

تعیین مهم ترین عوامل فیزیوگرافی تأثیرگذار بر پراکنش گونه ارغوان افغانی (*Cercis griffithii*) به منظور معرفی مدل پراکنش مکانی

الهام جافریان^{۱*}، مهتاب پیرباوقار^۲ و لقمان قهرمانی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان
^۲ استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و مرکز پژوهش و توسعه جنگلداری زاگرس شمالی دانشگاه کردستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۷)

چکیده

اعمال مدیریت صحیح و کارآمد جنگل‌ها مستلزم داشتن اطلاعات کافی از عوامل محیطی و حد تأثیر آنها بر پوشش گیاهی است. هدف تحقیق حاضر، تعیین مهم‌ترین عوامل فیزیوگرافی (شیب، جهت دامنه، ارتفاع از سطح دریا و آبراهه‌ها) تأثیرگذار در پراکنش گونه ارغوان جهت تهیه نقشه گستره پراکنش ارغوان و مدلسازی پراکنش مکانی این گونه است. به این منظور نقشه‌های طبقات شیب، طبقات جهت، طبقات ارتفاعی و نقشه فاصله از آبراهه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی رقومی منطقه مورد پژوهش با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ تهیه شد. برای بررسی تأثیرات هر متغیر در پراکنش این گونه و مدلسازی نقشه پراکنش، از روش آماری رگرسیون لجستیک استفاده شد. نتایج نشان داد که متغیرهای ارتفاع از سطح دریا و فاصله از آبراهه‌ها با پراکنش گونه ارغوان ارتباط معنی‌داری دارند. ارتفاع از سطح دریا مهم‌ترین عامل پراکنش گونه ارغوان در منطقه مورد پژوهش تشخیص داده شد. نتایج بیانگر بیشترین حضور گونه ارغوان در ارتفاعات پایین‌تر از ۱۱۰۴ متر از سطح دریا و در فواصل کمتر از ۱۰۰ متر از آبراهه‌ها است. مدل‌سازی بر اساس دو متغیری که ارتباط معنی‌داری با پراکنش گونه مورد پژوهش داشتند و ضرایب به‌دست‌آمده از روش رگرسیون لجستیک، انجام گرفت. نتایج اعتبارسنجی مدل با Nagelkerke R Square حدود ۰/۵۶۶ و ضریب منحنی راک ۰/۸۷۱ نشان از دقت، برازش و اعتبار خوب مدل به‌دست‌آمده داشت.

واژه‌های کلیدی: ارغوان افغانی، پراکنش مکانی، رگرسیون لجستیک، مدلسازی.

مقدمه و هدف

اعمال مدیریت صحیح و کارآمد جنگل‌ها، مستلزم داشتن اطلاعات کافی از عوامل محیطی و حد تأثیر آنها بر پوشش گیاهی است. برای تدوین برنامه‌ی مدیریتی، ابتدا باید توانمندی‌های طبیعی را شناسایی و بررسی کرد و پس از جمع‌آوری اطلاعات کامل اقدام به برنامه‌ریزی نمود. برای رسیدن به این مهم، اطلاع از پراکنش مکانی گونه‌ها با توجه به عوامل محیطی از قبیل عوامل فیزیوگرافی به منظور اعمال برنامه‌های مدیریتی و توسعه و احیای این منابع ضرورت دارد.

پراکنش مکانی درختان یکی از مباحث مهم در جنگل‌شناسی است که بررسی آن از موضوعات ضروری در اندازه‌گیری جنگل و پژوهش پوشش گیاهی است (Orth and Kennedy, 2001). پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها بحث بسیار مهمی در علوم بیولوژی، اکولوژی و بیوژئوگرافی است (Guisan and Theurillat., 2000). استفاده از سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) و سامانه اطلاعات مکانی، ابزار کارآمدی برای نشان دادن پراکنش مکانی است. در جنگل‌های زاگرس، در سواحل رودخانه‌ی کشکان در لرستان در مسیر معمولان- پلدختر، گونه‌ی ارغوان افغانی (*Cercis griffithii*) رویش دارد. در محدوده‌ی ملاوی (پلدختر) حضور گونه‌ی ارغوان نه‌تنها در حاشیه‌ی رودخانه، بلکه تا ارتفاع ۱۹۰۰ متر از سطح دریا به‌همراه بلوط ادامه می‌یابد و ترکیب ارغوان- بلوط را به‌وجود می‌آورد (جزیره‌ای و ابراهیمی، ۱۳۸۲). با مرور منابع مشخص شد که در خصوص پراکنش مکانی گونه‌ی ارغوان و تأثیر عوامل فیزیوگرافی بر پراکنش این گونه پژوهشی صورت نگرفته است. از طرفی برای مدیریت بهینه این گونه، دسترسی به اطلاعات یادشده ضرورت دارد.

Howard and Mitchell (1985) در تحقیقی با عنوان ژئومورفولوژی گیاهی در نزدیکی شهر نیویورک واقع در آمریکا با هدف تعیین کاربری اراضی برای مدیریت بهینه جنگل‌ها نشان دادند که پراکنش

مکانی گیاهان در ارتباط مستقیم با عوامل فیزیوگرافی است. (Hidalgo et al. (2008 برای مدلسازی پراکنش مکانی بلوط چوب‌پنبه (*Quercus suber*) در منطقه هیولوا در جنوب غربی اسپانیا از رگرسیون لجستیک استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که عوامل شیب و جهت دامنه در پراکنش مکانی این گونه تأثیر مستقیم دارند.

