پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۹ ، بهار ۱۳۹۱
صص. ۱۸-۱

تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی مکانی گونه‌های گیاهی با استفاده از رگرسیون لجستیک (مطالعه‌ی موردی: مراتع رینه، کوه دماوند)

زینب جعفریان * ـ استادیار گروه مهندسی مرتع و آبخیزداری، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی، ساری
حسین ارزانی ـ استاد گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تهران
محمّد جعفری ـ استاد گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تهران
قوام‌الدّین زاهدی ـ دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تهران
حسین آذرنیوند ـ دانشیار گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۱۳۸۹/۱۲/۰۱ تأیید نهایی: ۱۳۹۰/۱۱/۰۸

چکیده

در یک اکوسیستم مرتعی، بین پوشش گیاهی و عوامل محیطی مختلف ارتباط تنگاتنگی وجود دارد و آنها بر یکدیگر آثار متقابلی می‌گذارند. از این ارتباط می‌توان برای رسیدن به هدف پژوهش پیش رو استفاده کرد که همانا پیش‌بینی مکانی گونه‌های گیاهی مرتعی، بر اساس تغییرات مکانی عوامل محیطی مؤثّر بر پوشش مرتعی است. این مطالعه در مراتع رینه، واقع در دامنه‌ی جنوبی کوه دماوند انجام گرفته است. تعدادی از عوامل محیطی شامل ۱۶ ویژگی خاک، ۳ عامل توپوگرافیک و ۱۶ عامل اقلیمی انتخاب شدند. تصاویر ماهواره‌ای IRS نیز، به‌عنوان داده‌های کمکی برای مدل‌سازی مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌برداری با روش طبقه‌بندی تصادفی مساوی انجام گرفت و به حضور و عدم حضور گونه‌های غالب منطقه توجّه شد. روش رگرسیون لجستیک برای تعیین عوامل محیطی مؤثّر و ارائه‌ی مدل برای گونه‌های غالب مورد استفاده قرار گرفت. نقشه‌های عوامل محیطی مؤثّر بر گونه‌ها در محیط GIS تهیّه شد. برای تهیّه‌ی نقشه‌ی عوامل خاکی از روش درون‌یابی کریجینگ به‌کمک نرم‌افزار زمین آماری GS+ بهره گرفته شده است. برای تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی تیپ‌های گیاهی، مدل گونه‌ی غالب هر تیپ بر نقشه‌ی عوامل مؤثّر بر آن گونه، در محیط GIS اِعمال شد و نقشه‌ی پیش‌بینی حضور و عدم حضور برای آن گونه به‌دست آمد. آستانه‌ی بهینه برای طبقه‌بندی حضور و عدم حضور گونه‌ها در تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی با کمک نمودارهای حسّاسیّت، خصوصیّت و صحّت کلّی تعیین شد. نتایج نشان داد که بالاترین ضرایب همبستگی مربوط به مدل گونه‌های گراس چندساله و *Acantholimon demawendicum* با ضریب ۱ است و در مرتبه‌ی بعدی مدل گونه *Onorychis corunata* با ضریب ۰/۸۷۹ قرار دارد و کمترین ضریب همبستگی نیز مربوط به مدل گونه *Astragalus ochrodeucus* با ضریب ۰/۰۷۶ است. نتایج پژوهش پیش رو برای مقاصد مدیریتی در توسعه‌ی پایدار اکوسیستم‌های مرتعی، حفاظت، احیا، نظارت و ارزیابی این اکوسیستم‌ها کاربرد دارد.

کلیدواژه‌ها: نقشه‌ی پیش‌بینی، رگرسیون لجستیک، ویژگی‌های خاک، عوامل اقلیمی، توپوگرافی.

---

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۵۷۵۵۸۶ E-mail: jafarian79@yahoo.com

مقدمه

مدل‌سازی[1] پیش‌بینی پوشش گیاهی، به‌عنوان پیش‌بینی پراکنش پوشش گیاهی در سراسر چشم‌انداز، بر اساس ارتباط بین پراکنش مکانی پوشش گیاهی و متغیّرهای محیطی مؤثّر تعریف می‌شود (Franklin, 1995: 475; Zimmermann & Guisan, 2000: 148). نقشه‌های متغیّرهای محیطی ضمن در دسترس بودن باید آسان‌تر از پوشش گیاهی نقشه شوند تا تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی پوشش گیاهی عملی و مفید باشد. استفاده از نقشه‌ی پیش‌بینی برای حفاظت تنوّع زیستی، احیای بوم‌شناسانه و ارزیابی آثار تغییرات محیطی بر پراکنش پوشش گیاهی، رو به افزایش است، در حالی‌که اغلب هدف از تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی پوشش گیاهی این است که الگوهای پوشش پتانسیل را برای مقاصد احیا و مدیریت بوم‌سازگان تصویر کند یا روابط پوشش گیاهی و اقلیم را استخراج کند. گاهی از نقشه‌ی پیش‌بینی پوشش گیاهی استفاده می‌شود تا با درون‌یابی از داده‌های عرصه به نقشه‌ی پوشش موجود، برای استفاده در ارزیابی و مدیریت منبع دست پیدا کرد. افزون‌بر اهمّیّت مدل‌سازی پیش‌بینی جغرافیایی به‌عنوان ابزار پژوهشی در بوم‌شناسی فردی، این مسأله به‌تازگی به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی آثار تغییرات محیطی دیگر و تغییر کاربری اراضی در حال شتاب بر توزیع ترکیبات موجودات زنده، آزمون فرضیه‌های جغرافیایی، توسعه‌ی اطلس فلور و فون و تشخیص اولویت‌های احیا، اهمّیّت پیدا کرده است. بوم‌شناسان روی متغیّرهای کنترل‌کننده‌ی پراکنش و ترکیب گونه‌های گیاهی مطالعه کرده‌اند (Glenn et al., 2002: 1441). در اراضی، خاک نسبت به توپوگرافی و اقلیم، عامل مهم‌تری برای تعیین تیپ‌های گیاهی است (محتشم‌نیا و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۴۴). حضور و عدم حضور گونه‌ها می‌تواند به‌عنوان عوامل زیستی شرایط خاک استفاده شود (Kelly & Turner, 1981: 203; Wang, 1995: 31). در این میان اهمّیّت اقلیم برای توصیف پراکنش گونه‌ها در اوایل قرن ۱۹ تشخیص داده شد (Bompland & Von Humboldt: 1807: 101). عوامل فیزیکی، مانند بارندگی، ارتفاع (Bruke, 2001: 55)، شیب، جهت، موقعیّت جغرافیایی و شکل زمین (Vetaas, 1993: 166) با توزیع، الگو و فراوانی گونه‌ها و جوامع گیاهی مرتبط است.در مدل‌سازی پیش‌بینی پوشش گیاهی، به اطلاعات مکانی پوشش گیاهی (گونه، تیپ و فراوانی) و به‌همان اندازه به نقشه‌های رقومی متغیّرهای محیطی نیاز است. دسترسی به نقشه‌های رقومی توپوگرافی و متغیّرهای محیطی دیگر مانند خاک، زمین‌شناسی و اقلیم و همچنین نرم‌افزارهای GIS[2] برای ساخت این نقشه‌ها، موجب توسعه‌ی تهیّه‌ی نقشه‌ی پوشش گیاهی در ۳۰ سال گذشته شده است. درواقع پیشرفت‌های پیشین سنجش از دور[3] و علم اطلاعات جغرافیایی، گزینه‌های جدیدی را برای تهیّه‌ی نقشه بعد از نقشه‌برداری یا مساحی عرصه و تفسیر عکس فراهم کرده است. به‌طور معمول، پژوهشگران برای افزایش دقّت تجزیه و تحلیل‌ها برای کمّی کردن ارتباط بین متغیّرها و گونه‌های گیاهی، مجبور به محدود کردن تعداد متغیّرهای بررسی می‌شوند. بنابراین با توجّه به اهمّیّت ویژگی‌های خاک، اقلیم و توپوگرافی در پراکنش گونه‌های گیاهی در این پژوهش نیز به بررسی ارتباط بین گونه‌های گیاهی موجود در منطقه‌ی مطالعاتی و این عوامل محیطی پرداخته شد. هم‌اکنون مدل‌های آماری متنوّعی برای

1. Modeling
2. Geographic Information System
3. Remote Sensing

توصیف توزیع مکانی جوامع گیاهی (Zimmermann & Kienast, 1999: 471) و تیپ‌های پوشش گیاهی (Van De Rijt et al., 1996: 507) استفاده می‌شود که یکی از آنها رگرسیون لجستیک است که در پژوهش پیش رو از این روش برای تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی پوشش گیاهی استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه

مراتع رینه در شیب‌های جنوبی کوه دماوند با مختصات جغرافیایی "۳۰ '۵۱ ذ۳۵ تا "۳۰ '۵۵ ذ ۳۵ شمالی و '۲ ذ ۵۲ تا '۱۰ذ ۵۲ شرقی قرار دارد. مساحت آن کمابیش ۸۰۰۰ هکتار بوده که ارتفاعی بین ۲۰۷۰ تا ۳۶۴۰ را تحت پوشش خود دارد. گونه‌های گیاهی غالب منطقه عبارت‌اند از:

- *Acantholimon demawendicum*;
- *Astragalus microcephalus;*
- *Astragalus ochrodeucus;*
- *Astragalus sieversianus;*
- *Ferula gummosa;*
- *Onorychis corunata;*
- *Perennial grasses;*
- *Poa bulbosa;*
- *Thymus kotschyanus.*

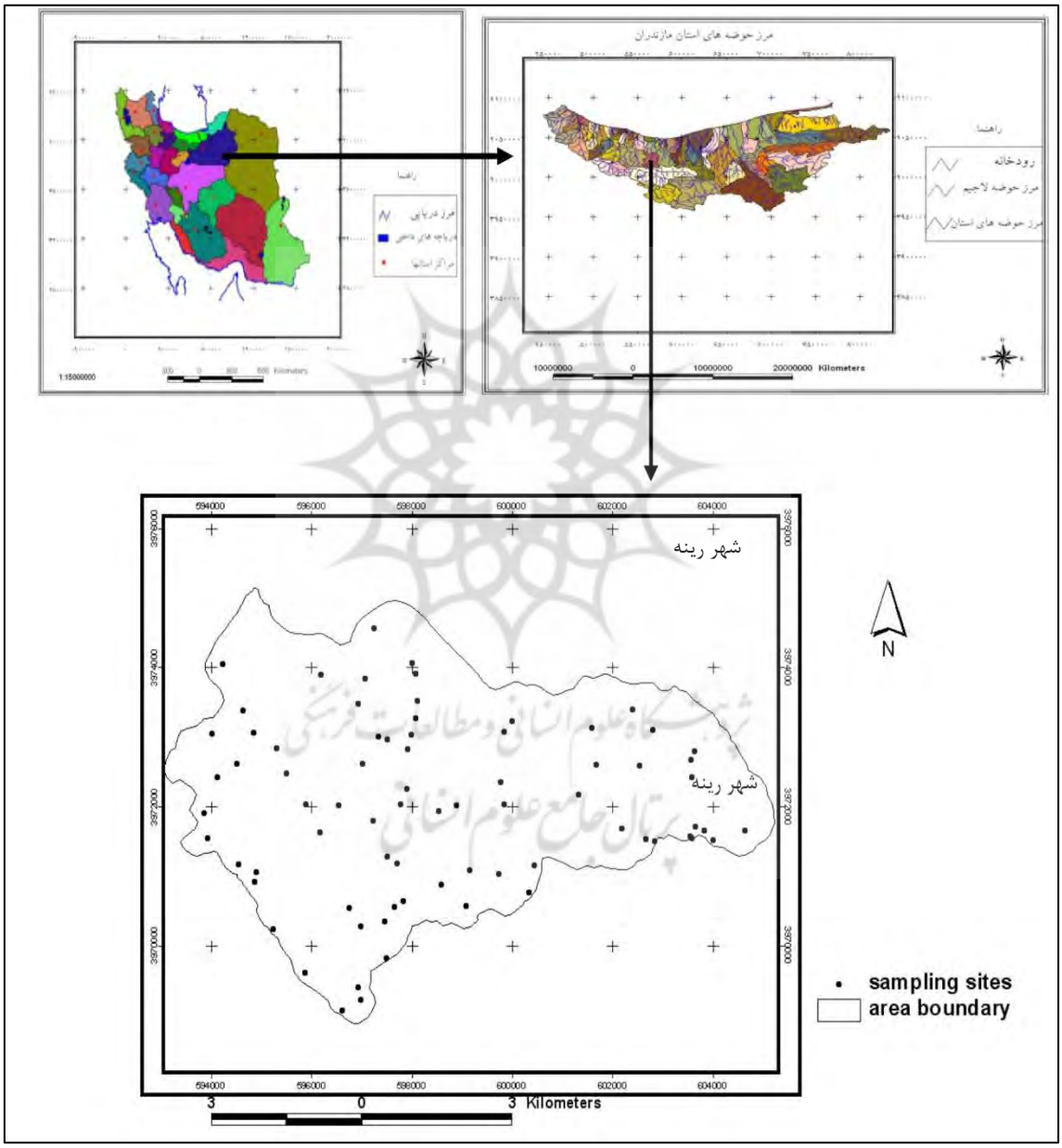
از نظر زمین‌شناسی، منطقه پوشیده از جریان‌های گدازه‌ای آندزیتی است و اقلیم آن بر اساس روش دومارتن نیمه‌خشک سرد است. بر اساس دوره‌ی آماری ۲۵ ساله، میانگین بارندگی سالانه نزدیک به ۶۵۲ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۲/۷۹ درجه‌ی سلسیوس است.

اندازه‌گیری پوشش گیاهی و تهیّه‌ی عوامل محیطی

روش نمونه‌برداری پژوهش حاضر، روش طبقه‌بندی تصادفی مساوی[1] هیرزل و گیوسان (۲۰۰۲) است که آن را بهترین روش نمونه‌گیری برای مدل‌سازی پوشش گیاهی معرّفی کرده‌اند. با طبقه‌بندی منطقه، ۳۷ واحد نمونه‌برداری به‌دست آمد. در هر واحد نمونه‌برداری، ۲ منطقه‌ی معرّف انتخاب و در منطقه‌ی معرّف تعداد ۱۰ پلات ۱ مترمربّعی به‌طور تصادفی مستقر شد. موقعیّت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری با سیستم موقعیّت‌یاب جهانی[2] (GPS) ثبت شد. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در فصل رویش گیاهی منطقه انجام شد و در پلات‌ها، لیست گونه‌ها، تعداد آنها و درصد پوشش (سطحی از پلات پوشیده شده با گونه‌ها به درصد) آنها یادداشت شد. نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ منطقه اسکن و سپس زمین مرجع[3]

1. Equal Random Classification
2. Global Positioning System
3. Georeference

شدند. نقشه‌های زمین مرجع شده در خطوط میزان ۲۰ متری رقومی شدند. سپس این لایه‌های رقومی‌شده، اصلاح و از آن برای ساخت نقشه‌ی مدل رقومی زمین[1] (DEM) به‌کار گرفته شد. با استفاده از نقشه‌ی DEM، نقشه‌های ارتفاع، شیب و جهت تهیّه شد.



شکل ۱. موقعیّت منطقه‌ی مورد مطالعه در ایران و استان مازندران و موقعیّت سایت‌های نمونه‌برداری در منطقه‌ی مورد مطالعه

