خاک می‌شود. افزایش ماده آلی خاک سبب بهبود وضعیت خاک و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شود (۳) و کاهش وزن مخصوص ظاهری زمینه را برای ذخیره‌سازی و

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج رگرسیون گام به گام نشان داد که درصد ماده آلی و اسیدیته از مهمترین اجزاء تأثیرگذار بر مقدار تنوع گونه‌ای بود. ماده آلی باعث به وجود آمدن ساختمان مناسب خاک، بالا رفتن

مقدار مجموع مربعات خطا (SSE) که در مدل شبکه عصبی و مدل رگرسیونی چندمتغیره به ترتیب ۵/۴۳ و ۶/۲۳ بودند، به برتری مدل شبکه عصبی پی بردند (۱۵). پیرامون مقایسه مدل های شبکه عصبی و رگرسیونی در تخمین ویژگی های مهم خاک تا کنون تحقیقات زیادی صورت گرفته است، اما تحقیقی که بیانگر اهمیت روش های شبکه عصبی در مقابل مدل های رگرسیونی رایج در تخمین تنوع گونه ای باشد، انجام نگردیده است. Beiatorkesh & Sabziparvar (2010) نتیجه گرفتند که دقت روش استنتاج تطبیقی عصبی-فازی، ۴ درصد بیشتر از روش آماری رگرسیون است (۳۰). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مدل شبکه عصبی مصنوعی دارای دقت نسبی بیشتری نسبت به مدل شبکه عصبی تطبیقی-فازی و رگرسیونی در برآورد تنوع گونه ای می باشد. نتایج حاصل از رابطه رگرسیونی در این تحقیق نشان داد که درصد ماده آلی و اسیدیته از مهمترین عواملی بود که ارتباط با تنوع گونه ای داشت. علت تفاوت بین عملکرد بهتر شبکه های عصبی در مقایسه با روش های آماری را می توان در قابلیت تخمین و پیش بینی شبکه های عصبی مصنوعی برای تقریب غیر خطی با حجم کم داده ها جستجو نمود. این در حالی است که عملکرد و دقت روش های رگرسیونی به شدت از حجم کم نمونه ها تبعیت می کند و حجم کم نمونه ها می تواند عامل محدودیت مدل های آماری گردد (۲۸). نتایج حاصل از مدل سازی تنوع گونه ای در مطالعه حاضر علاوه بر این که تاییدی بر نتایج تحقیقات پیرامون برتری شبکه عصبی مصنوعی است، منجر به

استقرار بذور و در نهایت استقرار گونه های جدید فراهم می آورد. Zolfaghari *et al.*, (2010) نیز در تحقیقی تحت عنوان بررسی رابطه عوامل محیطی با پراکنش پوشش گیاهی در حوزه آبخیز آق تغه درصد ماده آلی و اسیدیته را از عوامل تاثیرگذار بر پراکنش تنوع گیاهی معرفی کردند (۳۵). توجه به مقادیر RMSE و R^2 مزیت نسبی مدل ها را نشان می دهد. بیشترین ضریب تبیین معنی دار و کمترین میزان خطا، بهترین روش را معرفی می نماید. بنابراین با توجه به مباحث مطرح گردیده به ترتیب روش های شبکه عصبی مصنوعی با نوع تابع سیگموئید ($R^2=0/89$ ، $RMSE=0/07$ و $CE=0/6$)، شبکه عصبی تطبیقی-فازی با تابع ناقوسی تعمیم یافته ($R^2=0/87$ ، $RMSE=0/09$ و $CE=0/7$) و رگرسیون چند متغیره ($R^2=0/57$ ، $RMSE=0/14$ و $CE=0/39$) به عنوان بهترین روش تعیین گردید. دلیل این امر در نظر گرفتن روابط غیرخطی بین پدیده ها در روش شبکه عصبی مصنوعی می باشد (۲۴). مدل توسعه یافته شبکه عصبی مصنوعی برای پیش بینی تنوع گونه ای در منطقه مورد مطالعه ۸۹ درصد از تغییرپذیری در سطح عوامل محیطی را توجیه نمود و در نهایت حدود ۱۱ درصد از تغییرپذیری تنوع گونه ای در این منطقه تبیین نگردید. که این موضوع تا اندازه زیادی به دلیل در نظر نگرفتن و عدم اندازه گیری پارامترهای مدیریتی می باشد. در همین ارتباط Crowe & Ingleby (2001) پس از مقایسه مدل های رگرسیونی و شبکه عصبی مصنوعی در برآورد کربن آلی خاک، با توجه به

