دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره نهم، شماره نوزدهم
http://pec.gonbad.ac.ir

علمی-پژوهشی

کاربرد مدل حداکثر آنتروپی در تعیین رویشگاه بالقوه گونه *Astracantha gossypina* (Fisch.) Podlech در شمال شرق ایران

جواد مومنی دمنه [۱]، یحیی اسماعیل پور [۲*]، حمید غلامی [۳]، آزیتا فراشی [۴]

[۱] دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، گروه منابع طبیعی ، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
[۲] استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
[۳] دانشیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
[۴] دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده‌ی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۸

چکیده

گون کتیرایی یکی از مهم‌ترین گیاهان مرتعی منطقه شمال شرق ایران به شمار می‌رود و اهمیت زیادی در حفاظت خاک و اقتصاد مرتعداران دارد. بهره‌برداری و مدیریت نادرست گونه‌های گیاهی مرغوب منجر به از بین رفتن و جایگزینی این گونه‌های بومی و خاص توسط گونه های مهاجم بومی یا خارجی می‌شود. این پژوهش به منظور تعیین رویشگاه بالقوه گون در مراتع استان‌های خراسان رضوی و خراسان شمالی با استفاده از مدل تحلیل آنتروپی بیشینه (MaxEnt) صورت پذیرفت. بدین منظور تعداد ۷۵۷ نقطه حضور گونه در ۱۷ منطقه مختلف از طریق نمونه‌برداری میدانی و توسط دستگاه GPSMap 60CSx ثبت گردید. متغیرهای محیطی شامل ۱۹ لایه زیست‌اقلیمی، ۳ لایه شیب، جهت و ارتفاع، زمین‌شناسی و اطلاعات خاک (بافت، قابلیت اراضی، گروه‌های هیدرولوژیک) به عنوان متغیرهای پیش‌بینی ابتدا مورد آنالیز همبستگی قرار گرفته و متغیرهای دارای همبستگی زیاد حذف شدند. آنالیز لایه‌های پیش‌بینی و نقاط حضور با استفاده از نرم‌افزار Maxent 3.3 انجام شد. نتایج نشان داد با توجه به شاخص سطح زیر منحنی (AUC=0/98) مدل حداکثر آنتروپی در تشخیص عوامل موثر بر پراکنش جغرافیایی گونه از دقت و کارایی مناسبی برخوردار بوده است. بر اساس نتایج آزمون جک‌نایف عوامل محیطی شامل DEM، واحد اجزاء اراضی (SOILLAND)، دمای متوسط سالیانه (BIO1)، زمین‌شناسی (GEOLOGY)، بارندگی خشک‌ترین فصل سال (BIO17)، بارندگی سردترین فصل

*نویسنده مسئول: y.esmaeilpour@hormozgan.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

سال (BIO19) و بارندگی فصلی (BIO15) به ترتیب بیشترین نقش را در تعیین رویشگاه مناسب گونه داشتند. نهایتا منطقه مورد مطالعه به چهار طبقه مطلوبیت تقسیم شد که بیش از ۲۱۸ هزار هکتار معادل ۱/۵۲ درصد پتانسیل متوسط تا خوب برای رویش و بهره‌برداری از گونه گون داشتند.

واژه‌های *کلیدی*: استان خراسان شمالی و رضوی، مدل پیشبینی رویشگاه، نرم‌افزار مکسنت، WorldClim

مقدمه

پراکنش گونه‌های گیاهی تابع عوامل اقلیمی، خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک، عوامل فیزیوگرافی از قبیل ارتفاع، شیب و جهت جغرافیایی و عوامل انسانی در اکوسیستم‌های مرتعی است. بر این اساس طی دو دهه گذشته، جهت تعیین رویشگاه بالقوه گونه‌های گیاهی و جانوری تحقیقات زیادی صورت گرفته و مدل‌های مختلفی توسعه یافته است. در این مدل‌ها متغیر پاسخ معمولاً حضور و غیاب و یا تنها حضور گونه‌ها و متغیرهای پیش‌بینی کننده عمدتاً متغیرهای محیطی در نظر گرفته می‌شود و احتمال رخداد گونه مورد نظر در سایر مکان‌ها تعیین می‌گردد (زارع چاهوکی و همکاران، ۱۳۹۲، زارع چاهوکی و عباسی، ۱۳۹۵). این مدل‌ها زیستگاه گونه‌ها را پیش‌بینی می‌کنند، و یکی از کاربردهای مهم آن‌ها استفاده به عنوان ابزار مناسبی برای اهداف حفاظتی و مدیریتی است. به این منظور روش‌های همبستگی آمار مکانی و استفاده از آن در مدل‌های توزیع گونه‌ها جزء اصلی‌ترین مباحث تحقیقاتی در زمینه اکولوژیکی و جغرافیای گیاهی می‌باشد (Boyce, 2006; Hirzel et al., 2002). زمانی که مدل‌ها را در مطالعه محیط زیست و منابع طبیعی به کار می‌گیریم انتظار داریم که پیش‌بینی در مورد سامانه های فیزیکی، زیستی و اقتصادی و اجتماعی آن در اختیار ما قرار دهند مدل‌ها می‌توانند امکان پیش‌بینی و شبیه‌سازی رخدادها در آینده را نیز فراهم کنند هدف از ایجاد یک مدل شناخت و در نهایت مدیریت یک سامانه می‌باشد(شمس اسفندآباد، ۱۳۸۹).

حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2013) پراکنش دو گونه *Artemisia sieberi* و *Ar. aucheri* را در مراتع پشت کوه استان یزد با استفاده از روش حداکثر آنتروپی و زمین آمار مدل‌سازی کردند و نتیجه گرفتند که گونه *Ar. siberi* در طیف گسترده‌ای از شرایط محیطی حاضر است، اما پراکنش گونه *Ar. aucheri* به مناطق کوهستانی محدود است. مدل‌سازی پراکنش رویشگاه های مناسب برای گونه درختی *Canacomyrica monticola* در کالدونیا (مجموعه جزایر اقیانوس آرام) با استفاده از روش حداکثر آنتروپی نشان داد که این روش می‌تواند برای مدل‌سازی پیش‌بینی گونه‌های در معرض خطر انقراض که داده‌های کمی از آن‌ها در دسترس است روش مفیدی باشد و می‌تواند در پایش و حفاظت از منابع و برنامه های حفاظت زیستی مورد استفاده قرار گیرد (Kumar and Stohlgren, 2009). در پژوهش دیگری پراکنش توزیع تهاجم زنبق ژاپنی (*Lonicera japonica*) با

