Archive of SID

Iranian Journal of Weed Science
Vol 16, No 1, 2020 (79-94)
DOI: 10.22092/IJWS.2020.1601.1302

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۱، ۱۳۹۹ (ص ۹۴-۷۹)

ارزیابی پتانسیل پراکنش جغرافیایی بزچره (*Dodartia orientalis* L.) در ایران و جهان در شرایط اقلیمی حاضر و تغییر اقلیم آتی

عادل شادلو[۱]، مهدی راستگو*[۲]، رضا قربانی[۳] و محمد بازوبندی[٤]

۱- دانشجوی دکترای پردیس بین‌الملل دانشگاه فردوسی مشهد، ۲و ۳- دانشیار و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد،
٤- استادیار مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۲٦ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/٤/۳۰)

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر اقلیم و تغییرات آتی آن روی توزیع جغرافیایی احتمالی علف‌هرز بزچره (*Dodartia orientalis* L.) که یک گونه مهاجم در دنیا و ایران است، پژوهشی در سال ۱۳۹۶ در دانشگاه فردوسی مشهد و با استفاده از نرم‌افزار کلایمکس انجام شد. داده‌های ورودی این نرم‌افزار شامل دو دسته اطلاعات رشدی و اطلاعات مربوط به تنش‌های احتمالی برای گیاه بود که از این میان، برخی از اطلاعات رشدی از قبیل درجه روز رشد، بر اساس انجام پژوهش‌های میدانی به دست آمد و سایر داده‌ها از قبیل دماهای پایه، حداکثر، حداقل، بهینه، بحرانی و نیز اطلاعات مربوط به نوع اقلیم منطقه مورد مطالعه، از منابع موجود به‌دست آمد و قسمت دیگر هم در زمان ورود اطلاعات و بر اساس راهنما و تنظیمات نرم افزار در آن وارد شد. نتایج حاکی از پتانسیل گسترش این گیاه در ایران بود که پراکنش در استان‌های خراسان شمالی، رضوی، جنوبی، کهکیلویه، چهارمحال، فارس، لرستان، ایلام، کرمانشاه، همدان، مرکزی و تهران است که گستردگی آن با بروز تغییرات اقلیمی، بیشتر به سمت استان‌های شمال غربی ایران بسیار بالا خواهد بود. در جهان، گستردگی این علف‌هرز بیشتر به سمت شرق چین، اکثر کشورهای اروپای شرقی و ایالات مرکزی آمریکا و به عبارتی در محدوده سی‌وپنج تا پنجاه‌وپنج درجه عرض جغرافیایی است، که در آینده به مرور این پراکندگی، به سمت عرض‌های شمالی‌تر و در نتیجه در مناطقی مانند قاره آفریقا، استرالیا و آمریکای جنوبی، گسترش این گیاه بسیار محدود و در حد بسیار پائین خواهد بود. بنابراین، برای مدیریت صحیح و علمی کنترل این علف هرز، باید ضمن رعایت بهداشت گیاهی و اعمال قرنطینه، مطالعات دیگری درباره روش‌های کنترل و ایجاد محدودیت‌های لازم برای جلوگیری از گسترش و توسعه آن در کشورهای در معرض خطر انجام شود.

کلمات کلیدی: پیش‌بینی تهاجم، تغییر اقلیم، توزیع جغرافیایی، تهاجم گیاهی، درجه روز رشد.

Evaluation the potential of geographical distribution of *Dodartia orientalis* L. in Iran and the world in current climatic conditions and future climate change

Adel Shadloo[1], Mehdi Rastgoo*[1], Reza Ghorbani[1] and Mohammad Bazoobandi[2]
1. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran 2. Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research, Education & Extension Center, Mashhad
(Received: December 17, 2018 - Accepted: July 21, 2019)

ABSTRACT

To evaluate the climatic impacts and future climatic changes on geographical distribution of the Dodartia (*Dodartia orientalisas* L.), an invasive weed species in the world and Iran, a study was conducted in Ferdowsi University of Mashhad, using CLIMEX software, in 2016. The input data for the software included two group of data i.e. growth and stresses parameters through which some useful findings such as growth degree day were obtained based on the field study and other data such as base, optimum and ceiling temperatures as well as some information related to the regional climate of the study were acquired from the previous studis and the output analysis of the software. The results revealed that the distribution of the weed in Iran was observed mostly in North, Razavi, and South Khorasan, Kohkiloyeh, Chaharmahal, Fars, Lorestan, Ilam, Kermanshah, Hamedan, Markazi and Tehran provinces which will be highly expanded towards the northern west country provinces as a result of the occurrence of climatic changes. The plant species has a distribution potential in the world towards east china, most east European countries and central states of USA. So that the regions rely in the geographical position of 35 to 55 latitude, which gradually will extend towards the higher northern latitude that leads to limited continental spread of the plant to Africa, Australia and South America. Therefore, to manage this weed, while taking steps towards its quarantine, further studies on the control methods and tools to restrict its establishment, development and expansion should be conducted in vulnerable countries at risk.

Keywords: Climate change, geographical distribution, growth degree day, invasion prediction, dodartia.

* Corresponding author E-mail: m.rastgoo@um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

اقلیم، توزیع مکانی گیاهان را کنترل می‌کند (Ramula *et al*., 2008) و تغییر اقلیم در آینده، منجر به پراکنش بیشتر برخی از گیاهان خواهد شد (Perry *et al*., 2005). تغییر اقلیم در بلند مدت، یکی از عوامل اصلی اثرگذار بر پراکنش گیاهان است و درصورت مناسب بودن زیستگاه‌ها، بر پراکنش و فراوانی گونه‌ها اثر می‌گذارد (Sims-Chilton *et al*., 2009). بر اساس اظهارات اسدی زنگنه و همکاران (Asadi Zanganeh *et al*., 2013)، تغییر اقلیم، تهدید و بلایی برای سیاره زمین به شمار می‌آید و افزایش دمای کره زمین، سبب تغییرات عمیق و وسیع در اقلیم‌های سطح کره زمین می‌شود و باعث بروز تغییراتی در زمان و مکان بارش می‌شود که خسارت بسیاری بر انسان، خصوصاً در دهه اخیر تحمیل کرده است. امروزه تغییر اقلیم، از مهمترین مشکلات پیش روی دانشمندان وکشورهای دنیا می‌باشد. ارزیابی‌های هیئت بین دولتی تغییر اقلیم[1] نشان داده است که افزایش دمای کره زمین، منجر به تغییر توزیع گیاهان در آینده خواهد شد. در واقع با تغییر اقلیم، زیستگاه‌های مناسب گونه‌ها می‌توانند تغییر کنند (IPCC, 2013). این تغییر به ویژه در ارتباط با گیاهان مهاجم، دارای پیامدهای اقتصادی و بوم‌شناختی خواهد بود (Koochaki & Hosseini,2006). گیاهان مهاجم، تهدیدی آشکار برای تمام اکوسیستم‌ها هستند و تغییرات اقلیمی که توسط انسان‌ها تحمیل می‌شود این تهدید را شدیدتر می‌کند (Crossman *et al*., 2011).

بسیاری از عوامل انسانی، محیطی و بیولوژیکی، توزیع علف‌های هرز را تحت تأثیر قرار می‌دهند اما مهمترین عامل تداوم تکامل علف‌هرز و توسعه گیاهان مهاجم، فعالیت‌های انسانی بوده است (Radosevich *et al*., 2003). تداخل انسان در بوم‌نظام‌های مختلف می‌تواند منجر به تغییر تنوع و تهاجم گونه‌ای شود و فقدان اطلاعات اساسی در این مورد، بوم‌نظام‌های طبیعی را تهدید می‌کند. معرفی و ورود گیاه مهاجم به یک کشور، به عنوان یکی از شناخته‌شده‌ترین منابع علف‌های هرز در یک کشور مطرح است. این امر در دهه‌های اخیر و با جابه‌جایی انسان و تجارت محصولات در سراسر جهان افزایش یافته است (Radosevich *et al*., 2007).

گیاهان مهاجم گونه‌هایی هستند که قادرند تعداد زیادی گیاه قادر به تولید مثل در فواصل قابل توجهی از گیاه مادری تولید کنند، بنابراین پتانسیل گسترش سریع در مناطق وسیعی را دارند. به عبارتی، یک گیاه مهاجم غیر بومی، شانس تصاحب مزایای تغییر آب و هوا را دارد چرا که آن‌ها قادرند در واکنش به آن، سریع‌تر از گیاهان بومی تغییر جایگاه بدهند (Crossman *et al*., 2011). علف‌هرز بزچره با نام علمی *Dodartia orientalis* از تیره گل میمون (Scrophulariaceae)، گیاهی علفی چندساله (Mozafarian, 1999; Rechinger, 1981) و جزو ۲۵ علف‌هرز مهاجم ایران است (Sohrabi & Gherekhloo, 2015). گزارشات حاکی از مشاهده این علف‌هرز در تهران و اطراف آن مانند مردآباد کرج، گرمسار، ورامین و قزوین، دشت مغان، ارومیه، شرق کشور بین بجنورد و آزادشهر و سرخس است(Ghahreman, 1985). بزچره از علف‌های‌هرز مزارع غلات و حبوبات، پنبه، یونجه است و در زمین‌های تخریب شده و در امتداد جاده‌ها و کانال‌های آبیاری یافت می‌شود (Asghari *et al*., 2002; Sokolova, 2003).

