مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳
ص۵۲۵-۵۳۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۰۵

تعیین رویشگاه بالقوهٔ گونهٔ *Zygophyllum eurypterum* با استفاده از روش تحلیل عاملی بوم‌شناختی (ENFA) در مراتع شمال شرق سمنان

❖ ***لیلا خلاصی اهوازی***؛ دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران
❖ ***محمدعلی زارع چاهوکی****؛ دانشیار دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

گونهٔ قیچ (*Zygophyllum eurypterum* Boiss. & Buhse) از گیاهانی است که اهمیت فراوانی در حفاظت از خاک در مناطق خشک، جلوگیری از فرسایش بادی، و تولید علوفهٔ دام‌ها دارد. هدف از این پژوهش تعیین رویشگاه بالقوهٔ این گونه در مراتع شمال شرق سمنان با استفاده از روش ENFA[1] است. برای نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در هر تیپ رویشی از روش تصادفی- سیستماتیک در طول ۳ ترانسکت ۷۵۰ متری استفاده شد. در طول هر ترانسکت ۱۵ پلات، با ابعادی که به روش حداقل سطح تعیین شد، به فاصلهٔ ۵۰ متر قرار داده شد. مختصات جغرافیایی مناطقی که گونهٔ قیچ در آن وجود داشت با GPS ثبت شد. پس از مطالعات صحرایی، نقشهٔ پوشش گیاهی منطقه تهیه شد. نمونه‌های خاک در ابتدا و انتهای هر ترانسکت از عمق ۰ـ ۲۰ و ۲۰ـ ۸۰ سانتی‌متر برداشت شد. خصوصیات خاک شامل بافت، درصد سنگریزه، آهک، رطوبت قابل دسترس، گچ، اسیدیته، و هدایت الکتریکی و همچنین عوامل فیزیوگرافی (شیب و ارتفاع) در این مطالعه اندازه‌گیری شد. با واردکردن لایه‌های اطلاعاتی (شامل نقشهٔ نقاط حضور گونهٔ قیچ، نقشه‌های عوامل خاک، و فیزیوگرافی) در مدل مناسب و با اعمال تجزیه‌های آماری مورد نیاز در مدل ENFA، نقشهٔ رویشگاه‌های بالقوهٔ این گونه ایجاد شد. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد که ۲۵۲۰۰ هکتار، معادل ۳۴ درصد از کل منطقه، رویشگاه بالقوهٔ *Z. eurypterum* به‌شمار می‌رود. برای بررسی صحت این مدل از نمایهٔ Boyce استفاده شد. میزان صحت مدل در این آزمون ۸۷/۲ درصد تعیین شد. نتایج روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی نشان داد که دو عامل اسیدیته و آهک در حضور این گونه تأثیرگذارتر از سایر عوامل‌اند. میزان تطابق نقشهٔ تهیه‌شده با نقشهٔ واقعی پوشش گیاهی نیز با استفاده از ضریب کاپا محاسبه شد که نشان‌دهندهٔ تطابق خوبی بود (ضریب کاپای ۰/۶۲).

واژگان کلیدی: تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک، شمال شرق سمنان، قیچ، نمایهٔ Boyce.

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۳۲۲۴۹۳۱۳-۰۲۶ فاکس: ۳۲۲۴۹۳۱۳-۰۲۶
Email: mazare@ut.ac.ir

1. Ecological Niche Factor Analysis

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

استقرار و پراکنش پوشش گیاهی مناطق بیابانی ایران تحت تأثیر مؤلفه‌هایی همچون میزان و پراکنش بارندگی، نوسانات دما، رطوبت، منابع آب سطحی و زیرزمینی، شرایط توپوگرافی و فیزیوگرافی، سازندهای زمین‌شناسی، بافت و ساختمان خاک است. اغلب گیاهان طبیعی مناطق بیابانی ایران خشکی‌زی، شوری‌زی، ماسه‌زی، گچ‌زی، و آهک‌زی است. به عبارت دیگر، نوع پوشش گیاهی تا حد بسیار زیادی تابع نوع بستر و به‌خصوص ویژگی‌های خاص خاک‌های چنین مناطق است. گیاهی که در این مطالعه بررسی شد گونهٔ *Z. eurypterum* است. این گونهٔ گیاهی درختچه‌ای است همراه با انشعابات چوبی فراوان که در عرصه‌های بیابانی به صورت پراکنده در جوامع گیاهی درمنهٔ دشتی مشاهده می‌شود. ارتفاع متوسط این درختچه تا ۲/۵ متر می‌رسد.

پراکنش مکانی گیاهان یکی از جنبه‌های مهم بوم‌شناسی گیاهی است که آگاهی از آن از مقدمات و ضروریات بررسی پوشش گیاهی در هر منطقه به‌شمار می‌آید [۱۹]. تحلیل مکانی الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی از ابزارهای مهم در بوم‌شناسی گیاهی است [۶، ۱۵، ۲۹]. پراکنش پوشش گیاهی تحت تأثیر متغیرهای محیطی متعدد قرار دارد؛ به طوری که بین متغیرهای محیطی و گیاهی کنش‌های پیچیده‌ای وجود دارد و همبستگی‌های مشاهده‌شده اغلب با عدم یقین همراه‌اند [۱۴]. از بین عوامل محیطی، خاک از مهم‌ترین عواملی است که در پراکنش و پوشش گیاهی نقش عمده‌ای دارد. همچنین، همبستگی شدید و ارتباط تنگاتنگ بین پوشش گیاهی و خاک به گونه‌ای است که تغییر در وضعیت هر کدام تأثیر بسیار زیادی در دیگر کارکردهای اکوسیستم می‌گذارد. خاک نتیجهٔ رابطهٔ متقابل بین مواد مادری، توپوگرافی، آب و هوا (باران، دما، و باد)، و عوامل بیولوژی است. در مناطق خشک آب قابل دسترس کم است و پدیدهٔ خاک‌سازی به‌آرامی طی می‌شود [۳۲].

