نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۰، ص. ۴۱۰-۳۹۸

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.2, May-Jun 2011, p. 398-410

# ارزیابی حساسیت پارامترهای ورودی در وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی

## (مطالعه موردی: جنوب شهرستان نیشابور)

مرتضی اکبری[1*]- احسان رعنایی[2]- سید حمزه بدیعی نامقی[3]

تاریخ دریافت:۸۹/۶/۱۷
تاریخ پذیرش:۸۹/۱۲/۱

## چکیده

بیابان‌زایی کاهش توان اکولوژیکی و بیولوژیکی زمین بوده که به صورت طبیعی و مصنوعی رخ می دهد. شناخت و ارزیابی عوامل موثر در توسعه روند بیابان‌زایی، می‌تواند در مدیریت بهتر سرزمین مفید واقع گردد. هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی حساسیت پارامترهای ورودی در وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از مدل مفهومی شبکه عصبی مصنوعی است. منطقه مورد مطالعه با مساحتی معادل ۱۱۸۶۵۸ هکتار در جنوب شهرستان نیشابور واقع شده است. این منطقه در طی سال‌های گذشته به دلیل خشک‌سالی متوالی، تخریب پوشش گیاهی، تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی دیم، فرسایش آبی و بادی و همچنین مدیریت نامناسب زمین با مشکل بیابان‌زایی روبه‌رو بوده است. پس از بررسی‌های میدانی، تهیه عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، اقدام به جمع‌آوری لایه‌های مورد نیاز و تجزیه و تحلیل آنها در سیستم اطلاعات جغرافیایی گردید. جهت ارزیابی روند بیابان‌زایی، از روش فائو- یونپ (۱۹۸۴ میلادی) استفاده شد. در این روش وضعیت پوشش گیاهی، وضعیت مراتع، فرسایش بادی و آبی و شوری به عنوان عوامل موثر در وضعیت بیابان‌زایی، تعریف و امتیازبندی شدند. پس از ورود اطلاعات به محیط GIS[4] بر اساس روش فائو- یونپ معیارهای تاثیرگذار بررسی و نقشه وضعیت بیابان‌زایی به دست آمد. نتایج نشان داد که وضعیت بیابان‌زایی در شمال منطقه مطالعاتی شدید بوده که مهمترین دلایل آن، کاهش درصد تاج پوشش، زوال پوشش گیاهی و فرسایش آبی شدید می‌باشد. این در حالی است که ۶۲ درصد منطقه دارای وضعیت بیابان‌زایی متوسط و ۳۰ درصد دارای وضعیت ناچیز است. جهت مقایسه نتایج حاصل از ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی و همین‌طور وزن‌دهی اثر پارامترهای ورودی، از مدل ریاضی شبکه‌های عصبی مصنوعی[5] استفاده شد. نتایج نشان داد که اثر وضعیت پوشش گیاهی، فرسایش بادی و فرسایش آبی در روند بیابان‌زایی، غیر قابل اغماض بوده که باید مورد توجه جدی قرار گیرد. اما درمورد اثر شوری، این عامل از تاثیرگذاری کمتری نسبت به عوامل دیگر برخوردار می‌باشد که با روش فائو- یونپ تطابق دارد. نتایج بررسی معیارهای خطا، خصوصاً میانگین مربعات خطا با مقدار ۰/۲۵ این عملکرد را به خوبی تایید می‌کند.

**واژه های کلیدی:** بیابان‌زایی، روش فائو- یونپ، GIS، شبکه‌های عصبی مصنوعی، شهرستان نیشابور

## مقدمه

طبق تعاریف عمومی، بیابان منطقه‌ای است که از نظر زمین شناسی و اقلیمی، شرایطی نامناسب برای زندگی جانوران و گیاهان را داراست. ناطقی (۱۰) معیارهای تشکیل دهنده بیابان را اقلیم، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی، خاکشناسی، اکولوژی و پوشش گیاهی می‌داند. بیابان‌زایی کاهش توان اکولوژیکی و بیولوژیکی زمین بوده که به صورت طبیعی و مصنوعی رخ می‌دهد. این پدیده، بعد از دو چالش تغییر اقلیم و کمبود آب شیرین به عنوان سومین چالش مهم جهانی در قرن ۲۱ محسوب می‌شود (۲).

جهت مبارزه با پدیده بیابان‌زایی، مطالعات پژوهشی و اجرایی مهمی در ایران صورت گرفته است. اختصاصی و مهاجر (۲) در بخش ایران مرکزی در سطحی بالغ بر ۱۰ میلیون هکتار اقدام به مطالعه و طبقه‌بندی شدت بیابان‌زایی نمودند. روش مورد استفاده توسط

۱- مربی، گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: M_Akbari@um.ac.ir
۲- کارشناس ارشد عمران آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد شوشتر
۳- کارشناس ارشد مهندسی منابع طبیعی- مدیریت مناطق بیابانی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی

4- Geographic Information System
5- Artificial Neural Network

اختصاصی و مهاجر (۲)، به دلیل استفاده از عوامل طبیعی و اقلیمی، به نام روش ICD[1] (روش ایرانی مبارزه با بیابان‌زایی) نیز جایگاه ویژه‌ای پیدا نموده است. شهیدی همدانی (۶) در بررسی عوامل موثردر بیابانی‌شدن دشت قهاوند همدان، بیابان‌زایی منطقه را ناشی از عواملی مانند چرای مفرط دام، تبدیل مراتع به دیمزارها، مدیریت نامناسب آب، بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیر زمینی، استفاده گسترده از فن‌آوری‌های جدید به منظور بهره‌برداری بیشتر از زمین، جنگل‌زدایی و بوته‌کنی و رشد بی‌رویه جمعیت می‌داند. جوادی (۴) در ماهان کرمان در منطقه‌ای با وسعت ۹۰۰۰۰ هکتار، مهمترین عوامل تخریب زمین را فرسایش آبی، بادی و منابع آبی معرفی نمود. بدیعی نامقی (۳) در ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی با دو مدل فائو- یونپ و مدالوس در شهرستان نیشابور نتیجه گرفت مدل فائو- یونپ به‌دلیل گستردگی استفاده از شاخص‌های متعدد از جمله میزان تولید بالقوه و همچنین شاخص‌های فرسایش آبی و بادی نتایج بهتری را ارائه می‌کند.