تغییرات اقلیمی می‌توانند با تغییر رشد و نمو و

[1] IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Change)

www.SID.ir

Archive of SID

تولیدمثل علف‌هرز مورد نظر، اثر عامل کنترل زیستی را تغییر دهند (Norris *et al*., 1982). یکی از تبعات تغییر اقلیم، افزایش تهاجم گیاهی است. گیاهان مهاجم علاوه بر تحمیل هزینه‌های اقتصادی فراوان، سبب انقراض گونه‌های بومی، کاهش تنوع ژنتیکی و ایجاد هم‌گنی زیستی می‌شود (Rahel, 2000). در ارتباط با حضور علف‌های‌هرز مهاجم در ایران، اطلاعات زیادی وجود ندارد که این مسئله عمدتاً ناشی از عدم شناخت اهمیت گیاهان مهاجم و نبود سیستم نظارتی و پایش دائمی و فعال در کشور است (MinBashi *et al*., 2010). با تغییر شرایط محیطی، افزایش دمای و کاربرد مکرر نهاده‌های کشاورزی، پایش و بررسی مداوم تغییر گیاهان مزارع، باغات و مراتع امری ضروری است. تهیه نقشه نقاط آلوده و ارزیابی خطر علف‌های‌هرز مهاجم نیز از جمله راهکارهای مدیریتی، برای جلوگیری از افزایش پراکندگی آن‌ها و صرف حداقل هزینه‌ها خواهد بود (Sohrabi & Gherekhloo, 2015).

پراکنش هر گونه علف‌هرز، گویای گستره جغرافیایی و به عبارتی بیانگر مکان‌های رخداد آن است (Gaston, 1991). مشابهت اقلیمی[1] رهیافت عامی است که در پیش‌بینی رفتار گونه‌های مهاجم مورد استفاده قرار می‌گیرد (Peterson, 2003; Zimmermann *et al*., 2010). این رهیافت بر این نگرش استوار است که جایگاه اکولوژیک، به صورت عامل کنترلی برای پتانسیل پراکنش گونه‌ها عمل می‌کند (Grinnell, 1924). با توسعه منطقی مفهوم جایگاه اکولوژیک می‌توان بیان نمود که گونه‌ها فقط در نواحی قادر به استقرار جمعیت هستند که مجموعه شرایط اکولوژیکی آن با شرایط نواحی پراکنش بومی انطباق داشته باشد. بنابراین و بر اساس شرایط محیطی مکان-های شناخته شده حضور گونه‌ها در مناطق بومی می-توان قابلیت استقرار جمعیت‌های غیربومی آن‌ها را در سایر نواحی پیش‌بینی نمود (Peterson, 2003) و علاوه بر این، به تخمین پراکنش بالقوه، تحت سناریوهای تغییر اقلیم مبادرت ورزید (Beaumont *et al*., 2005). رهیافت مشابهت اقلیمی، منجر به توسعه مدل‌های پیش‌بینی برای مدیریت گونه‌های مهاجم شده است (Ervin & Holly, 2011).

کلایمکس (CLIMEX) از جمله نرم‌افزارهایی است که در مدل‌سازی پراکنش گونه‌های مهاجم مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kriticos *et al*., 2011) و در مقایسه با سایر مدل‌ها، برنامه مناسب‌تری برای ارزیابی خطر پراکنش علف‌های هرز است (Kriticos & Randall, 2001; Taylor & Kumar, 2013). برای استفاده از این نرم‌افزار باید مؤلفه‌های تخمین زده شده از آزمایش‌های مستقیم و مشاهدات، مستقل از مقادیر به دست آمده از داده‌های توزیع جغرافیایی فراهم شود. بدین منظور، کارهای مقدماتی شامل جمع‌آوری و سازماندهی اطلاعات علف هرز، به‌وسیله مطالعه مقالات و تماس با کارشناسان است. اطلاعات مربوط به چرخه زندگی علف هرز می‌تواند نوع واکنش آن گونه به اقلیم باشد. سطح دمایی و درجه روز برای رشد و دیگر عوامل غیر زنده، را می توان از نشریات و مقالات تهیه کرد. موزه‌ها و هرباریوم‌ها نیز مکانی که گونه‌ها در آن وجود دارند را در اختیار قرار می دهند. این چنین داده‌هایی، علاوه بر داده‌های حاصل از پایگاه‌های اطلاع رسانی، به صورت ویژه، هنگامی که برای تعیین توزیع گونه‌ها استفاده می‌شود، بسیار مفید است. بر اساس فرضیه‌هایی که هنگام انجام کارهای مقدماتی ارایه می‌شود، شاخص‌های دمایی، رطوبتی، سرما، گرما، خشکی و تنش رطوبتی می‌تواند به صورت انفرادی یا در ترکیب متناظر با توزیع شناخته شده گونه‌ها، تغییر کند. شاخص‌های تنش

۱ Climate matching

www.SID.ir

Archive of SID

چندگانه (خشک و گرم، گرم و مرطوب، سرد و خشک ، سرد و مرطوب) معمولاً فقط هنگامی استفاده می‌شوند که نمی‌توان از دیگر روش‌ها استفاده کرد (Baker *et al*., 2011).

کوچکی و نصیری محلاتی (Koochaki & Nasiri-Mahallati ,2003) عنوان کردند از میان عوامل اقلیمی، رژیم حرارتی بیشترین تأثیر را روی مراحل مختلف نمو گیاهان دارد و طبق اصل ثبات حرارتی، هر گیاهی زمانی به مرحله خاصی از نمو خود می‌رسد که مقدار مشخصی حرارت از محیط دریافت نماید. تیلور و همکاران (Taylor *et al*., 2012) و نیز لیو و همکاران (Liu *et al*., 2011) معتقدند که این قبیل اطلاعات، برای ارزیابی خطر تهاجم و اتخاذ راهبردهای مدیریتی مناسب، به منظور تقلیل پیامدهای آن در شرایط موجود و تغییر اقلیم، ضروری به نظر می‌رسد.

استان‌های مختلف خراسان (رضوی، شمالی و جنوبی)، به دلیل داشتن تنوع اقلیمی و اراضی گسترده کشاورزی و مرتعی، شرایط مناسبی برای گسترش گونه‌های مهاجم گیاهی دارند و این گیاهان در سال-های اخیر، چالش‌ها و بحران‌های زیادی را در منطقه به وجود آورده‌اند (Koocheki *et al*., 2015). در حال حاضر، گرمایش جهانی، تمامی کشورها از جمله ایران را متأثر کرده است. درک اقلیم منطقه‌ای ایران از جمله بجنورد و بررسی میزان این تغییرات، برای ما بسیار مهم است. طبق بررسی داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک بجنورد و آمار سی‌وسه‌ساله بین سال‌های ۱۳۵۶ تا ۱۳۸۹ و طبق طبقه‌بندی کوپن و دومارتن، شهر بجنورد دارای اقلیم نیمه خشک سرد می‌باشد (Asadi Zanganeh *et al*., 2013). مدیریت خردمندانه تهاجم گیاهی، نیازمند آگاهی در مورد پتانسیل پراکنش گونه‌های مهاجم است. در این تحقیق، با بهره‌گیری از شاخص مشابهت اقلیمی کلیمکس، پیش‌بینی قابلیت تهاجم علف‌هرز بزچره در ایران و جهان، در شرایط اقلیمی موجود و تحت رخداد تغییر اقلیم، در مناطق در معرض تهاجم بزچره، مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای بررسی پراکنش بزچره در شرایط کنونی و تغییر اقلیم، از نرم افزار کلایمکس (Sutherst *et al*., 2007) استفاده شد. این برنامه به دو شکل مختلف اطلاعات را برازش می‌دهد: ۱- مقایسه مکان‌های مختلف[1] در پاسخ یک گونه به میانگین اقلیم دراز مدت مکان‌های مختلف و ۲- مقایسه سال‌های مختلف[2] در پاسخ به اقلیم سال‌های مختلف در مکان‌های مشابه. پارامترهای گونه‌ها[3] در نرم افزار کلایمکس، در واقع پاسخ آن گونه به ویژگی‌های اقلیمی را توصیف می‌کند. در این نرم‌افزار، سه گروه متغیر محدود کننده توزیع جغرافیایی برای یک گونه وجود دارد: ۱- شاخص-های رشد[4]: شاخص‌های هفتگی[5] و سالانه رشد[6]، دامنه حرارتی[7] و رطوبتی[8] را برای رشد و توسعه یک گونه توصیف می‌کند؛ ۲- شاخص‌های تنش[9]: شامل چهار شاخص تنش از جمله سرما[10]، گرما[11]، خشکی[12]، و رطوبت[13] و نیز چهار پارامتر ترکیبی تنش دما و رطوبت مانند سرما و خشکی[14]، سرما و

1 Compare Locations
2 Compare Years
3 The species' parameters
4 Growth Index(GI)
۵ Week Growth Index(GIW)
۶ Annual Growth Index(GIA)
۷ Temperature Index, TI
۸ Moisture Index, MI
۹ Stress Index
۱۰ Cold Stress (CS)
۱۱ Hot Stress (HS)
۱۲ Dry Stress (DS)
۱۳ Wet Stress (WS)
۱۴ Cold Dry Stress (CDS)

www.SID.ir

Archive of SID

رطوبت[۱]، گرما و خشکی[۲] و گرما و رطوبت[۳] می‌باشد و ۳- شرایط محدود کننده[۴]: مانند نیاز خواب برخی گونه‌ها و یا درجه روز رشد گونه، برای تکمیل چرخه زندگی. از ترکیب سه شاخص فوق، شاخص آب و هوایی[۵] به دست می‌آید که از طریق معادله‌های ۱ تا ٤ آورده شده است.