به طور کلی، روش‌های عملکردی می‌توانند با جامعه‌شناسی گیاهی ترکیب شود و به طور کامل پوشش گیاهی را توصیف کند، رویشگاه‌های پوشش گیاهی را مقایسه نماید، و چگونگی پاسخ به تغییرات محیطی را پیش‌بینی کند [۵]. از آنجایی که بیشتر بوم‌شناسان این نظریه را پذیرفته‌اند که رابطهٔ بین گونه‌های گیاهی با عوامل محیطی به صورت غیرخطی است [۲۲]، باید از مدل‌هایی غیر از رگرسیون خطی استفاده کرد.

یکی از روش‌های مناسب در تعیین مطلوبیت رویشگاه گونه‌های مرتعی و تهیهٔ نقشهٔ مطلوبیت رویشگاه استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی است که فقط به داده‌های حضور نیاز دارد و این خود سبب می‌شود به مقدار زیادی در زمان و بودجه صرفه جویی شود. دقت مدل‌سازی در روش تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در مقایسه با روش‌های وابسته به داده‌های حضور و عدم حضور، نظیر مدل خطی تعمیم‌یافته[1]، مدل افزایشی تعمیم‌یافته[2]، و درخت رگرسیون[3] بیشتر است. در پاره‌ای اوقات، برای مثال، زمانی که مشاهدهٔ حضور گونه دشوار است یا حتی در صورت مناسب‌بودن رویشگاه گونه حضور ندارد یا اینکه رویشگاه در حقیقت برای گونه نامساعد است، استفاده از داده‌های عدم حضور می‌تواند در نتایج اریبی ایجاد کند. از این رو، استفاده از روش‌هایی مبتنی بر نقاط حضور نتیجهٔ مطلوب‌تری خواهد داشت [۱۱]. اجرای مدل آشیان بوم‌شناختی نشان داد که متغیر آب و هوا با وجود

1. Generalized Linear Models
2. Generalized Additive Models
3. Regression Tree

Archive of SID
www.SID.ir

شباهت در بعضی مناطق، به عنوان مهم‌ترین عامل در تعیین تناسب رویشگاه، مؤثر است [۸].

روش آشیان بوم‌شناختی از آن دسته روش‌های نوین مدل‌سازی است فقط با به‌کارگیری داده‌های حضور گونه. و، به دلیل صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینهٔ مطالعه، محققان از این روش بسیار زیاد استفاده می‌کنند [۱۱، ۲۱، ۲۶]. از روش ENFA اغلب برای مطالعهٔ رویشگاه‌های بالقوهٔ گونه‌های جانوری استفاده می‌شود و در سطح جهانی مطالعات بسیاری صورت گرفته است [۷، ۱۷، ۲۷].

از مدل‌های توزیع گونه‌های گیاهی برای مقابله با مشکلات زیست‌محیطی، تکاملی، و حفاظتی بسیار زیاد استفاده می‌شود. بسیاری از این روش‌ها پیش‌بینی‌های متناسب پیوسته‌ای را ارائه می‌دهند، اما بسیاری از کاربردهای واقعی آن‌ها (به طور نمونه طراحی ذخایر و ارزیابی آثار گونه‌های مهاجم و تغییرات آب و هوایی) و ارزیابی مدل‌ها برای نشان‌دادن آستانهٔ تغییرات به داده‌های حضور و غیاب (دودویی) نیاز دارد، ولی روش‌هایی صرفاً با داده‌های حضور، از جمله مدل ENFA، درجهٔ اطمینان بسیار بالایی دارند [۱۸].

روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی تا حد زیادی به نرمال‌بودن داده‌های اولیه نیازمند است و رعایت‌نکردنِ این اصل باعث بروز خطا در نتایج نهایی و کاهشِ دقت و صحت مدل می‌شود [۱۰، ۲۴، ۲۸]. بررسی همبستگی بین این متغیرها نیز در این روش حائز اهمیت است، زیرا Biomapper 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 [۲۴، ۲۸].

در روش ENFA، علاوه بر محاسبهٔ مطلوبیت رویشگاه، عوامل بوم‌شناختی مهمی، مانند تخصص‌گرایی[1]، حاشیه‌گرایی[2]، و تحمل‌پذیری[3] گونه نیز محاسبه می‌شود که به ترتیب نشان‌دهندهٔ وسعت میدان بوم‌شناختی گونهٔ مورد نظر نسبت به متغیرهای مستقل زیست‌محیطی، میزان تمایل گونه به زندگی در زیستگاه‌های حاشیه‌ای، و محدودهٔ قابل تحمل گونه نسبت به متغیرهای مستقل زیست‌محیطی است. مدل‌های آشیان بوم‌شناختی احتمال حضور گونه را بر اساس متغیرهای زیست‌محیطی پیش‌بینی می‌کنند. پیشرفت فنون آماری و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی باعث شد تا مدل‌سازی در قالب فضا انجام شود [۱۳]. تراکم و تنوع گونه‌های گیاهی، اعم از یک‌ساله، بوته‌ای، و درختچه‌ای، نقش حیاتی و انکارناپذیری در ساختار اجتماعی- اقتصادی مناطق بیابانی ایفا می‌کنند. علوفهٔ دام و سایر بهره‌برداری‌ها از مراتع، تأمین چوب و سایر فراورده‌های جنگلی، تثبیت ماسه‌های روان، جلوگیری از هدررفت آب و خاک، بستر حیات وحش و... حکایت از اهمیت و جایگاه پوشش گیاهی در منابع طبیعی و ساختارهای اجتماعی- اقتصادی و زیست‌محیطی مناطق بیابانی ایران دارد.

مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه به مرتع‌داران کمک می‌کند تا با صرف زمان و هزینهٔ کمتر عوامل تهدیدکنندهٔ جوامع گیاهی و رویشگاه‌های بالفعل و بالقوه را شناسایی کنند. با توجه به اینکه در ایران مطالعه دربارهٔ مطلوبیت زیستگاه گونه‌های گیاهی در جهت اهداف مدیریتی، حفاظتی، و تهیهٔ نقشهٔ زیستگاهی با این روش کمتر صورت گرفته است، چنین مطالعاتی می‌تواند الگویی برای کاربرد روش‌های نوین مدیریتی باشد. هدف اصلی در این مطالعه تهیهٔ نقشهٔ رویشگاه‌های بالقوهٔ گونهٔ *Z.*

1. specialization
2. marginality
3. global tolerance

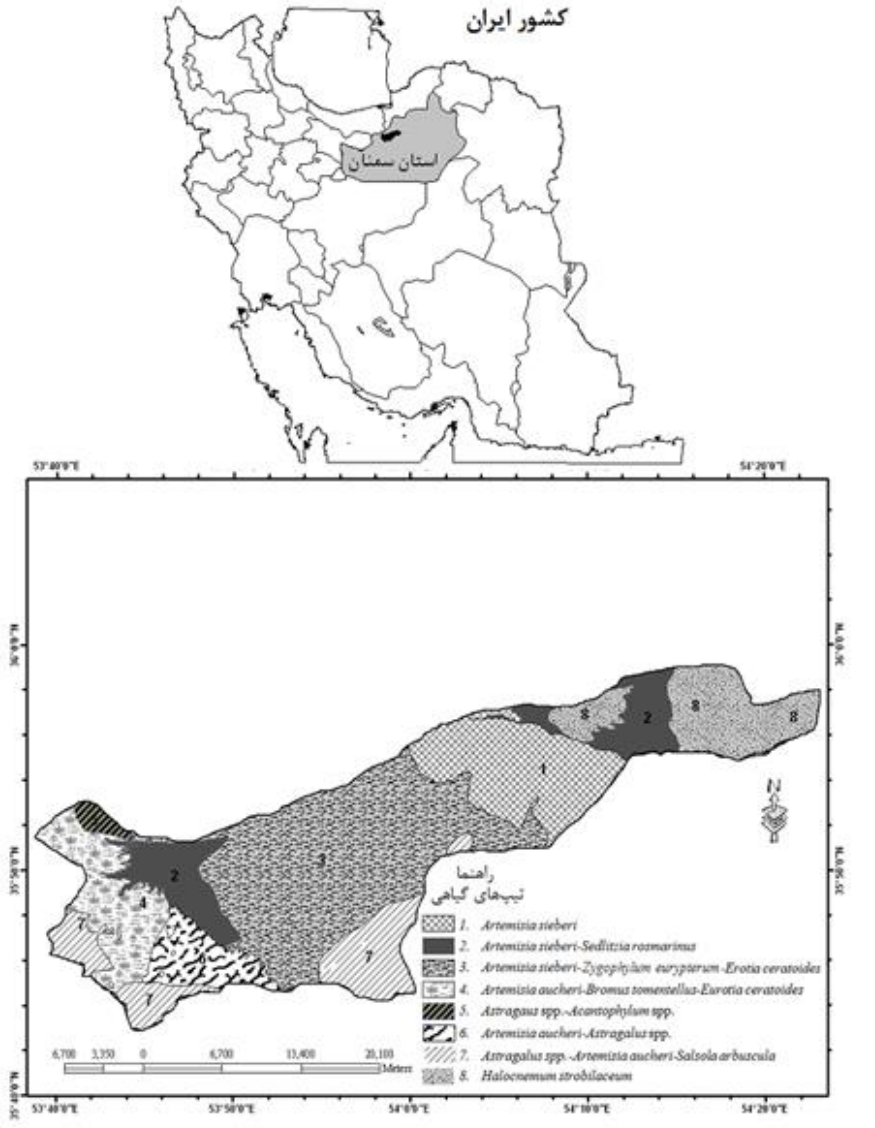
Archive of SID

www.SID.ir

*eurypterum*است. با مشخص‌نمودن عوامل مؤثر در مطلوبیت رویشگاه این گونه، به عنوان الگویی از گیاهان مناطق خشک ایران، می‌توان جایگاه گونه را در گسترهٔ آشیان بوم‌شناختی (ENFA) مربوطه و همچنین مطلوبیت رویشگاه گونه را در مناطق مشابه تعیین کرد. با استفاده از این اطلاعات می‌توان در جهت حفاظت و گسترش این گونه، به عنوان گونهٔ تأثیرگذار در حفاظت از اراضی خشک و پایداری مراتع و بهبود هر چه بهتر آن‌ها، در احیای مراتع تخریب‌یافته در مناطق خشک و افزایش تولید علوفهٔ دام‌ها گام برداشت؛ این موارد باعث افزایش بازده اقتصادی و همچنین ایجاد اشتغال خواهد شد.

روش‌شناسی

منطقهٔ مورد مطالعه به مساحت ۷۴۰۰۰ هکتار در شمال شرقی شهرستان سمنان در مرکز ایران واقع شده است (۳۵ درجه و ۵۳ دقیقهٔ شمالی تا ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقهٔ شمالی و ۵۳ درجه و ۴۳ دقیقهٔ شرقی تا ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقهٔ شرقی). بیشترین ارتفاع منطقه ۲۲۶۰ متر و کمترین آن ۱۱۲۹ متر است (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت منطقهٔ مورد مطالعه در استان سمنان و کشور ایران

www.SID.ir

جدول ۱. سطح مناسب پلات نمونه‌برداری در تیپ‌های گیاهی منطقهٔ شمال شرق سمنان

ردیف	تیپ گیاهی	سطح پلات نمونه‌برداری (متر مربع)
۱	*Artemisia sieberi*	۲
۲	*Artemisia sieberi-Seidlitzia rosmarinus*	۱۶
۳	*Artemisia sieberi- Zygophyllum eurypterum- Eurotia ceratoides*	۶
۴	*Artemisia aucheri-Bromus tomentelus- Eurotia ceratoides*	۲
۵	*Astragalus spp.-Acanthophyllum spp.*	۲
۶	*Artemisia aucheri-Astragalus spp.*	۲
۷	*Astragalus spp.-Artemisia aucheri-Salsola arbuscula*	۲
۸	*Halocnemum strobilaceum*	۱۶

بر اساس آمار به‌دست‌آمده از ایستگاه‌های هواشناسی، میانگین بارندگی سالانه ۲۰۰ میلی‌متر گزارش شده است. بر اساس پهنه‌بندی اقلیمی دومارتن، منطقهٔ مورد مطالعه دارای اقلیم فراخشک سرد در نزدیکی دامغان و اقلیم خشک سرد در نزدیکی سمنان است.