مصنوعی و به کمک داده‌های حاصل از عوامل محیطی برای تخمین تنوع گونه‌ای سود جست. در نهایت می‌توان اینگونه بیان نمود که مطالعه حاضر نشان داد که استفاده از روش‌های توابع انتقالی امکان بررسی و پیش‌بینی تنوع گونه‌ای را به وسیله فاکتورهای زودیافت خاک و عوامل فیزیوگرافی در کمترین زمان با هزینه کم و با دقت بالا فراهم می‌آورد. انتظار می‌رود در مطالعات آتی جهت ایجاد مدلی معتبرتر که تغییرپذیری بیشتری از مقدار تنوع گونه‌ای در این منطقه را پیش‌بینی نماید، از نمونه‌برداری متراکم‌تر و تلفیق متغیرهای انسانی، فیزیوگرافی و خاکی موثر بر تنوع گونه‌ای به نتایج رضایت بخش‌تری دست یافت. همچنین، هوشمند بودن روش تجزیه و تحلیل داده‌ها و عدم نیاز به آزمون‌های آماری را می‌توان از دیگر برتری‌های شبکه عصبی مصنوعی به شمار آورد.

توسعه و بهبود مدل‌سازی تنوع گونه‌ای با استفاده از عوامل محیطی گردیده است. نتایج نشان داد که مدل شبکه عصبی مصنوعی از سایر مدل‌ها دارای دقت بیشتری بود. سایر محققین نیز در مطالعات خود به این موضوع اشاره نموده و این مدل را دارای صحت و دقت بالا معرفی کرده‌اند (۲، ۲۴، ۲۷، ۲۹).

بنابراین استفاده از عوامل محیطی در مدل‌سازی تنوع گونه‌ای به عنوان یک رکن اساسی و کارآمد توصیه می‌شود. مدل‌های شبکه عصبی به دلیل در نظر گرفتن روابط غیرخطی موجود میان ویژگی‌های زودیافت خاک و تنوع گونه‌ای و به دنبال آن افزایش دقت در برآورد پیش‌بینی‌ها می‌تواند جایگزین مناسبی برای مدل‌های مرسوم رگرسیونی در مدل‌سازی تنوع گونه‌ای باشد (۲۴). نتایج کلی پژوهش نشان می‌دهد که در عرصه‌های طبیعی که روابط پیچیده خطی و غیر خطی در سطح زیاد مابین متغیرها وجود دارد، می‌توان از روش‌های هوش

References

- 1-Allison, L.E., 1975. Organic carbon. *Methods of Soil Analysis, Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy, Madison, p. 1367.
- 2-Bazartseren, B., & G. Hildebrandt, K., Holz, 2003. Short-term water level prediction using neural networks and neuro-fuzzy approach. *Neuro computing*. 55: 439-450.
- 3-Binkley, D., & Fisher, R., 2012. *Ecology and management of forest soils*. 4th. Wiley-Blackwell.
- 4-Blake, G.R., & K.H., Hartge, 1986. Bulk density *Methods of Soil Analysis, Physical & Mineralogical Methods*. Soil Science Society of America, 9(1): 361-376.
- 5-Bouyoucos, G.J., 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agronomy Journal*, 56: 464-465.
- 6-Browman, H.I., M.C., Philippe, H., Ray, J., Simon, K.L., Heike, M.M., Pamela, & M., Steven, 2004. *Ecosystem-based Management*. Marine Ecology Progress Series, 274: 269-303.
- 7-Cambardella, C.A., & E.T., Elliott, 1992. Particulate Soil Organic Matter Changes across a Grassland Cultivation Sequence. *American Journal of Soil Science*, 56: 777-783.
- 8-Caudill, M., 1987. *Neural networks primer: Part I, AI Expert*.

