دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست بوم گیاهان"
دوره پنجم، شماره دهم، بهار و تابستان ۹۶
http://pec.gonbad.ac.ir

تعیین خصوصیات اقلیمی زیست‌بوم و پراکنش جغرافیایی دو گونه مرتعی با استفاده از روش مدل‌سازی جنگل‌تصادفی در منطقه زاگرس مرکزی

حامد سنگونی[۱و۲*]، محمدرضا وهابی[۳]، مصطفی ترکش[۴]، حمیدرضا عشقی زاده[۵]، سعید سلطانی[۳]

[۱]مدرس مدعو، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه.
[۲]دانش‌آموخته دکتری علوم مرتع، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.
[۳]دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.
[۴]استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.
[۵]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۱/۳۰

چکیده

نوع آب و هوا، وضع گیاهان و اجتماعات گیاهی مناطق مختلف را تا حد زیادی مشخص می‌کند؛بنابراینباید جهت بررسی و مطالعه گیاهان مرتعی، دامنه تحمل و بردباری هرگونه نسبت به این عوامل مشخص شود. در این مطالعه خصوصیات و نیازهای اقلیمی دو گونه از گندمیان مهم با ویژگی‌های علوفه‌ای و حفاظتی به نام-های *Agropyron trichophorum* Richt. و *Bromus tomentellus* Boiss. در منطقه زاگرس مرکزی مورد بررسی قرار گرفتند. به این منظور از ۱۹ متغیر بیوکلیماتیک به عنوان ورودی مدل جنگل تصادفی(به عنوان یک روش یادگیری ماشینی) در نرم افزار آماری R استفاده شد. نتایج نشان داد که متغیرهای مجموع بارندگی سالانه (BIO12)،دمای متوسط پربارش‌ترین فصل (BIO8) و میانگین دامنه دمای روزانه (BIO2) برای هر دو گونه مورد مطالعه بیشترین اهمیت را داشته‌اند و مجموع این سه متغیر بیش از ۶۸ درصد تغییرات در مورد گونه *B. tomentellus* و ۶۴ درصد تغییرات در مورد گونه *A. trichophorum* را توجیه کرده است. میزان صحت برآورد شده توسط شاخص TSS برای گونه *B. tomentellus* برابر با ۰/۹۵ محاسبه شد و مقادیر Sensitivity و Specificityنیز به ترتیب برابر با ۰/۹۳ و ۰/۹۶ برآورد شدند.این مقادیر (TSS، Sensitivityو Specificity) برای گونه *A. trichophorum* به ترتیب برابر با ۰/۹۲، ۰/۸۹ و ۰/۹۳ بودند. نتایج این پژوهش، بیان کننده نیازهای اقلیمی گونه‌های مورد مطالعه هستند. با استفاده از نتایج این مطالعه می‌توان مکان‌هایی که اقدامات حفاظتی این گونه‌ها باید در اولویت قرار بگیرد را تعیین کرد و یا حتی برای معرفی مجدد این گونه‌ها در زاگرس مرکزی، مکان‌های مناسب از لحاظ ویژگی‌های اقلیمی را پیشنهاد داد.

واژه‌های کلیدی: ***B. tomentellus*، *A. trichophorum*، جنگل تصادفی، زیست‌بوم اقلیمی، Biomod.**

* مسئول مکاتبات: Hamed.Sangoony@na.iut.ac.ir، H.Sangoony@gmail.com

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

مقدمه

موجودات زنده در تمامی ابعاد وجودی خود تحت تـاثیر عوامـل محیطـی هسـتند (Daubenmire, 1948). عوامل اقلیمی، خاک و فیزیوگرافی مهم‌ترین عوامل محیطی هستند که بـر رشـد و حیـات یـک گیاه مؤثرند. در این بین، مهم‌ترین عاملی که بر حضور و نحوه زندگی گیاهـان در مقیـاس بـزرگ تـأثیر می‌گذارد، اقلیم است (کردوانی، ۱۳۸۳). مطالعات زیادی در زمینه ارتباط بین خصوصیات اقلیمـی یـک منطقه با خصوصیات جوامع گیاهی مستقر در آن انجـام شـده اسـت. تحقیقـات ویلـدنو (Willdenow, 1792) و هامبولت و بون پلاند (Von Humboldt & Bonpland, 1807) اولین بررسـی‌هـایی بودنـد کـه برای اولین بار از فسیل‌های بجا مانده از گیاهان استفاده کردند تا نشان دهند که اقلیم و پوشش گیاهی طی سالیان متمادی همراه با یکدیگر تغییر کرده‌اند. نوع آب و هوا، وضـع گیاهـان و اجتماعـات گیـاهی مناطق مختلف را تا حد زیادی مشخص می‌کند؛بنابراینبایـد جهـت بررسـی و مطالعـه گیاهـان مرتعـی، دامنه تحمل و بردباری هرگونه نسبت به این عوامل مشخص شود (Daubenmire, 1948). دانش موجود درباره پراکنش مکانی گونه‌های زیستی بسیار محـدود اسـت و شـکاف‌هـای بزرگـی در ایـن دانـش بـه خصوص در مناطق معتدله و محیط‌های خشک دیده می‌شود. کمّی کردن این نوع روابط گونـه- محـیط به عنوان هسته اصلی مدل‌سازیِ اکولوژیک از اهمیت زیادی برخوردار اسـت. بـا گسـترش تکنیـک‌هـای قدرتمند آماری و ابزارهای GIS، مدل‌های پیش‌بینی پراکنش گونه به سرعت در اکولـوژی توسـعه پیـدا کردند (Guisan & Zimmermann, 2000). مدل‌های پراکنش گونه به صـورت بـالقوه مـی‌تواننـد ابـزار بسیار قدرتمندی برای پر کردن شـکاف‌هـای دانـش در مـورد پـراکنش گونـه‌هـا در منـاطق خشـک و نیمه‌خشک باشند (Segurado & Araujo, 2004). مدل‌سازی آشیان اکولوژیک (ENM[1]) به طور عـام و مدل‌سازی اقلیمی رویشگاه (CE[2]) به طور خاص برای بررسی این موضوع بـه طـور فزاینـده‌ای بـه کـار رفته‌اند. این روش‌ها عموماً از داده‌های حضور گونه و شرایط محیطی متنـاظر بـا منطقـه مـورد مطالعـه برای مدل‌سازی و درک احتیاجات گونه استفاده می‌کنند (Tarkesh Esfahani, 2008).

