



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "حافظت زیست بوم گیاهان"

دوره پنجم، شماره دهم، بهار و تابستان ۹۶

<http://pec.gonbad.ac.ir>

تعیین خصوصیات اقلیمی زیست بوم و پراکنش جغرافیایی دو گونه مرتعی با استفاده از روش مدل سازی جنگل تصادفی در منطقه زاگرس مرکزی

حامد سنگونی^{۱*}، محمدرضا وهابی^۲، مصطفی ترکش^۳، حمیدرضا عشقی زاده^۴، سعید سلطانی^۵

^۱ مدرس مدعو، گروه مرتע و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه.

^۲ دانش آموخته 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 می کند؛ بنابراین باید جهت بررسی و مطالعه گیاهان مرتعی، دامنه تحمل و بردباری هر گونه نسبت به این عوامل مشخص شود. در این مطالعه خصوصیات و نیازهای اقلیمی دو گونه از گندمیان مهم با ویژگی های علوفه ای و حفاظتی به نام-های *Bromus tomentellus* Boiss. و *Agropyron trichophorum* Richt. 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 مجموعه بارندگی سالانه (BIO12)، دمای متوسط پربراش ترین فصل (BIO8) و میانگین دامنه دمای روزانه (BIO2) برای هر دو گونه مورد مطالعه بیشترین اهمیت را داشته اند و مجموع این سه متغیر بیش از ۶۸ درصد تغییرات در مورد گونه *A. trichophorum* و *B. tomentellus* 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 Specificity نیز به ترتیب برابر با ۰/۹۳ و ۰/۹۶ برآورد شدند. این مقادیر TSS، Sensitivity و Specificity برای گونه *A. trichophorum* به ترتیب برابر با ۰/۹۰ و ۰/۸۹ بودند. نتایج این پژوهش، بیان کننده نیازهای اقلیمی گونه های مورد مطالعه هستند. با استفاده از نتایج این مطالعه می توان مکان هایی که اقدامات حفاظتی این گونه ها باید در اولویت قرار بگیرد را تعیین کرد و یا حتی برای معرفی مجدد این گونه ها در زاگرس مرکزی، مکان های مناسب از لحاظ ویژگی های اقلیمی را پیشنهاد داد.

واژه های کلیدی: *Biomod*, *A. trichophorum*, *B. tomentellus*, جنگل تصادفی، زیست بوم اقلیمی،

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

مقدمه

موجودات زنده در تمامی ابعاد وجودی خود تحت تاثیر عوامل محیطی هستند (Daubenmire, 1948). عوامل اقلیمی، خاک و فیزیوگرافی مهم‌ترین عوامل محیطی هستند که بر رشد و حیات یک گیاه مؤثرند. در این بین، مهم‌ترین عاملی که بر حضور و نحوه زندگی گیاهان در مقیاس بزرگ تأثیر می‌گذارد، اقلیم است (کردوانی، ۱۳۸۳). مطالعات زیادی در زمینه ارتباط بین خصوصیات اقلیمی یک منطقه با خصوصیات جوامع گیاهی مستقر در آن انجام شده است. تحقیقات ویلدنو (Willdenow, 1792) و هامبولت و بون پلاند (Von Humboldt & Bonpland, 1807) اولین بررسی‌هایی بودند که برای اولین بار از فسیلهای بجا مانده از گیاهان استفاده کردند تا نشان دهنده اقلیم و پوشش گیاهی طی سالیان متعدد همراه با یکدیگر تغییر کرده‌اند. نوع آب و هوا، وضع گیاهان و اجتماعات گیاهی مناطق مختلف را تا حد زیادی مشخص می‌کند؛ بنابراین باید جهت بررسی و مطالعه گیاهان مرتعی، دامنه تحمل و بردباری هرگونه نسبت به این عوامل مشخص شود (Daubenmire, 1948). داشتن موجود درباره پراکنش مکانی گونه‌های زیستی بسیار محدود است و شکاف‌های بزرگی در این دانش به خصوص در مناطق معتدل و محیط‌های خشک دیده می‌شود. کمی کردن این نوع روابط گونه-محیط به عنوان هسته اصلی مدل‌سازی اکولوژیک از اهمیت زیادی برخوردار است. با گسترش تکنیک‌های قدرتمند آماری و ابزارهای GIS، مدل‌های پیش‌بینی پراکنش گونه به سرعت در اکولوژی توسعه پیدا کردند (Guisan & Zimmermann, 2000). مدل‌های پراکنش گونه به صورت بالقوه می‌توانند ابزار بسیار قدرتمندی برای پر کردن شکاف‌های دانش در مورد پراکنش گونه‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک باشند (Segurado & Araujo, 2004). مدل‌سازی آشیان اکولوژیک^۱ (ENM) به طور عام و مدل‌سازی اقلیمی رویشگاه^۲ (CE) به طور خاص برای بررسی این موضوع به طور فزاینده‌ای به کار رفته‌اند. این روش‌ها عموماً از داده‌های حضور گونه و شرایط محیطی متناظر با منطقه مورد مطالعه 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

