دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره یازدهم، شماره بیست و دوم
http://pec.gonbad.ac.ir

بررسی عوامل بوم‌شناختی تأثیرگذار بر استقرار و پراکنش گونه دارویی *Carum carvi L.* و تهیه نقشه مطلوبیت رویشگاه این گونه در منطقه الموت شرقی

محبوبه عباسی[1]، محمد جعفری[2*]، وحیدپایروند[3]

[1]دانش‌آموخته دکتری مرتعداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
[2]استاد گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
[3] اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان البرز، قزوین

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۴

چکیده

زیره سیاه (*Carum carvi*) یک گونه بومی است که در صنایع مختلف داروسازی، غذایی، بهداشتی و آرایشی کاربرد فراوان دارد. در این مطالعه به منظور بررسی عوامل بوم‌شناختی مؤثر بر استقرار و پراکنش این گونه دارویی در مراتع الموت شرقی استان قزوین و تهیه نقشه مطلوبیت رویشگاه آن از مدل MaxEnt استفاده شد (سال ۱۳۹۸). برای انجام مدل‌سازی نقشه ۱۹ متغیر محیطی و اطلاعات نقاط حضور گونه آماده‌سازی و وارد نرم‌افزار MAXENT شدند. ارزیابی نتایج مدل با استفاده از آماره AUC مقدار ۹۵ ٪ به‌دست آمد، که نشان‌دهنده دقت زیاد نتایج مدل است. با توجه به نتایج، گونه *C. carvi* در منطقه الموت شرقی ترجیح به رویش در محدوده ارتفاعی ۱۰۰۰ تا ۲۷۰۰ متر بالاتر از سطح دریا، میانگین دمای سالانه ۵ تا ۲۵ درجه سانتیگراد، بارندگی ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر، اسیدیته خاک ۷/۸-۷/۶، شن خاک تا حدود ۳۵ درصد، رس خاک ۲۰ تا ۴۰ درصد دارد. بر اساس منحنی‌های پاسخ، افزایش ماده آلی خاک از ۰/۵ تا ۲ احتمال حضور این گونه را تا ۸۰ درصد افزایش می‌دهد، و با افزایش سیلت خاک از ۴ تا ۲۵ درصد احتمال حضور گونه C. carvi به صددرصد می‌رسد. همچنین در بین ریزمغذی‌ها، گونه *C. carvi* عکس‌العمل بهتری به افزایش پتاسیم نشان داده است. کم‌اهمیت‌ترین متغیرهای محیطی در آزمون جک‌نایف، متغیرهای به ترتیب جهت دامنه، اسیدیته و سدیم خاک (به ترتیب Bio2، Bio15 و Bio14) نشان داده شده‌اند. این حوضه به دلیل ماهیت کوهستانی بودن تقریباً تمام جهات جغرافیایی را دارد. اسیدیته خاک حوضه ۷/۸-۷/۶ (تقریباً خنثی) بوده، میزان سدیم خاک نیز ناچیز است. نتایج این پژوهش برای اهلی‌سازی و کشت و پرورش این گیاه در اراضی با شرایط رویشگاهی مشابه برای استفاده در سطح وسیع از آن و تجاری‌سازی محصولات آن کاربرد دارد.

واژه‌های کلیدی: **مدل MaxEnt، آزمون جک‌نایف. زمین آمار. مراتع الموت شرقی، *Carum carvi*.**

مقدمه

یکی از مشکلات اساسی کشورهای در حال توسعه، اتکای بیش از حد درآمد آنها به صادرات یک یا تعداد محدودی از کالاها است. در مورد ایران نیز تجارت خارجی با وابستگی شدید به درآمدهای ارزی ناشی از صادرات نفت خام شناخته می‌شود (Majlis Research Center, 2016). با توجه به افت قیمت نفت و بی‌ثباتی درآمد صادرات نفتی در چند سال اخیر (برهان‌زاده و دینخواه، ۱۳۹۴)، جهت‌گیری سیاست‌های اقتصادی به سمت صدور کالای غیرنفتی یکی از راه‌های کاهش وابستگی اقتصاد ایران به صادرات نفت است (محمدزاده و همکاران، ۱۳۹۷). در سال‌های اخیر به‌دلیل آثار زیان‌بخش داروهای شیمیایی گرایش عمومی جوامع به طب سنتی و استفاده از گیاهان دارویی و فرآورده‌های طبیعی بیشتر شده است. استفاده از گیاهان دارای تاریخچه طولانی در سراسر جهان است و در طول قرن‌ها، بشر روش‌هایی را برای استخراج اسانس‌ها و روغن‌ها

*نویسنده مسئول: Jafary@ut.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

از گیاهان توسعه داده است. روغن‌ها و اسانس‌ها مخلوط پیچیده‌ای از مواد فرار هستند که معمولاً در غلظت‌های پایین وجود دارند (De Castro et al., 1999). زیره سیاه با نام علمی *Carum carvi* L[2]. یکی از مهم‌ترین و ارزشمندترین گیاهان خانواده چتریان است که توده‌های وحشی آن در ایران به صورت پراکنده در ارتفاعات غرب و شمال غربی، همچنین نواحی جنوب شرقی از جمله کرمان و بلوچستان، فارس، اصفهان، یزد و خراسان رویش دارد (بهادری و جهانبخت، ۱۳۸۵). در پهنه کوچکی از منطقه کوهستانی شمال شرقی استان قزوین، در مراتع الموت نیز این گیاه دیده شده است (چرخچیان و همکاران، ۱۳۸۷). این گیاه چندساله و خودگشن با نام علمی *Carum carvi* و در زبان انگلیسی black caraway نامیده می‌شود (پژمانمهر و همکاران، ۱۳۸۸). اسانس حاصل از مناطق مختلف ترکیبات عمده شامل ترکیبات ترپنوئیدی عمده‌ترین آنها کارون (Carvone) و لیمونن (Limonene) (Laribi et al., 2009)، کومین آلدئید (Cuminaldehyde)، بتا پینن (β-Pinene)، آلفا پینن (α-Pinene)، گاماترپنین (γ-Terpinene) و بسیاری از مواد مؤثر دیگر را دارا است که در صنایع مختلف داروسازی، غذایی، بهداشتی و آرایشی کاربرد فراوان دارد (Zalewska, 2010; Barros-Velázquez et al., 2014; Lozykowaska et al., 2010). مطالعات مختلفی درباره شناسایی ترکیبات اسانس زیرهٔ سیاه کوهی صورت گرفته است (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۵). کومین آلدئید موجود در اسانس این گیاه در غلظت‌های بالا می‌تواند اثر ضدباکتری، ضدقارچی، ضدویروس و ضدسرطان داشته باشد (Mahony et al., 2005; Bajaj and Urooj, 2006). نانوامولسیون اسانس زیره سیاه توانایی مهار تکثیر سلول‌های سرطانی و نیز مهار رادیکال‌های آزاد را دارد (خاتمیان و همکاران، ۱۳۹۸). دیگر خواص دارویی با ارزش این گیاه شامل کاهش دهنده وزن (Rayalam et al., 2008; Agrahari, 2014) و بیماری‌های مرتبط با چاقی (قربانی و همکاران، ۱۳۹۶؛ طاهرزاده و همکاران، ۱۴۰۰)، کاهش دهنده قند خون (Haidari et al., 2011)، متعادل کردن میکروارگانیسم‌های روده و کمک به هضم و جذب غذا و هموستاز روده (Can Baser, 2008) کاهش دهنده عوارض ناشی از التهاب حاد ریوی (فاطمی و همکاران، ۱۳۸۸)، بازدارنده جوانه‌زنی یا ممانعت از رشد قارچ در انبارهای موادغذایی (Simic et al., 2008)، درمان درد دل و ضد نفخ، (Yanishlieva et al., 1999)، اثرات ضد اسپاسمی، خلط‌آور (اسپکتورانت)، شیرآور، اشتهاآور و نیروبخش (De Carvalho & Da Fonseca, 2006) است.

افزایش تقاضا برای مصرف داروهای گیاهی و تأمین بخشی از این نیاز از منابع طبیعی باعث تهدید و تخریب رویشگاه‌های طبیعی این گیاهان شده است (Hamilton, 2008; Schippmann et al, 2002). گونه‌های گیاهی در محیط طبیعی در تعامل با عوامل متعدد محیطی استقرار می‌یابند (Araújo & Luoto. 2007)؛ بنابراین برای حفاظت از آنها شناخت شرایط اکولوژیک محیطی که گیاه در آن استقرار می‌یابد و نیز عواملی که مطلوبیت رویشگاه و توزیع گونه را بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهد، ضرورت دارد. علاوه بر این در صورت شناخت علمی کافی از شرایط رویشگاهی آنها کشت، توسعه و بهره‌برداری بهینه و تجاری‌سازی محصولات آن می‌تواند در جهت هدف توسعه صادرات غیرنفتی مؤثر باشد. امروزه روش‌های مدل‌سازی متعددی وجود دارد که قادرند با استفاده از الگوریتم‌هایی تعاملات میان گونه‌های گیاهی و متغیرهای محیطی انتخاب شده را تا حدی زیادی تشخیص دهند (Elith et al., 2006). روش Maxent از جمله آنها است که علاوه بر تشخیص تعاملات گونه با متغیرهای محیطی و پاسخ گونه به تک‌تک متغیرها، قادر به شناسایی مهمترین متغیرهای محیطی اثرگذار بر ترجیح رویشگاه گونه‌ها و تهیه نقشه توزیع بالقوه گونه‌های گیاهی نیز هست (Phillips et al, 2006). تاکنون مدل‌سازی با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی برای گونه‌های گیاهی و جانوری کاربرد وسیعی داشته است که می‌توان به قیومی و همکاران (۱۳۹۸) و زارع چاهوکی و عباسی و همکاران (۱۳۹۷) اشاره کرد که به ترتیب از این مدل برای بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی در تعیین رویشگاه‌های بالقوه جنگل‌های مانگرو ایران و برای پیش‌بینی رویشگاه بالقوه گیاه *Stipa barbata* استفاده کردند. همچنین در رابطه با مدل‌سازی رویشگاه و تأثیر مهمترین متغیرهای اکولوژیکی بر رویشگاه گونه‌های گیاهی با استفاده از مدل Maxent می‌توان به مطالعات زارع

