

## مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه پسته ارگانیک (وحشی) با استفاده از روش آنتروپی حداکثر در منطقه جنگلی سرخس خراسان رضوی

مهدی ضرابی<sup>۱\*</sup>، رسول حقدادی<sup>۲</sup>، حسین یوسفی<sup>۳</sup>

۱ و ۳. استادیار دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران

۲. کارشناس ارشد رشته اکوهیدرولوژی، دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت ۱۳۹۵/۱۰/۲۳؛ تاریخ تصویب ۱۳۹۶/۰۱/۳۰)

### چکیده

پسته ارگانیک (وحشی) (*Pistaciavera*) از گونه‌های پهن‌برگ جنگلی است. یکی از رویشگاه‌های مهم جنگل طبیعی این گونه پسته در دنیا، در ایران و در استان خراسان رضوی (شمال غرب و جنوب غرب شهرستان سرخس) است. این جنگل علاوه بر خصوصیات اکولوژیکی منحصر به فرد، به دلیل ارزش اقتصادی پسته ارگانیک تأثیر زیادی بر زندگی مردم منطقه و کشور دارد. متأسفانه به دلیل برداشت مستمر از یک سو و گسترش خشکسالی از سوی دیگر، حیات طبیعی این گونه منحصر به فرد و تجدید و توسعه آن به مخاطره افتاده است. درک پراکنش مکانی این گونه که تأثیر بسزایی در ارزیابی حفاظت منطقه‌ای و توسعه آن دارد، موجب شناخت عوامل بوم‌شناختی تأثیرگذار در رویشگاه آن خواهد شد. بنابراین، مدل‌سازی این پراکنش بسیار مهم است. در این مطالعه با استفاده از روش آنتروپی حداکثر براساس داده‌های ادافیکی، اقلیمی و فیزیوگرافی در شهرستان سرخس (زیرحوزه گنبدلی) به مدل‌سازی رویشگاه این گونه پرداخته شد. نتایج آزمون جکنایف در بررسی اهمیت متغیرها نشان داد تغییر در خصوصیات خاک مانند درصد سنگ‌ریزه، میزان نسبت جذب سطحی سدیم تبادل؛ مقدار سدیم خاک؛ درصد گچ؛ عوامل اقلیمی (دما و بارندگی) و همچنین ارتفاع از سطح دریا؛ مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر پراکنش رویشگاه هستند. دقت زیاد این مدل با ضریب کاپای برابر با ۰/۷۲ و  $0.92AUC$  اثبات شد و نشان داد روش آنتروپی حداکثر برای مدل‌سازی رویشگاه مناسب است.

**کلیدواژه‌گان:** آنتروپی حداکثر، پسته ارگانیک (وحشی) *Pistacia vera*، سرخس (زیرحوزه گنبدلی)، مدل‌سازی رویشگاه.

## مقدمه

مناطق خشک به دلیل کمبود بارندگی و دمای زیاد نسبت به مناطق مرطوب، از جنگل‌های انبوه با تولید مناسب محروم هستند و کاشت گونه‌های درختی غیر بومی مستلزم مصرف مقدار زیادی آب به‌ویژه در چند سال اولیه است، که به دلیل محدودیت منابع آب، حفظ و توسعه درختان بومی، که نیاز آبی و غذایی متناسب منطقه دارند، اهمیت زیادی دارد. پسته ارگانیک (وحشی) (*Pistacia vera*) یکی از گونه‌های بومی منطقه مطالعه شده است [۱].

پسته (*P. vera*) گونه جنس پسته با میوه خوراکی است [۲]. رویشگاه طبیعی پسته ارگانیک (وحشی) (*p. vera*) منحصر به شمال شرق ایران، شمال افغانستان، ترکمنستان، ازبکستان و تاجیکستان است. همچنین رویشگاه آن در ایران در جنگل‌های شمال غربی تا جنوب غربی سرخس، چهچهه، خواجه امند، شورلق و در استان گلستان در حوالی مراوه تپه دیده می‌شود [۳] و به‌طور گسترده در مناطق مدیترانه‌ای اروپا، شمال آفریقا، خاورمیانه، چین و کالیفرنیا کشت می‌شود [۴] و اقتصادی‌ترین گونه پسته است [۵].

ایران قرن‌ها عمده‌ترین تولیدکننده بدون رقیب پسته در جهان بوده است، اما امروزه کشورهایی مانند آمریکا و ترکیه، که در ۱۰۰ سال گذشته در زمره مشتریان ایران بوده‌اند، به یکی از رقبای اصلی پسته برای ایران در بازار جهانی تبدیل شده‌اند [۱]. یکی از دلایل اصلی کاهش صادرات ایران، کاهش کمیت و کیفیت آب، به دلیل مصرف بی‌رویه در مناطق پسته‌کاری است که سبب از بین رفتن محصولات شده است [۶].