رویشگاه‌های جنگلی حوزه‌ی شهرستان پلدختر و ملاوی (منطقه پژوهش) به‌دلیل وجود آبراهه‌ها و جهت‌های شمالی و جنوبی و شیب‌های تند، ساختار و الگوی ویژه‌ای دارند. به‌دلیل اهمیت فراوان این رویشگاه زیبا در حفاظت از آب و خاک زیست‌بوم جنگلی و بکر بودن این رویشگاه، در این پژوهش تلاش شد پراکنش مکانی گونه‌ی ارغوان افغانی (*Cercis griffithii*) در محدوده خرم‌آباد - پلدختر با در نظر گرفتن عوامل فیزیوگرافی و بهره‌گیری از قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه شود.

مواد و روش‌ها

- منطقه پژوهش

منطقه ملاوی (پلدختر) در جنوب استان لرستان و در مجاورت استان‌های خوزستان و ایلام قرار دارد (شکل ۱). منطقه پژوهش متوسط ارتفاع ۶۸۰ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی سالانه ۳۸۴/۲ میلی‌متر در اقلیم نیمه‌خشک استان لرستان قرار دارد و دارای آب‌وهوای گرم است. منطقه ملاوی بین محدوده ۴۷ درجه و ۵۲ دقیقه و ۳۶ ثانیه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۱۸ دقیقه و ۵۲ ثانیه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۵۸ دقیقه و ۲ ثانیه طول شرقی و ۳۳ درجه ۲۳ دقیقه و ۵۵ ثانیه عرض شمالی واقع شده است.

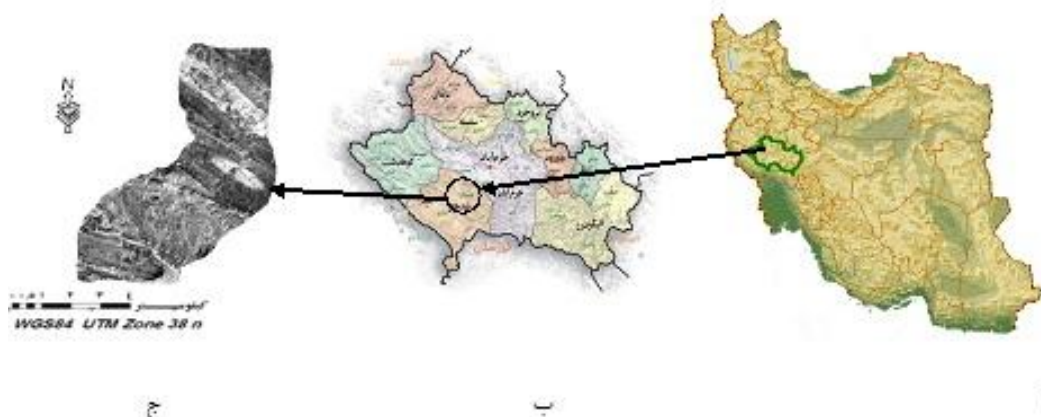
- روش تحقیق

بعد از مشخص شدن منطقه پژوهش (محدوده ۵۰۰۰ متری اطراف رودخانه کشکان واقع در مسیر معمولان- پلدختر در استان لرستان) و پس از

دامنه و ارتفاع از سطح دریا است که به منظور ایجاد لایه‌های اطلاعاتی شناسایی شدند تا در مدلسازی نقشه احتمال پراکنش درخت ارغوان مورد استفاده قرار گیرند. نقشه مناطق پراکنش ارغوان که به وسیله GPS برداشت شد، در شکل ۲ نمایش داده شده است. هجده منطقه در محدوده پژوهش واقع بودند. سطح مناطق برداشت شده با GPS ۷۰۹ هکتار است.

بازدیدهای میدانی از منطقه، محدوده‌هایی که در آن ارغوان وجود داشت به وسیله دستگاه موقعیت‌یاب جهانی برداشت شد.

برای تهیه مدل احتمال پراکنش مکانی درخت ارغوان، شناسایی عوامل تأثیرگذار بر پراکنش مکانی این گونه ضرورت داشت. در شکل‌گیری، توسعه و پایداری جوامع گیاهی، عوامل اکولوژیکی مختلفی نقش دارند که مهم‌ترین آنها شیب، آبراهه، جهت



شکل ۱- موقعیت منطقه پژوهش در (آ) کشور، (ب) استان لرستان و (ج) منطقه پلدختر (ملاوی)

جهت شیب و طبقات ارتفاعی تهیه شد. همچنین از نقشه آبراهه‌ها نقشه فاصله از آبراهه تهیه شد.

- رگرسیون لجستیک

امروزه به کارگیری روش‌های آماری مناسب و سیستم و مدل‌های پیش‌بینی توزیع (GIS) اطلاعات جغرافیایی رویشگاه‌ها به سرعت در بوم‌شناسی توسعه یافته است. مدلسازی پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی، به عنوان پیش‌بینی پراکنش بالقوه یک گونه گیاهی در سراسر چشم‌انداز، بر اساس ارتباط بین نقاط رخداد گونه گیاهی و متغیرهای محیطی مؤثر تعریف می‌شود (زارع چاهوکی و همکاران، ۱۳۸۶).

