Archive of SID

تعیین رویشگاه بالقوه گونه گاوزبان وحشی (*Anchusa italica* Retzius) در استان خراسان رضوی با استفاده از مدل تعمیمی تقویت‌شده (GBM)

جلیل فرزادمهر*[۱] و حامد سنگونی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۸/۰۶/۰۶

Downloaded from rangelandsrm.ir at 9:35 +0330 on Monday February 17th 2020

چکیده

گاوزبان وحشی (*Anchusa italica*) یکی از گونه‌های دارویی است که علاوه بر اهمیت اکولوژیکی و زیستی، به صورت بالقوه از اهمیت اقتصادی بالایی هم برخوردار است. این گونه در مناطق خاصی پراکنش دارد و معرفی آن به مناطق جدید نیازمند شناخت نیازهای اکولوژیکی آن است. در این مطالعه با استفاده از مدل تعمیمی تقویت شده (GBM)، رویشگاه بالقوه این گونه تعیین شد. برای این کار پس از تعیین اطلاعات مکانی نقاط حضور گاوزبان وحشی، ۱۹ متغیر زیست اقلیمی و سه متغیر فیزیوگرافی با اندازه پیکسل ۵۰۰ متری (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) به عنوان متغیرهای مستقل به مدل تعمیمی تقویت شده وارد شدند و علاوه بر تعیین مکان‌های مناسب برای حضور گاوزبان وحشی، نیازهای اکولوژیک این گونه تعریف شد. نتایج نشان داد که ۷۲۶۱۵۰ هکتار معادل ۶/۱۷ درصد از اراضی استان برای حضور این گونه از تناسب بالایی برخوردار هستند، در حالی که ۱۰۵۳۲۱۷ هکتار (۸/۹۴ درصد) دارای تناسب متوسط، ۵۷۸۷۹۴ هکتار (۴/۹۱ درصد) دارای تناسب کم و ۹۴۱۸۷۴۲ هکتار (۷۹/۹۷ درصد) از اراضی خراسان رضوی فاقد تناسب اقلیمی و توپوگرافی برای رشد و حضور این گونه هستند. متغیرهای میانگین دمای سالیانه (BIO1)، میانگین دامنه دمای روزانه (BIO2)، تغییرات فصلی بارندگی (BIO15)، مجموع بارندگی سالیانه (BIO12) و جهت شیب (Aspect) دارای بیشترین تأثیر بر توانایی این گونه برای اشغال رویشگاه‌های مختلف هستند و در مجموع بیش از ۸۳ درصد اهمیت دارند. با توجه به این نتایج، *Anchusa italica* در دامنه دمای سالانه ۵/۹ تا ۱۱/۷ درجه سانتی‌گراد، میزان بارندگی سالیانه ۲۴۰ تا ۳۳۰ میلی‌متر و اغلب در دامنه‌های شمالی و شرقی دیده می‌شود. برای ارزیابی توانایی مدل از شاخص‌های سطح زیر منحنی (AUC) و آماره واقعی مهارت (TSS) استفاده شد که این شاخص‌ها به‌ترتیب مقادیر ۹۷ و ۹۰ درصد را نشان دادند. همچنین از مؤلفه‌های حساسیت و مقدار ویژه هم برای ارزیابی مدل استفاده شد که مقادیر ۹۶ و ۹۳ درصد برای آن‌ها ثبت شد. این نتایج نشان می‌دهند که مدل تعمیمی تقویت‌شده به‌خوبی توانسته است نیازهای اکولوژیک این گونه را ارزیابی کند. نتایج این پژوهش می‌توانند در مدیریت رویشگاه‌های فعلی این گونه و همچنین پیشنهاد مناطق مناسب برای توسعه رویشگاهی مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: نیازهای محیطی، آشیان اکولوژیک، شرایط اقلیمی، گاوزبان وحشی، توپوگرافی.

[۱]- استادیار گروه مهندسی طبیعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه

* نویسنده مسئول: j.farzadmehr@torbath.ac.ir

[۲]- مدرس مدعو گروه مهندسی طبیعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربت حیدریه

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rangelandsrm.ir at 9:35 +0330 on Monday February 17th 2020

مقدمه

هر موجود زنده‌ای برای ادامه حیات خود در یک منطقه، به مجموعه‌ای از شرایط محیطی خاص نیاز دارد تا بتواند احتیاجات خود را برآورده کند. این موضوع در ادبیات تحقیقات اکولوژیکی با عنوان آشیان اکولوژیک (نیچ) مورد اشاره قرار گرفته است. در این زمینه دو مفهوم آشیان اکولوژیک بنیادین و آشیان اکولوژیک واقعی توسط هاتچینسون (۱۹۵۶) ارائه شده است. آشیان اکولوژیک بنیادین یک گونه، یک محدوده در فضای چند بعدی شرایط محیطی غیرزنده است که آن گونه بتواند در غیاب روابط متقابل با سایر موجودات زنده در آن محدوده زندگی کند. بنابراین تعریف، آشیان اکولوژیک بنیادین پیش از اینکه تحت تاثیر شرایط زیستی و گونه‌های همراه باشد، توسط خصوصیات درونی گونه و توانایی آن در استفاده از شرایط فیزیکی محیط تعیین می‌شود. در حالی که آشیان اکولوژیک واقعی گونه‌ها شامل شرایط محیطی می‌شود که سایر موجودات زنده نیز حضور دارند. به عبارت دیگر آشیان اکولوژیک واقعی بخشی از آشیان اکولوژیک بنیادین است که گونه در آن توسط روابط با گونه‌هایی که با آشیان اکولوژیک بنیادین آن همپوشانی دارند، تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در مورد گیاهان، نیازها و احتیاجات فیزیکی عمدتاً شامل شرایط اقلیمی، وضعیت توپوگرافی و ویژگی‌های خاک می‌شود (۶). بنابراین پراکنش مکانی گیاهی می‌تواند به شکل کمی مورد ارزیابی قرار گیرد و با توجه به نیازهای محیطی گونه و شرایط محیطی هر منطقه می‌توان مناطق مناسب برای زیست گونه را تا حدود زیادی پیش بینی نمود (۳۹). این کار توسط روش‌های آماری و مدل‌سازی انجام می‌شود و این روش‌ها در سال‌های اخیر پیشرفت زیادی داشته‌اند. یکی از مرسوم‌ترین راه‌ها برای پیش‌بینی مناطق مناسب برای پراکنش یک گونه، استفاده از لایه‌های ویژگی‌های محیطی به عنوان متغیرهای مستقل ورودی به مدل است. تهیه لایه‌های مربوط به خاک نیازمند انجام مطالعات گسترده‌ای است اما در نهایت نتایج آن به دلیل ماهیت تغییرپذیر و منطقه‌ای خاک خیلی قابل اعتماد نیستند. از سوی دیگر، ویژگی‌های خاک از نظر درجه اهمیت بعد از اقلیم و توپوگرافی طبقه‌بندی می‌شوند (۲۱). بنابراین در اغلب مطالعات با مقیاس منطقه‌ای، از ویژگی‌های اقلیمی و توپوگرافی استفاده می‌شود. اقلیم بیانگر وضعیت متوسط آب و هوا در یک منطقه است که به‌طور معمول ثابت و قابل پیش‌بینی است (۲۳). ویژگی‌های توپوگرافی هم شامل ارتفاع از سطح دریا، میزان شیب و جهات شیب هستند که می‌توانند اثر چشمگیری بر توانایی یک گونه گیاهی در اشغال یک رویشگاه داشته باشند. مطالعات فراوانی به بررسی رابطه بین حضور گونه‌های گیاهی و عوامل محیطی پرداخته‌اند و همگی آن‌ها روابط معنی‌داری را در این زمینه کشف نموده‌اند (۹، ۱۲، ۱۵، ۲۴، ۲۸، ۲۹، ۳۱، ۳۲، ۳۸ و ۴۰).