1. Digital Elevation Models (DEM)

در هر ایستگاه نمونه‌برداری (منطقه‌ی معرّف) تعداد ۲ نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری زمین، یعنی در مجموع ۱۵۰ نمونه خاک برداشت شد. ۱۶ ویژگی خاک در آزمایشگاه خاک اندازه‌گیری شدند. داده‌های اقلیمی از اداره‌ی کلّ آب منطقه‌ای و اداره‌ی کلّ هواشناسی استان مازندران گردآوری و پس از بررسی داده‌ها با استفاده از روش نمودار میله‌ای، یک دوره‌ی آماری ۲۵ ساله (۱۳۵۷-۱۳۸۲) برای بازسازی داده‌ها و انجام پژوهش انتخاب شد. سپس داده‌های ناقص با روش همبستگی و نسبت نرمال (مهدوی، ۱۹۹۵: ۲۵۴) بازسازی شدند. بعد از بازسازی داده‌ها از روش گرادیان ارتفاع برای درون‌یابی داده‌های اقلیمی استفاده شد. درواقع با درون‌یابی برای نقاطی که داده‌ی اقلیمی وجود ندارد، نیز داده‌ای به‌دست می‌آید. در این روش بین متغیّرهای اقلیمی مورد مطالعه و ارتفاع ایستگاه‌هایی که در جمع‌آوری داده‌ها استفاده شدند، رابطه‌ی رگرسیون خطّی ساده‌ای برقرار می‌شود، اگر این رابطه معنادار باشد، می‌توان آن را بر نقشه‌ی ارتفاع در نرم‌افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی اِعمال کرد و بدین ترتیب، نقشه‌ی عوامل اقلیمی را به‌دست آورد که ارزش هر سلول آن، میزان آن عامل اقلیمی را در نقطه‌ی مورد نظر نشان می‌دهد. تصاویر IRS[1] مربوط به سنجنده‌های PAN، LISS و WIFS به تاریخ ۲۱ ژوئن ۲۰۰۷، همزمان با فصل بیشترین پوشش گیاهی از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلّح تهیّه شد. سپس با استفاده از روش غیرعددی و ساخت مدل چند جمله‌ای[2]، تصاویر مورد نظر زمین‌مرجع شد. در انجام عملیّات صحرایی نیز برای قابل استفاده بودن داده‌های پوشش در بررسی با به‌کارگیری از تصاویر، تعدادی از پلات‌های ۲۰ مترمربّعی انتخاب شد. از باند قرمز[3] و مادون قرمز نزدیک[4] (NIR)، شاخص‌های پوشش گیاهی RVI[5] و NDVI[6] استفاده شد. به‌منظور استخراج هر چه بیشتر اطلاعات مفید از تبدیل‌های مختلفی همچون، نسبت‌گیری طیفی[7] (RVI و NDVI)، تجزیه‌ی مؤلّفه‌های اصلی (PCA)[8] و ترکیب باندهای رنگی و سیاه و سفید[9] (با ترکیب باند PAN و باندهای Liss در عمل فیوژن) از تصاویر فیوژن شده‌ی باند قرمز و مادون قرمز نزدیک نیز استفاده شده است. از زمین‌آمار برای تهیّه‌ی نقشه‌های ویژگی‌های خاک استفاده بهره برده شد. برای انجام آنالیزهای زمین‌آمار از نرم‌افزار GS^+ نسخه ۵ استفاده شد. با روی‌هم‌گذاری نقشه‌ی نقطه‌ای، نقاط نمونه‌برداری و نقشه‌های عوامل توپوگرافیکی، خاکی و اقلیمی، داده‌های محیطی مربوط به نقاط نمونه‌برداری استخراج شد.

رابطه‌ی ۱) $$RVI = NIR/Red$$

رابطه‌ی ۲) $$NDVI = (NIR - Red)/(NIR + Red)$$

1. Indian Remote Sensing Satellite (IRS)
2. Polynomial Model
3. Red
4. Near Infer Red
5. Ratio Vegetation Index (RVI)
6. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
7. Spectral Rationing
8. Principle Component Analysis (PCA)
9. Fusion

جدول ۱. متغیّرهای محیطی مطالعه شده با علامت اختصاری به‌کار رفته در تحلیل‌ها

متغیّر	علامت اختصاری	واحد اندازه گیری
نیتروژن	N	درصد
مادّه‌ی آلی	Som	درصد
pH	pH	عددی
فسفر	P	قسمت در میلیون (ppm)
نقطه‌ی پژمردگی	P.W.P	درصد
ظرفیت زراعی	FC	درصد
آب قابل دسترس	AW	درصد
ظرفیت نگهداری آب	WC	درصد
پتاسیم	K	قسمت در میلیون (ppm)
آهک	$CACO_3$	درصد
رطوبت اشباع	SM	درصد
وزن مخصوص ظاهری	s	عددی
وزن مخصوص حقیقی	b	عددی
شن	Sand	درصد
سیلت	Silt	درصد
رس	Clay	درصد
میانگین رطوبت نسبی فصل بهار	mhrb	درصد
میانگین رطوبت نسبی فصل تابستان	mrht	درصد
میانگین رطوبت نسبی سالانه	mrhs	درصد
میانگین بارندگی فصل بهار	mmpb	میلی‌متر
میانگین بارندگی فصل تابستان	mmpt	میلی‌متر
میانگین بارندگی سالانه	mmps	میلی‌متر
میانگین روزهای یخبندان سالانه	fds	روز (عددی)
میانگین کمترین دمای فصل بهار	Mmtb	درجه سلسیوس
میانگین کمترین دمای فصل تابستان	Mmtt	درجه سلسیوس
میانگین کمترین دمای سالانه	Mmts	درجه سلسیوس
میانگین بیشترین دمای فصل بهار	MMtb	درجه سلسیوس
میانگین بیشترین دمای فصل تایستان	MMtt	درجه سلسیوس
میانگین بیشترین دمای سالانه	MMts	درجه سلسیوس
میانگین دمای روزانه‌ی فصل بهار	mdtb	درجه سلسیوس
میانگین دمای روزانه‌ی فصل تابستان	mdtt	درجه سلسیوس
میانگین دمای روزانه‌ی سالانه	mdts	درجه سلسیوس
ارتفاع	Elev	متر
شیب	Slop	درصد
جهت	Aspe	درجه

رگرسیون لجستیک

رگرسیون لجستیک، روش مناسبی برای مدل‌سازی داده‌های وقوع و عدم وقوع است که متغیّر وابسته‌ی دوگانه برای پیش‌بینی نیز نامیده شده است و حضور و عدم حضور گونه‌های گیاهی را نیز شامل می‌شود (Franklin, 1995: 476). رگرسیون لجستیک امکان برقراری یک ارتباط رگرسیونی چند متغیّره را بین یک متغیّر وابسته و چندین متغیّر مستقل فراهم می‌کند. گفتنی است که قبل از انجام رگرسیون لجستیک، وجود هم خطّی بین متغیّرهای مختلف بررسی شد. در رگرسیون لجستیک می‌توان احتمال حضور گونه را از رابطه‌ی شماره‌ی ۳ زیر پیش‌بینی کرد (Zimmermann & Guisan, 2000: 150):

رابطه‌ی ۳) $$P = 1/1 + e^{-z}$$

رابطه‌ی ۴) $$z = B_0 + B_1 x X_1 + \cdots + B_n \, x \, X_n$$

که در آن:

Z : متغیّر وابسته یعنی همان معادله‌ی چند متغیّره‌ی خطّی به‌دست‌آمده از رگرسیون لجستیک است؛

$Xi(i = 1 \ldots n)$: متغیّرهای مستقل (یعنی عوامل مختلف خاکی، اقلیمی، توپوگرافیکی)؛

$Bi(i = 0 , 1 \ldots n)$: ضرایب تعیین شده برای مدل توسّط رگرسیون؛

e : عدد نپرین؛

P : احتمال وقوع یا عدم وقوع (از صفر برای عدم وقوع تا ۱ برای وقوع) است.

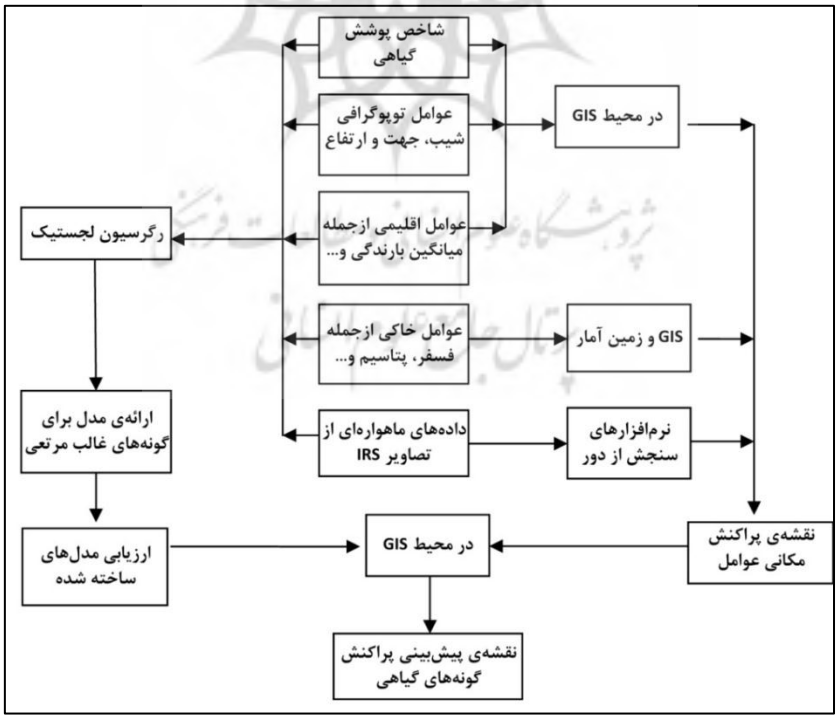
به‌کمک تابع احتمالاتی لینک با رگرسیون لجستیک احتمالاتی از ۰ تا ۱ حاصل می‌شود که مقدار صفر، احتمال صفر درصد وقوع و مقدار ۱ احتمال ۱۰۰ درصد وقوع است. در اینجا مدل رگرسیون لجستیک به‌روش گام‌به‌گام پیش‌رونده انجام شد. درنهایت، مدل‌هایی با حذف متغیّرهای غیرمعنادار در نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۵ به‌دست آمد. مشابه ضریب همبستگی در رگرسیون خطّی، در آنالیز رگرسیون لجستیک ضرایبی به نام‌های ضریب همبستگی کوکس و اسنل[1] و ضریب همبستگی ناگلکرک[2] وجود دارند. مقدار این ضرایب از نظر تئوری بین ۰ تا ۱ است و برخلاف رگرسیون رگرسیون خطّی، این ضرایب می‌توانند به‌نسبت پایین باشند (این امر ارزش مدل را در رگرسیون لجستیک کم نمی‌کند (Chao et al., 2004: 313).

تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی گونه‌ها

مدل رگرسیون لجستیک تولید شده برای هر گونه‌ی گیاهی در مرحله‌ی قبل در نرم‌افزار ادریسی، به نقشه‌ی عوامل محیطی موجود در مدل اِعمال شد، نتیجه نقشه‌ای است که ارزش پیکسل‌های آن از ۰ تا ۱ است. اینک این نقشه باید برای نشان دادن حضور و عدم حضور گونه طبقه‌بندی شود. در مطالعات مختلفی به‌طور پیش فرض آستانه‌ی ۰/۵ را در

1. Cox & Snell
2. Nagelkerke

نظر گرفته و امتیازهای کمتر از ۰/۵ را به عدم حضور و بیشتر از ۰/۵ را به حضور اختصاص می‌دهند که در مواقعی که گونه نادر است، حسّاسیّت[1] (کسری از حضورها که درست پیش‌بینی شده) را پایین نشان می‌دهد. در واقع آستانه‌ی احتمالاتی باید به‌عنوان بهینه انتخاب شود تا حسّاسیّت را بدون زیاد شدن خطا در مورد تخصیص اشتباه پیکسل‌ها به طبقات، بیشترین کند (Miller, 2005: 173). در این مطالعه برای تعیین آستانه‌ی بهینه از روش پیشنهادی میلر در سال ۲۰۰۵ استفاده شد. در این روش نقشه‌ی احتمالاتی حضور و عدم حضور برای هر گونه، جداگانه و برای آستانه‌های احتمالاتی ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵، ۰/۶، ۰/۷، ۰/۸ و ۰/۹ و ۱ تهیّه می‌شود. سپس نقشه‌ی نقطه‌ای حضور و عدم حضور هر گونه‌ی گیاهی در نقاط نمونه‌برداری، به‌عنوان نقشه‌ی واقعیّت زمینی تهیّه شده و با تطبیق این دو نقشه، ماتریس خطایی به‌دست می‌آید که از روی آن معیارهای متفاوتی مانند حسّاسیّت ، خصوصیّت[2] (کسری از غایب‌ها که درست پیش‌بینی شده) و صحّت کلّی[3] قابل محاسبه است. درنهایت به کمک این سه نسبت، نموداری تهیّه می‌شود که از روی آن، آستانه‌ی بهینه که در نزدیکی محلّ تقاطع این سه نسبت یا خط است، به‌دست می‌آید (Miller, 2005: 179). بنابراین نقشه‌ای که از روی آستانه‌ی بهینه طبقه‌بندی شده باشد، به‌عنوان نقشه‌ی پیش‌بینی حضور و عدم حضور هر گونه است. درنهایت برای ارزیابی نقشه‌های تهیّه شده، ماتریس خطا برای نقشه‌ی نقطه‌ای نمونه‌ها، به‌عنوان واقعیّت زمینی و نقشه‌ی پیش‌بینی حضور گونه‌ها به کمک آستانه‌ی بهینه، محاسبه و صحّت نقشه‌های حاصل از مدل‌ها در منطقه ارزیابی شدند.



شکل۲. روند نمای اجرای تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی مکانی گونه‌های گیاهی با استفاده از رگرسیون لجستیک

1. Sensitivity
2. Specificity
3. Total accuracy

یافته‌های تحقیق

از ۱۰۷ گونه‌ی شناسایی شده در منطقه، ۸ گونه به‌همراه گندمیان چند ساله، به‌عنوان گونه‌های غالب تعیین شدند که برای آنها نقشه‌ی پیش‌بینی با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک تهیّه که نتایج حاصل در زیر آمده است.

- مدل لجستیک *Perennial Grasses*

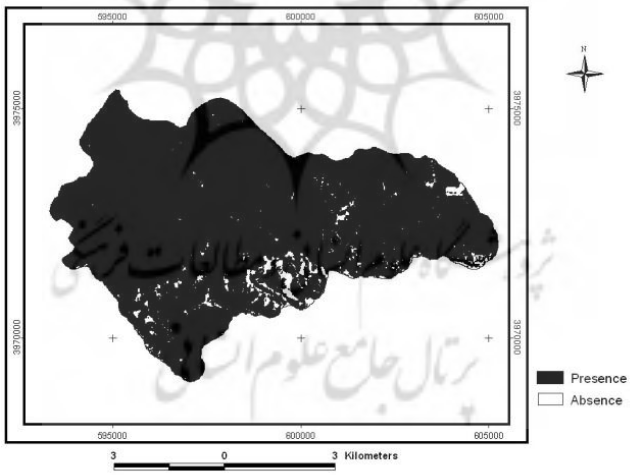
(*Agropyron repens, Broumus tomentellus, Dactylis glomerata, Festuca ovina*)

$$P = 1/1 + e^{-z} =$$

$$1715.738 - 5.474\ Liss4 + 4.869\ P - 350.356\ \rho s - 201.728\ \rho b - 4.152\ clay + 3.365\ slop$$

* در رابطه‌ی بالا Liss4 مخفف باند Linear Imaging Self-Scanning Sensor است.

در منطقه‌ی مطالعاتی حضور گندمیان چند ساله بسیار زیاد بوده که باعث شده منحنی‌های حسّاسیّت ، خصوصیّت و صحّت کلّی همدیگر را قطع نکنند تا آستانه‌ی بهینه تعیین شود، بنابراین آستانه‌ی بهینه ۰/۵ انتخاب و نقشه‌ی پیش‌بینی حضور و عدم حضور تهیّه شد (شکل شماره‌ی ۳).



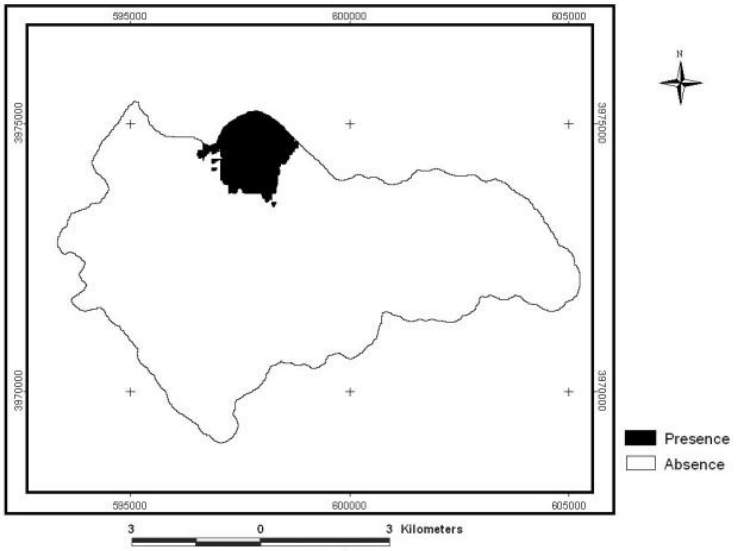
شکل ۳. نقشه‌ی پیش‌بینی حضور گونه‌های گندمی چند ساله

- مدل لجستیک *Acantholimon demawendicum*

$$P = 1/1 + e^{-z} =$$

$$2722.1740 + 2778.207\ N - 19.032\ Sand - 35.441\ Silt - 28.182\ PWP - 84.884\ MDTT$$

در منطقه‌ی مطالعه، حضور این گونه کم بوده و عدم حضور آن در نمونه‌ها بیشتر بوده است که باعث شده منحنی‌های حسّاسیّت، خصوصیّت و صحّت کلّی همدیگر را قطع نکنند تا آستانه‌ی بهینه تعیین شود، اما بالاترین میزان حسّاسیّت، خصوصیّت و صحّت کلّی در احتمال ۰/۱ دیده شده و بنابراین این احتمال به‌عنوان آستانه‌ی بهینه انتخاب شد (شکل ۴).