مطالعات مختلفی در زمینه مدل‌سازی تناسب رویشگاه در ایران انجام شده است. سنگونی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از روش تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک، به بررسی تناسب رویشگاه‌های غرب اصفهان برای گون سفید پرداختند. نجفی و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از همین روش، حفاظت رویشگاه گونه ارزشمند لاله واژگون را منوط به تعیین مناطق مناسب رشد آن اعلام کردند. صفایی و ترکش (۱۳۹۲) هم با استفاده از روش ENFA، به تعیین مناطق مناسب برای حفاظت رویشگاه گیاه

1. Ecological Niche Modeling
2. Climatic Envelops

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

دارویی *Ferula ovina* L. پرداختند. دی کلرک و همکاران (De Clercq etal., 2015) ضمن توصیف کامل و بررسی منابع مرتبط با روش جنگل تصادفی، با استفاده از چند روش مدلسازی به تعیین رویشگاه اقلیمی یک گونه در غرب افریقا پرداختند و نتایجشان نشان داد که این روش مدلسازی بهترین عملکرد را داشته است. در مطالعه جمع‌بندی[1] که فیلد و همکاران (Field et al., 2009) انجام دادند ۳ نتیجه جالب توجه به‌دست آمد. اول این که اقلیم و سایر متغیرهای وابسته به انرژی بیشترین قدرت توضیح‌دهندگی را در الگوی پراکنش گونه ها دارند؛ اما با بزرگ‌تر شدن مقیاس و محدود شدن سطح منطقه مورد مطالعه از اهمیت آن‌ها کاسته می‌شود. نکته دوم این که روابط متقابل بین گونه‌ها در مقیاس‌های متوسط بیشترین تاثیر را دارند و سوم اینکه با افزایش سطح منطقه و کاهش مقیاس مطالعات، قدرت توضیح‌دهندگی کلی مدل‌ها افزایش می‌یابد. همچنین میلانسی و همکاران (Milanesi et al., 2016) با بررسی کارایی مدل‌های مختلف، اعلام کردند که روش جنگل تصادفی بالاترین مقادیر آماره‌های صحت سنجی را کسب کرده است و بنابراین نسبت به سایر روش‌ها از عملکرد بهتری برخوردار است.

با توجه به اهمیت عوامل اقلیمی در حیات گیاهان (Daubenmire, 1948 و کردوانی، ۱۳۸۳)، لازم است تا دامنه تحمل گیاهان مهم در هر منطقه نسبت به این عوامل تعیین شود. این کار برای شناخت بهتر گونه‌هاییکه دارای ارزش‌های حفاظتی و اقتصادی (ارزش علوفه‌ای) هستند از اهمیت بیشتری برخوردار است؛ بنابراین در این مقاله از روش مدل‌سازی جنگل تصادفی برای تعیین نیازها و محدوده بردباری اقلیمی و پیش‌بینی مکان‌های مناسب برای رشد دو گونه مرتعی علوفه‌ای در منطقه زاگرس مرکزی استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه و گونه های مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در این پژوهش زاگرس مرکزی نام دارد که با مساحت ۲۲۰۲۶۵۹ هکتار در بخش مرکزی از رشته کوه‌های زاگرس واقع شده است.این منطقه از لحاظ تنوع زیستی و ارزش زیست محیطی بسیار حائز اهمیت است و دارای آب و هوا و خصوصیات طبیعی ویژه‌ای است که باعث شده است تا فون و فلور منحصر بفردی داشته باشد (UNDP & GEF, 2005). از طرف دیگر این منطقه برای جوامع عشایری و روستایی که از مراتع آن برای چرای دام های خود استفاده می‌کنند، از لحاظ اقتصادی و اجتماعی نیز مهم است؛ بنابراین بررسی و پیش‌بینی تغییرات آتی در آن اهمیت مضاعفی دارد (شکل ۱).

1. Meta-analysis

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

گونه مرتعی علف‌گندمی کرک‌دار (*Agropyron trichophorum*) ازخانواده گندمیان (Gramineae)، زیر خانواده Pooideae و قبیله Triticeae است (Fitter & Peat, 1994؛ مقیمی، ۱۳۸۴). گیاهی چندساله و پایا است که بُن رونده و پخش دارد. برگ‌های این گیاه تخت و دارای رگبرگ‌های مشخص هستند. زبانک برگ‌ها کوتاه و با انتهای پخ است (Rechinger, 1963-1998 و قهرمان، ۱۳۸۵). این گیاه جزء علف گندمیان مهم مراتع نیمه‌استپی ایران است (مصداقی، ۱۳۸۲)که مقاومت کمی به خشکی دارد، در مناطقی با بارندگی حدود ۳۵۰ میلی‌متر رشد می‌کند و حداقل بارندگی ۳۰۰ میلی‌متر را تحمل می‌کند (Smoliak et al., 2003). عملکرد علوفه این گونه وابسته به بارندگی سالانه و توزیع آن می‌باشد (Daniel et al., 2003). مهمترین عوامل تأثیرگذار بر این گونه عبارتند از: عمق خاک، ازت، رس، شیب و حداقل مطلق درجه حرارت (علی اکبری و همکاران، ۱۳۹۱) (شکل ۱).

علف پشمکی با نام علمی *Bromus tomentellus* از خانواده گندمیان (Gramineae)، زیر خانواده Pooideae و قبیله Bromeae است (Jarvie, 1992 و مقیمی، ۱۳۸۴). این گونه در اراضی صخره سنگی به راحتی استقرار یافته و ریشه آن بدون هیچ محدودیت فعالیت می‌نماید (Fitter & Peat, 1994 و امیری و همکاران، ۱۳۸۶). گیاهی چند ساله و پایا است که هر دو سطح برگ آن دارای کرک‌های سفید و انبوه است. حضور این گونه در جهان محدود به نواحی غربی قاره آسیا گردیده و انتشار آن در ایراندر مناطق جغرافیایی گیاهی ایران در فلور ایران و تورانی در مناطق رویش نیمه استپی تا پیرامون استپی و جنگل‌های خشک از ارتفاع ۱۵۰۰ تا ۳۴۰۰ مترعنوان شده است (Mirlohi et al., 2006 و مظفریان، ۱۳۷۷). میزان بارندگی در مناطق پراکنش آن معمولاً از حدود ۲۰۰ تا ۴۵۰ میلی‌متر است. در صورت وجود میکروکلیمای مناسب، ارتفاع حضور و میزان بارندگی مورد نیاز تا حدودی کاهش می‌یابد.در خاک‌های با بافت سبک تا سنگین و بدون محدودیت شوری استقرار می‌یابد ودرحفاظت از خاک و کاهش روان آب سطحی و فرسایش نقش بسیاری دارد (Armaki et al., 2013). این گونه در اکثر انواع واحدهای اراضی از جمله کوه‌ها، تپه‌ها، فلات‌ها و دشت‌های دامنه‌ای حضور دارد. تراکم آن در دشت نسبت به کوهستان بیشتر و یک دست‌تر است (شکل ۱) (افتخاری، ۱۳۸۵).

