

## ارزیابی خوارزمیک (الگوریتم) شبکه‌های عصبی مصنوعی در بررسی وضعیت بیابان‌زایی (بررسی موردی: جنوب شهرستان نیشابور)

مرتضی اکبری<sup>۱</sup>، سید حمزه بدیعی نامقی<sup>۲</sup> و احسان رعنایی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> عضو هیئت علمی دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد مدیریت مناطق بیابانی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی، ایران

<sup>۳</sup> کارشناس ارشد عمران آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۸، تاریخ تصویب: ۹۰/۶/۲۸)

### چکیده

بیابان‌زایی پس از دو چالش تغییر اقلیم و کمبود آب شیرین به عنوان سومین چالش مهم جهانی در قرن ۲۱ محسوب می‌شود. شناخت و ارزیابی عوامل موثر در روند بیابان‌زایی، می‌تواند در مدیریت بهتر سرزمین بسیار مفید باشد. منطقه مورد بررسی که در جنوب شهرستان نیشابور واقع شده است، طی سال‌های گذشته به دلیل خشکسالی، تخریب پوشش گیاهی، تبدیل اراضی مراتعی به کشاورزی دیم، فرسایش آبی و بادی و همچنین نداشتن مدیریت مناسب زمین با مشکل بیابان‌زایی روپرتو است. در این تحقیق، پس از عملیات میدانی، بررسی عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای اقدام به جمع‌آوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل آنها در سیستم اطلاعات جغرافیایی شد. سپس طبق روش فانو-یونب (۱۹۸۴ میلادی) معیارهای تاثیرگذار مانند وضعیت زوال پوشش گیاهی، وضعیت فرسایش آبی، فرسایش بادی و گسترش شوری امتیازبندی شدند. در بیابان نقشه وضعیت بیابان‌زایی براساس چهار عامل اصلی بدست آمد. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شد که وضعیت بیابان‌زایی در شمال منطقه شدید بوده که مهم‌ترین دلیل آن، کاهش درصد تاج پوشش، زوال پوشش گیاهی و فرسایش آبی شدید می‌باشد. این در حالی است که ۵۷ درصد منطقه دارای وضعیت بیابان‌زایی متوسط و ۳۰ درصد دارای وضعیت ناچیز است. برای بررسی نتایج به دست آمده در ارزیابی روند بیابان‌زایی به روش فانو، از خوارزمیک شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شد. پس از استخراج، تکمیل و تعریف حدود هر یک از طبقات ضعیف، متوسط، شدید و بسیار شدید برای متغیرهای ورودی، نقشه وضعیت بیابان‌زایی به عنوان معیار سنجش عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در بحث آموزش و پیش‌بینی وضعیت منطقه پکار گرفته شد. با بررسی نتایج و بر اساس معیارهای خطأ، پس از بهینه سازی مدل، مقدار ۰/۰۷۷۵ برای متغیر متوسط مربعات خطأ به دست آمد. در نهایت مدل نهایی با ساختار پرسپترون با یک لایه ورودی و چهار نرون ورودی، برای متغیرهای اصلی، یعنی زوال پوشش گیاهی، فرسایش بادی، فرسایش آبی و وضعیت شوری و همچنین یک لایه پنهان با ۳۹ نرون در لایه پنهان و همین طور یک لایه خروجی، با استفاده از خوارزمیک آموزش گشتوار در هر دو لایه پنهان و خروجی به عنوان مدل نهایی انتخاب شد. نتایج نشان داد که معیار میانگین مربعات خطأ، عملکرد مناسب دارد. در وضعیت بیابان‌زایی منطقه با روش فانو-یونب تائید می‌کند و می‌تواند در موارد مشابه نیز استفاده شود. همچنین مشاهده شد که انتخاب ساختار مدل، خوارزمیک آموزش، تعداد سیکل آموزش و همچنین تعداد نرون‌های لایه ورودی می‌تواند در عملکرد ساختارهای مختلف شبکه‌های عصبی تاثیرگذار باشد.

واژه‌های کلیدی: بیابان‌زایی، روش فانو-یونب، شبکه‌های عصبی مصنوعی، فرسایش بادی و آبی، زوال پوشش گیاهی، گسترش شوری

## مقدمه

هندسی معیارها برای امتیازدهی شاخص‌های بیابان‌زایی، به این نتیجه رسیدند که معیار خاک کمترین و فرسایش بادی بیشترین تاثیر را در بیابان‌زایی منطقه داشته است (Zolfaghari *et al.*, 2010). در مطالعه‌ای در غرب آسیا با در نظر گرفتن عامل‌های تخریب پوشش گیاهی، فرسایش آبی، بادی و شوری خاک به عنوان مهمترین عامل موثر، نقشه شدت بیابان‌زایی تهیه شده است (Harashe & Tatashi, 2000) (1990) در چند کشور آسیایی در مناطق خشک و مرطوب، با بررسی فرآیند های فرسایش آبی، بادی، ماندگاری شدن اراضی، حاصلخیزی خاک، شور شدن و افت سطح آبهای زیر زمینی، شدت بیابان‌زایی را در چهار طبقه کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم بندی کردند. در تحقیقی در منطقه ماهان کرمان به منظور بررسی اثر فرسایش بادی در شدت بیابان‌زایی با دو روش ICD و فانو-یونپ به این نتیجه رسیدند که تمامی منطقه دارای شدت متوسط از نظر بیابان‌زایی است (Zehtabian *et al.*, 2007).