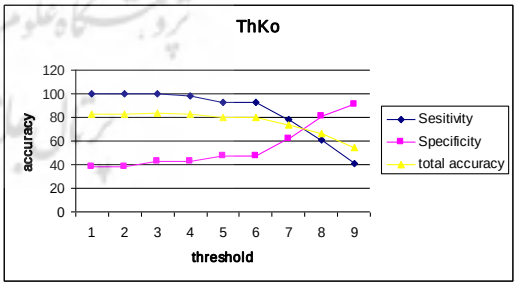
شکل ۴. نقشه‌ی پیش‌بینی حضور گونه‌ی *Acantholimon demawendicum*

- مدل لجستیک *Thymus kotschyanus*

$$P = 1/1 + e^{-z} = 2.223 - .052\,FDS + 3.009\,pH$$

با توجّه به شکل شماره‌ی ۵، آستانه‌ی ۰/۷ برای تهیّه‌ی نقشه پیش‌بینی پراکنش این گونه انتخاب شد.

شکل ۶. نقشه‌ی پیش‌بینی حضور گونه‌ی *Thymus kotschyanus*

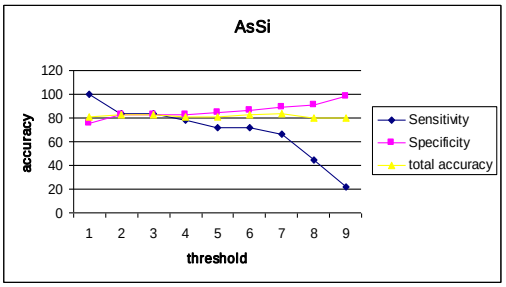


شکل ۵. نمودار حساسیّت، خصوصیّت و صحّت کلّی در احتمالات مختلف

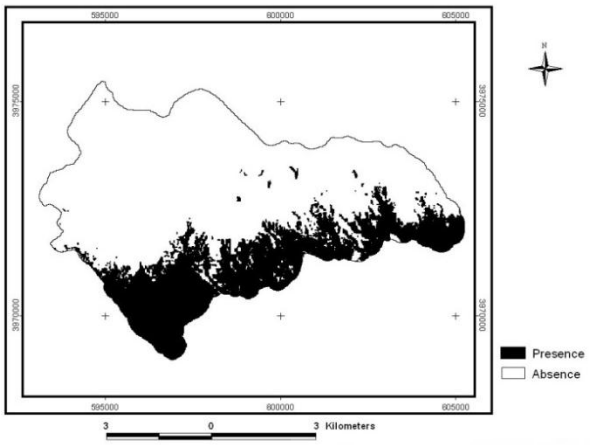
- مدل لجستیک *Astragalus sieversianus*

$$P = 1/1 + e^{-z} = -18.891 + 14.686\,NDVI + 0.201\,WC + 4.032MMTB$$

با توجّه به‌شکل شماره‌ی ۷، می‌توان آستانه‌ی ۰/۲ یا ۰/۳ را برای تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی پراکنش این گونه انتخاب کرد.



شکل۷. نمودار حسّاسیّت، خصوصیّت و صحّت کلّی در احتمالات مختلف

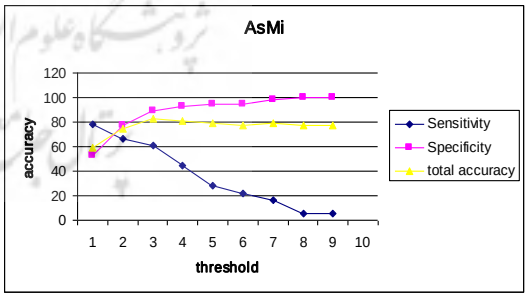


شکل۸ . نقشه‌ی پیش‌بینی حضور گونه‌ی *Astragalus sieversianus*

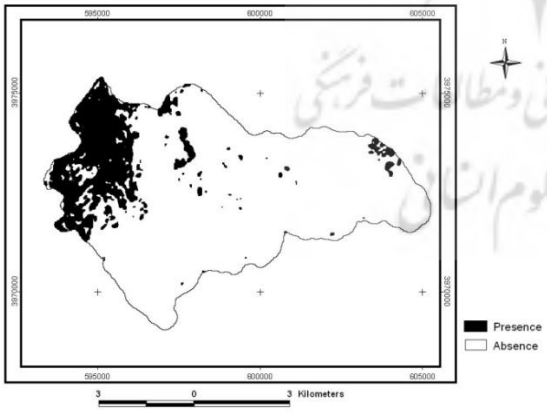
- مدل لجستیک *Astragalus microcephalus*

$$P = 1/1 + e^{-z} = 12.274 + 0.054\,pca - 3.578\,pH + 0.01\,Aspect$$

با توجّه به شکل شماره‌ی ۹، آستانه‌ی ۰/۴ برای تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی پراکنش این گونه انتخاب شد.



شکل ۹. نمودار حسّاسیّت، خصوصیّت و صحّت کلّی در احتمالات مختلف

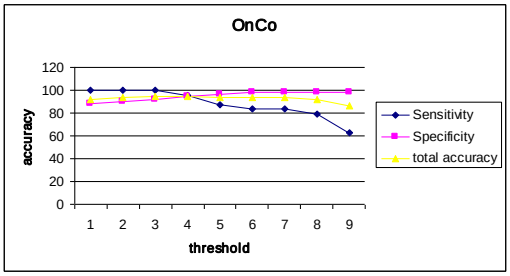


شکل۱۰. نقشه‌ی پیش‌بینی گونه‌ی *Astragalus microcephalus*

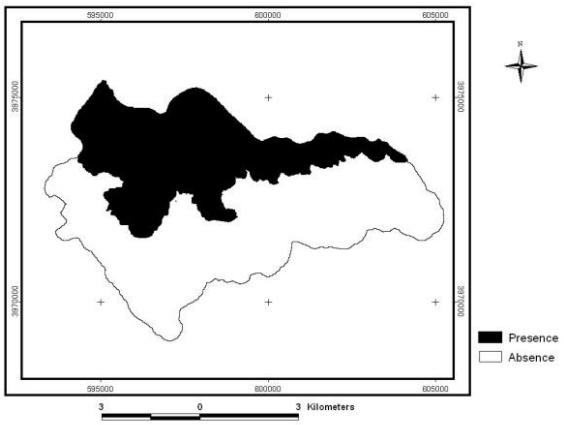
- مدل لجستیک *Onobrychis corunata*

$$P = 1/1 + e^{-z} = 12.023 - 7.466\,MMTB$$

با توجّه به شکل شماره‌ی ۱۱، آستانه‌ی ۰/۴ برای تهیّه‌ی نقشه پیش‌بینی پراکنش این گونه انتخاب شد.



شکل۱۱. نمودار حسّاسیّت، خصوصیّت و صحّت کلّی در احتمالات مختلف

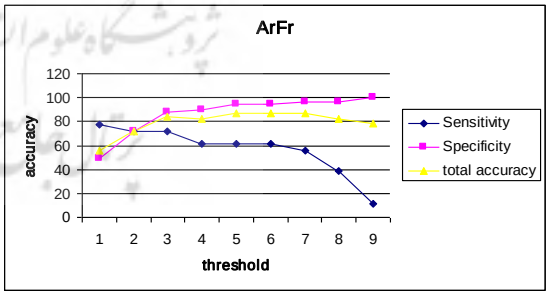


شکل ۱۲. نقشه‌ی پیش‌بینی حضور گونه‌ی *Onobrychis corunata*

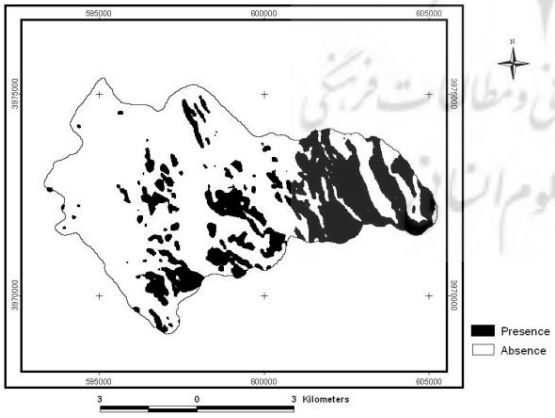
- مدل لجستیک *Artemisia fragrans*

$$P = 1/1 + e^{-z} = -20.831 + 3.641\ pH - 0.039\ Slop - 0.021\ Aspect$$

با توجّه به نمودار شماره‌ی ۱۳، آستانه‌ی ۰/۳ برای تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی پراکنش این گونه انتخاب شد.