نخست با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و نقشهٔ پوشش گیاهی و پیمایش صحرایی ۶ تیپ گیاهی، که شاخص منطقه‌اند، مشخص شد. برای نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در منطقهٔ معرف هر تیپ رویشی ۳ ترانسکت ۷۵۰ متری، و در هر ترانسکت ۱۵ پلات با فواصل ۵۰ متر مستقر شد. در این مطالعه، اندازهٔ پلات به روش حداقل سطح برای رویشگاه‌های شمال شرق سمنان تعیین شد (جدول ۱). سپس، با استفاده از مطالعات حاصل از نمونه‌برداری پوشش گیاهی و مختصات جغرافیایی مناطقی که گونهٔ *Z. eurypterum* حضور داشت و با استفاده از GPS و همچنین نقشه‌های پوشش گیاهی آن منطقه نقشهٔ نقاط حضور این گونهٔ گیاهی تهیه شد.

در هر تیپ رویشی، با توجه به تغییرات پوشش گیاهی و عوامل محیطی، که در طول گرادیان‌های مختلف متفاوت بود، نمونه‌برداری از خاک در ابتدا و انتهای ترانسکت (به عنوان گرادیان تغییرات) انجام شد؛ به طوری که در هر تیپ، ۶ پروفیل حفر شد و در کل منطقهٔ مورد مطالعه ۷۲ نمونهٔ خاک برداشت شد. نمونه‌برداری از خاک، با توجه به مرز تفکیک افق‌ها در منطقه و نوع گیاهان موجود، از دو عمق ۰ــ ۲۰ و ۲۰ـ ۸۰ سانتی‌متر انجام شد. سپس، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی بر روی نمونه‌های خاک صورت گرفت [۳]. در مطالعه‌ای در مناطق خشک، عمق نمونه‌برداری از خاک دو عمق ۰ــ ۲۰ و ۲۰ــ ۶۰ سانتی‌متر درنظر گرفته شد [۲۵].

خصوصیات خاک شامل بافت، درصد سنگریزه، آهک، رطوبت قابل دسترس، گچ، اسیدیته، و هدایت الکتریکی در این مطالعه اندازه‌گیری شد. سپس، نمونه‌های خاک از الک دومیلی‌متری عبور داده شد و، با توجه به وزن نمونه قبل از الک‌کردن و وزن خاک عبورکرده از الک، درصد سنگریزهٔ خاک تعیین شد. سپس، بر روی ذرات کوچک‌تر از دو میلی‌متر آزمایش‌های فیزیکی تعیین ذرات نسبی خاک، شامل رس، سیلت، و ماسه، به روش هیدرومتری بایکاس انجام شد. در بررسی‌های تجزیهٔ شیمیایی خاک میزان اسیدیتهٔ خاک با pH متر اندازه‌گیری شد. برای بررسی وضعیت شوری خاک، هدایت‌الکتریکی در عصارهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

اشباع با هدایت‌سنج الکتریکی تعیین گردید. درصد آهک خاک به روش کلسیمتری، درصد گچ به روش استون، و درصد رطوبت قابل دسترس به روش وزنی اندازه‌گیری شد [۳۹].

لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل در نرم‌افزار Biomapper را می‌توان به دو دستهٔ لایه‌های اطلاعاتی طبقه‌بندی کرد: ۱. Work map؛ ۲. Ecogeographical maps. این لایه‌ها نخست در نرم‌افزار IDRISI تهیه و تنظیم و سپس به نرم‌افزار Biomapper وارد شدند.

نقشهٔ نقاط حضور گونهٔ *Z. eurypterum* بر اساس مطالعات میدانی و نقشهٔ پوشش گیاهی در Work map تهیه شد. نقاط حضور این گونه نخست به فرم وکتوری در یک لایه گنجانده و سپس به فرم رستری تبدیل و، در نهایت، به نقشهٔ بولی (نقشهٔ صفر و یک) تبدیل شد تا به عنوان لایهٔ اطلاعاتی وابسته قابل ورود به روش ENFA باشد. در نهایت، این نقشه‌ها هر کدام، به طور جداگانه، به عنوان متغیر وابسته، وارد تجزیه و تحلیل شد [۲۰، ۳۸]. از آنجا که حضور این گونه در بعضی مناطق گسترده بود و اجتماعاتی را تشکیل می‌داد، از بافر ۲۰ تا ۵۰ متری در مرکز بعضی از نقاط استفاده شد. Ecogeographical maps شامل نقشه‌های اطلاعات متغیرهای مستقل رویشگاهی است که حضور یا عدم حضور گونه به آن‌ها بستگی دارد. متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش عبارت است از: عوامل فیزیوگرافی و خاک.

مدل با استفاده از شاخص Boyce قابل ارزیابی است؛ پس از تهیهٔ نقشه، این ارزیابی صورت گرفت. با استفاده از شاخص Boyce می‌توان الگوریتم مناسبی برای تهیهٔ نقشهٔ مطلوبیت رویشگاه انتخاب کرد. بر این اساس، هر چه میزان شاخص بیشتر و انحراف معیار آن کمتر باشد، نشان‌دهندهٔ آن است که الگوریتم انتخاب‌شده مناسب‌تر است [۱۲]. به منظور تطبیق نقشهٔ رویشگاه بالقوهٔ گونهٔ *Z. eurypterum* تهیه‌شده با نقشهٔ واقعی پوشش گیاهی و تعیین میزان دقت آن از آمارهٔ کاپا[1] در نرم‌افزار Idrisi Kilimanjaro استفاده شد.

نتایج

تحلیل پارامترهای آشیان بوم‌شناختی

تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی هستهٔ مرکزی نرم‌افزار Biomapperرا تشکیل می‌دهد. آنالیز انجام‌شده در تجزیه و تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی، مشابه تجزیه به مؤلفه‌های اصلی[2]، به محاسبهٔ عواملی می‌پردازد که تشریح‌کنندهٔ بخش عمده‌ای از تأثیر متغیرهای مستقل محیط زیست گونه است. اولین ستون معرف ویژگی حاشیه‌ای‌بودن گونهٔ مورد مطالعه است و نشان می‌دهد که حد بهینهٔ گونهٔ مورد مطالعه تا چه حد در فاصله از حد میانگین زیستگاه مورد مطالعه قرار دارد. عوامل بعدی نیز شامل عوامل تحمل‌پذیری یا، به عبارتی، تخصصی‌بودن گونه است. جدول ۲ نشان می‌دهد که مهم‌ترین عامل در تعیین مطلوبیت رویشگاه *Z. eurypterum* عامل اسیدیته و درصد آهک است، که با توزیع این گونهٔ گیاهی همبستگی مثبت دارد، در حالی که میزان رس عمق دوم، ارتفاع از سطح دریا، و شیب با توزیع گونهٔ مورد نظر همبستگی منفی دارد.

