

## الگوسازی مطلوبیت رویشگاه گیاه آگروپایرون (*Agropyron intermedium*) با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) (مطالعه موردی: مراتع طالقان میانی)

محبوبه عباسی و محمدعلی زارع چاهوکی\*

کرج، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۱۰

### چکیده

گونه *Agropyron intermedium* از گندمیان مرغوب و با ارزش مرتعی است که اهمیت زیادی در حفاظت خاک و تولید علوفه دام‌ها دارد. تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) یک روش چند متغیره برای مطالعه توزیع جغرافیایی گونه‌ها تنها در مقیاس داده‌های حضور و عوامل محیطی است. با توجه به هدف اطلاعات پوشش گیاهی و عوامل رویشگاهی شامل اقلیم، خاک، پستی و بلندی و زمین‌شناسی جمع‌آوری شد. نمونه‌برداری در تیپ‌های گیاهی به روش تصادفی-سیستماتیک از طریق پلات گذاری در امتداد سه تراپرش ۱۵۰ متری انجام شد. سطح پلات‌ها با توجه به نوع گونه‌های موجود به روش حداقل سطح و تعداد آنها نیز ۱۵ پلات در امتداد هر ترانسکت تعیین شد. در ابتدا و انتهای هر ترانسکت یک پروفیل حفر و تا عمق ۳۰ سانتی‌متر نمونه خاک برداشت شد. در آزمایشگاه خصوصیات خاک شامل درصد سنگریزه، اسیدیته خاک، هدایت الکتریکی، بافت خاک، درصد ماده آلی، درصد آهک، عناصر شیمیایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و ارائه نقشه عوامل محیطی از روش‌های زمین-آماراستفاده شد. با وارد کردن لایه‌های اطلاعاتی به نرم‌افزار Biomapper و اجرای تجزیه‌های آماری مورد نیاز، نقشه مطلوبیت رویشگاه گونه مورد بررسی تهیه شد. با توجه به نتایج، مطلوبیت رویشگاه گونه *A. intermedium* در منطقه و در ارتفاعات (حدود ۲۵۵۰ متر)، شیب بالا (حدود ۴۵ درصد)، ماده آلی بالا (۳-۲ درصد)، آهک پایین (حدود ۵ درصد) و بافت خاک سنگین (نوع‌علوم رسی) بیشتر است. درستی مدل با استفاده از شاخص بویس ۸۴ درصد تعیین شد و ضریب کاپای به دست آمده از تطبیق نقشه پیش‌بینی با واقعیت زمینی نیز ( $kappa=0.76$ ) دقیق بودن نتایج مدل را تأیید می‌کند. افزون بر آن نتایج این بررسی نشان می‌دهد که این گونه دارای حد بردباری متوسطی نسبت به متغیرهای محیطی مورد بررسی در تحقیق می‌باشد و نیز گونه‌ای کم‌تر تخصصی است که توان تحمل زندگی در دامنه‌ای از متغیرهای محیطی را در منطقه مورد مطالعه دارد.

واژه های کلیدی: تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA)، نقشه مطلوبیت رویشگاه، *Agropyron intermedium*

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۲۶۳۲۲۴۹۳۱۳، پست الکترونیکی: Mazare@ut.ac.ir

### مقدمه

می‌کند. در ارتفاعات، کوهستان‌های شرق، شمال، شمال غربی و غرب ایران دیده می‌شود. این گیاه در حاشیه زمین‌های کشاورزی و در ناحیه ایرانی تورانی گسترش دارد. از مزایای این گیاه می‌توان به تولید بذر زیاد، قدرت زیاد جوانه زدن،

گونه *Agropyron intermedium* از گندمیان مرغوب و با ارزش با فصل رشد سرد و شکل زیستی تروفیت است که اهمیت زیادی در حفاظت خاک و تولید علوفه دام‌ها دارد. در کشور با پراکندگی نسبتاً زیاد و با گستره رویشی کم رشد

اهوازی و همکاران (۲۰۱۲)، در پژوهشی با استفاده از روش ENFA رویشگاه بالقوه گونه گیاهی *Eurotia ceratoides* C.A.M. (L.) را در مراتع شمال شرق سمنان الگوسازی کردند. نتایج نشان داد که گونه اروشیا در مناطقی با اسیدیته ۷٫۸-۸، هدایت الکتریکی ۰/۲۶-۰/۱۷ دسی‌ریمنس بر متر، بافت خاک سیلتی شنی و ارتفاع از سطح دریا ۱۶۰۰-۲۲۰۰ متر پراکنده شده است. محققان با هدف حفاظت از گیاه دارویی *Ferula ovina* Boiss. در منطقه اصفهان رویشگاه این گونه را با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناسی الگوسازی کردند. نتایج آنالیز انفا نشان داد که مهمترین عوامل در تعیین رویشگاه پتانسیل گونه کما عوامل درصد رس خاک، رطوبت اشباع و هدایت الکتریکی خاک بوده است. مقادیر حاشیه‌گرایی و تخصص‌گرایی نیز نشان داد که گونه کما در منطقه اصفهان دامنه باریکی از شرایط محیطی را تحمل می‌کند (۱۸). پژوهشگران دیگری رویشگاه بالقوه گونه گیاهی گون سفید *Astragalus gossypinus* Fischer را در منطقه غرب اصفهان با استفاده از روش ENFA الگوسازی کردند نتایج نشان داد که متغیرهای درصد سنگریزه، مقدار پتاسیم، رطوبت اشباع، هدایت الکتریکی و بارندگی سالانه مهم‌ترین عوامل در انتخاب رویشگاه گون سفید در منطقه مورد مطالعه بوده است (۱۶). محققانی نیز با استفاده از تحلیل عامل آشیان اکولوژیک رویشگاه گونه *Campuloclinium macrocephalum* را الگوسازی کردند (۳۴). با وجود گسترش زیاد گونه *A. intermedium* در مناطق مختلف کوهستانی و نیمه استپی کشور تاکنون پژوهش‌های کاملی روی این گونه انجام نشده است، بنابراین لازم است که برای پرورش و به‌کارگیری این گونه مهم مرتعی با توجه به خوشخوراکی مطلوب و تولید بالای این گونه گیاهی و اهمیت آن در مسائل حفاظت خاک و مدیریت مرتع و حوزه آبخیز شناخت کاملی نسبت به رویشگاه‌های بهینه این گونه

استقرار سریع و آسان و نیز رشد سریع بهاره اشاره نمود (۱). همچنین در خاک‌های حاصلخیز با زهکشی خوب و رطوبت مناسب، علوفه زیادی تولید نموده و ارتفاع آن تا ۱۲۰ سانتیمتر نیز می‌رسد. گونه‌ای خوشخوراک که به‌ویژه تا قبل از به بذر نشستن با میل و رغبت مورد چرای انواع دام‌ها، به-خصوص گاو قرار می‌گیرد (۲۱). در اقلیم نیمه‌خشک و سرد و همچنین کوهستانی، می‌تواند رشد کند و برای مرتعکاری در مراتع نیمه استپی ایران مناسب می‌باشد.

