محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره۷۳ ، شماره۲، تابستان ۱۳۹۹
صفحات ۲۵۷ تا ۲۷۰
Archive of SID

مدل پیش‌بینی ارزیابی اثر گردشگری بر درصد پوشش تاجی گیاهی پارک ملی و پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو

علی جهانی [۱*] و مریم صفاریها [۲]

۱- دانشیار گروه محیط‌زیست طبیعی و تنوع زیستی دانشکده محیط‌زیست کرج

۲- دکترای مرتعداری گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت۹۸/۰۹/۰۲-تاریخ پذیرش۹۸/۱۱/۱۴)

چکیده:

مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی در مناطق تحت حفاظت گردشگری اثرات زیست محیطی بسیاری ایجاد می‌کند که یک موضوع چالش‌انگیز جهانی در زمینه حفاظت است. هدف از این پژوهش مدل‌سازی کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی جهت ارزیابی اثر گردشگری با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و تعیین میزان اثرگذاری متغیرهای اکولوژیکی و شدت گردشگری بر آن است. پژوهش حاضر در پارک ملی و پناه‌گاه حیات وحش قمیشلو با مساحت ۱۰ هکتار زون تفرج متمرکز و ۱۰۰ هکتار زون تفرج گسترده انجام شده است. در این مطالعه از ۱۰۰ قطعه نمونه آماربرداری و اندازه‌گیری متغیرهای اکولوژیکی و گردشگری و تغییرات درصد پوشش تاجی گیاهی در طی یک‌سال (بهار ۱۳۹۶ تا بهار ۱۳۹۷) استفاده شد. روش مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی جهت پیش‌بینی کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی با استفاده از ۱۱ متغیر محیطی انجام شده است. با توجه به نتایج، مدل با ساختار ۱-۸-۱۱ (۱۱ متغیر ورودی، ۸ نورون در لایه مخفی و یک متغیر خروجی) با توجه به بیشترین مقدار ضریب تبیین در سه دسته داده آموزش، اعتبارسنجی و آزمون معادل ۰/۹۵، ۰/۸۷ و ۰/۹۳، بهترین عملکرد بهینه‌سازی ساختار را نشان می‌دهد. بر این اساس طبقه شدت گردشگری، شیب زمین، شوری خاک، عمق خاک و درصد ماده آلی خاک با ضریب اثرگذاری ۸/۵۹، ۲/۰۲، ۱/۸۸، ۱/۸۱ و ۱/۶۵ به ترتیب بیشترین تأثیر را در میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی در منطقه از خود نشان می‌دهند. مدل ارائه شده در این پژوهش یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری در ارزیابی اثرات گردشگری در مناطق تحت حفاظت شناخته شده و امکان پیش‌بینی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی در زون‌های تفرجی پارک‌های ملی را فراهم می‌کند.

کلید واژگان: پارک ملی، پوشش تاجی، گردشگری، شبکه عصبی مصنوعی، زون تفرجی

* نویسنده مسئول؛ تلفن: ۰۲۶۳۲۸۰۳۰۲۷ ایمیل: Ajahani@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

مناطق تحت حفاظت مناطقی هستند که به صورت ملی و بین المللی مورد حفاظت قرار می‌گیرند؛ و ارزش‌های اکولوژیکی، تنوع زیستی و فرهنگی در آنها عامل اصلی حفاظت است. این مناطق از مقاصد اصلی گردشگران بوده و مدیران مناطق تحت حفاظت ملزم به ایجاد تعادل بین نیازهای گردشگران و اکولوژی حفاظت هستند (Zhang *et al.*, 2014). در واقع گردشگری در مناطق تحت حفاظت باید با اصول طبیعت‌گردی در جهت دستیابی به اهداف حفاظت از منطقه برنامه‌ریزی شود (Shirani Sarmazeh *et al.*, 2018a). مناطق تحت حفاظت با اهداف اکولوژیکی شامل حفاظت اکولوژیکی و بیولوژیکی از طبیعت و به طور همزمان هدف بهره‌وری گردشگری مدیریت می‌شوند. مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی در مناطق تحت حفاظت و در مناطقی که گردشگری اثرات زیست محیطی بسیاری ایجاد می‌کند، یک موضوع چالش‌انگیز جهانی در زمینه حفاظت است (Mosaffaei *et al.*, 2020). بنابراین امروزه نیاز به ابزارهای دقیق جهت تعیین اثرات اکولوژیکی منفی گردشگری و فعالیت‌های آن در کیفیت پوشش گیاهی داریم (Marion *et al.*, 2016; Shirani Sarmazeh *et al.*, 2018b). در ارتباط با گونه‌های تهدیدشده به خصوص در مناطق تحت حفاظت به دلیل آسیب‌پذیری اکوسیستم متخصصان نیاز به مدل-های ارزیابی اثرات گردشگری در درصد پوشش تاجی گیاهی دارند. اکنون سئوال اصلی این است که مناطق تحت تاثیر گردشگری با چه سرعتی خود را احیاء می-کنند؛ و چگونه می‌توان احیاء اراضی را سرعت بخشید؟ و یا کدام فاکتورهای اکولوژیکی با احیای درصد پوشش تاجی گیاهی مرتبط هستند؟