با توجه به پتانسیل‌های پسته در کشور، لازم است علاوه بر حفظ رویشگاه‌های طبیعی این گونه ارزشمند، برای گسترش سطح پسته در رویشگاه‌های بالقوه طبیعی نیز تلاش کنیم [۱]. رویشگاه‌های طبیعی پسته ارگانیک (وحشی) (*P. vera*) در خراسان رضوی است که علاوه بر خصوصیات اکولوژیکی منحصر به فرد، تأثیر زیادی بر زندگی مردم منطقه نیز دارد [۷]؛ ولی متأسفانه به دلیل برداشت مستمر از رویشگاه‌های پسته طی سال‌های اخیر به صورت مستقیم از چوب، میوه، محصولات فرعی و بهره‌برداری‌های غیرمستقیم از عرصه‌های رویشگاهی در قالب چرای مفراط، به فرسایش رویشگاه و عدم تجدید حیات پسته در رویشگاه‌های طبیعی آن منجر شده است [۸].

درک پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی، که تأثیر برجسته‌ای در ارزیابی حفاظت منطقه‌ای و توسعه برنامه‌ریزی دارند، موجب شناخت عوامل بوم‌شناختی تأثیرگذار در رویشگاه آنها خواهد شد [۹]. مدل‌سازی پراکنش مکانی رویشگاه گونه‌های گیاهی بر اساس ویژگی‌های بوم‌شناختی برای پیش‌بینی زیستگاه بالقوه به منظور حفاظت و گسترش گونه‌های گیاهی انجام می‌شود [۱۰]. مدل‌های پیش‌بینی‌کننده محدوده پراکنش گونه، محدوده توزیع گونه‌ها و زیستگاه‌هایشان را پیش‌بینی می‌کنند [۱۱]. یکی از نکات مهم در مدل‌سازی رویشگاه گیاهان، نوع داده‌ای است که استفاده می‌شود. برای مواردی که داده‌های حضور داشتن و نداشتن گونه گیاهی برای مدل‌سازی در دسترس هستند، از بیشتر روش‌های رگرسیونی برای مدل‌سازی پراکنش گونه‌ها استفاده می‌شود [۱۲]. اما در واقع بیشتر اطلاعات مربوط به حضور گونه‌ها در دسترس است و اطلاعات مربوط به حضور نداشتن گونه‌ها معمولاً در دسترس نیست و مقداری که در دسترس باشد نیز با شک و تردید همراه است [۱۳]. از این‌رو، روش‌های مدل‌سازی‌ای حائز اهمیت هستند که با داده‌های حضور گونه‌ها کار می‌کنند [۱۴]. یکی از مدل‌های پیش‌بینی رویشگاه، مدل آنتروپی حداکثر است که بر اساس داده‌های حضور و تخمین احتمال ناشناخته‌های توزیع آنها است و توانایی خوبی در این زمینه نشان داده است [۱۵]. به‌طوری که مطالعات نشان می‌دهند حتی در مواردی که نمونه‌ها کم هستند، پیش‌بینی روش آنتروپی حداکثر دقت زیادی دارد و با روش‌هایی (شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک) قابل رقابت است که بیشترین دقت پیش‌بینی را دارند [۱۶].