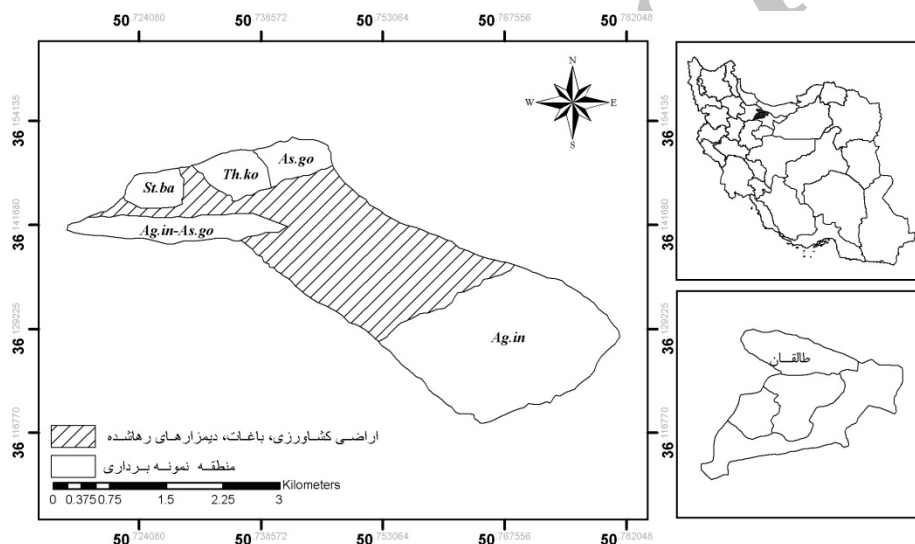
تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی ( Ecological Niche Factor Analysis=ENFA ) یک مدل‌های آماری است که بوسیله نرم‌افزار Biomapper اجرا می‌شود (۲۳) و می‌توان توسط آن نقشه مطلوبیت رویشگاه ساخت. این رویکرد از داده‌های حضور گونه و متغیرهای زیستگاهی جهت تعیین آشیان بوم شناختی گونه استفاده می‌کند. اصول کار این روش مشابه آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی ( Principle Component Analysis=PCA ) می‌باشد و متغیرهای محیطی که در پراکنش گونه تاثیرگذار هستند به تعداد کمی فاکتورهای متعامد و غیرهمبسته تبدیل می‌شوند. با این تفاوت که در روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی، عامل‌ها یا استخراج شده از نظر بوم‌شناختی معانی ویژه‌ای دارند. اولین عامل، عامل حاشیه‌گرایی (Marginality) است و بیان می‌دارد که حد بهینه گونه مورد مطالعه در چه فاصله‌ای از حد میانگین زیستگاه مورد بررسی قرار دارد. عامل‌های بعدی نیز شامل عامل تخصص‌گرایی (Specialization) بودن گونه هستند که به ترتیب از دومین فاکتور تا آخرین فاکتور اطلاعات موجود در آنها بتدریج کاهش می‌یابد. این فاکتورها وسعت آشیان بوم‌شناختی گونه مورد نظر را نسبت به متغیرهای مستقل زیست‌محیطی نشان می‌دهند (۲۴ و ۳۵). بدلیل صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینه پژوهشگران زیادی در تحقیقات خود از این روش استفاده کردند (۹، ۳۲، ۳۳، ۳۸ و ۴۰). خلاصی

موقعیت جغرافیایی  $50^{\circ} 36' 43''$  تا  $50^{\circ} 53' 20''$  طول شرقی و  $36^{\circ} 5' 19''$  تا  $36^{\circ} 19' 19''$  عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع منطقه از سطح دریا ۳۰۰۰ متر و حداقل آن ۱۸۰۰ متر است. متوسط بارندگی منطقه در حدود ۵۰۰ میلی-متر و اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه ارتفاعات سرد(نیمه مرطوب سرد و مرطوب سرد)، بر اساس روش دومارتن فراسرد ارتفاعی (مدیترانه‌ای، نیمه‌مرطوب، مرطوب، خیلی-مرطوب) و به روش گوسن سرد محاسبه شد. شکل ۱ موقعیت منطقه را در استان البرز نشان می‌دهد.

با استفاده از روش‌های نوین و کارآمد داشت. با توجه به این مطالب هدف از این بررسی تعیین مطلوبیت رویشگاه گونه *A. intermedium* و عوامل مؤثر بر مطلوبیت رویشگاه آن، تعیین دامنه آشیان بوم‌شناختی این گونه گیاهی و بررسی امکان بکارگیری فن ENFA در امر مدیریت گونه‌های گیاهی ایران بوده است.

## مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه در حوزه آبخیز طالقان (شمال غربی استان البرز) در بخش میانی حوزه با وسعت  $37977/12$  هکتار و با



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان البرز و کشور

طول مهمترین شیب محیطی مستقر شد و در طول هر ترانسکت ۱۵ پلات با فاصله ۱۰ متری از یکدیگر قرار داده شد. سطح پلات‌ها با استفاده از روش حداقل سطح و تعداد پلات‌ها با استفاده از روش آماری تعیین شد.

در هر تیپ رویشی با توجه به تغییرات پوشش گیاهی و عوامل محیطی و به صورتی که نمونه‌برداری در کل منطقه همگن باشد، در شش پلات از پلات‌های نمونه‌برداری پروفیل حفر شده و نمونه‌برداری از خاک تا عمق ریشه‌دوانی گونه‌های غالب (حدود ۳۰-۰ سانتی‌متر) انجام شد. بر اساس

به منظور بررسی رابطه بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی و تهیه نقشه پیش‌بینی توزیع مکانی، نقشه پوشش گیاهی منطقه در مقیاس  $1/25000$  تهیه شد. بر اساس روش فلورستیک در محدوده منطقه مطالعاتی پنج تیپ رویشی *Th.ko*، *Ag.in*، *St.ba*، *As.go* و *Ag.in-As.go* تشخیص داده شد. نمونه-برداری در هر تیپ رویشی در منطقه‌ای که از هر لحاظ معرف خصوصیات کل تیپ باشد، به صورت تصادفی سیستماتیک صورت گرفت؛ به صورتی که در هر تیپ رویشی ۴۵ پلات یک متر مربعی در امتداد ۳ ترانسکت ۱۵۰ متری در

وزن‌دار ناریب نقشه خصوصیات خاک مورد نظر تهیه شد. بعد از تکمیل اطلاعات با توجه به هدف تحقیق برای الگوسازی پراکنش مکانی گونه‌های مورد بررسی از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در نرم‌افزار Biomapper4 استفاده شد. این نرم‌افزار این قابلیت را دارد که وضعیت تمام متغیرها را در تمامی نقاط حضورگونه با یکدیگر مقایسه کند و در نهایت مطلوب‌ترین وضعیت را در نظر گرفته و بخش‌هایی از منطقه را بعنوان بهترین رویشگاه برای گونه مورد نظر به صورت نقشه ارائه دهد. لایه‌های وارد شونده به آنالیز ENFA در نرم‌افزار Biomapper4 به شکل لایه‌های رستری می‌باشند که به دو دسته کلی قابل طبقه‌بندی هستند:

۱- Species map: موقعیت‌های جغرافیایی حضور گونه‌های گیاهی که بصورت یک نقشه بولی آماده شد. در این نقشه به نقاط حضور گونه کد یک و نقاط عدم حضور گونه کد صفر داده شد.

۲- Ecogeographic maps: این نقشه‌ها شامل اطلاعات متغیرهای مستقل رویشگاهی هستند که حضور یا عدم حضور گونه به آنها بستگی دارد.