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

استفاده از Maxnet در فلات و کوهستان کامبرلند ، ایالات متحده آمریکا مدل‌سازی شد و با توجه به مقادیر AUC حاصل (۰/۸۹) برای گونه‌های مورد بررسی معلوم شد که این روش با دقت مناسبی حضور همه گونه‌های را پیش‌بینی کرده است (Lemke et al., 2011). همچنین کاربرد روش حداکثر آنتروپی در مدل‌سازی پراکنش بالقوه گیاه دارویی *Justicia adhatoda* در دامنه‌ی کوه‌های هیمالیا نشان داد که مدل‌های تولید شده دارای دقت بالایی هستند، بنابراین این روش می‌تواند در پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی و حفاظت و احیای این گونه مفید باشد (Xue-Qing Yang et al., 2013). زارع چاهوکی و همکاران (۱۳۹۲) در مراتع حوض سلطان استان قم با بررسی دامنه‌ی تحمل گونه‌های گیاهی نسبت به عوامل محیطی و پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی، استفاده از مدل Maxent را روشی مناسب در تهیه نقشه پیش‌بینی رویشگاه بالقوه گونه‌های گیاهی دانستند. در تحقیق مشابهی زارع چاهوکی و عباسی (۱۳۹۵) جهت تعیین رویشگاه بالقوه گونه گیاهی ارمک با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی در مراتع پشتکوه استان یزد توانستند مهم‌ترین شاخص تأثیرگذار در ترجیح رویشگاه گونه ارمک را که عامل گچ می‌باشد از سایر عوامل محیطی تشخیص دهند. متغیرهای بعدی تأثیرگذار در حضور این گونه آهک و شن، کلسیم و EC کمتر از ۱۰ دسی زیمنس بر متر معرفی شد. علاوه بر این احتمال حضور و پراکنش ارمک در اراضی با شیب کم بیشتر ارزیابی شد. دقت و توانایی مدل پیش‌بینی برای این گونه بر اساس مقدار سطح زیر منحنی (AUC[2]) ۰/۹۸ و در رتبه خوب قرار گرفت. تیموری اصل و همکاران (۱۳۹۹) با بررسی پیامدهای تغییر اقلیم بر پراکنش جغرافیایی گون زرد (*Astragalus verus Olivier*) در زاگرس مرکزی نشان دادند مدل اجماعی می‌تواند پراکنش بالقوه گون زرد را با دقت بالا (AUC=۰/۹۲ و TSS=۰/۷۹) پیش‌بینی نماید. سناریوهای مورداستفاده در این پژوهش، احتمال جابجایی گستره جغرافیایی گونه مورد مطالعه را تحت تغییر اقلیم تا سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۷۰ پیش‌بینی کرده است. بر اساس نتایج، به نظر می‌رسد که وسعت رویشگاه مطلوب گون زرد در محدوده مورد مطالعه ایشان، کاهش‌یافته و به سمت ارتفاعات بالاتر جابجا خواهد شد. سنگونی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی رویشگاه بالقوه گون سفید (*Astragalus gossypinus* Fischer) در منطقهٔ غرب اصفهان با تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک دریافتند که متغیرهای درصد سنگریزه، مقدار پتاسیم، رطوبت اشباع، هدایت الکتریکی و بارندگی سالانه مهم‌ترین عوامل در انتخاب زیستگاه گون سفید در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. ضرابی و همکاران (۱۳۹۶) در مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه پسته وحشی (*Pistacia vera*) با استفاده از حداکثر آنتروپی نشان دادند تغییر در خصوصیات خاک، عوامل اقلیمی (دما و بارندگی) و همچنین ارتفاع از سطح دریا؛ مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر پراکنش رویشگاه هستند. سیلوا و همکاران (Silva et al., 2017) در مدل‌سازی برخی گونه‌های گیاهی چوبی

[2] area under curve

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

با مقایسه کاربردی ENFA و MaxEnt تشابه این دو روش در پیش‌بینی را گزارش کردند. ری و همکاران (Ray et al., 2017) نیز در ارزیابی مدل‌های Maxent و GARP برای پیش‌بینی توزیع گونه کائوچو *Hevea brasiliensis* در هندوستان مدل Maxent را که فقط داده‌های حضور را در نظر می‌گیرد، از نظر دقت پیش‌بینی بهتر ارزیابی کردند. رانی و لئوپولد (Raney and Leopold., 2018) در پیش‌بینی توزیع گونه‌ای با حداکثر آنتروپی ، با در نظر گرفتن ۹ پارامتر از گروه‌های مختلف عوامل محیطی از قبیل زمین‌شناسی، خاک، آب و هوا و هیدرولوژی به صحت طبقه‌بندی ۸۲ درصد دست یافتند. دقت روش آنتروپی حداکثر در پژوهش لمک و همکاران (Lemke et al., 2011) در پیش‌بینی رویشگاه بالقوه‌ی گونه‌های *Lolium arundinaceum*، *Lonicera japonica* و *Albizia julibrissin* در مناطق کوهستانی آلاباما با استفاده از شاخص AUC (بین ۰/۸۴ تا ۰/۹۲) و مناسب ارزیابی شد.

گونه‌ی *Astracantha gossypina* (Fisch.) از گونه‌های دارویی مهم کشور بوده و به علت مرغوبیت کتیرای آن در بیشتر منابع فارسی گون زرد نامیده شده است. نام علمی به کار برده شده برای آن در تمام مقالات و منابع فارسی که در این تحقیق یافت و مرور شد *Astragalus gossypinus* یاد شده که بر اساس سرویس بین‌المللی اطلاعات و پایگاه داده‌ی نیام‌داران[3]، هم‌نامی[4] برای نام پذیرفته شده‌ی[5] *Astracantha gossypina* (Fisch.) Podlech است. نظر به اهمیت و گستره‌ی وسیع پراکنش آن در مناطق استپی کشور، تحقیقات متعددی بر روی این گونه در منابع فارسی توسط زارع چاهوکی و همکاران (۱۳۹۴)، سنگونی و همکاران(۱۳۹۳)، فرجی و همکاران (۱۳۹۷)، کرمی و همکاران (۱۳۹۵)، قمشی بزرگ و همکاران (۱۳۹۰)، دهدشتیان و همکاران (۱۳۹۰)، مهرابی و حاجی‌نیا (۱۳۹۸)، آجرلو و همکاران (۱۳۹۳)، صبوحی و بارانی (۱۳۹۵) و وهابی و همکاران (۱۳۸۵) منتشر شده است. تحقیق حاضر در راستای تکمیل درک و شناخت از مدل توزیع گونه‌ی[6] مورد بررسی، از نظر تعداد داده‌های نقاط حضور، گستره و مقیاس منطقه‌ی مورد بررسی و همچنین نوع متغیرهای محیطی و روش مورد استفاده با مطالعات انجام شده تاکنون تفاوت داشته است.

[3] ILDIS: International Legume Database & Information Service (Service ILD& I. *Astragalus gossypinus* - ILDIS LegumeWeb [Internet]. [cited 2020 Oct 28]. Available from: https://ildis.org/cgi-bin/Araneus.pl#1)
[4] synonym
[5] Accepted name
[6] Species distribution modelling (SDM)

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

مواد و روش‌ها

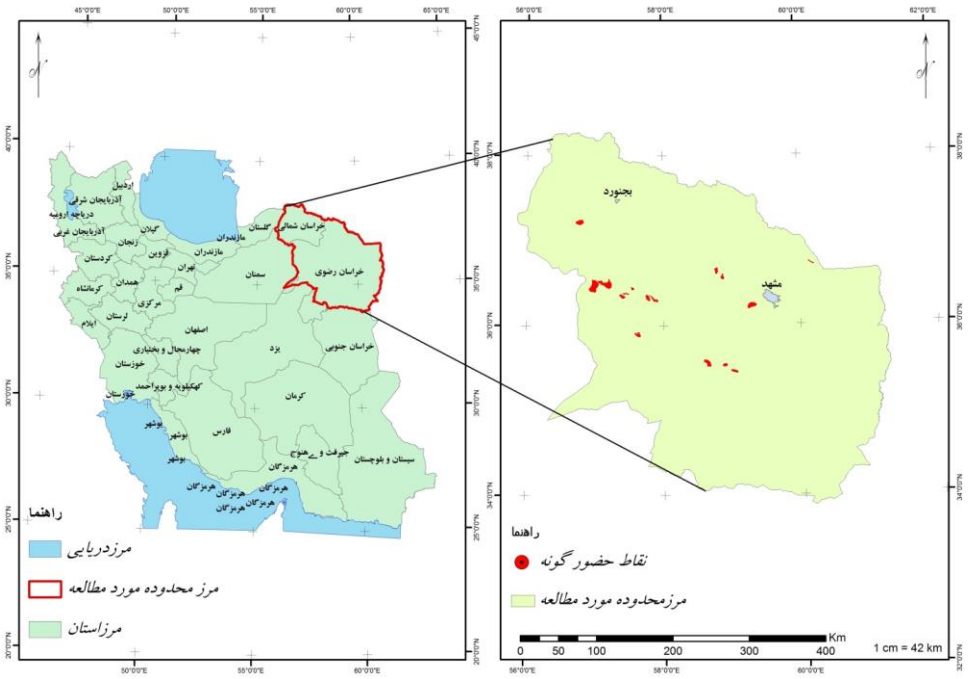
منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در شمال شرقی ایران با ارتفاع متوسط ۱۲۴۷ متر و حداکثر ارتفاع ۳۲۵۹ متر از سطح دریا، کل رویشگاه‌های مرتعی استان‌های خراسان رضوی و شمالی در پهنه‌ای با مساحت ۱۴۴۶۵۹/۵۲ کیلومتر مربع (X=398373-888341 و Y=3752654-4237091)[۷] را شامل است. اقلیم منطقه از خشک تا نیمه‌خشک متغیر است. دماي هواي استان از شمال به طرف جنوب افزایش مي‌یابد. کمینه‌ی دمای منطقه در دی‌ماه و برابر ۲۴/۵-، بیشینه‌ی دما در تیرماه و برابر ۴۷/۶ و میانگین دمای آن برابر ۱۵/۷۷ درجه‌ی سلسیوس است. میانگین بلندمدت بارش منطقه برابر ۲۸۰ میلی‌متر در سال است (شکل ۱).