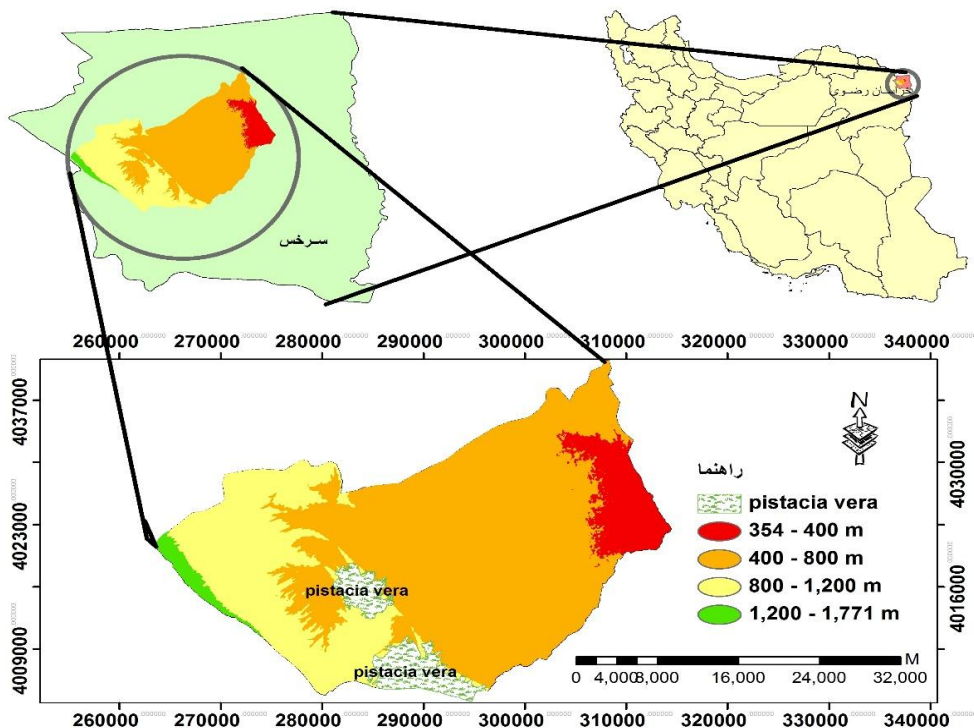
زارع چاهوکی و همکارانش در سال ۱۳۹۲ با استفاده از مدل آنتروپی حداکثر پراکنش رویشگاه گونه‌های گیاهی مراتع حوض سلطان قم را پیش‌بینی کردند. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد متغیرهای هدایت الکتریکی، رطوبت اشباع، آهک، اسیدیته و بافت خاک از مهم‌ترین ویژگی‌هایی هستند که سبب تفکیک رویشگاه‌های گیاهان منطقه شده است [۱۷]. همچنین خلاصی اهوازی و همکارانش در سال ۱۳۹۴ در مراتع شمال شرق استان سمنان به مدل‌سازی پراکنش جغرافیایی رویشگاه *Ar. Sieberi* و *Ar. aucheri* با استفاده از روش آنتروپی حداکثر پرداختند. نتایج پژوهش آنها

**مواد و روش ها**

تحقیق حاضر در شهرستان سرخس در زیرحوزه گنبدلی انجام شده است. منطقه مطالعه شده در ۱۵۰ کیلومتری شرق مشهد مقدس و در ۳۰ کیلومتری غرب و جنوب غربی شهرستان سرخس است و ۱۰۴۰/۵۱۹۱۰۳ کیلومترمربع مساحت دارد. (شکل ۱). کمترین ارتفاع منطقه ۲۱۴ متر و بیشترین ارتفاع آن ۲ هزار متر و بیشترین مساحت منطقه دارای ارتفاع ۴۰۰ تا ۶۰۰ متر است. کمترین متوسط بارندگی منطقه ۲۰۰ میلی متر و بیشترین متوسط مقدار بارندگی ۲۸۰ میلی متر است و بارندگی ۲۲۰ تا ۲۴۰ میلی متر بیشترین مساحت منطقه را در بر می گیرد. کمترین مقدار دمای متوسط در سطح منطقه ۱۰ درجه سانتی گراد و بیشترین دمای متوسط آن ۱۷ درجه سانتی گراد است و بیشترین مساحت منطقه دمای ۱۶ تا ۱۷ درجه سانتی گراد دارد. منطقه بر اساس طبقه بندی دومارتن، دو اقلیم خشک و نیمه خشک دارد و بیشترین مساحت منطقه دارای اقلیم خشک است.

نشان داد سنگریزه، آهک، شیب، رطوبت قابل دسترس، رس، ارتفاع، اسیدیته، گچ، هدایت الکتریکی از مهم ترین ویژگی هایی هستند که سبب تفکیک رویشگاه دو گونه شده است [۱۸].

در مطالعه ای دیگر لیمک و همکارانش (۲۰۱۱) پراکنش گونه های *japonica Lonicera*، *Lolium arundinaceum* و *Albizia julibrissin* را با استفاده از روش آنتروپی حداکثر در مناطق کوهستانی الیاما مدل سازی کردند و با توجه به نتایج به دست آمده به این نتیجه رسیدند که روش حداکثر آنتروپی با دقت مناسبی پراکنش هر سه گونه را پیش بینی کرده است [۱۹]. همچنین پیری صحراگرد و همکارانش در سال ۲۰۱۵ عملکرد پیش بینی مدل های زیستگاه گونه های گیاهی در مراتع حوض سلطان قم را ارزیابی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد روش حداکثر آنتروپی بعد از روش شبکه عصبی بهترین عملکرد را دارد [۲۰]. در مطالعه حاضر به بررسی رویشگاه بالقوه گونه منحصربه فرد پسته ارگانیک (وحشی) (*P.vera*) که به صورت طبیعی در منطقه سرخس می روید و تا کنون رویشگاه آن بررسی نشده است، با استفاده از روش آنتروپی حداکثر (Maxent) <sup>۱</sup> پرداخته شده است.