دارویی *Ferula ovina* L. پرداختند. دی کلرک و همکاران (De Clercq et al., 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^۱ 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 گونه‌ها 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 آمارهای 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 گونه‌هایی که 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 برداشی اقلیمی و پیش‌بینی مکان‌های مناسب برای رشد دو گونه مرتتعی علوفه‌ای در منطقه زاگرس مرکزی استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه و گونه‌های مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در این پژوهش زاگرس مرکزی نام دارد که با مساحت ۲۶۵۹ 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 مرتع آن برای چرای دام‌های 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

گونه مرتعی علف‌گندمی کرک‌دار (*Agropyron trichophorum*) از خانواده 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 مرتع نیمه‌استپی ایران است (مصدقی، 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، شب و حدائق مطلق درجه حرارت (علی اکبری و همکاران، ۱۳۹۱) (شکل ۱).

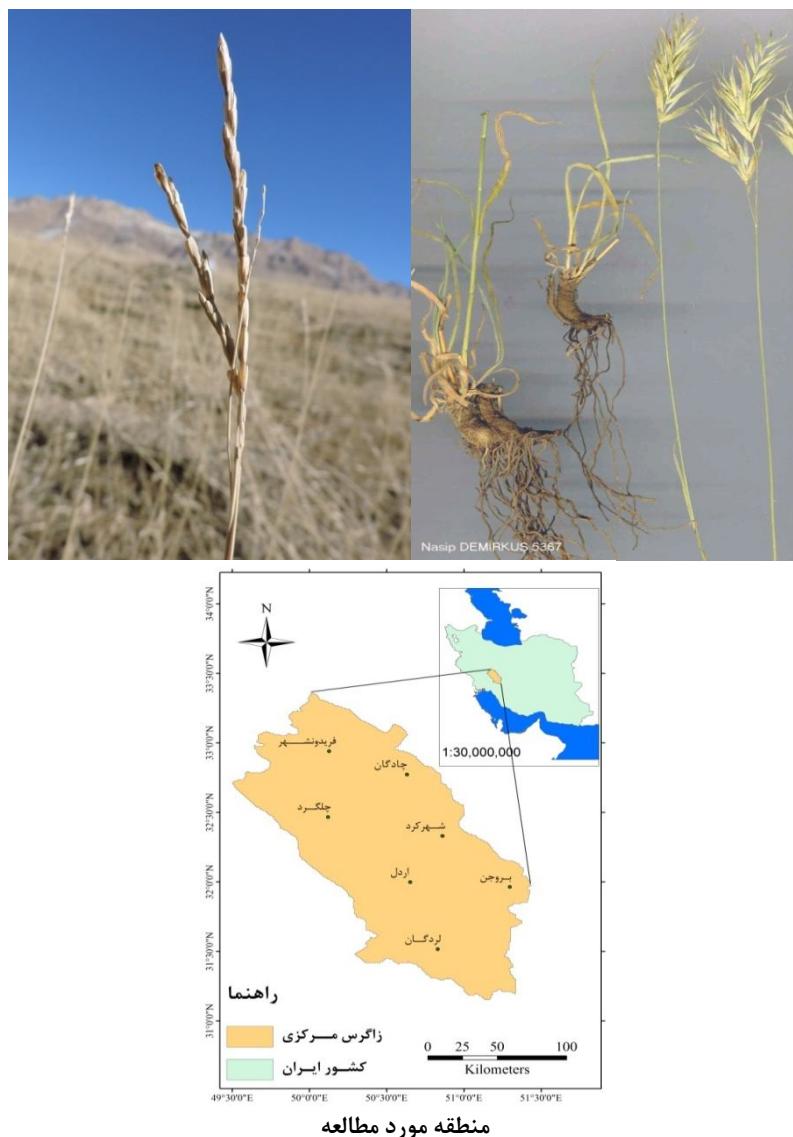
علف پشمکی با نام علمی *Bromus tomentellus* از خانواده گندمیان (Gramineae)، زیر خانواده Bromeae و قبیله Bromeae است (Jarvie, 1992؛ مقیمی، ۱۳۸۴). این گونه در اراضی صخره سنگی به راحتی استقرار یافته و ریشه آن بدون هیچ محدودیت فعالیت می‌نماید (Fitter & Peat, 1994) و امیری و همکاران، ۱۳۸۶). گیاهی چند ساله 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 متر عنوان 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 و در حفاظت 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^۱