مراحل اجرای این مدل که برای تهیه نقشه مطلوبیت رویشگاه گونه *A. intermedium* در نرم‌افزار Biomapper به اجرا در آمد به ترتیب شامل، ماسک کردن لایه‌های اطلاعاتی، بررسی وضعیت نرمال بودن لایه‌ها، بررسی میزان همبستگی لایه‌ها (در این مرحله اگر بین دو متغیر همبستگی بیش از ۰/۸۵ باشد، یکی از دو متغیر باید از تجزیه و تحلیل حذف شود) (۲۵)، زیرا متغیرهایی که همبستگی بالاتر از ۸۵ درصد با هم دارند با یک وزن وارد مدل می‌شوند (۳۰). بررسی وضعیت لایه‌های اطلاعاتی، اجرای ماتریس کواریانس، اجرای آنالیز تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (که هسته مرکزی تجزیه و

نظر محققان بیشترین فعالیت ریشه گیاهان مرتعی در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری است (۲۱). در این مطالعه هدف از نمونه برداری خاک تعیین میزان تأثیر خصوصیات خاک بر حضور و پراکنش گونه‌ها و تهیه نقشه عوامل خاکی بوده است. موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه برداری نیز بوسیله سیستم موقعیت‌یاب جهانی (Global Positioning System) ثبت شد و با رویهم‌گذاری نقشه نقطه‌ای این نقاط و نقشه‌های شیب و جهت و ارتفاع، داده‌های فیزیوگرافی مربوط به نقاط نمونه برداری نیز به دست آمد. در مرحله بعد نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل شد؛ سپس خصوصیات خاک شامل بافت خاک به روش هیدرومتری بایکاس (که بر مبنای قانون استوکز استوار است)، اسیدیته خاک در گل اشباع با pH متر، درصد کربن آلی به روش والکی و بلاک (این روش بر پایه اکسیداسیون مرطوب مواد آلی است)، آهک به روش کلسیمتری، فسفر قابل جذب به روش اولسون، ازت کل به روش کجدال و وضعیت شوری خاک، هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع با هدایت‌سنج الکتریکی اندازه‌گیری شد. برای ارائه نقشه پیش‌بینی رویشگاه لازم است که نقشه هر یک از عوامل مذکور تهیه شود. نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (Digital elevation model) منطقه تهیه شد. برای توصیف تغییرات مکانی هر ویژگی خاک و تهیه نقشه آنها از روش‌های زمین‌آمار استفاده شد. در این تحقیق برای بررسی و تشریح ارتباط و ساختار فضایی از تجزیه و تحلیل «تغییر نما یا واریوگرام» در نرم‌افزار GS<sup>+</sup> نسخه ۹ استفاده شد. این روش به‌طور گسترده در آنالیز بوم‌شناختی ناهمگنی خاک از طریق محاسبه نیمه واریانس‌ها به کار می‌رود (۳۶ و ۳۹). بعد از تعیین اجزای تغییرنما برای هر یک از خصوصیات خاک با استفاده از نقشه نقاط در سیستم اطلاعات جغرافیایی از طریق روش‌های درون‌یابی کریجینگ و میانگین متحرک

آنالیز ENFA حذف شدند. ماتریس امتیازات این تجزیه و تحلیل (جدول ۳) میزان حاشیه‌گرایی و تخصص‌گرایی گونه گیاهی مورد مطالعه را نشان می‌دهد. مدل تعداد عامل‌ها را تا جایی استخراج می‌کند که مقادیر ویژه از معیار چوب شکسته (Brokenstick) بیشتر باشد. ستون اول این ماتریس، ۱۰۰٪ حاشیه‌گرایی و ۴۷٪ تخصص‌گرایی و ستون‌های بعدی بترتیب ۲۲٪، ۶٪، ۴٪، ۳٪ و ۳٪ تخصص‌گرایی را نشان می‌دهند. با توجه به مقادیر ویژه مربوط به آنالیز گونه A. *intermedium* مدل با محاسبه شش عامل اول ۹۰ درصد تغییرات را توضیح می‌دهد. ستون اول این ماتریس نشان می‌دهد که گونه A. *intermedium* برای متغیر ارتفاع، پتاسیم، ماده آلی، هدایت الکتریکی و فسفر مقادیر بیشتری از متغیرهای مربوطه را نسبت به میانگین کل این متغیرها در سطح منطقه ترجیح می‌دهد.

شاخص بویس پیوسته برای مدل و الگوریتم مناسب طبقه‌بندی برای رویشگاه در جدول ۴ آمده است. با توجه به شاخص بویس چهار الگوریتم میانه، میانگین هندسی، میانگین هارمونیک و حداقل فاصله، بهترین الگوریتم برای ساخت مدل پیش‌بینی رویشگاه گونه A. *intermedium* الگوریتم میانگین هندسی تشخیص داده شد. با توجه به مقادیر برآورد شده شاخص بویس، قدرت پیش‌بینی مدل خوب می‌باشد. درصد احتمال بالای ۵۰ درصد را می‌توان جزء رویشگاه مطلوب محاسبه کرد. طبقه‌بندی نقشه تنها بمنظور سهولت درک مطلب صورت می‌گیرد و می‌توان به طبقات دیگری نیز تقسیم‌بندی شود. در نهایت بانجام تجزیه و تحلیل‌های آماری مورد نیاز در نرم‌افزار نقشه مطلوبیت رویشگاه تهیه شد که شامل یک نقشه پیوسته از ارزش‌ها بین صفر تا ۱۰۰ است که هر چه بمیزان ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد مطلوبیت رویشگاه افزایش می‌یابد. در نتیجه کلاس‌هایی با شماره‌های بالاتر مطلوبیت بیشتری دارند.

تحلیل‌های طراحی شده در Biomapper (است) و تهیه نقشه مطلوبیت رویشگاه بوده است. ارزیابی راستی مدل توسط آزمون Cross-validation و با استفاده از شاخص بویس پیوسته (The continuous Boyce index) انجام گرفت. بمنظور تطبیق نقشه رویشگاه بالقوه گونه A. *intermedium* تهیه شده بانقشه واقعی پوشش گیاهی و تعیین میزان دقت آن نیاز آماره کاپا در نرم‌افزار Idrisi نسخه ۱۶ استفاده شد.

## نتایج

جدول ۱ بیانگر نتایج مطالعات خاکی و مقایسه خصوصیات خاک در تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که بجز درصد سنگریزه، اکثر ویژگی‌های خاک بخصوص درصد آهک، ماده آلی، نیتروژن و فسفر در تیپ‌های منطقه مورد بررسی با هم تفاوت معنی‌دار دارند. جدول ۲ اجزای مربوط به تغییرنمای متغیرهای خاکی اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد. در شکل ۲ نیز بعنوان نمونه مدل تغییرنمای مربوط به متغیر آهک و نقشه آهک خاک ارائه شده است.

برای محاسبه واریوگرام‌ها تمام مدل‌هایی که نرم‌افزار امکان بکارگیری آنها را فراهم می‌کند اعمال شد تا بهترین مدل واریوگرام برای هر متغیر انتخاب شود. همانطور که ملاحظه می‌شود میزان آهک خاک در بخش جنوبی منطقه مورد مطالعه کمتر از بخش شمالی است که با توجه به شکل ۱ رویشگاه گونه A. *intermedium* در این قسمت از منطقه قرار دارد. در مورد متغیر رس این عکس این مطلب صادق بوده است بصورتی که در بخش جنوبی نقشه درصد بالاتری نسبت به بخش شمالی داشته است. در مرحله بررسی میزان همبستگی بین لایه‌ها مشخص شد که متغیرهای بافت خاک (رس و شن و سیلت) و همچنین دو لایه از نقشه‌های بولی شده جهت با یکدیگر همبستگی بالای ۰/۸ داشتند، لذا قبل از