گونه مورد مطالعه در این پژوهش یک گیاه دارویی از خانواده Boraginaceae است که با نام فارسی گاوزبان وحشی و نام علمی *Anchusa italica* Retzius شناخته می‌شود (شکل ۱). گیاهی است علفی، چندساله، پوشیده از کرک‌های ریز و با برگ‌های تخم‌مرغی یا سرنیزه‌ای که در بالای ساقه بدون دمبرگ هستند. گل‌ها آبی رنگ، و همراه با برگک‌هایی در گل آذین خوشه گرزن دیده می‌شوند (۱۱). کاسه گل دارای ۵ لبه عمیق و پایا است و جام گل قیفی یا لوله‌ای است و گلبرگ‌های آبی رنگ دارد. میوه شامل ۴ فندقه با سطح چین خورده است (۱۸). این گیاه دارای خواص دارویی و کاربردهای مختلفی است که در مطالعات مختلفی به آن‌ها اشاره شده است. به عنوان مثال حسین و همکاران (۲۰۱۴) اثرات سم‌زدایی این گونه از رژیم غذایی طیور پرورشی را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که پودر این گیاه قادر به کاهش سمیت تیمارها بوده است. همچنین در یک مطالعه مروری السنفی (۲۰۱۴) با مطالعه پژوهش‌های قبلی، به قطعی بودن اثرات ضدسرطانی، آنتی اکسیدان بودن و ضد ویروس بودن محصولات دارویی حاصله از این گیاه اشاره کرده است. مرلانی و همکاران (۲۰۱۷) هم به اثرات آنتی‌اکسیدانی این گیاه تاکید کرده‌اند.

شکل ۱: گونه مورد مطالعه: *Anchusa italica*

www.SID.ir

Archive of SID

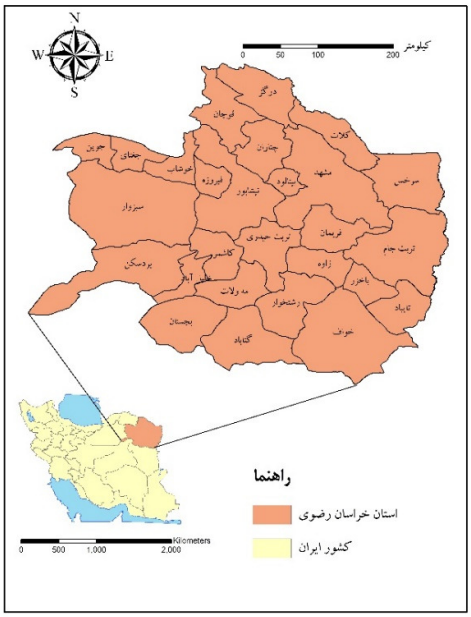
Downloaded from rangelandsrm.ir at 9:35 +0330 on Monday February 17th 2020

این پژوهش با هدف ارزیابی ویژگی‌های رویشگاه‌های مناسب برای رشد و زیست گیاه گاوزبان وحشی، تعیین مناطق مناسب برای زیست آن و مشخص نمودن نیازهای محیطی این گونه به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان خراسان رضوی با مساحت ۱۱۷۷۶۹۰۰ هکتار بین ۵۶ درجه و ۱۹ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۴۲ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی قرار گرفته که از شمال به کشور ترکمنستان، از شرق به افغانستان، از غرب و شمال غربی به استان‌های خراسان شمالی، سمنان و یزد و از جنوب و جنوب غربی به استان‌های خراسان جنوبی و یزد محدود است (شکل ۲).



شکل ۲: منطقه مورد مطالعه

مطالعات صحرایی شامل برداشت مختصات جغرافیایی نقاط حضور گونه مورد مطالعه در محدوده مراتع استان خراسان رضوی در اواخر بهار سال ۱۳۹۷ (زمانی که گیاه در حال گلدهی بوده و به آسانی قابل رؤیت و شناسایی است) انجام شد. سامان‌های عرفی و مراتع منطقه مورد مطالعه طی ۱۷ روز بازدید میدانی مورد تحقیق قرار گرفت و مختصات نقاطی که گونه مذکور در آن‌ها حضور داشتند، برداشت شد. برای این کار از مشاوره ادارات منابع طبیعی شهرستان‌ها برای تخمین حدود نسبی رویشگاه‌های این گونه استفاده شد. سپس برداشت مختصات مکانی نقاط حضور با دو شرط کلی وجود فاصله حدود یک کیلومتر بین نقاط حضور (با توجه به اندازه پیکسل حدود ۵۰۰ متری لایه‌های محیطی) و پرهیز از برداشت تک پایه‌ها به عنوان حضور گونه به انجام رسید و در نتیجه تعداد ۱۱۳ نقطه حضور در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ برای گونه *Anchusa italica* ثبت شد.