معادله۱ $EI = GIA \times SI \times SX$

معادله۲ $GIA = [100(\Sigma I=1^{52}GIW)/52]$

معادله۳ $SI = (1\text{-}CS/100)\ (1\text{-}DS/100)\ (1\text{-}HS/100)\ (1\text{-}WS/100)$

معادله٤ $SX= (1\text{-}\ CDS\ /100)\ (1\text{-}CWS\ /100)\ (1\text{-}\ HDS\ /100)\ (1\text{-}\ HWS\ /100)$

در این معادله‌ها، GI_W و GI_A شرایط آب و هوایی مناسب بالقوه برای رشد جمعیت، به ترتیب برای هفته و یک‌سال می‌باشد و به عبارتی دامنه حرارتی و رطوبتی برای رشد و توسعه یک گونه است، SI شاخص تنش شامل تنش‌های سرما (CS)، گرما (HS)، خشکی (DS) و رطوبت (WS) و SX شامل ترکیب تنش دما و رطوبت است که چهار پارامتر سرد و خشک (CDX)، سرد و مرطوب (CWX)، گرم و خشک (HDX) و گرم و مرطوب (HWX) را شامل می‌شود. همچنین EI تحت تأثیر درجه روز رشد (GDD) گونه برای تکمیل چرخه زندگی و رفع محدودیت‌های خواب گونه نیز قرار می‌گیرد.

شاخص‌ها دارای سطح آستانه هستند که پایین‌تر یا بالاتر از آن به صورت تجمعی، مانع رشد گونه در منطقه می‌شود. میزان EI بین صفر تا صد است، در صفر، گونه توان رشد را ندارد و در صد، شرایط برای رشد گونه بهینه است به طوری که مناطقی با EI کمتر از ۵، در محدوده نامناسب، EI بین ۵ تا ۱۰ در محدوده بحرانی، EI بین ۱۰ تا بیست در محدوده مناسب و بیشتر از بیست، جزو مناطق بهینه برای پراکنش گونه است. کلایمکس برای تعیین مکان‌های پراکنش، نیاز به اطلاعات بیولوژیکی، فیزیولوژیکی و اکولوژیکی هر گونه دارد، بنابراین تمامی اطلاعات مربوط به بزچره، از آزمایش‌های انجام شده و منابع، جمع‌آوری شدند و پس از ورود داده‌ها به نرم‌افزار و براساس مدل پیش‌بینی نرم‌افزار، پراکنش در هر دو شرایط، در نقشه‌های جداگانه مشخص شد. پیش‌بینی پراکنش بزچره در شرایط تغییر اقلیم، بر اساس رخداد UK و برای سال ۲۰۸۰ صورت گرفت. بر اساس این رخداد، تا سال ۲۰۸۰، دمای کره زمین در زمستان حداقل ۲ و حداکثر ۳ درجه‌سانتی‌گراد و در تابستان، حداقل ۳ و حداکثر ٤ درجه‌سانتی‌گراد، افزایش خواهد داشت. میزان بارش نیز در زمستان بیست درصد افزایش و در تابستان بیست‌وپنج درصد کاهش خواهد داشت.

مجموعه داده‌های اقلیمی گردآوری شده از سال ۱۹٦۰ تا سال ۱۹۹۰، برای برازش در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت و به وسیله کلایمکس پردازش داده شد. داده‌های نرمال آب و هوایی شامل ٦۷٤۲۰ نقطه از جهان بود که به طور منظم از افزایش ۰/۵ درجه عرض جغرافیایی به دست آمده است. نرم‌افزار کلایمکس، نیاز به پنج متغیر اقلیمی از جمله متوسط، حداکثر و حداقل درجه حرارت ماهانه، بارش و رطوبت نسبی در ساعت‌های ۹ صبح و ۳ بعدازظهر دارد (Ramirez-Carbal *et al*., 2016, Yonow *et al*.,2013).

۱ Cold Wet Stress (CWS)
۲ Hot Dry Stress (HDS)
۳ Hot Wet Stress (HWS)
۴ Limiting conditions
۵ Ecoclimatic Index (EI)

www.SID.ir

Archive of SID

۱- شاخص‌های دمایی[۱]: بر اساس نتایج حاصل از تحقیق مهیمنی و همکاران (Mohaimeni *et al*., 2013) پایین‌ترین دما برای جوانه‌زنی[۲]، پنج درجه سانتی‌گراد، پایین‌ترین دمای بهینه[۳]، پانزده درجه سانتی‌گراد، بالاترین دمای بهینه[۴]، بیست‌وپنج درجه سانتی‌گراد و بالاترین دمای قابل تحمل[۵] سی‌وپنج درجه سانتی‌گراد به دست آمد (جدول۲).

۲- تنش سرما: بر اساس تحقیقات مهیمنی و همکاران (Mohaimeni *et al*., 2013)، دمای کشنده برای بزچره در حدود۱۰- درجه سانتی‌گراد است و می‌توان این گیاه را جزو گیاهان متحمل به سرما دانست و قابل پیش‌بینی است که گسترش و تثبیت این گیاه مهاجم در اقلیم‌های سرد امکان‌پذیر باشد. از این رو، حد آستانه تنش سرما[۶] در کلایمکس، ۱۰- درجه سانتی‌گراد و نرخ تجمع هفتگی، صفر در نظر گرفته شد (جدول۲).

۳- تنش گرما: بر اساس آن چه گفته شد، دمای بهینه جوانه‌زنی برای بزچره، پانزده تا بیست‌وپنج درجه سانتی‌گراد و دمای حداکثر، سی‌وپنج درجه سانتی‌گراد بود، از این رو حد آستانه تنش گرما[۷] برای بزچره سی‌وپنج درجه سانتی‌گراد و نرخ تجمعی تنش گرمایی، ۰/۰۰۲ روز در هفته در نظر گرفته شد (جدول۲).

٤- تنش خشکی: طبق مطالعات انجام شده توسط اسدی زنگنه و همکاران (Asadi Zanganeh *et al*., 2013)، منطقه مورد مطالعه یعنی شهر بجنورد، دارای اقلیم نیمه خشک سرد است که با توجه به پراکنش بزچره و جدول موجود در راهنمای کلایمکس، حد آستانه تنش خشکی[۸] برابر ۰/۰۵ و نرخ تجمع هفتگی ۰/۰۰۵- در نظر گرفته شد (جدول۲).

۵- تنش رطوبتی: بر اساس جدول موجود در دستورالعمل کلایمکس (برای مناطق نیمه خشک)، حد آستانه تنش رطوبتی[۹]، ۰/٦ و نرخ تجمع هفتگی ۰/۰۰۵ در نظر گرفته شد (جدول۲).

٦- مجموع حرارت سالانه[۱۰]: به طور معمول، درجه حرارت روز رشد در مدیریت کشاورزی و منابع طبیعی، برای پیش‌بینی رشد گیاهان استفاده می‌شود. رشد و نمو گیاهان به دما بستگی دارد به نحوی که گیاهان به مقدار معینی از گرما برای رشد از یک مرحله به مرحله دیگر نیاز دارند (Miller *et al*., 2001). این شاخص، حداقل حرارت تجمعی (درجه-روز رشد)[۱۱] در طول فصل رشد، برای ایجاد یک نسل جدید است. با توجه به این که درجه حرارت، یکی از فاکتورهای مهم در مطالعه فنولوژی می‌باشد، نتایج تحقیقات محققان بسیاری نشان داد که با تغییرات شرایط جوی از سالی به سال دیگر، تأثیر این عامل، دستخوش تغییراتی می‌شود. بر این اساس، استفاده از معیار درجه روز رشد، با توجه به اعمال درجه حرارت و تاریخ وقوع مراحل فنولوژی در آن می‌تواند ما را در پیش-گویی فنولوژی یاری کند (Zare Kia *et al*., 2011). محققان بسیاری در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که شاخص درجه روز رشد، روش مطمئنی برای پیش-بینی فنولوژی گیاهان می‌باشد (Momen, 2003). درجه روزهای رشد با استفاده از معادله ۵ محاسبه شد:

۱ Temperature index

۲ Lower Temperature Threshold (DV0)

۳ Lower Optimal Temperatures (DV1)

۴ Upper Optimal Temperature (DV2)

۵ Upper Temperature Limit (DV3)

۶ Cold Stress Temperature Threshold (TTCS)

۷ Heat Stress Temperature Threshold (TTHS)

۸ Dry stress threshold

۹ Wet stress threshold

۱۰ Annual heat sum

۱۱ Degree day threshold (GDD/PDD)

www.SID.ir

Archive of SID

معادله۵ $GDD = \sum$(درجه حرارت حداکثر + درجه حرارت حداقل /۲)− دمای پایه

بر اساس مطالعات سادات عظیمی و همکاران (Sadat Azimi *et al*., 2014)، فنولوژی این گونه در سه دوره رویش و به مدت پنج سال مورد بررسی قرار گرفت، بدین منظورتعداد بیست بوته بزچره (در نظر گرفتن طیفی از سن گیاه) از سه مکان کهنه‌کند (اطراف بجنورد)، بش‌قارداش (پنج کیلومتری بجنورد) و حصار گرمخان (پانزده کیلومتری شهر بجنورد) انتخاب شد و از نیمه اسفند سال۱۳۹۲، به طور منظم مورد بازدید قرار گرفت. داده‌های جمع‌آوری شده (تغییرات ارتفاعی و مراحل فنولوژی گیاه)، شامل سه مرحله رویشی (رشد علفی گیاه)، گل‌دهی (ظهور گل) و میوه‌دهی (ظهور میوه‌ها) بود.