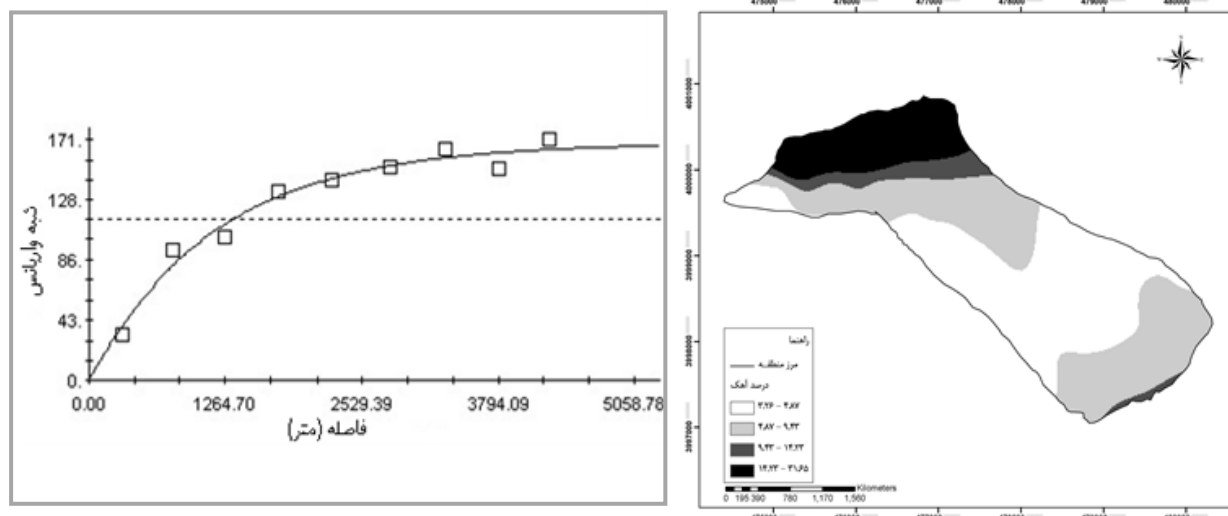
جدول ۱- نتایج مطالعات خاک‌شناسی و مقایسه خصوصیات خاک در تیپ‌های گیاهی منطقه طالقان میانی

ارتفاع (m)	K (ppm)	P (ppm)	N (%)	آهک (%)	ماده آلی (%)	رس (%)	شن (%)	سیلت (%)	EC (m/ds)	pH	سنگریزه (%)	تیپ گیاهی
۲۵۴۳±۲۲/۶	۰/۸۳۶±۰/۱	۱۱/۶۸±۱/۳	۰/۱۴±۰/۰۱	۴/۰۳±۰/۰۴	۲/۴۷±۰/۰۳	۳۷/۱±۲/۹	۲۹/۵۳±۴/۵	۳۳/۲۷±۲/۶	۰/۰۳±۰/۰۰۸	۷/۴۵±۰/۰۳	۳۲/۲۵±۲/۸	<i>Agropyron intermedium</i>
۲۰۸۱±۳/۸	۰/۲۳۵±۰/۰۴	۳/۸۶±۰/۰۷	۰/۰۶±۰/۰۱	۲۱/۶۶±۲/۲	۰/۸۹±۰/۰۲	۱۸/۸۷±۱/۴	۴۶/۵۳±۱/۸	۳۴/۶±۲/۱	۰/۰۳±۰/۰۰۴	۷/۸۲±۰/۰۵	۲۷/۰۵±۷/۵	<i>Thymus kotschianus</i>
۲۰۸۶±۷/۷	۰/۳۰۳±۰/۰۲	۲/۷۶±۰/۱	۰/۰۷±۰/۰۰۷	۲۴/۶۵±۱/۴	۱/۰۶±۰/۰۲	۳۰/۸۷±۲/۵	۳۸/۸۷±۲/۷	۳۱/۹۳±۱/۶	۰/۰۶±۰/۰۱۴	۷/۷۸±۰/۰۴	۳۰/۳±۲/۳	<i>Astragalus gossypinus</i>
۲۱۶۹±۲/۹	۰/۶۰۶±۰/۱	۹/۰۸±۰/۹	۰/۱۱±۰/۰۰۵	۲۷/۵۰±۱/۵	۱/۴۲±۰/۱۴	۲۵/۵۳±۲/۰۹	۴۴/۷±۲/۵	۳۰/۳۷±۰/۹۵	۰/۰۲±۰/۰۱۳	۷/۷۸±۰/۰۲	۳۵/۲۶±۳/۹	<i>Stipa barbata</i>
۲۳۷۵±۰/۰۵	۰/۵۱۴±۰/۰۴	۸/۷۶±۱/۳	۰/۱۳±۰/۰۰۹	۵/۵۹±۰/۱۸	۲/۰۹±۰/۰۲	۲۸/۸۷±۲/۰۹	۴۲/۸۷±۲/۲	۲۸/۲۷±۱/۰۸	۰/۰۲±۰/۰۰۸	۷/۷۷±۰/۰۲	۳۹/۱±۳/۷	<i>A. intermedium_A. gossypinus</i>
۳۰۰/۵۳ <sup>ns</sup>	۵/۴۹ <sup>ns</sup>	۱۳/۰۵۷ <sup>ns</sup>	۱۳/۱۹ <sup>ns</sup>	۵۶/۹۷ <sup>ns</sup>	۶/۵۲ <sup>ns</sup>	۸۷۷ <sup>ns</sup>	۵/۰۹ <sup>ns</sup>	۱/۸۶ <sup>ns</sup>	۶/۴۴ <sup>ns</sup>	۱۶/۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۴۷ <sup>ns</sup>	آماره F

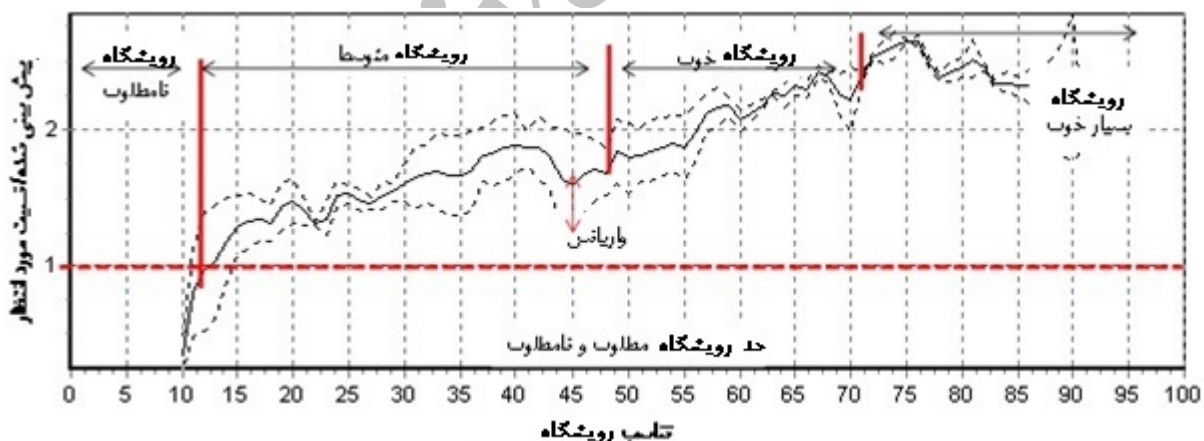
\* و \*\* در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار و NS: عدم تفاوت معنی‌دار

نمودار Fi نقشه مطلوبیت رویشگاه گونه *A. intermedium* به چهار طبقه تقسیم‌بندی شد.

برای تعیین حد رویشگاه مطلوب و نامطلوب و طبقه‌بندی طبقات مطلوبیت رویشگاه از نمودار Fi نیز استفاده شد که شکل ۳، نمودار Fi ارائه شده است. با توجه به تغییرات شیب



شکل ۲- مدل تغییرنمای خط برازش داده شده بر مدل تغییرنمای تجربی برای متغیر آهک و نقشه آهک خاک منطقه طالقان میانی



شکل ۳- نمودار Fi در ارزیابی صحت مدل ENFA برای گونه *A. intermedium*

جدول ۴- پارامترهای آشیان بوم‌شناختی و مقدار شاخص بویس الگوریتم الگوسازی

گونه/رویشگاه	حاشیه‌گزینی کل	تخصص‌گرایی کل	تحمل‌پذیری کل	شاخص بویس	الگوریتم الگوسازی
<i>A. intermedium</i>	۰/۷۹۱	۲/۲۳۶	۰/۴۴۷	۰/۸۴۸±۰/۰۵۹۱۵	میانگین هندسی