جنس گون Astragalus در ایران قریب به ۸۰۰ گونه دارد که تعدادی از آن‌ها خاردار و بقیه از انواع علفی و غالباً علوفه‌ای هستند و قریب به ۴۰۰ گونه از آن‌ها انحصاری ایران با پراکندگی قابل توجه در ناحیه ایران و تورانی و ایرانو- آرمنین از قبیل ارتفاعات خراسان- البرز و آذربایجان و زاگرس و بعضاً ارتفاعات پراکنده در حوزه ایران مرکزی است. از میان گون‌های خاردار تعدادی از آن‌ها مولد کتیرا هستند و محصول کتیرای بدست آمده از آن‌ها بنام‌های کتیرای سفید و کتیرای زرد در بین مردم ایران و مصرف‌کنندگان آن‌ها مشهور می‌باشد (مظفریان، ۱۳۹۱). گون پنبه‌ای با نام علمی *Astracantha gossypina* (Fisch.) Podlech از تیره‌ی بقولات (Fabaceae) بوته‌ای چند ساله، برگ‌ها مرکب با برگچه‌های جفت یا منفرد کرکدار و بی‌کرک، کرک‌ها به رنگ سفید و گاهی تیره متمایل به سیاه، با گل‌هایی به صورت سنبله یا خوشه‌ای به رنگ‌های گوناگون (سفید، زرد، قرمز، صورتی، آبی)، شکل میوه بسیار متغیر، دانه گرد و استوانه‌ای دارای سطح صاف یا شیاردار بوده و شیرابه‌ی تراوش شده از گیاه تولید کتیرای زرد می‌نماید (مظفریان،۱۳۹۱).

[۷] سیستم مختصات UTM

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

روش پژوهش: مدل حداکثر آنتروپی[8] یا MaxEnt، روش یادگیری ماشینی بر اساس حداکثر بی‌نظمی می‌باشد. این روش احتمال پراکندگی حضور یک گونه را با توجه به محدودیت‌های به دست آمده از داده‌های موجود بررسی می‌کند (Phillips et al., 2006). این روش مزایای بسیاری دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به توانایی مورد استفاده قرار دادن داده‌های پیوسته و گسسته، نمایش دادن منحنی‌های عکس‌العمل[9] و کاربرد ساده این نرم‌افزار اشاره کرد (Thorn et al., 2009). از طرفی، نسبت به مدل‌های دیگر نظیر GARP و ENFA، به همبستگی بین متغیرهای محیطی، حساسیت کمتری دارد (Phillips et al., 2009). در این مطالعه مدل‌سازی زیستگاه گون زرد با استفاده از نرم‌افزار MaxEnt انجام پذیرفت، تعداد ۱۵ تکرار برای مدل در نظر گرفته شد تا بتوان ارزیابی نتایج مدل را به روش ارزیابی متقابل یا متقاطع[10] انجام داد. نسبت توزیع داده‌ها به دو گروه ارزیابی و آموزش به ترتیب ۳۰ و

[8] Maximum Entropy
[9] Response Curves
[10] Cross validate

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

۷۰ درصد تنظیم شد. با توجه به وسعت زیاد منطقه مورد مطالعه، مناطق حضور و بهره‌برداری گونه با استفاده از اطلاعات بهره‌برداران گیاهان دارویی و اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان‌ها مشخص شد. سپس نمونه‌برداری نقاط حضور، با بازدیدهای میدانی طی دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۹۹ از مناطق معرفی شده صورت پذیرفت که در مجموع ۷۵۷ نقطه حضور از ۱۷ منطقه با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (Global Positioning System) به عنوان نقاط حضور ثبت گردید. نقاط حضور در نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری پیاده‌سازی شد. سپس به منظور جلوگیری از خودهمبستگی مکانی و کاهش خطای نمونه‌برداری محدوده‌های مفید در نرم افزار AecGIS10.3 به شبکه‌های ۱۱۰۰×۱۱۰۰ متر تبدیل شدند و از هر سلول یک نقطه حضور بدست آمد. از میان ۲۹ متغیر محیطی اولیه با تعیین همبستگی پیرسون بین آنها در نرم افزار بایومپر در نهایت از ۱۸ لایه با همبستگی کمتر از ۷۰ درصد شامل متغیرهای توپوگرافی، متغیرهای اقلیمی و متغیرهای انسان‌ساخت در تولید مدل زیستگاه گونه بهره گرفته شد. این متغیرها شامل نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ پوشش زمین/کاربری زمین، نقشه‌های ارتفاع، شیب، جهت شیب آبراهه و رودخانه استخراج شده از مدل رقومی ارتفاع که با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری ایران تولیده شده بود و متغیرهای اقلیمی که از بانک داده WorldClim[11] تهیه شدند؛ بود. نقشه‌های زمین‌شناسی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی ایران و نقشه خاک‌شناسی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان‌ها تهیه و استفاده شد. از آنجاکه همه‌ی لایه‌های اطلاعات ورودی مدل باید زمین مرجع، سیستم مختصات و مقیاس یکسان داشته باشند آماده‌سازی و پردازش اولیه لایه‌های اطلاعاتی با بهره‌گیری از نرم‌افزار Idrisi Selva انجام شد (جدول ۱).

[11] www.worldclim.org/current

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

جدول ۱- فهرست متغیرهای محیطی مورد استفاده در مدل سازی زیستگاه گونه *Astracantha gossypina*

ردیف	کد شناسایی متغیر	عنوان متغیر	میانگین	بیشترین ارزش	کمترین ارزش	انحراف معیار
۱	BIO1	دمای متوسط سالیانه°C	۱۳۵/۶۹	۱۹۵	۰	۳۰/۴۸
۲	BIO2	گستره متوسط روزانه دما°C	۱۴۶/۸۹	۱۶۵	۰	۹/۴۲
۳	BIO4	دمای فصلی°C	۸۶۳۴/۸۱	۹۸۴۸	۰	۵۷۳/۴۶
۴	BIO8	دمای متوسط مرطوب‌ترین فصل سال °C	۹۶/۷۳	۱۶۴	-۸	۲۶/۲۶
۵	BIO12	بارندگی سالیانه mm	۲۲۷/۸۴	۳۶۹	۰	۴۹/۰۳
۶	BIO15	بارندگی فصلی mm	۷۹/۰۸	۹۹	۰	۸/۰۵
۷	BIO17	بارندگی خشک‌ترین فصل سال mm	۴/۷۳	۲۴	۰	۴/۷۳
۸	BIO19	بارندگی سردترین فصل سال mm	۸۰/۲۶	۱۲۷	۰	۱۴/۸۰
۹	DEM	ارتفاع از سطح دریا m	۱۲۴۶/۸۶	۳۳۰۵	۰	۴۳۱/۷۱
۱۰	SLOP	درصد شیب	۹/۵۹	۱۰۰	۰	۱۲/۳۷
۱۱	RIVER	آبراهه	۵۶۰/۴۲	۲۴۸۴۱	۰	۳۰۱۹/۳۰
۱۲	STERIM	رودخانه	۱/۴۹	۵۴۲	۰	۲۳/۳۰
۱۳	ASPECT	جهت شیب	جهات هشتگانه و مسطح			
۱۴	SOIL HIDRO	گروه‌های هیدرولوژیک خاک	گروه های هیدرولوژیک A,B,C,D			
۱۵	SOILLAND	واحد اجزاء اراضی	شامل ۴۷ کلاس اجزا اراضی			
۱۶	SOILOSTAN	نوع خاک (شن یا رس)	شامل ۵ کلاس نوع خاک			
۱۷	LANDUSE	کاربری اراضی	شامل ۲۶ گروه کاربری اراضی			
۱۸	GEOLOGY	زمین‌شناسی	شامل ۶۲۶ واحد زمین‌شناسی			

