

پیش‌بینی تراکم گیاه کندل (*Dorema ammoniacum*) در مراتع تخریب‌شده با استفاده از

## شبکه‌های عصبی

علیرضا قاسمی آریان<sup>۱</sup>، پرویز رضوانی مقدم<sup>۲\*</sup>، محمدتقی نصری پور یزدی<sup>۲</sup>، منصور مصداقی<sup>۳</sup> و رضا قربانی<sup>۲</sup><sup>۱</sup> مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، پردیس بین‌الملل، گروه بوم‌شناسی زراعی<sup>۲</sup> مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت<sup>۳</sup> مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده منابع طبیعی

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۲۹

## چکیده

گیاه کندل از تیره چتریان، یک گونه دارویی صنعتی می‌باشد که طی ۴ دهه اخیر، سطح وسیعی از رویشگاه آن تخریب شده است. برای پیش‌بینی تراکم کندل در مراتع تخریب‌شده به روش شبکه‌های عصبی، در سال ۱۳۹۳ پژوهشی در جنوب‌غربی شهرستان سبزوار اجرا شد. متغیرهای مستقل شامل (بافت خاک،  $EC$ ،  $pH$ ،  $SAR$ ،  $N$ ،  $P$ ،  $K$ ، کاتیون‌ها، ماده آلی، درصد آهک) و متغیر وابسته (تراکم گیاه کندل) بود. پس از رسم محدوده مرتع بر روی نقشه توپوگرافی و عکس‌های ماهواره‌ای، تعداد ۷۰ مثال آموزشی شامل متغیرهای مستقل و وابسته به‌روش تصادفی - سیماتیک از زیستگاه کندل جمع‌آوری و از این تعداد، ۵۰ مثال به آموزش، ۱۰ مثال به اعتبارسنجی و ۱۰ مثال به آزمون شبکه اختصاص داده شد. سپس تعداد ۸ نمونه (متشکل از متغیرهای مستقل) از مرتع تخریب‌شده، جمع‌آوری و وارد مدل گردید. نتایج نشان داد که وابستگی کندل نسبت به عوامل محیطی یکسان نبوده و همبستگی تراکم گیاه با  $EC$  (۰/۹۳)، پتاسیم (۰/۹۵)، کاتیونها (۰/۹۲)،  $SAR$  (۰/۷۹)، بافت خاک (۰/۸۰) و قلیائیت (۰/۴) می‌باشد. همچنین کمترین تراکم کندل با  $\frac{0.12}{m^2}$  مربوط به مرتعی می‌باشد که بیش از ۴۵ سال از تخریب آنها می‌گذرد و بیشترین تراکم با  $\frac{0.23}{m^2}$  مربوط به مراتع تخریب شده طی ۳ سال اخیر می‌باشد. پیش‌بینی کمی تراکم کندل نشان داد که هرچه شدت و مدت تخریب مرتع بیشتر باشد، گسستگی بیشتری بین عوامل محیطی ایجاد شده و به‌تدریج باعث حذف و مهاجرت اجباری گونه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تراکم کندل، مراتع تخریب‌شده، شبکه عصبی

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۵۳۱۷۹۰۸۵، پست الکترونیکی: Rezvani@um.ac.ir

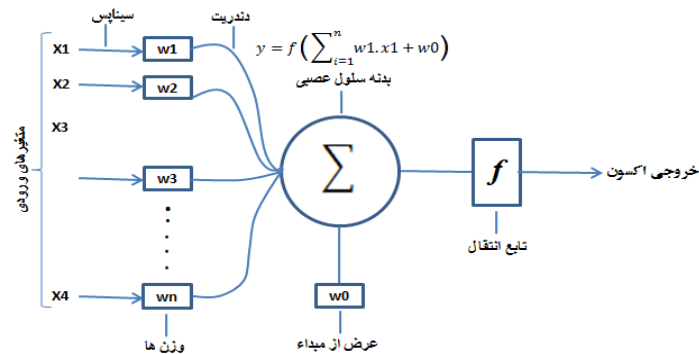
## مقدمه

مطالعات اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN = International Union for Conservation of Nature)، نام این گونه در کتاب (داده‌های سرخ ایران) (Red Data Book of Iran) به عنوان یک گونه آسیب‌پذیر و در حال انقراض برای کشور ایران به ثبت رسیده است (۲۳). یکی از عوامل تخریب اراضی مرتعی، تغییر کاربری آنها به زمین‌های کشاورزی می‌باشد. از سوی دیگر به دلیل

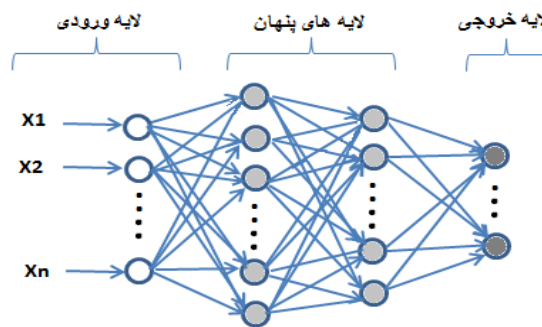
گیاه کندل با نام علمی *Dorema ammoniacum* از تیره چتریان، یک گونه دارویی، صنعتی و علوفه‌ای می‌باشد که صمغ آن در صنعت و پزشکی کاربرد دارد (۳ و ۶). طی سالیان اخیر، دو عامل برداشت بی‌رویه از محصولات علوفه‌ای و صنعتی کندل و نیز تخریب رویشگاه‌های آن بمنظور کشت گندم و هندوانه دیم، باعث شده که نسل این گیاه در معرض نابودی قرار گیرد. در حال حاضر، بر اساس