الگوریتم جنگل تصادفی یکی از روش‌های کلاسیفیکردن 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)

بهره‌گیری از روش تجمعیع با جایگزینی^۱ که در اصطلاح به آن Bagging نیز گفته می‌شود، تعداد بسیار زیادی درخت غیرهمبسته تولید کرده و میانگین آن‌ها را محاسبه می‌کند (Breiman, 2001).



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

1. Bootstrap aggregation

در واقع با زیرمجموعه‌هایی از داده‌های در دسترس، درخت‌های رگرسیونی بسیار زیادی توسعه یافته و علاوه بر آن هر زیرمجموعه یا مقسم 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^۱ 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 نگهداشت 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

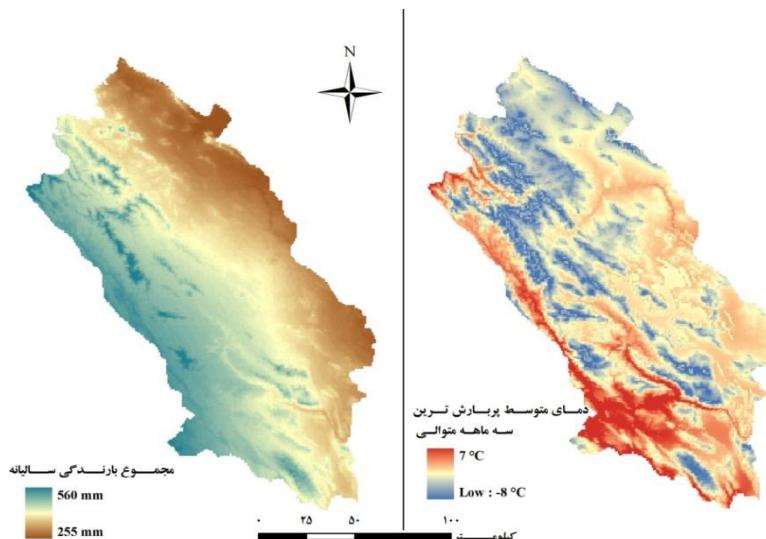
متغیرهای اقلیمی که برای تعیین آشیان اکولوژیک گونه‌های مورد مطالعه به کار رفته شامل ۱۹ متغیر زیست-اقلیمی^۲ هستند که بر مبنای داده‌های ماهانه دما و بارش، توسط هیجمانز و همکاران (Hijmans et al., 2005) معرفی شده‌اند. این متغیرها در بسیاری از مقالات و مطالعات مربوط به تاثیر Chen et al., 2011; Iverson & McKenzie (2009) و لایه‌های اطلاعاتی آنها در سایتها معتبر تهیه شده است. در این پژوهش نیز از پایگاه اطلاعاتی بین‌المللی اقلیم جهان^۳ برای تهیه این لایه‌ها استفاده شد و لایه‌های اقلیمی ۱۹ گانه 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