برای تهیهٔ نقشهٔ مطلوبیت رویشگاه قیچ از مدل به‌دست‌آمده در نرم‌افزار Biomapper از روش میانگین هندسی[3] استفاده شد. در نهایت، با اعمال تجزیه‌های آماری مورد نیاز در نرم‌افزار، نقشهٔ تناسب رویشگاه به صورت یک فایل رستری، که حاوی مقادیر صفر تا ۱۰۰ بود، تهیه شد. صحت مدل با استفاده از شاخص

1. Kappa statistics
2. principle component analysis
3. geometric

Archive of SID

www.SID.ir

Boyceارزیابی شد. میزان صحت مدل در این آزمون برابر با ۸۷٫۲ درصد تعیین گردید، که نشان‌دهندهٔ دقت بالا و قابل قبول نتایج این مطالعه است.

بر اساس نظر برخی محققان، طبقه‌بندی نقشه فقط به منظور سهولت درک مطلب صورت می‌گیرد. بر طبق این نظر، درصد احتمال بالای ۵۰ جزو مناطق مناسب و مطلوب هستند [۹]. در این تحقیق، نقشه به چهار کلاس تناسب رویشگاه طبقه‌بندی شد. بدین 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 [۱۱] (شکل ۲).

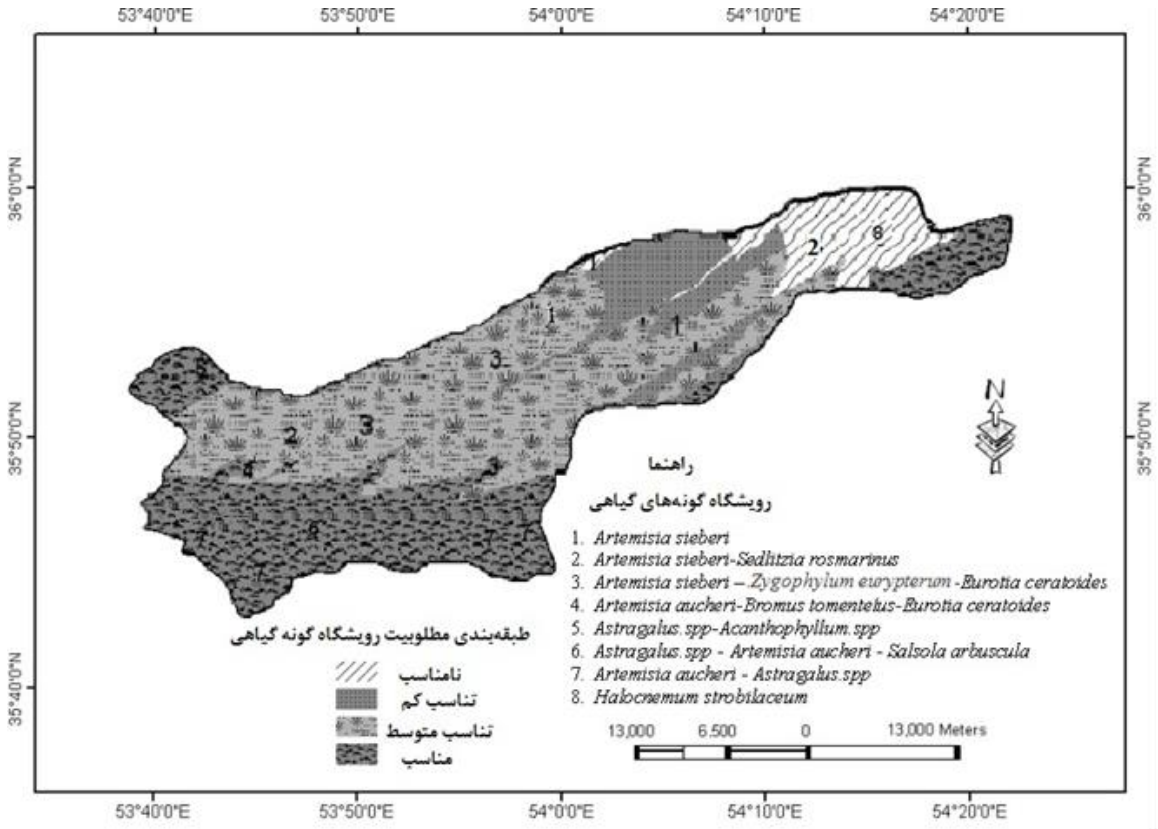
نقشهٔ تهیه‌شده با نقشهٔ واقعی پوشش گیاهی تطبیق داده شد و ضریب آمارهٔ کاپای به‌دست‌آمده در نرم‌افزارIdrisi Kilimanjaro ۰٫۶۲ است؛ که بر اساس مطالعات محققانی در این زمینه دامنهٔ ۰٫۵۵–۰٫۷ جزء توافق خوب است [۲۳].