اخیراً مدل‌های ریاضیاتی جهت مدل‌سازی ارزیابی اثرات زیست محیطی (Jahani & Mohammadi Fazel, 2017; Mosaffaei *et al.*, 2020; Jahani, 2016) براساس فعالیت‌های انسانی و ویژگی‌های اکوسیستم توسعه یافته‌اند. Pongpattananurak (۲۰۱۸) بر روی اثرات توسعه گردشگری برتخریب پوشش گیاهی پارک ملی تاپلان مطالعات بسیاری را انجام داد. این محقق ۱۱۱ قطعه نمونه با گیاهان خارجی و بومی را مورد بررسی قرار داد. نتایج حاکی از آن است که درصد پوشش گیاهی زمینی و تعداد و تراکم نهال درختان، به طور معناداری در منطقه کاهش یافته‌اند. Canteiro و همکاران (۲۰۱۸) ارزیابی اثر گردشگری را به عنوان ابزاری در جهت شناسایی اثرات زیست محیطی فعالیت‌های گردشگری در مناطق تحت حفاظت طبیعی معرفی نمودند. محققان پس از بررسی سه منطقه تحت حفاظت در اروگوئه، فعالیت‌های گردشگری را که به عنوان عاملی که می‌تواند اجزاء زیستی اکوسیستم شامل پوشش گیاهی را تغییر دهد شناسایی کردند. تحقیق حاضر از نظر ارائه مدل دقیق با استفاده از ابزارهای ریاضیاتی پیشرفته همچون شبکه عصبی مصنوعی، نوآوری داشته و در جهت حل کمبود مطالعات پیشین در زمینه ارائه مدل با دقت مشخص عمل می‌کند. باتوجه به کمبود بانک‌های اطلاعاتی بلندمدت و معتبر و انبوه متغیرهایی که درصد پوشش تاجی گیاهی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، روش‌های مدل‌سازی ریاضیاتی و هوش مصنوعی کاربردهای بسیاری در مدل‌سازی و ارزیابی آسیب‌پذیری می‌یابند (Jahani, 2019; Aghajani *et al.*, 2014; Rezazadeh, *et al.*, 2017). کمبود ارزیابی اثرات گردشگری (Jahani *et al.*, 2011) با استفاده از روش‌های مدل‌سازی ریاضی همچون پرسپترون

www.SID.ir

Archive of SID

چندلایه، به شدت دیده می‌شود؛ در حالیکه این روش‌ها در پیش‌بینی تقاضای گردشگری در تحقیقات مختلف بسیار به کار رفته‌اند (Silva *et al.*, 2019). مهمترین اهداف این تحقیق عبارتند از: ۱- مدل‌سازی تغییرات درصد پوشش تاجی گیاهی در مناطق تحت اثر گردشگری در مناطق تحت حفاظت، ۲- اولویت‌بندی متغیرهای مدل شامل متغیرهای اکولوژیکی مناطق تحت حفاظت و شدت گردشگری بر درصد پوشش تاجی گیاهی زمین با استفاده از آنالیز حساسیت، ۳- بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی بر اساس تغییرات متغیرهای مدل.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

در پارک ملی و پناهگاه حیات وحش قمیشلو محدودهٔ ورود گردشگران بر اساس زون‌بندی می‌باشد. برخی زون‌ها تعداد زیادی گردشگر را در خود جای می‌دهند (زون تفرج متمرکز با مساحت ۱۰ هکتار) و به صورت متراکم، با امکانات و ساختارهای گردشگری شامل پارکینگ، محل کمپ، جاده‌ها، سرویس بهداشتی، محل پیکنیک و محل اقامت توسعه یافته‌اند. از طرف دیگر در زون تفرج گسترده (با مساحت ۱۰۰ هکتار) امکانات لازم جهت گردشگری وجود ندارد؛ در نتیجه تعداد بسیار اندکی از گردشگران اجازه ورود و پیاده‌روی در مسیرهای پاکوب و خاکی و با محدودیت‌های بسیار در فعالیت‌های گردشگری را دارند. عمده فعالیت‌های گردشگری مجاز در این زون عبارتند از: پیاده‌روی در مسیرهای خاکی، پرنده‌نگری و بازدید حیات وحش، ایجاد کمپ بدون امکانات محلی و سایر موارد. با توجه به هدف این تحقیق، هر دو نوع زون در پارک ملی و پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو انتخاب شد و اطلاعات مربوط به گردشگران و شرایط اکولوژیکی منطقه مورد مطالعه بدست آمد.

۲-۲. روش کار

محدودیت‌های اساسی بسیاری در روش‌های سنتی ارزیابی اثرات گردشگری وجود دارد که عبارت از استفاده از: اطلاعات کمی و کیفی و روش‌های مشابه در اکوسیستم های متفاوت. ارتباطات متغیرهای زیست محیطی بر اساس شرایط اکوسیستم تفاوت می‌کند و همبستگی‌های خطی و غیرخطی را شامل می‌شود. از این رو روش‌های مدل‌سازی کلاسیک همچون رگرسیون خطی، نتایج دقیقی را در پیش‌بینی‌ها در تمام اکوسیستم‌ها ارائه نمی‌دهد (Jahani, 2019). جهت حل این موضوع ما از روش‌های مدل‌سازی پیش رفته که در سال‌های اخیر با موفقیت در ارزیابی محیط زیست به کار رفتند (Jahani & Mohammadi Fazel, 2017) استفاده نمودیم. این مدل‌ها با داده‌های کمی سر و کار دارند و از روش‌های ریاضیاتی که دقت بالایی در اکوسیستم‌های پیچیده همچون مناطق تحت حفاظت دارند، بهره می‌گیرند.

۲-۳. جمع آوری اطلاعات

در این تحقیق از ۱۰۰ قطعه نمونه در زون‌های تفرجی در مناطق تحت حفاظت استفاده شد. نمونه برداری از پوشش گیاهی به روش سیستماتیک-تصادفی (Moghaddam, 1998) و شبکه آماربرداری با ابعاد ۵۰ *۴۰ متر در زون تفرج متمرکز با مساحت ۱۰ هکتار و ابعاد ۵۰ *۴۰۰ در زون تفرج گسترده با مساحت ۱۰۰ هکتار مورد استفاده قرار گرفت؛ تا بدین ترتیب تعداد ۵۰ قطعه نمونه در هریک از زون‌ها به دست آید (مجموعا ۱۰۰ قطعه نمونه). در ارزیابی مراتع معمولا از قطعات نمونه مربعی یا مستطیلی شکل با ابعاد یک یا دو متر استفاده می‌شود (Moghaddam,

www.SID.ir

Archive of SID

1998)؛ اما در مطالعه حاضر با توجه به هدف ارزیابی اثر گردشگری بر تغییرات پوشش تاجی گیاهی از ابعاد بزرگتر استفاده شد تا تغییرات حاصله با دقت بیشتری نمایان شود (Pongpattananurak, 2018). لذا در این مطالعه از قطعات نمونه مربعی شکل با ابعاد ۱۰×۱۰ متر استفاده شد که در تحقیقات Jahani و همکاران (۲۰۲۰) نیز ابعاد ۱۰×۱۰ متر (۱۰۰ مترمربع) در مطالعات گیاهی در مناطق تحت حفاظت تحت تاثیر گردشگری پیشنهاد و استفاده شده است.