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

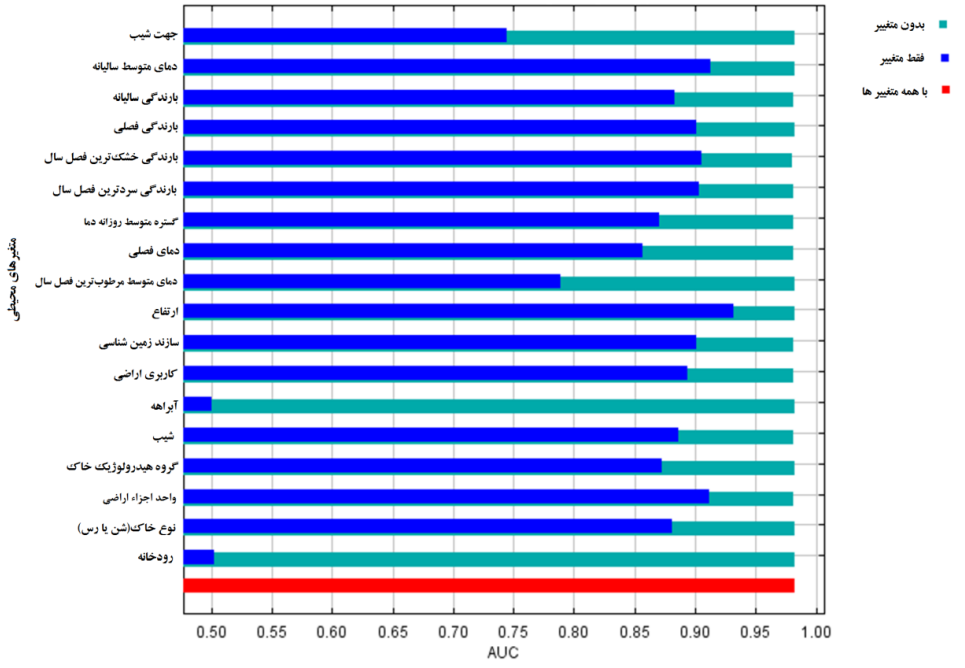
همچنین، به منظور ارزیابی نتایج به دست آمده، از سطح زیر منحنی[12] و برای تفسیر سهم هر یک از متغیرها در تعیین توزیع گونه از آزمون جک‌نایف[13] و منحنی‌های عکس‌العمل[14] که خروجی نرم افزار Maxent بوده، استفاده شد. آزمون جک‌نایف اهمیت هر یک از متغیرهای محیطی را بیان می‌کند و همچنین مشخص می‌نماید که اگر یک متغیر محیطی حذف شود و یا به تنهایی در مدل حضور داشته باشد، چه تأثیری بر کارایی مدل می‌گذارد (Morovati et al., 2015). به طور کلی ، شاخص AUC بین ۰/۵ تا ۱ است. ۰/۵> AUCمدل هایی را توصیف می کند که عملکرد آنها بسیار نامناسب است. AUC زمانی که برابر ۰/۵ باشد همانند قبل مدلسازی نامناسب می باشد. درصورتی که AUC بین (۰/۰-۶/۵) باشد مدل عملکرد بسیار ضعیف، (۰/۰-۷/۶) ضعیف، (۰/۰-۸/۷) متوسط، (۰/۰-۹/۸) خوب و در نهایت اگر میزان AUC بین (۰/۹ تا ۱) باشد عملکرد مدل بسیار عالی می‌باشد (jun Yi et al., 2016). نقشه احتمال وقوع محاسباتی اخرین خروجی نرم‌افزار maxent بود که در آن هر پیکسل ارزشی در بازه صفر (کمترین احتمال حضور) تا ۱۰۰۰ (بیشترین احتمال حضور) دریافت می‌دارد. این نقشه این نقشه در نرم‌افزار Arc GIS 10.5 به کمک الگوریتم jenks (روش natural breaks) در چهار طبقه رویشگاه نامناسب، تناسب کم، تناسب متوسط و تناسب خوب طبقه‌بندی زون‌بندی شد.

نتایج

در نخستین گام نتایج آزمون جک‌نایف، نشان داد شش متغیر ارتفاع از سطح دریا، واحد اجزاء اراضی، دمای متوسط سالیانه، زمین‌شناسی، بارندگی خشک‌ترین فصل سال و بارندگی سردترین فصل سال به ترتیب بیشترین اهمیت را در فراهم‌سازی شرایط رویشی جهت حضور گونه‌ی مورد بررسی در سطح منطقه مورد مطالعه داشته‌اند (شکل ۲). مقدار شاخص AUC مدل در مورد دو متغیر رودخانه و آبراهه کمترین مقدار بوده و نشان دهنده‌ی نبود گرایش ترجیحی گون زرد با شبکه‌ی آبراهه و رودخانه‌ای است. این شاخص با وارد کردن ۱۸ متغیر به مدل به ۰/۹۸ رسیده است که نشان دهنده‌ی جامعیت و انتخاب مناسب لایه‌های اطلاعات محیطی بوده است.

[12] Area Under Curve (AUC)
[13] jackknife
[14] Response curves

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]



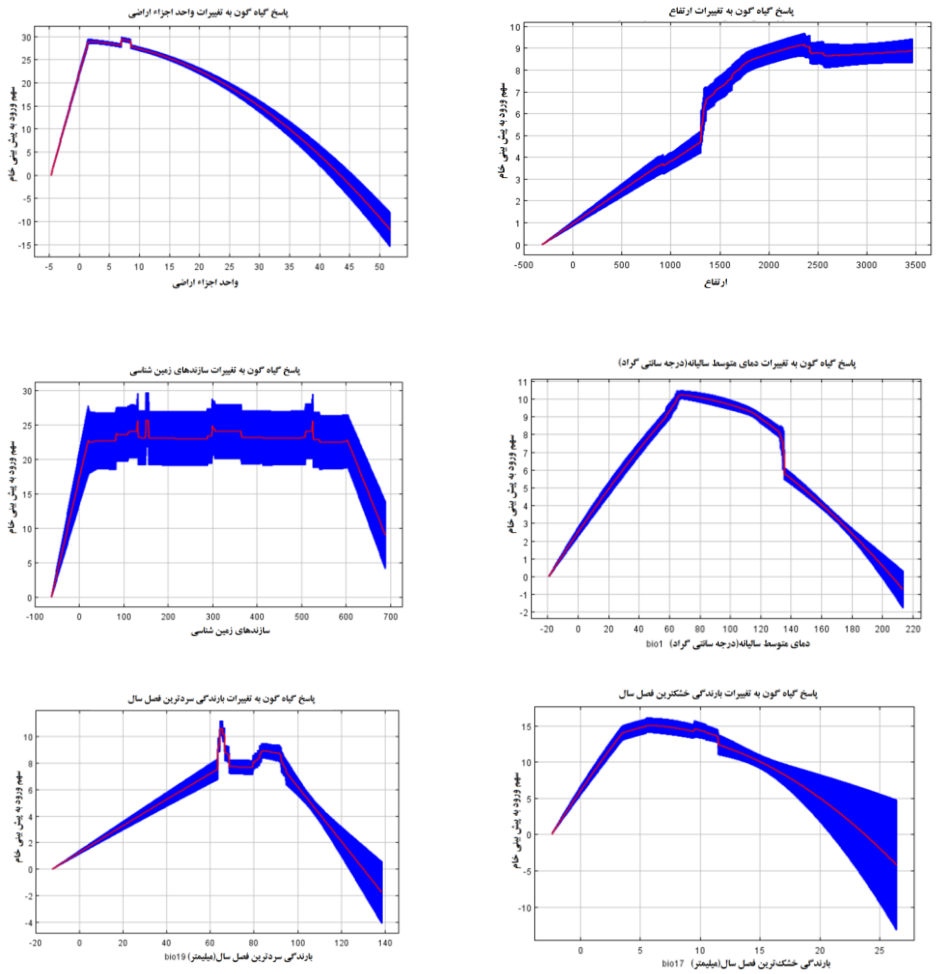
شکل ۲- نتایج آزمون جک‌نایف گونه *Astracantha gossypina* در شمال شرق ایران