جدول ۱- مجموع انرژی گرمایی مورد نیاز(GDD) بزچره

Table 1. Total Thermal Energy Required (GDD) of *Dodartia orientalis*

Year	2013		2014		2015		2016		2017	
Phonological stages	GDD (C°)	Period (Day)	GDD (C°)	Period (Day)	GDD (C°)	Period (Day)	GDD (C°)	Period (Day)	GDD (C°)	Period (Day)
Vegetative	373.3	60	402	65	430.1	60	414.1	60	438.8	60
Flowering	439.3	35	466.65	30	506.2	35	475.9	35	499.3	35
Seeding	1799.2	85	1894.8	95	1872.8	90	1786.7	85	1831.9	95
Total	2611.8	180	2763.45	190	2809.1	185	2676.7	180	2770	190

جدول۲- مقادیر پارامترها ی مورد استفاده در نرم افزارکلایمکس برای بزچره و منابع اخذ آن‌ها

Table 2. The parameters used in CLIMEX software for *Dodartia orientalis* and their references

Index	Parameter	Abbreviate	(Unit)	(Reference)
Temperature	Lower threshold	DV_0	5°c	Mohaimeni et al., 2013
	Lower optimum temperature	DV_1	15°c	Mohaimeni et al., 2013
	Upper optimum temperature	DV_2	25°c	Mohaimeni et al., 2013
	Upper threshold	DV_3	35°c	Mohaimeni et al., 2013
	Dormancy summer or winter indicator	DPSW	0	Abbasian et al.,2016
Moisture	Lower Soil Moisture threshold	SM_0	0.05	Abbasian et al.,2016
	Lower Optimum soil Moisture	SM_1	0.1	Abbasian et al.,2016
	Upper optimum soil moisture	SM_2	0.4	Abbasian et al.,2016
	Upper soil moisture threshold	SM_3	0.6	Abbasian et al.,2016
Cold stress	Temperature threshold	TTCS	-10°c	Mohaimeni et al., 2013
	Stress accumulation rate	THCS	0	Abbasian et al.,2016
	Degree day threshold	DTCS	15 degree day	Abbasian et al.,2016
	Degree day stress	DHCS	-0.0002(week^{-1})	Abbasian et al.,2016
Heat stress	Temperature threshold	TTHS	35°c	Mohaimeni et al., 2013
	Stress accumulation rate	THHS	0.002	Abbasian et al.,2016
Drought stress	soil moisture dry Stress threshold	SMDS	0.05	Abbasian et al.,2016
	Stress accumulation rate	HDS	-0.005(week^{-1})	Abbasian et al.,2016
Moisture stress	Soil moisture wet stress threshold	SMWS	0.6	Abbasian et al.,2016
	Stress accumulation rate	HWS	0.005(week^{-1})	Abbasian et al.,2016
Annual heat sum	Degree day threshold	PDD	2750	Meteorological information of Bojnurd and field surveys

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس مشاهدات و اطلاعات به دست آمده از پنج سال نمونه‌گیری و استفاده از آمار دما و بارندگی نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به مکان‌های مورد مطالعه برای ثبت وقوع هر مرحله از فنولوژی گیاه و استفاده از معادله ۵، که بستگی به مقدار انرژی حرارتی در طول هر مرحله از توسعه گیاه دارد، میانگین مجموع درجه حرارت حداکثر و حداقل روزانه و کم کردن آن از درجه حرارت پایه گیاه (پنج درجه سانتی‌گراد) و جمع آن در طول مدت زنده بودن گیاه و تفکیک مراحل مختلف، رشد رویشی از اواسط اسفندماه تا اواسط اردیبهشت، گل‌دهی از اواسط اردیبهشت‌ماه تا اواسط خرداد و به بذر نشستن یا میوه‌دهی گیاه از اواسط خردادماه تا پر شدن کامل و رسیدگی کامل آن می‌باشد، همچنین طبق نتایج بدست آمده مرحله رویشی این گونه در بجنورد (منطقه مطالعاتی) بین ۶۰ تا ۶۵ روز، مرحله گل‌دهی ۳۰ تا ۳۵ روز و مرحله بذردهی به مدت ۹۰ روز طول کشید و به طور کلی، حداکثر رشد فعال این گیاه نیز ۱۹۰-۱۸۰ روز است، همچنین میزان درجه روز رشد برای گیاه بزچره، حدود۲۷۵۰ به دست آمد که به عنوان یکی از پارامترها در نرم افزار کلایمکس مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج و بحث

پراکنش جغرافیایی این گونه در اروپا، ترکیه، ایران، قفقاز، آسیای مرکزی، سیبری و افغانستان است و در ایران، در مناطق شمال‌غرب، مرکز و شمال‌شرق اعلام شده است (Saeedi Mehvarz *et al.*,2012) که نقشه-های برازش داده شده توسط کلایمکس با گزارش محققان، تطابق بسیار بالایی دارد.

۱- پتانسیل پراکنش بزچره در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در ایران

بر اساس نقشه ترسیم شده، بزچره، پتانسیل پراکنش در استان‌های خراسان رضوی، شمالی و جنوبی، قسمت‌هایی از کرمان، آذربایجان غربی و شرقی، همدان، یاسوج، کرمانشاه، شهرکرد، اصفهان، اراک، مازندران و گیلان را دارد و به دلیل تنش خشکی، شرایط حضور در کویر مرکزی ایران، خوزستان، بوشهر و مرکز و جنوب سیستان و بلوچستان را ندارد (شکل۱-a). بر اساس نقشه‌ها مشخص شد که پراکنش این گونه مهاجم در شرایط تغییر اقلیم (۲۰۸۰ میلادی) در برخی مناطق گرمسیر (استان‌های سیستان و بلوچستان، یزد و شرق خراسان رضوی) محدودتر و در برخی نواحی سردسیر (مانند استان‌های قزوین، آذربایجان غربی و شرقی، زنجان و همدان) به دلیل افزایش دما، بهینه‌تر خواهد شد (EI ≥۲۰) (شکل۱-b).

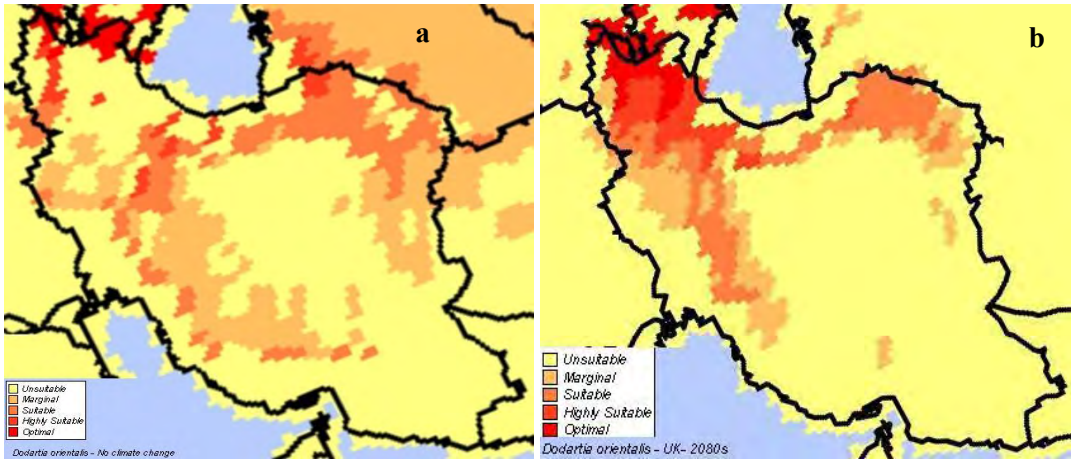
- پتانسیل پراکنش بزچره در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در قاره آسیا

طبق نقشه حاصل از کلایمکس، بزچره در ایران، افغانستان، قفقاز (گرجستان، ارمنستان و آذربایجان)، آسیای مرکزی (ترکمنستان، قزاقستان، ازبکستان، قرقیزستان و تاجکستان) و شرق چین پراکنش زیادی دارد (شکل۲-a). در برخی مناطق غرب چین، مغولستان، قرقیزستان و ازبکستان، به دلیل دمای پایین، امکان تکمیل چرخه زندگی بزچره وجود ندارد. در مناطق دیگری مانند هند، برخی قسمت‌های جنوب چین، ژاپن، کره شمالی و جنوبی و کشورهای جنوب غرب آسیا، تنش رطوبتی، بسیار زیاد است و امکان رشد بزچره وجود ندارد. در برخی قسمت‌های روسیه، به دلیل وجود تنش سرمایی و عدم تکمیل چرخه زندگی، امکان رشد این گیاه وجود ندارد، همچنین به دلیل تنش گرمایی و خشکی زیاد، بزچره در کشورهای حوزه خلیج فارس پراکنش ندارد. بر اساس نقشه حاصل از برازش پارامترهای بزچره توسط کلایمکس در شرایط تغییر اقلیم (۲۰۸۰ میلادی) مشخص شد که لکه‌های گسترش این گیاه مهاجم در