جدول ۱- توصیف اقلیمی متغیرهای مورد استفاده در مدل سازی

نامه متغیر	توصیف اقلیمی	نامه متغیر	توصیف اقلیمی
BIO11	دماه متوسط سردترین سه ماهه متوالی	BIO1	میانگین دماه سالیانه
BIO12	مجموع بارندگی سالانه	BIO2	میانگین دامنه دمای روزانه
BIO13	مجموع بارندگی پرپارش ترین ماه	BIO3	شاخص ایزوترمالیتی
BIO14	مجموع بارندگی کمپاراش ترین ماه	BIO4	تفییرات فصلی دما
BIO15	تفییرات فصلی بارندگی	BIO5	حداکثر دمای گرم ترین ماه
BIO16	مجموع بارندگی پرپارش ترین سه ماهه متوالی	BIO6	حداقل دمای سردترین ماه
BIO17	مجموع بارندگی کمپاراش ترین سه ماهه متوالی	BIO7	دامنه سالانه دما
BIO18	مجموع بارندگی گرم ترین سه ماهه متوالی	BIO8	دماه متوسط پرپارش ترین سه ماهه متوالی
BIO19	مجموع بارندگی سردترین سه ماهه متوالی	BIO9	دماه متوسط کمپاراش ترین سه ماهه متوالی
		BIO10	دماه متوسط گرم ترین سه ماهه متوالی

برای ارائه نمایشی از لایه‌های اقلیمی مورد استفاده در این پژوهش، دو متغیر مجموع بارندگی سالانه و دماه متوسط پرپارش ترین سه ماهه متوالی به عنوان نمونه در شکل ۲ نمایش داده شده‌اند.



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

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

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	1																		
BIO2	.۹۳	1																	
BIO3	.۶	.۰۵	1																
BIO4	.۱۶	.۰۱	.۰۴۱	1															
BIO5	.۰۹	.۰۸	.۰۶	.۰۱۸	1														
BIO6	.۰۷	.۰۹۳	.۰۵۳	.۰۰۸	.۰۹۸	1													
BIO7	.۰۷	.۰۹۱	.۰۱۸	.۰۰۷	.۰۷۷	.۰۰۷	1												
BIO8	.۰۷	.۰۷	.۰۶۱	.۰۰۷	.۰۹۱	.۰۰۷	.۰۰۷	1											
BIO9	.۰۷	.۰۷	.۰۲۸	.۰۰۴	.۰۹۳	.۰۰۵	.۰۰۷	.۰۰۷	1										
BIO10	.۰۳	.۰۹۲	.۰۶۲	.۰۰۲	.۰۹۵	.۰۰۹	.۰۰۷	.۰۰۷	.۰۰۷	1									
BIO11	.۰۲	.۰۸	.۰۵۸	.۰۰۳	.۰۹۵	.۰۰۳	.۰۰۷	.۰۰۷	.۰۰۷	.۰۰۷	1								
BIO12	.۰۱۲	.۰۱۱	.۰۰۹	.۰۰۲	.۰۱	.۰۰۶	.۰۰۲	.۰۰۵	.۰۰۴	.۰۰۴	.۰۰۲	1							
BIO13	.۰۰۵	.۰۹۳	.۰۱۱	.۰۰۱	.۰۰۱	.۰۰۴	.۰۰۶	.۰۰۲	.۰۰۴	.۰۰۲	.۰۰۵	.۰۰۹	1						
BIO14	.۰۱۲	.۰۰۷	.۰۰۴	.۰۰۱	.۰۰۲	.۰۰۴	.۰۰۱	.۰۰۳	.۰۰۲	.۰۰۲	.۰۰۳	.۰۰۲	.۰۰۲	1					
BIO15	.۰۰۱	.۰۰۱	.۰۰۶	.۰۰۲	.۰۰۸	.۰۰۷	.۰۰۱	.۰۰۶	.۰۰۵	.۰۰۵	.۰۰۷	.۰۰۹	.۰۰۲	.۰۰۴	.۰۰۲	1			
BIO16	.۰۰۲	.۰۰۴	.۰۰۴	.۰۰۱	.۰۰۹	.۰۰۲	.۰۰۹	.۰۰۳	.۰۰۷	.۰۰۲	.۰۰۳	.۰۰۴	.۰۰۳	.۰۰۶	.۰۰۱	.۰۰۳	1		
BIO17	.۰۰۷	.۰۰۷	.۰۰۵	.۰۰۴	.۰۰۷	.۰۰۶	.۰۰۲	.۰۰۹	.۰۰۸	.۰۰۷	.۰۰۸	.۰۰۸	.۰۰۲	.۰۰۶	.۰۰۲	.۰۰۷	.۰۰۳	1	
BIO18	.۰۰۸	.۰۰۴	.۰۰۸	.۰۰۶	.۰۰۸	.۰۰۸	.۰۰۴	.۰۰۸	.۰۰۶	.۰۰۷	.۰۰۸	.۰۰۷	.۰۰۷	.۰۰۱	.۰۰۳	.۰۰۴	.۰۰۴	1	
BIO19	.۰۰۷	.۰۰۱	.۰۰۳	.۰۰۶	.۰۰۱	.۰۰۶	.۰۰۳	.۰۰۵	.۰۰۵	.۰۰۴	.۰۰۴	.۰۰۲	.۰۰۴	.۰۰۵	.۰۰۲	.۰۰۷	.۰۰۷	.۰۰۷	