- 9-Fahimipour, E., M.A., Zare Chahouki, & A. Tavili, 2010. Study of some index species – environmental factors relationships in mid Taleghan rangelands. *Rangeland*, 4(1):23-32.
- 10-Fajry, A., 2009. Feasibility studies- Executive vegetation survey the wreckage of Urmia. University Department of Natural Resources.
- 11-Fridley, J.D., 2001. The influence of species diversity on ecosystem productivity: how, where, and why? *Oikos*, 93: 514-526.
- 12-Ghahsare ardestani, A., M., Basiri, M., Tarkesh, & M., Borhani, 2010. Models of the distribution and diversity of species diversity and environmental factors in four rangeland Isfahan Hill. *Rangeland and Watershed*, 63(3): 378-397.
- 13-Hernandez, R., P., Koohafkan, & J., Antoine, 2004. Assessing Carbon Stocks and modeling win-win Scenarios of carbon sequestration throughland-use change, 166 pp.
- 14-Holmberg, M., M. Forsius, M., Starr, & M., Huttunen, 2006. An application of artificial neural networks to carbon, nitrogen & phosphorus concentration in three boreal streams & impacts of climate change. International Society for Ecological Information 3rd Conference. Grottaferrata, Roma, 195: 51-60.
- 15-Ingleby, H.R., & T.G., Crowe, 2001. Neural network models for predicting organic matter content in Saskatchewan soils. *Canadian Bios stems Engineering*, 43: 71-75.
- 16-Kaya, Z., & J., Raynal, 2006. Biodiversity and conservation of Turkish forest. *Biological conservation*, 97: 131-141.
- 17-Lavorel, S., & E., Garnier, 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*, 16: 545-556.
- 18-Leij, F., M.G., Schaap, & L.M., Arya, 2002. Water retention and storage: Indirect methods. *Methods of Soil Analysis*, 4(2): 1009-1045.
- 19-Magurran, A.E., 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, NJ, 179pp.
- 20-Manly, B.F.J., 1994. *Multivariate Statistical Methods: A Primer*. London: Chapman & Hall.
- 21-Menhaj, M.B., 1998. *Fundamentals of neuralnetworks*. First Edition, Professor Hesabi Publishers, 502 pp.
- 22-Mesdaghi, M., 2005. *Plant Ecology*. Publication of Jahade Daneshgahi, 187p.
- 23-Minasny, B., A.B., McBratney, & K.L., Bristow, 1999. Comparison of different approaches to the development of pedotransfer functions for water retention curves. *Geoderma*, vol. 93, pp. 225-53.
- 24-Navabian, M., A.M., Liaghat, & M., Homae, 2007. Comparison of transfer functions of artificial neural network and regression in estimating the saturated hydraulic conductivity. *Proceedings of the Tenth Soil Science Congress of Iran, Karaj*, 967-969.
- 25-Noor Alhamad, M., 2006. Ecological & species diversityof arid Mediterranean grazing land vegetation. *Journal of Arid Environments*, vol. 66, pp. 698-715.
- 26-Parasurman, K., A., Elshorbagy, & B., Si, 2006. Estimating saturated hydraulic conductivity in spatially variable fields using neural network in Ensembles. *Soil Science Society American Journal*, 70: 1851-1859.

- 27-Parsafar, N.A., & S., Marofi, 2011. Estimated temperatures at depths using network neural networks-Fuzzy (Case Study: Kermanshah region). *Journal of Soil and Water Science*, 21(3): 21-22.
- 28-Pietrasiak, N., J.R., Johansen, T., LaDoux, & R.C., Graham, 2011. Comparison of Disturbance Impacts to and Spatial Distribution of Biological Soil Crusts in the Little San Bernardino Mountains of Joshua Tree National Park, California. *Western North American Naturalist*, 74(4): 539-552.
- 29-Pilevari, A., Sh., Auobi., & H., Khademi, 2010. Comparison of artificial neural network and multiple linear regression analysis to predict soil organic carbon data to the ground. *Journal of Soil and Water*, 24(6): 1151-1163.
- 30-Sabziparvar, A. & M., Beiatorkeshi, 2010. Assess the accuracy of fuzzy artificial neural network, neurotropic solar radiation simulation. *Iranian Journal of Physics Research*, 4(1): 347-536.
- 31-Schaap, M.G., 1998. Using neural network to predict soil water retention and soil hydraulic conductivity. *Soil Till Research*, 47: 37-42.
- 32-Suding, K.N., & L.J., Goldstein, 2008. Testing the Holy Grail framework: using functional traits to predict ecosystem change. *New Philologist*, 180: 559-562.
- 33-Zarechahouki, M.A., M., Jafari & H. Arzani, 2007. The relationship between environmental factors and species diversity in grasslands Poshtkuh Yazd. *Pajouhesh & Sazandegi*, 21(1): 192-199.
- 34-Zhang, C.B., J., Wang, W., Liu, S., Zhu, D., Liu, S., Chang, J., Chang, & Y., Ge, 2010. Effects of plant diversity on nutrient retention and enzyme activities in a full-scale constructed wetland. *Bioresource Technology*, 101: 1686-1692.
- 35-Zolfaghari, F., A., Pahlevanravi, A., Fakhireh, & M., Jabari, 2010. Investigation on relationship between environmental factors and distribution of vegetation in Agh Toghe basin. *Iranian journal of Range & Desert Research*, 17(3): 431-444.