اکبری (۱) در شمال شهر اصفهان در منطقه‌ای به مساحت ۸۴۰۰۰ هکتار، به کمک تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی و با استفاده از روش ICD و فائو- یونپ (۱۹۸۴) منطقه مورد نظر را از نظر شدت و خطر بیابان‌زایی به پنج کلاس تقسیم بندی نمود. دراهمیت بیابان‌زایی طبق تعریف یونپ (۱۲) آمده است: که کمتر از ۳۵ درصد سطح کره زمین توسط بیابان‌زایی تهدید می‌شود. این در حالیست که ۲۰ درصد جمعیت کل دنیا در این مناطق زندگی می‌کنند و هر ساله ۲۱ میلیون هکتار از اراضی حاصلخیز به اراضی غیرحاصلخیز تبدیل می‌شود. سن و شارما (۱۳) بیابان‌زایی را حاصل اثر افزایشی فشار انسان بر طبیعت و کاهش بازدهی تولید می‌دانند. هاراشه و تاتاشی (۱۲) در مطالعه‌ای در غرب آسیا با در نظر گرفتن عوامل تخریب پوشش گیاهی، فرسایش آبی، بادی و شوری خاک به عنوان مهمترین عوامل بیابان‌زایی، اقدام به تهیه نقشه شدت بیابان‌زایی نمودند. کارشناسان فائو- یونپ (۱۱) در چند کشور آسیایی در مناطق خشک و مرطوب، با بررسی فرآیندهای فرسایش آبی، بادی، ماندابی‌شدن اراضی، حاصلخیزی خاک، شور شدن و افت سطح آب‌های زیر زمینی، شدت بیابان‌زایی را در این مناطق به چهار طبقه تقسیم‌بندی کردند.

روش شبکه عصبی مصنوعی، یک روش نوین در حل مسائل پیچیده‌ای است که یا الگوریتم مشخصی برای حل آنها وجود ندارد و یا با روش‌های متعارف، دارای راه حلی طولانی هستند. بیشترین کاربرد آن در مورد مسائلی است که ارتباط غیرخطی میان پارامترهای معلوم و مجهول مسئله وجود دارد. شبکه عصبی مصنوعی، توانایی تشخیص روابط غیرخطی پیچیده بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را برای فهم طبیعت پدیده دارا می‌باشد.

علیجانی و همکاران (۷) در مطالعه‌ای مربوط به داده‌های دمای متوسط سالانه ایستگاه تبریز در طی دوره آماری ۵۰ ساله، با روش‌های تعیین ضریب همبستگی پیرسون، تحلیل مولفه روند سری‌های زمانی، رگرسیون خطی ساده، چند جمله‌ای و همچنین شبکه‌های عصبی مصنوعی به این نتیجه رسیدند که شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با سایر روش‌ها عملکرد بهتری در پیش‌بینی تغییرات دمای سالانه داشته است. رعنایی و همکاران (۵) در مطالعه‌ای جهت بررسی روندیابی سیل رودخانه با شرایط مرزی ناقص از نمایه کالیبراسیون مدل‌های ریاضی و شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده و این روش را مناسب ارزیابی نمودند. فردی و همکاران (۸) با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی به منظور پیش‌بینی شوری یکی از ایستگاه‌های رودخانه آجی چای نشان داد این روش ازکارایی مناسب و دقت قابل قبول در پیش‌بینی شوری برخوردار است.

روش‌های متعدد دیگری نیز برای ارزیابی روند بیابان‌زایی وجود دارد که متناسب با ویژگی‌های منطقه و این‌که نتایج به‌دست آمده صحت و دقت بیشتری داشته باشد، انتخاب می‌گردد. با توجه به اهمیت شناخت این معضل (پدیده بیابان‌زایی) در این تحقیق از روش فائو- یونپ (۹) به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل ریاضی شبکه عصبی مصنوعی جهت مقایسه اثر پارامترهای ورودی در مدل، استفاده گردید.

## مواد و روش‌ها

### مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با مساحتی در حدود ۱۱۸۶۵۸ هکتار درجنوب شهرستان نیشابور با موقعیت جغرافیایی ۵۸ درجه و ۱۲ دقیقه و ۴۱ ثانیه الی ۵۸ درجه و ۴۲ دقیقه و ۳۱ ثانیه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۱ دقیقه و ۴۷ ثانیه الی ۳۶ درجه و ۷ دقیقه و ۳۴ ثانیه عرض شمالی واقع شده است. حداقل ارتفاع منطقه از سطح آب‌های آزاد ۱۰۴۰ متر، حداکثر ۱۶۲۵ متر و ارتفاع متوسط وزنی منطقه ۱۲۰۹ متر می‌باشد. شیب متوسط وزنی منطقه ۳/۲ درصد است و مقدار بارندگی سالیانه برابر با ۲۴۲/۴ میلی‌متر می‌باشد. متوسط درجه حرارت سالیانه معادل ۱۴/۹۶ درجه سانتی‌گراد و جهت باد غالب شرقی- غربی است. اقلیم منطقه با استفاده از روش دومارتن خشک و با روش آمبرژه، خشک سرد می‌باشد (۳). کاربری‌های اصلی منطقه زراعت آبی، دیم و مرتعداری است. این منطقه که از شمال به رودخانه کالشور و از جنوب به دامنه‌های شمالی کوه‌های چشمه شیرین منتهی می‌گردد، نسبتاً هموار بوده و در طی چند دهه گذشته به دلیل توسعه فعالیت‌های انسانی از قبیل بهره برداری غیر مدبرانه مانند بوته‌کنی، قطع درختان، چرای بیش از حد، تبدیل اراضی مرتعی به سایر کاربری‌ها، افت سطح

1 -Iranian Combat Desertification

آب‌های زیر زمینی و دیم‌کاری باعث توسعه روند بیابان‌زایی شده است (۳). شکل شماره ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را در ایران و استان خراسان رضوی به ترتیب از الف تا ج نشان می‌دهد.

## جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات زمین آماری

لایه‌های اطلاعاتی دقیق و مطمئن را می‌توان به‌وسیله فن‌آوری سنجش از دور، عملیات صحرایی و عکس‌های هوایی، تهیه نمود و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدیریت و تلفیق آنها با یکدیگر را برای نیل به اهداف مذکور به عهده دارد. در این تحقیق، با استفاده از فن‌آوری های فوق الذکر و محیط GIS جهت ارزیابی روند بیابان‌زایی، از روش فائو- یونپ (۱۹۸۴ میلادی) استفاده شد. در این روش وضعیت پوشش گیاهی، وضعیت مراتع، فرسایش بادی و آبی و شوری به عنوان عوامل موثر در وضعیت بیابان‌زایی، در سامان‌های عرفی[۱] تعریف و امتیازبندی شدند (۹). در این راستا از داده‌های ماهواره‌ای لندست $ETM^{+}$[۲] ۲۰۰۲ میلادی، عکس‌های هوایی ۱:۵۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰، نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰، گزارشات و اطلاعات موجود (قدیم و جدید)، عملیات میدانی و برداشت‌های صحرایی استفاده شد. به منظور ارزیابی و تهیه نقشه وضعیت بیابان‌زایی، تشریح کمی و کد دار نمودن جنبه‌های مختلف هر یک از فرآیندهای وضعیت بیابان‌زایی (موقعیت فعلی در مقایسه با وضعیت قبلی) ضروری است. منظور از وضعیت بیابان‌زایی، مقایسه حالت موجود، با شرایط گذشته همان محل می‌باشد. تعیین طول زمانی که بتوان این دو وضعیت را با هم مقایسه کرد عملاً کاری بسیار دشواری است. لذا به ناچار باید وضعیت موجود را با تخمینی از شرایط اولیه مقایسه نمود. در این تحقیق، شرایط وضعیت قبلی مربوط به سال ۲۰۰۲ میلادی (۱۳۸۱ شمسی) و وضعیت موجود مربوط به سال ۲۰۱۰ میلادی (۱۳۸۹ شمسی) می‌باشد. معیارها و عوامل موثر بر شدت و یا ناچیز بودن وضعیت بیابان‌زایی در روش فائو- یونپ شامل بررسی وضعیت پوشش گیاهی، فرسایش آبی، فرسایش بادی وگسترش شوری می‌باشد (۹).

برای ارزیابی وضعیت پوشش گیاهی، سه عامل درصد تاج پوشش گیاهی، وضعیت مرتع و درصد تولید پتانسیل مورد بررسی قرار گرفت. برای محاسبه حدود کلاس‌های وضعیت و بر اساس سه نقشه فوق و روی هم اندازی لایه‌های اطلاعاتی، وضعیت پوشش گیاهی به‌دست آمد. برای نمونه برای تعیین وضعیت مراتع به طریق زیر عمل شد:

پوشش گیاهی ۶۰ امتیاز، تولید گیاهی ۴۰ امتیاز (جمعاً ۱۰۰ امتیاز) و دو عامل مربوط به خاک از جمله پوشش سطح خاک ۵۰ امتیاز و فرسایش خاک ۵۰ امتیاز (جمعاً ۱۰۰ امتیاز) استفاده می‌شود. در این روش امتیازات مربوط به پوشش گیاهی و امتیازات مربوط به خاک به طور جداگانه محاسبه می‌شود.

جهت ارزیابی وضعیت فرسایش آبی، چهار عامل وضعیت فرسایش سطحی، نوع فرسایش، ضخامت خاک و درصد تولید بالقوه مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس میانگین حسابی شاخص‌های مربوطه و امتیاز دهی به روش فائو-یونپ، نقشه فرسایش آبی تهیه شد. برای ارزیابی وضعیت فرسایش بادی چهار عامل وسعت پشته‌ها، پهنه‌های ماسه‌ای، سنگریزه‌های سطحی و عمق خاک مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت با روی هم اندازی و میانگین‌گیری طبقات آنها، نقشه فرسایش بادی تهیه گردید. جهت ارزیابی وضعیت شوری نیز سه عامل حداکثر درصد سدیم قابل تبادل، هدایت الکتریکی و درصد تولید پتانسیل مورد بررسی قرار گرفت و با روی هم اندازی و میانگین‌گیری طبقات آنها نقشه گسترش شوری تهیه گردید. جدول ۱ محدوده هر یک از طبقات مربوط به عوامل موثر بر وضعیت بیابان‌زایی را به روش فائو- یونپ (۱۹۸۴) در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

جدول ۲ دامنه مقادیر کمی برای جنبه وضعیت بیابان‌زایی را نشان می دهد.

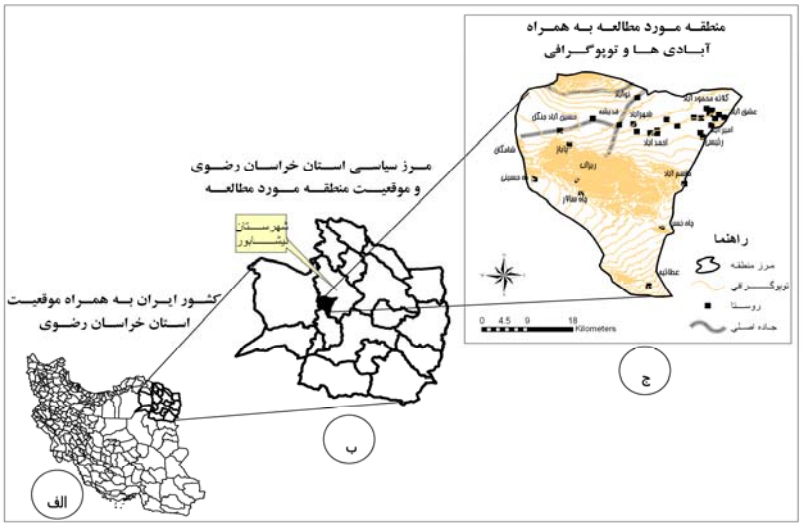
جهت بررسی میزان اثر پذیری پدیده بیابان‌زایی نسبت به هر یک از پارامترهای ورودی موثر، از مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شد. این مدل، با توجه به وزن دهی هر یک از داده‌های ورودی، قابلیت ارائه میزان اثرات هر پارامتر ورودی را در انتخاب خروجی مدل نهایی و مقایسه با داده‌های شاهد دارا می باشند (۵). در این تحقیق، چندین ساختار از شبکه‌های عصبی مصنوعی MLP[۳]، GFF[۴] و RBF[۵] را به وسیله الگوریتم‌های آموزش، الگوریتم گرادیان نزولی[۶] و الگوریتم مومنتوم[۷] و با توجه به توابع فعالیت مختلف، مورد بررسی قرار داده و آنالیز حساسیت مدل نسبت به پارامترهای ورودی در پنج مرحله صورت پذیرفت. علاوه بر آن جهت تعیین میزان تاثیر پذیری نتایج، مدل آنالیز حساسیت، نسبت به داده‌های ورودی نیز در محیط نرم افزار Neurosolution ارائه گردید. در نهایت پس از آموزش و اعتبار سنجی چندین ساختار مختلف از شبکه‌های عصبی مصنوعی، بهترین عملکرد با توجه به معیارهای خطا ارائه گردید. شکل شماره ۲ روند اجرای مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی را از ابتدای تهیه نقشه در GIS تا ارزیابی مدل بیان می‌نماید.

---

۱- منظور از سامان عرفی، محدوده ای است که عرفاً مالکیت حق چرای دام، در اختیار یک دامداراست. بطوریکه در هنگام اعمال مدیریت‌های اصلاحی و احیایی در منطقه بخصوص درمناطق خشک و بیابانی، مشارکت آن می تواند موثر واقع شود. در اصطلاح به این منطقه Grazing Unit نیز می گویند.