درصد پوشش تاجی گیاهی زمین قبل و بعد از فعالیت‌های گردشگری در طی یکسال (بهار ۱۳۹۶ تا بهار ۱۳۹۷) اندازه‌گیری شد. بدین صورت که هر قطعه نمونه ۱۰۰ مترمربعی (۱۰×۱۰ متر) در محل به شبکه یک متر در یک متر تقسیم شده و شبکه نقطه‌چین صد نقطه‌ای تشکیل شد و مجموع تعداد نقاطی که روی پوشش گیاهی قرار گرفتند، به عنوان درصد پوشش تاجی گیاهی ثبت شد. شکل ۱ زون های تفرجی پارک ملی و پناه گاه حیات وحش قمیشلو را نشان می‌دهد به طوریکه زون تفرج متمرکز به صورت پلی گون ۱۰ هکتاری در شمال نقشه و زون تفرج گسترده به صورت مسیر عبوری با عرض ۵۰ متر و مساحت ۱۰۰ هکتار تفکیک شده است.

شکل۱- زون های تفرجی پارک ملی و پناه گاه حیات وحش قمیشلو

در هر یک از قطعات نمونه میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی در طی یکسال و به درصد ثبت شد. منطقه مورد مطالعه علفزار یا بوته‌زار خالص نبوده و گونه‌های علفی و بوته‌ای به نسبت‌های مختلف وجود دارد. در این پژوهش گیاهان بوته‌ای، علفی و گراس‌ها را که عمده شکل رویشی منطقه مورد مطالعه را شامل می‌شوند در تعیین ذزصد پوشش تاجی گیاهی لحاظ شدند.۱۱ متغیر در ۱۰۰ قطعه نمونه ثبت گردید که عبارتند از: ۱-متغیرهای شکل زمین شامل: شیب قطعه نمونه (درصد) و جهت دامنه در قطعه نمونه (چهارجهت اصلی)، ۲-متغیرهای خاک شامل: عمق خاک (سانتی متر)، رس (درصد رس در بافت خاک)، سیلت (درصد سیلت در بافت خاک)، شن (درصد شن در بافت خاک)، ماده آلی خاک (درصد)، هدایت الکتریکی خاک (ds/m)، تخلخل خاک (درصد)، رطوبت خاک (درصد)، ۳-متغیر طبقه فشار گردشگری شامل: چهار طبقه از شدت گردشگری روزانه (تعداد بازدید روزانه توسط محیطبانان منطقه برآورد شده

www.SID.ir

Archive of SID

است). این چهار طبقه عبارتند از: ۱- کمتر از ۵ نفردر هکتار روزانه، ۲- پنج تا ده نفر در هکتار روزانه، ۳- ده تا بیست نفر در هکتار روزانه، و ۴- بیست تا سی نفر در هکتار روزانه. در واقع تعداد گردشگران در هکتار در محل قطعات نمونه به عنوان فشار گردشگری در نظر گرفته شد. میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی (درصد) به عنوان خروجی مدل یا اثر گردشگری در منطقه منظور گردید. محققین بسیاری از چنین اطلاعاتی برای ایجاد ارتباط بین متغیرهای محیطی، گردشگری و تغییرات پوشش گیاهی استفاده نموده‌اند (Marion *et al.*, 2016). از این رو روش‌های مدل-سازی کمی و ریاضیاتی رایج در مدل‌سازی محیط زیست (Kalantary *et al.*, 2019; Jahani, 2019) شامل روش شبکه عصبی مصنوعی و مدل پرسپترون چندلایه در این پژوهش بکار گرفته شد.

۲-۴. مدل شبکه پرسپترون چندلایه

مدل پرسپترون چندلایه از نورون‌هایی تشکیل شده است که با روابط ریاضی به هم مرتبط می‌شوند. این روابط در طی فرایند آموزش شبکه وزن‌های دقیق و مخصوص به خود را بدست می‌آورند و در این راستا از نمونه‌های واقعی برداشت شده از محیط استفاده می-کنند (Khaleghpanah *et al.*, 2019). با استفاده از الگوریتم‌های آموزشی وزن‌های داده شده به متغیرهای مدل در لایه‌های مخفی اصلاح می‌گردد و هدف، کاهش اختلاف بین خروجی پیش‌بینی شده و میزان واقعی آن است. در این تحقیق ۳ نوع تابع فعال‌سازی شامل تانژانت هیپربولیک، لگاریتم سیگموئید و تابع خطی جهت حداکثرسازی دقت شبکه در لایه‌های مخفی مورد استفاده قرارگرفته است. همچنین روش انتشار خطا رو به عقب که به طور معمول در فرآیند آموزش نظارت شده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Aghajani *et al.*, 2014; Khaleghpanah *et al.*, 2019) ؛ در این تحقیق نیز مورد استفاده قرار گرفته است.

۲-۵. مدل‌سازی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی

به منظور پردازش داده‌ها از ابزار هوشمند شبکه عصبی مصنوعی در محیط نرم‌افزار MATLAB 2018 استفاده شد. در این تحقیق به منظور مدل‌سازی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی، متغیرهای منتخب شامل ۱- متغیرهای شکل زمین، ۲- متغیرهای خاک و ۳- متغیر طبقه فشار گردشگری که در هر یک از قطعات نمونه ثبت شده بود به عنوان متغیرهای مستقل (ورودی مدل) و میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی به عنوان متغیر وابسته (خروجی مدل) در نظر گرفته شد. پیش‌پرداز شامل استانداردسازی داده‌ها در یک بازه ثابت و انجام آزمون PCA جهت دسته‌بندی متغیرهای دارای همبستگی صورت گرفت.

برای آموزش شبکه یا مدل، ابتدا نمونه‌ها به طور تصادفی به سه دسته آموزش شبکه (۶۰ درصد داده‌ها معادل ۶۰ نمونه)، اعتبارسنجی (۲۰ درصد داده‌ها یا ۲۰ نمونه) و آزمون مدل (۲۰ درصد داده‌ها یا ۲۰ نمونه) تقسیم شدند (Jahani, 2017). داده‌های آموزش در ایجاد مدل بهینه مورد استفاده واقع شده و همزمان با کمک داده‌های اعتبارسنجی مورد سنجش دقت قرار می‌گیرد. در نهایت داده‌های آزمون جهت سنجش قابلیت تعمیم‌پذیری و کاربرد مدل در داده-های جدید مورد استفاده قرار گرفته و دقت واقعی مدل را مشخص می‌سازد (Jahani *et al.*, 2020). در بهینه‌سازی دقت مدل از تعداد لایه‌های متعدد مخفی، تعداد مختلف نورون‌ها در هر لایه (ابزار پردازش موازی و هم‌زمان محاسبات) و توابع فعال‌سازی گوناگون استفاده شد. دقت مدل بر اساس شاخص‌های زیر

www.SID.ir

Archive of SID

برآورد گردید: ضریب تبیین (R^2)، میانگین خطای مطلق (MAE)، و میانگین مربعات خطا (MSE) سنجیده شد (روابط ۱ تا ۳ (Aghajani *et al.*, 2014).