متغیرهای اقلیمی و فیزیوگرافی

۱۹ متغیر بیوکلیماتیک که توسط هیجمانز[1] و همکاران (۲۰۰۵) معرفی شده‌اند، به عنوان عوامل اقلیمی توصیف‌کننده رویشگاه گاوزبان وحشی مورد استفاده قرار گرفتند که در مطالعات زیادی به عنوان مبنای پایش تاثیرات تغییر اقلیم بر موجودات زنده (به خصوص گیاهان) به کار رفته‌اند (۳۵، ۳۷) و لایه‌های اطلاعاتی آن‌ها در سایت‌ها و مراکز معتبر علمی تهیه شده است. در این پژوهش نیز از داده‌های پایگاه اطلاعاتی بین‌المللی اقلیم جهان۲ برای تهیه این لایه‌ها استفاده شد. داده‌های موجود در این پایگاه به شکل رستری و با قدرت تفکیک مکانی جغرافیایی ۳۰ ثانیه‌ای در دسترس هستند. پس از دریافت اطلاعات موردنیاز در بازه‌های زمانی مورد مطالعه، این اطلاعات به سیستم مختصات مکانی UTM[3] تبدیل شدند و سپس ابعاد پیکسل آن‌ها از حالت جغرافیایی به مکانی (با اندازه پیکسل ۵۰۰ متر) تبدیل شد. این متغیرها عمدتاً تحت تاثیر فصل، دما و بارندگی قرار دارند و بنابراین علی‌رغم اینکه ماهیتاً اقلیمی هستند، از نظر اکولوژیکی نیز معنی‌دارند. جدول ۱ نشان دهنده توصیف این متغیرها می‌باشد. نقشه‌های مربوط به دما در این پایگاه داده با دقت یک‌دهم درجه سانتی‌گراد تهیه شده و برای اجتناب از

[1]- Hijmans
[2]- www.WorldClim.org
[3]- Universal Transverse Mercator

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rangelandsrm.ir at 9:35 +0330 on Monday February 17th 2020

اعشاری بودن مقادیر، به صورت ۱۰ برابر ارائه شده‌اند. هنگام بررسی و تجزیه و تحلیل شاخص‌های دمایی به ویژه شاخص تغییرات فصلی دما (BIO4) (که به صورت انحراف معیار دمای فصلی ضرب‌در ۱۰۰ محاسبه می‌شود)، توجه به این نکته از تفسیر اشتباه و گمراه شدن جلوگیری می‌کند.

البته باید اشاره شود که با توجه به این‌که همبستگی بین متغیرهای ورودی به مدل‌های مورداستفاده می‌تواند باعث بروز خطا در خروجی‌های مدل‌ها شود (۴)، ابتدا وجود همبستگی بین متغیرها توسط آزمون آماری پیرسون بررسی شد و لایه‌هایی که با یکدیگر بیش از ۸۰ درصد همبستگی داشتند (۱۰)، 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 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 سالیانه
BIO3	شاخص ایزوترمالیتی (BIO2/BIO7) *۱۰۰	BIO13	مجموع بارندگی پربارش‌ترین ماه
BIO4	تغییرات فصلی دما SD*100	BIO14	مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین ماه
BIO5	حداکثر دمای گرمترین ماه	BIO15	تغییرات فصلی بارندگی (ضریب تغییرات)
BIO6	حداقل دمای سردترین ماه	BIO16	مجموع بارندگی پربارش‌ترین سه ماهه متوالی
BIO7	دامنه سالانه دما (BIO5-BIO6)	BIO17	مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین سه ماهه متوالی
BIO8	دمای متوسط پربارش ترین سه ماهه متوالی	BIO18	مجموع بارندگی گرمترین سه ماهه متوالی
BIO9	دمای متوسط کم بارش ترین سه ماهه متوالی	BIO19	مجموع بارندگی سردترین سه ماهه متوالی
BIO10	دمای متوسط گرمترین سه ماهه متوالی		

متغیرهای فیزیوگرافی (شیب، ارتفاع و جهت شیب)، با استفاده از لایه رقومی ارتفاع استان خراسان رضوی و در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.5 تهیه شدند. لایه رقومی ارتفاع مورد استفاده در این مطالعه با اندازه سلول ۳۰ متر از طریق پایگاه اینترنتی WWW.USGS.ORG دریافت شده است. وزارت اقتصاد، صنعت و تجارت ژاپن با همکاری ناسا، و با استفاده از تصاویر ماهواره TERRA (سنجنده Aster[1]) اقدام به تولید مدل رقومی ارتفاع برای کل کره زمین نموده‌اند. این پروژه که GDEM[2] نام دارد، از ۲۹ ژوئن ۲۰۰۹ در دسترس عموم قرار گرفت و اطلاعات مورد نیاز برای مطالعه حاضر، در تاریخ ۱۳ نوامبر ۲۰۱۷ از سایت دریافت شد (۲۰). پس از تهیه این لایه‌ها، اندازه پیکسل آن‌ها به ۵۰۰ متر تغییر کرد تا با لایه‌های اقلیمی همخوان شود.