حاصلخیزی اندک اراضی مرتعی در مناطق خشک، کشاورزان پس از مدت کوتاهی، زمین‌های لم یزرع قدیمی را رها کرده و مراتع جدیدتری را تخریب می‌کنند. به گفته برخی محققان، دو عامل شدت تخریب زمین و تداوم آن، بر ساختمان، بافت، ماده آلی، رطوبت، جابجایی املاح و میکروارگانسیم‌های خاک اثر نامطلوب گذاشته و میزان فرسایش و شوری خاک را افزایش می‌دهد (۵، ۱۵ و ۱۷). از دیدگاه علم اکولوژی، پراکنش گیاهان بر روی کره حیات، نتیجه برهم‌کنش عوامل فیزیوگرافی، خاک و اقلیم می‌باشد که در دراز مدت، موزائیک پوشش گیاهی بایوسفر را رقم زده است و اغراق نیست اگر بگوییم که تخریب رویشگاه‌های طبیعی منجر به ناپایداری عوامل محیطی و نابودی گیاهان و جانوران در محیط‌زیست می‌گردد. یکی از روش‌های دقیق برای پیش‌بینی پیامدهای ناشی از تغییر کاربری زمین، استفاده از مدل شبکه‌های عصبی می‌باشد. طی دو دهه اخیر اکولوژیست‌ها توجه خاصی به این نوع مدل‌ها از خود نشان داده‌اند. دلیل این توجه از یکسو حجم زیاد، غیر خطی بودن، پیچیدگی، اختلال و هزینه‌بر بودن

داده‌های اکولوژیکی (۲۶) و از سوی دیگر، دقت زیاد این مدل‌ها در آشکارسازی روابط و اثرات متقابل عوامل محیطی بر حضور و یا عدم حضور گونه‌های گیاهی و جانوری می‌باشد (۱۰، ۳۲ و ۱۳). یک شبکه عصبی از تعدادی عصب مصنوعی به نام پرسپترون (Perceptron) تشکیل شده است. پرسپترون، یک بردار خطی، متشکل از یک متغیر ورودی ( $X_i$ )، یک نورون (گره)، یک ضریب وزنی ( $w$ )، یک عرض از مبدأ ( $w_0$ ) و یک تابع انتقال می‌باشد. تابع انتقال، می‌تواند زیگموئید، تانژانت هیپربولیک یا سایر توابع ریاضی باشد که نقش انتقال پیام، از یک سلول به سلول دیگر را عهده‌دار می‌باشد (۷) (شکل ۱). یک شبکه عصبی، با توجه به هدف، متشکل ۲ یا چند لایه می‌باشد و هر لایه با توجه به نوع معماری، از تعداد معینی نورون تشکیل شده است. پرسپترون چند لایه، معمولاً دارای یک لایه ورودی (متغیرهای مستقل)، یک یا چند لایه پنهان و یک لایه خروجی (متغیر وابسته یا متغیر هدف) می‌باشد. در این تحقیق از پرسپترون چهار لایه استفاده شد (۸ و ۲۵) (شکل ۲).



شکل ۱- نمایش یک پرسپترون و انطباق بخش‌های مختلف آن با یک سلول بیولوژیکی



شکل ۲- یک شبکه پرسپترون، متشکل از یک لایه ورودی، دو لایه پنهان و یک لایه خروجی

$$f(x) = \tanh x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad \text{معادله (۱):}$$

در شبکه‌های پرسپترون برای کم کردن خطا از قانون دلتا (حداقل میانگین مربعات خطا) استفاده می‌کنند که بر پایه مشتق جزئی استوار است. در این قانون، الگوریتم بازگشتی، با استفاده از اطلاعات محلی (نقطه به نقطه) در فضای بردارهای وزن، همواره در جهت کاهش شیب خطا عمل می‌کند (۱۱، ۲۰، ۲۸ و ۲۹)، معادلات (۲، ۳ و ۴).

$$E_i(n) = d_i^p(n) - y_i^p(n) \quad \text{معادله (۲):}$$

در معادله (۲)،  $E_i(n)$  مقدار خطای لایه  $i$  ام در تکرار  $n$  ام،  $d_i^p$  مقدار خروجی واقعی و  $y_j^p$  مقدار خروجی محاسبه شده می‌باشد.

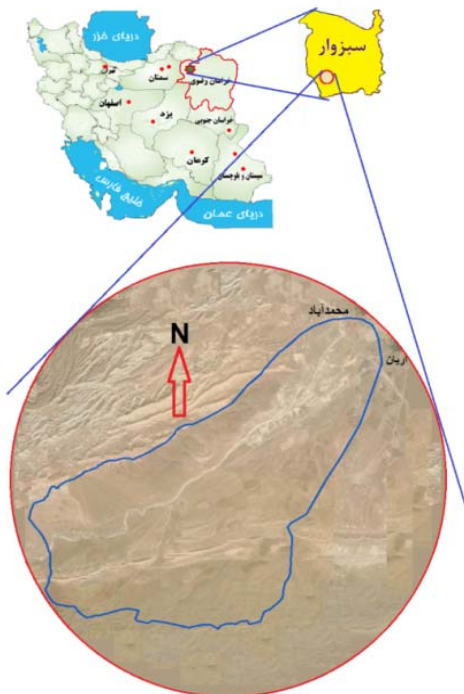
$$EP = \frac{1}{2} \sum_i^n (d_i^p - y_i^p)^2 \quad \text{معادله (۳):}$$

در معادله (۳)،  $EP$  میانگین مربعات خطا در هر تکرار می‌باشد. در روش بازگشتی خطا، با گرفتن مشتق جزئی از معادله (۳) مقدار  $\Delta w_{ij}$  به دست می‌آید که با اضافه کردن آن به وزن نورون‌های شبکه، خروجی مدل تصحیح می‌گردد. بدین ترتیب الگوریتم بازگشتی می‌تواند مطابق معادله (۴) وزن‌های مناسبی را برای هر پرسپترون انتخاب کرده و شبکه را آموزش دهد.

$$w_{ij}(n+1) = w_{ij}(n) + \eta \delta_i(n) x_j(n) + \alpha [w_{ij}(n) - w_{ij}(n-1)] \quad \text{معادله (۴):}$$

در معادلات (۴)،  $x_j$ ، متغیر مستقل،  $j$  (شماره لایه) و  $w_{ij}(n+1)$  تصحیح وزن بردار سلول بعدی در لایه  $i$  ام و  $w_{ij}(n)$  وزن می‌باشد که متأثر از تصحیح وزن سلول (ما قبل خود)  $w_{ij}(n)$  است.  $\delta_i$  تفاضل خروجی واقعی و محاسبه شده نورون می‌باشد که به خطای محلی معروف است.  $\eta$ ، اندازه گام و  $\alpha$ ، گشتاور، ضرایبی هستند که در مجموع میزان یادگیری پرسپترون را عهده‌دار بوده و حین آموزش به صورت آزمون و خطا تعیین می‌شوند (۷). گشتاور، باعث سرعت بخشیدن به همگرایی شبکه و پایداری وزن‌ها حین یادگیری می‌گردد و اندازه گام باعث می‌شود که