روش‌های دیگری نیز با استفاده از اطلاعات زمین آماری در بررسی روند تخریب خاک و بیابان‌زایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شبکه‌های عصبی مصنوعی، یک روش نوین در حل مسائل پیچیده‌ای می‌باشد که خوارزمیک مشخصی برای حل آنها وجود ندارد. یکی از قابلیت‌های مهم این روش، درک رفتارغیرخطی یک سیستم بوده و یکی از کاراترین مدل‌های یادگیری است که با ساختار ریاضی انعطاف‌پذیر، توانایی تشخیص روابط غیرخطی پیچیده بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را دارد اما می‌باشد. در سال‌های اخیر با توجه به مشاهده برخی تجارب موفق در ضمنیه کارانی شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی پدیده‌های طبیعی، این روش‌ها توانسته‌اند جایگاه خود را علوم مختلف زیست‌محیطی نیز باز کنند (Ranaee *et al.*, 2010) در مطالعه‌ای مریوط به داده‌های دمای متوسط سالانه ایستگاه تبریز، با روش‌های تعیین ضربی همبستگی پرسون، سری‌های زمانی، همبستگی خطی ساده، چندجمله‌ای و همچنین شبکه‌های مصنوعی عصبی

طبق تعریف، بیابان منطقه‌ای است که از نظر ساختار زمین‌شناسی و اقلیمی، شرایطی نامناسبی را برای زندگی جانوران و گیاهان دارد است (Nateghi, 2000). بیابان‌زایی کاهش توان بوم شناختی (اکولوژیک) و زیستی زمین است که به صورت طبیعی و مصنوعی (عملکرد انسان) رخ می‌دهد. کمتر از ۳۵ درصد سطح کره زمین، توسط بیابان‌زایی تهدید می‌شود. این در حالیست که ۲۰ درصد جمعیت کل دنیا در این منطقه‌ها زندگی می‌کنند و هر ساله ۲۱ میلیون هکتار از اراضی حاصلخیز به اراضی غیر حاصلخیز تبدیل می‌شود. این پدیده، بعد از دو چالش تغییر اقلیم و کمبود آب شیرین، به عنوان سومین چالش FAO-UNEP، مهم جهانی در قرن ۲۱ محسوب می‌شود (1990).

برای مبارزه با پدیده بیابان‌زایی، بررسی‌های پژوهشی و اجرایی مهمی در ایران صورت گرفته است. بطوریکه در بخش ایران مرکزی در سطحی بالغ بر ۱۰ میلیون هکتار با استفاده از عوامل طبیعی و اقلیمی، نقشه شدت بیابان‌زایی تهیه شد (Ekhtesasi and Mohajer, 1998) در بررسی عوامل موثر در بیابانی شدن دشت قه‌آوند همدان، بیابان‌زایی منطقه بررسی و عواملی مانند چرای مفرط، تبدیل مراعع به دیمزارها، مدیریت نامناسب آب، بهره‌برداری نامناسب از زمین، جنگل‌زدایی، بوته کنی و رشد بی‌رویه جمعیت به عنوان عامل‌های تاثیرگذار در بیابان‌زایی منطقه معرفی شدند. (Shahidi hamedani, 1999). در ماهان کرمان، مهمترین عوامل تخریب زمین، فرسایش آبی، بادی و منابع آبی معرفی و نقشه بیابان‌زایی منطقه تهیه شد (Javadi, 2004)

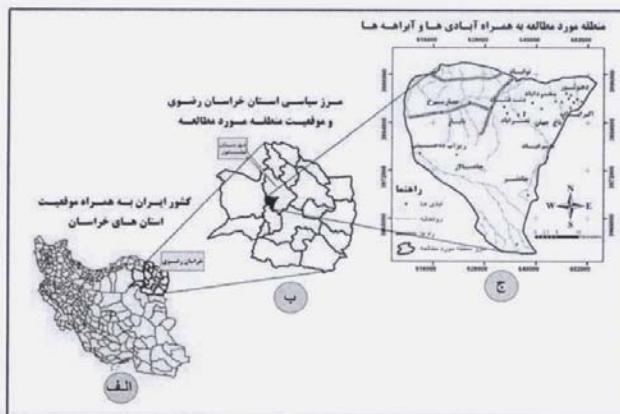
در ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی با مدل‌های مختلف در شهرستان نیشاپور، مدل فانو-یونپ به دلیل گستردگی استفاده از شاخص‌های متعدد، نتایج بهتری را نسبت به مدل مدادلوس ارائه داده است (Badiee Nameghi, 2009) در پژوهشی دیگر برای بررسی میزان تاثیر معیارهای خاک و فرسایش بادی با سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش IMDPA در منطقه سیستان و با محاسبه میانگین

حرارت سالیانه ممکن است در حدود ۱۴/۹۶ درجه سانتی گراد و برای باد غالب نیز از شرق به غرب می باشد. اقلیم منطقه با بهره‌گیری از روش دومارتن خشک و با روش آمرزه خشک سرد است. کاربری‌های اصلی منطقه زراعت آبی، دیم و مرتع داری است. منطقه مطالعاتی، از شمال به روختانه کال‌شور و از جنوب به دامنه‌های شمالی کوه‌های چشم‌های شیرین منتهی می‌شود، نسبتاً هموار بوده و در طی چند دهه گذشته به دلایل مختلف از جمله یوشه کنی، چرای بیش از حد دام از مراعت، تبدیل اراضی مراتع به سایر کاربری‌ها، گسترش شوری و دیم کاری باعث توسعه روند بیابان‌زایی شده است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد بررسی را در ایران و استان خراسان رضوی نشان می‌دهد.

این خوارزمیک در مقایسه با سایر روش‌ها، عملکرد بهتری در پیش‌بینی تغییرات دمای سالانه داشته است (Alijani et al, 2005)

در مطالعه‌ای دیگر، برای بررسی روندیابی سیل رودخانه از شبکه‌های مصنوعی عصبی بهره‌گیری و عملکرد آن مناسب ارزیابی شده است (Ranaee et al, 2010)

منطقه مورد بررسی با مساحتی در حدود ۱۱۸۶۵۸ هکتار در جنوب شهرستان نیشابور، با موقعیت جغرافیایی ۴۱°۱۲'۵۸" الی ۴۲°۳۱"۵۸' طول شرقی و ۳۵°۴۱'۴۷" الی ۳۶°۷'۳۴" عرض شمالی واقع شده است. حداقل ارتفاع ۱۰۴۰ متر، حداکثر ارتفاع ۱۶۲۵ متر و ارتفاع متوسط وزنی منطقه ۱۲۰۹ متر می‌باشد. میزان بارندگی سالیانه برابر با ۲۴۲/۴ میلیمتر است. متوسط درجه



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان خراسان رضوی (به ترتیب از الف تا ج) (Akbari et al, 2011)

