مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه *Eurotia ceratoides* (L.) C.A.M. با کاربرد روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) در مراتع شمال شرق سمنان

لیلا خلاصی اهوازای [۱]، محمدعلی زارع چاهوکی [۲*]، حسین آذرنیوند [۲] و مهدی سلطانی گردفرامرزی [۳]

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۱۵ – تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۱۰

چکیده

گونه *Eurotia ceratoides* (L.) C.A.M. از گیاهان مهم و با ارزش مرتعی است که اغلب به‌صورت گونه همراه و به‌ندرت به‌عنوان گونه غالب در مراتع مشاهده می‌شود و اهمیت زیادی در حفاظت خاک و تولید علوفه دام‌ها دارد. تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی روش تجزیه چندمتغیره برای مطالعه توزیع جغرافیایی گونه‌ها تنها در مقیاس داده‌های حضور و عوامل محیطی در منطقه شمال شرق سمنان با استفاده از روش‌های میانیابی و ENFA (Ecological Niche Factor Analysis) است. برای این منظور از داده‌های مکانی حضور این گونه به‌عنوان مکان‌های مناسب بالفعل برای رویش آن و بررسی شرایط محیطی (خاک و پستی و بلندی) این مناطق برای شناسایی نیازهای رویشگاهی آن استفاده شد. برای نمونه‌برداری از پوشش‌گیاهی در هر تیپ رویشی، ۳ ترانسکت ۷۵۰ متری مستقر و در هر ترانسکت ۱۵ پلات با فواصل ۵۰ متر مستقر شد. در این مطالعه، اندازهٔ پلات به روش سطح حداقل برای رویشگاه‌های شمال‌شرق سمنان تعیین شد. در هر تیپ رویشی با توجه به تغییرات پوشش‌گیاهی و عوامل محیطی در ۶ پروفیل از دو عمق ۲-۰ و ۸۰-۲۰ سانتی‌متر، نمونه‌برداری از خاک انجام شد و مختصات جغرافیایی مناطقی که گونه *E. ceratoides* حضور داشت با GPS تعیین شد. با وارد کردن لایه‌های اطلاعاتی در مدل مناسب و اعمال تجزیه‌های آماری مورد نیاز در نرم‌افزار BIOMAPPER، نقشه رویشگاه‌های بالقوه این گونه ایجاد شد. نتایج نشان داد که ۱۵۰۰۰ هکتار معادل ۲۰ درصد از کل سطح منطقه رویشگاه بالقوه گونه *E. ceratoides* به‌شمار می‌رود. برای بررسی صحت این مدل از نمایه Boyce استفاده شد و میزان صحت مدل برابر با ۹۳/۲ درصد ارزیابی شد. میزان تطابق نقشه تهیه‌شده با نقشه واقعی پوشش گیاهی نیز با استفاده از ضریب کاپا محاسبه شد که نشان‌دهنده تطابق خوبی بود (ضریب کاپای ۰/۸۵). بررسی ویژگی‌های رویشگاهی گونه *E. ceratoides* و مطالعه عوامل حاشیه‌گزینی و تخصص‌گرایی نشان داد که این گونه در مناطق با اسیدیته ۸-۷/۸، هدایت الکتریکی ۰/۲۶-۰/۱۷ دسی‌زیمنس بر متر، بافت لومی- شنی و در ارتفاع ۲۲۰۰-۱۶۰۰۰ متر از سطح دریا پراکنده است.

واژه‌های کلیدی: *Eurotia ceratoides*، شمال‌شرق سمنان، تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی، مدل‌سازی.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۲- دانشیاران دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

*: نویسنده مسئول: mazare@ut.ac.ir

۳- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

گونه گیاهی *Eurotia ceratoides* در کشور با پراکندگی نسبتاً زیاد در شمال‌غرب، شمال‌شرق، مرکز و ناحیه رویشی ایران- تورانی گسترش دارد. از این‌رو به تبع تغییر شرایط محیطی، ویژگی‌های ظاهری گیاه نیز تنوع زیادی از خود نشان می‌دهد (۷). گونه گیاهی *E. ceratoides* با تولید علوفه بالا، حفاظت‌خاک، مقاومت به سرما، یخبندان، خشکی و خشکسالی، خوشخوراکی بالا و مقاومت به چرای دام از مهمترین گونه‌های مرتعی است، از این‌رو ضروری است رویشگاه‌های مناسب آن در کشور مطالعه شده و پس از شناخت کامل رویشگاه‌ها با مطالعات جزئی‌تر به معرفی گونه اروشیا در مناطق مناسب برای اصلاح مراتع اقدام کرد.

امروزه روش‌های همبستگی آمار مکانی و استفاده از آن در مدل‌های توزیع گونه‌ها جزء اصلی‌ترین مباحث تحقیقاتی در زمینه اکولوژی و جغرافیای گیاهی است (۹، ۱۸ و ۲۷). تحلیل عامل آشیان اکولوژیکی (ENFA)[1] اولین بار به‌وسیله پرین[2] (۱۹۸۴) و بعدها بوسیله هاسر[3] (۱۹۹۵) بهبود یافت و در نرم‌افزار BIOMAPPER قابل اجراست (۶ و ۱۳). این روش متفاوت از CCA یا RDA است، از این جهت که این تجزیه تنها یک گونه را در یک زمان در نظر دارد. این روش از روش‌های نوین مدل‌سازی با بکارگیری داده‌های حضور است و به‌دلیل صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینه مطالعه، به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است و علاوه بر محاسبه مطلوبیت زیستگاه، عوامل بوم‌شناختی مهمی نظیر تخصص‌گرایی[4]، حاشیه‌گرایی[5] و تحمل‌پذیری[6] را نیز محاسبه می‌کند که هریک دارای مفاهیم بوم‌شناختی مهمی هستند (۱۴ و ۱۵).

مدلهای پیش‌بینی‌کننده محدوده پراکنش گونه، محدوده توزیع گونه‌ها و زیستگاه‌هایشان را پیش‌بینی می‌کنند، بنابراین می‌توانند به‌عنوان ابزار مناسبی برای اهداف حفاظتی و مدیریتی به‌کار روند. به‌منظور مدل‌سازی زیستگاه این گونه از روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در محیط نرم‌افزار BIOMAPPER استفاده شد. در این مطالعه از نقاط حضور گونه به‌عنوان متغیر وابسته و از متغیرهای محیطی به عنوان متغیرمستقل استفاده شد. در واقع اساس مطالعه مدل آشیان بوم‌شناختی را می‌توان رابطه بین زیستگاه گونه‌ها و عوامل‌محیطی آشیان بوم‌شناختی آن گونه‌ها تفسیر کرد (۳۳).