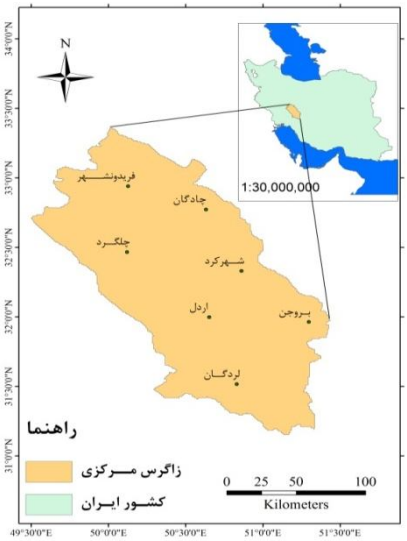
روش مدل‌سازی جنگل تصادفی[1]

الگوریتم جنگل تصادفی یکی از روش‌های کلاسه‌بندی و درخت‌های رگرسیونی می‌باشد که به عنوان یک روش ماشین یادگیری عملکرد بسیار دقیق و کارآمدی را در مقایسه با سایر درخت‌های رگرسیونی ساده و یا روش‌های آماری پارامتریک ارائه می‌کند (Elith & Franklin, 2013). این روش با

1. Random Forest (RF)

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

بهره‌گیری از روش تجمیع با جایگزینی[1] که در اصطلاح به آن Bagging نیز گفته می‌شود، تعداد بسیار زیادی درخت غیرهمبسته تولید کرده و میانگین آن‌ها را محاسبه می‌کند (Breiman, 2001).



منطقه مورد مطالعه

شکل ۱- به‌ترتیب از راست: *A. trichophorum* و *B. tomentellus*

1. Bootstrap aggregation

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

در واقع با زیرمجموعه‌هایی از داده‌های در دسترس، درخت‌های رگرسیونی بسیار زیادی توسعه یافته و علاوه بر آن هر زیرمجموعه یا مقسوم در هر مدل درختی بر اساس زیرمجموعه‌های تصادفی از متغیرهای مستقل پیش‌بینی کننده ساخته می‌شود. در هر کدام از درخت‌های تصمیم‌گیری، محل تقسیم شدن شاخه‌های درخت توسط متغیرهای مستقل تعیین شده و از حذف[1] شاخه‌های اضافی که اصطلاحاً رشد می‌کنند، اجتناب می‌شود تا درخت کامل شکل بگیرد. بدین ترتیب تعداد بسیار زیادی (۵۰۰ تا ۲۰۰۰) درخت تصمیم رشد کرده و سپس برای دستیابی به پیش‌بینی درستی از وقایع آینده، متغیرهای وابسته در سرشاخه‌های این درخت‌ها قرار می‌گیرند و هر درخت نتیجه خاصی ارائه می‌کند. در نهایت از نتایج پیش‌بینی‌های ارائه شده در تمام درخت‌های این جنگل میانگین‌گیری می‌شود و نتیجه نهایی مدل RF به دست می‌آید (Franklin, 2010). همچنین در هر مدل درختی تعدادی از مشاهدات از روند توسعه مدل بیرون نگهداشته و برای تخمین خطای مدل و میزان اهمیت متغیرها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Breiman, 2001). به این ترتیب این روش مزایای روش درختی را به طور کامل دارد اما مهم‌ترین ایراد آن (که منفرد بودن درخت تصمیم‌گیری است) را ندارد و از تعداد زیادی درخت تصمیم‌گیری (جنگل) برای رسیدن به یک جمع‌بندی از تصمیم نهایی استفاده می‌کند.

متغیرهای اقلیمی مورد استفاده

متغیرهای اقلیمی که برای تعیین آشیان اکولوژیک گونه‌های مورد مطالعه به کار رفتند شامل ۱۹ متغیر زیست-اقلیمی[2] هستند که بر مبنای داده‌های ماهانه دما و بارش، توسط هیجمانز و همکاران (Hijmans et al., 2005) معرفی شده‌اند. این متغیرها در بسیاری از مقالات و مطالعات مربوط به تاثیر اقلیم بر موجودات زنده و به‌خصوص گیاهان به کار رفته‌اند (Chen et al., 2011; Iverson & McKenzie 2013; Iverson et al., 2009) و لایه‌های اطلاعاتی آنها در سایت‌های معتبر تهیه شده است. در این پژوهش نیز از پایگاه اطلاعاتی بین‌المللی اقلیم جهان[3] برای تهیه این لایه‌ها استفاده شد و لایه‌های اقلیمی ۱۹گانه مورد مطالعه تهیه شدند (جدول ۱). مطالعات صحرایی شامل برداشت مختصات جغرافیایی نقاط حضور گونه‌های مورد مطالعه در محدوده زاگرس مرکزی در بهار ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ انجام شد.

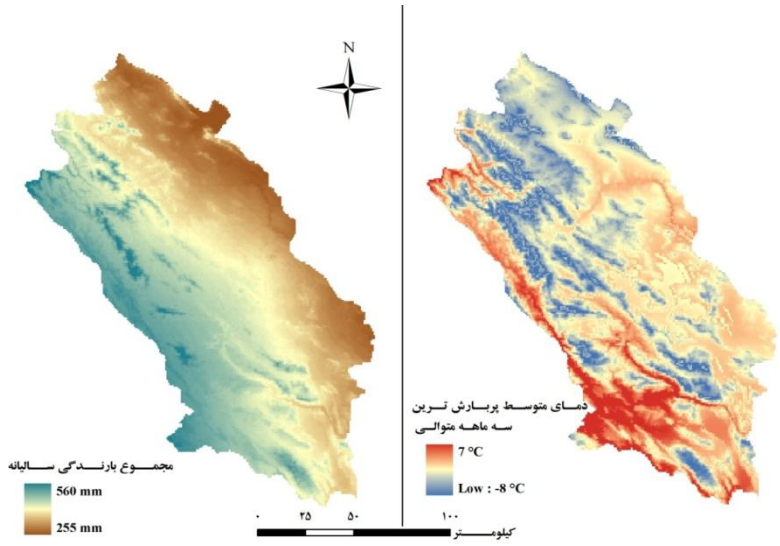
1. Prune
2. BioClimatic Variables
3. www.worldClim.org