مدل GBM

در بسیاری از مطالعات مربوط به مدل‌سازی اکولوژیک، با توجه به اینکه از متغیرهای کمّی به عنوان ورودی استفاده می‌شود، از روش‌های رگرسیونی و یا مدل‌های عمومی رگرسیونی استفاده می‌شود. این روش‌ها نیازمند پیش‌فرض رابطه خطی بین متغیرهای پیش‌بینی کننده است. همچنین اگر از تعداد زیادی متغیر مستقل در فرآیند رگرسیون خطی استفاده شود، ممکن است به دلیل همبستگی بالا بین متغیرهای مستقل، مشکلاتی از قبیل همراستایی خطی[3] بوجود آید. جهت حل این مشکلات باید از روش‌های غیرپارامتریک مانند GBM استفاده نمود (۳۳). در این روش درختان تصمیم با به‌کار بردن الگوریتم CART[4] ساخته می شوند. طبقه‌بندی و رگرسیون درختی (CART) یکی از الگوریتم‌های طبقه‌بندی است که اولین بار توسط برایمن[5] و همکاران (۱۹۸۴) ابداع شده و توسعه یافت. این روش می

[1] - Advanced Space borne Thermal Emission and Reflection Radiometer
[2]- Global Digital Elevation Model
[3]- Collinearity
[4]- Classification and Regression Tree
[5]- Brieman

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rangelandsrm.ir at 9:35 +0330 on Monday February 17th 2020

تواند در پیش‌بینی پیامدهای کمّی (درخت رگرسیونی) یا طبقه‌بندی شده (درخت طبقه‌بندی) مورد استفاده قرار گیرد. درختان حاصل از این روش، نمودارهای جهت‌داری هستند که از یک نقطه شروع می‌شوند و با شاخه شاخه شدن گسترش می‌یابند. روش طبقه‌بندی و رگرسیون درختی از طریق مجموعه‌ای از شرط‌های منطقی (به جای رابطه خطی)، پیامد مورد مطالعه را پیش‌بینی یا طبقه‌بندی نماید. روش GBM (که به نام BRT[1] هم شناخته می‌شود) توانایی‌های دو الگوریتم (اول روش درختان رگرسیون که واکنش به پیش‌بینی کننده‌ها را از طریق جداسازی دودوئی (دو شاخه شدن[2]) بهینه و تقویت شونده شرح می‌دهند؛ و دوم یک روش تطبیقی جهت ترکیب تعداد زیادی مدل‌های درختی ساده جهت کسب عملکرد مناسب) را با یکدیگر ترکیب می‌کند (۸).

از جمله مزیت‌های این روش می‌توان به حساسیت کمتر نسبت به Overfit (۳۰)، سرعت بالا در آنالیز داده‌های با حجم زیاد، ساده بودن تفسیر نتایج، عدم تاثیرپذیری مدل از رابطه خطی بین متغیرهای ورودی و عدم نیاز به پیش فرض‌های آماری توزیع داده‌ها اشاره کرد (۷). در این مقاله از محیط نرم‌افزار آماری R برای اجرای مدل GBM استفاده شد (۳۴). برای این کار ۸۰ درصد از داده‌های مکان‌های حضور برای اجرای مدل و ۲۰ درصد برای ارزیابی مدل اختصاص داده شدند. این تخصیص ۱۰ بار به صورت تصادفی انجام شد و نمایه‌های ارزیابی بر اساس جمع‌بندی کلی از این ده بار اجرا محاسبه شدند.

برای ارزیابی توانایی مدل از دو شاخص TSS[3] و AUC[4] استفاده شد (۳۶). این دو شاخص با استفاده از جدول خطاهای اندازه‌گیری شده (جدول ۲)، به برآورد عددی از توانایی مدل برای پیش بینی نقاط مناسب و نامناسب برای حضور گونه می‌پردازند. TSS این کار را با استفاده از رابطه ۱ انجام می‌دهد.

جدول ۲: 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

رابطه ۱: محاسبه شاخص TSS

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

در مورد شاخص ROC، ابتدا باید دو مولفه نرخ قبول صحیح[5] (Tp) و نرخ قبول اشتباه[6] (Fp) محاسبه شوند:

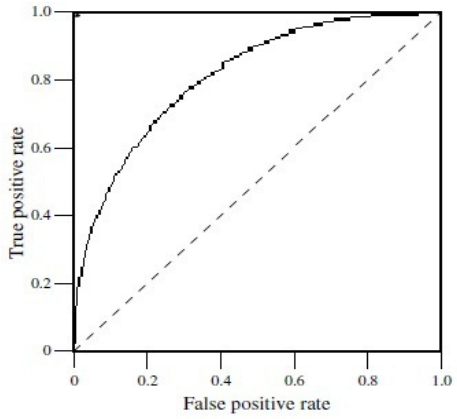
رابطه ۲: محاسبه مؤلفه Tp

$$Tp = \frac{a}{a+c}$$

رابطه ۳: محاسبه مولفه Fp

$$Fp = \frac{b}{b+d}$$

هرچه مساحت زیر منحنی در شکل ۳ (AUC[7]) بیشتر و به ۱ نزدیک‌تر باشد، نشان دهنده قدرت بالاتر مدل در پیش‌بینی صحیح مقادیر مورد نظر است.



شکل ۳: نمودار ROC که برای محاسبه AUC به کار می‌رود.

در کنار این شاخص‌ها، شاخص‌های حساسیت[8] مدل و ویژه‌انگاری[9] آن نیز بررسی شد (۳۶).