جدول ۲. واریانس توضیح‌داده‌شده با ۴ عامل اول خروجی از نرم‌افزار (از ۲۲ عامل اولیه)

متغیرهای محیطی	عمق	حاشیه‌گزینی	تخصص‌گرایی ۱	تخصص‌گرایی ۲	تخصص‌گرایی ۳
سنگریزه	۰_ ۲۰	۰٫۱۶۲	۰٫۲۵۱	۰٫۱۳۰۲	−۰٫۲۳۱
	۲۰_ ۸۰	۰٫۲۵	۰٫۰۲۶۶	۰٫۰۶۰۴	−۰٫۲۴۸
رس	۰_ ۲۰	−۰٫۰۰۷۳	۰٫۱۵۰۲	۰٫۰۴۴۸	۰٫۱۷۹
	۲۰ _ ۸۰	−۰٫۴۲۰۷	−۰٫۲۱۶۸	۰٫۲۵۹	۰٫۱۱۰۴
سیلت	۰_ ۲۰	۰٫۲۱۵۰	−۰٫۱۹۱۰	۰٫۰۲۷۸	۰٫۲۵۷
	۲۰_ ۸۰	۰٫۱۳۲	−۰٫۰۰۲۸	۰٫۰۶۲۴	۰٫۲۶۹
شن	۰_ ۲۰	۰٫۲۳۱	۰٫۰۸۲۸	−۰٫۱۳۸۳	−۰٫۲۱۶
	۲۰_ ۸۰	۰٫۱۲۴	۰٫۱۸۱	−۰٫۱۸۶۲	−۰٫۲۵۵
آهک	۰_ ۲۰	۰٫۳۵۴	۰٫۱۶۴۴	−۰٫۳۴۲	۰٫۰۹۱۸
	۲۰_ ۸۰	۰٫۳۱۲	۰٫۰۱۰۱	−۰٫۳۴۳	۰٫۱۶۳
مادهٔ آلی	۰_ ۲۰	−۰٫۰۶۷۱	−۰٫۰۳۸۸	۰٫۳۷۴۴	−۰٫۰۲۶۳
	۲۰_ ۸۰	۰٫۱۳۰۴	۰٫۲۹۶۲	۰٫۳۴۸	−۰٫۰۷۶۸
رطوبت قابل دسترس	۰_ ۲۰	۰٫۲۰۳۸	−۰٫۲۴۱	۰٫۱۱۴۸	۰٫۲۴۴
	۲۰_ ۸۰	۰٫۱۷۲۵	۰٫۲۳۹۹	۰٫۱۲۰۶	۰٫۲۸۷
گچ	۰_ ۲۰	−۰٫۰۸۴۵	۰٫۰۹۲۵	۰٫۰۶۸	۰٫۳۶۶
	۲۰_ ۸۰	−۰٫۰۸۳۱	۰٫۰۹۲۵	−۰٫۰۶۸	۰٫۲۴۳
هدایت الکتریکی	۰_ ۲۰	−۰٫۰۵۲۱	۰٫۰۹۵۷	−۰٫۰۶۹۳	۰٫۲۳۱
	۲۰_ ۸۰	−۰٫۰۶۷۲	۰٫۱۰۱	−۰٫۰۵۲۹	۰٫۲۳۵
اسیدیته	۰_ ۲۰	۰٫۲۶۴	−۰٫۶۷۹	−۰٫۱۱۳۰	−۰٫۰۱۶
	۲۰_ ۸۰	۰٫۳۲۳	۰٫۲۷۴۷	−۰٫۱۳۳	−۰٫۲۹۱
ارتفاع ار سطح دریا	-	۰٫۲۳۵	۰٫۰۲۵۲	−۰٫۲۵۹۴	−۰٫۱۲۶
شیب	-	−۰٫۳۷۹	۰٫۲۸۳	۰٫۲۲۱۹	−۰٫۱۲۳

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. نقشهٔ طبقه‌بندی‌شدهٔ مطلوبیت رویشگاه گونهٔ *Z. eurypterum* به همراه نقشهٔ واقعی پوشش گیاهی در منطقهٔ مورد مطالعه

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که از کل مساحت ۷۴۰۰۰ هکتاری محدودهٔ مورد مطالعه ۲۵۲۰۰ هکتار معادل با ۳۴ درصد از کل منطقه در کلاس رویشگاهی مناسب برای گونهٔ Z. eurypterum قرار دارد. همچنین، ۲۰۰۰۰ هکتار دارای تناسب متوسط و ۱۲۸۰۰ هکتار دارای تناسب کم است و ۱۶۰۰۰ هکتار از منطقه برای رویش این گونهٔ گیاهی نامناسب است. این مطالعه نشان داد که مناطق دارای توان بالقوهٔ رویش گونهٔ Z. eurypterum در کنار گونه‌هایی از جمله Eurotia ceratoides، Artemisia aucheri، Artemisia sieberi، و Astragalus sppمشاهده می‌شود. در واقع، تفسیر این نقشه نشان داد که مناطق دارای تناسب کم در رویشگاه Artemisia sieberi وجود دارد که شوری بیشتری نسبت به رویشگاه‌های بهینه دارد. مناطق نامناسب رویشگاه گونهٔ Z. eurypterum در رویشگاه Halocnemum strobilaceum دیده شد؛ به طوری که میزان شوری این رویشگاه جهت رشد اغلب گونه‌ها نامناسب است.

حاشیه‌گرایی به معنای فاصلهٔ بوم‌شناختی بین میانگین پراکنش گونهٔ *Z. eurypterum* در هر متغیر محیطی تا میانگین همان متغیر در سطح کل منطقهٔ مورد مطالعه است [۲۸]. این نمایه نشان می‌دهد که *Z. eurypterum* مقادیر بیشتری از متغیرهای اسیدیته و آهک (۰٫۳۲۳ و ۰٫۳۵۴) را نسبت به میانگین کل آن متغیرها ترجیح می‌دهد. بررسی برخی مطالعات نشان داد که گونهٔ *Z. eurypterum* در خاک‌هایی با آهک

Archive

www.SID.ir

بالا مشاهده می‌شود [۱۶، ۳۳، ۳۴]. درصد بالای آهک در بعضی مناطق بدین جهت حائز اهمیت است که آهک باعث شکل‌گیری خاک‌دانه‌ها و افزایش ظرفیت نگه‌داری آب در خاک می‌شود و از افزایش هدررفت آب در این مناطق جلوگیری می‌کند [۴]. همچنین، در مطالعه‌ای، آهک عامل معرف رویشگاه *A.sieberi-Z. eurypterum* و به‌ویژه رویشگاه *Z. eurypterum -A. sieberi* در مناطق شمال شرق سمنان معرفی شده است [۳۴، ۳۷].