جدول ۲- اجزای مربوط به تغییر نمای متغیرهای خاکی

ردیف	خصوصیت	مدل تغییرنما	اثر قطعه‌ای (درصد)	آستانه (درصد)	دامنه تأثیر (متر)	نسبت C/CO+C	ضریب همبستگی	فاصله گام (متر)
۱	شن	کروی	۰/۱۰	۲۴۸/۳	۲۶۰/۱	۱/۰۰	۰/۷۶۴	۰/۴۵
۲	سیلت	کروی	۰/۱۰	۶۲/۶	۱۹۹۲	۰/۹۹	۰/۵۳۶	۰/۵۵
۳	رس	کروی	۲۴/۵۰	۲۰۹/۲	۹۱۱۰	۰/۸۸	۰/۷۷۸	۰/۵۵
۴	آهک	نمایی	۱/۰	۱۶۹/۰	۱۱۹۰	۰/۹۹	۰/۹۶۹	۰/۵۵
۵	نیتروژن	کروی	۰/۰۰	۰/۰۰۲۱	۱۶۹۰	۱/۰۰	۰/۴۹۱	۰/۵۵
۶	ماده آلی	کروی	۰/۱۲	۱/۳۰۲	۲۹۹۹	۰/۹۰	۰/۷۶۱	۰/۳۵
۷	فسفر	کروی	۰/۱۱	۱۶/۶۸	۱۸۷۶	۰/۹۵	۰/۱۸۶۵	۰/۳۵
۸	اسیدیته	کروی	۰/۰۰۴	۰/۰۲۱۹	۱۷۷۰	۰/۸۱	۰/۷۷۸	۰/۳۵
۹	هدایت الکتریکی	کروی	۰/۰۰۰۱	۰/۱۰۷۲	۱۱۹۵	۰/۹۹	۰/۴۷۱	۰/۳۵
۱۰	پتاسیم	کروی	۰/۰۲	۰/۲۶	۹۱۱۰	۰/۸۸	۰/۶۵	۰/۵۵
۱۱	عمق	کروی	۰/۳	۳۴/۵۹	۱۰۰۲	۰/۹۱	۰/۵۵	۰/۵۵
۱۲	سنگریزه	نمایی	۱/۵	۰/۸۴	۱۱۹۱	۰/۹۸	۰/۴۴	۰/۴۵

جدول ۳- ماتریس امتیازات آنالیز ENFA برای گونه *A. intermedium*

متغیرهای رویشگاهی	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم
	۱۰۰٪ حاشیه‌گرایی	۲۲٪ تخصص‌گرایی	۶٪ تخصص‌گرایی	۶٪ تخصص‌گرایی	۴٪ تخصص‌گرایی	۳٪ تخصص‌گرایی
	۴۷٪ تخصص‌گرایی					
ارتفاع	۰/۵۱۲	-۰/۴۹۳	۰/۰۴۷	-۰/۲۸۲	۰/۶۰۸	-۰/۱۱۲
عمق	-۰/۱۳۸	-۰/۱۲۵	-۰/۴۵	۰/۵۹۳	-۰/۲۹۲	-۰/۰۸۹
هدایت الکتریکی	۰/۲۰۷	۰/۱۶۷	-۰/۱۶۲	-۰/۰۵۳	-۰/۰۲۶	۰/۵۵۲
سنگریزه	-۰/۱۱	۰/۱۵۲	-۰/۰۵۲	۰/۰۰۲	۰/۰۱۸	۰/۲۴۱
پتاسیم	۰/۲۸۴	-۰/۱۷۷	۰/۳۷۵	-۰/۱۱۴	۰/۰۳۱	۰/۳۲۱
آهک	-۰/۲۰۶	۰/۲۳۵	-۰/۱۹۵	-۰/۰۴۲	-۰/۰۳۳	-۰/۲۹۵
نیتروژن	۰/۱۰۹	۰/۲۰۸	-۰/۱۱۴	-۰/۱۶۱	۰/۰۵	-۰/۲۰۲
ماده آلی	۰/۲۲۴	۰/۱۸۹	-۰/۱۶۴	۰/۵۴	-۰/۴۲۸	-۰/۵۶۴
فسفر	۰/۳۵۷	۰/۶۹۲	۰/۵۲۳	-۰/۰۱۳	۰/۰۲۷	-۰/۱۸
اسیدیته	-۰/۲۹۵	-۰/۱۷۱	-۰/۴۴	-۰/۰۱۳	۰/۳۵۹	۰/۰۸۳
جهت جنوبی	-۰/۱۹۹	-۰/۰۱۲	۰/۰۶۸	-۰/۰۱۹	-۰/۰۸۹	-۰/۰۰۸
جهت شرقی	-۰/۱۱۳	-۰/۰۲۲	۰/۰۴۹	-۰/۰۳۴	-۰/۰۵۳	-۰/۰۴۹
جهت غربی	۰/۱۰۶	-۰/۰۸۷	-۰/۰۲۰۲	-۰/۲۵۹	-۰/۲۵۷	۰/۰۸۵
جهت شمال شرق	۰/۰۹۳	-۰/۰۲۹	۰/۰۹۱	۰/۰۶۶	-۰/۰۱۷	-۰/۱۰۵
جهت شمالی	-۰/۰۲۶	-۰/۰۰۹	۰/۰۴۷	-۰/۰۲۸	-۰/۰۳۹	-۰/۰۱۴
شیب	۰/۱۳۷	-۰/۰۸۹	-۰/۱۵۱	۰/۰۹۹	-۰/۳۸۶	۰/۰۸

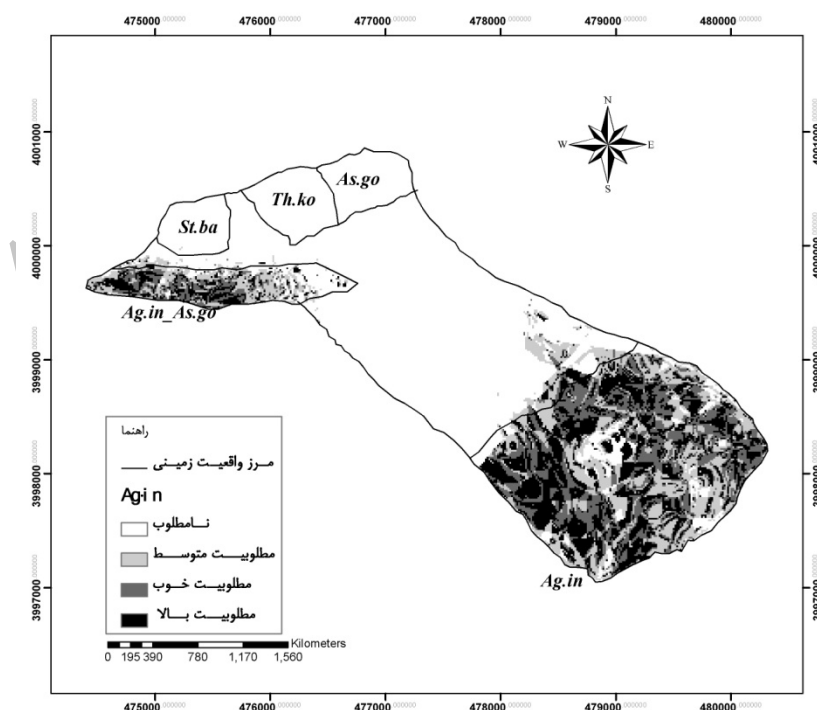


دریا عوامل دیگری مانند اقلیم و حتی عوامل مربوط به خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بطور کلی ارتفاع با پراکنش گیاهان مرتبط است زیرا مقدار بارندگی، رطوبت نسبی و دما را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۷). آذرینوند عامل اساسی در تغییرات پوشش گیاهی در مناطق کوهستانی را اختلاف ارتفاع معرفی می‌کند (۲). پژوهشگران دیگری نیز بیان کردند که عوامل پستی و بلندی از قبیل جهت دامنه‌ها و شیب در تغییر پوشش گیاهی و خاک مانند ارتفاع مؤثر نیستند (۲۰). مواد آلی بسیاری از خواص فیزیکی، و شیمیایی و زیستی خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهند. برخی از این ویژگی‌ها شامل ساختمان، ظرفیت نگهداری آب، حاصلخیزی، فعالیت‌های زیستی و هوادیدگی است (۸). پژوهشگران معتقدند که ماده آلی خاک نقش اساسی در تأمین کربن خاک و انرژی میکروارگانیسم‌های هتروتروف دارد، از این رو می‌تواند از عوامل مؤثر بر توزیع گونه‌های گیاهی بحساب آید (۱۷).