[2]Lindl

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

چاهوکی و عباسی (۱۳۹۶) بر رویشگاه گیاه *Rheum ribes*، جعفری و همکاران (۱۳۹۹) برای شناسایی رویشگاه مطلوب گونه زالزالک (*Crataegus pontica C.Koch*)، مومنی دمنه و همکاران (۱۴۰۱) برای پیش‌بینی پراکنش جغرافیایی جنس کما (*Ferula* spp.) در استان خراسان رضوی و شمالی با استفاده از مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه، Tang و همکاران (۲۰۲۱) شناسایی توزیع فعلی و بالقوه سه گونه کاج در چین، Zhang و همکاران (۲۰۲۱) برای تخمین توزیع جهانی بالقوه گیاه مهاجم *Xanthium italicum*، Khan و همکاران (۲۰۲۲) برای پیش‌بینی تغییرات آب و هوایی بر روی تغییرات رویشگاه مطلوب یک گونه کاج (*Pinus gerardiana*) در جنوب آسیا، Dai و همکاران (۲۰۲۲) برای پیش‌بینی پراکنش بالقوه گونه *Parnassia wightiana* در چین، Masum و همکاران (۲۰۲۲) پیش‌بینی پراکنش بالقوه فعلی و آینده علف هرز *Parthenium hysterophorus* در بنگلادش و غیره اشاره کرد.

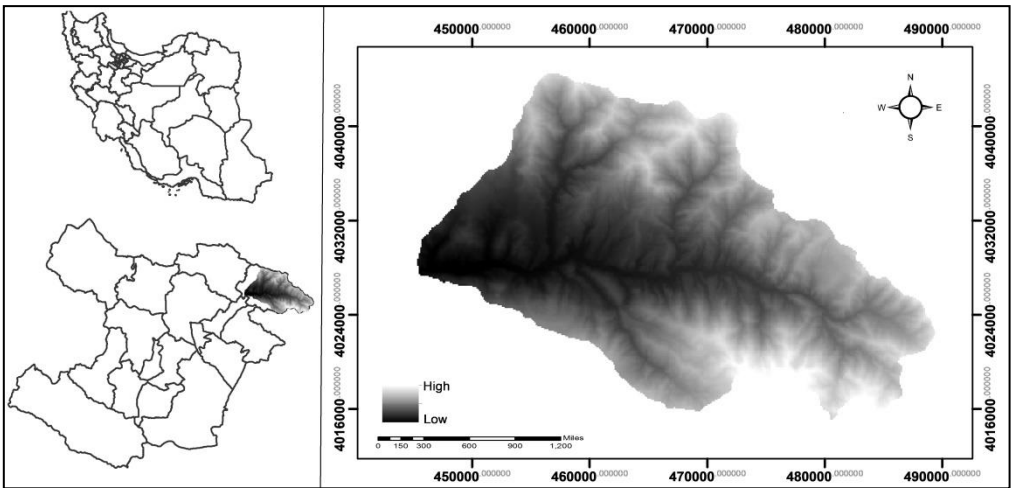
مطالعات و بررسی‌های اکولوژیکی گیاهان مختلف به‌ویژه گیاهان دارویی و اسانس‌دار در بسیاری از کشورهای دنیا سابقه‌ای طولانی دارد. لیکن تحقیقاتی که تاکنون در خصوص گیاه دارویی زیره سیاه در ایران صورت گرفته است در مورد اثرات مختلف اسانس و مواد مؤثر این گیاه و یا ویژگی‌های فیتوشیمیایی آن (Goyal et al., 2018) بوده است و برطبق بررسی‌های محققان، هیچ‌گونه پژوهشی در زمینه خصوصیات بوم‌شناختی رویشگاه گونه *C. carvi* انجام نشده است. ازاین‌رو به دلیل ارزش دارویی زیاد این گونه و وجود آن در منطقه کوهستانی الموت استان قزوین، استفاده مردم منطقه از این گیاه و لزوم حفاظت از این گونه، این پژوهش با هدف بررسی مهمترین عوامل بوم‌شناختی تأثیرگذار بر استقرار و پراکنش گونه *C. carvi* و تهیه نقشه مطلوبیت رویشگاه آن، با استفاده از مدل آنتروپی حداکثر (MaxEnt) در مراتع الموت شرقی استان قزوین انجام گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز الموت شرقی واقع در رشته‌های میانی واحد کوهستانی البرز مرکزی، یکی از سرشاخه‌های رودخانه شاهرود و در نهایت زیر حوضه‌ای از حوضه وسیع سفید رود، در شمال شرقی قزوین قرار دارد. این منطقه بین طول‌های ۵۰ درجه و ۲۳ دقیقه و ۱۹ثانیه و ۵۰ درجه و ۵۲ دقیقه و ۱۷ ثانیه شرقی و بین عرض‌های جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۷ دقیقه و ۱۴ ثانیه و ۳۶ درجه و ۳۳دقیقه و ۵۴ ثانیه شمالی واقع شده است و دقیقاً منطبق با حدود و مرز بخش رودبار الموت به مرکزیت معلم‌کلایه از توابع شهرستان قزوین است که در شکل (۱) نشان داده شده است. وسعت این منطقه ۷۰۶۰۸/۳۸ هکتار است. تیپ اراضی در این منطقه کوهستانی است. شرایط اقلیمی حوضه به‌شدت تحت تأثیر وضعیت جغرافیایی و توپوگرافی آن است. بر اساس مطالعات صورت گرفته، اقلیم کلی منطقه که براساس داده‌های به‌دست‌آمده از ایستگاه سینوپتیک معلم‌کلایه و ایستگاه‌های اطراف حوزه محاسبه شده با روش طبقه‌بندی کوپن نیمه‌خشک سرد، روش سیلیانوف استپ معمولی، و روش آمبرژه نیمه‌مرطوب سرد است (طرح آمایش سرزمین استان قزوین، ۱۳۹۸؛ جناب و نظری، ۱۳۹۵). بارش سالانه در این حوضه از حدود ۸۰۰ میلی‌متر در قسمت‌های شمال شرقی تا حدود ۳۰۰ میلی‌متر در جنوب غربی متغیر است. بیشتر نزولات جوی به صورت باران و در ارتفاعات بالای ۳۰۰۰ متر به صورت برف است. حداکثر و حداقل ارتفاع منطقه به ترتیب ۴۱۶۰ و ۱۰۶۸ متر است. به‌علت وضعیت توپوگرافی و فیزیوگرافی کاربری‌ها در منطقه محدود است و از میان چند کاربری مناطق مسکونی، باغات، اراضی کشاورزی و مناطق جنگلی، بیشتر مساحت اراضی منطقه را مراتع شامل می‌شوند. از نظر فیزیونومی پوشش گیاهی منطقه علف – بوته‌زار است. برخی از مهمترین گونه‌های گیاهی منطقه *Festuca ovina, Astragalus microcephalus, Bromus tomentellus, Cirsium haussknechtii, Dactylis glomerata, Thymus kotschyanus, Poa bulbosa , Agropyron trichophorum , Agropyron intermedium, Artemisia aucheri* (مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، ۱۳۹۸) هستند. شکل (۲) تصویر گونه *C. carvi* را در رویشگاه آن در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]



شکل ۱- موقعیت حوزه مورد بررسی در ایران و استان قزوین (مدل رقومی ارتفاع)

شکل ۲- تصویری از گونه *C. carvi* از نزدیک (سمت راست) و در تیپ گیاهی (سمت چپ) در مراتع الموت شرقی.

روش تحقیق

برای کار با مدل MaxEnt حداقل به دو گروه از داده‌های ورودی نیاز داریم که این داده‌ها شامل داده‌های حضور گونه و داده‌های محیطی هستند. منظور از داده‌های حضور همان ثبت محل‌های رویش گونه است که توسط تیم نمونه‌برداری با پیمایش میدانی و پرس‌وجو از ساکنان بومی باتجربه از مشاهدات صحرایی با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) ثبت گردید. داده‌های محیطی نیز همان نقشه متغیرهای محیطی مستقل هستند که بر رویشگاه گونه تأثیرگذارند و در این تحقیق شامل متغیرهای خاکی، اقلیمی و فیزیوگرافی حوزه الموت شرقی هستند. متغیرهای اقلیمی شامل متوسط بارش سالانه و متوسط دمای سالانه با استفاده از آمار ایستگاه‌های بارانسنجی و سینوپتیک منطقه جمع‌آوری و نقشه‌سازی شدند. فیزیوگرافی و شکل زمین به عوامل متعددی بستگی دارد از جمله شیب و امتداد شیب، ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی، شبکه هیدروگرافی و تراکم شبکه زهکشی در واحد سطح و ... که از میان آنها عامل بر مقدار بارندگی، شدت تابش، دما و ویژگی‌های خاک که از عوامل استقرار گونه‌های گیاهی‌اند، تأثیر می‌گذارند (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۲). بدین ترتیب لایه‌های شیب و جهت با استفاده از مدل رقومی ارتفاع با مقیاس 1:25000 تهیه شده توسط سازمان نقشه‌برداری کشور استخراج شد. در پیمایش صحرایی علاوه بر جمع‌آوری داده‌های حضور گونه، برای تعیین مهمترین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در ۱۰۰ نقطه از حوضه به‌صورت تصادفی با پراکنش مناسب، پروفیل حفر و نمونه خاک برداشت شد. نمونه‌های خاک درون کیسه‌های نایلونی قرار داده شد و به آزمایشگاه انتقال یافت. بعد از خشک شدن، نمونه‌ها از الک دو میلی‌متری عبور داده شد تا بر روی ذرات کوچکتر از دو