مدل‌های مذکور به دو دسته مدل‌های متمایزکننده گروهی و مدل‌های پروفیل تقسیم می‌شوند. مدل‌های متمایزکننده گروهی به داده‌های حضور و عدم حضور گونه هدف نیاز دارند و بر مبنای

پس از بررسی منابع متعدد و با توجه به بازدیدهای مقدماتی از منطقه پژوهش عوامل تأثیرگذار بر پراکنش گونه ارغوان افغانی که در نرم‌افزارهای مناسب سامانه اطلاعات مکانی قابل پردازش باشند، شناسایی داده‌های مربوط به این عوامل جمع‌آوری شد. برای استخراج لایه‌های مورد نظر از نقشه‌های رقومی سه‌بعدی و دوبعدی منطقه پژوهش با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شد. مناطق پژوهش در صفحه‌های ۵۵۶۶-I NE، ۵۵۵۶-I SE و ۵۵۵۶-I SW نقشه‌های توپوگرافی رقومی واقع‌اند. خطوط توپوگرافی و آبراهه‌ها استخراج شدند. در گام بعدی نقشه مدل رقومی ارتفاع^۱ به منظور تهیه لایه‌های مورد نیاز از خطوط توپوگرافی استخراج شده تهیه شد. از نقشه مدل رقومی ارتفاع، نقشه‌های شیب،

^۱ DEM

به منظور اعتبارسنجی مدل صورت پذیرفت. از آنجا که عوامل مختلف (شیب، ارتفاع از سطح دریا، جهت دامنه و فاصله از آبراهه) ارزش‌های متفاوتی دارند ارزش همه عوامل بین صفر و ۱ استاندارد شد. این روش راه حل مناسب برای تهیه نقشه پراکنش گونه‌ها، ایجاد لایه‌های با مقادیر دو دویی صفر و ۱ برای هر پارامتر مستقل است. برای اینکه دامنه مقادیر لایه‌های مستقل مورد استفاده برای تهیه مدل احتمال پراکنش بین ۰ و ۱ قرار گیرد، با استفاده از رابطه ۱، استانداردسازی صورت گرفت.

$$X_{\text{standard}} = \frac{\text{map} - X_{\text{min}}}{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}} \quad \text{رابطه ۱}$$

Map: نقشه ورودی؛

X_{max} : حداکثر ارزش خام هر نقشه؛

X_{min} : حداقل ارزش خام هر نقشه

نقشه‌های عوامل فیزیوگرافی بعد از عمل استانداردسازی به‌عنوان متغیرهای پیشگو برای ایجاد مدل رگرسیون لجستیک به کار گرفته شدند. رگرسیون لجستیک با این فرض به کار می‌رود که احتمال یک بودن متغیر وابسته از منحنی لگاریتمی پیروی می‌کند و مقدار آن توسط رابطه ۲ تخمین زده می‌شود (Schneider and Pontius, 2001).

رابطه ۲

$$P(y = 1 | X) = \frac{\exp(\text{MAP})}{1 + \exp(\text{MAP})}$$

Map: نقشه احتمال پراکنش

در این پژوهش اعتبار مدل‌های به‌دست‌آمده توسط ۲۰ درصد نمونه‌های باقی‌مانده، به صورت سطح زیرمنحنی راک و آزمون هوسمر-لمشاو ارزیابی شد.

همبستگی و ارتباط با متغیرهای محیطی تولید می‌شوند و به دو گروه مدل‌های جهانی پارامتریک و مدل‌های محلی غیرپارامتریک طبقه‌بندی می‌شوند. مانند مدل‌های جهانی می‌توان به مدل‌های خطی عمومی (GLM) رگرسیون لجستیک چندگانه (MLR) رگرسیون لجستیک (GLR)، مدل طبقه‌بندی و مدل درختی (CART) اشاره کرد (Tarkesh and Jetschke, 2012).

رابطه گونه‌های گیاهی با عوامل محیطی، غیرخطی است (McCune, 2011). بنابراین باید از مدل‌هایی استفاده کرد که روابط را به صورت غیر خطی بیان کنند. رگرسیون لجستیک روشی آماری است که ارتباط بین مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل و یک متغیر وابسته را ارزیابی و آن را به صورت مدل بیان می‌کند (Mahiny and Turner, 2003). در این پژوهش، تجزیه رگرسیون براساس روش گام‌به‌گام انجام گرفت و براساس ضریب آماره‌ها نسبت به انتخاب بهترین مدل اقدام شد.

مدلسازی و اعتبارسنجی مدل احتمال پراکنش درختان توسط تعدادی از مشاهدات (صد نمونه از مناطق حضور ارغوان و صد نمونه از مناطق عدم حضور) صورت گرفت. در این پژوهش به مناطق حضور ارغوان (مناطق برداشت‌شده با GPS) کد یک و به مناطق عدم حضور (محدوده پنج‌هزار متری اطراف رودخانه به استثنای مناطق حضور ارغوان) کد صفر تعلق گرفت. از هر کدام از این مناطق نمونه‌برداری و ارزش هر نمونه به وسیله توابع نرم‌افزار ArcGIS تعیین شد.

منطقه حضور ارغوان و مبنای برداشت‌ها در این پژوهش جایی بود که سطح ارغوان به توده رسیده بود. مدلسازی احتمال پراکنش گونه ارغوان و دستیابی به عوامل مؤثر در پراکنش این گونه با استفاده از رگرسیون لجستیک انجام گرفت. مدلسازی به روش گام به گام (نسبت احتمال) و با انتخاب ۸۰ درصد از نمونه‌ها برای مدلسازی و ۲۰ درصد نمونه‌ها

نتایج

- نقشه شیب

برای تهیه نقشه شیب از مدل رقومی زمین استفاده شد (شکل ۳). در بخش ملاوی ۷۰ درصد از مناطق حضور ارغوان در کلاسه شیب ۱۰-۲۰ و ۰-۱۰ درجه قرار دارند و کمتر از ۵ درصد از این مناطق در شیب بالاتر از ۵۰ درجه واقع‌اند.

- نقشه جهت دامنه

از دیگر عوامل فیزیوگرافی مهم می‌توان به جهت دامنه اشاره کرد. نقشه جهت دامنه از نقشه مدل رقومی ارتفاع به دست آمد (شکل ۴). بیشترین درصد از مناطق حضور ارغوان در جهت‌های شمال و غرب قرار دارند و کمترین درصد این گونه در دامنه‌های شرقی مشاهده شد.