منحنی‌های پاسخ گونه در برابر تغییرات متغیرهای پیش‌بینی برای شش متغیر با بیشترین اهمیت در (شکل ۳) آورده شده‌اند. بررسی و تحلیل نمودارهای پاسخ گونه به متغیرهای اجزاء واحدهای اراضی و زمین شناسی در مجموع نشان دهنده وابستگی این گونه به مناطق شیب‌دار و عدم ترجیح مناطق هموار و بدون پستی و بلندی است. به طوری که واحدهای اراضی متشکل از تپه‌های کم ارتفاع تا نسبتا مرتفع و کوهستانی نسبتا مرتفع تا مرتفع، فرسایش یافته با دره‌های عمیق و پرشمار از شانس بیشتری برای میزبانی از گونه برخوردارند. از نظر زمین‌شناسی احتمال حضور گونه در سنگ‌های آهک‌دار اعم از سنگ‌های دولومیتی و ماسه‌سنگ بیشتر بوده و در مراتب بعدی و البته همچنان به میزان قابل توجهی در سنگ‌های آذرین و دگرگونی نیز یافت می‌شود. در مورد پاسخ گونه به تغییرات ارتفاع حضور گونه پس از بالا رفتن از ارتفاع حدود ۱۳۰۰ متر از سطح دریا به شدت تقویت می‌شود و این روند تا ارتفاع ۱۵۰۰ متر ادامه دارد. از ارتفاع ۱۵۰۰ تا حدود ۲۴۰۰ متری بهترین شرایط برای حضور گونه مهیا بوده و از ۲۴۰۰ متری به بالا با کاهش یکباره روبرو می‌شود که می‌تواند نشان‌دهنده‌ی محدوده‌ی ارتفاعی مطلوب گونه باشد. از میان متغیرهای اقلیمی متغیر دمای متوسط سالانه (Bio1) یکی از متغیرهای

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

مهم بوده است. نمودار پاسخ گونه گون به این متغیر حاکی از وابستگی گونه گون به شدت تغییرات دما در منطقه رویشی به صورتیکه از بین طیف نقاط با اختلاف دمای سالانه ناچیز تا بسیار زیاد مناطق با نزدیک به متوسط اختلاف دما را انتخاب کرده است. متغیر Bio17 بارندگی خشکترین فصل سال با استفاده از داده‌های بارش ماهانه متوالی خشک محاسبه می‌شود. گونه گون در مورد این متغیر نیز به حداقل تغییرات بارش علاقمند بوده و در مناطقی که از نظر دامنه تغییرات بارش کمترین تغییرات را دارند آشیان‌گزینی می‌کند. متغیر Bio19 بارندگی سردترین فصل سال که گونه گون در مورد این متغیر نیز به میانگین تغییرات بارش سردترین فصل سال علاقمند بوده و در مناطقی که در از نظر دامنه تغییرات بارش سردترین فصل سال، تغییرات چندانی را دارند آشیان‌گزینی می‌کند.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

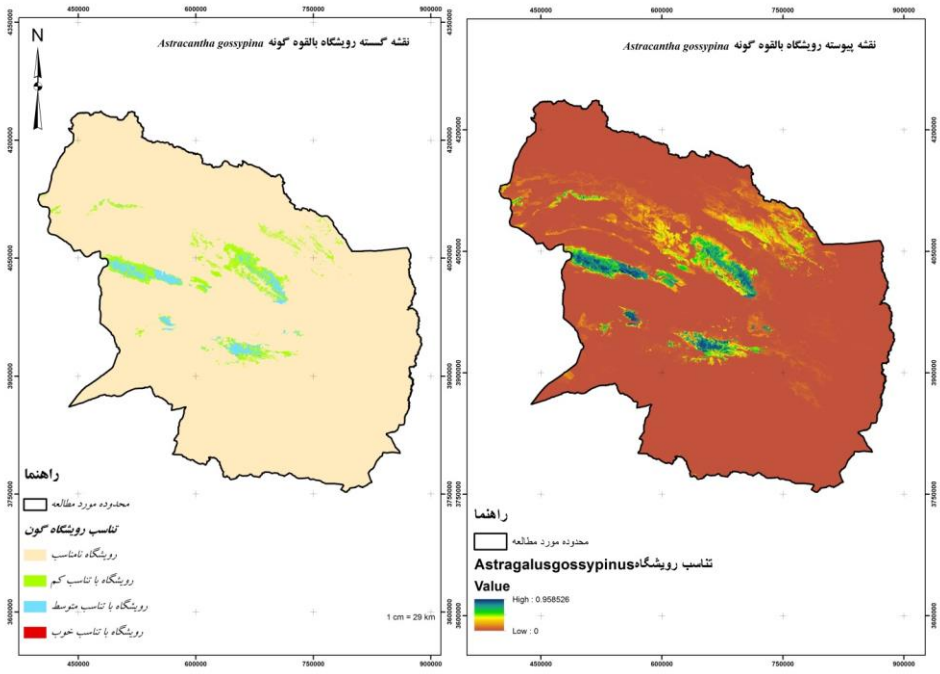


شکل ۳- منحنی‌های عکس‌العمل مهم‌ترین متغیرهای محیطی برای رویشگاه بالقوه گونه *Astracantha gossypina*

مدل بدست آمده در آخرین گام همه پیکسل‌های منطقه مورد مطالعه را با مقادیر صفر تا ۱۰۰۰ به ترتیب برای کمترین و بیشترین احتمال حضور گونه گون ارزش‌گذاری می‌کند که در شکل شماره (۴) نشان داده شده است. این نقشه در نرم‌افزار Arc GIS10.3 با استفاده از روش natural breaks یا الگوریتم jenks طبقه‌بندی و به چهار طبقه رویشگاه نامناسب، تناسب کم، تناسب متوسط و تناسب خوب تقسیم شد. نتایج این بخش نشان داد بیش از ۲۱۸ هزار هکتار معادل ۱/۵۲ درصد از مناطق مورد بررسی پتانسیل متوسط تا خوب برای رویش و بهره‌برداری از گونه گون داشته و بیش از ۴۳۰

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

هزار هکتار برابر با ۲/۹۸ درصد از منطقه اراضی دارای استعداد کم برای رویش گونه گون بوده‌اند. طبق نتایج، زیستگاه بالقوه مناسب بیشتر در کمربند میانی منطقه مطالعاتی واقع شده است.