www.SID.ir

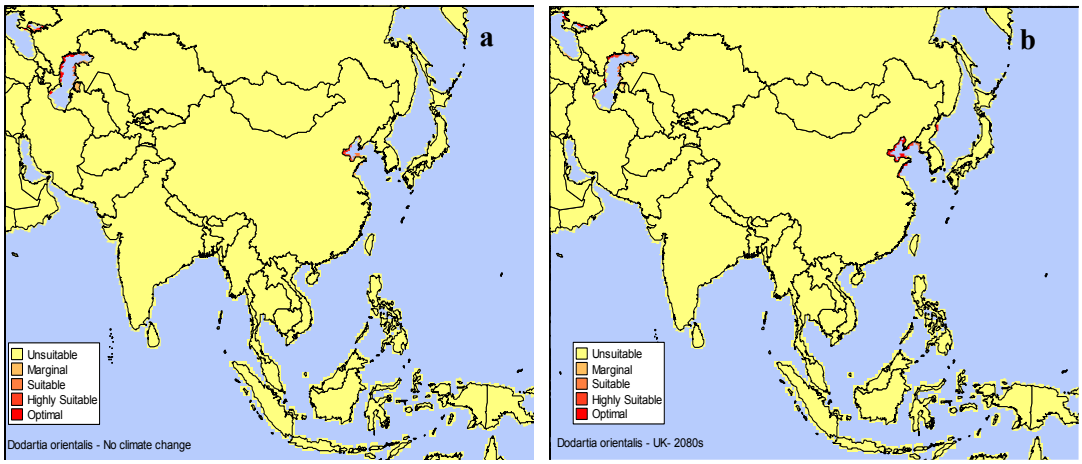
Archive of SID

بسیاری از مناطق، بیشتر خواهد شد(مانند جنوب گرجستان، قزاقستان، شرق چین و ازبکستان) و پراکنش بیشتر به سمت مناطق بهینه (EI ≥۲۰) سوق پیدا خواهد کرد، هر چند در برخی مناطق مانند ترکمنستان نیز گسترش این گیاه محدود خواهد شد (شکل۲-b).



شکل۱- پتانسیل پراکنش بزچره(*Dodartia orientalis*) در ایران در شرایط کنونی (a) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (b). مناطق نامناسب برای پراکنش بزچره با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ نارنجی کم‌رنگ (۱۰> EI ≥۵)، مناطق مناسب با رنگ نارنجی پررنگ (۱۵> EI ≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ قرمز کم‌رنگ (۲۰> EI ≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز پر رنگ (EI ≥۲۰) نمایش داده شده است.

Fig 1. Distribution potential of *Dodartia orientalis* in Iran in current conditions (a) and climate change conditions in 2080(b). Inappropriate areas for the distribution of yellow (EI<5), critical areas with low orange color (5≥ EI >10), suitable areas with high orange color (10≤EI <15), very suitable areas with red color low light (15 ≤ EI <20) and optimal areas with high red color (EI ≥20) are displaye.



شکل۲- پتانسیل پراکنش بزچره(*Dodartia orientalis*) در آسیا در شرایط کنونی(a) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (b). مناطق نامناسب برای پراکنش بزچره با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ نارنجی کم‌رنگ (۱۰> EI ≥۵)، مناطق مناسب با رنگ نارنجی پررنگ (۱۵> EI ≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ قرمز کم‌رنگ (۲۰> EI ≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز پر رنگ (EI ≥۲۰) نمایش داده شده است.

Figure 2. Distribution potential of *Dodartia orientalis* in Asia in current conditions (a) and climate change conditions in 2080(b). Inappropriate areas for the distribution of yellow (EI<5), critical areas with low orange color (5≥ EI >10), suitable areas with high orange color (10≤EI <15), very suitable areas with red color low light (15 ≤ EI <20) and optimal areas with high red color (EI ≥20) are displayed.

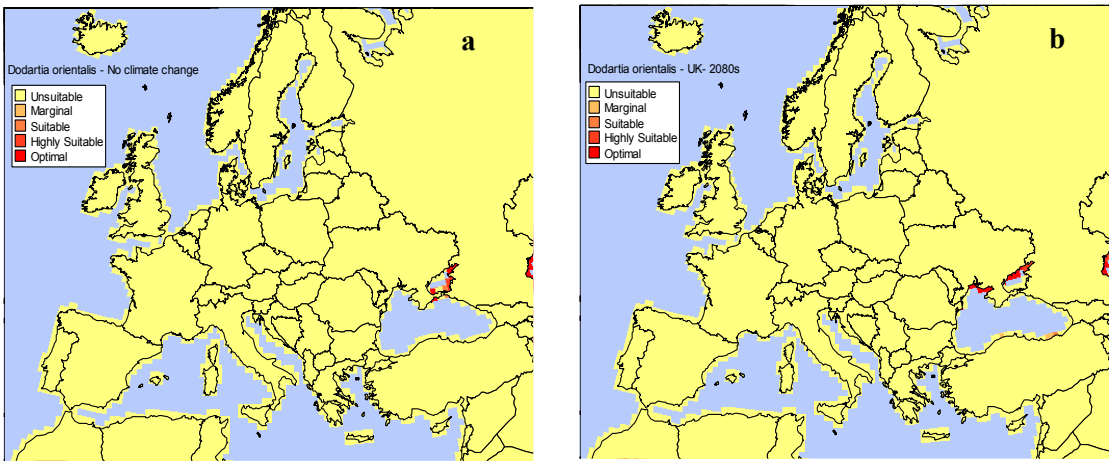
www.SID.ir

Archive of SID

۳- پتانسیل پراکنش بزچره در شرایط موجود و تغییر اقلیم در قاره اروپا

بر اساس مدل پیش‌بینی، بزچره پتانسیل پراکنش در کشورهای آذربایجان، ارمنستان، ترکیه، جنوب غربی روسیه، رومانی، بلغارستان، اوکراین، مجارستان، هلند، بلاروس، اسلواکی، سوئیس، اتریش، یوگسلاوی، بوسنی هرزگوین و اسپانیا را دارد (شکل۳-a) زیرا این قسمت‌ها شرایط بهینه‌ای برای رشد و پراکنش بزچره دارند (EI ≥۲۰). شرایط پراکنش در قسمت‌های عمده روسیه و اروپای شمالی(سوئد، نروژ، فنلاند و دانمارک)، به دلیل درجه حرارت بسیار پایین و عدم تکمیل درجه روز رشد مورد نیاز و تولید نسل در شرایط کنونی، برای این گیاه فراهم نیست. از طرفی در ایتالیا، فرانسه، انگلستان و ایرلند، تنش رطوبتی بسیار زیاد است و شرایط برای رشد این گیاه وجود ندارد.

بر اساس نقشه حاصل از کلایمکس مشخص شد که لکه‌های گسترش این گیاه مهاجم در اروپا، با تغییر اقلیم (۲۰۸۰ میلادی) بسیار گسترش پیدا خواهد کرد (مانند جنوب غربی روسیه، مولداوی، رومانی، بلغارستان، قسمت‌های مرکزی ترکیه، شرق آلمان، مناطقی از اسپانیا، جنوب اسلواکی،کوزوو و شرق بلغارستان) به طوری که بسیاری از نقاط اروپا، شرایط بهینه‌ای (EI ≥۲۰) برای رشد و پراکنش پیدا خواهند کرد. همچنین در برخی کشورها مانند اسپانیا، کرواسی و بوسنی و هرزگوین نیز گسترش این گیاه محدود خواهد شد (شکل۳-b).



شکل۳- پتانسیل پراکنش بزچره (*Dodartia orientalis*) در اروپا در شرایط کنونی (a) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (b). مناطق نامناسب برای پراکنش بزچره با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ نارنجی کم‌رنگ (۵≤ EI <۱۰)، مناطق مناسب با رنگ نارنجی پررنگ (۱۰≤ EI <۱۵)، مناطق بسیار مناسب با رنگ قرمز کم‌رنگ (۱۵≤ EI <۲۰) و مناطق بهینه با رنگ قرمز پر رنگ (EI ≥۲۰) نمایش داده شده است.

Fig 3. Distribution potential of *Dodartia orientalis* in Europe in current conditions (a) and climate change conditions in 2080 (b). Inappropriate areas for the distribution of yellow (EI<5), critical areas with low orange color (5≤ EI <10), suitable areas with high orange color (10≤EI <15), very suitable areas with red color low light (15 ≤ EI <20) and optimal areas with high red color (EI ≥20) are displayed.