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعه شده در شمال شرق ایران

بالقوه، با نقشه واقعیت زمینی از طریق محاسبه ضریب کاپا با استفاده از نرم‌افزار Idrisi 32 release Two بررسی شد. برای ارزیابی مدل پیش‌بینی به‌دست‌آمده، از روش تحلیل سطح زیرمنحنی مشخصه استفاده شد. منحنی مشخصه عملکرد نیز از پلات کردن نقاط حضور واقعی در برابر حضورنداشتن کاذب به‌دست می‌آید. دامنه سطح زیرمنحنی به‌دست‌آمده به‌عنوان یک معیار مستقل از حد آستانه، از ۵/۱ تا ۱ متغیر است و تشخیص مدل بین حضور داشتن و نداشتن را نشان می‌دهد. هر چه عدد به‌دست‌آمده به یک نزدیک‌تر باشد، بیان‌کننده تطابق بهتر مدل با واقعیت است [۲۲]. برای تعیین اهمیت متغیرهای محیطی از روش جکنایف استفاده شده است. جکنایف یک روش محاسباتی-آماري-کامپیوتری برای تعیین میزان دقت برآوردگرهای حاصل داده نمونه است. در این تکنیک فقط با یک روش خیلی ساده می‌توان تقریباً هر آماره‌ای از توزیع داده‌های نمونه را تخمین زد. به‌طور عمومی جکنایف از روش‌های باز نمونه‌گیری به حساب می‌آید.

### نتایج

بعد از تهیه نقشه پیش‌بینی حضور بالقوه گونه پسته ارگانیک (وحشی) (*P. vera*) که در شکل ۲ نشان داده شده است با نقشه واقعیت زمینی از طریق ضریب کاپا تطابق داده شد. نتیجه نشان داد نقشه پیش‌بینی برای رویشگاه *Pistaciavera* تطابق خیلی خوبی با نقشه واقعیت زمینی دارد (جدول ۱). برای ارزیابی دقت مدل به روش سطح زیرمنحنی مشخصه پرداخته شده است که با توجه به مقادیر AUC در سطح خوب قرار می‌گیرد (جدول ۲).

بر اساس نتایج آزمون جکنایف مشخص شد بیشترین تأثیر در بین عوامل محیطی رویشگاه گونه پسته ارگانیک (وحشی) (*P. vera*) مربوط به سنگ‌ریزه (Gravel)؛ سپس نسبت جذب سطحی سدیم؛ در مرتبه بعدی، دما و ارتفاع از سطح دریا و در اولویت چهارم، بارندگی، سدیم و مقدار گچ خاک قرار گرفته است و کمترین تأثیر نیز مربوط به اسیدیته (خاک pH) است (شکل ۳).

تحلیل منحنی‌های پاسخ مربوط به عوامل تأثیرگذار در رویشگاه گونه پسته ارگانیک (وحشی) (*P. vera*) است که نمونه‌ای از آن در شکل ۴ آورده شده است و نشان می‌دهد احتمال حضور گونه یادشده در محیط‌هایی با سنگ‌ریزه

**جمع‌آوری اطلاعات:** چون نوع پوشش منطقه جنگلی بوده و در مکان مشخصی از منطقه وجود داشته است، برای تعیین پوشش و تیپ گیاهی نیازی به انجام عملیات خاص نبوده است. برای جمع‌آوری اطلاعات ویژگی‌های خاک، نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی‌شده در مناطق دارای پوشش گونه *P. vera* و مناطق بدون پوشش گونه مد نظر انجام شده است، به‌طوری که ۱۰ نمونه در مناطق حضور پسته و ۲۳ نمونه در مناطق عدم حضور، از عمق‌های ۰-۳۰ سانتی‌متر و ۳۰-۶۰ سانتی‌متر برداشت شده است. ویژگی‌های بررسی‌شده خاک شامل شن ریز (sand)، سیلت (silt)، رس (clay)، گچ (gypsum)، سنگ‌ریزه (geravel)، آهک (tnv)، اسیدیته (ph)، هدایت الکتریکی (Ec)، کربن آلی (oc)، درصد رطوبت اشباع خاک (sp)، وزن مخصوص حقیقی (PD)، یون کلسیم ( $Ca^{++}$ )، یون منیزیم ( $Mg^{++}$ )، منیزیم-کلسیم (ca+mg)، یون سدیم ( $Na^{+}$ )، نسبت جذب سدیم تبادل (SAR) بوده است که با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شده است. همچنین با استفاده از نقشه رقومی ارتفاع (DEM) ویژگی‌های فیزیوگرافی منطقه شامل شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا به‌دست آمده است. بر اساس اطلاعات اقلیمی شش ایستگاه باران‌سنجی منطقه، ویژگی‌های اقلیمی شامل بارندگی و دمای منطقه به‌دست آمده است. نقشه‌های مربوط به خصوصیات خاک استفاده‌شده در تحقیق، با استفاده از زمین‌آمار و روش میان‌بایی کریجینگ با وضوح مکانی یکسان (پیکسل  $30 \times 30$  متر) در محیط نرم‌افزار  $GS^{+}$  تهیه شده است. همچنین اطلاعات فیزیوگرافی منطقه (شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا) با استفاده از مدل رقومی ارتفاع (DEM) در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه شده است و برای تهیه نقشه‌های اقلیمی (باران و دما) نیز از سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است.