شکل۱۳. نمودار حسّاسیّت، خصوصیّت و صحّت کلّی در احتمالات مختلف

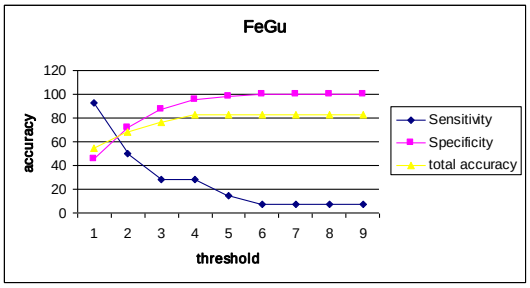


شکل ۱۴. نقشه‌ی پیش‌بینی حضور گونه‌ی *Artemisia fragrans*

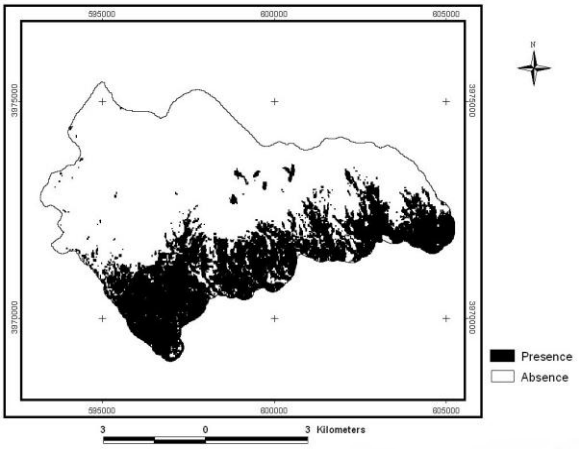
- مدل لجستیک *Ferula gummosa*

$$P = 1/1 + e^{-z} = 36.027 + 2.110\ RVI - 1.182\ MMTB$$

با توجّه به شکل شماره‌ی ۱۵، آستانه‌ی ۰/۲ برای تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی پراکنش این گونه انتخاب شد.



شکل۱۵. نمودار حساسیّت، خصوصیّت و صحّت کلّی در احتمالات مختلف

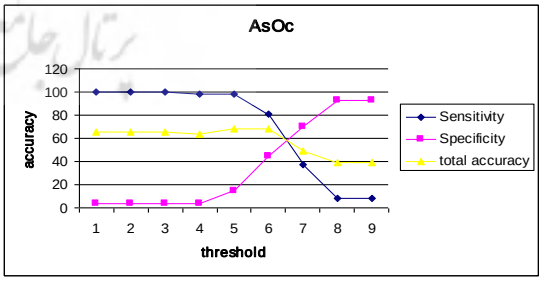


شکل ۱۶. نقشه‌ی پیش‌بینی حضور گونه‌ی *Ferula gummosa*

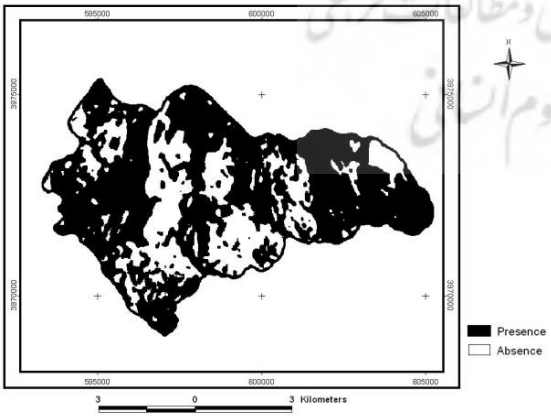
- مدل لجستیک *Astragalus ochrodeucus*

$$P = 1/1 + e^{-z} = 6.264 - 0.056\ Liss4$$

با توجّه به شکل شماره‌ی ۱۷، آستانه‌ی ۰/۶ برای تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی پراکنش این گونه انتخاب شد. همان‌طور که در مورد این گونه دیده شده، عوامل محیطی مورد مطالعه هیچکدام نتوانستند به پیش‌بینی حضور آن کمک کنند و تنها یک باند تصویر ماهواره‌ای به‌عنوان ابزار کمکی توانست این گونه را پیش‌بینی کند.



شکل ۱۷. نمودار حساسیّت، خصوصیّت و صحّت کلّی در احتمالات مختلف



شکل ۱۸. نقشه‌ی پیش‌بینی گونه‌ی *Astragalus ochrodeucus*

نتایج ارزیابی نقشه‌های تولید شده در جدول شماره‌ی ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. صحّت کلّی مدل‌های تولید شده برای گونه‌ها در منطقه‌ی مطالعاتی (به درصد)

گونه‌ها	صحّت کلّی در منطقه مطالعه	صحّت کلّی در محل نمونه‌ها	ضریب همبستگی Nagelkerke
Perennial Grasess	۹۰/۶۷	۱۰۰	۱/۰۰۰**
Ferula gummosa	۶۸	۸۴	۰/۲۵۲*
Thymus kotschyanus	۷۳/۳۳	۸۲/۷	۰/۴۴۷*
Astragalus ochrodeucus	۶۸	۶۸	۰/۱۷۶*
Astragalus microcephalus	۸۱/۳۳	۸۴	۰/۴۰۰*
Onobrychis corunata	۹۴/۶۷	۹۳/۳	۰/۸۷۶**
Artemisia fragrans	۸۴	۸۵/۳	۰/۵۳۳**
Astragalus sieversianus	۸۲/۶۷	۹۰/۷	۰/۷۲۴**
Acantholimon demawendicum	۸۶/۶۷	۱۰۰	۱/۰۰۰**

* معناداری در سطح ۵ درصد

** معناداری در سطح ۱ درصد

بحث و نتیجه‌گیری

پراکنش و استقرار جوامع گیاهی براساس دامنه‌ی بردباری گونه‌های گیاهی آنها، نسبت به عوامل مختلف محیطی و طبیعت بوم‌شناختی آنها شکل می‌گیرد. بنابراین شناخت این عوامل محیطی مؤثّر بر استقرار و پراکنش پوشش گیاهی، می‌تواند در مورد آشنایی با سازگاری گونه‌های بومی و به‌کارگیری آنها در فرایند اصلاح و احیای مراتع، کارآمد باشد. برای فرآیند مدل‌سازی، داشتن داده‌های عوامل محیطی و پوشش گیاهی در محلّ نمونه‌ها کفایت می‌کند، درواقع با آماده‌سازی داده‌ها مطابق فرضیّه‌های حاکم بر روش مدل‌سازی و ورود آنها به نرم‌افزار آماری، مدل‌سازی آماری انجام‌پذیر است. اما برای تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی پراکنش پوشش گیاهی، افزون‌بر مقدار عددی عوامل مطالعه شده، نقشه‌ی این عوامل نیز مورد نیاز است. روش‌های مهمّی همچون سیستم اطلاعات جغرافیایی و زمین آمار، امکان انجام این کار را فراهم می‌کنند که اهمّیّت این روش‌ها بارها در پژوهش‌های بسیاری بیان شده است. در این پژوهش برای مدل‌سازی پراکنش گونه‌های غالب منطقه، از روش رگرسیون لجستیک استفاده شد که پژوهشگران دیگری ازجمله، زارع و همکاران، ۱۳۸۵: ۵۳؛ Miller et al., 2002: 234, Miller et al., 2005: 175, Carter et al., 2006: 239; Lassueur et al., 2006: 145 از آن استفاده کرده و آن را روش قدرتمندی برای مدل‌سازی و تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی گونه‌ها مطرح کرده‌اند.