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

میلی‌متر آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی خاک انجام گیرد. دز این پژوهش درصد رطوبت قابل دسترس با روش صفحه فشاری، ازت کل با دستگاه کجلدال ، فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر (Allen, 1989)، سدیم و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومترو روش عصاره‌گیری استات آمونیوم، کلسیم و منیزیم با استفاده روش تیتراسیون میزان اسیدیته خاک با pH متر، درصد کربن آلی به روش والکی و بلاک[3] (۱۹۳۴)، آهک به روش کلسیمتری و هدایت‌الکتریکی در عصاره گل اشباع با هدایت‌سنج الکتریکی (McLean, 1982) اندازه‌گیری شدند. همچنین برای تعیین ذرات نسبی خاک (رس، سیلت و شن) روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962) به‌کار برده شده است. در مرحله بعد برای توصیف تغییرات مکانی هر ویژگی خاک و تهیه نقشه هر متغیر خاک از روش‌های زمین‌آمار استفاده شد. زمین‌آمار با استفاده از اندازه‌گیری‌هایی که در نقاط نمونه‌برداری شده در منطقه مورد مطالعه صورت گرفته است، پیش‌بینی‌های دقیقی را برای دیگر موقعیت‌هایی که در آنها اندازه‌گیری صورت نگرفته است و در همان ناحیه مورد مطالعه هستند، ایجاد می‌کند (ترابی آزاد و همکاران، ۱۳۹۷). به‌منظور بررسی و تشریح ارتباط و ساختار فضایی از تجزیه و تحلیل «تغییرنما یا واریوگرام[4]» استفاده گردید. بدین ترتیب بعد از تجزیه و تحلیل‌های نتایج آزمایشگاه، نقشه‌های مربوط به ویژگی‌های خاک با استفاده از روش‌های زمین آمار و تکنیک‌های درون‌یابی در نرم‌افزارهای GS^+ نسخه ۹ و *Arc map 10.3* نقشه تهیه شد.

اجرای مدل

روش Maxent به داده‌های عدم حضور برای گونه‌هایی که مدلیزه می‌شوند نیازی ندارد به جای آن از داده‌های زمینه زیست محیطی برای کل منطقه‌ی مورد مطالعه استفاده می‌کند. این روش می‌تواند هردو نوع متغیر پیوسته و گسسته را مورد استفاده قرار دهد و خروجی آن یک نوع پیش‌بینی پیوسته است. در این مرحله اطلاعات مربوط به حضور گونه که شامل شامل ۵۲ نقطه حضور بوده به صورت فایل Excel با فرمت CSV. در قسمت مربوطه وارد نرم افزار می‌شوند. نقشه عوامل محیطی نیز بعد از آماده‌سازی در نرم‌افزار Arc Map 10.5 به فرمت asci. (قابل فراخوانی در نرم‌افزار MAXENT) درآمده، به نرم‌افزار وارد شدند. در جدول (۱) فهرست متغیرهای محیطی به‌کاررفته در مدل که برای آنالیز اصلی از Bio1 تا Bio19 کدگذاری شده‌اند، ارائه شده است. در تنظیمات نرم‌افزار گزینه‌های ساخت منحنی‌های پاسخ گونه به متغیرهای محیطی و آزمون جک‌نایف (Jackknife) برای تعیین متغیرهای تأثیرگذار انتخاب شدند. در آزمون جک‌نایف یک متغیر محیطی از مدل خارج می‌شود و مدل با استفاده از سایر متغیرها ادامه می‌یابد؛ همچنین مدل با متغیر کنارگذاشته‌شده به‌صورت مجزا اجرا می‌شود. به این ترتیب سهم هر یک از متغیرهای محیطی در کل مدل (شامل تمام متغیرها) محاسبه می‌شود (Hosseini et al, 2013 و سرباز و همکاران، ۱۳۹۷). علاوه بر این عملکرد مدل با استفاده از سطح زیرمنحنی منحنی ROC به‌دست‌آمده از آماره AUC (Area under the curve) ارزیابی و در خروجی نرم‌افزار ارائه می‌گردد.

جدول ۱- متغیرهای محیطی مورداستفاده برای ورود به مدل

متغیر	توضیح	متغیر	توضیح
Bio1	دمای متوسط سالانه	Bio11	کلسیم
Bio2	جهت دامنه	Bio12	نیتروزن
Bio3	رطوبت قابل دسترس خاک	Bio13	فسفر
Bio4	درصد شن	Bio14	سدیم
Bio5	درصد رس	Bio15	اسیدیته
Bio6	درصد سیلت	Bio16	هدایت الکتریکی
Bio7	ارتفاع از سطح دریا	Bio17	درصد آهک
Bio8	پتاسیم	Bio18	متوسط بارش سالانه
Bio9	ماده آلی	Bio19	درصد شیب
Bio10	منیزیم	-	-

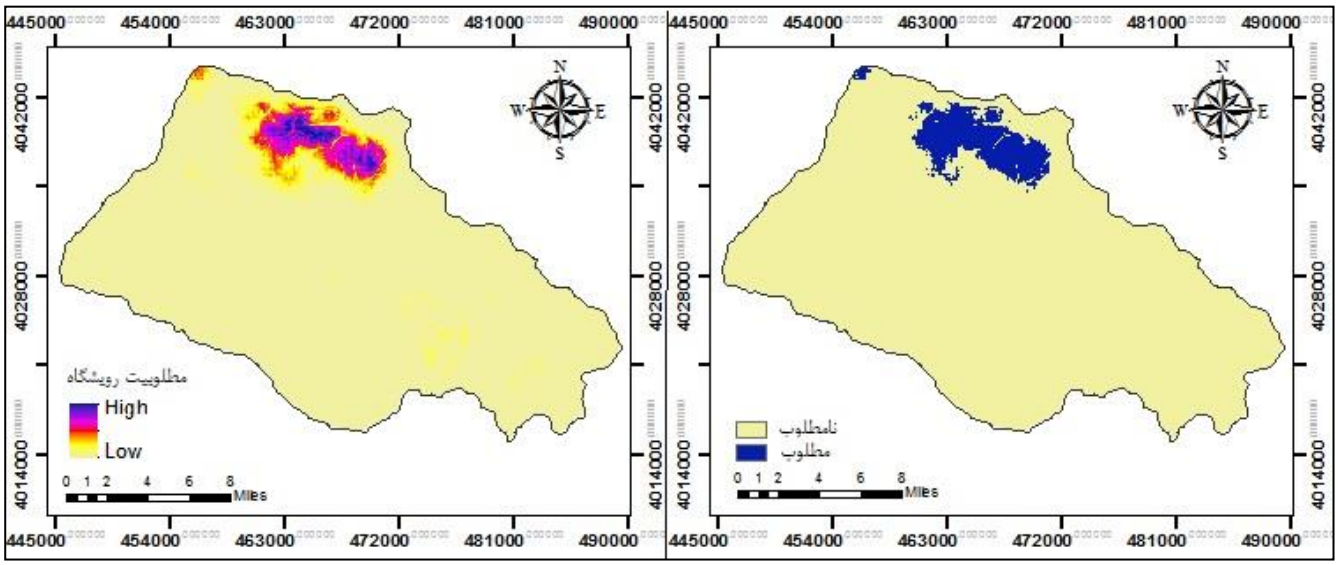
نتایج

[3] Walkley & Black

[4] Variogram

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

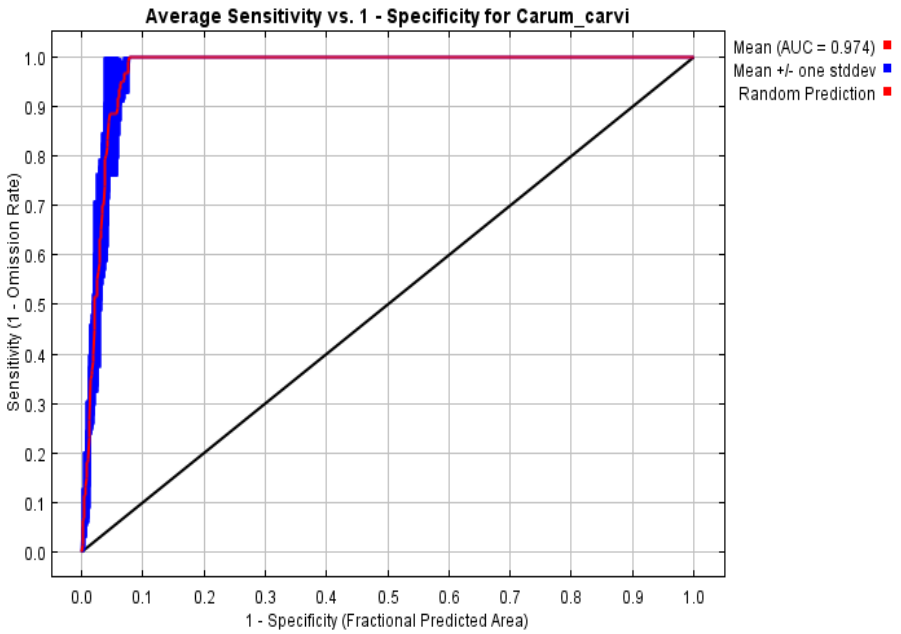
در خروجی مدل Maxent رویشگاه مطلوب (بالقوه و بالفعل) گونه *C. carvi* به فرمت asci (asc.) وجود دارد که برای درک بیشتر از میزان مطلوبیت رویشگاه، نقشه پیش‌بینی گونه *C. carvi* (شکل ۶، سمت چپ) به صورت طیف رنگی از آبی تیره (بیشترین مطلوبیت) تا زرد (مطلوبیت کم) آمده است. همچنین نقشه کلاس‌بندی شده رویشگاه مطلوب گونه *C. carvi* در شکل (۳) ارائه شده است. در کل، نقشه ظرفیت توزیع گونه‌ای رویشگاه گونه *C. carvi* نشان می‌دهد در شرایط اقلیمی، خاکی و فیزیوگرافی موجود در منطقه، بخش کوچکی از شمال حوضه الموت شرقی پتانسیل توزیع برای این گونه را دارد و در سایر قسمت‌های این حوزه مطلوبیت رویشگاهی برای حضور این گونه وجود ندارد.