بعد از آماده‌سازی نقشه‌های مربوط به متغیرهای محیطی و وارد کردن آنها به نرم‌افزار Version 3.3.3Maxent، مدل‌سازی به روش آنتروپی حداکثر انجام شد. بعد از مدل‌سازی به‌دلیل اینکه خروجی مدل یک نقشه احتمالاتی پیوسته است، لازم است برای تعیین حضور داشتن یا نداشتن گونه مد نظر، آستانه بهینه حضور مشخص شود [۲۱]. بعد از تهیه نقشه پیش‌بینی رویشگاه

جذب سطحی سدیم و افزایش ارتفاع سبب مساعدشدن شرایط رشد این گونه درختی مهم می شود و حضور این گونه با این عوامل همبستگی قوی دارد.

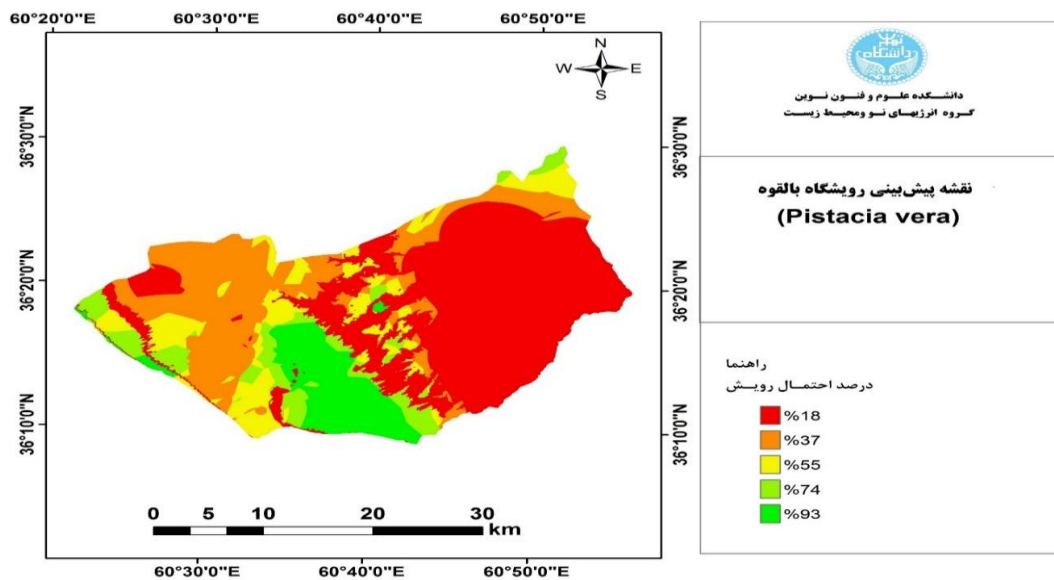
۱۱ تا ۱۳ درصد، میزان نسبت جذب سطحی سدیم کمتر از ۲ و ارتفاع ۸۰۰ تا ۱۸۰۰ متر بیشتر است. همچنین نشان می دهد مقدار سنگ ریزه مناسب و کاهش نسبت

جدول ۱. میزان تطابق نقشه های پیش بینی با واقعی گونه پسته ارگانیک ( وحشی ) (*P. Vera*) در منطقه مطالعه شده

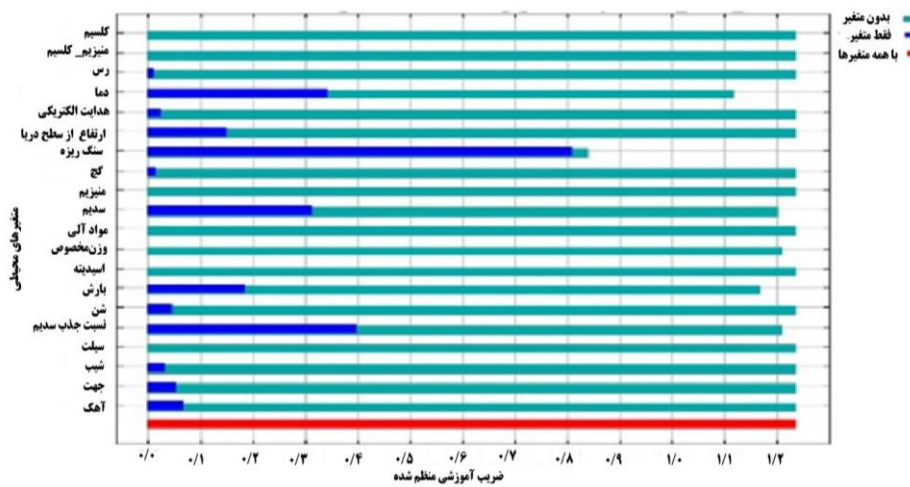
ردیف	رویشگاه	ضرب کاپا	توافق بین نقشه واقعی و پیش بینی
۱	<i>Pistaciavera</i>	۰/۷۲	خیلی خوب

جدول ۲. سطح زیرمنحنی و دقت پیش بینی رویشگاه گونه پسته ارگانیک (وحشی) (*P.vera*) در منطقه مطالعه شده

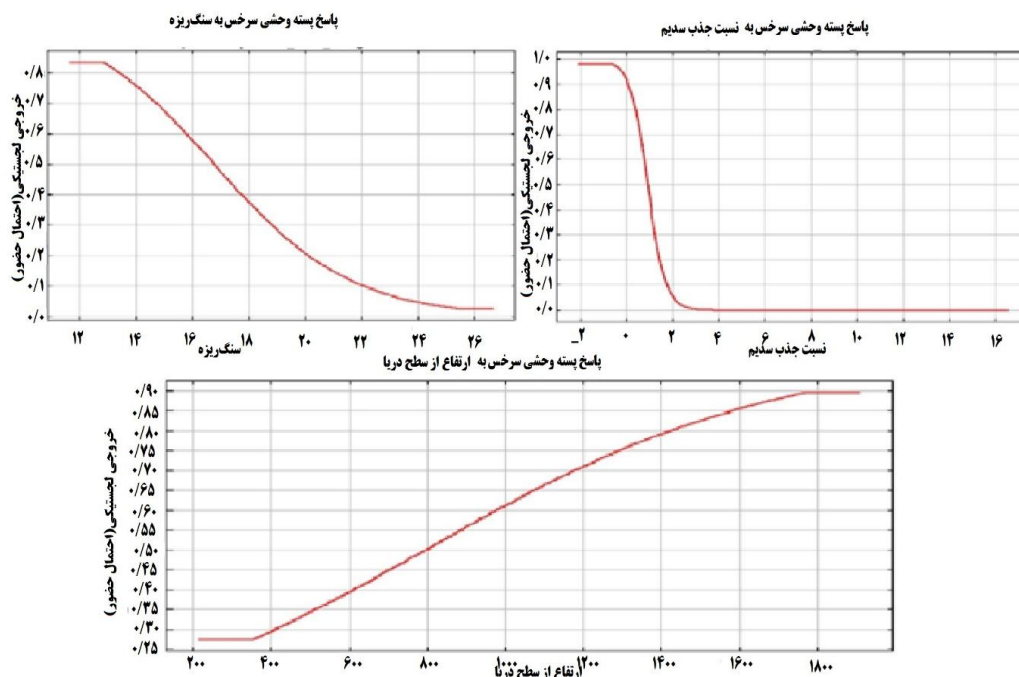
ردیف	رویشگاه	AUC	دقت طبقه بندی
۱	<i>Pistacia vera</i>	۰/۹۲	خوب



شکل ۲. نقشه پیش بینی رویشگاه بالقوه گونه پسته ارگانیک (وحشی) سرخس (*P.vera*)



شکل ۳. نتایج آزمون جکنایف برای تعیین اهمیت متغیرهای محیطی برای رویشگاه پسته ارگانیک (وحشی) سرخس (*P.vera*)