در پژوهش حاضر نیز صحّت مدل‌های لجستیک بالا بوده؛ به‌طوری که تمام مدل‌ها به‌غیراز مدل گونه‌ی *Astragalus ochrodeucus* صحّت بالای ۸۰ درصد داشتند. مدل لجستیک برای این گونه، تنها به‌کمک باند مادون قرمز نزدیک توصیف‌پذیر شد. ضریب همبستگی همه‌ی مدل‌های به‌دست‌آمده معنادار بوده و بالاترین ضرایب همبستگی مربوط به مدل گونه‌های گراس چند ساله، به‌دلیل حضور فراوان آنها در سراسر منطقه و *Acantholimon demawendicum* ، به‌دلیل غالب بودن آن در قسمتی از منطقه بوده است، به‌طوری که گونه‌های همراه کمی با آن بود. همچنین کمترین ضریب همبستگی مربوط به مدل گونه‌ی *Astragalus ochrodeucus* با ضریب ۰/۰۷۶ است که آن

نیز، به‌دلیل حضور گونه‌های دیگر همراه این گونه، در منطقه‌ی پراکنش بوده است که عوامل محیطی روی آن تأثیرگذار بودند. گونه‌هایی که حضور بیشتر با گیاهان همراه کمتر را در اجتماع گیاهی منطقه داشتند، از آنجاکه مدل حاصله برای آنها کمتر تحت تأثیر گونه‌های همراه بود، ضریب همبستگی بالاتری داشتند. همان‌طور که نتایج نشان داد، متغیّرهای وارد شده به همه‌ی مدل‌های لجستیک از تمام دسته‌های عوامل خاکی، اقلیمی، توپوگرافی و ماهواره‌ای بودند که درستی انتخاب این عوامل را برای مطالعه نشان می‌دهد. از گروه عوامل خاکی، عوامل pH، درصد سیلت، درصد شن، نیتروژن، نقطه‌ی پژمردگی، درصد رس، وزن مخصوص ظاهری، وزن مخصوص حقیقی، فسفر و قابلیّت نگهداری آب در خاک، در پراکنش گونه‌های مورد بررسی مهم تشخیص داده شدند. در واقع از ۱۶ عامل خاکی مورد مطالعه ۱۰ عامل بر پراکنش گونه‌ها مؤثّر بودند. از عوامل توپوگرافی، عوامل شیب و جهت و از میان عوامل اقلیمی، تعداد روزهای یخبندان در طول سال، میانگین حدّاقل دمای فصل بهار، میانگین بارندگی فصل بهار و میانگین دمای روزانه در فصل تابستان، به‌عنوان عوامل تأثیرگذار بر پراکنش گونه‌های گیاهی شناخته شدند. از آنجا که نقشه‌ی عوامل اقلیمی و داده‌های این عوامل در نقاط نمونه‌برداری نشده، از درون‌یابی داده‌های اقلیمی نسبت به ارتفاع به‌وجود آمده‌اند، این‌گونه برداشت می‌شود که تأثیرگذاری این عوامل، به‌طور غیرمستقیم تأثیر عامل ارتفاع را نشان می‌دهد. یادآوری می‌شود که داده‌های ماهواره‌ای به‌طور مستقیم جزء عوامل محیطی نیستند؛ اما در بحث مدل‌سازی با این فرض که آیا استفاده از این داده‌ها و تصاویر در تهیّه‌ی نقشه‌ی پیش‌بینی گونه‌های گیاهی می‌تواند مفید باشد یا نه، این داده‌ها وارد فرایند پژوهش شدند. همان‌طور که نتایج مدل‌سازی گونه‌ها نشان داد، استفاده از باندهای ترکیبی، مانند NDVI، RVI و PCA در کنار تعدادی از باندهای انفرادی، مانند PAN و Liss4 تصاویر IRS در بعضی از مدل‌ها به‌عنوان ابزار کمکی شناخته شدند. خاک، بستر حیات گیاهان بوده و ارتباط متقابل و تنگاتنگی بین گیاهان و خاک در زمان و مکان وجود دارد. در پژوهش حاضر نیز، ارتباط بین عوامل مربوط به بافت و ساختمان خاک (مانند: وزن مخصوص ظاهری و حقیقی، درصد شن و سیلت و رس) (جعفری و همکاران، ۱۳۸۳: ۶۳۶؛ هی و همکاران، ۲۰۰۷: ۴۸۰)، حاصلخیزی خاک (نیتروژن، فسفر و...) (He et al, 2007: 482; Monier et al., 2003: 617; Abdel-Ghani, 1998: 168)، رطوبت خاک (ظرفیت زراعی و نقطه‌ی پژمردگی و...) (Kumar, 1996: 84; El-Demerdash, 1995: 169; T.Lu et al, 2006: 381)، عوامل اقلیمی و توپوگرافیکی (Villers-Ruiz et al., 2003: 520) با پوشش گیاهی منطقه تأیید شدند. درواقع فرضیّه‌ی این پژوهش مبنی بر امکان تعیین الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی، به‌کمک الگوی پراکنش متغیّرهای محیطی در منطقه‌ی مطالعاتی، به‌اثبات رسیده است. یافته‌های این پژوهش به مدیریت، احیا و توسعه‌ی این منطقه و بوم‌سازگان‌های مرتعی نیمه‌مرطوب و نیمه‌خشک کمک می‌کند. گفتنی است که با مشخّص شدن عوامل اصلی تأثیرگذار بر پراکنش گونه‌ها و مطالعه‌ی این عوامل به جای مطالعه‌ی تمام عوامل محیطی منطقه، از صرف وقت و هزینه زیاد جلوگیری کرده و مطالعات هزینه‌بر نخواهند بود. همچنین مدل‌های ساخته شده برای گونه‌های این منطقه را می‌توان برای همان گونه‌ها در مناطق دیگر واسنجی کرده و مورد استفاده قرار داد تا در وقت و هزینه صرفه‌جویی شود. کاربرد دیگر مدل‌سازی پیش‌بینی پوشش گیاهی، در ارزیابی سلامت و وضعیّت بوم‌سازگان است، بدین ترتیب که نقشه‌ی پیش‌بینی تولید شده به‌کمک عوامل محیطی، به‌عنوان پتانسیل منطقه، وضعیّت مرجع را نشان می‌دهد و نقشه‌ی پوشش موجود منطقه بیانگر وضعیّت کنونی

است. میزان تشابه این دو نقشه و درنتیجه دو وضعیّت قابل محاسبه است (Jensen et al., 2000: 1999). همچنین با مدل‌سازی نیازهای محیطی گونه‌ها در مناطق مختلف حفاظت شده (مناطقی که حضور دارند و مناطقی که پیش از این حضور داشتند)، می‌توان مناطق بحرانی این گونه‌ها را تعیین و مورد حفاظت قرار داد (Bowker et al., 2006: 527). یادآوری می‌شود که پژوهش‌های مشابه این پژوهش، به‌طور گسترده در اکولوژی و برای انواع گونه‌های گیاهی و جانوری انجام‌پذیر است. برای نمونه، مدل‌سازی پراکنش میکرواورگانیسم‌های خاک، می‌تواند به نظارت و ارزیابی اکوسیستم‌های مرتعی کمک کند (Anderson & Martinez-Meyer, 2004: 175).

منابع

Anderson R. P., Martenez-Meyer, E., 2004, **Modeling Species Geographic Distributions for Preliminary Conservation Assessment: An Implementation with (*Heteromys*) of Ecuador,** Biological Conservation, Vol. 116, PP. 167-179.

Bowker, M. A., Belnap, J., Miller, M. E., 2006, **Spatial Modeling of Biological Soil Crusts to Support Rangeland Assessment and Monitoring,** Journal of Rangeland Ecology and Management, Vol. 59, No.5, PP. 519-531.

Burke, A., 2001, **Classification and Ordination of Plant Communities of the Naukluft Mountains, Namibia,** Journal of Vegetation Science, Vol. 12, No. 1, PP. 53-60.

Carter, G.M., Stelen, E.D. & Breiniger, D.R., 2006, **A Rapid Approach to Modeling Species-habitat Relationships,** Journal of Biological Conservation, Vol. 127, PP. 237-244.

Chao, K.T., Tang, Y.F. & Wong, R.H.C., 2004, **GIS Based Rock Fall Hazard Map for Hong Kong,** International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 41, PP. 846-851.

El-Demerdash, M.A., Hegazy, A.K., Zilay, A.M., 1995, **Vegetation-soil Relationships Tihamah Coastal Plains of Jazan Region, Saudi Arabia,** Journal of Arid Environment, Vol. 30, PP. 161-174.

El-Ghani, M.M.A., 1998, **Environmental Correlates of Species Distribution in Arid Desert Ecosystems of Eastern Egypt,** Journal of Arid Environment, Vol. 38, PP. 297-313.

El-Ghani, M.M.A., Amer, W.M., 2003, **Soil-vegetation Relationships in a Costal Desert Plain of Southern Sinai, Egypt,** Journal of Arid Environments, Vol. 55, No. 4, PP. 607-628.

Franklin, J., 1995, **Predictive Vegetation Mapping: Geographic Modeling of Biospatial Patterns in Relation to Environmental Gradients,** Progress in Physical Geography, Vol. 19, No.4, PP. 474-499.

Guisan, A. & Zimmermann, N.E., 2000, **Predictive Habitat Distribution Models in Ecology**, Ecological Modeling, Vol. 135, PP. 147-186.