برای استفاده از شبکه عصبی، باید آن را آموزش داد. بدین معنا که ابتدا تعدادی مثال آموزشی متشکل از متغیرهای مستقل و وابسته به شبکه ارائه می‌گردد. این مثال‌ها که زوج‌های آموزشی نام دارند، اساس محاسبات و آموزش یک شبکه عصبی مصنوعی را تشکیل می‌دهد. در مرحله آموزش، ابتدا، متغیرهای مستقل، به نورون‌های لایه اول ارائه می‌شود؛ سپس هر یک از متغیرهای ورودی در یک عدد تصادفی در دامنه اعداد حقیقی ضرب و حاصل آن با یک مقدار تصادفی دیگر (عرض از مبدأ) (Bias) جمع می‌شود. چنانچه حاصل جمع نورون، برابر آستانه و یا بیشتر از آن باشد، نورون فعال شده و به لایه بعدی، سیگنال ارسال می‌کند در غیر اینصورت، نورون لایه بعد فعال نمی‌شود. مقدار آستانه بستگی به نوع تابع انتقال دارد. در این تحقیق از تابع تانژانت هیپربولیک (معادله ۱) استفاده گردید. تابع هیپربولیک، ابتدا خروجی نورون را در دامنه (۱- تا ۱+) استاندارد کرده و بعد آن را به نورون لایه بعدی انتقال می‌دهد. در شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه، از قانون آموزش رو به جلو استفاده می‌شود. در این نوع آموزش، خروجی لایه اول، بردار ورودی برای لایه دوم و خروجی لایه دوم، بردار ورودی برای لایه سوم و این روند ادامه یافته تا در نهایت رفلکس به لایه آخر برسد (۱۶). پس از ارائه تمامی مثال‌های آموزشی به شبکه، که در مجموع یک تکرار (Epoch) را تشکیل می‌دهد، خروجی محاسبه‌شده، با خروجی واقعی مقایسه شده و چنانچه اختلاف معنی‌داری بین دو عدد وجود داشته باشد، الگوریتم آموزشی به عقب برگشت کرده و در میسر برگشت وزن‌ها را اصلاح و مجدداً رو به جلو حرکت می‌کند. این عملیات می‌تواند چندین بار تکرار شود تا اینکه وزن‌های مناسب برای هر پرسپترون تعیین شود. یک شبکه خوب آموزش یافته، شبکه‌ای است که بردارهای وزن آن به نحوی تعیین شود که خروجی محاسبه شده با خروجی واقعی، کمترین اختلاف را داشته باشد و به عبارت دیگر مقدار خطا در حداقل باشد (۱).



شکل ۳- موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی عکس (گوگل ارث)  
(۲۰۱۳)

سپس اطلاعات فیزیوگرافی از روی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ (شکل ۴، الف) و متوسط شیب رویشگاه کندل به روش GIS محاسبه گردید. همچنین، اطلاعات اقلیمی منطقه، شامل میانگین درجه حرارت و متوسط بارش سالانه به روش رگرسیون با استفاده از روابط (۵) و (۶) به دست آمد.

$$\text{معادله (۵): } T = 23.5 - 0.0066X \quad R = -0.893$$

$$\text{معادله (۶): } P = 0.073X + 68.49 \quad R = 0.968$$

در معادله (۵) و (۶)،  $T$  متوسط دمای سالانه (درجه سانتیگراد)،  $P$  مقدار بارش سالیانه (میلیمتر) و  $X$  ارتفاع از سطح دریا (متر) می‌باشد. جدول ۱، متوسط عوامل فیزیوگرافی و اقلیمی زیستگاه کندل را نشان می‌دهد.

سپس در داخل تیپ گیاهی کندل، در امتداد ۸ ترانسکت، ۷۰ نقطه به روش تصادفی - سیستماتیک انتخاب و اطلاعات مربوط به خاک و نیز تراکم کندل برای هر نمونه،

الگوریتم در زمان جستجو برای یافتن کمترین شیب خطا در فضای وزن‌ها در حداقل‌های محلی گرفتار نشده و بتواند به کمترین شیب خطا دست یابد.

گاهی شبکه عصبی به جای یادگیری، داده‌ها را حفظ می‌کند. این کار باعث بروز خطای بیش برآزش می‌گردد (۲۲ و ۱۹). برای پیشگیری از این نوع اشتباه از راهکاری به نام اعتبارسنجی استفاده می‌شود. معمولاً حدود ۱۵ درصد از مجموع کل داده‌ها، طی مرحله آموزش به اعتبارسنجی شبکه اختصاص می‌یابد. این کار باعث می‌شود شبکه در مسیر آموزش که از طریق آزمون و خطا به دنبال یافتن وزن‌های صحیح می‌گردد از داده‌های واقعی اعتبارسنجی کمک گرفته تا مسیر خود را اصلاح کرده و به بی‌راهه نرود. پس از آموزش، لازم است شبکه آزمون شود. داده‌های آزمون که به داده‌های دیده نشده معروفند و حدود ۱۵٪ داده‌ها را تشکیل می‌دهد، حین آموزش از دید شبکه، پنهان بوده و پس از آموزش، وارد مدل می‌شود. این داده‌ها می‌توانند میزان همبستگی بین خروجی محاسبه شده با خروجی واقعی و نیز مقدار خطای حاصل از اختلاف دو مقدار فوق را نشان دهد. چنانچه خطای مرحله آزمون کم باشد و همبستگی قابل قبولی بین مقدار پیش‌بینی شده و خروجی واقعی برقرار باشد، می‌توانیم از مدل، برای پیش‌بینی اهداف تحقیق استفاده کنیم. در این تحقیق برای بررسی تأثیر تخریب مرتع بر نیازهای اکولوژیکی و تراکم گونه کندل از شبکه پرسپترون چند لایه که در مطالعات محیطی کارآمد می‌باشد، استفاده گردید. (۱۲ و ۱۸).

## مواد و روشها

در بهار سال ۱۳۹۳، منطقه‌ای به مساحت ۳۵۲۶ هکتار در ۶۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان سبزوار با مختصات جغرافیایی  $31^{\circ} 57'$  طول شرقی و  $41^{\circ} 35'$  عرض شمالی انتخاب و محدوده آن بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و عکس‌های گوگل ارث ترسیم شد (شکل ۳).