برای تهیه نقشه‌های بیابان‌زایی به روش فانو-یونپ استفاده شد. نقشه‌های فیزیوگرافی و تپوگرافی، هوا و اقلیم، زمین‌شناسی و زئومرفولوژی، حاکشناسی، پوشش گیاهی، وضعیت فرسایش آبی، فرسایش بادی، مطالعات اقتصادی و اجتماعی، مناسب با هدف تحقیق، تهیه شدند. به منظور ارزیابی و تهیه نقشه وضعيت بیابان‌زایی، تشریح کمی و طبقه‌بندی کردن جنبه‌های ArcGIS

#### مواد و روش‌ها

جمع آوری داده‌ها و اطلاعات زمین آماری لایه‌های اطلاعاتی دقیق و مطمئن را می‌توان به وسیله فناوری سنجش از دور، عملیات میدانی و عکس‌های هوایی تهیه کرد و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدیریت و تلفیق آنها با یکدیگر را به عهده دارد. در این پژوهش از محیط GIS و به طور مشخص از نسخه ۹/۱ نرم افزار

ضخامت خاک و درصد تولید بالقوه مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس میانگین حسابی شاخص‌های مربوطه نقشه نهایی وضعیت فرسایش آبی بدست آمد. برای تهیه نقشه فرسایش بادی چهار عامل وسعت پشته‌ها، گسترش تپه‌ها و پهندهای ماسه‌ای، سنگریزه‌های سطحی، عمق خاک مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت بر اساس حدود طبقه‌های ارائه شده در مدل، نقشه نهایی وضعیت فرسایش بادی تهیه شد. برای ارزیابی وضعیت گسترش شوری نیز عامل‌های حداکثر درصد مقدار سدیم قابل تبدال، هدایت الکتریکی مورد بررسی قرار گرفت و با روی هم اندازی طبقات آنها، نقشه نهایی وضعیت گسترش شوری نیز تهیه شد. جدول ۱ دامنه مقادیر کمی برای جنبه وضعیت بیابان‌زایی را نشان می‌دهد

مختلف بیابان‌زایی برای هریک از فرآیندهای که در بالا ذکر شد ضروری است.

منظور از وضعیت بیابان‌زایی، بررسی حال حاضر منطقه است. معیارها و عامل‌های مؤثر بر شدت و یا ناچیز بودن وضعیت بیابان‌زایی، زوال پوشش گیاهی، فرسایش آبی، (FAO، 1990). در این پژوهش، برای ارزیابی زوال پوشش گیاهی، سه عامل درصد تاج پوشش گیاهی، وضعیت مرتع و درصد تولید بالقوه مورد بررسی قرار گرفت و در پایان بر پایه سه نقشه وضعیت بیابان‌زایی به دست آمده، روی GIS هماندازی و میانگین گیری طبقات آنها در محیط نقشه پوشش گیاهی بدست آمد. برای بررسی وضعیت فرسایش آبی، چهار عامل وضعیت سطح، نوع فرسایش،

(Akbari et al., 2011) جدول ۱- دامنه مقادیر کمی برای جنبه وضعیت بیابان‌زایی بر اساس روش فانو-پونپ، ۱۹۸۴

طبقه	وضعیت بیابان‌زایی
ناچیز	<۲۰
متوسط	۲۱-۴۰
شدید	۴۱-۶۵
خیلی شدید	>۶۵

خوارزمیک گشتاور<sup>۵</sup> و با توجه به تابع مورد نظر فعالیت‌های مختلف، مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی عملکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی، تمامی عامل‌های مؤثر در روند بیابان‌زایی در محیط نرم افزار ArcGIS و با استفاده از دستور روی هم گذاری لایه‌های اطلاعاتی، ترکیب شد و همچنین منطقه مورد بررسی بر اساس تغییرات عوامل حاکم بر روند بیابان‌زایی به تعدادی واحدهای کاری تقسیم و در پایان داده‌های ورودی مورد نیاز شبکه‌های عصبی مصنوعی در این واحدهای کاری استخراج شد. داده‌های مربوط به هر واحد کاری به عنوان یک ورودی شبکه‌های عصبی مصنوعی معرفی شدند. براین اساس، چهار عامل زوال پوشش گیاهی، فرسایش آبی، بادی و گسترش شوری به عنوان ورودیهای مؤثر، در

نتایج بدست آمده از روش فانو-پونپ در ارزیابی روند بیابان‌زایی، با خوارزمیک شبکه عصبی مصنوعی و بر پایه معیارهای عددی، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

#### خوارزمیک شبکه‌های عصبی مصنوعی

خوارزمیک شبکه‌های عصبی مصنوعی، با توجه به وزن دهی به هر یک از داده‌های ورودی، قابلیت ارائه مقدار تاثیر هر متغیر ورودی را در انتخاب خروجی مدل نهایی و مقایسه با داده‌های شاهد دارد (Ranaee, 2010). در این تحقیق، چندین ساختار از شبکه‌های عصبی مصنوعی GFF<sup>۱</sup>, MLP<sup>۲</sup> و RBF<sup>۳</sup> را به وسیله خوارزمیک‌های آموزش، خوارزمیک تغییر کاھشی (گرادیان نزولی<sup>۴</sup>) و

<sup>1</sup> Multilayer perceptions network

<sup>2</sup> General feed forward network

<sup>3</sup> Radial basis function network

<sup>4</sup> Conjugate Gradient

حساسیت قرار گرفت (آنالیز ورودی‌ها در محیط نرم‌افزار Neourosolution صورت گرفته است). این مدل‌ها، با توجه به وزن‌دهی به هر یک از داده‌های ورودی، قابلیت ارائه مقدار تاثیر هر یک از متغیر ورودی را در انتخاب خروجی مدل نهایی و مقایسه با داده‌های شاهد دارا می‌باشند.

مدل‌سازی با بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی مصنوعی به صورت سه مجموعه ماتریس به کار گرفته شد. در ادامه، اطلاعات در سه مجموعه با نسبت دو سوم داده‌ها برای آموزش و ارزیابی و یک سوم داده‌ها نیز برای فرآیند آزمایش تقسیم‌بندی شد. سپس برای بررسی تاثیرپذیری مدل نسبت به هریک از داده‌های ورودی، مدل نسبت به متغیرهای ورودی‌ها در طی پنج مرحله مورد تحلیل



شکل ۲ - روند اجرای مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی

روش فائق، وضعیت پوشش گیاهی، وضعیت فرسایش آبی، وضعیت فرسایش بادی و شوری به همراه شاخص‌های اندازه‌گیری آن‌ها به عنوان ورودی شبکه عصبی تعریف شدند.