- نقشه طبقات ارتفاعی

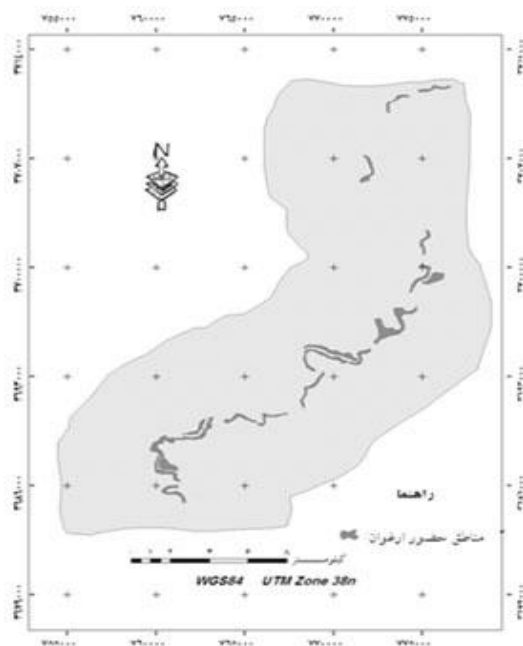
بیشترین حضور ارغوان در طبقات ارتفاعی پایین دست است. براساس نتایج به دست آمده، بیشترین حضور ارغوان در ارتفاعات پایین تر از ۱۱۰۴ متر از سطح دریا مشاهده شد (شکل ۵).

- نقشه فاصله از آبراهه‌ها

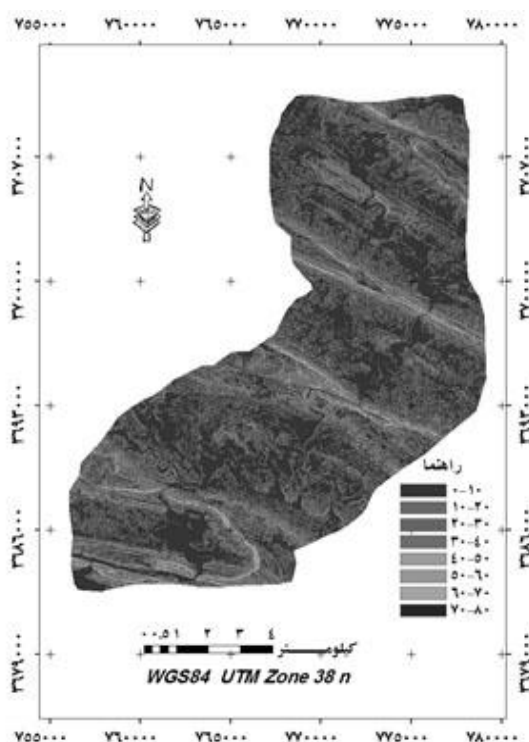
فاصله از آبراهه‌ها به مقدار ۳۰۰ متر تهیه شد. بیشترین مساحت ارغوان در فواصل کمتر از ۱۰۰ متر از آبراهه‌ها قرار دارد (شکل ۶).

- معرفی مدل به وسیله رگرسیون لجستیک

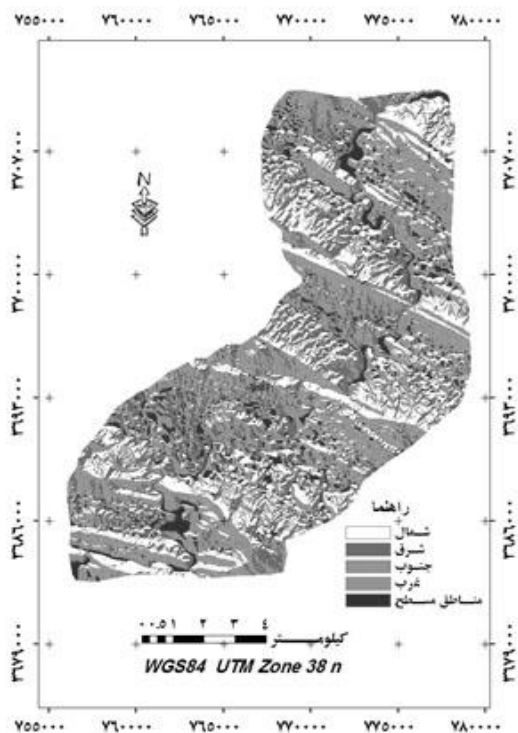
نتایج مدل سازی به وسیله رگرسیون لجستیک در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به آماره والد متغیرها برای مدل سازی، ارتفاع از سطح دریا و فاصله از آبراهه‌ها تعیین شدند. در مرحله انتخاب متغیرها برای مدل سازی، اگر آماره والد معنی دار باشد (یعنی سطح معنی داری (p-value) آن از ۰/۰۵ کوچک تر باشد)، آن متغیر در مدل انتخاب می‌شود.