شکل ۴ مربوط به نقشه مطلوبیت رویشگاه می‌باشد. همچنین جدول ۵ نیز میزان تطابق نقشه پیش‌بینی بدست آمده از مدل را با واقعیت زمینی در رویشگاه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد. مطابق با نظر محققان (۲۸)، میزان تطابق نقشه پیش‌بینی بدست آمده از روش شبکه عصبی با واقعیت زمینی در مورد گونه *A. intermedium* بسیار خوب برآورد شده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده از انجام تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی گونه *A. intermedium* بر پایه متغیرهای مستقل مورد بررسی نشان می‌دهد که این گونه برای متغیرهای ارتفاع (۲۵۵۰ متر)، پتاسیم، ماده آلی، هدایت الکتریکی و فسفر مقادیر بیشتری از متغیرهای مربوطه را نسبت به میانگین کل این متغیرها در سطح منطقه ترجیح می‌دهد. ارتفاع از سطح



شکل ۴- نقشه مطلوبیت رویشگاه گونه *A. intermedium* (بر روی نقشه واقعی پوشش گیاهی منطقه)

جدول ۵- میزان تطابق نقشه پیش‌بینی گونه *A. intermedium* با واقعیت زمینی

گونه	ضریب کاپا	میزان توافق با واقعیت زمینی
<i>A. intermedium</i>	۰/۷۶	بسیار خوب

جدول ۶- میزان سطح بر حسب هر مطلوبیت (بر حسب درصد)

نامطلوب	۰-۲۵
مطلوبیت متوسط	۲۵-۵۰
مطلوبیت خوب	۵۰-۷۵
مطلوبیت بالا	۷۵-۱۰۰

ستون اول ماتریس امتیازات این تجزیه و تحلیل همچنین نشان می‌دهد که افزایش ماده آلی و کاهش آهک تأثیر زیادی در حضور این گونه داشته است. این نتیجه با نتایج پژوهش‌هایی که در منطقه طالقان میانی انجام شده است همخوانی دارد (۷، ۱۴ و ۱۵). نتایج مطالعات خاک‌شناسی نشان می‌دهد که بافت خاک در رویشگاه این گونه از سنگین و نوع لوم‌رسی و دارای سنگریزه است. محققان بیان کردند که این گیاه خاک‌های نیمه عمیق، عمیق، بافت متوسط، بدون شوری و قلیایی را می‌پسندد و در خاک‌هایی که درصد رس بیشتری دارند، از فراوانی بیشتری برخوردار است (۲). مقدار فسفر و درصد ماده آلی در خاک آن نسبت به سایر رویشگاه‌های گیاهی بیشترین مقدار و به ترتیب حدود ۱۱/۶۸۲ و ۲/۴۷۶۷ درصد است و آهک آن نسبت به سایر رویشگاه‌های مورد مطالعه کمترین مقدار (حدود ۳/۲۶) را دارد. آهک از نمک‌هایی است که دارای حلالیت کم در آب است و زمانی که بصورت محلول درآید تولید یک قلیای قوی می‌کند و رشد گیاهانی که به pH اسیدی نیاز دارند را با مشکل مواجه می‌کند. بر اساس نتایج پژوهشگران بالا بودن مقادیر آهک باعث می‌شود جذب عناصر مورد نیاز گیاهان کاهش یابد (۶).

پراکنش گونه *A. intermedium* در منطقه تأثیر گذاشته است. بافت خاک نیز بدلیل تأثیر در میزان آب و عناصر در دسترس گیاهان و نیز تهویه و عمق ریشه‌دوانی گیاه در پراکنش پوشش گیاهی نقش مهمی دارد (۳۷). بر اساس نظر پژوهشگران در مناطق مرطوب رطوبت عامل محدود کننده نیست و عوامل اقلیمی و پستی و بلندی نقش بیشتری دارند. اما باید توجه داشت تأثیر بافت فقط بر رطوبت خاک نیست (۱۴ و ۱۵). بافت خاک بطور غیر مستقیم علاوه بر رطوبت با حاصلخیزی خاک نیز مرتبط است، بدلیل اینکه نیتروژن (۳۱) و ماده آلی (۲۸) را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج مطالعه‌ای که در منطقه ناو استان گیلان انجام شد نیز نشان داد که میزان کربن آلی و نیتروژن در کنار رطوبت مناسب خاک، که از شاخص‌های اصلی خاک حاصلخیز هستند، میتواند عوامل اساسی در استقرار و پراکنش توده‌های پلت باشد (۵). نتایج تحقیقات محققین دیگری نیز نقش بافت خاک را در پراکنش پوشش

در نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که افزایش ارتفاع از سطح دریا، تأثیر زیادی بر حضور گونه *A. intermedium* دارد. با توجه به کوهستانی بودن منطقه مورد مطالعه می‌توان اظهار داشت که عامل ارتفاع از سطح دریا بطور مستقیم با تأثیر بر عوامل محیطی دیگر مثل میزان بارندگی و درجه حرارت و بطور غیر مستقیم از طریق تأثیر بر تشکیل خاک بر پراکنش گونه *A. intermedium* در منطقه تأثیر گذاشته است. بافت خاک نیز بدلیل تأثیر در میزان آب و عناصر در دسترس گیاهان و نیز تهویه و عمق ریشه‌دوانی گیاه در پراکنش پوشش گیاهی نقش مهمی دارد (۳۷). بر اساس نظر پژوهشگران در مناطق مرطوب رطوبت عامل محدود کننده نیست و عوامل اقلیمی و پستی و بلندی نقش بیشتری دارند. اما باید توجه داشت تأثیر بافت فقط بر رطوبت خاک نیست (۱۴ و ۱۵). بافت خاک بطور غیر مستقیم علاوه بر رطوبت با حاصلخیزی خاک نیز مرتبط است، بدلیل اینکه نیتروژن (۳۱) و ماده آلی (۲۸) را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج مطالعه‌ای که در منطقه ناو استان گیلان انجام شد نیز نشان داد که میزان کربن آلی و نیتروژن در کنار رطوبت مناسب خاک، که از شاخص‌های اصلی خاک حاصلخیز هستند، میتواند عوامل اساسی در استقرار و پراکنش توده‌های پلت باشد (۵). نتایج تحقیقات محققین دیگری نیز نقش بافت خاک را در پراکنش پوشش

گونه با یکدیگر مقایسه کرده و در نهایت مطلوب‌ترین وضعیت را در نظر می‌گیرد و بخش‌هایی از منطقه را بعنوان بهترین رویشگاه برای گونه مورد نظر به صورت نقشه ارائه می‌دهد (۲۶). با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی می‌توان عوامل محیطی معرف هر رویشگاه و روابط بین گونه‌ها را تعیین نمود و از اطلاعات بدست آمده در مناطق با شرایط مشابه به منظور پیشنهاد گونه مناسب برای بخش بیولوژیک طرح‌های آبخیزداری استفاده کرد (۱۱ و ۱۲). جمع‌بندی نتایج بدست آمده از این تحقیق که در اقلیم نیمه‌مرطوب انجام شده است نشان می‌دهد عوامل پستی و بلندی (ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب) از راه تأثیر بر اقلیم (میزان بارندگی، دما، میزان تبخیر، تعرق و تشعشع خورشیدی) نقش مهمی را در حضور و پراکنش گونه *A. intermedium* ایفا می‌کند. آنچه مسلم است شبیه‌سازی و الگوسازی طبیعت سامانه‌های به پیچیدگی خود طبیعت نیاز دارد و این مطالعه و مطالعات مشابه تنها تلاشی در جهت بازنمایی عملکردهای طبیعی در قالب کمی و قابل بیان است. تلاش برای الگوسازی پراکنش مکانی گونه *A. intermedium* بر اساس ویژگی‌های بوم‌شناختی گونه می‌تواند گامی مثبت در حفاظت و احیاء این گونه گیاهی باشد که نقش مهمی را در تولید علوفه دام و حفاظت خاک ایفا می‌کند. با تکیه بر نتایج این تحقیق می‌توان رویشگاه‌های دارای پراکنش فعلی را مشخص و مناطق مستعد کشت گونه *A. intermedium* را شناسایی کرد.