متغیرهای محیطی همانند شرایط اقلیمی، آب و هوایی و خاک نقش مهمی در تعیین آشیان اکولوژیکی بالقوه و توزیع جغرافیایی گونه‌ها بر اساس نیازمندی آنها ایفا می‌کند (۴، ۵ و ۱۱).

دقت مدل‌سازی در روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بومشناختی در مقایسه با روش‌های وابسته به داده‌های حضور و عدم حضور نظیر مدل خطی تعمیم یافته[7]، مدل افزایشی تعمیم یافته[8] و درخت رگرسیون[9] در پاره‌ای اوقات، نظیر زمانی که مشاهده حضور گونه دشوار است یا بنا به دلایل تاریخی حتی در صورت مناسب‌بودن زیستگاه، گونه حضور ندارد یا اینکه زیستگاه حقیقتاً برای گونه نامساعد است. استفاده از داده‌های عدم حضور می‌تواند در نتایج اریب ایجاد کند و در نتیجه استفاده از روش‌هایی مبتنی بر نقاط حضور نتیجه مطلوبتری خواهد داشت (۱۴ و ۱۶). پیبسما[10] و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعات خود اینگونه بیان می‌کند که استفاده از روش‌های زمین‌آمار به همراه داده‌های مکانی حضور گونه‌ها و روش آشیان بوم‌شناختی در اینگونه تحلیل‌ها نتایج مناسبی را در بردارد. محققانی همانند باقری (۲۰۰۷)، امیدی (۲۰۰۸)، مصطفوی و همکاران (۲۰۱۰) و هنگل[11] و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی به تعیین مطلوبیت زیستگاه‌های جانوری پرداختند.

برای تعیین رویشگاه گونه‌های گیاهی با استفاده از روش ENFA می‌توان به مواردی اشاره کرد؛ تریتوان[12] و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از مدل آشیان اکولوژیک رویشگاه گونه *Campuloclinium macrocephalum*

1- Ecological Niche Factor Analysis
2- Perrin
3- Hausser
4- Specialization
5- Marginality
6- Tolerance
7- Generalized Linear Models
8- Generalized Additive Models
9- Regression Tree
10- Pebesma
11- Hengl
12- Trethowana

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی شد. ولمارنس[1] و همکاران (۲۰۱۰) نیز به پیش‌بینی توزیع گونه‌های مهاجم مرتعی با استفاده از مدل آشیان بوم‌شناختی و تنها با داده‌های حضور پرداختند.

یکی از روش‌های مناسب در تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه اروشیا و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه، استفاده از روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی است که فقط نیاز به داده‌های حضور دارد. این خود سبب می‌شود به مقدار زیادی در زمان و بودجه صرفه جویی شود. گونه *E. ceratoides* با وجود گسترش زیاد در مناطق استپی و نیمه‌استپی سرد تاکنون پژوهش‌های کاملی انجام نشده است. بنابراین لازم است‌که برای پرورش و بکارگیری 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 با استفاده از روش‌های نوین و کارآمد داشت.

با توجه به موارد بالا، هدف از این مطالعه تهیه نقشه مطلوبیت رویشگاه اروشیا در مراتع شمال شرق سمنان با استفاده از روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی است.

مواد و روش‌ها

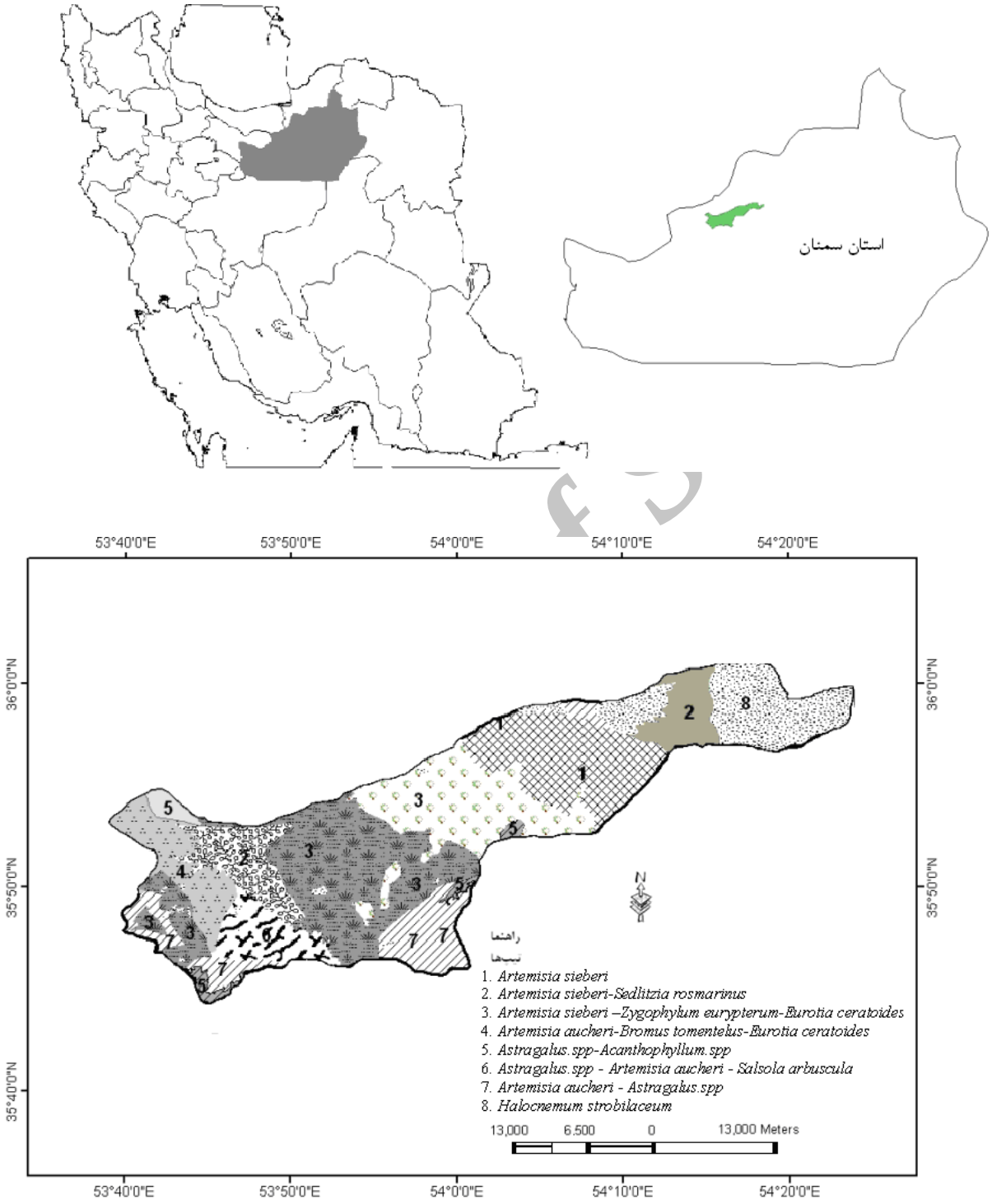
منطقه مورد مطالعه در شمال‌شرقی شهرستان سمنان به مساحت ۷۴۰۰۰ هکتار در مرکز ایران واقع است (۳۵ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی تا ۵۰ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و ۵۳ درجه و ۴۳ دقیقه شرقی). بیشترین ارتفاع منطقه ۲۲۶۰ متر و کمترین ارتفاع منطقه ۱۱۲۹ متر است. بر اساس آمار بدست آمده از ایستگاه‌های هواشناسی، میانگین بارندگی سالانه در دوره آماری ۲۴ ساله (۱۳۹۰-۱۳۶۳) ۱۴۱میلی‌متر گزارش شده است. از نظر اقلیمی نیز براساس پهنه‌بندی اقلیمی دومارتن، منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم فراخشک‌سرد در نزدیکی دامغان و دارای اقلیم خشک سرد در نزدیکی سمنان است. شکل (۱) موقعیت منطقه را در استان و کشور نشان می‌دهد.