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

جدول ۱- توصیف اقلیمی متغیرهای مورد استفاده در مدل‌سازی

نمایه متغیر	توصیف اقلیمی	نمایه متغیر	توصیف اقلیمی
BIO1	میانگین دمای سالیانه	BIO11	دمای متوسط سردترین سه ماهه متوالی
BIO2	میانگین دامنه دمای روزانه	BIO12	مجموع بارندگی سالانه
BIO3	شاخص ایزوترمالیتی	BIO13	مجموع بارندگی پربارش‌ترین ماه
BIO4	تغییرات فصلی دما	BIO14	مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین ماه
BIO5	حداکثر دمای گرم‌ترین ماه	BIO15	تغییرات فصلی بارندگی
BIO6	حداقل دمای سردترین ماه	BIO16	مجموع بارندگی پربارش‌ترین سه ماهه متوالی
BIO7	دامنه سالانه دما	BIO17	مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین سه ماهه متوالی
BIO8	دمای متوسط پربارش‌ترین سه ماهه متوالی	BIO18	مجموع بارندگی گرم‌ترین سه ماهه متوالی
BIO9	دمای متوسط کم‌بارش‌ترین سه ماهه متوالی	BIO19	مجموع بارندگی سردترین سه ماهه متوالی
BIO10	دمای متوسط گرم‌ترین سه ماهه متوالی		

برای ارائه نمایشی از لایه‌های اقلیمی مورد استفاده در این پژوهش، دو متغیر مجموع بارندگی سالانه و دمای متوسط پربارش‌ترین سه ماهه متوالی به‌عنوان نمونه در شکل ۲ نمایش داده شده‌اند.



شکل ۲- نقشه دو متغیر BIO12 و BIO8 در منطقه مورد مطالعه

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

همچنین نحوه محاسبه و محدوده عددی تغییرات هریک از این لایه‌ها در منطقه مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

البته باید اشاره شود که با توجه به این که همبستگی بین متغیرهای ورودی به مدل‌های مورداستفاده می‌تواند باعث بروز خطای قابل توجهی در خروجی‌های مدل‌ها شود (Braunisch et al., 2013). ابتدا وجود همبستگی بین متغیرهای زیست-اقلیمی اصلاح شده توسط آزمون آماری پیرسون بررسی شد و لایه‌هایی که با یکدیگر بیش از ۸۰ درصد همبستگی داشتند، تعیین شدند و برای رفع این مشکل، تعدادی از آن‌ها (بر اساس میزان همبستگی) حذف شدند و این کار آنقدر تکرار شد که همبستگی بین لایه‌های باقیمانده به کمتر از حد تعیین شده برسد (جدول ۳).

جدول ۲- نحوه محاسبه و دامنه تغییرات متغیرهای اقلیمی مورد استفاده در منطقه زاگرس مرکزی

ردیف	نام	فرمول یا توصیف	دامنه تغییرات	ردیف	نام	فرمول یا توصیف	دامنه تغییرات
۱	BIO1	میانگین دمای سالانه	۲ تا ۲۱ درجه سانتی گراد	۱۰	BIO10	دمای متوسط گرم‌ترین سه ماهه متوالی	۱۵/۶ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد
۲	BIO2	میانگین تفاوت دمای حداکثر و حداقل ماهانه	۱۴ تا ۱۶/۴ درجه سانتی گراد	۱۱	BIO11	دمای متوسط سردترین سه ماهه متوالی	۱۱/۵- تا ۸ درجه سانتی‌گراد
۳	BIO3	(BIO2/BIO7) * (100)	۳۸/۸ تا ۴۱/۴	۱۲	BIO12	مجموع بارندگی سالانه	۲۵۵ تا ۵۶۰ میلی‌متر
۴	BIO4	انحراف معیار دمای سالانه(SD*100)	۸۱۶۴ تا ۸۸۴۵	۱۳	BIO13	مجموع بارندگی پربارش‌ترین ماه	۶۰ تا ۱۰۳ میلی‌متر
۵	BIO5	حداکثر دمای گرم‌ترین ماه	۲۴/۵ تا ۴۱/۷ درجه سانتی گراد	۱۴	BIO14	مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین ماه	۰ تا ۵ میلی‌متر
۶	BIO6	حداقل دمای سردترین ماه	۱۵- تا ۵/۷ درجه سانتی گراد	۱۵	BIO15	تغییرات فصلی بارندگی (ضریب تغییرات)	۷۹ تا ۱۰۵
۷	BIO7	دامنه سالانه دما (BIO5-BIO6)	۳۵ تا ۴۰ درجه سانتی گراد	۱۶	BIO16	مجموع بارندگی پربارش‌ترین سه ماهه متوالی	۱۶۵ تا ۲۶۶ میلی‌متر
۸	BIO8	دمای متوسط پربارش ترین سه ماهه متوالی	۸- تا ۷/۱ درجه سانتی گراد	۱۷	BIO17	مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین سه ماهه متوالی	۰ تا ۱۵ میلی‌متر
۹	BIO9	دمای متوسط کم‌بارش ترین سه ماهه متوالی	۸ تا ۳۱/۴ درجه سانتی گراد	۱۸	BIO18	مجموع بارندگی گرم‌ترین سه ماهه متوالی	۰ تا ۲۰ میلی‌متر
				۱۹	BIO19	مجموع بارندگی سردترین سه ماهه متوالی	۱۶۰ تا ۲۷۰ میلی‌متر

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

جدول ۳- ماتریس همبستگی متغیرهای محیطی مورد استفاده در مطالعات مدل سازی

	BIO1	BIO2	BIO3	BIO4	BIO5	BIO6	BIO7	BIO8	BIO9	BIO10	BIO11	BIO12	BIO13	BIO14	BIO15	BIO16	BIO17	BIO18	BIO19
BIO1	۱																		
BIO2	۰/۹۳	۱																	
BIO3	۰/۶	۰/۵	۱																
BIO4	۰/۱۶	۰/۰۱	۰/۴۱	۱															
BIO5	۰/۹۶	۰/۸۸	۰/۶	۰/۱۸	۱														
BIO6	۰/۹۷	۰/۹۳	۰/۵۳	۰/۰۸	۰/۹۸	۱													
BIO7	۰/۷۲	۰/۹۱	۰/۱۸	۰/۲۷	۰/۷۲	۰/۸۲	۱												
BIO8	۰/۹۷	۰/۷۷	۰/۶۱	۰/۱۷	۰/۹۱	۰/۷۸	۰/۷۳	۱											
BIO9	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۵۸	۰/۰۴	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۷۱	۰/۹۴	۱										
BIO10	۰/۹۳	۰/۹۲	۰/۶۲	۰/۲	۰/۹۵	۰/۹۹	۰/۷۱	۰/۹۷	۰/۹۶	۱									
BIO11	۰/۹۲	۰/۸۸	۰/۵۸	۰/۱۳	۰/۹۵	۰/۹۳	۰/۷۶	۰/۹۶	۰/۹۷	۰/۹۹	۱								
BIO12	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۳۹	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۳۲	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۱	۱							
BIO13	۰/۳۵	۰/۴۳	۰/۱۱	۰/۰	۰/۳۱	۰/۴۳	۰/۵۶	۰/۳۲	۰/۲۹	۰/۳۵	۰/۳۵	۰/۸۹	۱						
BIO14	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۱	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۱					
BIO15	۰/۸۱	۰/۷۱	۰/۵۶	۰/۲۳	۰/۷۸	۰/۸۷	۰/۶۱	۰/۷۶	۰/۸۵	۰/۷۷	۰/۸۹	۰/۱۲	۰/۴۴	۰/۰۲	۱				
BIO16	۰/۳۲	۰/۴	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۳۲	۰/۳۹	۰/۵۳	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۳۳	۰/۳۶	۰/۹۳	۰/۹۶	۰/۰۱	۰/۴۳	۱			
BIO17	۰/۷۷	۰/۷	۰/۶۵	۰/۰۴	۰/۷۲	۰/۷۶	۰/۵۲	۰/۷۹	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۲۸	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۷	۰/۰۳	۱		
BIO18	۰/۸	۰/۶۳	۰/۵۸	/۰۱۶	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۵۴	۰/۷۸	۰/۹۱	۰/۷۹	۰/۷۶	۰/۳	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۷۳	۰/۰۴	۰/۹۶	۱	
BIO19	۰/۴۷	۰/۵۱	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۵۱	۰/۵۶	۰/۶۳	۰/۴۵	۰/۴۲	۰/۴۹	۰/۵۲	۰/۸۶	۰/۹۵	۰/۰۲	۰/۵۷	۰/۹۷	۰/۱۵	۰/۱۷	۱