رابطه ۴: محاسبه شاخص حساسیت

$$Sensitivity = \frac{a}{a+b}$$

[1]- Boosted Regression Tree (= GBM)
[2]- Twoing
[3]- True Skill Statistic
[4]- Area Under Curve
[5]-True Possitive Rate
[6]- False Possitive Rate
[7]- Area Under Curve
[8]- Sensitivity
[9]- Specifiticity

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rangelandsrm.ir at 9:35 +0330 on Monday February 17th 2020

رابطه ۵: محاسبه شاخص ویژه‌انگاری

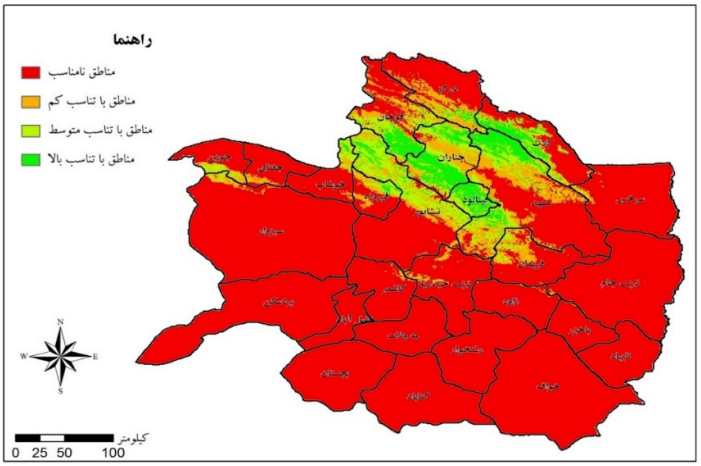
$$\text{Specificity} = \frac{d}{d+c}$$

شاخص ویژه‌انگاری نشان دهنده 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 می‌شود. اگر هدف ما تعیین مکان‌هایی برای معرفی یا کشت یک گونه باشد، این شاخص مدل اهمیت زیادی پیدا می‌کند (۳).

نتایج

پس از انجام آنالیز همبستگی پیرسون و حذف لایه‌های اقلیمی دارای همبستگی بالا، مشخص شد که لایه‌های طبقات ارتفاعی، جهات شیب، میزان شیب، میانگین دمای سالیانه (BIO1)، میانگین روزانه دما (BIO2)، شاخص ایزوترمالیتی (BIO3)، دامنه سالانه دما (BIO7)، دمای متوسط پربارش‌ترین سه ماهه متوالی (BIO8)، مجموع بارندگی سالیانه (BIO12)، مجموع بارندگی کم‌بارش‌ترین ماه (BIO14)، تغییرات فصلی بارندگی (BIO15) و مجموع بارندگی سردترین سه ماهه متوالی (BIO19) همبستگی بالایی با یکدیگر ندارند و می‌توان از آن‌ها برای ورود به مدل‌های نهایی استفاده نمود.

بر اساس نتایج به‌دست آمده از مدل GBM، میانگین دمای سالیانه (BIO1)، توصیف‌کننده ۳۵ درصد از تغییرات در رویشگاه گونه مورد مطالعه بوده است. میانگین دامنه دمای روزانه (BIO2) نیز به تنهایی ۱۶ درصد از تغییرات را نمایش داده و تغییرات فصلی بارندگی (BIO15)، مجموع بارندگی سالیانه (BIO12) و جهت شیب (Aspect) به ترتیب با ۱۵، ۱۰ و ۷ درصد اهمیت، مجموعا ۸۳ درصد از کل تغییرات را نمایش داده و در نتیجه مهم‌ترین فاکتورهای اقلیمی تاثیرگذار در حیات گونه *Anchusa italica* در منطقه مورد مطالعه هستند. در نهایت نقشه مناطقی که بالاترین تناسب را برای زیست گاوزبان وحشی در استان خراسان رضوی دارند، در شکل ۴ ارائه شد.



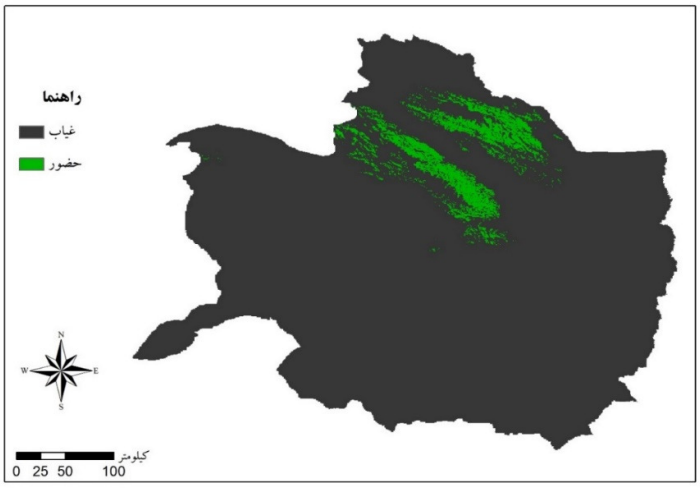
شکل ۴: نقشه تناسب اراضی برای زیست گونه گاوزبان وحشی در استان خراسان

در شکل ۴، رنگ سبز نشان‌دهنده مناطقی است که دارای بیشترین تناسب برای حضور گاوزبان وحشی هستند و رنگ قرمز مناطقی را نشان می‌دهد که تناسب کمی برای حضور این گونه دارند. این نقشه با استفاده از روش مدل‌سازی GBM تهیه شده است که نحوه تهیه آن در بخش قبل تشریح شد.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rangelandsrm.ir at 9:35 +0330 on Monday February 17th 2020



شکل ۵: مناطق مناسب برای حضور یا کشت گونه گاوزبان وحشی در استان خراسان رضوی

همچنین برای مشاهده مناطقی که می‌توان آن‌ها را دارای حد قابل اعتمادی از تناسب دانست، از معیار AUC استفاده شد و بر اساس حداکثر نمودن آن؛ نقشه شکل ۵ تهیه شد. برای این کار با استفاده از برنامه‌نویسی در محیط R، به طور متناوبی از حدهای بحرانی مختلف برای تقسیم نقشه تناسب رویشگاه به دو کلاس مناسب و نامناسب استفاده شد و هر بار با استفاده از رابطه‌های ۲ و ۳، و همچنین مفهوم شکل ۳، AUC متناظر با هر حد بحرانی محاسبه گردید. در نهایت نقشه شکل ۵ با استفاده از حد بحرانی که مقدار AUC را به حداکثر می‌رساند، تهیه شد. نتایج نشان داد که حدود ۷۲۶۱۵۰ هکتار از اراضی استان برای حضور این گونه دارای شرایط مناسب اقلیمی و فیزیوگرافی هستند. این مساحت برابر با ۶/۱۷ درصد از اراضی استان است که نشان‌دهنده پتانسیل قابل قبول استان خراسان رضوی برای توسعه این گونه می‌باشد.