برای نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در هر تیپ رویشی، ۳ ترانسکت ۷۵۰ متری مستقر و در هر ترانسکت ۱۵ پلات با فواصل ۵۰ متر مستقر شد. در این مطالعه اندازه پلات به روش حداقل سطح برای رویشگاه‌های شمال‌شرق سمنان تعیین شد. در هر تیپ رویشی با توجه به تغییرات پوشش گیاهی و عوامل محیطی در ۶ پروفیل، نمونه‌برداری از خاک انجام شد و مختصات جغرافیایی مناطقی که گونه اروشیا حضور داشت با GPS و همچنین مطالعات و نقشه‌های پوشش‌گیاهی آن منطقه تهیه شد. نمونه‌برداری از خاک با توجه به مرز تفکیک افق‌ها در منطقه و نوع گیاهان موجود از دو عمق ۲۰-۰ و ۸۰-۲۰ سانتی‌متر صورت گرفت. سپس نمونه‌های خاک از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد و با توجه به وزن نمونه، قبل از الک کردن و وزن خاک عبور کرده از الک، درصد سنگریزه خاک تعیین شد. سپس بر روی ذرات کوچکتر از ۲ میلی‌متر آزمایش‌های فیزیکی شامل تعیین درصد رس، سیلت و ماسه به روش هیدرومتری بایکاس انجام شد. در تجزیه شیمیایی خاک، میزان اسیدیته خاک در گل اشباع با pH متر اندازه‌گیری شد. برای بررسی وضعیت شوری خاک، هدایت الکتریکی در عصاره اشباع با هدایت‌سنج الکتریکی تعیین شد. آهک خاک به روش کلسیمتری، درصد گچ به روش استون و درصد رطوبت قابل‌دسترس با تعیین ظرفیت زراعی و ظرفیت پژمردگی با دستگاه Pressure plate به روش وزنی اندازه‌گیری شد. درصد ماده آلی با تیتراسیون سولفات فروآمونیاکال انجام شد (۲). عوامل محیطی شامل شیب و ارتفاع از سطح دریا نیز با توجه به داده‌های حاصل از دستگاه GPS تهیه شد. در نهایت ۱۰ عامل خاک و دو عامل فیزیوگرافی مطالعه شدند.

1- Wolmarans

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان سمنان و کشور ایران

www.SID.ir

اساس تجزیه و تحلیل به‌کار برده‌شده در این تحقیق را روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی گونه مورد مطالعه تشکیل می‌دهد که خود هسته مرکزی تجزیه‌های طراحی‌شده در نرم‌افزار BIOMAPPER است. این نرم‌افزار بر پایه سامانه اطلاعات جغرافیایی[1] و نرم‌افزارهای آماری برای تهیه مدل‌های مطلوبیت زیستگاه و نقشه‌های مربوطه براساس تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر آشیان بوم‌شناختی است. این نرم‌افزار این قابلیت را دارد که وضعیت تمام متغیرها را در تمامی نقاط حضور گونه با یکدیگر مقایسه می‌کند. در نهایت مطلوبترین وضعیت را در نظر گرفته و بخش‌هایی از منطقه را به‌عنوان بهترین زیستگاه برای گونه مورد نظر به‌صورت نقشه ارائه دهد.

ابتدا برای تهیه نقشه خصوصیات خاک از روش کریجینگ در نرم‌افزار GS+ (Ver. 5.1.1) استفاده شد (۳۴). سپس بر روی داده‌ها در نرم‌افزار Arc map تحلیل‌های زمین‌آماری انجام شد و نقشه‌های پیش‌بینی مکانی آهک، رس، سیلت، شن، سنگریزه، ماده آلی، هدایت‌الکتریکی، گچ و رطوبت قابل دسترس تهیه شد. پس از ورود اطلاعات اکوجغرافیایی به نرم‌افزار BIOMAPPER در مرحله اول این اطلاعات برای اطمینان از نرمال‌بودن و یکنواخت‌بودن توزیعشان مورد آزمون قرار گرفتند، زیرا روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی تا حد زیادی به نرمال‌بودن داده‌های اولیه نیازمند است و عدم رعایت این اصل باعث بروز خطا در نتایج نهایی و کاهش دقت و صحت مدل می‌شود (۱۳، ۲۱ و ۲۹). متغیرهای محیطی گچ، ماده‌آلی و اسیدیته در دو عمق به روش BOX-COX نرمال شدند.

در گام بعدی همبستگی میان این متغیرها به‌وسیله نرم‌افزار BIOMAPPER آزمون شد، زیرا این نرم‌افزار به متغیرهایی نیاز دارد که همبستگی بالایی با هم نداشته باشند. در غیر این صورت متغیرهایی که همبستگی بالاتر از ۸۵ درصد با هم دارند با یک وزن وارد مدل می‌شوند (۲۱ و ۲۹). نقشه حضور گونه ابتدا به فرمت رستری (شبکه‌ای) و سپس به نقش بولی (صفر و یک) تبدیل شد تا قابل ورود به تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی است. در نهایت این نقشه به‌عنوان متغیر وابسته وارد تجزیه شد (۱۷). صحت مدل با استفاده از شاخص Boyce قابل ارزیابی است که پس از تهیه نقشه این ارزیابی انجام شد.