2- Enhanced Thematic Mapper plus

3- Multilayer perceptions network
4- General feed forward network
5- Radial basis function network
6- Conjugate Gradient
7- Momentum




**شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان خراسان رضوی ( به ترتیب از الف تا ج)**

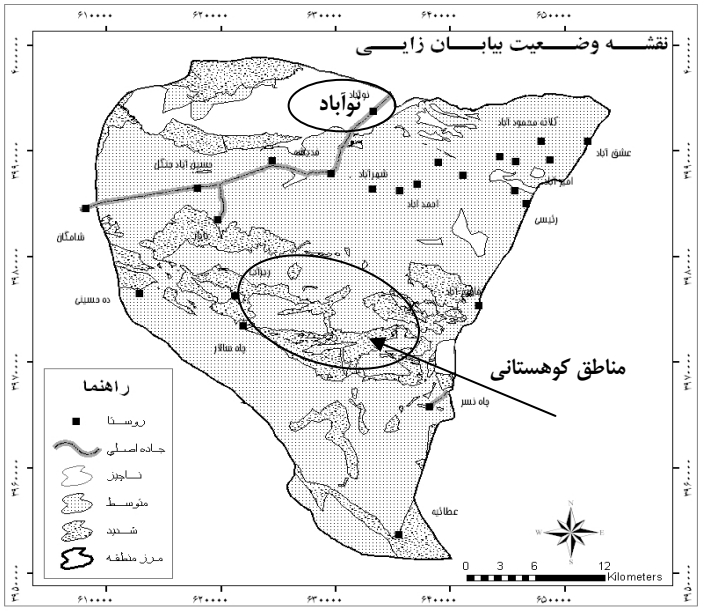
**جدول ۱- حدود تغییرات طبقات هر یک از عوامل مورد مطالعهٔ موثر بر وضعیت بیابان بر اساس روش فائو- یونپ، ۱۹۸٤ (۹)**

| عامل ارزیابی | حدود کلاس | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ناچیز | متوسط | شدید | خیلی شدید |
| درصد تاج پوشش گیاهان دائمی | >۵۰ | ۵۰-۲۰ | ۲۰-۵ | <۵ |
| وضعیت مرتع | خوب | متوسط | فقیر | خیلی فقیر |
| تولید فعلی (درصد تولید بالقوه) | ۱۰۰-۸۵ | ۸۵-۶۵ | ۶۵-۲۵ | <۲۵ |
| وضعیت سطح (درصد) | سنگریزه و خرده سنگ | خرده سنگ و قلوه سنگ | قلوه سنگ و تخته سنگ | قلوه سنگ و تخته سنگهای نمایان درسطح |
| نوع فرسایش آبی | ورقه‌ای و شیاری (کم تا متوسط) | ورقه‌ای و شیاری (متوسط تا شدید) | ورقه‌ای، شیاری و خندقی (شدید) | ورقه‌ای و شیاری و خندق‌های عمیق (خیلی شدید) |
| ضخامت خاک (cm) | >۹۰ | ۹۰-۵۰ | ۵۰-۱۰ | <۱۰ |
| وسعت پشته ها (درصد سطح) | <۵ | ۵-۱۵ | ۱۵-۳۰ | >۳۰ |
| سنگریزه‌های سطحی | <۱۵ | ۱۵-۳۰ | ۳۰-۵۰ | >۵۰ |
| حداکثر مقدار سدیم قابل تبادل (ESP) | <۵ | ۵-۲۰ | ۲۰-۴۵ | >۴۵ |
| هدایت الکتریکی (EC) | <۴ | ۴-۸ | ۸-۱۶ | >۱۶ |

**جدول ۲- دامنه مقادیر کمی برای جنبه‌های وضعیت بیابان‌زایی بر اساس روش فائو- یونپ، ۱۹۸٤ (۹)**

| طبقه | وضعیت بیابان‌زایی |
|---|---|
| ناچیز | <۲۰ |
| متوسط | ۲۰-۴۰ |
| شدید | ۴۰-۶۵ |
| خیلی شدید | >۶۵ |

**شکل ۲- روند اجرای مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی**




**شکل ۳- نقشه وضعیت بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه**

## نتایج و بحث

نقشه وضعیت بیابان‌زایی براساس چهار عامل اصلی تاثیر گذار در منطقه مانند وضعیت پوشش گیاهی، فرسایش آبی، فرسایش بادی، گسترش شوری و براساس طبقات ارائه شده در روش فائو- یونپ به‌دست آمد. با روی هم اندازی نقشه وضعیت بیابان‌زایی با نقشه سامان‌های عرفی و میانگین‌گیری وزنی طبقات در هریک از سامان‌ها، وضعیت بیابان‌زایی فقط در سامان عرفی نوآباد (در بخش شمالی منطقه) ناچیز و در سایر سامان‌ها متوسط به‌دست آمد. شکل شماره ۳ نقشه نهایی بیابان‌زایی منطقه را در سامان‌های عرفی نشان می‌دهد.

شکل شماره ۳ نشان می دهد، وضعیت بیابان‌زایی در ارتفاعات منطقه شدید (۱۳ درصد منطقه) می‌باشد. مهمترین دلیل آن کاهش درصد تاج پوشش و درنتیجه کاهش تولید و زوال پوشش گیاهی، نزدیکی و مجاورت با رودخانه کالشور و همچنین فرسایش آبی شدید در این مناطق می‌باشد. این در حالی است که ۵۷ درصد منطقه دارای وضعیت بیابان‌زایی متوسط و ۳۰ درصد وضعیت ناچیز در مدت ۹ سال مورد مطالعه بوده است. جدول ۳ درصد گسترش هر یک از عوامل موثر در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۳- درصد گسترش عوامل مهم وضعیت بیابان‌زایی منطقه (۲۰۰۲ تا ۲۰۱۰ میلادی)

| عامل ارزیابی | طبقات وضعیت بیابان‌زایی (مساحت به درصد) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ناچیز | متوسط | شدید | خیلی شدید |
| درصد تاج پوشش | ۵۰ | ۴۷ | ۳ | ۰ |
| وضعیت پوشش گیاهی مراتع | ۱۳ | ۱۲ | ۳۹ | ۳۶ |
| درصد تولید پتانسیل | ۴ | ۴۰ | ۲۷ | ۲۹ |
| وضعیت زوال پوشش گیاهی | ۴۱ | ۱۹ | ۴۰ | ۰ |
| وضعیت سطح | ۵۴ | ۲۰ | ۲۶ | ۰ |
| نوع فرسایش آبی | ۷۱ | ۱۹ | ۹ | ۱ |
| ضخامت خاک | ۴۵ | ۳۵ | ۶ | ۱۴ |
| درصد تولید پتانسیل | ۴ | ۴۱ | ۲۷ | ۲۹ |
| وضعیت فرسایش آبی | ۱۲ | ۶۱ | ۲۷ | ۰ |
| درصد گسترش پشته‌ها | ۸۷ | ۱ | ۶ | ۳ |
| وضعیت سطح | ۵۴ | ۲۰ | ۲۶ | ۰ |
| عمق خاک | ۴۵ | ۳۵ | ۶ | ۱۴ |
| وضعیت فرسایش بادی | ۲۴ | ۴۸ | ۲۳ | ۴ |
| ESP | ۹۹/۵ | ۰ | ۰ | ۰/۵ |
| EC | ۹۹/۵ | ۰ | ۰ | ۰/۵ |
| درصد تولید پتانسیل | ۴ | ۴۱ | ۲۷ | ۲۹ |
| وضعیت شوری | ۵۱ | ۴۸/۵ | ۰/۲ | ۰/۳ |
| وضعیت بیابان‌زایی به روش فائو- یونپ | ۳۰ | ۵۷ | ۱۳ | ۰ |