شکل ۴. منحنی‌های پاسخ مهم‌ترین عوامل برای رویشگاه گونه پسته وحشی سرخس

به طوری که درصد سنگریزه بین ۱۱ تا ۱۳ درصد، SAR (نسبت جذب سطحی سدیم تبادلی) کمتر از ۲ و ارتفاع ۸۰۰ تا ۱۸۰۰ متر مهم‌ترین عوامل رویش گونه مد نظر بوده است. نیز نشان می‌دهد هر چه از دشت به سمت مناطق با ارتفاع بیشتر می‌رویم، مناطقی که شوری کمتری دارد و مناطق با بافت متوسط مناسب استقرار این گونه منحصر به فرد است. همچنین رویشگاه گونه مد نظر با احتمال ۵۵ درصد به بالا به ۳/۴ برابر مساحتی که در حال حاضر است، قابل گسترش در سطح منطقه است چنان که از مساحت ۵۵۵۲ هکتار در حال حاضر به ۱۹۳۹۴ هکتار بالقوه که با احتمال رویش بیش از ۵۵ درصد وجود دارد قابل گسترش در سطح منطقه است. نتایج این مطالعه نشان داد مدل آنروپی حداکثر دقت خوبی دارد و در این روش به دلیل اینکه فقط از داده‌های حضور استفاده می‌کند، بسیاری از پیچیدگی‌های مربوط به روش‌هایی که از داده‌های حضور داشتن و نداشتن استفاده می‌کنند را ندارد.

جمع‌آوری اطلاعات محیطی دقیق به صرف وقت و هزینه در عملیات صحرایی نیاز خواهد داشت، ولی با استفاده از روش‌های جدید مدل‌سازی پراکنش جغرافیایی گونه‌ها و نمونه‌برداری اصولی از رویشگاه‌ها، رویشگاه‌های بالقوه را با دقت زیادی می‌توان پیش‌بینی کرد.

#### بحث و نتیجه‌گیری

بنابر نتایج تحقیق حاضر، گونه‌های گیاهی بیان‌کننده شرایط رویشگاهی خاص خود هستند. شناخت و تعیین موقعیت آنها در توصیف دامنه تغییرپذیری شرایط ادا فیزیکی و حاصل خیزی رویشگاه اهمیت زیادی دارد. شناخت ویژگی‌های خاکی، فیزیوگرافی و اقلیمی مؤثر بر استقرار گونه گیاهی می‌تواند ما را به سازگاری گونه‌های بومی منطقه آگاه و به مدیریت بوم‌شناختی آنها کمک کند. آگاهی از ویژگی‌های محیطی رویشگاه هر گونه کارکرد مؤثری در پیشنهاد گونه‌های سازگار با شرایط محیطی در مناطق مشابه دارد. بر اساس ضریب کاپای به دست آمده از مقایسه نقشه‌ها، میزان تطابق نقشه‌های پیش‌بینی و واقعی برای گونه *Pistacia vera* در سطح خیلی خوب ارزیابی شد. همچنین توانایی مدل پیش‌بینی برای گونه مطالعه شده بر اساس مقادیر سطح زیرمنحنی (AUC) در سطح خوب قرار گرفت. بنابراین، از نتایج این پژوهش می‌توان برای گسترش سطح پوشش گونه منحصر به فرد پسته ارگانیک (وحشی) استفاده کرد. نتایج بررسی اهمیت متغیرها بیان می‌کند که تغییر در خصوصیات خاک مانند سنگریزه، نسبت جذب سطحی سدیم تبادلی، سدیم خاک، گچ و از عوامل اقلیمی دما و بارندگی و ارتفاع از سطح دریا مهم‌ترین عوامل رویشگاه گونه پسته ارگانیک (وحشی) (*P. vera*) است.