به‌منظور تطبیق نقشه رویشگاه بالقوه اروشیا تهیه‌شده با نقشه واقعی پوشش‌گیاهی و تعیین میزان دقت آن از آماره کاپا[2] در نرم‌افزار Idrisi نسخه ۱۴/۰۲ استفاده شد. در نهایت برای بررسی بوم‌شناختی گونه اروشیا و مقایسه خصوصیات محیطی در رویشگاه‌های دارای قدرت بالقوه و بدون استعداد از تجزیه واریانس و گروهبندی دانکن استفاده شد.

نتایج

تجزیه انجام‌شده در تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی مشابه تجزیه به مؤلفه‌های اصلی[3] به محاسبه عواملی می‌پردازد که توضیح‌دهنده بخش عمده‌ای از تأثیر متغیرهای مستقل محیط‌زیست گونه است. اولین ستون معرف ویژگی حاشیه‌ای‌بودن گونه مورد مطالعه است و نشان می‌دهد که حد بهینه گونه مورد مطالعه تا چه حد از میانگین زیستگاه مورد مطالعه فاصله دارد. عوامل بعدی نیز شامل عوامل تحمل‌پذیری یا به‌عبارتی تخصصی‌بودن گونه‌اند. نتایج نشان می‌دهد که مهمترین عامل در تعیین مطلوبیت زیستگاه گونه *E. ceratoides* عامل ارتفاع از سطح دریا، سنگریزه و بافت خاک است.

در این مطالعه برای مقایسه خصوصیات خاک در رویشگاه‌های مختلف منطقه از تجزیه واریانس و گروهبندی دانکن استفاده شد که نتایج آن در جدول (۲) نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که درصد سنگریزه، ارتفاع از سطح دریا، آهک و بافت بین رویشگاه‌های *E. ceratoides* دارای اختلاف معنی‌دار و مقادیر بیشتری است، در صورتی‌که درصد گچ، هدایت الکتریکی و رطوبت قابل دسترس مقادیر کمتری را در این رویشگاه‌ها نشان دادند. مقدار اسیدیته و درصد ماده آلی در رویشگاه‌های مختلف منطقه اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند.

1- Geographical Information System

2- Kappa statistics

3- Principle Component Analysis

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- واریانس توضیح داده شده با ۴ عامل اول خروجی از نرم‌افزار BIOMAPPER (از ۱۶ عامل اولیه)

متغیرهای محیطی	عمق	حاشیه گزینی	تخصص گرایی ۱	تخصص گرایی ۲	تخصص گرایی ۳
سنگریزه	۰-۲۰	۰/۳۶۲	۰/۲۴۴۷	۰/۱۰۱۲	-۰/۲۶۳۶
	۲۰-۸۰	۰/۳۵۷	۰/۰۱۶۶	۰/۰۹۰۴	-۰/۲۵۸۹
رس	۰-۲۰	-۰.۰۰۹۳	۰/۱۰۰۲	۰/۱۱۴۸	۰/۱۷۹۲
	۲۰-۸۰	-۰/۳۲۰۸	-۰/۳۱۶۸	۰/۲۵۹۵	۰/۱۵۰۴
سیلت	۰-۲۰	۰/۳۴۵۰	-۰/۱۹۱۰	۰/۰۲۷۸	۰/۲۴۷۶
	۲۰-۸۰	۰/۰۳۲۳	-۰/۰۰۲۸	۰/۰۶۲۴	۰/۲۶۹۱
شن	۰-۲۰	۰/۲۲۳۵	۰/۰۸۲۸	-۰/۱۵۸۳	-۰/۲۴۳۷
	۲۰-۸۰	۰/۰۲۶۴	۰/۱۸۱	-۰/۱۸۶۲	-۰/۲۳۵۶
آهک	۰-۲۰	۰/۰۴۲۴	۰/۱۶۴۴	-۰/۳۴۲	۰/۰۸۲۸
ا	۲۰-۸۰	-۰/۱۸۸۱	۰/۰۱۰۱	-۰/۳۴۳	۰/۱۶۰۶
ماده آلی	۰-۲۰	-۰/۰۵۶۱	-۰/۰۳۸۸	۰/۳۷۴۴	-۰/۰۲۵۳
	۲۰-۸۰	۰/۲۱۰۹	۰/۲۹۶۲	۰/۳۵۸۰	-۰/۰۷۶۸
رطوبت قابل دسترس	۰-۲۰	۰/۲۰۳۸	-۰/۲۴۱	۰/۱۱۴۸	۰/۲۴۴۰
	۲۰-۸۰	۰/۱۷۲۵	۰/۲۳۹۹	۰/۱۲۰۶	۰/۲۸۷۳
گچ	۰-۲۰	-۰/۰۷۱۶	۰/۰۹۲۵	-۰/۰۶۸۸	۰/۳۶۶۲
	۲۰-۸۰	-۰/۰۷۱۶	۰/۰۹۲۵	-۰/۰۶۸۸	۰/۲۶۴۹
هدایت الکتریکی	۰-۲۰	-۰/۰۶۲۸	۰/۰۹۵۷	-۰/۰۶۹۳	۰/۲۳۱۲
	۲۰-۸۰	-۰/۰۷۷۳	۰/۱۰۱	-۰/۰۷۲۹	۰/۲۳۵۳
اسیدیته	۰-۲۰	۰/۰۶۴۴	-۰/۶۷۹	-۰/۱۱۳۰	-۰/۱۲۶۰
	۲۰-۸۰	۰/۰۳۲۴	۰/۲۷۴۷	-۰/۱۳۳۴	-۰/۲۱۰۵
ارتفاع از سطح دریا		۰/۳۳۸۳	۰/۰۲۵۲	-۰/۲۵۹۴	-۰/۱۱۴۵
شیب		-۰/۵۷۸	۰/۱۸۳	۰/۲۵۵۹	-۰/۱۴۴۵

برای تهیه نقشه مطلوبیت رویشگاه گونه*E. ceratoides* از مدل به‌دست آمده در نرم‌افزار BIOMAPPER از روش میانگین هندسی[1] استفاده شد. در نهایت با انجام تجزیه‌های آماری مورد نیاز در نرم‌افزار نقشه تناسب رویشگاه به‌صورت یک فایل رستری که حاوی مقادیر صفر تا ۱۰۰ بود تهیه شد. صحت مدل با استفاده از شاخص Boyce ارزیابی شد که میزان صحت مدل در این آزمون برابر با ۹۳/۲ درصد تعیین شد که نشان‌دهنده دقت بالا و قابل قبول نتایج این مطالعه است.