شکل ۳- نقشه احتمال حضور گونه *C. carvi* (سمت چپ) و نقشه کلاس‌بندی شده احتمال حضور گونه *C. carvi* (سمت راست) در حوضه الموت شرقی

ارزیابی مدل. برای ارزیابی نتایج مدل از تحلیل منحنی ویژگی عامل دریافت‌کننده (AUC) استفاده شد. اگر مساحت زیر منحنی عدد ۰/۵ را نشان دهد، نشان‌دهنده یک پیش‌بینی تصادفی است. آماره AUC برابر یک به معنای پیش‌بینی کامل و بدون حذف هیچکدام از نقاط حضور است. AUC بین ۰/۷ تا ۰/۸ بیانگر مدل خوب، بین ۰/۸ تا ۰/۹ مدل عالی و بیش از ۰/۹ بیانگر این است که مدل Maxent رویشگاه گونه را در سطح عالی پیش‌بینی کرده است (Hoffmann *et al*, 2011). با توجه به شکل (۴) در پژوهش حاضر مقدار آماره AUC حدود ۰/۹۵ به دست آمد که نشان می‌دهد مدل Maxent با توجه به اطلاعات اقلیمی، خاکی و فیزیوگرافی منطقه رویشگاه گونه *C. carvi*را با دقت عالی پیش‌بینی کرده است. بنابراین می‌توان با اطمینان به بررسی سایر خروجی‌های مدل در مورد تأثیر متغیرهای محیطی بر حضور این گونه در منطقه پرداخت.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

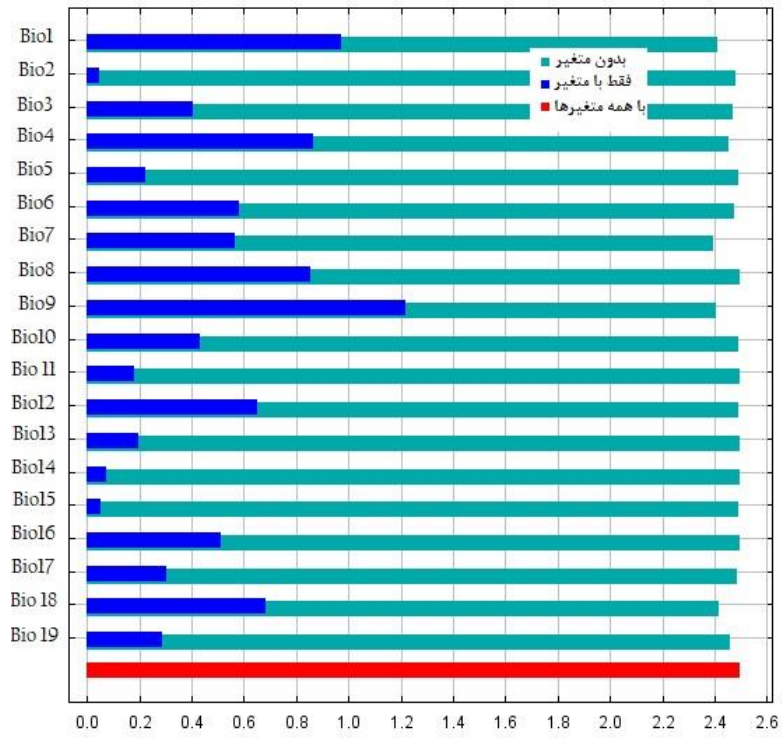


شکل ۴- نتایج ارزیابی مدل و مساحت زیر منحنی (ROC) برای مطلوبیت رویشگاه گونه *C. carvi*

آزمون جک‌نایف: در مدل Maxent به‌منظور بررسی اهمیت هر متغیر مستقل محیطی از عملیلت جک‌نایف[5] استفاده می‌شود. شکل ۵، نتایج آزمون جک‌نایف را برای تعیین اهمیت متغیرها در حضور گونه *C. carvi* در منطقه الموت شرقی نشان می‌دهد. نتایج جک‌نایف نشان داد سه متغیر محیطی Bio9، Bio1 و Bio4 بیشترین اهمیت را در حضور گونه *C. carvi* در منطقه الموت شرقی دارند. باتوجه به جدول (۱) این متغیرها به ترتیب ماده‌آلی، میانگین دمای سالانه و درصد شن خاک هستند. بعد از این نیز متغیرهای Bio8، Bio18، Bio12 و Bio6 در رده بعدی تأثیرگذارترین متغیرها هستند که به ترتیب پتاسیم خاک، متوسط بارندگی سالانه، نیتروزن و سیلت خاک هستند. همچنین با توجه به نتایج آزمون جک‌نایف (شکل ۵) کم اهمیت‌ترین متغیرهای محیطی در تناسب رویشگاه گونه *C. carvi* در این منطقه متغیرهای Bio2، Bio15 و Bio14 (به ترتیب جهت دامنه، اسیدیته و سدیم خاک) هستند.

[1] Jackknife

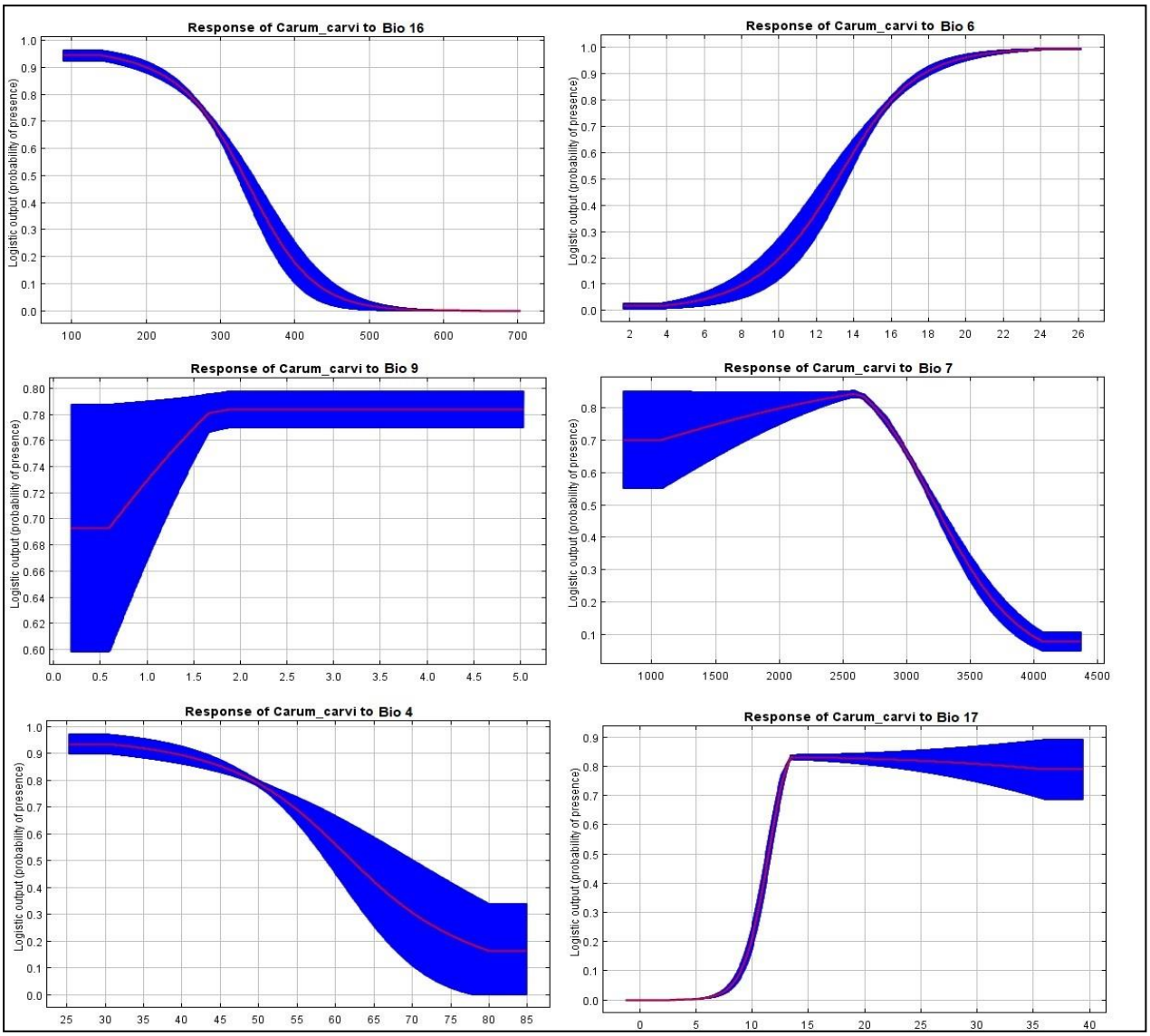
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]