شکل ۴- نقشه پتانسیل رویشی گونه *Astracantha gossypina* در شمال شرق ایران

بحث و نتیجه‌گیری

نیازهای رویشگاهی مشابه گیاهان موجب می‌شود که گروهی از گونه‌های گیاهی با سرشت بوم شناسی تقریباً یکسان در کنار یکدیگر قرار گیرند و محیط نسبتاً یکسانی را برای خود فراهم آورند. بنابراین برخی عوامل بوم شناختی در هر گروه گیاهی با ترکیب فلورستیک خاص وجود دارند که موجب می‌شود بتوان آن را از دیگر گروه‌ها متمایز کرد (شکرالهی و همکاران ۱۳۹۱ و متاجی و زاهدی ۱۳۸۵). در این خصوص زارع چاهوکی و همکاران (۱۳۸۶) و جعفریان و همکاران (۱۳۹۱) و دوبنماری (Daubenmire, 1947) بیان کردند که داشتن اطلاعات کافی از ویژگی‌های محیطی رویشگاه هرگونه گیاهی نقش بسزایی در پیشنهاد گونه های سازگار با شرایط محیط در مناطق مشابه

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

دارد. همچنین شناخت عوامل محیطی مؤثر بر استقرار و پراکنش پوشش گیاهی، می‌تواند در مورد آشنایی با سازگاری گونه های بومی و به‌کارگیری آن‌ها در فرآیند اصلاح و احیا مراتع کارآمد باشد. کشور ایران خاستگاه اصلی و یکی از مراکز مهم تنوع گونه های گون در دنیا است. گونه *Astracantha gossypina* ازجمله گونهای با ارزش ایران می‌باشد که علاوه بر نقشی که در حفاظت خاک در مقابل فرسایش ایفا می‌کند، به خاطر وجود صمغ کتیرا دارای ارزش صنعتی و دارویی نیز می‌باشد در همین ارتباط سنگونی و همکاران (۱۳۹۱) و اسدیان و همکاران (۱۳۸۹) بیان می‌کنند که بهترین نوع کتیرا از این گونه استحصال می‌شود. نتایج این مطالعه در زمینه اثر عوامل محیطی و زیستی بر احتمال حضور این گونه در منطقه مورد مطالعه به عنوان یکی از بزرگترین مناطق بهره‌برداری از آن نشان داد که از بین ویژگی‌های خاک، اقلیم و توپوگرافی وارد شده به مدل‌سازی متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، واحد اجزاء اراضی، دمای متوسط سالیانه، زمین‌شناسی، بارندگی خشک‌ترین فصل سال و بارندگی سردترین فصل سال بر استقرار و پراکنش آن از اهمیت بالاتری نسبت به سایر عوامل برخوردار هستند. اثر ارتفاع از سطح دریا به صورتیکه حضور گونه در ارتفاعات بالاتر افزایش می‌یابد با نتایج تحقیق تقی‌پور و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعاتی که در مراتع ییلاقی هزارجریب بهشهر روی گون سفید انجام دادند با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. در همین رابطه کلن (Klein, 1991)، آقایی و همکاران (۱۳۹۱) و حیدری و همکاران (۱۳۹۰) و حیدری و همکاران (۱۳۸۸) ارتفاع از سطح آب‌های آزاد را به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر گونه‌های مورد مطالعه خود دانسته‌اند.

متغیرهای اقلیمی شامل متوسط دما و سه متغیر مرتبط با میزان و پراکنش بارندگی از دیگر عوامل تأثیرگذار در تعیین و پیش‌بینی رویشگاه گونه مورد بررسی در منطقه بود که با توجه به نتایج مطالعه صفایی و همکاران (۱۳۹۲) روی گون زرد (*Astragalus verus*) که انتقال مواد غذایی و چرخه مواد بین گیاهان و خاک را تحت تاثیر وجود رطوبت کافی و جوانه‌زنی بذر را مرتبط با وجود شرایط دمایی مناسب ذکر کرده‌اند؛ همخوانی دارد. به طور کلی، عوامل دما و رطوبت با تأثیر بر میزان فتوسنتز تعیین کننده طول دوره رشد و میزان رشد و تولید مثل گیاه نیز هستند (عبدالهی و نادری،۱۳۹۱). در همین زمینه قلی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۳) نیز بیان داشتند که با افزایش ارتفاع و کاهش درجه حرارت پوشش گیاهی تنک می‌شود و گونه های بالشتکی و خاردار بیشتر می‌شود. اهمیت بالای مقدار و پراکنش بارندگی در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک برای حیات همه گونه‌های گیاهی و جانوری (سنگونی و همکاران، ۱۳۹۱) به عنوان فاکتوری بسیار مهم در تعیین رویشگاه مورد تاکید قرار گرفته است که البته میزان اهمیت آن با تغییر مقیاس مطالعات ممکن است تغییر کند لذا باید میزان اهمیت و نقش آن برای هر گونه مورد بررسی قرار گیرد (رسولی و پورولی، ۱۳۸۵). در این زمینه باید دقت داشت که هرگونه گیاهی با توجه به ویژگی‌های منطقه رویش، نیازهای بوم‌شناختی و دامنه بردباری با بعضی از

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

ویژگی‌های محیطی رابطه برقرار می‌کند (عبدالهی و نادری، ۱۳۹۱) بنابراین نتایج به دست آمده در هر منطقه باید با حفظ جانب احتیاط به مناطق مشابه تعمیم یابد. خواجه‌الدین و یگانه (۱۳۸۹) معتقدند که عوامل مختلف بوم‌شناختی بویژه پستی و بلندی و عامل‌های اقلیمی به صورت مستقیم و غیرمستقیم بیشترین اثر را بر پوشش گیاهی داشته و در شکل‌گیری، توسعه و پایداری جوامع گیاهی تأثیر بسزایی دارند.

نقش عوامل مرتبط با خاک بویژه زمین‌شناسی و اجزا واحد اراضی در توزیع جغرافیایی گونه مورد بررسی در این مطالعه با تحقیقات عبدالغانی و عامر (Abdel El-Ghani and Amer, 2003) و ویلسون و همکاران (Wilson et al., 2004) که گزارش دادند خاک یکی از مهم‌ترین متغیرهای زیست‌محیطی موثر بر گونه‌های گیاهی است مشابهت داشته و در مورد گون کتیرایی تایید شد. زارع چاهوکی و همکاران (Zare Chahouki et al., 2010) نیز در مورد گونه *A. sieberi* نقش خاک را قابل توجه ارزیابی کرده‌اند. در مطالعه (Barnes and Harrison, 1982) نشان داده شد که کاربرد داده‌ها و اطلاعات خاک علاوه بر داده‌های اقلیمی و توپوگرافی در مدل‌سازی اکولوژیک توانایی پیش‌بینی رویشگاه‌های مطلوب گونه‌های گیاهی را بهبود می‌بخشند. در نهایت می‌توان گفت مدل‌سازی Maxentدر تعیین پراکنش جغرافیایی زیستگاه گونه مورد بررسی مفید بوده و از آنجا که تنها به داده‌های حضور متکی است، فاقد بسیاری از عوارض مرتبط با روش‌های دیگر است (Phillips et al., 2009). اطلاعات حاصل از این مدل‌سازی در مورد گونه *Astracantha gossypina* در منطقه مورد مطالعه می‌تواند برای محافظت از زیستگاه‌های مستعد و بهبود مدیریت و بهره‌برداری از آن استفاده شود. همچنین برنامه‌ریزان حفاظت و بهره‌برداری مراتع می‌توانند از خروجی‌های این تحقیق به عنوان اطلاعات پایه برای احیای مراتع استفاده کنند.

منابع

اسدیان، ق.، کلاهچی، ن. صادقی منش، م.ر. ۱۳۸۹. کاربرد مدل‌های رگرسیونی برای تخمین میزان استحصال کتیرا در گون سفید (*Astragalus gossypinus*) پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)،۸۶: ۲-۷.