هنگل و همکاران (۲۰۰۹) درصد احتمال بالای ۵۰ را جز مناطق مناسب و مطلوب معرفی کردند. طبق نظر ایشان، طبقه‌بندی نقشه تنها به‌منظور سهولت درک مطلب صورت می‌گیرد و می‌توان به طبقات دیگری نیز تقسیم‌بندی شود. در این تحقیق نقشه به ۴ کلاس تناسب رویشگاه طبقه‌بندی شد به این ترتیب که مقادیر ۰ تا ۱۰ در کلاس نامناسب، ۱۰ تا ۳۰ در کلاس با تناسب کم، ۳۰ تا ۷۰ در کلاس تناسب متوسط و ۷۰ تا ۱۰۰ در کلاس مناسب طبقه‌بندی شد (شکل ۲).

نقشه تهیه‌شده با نقشه واقعی پوشش‌گیاهی تطبیق داده شد و ضریب آماره کاپای بدست آمده در نرم‌افزارIdrisi نسخه ۱۴/۰۲، ۰/۸۵ است که طبق نظر منسورد و لیمانز[2] (۱۹۹۲) دامنه ۰/۸۵-۰/۷ جزء توافق بسیار خوب است.

تفسیر این نقشه نشان می‌دهد مناطق دارای تناسب کم در رویشگاه *Ar.au-As.spp* حضور دارند و این مناطق به نسبت دارای درصد پایین‌تری از درصد سنگریزه نسبت به رویشگاه‌های بهینه‌اند. به‌تدریج از سمت مناطق بالقوه با حرکت به سمت مناطق پست به شوری منطقه اضافه‌شده و از ارتفاع کاسته می‌شود. اینها دلایل مهمی در کاهش شرایط رویش گونه *E. ceratoides* به‌عنوان گونه سردسیر و مرتفع است، به‌طوری‌که در رویشگاه *Ha. strobilaceum* منطقه بالقوه نامناسبی برای رویش اغلب گونه‌هاست.

1 - Geometric

2 - Monserud & Leemans

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه خصوصیات خاک در رویشگاه‌های مورد مطالعه

تیپ / خاک	سنگریزه۱ (درصد)	سنگریزه ۲ (درصد)	رس ۱ (درصد)	رس ۲ (درصد)	سیلت ۱ (درصد)	سیلت ۲ (درصد)	شن ۱ (درصد)	شن ۲ (درصد)	آهک ۱ (درصد)	آهک ۲ (درصد)
Ar.si	۲۸/۲۰۱۶^{b}	۴۵/۶۳ ^{b}	۲۲/۱۷^{ab}	۲۱^{ab}	۲۰/۵^{a}	۱۸/۳۳^{a}	۵۷/۳^{bc}	۶۰/۶۷ ^{c}	۱۳/۸۹^{ab}	۱۴/۹۳^{a}
Ar.si-Sa.ar	۲۴/۲۷^{b}	۴۲/۴۱ ^{b}	۱۹/۱۶^{ab}	۲۰^{ab}	۱۸/۹^{a}	۱۷/۸۹^{a}	۴۸/۴^{bc}	۵۸/۴۶ ^{c}	۱۲/۷۷^{ab}	۱۲/۸۱^{a}
Ar.si-Zy.eu-Eu.ce	۳۵/۵۲^{b}	۵۰/۰۳ ^{b}	۱۷/۵^{a}	۱۶ ^{a}	۲۰/۳۳^{a}	۱۶/۱۷^{a}	۶۲/۱۷^{c}	۶۷/۸۳ ^{c}	۲۲/۴۳^{c}	۲۰/۲۴^{c}
Ar.au-Br.to-Eu.ce	۲۸/۴۸^{a}	۲۷/۶۴ ^{b}	۲۶/۴۵^{b}	۳۳/۱۷^{d}	۲۵/۵^{ab}	۲۲/۵^{a}	۴۸^{ab}	۴۴/۳۳ ^{ab}	۱۱/۲۲ ^{a}	۱۳/۸۹^{a}
As.spp-Ac.spp	۲۷/۵۹^{b}	۳۶/۴۴ ^{b}	۱۶/۶۷^{a}	۲۳/۶۷^{bc}	۲۵^{ab}	۱۷/۸۳^{a}	۵۸/۳۳^{bc}	۵۸/۵ ^{bc}	۲۰/۲۸^{c}	۱۷/۹۵^{ab}
As.spp-Ar.au-Sa.ar	۲۸/۱۵^{a}	۳۷/۴۷ ^{a}	۲۲/۸۳^{ab}	۳۰^{bc}	۲۰/۶۷^{bc}	۲۱/۵^{a}	۴۷/۱۷^{ab}	۵۴ ^{bc}	۱۵/۸^{b}	۱۵/۳۱^{a}
Ar.au-As.spp	۲۷/۳۴^{a}	۲۶/۷۴ ^{b}	۲۵/۳۵^{b}	۳۱/۱۹^{d}	۲۴/۵^{ab}	۲۱/۵ ^{a}	۴۵ ^{ab}	۴۳/۳۳ ^{ab}	۱۰/۱۲^{a}	۱۲/۵۶^{a}
Ha.strobilaceum	۸/۰۴۲^{b}	۲/۸۴ ^{b}	۲۶/۸^{b}	۲۹/۳۳^{cd}	۳۷/۳۳^{c}	۳۵/۳۳^{b}	۳۵/۸۳^{a}	۳۵/۳۳ ^{a}	۲۱/۷^{c}	۲۲/۲۶^{c}
F	۵/۵۸**	۱۱/۰۲**	۴/ ۳۶**	۶/۶۰**	۴/۹۵**	۴/۶۲**	۵/۲۳**	۶/۰۴**	۱۴/۵۴**	۴/۹۱**