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - P_i)^2}{n}$$ رابطه ۱

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|O_i - P_i|$$ رابطه ۲

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(O_i - O_{ave})(P_i - P_{ave})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(O_i - O_{ave})\sum_{i=1}^{n}(P_i - P_{ave})}}$$ رابطه ۳

که در این روابط: O_i: داده اندازه‌گیری‌شده، P_i: داده پیش‌بینی‌شده، O_{ave}: میانگین داده‌های اندازه‌گیری-شده، P_{ave}: میانگین داده‌های پیش‌بینی‌شده و n: تعداد داده‌ها است.

ارزیابی بهترین برازش شبکه برای یافتن بهترین ساختار شبکه مناسب، از طریق معیارهای فوق انجام گردید که هدف بیشینه کردن ضریب تبیین؛ و کمینه نمودن میانگین مربعات خطا و میانگین مربعات خطای مطلق (درصد) می‌باشد. آنالیز حساسیت مدل بر اساس روش متداول در مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی (Khaleghpanah *et al.*, 2019) با ثابت نگه داشتن متغیرهای ورودی و سنجش تغییرات خروجی مدل (میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی) بر اثر تغییرات یک متغیر ورودی در دامنه انحراف معیار خود انجام شد. بدین ترتیب متغیرهایی مورد استفاده در مدل‌سازی بر اساس میزان اثرگذاری بر تغییرات خروجی مدل الویت‌بندی شدند. در نهایت روند تغییرات میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی بر اساس تغییرات متغیرهایی که اثرگذاری بالاتری دارند، ارائه گردید.

۳.نتایج

در این پژوهش مجموعا از صد قطعه نمونه در زون‌های گردشگری منطقه جهت ارزیابی تغییرات درصد پوشش تاجی گیاهی استفاده شد. میانگین خصوصیات محیطی اندازه‌گیری شده در هر یک از محدوده‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. تیپ گیاهی در زون تفرج متمرکز Artemisia sieberi- Launaea acanthodes یا درمنه-چرخه است. زون تفرج گسترده از چندین تیپ گیاهی شامل Artemisia sieberi- Launaea acanthodes (درمنه-چرخه)، Astragalus spp.- Artemisia sieberi-Launaea acanthodes (گون-درمنه-چرخه)، Artemisia sieberi – Noaea mucronatu-Scariola orientalis (درمنه-خارگونی-گاو چاق کن)، Astragalus spp.- Scariola orientalis-Stipa barbata (گون- گاو چاق کن- استپی ریش‌دار) و Anabasis aphylla- Artemisia siebri – Astragalus spp (آلدروک-درمنه-گون) تشکیل شده است.

در این پژوهش، ترکیب مختلفی از لایه‌ها و نرون‌های مختلف همراه با تابع فعال‌سازی تانژانت سیگموئید، هیپربولیک و خطی (لایه‌های پنهان و خروجی) برای بهینه‌سازی شبکه مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله اول بهینه‌سازی شبکه هوشمند عصبی از یک لایه پنهان با تعداد ۵ تا ۳۰ نرون که به طور تصادفی انتخاب گردیدند، عمل بهینه‌شدن شبکه انجام شد، و در مرحله دوم با همان تعداد نورون در دو و سه لایه پنهان قدرت شبکه تخمین زده شد. پس از آزمون شبکه‌های حاصل از ساختارهای گوناگون، نتایج حاصل از بهینه‌سازی شبکه عصبی به همراه بهترین ساختار به دست آمده در جدول۲ نشان داده شده است.

جدول۱- میانگین خصوصیات محیطی اندازه‌گیری شده در محدوده‌های تفرج متمرکز و گسترده

www.SID.ir

Archive of SID

زون تفرج متمرکز										
درصد شیب	طبقه جهت	عمق خاک	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	درصد ماده آلی	شوری خاک	درصد تخلخل	رطوبت خاک	طبقه شدت گردشگری	کاهش درصد پوشش تاجی
۱۲/۴	۲/۵۸	۱۴/۳	۱۸/۹	۳۸/۷	۴۲/۴	۰/۸۲	۰/۱	۵۳/۴	۵۱/۹	۳/۳	۴۰/۴۴
زون تفرج گسترده										
درصد شیب	طبقه جهت	عمق خاک	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	درصد ماده آلی	شوری خاک	درصد تخلخل	رطوبت خاک	طبقه شدت گردشگری	کاهش درصد پوشش تاجی
۱۰/۱	۲/۵۲	۱۶/۳	۱۹/۷	۳۷/۳	۴۳	۰/۷۸	۰/۱۱	۴۵/۷	۵۲/۷	۱/۴۸	۱۵/۴۸

جدول۲- نتایج ساختار بهینه شبکه عصبی مصنوعی در مدل ارزیابی اثر گردشگری

ویژگی‌های ساختاری شبکه	لایه پنهان اول	لایه خروجی
نوع شبکه	MLP	MLP
تابع انتقال	Sigmoid tangent	Linear
الگوریتم بهینه‌سازی	Levenberg Marquardt	Levenberg Marquardt
تعداد نورون‌ها	۷	۱

در آموزش شبکه عصبی از تعداد مختلف لایه پنهان و نورون در هر لایه استفاده شد؛ که نتایج ۵ ساختار برتر در جدول ۳ ارائه شده است. ضرایب تبیین (R^2) به دست آمده در جدول ۳ میزان دقت شبکه در پیش-بینی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی بر اساس متغیرهای ورودی را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج شبکه‌های آموزش داده شده در جدول ۳، مدل۱ با ساختار ۱-۷-۱۱ (۱۱ متغیر ورودی، ۷ نورون در لایه مخفی و یک متغیر خروجی: ۱-۵-۱۱) با توجه به بیشترین مقدار ضریب تبیین در سه دسته داده آموزش، اعتبارسنجی و آزمون معادل ۰/۹۵، ۰/۸۷ و ۰/۹۳، بهترین عملکرد بهینه‌سازی ساختار را نشان می‌دهد.