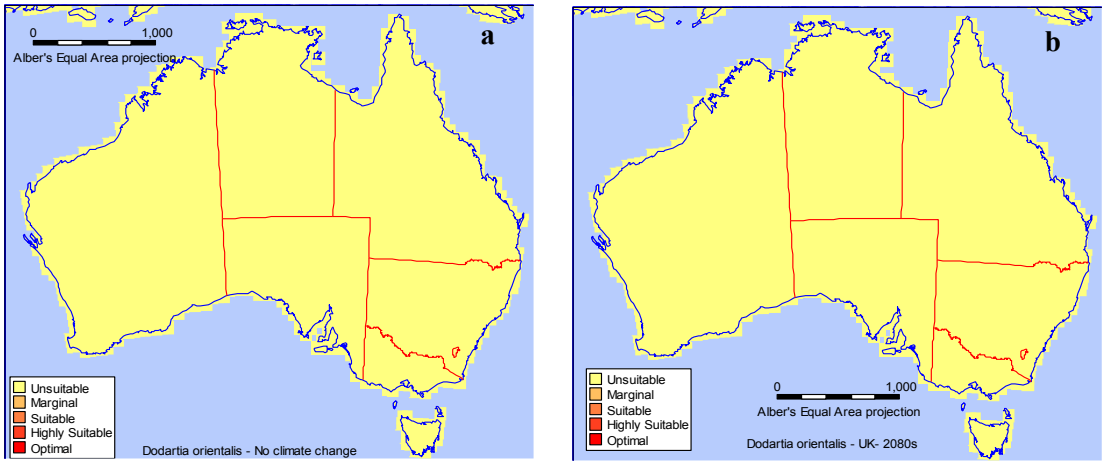
٤- پتانسیل پراکنش بزچره در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در قاره استرالیا

بر اساس نقشه‌های حاصل از کلایمکس، بزچره در شرایط کنونی توان پراکنش در استرالیا (به جز در قسمت کوچکی از جنوب شرقی) را نخواهد داشت که می‌توان تنش گرمایی و خشکی را عامل محدود کننده‌ای برای گسترش این گونه در بسیاری از نقاط این قاره دانست (شکل٤-a). قاره استرالیا به دلیل گستردگی زیاد، حوادث طبیعی مختلفی را تجربه

www.SID.ir

Archive of SID

می‌کند. خشک‌سالی در بیابان‌های مرکزی یا باران‌های سیل‌آسا نیز در مناطقی از این کشور، بخشی از طبیعت معمول آن است اما بارش برف و زمستان های خنک در استرالیا، تنها مختص مناطق خاصی از آن است. تنها ایالت‌های ویکتوریا و نیو ساوت ولز، دارای کوهستان‌های برفی هستند، این ایالات در جنوب و جنوب شرقی این قاره قرار گرفته اند که به دلیل داشتن شرایط سرد، مناطق مناسب برای بزچره خواهند بود. همچنین با تغییر اقلیم و افزایش دما (۲۰۸۰ میلادی)، بزچره در استرالیا قادر به رشد و گسترش نخواهد بود (شکل٤-b).



شکل٤- پتانسیل پراکنش بزچره (*Dodartia orientalis*) در استرالیا در شرایط کنونی (a) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (b). مناطق نامناسب برای پراکنش بزچره با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ نارنجی کم‌رنگ (۱۰> EI ≥۵)، مناطق مناسب با رنگ نارنجی پررنگ (۱۵> EI ≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ قرمز کم‌رنگ (۲۰> EI ≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز پر رنگ (EI ≥۲۰) نمایش داده شده است.

Fig 4. Distribution potential of *Dodartia orientalis* in Australia in current conditions (a) and climate change conditions in 2080 (b). Inappropriate areas for the distribution of yellow (EI<5), critical areas with low orange color (5≥ EI >10), suitable areas with high orange color (10≤EI <15), very suitable areas with red color low light (15 ≤ EI <20) and optimal areas with high red color (EI ≥20) are displayed.

۵- پتانسیل پراکنش بزچره در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در قاره آفریقا

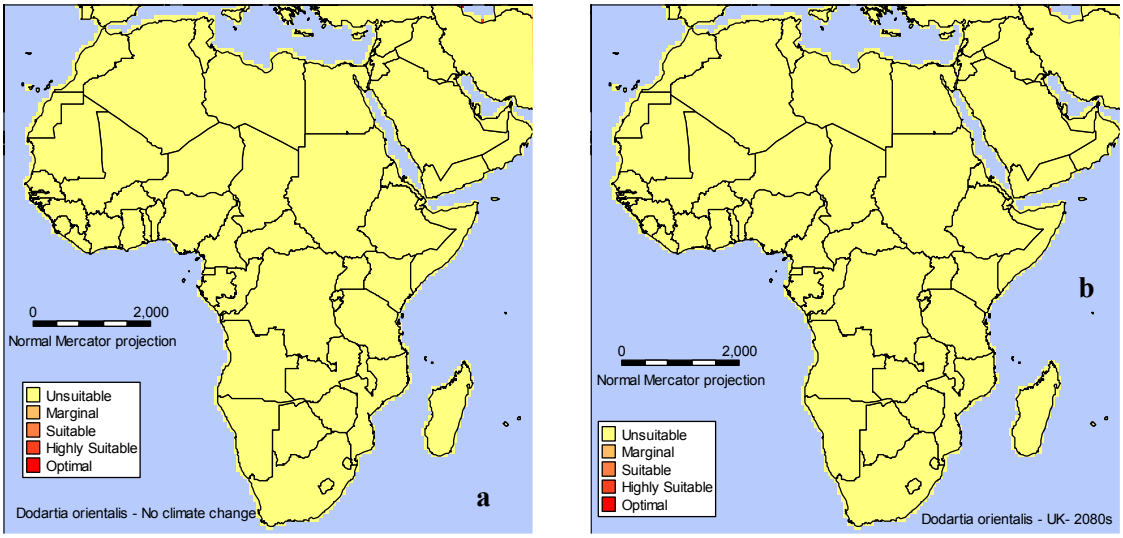
بر اساس مدل پیش‌بینی، در شرایط کنونی، بزچره توان پراکنش در آفریقا، به جز در قسمت کوچکی از جنوب و شمال غربی را نخواهد داشت که در برخی مناطق آن، تنش گرمایی و خشکی و در برخی مناطق دیگر، تنش رطوبتی، عامل محدود کننده‌ای برای گسترش این گونه در آفریقا می‌باشد (شکل۵-a) و با تغییر اقلیم(۲۰۸۰ میلادی) و افزایش دما، گسترش بزچره در آفریقا محدودتر خواهد شد (شکل۵-b).

٦- پتانسیل پراکنش بزچره در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در آمریکای شمالی

بر اساس نقشه‌های حاصل از کلایمکس، در شرایط کنونی، بزچره پتانسیل پراکنش در قسمت‌های مرکزی آمریکا و قسمت‌هایی از شمال مکزیک را دارد، چرا که که اکثر این قسمت‌ها، شرایط بهینه‌ای برای رشد و پراکنش بزچره دارند (EI ≥۲۰). در کانادا نیز این گیاه به دلیل وجود تنش سرمایی و رطوبتی نمی‌تواند پراکنش داشته باشد (شکل٦-a). همچنین بر اساس این نقشه‌ها، با تغییر اقلیم، پراکنش این گیاه مهاجم در آمریکا گسترده‌تر خواهد شد و در قسمت شمالی مکزیک، شرایط بهینه برای پراکنش کاهش خواهد یافت (شکل٦-b).

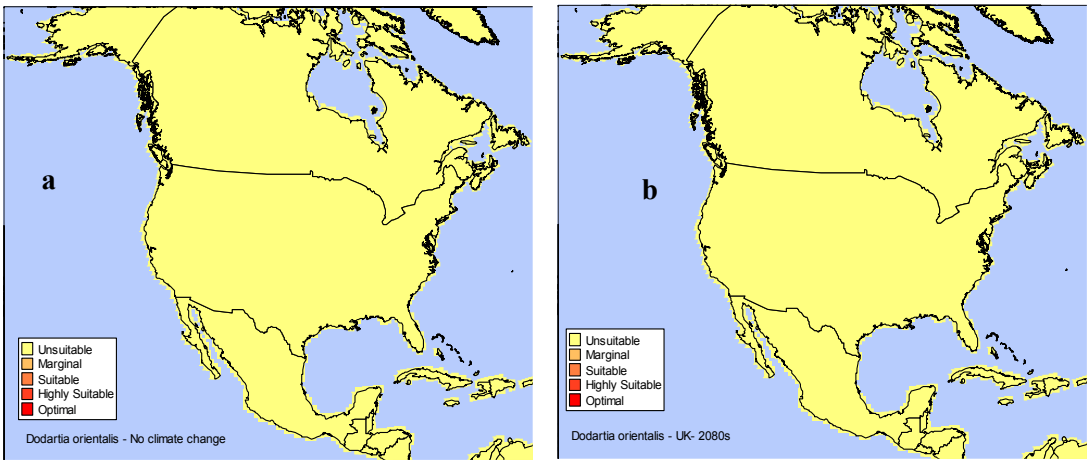
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۵- پتانسیل پراکنش بزچره (*Dodartia orientalis*) در آفریقا در شرایط کنونی(a) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (b). مناطق نامناسب برای پراکنش بزچره با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ نارنجی کم‌رنگ (۱۰> EI ≥۵)، مناطق مناسب با رنگ نارنجی پررنگ (۱۵> EI ≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ قرمز کم‌رنگ (۲۰> EI ≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز پر رنگ (EI ≥۲۰) نمایش داده شده است.

Fig 5. Distribution potential of *Dodartia orientalis* in Africa in current conditions (a) and climate change conditions in 2080(b). Inappropriate areas for the distribution of yellow (EI<5), critical areas with low orange color (5≥ EI >10), suitable areas with high orange color (10≤EI <15), very suitable areas with red color low light (15 ≤ EI <20) and optimal areas with high red color (EI ≥20) are displayed.



شکل٦- پتانسیل پراکنش بزچره (*Dodartia orientalis*) در آمریکای شمالی در شرایط کنونی (a) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (b). مناطق نامناسب برای پراکنش بزچره با رنگ زرد(EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ نارنجی کم‌رنگ (۱۰> EI ≥۵)، مناطق مناسب با رنگ نارنجی پررنگ(۱۵> EI ≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ قرمز کم‌رنگ (۲۰> EI ≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز پر رنگ (EI ≥۲۰) نمایش داده شده است.