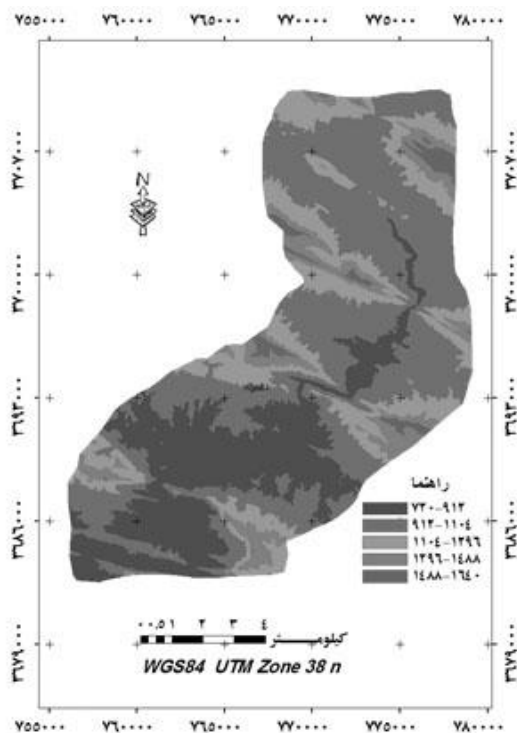
شکل ۲- مناطق حضور ارغوان در منطقه پژوهش



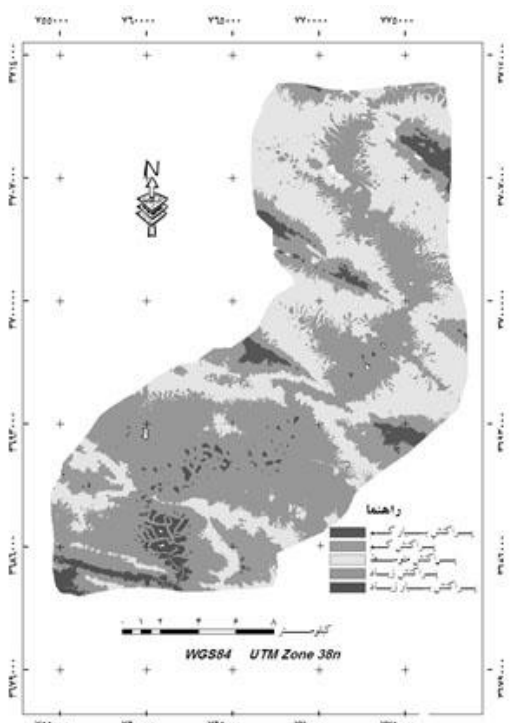
شکل ۳- نقشه طبقات شیب منطقه



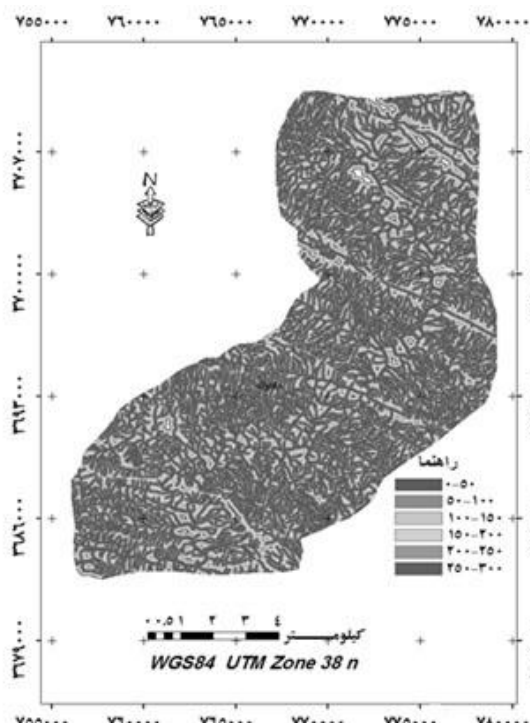
شکل ۵- نقشه طبقات ارتفاع منطقه



شکل ۴- نقشه طبقات جهت دامنه منطقه



شکل ۷- نقشه مدل پراکنش مکانی درخت ارغوان



شکل ۶- نقشه فاصله از آبراهه منطقه

متغیر است. جهت پهنه‌بندی لایه احتمال وقوع در نهایت منطقه پژوهش از نظر پراکنش گونه ارغوان به پنج طبقه پراکنش بسیار زیاد، پراکنش زیاد، پراکنش متوسط، پراکنش کم و پراکنش بسیار کم تقسیم شد (جدول ۳ و شکل ۷).

در این تحقیق از بین عوامل فیزیوگرافی، ارتفاع از سطح دریا با ضریب ۲/۴۳۱، بیشترین ارتباط را به صورت منفی با پراکنش گونه ارغوان داشت. پس از آن عامل فاصله از آبراهه‌ها با ضریب ۰/۵۰۳، ارتباط بیشتری به صورت مثبت با استقرار و گسترش پراکنش این گونه دارا بود. از آنجا که آماره والد عامل‌های شیب و جهت دامنه معنی‌دار نبود، این عوامل وارد مدل نشدند و ضریبی به آنها تعلق نگرفت.

بنابراین با توجه به ضرایب ارائه‌شده در جدول ۲ و آماره والد (جدول ۱)، معادله رگرسیون لجستیک به صورت رابطه ۳ است.

رابطه ۳

$$MAP = 3.247 + 0.545R - 2.431H$$

که در نهایت احتمال وقوع به صورت رابطه ۴ ارائه شد.

رابطه ۴

$$P = \frac{\exp(3.247 + 0.545R - 2.431H)}{1 + \exp(3.247 + 0.545R - 2.431H)}$$

براساس نقشه حاصل از اجرای مدل رگرسیون لجستیک مقادیر احتمال وقوع به دست آمده از ۰ تا ۱

جدول ۱- آماره والد متغیرهای مستقل

متغیرها	انحراف معیار	آماره والد	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
ارتفاع از سطح دریا	۰/۲۱۰	۶/۷۴۴	۱	۰/۰۰۹**
فاصله از آبراهه‌ها	۰/۳۹۷	۳۷/۴۶۸	۱	۰/۰۰۰**
ضریب ثابت	۰/۷۴۴	۱۹/۰۵۴	۱	۰/۰۰۰**

جدول ۲- ضرایب حاصل از مدل رگرسیون لجستیک

نماد	متغیرهای مستقل	ضرایب
A	عدد ثابت	۳/۲۴۷
H	ارتفاع	-۲/۴۳۱
R	فاصله از آبراهه	۰/۵۴۵

جدول ۳- مساحت پهنه‌ها به درصد در هر طبقه

کلاس پراکنش	مساحت به درصد
بسیار کم	۲/۷۸
کم	۱۳
متوسط	۳۸/۲
زیاد	۴۸/۹
بسیار زیاد	۳/۰۱

جدول ۶ ارائه شده است. بر اساس مقدار این آماره (۰/۴۱۴) اعتبار مدل به دست آمده مناسب ارزیابی شد. آماره Nagelkerke R square مقدار آماره Nagelkerke R square نشان می‌دهد که چگونه مدل، مجموعه داده‌ها را برازش می‌دهد. در این تحقیق مقدار شاخص Nagelkerke R square (۰/۵۶۶) محاسبه شد که چون بیشتر از مقدار آستانه آن ۰/۲ است؛ مدل برازش قابل قبولی را نشان می‌دهد (جدول ۶).

نتایج اعتبارسنجی مدل آماری حاصل از رگرسیون لجستیک، به صورت مقدار سطح زیر منحنی راک، آماره‌های آزمون هوسمر-لمشاو و آماره Nagelkerke R Square بیان شد (جدول ۴). مقدار سطح زیر منحنی راک بیانگر قدرت پیش‌بینی مدل است. مقدار ۰/۸۷۱ به دست آمده برای این معیار (جدول ۵) در این پژوهش نشان‌دهنده همبستگی خوب بین متغیر مستقل و وابسته است. آماره‌های آزمون هوسمر - لمشاو: برای آزمون معنی‌داری مدل، آماره‌های آزمون هوسمر - لمشاو در

جدول ۴- درصد صحت طبقه‌بندی برای داده‌های مدلسازی و اعتبارسنجی رگرسیون لجستیک

مشاهدات	پیش‌بینی					
	طبقه‌بندی نمونه‌ها برای مدل‌سازی			طبقه‌بندی موارد اعتبارسنجی		
	عدم حضور	حضور	درصد صحت	عدم حضور	حضور	درصد صحت
عدم حضور	۵۹	۱۳	۸۱/۹	۲۱	۷	۷۵/۰
حضور	۱۳	۶۳	۸۲/۹	۴	۲۰	۸۳/۳
درصد صحت نهایی			۸۲/۴			۷۸/۸

جدول ۵- نتایج دقت پیش‌بینی مدل توسط متغیرهای انتخابی در منحنی راک

سطح اعتماد ۹۵ درصد	سطح معنی‌دار بودن	اشتباه معیار	سطح زیر منحنی راک	سطح اعتماد ۹۵ درصد	
				بیشترین سطح منحنی	کمترین سطح منحنی
۰/۸۲۱	۰/۰۰۰	۰/۰۲۵	۰/۸۷۱	۰/۹۲۰	۰/۸۲۱

جدول ۶- آماره‌های آزمون هوسمر-لمشاو و آماره‌های مدل برای بررسی دقت مدل آماری رگرسیون لجستیک

کای اسکور	Nagelkerke R square	سطح معنی‌داری (هوسمر-لمشاو)	درجه آزادی
۶/۰۷۱	۰/۵۵۶	۰/۴۱۴	۶

اصلی و ارتفاعات پایین دست منطقه پژوهش بود. بیشترین حضور توده‌های خالص ارغوان در دره‌ها و در جاهایی که به اندازه کافی رطوبت داشتند ثبت شد.

بحث

بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، بیشترین حضور گونه ارغوان در کنار آبراهه‌ها، رودخانه

برداشت شده‌اند که سطح آنها به نیم هکتار رسیده باشد، در حالی که در مطالعات جزیره‌ای و ابراهیمی (۱۳۸۲) تک‌درخت نیز مدنظر بوده است. بررسی نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بعد از عامل ارتفاع از سطح دریا، عامل مؤثر دیگر در پراکنش گونه‌ی ارغوان در منطقه‌ی پژوهش فاصله از آبراهه است. عامل فاصله از آبراهه به صورت مثبت وارد مدل می‌شود که نشان‌دهنده‌ی این است که آبراهه تأثیر مستقیم در پراکنش گونه‌ی ارغوان دارد.

می‌توان اظهار داشت که در زاگرس که اقلیم خشک تا نیمه‌خشک حاکم است، کمبود رطوبت یکی از عوامل مهمی است که تأثیر منفی بر استقرار گونه‌ی ارغوان دارد. به طوری که در هر منطقه که آبراهه وجود دارد، گونه‌ی ارغوان استقرار یافته است. فاصله از آبراهه با پراکنش گونه‌ی ارغوان رابطه‌ای مستقیم نشان داده است؛ دلیل آن ایجاد محیط مرطوب و مناسب در اطراف رودخانه به دلیل وجود رودخانه‌ی کشکان برای حضور ارغوان است. این نتایج همخوانی کامل با نتایج تحقیق جزیره‌ای و ابراهیمی (۱۳۸۲) که حضور ارغوان را در اطراف رودخانه ذکر کرده‌اند دارد و همچنین با یافته‌های محققانی چون رضایی‌پور و همکاران (۱۳۸۸) که ناحیه‌ی استقرار گونه‌ی ارغوان را شیب‌های پررطوبت ذکر کرده‌اند همخوانی دارد.

در این پژوهش، شیب با توجه سطح مناطق حضور ارغوان در طبقات مختلف باید در مدل رگرسیون لجستیک وارد می‌شود. به نظر می‌رسد به علت همبستگی زیاد عامل شیب با ارتفاع از سطح دریا، این عامل وارد مدل نشده است؛ زیرا در صورت حذف لایه‌ی ارتفاع از مدل، لایه‌ی شیب در مدل وارد می‌شود. البته باید به این نکته اشاره شود که چون ضریب ارتفاع از سطح دریا بالاتر از شیب بود، در نهایت مدلی انتخاب شد که ارتفاع از سطح دریا در آن وارد می‌شود. نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیونی نشان داد که ورود متغیر شیب، دقت مدل را چندان افزایش نمی‌دهد و در روش گام‌به‌گام تأثیر زیادی نداشته است.