## آنالیز حساسیت مدل وضعیت بیابان‌زایی نسبت به پارامترهای ورودی

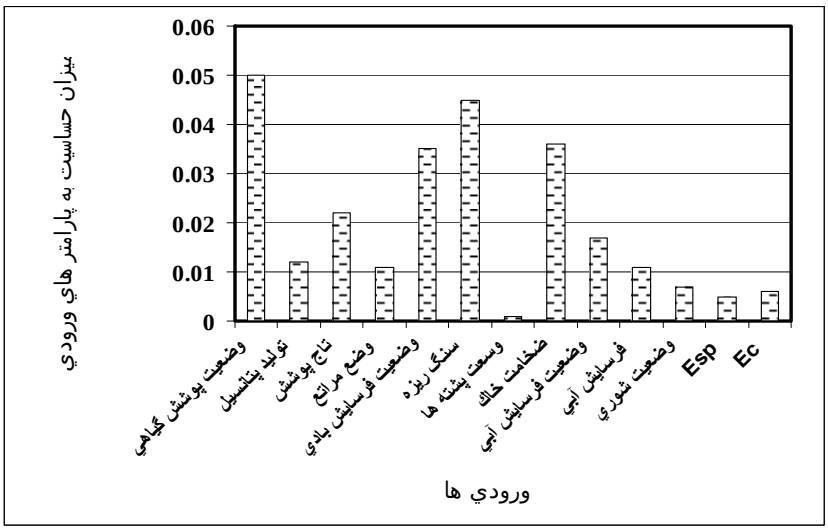
تمامی عوامل موثر بر پدیده بیابانزایی (بر اساس روش فائو) را در محیط GIS و با استفاده از دستور روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی، ترکیب و نهایتا خروجی این مدل را به صورت یک نقشه استخراج و به عنوان ورودی مورد نیاز به مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی معرفی گردید. آنالیز حساسیت مدل نسبت به پارامترهای ورودی با توجه به وزن‌دهی هریک از داده ها و قابلیت ارائه میزان اثر هر پارامتر ورودی در انتخاب خروجی مدل نهایی و مقایسه با داده‌های شاهد در پنج مرحله صورت پذیرفت.

### مرحله اول

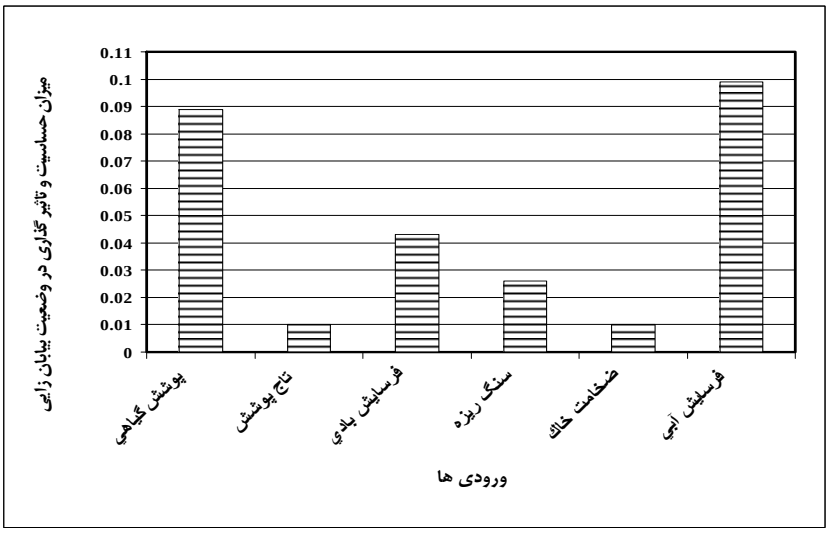
در مرحله اول جهت بررسی میزان تاثیرپذیری مدل شبکه عصبی مصنوعی، مدل آنالیز حساسیت نهایی نسبت به ورودی‌ها در محیط نرم افزاری اجرا گردید. در این مرحله، جهت مقایسه تاثیرپذیری مدل نسبت به مشاهدات وضعیت منطقه مورد مطالعه و همین‌طور نتایج طبقه بندی به روش فائو، وضعیت پوشش گیاهی، وضعیت فرسایش آبی، وضعیت فرسایش بادی و شوری به همراه شاخص های اندازه گیری آن‌ها به عنوان ورودی شبکه عصبی تعریف شدند. شکل شماره ۴ نتایج آنالیز حساسیت مدل نسبت به داده‌های ورودی تعریف شده را ارائه می‌نماید. با توجه به نتایج مشخص گردید که اگر چه نتایج شبکه تا حد بسیار خوبی به خروجی‌های مشاهداتی نزدیک شده و معیارهای سنجش خطا، قابل قبول بودن نتایج را تایید می‌کند، اما دو ایراد عمده در نتایج مشاهده می‌گردد: اول اینکه در خروجی‌ها گاهی اعداد منفی مشاهده می‌گردد که با توجه به ماهیت فیزیکی پدیده نشان دهنده آن است که اولاً حداکثر تعداد سیکل آموزش معرفی شده به شبکه کمتر از آن بوده که آموزش مدل تکمیل شود و همچنین تابع محرک استفاده شده در لایه خروجی برخی از مدل‌ها که امکان حصول خروجی‌های مثبت و منفی را برای مدل مهیا می‌کند برای این تحقیق مناسب نمی‌باشد و دیگر اینکه با توجه به نتایج آنالیز حساسیت تاثیر برخی پارامترهای ورودی بسیار ناچیز وکم بوده است.