جدول۳- نتایج ساختارهای مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی برای ارزیابی اثر گردشگری

www.SID.ir

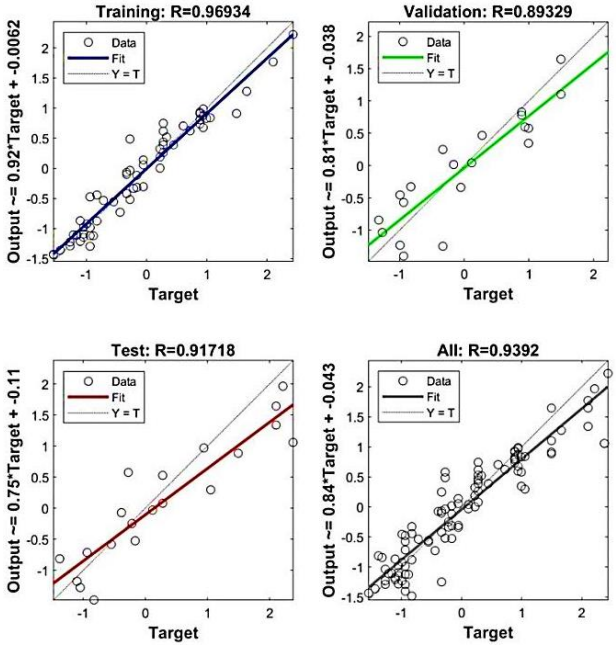
Archive of SID

مدل	ساختار توابع شبکه (تعداد نورون‌ها)	داده‌ها	R^2	MAE	MSE
۱	Tansig(7)	آموزش	۰/۹۴	۰/۱۷۵	۰/۰۵۲
		اعتبارسنجی	۰/۸۰	۰/۳۵۸	۰/۱۷۳
		آزمون	۰/۸۴	۰/۴۰۶	۰/۲۷۴
۲	Tanh(11)	آموزش	۰/۹۱	۰/۳۵۹	۰/۱۳۵
		اعتبارسنجی	۰/۸۰	۰/۳۵۲	۰/۱۷
		آزمون	۰/۸۰	۰/۳۵۵	۰/۱۷۱
۳	Tansig(15),Tansig(15)	آموزش	۰/۹۳	۰/۱۹۰	۰/۰۹۵
		اعتبارسنجی	۰/۸۶	۰/۳۱۹	۰/۱۷۹
		آزمون	۰/۸۰	۰/۳۵۶	۰/۱۷۲
۴	Tanh(7),Tanh(7)	آموزش	۰/۹۱	۰/۳۵۵	۰/۱۳۱
		اعتبارسنجی	۰/۸۶	۰/۳۱۵	۰/۱۷۵
		آزمون	۰/۷۸	۰/۵۵۴	۰/۳۸۷
۵	Tanh(9),Tanh(9),Tanh(9)	آموزش	۰/۹۴	۰/۱۷۳	۰/۰۵۱
		اعتبارسنجی	۰/۷۹	۰/۵۱۸	۰/۳۲۸
		آزمون	۰/۸۱	۰/۳۰۱	۰/۱۵۶

تعداد ورودی‌ها برابر با ۱۰۰ قطعه نمونه با ۱۱ متغیر و خروجی برابر با میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی در هر قطعه نمونه است؛ که بر این اساس ۶۰ نمونه برای آموزش، ۲۰ نمونه برای اعتبارسنجی حین آموزش و ۲۰ نمونه نیز برای آزمون نتایج شبکه عصبی طراحی شده اختصاص داده شد؛ و شکل۲، اختلاف میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی حقیقی را با میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی پیش‌بینی شده توسط مدل در چهار دسته داده آموزش، اعتبارسنجی، آزمون و کل داده‌ها نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود اختلاف ناچیزی مابین میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی حقیقی و پیش‌بینی شده وجود دارد؛ که حاکی از دقت بالای شبکه عصبی طراحی شده در پیش‌بینی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی در اثر فعالیت‌های گردشگری در منطقه بر اساس متغیرهای ورودی می‌باشد. این نتیجه حاکی از قابلیت بالای مدل به دست آمده جهت پیش‌بینی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی با کاربرد در مدیریت مناطق تحت حفاظت در فاز برنامه‌ریزی و پیش از اجرا می‌باشد.

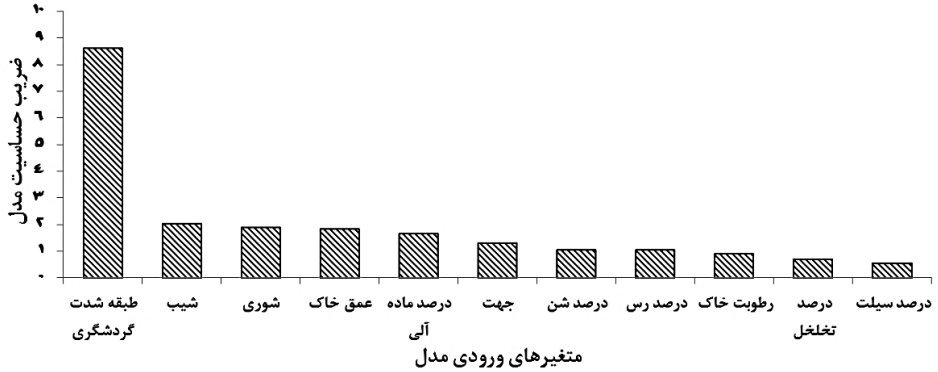
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۲- نمودار اختلاف میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی حقیقی و پیش‌بینی شده

با توجه به ضریب تبیین شبکه مطلوب در مرحله آزمون (۰/۸۴)، دقت شبکه عصبی در پیش‌بینی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی در مناطق گردشگری از سطح بسیار مطلوبی برخوردار است. نتایج مربوط به آنالیز حساسیت متغیرهای بکارگرفته شده برای مدل-سازی در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به هدف پژوهش در جهت کشف رابطه متغیرهای اکولوژیکی و گردشگری مناطق تحت حفاظت با میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی و مدل‌سازی آن، شکل۳ ضریب تأثیرگذاری هر یک از متغیرهای کاربردی در پیش‌بینی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی در اثر گردشگری را نشان می‌دهد. بر این اساس طبقه شدت گردشگری، شیب زمین، شوری خاک، عمق خاک و درصد ماده آلی خاک با ضریب اثرگذاری ۸/۵۹، ۲/۰۲، ۱/۸۸، ۱/۸۱ و ۱/۶۵ به ترتیب بیشترین تأثیر را در میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی در منطقه از خود نشان می‌دهند؛ در صورتی که سایر متغیرها اثر قابل ملاحظه‌ای در تعیین میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی ندارند.