- از آنجا که تحلیل حساسیت مدل در مرحله اول، اثرات تغییر در شرایط برخی متغیرهای ورودی را در پیش‌بینی وضعیت بیابان‌زایی ناچیز نشان می‌داد، در مرحله دوم با توجه به نتایج تحلیل حساسیت مدل مرحله مقدماتی، داده‌های ورودی مدل به متغیرهای وضعیت پوشش گیاهی، تاج پوشش گیاهی، فرسایش بادی، سنگریزه، ضخامت خاک و وضعیت فرسایش آبی بهینه شد.

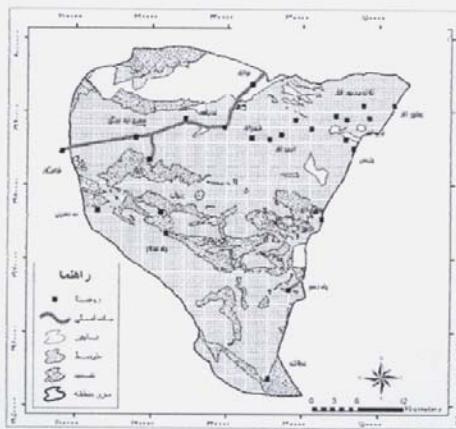
تحلیل حساسیت مدل نسبت به متغیرهای ورودی و انتخاب مهم‌ترین متغیرها طی مراحل زیر صورت پذیرفت:

در مرحله اول، از تمامی عامل‌های موثر بر پدیده بیابان‌زایی (بر اساس روش فائق) به عنوان ورودی مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شد. در این مرحله برای بررسی میزان تاثیرپذیری مدل شبکه عصبی مصنوعی، مدل تحلیل حساسیت نهایی نسبت به ورودی‌ها در محیط نرم افزاری اجرا شد. در این مرحله، برای مقایسه تاثیرپذیری مدل نسبت به مشاهدها وضعیت منطقه مورد بررسی و همین‌طور نتایج طبقه‌بندی به

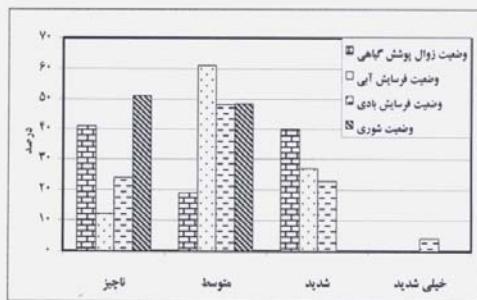
## نتایج

نقشه وضعیت بیابان‌زایی براساس چهار عامل اصلی تاثیرگذار در منطقه، شامل وضعیت زوال پوشش گیاهی، وضعیت فرسایش آبی، فرسایش بادی و گسترش شوری که هریک براساس طبقات ارائه شده توسط روش فانو-یونپ محاسبه شده، بدست آمد. شکل ۳ نقشه نهایی بیابان‌زایی منطقه را در سامان‌های عرفی نشان می‌دهد. با روی هم اندازی نقشه وضعیت بیابان‌زایی با نقشه سامان‌های عرفی و میانگین‌گیری وزنی طبقات در هریک از سامان‌ها طبقه متوسط هر سامان عرفی محاسبه شد. بر این اساس وضعیت بیابان‌زایی تنها در سامان عرفی نواباد ناجیز و در سایر سامان‌ها متوسط است. وضعیت بیابان‌زایی در ارتفاعات منطقه شدید (۱۳ درصد منطقه) بوده، مهم‌ترین دلیل آن کاهش درصد تاج پوشش، درنتیجه کاهش تولید و زوال پوشش گیاهی 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 ناجیز دارند. شکل ۴، درصد گسترش طبقات عامل‌های مهم بیابان‌زایی (جبهه وضعیت) و جدول ۲، درصد گسترش هر یک از عوامل وضعیت بیابان‌زایی را براساس روش فانو-یونپ نشان می‌دهد.

- در مرحله سوم، بر اساس پیشنهاد روش فانو-یونپ مبنی بر تأثیر وضعیت پوشش گیاهی، وضعیت فرسایش بادی، وضعیت شوری و وضعیت فرسایش آبی به عنوان متغیرهای اصلی اثر گذار داده‌های ورودی مدل به متغیرهای ذکر شده تعديل گردید.
- در مرحله چهارم، با توجه به حساسیت ناچیز مدل نسبت به متغیر ورودی شوری در سه مرحله قبل، این پارامتر نیز از داده‌های ورودی مدل حذف شد.
- در پایان مرحله پنجم، برای تعیین عملکرد شبکه‌های عصبی در طبقه بندي داده‌های خروجی، به جای بهره‌گیری از یک نمون به عنوان خروجی مدل، سه نمون برای شرایط بیابان‌زایی ناجیز، متوسط و شدید به عنوان لایه خروجی شبکه‌های عصبی مصنوعی تعریف شد. وضعیت بیابان‌زایی، طی فرآیند آموزش، در تمامی مرحله‌های ذکر شده و بر اساس میانگین مربعات خطای (MSE)، متوسط حداقل (NMSE)، متوسط مطلق خطای (MAE)، حداقل خطای خطا واقعی (Max Absolute Error) (MAE)، حداقل خطای واقعی (MIN Absolute Error) (MINAE) و معیار رگرسیون خطی ( $R^2$ ) نسبت به داده‌های شاهد ارائه شد.