He., M.Z., Zheng, J.G., Li, X.R., Qian, Y.L., 2007, **Environmental Factors Affecting Vegetation Composition in the Alxa Plateau, China,** Journal of Arid Environment, Vol. 69, PP. 473-489.

Hirzel, A. and Guisan, A., 2002, **Which is Optimal Sampling Strategy for Habitat Suitability Modeling?** Ecological Modeling, Vol. 157, PP. 331-341.

Jafari, M., Zare Chahouki, M.A., Tavili, A., Azarnivand, H., Zahedi Amiri, GH., 2004, **Effective Environmental Factors in the Distribution of Vegetation Types in Poshtkouh Rangelands of Yazd Province (Iran),** Journal of Arid Environments, Vol.56, PP. 627-641.

Jensen, M. E., Redmond, R. L., Dibenedetto, J. P., Bourgeron, P. S., Goodman, I. A., 2000, **Application of Ecological Classification and Predictive Vegetation Modeling to Broad-level Assessment of Ecosystem Health,** Environmental Monitoring and Assessment, Vol. 64, PP.197-212.

Kumar, S., 1996, **Trends in Structural Compositional Attributes of Dune-interdune Vegetation and Their Edaphic Relations in the Indian Desert,** Plant Ecology, Vol.124, PP. 73-93.

Lassueur, T., Joost, S., & Randin, C.F., 2006, **Very High Resolution Digital Elevation Models: Do They Improve Models of Plant Species Distribution?** Journal of Ecological Modeling, Vol. 198, PP. 139-153.

Lu, T., Ma, K.M., Zhang, W.H., Fu, B.J., 2006, **Differential Responses of Shrubs and Herbs Present at the Upper Minjiang River Basin (Tibetan Plateau) to Several Soil Variables**, Journal of Arid Environment, Vol. 67, PP. 373-390.

Mahdavi, M., 1995, **Applied Hydrology,** Tehran University Press.

Miller, J., 2005, **Incorporating Spatial Dependence in Predictive Vegetation Models: Residual Interpolation Methods,** The Professional Geographer, Vol. 57, No. 2, PP.169-184.

Miller, J., Franklin, J., 2002, **Modeling the Distribution of Four Vegetation Alliance Using Generalized Linear Models and Classification Trees with Spatial Dependence,** Ecological Modeling, Vol. 157, PP.227-247.

Mohtashamnia, S., Zahedi, GH., Arzani, H., 2007, **Vegetation Ordination of Steppic Rangelands in Relation to the Edaphical and Physiographical Factors,** Vol. 1, No. 2, PP. 142-157.

Motzkin, G., Eberhardt, R., Hall, B., Foster, D., Harrod, J., MacDonald, D., 2002, **Vegetation Variation across Cape Cod, Massachusetts: Environmental and Historical Determinates**, Journal of Biogeography Vol. 29, PP. 1439-1454.

Turner, J., Kelly, J., 1981, **Relationships between Soil Nutrients and Vegetation in a North Coast Forest**, Australian Forest Research, Vol. 11, PP. 201-208.

Van de Rijt, C.W.C.J., Hazelhoff, L. & Blom, C.W.P.M., 1996, **Vegetation Zonation in a Former Tidal Area: a Vegetation-type Response Model Based on DCA and Logistic Regression Using GIS,** Journal of Vegetation Science, Vol. 7, PP. 505-518.

Vetaas, O.R., 1993, **Spatial and Temporal Vegetation Changes Along Moisture Gradient in Northeastern Sudan,** Biotropica, Vol. 25, PP. 164-175.

Villers-Ruiz, L., Trejo-Vazquez I. and Lipez-Blanco, J., 2003, **Dry Vegetation in Relation to the Physical Environment in the Baja California Peninsula, Mexico,** Journal of Vegetation Science, Vol. 14, PP. 517-524.

Von Humboldt, A., Bonpland, A., 1807, **Esaaisur La Geography Des Plants**, Society for the Bibliography of Natural History, Paris.

Wang, G.G., 1995, **White Spruce Site Index in Relation to Soil, under Story Vegetation, and Foliar Nutrients,** Canadian Journal of Forest Research, Vol. 25, PP. 29-38.

Yair, A., Danin, A., 1980, **Spatial Variation as Related to the Soil Moisture Regime Over an Arid Limestone Hillside Negev Israel,** Oecologia, Berlin, Vol. 47, PP. 83-88.

Zare Chahiki, M. A., 2006, **Modeling of Distribution of Plant Species in Arid and Semi Arid Rangeland (Case Study: Poshtkoh Rangeland of Yazd Province),** PhD Thesis of Natural Recourses Faculty of Tehran University.

Zimmermann, N.E. & Kienast, F., 1999, **Predictive Mapping of Alpine Grasslands in Switzerland: Species versus Community Approach,** Journal of Vegetation Science**,** Vol. 10, PP. 469-482.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Mapping Spatial Prediction of Plant Species Using Logistic Regression (Case Study: in Rineh Rangeland; Damavand Mountain)

Jafarian Z.*
Assistant Prof., College of Natural Resources, Agriculture Sciences and Natural Resources, Sari
Arzani H.
Prof. of College of Natural Resources, Tehran University
Jafari M.
Prof. of College of Natural Resources, Tehran University
Zahedi GH.
Associated Prof. of College of Natural Resources, Tehran University
Azarnivand H.
Associated Prof. of College of Natural Resources, Tehran University

Received: 20/02/2011 Accepted: 28/01/2012

Extended Abstract

Introduction

Vegetation and environmental factors have close relationships; also they affect each other in the rangeland ecosystems. This study was carried out to investigate creation of plant species spatial prediction map based on environmental factors that affect plant species. Prediction of vegetation spatial distribution across the landscape based on spatial distributions of environmental variables affecting vegetation is defined as modeling of vegetation prediction. Environmental variables maps should be available or create vegetation map to be practical and useful mapping prediction of vegetation. These prediction maps are used for biodiversity conservation, ecological restoration and assessment of impacts of environmental changes on the distribution of vegetation. To increase the accuracy of analysis, researchers have to limit the number of variables in study relationships between the environmental variables and plant species. Relationship between plant species and soil characteristics, climate and topographical factors and their effects on the distribution of plant species using logistic regression were discussed in the study area.

Methodology

This study was carried out in Reineh rangelands on the southern slope of Damavand Mountain. Sampling method was equally randomized classification. 37 study homogenous units were created with the classification of study area based on slope, aspect and elevation. 10 plots were

*E-mail: jafarian79@yahoo.com Tel: 09111575586

located randomly in each homogenous unit and also 2 soil samples were taken from 0-30 cm depth. Presence or absences of dominant species were noted in each plot. Some of environmental factors including 16 soil characteristics, 3 topographic and 16 climatic factors were selected. IRS satellite imagery were used as auxiliary data.

Logistic regression method was used to determine the effective environmental factors on species and model dominant species. Environmental factors maps of affecting plant species were prepared in GIS environment. Logistic regression model of dominant species was applied on the maps of affecting factors on species in GIS environment and prediction map of the presence and absence of species was created.

Optimum thresholds for classification of presence and absence of species were determined from sensitivity, specificity and overall accuracy graph. Accuracy of created maps was assessed with calculation of the error matrix for sample point s map as ground truth map and created map using logistic regression model.

Results and Discussion

Eight species of 107 species and perennial grasses were identified as the dominant species in the study area and prediction map using logistic regression model were created for them. Results indicated that the produced models had high accuracy except model of *Astragalus ochrodeucus* (with accuracy 80 percent).

Only near-infrared band was entered to logistic model of this species. All of the entered variables into logistic models were from all of soil, climate, topography factors and satellite imagery. Soil properties including pH, percent of clay, silt and sand, nitrogen, wilting point, bulk density, true density, phosphorus and soil water storage capability (10 from 16 studied soil properties) were effective on the distribution of species. Slope and climate factors including the number of frost days during the year, the average minimum temperatures in spring, the average rainfall in spring and mean daily temperature in summer season were identified as factors affecting distribution plant species. Since the maps of climate factors were created by interpolation than elevations, then influence of these factors on distribution of species show influence of the height indirectly

Conclusion

The relationships among vegetation and some of environmental factors including soil texture and structure, soil fertility, soil moisture, climatic and topographic factors were confirmed in the study area. A hypothesis of this research on determination of spatial pattern of plant species distribution based on environmental variables has been proved. Results of this study may be used for management purposes in rangeland ecosystems, sustainable development, conservation, restoration, monitoring and evaluation in the study area and similar regions.

Keywords: ***Prediction Map, Logistic Regression, Soil Characteristics, Climatic Factors, Topography.***