برای تعیین نیازهای اکولوژیکی گاوزبان وحشی در استان خراسان رضوی، مناطق مناسب برای حضور این گونه با لایه‌های اطلاعاتی محیطی در منطقه مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج آن در مورد مهم‌ترین لایه‌های محیطی مؤثر بر تناسب رویشگاه، در جدول ۳ نمایش داده شد.

برای ارزیابی صحت نقشه‌های تولیدشده توسط مدل BRT، از دو شاخص مخصوص صحت‌سنجی (AUC و TSS) استفاده شد و نتایج نشان داد که نقشه‌های تولیدشده دارای AUC ۹۵ درصد و TSS ۹۰ درصد هستند.

جدول ۳: دامنه مناسب عوامل محیطی مهم برای زیست گاوزبان وحشی در استان خراسان رضوی

نام متغیر	میزان اهمیت	دامنه تناسب برای گاوزبان وحشی
میانگین دمای سالیانه (BIO1)	۳۵٪	۵/۹ تا ۱۱/۷ درجه سانتی گراد
میانگین دامنه دمای روزانه (BIO2)	۱۶٪	۱۴/۲ تا ۱۴/۹ درجه سانتی گراد
تغییرات فصلی بارندگی (BIO15)	۱۵٪	۷۲ تا ۸۰ (ضریب تغییرات)
مجموع بارندگی سالیانه (BIO12)	۱۰٪	۲۴۰ تا ۳۳۰ میلی‌متر
جهت شیب (Aspect)	۷٪	۷۷ درصد مکان‌های مناسب در شیب‌های شمالی و شرقی بوده‌اند

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده، گونه گاوزبان وحشی به میانگین دمای ساله ۵/۹ تا ۱۱/۷ درجه سانتی‌گراد و بارندگی ۲۴۰ تا ۳۳۰ میلی‌متر در دامنه‌های شمالی و شرقی نیازمند است. با توجه به دامنه دمایی مطلوب برای این گونه، گاوزبان وحشی بیشتر مناطق خنک را برای زیست ترجیح می‌دهد. همچنین میانگین دامنه دمای روزانه مناسب برای این گیاه نیز این موضوع را تایید می‌نماید. مؤلفه‌های مرتبط

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rangelandsrm.ir at 9:35 +0330 on Monday February 17th 2020

با بارندگی شامل تغییرات فصلی بارندگی و مجموع بارندگی سالانه است. متغیر تغییرات فصلی بارندگی در واقع معیاری برای ارزیابی تغییرپذیری مجموع بارش‌های ماهانه در طول سال می‌باشد. این متغیر از محاسبه نسبت انحراف معیار بارندگی‌های ماهانه به مجموع بارندگی سالانه محاسبه می‌شود و مقادیر بالای آن نشان‌دهنده تغییرپذیری زیاد در بارش‌های ماهانه می‌باشد. در کل استان، این مؤلفه بین ۶۸ تا ۹۱ متغیر بوده است و گاوزبان وحشی محدوده ۷۲ تا ۸۰ را برای زیست خود انتخاب نموده است که نشان‌دهنده تغییرات متوسط بارش در مناطق مناسب برای این گونه است. به عبارت دیگر گاوزبان وحشی توان تحمل تغییرات شدید در بارندگی (خشکی طولانی و بارش کوتاه‌مدت) را ندارد. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که این گونه به دامنه بارندگی ۲۴۰ تا ۳۳۰ میلی‌متر نیاز دارد، در حالی که دامنه بارش در استان از حدود ۱۰۰ میلی‌متر تا حدود ۳۸۰ میلی‌متر متنوع است. بنابراین نیاز رطوبتی این گیاه از متوسط بارش استان بالاتر است و در مناطقی با بارندگی بیش از متوسط زندگی می‌کند. البته باید توجه داشت که در برخی مناطق استان، این گونه به عنوان علف هرز در اطراف مزارع و راه‌ها پراکنش دارد که در چنین مناطقی احتمالا نیاز آبی خود را از طریق دیگری به جز دریافت از بارش تامین خواهد کرد. میزان بارندگی سالانه یکی از مهم‌ترین عوامل اقلیمی است که در بسیاری از مطالعات به نقش و تأثیر عمده آن بر حضور و پراکنش موجودات زنده (به ویژه گیاهان) تأکید شده است. هادیان و همکاران (۱۳۹۲) در یک دوره دوازده ساله در جنوب استان اصفهان به مطالعه رابطه بارش و پوشش گیاهی پرداختند و نتایج نشان داد که همبستگی بالایی میان بارش و تغییرات شاخص گیاهی وجود دارد. اکبرزاده و میرحاجی (۱۳۸۵) با مطالعه مراتع استپی رودشور و بررسی اثر بارندگی بر تغییرات پوشش گیاهی آن‌ها، نشان دادند که میزان بارندگی سالانه تأثیر معنی‌داری بر پوشش تاجی، تراکم و زادآوری گیاهان منطقه داشته است. از نظر توپوگرافیکی، نتایج این مطالعه نشان دادند که این گونه بیشتر در شیب‌های شمالی و شرقی رویش دارد که باز هم نشان‌دهنده نیاز دمایی خاص این گونه می‌باشد. بنابرین با این توصیفات می‌توان آشیان اکولوژیکی این گونه را مشخص نمود.