جمع‌آوری گردید. عمق نمونه‌گیری از خاک ۳۰ سانتیمتر (عمق نفوذ ریشه گیاه کندل) و نمونه‌ها پس از برداشت در آزمایشگاه مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. بدین ترتیب، متغیرهای مستقل شامل: (بافت خاک، EC، pH، SAR، N،

K، P، کاتیونها، ماده آلی، درصد آهک) و متغیر وابسته (تراکم گونه کندل) در ۷۰ تکرار جمع‌آوری گردید. در این تحقیق برای تحلیل داده‌ها از نرم افزار نروسولوشن نسخه ۵ (Neurosolution<sub>ver.5</sub>) استفاده شد.

جدول ۱- متوسط اطلاعات فیزیوگرافی و اقلیمی ۸ نقطه از زیستگاه تخریب‌شده گیاه کندل

متوسط بارش سالانه (mm)	متوسط درجه حرارت سالانه (°C)	شیب زمین (%)	ارتفاع از سطح دریا (m)
۱۷۱	۱۴/۲۲	۱	۱۴۰۶

داده‌های جمع‌آوری شده ابتدا وارد نرم‌افزار اکسل شده و پس از کنترل واحدها آماده انتقال به نرم‌افزار شبکه عصبی گردید. سپس داده‌ها توسط نرم‌افزار نروسولوشن فراخوان شده و از صفحه اکسل وارد نرم‌افزار شد. به دلیل اینکه شبکه‌های عصبی، در تحلیل داده‌ها از توابع ریاضی استفاده می‌کنند و همچنین واحد اندازه‌گیری متغیرهای مختلف یکسان نمی‌باشد، داده‌ها به نرمال تبدیل شدند (۷). در نرم افزار نروسولوشن، عملیات نرمال‌سازی بر اساس معادله (۷) انجام شد و داده‌ها در دامنه ۰/۰۵ تا ۰/۹۵ استاندارد شدند.

$$X = 0.9 \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} + 0.05$$

معادله (۷):

در این تحقیق، برای آموزش شبکه از ۷۰ درصد داده‌های جمع‌آوری شده (مثال‌های آموزشی) استفاده گردید. شروع آموزش، با اضافه کردن لایه‌های مخفی از یک تا ۴ لایه و با ثابت نگهداشتن سایر پیش فرض‌های شبکه انجام شد. پس از هر مرحله تغییر، با اجرای مدل مقدار خطا محاسبه شد. بدین ترتیب مشخص گردید که چند لایه مخفی برای مدل مناسب است. در گام بعد، تعداد نورون در هر یک از لایه‌های مخفی به دست آمد. برای تعیین تعداد نورون در هر یک از لایه‌های مخفی، با ثابت نگهداشتن بقیه پارامترهای شبکه، طی پنج مرحله، با افزایش و یا کاهش ۱۰ درصد تعداد نورون‌های لایه‌های مخفی، شبکه آزمایش شد و در نهایت کمترین مقدار خطا محاسبه گردید. بعد از تعیین تعداد نورون‌های لایه‌های مخفی، نوع تابع انتقال در لایه‌های مختلف با دو گزینه سیگموئید و تانژانت

هیپربولیک آزمون شد و مؤثرترین تابع انتقال، تعیین گردید. در مرحله بعد با تغییر اندک در پارامترهایی مانند گشتاور و اندازه گام، به روش آزمون و خطا، بهترین مدل شبکه عصبی با کمترین خطای ممکن به دست آمد. برای پیش‌گیری از ایجاد خطای بیش برآزش (۲۲ و ۱۹)، ۱۵ درصد از داده‌های جمع‌آوری شده، به اعتبارسنجی متقابل اختصاص داده شد. پس از تهیه مدل، برای اطمینان از درستی آن، با وارد کردن ۱۵ درصد داده‌ها (داده‌های دیده نشده) به مدل، شبکه مورد آزمون قرار گرفت و میزان همبستگی بین خروجی محاسبه شده با خروجی واقعی به دست آمد. همچنین بر روی متغیرهای مستقل، آنالیز حساسیت انجام شد و ارتباط هر یک از متغیرها با تراکم گیاه کندل در سطح اطمینان ۵٪ به دست آمد. در مرحله آخر، پس از آزمون مدل و اطمینان از صحت آن، از بخش مراتع تخریب‌شده منطقه مورد مطالعه، تعداد ۸ نمونه شامل متغیرهای مستقل، به صورت تصادفی-سیستماتیک جمع-آوری گردید. اولین نمونه مربوط به ابتدای حوزه و ۷ نمونه دیگر به سمت جنوب غربی منطقه، به فواصل یک کیلومتر از یکدیگر برداشت گردید (شکل ۴، ب) و (جدولهای ۲).

## نتایج

نتایج نشان داد، از مجموع ۱۰۰۰ تکرار آموزشی در بخش تعلیم شبکه، کمترین میزان خطای آموزش شبکه از تکرار ۸۹۰ به دست آمد؛ ولی از نظر اعتبار سنجی، بهترین آموزش شبکه در تکرار بیستم اتفاق افتاد، بنابر این تکرار

بیستم به عنوان بهترین مدل آموزشی انتخاب شد (جدول ۳).

همچنین بر اساس معماری شبکه (جدول ۴)، نمودار همبستگی بین مقادیر خروجی واقعی و خروجی شبیه-

سازی شده در بخش آموزش، نشان داد که شبکه پرسپترون ۴ لایه، از دقت قابل قبولی برای پیش‌بینی تراکم گونه کندل در اراضی تخریب شده برخوردار است ( $r = 0.99$ ) (شکل ۵).