اجرای مدل مورد استفاده در این پژوهش، در محیط نرمافزار آماری- برنامه‌نویسی R انجام شد. برای این کار از تعداد زیادی مجموعه^۱ 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 *Agropyron* و *Bromus tomentellus* و *trichophorum* اجرا کنند. از جمله اصلی‌ترین مجموعه برنامه‌های به کار رفته در این پژوهش می‌توان به مجموعه‌های dismo، rJava، raster، gbm و maptools و sp اشاره کرد. البته در بخش‌های مختلف کار و بنا به نیاز، از مجموعه‌های دیگری نظیر Extract، Correlate، Variogram و ... هم استفاده شده است.

برای افزایش دقت و کارایی مدل‌های مورد استفاده، روش جنگل تصادفی ۱۰ بار اجرا شد که در هر بار اجرا ۸۰ درصد از داده‌های حضور و شبیه‌غیاب گونه‌ها برای تولید مدل و ۲۰ درصد برای ارزیابی آن

1. Package

به صورت تصادفی انتخاب می‌شند 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^۱، ارزیابی مدل نهایی به انجام رسید (جدول ۴).

جدول ۴- ماتریس تطابق نتایج حاصله از مدل‌های مورد استفاده

		واقعیت زمینی	
		حضور گونه	پیش‌بینی مدل
عدم حضور گونه	حضور گونه		حضور گونه
	b	A	عدم حضور گونه
d	C		

مقادیر a, b, c و d برای محاسبه شاخص آماری ^۲TSS (رابطه ۱) برای تعیین مدل‌هایی که عملکرد بهتری در تهیه نقشه‌های مکان‌های مناسب اقلیمی برای گونه‌های موردمطالعه داشتهند، 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).

$$TSS = \frac{(ad - bc)}{[(a+c) \times (b+d)]} \quad \text{رابطه ۱}$$

هرچقدر مقادیر TSS بالاتر باشند، عملکرد مدل بهتر بوده است. در کنار این شاخص، شاخص‌های حساسیت^۳ مدل و ویژه‌انگاری^۴ (رابطه ۲) آن نیز بررسی شد (Tsoar 2007).

$$\text{Specificity} = \frac{d}{d+c}, \quad \text{Sensitivity} = \frac{a}{a+b} \quad \text{رابطه ۲}$$