پطروسیان و همکاران (۱۳۹۲) ضمن مطالعه نیازهای اقلیمی حرا (*Avicennia marina*) در استان هرمزگان، به اهمیت این متغیر در رشد، استقرار و زنده‌مانی گونه مورد مطالعه‌شان تاکید کردند و دامنه دمای متوسط سالانه ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد را برای رویش این گونه معرفی نمودند. همچنین طویلی و همکاران (۱۳۸۹) با مطالعه بوم‌شناسی فردی گونه *Vicia villosa* در استان کهکیلویه و بویراحمد، به اهمیت متغیر میانگین سالانه دما تاکید کردند و میزان مناسب برای گونه مورد مطالعه‌شان را حدود ۱۴ درجه سانتی‌گراد اعلام کردند. ربیعی و همکاران (۱۳۸۸)، ضمن مطالعه گونه‌های موجود در رویشگاه‌های درمنه دشتی در ایران، دامنه میانگین دمای سالانه را در رویشگاه‌های این گونه بین ۱۲/۵ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد معرفی کردند و این گونه را در این زمینه، مقاوم دانستند. جهت شیب می‌تواند تأثیر زیادی در ویژگی‌های میکرواقلیمی منطقه داشته باشد و تا حدودی، جایگزین شرایط اقلیمی مناسب برای گونه شود. به عنوان مثال، شیب‌های شمالی و شرقی میزان انرژی نورانی کمتری در نیمکره شمالی دریافت می‌کنند و بنابراین دامنه دمای متوسط روزانه و دمای میانگین سالانه در این دامنه‌ها کمتر است. همچنین میزان تبخیر و تعرق در آن‌ها کمتر است که این دو موضوع می‌تواند میزان آب در دسترس برای گیاهان را تحت تاثیر قرار دهد و در شرایط اقلیمی خاص، مناطقی را برای حضور گونه‌های مختلف مناسب کند. سنگونی و همکاران (۲۰۱۷) با مطالعه آشیان اکولوژیک اقلیمی دو گونه گندمی در منطقه زاگرس مرکزی، به این نتیجه رسیدند که متغیر میانگین دامنه دمای روزانه (BIO2) یکی از موثرترین ویژگی‌های اقلیمی برای تناسب رویشگاه برای گونه‌های علف گندمی کرک‌دار و علف پشمکی است. گرچه تفاوت‌های ذاتی گونه‌های مورد مطالعه، مانع جمع‌بندی در مورد مشابهت نیازهای اکولوژیک هستند، اما شباهت نتایج مدل‌سازی در مورد گونه‌های مختلف، در مناطق متفاوت و حتی با روش‌های آماری متنوع می‌تواند نشان‌دهنده نقش حیاتی یک عامل محیطی برای گونه‌های گیاهی باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده و مرور مطالعات دیگر، می‌توان به عنوان جمع‌بندی نهایی گفت که عوامل محیطی مذکور، جزء عواملی هستند که به طور عمومی بر گونه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from rangelandsrm.ir at 9:35 +0330 on Monday February 17th 2020

گیاهی در رویشگاه‌های مختلف تأثیرگذارند. البته گونه‌های مختلف هرکدام برای حیات به دامنه خاصی از این عوامل نیاز دارند که تعریف کننده آشیان اکولوژیک آن‌ها خواهد بود. در مورد گاوزبان وحشی، جدول ۳ به عنوان محدوده آشیان اکولوژیک گونه *Anchusa italica* در استان خراسان رضوی معرفی می‌شود. مناطقی که این شرایط محیطی را دارند، در شکل ۵ معرفی شده‌اند که برای اهداف مختلف مدیریتی (از قبیل کشف جمعیت‌ها و احیاناً تیپ‌های جدید از گاوزبان وحشی، پیشنهاد مناطق کاشت و معرفی این گونه و پیشنهاد مناطق برداشت و بهره‌برداری از آن) قابل استفاده هستند. البته این نکته را باید به طور جدی در نظر گرفت که هر یک از عوامل یا مکانیسم‌های انتخاب رویشگاه در مقیاس زمانی و مکانی خاصی بر توزیع جانداران تأثیر می‌گذارند. به طوری که با تغییر مقیاس مطالعات ممکن است نتایج مطالعات تغییر کند. با توجه به پیش‌بینی مکان‌هایی که از نظر شرایط اقلیمی و توپوگرافی برای رویش این گونه تناسب دارند، نتایج این مطالعه می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی برای حفاظت، بهره‌برداری و احیاء گونه گاوزبان وحشی (*Anchusa italica*) مورد استفاده قرار گیرد.

قدردانی و تشکر

این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی اجرا شده به شماره قرارداد ط پ ۱۰۶۹ از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه تربت حیدریه می‌باشد که به این وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Akbarzadeh, M. & Mirhaji, T. 2006. Vegetation changes under precipitation in Steppic rangelands of rudshur. Iranian journal of Range and Desert Research, 13 (3): 222-235.
2. Al-Snafy, A., 2014. The pharmacology of Anchusa italica and Anchusa strigosa, a review. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 6(4): 1-10.
3. Araujo, M. B., Peterson, A. T. 2012. Uses and misuses of bioclimatic envelope modeling. Ecology. 93:1527–39.
4. Braunisch, V., J. Coppes, R. Arlettaz, R. Suchant, H. Schmid & K. Bollmann. 2013. Selecting from correlated climate variables: a major source of uncertainty for predicting species distributions under climate change. Ecography, 36:971-83.
5. Breiman, L., J. H. Friedman, R. A. Olshen & C. I. Stone. 1984. Classification and regression trees. Taylor & Francis, California.
6. Daubenmire, R.F., 1947. Plant and Environment, A text book of autecology. New York: John Wiley & sons.
7. De'ath, G. 2007. Boosted trees for ecological modeling and prediction. Ecology, 88: 243-51.
8. Elith, J., J. R. Leathwick & T. Hastie. 2008. A working guide to boosted regression trees. Journal of Animal Ecology, 77: 802-13.
9. Fahimipor, E., M.A. Zare chahoki & A. Tavili, 2010. The relationships between environment characteristics and vegetation in Taleghan rangelands. Journal of Rangeland, 4: 23-32. (In Persian)
10. Flom, P.L., 1999. Multicollinearity diagnostics for multiple regression: A Monte Carlo study. ETD Collection for Fordham University.
11. Ghahreman, A., 2006. Basic Botany. Tehran: University of Tehran Press.
12. Ghorbani, A., M. Abasi Khalaki, A. Asghari, O. Atefeh & B. Zare Hesari, 2015. Comparing environmental factors on distribution of Artemisia fragrans and Artemisia austriaca in southeastern rangelands of Sabalan. Journal of Rangeland, 9(2): 121-141. (In Persian)
13. Hadian, F., R. Jafari, H. Bashari & S. Soltani, 2014. Monitoring the Effects of Precipitation on Vegetation Cover Changes Using Remote Sensing Techniques in 12 Years Period (Case study: Semirom Isfahan). Journal of Range and Watershed Management, 66(4): 621-632.
14. Hijmans, R.J. S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones & A. Jarvis, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 25(15): 1965-1978.
15. Hirzel, A. H., J. Hausser, F. Chessel, N. Perrin, 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? Ecology, 83: 2027-36.
16. Hutchinson, G.E., 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symp Quantative Biol 22: 415-427.
17. Hussain, H. Z., M. Al-Baldawy & R. Al-Ani, 2014. Efficiency of borage (*Anchusa italica*) and french jasmin powders (*Calotropis procera*) in detoxification of ochiratoxin A and deoxynivalenol in poultry diet. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. Volume 2(5): 1-10.