آجرلو، م.، فیروزی، ا.، شاه محمدی، ع. ۱۳۹۳. تأثیر چرای دام بر تولید صمغ کتیرا در رویشگاه‌های گون سفید پنبه‌ای (*Astragalus gossypinus* Fischer). نشریه مرتع، ۸ (۴):۳۷۳-۳۶۳.

آقایی، ر.، الوانی‌نژاد، س.، بصیری، ر.، ذوالفقاری، ر. ۱۳۹۱ رابطه بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی با عوامل محیطی (مطالعه موردی: رویشگاه وزگ در جنوب شرق یاسوج). اکولوژی کاربردی، ۱(۲):۶۳-۵۳.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

تقی پور، ع.، مصداقی، م.، حشمتی، غ.، رستگار، ش. ۱۳۸۷. اثر عوامل محیطی بر پراکنش گونه‌های مرتعی در منطقه هزار جریب بهشهر(مطالعه موردی: مراتع سرخ گریوه). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵(۴):۲۰۵-۱۹۵.

جعفریان، ز.، ارزانی، ح.، جعفری، م.، زاهدی، ق.، آذرنیوند، ح. ۱۳۹۱. تهیه نقشه پیش‌بینی مکانی گونه‌های گیاهی با استفاده از رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: مراتع رینه، کوه دماوند). پژوهش‌های جغرافیای طبیعی،۴۴ (۱): ۱-۱۸.

حیدری، پوربابایی، م.، ح.، عطار روشن، س. ۱۳۹۰. وضعیت زادآوری طبیعی بلوط ایرانی در بین گروه‌های بوم شناختی در ناحیه رویشی کردو- زاگرس. مجله زیست شناسی،۲۴ (۴): ۵۹۲-۵۷۸.

حیدری، م.، مهدوی، ع.، عطار روشن، س. ۱۳۸۸. شناخت رابطه برخی از عوامل فیزیوگرافی و فیزیکی - شیمیایی خاک با گروه‌های بوم شناختی گیاهی در منطقه حفاظت شده مله گون ایلام. فصلنامه علمی - پژوهشی جنگل و صنوبر ایران،۱۷ (۱): ۱۶۰-۱۴۹.

خواجه الدین، س.ج.، یگانه، و.ح. ۱۳۸۹. بررسی رابطه گونه‌های گیاهی منطقه شکار ممنوع کرکس با عوامل پستی و بلندی و اقلیم، مجله علمی پژوهشی مرتع، (۴): ۳، ۳۸۰-۳۹۱.

دهدشتیان، ز.، وهابی، م. ر.، فضیلتی، م.، قائدی، ک.، سلامیان، ا. ۱۳۹۰. بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت های گون سفید (*Astragalus gossypinus* Fisher) در استان اصفهان، ژنتیک در هزاره سوم، ۹(۳): ۲۴۷۴-۲۴۸۰.

رسولی، م. پور ولی، و.ن. ۱۳۸۵. نقش بارش و ارتفاع در تعیین مناطق مساعد برای کشت گندم دیم با استفاده از GIS، مجله علمی پژوهشی جغرافیا و توسعه، ۳۶:۷۲-۲۹.

زارع چاهوکی، م. ع.، عباسی، م.، آذرنیوند، ح. ۱۳۹۴. ارزیابی قابلیت مدل رگرسیون لجستیک در تهیه نقشه پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی در مراتع طالقان میانی، نشریه مرتع، ۹ (۴):۳۳۲-۳۲۰.

زارع چاهوکی، م.ع.، پیری صحراگرد، ح.، آذرنیوند، ح. ۱۳۹۲. مدل‌سازی پراکنش رویشگاه گونه‌های گیاهی در مراتع حوض سلطان قم با روش آنتروپی حداکثر، مجله مرتع،۷ (۳):۲۲۱-۲۱۲.

زارع چاهوکی، م.ع.، عباسی، م. ۱۳۹۵. تعیین رویشگاه بالقوه گونه گیاهی ارمک یا *Ephedra strobilacea* با استفاده از مدل آنتروپی حداکثر (Maxent) در مراتع پشتکوه استان یزد، نشریه حفاظت زیست بوم گیاهان، ۴ (۲): ۲۱۲-۱۹۵ (الف).

زارع چاهوکی، م.ع.، عباسی، م. ۱۳۹۵. مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه گونه *Stipa barbata* با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان بوم شناختی مطالعه موردی: مراتع طالقان میانی، مجله اکوسیستم‌های طبیعی ایران، ۷ (۴): ۱-۱۶(ب).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

زارع چاهوکی، م.ع.، جعفری، م.، آذرنیوند، ح.، مقدم، م.، فرح پور، و.م. ۱۳۸۶. کاربرد روش رگرسیون لجستیک در بررسی رابطه بین حضور گونه‌های گیاهی با عوامل محیطی در مراتع پشتکوه استان یزد، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی،۷۶،۱۴۳-۱۳۶

سنگونی، ح.، کریم زاده، ح.ر.، وهابی، م.ر.، ترکش اصفهانی، م. ۱۳۹۳. تعیین رویشگاه بالقوه گون سفید (Astragalus gossypinus Fischer) در منطقهٔ غرب اصفهان با تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک، سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۵(۲):۱-۱۳.

سنگونی، ح.، وهابی، م.ر.، ترکش اصفهانی، م.، کریم زاده، ح.ر.۱۳۹۳. استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی تعدیل شده (mAHP) برای تعیین رویشگاه بالقوه گون سفید در استان اصفهان، نشریه گیاه و زیست بوم، ۱۰(۴۰): ۳-۲۲.

سنگونی، ح.، کریم زاده، ح.ر.، وهابی، م.ر.، ترکش اصفهانی، م. ۱۳۹۱. تعیین رویشگاه گون سفید (*Astragalus gossypinus*) در منطقه غرب اصفهان با تحلیل عامل آشیان اکولوژیک، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی۳.۱۳-۱:(۲)

شکراللهی، ش.، مرادی، ح.ر.، دیانتی تیلکی، ق.ع. ۱۳۹۱ بررسی اثر ویژگی‌های خاک و عوامل فیزیوگرافی بر پوشش گیاهی)مطالعه موردی: بخشی از مراتع ییلاقی پلور (، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران،-۶۵۵:(۴)۱۹ ۶۶۸.

شمس اسفندآباد، ب. ۱۳۸۹. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه گوسفند وحشی و بز وحشی در مناطق کوهستانی فلات مرکزی ایران مطالعه موردی:منطقه حفاظت شده هفتاد قله، رساله دکتری رشته علوم محیط زیست. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.۱۱۸ صفحه.

صبوحی، ر.، بارانی، ح. ۱۳۹۵. بررسی ویژگی‌های اقلیمی رویشگاه‌های گونه *Astragalus gossypinus* Fisher (گون کتیرایی) در استان اصفهان، نشریه بوم شناسی کاربردی، ۵(۱۶):۱۳-۳۰.

صفایی، م.، ترکش، م.، بصیری، م.، بشری، ح. ۱۳۹۲. تهیه از نقشه رویشگاه پتانسیل گونه Astragalus verus با استفاده روش رگرسیون لجستیک. دو فصلنامه علمی- پژوهشی خشک بوم،۳(۱):۵۴-۴۲.

صفایی، م.، ترکش، م.، بصیری، م.، بشری، ح. ۱۳۹۲. مدل‌سازی رویشگاه بالقوه گونه گون زرد (Astragalus verus) با استفاده از روش تحلیل عامل آشیان اکولوژیک مجله علمی پژوهشی مرتع،۷(۱):۵۱-۴۰.