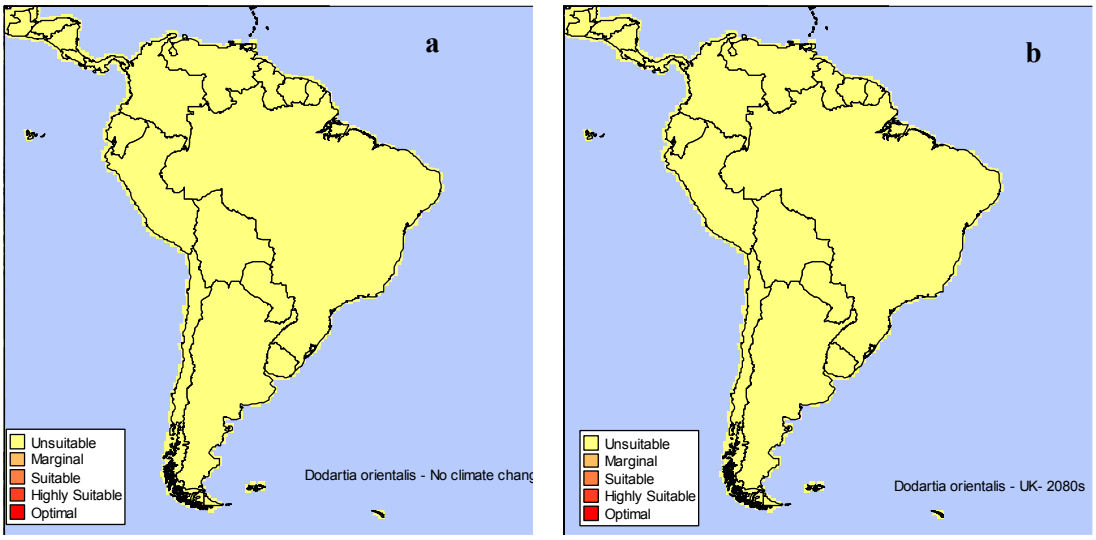
Fig 6. Distribution potential of *Dodartia orientalis* in North America in current conditions (a) and climate change conditions in 2080(b). Inappropriate areas for the distribution of yellow (EI<5), critical areas with low orange color (5≥ EI >10), suitable areas with high orange color (10≤EI <15), very suitable areas with red color low light (15 ≤ EI <20) and optimal areas with high red color (EI ≥20) are displayed.

www.SID.ir

Archive of SID

۷- پتانسیل پراکنش بزچره در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در آمریکای جنوبی

در شرایط کنونی، بزچره پتانسیل پراکنش در قسمت-های از بولیوی و آرژانتین را دارد (شکل۷–a). در این قاره، به دلیل وجود تنش رطوبتی بسیار زیاد، پراکنش این گونه محدود است. بر اساس نقشه‌ها، با تغییر اقلیم (۲۰۸۰ میلادی)، پراکنش بزچره در بولیوی گسترده‌تر حواهد شد و در آرژانتین، در برخی نقاط گسترده‌تر و در برخی نقاط محدودتر خواهد شد (شکل۷–b).



شکل۷- پتانسیل پراکنش بزچره(*Dodartia orientalis*) در آمریکای جنوبی در شرایط کنونی (a) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (b). مناطق نامناسب برای پراکنش بزچره با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ نارنجی کم‌رنگ (۱۰> EI ≥۵)، مناطق مناسب با رنگ نارنجی پررنگ (۱۵> EI ≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ قرمز کم‌رنگ (۲۰> EI ≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز پر رنگ (EI ≥۲۰) نمایش داده شده است.

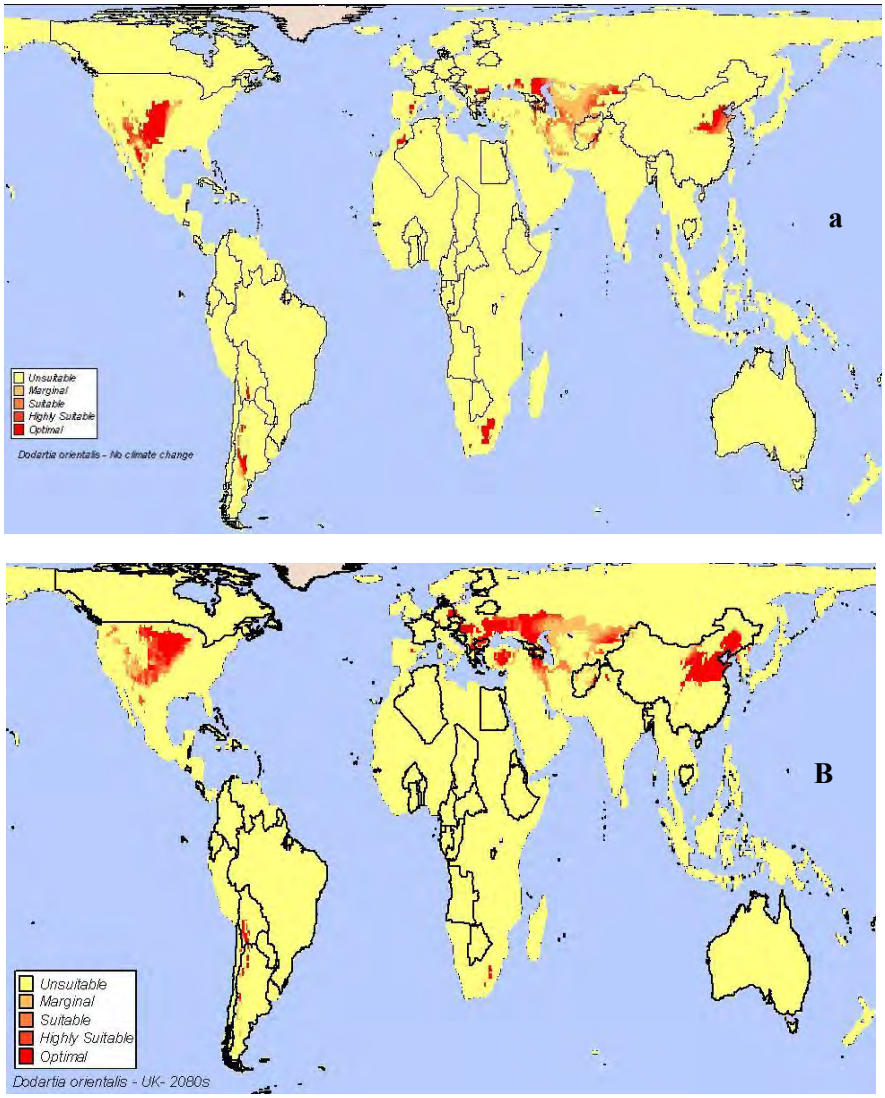
Fig 7. Distribution potential of *Dodartia orientalis* in South America in current conditions (a) and climate change conditions in 2080 (b). Inappropriate areas for the distribution of yellow (EI<5), critical areas with low orange color (5≥ EI >10), suitable areas with high orange color (10≤EI <15), very suitable areas with red color low light (15 ≤ EI <20) and optimal areas with high red color (EI ≥20) are displayed.

نتیجه‌گیری

در آمریکا، نتایج تحقیقات برادلی و همکاران (Bradley *et al*., 2009) نشان داد دامنه پراکنش بعضی از گونه‌های گیاهی مهاجم تغییر خواهد کرد در حالی که دامنه پراکنش دیگر گونه‌های گیاهی مهاجم، گسترش خواهد یافت یا با کاهش روبه‌روخواهد شد. نتایج تحقیق حاضر در مورد بزچره نشان داد که با تغییر اقلیم، پراکنش این گونه بیشتر در محدوده ۳۵ تا ۵۵ درجه شمالی خواهد بود و در آینده، روند گسترش به طرف عرض‌های شمالی بالاتر خواهد بود و در برخی نقاط دنیا مانند آمریکا (ایالات مرکزی)، چین، قزاقستان و کشورهای مرکزی اروپا گسترده‌تر و در برخی نقاط مانند ترکمنستان محدودتر خواهد شد؛ هر چند طبق نقشه‌ها، در اکثر نقاط، پتانسیل پراکنش این گیاه در صورت تهاجم گسترش خواهد یافت (شکل ۸ –a و شکل ۸– b). گونه‌های مختلف گیاهان از جمله بزچره به عنوان یک علف‌هرز مهاجم، پتانسیل تهاجم زیادی دارد و پتانسیل پراکنش، بیشتر از پراکنش کنونی آن می‌باشد. هرچند بزچره مکان‌های زیادی را آلوده کرده است اما مناطق زیادی نیز وجود دارد که شرایط اقلیمی مناسبی جهت پراکنش این گونه را دارد اما تا کنون مورد تهاجم آن قرار نگرفته-اند، با شناخت این مناطق و اقدامات قرنطینه‌ای و استراتژی‌های پیش‌گیری می‌توان مانع از ورود و گسترش این گونه به مناطق جدید شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۸- پتانسیل پراکنش بزچره (*Dodartia orientalis*) در دنیا در شرایط کنونی (a) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (b). مناطق نامناسب برای پراکنش بزچره با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ نارنجی کم‌رنگ (۱۰> EI ≥۵)، مناطق مناسب با رنگ نارنجی پررنگ (۱۵> EI ≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ قرمز کم‌رنگ (۲۰> EI ≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز پر رنگ (EI ≥۲۰) نمایش داده شده است.