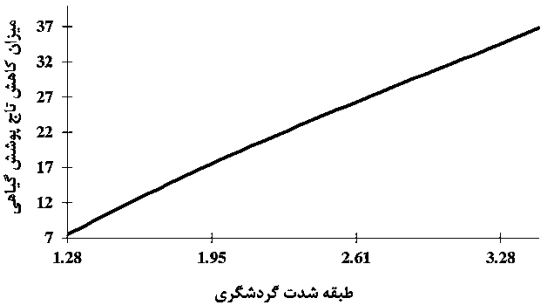
شکل۳- ضریب تأثیرگذاری متغیرهای کاربردی در پیش‌بینی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی

روند تغییرات میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی بر حسب تغییرات طبقه شدت گردشگری منطقه در شکل۴ نشان می‌دهد که با افزایش طبقه شدت گردشگری در منطقه، میزان کاهش درصد پوشش

www.SID.ir

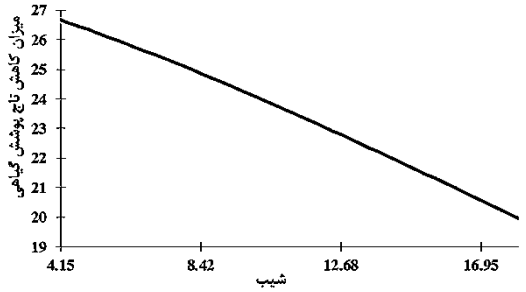
Archive of SID

تاجی گیاهی افزایش می‌یابد؛ به طوری که با دو واحد افزایش طبقه شدت گردشگری، شاهد افزایش۳۰ درصدی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی هستیم. لذا با افزایش شدت گردشگری، درصد پوشش تاجی گیاهی به شدت کاهش می‌یابد. روند تغییرات میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی بر حسب



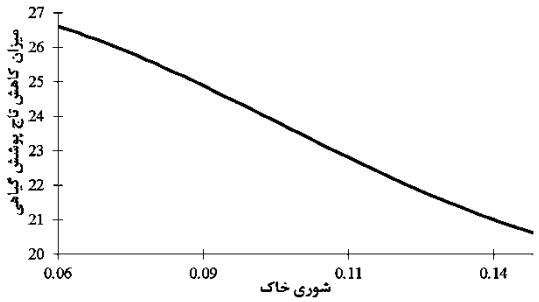
شکل۴- نمودار روند تغییرات میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی بر حسب تغییرات طبقه شدت گردشگری

تغییرات شیب منطقه در شکل۵ نشان می‌دهد که با افزایش شیب در منطقه، میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی کاهش می‌یابد؛ به طوری که با ۱۳ درصد افزایش شیب شاهد کاهش ۷ درصدی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی هستیم. لذا با افزایش شیب منطقه، درصد پوشش تاجی گیاهی افزایش می‌یابد.



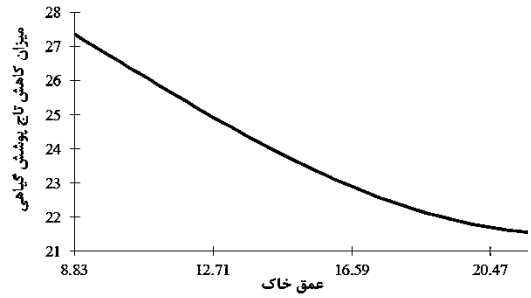
شکل۵- نمودار روند تغییرات میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی بر حسب تغییرات شیب منطقه

روند تغییرات میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی بر حسب تغییرات شوری خاک منطقه در شکل۶ نشان می‌دهد که با افزایش شوری خاک در منطقه، میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی کاهش می‌یابد؛ به طوری که با ۰/۰۸ واحد افزایش شوری خاک، شاهد کاهش ۶ درصدی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی هستیم. لذا با افزایش شوری خاک منطقه، درصد پوشش تاجی گیاهی افزایش می‌یابد. روند تغییرات میزان کاهش درصد



شکل۶- نمودار روند تغییرات میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی بر حسب تغییرات شوری خاک

پوشش تاجی گیاهی بر حسب تغییرات عمق خاک منطقه در شکل۷ نشان می‌دهد که با افزایش عمق خاک در منطقه، میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی کاهش می‌یابد؛ به طوری که با ۱۲ سانتی‌متر افزایش عمق خاک، شاهد کاهش ۵ درصدی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی هستیم. لذا با افزایش عمق خاک منطقه، درصد پوشش تاجی گیاهی افزایش می‌یابد.

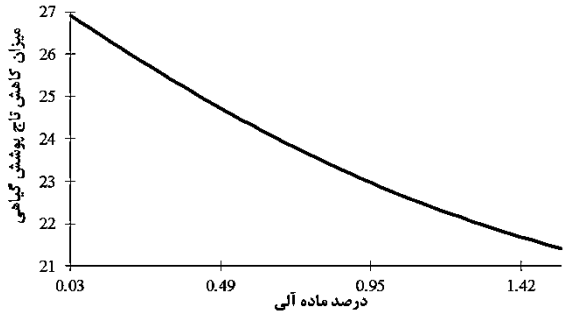


شکل۷- نمودار روند تغییرات میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی بر حسب تغییرات عمق خاک

www.SID.ir

Archive of SID

روند تغییرات میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی بر حسب تغییرات درصد ماده آلی خاک منطقه در شکل۸ نشان می‌دهد که با افزایش درصد ماده آلی خاک در منطقه، میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی کاهش می‌یابد؛ به طوری که با ۱/۴ درصد افزایش ماده آلی خاک، شاهد کاهش ۶ درصدی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی هستیم. لذا با افزایش درصد ماده آلی خاک منطقه، درصد پوشش تاجی گیاهی افزایش می‌یابد.