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 انحراف 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

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:

$$\text{رابطه } 3 = (\text{Specificity} + \text{Sensitivity}) - 1$$

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 پربارش ترین فصل (BIO8)، مجموع بارندگی سالیانه (BIO12)، مجموع بارندگی کم‌بارش ترین 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

	<i>B. tomentellus</i>	<i>A. trichophorum</i>
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 پربارش ترین 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 *A. trichophorum* و ۶۴ درصد تغییرات در مورد گونه *B. tomentellus* را توجیه کرده است. این موضوع با توجه به شباهت و قربت دو گونه مورد مطالعه منطقی به نظر می‌رسد. علاوه بر این، میزان صحت برآورد شده توسط شاخص TSS برای مدل به کار رفته برای گونه *B. tomentellus* برابر با ۰/۹۵

محاسبه شد و مقادیر حساسیت و ویژه‌انگاری به ترتیب برابر با $0/۹۳$ و $0/۹۶$ برآورد شدند. این مقادیر برای گونه *A. trichophorum* به ترتیب برابر با $0/۸۹$ و $0/۹۲$ 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 به دلیل 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 نشانی‌دهد 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).

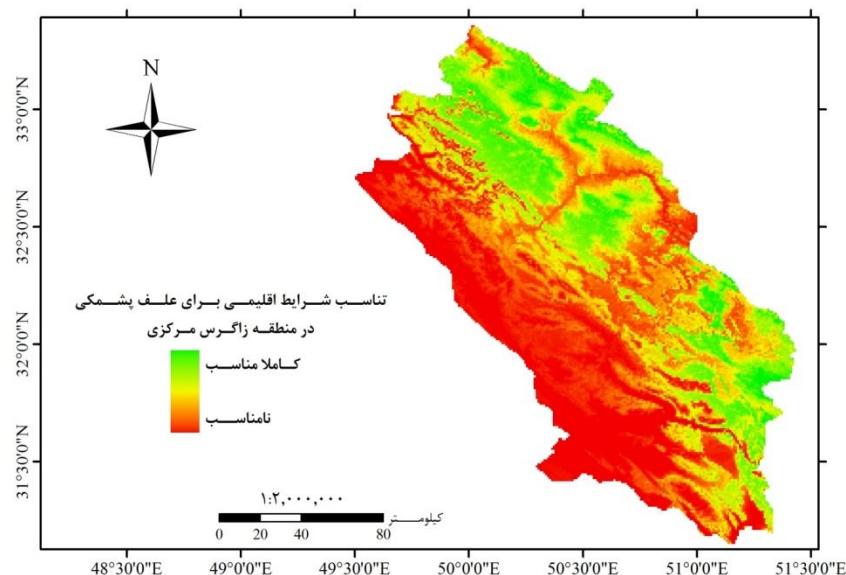
جدول ۵- محدوده مناسب اقلیمی برای گونه‌ها در منطقه مورد مطالعه

متغیر محیطی	بارندگی سالیانه (BIO12)	میانگین دامنه روزانه دما (BIO2)	دماه متوسط پریارش ترین فصل (BIO8)
اصلی برای گونه <i>A. trichophorum</i>	اصلی برای گونه <i>B. tomentellus</i>	درجه سلسیوس	درجه سلسیوس
٤٠٠ تا ٤٩٠ میلی‌متر	٣١٥ تا ٤٢٥ میلی‌متر	١٤/٥ تا ١٥/٣	٧/٥ تا ٥/٥ درجه سلسیوس
محدوده تناسب مقادیر متغیرهای اصلی برای گونه <i>A. trichophorum</i>	محدوده تناسب مقادیر متغیرهای اصلی برای گونه <i>B. tomentellus</i>	میانگین دامنه روزانه دما (BIO2)	دماه متوسط پریارش ترین فصل (BIO8)

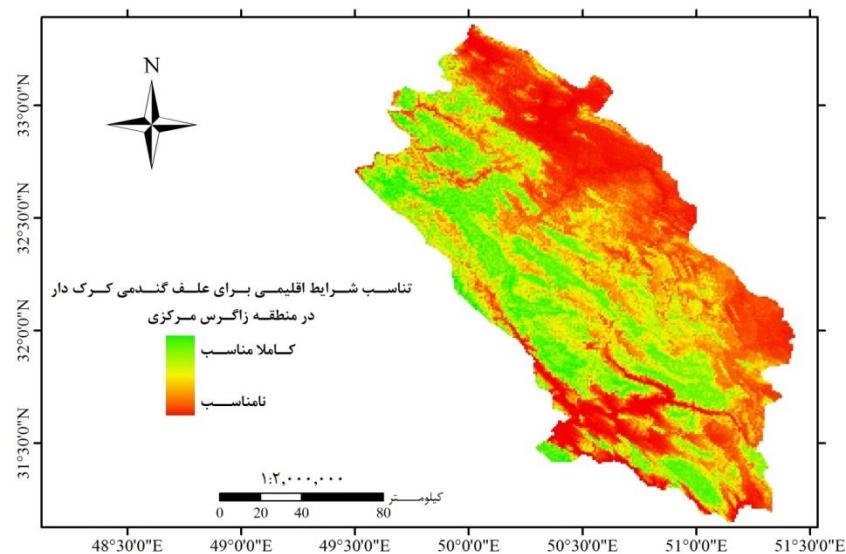
همچنین برای دستیابی به یک نگرش جغرافیایی از مناطقی که دارای شرایط اقلیمی مناسب برای گونه‌های مورد مطالعه هستند، نقشه تناسب اقلیمی مناطق رویشگاهی برای هر یک از آن‌ها تهیه شد (شکل ۳ و ۴).

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 فلات‌های مرتفع را بیشتر از دشت‌های مسطح و کم ارتفاع ترجیح می‌دهد (Dianati 2008). علی خواه اصل و همکاران (۱۳۸۸) هم ضمن مطالعه خوشخواهی سه گونه مرتعی (Tilaki, 2008) مهم، تاکید کردند که *B. tomentellus* مناطق دشتی را برای زیستن انتخاب می‌کند. 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 دماه بیشتر و بارندگی کمتری نسبت به

مناطق کوهستانی مرتفع هستند برای حضور و رویش گونه *B. tomentellus* دارای تناسب هستند که این موضع 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*

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 ۴۰۰-۴۲۵ میلی‌متر برای هر دو گونه تناسب دارد. در شاخص اقلیمی دمای متوسط پریارش ترین فصل (BIO8)، هر دو گونه توان زیستن در دمای بین ۵/۵-۱۵/۱ درجه سانتی‌گراد در پریارش 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 دو گونه 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 نشدنده که احتمالاً به دلیل 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^۱ 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

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: ۳۴۷-۳۵۶.
- سنگونی، ح.، کریمزاده، ح.، وهابی، م.، ترکش، م. ۱۳۹۱. تعیین رویشگاه بالقوه گون سفید (*Astragalus gossypinus Fischer*) در منطقه غرب اصفهان با تحلیل عاملی آشیان اکولوژیک. مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۲: ۱۴-۲۰.
- 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.
- علی‌اکبری، 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: ۳۱-۳۳.
- علیخواه اصل، م.، آذرنيوند، ح.، ارزانی، ح.، جعفری، م.، زارع چاهوکی، م. ع. ۱۳۸۸. رابطه خوشخوارکی 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.
- مصطفاقی، م.، ۱۳۸۲. مرتعداری در ایران. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع).
- مصطفیریان، و. ۱۳۷۷. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر، تهران.
- مقیمی، ج. ۱۳۸۴. معرفی برخی گونه‌های مهم مرتعی برای توسعه و اصلاح مرتع ایران. انتشارات دفتر فنی مرتع سازمان جنگل‌ها، مرتع 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، ۱۱۱-۱۲۸.
- 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.

- 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.

- 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 des Plantes*. Paris: Schoelle.
- Willdenow, K.L. 1792. *Grundriss der Kräuterkunde*. Berlin.