### مرحله دوم

در این مرحله جهت حل مسائل فوق الذکر، ابتدا با توجه به نتایج آنالیز حساسیت مدل مرحله مقدماتی (شکل ۴)، داده‌های ورودی مدل را به پارامترهای وضعیت پوشش گیاهی، تاج پوشش گیاهی، وضعیت فرسایش بادی، سنگریزه، ضخامت خاک و وضعیت فرسایش آبی به عنوان عوامل با تاثیرگذاری بیشتر، تقلیل دادیم و پارامترهای ورودی مدل بر اساس نتایج مرحله مقدماتی بهینه گردید.




**شکل ٤- نتایج آنالیز حساسیت مدل نهایی شبکه‌های عصبی نسبت به تغییرات داده‌های ورودی، مرحله اول مدلسازی**




**شکل ۵- نتایج آنالیز حساسیت مدل نهایی شبکه‌های عصبی نسبت به تغییرات داده‌های ورودی (مرحله دوم مدل‌سازی)**

ضمناً مدل‌سازی با ساختارهای قبلی و این بار با تعریف حداکثر ۱۰۰ سیکل آموزش و توابع محرک مناسب، تکرار و مدل‌سازی مجددا تکرار شد. با توجه به نتایج این مرحله، نتایج زیر بدست آمد:

الف- روندکاهشی خطا طی مرحله آموزش مشاهده شد. ب- در هر دو مرحله آموزش و اعتبارسنجی، به وضوح تطابق مقدار نهایی و حداقلی خطا بر اساس معیار میانگین مربعات خطا[1] دیده شد که نشان از صحت آموزش مدل دارد. ج- مقدار نهایی انحراف معیار داده‌های محاسباتی نسبت به داده‌های شاهد تطابق آنها را در حد قابل پذیرش نشان می‌دهد. لذا با توجه به تایید عملکرد مدل، نهایتا مدل مذبور را برای داده‌های مجموعه تست، مورد آزمایش قرار دادیم. در پایان، حساسیت این مدل نیز نسبت به داده‌های ورودی استفاده شده، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنالیز حساسیت در شکل زیر ارائه گردیده است. با مقایسه نتایج شکل ۴ و ۵ به وضوح عملکرد بهینه داده‌های ورودی مورد استفاده در این مرحله نسبت به مرحله مقدماتی مدل‌سازی قابل تشخیص است.

## مرحله سوم

با کمی توجه در شکل ۴ و ۵ و همچنین نزدیکی تقریبی نتایج آنالیز حساسیت پارامترهای ورودی انتخاب شده در مرحله دوم مدل

1- Mean Square Error (MSE)

سازی، در مرحله سوم، داده‌های ورودی مدل را دقیقا بـه پارامترهـای مذکور (چهار عامل اصلی در روش فائو- یونپ) تعدیل نمودیم. ضـمنا مدلسازی با ساختارهای قبلی و با تعریف حداکثر ۱۰۰ سیکل آمـوزش تکرار گردید.

با توجه به تایید عملکرد مدل مذکور در مرحلـه آمـوزش، مـدل را برای به داده‌های تست مورد آزمایش قرار داده و در پایـان، حساسـیت این مدل نیز نسبت به داده‌های ورودی مورد بررسی قرار گرفت.

با توجه به خروجی‌های مدل، نتیجه زیر به دست آمد:

الف- با وجود کاهش تعـداد پارامترهـای ورودی مـدل در مرحلـه سوم؛ روند کاهشی خطا طی مرحلـه آمـوزش و اعتبارسـنجی و بهینـه سازی شبکه عصبی نهایی به‌دست آمد.

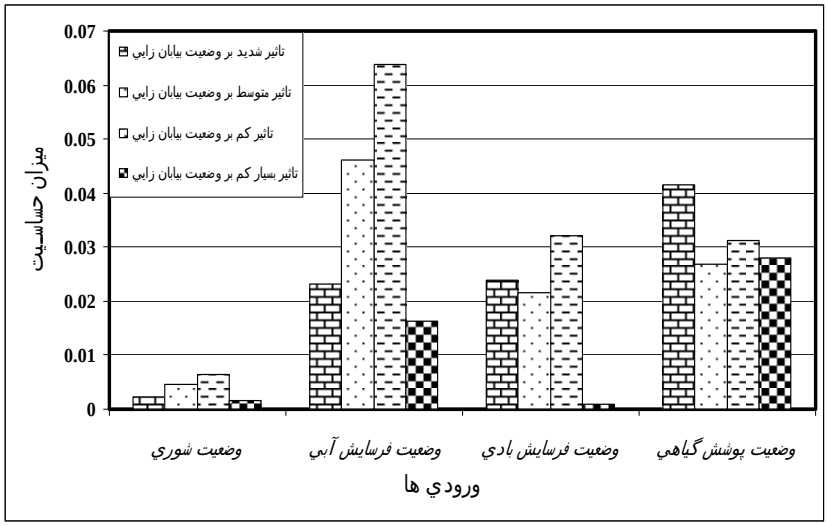
ب- به طوریکه در شکل ۶ مشاهده می‌شود، با وجـود حساسـیت مدل نسبت به پارامترهای وضعیت پوشش گیاهی، فرسـایش بـادی و فرسایش آبی، شبکه‌های عصبی حساسیت چنـدانی نسـبت بـه تغییـر پارامتر شوری نشان نمی‌دهند.

## مرحله چهارم

بـا توجـه بـه نتـایج ارائـه شـده در شـکل ۶، بـه خـوبی تفـاوت تاثیرپذیری مدل نهایی شبکه های عصبی مصنوعی از پـارامتر ورودی وضعیت شوری در مقایسه با سه پارامتر ورودی دیگر در مرحلـه سـوم مدل سازی پیداست. لذا در این مرحله، پارامترهای ورودی را بـه سـه پارامتر وضعیت پوشش گیاهی، وضعیت فرسایش بادی و فرسایش آبی تقلیل دادیم. بر اساس شکل ۷ ، مشاهده می‌گردد که اثرپذیری مـدل از هر سه پارامتر ورودی وضعیت پوشش گیـاهی، وضـعیت فرسـایش بادی و وضعیت فرسایش آبی به وضوح پیداست.