ادامه جدول ۲- مقایسه خصوصیات خاک در رویشگاه‌های مورد مطالعه

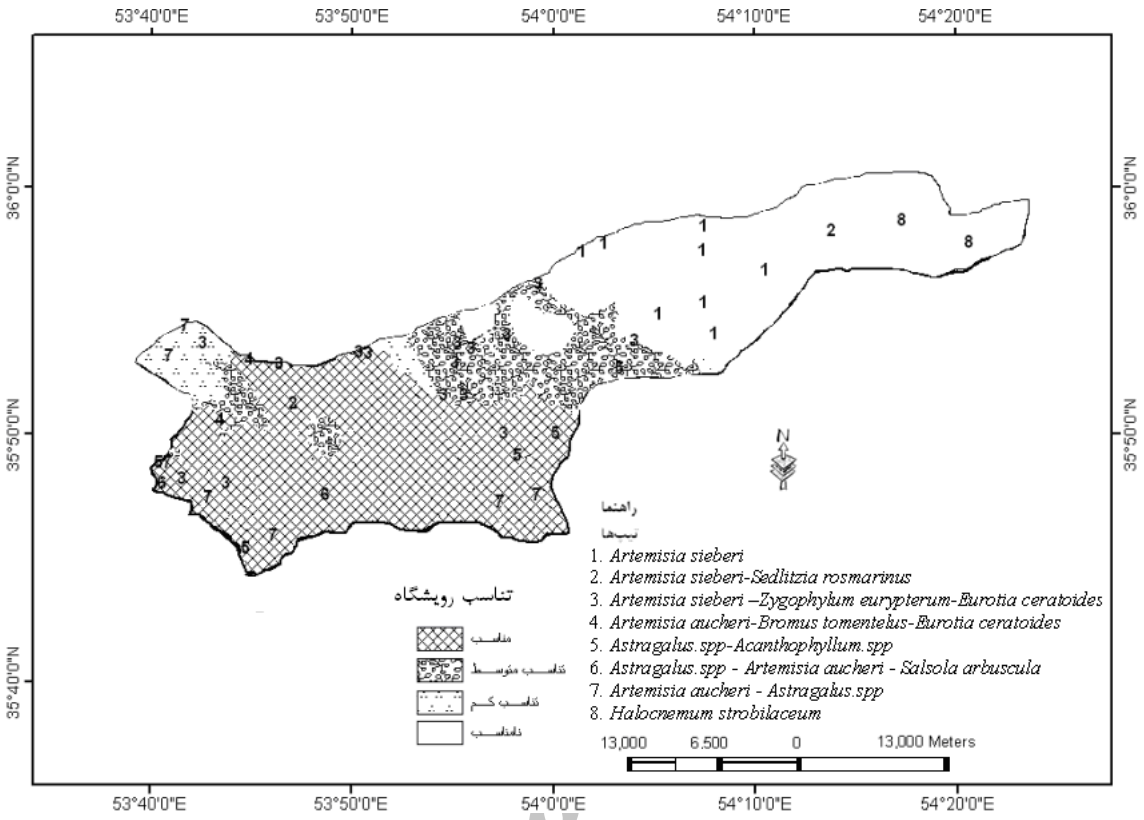
تیپ / خاک	ماده آلی ۱ (درصد)	ماده آلی ۲ (درصد)	رطوبت قابل دسترس ۲ (درصد)	رطوبت قابل دسترس ۲ (درصد)	گچ ۱ (میلی اکی‌والان گرم در صد گرم خاک)	گچ ۲ (میلی اکی‌والان گرم در صد گرم خاک)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته ۱	اسیدیته ۲
Ar.si	۰/۵۹^{ab}	۰/۶۳^{a}	۶/۳۹^{a}	۵/۰۳^{a}	۰^{a}	۰^{a}	۰/۲۵^{a}	۰/۲۸^{b}	۸/۱^{a}	۸/۲^{ab}
Ar.si-Sa.ar	۰/۷۱^{ab}	۰/۷۲^{a}	۷/۱۵^{a}	۶/۱۲^{a}	۰^{a}	۰^{a}	۰/۲۲^{a}	۰/۲۴^{b}	۸/۱^{a}	۸/۲^{ab}
Ar.si-Zy.eu-Eu.ce	۰/۵۳^{ab}	۰/۴۴^{a}	۷/۵۸^{a}	۷/۲۴^{a}	۰/۰۲^{a}	۰^{a}	۰/۲۶^{a}	۰/۲۸^{a}	۸/۲^{a}	۸/۳^{abc}
Ar.au-Br.to-Eu.ce	۰/۹۳^{c}	۰/۶۲^{a}	۱۲/۶۸^{c}	۱۲/۸^{b}	۰^{a}	۰^{a}	۰/۲^{a}	۰/۱۷^{b}	۸/۲^{a}	۸/۲^{ab}
As.spp-Ac.spp	۰/۳۴^{a}	۰/۳۸^{a}	۸/۴۷^{ab}	۶/۹۱^{a}	۰^{a}	۰^{a}	۰/۲۲^{a}	۰/۲۲^{a}	۸/۳^{a}	۸/۳^{c}
As.spp-Ar.au-Sa.ar	۰/۷^{bc}	۰/۶ ^{a}	۱۱/۹۱^{bc}	۱۱/۵۱^{b}	۰/۰۲^{a}	۰/۰۲^{a}	۰/۳۱^{a}	۰/۱۸^{b}	۸/۲^{a}	۸/۳^{bc}
Ar.au-As.spp	۰/۸۹^{c}	۰/۴۲^{a}	۱۰/۲۳^{c}	۱۰/۹^{b}	۰^{a}	۰^{a}	۰/۱۹^{a}	۰/۱۵^{b}	۸/۲^{a}	۸/۲^{ab}
Ha.strobilaceum	۰/۵^{ab}	۰/۴۳^{a}	۱۷/۳^{d}	۱۷/۱۷^{c}	۱۴^{b}	۱۳^{b}	۸/۸۵^{b}	۷/۲^{b}	۸/۱^{a}	۸/۱^{a}
F	۳/۷۳**	۰/۸۵^{ns}	۱۱/۲**	۱۲/۹۸**	۹/۰۷**	۲۲/۵۲**	۳۲/۹۶**	۱۶/۵۲**	۱/ ۲۷^{ns}	۳/۲۶**