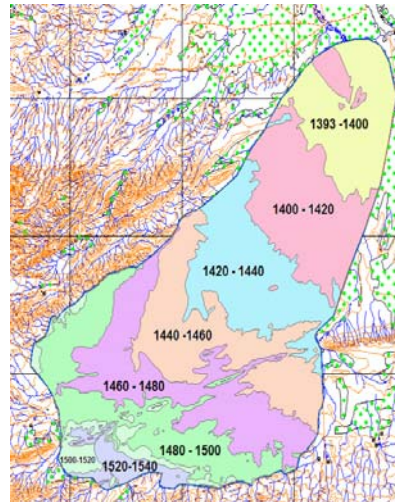
جدول ۲- اطلاعات مربوط به خاک، از ۸ نقطه زیستگاه تخریب شده گیاه کندل

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک										
شماره نمونه	بافت*	pH	EC <sub>(ds/m)</sub>	Cations	SAR	%CaCO <sub>3</sub>	%N	P(ppm)	K(ppm)	%OM
۱	۲	۸	۱/۷۵	۱۷/۳	۲/۳	۲۷	۰/۰۱۲	۱/۵	۵۰	۰/۱
۲	۱	۸/۱	۱/۷۱	۱۷	۴/۳	۲۷/۵	۰/۰۱۵	۱/۸	۴۰	۰/۱۲
۳	۲	۸/۰	۰/۸	۶/۹	۰/۱۶	۲۹/۶	۰/۰۱۲	۲/۲	۳۳۵	۰/۲
۴	۲	۸	۰/۶۶	۵/۸	۰/۳۶	۳۴/۵	۰/۰۲۵	۲/۵	۴۱۷	۰/۲
۵	۲	۸	۰/۶۳	۶/۲	۰/۱۲	۳۳/۷۵	۰/۰۲۰	۲	۴۲۸	۰/۱۶
۶	۳	۷/۹	۰/۷۸	۷/۶	۰/۲۱	۲۵/۵	۰/۰۱۵	۲	۳۵۰	۰/۱۸
۷	۳	۸/۱	۰/۶۱	۵/۸	۰/۳۶	۳۵/۸	۰/۰۳۳	۲/۷	۴۳۹	۰/۲۱
۸	۳	۸/۱	۰/۵۶	۵/۴	۰/۶۱	۳۵/۵	۰/۰۲۷	۲	۴۷۰	۰/۲

\*: (۱=شنی، ۲=شنی-لومی، ۳=لومی-شنی، ۴=لومی)



(ب)



(الف)

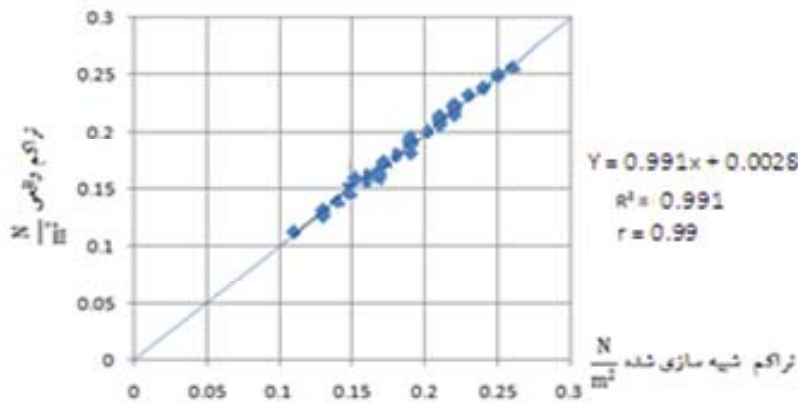
شکل ۴- محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه توپوگرافی (الف); نقاط نمونه‌گیری بر روی عکس گوگل ارث (ب)

جدول ۳- آنالیز خطا زمان آموزش شبکه

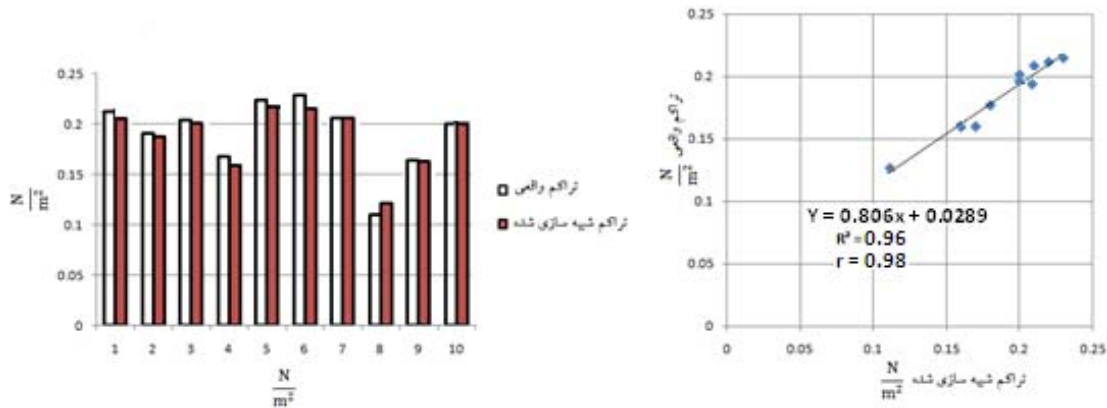
اعتبارسنجی شبکه	آموزش شبکه	-
۲۰	۸۹۰	تکرار
۰/۰۰۲۴۳۲۳۹۰	۰/۰۰۰۰۰۰۶۵۴۰۲۶	حداقل خطا
۰/۰۴۴۰۲۶۳۳	۰/۰۰۰۰۰۰۲۳۷۸۳۳	خطای نهایی

جدول ۴- معماری شبکه پرسپترون برای آموزش شبکه

تعداد مثال	گشاور	اندازه گام	تابع فعال کننده	تعداد نرون	لایه‌ها
آموزشی (۵۰)	۰/۷	۱/۱۷	-	۱۴	لایه ورودی
اعتبارسنجی (۱۰)	۰/۷	۱/۱۷	تانژانت هیپربولیک	۸	لایه پنهان اول
آزمون (۱۰)	۰/۷	۰/۱۱۷	تانژانت هیپربولیک	۷	لایه پنهان دوم
-	۰/۷	۰/۰۱	تانژانت هیپربولیک	۱	لایه خروجی



شکل ۵- همبستگی بین خروجی واقعی و شبیه‌سازی شده در بیستمین تکرار آموزشی



شکل ۶- همبستگی بین خروجی واقعی و شبیه‌سازی شده در بخش آزمون شبکه ( $r=0.97$ )

جدول ۵- خطای حاصل از خروجی شبیه‌سازی شده و خروجی واقعی

در بخش آزمون	
پارامترهای مربوط به آزمون شبکه	-
حدافل مربعات خطا ( $MSE$ )	۰/۰۰۰۰۹۵۰۸۹
حدافل مربعات خطای نرمال شده	۰/۰۷۱۱۲۷۷۵۱
حدافل خطای مطلق	۰/۰۰۰۱۰۰۸۲۳
حداکثر خطای مطلق	۰/۰۰۹۶۲۵۷۸۵۰

همچنین بیشترین همبستگی تراکم کندل با متغیرهای شوری ( $EC$ )، آنیونها/کاتیونها، پتاسیم، بافت خاک و کمترین آن با قلیائیت مشاهده شد (جدول ۶). به عبارت

در بخش آزمون شبکه، نتایج نشان داد که اختلاف بین خروجی واقعی و خروجی شبیه سازی شده، بسیار اندک بوده، بنابراین، مدل به دست آمده برای برآورد تراکم کندل، در اراضی تخریب شده منطقه مورد مطالعه مناسب است، (جدول ۵) و (شکل ۶).