www.SID.ir

Archive of SID

18. Khatamsaz, M., 2002. Flora of Iran (Boraginaceae), No. 39. Tehran: Research Institute of Forests and Rangelands Press.
19. Merlani, M., V. Barbakadze, L. Gogilashvili, L. Amiranashvili, 2017. Antioxidant Activity of affeic Acid-Derived Polymer from *Anchusa italica*. Bulletin of the Georgian national academy of sciences, 11(2):1-12.
20. NASA, E. O. S. D. I. S. Land Processes DAAC. USGS Earth Resources Observation and Science Center .Sioux Falls:South Dakota
21. Pearson R.G. & T.P. Dawson., 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? Global EcologyAnd Biogeography, 12, 361-371.
22. Petrosian, H., A. Danehkar & S. Ali Mahmoudi Sarab, 2014. Using a Fuzzy AHP approach to identify the affective parameters on development of Mangroves (A case study: *Avicennia marina* stands of Hormozgan Province). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22(1): 23-33.
23. Planton, S., 2013. "Annex III. Glossary: IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change.
24. Pourfathi, M., R. Erfanzadeh & H. Ghelichnia, 2010. Effects of altitude and some soil properties on distribution of Artemisia fragrans (Case study: Halichal, Amol). Journal of Rangeland, 4: 530-540. (In Persian).
25. Rabie, M., Y. Asri, B. Hamzehee, A. Jalili, 2009. Flora of Artemisia sieberi in Iran, Journal of Iranian Biology, 22(4): 645-660.
26. Ridgeway, G., 1999. The state of boosting. Computing Science and Statistics. 31: 172-81.
27. Sangoony, H. M.R. Vahabi, M. Tarkesh, H.R. Eshghizade, S., Soltani, 2017. Climatic niche determination and geographic distribution of two grass species using Random Forest in Central Zagros. Journal of Plant Ecosystem Conservation, 5(10): 1-18. (In Persian).
28. Sangoony, H., H. R. Karimzadeh, M. R. Vahabi & M.Tarkesh esfahani, 2012. Determining the potential habitat of *Astragalus gossypinus* Fischer in west region of Isfahan, using Ecological Niche Factor Analysis. Journal of Applied RS & GIS techniques in Natural Resource Science, 3(2): 1-13.
29. Sangoony, H., M. Vahabi, M. Tarkesh & S. Soltani, 2016. Range shift of Bromus tomentellus as a reaction to climate change in central zagros, Iran. Applied ecology and environmental research, 14:85-100.
30. Schapire, R.E., 2003. The boosting approach to machine learning – an overview. MSRI Workshop on Nonlinear Estimation and Classification. Newyork: Springer; p. 1–23.
31. Taghipour A. & Sh. Rastgar., 2010. Role of physiography on vegetation cover using GIS (Case of Hezarjarib's Rangelands, Mazandaran province). Journal of Rangeland, 4:168-177. (In Persian)
32. Tarnian, F., M. Jafari., M.A. Zare Chahouki., R. Yazdanparast., H. Azarnivand & S. Kumar, 2017. Determine the most important factors affecting the distribution of the *Daphne mucronata* Royle species and modeling its potential habitats. Journal of Rangeland, 11(2): 179-193. (In Persian)
33. Tavili, A., A. Shafie, H. Poozesh, A. Farajollahi, M. Saberi, A. Shahmoradi, 2010. Autecology study of Vicia villosa in Chahrmahal o Bakhtiari Province, Journal of Rangeland, 4(3): 422-433.
34. Thuiller, W., 2003. BIOMOD–optimizing predictions of species distributions and projecting potential future shifts under global change. Global change biology, 9:1353-62.
35. Thuiller, W., S. Lavorel, M. B. Araújo, M. T. Sykes & I. C. Prentice. 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. Proceedings of the National Academy of Sciences of the united States of America, 102: 8245-50.
36. Tsoar, A., O.Allouche, O. Steinitz, D. Rotem & R. Kadmon, 2007. A comparative evaluation of presence-only methods for modelling species distribution. Diversity and Distributions, 13(4): 397-405.
37. Xu, Z., 2014. Potential distribution of invasive alien species in the upper Ili river basin: determination and mechanism of bioclimatic variables under climate change. Environmental Earth Sciences, 1-8.
38. Zare Chahouki, M.A., S. Qomi, H. Azarnivand & H. Piri Sahragard, 2009. Relationship between species diversity and environmental factors (Case Study: Range Artoun Fashandak Taleghan), Journal of Rangeland, 3(2): 171-180. (In Persian)
39. Zare Chahouki, M.A., H. Piri Sahragard & H. Azarnivand, 2013. Habitat distribution modeling of some halophyte plant species using Maximum Entropy Method (Maxent) in Hoze Soltan rangelands Of Qum Province. Journal of Rangeland, 7(3): 212-221. (In Persian)
40. Zare Chahouki, M.A., M. Abbasi & H. Azarnivand, 2015. Evaluation of logistic regression model in provides the spatial distribution map of plant species (Case Study: Taleghan Miany rangelands). Journal of Rangeland, 4: 320-332. (In Persian).

Downloaded from rangelandsrm.ir at 9:35 +0330 on Monday February 17th 2020

www.SID.ir