مطالعات نشان داده است که عامل آهک باعث به‌وجودآمدن ساختمان مناسب می‌شود و عامل معرف گونهٔ *Z. eurypterum* است، ولی در صورتی که درصد آهک بیش از حد افزایش یابد، با ایجاد سخت لایه و افزایش میزان اسیدیته و املاح در محدودهٔ ریشه مشکلاتی برای گیاهان به‌وجود می‌آورد، در نتیجه، امکان حضور گونهٔ *Sedlitzia rosmarinus* به‌وجود می‌آید. از این رو، آهک به‌جز برای گیاهان آهک‌دوست عاملِ بازدارندهٔ رشد است و قابلیت استفاده از عناصر ریز مغذی مانند روی و منگنز را برای گیاهان کاهش می‌دهد [۳۲].

نتایج این تحقیق نشان داد که گونهٔ *Z. eurypterum* دامنهٔ ارتفاعی بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا را ترجیح می‌دهد. پستی و بلندی به طور مستقیم از راه تغییر و تعدیلاتی بر روی عوامل محیطی و به طور غیرمستقیم با تأثیر در تشکیل خاک در جوامع گیاهی تأثیرات عمده‌ای دارد. دانستن مشخصات فیزیوگرافی اراضی مرتعی ضروری است و به مدیریت این اراضی کمک می‌کند [۱].

بافت خاک نیز بر پراکنش گیاهان در اراضی بیابانی و خشک تأثیر بیشتری دارد. برای نمونه، طی تحقیقی در شرق عربستان نشان داده شد که گونهٔ *Cyperus conglomerates* شاخص خاک‌های شور با بافت نسبتاً ریز و گونهٔ *Zygophyllum mandavillei* شاخص خاک‌هایی با شوری بالا و بافت درشت است [۲]. اندازهٔ ذرات خاک به دو عامل بستگی دارد: ۱. نوع سنگ مادر تشکیل‌دهندهٔ خاک؛ ۲. مقدار فرسایش انجام‌شده در سنگ مادر. در این پژوهش نیز گونهٔ *Z. eurypterum* با بافت رسی همبستگی منفی نشان داد.

از سوی دیگر، عامل تخصص‌گرایی گونه مقدار تخصصی‌بودن گونه را در محدودهٔ منابع مورد استفادهٔ خود در محیط نشان می‌دهد. این مقدار عکس میزان تحمل‌پذیری گونه است و مقادیر کم آن نشان می‌دهد که گونهٔ مورد مطالعه نسبت به بسیاری از متغیرهای محیطی از درجهٔ تحمل‌پذیری بالایی برخوردار است. این گونه نسبت به متغیرهای گچ، شن، و اسیدیته (۰٫۰۹۲۵، ۰٫۰۸۲۸، و ۰٫۶۷-) در مقابل سایر متغیرها از تحمل‌پذیری بالاتری برخوردار است.

گونه‌هایی که شرایط رویشگاهی منحصربه‌فردی نسبت به عوامل محیطی دارند با واقعیت تطابق بهتری نشان می‌دهند و قابلیت پیش‌بینی آن‌ها بیشتر است [۳۲، ۳۵، ۳۶]. در این مطالعه نیز نقشهٔ پیش‌بینی رویشگاه گونهٔ *Z. eurypterum* تهیه‌شده تطابق خوبی با نقشهٔ پوشش گیاهی واقعی نشان داد.

نظر به اینکه در کشورمان مطالعاتی دربارهٔ مطلوبیت رویشگاه گونه‌ها برای مدیریت و حفاظت از گونه‌های خوش‌خوراک و در معرض خطر انقراض و تهیهٔ نقشه‌های رویشگاهی با این روش کمتر صورت گرفته است، چنین مطالعاتی می‌تواند الگویی برای کاربرد روش‌های نوین مدیریتی به منظور تعیین مطلوبیت رویشگاه گونه‌های مناسب و برای اصلاح مراتع و حفاظت گونه‌های باارزش دارویی و صنعتی باشد. بررسی‌ها نشان داد که مطالعات پوشش گیاهی با روش ENFA نتایج موفقی دربر داشته است؛ از این موارد می‌توان به پژوهشی در بررسی رویشگاه گونهٔ مهاجم *Campuloclinium macrocephalum* و همچنین مطالعاتی در پیش‌بینی توزیع گونه‌های

Archive of SID

www.SID.ir

مهاجم مرتعی اشاره کرد [۳۰، ۳۱]. مطالعـاتی از ایـن قبیل می‌تواند با بررسی روش‌های جدید مـدل‌سـازی پوشش گیاهی و با شناخت شرایط ویژهٔ هـر روش و توجه به شرایط رویشگاهی هر گونهٔ گیاهی در مناطق مختلف آب و هوایی کشور بهتـرین روش را از نظـر کاهش هزینه و زمان و افزایش دقت برای تهیهٔ نقشـهٔ پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی معرفی کند.

Archive of SID

www.SID.ir

References

[1] Allen, R.B., Hewit, A.E. and Partidge, T.R. (1995). Predicting and use suitability vegetation and landform in depleted semi- arid grassland, New Zealand, *Landscape and Urban Planning*, 130p.

[2] Beno, B. (1998). Desert perennials as plant and soil indicators in Eastern Arabia, *Plant and soil Journal*, 199, 261-266.

[3] Black, C.A. (1979). Methods of soil analysis, *American Society of Agronomy***,** 2, 771-1572.

[4] Carneval, N.J. and Torres, P.S (1990). The relevance of physical factors on species distribution in inland salt marshes (Argentina), *Coenoses*, 5(2): 113-120.

[5] Caccianiga M., Luzzaro, A., Pierce, S., Ceriani, R.M. and Cerabolini, B. (2006). The functional basis of a primary succession resolved by CSR classification, *Oikos*, 112, 10-20.

[6] Dieckmann, U., Law, R. and Metz, J.A.J. (2000). *The Geometry of Ecological Interactions: Simplifying Spatial Complexity*, Cambridge University Press, Cambridge, 290p.

[7] Farashi, A., Kaboli M. and Karami, M. (2013). Predicting range expansion of invasive raccoons in northern Iran using ENFA model at two different scales, *Ecological Informatics*, 9, 16-27.

[8] Giannini, T.C., Saraiva, I.A.M. and Santos, A.L. (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

[9] Hengl, T., Sierdsema, H., Radovi, A. and Dilo, A. (2009). Spatial prediction of species' distributions from occurrence-only records: combining point pattern analysis, ENFA and regression-kriging, *Ecological Modeling*, 55(83): 1-13.