نتایج حاصل از آنالیز خصوصیات خاک، توسط مدل شبکه عصبی نشان داد که تراکم کندل، با متغیرهای SAR، آنیونها / کاتیونها و  $EC$  همبستگی منفی و با سایر متغیرهای مستقل، همبستگی مثبت دارد.

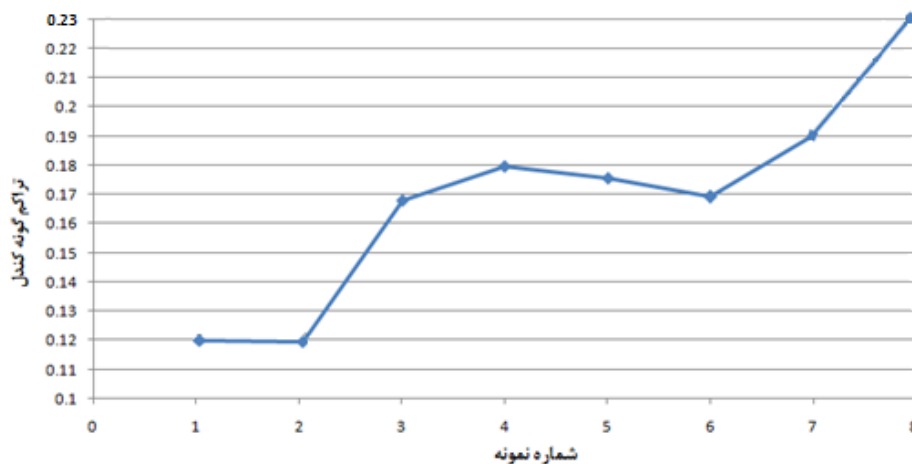
\* و *ns* به ترتیب معنی دار و غیر معنی دار در سطح ۵ درصد را نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از پیش‌بینی مدل، در اراضی تخریب شده مرتعی نشان داد که تخریب مرتع بر تراکم کندل تأثیرگذار بوده و تراکم کندل از نمونه شماره ۱ تا نمونه شماره ۸ یک روند افزایشی از خود نشان می‌دهد (شکل ۷). مطابق نمودار شکل ۷، کمترین مقدار تراکم گیاه کندل (۰/۱۲) در متر مربع) مربوط به نمونه شماره یک و بیشترین مقدار آن با (۰/۲۳) در متر مربع) برای نمونه شماره ۸ برآورد گردید. این مطلب حاکی از آن است که هر چه مدت زمان تخریب مرتع بیشتر باشد، احتمال حضور گونه کندل کاهش می‌یابد (شکل ۸). به عبارت دیگر، نمونه شماره ۱، که بیش از ۴۵ سال از زمان تخریب آن می‌گذرد نسبت به نمونه شماره ۸، که مراتع آن طی ۳ سال اخیر تخریب شده است یک کاهش ۵۲ درصدی از خود نشان می‌دهد. این کاهش تراکم گیاه کندل، در اراضی تخریب شده قدیمی، گویای این واقعیت است که هر چه اراضی مرتعی، مدت بیشتری تحت تنش ناشی از شخم قرار گیرند، گسستگی بیشتری بین اجزای اکوسیستم بوجود می‌آید تا جایی که بردباری گونه نسبت به دگرگونی عوامل محیطی کاهش یافته و در صورت افزایش و تداوم تنش ناشی از شخم اراضی، گیاه مجبور به ترک منطقه و مهاجرت اجباری می‌گردد.

دیگر، هرچه ماده آلی، پتاسیم، فسفر، نیتروژن و آهک خاک افزایش یابد احتمال حضور گیاه کندل و تراکم آن افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، عواملی مانند، افزایش کاتیونها، SAR، شوری (EC) و قلیائیت خاک باعث کاهش تراکم گونه کندل می‌گردد. در این میان بافت خاک تأثیر زیادی بر تراکم گیاه کندل دارد. هر چه بافت خاک متعادل‌تر باشد (شنی - لومی) برای رویش گیاه کندل مناسب‌تر است. از طرف دیگر نتایج آزمون آنالیز حساسیت گویای آن است که هر چند همبستگی متغیرهایی مانند فسفر، نیتروژن، آهک و قلیائیت با تراکم گیاه کندل در سطح اطمینان ۵٪ معنی دار نمی‌باشد؛ ولی در کنار هم نقش هم‌افزایی داشته و در پیش‌بینی تراکم کندل دخالت دارند.

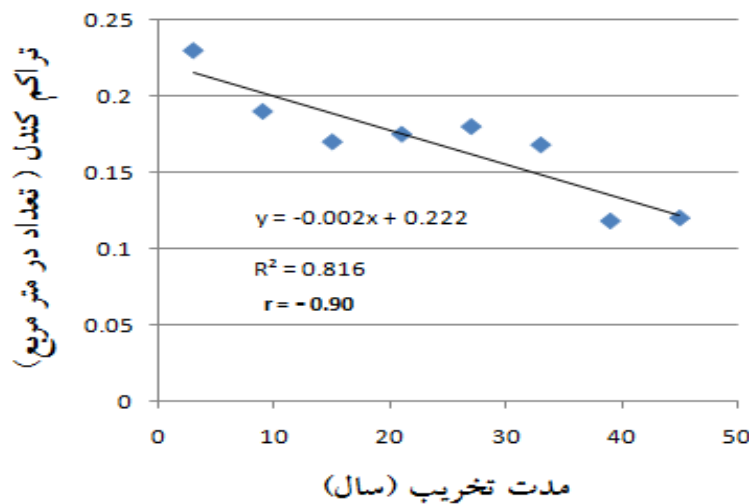
جدول ۶- همبستگی بین متغیرهای مستقل با تراکم پیش‌بینی شده گیاه