اجرای مدل مورد استفاده در این پژوهش، در محیط نرم‌افزار آماری-برنامه‌نویسی R انجام شد. برای این کار از تعداد زیادی مجموعه[1] برنامه‌های مختص این محیط استفاده شد و با استفاده از خط فرمان‌های اختصاصی، این مجموعه برنامه‌ها با یکدیگر متصل شدند تا در نهایت بتوانند مدل جنگل تصادفی را با داده‌های منطقه مورد مطالعه و برای گونه‌های *Bromus tomentellus* و *Agropyron trichophorum* اجرا کنند. از جمله اصلی‌ترین مجموعه برنامه‌های به کار رفته در این پژوهش می‌توان به مجموعه‌های dismo، raster، Rjava، maptools، sp، gbm و biomod2 اشاره کرد. البته در بخش‌های مختلف کار و بنا به نیاز، از مجموعه‌های دیگری نظیر Extract، Variogram، Correlate و ... هم استفاده شده است.

برای افزایش دقت و کارایی مدل‌های مورد استفاده، روش جنگل تصادفی ۱۰ بار اجرا شد که در هر بار اجرا۸۰ درصد از داده‌های حضور و شبه‌غیاب گونه‌ها برای تولید مدل و ۲۰ درصد برای ارزیابی آن

1. Package

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

به صورت تصادفی انتخاب می‌شدند و بنابراین مدل نهایی از جمع‌بندی این ده بار اجرا حاصل گردید. این مدل از ۵۰۰ درخت تصمیم‌گیری تشکیل شده بود که درخت میانگین آن دارای ۲۴ برگ نهایی بود. تشکیل با تشکیل ماتریس خطا[1]، ارزیابی مدل نهایی به انجام رسید (جدول۴).

جدول ۴- ماتریس تطابق نتایج حاصله از مدل‌های مورد استفاده

واقعیت زمینی / پیش بینی مدل	حضور گونه	عدم حضور گونه
حضور گونه	A	b
عدم حضور گونه	C	d

مقادیر a، b، c و d برای محاسبه شاخص آماری TSS[2] (رابطه ۱) برای تعیین مدل‌هایی که عملکرد بهتری در تهیه نقشه‌های مکان‌های مناسب اقلیمی برای گونه‌های موردمطالعه داشتند، مورد استفاده قرار گرفت. این شاخص محدودیت‌های شاخص‌هایی مانند AUC و KAPPA را ندارد و در عین حال به سادگی قابل محاسبه است (Tsoar et al., 2007).

رابطه ۱

$$TSS=\frac{(ad-bc)}{[(a+c)\times(b+d)]}$$

هرچقدر مقادیر TSS بالاتر باشند، عملکرد مدل بهتر بوده است.

در کنار این شاخص، شاخص‌های حساسیت[3] مدل و ویژه‌انگاری[4](رابطه ۲) آن نیز بررسی شد (Tsoar 2007).

رابطه ۲

$$\text{Specificity}=\frac{d}{d+c}\ ,\ \ \text{Sensitivity}=\frac{a}{a+b}$$

شاخص ویژه‌انگاری نشان‌دهنده قدرت مدل در تعیین و تشخیص مناطقی است که گونه در آن‌ها حضور نداشته است. در واقع این شاخص بیان می‌کند که به عنوان مثال آیا می‌توان از نتایج مدل برای محدود کردن منطقه جستجوی یک گونه کمیاب در حال انقراض استفاده کرد یا نه. به این مفهوم که اگر این شاخص بالا باشد، مدل با اطمینان بالایی نقاط عدم حضور گونه را تعیین کرده است و در مکان‌هایی که به عنوان غیاب معرفی نموده است، احتمال حضور گونه بسیار کم است. از سوی دیگر شاخص حساسیت نشان دهنده قدرت مدل در تعیین و تشخیص مناطقی است که گونه در آن‌ها دیده

1. Confusion matrix
2. True Skill Statistic
3. Sensitivity
4. Specificity

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

می‌شود. اگر هدف ما تعیین مکان‌هایی برای معرفی یا کشت یک گونه باشد، این شاخص مدل اهمیت زیادی پیدا می‌کند.

با توجه به تعاریف این شاخص‌ها و همچنین روابطی که به آن‌ها اشاره شد، شاخص TSS را می‌توان به شکل رابطه ۳ هم مورد محاسبه قرار داد:

رابطه ۳ $TSS= (Specificity+ Sensitivity) -1$

اگرچه در مطالعه حاضر هدف اصلی هیچ یک از انواع اهداف فوق نبود، اما به جهت ارزش آماری شاخص‌های ویژه‌انگاری و حساسیت، محاسبه آن‌ها در دستور کار قرار گرفت.