شکل ۵- نتایج آزمون جک‌نایف

منحنی‌های پاسخ. منحنی‌های پاسخ یا همان منحنی‌های عکس‌العمل گونه به متغیرهای محیطی نشان می‌دهد که در رویشگاه مطلوب گونه *C. carvi* هدایت الکتریکی خاک (Bio 16) کمتر از ۲۰۰ میکروموس بر سانتیمتر است و با افزایش هدایت الکتریکی خاک تا ۶۰۰ میکروموس بر سانتیمتر احتمال حضور این گونه به صفر می‌رسد؛ بنابراین می‌توان گفت که حضور گونه *C. carvi* با مقادیر کم هدایت الکتریکی همبستگی دارد. همچنین با توجه به منحنی پاسخ با افزایش سیلت خاک (Bio 6) تا حدود ۲۵ درصد احتمال حضور گونه *C. carvi* افزایش می‌یابد و نیز عکس‌العمل حضور این گونه در مقدار شن (Bio 4) تا حدود ۳۵ درصد مثبت است و با افزایش مقدار شن بیش از این مقدار به‌تدریج مطلوبیت رویشگاهی برای گونه مذکور کاهش می‌یابد. با توجه به شکل (۶)، گونه *C. carvi* به افزایش ماده آلی (Bio 9) از مقدار ۲ درصد عکس‌العمل مثبت نشان می‌دهد. سایه‌های آبی رنگ اطراف این منحنی که در روند صعودی پهن‌تر است، بیانگر گرایش شدید گونه به این روند افزایشی است؛ پس از آن با افزایش ماده آلی احتمال حضور گونه تغییری نمی‌کند. از نظر متغیر آهک (Bio 17) نیز بیشترین تناسب رویشگاهی مربوط به مناطقی است که مقدار آهک آن حدود ۱۴ تا ۲۵ درصد است. و بیشتر از این مقدار مطلوبیت رویشگاهی را برای این گونه به‌تدریج کم می‌کند. همچنین احتمال حضور این گونه در محدوده ارتفاعی ۲۷۰۰-۱۰۰۰ متر زیاد است (Bio 7) و پس از آن به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]



شکل ۶- مهمترین منحنی‌های پاسخ گونه *C. carvi* به تغییر متغیرهای مستقل محیطی

علاوه بر آن، منحنی احتمال حضور این گونه تا شیب ۶۰ درصد صعودی است و پس از آن سیر نزولی دارد. همچنین بیشترین تناسب رویشگاه را در رس ۲۰ تا ۴۰ درصد، اسیدیته ۷/۸-۷/۶، بارندگی بیشتر از ۴۰۰ میلیمتر داشته و در بین ریزمغذی‌ها نیز گونه مورد نظر پاسخ بهتری به افزایش عناصر کلسیم، فسفر و نیتروژن داده است.

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیقاتی که تاکنون درباره گیاه زیره سیاه در ایران صورت گرفته است، در مورد اثرات آنتی اکسیدانی این گیاه و یا ویژگی‌های مورفولوژیکی و یا فیتوشیمیایی آن بوده است و در خصوص خصوصیات بوم‌شناختی محیط رشد این گیاه مطالعه‌ای انجام نشده است که بتوان به آن اشاره نمود و یا نتایج این پژوهش را مستقیماً با آن مقایسه کرد. با توجه به نتایج آزمون جک‌نایف (شکل ۵)، از میان ۱۹ متغیر محیطی بررسی شده در این تحقیق سه متغیر محیطی ماده‌آلی، دمای متوسط سالانه و درصد شن خاک (به ترتیب Bio9، Bio1 و Bio4) بیشترین اهمیت را در حضور گونه *C. carvi* در منطقه الموت شرقی دارند. سپس متغیرهای Bio8، Bio18، Bio12 و Bio6 که به ترتیب پتاسیم خاک، متوسط بارندگی سالانه، نیتروزن و سیلت خاک هستند، در رده بعدی تأثیرگذارترین متغیرها قرار دارند. براساس نتایج منحنی‌های پاسخ گونه به متغیرهای محیطی، افزایش ماده آلی خاک از ۰/۵ تا ۲ درصد مطلوبیت رویشگاه را برای این گونه تا ۸۰ درصد افزایش می‌دهد؛ در مقادیر

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

بیشتر نیز عکس‌العمل گونه نسبت به این متغیر محیطی مثبت است. ماده آلی خاک اثرات منفی محیط زیست را کاهش و کیفیت خاک را افزایش می‌دهد (Freixo et al., 2002). از جمله کارکردهای ماده آلی در خاک می‌توان به این مورد اشاره کرد که در اثر معدنی شدن، مقدار قابل-توجهی از عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف را در خاک آزاد نموده و به تغذیه متعادل گیاه کمک زیادی می‌کند (میرزاشاهی و بازرگان، ۱۳۹۴). Jones و همکاران (۱۹۸۸) بیان کردند که مواد آلی علاوه بر افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، می‌تواند آب را به مدت طولانی‌تری نگه دارد و متناسب با گیاه در اختیار آن قرار دهد. منحنی‌های پاسخ مقادیر بهینه دمای متوسط سالانه را ۵ تا ۲۵ درجه سانتیگراد نشان می‌دهد. در راستای این مطلب وزارت جهاد کشاورزی در دستورالعمل فنی کشت زیره سبز (۱۳۹۸) دمای مناسب برای جوانه زنی زیره سبز (*Cuminum cyminum*) را ۹-۶ درجه سانتیگراد و دمای بهینه رشد را تا ۲۶ درجه سانتیگراد بیان کرده است. در پژوهشی در شمال غرب ایران، میانگین دمـای سالانه دومین متغیر تأثیرگذار در پراکنش رویشـگاهی گونـه گل گندم خوئی (*Centaurea glastifolia*) تشخیص داده شد (الماسیه و همکاران، ۱۴۰۰).

مدل اجرا شده بهترین محدوده ارتفاعی برای ترجیح رویشگاه گونه *C. carvi* را در این منطقه ۱۰۰۰ تا حدود ۲۷۰۰ متر نشان داده است و بر اساس نتایج مدل، در ارتفاعات بیشتر احتمال حضور گونه به شدت کاهش می‌یابد. رشوند و همکاران (۱۳۹۶) بیان کردند که واحد اراضی رویشگاه این گیاه کوه‌های بسیار مرتفع و ناهموار با قلل تیز و کشیده متشکل از سنگ‌های آهکی و آذرین خروجی است. در راستا با این نتیجه کامکار و همکاران (Kamkar et al, 2011) در پژوهش خود بیان کردند که گیاه زیره سبز در ارتفاع ۱۲۰۰ تا ۱۸۰۰ متر بالاتر از سطح دریا دارای بهترین رشد است. شوکتی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی در پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی کشت زیره سبز عنوان کردند که با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان کیفیت نور دریافتی تغییر کرده و تشعشعات فرابنفش باعث نقصان رشد گیاه می‌شود. در مقایسه با این نتیجه مؤمنی دمنه و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهش در خراسانی شمالی و رضوی بیان کردند که ارتفاع از جمله متغیرهایی بوده که در مناسب بودن رویشگاه بالقوه گونه کما بیشترین اهمیت را داشته است.

با توجه به نتایج، مقادیر بهینه ترجیح گونه برای متغیر شن خاک تا حدود ۳۵ درصد می‌باشد و با افزایش شن به-تدریج مطلوبیت رویشگاهی برای گونه مذکور کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش سیلت خاک از ۴ تا ۲۵ درصد احتمال حضور گونه *C. carvi* به صد در صد می‌رسد. افزایش رس خاک تا حدود ۳۰ درصد نیز باعث افزایش مطلوبیت رویشگاه این گونه می‌شود. در این رابطه خسروی (۱۳۷۳) در مطالعه‌ای بیان کرد زیره سیاه ایرانی مخصوص مناطق مرتفع و عمدتاً در خاک‌هایی با بافت متوسط (شنی-رسی) با املاح کم می‌روید.

هدایت الکتریکی کم خاک نیز بر مطلوبیت رویشگاه این گونه تأثیر مثبت داشته است. نتایج بررسی‌های جعفری و همکاران (۱۳۸۵) نشان داد مهمترین عامل پراکنش گونه *S. barbata* بافت و هدایت‌الکتریکی خاک است و حضور این گونه با کاهش درصد شن و هدایت الکتریکی رابطه مستقیم دارد. همچنین نتایج منحنی‌های پاسخ بارندگی مناسب برای حضور این گونه در منطقه نیز ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر نشان می‌دهد که با نتایج رشوند و همکاران (۱۳۹۶) نیز همخوانی دارد. غلامپور و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای در خصوص بررسی برخی از پارامترهای اقلیمی مؤثر بر کشت زیره سبز در شمال شرق ایران عنوان کردند که از میان پارامترهای اقلیمی، بارش نقش برجسته‌ای بر تولید و پراکندگی کشت این گیاه در منطقه دارد. مؤمنی دمنه و همکاران (۱۴۰۰) که با استفاده از مدل Maxent انجام دادند بیان کردند که عامل بارندگی نقش بسیار زیادی در تعیین رویشگاه بالقوه گونه *Astracantha gossypina* در شمال شرق ایران داشته است. با توجه به نتایج در بین ریزمغذی‌ها گونه *C. carvi* پاسخ بهتری به افزایش عناصر کلسیم، فسفر و نیتروژن داده است. نوری حسینی و ذبیحی، (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای در خصوص مدیریت بهینه توصیه کودی در اراضی زیر کشت زیره سیاه به این نتیجه رسیدند که این گیاه از نظر نیاز به عنصر غذایی نیتروژن، به مقادیر زیادی از این عنصر غذایی نیازی ندارد و با حداقل مقدار نیتروژن مصرفی به رشد و نمو مطلوب گیاه و عملکرد مورد انتظار خواهد رسید؛ ولی به طور کلی مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم باعث افزایش عملکرد دانه به میزان ٪۵۱ نسبت

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

به شرایط بدون مصرف کود در رویشگاه طبیعی می‌شود. کم اهمیت‌ترین متغیرهای محیطی در آزمون جک‌نایف، متغیرهای به ترتیب جهت دامنه، اسیدیته و سدیم خاک (به ترتیب Bio2 ، Bio15 و Bio14) نشان داده شده‌اند. بررسی توزیع جهات جغرافیایی حوضه آبخیز الموت شرقی نشان می‌دهد که این حوضه تقریباً تمام جهات جغرافیایی را دارد که این می‌تواند به دلیل ماهیت کوهستانی این حوضه باشد. در این منطقه کوهستانی اسیدیته خاک ۷/۸-۷/۶ (تقریباً خنثی) بوده و میزان سدیم خاک نیز ناچیز است.