متغیرهای مستقل	متغیر وابسته (تراکم کندل)
ماده آلی	$r = 0.87^*$
پتاسیم	$r = 0.95^*$
فسفر	$r = 0.59^{ns}$
نیتروژن	$r = 0.61^{ns}$
آهک	$r = 0.66^{ns}$
SAR	$r = -0.80^*$
آنیونها/کاتیونها	$r = -0.92^*$
EC	$r = -0.93^*$
pH	$r = 0.04^{ns}$
بافت خاک	$r = 0.80^*$



شکل ۷- روند تأثیر تخریب اراضی مرتعی، بر تراکم گیاه کندل، در ۸ نقطه از اراضی مرتعی تخریب شده





شکل ۸- همبستگی بین مدت تخریب اراضی مرتعی و تراکم کندل

## بحث

است، در صورت اعمال عملیات قرق توام با بذریاشی احتمال بازگشت گونه و استقرار مجدد آن وجود دارد. از آنجایی که گیاه کندل، یک گونه مقاوم به خشکی می‌باشد؛ از این رو حفظ و تکثیر آن در مناطق خشک و نیمه خشک ایران به عنوان یک گونه مهم دارویی مفید و ضروری می‌باشد (۴). به طور کلی نتایج این تحقیق مؤید این واقعیت است که تغییر کاربری زمین، یک فرایند پیچیده است که کلیه پارامترهای اکوسیستم را تحت تأثیر قرار داده و در دراز مدت اثرات زیانباری بر اکوسیستم‌های طبیعی می‌گذارد (۳۳ و ۱۵). از سوی دیگر، باید اذعان کرد که هر چند مطالعات کیفی می‌تواند تغییرات پوشش گیاهی ناشی از تغییر کاربری اراضی مختلف را با یکدیگر مقایسه کند؛ اما قادر به برآورد کمی پتانسیل زمین، برای رویش گیاهان نمی‌باشد. از این رو، ضروری به نظر می‌رسد، در کنار شاخص‌های کیفی از مدل‌های کمی برای شناخت مشکلات ناشی از تغییر کاربری اراضی مرتعی و تأثیر آن بر اکوسیستم‌های مرتعی و مدیریت بهتر اراضی تخریب‌شده استفاده کرد (۱۴ و ۲۷).

در رابطه با تأثیر تغییر کاربری اراضی مرتعی بر پوشش گیاهی، مطالعات کیفی زیادی گزارش شده است. در همین خصوص، مطالعات دیگر محققان، حاکی از آن است که تخریب اراضی مرتعی و تغییر کاربری آنها به کشاورزی، باعث حذف پوشش گیاهان بومی (۵ و ۳۱)، تغییر ترکیب گیاهی (۲)، ایجاد فرسایش و جابجایی املاح خاک (۱۵)، ۳۰، ۲۴ و ۵)، کاهش نگهداری آب در خاک (۳۰)، کاهش ماده آلی خاک (۳۰، ۵ و ۳۳)، ایجاد سله و به هم خوردن ساختمان خاک (۵)، کند شدن سیستم هیدرولوژیک خاک، کاهش فعالیت میکروبی و شور شدن خاک (۱۵)، هدررفت کربن خاک و افزایش دی اکسید کربن هوا (۲۱ و ۳۳) می‌گردد. همچنین طی یک تحقیق که بر روی اراضی تخریب شده با قدمت ۵۰ ساله انجام شد؛ معلوم گردید که طولانی بودن مدت زمان تخریب، باعث تغییر بافت و کاهش قطر خاکدانه‌های خاک می‌گردد (۹). با توجه به پیش‌بینی گونه کندل، در زیستگاه تخریب شده، می‌توان امیدوار بود، اراضی که مدت زمان زیادی از عمر تخریبی آنها نگذشته

## منابع

۲- زارع چاهوکی، م.، حسینی، م. و طویلی، ع. ۱۳۹۴. بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات تنوع گونه‌ای در مراتع طالقان میانی (مطالعه

۱- جورابیان، م. و زارع، ط. ۱۳۸۴. شبکه های مصنوعی. اهواز. مرکز نشر دانشگاه شهید چمران.