Fig 8. Distribution potential of *Dodartia orientalis* in the world in current conditions (a) and climate change conditions in 2080 (b). Inappropriate areas for the distribution of yellow (EI<5), critical areas with low orange color (5≥ EI >10), suitable areas with high orange color (10≤EI <15), very suitable areas with red color low light (15 ≤ EI <20) and optimal areas with high red color (EI ≥20) are displayed.

منابع

Abbasian, A., Asadi, G. and Ghorbani, R. 2016. Ecology and biology of *Centaurea balsamita* and its potential distribution in different regions of Iran and the world under existing conditions and climate change. PhD thesis. Ferdowsi University of Mashhad.

Asadi Zangeneh, M. A., Alizadeh, A., Shayan Yeganeh, A.A. and Shayan Zanganeh, A. 2013. Investigating the rate of climate, temperature and rainfall change in Bojnourd City, 1977-2010. First National Climate and Weather Conference, 21-22 May, Kerman, Industrial University of Tehran and Advanced Technology, Iran.

Asghari, J., Moradi, S.A. and Kamkar, B. 2002. Weed Physiology. University of Guilan Press (In

www.SID.ir

Archive of SID

Persian). Vol I. 272 Pp.
Baker, R., Benninga, J., Bremmer, J., Brunel, S., Dupin, M., Eyre, D. and Makowski, D. 2013. Protocol for mapping endangered areas taking climate, climate change, biotic and abiotic factors, land use and economic impacts into account accessed via a hyperlink in a project web page and integrated into the web-based EPPO PRA scheme PD No. 3.3 (No. PD No. 3.3). EU Framework 7.
Beaumont, L.J., Hughes, L., and Poulsen, M. 2005. Predicting species distributions: use of climatic parameters in BIOCLIM and its impact on predictions of species current and future distributions. Ecol. Model. 186:250- 269.
Bradley, B. A., Wilcove, D. S., and, Oppenheimer, M. 2010. Climate change increases risk of plant invasion in the Eastern United States. Biologic. Invasions. 12(6), 1855-1872.
Crossman, N.D., Bryan, B.A. and Cooke, D.A. 2011. An invasive plant and climate change threat index for weed risk management: Integrating habitat distribution pattern and dispersal process. Ecol. Indic. 11:183-198.
Ervin, G.N. and Holly, D.C. 2011. Examining local transferability of predictive species distribution models for invasive plants: an example with cogongrass (*Imperata cylindrica*). Invasive Plant Sci. Manag. 4: 390-401.
Gaston, K.J. 1991. How large is a species' geographic range? 61 (3):434-438.
Ghahraman, A. 1985. Flora of Iran. Forestry and Rangeland Research Institute. Department of Herbal Medicine. Vol 5. Issue number 546. Code 001/008/107.
Grinnell, J. and Storer, T.I. 1924. Animal life in the Yosemite: An account of the mammals, birds, reptiles, and amphibians in a cross-section of the Sierra Nevada. University of California Press, Berkeley.
IPCC. 2013. Summary for policymakers. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. and Midgley P.M. (Ed.). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, USA.
Koocheki, A., Ghorbani, R., Asadi, G., Melati, F. and Fallahpour, F. 2015. Identification and evaluation of invasive plants in agro-ecosystems and natural ecosystem of Khorasan over global climate change. J. Agroecol. 4(2):81-93.
Koocheki, A. and Hosseini, M.2006. Climate Change and Crop Production in the World. Ferdowsi University of Mashhad Press (In Persian). 556Pp.
Koocheki, A and Nasiri-Mahallati, M. 2003. Ecology of Crops (Plant and Environmental Relations). Jahad Daneshgahi Mashhad Press. (In Persian). 291Pp.
Kriticos, D. J. and Randall, R. P. 2001. A comparison of systems to analyze potential weed distributions, Weed Risk Assessment. CSIRO Publishing, 61-79.
Kriticos, D.J., Watt, M.S., Potter, K.J.B., Manning, L.K., Alexander, N.S. and Tallent-Halsell, N. 2011. Managing invasive weeds under climate change: considering the current and potential future distribution of *Buddleja davidii*. Weed Res. 51:85-96.
Liu, X., Guo, Z., Ke, Z., Wang, S. and Li, Y. 2011. Increasing potential risk of a global aquatic invader in Europe in contrast to other continents under future climate change. Plos One. 6(3): e18429.
Miller, P., Lanier, W., & Brandt, S. 2001. Using growing degree days to predict plant stages. Ag/Extension Communications Coordinator, Communications Services, Montana State University-Bozeman, Bozeman, MO: 1-2.
Minbashi, M., Rahimian, H., Zand, E. and Baghestani, M.A. 2010. Invasion weeds, a forgotten challenge. The 3rd Iranian Weed Science Congress, February, Babolsar, Iran, Key articles.30-39.
Mohaimeni, M., Meighani, F. and Salimi, H .2014. Investigating some environmental factors on seed dormancy and germination of dormancy and germination of *Dodartia orientalis*. 5th Iranian Weed Science Congress, September, College of Agriculture, University of Tehran, Iran. Section 1. Weed Biol. Ecol. 149-151.
Momen, A. 2003. The phenological some of trees and ornamental shrubs of Iran Botanical Garden. Final report. Research Institute of Forests and Rangelands.
Mozaffarian, V.1999. Dictionary of Names of Iranian Plants. Farhang Moaser Press. Tehran. 671 Pp.
Norris, R. F., Hatfield, J. L., and Thomason, I. J. 1982. Interactions Betwen Weeds and Other Pests in the Agroecosystem. Biometeorology in Integrated Pest Management, 343-406. Academic Press, New York.
Perry, A.L., Low, P.J., Ellis, J.R and Reynolds, J.D. 2005. Climate change and distribution shifts in marine fishes. Sci. 308:1912–1915.
Peterson, A.T. 2003. Predicting the geography of species invasions via ecological niche modeling.

www.SID.ir

Archive of SID

Quarterly Review of Biology. 78: 419–433.
Radosevich, S.R., Holt, J.S. and Ghersa, C.M. 2007. Ecology of Weeds and Invasive Plants: Relationship to Agriculture and Natural Resource Management, John Wiley and Sons, New York, 454Pp.
Radosvich S.R., Stubbs, M.M and Gherssa, C.M. 2003. Plant invasions-process and patterns. Weed Sci. 51:254-259.
Rahel, F.J. 2000. Homogenization of fish faunas across the United States. Sci. 288:854–856.
Ramirez-Cabral, N.Y.Z., Kumar, L. and Taylor, S .2016. Crop niche modeling projects major shifts in common bean growing areas. Agric. For. Meteorol. 218–219:102–113.
Ramula, S., Knight, T.M., Burns, J.H and Buckly, Y.M. 2008. General guidelines for invasive plant management based on comparative demography of invasive and native plant population. J. Appl. Ecol. 45:1124-1133.
Rechinger, K.H. 1981. Flora Iranica, Scrophulariacea, *Dodartia*. 147:285.
Sadat-Azimi, M., Zare-Kia, S. Bakhshandeh Savad Roodbari, M. and Mirhagi, T. 2014. Effect of growing degree days on *Salsola laricina* in arid regions. Rangeland J. 1(1):63-76.
Saeedi-Mehrvarz, S., Attar, F., Hamdi, M.M., Sharifnia, F., Asadi, M., Yoosef-Nanaei, S. and Mehregan, A. 2012. Flora of Iran: No.68. Scrophulariaceae family. Research Institute of Forests and Rangelands.
Sims-Chilton, N. M., Zalucki, M. P., and Buckley, Y. M. 2009. Patchy herbivore and pathogen damage throughout the introduced Australian range of groundsel bush, *Baccharis halimifolia*, is influenced by rainfall, elevation, temperature, plant density and size. Biol. Control. 50(1):13-20.
Sohrabi, S. and Gherekhloo, J. 2015. Investigating the status of invasive weeds of Iran. The 6th Iranian Weed Science Conference, 1-3 September, Birjand, Iran. 294-299.
Sokolova, T.D. 2003. *Dodartia orientalis* L. - Dodartia Eastern. Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds. http://www.agroatlas.ru/en/content/weeds/Dodartia_orientalis/index.html. Accessed September 23, 2013.
Sutherst, R.W., Maywald, G.F. and Kriticos, D.J. 2007. CLIMEX Version 3: User's Guide. Hearne Scientific Software Pty Ltd., Melbourne, Australia.
Taylor, S. and Kumar, L. 2013. Potential distribution of an invasive species under climate change scenarios using CLIMEX and soil drainage: A case study of *Lantana camara* L. in Queensland, Australia. J. Environ. Manage. 114:414-422.
Taylor, S., Kumar, L., Reid, N and Kriticos, D.J. 2012. Climate change and the potential distribution of an invasive shrub, *Lantana camara* L. PLoS One 7(4): e35565.
Yonow, T., Hattingh, V. and de-Villiers.M. 2013. CLIMEX modelling of the potential global distribution of the citrus black spot disease caused by *Guignardia citricarpa* and the risk posed to Europe. Crop Prot. 44:18-28.
Zare Kia, S., Ehsani, A., Zare, N and Mirhagi, T. 2011. Phenology study of *Astragalus chaborasicus*, *Poa sinaica* and *Stipa hohenackeriana* calculated by growing degree days (GDD) in Khoshkrood Saveh Region. Iranian J. Range and Desert Res. 18(3):474-485.
Zimmermann, N.E., Edwards Jr, T.C., Graham, C.H., Pearman, P.B. and Svenning, J.C. 2010. New trends in species distribution modelling. Ecography 33(6):985-989.

www.SID.ir