زیره سیاه یکی از مهم‌ترین و ارزشمندترین گیاهان دارویی است که به صورت خودرو بیشتر در مناطقی از ایران که آب و هوای خشک دارند، مانند استان‌های کرمان، فارس، اصفهان و یزد رویش دارد. در استان قزوین در مراتع کوهستانی حوزه الموت شرقی نیز این گونه رویش پیدا کرده است. این گیاه یک گونه بومی در حال انقراض است که دارای خواص متعدد دارویی است و به دلیل برداشت‌های زیاد و غیراصولی و همچنین خشکسالی‌های پی‌درپی در معرض خطر نابودی قرار دارد (Azizi et al., 2009). بنابراین حفاظت از آن در عرصه‌های طبیعی، کشت و اهلی کردن آن به دلیل نیاز و کاربرد آن در صنایع مختلف امری ضروری است. پژوهشگران بیان کردند که مدل‌سازی پراکنش بالقوهٔ گونه‌های گیاهی می‌تواند در مکانیابی مناطق مستعد جهت احیای رویشگاه‌های بالقوهٔ گونه‌های مهم کمک شایانی نماید (صفایی و همکاران، ۱۳۹۲). بدون شناخت شرایط اکولوژیکی گونه نمی‌توان در مورد حفاظت از آن در عرصه‌های طبیعی تصمیم درستی گرفت. اهمیت شناخت شرایط اکولوژیک گیاهان دارویی به حدی است که بعضی مطالعات نشان می‌دهد که عوامل محیطی علاوه بر تأثیر بر استقرار و پراکنش گونه‌های دارویی تأثیر به سزایی نیز بر روی کمیت و کیفیت محصول به دست آمده از این گیاهان دارند (چورلی و همکاران، ۱۳۹۶). گزارش‌هایی مبنی بر وجود ارتباط بین شرایط رویشگاه بر ترکیبات شیمیایی گیاهان بیان گردیده است و همبستگی زیادی بین منشأ جغرافیایی گیاهان و ترکیبات مؤثره نشان داده شده است (آذرنیوند و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعه دیگری محققان بیان کردند که محل رویش و نمو گیاهان دارویی، از لحاظ ارتفاع از سطح دریا، شیب و عرض جغرافیایی و تأثیری که این عوامل بر دما، نور و رطوبت نسبی می‌گذارند، در متابولیسم گیاهان دارویی و تغییرات سنتز مواد مؤثر آنها اهمیت زیادی دارد (دوازده امامی و مجنون حسینی، ۱۳۸۸).

اما در مورد روش Maxent تاکنون مطالعات متعددی در ایران و جهان در زمینه‌های متعدد به‌ویژه ترجیح رویشگاه گونه‌های گیاهی و جانوری انجام شده است که نتایج این مطالعات توان زیاد مدل Maxent را در ترجیح رویشگاه گونه‌ها و نشان دادن مهم‌ترین متغیرهای محیطی تأیید می‌کند (Taylor & Frey, 2020; Vollering et al., 2016; Dong et al., 2020; Sifuentes et al., 2020; Li et al., 2021., Dai et al., 2022). حتی در زمینه‌های دیگر مربوط رویشگاه گونه‌ها مثل پیش‌بینی تغییرات آب و هوایی بر روی رویشگاه گونه‌ها (Khan et al., 2022) و یا پیش‌بینی تغییر در پراکنش گونه‌های علف هرز در آینده (Masum et al., 2022) نیز کارایی خوبی نشان داده است. با توجه به نتایج، مدل Maxent مطلوبیت رویشگاه گونه *C. carvi* را در سطح عالی پیش‌بینی کرده است (AUC حدود ۰/۹۵) که نشان می‌دهد دقت نتایج مدل زیاد است و متغیرهای اقلیمی، خاکی و فیزیوگرافی که وارد مدل شده‌اند در تعیین مطلوبیت رویشگاه این گونه به خوبی عمل کرده‌اند و توانایی لازم را در ساخت مدل نهایی در این تحقیق داشتند.

جمع‌بندی کلی از پژوهش حاضر حاکی از این است که عوامل محیطی در حضور گونه *C. carvi* در منطقه الموت شرقی تأثیر مستقیم دارند و این گونه تمایل به زندگی در شرایط رویشگاهی خاص خودش را دارد. نتایج این پژوهش نشان داد که علاوه بر مناطق گرمسیر و خشک، در مواردی شرایط اقلیمی، خاکی و فیزیوگرافی مناطق کوهستانی نیز امکان رویش برای این گونه را دارد. بنابراین اطلاعات به‌دست‌آمده از نتایج این پژوهش را می‌توان برای اهلی‌سازی و کشت و پرورش این گیاه در اراضی با شرایط رویشگاهی مشابه برای استفاده در سطح وسیع از این گیاه دارویی و تجاری‌سازی محصولات آن در جهت توسعه صادرات غیر نفتی استفاده نمود. این مطالعه با محدودیت‌های تغییرات زیاد توپوگرافی و نبود راه‌های مناسب دسترسی انجام شده است. علی‌رغم سهولت اجرای روش‌های مدل‌سازی ترجیح رویشگاه گونه‌ها و محاسبه مطلوبیت رویشگاه بر اساس اطلاعات حضور گونه و متغیرهای محیطی، منطقه مورد

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

مطالعه از حیث کوهستانی بودن دارای تنوع زیاد شیب و جهت بود و ثبت نقاط حضور گونه در مکان‌هایی که قابل دسترسی بودند و یا با پرس‌وجو از افراد محلی، شناسایی و انجام شده است. پیشنهاد می‌شود، در مطالعات آینده با توجه به نتایج تحقیق حاضر مناطقی که ظرفیت کافی برای کشت این گیاه دارویی پر ارزش را دارند شناسایی شوند. همچنین به مطالعه مطلوبیت رویشگاه برای سایر گونه‌های دارویی با ارزش که شرایط بوم‌شناختی رویشگاه آنها بررسی نشده پرداخته شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله از نتایج عملیات صحرایی و آزمایشگاهی طرح پژوهشی با شماره ۹۸۰۱۵۸۸۲ و با حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (Iran National Science Foundation) استخراج شده است. از مسئولان صندوق حمایت از پژوهشگران معاونت علمی ریاست جمهوری قدردانی می‌شود. همچنین از همکاری مسئولان محترم اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان قزوین تشکر به عمل می‌آید.

منابع

آذرنیوند، ح.، قوام عربانی، م.، سفیدکن، ف.، طویلی، ع. ۱۳۸۹. تأثیر ویژگی‌های اکولوژیکی بر کیفیت و کمیت اسانس‌های گیاه *Achillea millefolium* L. ، مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵ (۴): ۵۷۱- ۵۵۶.

الماسیه، ک.، نگارش، ک.، محمودی، م. ۱۴۰۰. مدل‌سازی پراکنش و ارتباط رویشگاهی گل گندم خوئی در شمال غرب ایران. یافته‌های نوین در علوم زیستی، ۸: ۱۵۳- ۱۴۲.

برهان زاده ع.، و دینخواه، ح. ۱۳۹۴. تدوین استراتژی و اولویت‌بندی استراتژی‌های صادرات پسته ایران با مقایسه رویکردهای فازی و QSPM. مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۹(۲): ۱۳۹- ۱۲۵.

بهادری، ف، جوانبخت.، ع. ۱۳۸۵. بررسی اثر تیمارهای پیش رویشی بر جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه‌های زیره سیاه (*Bunium persicum*) در سمنان. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱۴(۳): ۱۶۰-۱۶۳.

پژمانمهر، م.، حسنی، م. الف.، فخر طباطبایی، س.م.، هادیان. ج. ۱۳۸۸. بررسی تنوع و تفرق ژنتیکی برخی جمعیت‌های زیره پارسی (*Bunium persicum* (Boiss))با استفاده از نشانگرهای مولکولیRAPD. نشریه علوم محیطی، ۷(۲): ۶۳-۷۶.

ترابی آزاد، م.، سیه سارانی، الف.، افتخاری، ر. ۱۳۹۷. آموزش جامع تحلیلگر زمین آماری نرم افزارArc GIS. سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، ۴۷۶ ص.

جعفری، ر.، رفیعی مو، ق.، متین خواه، س.ح.، ترکش اصفهانی، م.، کریم زاده، ح.ر.، جعفری، ز. ۱۳۹۹. پیش‌بینی پراکنش بالقوه گونه زالزالک (*Crataegus pontica* C.Koch)با استفاده از رویکرد مدل‌سازی ترکیبی در استان لرستان. مجله اکولوژی کاربردی، ۹(۲): ۴۵-۵۹.

جعفری، م.، زارع چاهوکی، م.ع.، طویلی، ع.، کهندل، ع. ۱۳۸۵. بررسی رابطه خصوصیات خاک با پراکنش گونه‌های گیاهی در مراتع استان قم. مجله پژوهش و سازندگی، ۱۹(۳): ۱۱۶-۱۱۰.