*: معنی‌دار در سطح ۵٪ با درجه اطمینان ۹۵٪ **: معنی‌دار در سطح ۱٪ با درجه اطمینان ۹۹٪، ۱ نشان‌دهنده عمق ۲۰-۰ و ۲ نشان‌دهنده عمق ۸۰-۲۰ سانتی‌متر است

n.s: عدم تفاوت معنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- نقشه طبقه‌بندی شده مطلوبیت رویشگاه گونه *E. ceratoides* به همراه نقشه واقعی پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان‌داد که از کل مساحت ۷۴۰۰۰ هکتاری محدوده مورد مطالعه، ۱۵۰۰۰ هکتار معادل با ۲۰ درصد از کل منطقه در کلاس رویشگاهی مناسب برای گونه *E. ceratoides* قرار دارد. همچنین ۴۷۰۰ هکتار نسبتاً مناسب، ۵۸۰۰ هکتار دارای تناسب کم و ۴۸۵۰۰ هکتار از منطقه برای رویش این گونه گیاهی نامناسب است. نتایج حاصل از تفسیر نقشه مطلوبیت رویشگاه و تجزیه واریانس مشخص می‌سازد که مهمترین عامل در تعیین مطلوبیت رویشگاه گونه اروشیا در مراتع شرق سمنان ارتفاع از سطح دریا و درصد سنگریزه و بعد از آن بافت خاک است. بررسی‌های مربوط به خاک در رویشگاه‌های مختلف نشان داد که اسیدیته و ماده‌آلی تأثیری در تشخیص رویشگاه‌های مختلف ندارد، در حالی که بین آهک، رس، سیلت، ماسه، ارتفاع، شیب و سنگریزه در رویشگاه‌های گوناگون تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. این مطالعه همچنین نشان داد که مناطق دارای قدرت بالقوه رویش گونه *E. ceratoides* در کنار گونه‌هایی از جمله *Artemisia siberi, Artemisia aucheri, Astragalus spp.* و *Zygophylum eurypterum* مشاهده می‌شود. زارع چاهوکی و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای در مناطق شمال‌شرق سمنان نیز نشان دادند که گونه‌های *A. siebri, Z. eurypterum* و *E. ceratoides* با درصد آهک، درصد سنگریزه و ارتفاع همبستگی بالایی را نشان دادند.

رویشگاه مطلوب گونه *E. ceratoides* در این منطقه در ارتفاعات ۲۲۰۰-۱۶۰۰ متر از سطح دریا، دارای سنگریزه فراوان و بافت متوسط و لومی-شنی است. گلدانساز و همکاران (۲۰۰۹b) نیز با بررسی ویژگی‌های رویشگاهی این گونه در مراتع استپی ندوشن، میزان اسیدیته را ۸/۰-۶/۵ و بافت خاک را لومی- رسی گزارش کردند.

بافت خاک به‌دلیل تأثیر در میزان آب و عناصر در دسترس گیاهان و نیز تهویه و عمق ریشه‌دوانی گیاه در پراکنش پوشش‌گیاهی نقش مهمی دارد (۳۱). در بررسی نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که افزایش ارتفاع از سطح دریا، تأثیر زیادی روی پوشش گونه

Archive

www.SID.ir

E. ceratoides دارد. با توجه به اینکه با افزایش ارتفاع از سطح دریا، میزان بارندگی افزایش یافته و درجه حرارت کاهش می‌یابد، از این‌رو میزان تولید و تراکم گیاه افزایش می‌یابد. گلدانساز و همکاران (۲۰۰۹b) در مراتع استپی ندوشن نیز نشان دادند که تراکم و تولید این گونه گیاهی با افزایش ارتفاع رابطه مستقیم دارد.

تحلیل نتایج مشخص ساخت که افزایش املاح گچ و EC در مناطق پست و پایین‌دست، بتدریج باعث کاهش گونه *E. ceratoides* در سطح جوامع گیاهی خواهد شد. در واقع شوری بالا محدودیتی است که مانع رشد بسیاری از گیاهان می‌شود (۳۲). خاک‌های دارای املاح زیاد و هدایت‌الکتریکی بالا معرف رویشگاه *Halocnemum strobilaceum* است به طوری‌که این گونه با خصوصیات شوری خاک رابطه مثبت قوی دارد و با توجه به نقشه تهیه شده، جزء مناطق نامناسب از نظر رویشگاه بالقوه اروشیا بدست‌آمد.

بررسی عامل حاشیه‌گرایی نشان داد که گونه *E. ceratoides* مقادیر بیشتری از متغیرهای ارتفاع و سنگریزه را نسبت به میانگین کل آن متغیرها در کل منطقه ترجیح می‌دهد. حاشیه‌گرایی به معنای فاصله بوم‌شناختی بین میانگین پراکنش اروشیا در هر متغیر محیطی تا میانگین همان متغیر در سطح کل منطقه مورد مطالعه است (۲۹). از سوی دیگر عامل تخصص‌گرایی گونه، مقدار تخصصی‌بودن گونه را در محدوده منابع مورد استفاده خود در محیط نشان می‌دهد. این مقدار عکس میزان تحمل‌پذیری گونه است و مقادیر کم آن نشان می‌دهد که گونه مورد مطالعه نسبت به بسیاری متغیرهای محیطی از درجه تحمل‌پذیری بالایی برخورداراست.

نرم‌افزار BIOMAPPER این قابلیت را دارد که وضعیت تمام متغیرها را در تمامی نقاط حضور گونه با یکدیگر مقایسه کرده و در نهایت مطلوبترین وضعیت را در نظر گرفته و بخش‌هایی از منطقه را به‌عنوان بهترین رویشگاه برای گونه مورد نظر به صورت نقشه ارائه دهد (۱۶).