شکل۸- نمودار روند تغییرات میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی بر حسب تغییرات درصد ماده آلی خاک

۴.بحث و نتیجه‌گیری

مناطق تحت حفاظت به عنوان محیط‌های طبیعی حفاظت شده عمدتاً با دو هدف مدیریت می شوند؛ که عبارتند از: حفاظت از گونه‌ها و زیستگاه‌های در معرض خطر و توسعه گردشگری. در این تحقیق اثرات گردشگری بر پوشش گیاهی در مناطق تحت حفاظت مدل‌سازی ریاضی شده است؛ اما مطالعات بسیاری نیز در این زمینه از روش‌های دیگری غیر از مدل‌سازی در ارزیابی اثرات منفی گردشگری استفاده کرده‌اند (Kelly *et al.*, 2003). مجموعه اطلاعات استفاده شده دراین تحقیق جهت مدل‌سازی اثرات گردشگری کاملاً معتبر است چراکه هر دو نوع اطلاعات از شدت گردشگری و ویژگی‌های سرزمین بر اساس داده‌های بدست آمده از ۱۰۰ قطعه نمونه در آن دیده می‌شود (Jahani *et al.*, 2020)؛ و از مجموعه این اطلاعات جهت توسعه یک مدل کمی در پیش‌بینی میزان کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی استفاده شده است. در اکثر دیدگاه‌های کاربردی در زمینه مدل‌سازی، از فعالیت‌های انسانی در مدیریت محیط زیست به عنوان متغیرهایی جهت پیش‌بینی اثرات استفاده شده است (Jahani *et al.*, 2016). در تحقیقات اخیر Jahani و همکاران (۲۰۲۰) قابلیت و دقت مدل‌های هوش مصنوعی (شامل پرسپترون چندلایه، شبکه عصبی شعاع مبنا و ماشین بردار پشتیبان) در ارزیابی اثر فعالیت‌های گردشگری بر کاهش پوشش تاجی گیاهی در پارک‌های ملی را بررسی کردند و مشابه با نتایج این تحقیق، شبکه عصبی MLP را به عنوان دقیق‌ترین روش هوش مصنوعی معرفی نمودند. آنها مدل TIAM را با استفاده از مدل پرسپترون چندلایه تهیه کرده و جهت پیش‌بینی میزان کاهش پوشش تاجی گیاهی در پاسخ به فعالیت‌های گردشگری به کار بردند. بر اساس نتایج آنالیز حساسیت TIAM، ۱۲ متغیر اثر گذار بررسی شده و محققان دریافتند که طبقه شدت گردشگری بیشترین اثر را بر تخریب پوشش گیاهی دارد که با نتایج این تحقیق نیز هم‌راستاست. نتایج اصلی تحقیق حاضر ثابت می‌کند که مدل پرسپترون چندلایه می‌تواند اثر گردشگری بر پوشش گیاهی را با دقت مناسب (۰/۸۴ در داده‌های آزمون) پیش‌بینی کند که در تحقیقات Jahani و همکاران (۲۰۲۰) دقت

www.SID.ir

Archive of SID

به دست آمده برابر با ۰/۸۰۶ در داده‌های آزمون بود؛ که می‌توان نتیجه گرفت متغیرهای به کار رفته در تحقیق حاضر قابلیت بالاتری در پیش‌بینی کاهش پوشش تاجی گیاهی دارد. نتایج این تحقیق مدل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه را بعنوان مدل ارزیابی اثرات گردشگری در مناطق تحت حفاظت معرفی می‌نماید. همچنین Jahani (۲۰۱۹) اثبات کرد که شبکه عصبی با مدل پرسپترون چندلایه با دقت بالا می‌تواند کیفیت زیباشناختی سیمای سرزمین و مناظر را پیش‌بینی کند؛ تا امکان پیش‌بینی مقاصد گردشگری در اکوسیستم‌های طبیعی فراهم گردد. ما معتقدیم که توسعه مدل‌های ریاضیاتی برای پیش‌بینی اثرات گردشگری بر پوشش گیاهی اراضی همچون سیستم-های هشدار اولیه (Bahraminejad *et al.*, 2018) ضروری است؛ که از طریق کشف پاسخ پوشش گیاهی به فعالیت‌های گردشگری در مناطق تحت حفاظت میسر می‌شود.

Growcock (۲۰۰۵) اثبات کرد که تعداد زیاد عبور و مرور در مناطق طبیعی اثرات معناداری در درصد پوشش تاجی گیاهی دارد و احیای آن را به تاخیر می‌اندازد؛ که با نتایج آنالیز حساسیت این تحقیق نیز هم‌خوانی دارد به طوری که طبقه شدت گردشگری بیشترین اثر را در کاهش درصد پوشش تاجی گیاهی دارد. درواقع گیاهان بوته‌ای حساسیت بیشتری به فعالیت‌های گردشگری نسبت به گیاهان علفی دارند (Whinam & Chilcott, 2003). ویژگی‌های غیرزیستی رویشگاه همچون هیدرولوژی خاک و مواد غذایی آن نیز بر میزان آسیب وارده بر پوشش گیاهی و پتانسیل اکوسیستم برای بازسازی خود اثر می‌گذارد (Shirani Sarmazeh *et al.*, 2018a). درخاک‌هایی که مواد غذایی، مواد آلی و رطوبت بالایی دارند مقاومت بیشتری در برابر تخریب پوشش گیاهی دیده می‌شود و پتانسیل بالاتری نیز برای احیای پوشش گیاهی از دست رفته دارند (Jahani *et al.*, 2020; Saffariha *et al.*, 2014) که این نیز با نتایج آنالیز حساسیت تحقیق حاضر هم راستا است. نتیجه‌گیری کلی از این تحقیق بر قابلیت مدل پرسپترون چندلایه برای پیش-بینی اثر فشار گردشگری بر درصد پوشش تاجی گیاهی رویشگاه‌ها تاکید دارد؛ به طوریکه این مدل به مدیران مناطق کمک می‌کند تا میزان فشار گردشگری قابل قبول در شرایط اکولوژیکی مختلف مناطق تحت حفاظت را تعیین کنند. مناطق تحت حفاظت با رطوبت و مواد آلی بیشتر در خاک پتانسیل بالاتری در تحمل فشار گردشگری دارند و احتمال احیای پوشش گیاهی در آنها بیشتر و سریع‌تر است؛ که درعمل این نتایج قابلیت استفاده و کاربرد در سایر مناطق تحت حفاظت با برنامه‌های گردشگری را دارد.