شکل ۳ - نقشه وضعیت بیابان‌زایی منطقه مورد بررسی به روش فانو-یونپ، (Akbari et al, 2011)



شکل ۴ - درصد گسترش طبقات عامل‌های مهم بیابان‌زایی (جنبه و ضعیت) به روش فانو-یونپ

جدول ۲ - درصد گسترش عوامل مهم و ضعیت بیابان‌زایی منطقه، (Akbari et al., 2011)

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

وضعیت بیابان‌زایی، طی فرآیند آموختش، در هر یک از چهار مرحله اول و بر اساس حداقل مربعات خطای نسبت به داده‌های شاهد ارائه شد. جدول ۳ و ۴ عملکرد مدل‌های نهایی شبکه عصبی را با توجه به معیارهای خطای در مرحله اول تا پنجم نشان می‌دهد.

همانطور که در مطالب بالا اشاره شد برای تعیین عملکرد شبکه‌های عصبی در طبقه‌بندی داده‌های خروجی در مرحله پنجم مدل سازی، به جای استفاده از یک نمون به عنوان خروجی مدل، سه نمون برای شرایط بیابان‌زایی ناچیز، متوسط و شدید به عنوان لایه خروجی تعریف شد.

است. بنابراین کارایی مدلول طبقه بندی این مدل در طبقه بندی داده‌ها برای تعیین شرایط بیان زایی تایید نمی‌شود.

در مورد نتایج مرحله پنجم مدلسازی باید گفت که با توجه به جدول زیر به واضح است، این مدل، توانایی مناسبی در طبقه بندی داده‌ها در شرایط شدید نداشته

جدول ۳ - عملکرد مدل‌های نهایی شبکه عصبی در پیش‌بینی وضعیت بیان زایی با توجه به معیارهای خطأ (مرحله ۴)

معیارهای خطأ	نتایج مدل نهایی مرحله ۱	نتایج مدل نهایی مرحله ۲	نتایج مدل نهایی مرحله ۳	نتایج مدل نهایی مرحله ۴
<i>MSE</i>	.۰/۲۲۳۱۸۶۱۹	.۰/۲۲۳۷۱۶۵۲۴	.۰/۲۲۱۰۳۴۵۸۹	.۰/۲۲۳۹۵۳
<i>NMSE</i>	.۰/۶۲۳۶۰۷۵۲	.۰/۶۲۵۰۹۶۵۹۴	.۰/۶۱۷۶۰۲۸۴۸	.۰/۶۵۳۷۰۰
<i>MAE</i>	.۰/۴۱۷۰۴۸۳۱۳	.۰/۴۱۹۰۵۷۷۲۹	.۰/۴۱۳۳۴۸۹۵۳	.۰/۴۳۹۱۹۳
<i>Min Abs Error</i>	.۰/۰۲۳۷۹۸۶۴۸	.۰/۰۱۵۸۸۷۷۲۴	.۰/۰۵۸۲۴۵۳۵۱	.۰/۰۰۳۱۵۰
<i>Max Abs Error</i>	.۱/۴۷۷۶۹۴۶۲۸	.۱/۴۸۶۸۱۸۷۷۲	.۱/۴۵۸۶۲۳۹۵۸	.۱/۰۵۰۸۸۵۳
<i>R2</i>	.۰/۶۱۹۴۸۱۷۰۲	.۰/۶۱۲۱۳۵۶۶۴	.۰/۶۲۱۹۹۵۲۸۵	.۰/۰۶۰۹۴۳۶

جدول ۴ - عملکرد مدل نهایی شبکه عصبی در طبقه بندی و وضعیت بیان زایی با توجه به معیارهای خطأ (مرحله ۵)

معیارهای خطأ	شرط ناچیز	شرط متوسط	شرط شدید
<i>MSE</i>	.۰/۰۸۳۱۱۰۹۹۴	.۰/۰۲۴۱۲۴۵۷۲	.۰/۰۱۵۵۳۶۴۲۶
<i>NMSE</i>	.۰/۰۸۰۴۸۳۸۲۳	.۰/۰۲۵۲۷۹۰۸۶	.۰/۰۸۰۴۵۱۲۱۹۵
<i>MAE</i>	.۰/۰۱۵۵۵۳۶۶۱	.۰/۰۴۸۴۴۲۷۹۴۴	.۰/۰۲۸۷۸۰۶۸۳۹
<i>Min Abs Error</i>	.۰/۰۰۰۸۹۱۸۹۵۷	.۰/۰۱۰۴۱۸۱۹	.۰/۰۰۰۵۵۲۶۸
<i>Max Abs Error</i>	.۰/۰۱۰۴۸۷۱۱۹	.۰/۰۶۹۹۵۸۱۸۱	.۰/۰۷۸۸۹۷۷۹۵
<i>R2</i>	.۰/۰۵۰۸۲۶۱۳	.۰/۰۹۸۶۲۱۴۰	.۰/۰۴۸۳۷۳۳۲۶۱
درصد داده‌های صحیح محاسباتی	.۸۶/۹۵۱۷۵۴۳۹	.۸۱/۳۹۵۳۴۸۸۴	.

ورودی (برای متغیرهای وضعیت پوشش گیاهی، فرسایش بادی، فرسایش آبی و وضعیت شوری) و همچنین یک لایه پنهان با ۳۹ نرون در لایه پنهان و همینطور یک لایه خروجی (نتایج مدلسازی وضعیت بیان زایی)، با بهره‌گیری از خوارزمیک آموزش گشتاور در هر دو لایه پنهان و خروجی را به عنوان مدل نهایی انتخاب شد. جدول ۵ عملکرد مدل نهایی شبکه عصبی در مرحله آموزش و اعتبارسنجی با توجه به معیار خطأ *MSE* و *RBF* انحراف معیار داده‌ها را نشان می‌دهد. سپس نتایج تحلیل حساسیت مدل نهایی نیز در مقایسه با مدل مقدماتی (مرحله اول مدلسازی) در شکل زیر ارائه شده است. مشاهده شود که در مدل نهایی به جز متغیر شوری، اثرات دیگر متغیرهای ورودی دیگر

انتخاب مدل نهایی و تولید داده‌های خروجی در سامانه‌ای عرفی با توجه به نتایج ارزیابی کارایی مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی طی فرآیند آموزش در پنج مرحله ذکر شده و تحلیل حساسیت آنها نسبت به داده‌های ورودی و در پایان مطابقت بیشتر ساختار مدل مرحله سوم با فرضیه‌های روش فالویون، این مدل را به عنوان مدل نهایی شبکه عصبی مصنوعی انتخاب کردیم. در نتیجه از بین ترکیبات مختلفی از ساختارهایی از *GFF* و *RBF* با بهره‌گیری از توابع محرک و خوارزمیک‌های آموزش مختلف، در مجموع با توجه به تحلیل نتایج بر اساس معیارها کارایی و خطأ، مدل نهایی را با ساختار پرسپترون (*MLP*) با یک لایه ورودی و چهار نرون