**شکل ٦- نتایج آنالیز حساسیت مدل نهایی شبکه‌های عصبی نسبت به تغییرات داده‌های ورودی (مرحله سوم مدل‌سازی)**

**شکل ۷- نتایج آنالیز حساسیت مدل نهایی شبکه‌های عصبی نسبت به تغییرات داده‌های ورودی (مرحله چهارم مدل‌سازی)**




**شکل ۸- نتایج آنالیز حساسیت مدل نهایی شبکه های عصبی نسبت به داده‌های ورودی (مرحله پنجم مدل سازی)**

**مرحله پنجم**

در این مرحله برای تعیین عملکرد شبکه‌های عصبی در طبقه بندی داده‌های خروجی، از یک نرون به عنوان خروجی مدل و برای تعریف نمودن وضعیت بیابان‌زایی، سه نرون برای شرایط بیابان‌زایی ناچیز، متوسط و شدید به عنوان لایه خروجی شبکه‌های عصبی مصنوعی تعریف شد. بر اساس مقادیر MSE تا حدودی افزایش خطا، نسبت به نتایج مراحل قبل مشاهده شد. با توجه به درصد داده‌های صحیح محاسباتی برای شرایط بیابان‌زایی شدید که در جدول ۳ ارائه شده به وضوح پیداست این مدل توانایی مناسبی در طبقه بندی داده‌ها در شرایط شدید را نداشته است. لذا کارایی نمایه طبقه‌بندی[1] شبکه عصبی مصنوعی در طبقه بندی داده‌ها برای تعیین شرایط بیابان‌زایی تایید نمی‌شود.

در پایان، حساسیت این مدل نیز نسبت به داده‌های ورودی در شرایط بیابان‌زایی ناچیز، متوسط و شدید مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنالیز حساسیت در شکل ۸ ارائه گردیده است. از نتایج این شکل نیز مشاهده می‌شود که با وجود حساسیت مدل نسبت به پارامترهای وضعیت پوشش گیاهی، وضعیت فرسایش بادی و وضعیت فرسایش آبی، شبکه‌های عصبی مورد استفاده حساسیت چندانی نسبت به تغییرات پارامتر شوری نشان نمی‌دهند.

**انتخاب مدل نهایی و تولید داده‌های خروجی در سامان‌های عرفی**

با توجه به نتایج ارزیابی کارایی مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی در پنج مرحله مذکور و آنالیز حساسیت آنها نسبت به داده‌های ورودی و نهایتا تطابق بیشتر ساختار مدل مرحله سوم با فرضیات روش فائو در مورد پارامترهای اصلی اثرگذار در پدیده بیابان‌زایی که در بخش قبل ارائه گردید، این مدل به عنوان مدل نهایی شبکه عصبی مصنوعی انتخاب شد. لذا این مدل، با توجه داده‌های ورودی وضعیت بیابان‌زایی در سامان‌های عرفی مورد استفاده قرار گرفت. جدول ۴ درصد وزنی مساحت تحت پوشش هر یک از وضعیت‌های بیابان‌زایی را با توجه به نتایج خروجی مدل فائو- یونپ و مدل شبکه عصبی مصنوعی، در سامان‌های عرفی نشان می‌دهد.

همانطور که از جدول ۴ مشخص است، وسعت تحت پوشش هر یک از وضعیت‌های بیابان‌زایی ناچیز، متوسط، شدید و خیلی شدید حاصل از نتایج هر دو روش شبکه‌های عصبی و فائو تطابق قابل قبولی با هم دارند.

**ارزیابی کارایی نتایج مدل نهایی شبکه عصبی مصنوعی در سامان‌های عرفی**

با توجه به معیارهای ارزیابی کارایی مدل و همین طور نتایج مدل‌هایی که در بخش قبل ارائه شد، نتایج حاصل از ارزیابی خروجی‌های تولید شده مدل نهایی شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با روش فائو، در سامان‌های عرفی در جدول ۴ ارائه گردیده است. لازم به یادآوری است که معیار MSE مهمترین معیار عددی مقایسه الگوها و ساختارهای مختلف شبکه عصبی می‌باشد. اشکال ۹ و ۱۰ آثار فرسایش آبی را در اراضی مرتعی و مسیل رودخانه‌ها به خوبی در منطقه نمایش می‌دهند.

1- Classification

**جدول ٤ - مساحت و درصد وزنی هر یک از وضعیت‌های بیابان‌زایی، با توجه به داده‌های خروجی روش فائو-یونپ و مدل شبکه عصبی، در سامان‌های عرفی**

| وضعیت | روش فائو | | شبکه‌های عصبی مصنوعی | |
|---|---|---|---|---|
| | وسعت (هکتار) | درصد وسعت | وسعت (هکتار) | درصد وسعت |
| کل | ۱۶۸۲۱۷/۳۸ | ٪۱۰۰ | ۶۴۲۳۶/۳۰۳ | ٪۱۰۰ |
| ناچیز | ۴۹۷۷۹/۶۷ | ٪۳۰ | ۴۴۷۶۲/۷۱۸ | ٪۲۷ |
| متوسط | ۹۵۹۸۳/۶۸ | ٪۵۷ | ۱۰۹۱۳۰/۱۳۵ | ٪۶۷ |
| شدید | ۲۲۴۵۳/۹۹۰۱ | ٪۱۳ | ۱۰۳۴۳/۵ | ٪۶ |
| خیلی شدید | ۰ | ٪۰ | ۰ | ٪۰ |

**شکل ۹- فرسایش شیاری و آبراهه ای در منطقه سطح اراضی مرتعی (۳)**

**شکل ۱۰- فرسایش خندقی ایجاد شده در اطراف مسیل رودخانه (۳)**

## نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از روش فائو- یونپ مشخص شد وضعیت بیابان‌زایی در ارتفاعات منطقه (۱۳ درصد وسعت منطقه) شدید می‌باشد. این در حالی است که ۵۷ درصد منطقه دارای وضعیت بیابان‌زایی متوسط و ۳۰ درصد وضعیت ناچیز در مدت ۹ سال می باشد. با مقایسه روش فائو- یونپ و نتایج مدل شبکه عصبی مصنوعی نهایی و بر اساس معیارهای ارزیابی کارایی، به وضوح توانایی مناسب شبکه‌های عصبی مصنوعی در تکمیل پیش‌بینی پدیده بیابان‌زایی در منطقه مشاهده شد. روش شبکه‌های عصبی مصنوعی توانائی درک رفتار پدیده بیابان‌زایی را دارد و می‌تواند در این زمینه به کار گرفته شود. نتایج بررسی معیارهای خطا خصوصا میانگین مربعات خطا با مقدار ۰/۲۵ این عملکرد مناسب را تایید نمود. انتخاب تعداد نرون‌های لایه ورودی می‌تواند در عملکرد ساختارهای مختلف شبکه‌های عصبی مصنوعی تاثیرگذار باشد.

همچنین با توجه به آنالیز حساسیت مدل نسبت به نوع و تعداد داده‌های ورودی، اثرات آنها شامل وضعیت پوشش گیاهی، تولید پتانسیل، تاج پوشش گیاهی، وضعیت مرتع، وضعیت فرسایش بادی، وضعیت فرسایش آبی، نوع فرسایش آبی، سنگریزه‌های سطحی، وسعت پشته‌ها، عمق خاک، وضعیت شوری، درصد سدیم قابل تبادل (ESP)، هدایت الکتریکی (EC) در پیش بینی خروجی مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی مورد بررسی قرار گرفت که نهایتا اثرات وضعیت پوشش گیاهی، وضعیت فرسایش بادی و فرسایش آبی در منطقه مورد مطالعه غیر قابل اغماض می‌نمود که باید مورد توجه جدی قرار گیرد. نتایج این بررسی در مورد منطقه مورد مطالعه، به جز در مورد اثرات پارامتر وضعیت شوری، با پیشنهاد روش فائو تطابق دارد. علت تاثیر کم پارامتر شوری در مدل وضعیت بیابان منطقه مورد مطالعه آن است که با توجه به طبقه بندی وضعیت شوری (جدول ۳)، مشخص شد که ۵۱ درصد وسعت منطقه دارای وضعیت شوری ناچیز و همین طور ۴۸/۵ درصد آن دارای وضعیت متوسط است. لذا به علت یکنواختی تقریبی منطقه از نظر پارامتر مذکور، مدل حساسیتی نسبت به تغییرات آن در ارائه نتایج نشان نمی‌دهد و می‌توان مدل را بدون منظور کردن اثرات وضعیت شوری نیز ارائه نمود. به عبارت دیگر هر چند پارامتر شوری به عنوان یک پارامتر موثر در افزایش و گسترش و بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه باید مورد توجه قرار گیرد، لیکن برای بررسی و مدل سازی وضعیت موجود بیابان‌زایی در این منطقه می‌توان از اثر تغییرات آن صرف نظر نمود.

## منابع


۱- اکبری م. ۱۳۸۲. ارزیابی و طبقه بندی بیابان‌زایی با استفاده از GIS و سنجش از دور در شمال شهر اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان. ص۱۵۰.

۲- اختصاصی م. و مهاجر س. ۱۳۷۷. روش طبقه بندی و شدت بیابان‌زایی اراضی در ایران. مجموعه مقالات همایش بیابان‌زایی و روش‌های مختلف آن. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. ۱۳۴-۱۲۱.

۳- بدیعی نامقی ح. ۱۳۸۸. ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از GIS و سنجش از دور و مقایسه دو روش فائو- یونپ و مدل مدالوس. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز. ص ۱۶۸.

۴- جوادی م. ۱۳۸۳. بررسی اثر عوامل موثر در افزایش شدت بیابان‌زایی و ارائه مدل منطقه‌ای بیابان‌زایی در استان کرمان با تاکید بر آب- خاک- پوشش (مطالعه موردی حوضه آبخیز ماهان). پایان نامه کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی. دانشگاه تهران. ص۱۱۲.

۵- رعنایی ا. ۱۳۸۸. روندیابی سیل رودخانه زشک با استفاده از مدل MIKEII و شبکه‌های عصبی مصنوعی. پایان نامه کارشناسی ارشد. ص۱۲۰.

۶- شهیدی همدانی خ. ۱۳۷۸. بررسی عوامل موثر در بیابانی‌شدن دشت قهاوند همدان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان. ص۱۲۵.

۷- علیجانی ب. و قویدل رحیمی ی. ۱۳۸۴. مقایسه و پیش‌بینی تغییرات دمای سالانه تبریز با ناهنجاری‌های دمایی کره زمین با استفاده از روش‌های رگرسیون خطی شکبه‌ی عصبی مصنوعی، فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۳ (۶): ۲۷-۲۰.

۸- فردی ا.غ.، قنبری ع. و کنعانی ش. ۱۳۸۷. پیش‌بینی شوری با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی مطالعه موردی: حوضه آبریز رودخانه آجی چای، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران.

۹- مشکوه م.ع. ۱۳۷۷. روشی موقت برای ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحت (فائو، ۱۹۸۴). برنامه زیست ملل متحد (یونپ). ص۱۰۴.

۱۰- ناطقی د. ۱۳۷۹. نگرشی تازه به بیابان. انتشارات توسعه روستایی. ص۲۳۲.

11- FAO-UNEP. 1987. Provisional Methodology Assessment and Mapping of Desertification, Rome, 212p.

12- Harashe H., and R. Tatashi. 2000. Desertification Mapping of West Asia-GIS and Remote Sensing Application, Available at http://www.gis. development.net/aars.

13- Sen A.K., and K.D., Sharma. 1995. Causative Agents Indicators of Monitoring and Desertification in ASIA and the pacific region scientific publishers Jodhpur (INDIA), 41-58.

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.2, May-Jun 2011, p. 398-410

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۲، خرداد – تیر ۱۳۹۰، ص. ۴۱۰-۳۹۸

# Sensitivity Analysis of Desertification Status to the Input Parameters Using Artificial Neural Networks Model

(Case Study: South of Neishabour Township)

**M. Akbari[1*]- E. Ranaee[2]- S.H. Badiee[3]**
Received:8-9-2010
Accepted:20-2-2011

## Abstract

Desertification could cause reduction of the ecological and biological potential of land which may occur both naturally and artificially. Identifying and evaluating the effective factors in development of desertification is very important for better management of land. The aim of this research is to evaluate the sensitive input parameters in the desertification condition by using of Artificial Neural Networks. The study area with 118658 hectars is located in south of Neishabour Township. During the past years, this area has been faced to increase in desertification rate due to some long consecutive periodic droughts, destruction of vegetation, converting of pasture lands to dry farms, water and wind erosion and unsuitable management of land use. After field studies preparation of aerial photos and satellite image, we prepared and analyzed the required layers in Geographic Information System. FAO-UNEP method (1984) was used for assess the Desertification rate. In this study vegetation condition, pasture condition, water and wind erosion and salinity has been defined and categorized as the factors in the status of desertification. After introducing the information to GIS, based on FAO-UNEP approach, the effective criteria were studied and map of desertification condition was achieved. The results showed that the desertification in northern parts of this area was serve which originated from the reduction of canopy, destruction of vegetation and water erosion and 62 and 30 percents of the whole studied area could be classified in moderate and slight conditions, respectively. Furthermore, to compare the results and quantifying the weight of input parameters, a mathematical model of artificial neural networks was used. The result showed that the effect of vegetation, wind erosion and water erosion could not be ignored and should be seriously considered. But salinity parameter is less effective than other factors in desertification and confirmed with FAO-UNEP method output. Analysis of different error criteria especially Mean Square Error with the value of 0.25 confirmed the accuracy of results.

**Keywords**: Desertification, FAO-UNEP, GIS, Artificial Neural Network, Neishabour Township

1-Instructor, Department of Dry Lands and Desert Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad
(*-Corresponding Author Email: M_Akbari@um.ac.ir)
2- Expert of Research Center of Agriculture and Natural Resources of Khorasan Razavi Province,Young Researchers Club IAU, Shoushtar Branch
3- Expert of Natural Resources and Watershed Head Office of Khorasan Razavi Province