نتایج و بحث

پس از انجام آنالیز همبستگی پیرسون و حذف لایه‌های دارای همبستگی بالا، مشخص شد که لایه‌های میانگین روزانه دما (BIO2)، شاخص ایزوترمالیتی (BIO3)، تغییرات فصلی دما (BIO4)، دمای متوسط پربارش‌ترین فصل (BIO8)، مجموع بارندگی سالیانه (BIO12)، مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین ماه (BIO14)، تغییرات فصلی بارندگی (BIO15) و مجموع بارندگی گرم‌ترین فصل (BIO18) همبستگی بالایی با یکدیگر ندارند و می‌توان از آن‌ها برای ورود به مدل‌های نهایی استفاده نمود.میزان اهمیت متغیرهای اقلیمی برای هر گونه در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴- میزان اهمیت متغیرهای مختلف برای هر گونه در منطقه مورد مطالعه

	میزان اهمیت برای *B. tomentellus*	میزان اهمیت برای *A. trichophorum*
BIO15	0.06	0.06
BIO18	0.10	0.10
BIO8	0.26	0.26
BIO2	0.10	0.12
BIO4	0.09	0.11
BIO12	0.31	0.26
BIO3	0.06	0.11

همانطور که در این جدول مشاهده می‌شود، متغیرهای مجموع بارندگی سالانه (BIO12)،دمای متوسط پربارش‌ترین فصل (BIO8) و میانگین دامنه دمای روزانه (BIO2) برای هر دو گونه مورد مطالعه بیشترین اهمیت را داشته‌اند و مجموع این سه متغیر بیش از ۶۸ درصد تغییرات در مورد گونه *B. tomentellus* و ۶۴ درصد تغییرات در مورد گونه *A. trichophorum* را توجیه کرده است. این موضوع با توجه به شباهت و قرابت دو گونه مورد مطالعه منطقی به نظر می‌رسد. علاوه بر این، میزان صحت برآورد شده توسط شاخص TSS برای مدل به‌کار رفته برای گونه *B. tomentellus* برابر با ۰/۹۵

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

محاسبه شد و مقادیر حساسیت و ویژه‌انگاری به‌ترتیب برابر با ۰/۹۳ و ۰/۹۶ برآورد شدند. این مقادیر برای گونه *A. trichophorum* به‌ترتیب برابر با ۰/۹۲، ۰/۸۹ و ۰/۹۳ بودند. بنابراین مدل جنگل تصادفی توانایی بالایی در تعیین مناطق مناسب اقلیمی برای این دو گونه داشته است.

استفاده از مدل جنگل تصادفی نشان داد که در منطقه مورد مطالعه، متغیرهای مشابهی برای هر دو گونه از اهمیت حیاتی برخوردارند. این موضوع می‌تواند به‌دلیل شباهت دو گونه و نزدیکی رده‌بندی آن‌ها باشد. البته دامنه تناسب هر یک از این متغیرها برای هر کدام از دو گونه مورد مطالعه تفاوت دارد و این مساله نشانمی‌دهد که علی‌رغم شباهت این دو گونه، آشیان اکولوژیک آن‌ها تا حدود زیادی از یکدیگر جدا شده است و تنها در برخی مناطق (که هر دو گونه با هم حضور دارند) همپوشانی دارد (جدول ۵).

جدول ۵- محدوده مناسب اقلیمی برای گونه ها در منطقه مورد مطالعه

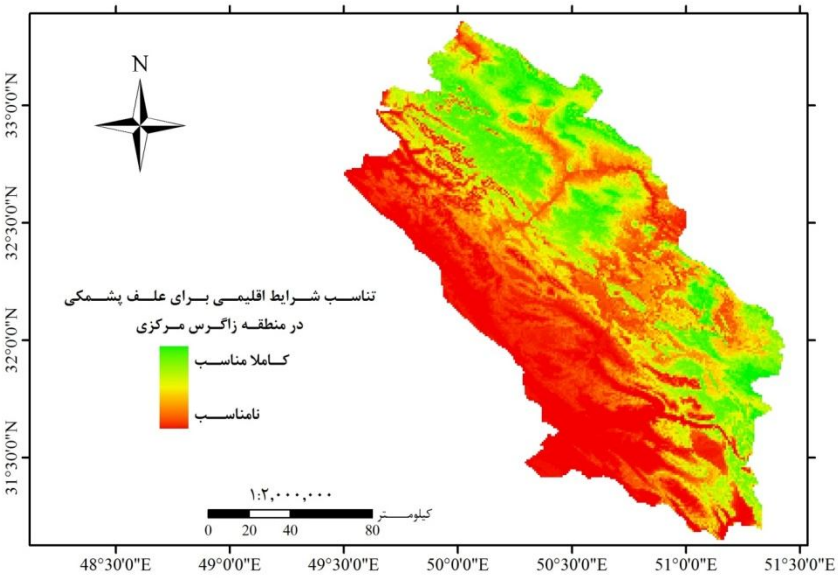
متغیر محیطی	محدوده تناسب مقادیر متغیرهای اصلی برای گونه *A. trichophorum*	محدوده تناسب مقادیر متغیرهای اصلی برای گونه *B. tomentellus*
بارندگی سالیانه (BIO12)	۴۰۰ تا ۴۹۰ میلی‌متر	۳۱۵ تا ۴۲۵ میلیمتر
میانگین دامنه روزانه دما (BIO2)	۱۴/۵ تا ۱۵/۳ درجه سلسیوس	۱۵/۱ تا ۱۶ درجه سلسیوس
دمای متوسط پربارش‌ترین فصل (BIO8)	۷/۵- تا ۰/۵ درجه سلسیوس	۵/۵- تا ۰ درجه سلسیوس

همچنین برای دستیابی به یک نگرش جغرافیایی از مناطقی که دارای شرایط اقلیمی مناسب برای گونه‌های مورد مطالعه هستند، نقشه تناسب اقلیمی مناطق رویشگاهی برای هر یک از آن‌ها تهیه شد (شکل ۳ و ۴).