جناب، م.، نظری، ب. ۱۳۹۵. مقایسه پهنه‌بندی اقلیمی استان قزوین با استفاده از روش‌های مختلف اقلیمی و نرم افزاریGIS ، سومین کنفرانس بین المللی توسعه پایدار، راهکارها و چالش‌ها با محوریت کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و گردشگری، تبریز، https://civilica.com/doc/640022

چرخچیان، م.م.، اکبری نیا. ع.، ابطحی، س.ف. ۱۳۸۷. معرفی فلور منطقه الموت استان قزوین. مجله پژوهش و سازندگی، ۳(۸۱): ۱۲۵-۱۱۱.

چورلی، س.، خراسانی نژاد، س.، همتی، خ.، کاشفی، ب. ۱۳۹۶. بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی، محتوای آنتی اکسیدانی و اسانس گیاه دارویی *Stachys lavandulifolia* Vahl در رویشگاه‌های استان‌های سمنان، رضوی و خراسان شمالی. مجله فیزیولوژی محیطی گیاهی، ۱۱(۴۱): ۵۲-۴۱.

خاتمیان، ن.، همایونی تبریزی، م.، اردلان، پ. ۱۳۹۸. تأثیر نانوامولسیون اسانس گیاه زیره سیاه برسلول‌های سرطانی رده TUBO و سلول‌های نرمال L929 و

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

سنجش فعالیت آنتی اکسیدانی آن. مجله دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ۳۰ (۴): ۳۱۵-۳۲۱.

خسروی، م. ۱۳۷۳. گیاه شناسی، اکولوژی و بررسی امکان تولید زراعی *Bunium persicum*. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۵۰ ص .

دوازده امامی، س.، مجنون حسینی، ن.، ۱۳۸۸. کشت و تولید برخی گیاهان و گونه‌های خاص. انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۳۲۰ ص.

رشوند، س.، احسانی، ع.، فیاض، م.، نجف پورنوایی، م.، چرخچیان، م.م. ۱۳۹۶. پراکنش گیاهان دارویی در استان قزوین. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ایران. ۲۵۲ص.

زارع چاهوکی، ع.، عباسی، م.، آذرنیوند، ح. ۱۳۹۷. پیش‌بینی رویشگاه بالقوه گونه گیاهی *Stipa barbata* با استفاده از روش مدل‌سازی آنتروپی حداکثر (مطالعه موردی: مراتع طالقان میانی). مجله مرتع ایران، ۱۲(۱)، ۳۵-۴۶.

زارع چاهوکی، ع.، و عباسی، م. ۱۳۹۶. مدل‌سازی پیش‌بینی رویشگاه گونه دارویی *Rheum ribes* L با استفاده از مدل آنتروپی حداکثر (Maxent) در مراتع چاه ترش استان یزد. نشریه مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)، ۷۱(۲): ۳۷۹-۳۹۱.

سرباز، م.، خانی، ع.، فراشی، ع. ۱۳۹۷. پیش‌بینی احتمال حضور گونه زرده بر (*Vormela peregusna*) در استان خراسان رضوی با استفاده از روشMaxEnt. فصلنامه زیست شناسی جانوری تجربی، ۷(۱): ۴۴-۳۵.

شوکتی، ب.، اصغری پور، م.ر.، فیضی زاده، ب. ۱۳۹۵. پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی کشت زیره سبز (*Cuminum cyminum*) در استان آذربایجان شرقی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی، ۱۰(۳۵): ۱۱۶-۱۰۲.

صفایی م.، ترکش م.، بصیری م.، بشری ح. ۱۳۹۲. تهیه نقشه رویشگاه پتانسیل گونه *Astragalus verus* Olivier با استفاده از روش رگرسیون لجستیک. مجله علمی و پژوهشی خشک بوم، ۳ (۱): ۵۴-۴۳ .

طاهرزاده، س.، مقرنسی، م.، رسولیان، ب.، کائیدی، ع.، خسروی، الف. ۱۴۰۰. تأثیر ۶ هفته تمرین هوازی و مصرف عصاره آبی دانه زیره سیاه بر بیان ژن CTRP12، تغییرات وزن بدن و چربی زیرجلدی موش‌های صحرایی نر چاق: یک مطالعه تجربی. مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، ۱۹(۱): ۵۲-۳۹.

طرح آمایش سرزمین استان قزوین. ۱۳۹۸. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان قزوین www.ghazvin.mporg.ir.

غلامپور، م.، باعقیده، م.، امیر احمدی، الف.ب.، و جمال آبادی، ج. ۱۳۹۰. بررسی برخی از پارامترهای اقلیمی موثربر کشت گیاه زیره سبز در شمال شرق ایران، اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار، اهواز، https://civilica.com/doc/123944

فاطمی، ف.، علامه، ع.، خلفی ح.، رضایی، م.ب.، سیحون، م. ۱۳۸۸. تأثیر اسانس و عصاره هیدروالکلی دانه زیره سیاه بر پارامترهای استرس اکسیداتیو در رت‌های صحرایی مبتلا به التهاب حاد ریه قبل و بعد از تابش گاما. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵(۴): ۴۴۱- ۴۵۵.

قربانی، س.، علیزاده، ع.ر.، مرادی، ل. ۱۳۹۶. تأثیر تمرین تناوبی شدید و مصرف زیره سیاه بر آنزیم‌های کبدی، نیمرخ لیپیدی و گلوکز خون زنان چاق و دارای اضافه وزن. نشریه ابن سینا، ۱۹(۲): ۱۲-۲۰.

قیومی، ر.، ابراهیمی، الف.، حسینی طایفه، ف.، کشتکار، م. ۱۳۹۸. پیش‌بینی اثرات تغییر اقلیم بر پراکندگی جنگل‌های حرا در ایران با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (کاربرد سنجش از دور وGIS در علوم منابع طبیعی)، ۱۰(۲): ۴۷-۳۴.

کاظمی، م.غ.، زیارت نیا، س.م.، رجبیان، م. ۱۳۹۵. بررسی تولید کومین آلدئید به عنوان طعم دهنده مواد غذایی با استفاده از سیستم کشت توأم سلولی زیره سیاه کوهی *Bunium persicum* Boissو زیره سیاه اروپایی *Carum carvi* L.مجله پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۵ (۲): ۲۱۰-۱۹۷.

کریمیان، و.، وهابی، م.ر.، فضیلتی، م.، ترکش، م. ۱۳۹۲. بررسی خصوصیات اکولوژیکی و مورفولوژیکی گیاه خرگوشک (*Verbascum cheirantifolium* Boiss) زیست بوم‌های مرتعی شهرستان دنا، نشریه حفاظت زیست بوم گیاهان، ۱(۱): ۴۸-۳۳.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

محمدزاده، س.ح.، کرباسی، ع.ر.، محمدی، ح. ۱۳۹۷. عوامل مؤثر بر انتخاب راهکارهای ورود به بازار خارجی گیاهان دارویی. مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۳۲(۲): ۱۸۵- ۱۹۷.

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین. ۱۳۹۸. وزارت جهاد کشاورزی. پایگاه اطلاع رسانی سازمان. http://jkqazvin.ir/

مؤمنی دمنه، ج.، اسماعیل پور، ی.، غلامی، ح.، فراشی، آ. ۱۴۰۰. کاربرد مدل حداکثر آنتروپی در تعیین رویشگاه بالقوه گونه *Astracantha gossypina* (Fisch.) Podlech در شمال شرق ایران. نشریه حفاظت زیست بوم گیاهان، ۹(۱۹): ۲۰۵-۲۲۴.

مؤمنی دمنه، ج.، اسماعیل پور، ی.، غلامی، ح.، فراشی، آ. ۱۴۰۱. پیش‌بینی پراکنش جغرافیایی جنس کما (*Ferula* spp.) با استفاده از مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه (مطالعه موردی: خراسان رضوی و شمالی). نشریه مدیریت اکوسیستم، ۱(۲): ۲۵-۳۵.

میرزاشاهی، ک.، بازرگان، ک. ۱۳۹۴. مدیریت مواد آلی خاک. پژوهشکده خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی. ۱۹ص.

نوری حسینی، س.م.، ذبیحی، ح.ر. ۱۳۹۴. مدیریت بهینه توصیه کودی در اراضی زیر کشت زیره سیاه (*Bunium persicum*). نشریه علمی مدیریت اراضی، ۳(۱): ۸۰- ۴۹.

وزارت جهاد کشاورزی، معاونت امور باغبانی. ۱۳۹۸. دستورالعمل فنی کشت زیره سبز (*Cuminum Cyminum*).
https://www.maj.ir/Dorsapax/userfiles/Sub96/1400/dastor_ziresabz1400.pdf

Agrahari, P.S.D. 2014. A review on the pharmacological aspects of Carum carvi. J. Biol. Earth Sci; 4(1): 1-13.

Araújo, M.B., Luoto, M. 2007. The importance of biotic interactions for modelling species distributions under climate change. Global Ecology and Biogeography 16, 743-753.

Azizi, M., Davareenejad, G.H, Bos, R., Woerdenbag, H., Kayser, O. 2009. Essential Oil Content and Constituents of Black Zira (Bunium persicum Boiss.) B. Fedtsch. from Iran During Field Cultivation (Domestication). J Essent Oil Res: 78-82.

Bajaj, S., Urooj, A. 2006. Effect of incopration of mint on texture, colour and sensori parameters of biscuits. International Journal of Food Properties, 9 : 691-700

Barros-Velázquez, J., Calo-Mata, P., Aubourg, S.P. 2014. Antibacterial, Antiviral and Antifungal Activity of Essential Oils: Mechanisms and Applications, in Antimicrobial Compounds. Springer. p. 51-81

Bouyoucos .G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis os soils. Agronomy Journal 54: 464-465.

Can Baser, K. 2008. Biological and pharmacological activities of carvacrol and carvacrol bearing essential oils. Curr. Pharm. Des 2008; 14(29): 3106-19.

Dai, X., Wu, W., Ji, L., Tian, S., Yang, B., Guan, B., Wu, D. 2022. MaxEnt model-based prediction of potential distributions of *Parnassia wightiana* (Celastraceae) in China. Journal of Biodiversity Data , 2-16. https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e81073.