با توجه به مدل رگرسیونی پراکنش مکانی گونه‌ی ارغوان در منطقه تحقیق، می‌توان دریافت که عامل ارتفاع از سطح دریا با پراکنش این گونه رابطه‌ی عکس دارد؛ به این معنا که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، حضور این گونه کاهش می‌یابد. ارتفاع از سطح دریا با اختصاص بیشترین ضریب (۲/۴۳۱)، شاخص‌ترین متغیر پیش‌بینی‌کننده‌ی پراکنش گونه‌ی ارغوان در منطقه تحقیق است.

با توجه به ضرایب به دست آمده مشخص شد که در منطقه‌ی پژوهش در حدود ۹۸ درصد مناطق حضور ارغوان در طبقات ارتفاعی ۹۱۲-۷۲۰ و ۱۱۰۴-۹۱۲ متر از سطح دریا قرار گرفته است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که گونه‌ی ارغوان ارتفاعات پایین را ترجیح می‌دهد.

واکنش گونه‌های مختلف در مقابل عوامل محیطی متفاوت است. مجموع عوامل اکولوژیک مانند شرایط اقلیمی، خاکی، وضعیت ژئومورفولوژی و فیزیوگرافی در استقرار گیاهان تأثیر بسزایی دارند. ارتفاع از سطح دریا بسیار مهم است و حتی بر خاک اثر دارد و در تعیین تیپ جنگل و کیفیت زادآوری (آینده جنگل) مؤثر است. به نظر می‌رسد در ارتفاعات پایین به علت آب‌وهوای مناسب‌تر، شرایط مطلوب‌تری برای استقرار گونه‌ی ارغوان وجود دارد. در ارتفاعات بالاتر، عوامل اکولوژیکی یادشده حالت نامساعدتری دارند و سبب محدودیت انتشار گونه‌ی ارغوان می‌شوند. این نتیجه با تحقیقات میرزایی و همکاران (۱۳۸۷) که نشان دادند این گونه در ارتفاعات پایین‌تر مستقر می‌شود همخوانی دارد. به نظر دلیل آن ثبات دمای ارتفاعات پایین نسبت به ارتفاعات بالا باشد. اما یافته‌های این پژوهش مطالعات جزیره‌ای و ابراهیمی (۱۳۸۲) که حضور ارغوان در محدوده‌ی ملاوی (پلدختر) را نه تنها در حاشیه‌ی رودخانه، بلکه تا ارتفاع ۱۹۰۰ متر از سطح دریا به همراه بلوط ثبت کرده‌اند همخوانی ندارد که علت احتمالی این موضوع این است که مبنای برداشت در این پژوهش توده‌ی جنگلی است و تنها مناطقی

نشان می‌دهد. مدل با توجه به سطح معنی‌دار بودن آزمون هوسمر-لمشاو ۰/۴۱۴ است دارای اعتبار خوبی است. مقدار شاخص راک نیز ۰/۸۷۱ محاسبه شد که مقدار بسیار زیادی را نشان می‌دهد (نزدیک به عدد ۱) و حاکی از آن است که الگوی پراکنش مکانی محاسبه‌شده، رابطه‌ای قوی با مقادیر احتمال حاصل از مدل رگرسیون لجستیک دارد. با توجه به مجموع نتایج اعتبارسنجی، دقت، اعتبار و برازش مناسب مدل توجیه شد.

در نهایت می‌توان گفت در صورت وجود داده‌های مورد نیاز برای تهیه نقشه پراکنش مکانی، با توجه به ماهیت منطقه، مدل آماری رگرسیون لجستیک، مدل مناسبی به منظور تهیه نقشه احتمال حضور این گونه به حساب می‌آید.

منابع

جزیره‌ای، محمدحسین و مرتضی ابراهیمی رستاقی، ۱۳۸۲. جنگل‌شناسی زاگرس، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۵۶۰ ص.

رضایی‌پور، محمد، مسلم اکبری‌نیا، محمد صالحی، هادی سهرابی و قدرت جعفری، ۱۳۸۸. بررسی اکولوژیکی درخت ارغوان در غرب ایران، مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۴ (۳): ۴۱۲-۴۲۰.

زارع چاهوکی، محمدعلی، محمدجعفری، حسین آذرینوند، محمدرضا مقدم، مهدی فرح‌پور و مرجان شفیعی‌زاده نصرآبادی، ۱۳۸۶. کاربرد روش رگرسیون لجستیک در بررسی رابطه بین حضور گونه‌های گیاهی با عوامل محیطی در مراتع پشتکوه استان یزد، پژوهش و سازندگی، ۲۰ (۳): ۱۳۶-۱۴۳.

میرزایی، جواد، مسلم اکبری‌نیا، سعید حسینی، محمود طبری و سید غلامعلی جلالی، ۱۳۸۷. مقایسه زادآوری تراکم طبیعی گونه‌های چوبی در رابطه با عوامل فیزیوگرافی و خاک در جنگل‌های زاگرس (پژوهش موردی: منطقه حفاظت‌شده ارغوان در شمال ایلام). پژوهش و سازندگی، ۲۰ (۴): ۱۶-۲۳.