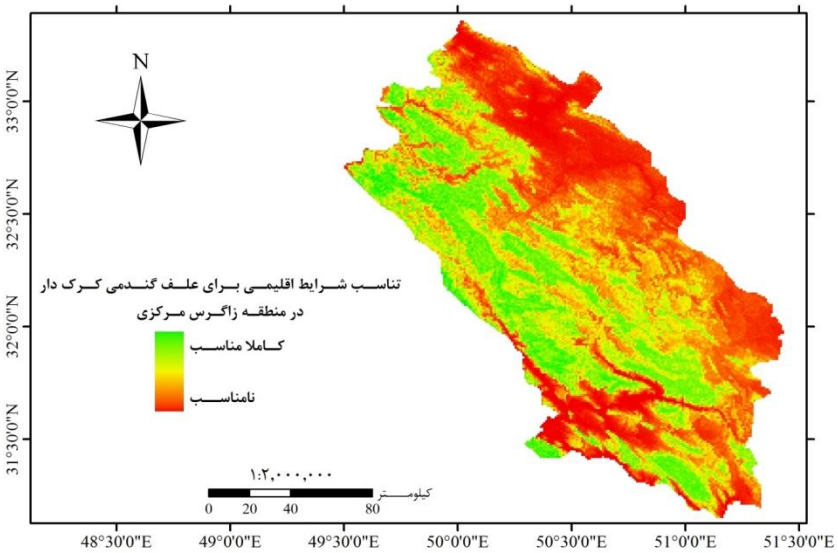
همانطور که در این دو شکل مشخص است، گونه *B. tomentellus* بیشتر مناطق شرقی و گونه *A. trichophorum* بیشتر مناطق غربی منطقه مورد مطالعه (به ترتیب مناطق دشتی و کوهستانی) را ترجیح داده‌اند که این مطلب در مطالعات قبلی هم مورد تاکید قرار گرفته است. دیانتی (۲۰۰۸) در مطالعه خصوصیات اکولوژیکی گونه *A. trichophorum* به این نتیجه رسید که این گونه رویشگاه‌های کوهستانی و فلات های مرتفع را بیشتر از دشت های مسطح و کم ارتفاع ترجیح می دهد (Dianati Tilaki. 2008). علی خواه اصل و همکاران (۱۳۸۸) هم ضمن مطالعه خوشخوراکی سه گونه مرتعی مهم، تاکید کردند که *B. tomentellus* مناطق دشتی را برای زیستن انتخاب می کند. افتخاری (۱۳۸۵) هم در طرح بررسی آت‌اکولوژی گونه *B. tomentellus* در استان اصفهان نشان داد که این گونه در مناطق دشتی تراکم بیشتری دارد و جمعیت یکدست‌تری ایجاد می‌کند. بنابراین می‌توان گفت که با توجه به رابطه ارتفاع با بارش و دما، مناطق دشتی که دارای دمای بیشتر و بارندگی کمتری نسبت به

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

مناطق کوهستانی مرتفع هستند برای حضور و رویش گونه *B. tomentellus* دارای تناسب هستند که این موضوع در نتایج این مطالعه هم مورد تأکید قرار گرفته است.



شکل ۳- نقشه تناسب اقلیمی مناطق رویشگاهی برای گونه *B. tomentellus*.



شکل ۴- نقشه تناسب اقلیمی مناطق رویشگاهی برای گونه *A. trichophorum*.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که گونه *A. trichophorum* نیاز دمایی کمتر و نیاز بارندگی بیشتری از گونه *B. tomentellus* دارد و این موضوع با نتایج مطالعات قبلی که رویشگاه های کوهستانی و فلات های مرتفع را به عنوان مناطق مناسب این گونه معرفی کرده اند، همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

دو گونه در محدوده خاصی از شرایط اقلیمی همپوشانی دارند. این همپوشانی آشیان اکولوژیک در پراکنش جغرافیایی آن ها نیز نمود پیدا کرده و در برخی مناطق هر دو گونه را به صورت همزمان می‌توان دید. در مورد فاکتور مجموع بارندگی سالیانه (BIO12) محدوده ۴۰۰ تا ۴۲۵ میلی‌متر برای هر دو گونه تناسب دارد. در شاخص اقلیمی دمای متوسط پربارش‌ترین فصل (BIO8)، هر دو گونه توان زیستن در دمای بین -۵/۵ تا ۰ درجه سانتی‌گراد در پربارش ترین فصل سال را دارند و میانگین دامنه روزانه دما (BIO2) بین ۱۵/۱ تا ۱۵/۳ درجه سلسیوس برای هر دو گونه قابل تحمل است. بنابراین در بسیاری از مناطق ممکن است که این دو گونه همراه با هم دیده شوند که البته در بازدیدهای میدانی پس از انجام مدل‌سازی همین مساله هم مشاهده شد. اگرچه در برخی مناطق که از نظر اقلیمی شرایط برای هر دو گونه مهیا بود، تنها یکی از گونه‌ها مشاهده شد. این امر می‌تواند نتیجه وقوع رقابت بین دو گونه باشد که منجر به حذف یکی از آن‌ها (با توجه به میزان تناسب نسبی شرایط محیطی برای هر یک از دوگونه در هر محل) شده است. همچنین اثر روابط متقابل با سایر موجودات زنده در اکوسیستم (که مهم‌ترین نوع این روابط چرا است) را نباید ندیده گرفت. در برخی دیگر از مناطق مناسب برای هر دو گونه، هیچ یک از گونه‌ها مشاهده نشدند که احتمالاً به‌دلیل فشار بیش از حد چرای دام از فلور محلی حذف شده‌اند.

همچنین باید تاکید شود که با توجه به ماهیت مدل مورد استفاده در این پژوهش که از نوع وابسته[1] بوده و برای به دست آوردن بهترین پیش‌بینی از مکان‌های حضور گونه به کار رفته است؛ عواملی که به عنوان عوامل مهم در بررسی پراکنش جغرافیایی گونه‌ها معرفی می‌شوند الزاماً با حضور گونه رابطه علت و معلولی ندارند و عواملی هستند که میزان دقت پیش‌بینی را بالا می‌برند.

نتایج این پژوهش نشان دهنده و تبیین کننده نیازهای اقلیمی گونه‌های مورد مطالعه هستند. گونه‌هایی که از جمله گونه‌های با ارزش اقتصادی و زیستی بالا هستند و نتایج این مطالعه می‌تواند به حفاظت آن‌ها در زیست‌بوم ارزشمند و در عین حال شکننده‌شان کمک کند. با استفاده از نتایج این مطالعه می‌توان مکان‌هایی که اقدامات حفاظتی این گونه‌ها باید در اولویت قرار بگیرد را تعیین کرد و

1. Correlative

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

یا حتی برای کشت و معرفی مجدد این گونه‌ها در زاگرس مرکزی، مکان‌های مناسبی را از لحاظ شرایط مناسب اقلیمی پیشنهاد داد.

منابع

افتخاری،م. ۱۳۸۵. بررسی آت اکولوژی *Bromus tomentellus* در استان اصفهان. طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ۹۱ صفحه.

امیری، ف.، خواجه الدین، س.ج.، مختاری، ک. ۱۳۸۶. تعیین عوامل محیطی موثر بر استقرار گونه *Bromus tomentellus* با استفاده از روش رسته بندی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۴: ۳۵۶-۳۴۷.

سنگونی، ح.، کریمزاده، ح.، وهابی، م.، ترکش، م. ۱۳۹۱. تعیین رویشگاه بالقوه گون سفید (*Astragalus gossypinus Fischer*) در منطقهٔ غرب اصفهان با تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک. مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی،۲: ۱۴-۱.

صفائی، م.، ترکش، م. ۱۳۹۲. حفاظت رویشگاه گیاه دارویی *Ferula ovina* L. با استفاده از روش مدل‌سازی رویشگاه پتانسیل (مدل پیشنهادی: تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک). حفاظت زیست بوم گیاهان، ۱: ۱۰۵-۱۲۲.