- habitat modeling *Artemisia aucheri* and *Artemisia sieberi* based on presence-based methods (ENFA and MaxEnt)," *Renewable natural resources research*, pp. 57-73, 1394.
- [10]. M. Zare Chahouki, L. Khalasi Ahvazi and. H. Azrnivand, "Comparison of three modelin approaches for predictiong species distribution in mountainous scrub vegetation (Semnan rangelands, Iran)," *Polish Journal of Ecology*, pp. 105-117, 2012.
- [11]. L. Khalasi ahwazi, M. Zare chahoki, H. Azarnivand and M. Soltani gerd faramarzi, "Habitat suitability modeling *Eurotia ceratoides*," *Journal of Research Range*, pp. 362-373, 2012, - [in Persian]
- [12]. E. Pielou, "The use of point to plant distances in the study of the pattern of plant population," *J.Ecology*, vol. 47, pp. 607-613, 1959.
- [13]. R. Anderson and E. Mart'inez-Meyer, "Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador," *Biol. Conser*, vol. 116, pp. 167-179, 2004.
- [14]. C. Graham, S. Ferrier, F. Huettman, C. Moritz and A. Peterson, "New developments in museum based informatics and applications in biodiversity analysis," *Trends Ecol. Evol*, vol. 19, pp. 497-503, 2004.
- [15]. J. Elith, C. Graham, R. Anderson, M. Dudík, S. Ferrier, A. Guisan, R. Hijmans, F. Huettmann, J. Leathwick, A. Lehmann, J. Li, L. Lohmann, B. Loiselle and G. Manion, "Novel methods improve prediction of species' distribution from occurrence data," *Ecography*, vol. 29, pp. 129-151, 2006.
- [16]. A. Peterson and J. Shaw, "Lutzomyia vectors for cutaneous leishmaniasis in southern Brazil: ecological niche models, predicted geographic distribution, and climate change effects.," *Int. J. Parasitol*, vol. 33, pp. 919-931, 2003.
- [17]. M. Zare chahoki, H. Piri sahragard and H. Azarnivand, "Habitat distribution model plant species in rangelands of Qom Sultan Hoz with maximum entropy method," *Scientific Journal of Range*, pp. 212-221, 2014, -[in Persian]
- [18]. L. Khalasi ahwazi, M. Zare chahoki and s. z. Hossen, "The geographic distribution of species habitat modeling *Artemisia aucheri* and *Artemisia sieberi* based on presence-based methods (MaxEnt and ENTFA)," *Journal of Renewable Natural Resources Research*, Vols. 57-73, p. 19, 2016, -[in persian]
- تا کنون درباره رویشگاه بالقوه پسته وحشی سرخس مطالعه‌ای انجام نشده است و این تحقیق برای اولین بار درباره این گونه بارزش انجام شده است.
- همچنین مطالعات زارع چاهوکی و همکارانش در سال ۱۳۹۲ در مراتع حوض سلطان قم، حسینی و همکارانش در سال ۲۰۱۳ در مراتع پشت کوه یزد و لیمک و همکارانش (۲۰۱۱) در مناطق کوهستانی آلاما، بیان داشتند که مدل آنتروپی حداکثر دقت خوبی در پیش‌بینی رویشگاه گونه‌های گیاهی دارد که تأییدکننده نتایج تحقیق حاضر است.

### منابع

- [1]. E. Khosrojerdi, H. Dorodi and T. Namdost, "Physiographic factors on yield and quality of pistachio tree common in the forests of Khwaja Kalat, Khorasan Razavi," *Forest Research & spruce OF IRAN*, pp. 337-347, 2010. [ in persian]
- [2]. M. Zohary, "Monographical study of the genus *Pistacia*," *Palestinian Journal of Botany*, vol. 5, pp. 187-228, 1952.
- [3]. H. Sabeti, *Forests Trees and Shrubs of Iran*, Tehran, 1996.
- [4]. A. Onay, V. Pirinc, H. Yildirim and D. Basaran, "In Vitro Micrografting of mature pistachio (*Pistachia vera* var. *siirt*)," *Plant Cell, Tissue and organ culture*, vol. 77, pp. 215-219, 2004.
- [5]. M. Irannezhad parizi, "Evaluation of natural habitats Pistachio in Iran," *Research and Construction*, Vols. 19, pp. 20-26, 1996. - [ in persian]
- [6]. F. Jafar abadi, M. Abdolahi ezat abadi and M. Eslami, "The effect of the degradation of groundwater resources on the economic value of agricultural capital pistachio in Kerman province," *Agricultural Economics Research*, pp. 1-19, 2016. [in prsian]
- [7]. F. Sadat hoseni, A. Darvish sefat and n. a. Zargham, "Capability of IRS-P6-LISS IV images for mapping large number of wild pistachio forests (Case study: forest Khvajhklat Khorasan)," *Journal of Forest Iran, Iran Forestry Association*, pp. 311-320, 2013.[in persian]
- [8]. M. Ramezani, "The study of influencing factors on wild pistacia sp distribution in Khorasan province," Research Institute of Forests and Renglands, 2006.
- [9]. Khalasi ahvazi, M. Zare chahoki and S. z. Hossen, "The geographic distribution of species

- [19]. D. Lemke, P. Hulme, J. Brown and T. W., "Distribution modelling of Japanese honeysuckle (*Lonicera japonica*) invasion in the Cumberland Plateau and Mountain Region, USA," *Forest Ecology and Management*, pp. 139-149, 2011.
- [20]. H. Piri Sahragard and M. Zare Chahouki, "An evaluation of predictive habitat models performance of plant species in Hoze soltan rangelands of Qom province," *Ecological Modelling*, pp. 64-71, 2015.
- [21]. S. Mahmoodi and M. Hakimian, *Soil Fundamentals*, Tehran: University of Tehran, 2008, - [Persian]
- [22]. S. Phillips, K. Richardson, R. Scachetti-Pereira, J. Sober on, S. Williams, M. S. Wisz and N. E. Zammermann, "Novel methods improve predictions of species," *Ecography*, vol. 29, pp. 129-151, 2006.