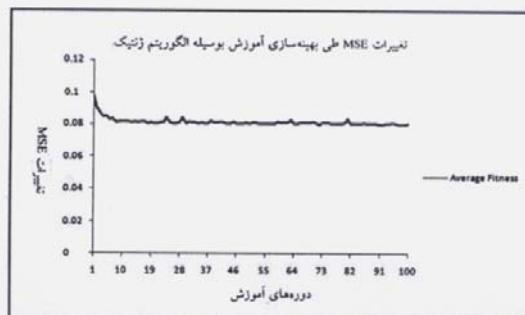
بهینه شد. نمودار زیر تغییرهای مقدار متغیر MSE را پس از بهینه سازی با استفاده از خوارزمیک ژنتیک ارائه می دهد.

مقدار نهایی حداقل مربعات خطأ نسبت به داده های شاهد، پس از بهینه سازی مدل با استفاده از خوارزمیک ژنتیک  $0.079755649$  است که تطابق نتایج مدلسازی را با داده های شاهد، در حد بسیار خوبی نشان می دهد.

در برآورد خروجی مدل غیر قابل اغماز است. شایان ذکر است که با وجود اهمیت متغیر شوری در پذیده بیان زایی، دلیل استفاده نکردن از آن در پیش‌بینی های مدل، یکنواختی تقریبی آن در محدوده جغرافیایی مورد بررسی است و نه بی اهمیت بودن آن در پیان، برای بهینه سازی و افزایش دقت مدل نهایی، با استفاده از مدل خوارزمیک ژنتیک، ضرایب گشتاور را در این مدل

جدول ۵- عملکرد مدل نهایی شبکه عصبی در مرحله آموزش و اعتبارسنجی با توجه به معیار خطأ MSE (مرحله سوم مدلسازی).

ارزیابی کارایی و خطأ نسبت به داده های شاهد	مرحله آموزش	ارزیابی کارایی و خطأ نسبت به داده های شاهد
حداقل خطأ	$0.082874065$	$0.107788599$
MSE	$0.086122818$	$0.107788599$
حداقل انحراف معیار داده ها	$0.035962576$	$0.0288899188$
مقدار نهایی انحراف معیار داده ها	$0.035906905$	$0.028900426$



شکل ۵- بهینه سازی آموزش مدل نهایی با استفاده از خوارزمیک ژنتیک با توجه به معیار خطأ MSE (مرحله سوم مدلسازی)

مدل در مقایسه با روش فانو-یونپ در سامانه های عرفی را نشان می دهد. لازم به یادآوری است که نمودار همبستگی خطی برآکندهای داده ها بهترین معیارهای نمایشی و معیار MSE مهم ترین معیار عددی مقایسه الگوها و ساختارهای مختلف شبکه عصبی می باشد. شکل ۶ نشان دهنده برآکندهای داده های خروجی وضعیت بیان زایی در روش شبکه های عصبی مصنوعی است. مشاهده می شود با توجه

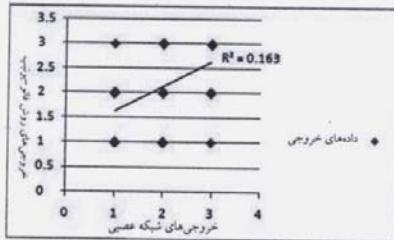
ارزیابی نتایج مدل نهایی شبکه عصبی مصنوعی در سامانه های عرفی پس از گزینش و بهینه سازی مدل نهایی شبکه های عصبی مصنوعی، این مدل را با توجه داده های ورودی وضعیت بیان زایی در سامانه های عرفی مورد استفاده قرار گرفت. جدول ۶ نتایج مدل نهایی شبکه های عصبی و همین طور ارزیابی کارایی خروجی های تولید شده این

شکل ۸ نمودار زیر پراکندگی داده‌های خروجی مدل شبکه عصبی مصنوعی را در مقابل نتایج روش فانو با اعمال وزن مساحت تحت پوشش هر داده نشان می‌دهد. با افزایش مقدار متغیر  $R^2$  به ۰/۸۷۱ می‌توان به خوبی نزدیک شدن این مقدار را به حد نهایی مطلوب (مقدار واحد) ملاحظه کرد.

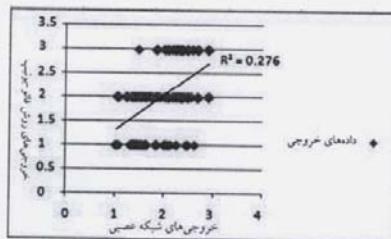
به اختلاف زیاد متغیر  $R^2$  نسبت به مقدار مطلوب یک نمودار پراکندگی نمی‌تواند عملکرد مناسبی از خود نشان دهد بنابراین در ادامه به جای داده‌های طبقه بندی شده یافته‌های شبکه عصبی، از داده‌های خروجی غیر طبقه بندی شده این مدل استفاده شد که موجب افزایش دقت متغیر  $R^2$  شد.

جدول ۶- نتایج بدست آمده از ارزیابی عددی کارائی مدل نهایی در مقایسه با روش فانو در سامانه‌ای عرفی

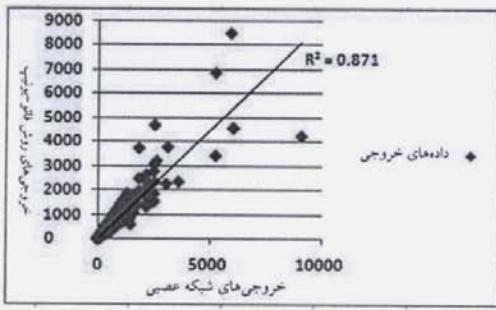
عملکرد شبکه عصبی مصنوعی	معیارهای کارائی
۰/۴۰۹۱۳	انحراف معیار ( $STD$ )
۰/۸۷۱	$R^2$
۰/۲۴۹۵۳۳	$MSE$
۰/۴۳۰۶۷	$RMSE$
۰/۴۳۰۶۵	$MAE(Mean\ Absolute\ Error)$
۰/۰۰۳۰۸	$MIN(Min\ Absolute\ Error)$
۱/۶۲۱۹۱	$MAX(Max\ Absolute\ Error)$



شکل ۶ - نمودار پراکندگی داده‌های طبقه بندی شده خروجی روش ANN در مقابل نتایج روش فانو-یونپ



شکل ۷ - نمودار پراکندگی داده‌های طبقه بندی نشده خروجی روش ANN در مقابل نتایج روش فانو



شکل ۸ - برآوردگی داده های طبقه بندی شده خروجی روش ANN در مقابل نتایج روش فانو- یونب

بر این مبنای مشاهده می شود که وضعیت بیابان زایی فقط در سامان عرفی نوآید ناچیز و در سایر سامان ها متوسط است که با نتایج روش فانو- یونب تطابق دارد. همانطور که از جدول فوق بهوضوح مشخص است، وسعت تحت پوشش هر یک از وضعیت های ناچیز، متوسط، شدید و خیلی شدید بدست آمده از نتایج هر دو روش شبکه های عصبی و فانو تطابق قابل قبولی با هم دارند.

پس از ارائه مدل نهایی و تایید عملکرد شبکه عصبی مصنوعی و همچنین بررسی توانایی آن در مدل نمودن وضعیت بیابان زایی با توجه به معیارهای ارزیابی کارایی، نتایج حاصل از شبکه عصبی نهایی را در مدل سازی وضعیت بیابان زایی در سامان های عرفی با نتایج روش فانو مقایسه شد. جدول ۷ درصد وزنی مساحت تحت پوشش هر یک از وضعیت های بیابان زایی را با توجه به داده های خروجی این دو مدل، در سامان های عرفی ارائه می دهد.

جدول ۷ - مساحت و درصد وزنی هر یک از وضعیت های بیابان زایی، با توجه به داده های خروجی روش فانو و مدل شبکه عصبی، در سامان های عرفی. (Akbari et al, 2011)

شبکه های عصبی مصنوعی	روش فانو		وضعیت	
	درصد وسعت	وسعت (هکتار)	درصد وسعت	وسعت (هکتار)
۱۰۰	۶۴۲۳۶/۳۰۳	۱۰۰	۱۶۸۲۱۷/۳۸	کل
۲۷	۴۴۷۶۲/۷۱۸	۳۰	۴۹۷۷۹/۶۷	ناچیز
۶۷	۱۰۹۱۳۰/۱۳۵	۵۷	۹۵۹۸۳/۶۸	متوسط
۶	۱۰۲۴۳/۵	۱۳	۲۲۴۵۳/۹۹۰۱	شدید

رخمنون های سنگی بوده و پوشش گیاهی مناسبی ندارند و منطقه های کم پوشش اطراف کال شور دارای زوال پوشش گیاهی شدید می باشند. مهم ترین دلیل آن کاهش درصد تاج پوشش و درنتیجه کاهش تولید و زوال پوشش

بحث و نتیجه گیری  
با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شد وضعیت بیابان زایی در ارتفاعات منطقه شدید (۱۳ درصد) می باشد. مناطقی مانند ارتفاعات میانی که بیشتر

شوری در مدل وضعیت بیابان‌زایی منطقه، آن است که با توجه به جدول ۲ ارائه شده، مشخص شد که ۵۱ درصد وسعت منطقه دارای وضعیت شوری ناچیز و همینظرور ۴۸/۵ درصد آن دارای وضعیت متوسط است بنابراین به دلیل یکنواختی تقریبی منطقه از نظر متغیر ذکر شده، مدل حساسیتی نسبت به تغییرات آن در ارائه نتایج نشان نمی‌دهد و می‌توان مدل را بدون منظور کردن اثرات وضعیت شوری نیز ارائه کرد. به عبارت دیگر هر چند متغیر شوری به عنوان یک متغیر موثر در افزایش و گسترش بیابان‌زایی در منطقه مورد بررسی باید مورد توجه قرار گیرد، اما برای بررسی و مدلسازی وضعیت موجود بیابان‌زایی در این منطقه می‌توان از اثرات آن صرف نظر کرد.

بررسی عمل آمده در این تحقیق نشان می‌دهد که افزایش کارانی شبکه‌های عصبی مصنوعی وابستگی زیادی به آمار طولانی مدت دارد (Aljani et al, 2005) (Ranaee et al, 2010) این موضوع را نیز در مطالعات خود اشاره کرده‌اند. تلاش بیشتر در امر آماده کردن شرایط ثبت صحیح آمار و تکمیل پایگاه‌های داده‌های منابع طبیعی می‌تواند نقش بسیار مهمی در استفاده از مزایای شبکه‌های عصبی مصنوعی در آینده داشته باشد. علاوه بر آن براساس نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌شود هرگونه عملیات احیایی و اصلاحی در عرصه بیابان‌زایی ابتدا در مناطقی آغاز شود که دارای شدت بیابان‌زایی بالا می‌باشد.

گیاهی شدید و همچنین فرسایش آبی شدید در این منطقه‌هایی باشد. این نتایج، با نتایج، (Badiee Nameghi, 2009) همخوانی دارد. این در حالی است که ۵۷ درصد منطقه دارای وضعیت بیابان‌زایی متوسط و ۳۰ درصد وضعیت ناچیز دارند. با مقایسه روش فانو-یونپ و نتایج مدل شبکه عصبی مصنوعی و بر اساس معیارهای ارزیابی کارانی، به وضوح توانایی مناسب شبکه‌های عصبی مصنوعی را در تکمیل پنهان بندی پدیده بیابان‌زایی در منطقه مشاهده می‌شود. روش شبکه‌های عصبی مصنوعی توانانی در ک رفتار پدیده بیابان‌زایی را دارد و می‌تواند در این زمینه به کار گرفته شود. نتایج بررسی معیارهای خطای خطا به خصوص حداکثر مربعات خطای با مقدار ۰/۰۷۹۷۵، این عملکرد مناسب را تائید می‌کند.