جهت دامنه به‌واسطه تنوع در مقدار نور خورشید دریافتی بر پراکنش گیاهان مؤثر است. در مرحله انتخاب بهترین متغیرها برای مدلسازی، اگر آماره والد معنی‌دار باشد (یعنی سطح معنی‌داری (p-value) آن از ۰/۰۵ کوچک‌تر باشد) آن متغیر در مدل انتخاب می‌شود؛ بر این اساس جهت دامنه وارد مدل نشد. در پژوهش حاضر حضور گونه ارغوان در تمام جهت‌ها ثبت شده است. دلیل این موضوع می‌تواند این باشد که تأثیر زاویه تابش خورشید به حدی نبوده که بتواند در جهت‌های مختلف بر پراکنش ارغوان تأثیرگذار باشد. این نتیجه با یافته‌های محققانی چون رضایی‌پور و همکاران (۱۳۸۸) تطابق کامل ندارد که ناحیه استقرار گونه ارغوان را در جهت‌های شمالی و شمال‌غربی معرفی کرده‌اند.

از نتایج دیگر این تحقیق، ارائه روشی مناسب برای تجزیه و تحلیل رابطه بین حضور گونه‌های گیاهی با عوامل محیطی است. در این روش متغیر کیفی حضور و عدم حضور گونه گیاهی به‌عنوان متغیر وابسته انتخاب می‌شود که رابطه آن با متغیرهای محیطی از طریق رگرسیون لجستیک بررسی می‌شود. از رگرسیون لجستیک توسط محققان دیگر مانند (Dobrowski et al, 2006; Lassueur et al, 2006; Carter et al, 2006) در مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی استفاده شده که جزئیات آنها تجزیه و تحلیل شده است.

در مورد شاخص‌های آماری مرتبط با مدل رگرسیون لجستیک نیز می‌توان گفت که با توجه به اینکه در این پژوهش مقدار شاخص Pseudo R-Square برابر با ۰/۵۵۶ محاسبه شده است و همچنین با توجه به اینکه این مقدار از ۰/۲ (آستانه شاخص Pseudo R-Square) است، این مدل برازش قابل قبولی را نشان می‌دهد. در مورد آزمون هوسمر-لمشاو در صورتی که سطح معنی‌داری از ۰/۰۵ بیشتر باشد، بیانگر اعتبار خوب مدل به‌دست آمده است و مقادیر کمتر از ۰/۰۵ عدم اعتبار مدل را

- Carter, G.M., E.D. Stolen, and D.R. Breininge, 2006. A rapid approach to modeling species-habitat relationships, *Biological Conservation*, 127 (2): 237-244.
- Dobrowski, S.Z., J.A. Greenberg, C.M. Ramirez, and S.L. Ustin, 2006. Improving image derived vegetation maps with regression based distribution modeling, *Journal of Ecological modeling*, 192 (2): 126-142.
- Guisan, A., and J. Theurillat, 2000. Equilibrium modeling of alpine plant distribution: how far can we go?, *Journal of Phytocoenologia*, 30: 353-384.
- Hidalgo, P.J., J.M. Marin., J. Quijada, and J.M. Moreira, 2008. A Spatial distribution model of cork oak (*Quercus suber*) in southwestern Spain: A suitable tool for reforestation, *Forest Ecology and Management*, 255 (1): 25-34.
- Howard, J.A., and C.W. Mitchell, 1985. *Phytogeomorphology*, New York, John Wiley and Sons, 225 p.
- Lassueur, T., S. Joost, and C.F. Randin, 2006. Very high resolution digital elevation models: Do they improve models of plant species distribution?, *Journal of Ecological Modeling*, 198(1-2): 139-153.
- Mahiny, S. A. and Turner, B. J., 2003. Modeling past vegetation change through remote sensing and GIS: a comparison of neural networks and logistic regression methods. In: Proceedings of the 7th International Conference on GeoComputation, September 8-10, University of Southampton, United Kingdom, 24 p.
- McCune, B, 2011. Nonparametric multiplicative regression for habitat modeling, Oregon state university, USA, 58 p.
- Orth, P. B., and P. L. Kennedy, 2001. Do land-use patterns influence nest-site selection by burrowing owls (*Athene cunicularia hypugaea*) in northeastern Colorado?, *Canadian Journal of Zoology*, 79(6): 1038-1045.
- Schneider L.C. and R.G. Pontius, 2001. Modelling land-use changes in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA, *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85: 83-94.
- Tarkesh, M., and G. Jetschke, 2012. Comparison of six correlative models in predictive vegetation mapping on a local scale, *Environmental and Ecological Statistics*, 19 (3): 437- 457.

Determining the most important physiographic factors influencing the distribution of love tree (*Cercis griffithii*) to model the spatial distribution

E. Jaferyan^{1*}, M. Pir Bavaghar², and L. Ghahramani²

¹M.Sc. Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, I. R. Iran

²Assistant Prof., Faculty of Natural Resources and Research and Development of Northern Zagros Forests, University of Kurdistan, I. R. Iran

(Received: 11 May 2014, Accepted: 8 March 2015)

Abstract

Proper and efficient management of forests requires adequate knowledge of environmental factors and their impact on vegetation. This study aimed to develop a model of the spatial distribution pattern of *Cercis griffithii* based on physiographic factors (slope, aspect, altitude, and distance from river and determine the most important factors influencing the distribution of physiographic love tree and prepare the spatial distribution map of this species. Therefore, the slope, altitude, and aspect maps and also waterways map in GIS environment using digital topographic maps of the study area were prepared by the scale 1/25000. To examine the effects of environmental variables and model the distribution map of the species, logistic regression was used. The results showed that altitude and the distance from waterways had significant relationship with the distribution of *Cercis griffithii*. Modeling was performed based on two variables that were significantly associated with the distribution of this species and coefficients obtained from the logistic regression analysis. Nagelkerke R squared and ROC of the model were 0.556 and 0.871, respectively, which demonstrate the proper accuracy and credibility of the logistic model in species distribution modeling.

Keywords: *Cercis griffithii*, Logistic regression, Modeling, Spatial distribution.