ضرابی، م.، حقدادی، ر.، یوسفی، ح. ۱۳۹۶. مدل‌سازی مطلوبیت رویشگاه پسته ارگانیک (وحشی) (*Pistacia vera*) با استفاده از روش آنتروپی حداکثر(MaxEnt) در منطقه جنگلی سرخس (زیر حوزه گنبدلی استان خراسان رضوی)، نشریه اکوهیدرولوژی، ۴(۳): ۸۲۴-۸۱۷.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

تیموری اصل، س.، نقی پور برج، ع.ا.، اشرف زاده، م.ر.، حیدریان آقاخانی، م. ۱۳۹۹. پیش‌بینی پیامدهای تغییر اقلیم بر پراکنش جغرافیایی گون زرد (*Astragalus verus Olivier*) در زاگرس مرکزی. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی. ۱۱(۲). ۸۵-۶۸.

عبداللهی، ج.، نادری، و.ح. ۱۳۹۱. بررسی اثر متغیرهای توپوگرافی و خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک بر نحوه عملکرد پارامترهای مؤثر بر رشد *Artemisia sieberi* در مراتع استپی ندوشن یزد. پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)،۶۲-۵۲:۹۷.

فرجی، آ.، جنیدی جعفری، ح.، قلی نژاد، ب. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر عوامل بوم‌شناختی بر درصد تاج پوشش *Astragalus gossypinus* در بخشی از مراتع نیمه استپی استان کردستان، نشریه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۵(۲): ۴۳۷-۴۲۷.

قلی نژاد، ب.، جعفری، م.، زارع چاهوکی، م.ع.، آذرنیوند، ح.، پوربابایی، ح. ۱۳۹۳. بررسی اثر عوامل محیطی و مدیریتی بر گسترش تیپ‌های گیاهی (مطالعه موردی: مراتع سارال استان کردستان). نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۷(۲): ۲۸۸-۲۷۹.

قمشی بزرگ، پ.، وهابی، م. ر.، فضیلتی، م. ۱۳۹۰. بررسی کیفی کتیرای گون سفید (*Astragalus gossypinus* Fischer) در منطقه غرب استان اصفهان، نشریه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۷(۴):۶۸۰-۶۶۸.

کرمی، پ.، گرگین‌کرجی، م.، جنیدی‌جعفری، ح. ۱۳۹۵. انتخاب مناسب‌ترین روش فاصله‌ای برای برآورد تراکم گون سفید (*Astragalus gossypinus* Fisch.) در مراتع استان کردستان، مرتع، ۱۰ (۲):۱۶۹-۱۵۸.

متاجی، ا.، زاهدی امیری، و.ق. ۱۳۸۵. ارتباط بین گروه‌های اکولوژیک گیاهی و شرایط ادافیک رویشگاه(پژوهش موردی: جنگل خیرودکنار نوشهر)، مجله منابع طبیعی ایران،(۴) ۵۹:.۴۵۳-۴۶۳

مظفریان، و. ۱۳۹۱. شناخت گیاهان دارویی و معطر ایران، نشر تهران فرهنگ معاصر، ۱۴۴۴ صفحه.

مهرابی، ع.ا.، حاجی‌نیا، س. ۱۳۹۸. تأثیر پیش تیمارهای بذری بر بهبود جوانه‌زنی بذر گون سفید(*Astragalus gossypinus*)، پژوهش‌های بذر ایران، ۶(۱):۱۱۳-۹۵.

وهابی، م.ر.، بصیری، م.، مقدم، م.ر.، معصومی، ا. ۱۳۸۵. تعیین موثرترین شاخص‌های رویشگاهی برای ارزیابی گون‌زارهای کتیرایی در استان اصفهان، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۹(۴):۱۰۲۹-۱۰۱۳.

Abdel El-Ghani, M.M., Amer, W.M. 2003. Soil–vegetation relationships in a coastal desert plain of southern Sina, Egypt. Journal of Arid Environments 55, 607–628.

Barnes, P.W., Harrison, A.T. 1982. Species distribution and community organization in a Nebraska Sandhills mixed prairie as influenced by plant/soil water relationships. Oecologia (Berlin) 52, 192–201.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

Boyce, M.S. 2006. Scale for resource selection functions. Diversity and Distributions, 12(3), 269-276.

Daubenmire, R.F. 1947. Plant and environment A text book of out ecology. John Wiley & sons, New York.

Hirzel, A.H., Hausser, J., Chessel, D., Perrin, N. 2002. Ecological niche factor analysis: how to compute habitat suitability maps without absence data Ecology, 83(7), 2027-2036.

Hosseini, S.Z., Kappas, M., Chahouki, M.Z., Gerold, G., Erasmi, S., Emam, A.R. 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.

Yi, Y.J., Cheng, X., Yang, Z.F., Zhang, S.H. 2016. Maxent modeling for predicting the potential distribution ofendangered medicinal plant (H. riparia Lour) in Yunnan, China. Ecological Engineering 92. 260–269.

Klein, J.C. 1991. La vegetation altitudinale du massif de | Alborz central (Iran), essai synthese al echelle des regions Irano- Touraienne et Euro- Siberienne. Ph.D. Thesis, University de Paris- Sud, Center d Orsy. 110pp.

Kumar, S., Stohlgren, T.J. 2009. Maxent modeling for predicting suitable habitat for threatened and endangered tree Canacomyrica monticola in New Caledonia, Journal of Ecology and Natural Environment. 1(4), 94-98.

Lemke, D., Hulme, P.E., Brown, J.A., Tadesse, W. 2011. Distribution modelling of Japanese honeysuckle (Lonicera japonica) invasion in the Cumberland Plateau and Mountain Region, USA. Journal of Forest Ecology and Management, 262(2): 139-149.

Moghimi, J. 2006. Introducing Some Rangelands Plant Species for Rehabilitation of Iran's Rangelands. Aroon Press.

Phillips, S.J., Dudık, M., Schapire, R.E. 2009. A maximum entropy approach to species distribution modeling. In: Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning,ACMPress, New York, 655–662.

Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological modelling. Vol. 190, No. 3, pp:231-259.

Raney, P.A., Leopold, D.J. 2018. Fantastic wetlands and where to find them: modeling rich fen distribution in New York State with Maxent. Wetlands, 38(1), 81-93.

Ray, D., Behera, M.D., Jacob, J. 2017. Evaluating Ecological Niche Models: A Comparison between Maxent and Garp for Predicting Distribution of Hevea Brasiliensis in India. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences: 1-7.

Silva Carvalho, C., Ballesteros-Mejia, L., Cezar Ribeiro, M., Côrtes, M.M., Souza Santos, A., Garcia Collevatti, R. 2017. Climatic Stability and Contemporary

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]

Human Impacts Affect the Genetic Diversity and Conservation Status of a Tropical Palm in the Atlantic Forest of Brazil. Conservation Genetics 18, no. 2 (2017): 467-78

Thorn, J.S., Nijman, V., Smith, D., Nekaris, K.A.I. 2009. Ecological niche modelling as a technique for assessing threats and setting conservation priorities for Asian slow lorises (Primates: Nycticebus). Diversity and Distributions; 15(2): 289-298.

Wilson, D.J., Western, A.W., Grayson, R.B. 2004. Identifying and quantifying sources of variability in temporal and spatial soil moisture observations. Water Resources Research 40, W02507. http://dx.doi.org/10.1029/2003WR002306.

Yang, X.Q., Kushwaha, S.P.S., Saran, S., Xu, J., Roy, P.S. 2013. Maxent modeling for predicting the potential distribution of medicinal plant, Justicia adhatoda L. in Lesser Himalayan foothills. Ecological Engineering, 51, 83-87.

Zare Chahouki, M.A., Azarnivand, H., Jafari, M., Tavili, A. 2010. Multivariate statistical methods as a tool for model-based prediction of vegetation types. Russian Journal of Ecology 41 (1), 84–94.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2024-04-24]