گیاهی مورد تأیید قرار داده‌اند (۳ و ۱۹). زارع چاهوکی و همکاران (۱۴)، در پژوهشی در مراتع دنبید طالقان بیان داشتند که رویشگاه گونه *A. intermedium* با شیب رابطه همبستگی معنی‌دار دارد و در خاک‌هایی با شیب بالا و آهک و اسیدیته اندک احتمال حضور این گونه افزایش می‌یابد.

در این مطالعه حاشیه‌گرایی کل، تخصص‌گرایی کل و تحمل-پذیری کل به ترتیب ۰/۷۹۱، ۲/۲۳۶ و ۰/۴۴۷ محاسبه شد که بیانگر این مطلب است که این گونه دارای حد تحمل‌پذیری متوسطی نسبت به متغیرهای محیطی می‌باشد و نیز گونه‌ای کمتر تخصصی است که توان تحمل زندگی در دامنه‌ای از متغیرهای محیطی را در منطقه مورد مطالعه دارد. در رابطه با حاشیه‌گرایی صفایی و ترکش اصفهانی (۱۳۹۲) عنوان کردند که عدد بزرگتر از صفر و نزدیک به یک به این معنی است که این گونه در رویشگاه ویژه‌ای نسبت به مؤثرترین پارامتر (ارتفاع) زندگی می‌کند و آشیان متفاوتی را نسبت به کل منطقه اشغال می‌کند. صحت مدل با استفاده از شاخص بویس مقدار ۸۴ درصد تعیین شد که نشان‌دهنده دقت بالای نتایج مدل است و ضریب کاپای بدست آمده از تطبیق نقشه پیش-بینی با واقعیت زمینی نیز دقیق بودن نتایج مدل را تأیید می‌کند ( $k = 0.76$ ). این مطالعه همچنین نشان داد که مناطق دارای قدرت بالقوه رویش گونه *A. intermedium* در کنار گونه‌هایی مانند *Astragalus gossypinus* مشاهده می‌شود. نرم‌افزار Biomapper تمام متغیرها را در تمامی نقاط حضور

## منابع

- ۱- آذرنیوند، ح. و زارع چاهوکی، م.ع.، ۱۳۸۸. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۵۴ صفحه.
- ۲- آذرنیوند، ح.، ۱۳۷۰. بررسی خاک و پوشش گیاهی در رابطه با واحد ژئومورفولوژی در استان دامغان. مجموعه مقالات سمینار بررسی مناطق کویر و خشک ایران، ۵۵۶ صفحه.
- ۳- آذرنیوند، ح.، جعفری، م.، مقدم، م.، جلیلی، ع. و زارع چاهوکی، م.ع.، ۱۳۸۲. بررسی تأثیر خصوصیات خاک و تغییرات ارتفاع بر پراکنش دو گونه درمنه (*Artemisia*) (مطالعه موردی: مراتع مناطق وردآورد، گرمسار و سمنان). مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۶، شماره ۲، ۱۰۰-۹۳.

- ۴- بصیری، ر. و عالی محمودی سراب، س.، ۱۳۹۲. بررسی ارتباط بین برخی عوامل محیطی و گروه‌های اکولوژیک گیاهی در منطقه گلزار ایزد. پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۶، شماره ۴: ۳۹۶-۳۸۷.
- ۵- پاوند درو، ع.، صالحی، ع.، پوربابایی، ح. و علوی، س.ج.، ۱۳۹۳. رابطه بین استقرار و پراکنش گونه پلت (*Acer velutinum* (Boiss.) با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عوامل توپوگرافی در جنگل‌های شمال (مطالعه موردی: حوزه ناو. اسالم/استان گیلان)، پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۷، شماره ۴: ۵۳۳-۵۲۰.
- ۶- پوربابائی، ح.، بابائیان، م.، بنیاد، الف.الف. و عادل، م.ت.، ۱۳۹۳. بررسی آت اکولوژی گونه کیکم (*Acer monspessulanum* subsp. *cinerascens*) در جنگل‌های استان فارس. پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۷، شماره ۳: ۳۷۶-۳۸۵.
- ۷- پیری صحراگرد، ح.، آذرینوند، ح.، زارع چاوقی، م.ع.، ارزانی، ح. و قمی، س.، ۱۳۹۰. بررسی عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش جامعه‌های گیاهی حوزه آبخیز طالقان میانی. نشریه مرتع و آبخیزداری. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۶۴(۱): ۱-۱۱.
- ۸- جعفری، م.، رستم پور، م.، طولی، ع. و زارع چاوقی، م.ع.، ۱۳۸۷. آنالیز گرادیان مستقیم گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی در گروه‌های اکولوژیک مراتع زیرکوه قاین. مجله مرتع، جلد ۲، شماره ۴: ۳۴۳-۳۲۹.
- ۹- خلاصی اهوازی، ل.، زارع چاوقی، م.ع.، آذرینوند، ح. و سلطانی گردفرامری، م.، ۱۳۹۱. مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه *Eurotia ceratoides* (L.) C.A.M. با کاربرد روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در مراتع شمال شرق سمنان. مجله مرتع، سال پنجم، شماره ۴: ۳۶۲-۳۷۲.
- ۱۰- زارع چاوقی، م.ع. (۱۳۸۵). مدل‌سازی پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی در مناطق خشک و نیمه خشک (۱۳۸۵). رساله دکتری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱۸۰ صفحه.
- ۱۱- زارع چاوقی، م.ع.، جعفری، م.، آذرینوند، ح. و صفائی زاده، م.، ۱۳۸۶. استفاده از مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی در انتخاب گونه مناسب برای برنامه‌های بیولوژیک آبخیزداری. چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران مدیریت حوزه‌های آبخیز، <http://www.civilica.com/>
- ۱۲- زارع چاوقی، م.ع.، زارع ازناری، م.، زارع چاوقی، الف. و خلاصی اهوازی، ل.، ۱۳۸۹. کاربرد روش‌های آمار مکانی در مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی. فصلنامه علمی-پژوهشی خشک بوم، سال اول، شماره ۱: ۲۴-۱۳.
- ۱۳- زارع چاوقی، م.ع.، نودهی، ر. و طولی، ع.، ۱۳۸۹. بررسی تنوع گونه‌ای و رابطه آن با عوامل محیطی در مراتع اشتهارد. فصلنامه علمی-پژوهشی خشک‌بوم، جلد ۱، شماره ۲: ۴۹-۴۱.
- ۱۴- زارع چاوقی، م.ع.، زارعی، الف. و جعفری، م. (۱۳۹۱). مطالعه ارتباط برخی عوامل محیطی با پراکنش پوشش گیاهی در مراتع دنبلید طالقان. مجله پژوهش‌های آبخیزداری، ۹۴: ۷۳-۶۶.
- ۱۵- زارع چاوقی، م.ع.، قمی، س.، آذرینوند، ح. و پیری صحراگرد، ح. (۱۳۸۸). بررسی رابطه بین تنوع گونه‌ای و عوامل محیطی (مطالعه موردی: مراتع آرتون-فشدک طالقان). مجله علمی پژوهشی مرتع، جلد ۳(۲): ۱۸۰-۱۷۱.
- ۱۶- سنگونی، ح.، کریم زاده، ح.ر.، وهابی، م.ر. و ترکش اصفهانی، م.، ۱۳۹۱. تعیین رویشگاه بالقوه گون سفید *Astragalus gossypinus* Fischer در منطقه غرب اصفهان با تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک. مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال سوم، شماره ۲: ۱۳-۱.
- ۱۷- شیخ حسینی، الف.ر. و نور بخش، ف.، ۱۳۸۶. تأثیر خاک و بقایای گیاهی بر معدنی شدن نیتروژن. پژوهش و سازندگی، شماره ۷۵: ۱۳۳-۱۲۷.
- ۱۸- صفائی، م. و ترکش اصفهانی، ۱۳۹۲. حفاظت رویشگاه گیاه دارویی *Ferula ovina* Boiss با استفاده از روش مدل‌سازی رویشگاه پتانسیل (مدل پیشنهادی تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک). نشریه حفاظت زیست بومی گیاهان، شماره اول: ۱۲۲-۱۰۵.
- ۱۹- گرگینی کرجی، م.، کرمی، پ.، شگری، م. و صفائیان، ن.، ۱۳۸۵. بررسی ارتباط برخی گونه‌های شاخص مرتعی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک. پژوهش و سازندگی، شماره ۷۳: ۱۳۲-۱۲۷.
- ۲۰- مرادی، ح. و احمدی پور، س.، ۱۳۸۵. بررسی نقش مورفولوژی و خاک بر پوشش گیاهی گیاهی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: بخشی از مراتع حوضه واز). پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۵۸: ۱۷-۳۲.