[10] Hirzel, A.H., Helfer, V. and Métral, F. (2001). Assessing habitat suitability models with a virtual species, *Ecological Modeling*, 145, 111-121.

[11] Hirzel, A.H., Hausser, J., Chessel, D. and Perrin, N. (2002). Ecological Niche Factor Analysis: How to compute habitat-suitability maps without absence data? *Journal of Ecology*, 73(22): 2027-2036.

[12] 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, *Ecological Modeling*, 199, 142-152.

[13] Jacqain, A., Cheret, V., Denux, J.M., Mitcheley, J. and Xofis, P. (2005). Habitat suitability modeling of caperailie (Tetrao urogallus) using each observation data, *Journal of Nature Conservation*, 13, 161-169.

[14] Jongman R.H.G., Ter. Break, C.J.F. and Van Tongeren, O.F.R. (1987). *Data Analysis in community and landscape ecology*, Center Fire Agricultural Publishing and Documentation, wageningen.324pp.

[15] Kristensen, J.O, Weiner, J., Griepentrog, H.W., Nørremark, M. (2006). Describing the spatial pattern of crop plants with special reference to crop–weed competition studies, *Field Crops Research*, 96, 207-215.

[16] Lassueur, T., Joost, S. and Randin, C.F. (2006) Very high resolution digital elevation models: Do they improve models of plant species distribution? *Ecological Modeling*, 198(1, 2): 139-153.

[17] Lison, F. and Calva, J.F. (2013). Ecological niche modelling of three pipistrelle bat species in semiarid Mediterranean landscapes, *Acta Oecologica*, 47, 68-73.

[18] Liu, C., White, M. and Newell, G. (2013). Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data, *Journal of Biogeography*, 40(4):778-789.

[19] Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F. (1988). *Statistical Ecology: A Primer in Methods and Computing*, A Wiely - Interscience Publication, USA., 337pp.

[20] Malaki Najaf Abadi, S., Homami, M.R., Mahini A.R.S. and Rahdari, V. (2010). Using GIS for wildlife habitat management: case study Esfahan sheep (Ovis orientalis isfahanica) Muteh wildlife refuge, *National Geomatic Conference.*

Archive of SID

www.SID.ir

[21] Master, F.M., Ferreira, J.P. and Mira, A. (2007). Modeling the distribution of the European Polecat Mustela putorius in a Mediterranean agricultural landscape, *Revue d'Ecologie (Terre Vie)*, 62, 35-47.

[22] McCune, B. (2004). *Nonparametric multiplicative for habitat modeling*, Orogon state university, USA, 43p.

[23] Monserud, R.A. and Leemans, R. (1992). Comparing Global Vegetation Maps with the Kappa Statistic, *Ecological Modeling*, 62, 275-293.

[24] Neeti, N., Vaclavik, T. and Niphadkar, M. (2007). Potential distribution of Japanese knot weed in massachusets, *ESRI annual user conference*, pp. 235-240.

[25] Noellemeyer, E., Frank, F., Alvarez, C., Morazzo G. and Quiroga, A. (2008). Carbon contents and aggregation related to soil physical and biological properties under a land-use sequence in the semiarid region of central Argentina, *Soil & Tillage Research*, 99, 179-190.

[26] Oliver, F. and Wotherspoon, J. (2005). Modeling habitat selection using presence-only data: case study of a colonial hollow nesting bird, the snow petrel, *Ecological Modeling*, 6, 1-18.

[27] Smith, A.B., Santos, M.J., Koo, M.S., Rowe, K.M.C., Rowe, K.C., Patton, J.D., Perrine, J.D., Beissinger, S.R. and Moritz, C. (2013). Evaluation of species distribution models by resampling of sites surveyed a century ago by Joseph Grinnell, *Journal of Ecography*, 12, 587-600.

[28] Songlin, F., Schibig. J. and Vance, M. (2007). Spatial habitat modeling of American chestnut at Mammoth Cave National Park, *Forest Ecology and Management*, 252, 201-207.

[29] Tilman, G.D. and Kareiva P. (1998). *Spatial Ecology: The Role of Space in Population Dynamics and Interspecific Interactions*, Princeton University Press, New Jersey, 368p.

[30] 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, 137-146.

[31] 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): 1629-1834.

[32] Zare Chahouki, M.A., Khalasi Ahvazi, L. and Azarnivand, H. (2010). Environmental factors affecting distribution of vegetation communities in Iranian Rangelands, *Vegetos*, 23(2): 1-15.

[33] Zare Chahouki, M.A. (2006). *Modelling the spatial pattern of plant species in arid and semi-arid rangelands (Case study: Poshtkouh region of Yazd province)*, Ph.D. Thesis. 180 p. (In Persian).

[34] Zare Chahouki, M.A., Azarnivand, H., Jafari, M. and Tavili, A. (2010). 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., Jafari, M., Azarnivand, H., Moghaddam, M.R., Farahpour, M. and Shafizadeh NasrAbadi, M. (2008). Application of logistic regression to study the relationship between presence of plant species and environmental factors, *Iranian Journal Pajouhesh & Sazandegi*, 76, 136-143. (In Persian).

[36] Zare Chahouki, M.A. and Khalasi Ahvazi, L. (2012). Predicting potential distributions of *Zygophyllum eurypterum* by three modeling techniques (ENFA, ANN and logistic) in North East of Semnan, Iran, *Range Management & Agroforestry*, 33(2): 123-128.

[37] Zare Chahouki, M.A., Khalasi Ahvazi, L. and Azarnivand, H. (2010). Environmental factors affecting distribution of vegetation communities in Iranian Rangelands, *Vegetos*, 23(2): 1-15.

[38] Zare Chahouki, M.A., Khalasi Ahvazi, L. and Soltani Gardfaramarzi, M. (2012). Modelling the potential habitat of *Eurotia ceratoides* in North East of Semnan, using Ecological Niche Factor Analysis, *Rangeland Journal*, 5(4):362- 373. (In Persian).

[39] Zare Chahouki,M.A., Khalasi Ahvazi, L., Azarnivand, H. and Zare Chahouki, A.A. (2014). Preparing the Spatial distribution of soil factors by Interpolation methods in east rangeland of Semnan, *Journal of Range and Watershed Management*, 3, 387-399. (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir