مدلسازی پراکنش رویشگاه گونه‌های گیاهی با روش رگرسیون لجستیک در مراتع نیمه-خشک (مطالعه موردی: مراتع اشتهارد)

محمدعلی زارع چاهوکی* و نرگس ناصری حصار[1]

کرج، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۲۴

چکیده

هدف از این پژوهش مدلسازی پراکنش رویشگاه گونه‌های گیاهی در مراتع اشتهارد با استفاده از روش رگرسیون لجستیک بود. ابتدا بر اساس نقشه‌های شیب و ارتفاع در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای، واحدهای همگن تعیین شد. در هر واحد، سه ترانسکت ۷۵۰ متری به روش تصادفی- سیستماتیک مستقر شد و در ابتدا و انتهای هر ترانسکت پروفیل خاک حفر و نمونه-برداری از دو عمق ۲۰-۰ و ۸۰-۲۰ سانتی‌متر انجام شد، سپس متغیرهای خاک شامل سنگریزه، رس، سیلت، شن، آهک، ماده آلی، اسیدیته و هدایت الکتریکی در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید. همچنین برای ثبت حضور و عدم حضور گونه‌های گیاهی در طول هر ترانسکت ۱۵ پلات مستقر شد. اندازه پلات نمونه‌برداری با توجه به نوع و پراکنش گونه‌های گیاهی به روش سطح حداقل، سطح مستطیلی شکل ۲ مترمربعی تعیین گردید. در گام بعد رابطه رگرسیون لجستیک بین عوامل محیطی حضور رویشگاه‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS بدست آمد. نقشه عوامل محیطی با روش درونیابی کریجینگ نیز در محیط نرم‌افزار GIS تهیه شد. در نهایت رابطه رگرسیونی بدست آمده برای حضور هر رویشگاه بر نقشه‌های عوامل محیطی مؤثر اعمال شد و نقشه پیش‌بینی هر رویشگاه تهیه شد. میزان تطابق بین نقشه‌های پیش‌بینی و نقشه واقعی رویشگاه‌ها با استفاده از ضریب کاپا بررسی شد. تطابق بین نقشه واقعی و نقشه پیش‌بینی حاصل از مدل برای رویشگاه *Halocnemum strobilaceum* در سطح خوب (K=۰/۶۶)، برای رویشگاه *Artemisia sieberi* در سطح متوسط (K=۰/۴۶)، برای رویشگاه *Artemisia sieber- Stipa barbata* نیز در سطح متوسط (K=۰/۵۳) و برای رویشگاه *Artemisia sieberi- Salsola richteri* ضعیف (K=۰/۲۹) ارزیابی شده‌است.

واژه‌های کلیدی: مدلسازی پراکنش رویشگاه، رگرسیون لجستیک، مراتع اشتهارد، نقشه پیش‌بینی.

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

مقدمه

حضور گونه‌های گیاهی در یک منطقه برآیند عوامل محیطی، نیازهای بوم‌شناسی هر گونه و دامنه بردباری گونه نسبت به عوامل محیطی مهم در هر رویشگاه است. مدلسازی پیش‌بینی پوشش گیاهی بر اساس ارتباط بین پراکنش پوشش گیاهی و متغیرهای محیطی مؤثر تعریف می‌شود. از آنجایی که مدل‌های پیش‌بینی به درک نیازهای رویشگاه گونه‌ها و پیش‌بینی توزیع پتانسیل گونه‌ها کمک می‌کنند، می‌توانند برای مدیریت توزیع گونه‌ها، ارزیابی اثرات زیست محیطی ناشی از عوامل مختلف (آلودگی، تغییرات آب و هوا) و مدیریت گونه‌های در معرض خطر انقراض استفاده شوند (۱۴). این مدل‌ها مشاهدات میدانی را به مجموعه‌ای از متغیرهای محیطی که احتمالا منعکس کننده برخی از عوامل کلیدی رویشگاه هستند مثل آب و هوا، توپوگرافی، ویژگی‌های خاک، زمین‌شناسی و یا پوشش زمین مرتبط می‌کنند و در نهایت پیش‌بینی‌های

مکانی را که نشان‌دهنده مناسب بودن منطقه برای گونه‌ها و جوامع و یا تنوع زیستی هدف است، ارائه می‌دهند (۱۵).

رگرسیون لجستیک به عنوان یکی از روش‌های مدلسازی پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی، مدل احتمالاتی بین حضور پوشش گیاهی (به عنوان متغیر وابسته) و عوامل مؤثر بر آن (به عنوان متغیر مستقل) را با استفاده از روش حداکثر درستنمایی برازش می‌دهد و به‌کمک تابع احتمالاتی مرتبط با رگرسیون لجستیک، احتمالاتی از صفر تا یک به دست می‌آید که مقدار صفر احتمال عدم حضور و مقدار یک احتمال ۱۰۰ درصد حضور است (۱۷). از مهمترین مزیت‌های روش رگرسیون لجستیک استفاده از داده‌های حضور و غیاب برای مدلسازی است که برخلاف سایر فاکتورهای گیاهی (تراکم، تاج پوشش و تولید) اندازه‌گیری آن بسیار ساده است (۷).

ازجمله پژوهش‌هایی که از مدل رگرسیون لجستیک برای پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها استفاده شده می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: در مطالعه‌ای در جنوب سوئیس اطلاعات مربوط به ۱۱۷ گونه گیاهی در ۱۲۵ سایت جمع‌آوری شد و در هر سایت عوامل ارتفاع، شیب و جهت مطالعه شد. سپس با استفاده از روش رگرسیون لجستیک احتمال حضور هر گونه گیاهی پیش‌بینی گردید. نتایج حاصل نشان داد که پارامترهای شیب و جهت بیشترین همبستگی را با حضور گونه‌های گیاهی دارند (۱۸). در مراتع حوض سلطان قم نیز با استفاده از روش رگرسیون لجستیک پراکنش گونه‌های گیاهی مدلسازی شد. در این پژوهش پس از تهیه نقشه پیش‌بینی، آستانه بهینه حضور نیز برای هر یک از گونه‌های گیاهی با استفاده از رویکرد ترکیبی حساسیت و اختصاصیت برابر تعیین شد. در نهایت میزان تطابق نقشه پیش‌بینی با واقعی از طریق ضریب کاپا ارزیابی شد. نتایج نشان داد که میزان تطابق نقشه‌های حاصل از مدل و نقشه واقعی از سطح ضعیف (ضریب کاپای ۰/۳۴) تا خیلی خوب (ضریب کاپای ۰/۷۲) برای رویشگاه‌های مختلف نوسان دارد (۱). در مطالعه‌ای دیگر رویشگاه بالقوه گونه *Astragalus verus* با استفاده از داده‌های حضور و غیاب این گونه از ۱۰۰ سایت (شامل ۵۰ سایت حضور و ۵۰ سایت غیاب) و نقشه فاکتورهای محیطی از قبیل فیزیوگرافی (شیب، جهت، ارتفاع)، اقلیم (دما، بارش و ...) و خاک (اسیدیته، هدایت الکتریکی و ...) با روش رگرسیون لجستیک مدلسازی شد. ارزیابی مدل با استفاده از مجموعه داده‌های مستقل، ضریب کاپای ۰/۷۸ و با استفاده از سطح زیر منحنی پلات‌های ROC مقدار ۰/۹۳ را نشان داد که بیانگر توان بالای مدل رگرسیون لجستیک درختی در تولید نقشه پراکنش گونه *Astragalus verus* در مقیاس محلی می‌باشد (۷). پژوهشگرانی نیز مدلسازی پراکنش گونه‌های گیاهی مراتع شرق سمنان را بر اساس عوامل خاک و توپوگرافی با روش رگرسیون لوجستیک انجام دادند و پس از تهیه نقشه پیش‌بینی رویشگاه‌ها از شاخص کاپا برای بررسی میزان تطابق نقشه‌ها با واقعیت استفاده کردند (۴). در پژوهشی در جنوب غربی اسپانیا با استفاده از رگرسیون لجستیک متغیرهای فیزیوگرافی، بارندگی، درجه حرارت و داده‌های مربوط به سنگ‌شناسی را در تهیه مدل پراکنش مکانی بلوط چوب پنبه‌ای *(Quercus suber)*مورد بررسی قرار دادند (۱۵). مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه گونهٔ *Agropyron intermedium* با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی در مراتع طالقان میانی انجام شد (۶).

هدف از این پژوهش، ارائه روابط رگرسیونی چند متغیره برای رویشگاه گونه‌های گیاهی مراتع اشتهارد با به‌کارگیری عوامل خاکی و توپوگرافی و تهیه نقشه پیش‌بینی پراکنش این رویشگاه‌هاست. شناخت عوامل محیطی مؤثر بر پراکنش پوشش گیاهی می‌تواند در زمینه آشنایی با سازگاری گونه‌های بومی و بکارگیری آنها در برنامه های اصلاح و احیاء مراتع، کارآمد باشد.

مواد و روشها

معرفی منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه با مساحت ۲۳۱۸/۳ هکتار بخشی از مراتع شهرستان اشتهارد در جنوب غربی استان البرز است که در محدوده جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی و در ارتفاع ۱۱۲۹ تا ۱۳۷۸ متر از سطح دریا قرار گرفته است.

جمع‌آوری داده‌ها: ابتدا بر اساس نقشه‌های شیب و ارتفاع به دست آمده از نقشه مدل رقومی ارتفاع با دقت ۱۰ متر و همچنین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نقشه واحدهای همگن تهیه شد. انتخاب محل نمونه‌برداری در هر واحد به گونه‌ای بود که گونه‌های معرف هر تیپ رویشی را دربربگیرد و پوشش گیاهی نسبتا همگنی داشته باشد. همچنین به علت اثرات حاشیه‌ای مناطق صنعتی و زمین-های کشاورزی و مناطق مسکونی از نمونه‌برداری در نزدیکی این مناطق خودداری شد. در هر واحد همگن سه ترانسکت ۷۵۰ متری، دو ترانسکت در طول مهمترین گرادیان‌های محیطی (ارتفاع، جهت و شیب) و یک ترانسکت عمود بر آن دو ترانسکت مستقر گردید. در طول هر ترانسکت ۱۵ پلات، به فاصله ۵۰ متر قرار داده شد، که به دلیل زیاد بودن طول دامنه و تغییر شرایط محیطی این فاصله مد نظر قرار گرفت. بدین ترتیب در هر واحد همگن ۴۵ عدد پلات مستقر گردید. اندازه پلات‌های نمونه برداری با توجه به نوع و پراکنش گونه‌های گیاهی به روش سطح حداقل، سطح مستطیلی شکل ۲ متر مربعی تعیین گردید. در هر پلات نوع و تعداد گونه‌های گیاهی و درصد پوشش آنها ثبت شد. برای نمونه‌برداری از خاک، در ابتدا و انتهای هر ترانسکت پروفیل خاک حفر شد. با توجه به عمق خاک و عمق مؤثر ریشه‌دوانی گونه‌های موردمطالعه دو عمق نمونه‌برداری ۲۰–۰ و ۸۰–۲۰ سانتی‌متر انتخاب گردید. سپس متغیرهای خاک شامل سنگریزه، رس، شن، سیلت، آهک، ماده آلی، اسیدیته و هدایت الکتریکی اندازه-گیری شد که به‌همراه روش اندازه‌گیری در جدول ۱ آورده شده است. همچنین در هر واحد نمونه‌برداری طول و عرض جغرافیایی، شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا نیز تعیین شد.

جدول ۱- فهرست متغیرهای محیطی با علامت اختصاری بکار رفته در تحلیل‌ها

ردیف	روش اندازه‌گیری	ویژگی	علامت	واحد اندازه‌گیری
۱	هیدرومتری	رس	Clay	درصد
	هیدرومتری	شن	Sand	درصد
۲	هیدرومتری	سیلت	Silt	درصد
۳	هیدرومتری	سنگریزه	Gr	درصد
۴	کلسیمتری	آهک	Lime	درصد
۵	عصاره گل اشباع الکتریکی	هدایت الکتریکی	EC	دسی زیمنس بر متر
۶	pH متر	اسیدیته	pH	–
۷	–	شیب	Slope	درصد
۸	–	ارتفاع از سطح دریا	Abs	متر
۹	والکی و بلاک	ماده آلی	OM	درصد

در تهیه نقشه پیش‌بینی پوشش گیاهی علاوه بر مقدار عددی عوامل محیطی، نقشه این عوامل نیز موردنیاز است. به همین دلیل نقشه فاکتورهای خاک با روش درونیابی کریجینگ با نرم افزار GIS نسخه ۹/۳ تهیه شد (۵). همچنین نقشه شیب و ارتفاع از نقشه رقومی ارتفاع با دقت ۱۰ متر بدست آمد.

در این مطالعه متغیرهای وابسته، داده‌های حضور و عدم-حضور تیپ‌های رویشی هستند که با کد صفر و یک مشخص می‌شوند و متغیرهای مستقل شامل خصوصیات خاک و توپوگرافی می‌باشد. برای استفاده از این روش، ابتدا وجود هم‌خطی چندگانه از طریق محاسبه عامل تورم واریانس (VIF) بین متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفت. به دلیل اینکه مقدار عامل تورم واریانس برای تمام متغیرها کمتر از ۱۰ بود، در نتیجه متغیرهای مستقل دارای

هم‌خطی چندگانه نبودند. سپس رابطه بین حضور و عدم حضور رویشگاه‌ها و فاکتورهای محیطی با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ بدست آمد (۳). برای آزمون مدل‌های به‌دست آمده از آماره هوسمر و لمشاو استفاده شد که از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد (۱۷):

رابطه (۱): $H= \sum_{g=1}^{G} \frac{(Og-Eg)2}{Ng\pi g(1-\pi g)}$

که در این رابطه، O_g، E_g و N_g به‌ترتیب نشان‌دهنده مقادیر مشاهده شده، مقادیر مورد انتظار و مشاهدات و G تعداد گروه‌هاست.N_g نیز متوسط احتمال پیش‌بینی شده حضور است.

پس از بدست آوردن مدل پیش‌بینی پوشش گیاهی از طریق عوامل محیطی، این مدل‌های آماری با استفاده از روش‌های زمین آمار و سیستم اطلاعات جغرافیایی و اعمال ضرایب مربوط به هر یک از متغیرهای محیطی بر روی نقشه‌های این عوامل در نرم‌افزار GIS نسخه ۹/۳ تبدیل به نقشه پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی شد (۲،۱ و ۴). نقشه خروجی حاصل از مدل شامل مقادیر احتمال حضور بین صفر تا یک برای رویشگاه موردنظر است، که در این پژوهش احتمال حضور ۰/۵- ۰ به‌عنوان عدم حضور رویشگاه و ۱- ۰/۵ را به‌عنوان حضور رویشگاه در نظر گرفته شد و نقشه خروجی نهایی بر اساس این دو طبقه حضور و عدم‌حضور برای هر رویشگاه تعریف شد.

میزان تطابق نقشه پیش‌بینی تهیه شده با نقشه واقعی پوشش گیاهی نیز با استفاده از ضریب کاپا در نرم افزار Idrisi نسخه ۱۶ محاسبه شد. از این ضریب در بسیاری از مطالعات پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی استفاده شده است (۱،۱۹،۲۲ و ۲۳). ضریب کاپا بیانگر تطابق مقادیر پیش‌بینی شده و مقادیر مشاهده شده می‌باشد و مقدار آن از صفر تا یک تغییر می‌کند و هر چه به یک نزدیکتر باشد نشان‌دهنده تطابق بیشتر بین مقادیر واقعی و مقادیر پیش-بینی است.

نتایج

رابطه‌های ۲ تا ۵ نتایج حاصل از مدل رگرسیون لجستیک بین حضور و عدم حضور رویشگاه‌ها و عوامل محیطی است. طبق رابطه ۲ حضور رویشگاه *Stipa barbata*–*Artemisia sieberi* با سنگریزه عمق اول نسبت مستقیم و با ارتفاع و شن عمق دوم نسبت عکس دارد. پس از این رویشگاه، رویشگاه نسبتا خالصی از *Artemisia sieberi* است که طبق معادله به‌دست آمده این گونه با ماده‌آلی عمق اول و ارتفاع و هدایت الکتریکی عمق دوم نسبت عکس دارد. در رویشگاه بعدی این گونه همراه با *Salsola richteri* مشاهده می‌شود. احتمال حضور این رویشگاه طبق معادله فوق با افزایش درصد سنگریزه و هدایت الکتریکی عمق دوم، کاهش می‌یابد. رویشگاه بعدی در پایین‌دست منطقه و حاشیه رودخانه رودشور، رویشگاه *Halocnemum strobilaceum* است. بررسی رابطه رگرسیون لجستیک نشان‌دهنده همبستگی بین حضور این رویشگاه با درصد آهک و سنگریزه است. این رابطه به گونه‌ای است که افزایش این عوامل، کاهش احتمال حضور این گونه را در پی دارد.

رابطه (۲):

$$p(A.sieberi - S.barbata) = \frac{\text{Exp}(0.84\text{gravel1} - 0.198\text{elevation} - 0.673\text{sand2} + 242.032)}{1 + \text{Exp}(0.84\text{gravel1} - 0.198\text{elevation} - 0.673\text{sand2} + 242.032)}$$

رابطه (۳):

$$p(A.sieberi) = \frac{\text{Exp}(17.594\text{O.M1} - 0.093\text{elevation} - 0.887\text{EC2} + 107.902)}{1 + \text{Exp}(17.594\text{O.M1} - 0.093\text{elevation} - 0.887\text{EC2} + 107.902}$$

رابطه (۴):

$$p(A.sieberi - S.richteri) = \frac{\text{Exp}(-0.187\text{gravel2} - 0.28\text{EC2} + 3.722)}{1 + \text{Exp}(-0.187\text{gravel2} - 0.28\text{EC2} + 3.722)}$$

رابطه (۵):

$$p(H.strobilaceum) = \frac{\text{Exp}(-0.392\text{gravel1}-1.363\text{lime2}+18.285)}{1+\text{Exp}(-0.392\text{gravel1}-1.363\text{lime2}+18.285)}$$

*: ۱ و ۲ نشان‌دهنده مقادیر فاکتورهای خاک در عمق‌های اول و دوم خاک است.

بالا بودن مقدار آماره هوسمر و لمشاو(HL) نشان‌دهنده تطابق بیشتر است. بررسی معناداری هر یک از این مدل‌ها با ضرایب تشخیص و آماره HL، بیانگر معناداری این روابط در سطح یک درصد است و نشان‌دهنده تطابق خوب رابطه لجستیک با داده‌هاست (جدول ۲).

جدول ۲- آماره‌های مربوط به رگرسیون لجستیک برای پیش‌بینی حضور رویشگاه

رویشگاه‌های گیاهی	R^2	مقدار HL
Artemisia sieberi	۰/۸۳۶	۰/۶۵**
Artemisia sieber- Stipa barbata	۰/۸۲۷	۰/۸۸**
Halocnemum strobilaceum	۰/۷۹۹	۰/۹۹**
*Artemisia sieber*i- *Salsola richteri*	۰/۵۷۱	۱**

**: معناداری در سطح یک درصد

در گام بعد نقشه عوامل خاک با روش درونیابی کریجینک با استفاده از نرم‌افزار GIS تهیه شد که نقشه هدایت الکتریکی عمق دوم برای نمونه در شکل ۱ آورده شده است. ضرایب مربوط به هر متغیر بر اساس رابطه‌های رگرسیونی به دست آمده در لایه‌های محیطی در محیط GISاعمال و نقشه پیش‌بینی برای هر یک از رویشگاه‌ها تهیه شد. سپس نقشه نهایی پیش‌بینی بر اساس دو طبقه حضور رویشگاه با مقادیر احتمال ۰/۵-۰ و عدم حضور رویشگاه با مقادیر احتمال ۱-۰/۵ تهیه شد. این نقشه‌ها برای مقایسه همراه با نقشه واقعی پوشش گیاهی در شکل‌های ۲ تا ۵ آورده شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی دقت مدل پیش‌بینی رگرسیون لجستیک با استفاده از ضریب کاپای به دست آمده حاکی از آن است که تطابق بین نقشه واقعی و نقشه پیش‌بینی حاصل از مدل برای رویشگاه *H. strobilaceum* در سطح خوب، برای رویشگاه‌های *A. sieberi* و *A. sieberi –S. barbata* در سطح متوسط، برای رویشگاه *A. sieberi– S. richteri* ضعیف ارزیابی شده‌است.

با توجه به عوامل وارد شده به مدل‌های رگرسیون لجستیک، ارتفاع، سنگریزه، شن، هدایت الکتریکی، ماده آلی و آهک مؤثرترین عوامل در پراکنش رویشگاه‌های منطقه مورد مطالعه هستند. این عوامل بیشترین تأثیر را در پراکنش گونه‌های گیاهی منطقه دارند ولی میزان اثر هر یک از این متغیرها در حضور رویشگاه‌های مختلف، متفاوت است. رابطه رگرسیون لجستیک برای رویشگاه *H. strobilaceum* نشان‌دهنده همبستگی بین حضور این رویشگاه با درصد آهک و سنگریزه است. این رابطه به گونه‌ای است که افزایش این عوامل، کاهش احتمال حضور گونه را در پی دارد. با توجه به ضریب کاپای بالای به دست آمده برای این رویشگاه، می‌توان گفت مدل برای رویشگاه مذکور موفق عمل کرده و با دقت بالایی پیش‌بینی انجام شده است. برای رویشگاه *A. sieberi – S. barbata* عوامل ارتفاع از سطح دریا و سنگریزه و شن عمق ۸۰-۲۰ وارد رابطه رگرسیونی با حضور رویشگاه شده‌اند که با سنگریزه رابطه مستقیم و با ارتفاع و شن رابطه معکوس دارد. در بررسی آت‌اکولوژی استیپا به ریزبافت بودن خاک رویشگاه‌های استیپا در استان تهران اشاره شد (۹). در مناطق بیابانی گونه‌های علفی با مقاومت به خشکی پایین، اغلب بر روی خاک‌های ریزدانه گسترش دارند (۱۲). برای رویشگاه *A. sieberi* رابطه رگرسیون لجستیک نشان‌دهنده همبستگی بین حضور رویشگاه و متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، هدایت الکتریکی عمق دوم و ماده آلی عمق اول است، به‌طوری‌که با ارتفاع و هدایت الکتریکی نسبت معکوس و با ماده آلی نسبت مستقیم دارد. میزان هدایت الکتریکی بیانگر میزان شوری است. شوری زیاد خاک

باعث سمیت و بهم خوردن تعادل یونی می‌شود که روی فعل و انفعالات حیاتی بذر اثر می‌گذارد و باعث جلوگیری از جوانه‌زنی بذر و کاهش احتمال حضور گیاهان می‌شود (۸). پژوهشگری در تحلیل پوشش گیاهی مراتع ندوشن، افزایش شوری خاک را از علل کاهش حضور گونه *A. sieberi* در ترکیب جوامع گیاهی منطقه می‌داند (۱۰). براساس نتایج تجزیه‌وتحلیل رگرسیون لجستیک، می‌توان گفت که درصد سنگریزه مؤثرترین عامل در پراکنش تیپ-های مورد بررسی در منطقه موردتحقیق بوده است. زیرا این عامل به استثنای تیپ *Artemisia sieberi* در سه تیپ دیگر وارد مدل شده‌است. تحقیقات بسیاری اثرات مثبت میزان سنگریزه سطحی بر پوشش گیاهی مناطق خشک را نشان دادند (۱۱ و ۲۰).

مدل رگرسیون لجستیک برای پیش‌بینی رویشگاه‌هایی که شرایط ویژه و منحصر به فردی دارند، نتیجه بهتری ارائه می‌دهد و برای گونه‌هایی که دامنه بوم‌شناسی وسیعی دارند مدلی قوی ارائه نمی‌دهد (۲۱). گونه *A. sieberi* دامنه رویشگاهی وسیعی دارد و نقشه‌های پیش‌بینی حاصل از رگرسیون لجستیک برای سه رویشگاهی که گونه درمنه دشتی گونه غالب آنها بوده است تطابق متوسط و ضعیفی با واقعیت دارد که این نتیجه با نتایج سایر پژوهشگران نیز مطابقت دارد (۱ و ۲۳). هدف از این پژوهش بررسی امکان تعیین الگوی پراکنش رویشگاه‌ها بر اساس الگوی پراکنش عوامل محیطی مؤثر و در نهایت دستیابی به مدل پیش‌بینی توزیع مکانی برای رویشگاه گونه‌های مورد مطالعه با استفاده از روش رگرسیون لجستیک بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده، رگرسیون لجستیک توانسته ارتباط بین حضور رویشگاه‌ها و عوامل محیطی مؤثر را به خوبی تعیین کند. روش رگرسیون لجستیک از کاربردی-ترین روش‌های مدلسازی پراکنش گونه‌های گیاهی است که پژوهشگران بسیاری آن را روش مناسبی برای مدلسازی و در نهایت تهیه نقشه پیش‌بینی گونه‌های گیاهی معرفی کردند (۲،۱۳ و ۱۴).

طبق نتایج این پژوهش می‌توان گفت با تعیین عوامل مؤثر بر حضور هر تیپ گیاهی، در مطالعات بعدی می‌توان فقط مطالعه را با دقت بیشتری بر روی همین عوامل محیطی متمرکز کرد و از صرف زمان و هزینه برای سایر عوامل جلوگیری کرد. نقشه‌های پیش‌بینی حاصل از مدل رگرسیون لجستیک که در واقع نقشه پتانسیل پراکنش رویشگاه‌هاست می‌تواند نقش مهمی در پیشنهاد گونه‌های سازگار با شرایط فیزیوگرافی مختلف در برنامه‌های احیای مرتع داشته باشد، همچنین می‌تواند تعیین مناطقی با پتانسیل رویش گونه‌های با ارزش دارویی- صنعتی و یا گونه‌های نادر و در حال انقراض استفاده شود.

منابع

۱. پیری صحراگرد، ح.، زارع چاهوکی، م .ع.، آذرنیوند، ح.، ۱۳۹۳. مدل سازی پراکنش گونه‌های گیاهی در مراتع غرب حوض سلطان استان قم با روش رگرسیون لوجستیک. نشریه مرتعداری. جلد اول، شماره۱: ۱۱۳-۹۴.

۲. جعفریان، ز.، ارزانی، ح.، جعفری، م.، زاهدی، ق.، آذرنیوند، ح. ۱۳۹۱. تهیّه نقشه پیش‌بینی مکانی گونه‌های گیاهی با استفاده از رگرسیون لجستیک (مطالعه‌ی موردی: مراتع رینه، کوه دماوند)، نشریه پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۹: ۱۸-۱.

۳. زارع چاهوکی، م.ع.، جعفری، م.، آذرنیوند، ح.، مقدم، م.ر.، فرحپور، م.، شفیع زاده، م.، ۱۳۸۶. کاربرد روش رگرسیون لجستیک در بررسی رابطه بین حضور گونه های گیاهی با عوامل محیطی در مراتع پشتکوه استان یزد، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، شماره ۷۶: صفحه۱۴۳-۱۳۶.

۴. زارع چاهوکی، م.ع.، خلاصی اهوازی، ل.، آذرنیوند، ح.، ۱۳۹۳. مدلسازی پراکنش گونه‌های گیاهی بر اساس عوامل خاک و توپوگرافی با استفاده از روش رگرسیون لوجستیک در مراتع شرق سمنان. نشریه مرتع و آبخیزداری، نشریه منابع طبیعی ایران، دوره ۶۷. شماره۱: ۵۹-۴۵.

۵. زارع چاهوکی، م.، زارع ارنانی،م.، زارع چاهوکی،ا.، خلاصی اهوازی،ل. ۱۳۸۹. کاربرد روش‌های آمار مکانی در مدلهای پیش-

بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی. فصلنامه علمی پژوهشی خشک بوم. سال اول. شماره یک. صفحه ۲۳-۱۳.

۶. عباسی، م. و زارع چاهوکی، م.ع. ۱۳۹۵. مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه گونهٔ *Agropyron intermedium* با روش تحلیل عاملی آشیان بوم‌شناختی (ENFA) (مطالعه موردی: مراتع طالقان میانی). مجله پژوهشهای گیاهی، پذیرفته شده ۳:.

۷. ساکی، م.، ترکش، م.، بصیری، م.، وهابی، م. ۱۳۹۱. کاربرد مدل رگرسیون لجستیک درختی در تعیین رویشگاه بالقوه گونه گیاهی گون زرد *Astragalus verus* اکولوژی کاربردی، سال اول، شماره۲ : ۲۷-۳۷.

۸. سرمدنیا، غ . ۱۳۷۵ . تکنولوژی بذر (ترجمه)، چاپ دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۹. فراهانی، ا.، شاهمرادی، ا.ع.، زارع کیا، ص.، آژیر، ف. ۱۳۸۷. آت‌اکولوژی گونه مرتعی *Stipa barbata* در استان تهران. فصلنامهٔ تحقیقات مرتع و بیابان ایران.۱۵(۱):۹۴-۸۶

۱۰. نادری، ح.۱۳۸۷. ارزیابی پوشش گیاهی در ارتباط با متغیرهای توپوگرافی و خصوصیات فیزیکو- شیمیایی خاک و چرا در مراتع ندوشن، استان یزد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۵۰ صفحه.

11. Abd El-Ghani, M.M., Amer, W.M., 2003. Soil-Vegetation Relationships in a Coastal Desert Plain of Soutern Sinai, Egypt. Journal of Arid Environments, 55: 607-628.

12. Birkeland, P.W., Machette, M.N., Haller, K., 1991 .Soils as a tool for applied Quaternary geology. Miscellaneous publication 91-3, Utah Geological and Mineral Survey, Utah Department of Natural Resources.

13. Carter, G. M., Stolen, E.D. Breininger, D.R., 2006. A rapid approach to modeling species–habitat relationships. Journal of Biological Conservation, 127: 237 -244.

14. Guisan, A., Thuiller, W., 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. Ecology Letter, 8: 993-1009.

15. Hidalgo, P.J., Marin, J.M., Quijada, J., Moreira, J.M., 2008. A spatial distribution model of cork oak (*Quercus suber*) in southwestern Spain: A suitable tool for reforestation. Forest Ecology and Management, 255: 25–34.

16. Hirzel, A., Hausser, H., Chessel, D., Perrin, N., 2002. Ecological niche factor analysis: How to compute habitat-suitability maps without absence data. Ecology, 83: 2027-2036.

17. Homser, D.W., Lemeshows, J.R., 1989. Applied logistic regression. Wiley, New York. 582p.

18. Lassueur, T.S., Randin, C. F., 2006. Very high resolution digital elevation models: Do they improve models of plant species distribution. Journal of Ecological Modeling, 198: 139-153.

19. Liu, C., Berry, P.M., Dawson, T.P., Pearson, R.G., 2005. Selecting Thresholds of Occurrence in the Prediction of Species Distribution. Echography, 28: 358-393.

20. Mostafa, A., Zaghloul, M., 1996. Environment and Vegetation in the Montane Saint Catherine. Journal of Arid Environment, 34: 331-349.

21. Wiser, S.K., Robert, K.P., Peter, S.W. 1998. Prediction of rare-plant occurrence: A southern Appalachian example. Ecological Applications, 8 (4): 909–920.

22. Robertson, M.P., Peter, C.I., Villet, M.H., Ripley, B.S., 2003. Comparing models for predicting species' potential distributions: a case study using correlative and mechanistic predictive modelling techniques. Ecological Modelling, 164: 153–167.

23. Zare Chahouki, M.A., Azarnivand, H., Jafari, M., Tavili, A., 2010. Multivariate Statistical Methods as a Tool for Model-Based Prediction of Vegetation Types. Russian Journal of Ecology, 41(1): 84-94.

Habitat distribution modeling of some plant species using logistic regression in the semi-arid rangelands (Case study: Eshtehard rangelands)

Zare Chahouki M.A. and Naseri Hesar N.

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

Abstract

The aim of this study is habitat species distribution modeling using logistic regression in Eshtehard rangelands. Homogeneous units was determined based on the slope and elevation maps and satellite images. Per unit, three transects with a length of 750 meters was established according to systematic-random method. At the beginning and end of each transect soil profile was dug, Sampling was done from the depths 0-20 and 20-80. Soil variables including gravel, clay, sand, silt, lime, organic matter, pH and electrical conductivity was measured. Also for recording the presence or absence of plant species, 15 plots was established along each transect. Size of plot sampling was determined rectangular area 2 square meters according to the type and distribution of plant species with minimum area. In the next step regression relationship between environmental factors and presence of habitat using SPSS software was obtained.The map of variables was produced by Kriging interpolation method in GIS software. The regression equation related to the presence of any type were applied on maps of effective environmental factors, and prediction map produced for each habitat. The correspondence between the predicted and actual maps was assessed using the kappa coefficient. Correspondence between the predicted and actual maps was assessed for habitat *Halocnemum strobilaceum* in good level (k=0/66), for habitat of Artemisia *sieberi* in intermediate level (k=0/46), for *Artemisia sieber-Stipa barbata* in intermediate level too (K=0/54) and for habitat of *Artemisia sieber*i- *Salsola richteri* in poor level (k=0/29).

Key words: Habitat distribution modeling, Logistic regression, Eshtehard rangelands, Prediction map.