جمع‌آوری اطلاعات محیطی، فیزیوگرافی و پوشش گیاهی دقیق مستلزم صرف وقت و هزینه در عملیات صحرایی خواهد بود، ولی می‌توان با کاربرد روش‌های نوین مدل‌سازی توزیع جغرافیایی گونه‌ها و نمونه‌برداری اصولی از رویشگاه‌ها، تناسب رویشگاه‌ها را با دقت بالایی پیش‌بینی کرد. از این جهت مطالعاتی در این زمینه می‌تواند در معرفی گونه گیاهی مناسب برای اصلاح مراتع مفید باشد، به شرطی که برای گونه‌های مهم مرتعی مدل‌های پیش‌بینی با دقت و اعتبار مناسب تهیه و در مناطق مختلف آزمون شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1. Basillea, M., C. Calenge, E. Marboutin, R. Andersen & J.M. Gaillarda Assessing habitat selection using multivariate statistics: Some refinements of the ecological-niche factor analysis. Ecological modelling 211: 233-240.
2. Black, C.A., 1979. Methods of soil analysis. American Society of Agronomy 2: 771-1572.
3. Falah Bagheri, F., 2007. Modeling the habitat suitability of sheep in Kolah Gazi Natinal Park with ENFA method. Thesis of Azad University, Science and Research Branch, 100p.
4. Giannini,T.C., R. Lira-Saadeb, R. Ayalac, A.M. Saraivad & I. Alves-dos-Santosa, 2011. Ecological niche similarities of Peponapis bees and non-domesticated Cucurbita species. Ecological Modelling, ECOMOD - 6(163): 2011-2018.
5. Giannini, T.C., I.A.M. Saraiva & A.L. Santos, 2009. Ecological niche modeling and geographical distribution of pollinator and plants: A case study of Peponapis fervens (Smith, 1879) (Eucerini: Apidae) and Cucurbita species (Cucurbitaceae). Ecological Informatics, 121: 132-143.
6. Gibson, L. A., B.A.Wilson, D. M. Cahill & J. Hill, 2003. Modeling Habitat Suitability of the Swamp Antechinus (Antechinus minimus maritimus) in the costal heathlands of soutern Victoria, Australia. International Journal of biologicalConservation, 117:143-150.
7. Goldansaz, M., H. Azarnivand, M. Jafari & M.A. Zare Chahouki, 2009a. Autecology of Eurotia ceratoides in Nodooshan rangeland. Iranian Journal of Rangland, 4: 571-578. (In Persian)
8. Goldansaz. M., H. Azarnivand, M. Jafari, M.A. Zare Chahouki & A. Fahimi Pour, 2009b. Investigation about variances of some mineral elements of Eurotia ceratoides in different elevations of sea level (study of Nodooshan rangeland in Yazd). Watershed Management Researches (Pajouhesh & Sazandegi) 85: 60-65. (In Persian)
9. Guisan, A., A. Lehmann, S. Ferrier, M. Austin, J.M.C.C. Overton, R. Aspinall & T.Hastie, 2006. Making better biogeographical predictions of species' distributions. Journal of Applied Ecology, 43 (3): 386-392.
10. Hausser, J., 1995. Mammife'res de la Suisse: Re´partition Biologie Ecologie. Commission des Me'moires de l'Acade´mie Suisse des Sciences Naturelles. Birkha user Verlag, Basel.
11. Hutchinson, G.E., 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol. 22: 415-427.
12. Hengl,T., H. Sierdsema, A. Radovi & A. Dilo, 2009. Spatial prediction of species' distributions from occurrence-only records: combining point pattern analysis, ENFAand regression-kriging. Journal of Ecological Modeling, 55(83): 1-13.
13. Hirzel, A.H., V. Helfer & F. Metral, 2001. Assessing habitat-suitability models with a virtual species. Ecological Modelling, 145: 111-121.
14. Hirzel, A.H., J. Hausser, D. Chessel & N.Perrin, 2002. Ecological Niche Factor Analysis: How to compute habitat-suitability maps without absence data? Ecology, 73(22): 2027-2036.
15. Hirzel, A.H. & A. Guisan, 2002. Which is the optimal sampling strategy for habitat suitability modeling? Journal of Ecological Modelling, 157: 331-341.
16. Hirzel, A.H., G.L. Laya, V. Helfera, C. Randina & A.Guisana, 2006. Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. Ecological Modeling.199: 142-152.
17. Malaki Najaf Abadi. S., M.R. Homami, A.R.S. Mahini & V. Rahdari, 2010. Using GIS for wildlife habitat management: case study Esfahan sheep *(Ovis orientalis isfahanica)* Muteh wildlife refuge. National Geomatic Conference, 225 pp.
18. Miller, J., J. Franklin & R. Aspinall, 2007. Incorporating spatial dependence in predictive vegetation models. Ecological Modelling 202: 225-242.
19. Monserud, R.A. & R. Leemans, 1992. Comparing Global Vegetation Maps with the Kappa Statistic, Ecological Modelling, 62: 275-293.
20. Mostavafi, S.M., A. Alizadeh, M. kaboli, M. Karami, R. Goljani & S. Mohamadi, 2010. Spring and Summer Habitat Suitability Mapping for Wild goat (Capra aegagrus aegagrus) in Lar National Park. Journal of Sciences and Technology of Natural Resources, 5(2): 111-121.
21. Neeti, N., T. Vaclavik & M. Niphadkar, 2007. Potential distribution of Japanese knot weed in Massachusets. ESRI Annual user Conference.
22. Pebesma, E.J., R.N.M. Duin & P. A. Burrough, 2005. Mapping sea bird densities over the North Sea: spatially aggregated estimates and temporal changes. Environmetrics, 16(6): 573-587.
23. Perrin, N., (1984). Contribution a` l'e´cologie du genre Cepaea (Gastropoda): Approche descriptive et expe´rimentale de l'habitat et de la niche e´cologique, PhD Thesis. University of Lausanne.
24. Peterson, A.T., M. Papes & J. Sober´on, 2008. Rethinking receiver operating characteristic analysis applications in ecological niche modeling. Ecological Modeling, 213: 63-70.

Archive of SID

www.SID.ir

25. Phillips, S.J., R.P. Anderson & R.E. Schapire, 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling. 190:231-259.
26. Omidi, M., 2008. Analysis and modeling Persian leopard habitates in a Kolah Ghazi national park of Isfahan province. Thesis of Azad University, Science and Research Branch, 1pp. (In Persian)
27. Rangel, T.F.L.V.B., J.A.F. Diniz-Filho & L.M. Bini, 2006. Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography. Global Ecology & Biogeography 15(7): 321-327.
28. Sober´on, J. & A.T. Peterson, 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. Biodivers. Inform, 2: 1-10.
29. Songlin, F., J. Schibig & M.Vance, 2007. Spatial habitat modeling of American chestnut at Mammoth Cave National Park. Forest Ecology and Management, 252: 201-207.
30. Trethowan, P.D., M.P. Robertsonb & A.J. McConnachiec, 2011. Ecological niche modelling of an invasive alien plant and its potential biological control agents. South African Journal of Botany, 77: 137-146.
31. Wahba, S.A., S.I. Abdel Rahman, M.Y. Tayel Cairo & M.A. Matyn, 1990, Soil moisture, salinity, water use efficiency and sunflower growth as influenced by irrigation bitumen mulch and plant density. Soil Technology, 3(1): 33-44
32. Wolmarans, R., M.P. Robertson & B.J. Van Rensburg, 2010. Predicting invasive alien plant distributions: how geographical bias in occurrence records influences model performance. Journal of Biogeography, 37(9): 1629-1834.
33. Xuezhi, W., X. Weihua, O. Zhiyun, L. Jianguo, X.Yi, C. Youping, Z.Lianjun & H. Junzhong, 2008. Application of ecological-niche factor analysis in habitat assessment of giant pandas. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(2): 821-828.
34. Zare Chahouki M.A., H. Azarnivand, M. Jafari & A. Tavili, 2009. Multivariate statistical methods as a tool for model based prediction of vegetation types. Russian Journal of Ecology, 41(1): 84-94.
35. Zare Chahouki, M.A., L. Khalasi Ahvazi & H. Azarnivand, 2010. Environmental factors affecting distribution of vegetation communities in Iranian Rangelands. Vegetos, 23 (2): 1-15.

Archive of SID

www.SID.ir