همچنین با توجه به تحلیل حساسیت مدل نسبت به نوع و تعداد داده ورودی، اثرات داده‌های ورودی شامل وضعیت پوشش گیاهی، تولید بالقوه، تاج پوشش گیاهی، وضعیت مرتع، وضعیت فرسایش بادی، آبی، سنگریزه‌های سطحی، وسعت پشه‌ها، عمق خاک، درصد مقدار سدیم قابل تبادل، هدایت الکتریکی در پیش‌بینی خروجی مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی مورد بررسی قرار گرفت که در پایان اثرات وضعیت پوشش گیاهی، فرسایش بادی و فرسایش آبی در منطقه مورد بررسی غیر قابل اغماض می‌کرد که باید مورد توجه جدی قرار گیرد. طبق نتایج این بررسی، به جز در مواردی، اثر متغیر وضعیت شوری، با پیشنهاد روش فانو مطابقت دارد. علت تاثیر کم متغیر

## References

- Akbari, M., Ranaee, E., and Badiee Nameghi, S. H., 2011. Sensitivity Analysis of Desertification Status to the Input Parameters Using Artificial Neural Networks Model, (Case Study: South of Neishabour Township), Journal of water and soil, 25,398-410.
- Aljani, B., Ghavidel, Rahimi, I., 2005. Comparison and Prediction of Annual Temperature Change in Tabriz Province with Earth Temperature Anomalies by liner Regression Model, Fourth National Congress of Civil Engineering, Tehran university.
- Badiee Nameghi, S. H., 2009. Assessment of Desertification with GIS and Remote Sensing and Comparison FAO-UNEP and MEDALUS model, Master thesis of desertification, Shiraz University. 168pp.
- Ekhtesasi, M., Mohajeri, S., 1998. Classification and Severity of Desertification in Iran, Conference Proceedings of desertification and deferent methods, Research Institute of Forests and Rangelands.
- FAO-UNEP. 1990. Provisional Methodology Assessment and Mapping of Desertification, Rome. 212p.

- Javadi, M., 2004. Assessment of Effective Factors in Desertification and Providing Regional Model in Kerman province, (Case Study: Mahan basin), Master thesis of desertification, Tehran university.112pp.
- Nateghi, D., 2000. Reviewing to Desert, Rural development press, Tehran. 232p.
- Ranaee, E., Mahmoodian, M., and Rahati, S., 2010. "Sensitivity Analysis of River Flood Routing Model to Input Data", Environmental Science and Technology, 23-25 April, Published by: Research Publishing Services, 3, 256-259.
- Shahidi Hamedani, KH., 1999. Effective Factors in Desertification In Ghohavand plain, Master thesis of desertification, Isfahan University of Technology. 125pp.
- Harashe, H., Tatashi. R., 2000. Desertification Mapping of West Asia-GIS and Remote Sensing Application. website:<http://www.gis.Development.net/aars>.
- Zehtabian, Gh., javadi, M., Ahmadi, h., Azarnivand, H., 2007. Investigation on effect of wind erosion on increasing intensity and presenting of regional desertification model in Mahan basin. Pajouhesh-va-Sazandegi Journal. 19, 65-83.
- Zolfagari,, F., Shahriyari, A., Fakhireh, A., Nori, S., Rashki, A., Khosravi, H., 2010. Assessment of Effectiveness Criteria Soil and wind Erosion in Desertification in Sistan Regional with GIS, [http://www.civilica.com/Paper-GEO89-GEO89\\_122.html](http://www.civilica.com/Paper-GEO89-GEO89_122.html)

## **Evaluation of Artificial Neural Network Algorithm in Desertification Assessment (Case Study: South of Neishabour Township)**

**M. Akbari<sup>1</sup>, S. H. Badiie Nameghi<sup>2</sup> and E. Ranace<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Faculty Member, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, I.R. Iran

<sup>2</sup> Senior Expert, Natural Resources and Watershed Management Head Office of Khorasan Razavi province, Mashhad, I.R. Iran

<sup>3</sup> Senior Expert, Agriculture and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi province, Mashhad, I.R. Iran

(Received: 30 October 2010, Accepted: 19 September 2011)

### **Abstract**

Desertification, after climate changes and deficiency of freshwater, is the third important global challenge during 21<sup>th</sup> century. Investigating and assessment of the effective factors on desertification trend are very important issues for better land management. The study area is located at south of Neishabour township. This region has been faced to increasing rate of desertification because of drought, vegetation removal, change of rangelands to dry farming lands, water and wind erosion and lack of proper land management over previous years. In this research, data of field study, analysis of aerial photo and satellite image were collected and analyzed in geographic information system. Then FAO-UNEP desertification method (1984) was used in this study. According to this method, vegetation condition, rangeland condition, water and wind erosion and salinity were defined and categorized as the factors defining the status of desertification. Finally, desertification map was prepared. Based on the result, desertification in this region is severe in the northern part of the region mostly due to reduction of canopy, vegetation removal and water erosion. Meanwhile, 57% and 30% of the studied region could be categorized in moderate and slight desertification conditions, respectively. To compare the results and effects of input parameters and their weights; artificial neural networks have been used. After data collection, classification and categorization of and input parameters in four levels including slight, moderate, severe and very severe, desertification map of FAO-UNEP method was used in GIS based on the artificial neural networks approach for predicting desertification condition. Final optimized perception model with one input layer composed of 4 neurons (vegetation condition, water and wind erosion and salinity) and one hidden layer including 39 neurons; and one output layer (desertification condition) based on momentum training algorithm for hidden and output layers was accepted to reach the Mean Square Error (MSE) of 0.07975. Comparison of the outputs of artificial neural network with FAO-UNEP method, shows artificial neural network capability to explain desertification condition. It was also revealed that, definition of structure of networks, training algorithm and cycles in addition to input neurons may effectively influence on the performance of various structures of artificial neural networks.

**Keywords:** Desertification, FAO-UNEP, Artificial Neural Network, Wind and Water Erosion, Vegetation Removal, Salinity

\*Corresponding author: Tel: +98 511 8763235 Fax: +98 511 8788805 E-mail: M\_Akbari@um.ac.ir