References

Aghajani, H., Marvi Mohadjer, M.R., Jahani, A., Asef, M.R., Shirvany, A., & Azaryan, M. 2014. Investigation of affective habitat factors affecting on abundance of wood macro fungi and sensitivity analysis using the artificial neural network (case study: Kheyrud forest, Noshahr). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(4), 617-628.(in Persian)

Bahraminejad, M., Rayegani, B., Jahani, A., & Nezami, B. 2018. Proposing an early-warning system for optimal management of protected areas (Case study: Darmiyan protected area, Eastern Iran), Journal for Nature Conservation, 46, 79-88.

www.SID.ir

Archive of SID

Canteiro, M., Córdova-Tapiab, F., & Brazeiro, A. 2018. Tourism impact assessment: A tool to evaluate the environmental impacts of touristic activities in Natural Protected Areas. Tourism Management Perspectives, 28, 220–227.

Growcock, A., 2005. Impacts of camping and trampling on Australian alpine and subalpine vegetation and soils. PhD Thesis, School of Environmental and Applied Sciences, Griffith University, Gold Coast.

Jahani, A. 2016. Modeling of forest canopy density confusion in environmental assessment using artificial neural network. Journal of Forest and Poplar Research, 24(2), 310-322.(in Persian)

Jahani, A. 2017. Sycamore failure hazard risk modeling in urban green space. Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards, 3(4), 35-48.(in Persian)

Jahani, A. 2019. Forest landscape aesthetic quality model (FLAQM): A comparative study on landscape modelling using regression analysis and artificial neural networks. Journal of Forest Science, 65(2), 61-69.

Jahani, A., & Mohammadi Fazel, A. 2017. Aesthetic quality modeling of landscape in urban green space using artificial neural network, Journal of Natural Environment, 69(4), 951-963.

Jahani, A., Goshtasb, H., Saffariha, M. 2020. Tourism impact assessment modeling in vegetation density of protected areas using data mining techniques. Land Degradation & Development, in press: DOI:10.1002/ldr.3549

Jahani, A., Makhdoum, M.F., Feghhi, J., & Etemad, V. 2011. Landscape quality appraisal from look outs for ecotourism land use (Case Study: Patom District of Kheyrud Forest). Journal of Environmental researches, 2(3), 13-20.(in Persian)

Jahani, A., Makhdoum, F.M., Feghhi, J., & Omid, M. 2016. Environmental decision support systems (EDSSs): the study of concepts, developments and challenges from past to present. Journal of Environmental researches, 7(13), 175-188.(in Persian)

Kalantary, S., Jahani, A., Pourbabaki, R., & Beigzadeh, Z. 2019. Application of ANN modeling techniques in the prediction of the diameter of PCL/gelatin nanofibers in environmental and medical studies. RSC Advances, 9 (43), 24858-24874.

Kelly, C., Pickering, C.M., & Buckley, R.C., 2003. Impacts of tourism on threatened plants taxa and communities in Australia. Ecological Restoration and Management, 4, 37–44.

Khaleghpanah R., Jahani, A., Khorasani, N., & Goshtasb, H. 2019. Prediction model of citizens' satisfaction in urban parks using artificial neural network. Natural Environment Journal. 72(2), 239-250.(in Persian)

Marion, L., Leung, J.Y.F., Eagleston, H., & Burroughs, K. 2016. A Review and Synthesis of Recreation Ecology Research Findings on Visitor Impacts to Wilderness and Protected Natural Areas, J. Forestry, 114(3), 352–362.

Moghaddam, M. R. 1998. Rangeland and range management in Iran. 6th edition. University of Tehran press, Tehran.

Mosaffaei, Z., Jahani, A., Zare Chahouki, M.A., Goshtasb, H., Etemad, V., & Saffariha, M. 2020. Soil texture and plant degradation predictive model (STPDPM) in national parks using artificial neural network (ANN). Modeling Earth Systems and Environment 6:715–729.

Pongpattananurak, N. 2018. Impacts from tourism development and agriculture on forest degradation in Thap Lan National Park and adjacent areas. Agriculture and Natural Resources, 52, 290-297.

Rezazadeh, S., Jahani, A., Makhdoum, M., & Goshtasb Meigooni, H. 2017. Evaluation of the Strategic Factors of the Management of Protected Areas Using SWOT Analysis—Case Study: Bashgol Protected Area-Qazvin Province. Open Journal of Ecology, 7, 55-68.

Saffariha, M., Azarnivand, H., & Tavili, A. 2014. Effects of grazed exclosure on some of nutrient elements of aerial and underground organs of Artemisia sieberi, Stipa hohenacheriana and Salsola

www.SID.ir

Archive of SID

rigida. International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAR), 4(2): 62-70.

Shirani Sarmazeh, N., Jahani, A., Goshtasb, H., & Etemad, V. 2018a. Ecological Impacts Assessment of Recreation on Quality of Soil and Vegetation in Protected Areas (Case Study: Qhamishloo National park and Wildlife Refuge), Journal of Natural Environment, 70(4), 881-891.(in Persian)

Shirani Sarmazeh, N., Jahani, A., Goshtasb, H., & Etemad, V. 2018b. Environmental Impact Assessment of Ecotourism in Protected Areas, Journal of Environment and Development, 9(17), 25-36.(in Persian)

Silva, E.S., Hassani, H., Heravi, S., & Huang, X. 2019. Forecasting tourism demand with denoised neural networks. Annals of Tourism Research, 74: 134–154.

Whinam, J., Chilcott, & N.M., 2003. Impacts after four years of experimental trampling on alpine/sub-alpine environments in western Tasmania. Journal of Environmental Management, 67, 339–351.

Zhang, C., Fyall, A. & Zheng, Y. 2014. Heritage and Tourism Conflict within World Heritage Sites in China: A Longitudinal Study. Current Issues in Tourism, 18 (2), 110-136.

www.SID.ir