- ۵- مصداقی، م، و قبادی، م. ۱۳۸۹. بررسی اثرات فعالیت‌های مدیریتی بر روی ساختار و عملکرد اکوسیستم مرتع (مطالعه موردی: مراتع استپی رودشور)
- ۶- مظفریان، و. ۱۳۶۲. خانواده چتریان در ایران (کلید شناسایی و پراکنش). انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.
- ۷- منهای، م. ب. ۱۳۷۷. مبانی شبکه‌های عصبی. چاپ اول. تهران. مرکز نشر پرفسور حسابی.
- ۸- منهای، م. ب. ۱۳۸۱. مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی)، جلد اول. دانشگاه صنعتی امیرکبیر. ۷۱۵ ص.
- موردی: مراتع اطراف روستای وشته). مجله پژوهشهای گیاهی (زیست شناسی ایران)، ۲۸ (۲): ۳۱۵-۳۰۷.
- ۳- زرگری، ع.، ۱۳۷۱. گیاهان دارویی. جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، چاپ ششم. ۹۴۲ صفحه.
- ۴- صالحی شانجانی، پ.، ایزدپناه، م.، فلاح حسینی، ل.، رمضانی یگانه، م.، رسول‌زاده، ل.، کاوندی، آ.، سردابی، ف.، پهلوانی، م.، امیرخانی، م. و سیدیان، س.ا. ۱۳۹۴. مقایسه تنش خشکی بر تنظیم اسمزی، پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز و پیگمانها در نمونه‌های بذری مختلف بابونه کاذب و بابونه زرد *Tripleurospermum servanese* و *Anthemis tinctoria* بانک ژن منابع طبیعی ایران. مجله پژوهشهای گیاهی (زیست شناسی ایران)، ۲۴ (۱): ۱۳۹-۱۲۶.
- 9- Ajami, M. 2007. Soil quality attributes micropedology and clay mineralogy as affected by land use change and geomorphic position on some loess-derived soils in eastern Golestan Province, Agh-Su watershed. M.Sc. Thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 191p. (In Persian).
- 10- Arbelaez, F., and Bouten, W. 2005. Applications of Artificial Neural Networks in Ecology A critical review of the used techniques. Institute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics Faculty of Science Universiteit van msterdam, 27pp.
- 11-Baldi P. 1995. Gradient descent learning algorithm overview: a general dynamical systems perspective. IEEE Trans Neural Networ. 6(1):182 – 195
- 12-Baughman, D.R., Liu, A., 1990. Neural Networks in Bioprocessing and Chemical Engineering. Academic Press, New York.
- 13-Bradshaw, C.J.A., Davis, L.S., Purvis, M., Zhou, Q., and Benwell, G.L. 2002. Using artificial neural networks to model the suitability of coastline for breeding by New Zealand fur seals (*Arctocephalus forsteri*).-Ecological modelling 148 (2002): 111-131.
- 14-Caldwell, LK. 1998. The National Environmental Policy Act: an agenda for the future. Bloomington, IN: Indiana University Press;
- 15-Celik, 2005. Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey, Soil and Tillage Research 83: 270-277.
- 16-Chelani, A. B., R. C. V. Chalapati, K. M. Phadke, and M. Z. Hasan. 2002. Prediction of sulphur dioxide concentration using artificial neural networks. Environ. Modell. Softw. 17:161-168.
- 17-Emadi M., Baghernejad, M. and Memarian, H.R. 2008. Effect of land-use change on soil fertility characteristics within water-stable aggregates of two cultivated soils in northern Iran, Journal of Applied Sciences 8(3): 496-502.
- 18-Gardner, M.W., Dorling, S.R. 1998. Artificial neural network (the multilayer perceptron)—a review of applications in the atmospheric sciences. Atmos. Environ, 32, 2627-2636.
- 19-Govindaraju, R. S. (2000a). Artificial neural network in hydrology, I preliminary concepts. Journal of Hydrologic Engineering, 5(2), 115-123.
- 20-Graupe D. 2007. Principles of artificial neural networks. 2nd ed. Singapore Singapore: (Advanced series on circuits and systems; vol. 6) World Scientific.
- 21-Hajabbasi, M. A. and A. A. Zolfaghari. 2006. Effects of changing pasture to arable land on moisture release curve in soils of southwest Isfahan. International Conference on Preferential flow and transport processes in soil, 4-9 November, 2006 Centro Stefano Franscini, Monte Verità Ascona, Switzerland
- 22-Haykin, S., 1991. Neural Networks: A Comprehensive Foundation Prentice Hall Inc., Engle wood, pp. 213-214
- 23-Jalili, A. and Jamzad, Z., 1999. Red data book of Iran, first ed, Research Institute of Forests and Rangelands, Ministry of Jihad-e Sazandegi, Iran, pp 657-669.

- 24-Ludwig, D, Tongway, D, Freudenberg, D, Noble, Hodgkinson, D.1997. Landscape ecology and management, principle of Australia, s rangeland. CSIRO publication. Pp, 123.
- 25-Menhaj, M.B., 2001. Computational intelligence, fundamentals of neural networks. 2nd ed., Amir Kabir University of Technology, Tehran: Iran (In Persian).
- 26-Park, Y.S., Céréghino, R., Compin, A., and Lek, S. 2003a. Applications of artificial neural networks for patterning and predicting of aquatic insect species richness in running waters, *Ecological Modelling* 160(2003):265-280.
- 27-Pellant, M., Pyke, D., Shaver, P., and Herrick, J. 2005. Interpreting Indicators of Rangeland Health, Version 4, Printed Materials Distribution Service, BC-652. USA, pp136.
- 28-Principe JC, Euliano NR, Lefebvre WC. 2000. Neural and adaptive systems: fundamentals through simulations. New York: Wiley
- 29-Principe JC, Lefebvre WC, Lynn G, Fancourt C, Wooten D. 2007. NeuroSolutions – documentation the manual and on-line help
- 30-Rezaei, S. At, H. Arzani, D. Tongway. 2005. Assessing rangeland capability in Iran using landscape function indices based on soil surface attributes. *Journal of Arid Environments* (in press).
- 31-Tongway, David and Ludwig, John. 2002. Reversing Desertification in Rattan Lal (ED) *Encyclopaedia of Soil Science*. Marcel Dekker, New York.
- 32-Wijk, M.T., and Bouten, W. 1999. Water and carbon fluxes above European coniferous forest modelled with artificial neural networks. *Ecological Modelling*, 120(1999): 181-197.
- 33-Zolfaghri, A.A., and Hajabbasi, M. 2008. The effects of land use change on physical properties and water repellency of soils in Lordegan forest and Freidunshar pasture. *Journal of Water and Soil*, 22 (2): 55-61

# Prediction of *Dorema ammoniacum* density in degraded rangelands with using Neural Network

Ghasemi-Arian A.<sup>1</sup>, Rezvani-Moghaddam P.<sup>2</sup>, Naseripour-Yazdi M.<sup>2</sup>, Mesdaghi M.<sup>3</sup> and Ghorbani R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agroecology Dept., Ferdowsi University (International campus), Mashhad, I.R. of Iran

<sup>2</sup> Agroecology Dept., College of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, I.R. of Iran

<sup>3</sup> College of Natural Resources, Ferdowsi University, Mashhad, I.R. of Iran

## Abstract

The *Dorema ammoniacum* of Apiaceae family is a medicinal, and forage species that wide range of its habitats have been destroying since last 4 decades. At southwest of Sabzevar, was conducted a study for predicting the Kandal density in degraded lands by neural network model in 2014. Independent variables consist of (soil texture, EC, pH, SAR, N, P, K, cations, organic matter and lime) and the dependent variable was Kandal density. After drawing the rangeland border on topographical map and satellite photo, we collected 70 systematic-random samples consisted of independent variables and the dependent variable from Kandal habitat. Of this number, 50 samples for training, 10 samples for cross validation and 10 samples for testing were assigned. Then 8 samples were collected from the degraded rangeland and they input to the model. The results showed that Kandal plant has no even relation with all of environmental agents, and Plant density correlated with EC (-93%), potassium (95%), cations (-92%), SAR (-79%), soil texture (80%), and alkalinity (4%). the least Kandal density with  $0.12/m^2$  belonged to degraded rangelands that they plowed over the past 45 years, and the most plant density with  $0.23/m^2$  belonged to degraded rangelands that they have plowed since 3 years ago too. The prediction of the Kandal density showed that the more intense destruction rangeland is increased, the more dispersal will be created in soil agents, and this gradually resulted in migration and extinction of kanal in the future.

**Key words:** *Dorema ammoniacum*, degraded lands, neural network