علی اکبری، م.، وهابی، م.ر.، جعفری، ر. ۱۳۹۱. تعیین عوامل اکولوژیک موثر در رویشگاه‌های علف گندمی کرک دار با استفاده از آنالیز چند متغیره و GIS در منطقه غرب اصفهان. فصلنامه گیاه و زیست بوم، ۱۴:۳۱-۳.

علیخواه اصل، م.، آذرنیوند، ح.، ارزانی، ح.، جعفری، م.، زارع چاهوکی، م. ع. ۱۳۸۸. رابطه خوشخوراکی با نسبت وزنی برگ و ساقه در مراحل مختلف فنولوژی سه گونه مهم مرتعی. مرتع، ۲: ۲۴۶-۲۵۸.

قهرمان، ا. ۱۳۸۵. گیاهشناسی پایه،جلد سوم. انتشارات دانشگاه تهران، ۷۸۲ صفحه.

کردوانی، پ.، ۱۳۸۳، مراتع، مسائل و راه حلهای آن، انتشارات دانشگاه تهران.

مصداقی، م.، ۱۳۸۲. مرتعداری در ایران. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).

مظفریان، و. ۱۳۷۷. فرهنگ نام های گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر، تهران.

مقیمی، ج. ۱۳۸۴. معرفی برخی گونه های مهم مرتعی برای توسعه و اصلاح مراتع ایران. انتشارات دفتر فنی مرتع سازمان جنگل ها، مراتع و آبخیزداری،تهران.

نجفی، م.، وهابی، م.، ترکش، م. ۱۳۹۴. کاربرد روش مدل سازی رویشگاه پتانسیل در حفاظت رویشگاه لاله واژگون (*Fritillaria imperialis* L.). حفاظت زیستبوم گیاهان،۷۱۱۳-۱۲۸.

Armaki, M.A., Hashemi, M., Azarnivand, H. 2013. Physiological and Morphological Responses of Three Bromus Species to Drought Stress at Seedling Stage and Grown under Germinator and Greenhouse Conditions. . African Journal of Plant Science, 7: 155-61.

Braunisch, V., Coppes, J., Arlettaz, R., Suchant, R., Schmid, H., Bollmann, K. 2013. Selecting from correlated climate variables: a major source of uncertainty for predicting species distributions under climate change. Ecography, 36(9): 971-983.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

Breiman, L. 2001. Random forests. Machine learning 45(1): 5-32.
Chen, C., Hill, J.K., Ohlemüller, R., Roy, D.B., Thomas, C.D. 2011. Rapid Range Shifts of Species Associated with High Levels of Climate Warming. Science, 333 (6045): 1024-1026
Daniel, G.O., Loren, S.J., Kevin, B.J.2003. Entermediate Wheatgrass (Thinopyrum intermedium(Host) Barkworth & Dewey, D.R.), in Plant Guide.,United States Department of Agriculture: USA.
Daubenmire, R.F. 1948. Plants and environment: a textbook of plant autecology. The quarterly review of biology. The University of Chicago Press.
Dianati Tilaki, G. 2008. Some Ecological Characteristics of Agropyron trichophorum in Summer Rangelands In the Nourth of Iran, in International Conference on Environment: Survival and Sustainability. Near East University, Nicosia- Northern Cyprus.
De Clercq, E., Leta, S., Estrada-Peña, A., Madder, M., Adehan, S., Vanwambeke, S. 2015. Species distribution modelling for Rhipicephalus microplus (Acari: Ixodidae) in Benin, West Africa: Comparing datasets and modelling algorithms. Preventive veterinary medicine, 118(1): 8-21.
Elith, J., Franklin, J. 2013. Species Distribution Modeling, in Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition), S.A. Levin, Editor. Academic Press: Waltham. p. 692-705.
Field, R., Hawkins, B.A., Cornell, H.V., Currie, D.J., Diniz-Filho, J.A.F., Guégan, J.F., Kaufman, D.M., Kerr, J.T., Mittelbach, G.G., Oberdorff, T. 2009. Spatial species-richness gradients across scales: a meta-analysis. Journal of Biogeography, 36(1): 132-147.
Fitter, A.H., Peat, H.J. 1994. The Ecological Flora Database. Ecology, 82: 415-425.
Franklin J. 2010. Mapping species distributions: spatial inference and prediction. Cambridge University Press.
Guisan, A., Zimmermann, N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. Ecological Modelling, 135(2): 147-186.
Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 25(15): 1965-1978.
Iverson, L., Prasad, A., Matthews, S., Peters, M., Hoover, C. 2009. Potential changes in habitat suitability under climate change: Lessons learned from 15 years of species modelling. in Proceedings of the XIII World Forestry Congress, United Nations Food and Agriculture Organization, Buenos Aires, Argentina.
Iverson, L.R., McKenzie, D. 2013. Tree-species range shifts in a changing climate: detecting, modeling, assisting. Landscape ecology, 28(5): 879-889.
Jarvie, J.K. 1992. Taxonomy of Elytrigia, Gramineae: Triticeae. Nordic Journal of Botany, 12(2): 155-169.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

Milanesi, P., Holderegger, R., Caniglia, R., Fabbri, E., Randi, E. 2016. Different habitat suitability models yield different least-cost path distances for landscape genetic analysis. Basic and Applied Ecology, 17(1): 61-71.

Mirlohi, A., Sabzalian, M.R., Sharifnabi, B.,Nekoui, M.K. 2006.Wide spread Occurrence of Neotyphodium-Like Endophyte in Populations of Bromus Tomentellus Boiss. In Iran. FEMS microbiology letters, 256 126-131.

Rechinger, K.H. 1963-1998. *Flora iranica.*, Germany: Akademische Druck.

Segurado, P., Araujo, M.B. 2004. An evaluation of methods for modelling species distributions. Journal of Biogeography, 31(10): 1555-1568.

Smoliak, S., Ditterline, R.L., Scheetz, J.D., Holzworth, L.K., Sims, J.R., Wiesner, L.E., Baldridge, D.E., Tibke, G.L. 2003. Montana interagency plantmaterials handbook for forage production, conservation, reclamation, and wildlife., MontanaState University: MontanaState University.

Tarkesh Esfahani, M. 2008. Predictive Vegetation Modelling: Comparison of Methods, Effect of Sampling Design and Application on Different Scales. Universität Jena.

Tsoar, A., Allouche, O., Steinitz, O., Rotem, D., Kadmon, R. 2007. A comparative evaluation of presence-only methods for modelling speciesdistribution. Diversity and Distributions, 13(4): 397-405.

UNDP GEF, 2005. Conservation of Biodiversity in the Central Zagros Landscape Conservation Zone. Central Zagros, Iran.

Von Humboldt, A., Bonpland, A. 1807. *Essai sur la Géographie desPlantes*. Paris: Schoelle.

Willdenow, K.L. 1792. Grundriss der Kräuterkunde. Berlin.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-01-29]