De Carvalho C.C.C.R., Da Fonseca, M.M.R. 2006. Carvone: Why and Howshould one Bother to Produce This Terpene. Food Chem,95: 413-422.

De Castro, M.L., Jimenez-Carmona, M., Fernandez Perez, V. 1999. Towards more rational techniques for the isolation of valuable essential oils from plants. Trends Analyt Chem;18(11):708-16.

Dong, Z.Y., Njoroge, M.B., Mbari, N.J., Wei, W.Sh., Wan, H.G., Feng, W.Q. 2020. Simulating potential distribution of Afrocanthium (Rubiaceae) in Kenya based on MaxEnt and its application in the Flora of Kenya. Plant Science Journal, 38(5): 636-643.

Elith, J., Graham, C., and the NCEAS species distribution modeling group 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. Ecography 29, 129-151.

Freixo A.A., Plod, M., Dos Santos H.P., Silva C.A., Fadigas F.D. 2002. Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferralsol under the influence of tillage and crop rotation systems in southern Brazil.Soil Till. Res., 64: 221- 230.

Goyal, M., Gupta, V.K., Singh, N., Mrinal, N. 2018. Carum Carvi- An Updated Review. Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research (IJPBR), 6(4):14-24.

Haidari, F., Seyed-Sadjadi, N., Taha-Jalali, M., Mohammed-Shahi, M. 2011. The effect of

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

essential oil content and its composition. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58 : 5271-5275.

Mahony, O.R., Al-Khtheeri, H., Weerasekera, D., Fernando, N., Vaira, D., Holton, J., Basset, C. 2005. Bactericidal and anti-adhesive properties of culinary and medicinal plants against Helicobacter pylori. World Journal of Gastroenterology, 11(47):7499-7507.

Majlis Research Center, Expert Report, 2016.

Masum, S.M., Halim, A., Mandal, M.S.H., Asaduzzaman, M., Adkins, S. 2022. Predicting Current and Future Potential Distributions of *Parthenium hysterophorus* in Bangladesh Using Maximum Entropy Ecological Niche Modelling. Journal of Agronomy, 12, 1592. https://doi.org/10.3390/agronomy12071592 .

McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. In: Page, A.L. (ed): Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Madison. Wisconsin. USA. 3: 199-224.

Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190, 231-259.

Rayalam, S., Della-Fera, M.A., Baile, C.A. 2008. Phytochemicals and regulation of the adipocyte life cycle. J. Nutr. Biochem; 19(11): 717-26.

Schippmann, U., Leaman, D.J., Cunningham, A.B. 2002. Impact of cultivation and gathering of medicinal plants on biodiversity: Global Trends and Issues. Biodiversity and the Ecosystem Approach in Agriculture, Forestry and Fisheries. FAO. 21p.

Sifuentes, M.A.R., Villanueva-Diaz, J., Manzanilla-Quiñones, U., Becerra-Lopez, J.L., Hernandez-Herrera, J. A., Estrada-Avalos, J., Velazquez-Pérez, A.H. 2020. Spatial modeling of the ecological niche of Pinus greggii Engelm. (Pinaceae): a species conservation proposal in Mexico under climatic change scenarios. Biogeosciences and Forestry, 13: 426-434. doi: 10.3832/ifor3491-013.

Simic, A., Rancic, A., Sokovic, M.D., Ristic, M., Grujic-Jovanovic, S., Vukojevic, J., Marin, P.D. 2008. Essential oil composition of Cymbopogon winterianus and Carum carvi oral administration of Carum carvi on weight, serum glucose, and lipid profile in streptozotocin-induced diabetic rats. Saudi Med J 2011; 32(7): 695-700.

Hamilton, A.C. (Ed). 2008. Medicinal plants in conservation and development: case studies and lessons learnt 84 p. Plant Life International, Salisbury, UK.

Hoffmann, M., Belant, J.L., Chanson, J.S., Cox, N.A., Lamoreux, J., Rodrigues, A.S., Schipper, J., Stuart, S.N. 2011. The changing fates of the world's mammals. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 366(1578): 2598-2610.

Hosseini, S.Z., Kappas, M., Zare Chahouki, M.A., Gerold, G., Erasni, S., Rafiei Emem, A. 2013. Modelling potential habitats for Artemisia sieberi and Artemisia aucheri in Poshtkouh area, central Iran using the maximum entropy model and geostatistics. Ecological Informatics, 18: 61–68.

Jones, A. J., Grisso, R.D., Shapire, C.A. 1988. Soil compaction: Fact and fiction. Common questions and their answers. NE. Coop. Ext. Serv.342. Neb, USA.

Kamkar, B., Koocheki, A.R., Nassiri Mahallati, M., Da Silve, J., Rezvanimoghaddam, P., Kafi., M. 2011. Fungal diseases and inappropriate sowing dates, the most important reducing factors in cumin fields of Iran, A case study in Khorasan provinces. Crop Prot. 30: 208-215.

Khan, A.M., Qingting Li, O., Saqib, Z., Khan, N., Habib, T., Khalid, N., Majeed, M. Tariq, A. 2022. MaxEnt Modelling and Impact of Climate Change on Habitat Suitability Variations of Economically Important Chilgoza Pine (*Pinus gerardiana* Wall.) in South Asia. Forests, 13(715): 1-23. https://doi.org/10.3390/f13050715.

Laribi, B., Bettaieb, I., Kouki, K., Sahli, A., Mougou, A., Marzouk, B. 2009. Water deficit effects on caraway (Carum carvi L.) growth, essential oil and fatty acid composition. Industrial Crops and Products 30 : 372 –379.

Li, X., Xu, D., Jin, Y., Zhuo, Z., Yang, H., Hu, J., Wang, R. 2021. Predicting the current and future distributions of Brontispa longissima (Coleoptera: Chrysomelidae) under climate change in China. Global Ecology and Conservation, 25:1-11.

Lozykowaska, K., Baranska, M., Baranski, R., Krol, D. 2010. Raman analysis of caraway (Carum carvi L.) single fruits. evaluation of

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

Walkley, A., Black, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci, 37:29-38

Yanishlieva, N.V. Emma, M.M., Michael, H.G., Violeta, G.R. 1999. Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. Food Chemistry, 64 : 59-66 .

Zalewska, E. 2010. Pathogenicity of Colletotrichum dematium (FR.) grove to caraway Carum carvi L. Acta Agrobotanica, 63(1): 1-15.

Zhang, Y., Tang, J., Ren, G., Zhao, K., Wang, X., 2021. Global potential distribution prediction of Xanthium italicum based on Maxent model. Scientific Reports, https://doi.org/10.1038/s41598-021-96041-z.

and their antimicrobial activities. Pharm. Biol. 46(6):437-441.

Tang, X., Yuan, Y., Li, X., and Zhang, J. 2021. Maximum Entropy Modeling to Predict the Impact of Climate Change on Pine Wilt Disease in China. Frontiers in Plant Science, 12 (652500): 1-14. doi: 10.3389/fpls.2021.652500

Taylor, I.E.P., Frey, J.K. 2020. Predicting the distribution of a rare chipmunk (Neotamias quadrivittatus oscuraensis): comparing MaxEnt and occupancy models. Journal of Mammalogy, 101(4):1035–1048.

Vollering, J., Halvorsen, R., Mazzoni, S. 2019. The MIAmaxent R package: Variable transformation and model selection for species distribution models. Journal of Ecology and evolution, ;9: 12051–12068. DOI: 10.1002/ece3.5654.

Investigation of Ecological Factors Affecting the Establishment of *Carum Carvi L.* and Preparation of its Habitat Suitability Map in Alamout Sharghi Region)

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

Mahboobeh Abbasi [1], Mohammad Jafary [*2], Vahid Pairevand [3]

[1]PhD Graduate of Rangeland Science, Department of Range & Watershed Management, University of Tehran, Karaj, Iran

[2]Associate Professor, Department of Range & Watershed Management, University of Tehran, Karaj, Iran

[3] Natural Resources and Watershed Administration, Alborz City, Qazvin.

Received: 2022/09/15; Accepted: 2022/02/19

Abstract

Carum carvi is a native species that is widely used in various medicinal, food, health, and cosmetic industries. In this study, the MaxEnt model was used to investigate the ecological factors affecting the establishment and distribution of *Carum carvi* and to prepare a map of its habitat suitability in Alamout Sharghi Rangelands (2019). To model the map, 19 environmental variables and information on the presence points of the species were prepared and entered into MAXENT software. Evaluation of the model results was obtained at 95% using AUC, which indicates the high accuracy of the model results. According to the results, *C. carvi* species prefers to grow in the altitude range of 1000 to 2700 meters, with lime of soil 14 to 25 percent, rainfall 400 to 500 mm, soil acidity 7.7-7.8, sand of soil about 35 percent, clay of soil 20 to 40 percent in Alamout Sharghi region. The probability of the presence of this species increases to 80% with the increase of soil organic matter from 0.5% to 2% and the probability of the presence of *C. carvi* species reaches 100% with the increase of silt of soil from 4 to 25%. Among the micronutrients, *C. carvi* showed a better response to increasing potassium. The variables of range direction, soil acidity, and sodium (Bio2, Bio15, and Bio14, respectively) were the least important environmental variables in the jackknife test. This basin has almost all geographical directions due to its mountainous nature. The acidity of the soil in this basin is 7.6-7.8 (almost neutral) and the amount of sodium in the soil is also negligible. The results of this study are used for domestication and cultivation of this plant in lands with similar habitat conditions for its widespread use and commercialization of its products.

***Keywords*:** MaxEnt model, jackknife test, Geostatistical, Alamout Sharghi Rangelands, *Carum carvi*.

*Corresponding author: ardavanica@yahoo.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]