- توسعه و اصلاح مراتع ایران. انتشارات دانشگاه تهران. ۶۷۲ صفحه.
22. Bednarek, R., Dziadowiec, H., Pokojka, U. and Prusinkiewicz, Z. 2005. *Badania ekologiczno-gleboznawcze (Soil-Ecological Research)*. PWN, Warszawa.
  23. Guisan A., & Zimmerman N.E. 2000. Predictive habite distribution models in Ecology. *Journal of Ecological Modlling*, 135, 147-186pp.
  24. Hirzel, A., Hausser, J., Chessel, D. and Perrin, N. 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat- suitability maps without absence data, *Journal of Ecology*, 83, 2027-2036pp.
  25. Hirzel, A.H., Helfer, V. and Metral, F. 2001. Assessing habitat-suitability models with a virtual species. *Journal of Ecological Modelling*, 145, 111-121pp
  26. Hirzel, A.H., Laya, G.L., Helfera, V., Randina, C. and Guisana, A. 2006. Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. *Journal of Ecological Modeling*, 199, 142-152pp.
  27. Huston, M.A. 1994. *Biological Diversity: The Co-Existence of Species in Changing Landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge.
  28. Jiang, Y., Kang, M., Zhau, Y. & Xu, G. 2007. Plant biodiversity patterns on Helan Monuntain, China. *Journal of Acta Ecologica*, 32, 125-133pp.
  39. Monsserud, D.M. and Leemans, R. 1992. Comparing Global Vegetation relationships in coastal desert plain of southern Sinai. *Journal of Arid Enviroments*, 55: 607-628.
  30. Neeti, N., Vaclavik. T. and Niphadkar, M. 2007. Potential distribution of Japanese knot weed in Massachusetts. ESRI Annual user Conference.
  31. Sperry, J.S. & Hacke, U.G. 2002. Desert Shrub water relations with respect to soil characteristic and plant functional type. *Functional Ecology*, 16, 367-378pp.
  32. Strubbe, D. and Matthysen. E. 2008. Predicting the potential distribution of invasive ringnecked parakeets *Psittacula krameri* in northern Belgium using an ecological niche modelling approach. *Biological Invasions Online*, Available at <http://www.springerlink.com/content/nnw78qq86kx0j671/fulltext.pdf>. Accessed 1 May 2008.
  33. Trail, L. W. and Bigalke, R. C. 2006. A presence habitat suitability model for large grazing African ungulates and its utility for wildlife management. *Journal of Ecology*, 45, 347-354pp.
  34. Trethowan, P.D., Robertson, M.P. and McConnachie, A.J. 2011. Ecological niche modelling of an invasive alien plant and its potential biological control agents. *South African Journal of Botany*. 77, 137-146pp.
  35. Vaclavik, T., Meeteemeyer, R.K. 2009. Invasive species distribution modeling (ISDM): Are absence data and dispersal constrains needed to predict actual distributions?. *Journal of Ecological Modelling*, 220, 3248-325pp.
  36. Virgilio, N.D., Monti, A. and Venturi, G. 2007. Spatial variability of switchgrass (*Panicum Virgatum* L.) yield as relatead to soil parameters in a small field. *Journal of Field Crops Research*, 101: 232-239.
  37. Wahba, S.A., Abdel Rahman, S.I., Tayel Cairo, M.Y. and Matyn, M.A. 1990. Soil moisture, salinity, water use efficiency and sunflower growth as influenced by irrigation bitumen mulch and plant density. *Soil Technology*, 3(1), 33-44pp.
  38. Wolmarans, R., Robertson, M.P. and Van Rensburg, B.J. 2010. Predicting invasive alien plant distributions: how geographical bias in occurrence records influences model performance. *Journal of Biogeography*, 37(9), 1629-1834pp.
  39. Zheng, J., He, M., Li, X., Chen, Y., Li, X. and Liu, L. 2008. Effect of Salsola Passerine shrub patches on the micro scale heterogeneity of soil in a mountain grassland, China. *Journal of Arid Environments*, 72: 150-161.
  40. Zimmermann, F., V. Lukarevsky S., Beruchashvili, G., Breitenmoser, W. and Breitenmoser, U. 2007. Mapping the vision-potential living space for the leopard in the Caucasus, Cat News, *Journal of Special Issue*, 2, 28-33pp.

## Habitat suitability modeling for *Agropyron intermedium* species using Ecological Niche Factor Analysis (case study: rangeland of Taleghan miany)

Abbasi M. and Zare Chahouki M.A.

Range Management Groups, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj I.R. of Iran.

### Abstract

*Agropyron intermedium* species has good quality and the preference value that is important in soil conservation and forage production for livestock. Ecological niche factor analysis (ENFA) is a multivariate approach to the study of the geographical distribution of species based on environmental factors and present only. For modeling, vegetation data in addition to site condition information including topography, climate, geology and soil were prepared. Within each sampling unit, three parallel transects with 150m length, each containing 15 quadrats were established. Sampling method was randomized-systematic method. Quadrats size determined for each vegetation type using the minimal area and their number were determined according to vegetation variation. Soil samples were taken from 0-30cm in along of each transects and soil properties were measured in the laboratory. For data analysis and prepare environmental variables maps geostatistical methods. Biomapper4 Software was used for habitat suitability map for *A. intermedium*. According to the results of the model habitat suitability for *A. intermedium* species is more in the height evolution (2550m), slop (45%), organic matter and lower lime and clay-loam soil in site study. Accuracy model is calculated 84% using continue Boyce index. Kappa coefficient obtained by matching the prediction map with ground truth (kappa=0.76) to verify the accuracy of the model results. In addition to, the results of this study indicated that this species has a moderate tolerance to the environmental variables, Also has lower specialized that can tolerate life in the range of environmental variables in the study area.

**Key words:** Ecological Niche Factor Analysis (ENFA), suitability map, *Agropyron intermedium*.