Rural Development Strategies
Homepage: https://rdsj.torbath.ac.ir

Research Article
Vol. 10, No. 2, Summer 2023, p. 103-118

The Impact of Climate Change on the Geographical Distribution of *Pistacia Vera*as a Strategic Crop in Rural Areas

Mahboobeh Naseri[1*] and Fatemeh Rastegaripour[2]

Article history:	**How to cite this article:**
Submitted: 14 June 2022	Naseri, M., Rastegaripour, F. 2023. The Impact of Climate Change on the Geographical Distribution of Pistacia Veraas a Strategic Crop in Rural Areas. Rural Development Strategies, 10(2): 103-118.
Revised: 4 September 2022	
Accepted: 23 August 2022	
Available Onlin: 10 October 2022	DOI: 10.22048/RDSJ.2022.347139.2030

Abstract

Pistacia vera is one of the important economic crops of Iran and the world. Climate is considered as the main limitation in plant expansion. In this regard, CLIMEX is one of the most advanced software for predicting the range of distribution of plant species.CLIMEX software was used to study the distribution of *Pistacia vera* for present and possible future climate condition.There are three groups of geographically restrictive variables for each species in this software: Growth indices, Stress indices, Limiting conditions.Potential distribution maps were prepared for the different continents for current and future climate situations.According to the results, *Pistacia vera* have the potential to be cultivated in countries such as Iran, parts of East China, Central Asia, the Republic of Azerbaijan, Georgia, Armenia, parts of southwestern Russia, Ukraine, Turkey and the United States. According to Climax maps, parts of China, Turkey, the United States, and parts of Eastern Europe will be prone to *Pistaciavera* cultivation with climate change. In Iran, it was predicted that the climate change of cultivation and expansion of this crop will be limited in the southern parts of Khorasan and Kerman provinces and on the other hand, western and northwestern regions in Iran will be prone to cultivation and expansion of this crop.Due to the economic value of *Pistacia vera*, the cultivation of this plant is increasing in rural areas of Iran. The current research examines the climatic suitability of different rural areas of the country with the biological needs of *Pistacia vera* and identifies the areas prone to its cultivation in current conditions and climate change for farmers, experts and managers of the agricultural sector.

KeyWord: CLIMEX, EcoclimaticIndex, GeographicalDestribution, Temperture Index

1- Assistant Professor Department of Plant Production, University of Torbat Heydarieh, Iran.
2- Associate Professor, Department of Agricultural Economics, University of Torbat Heydarieh, Iran
Corresponding Email: m.naseri@torbath.ac.ir

© 2022, University of Torbat Heydarieh. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

فصلنامه راهبردهای توسعه روستایی
جلد ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲ ص. ۱۱۸-۱۰۳

Rural Development Strategies
Homepage: http:// rdsj.torbath.ac.ir

مقاله پژوهشی

تأثیر تغییر اقلیم بر پراکنش جغرافیایی پسته به عنوان محصولی راهبردی درمناطق روستایی

محبوبه ناصری[1*] و فاطمه رستگاری پور[2]

تاریخ دریافت: ۲۴ خرداد ۱۴۰۱
تاریخ بازنگری: ۱۳ شهریور ۱۴۰۱
تاریخ پذیرش: ۱ شهریور ۱۴۰۱

چکیده

پسته یکی از محصولات مهم اقتصادی ایران و جهان است. سرعت تغییرات اقلیمی طی یک دهه اخیر به‌طور ملموسی افزایش یافته به‌طوری که حجم زیادی از باغ‌های پسته ایران از این تغییرات جوی خسارت دیده‌اند. اقلیم به‌عنوان محدودیت اصلی در گسترش گیاهان محسوب می‌شود. در همین ارتباط کلایمکس یکی از پیشرفته‌ترین مدل‌ها برای پیش‌بینی دامنه پراکنش گونه‌های گیاهی است. در این پژوهش از اطلاعات منابع علمی، فاکتورهای رشدی (دمای پایه، حداقل و حداکثر بهینه و درجه روز رشد)، نیاز سرمایی و شاخص‌های تنش (سرما، خشکی و رطوبت) استخراج شده و سپس، با ورود اطلاعات به نرم‌افزار کلایمکس، نقشه پراکنش پسته ایران و جهان در روستاهای ایران و جهان در شرایط کنونی و تغییر اقلیم تا سال ۲۰۸۰ به‌دست آمد. بر اساس نتایج حاصل، پسته پتانسیل کشت در روستاهای بخش-هایی مانند ایران، بخشی از شرق چین، آسیای مرکزی، جمهوری آذربایجان، گرجستان، ارمنستان، قسمت‌هایی از جنوب غربی روسیه، اوکراین، ترکیه وایالات متحده آمریکا را دارد. بر اساس نقشه‌های حاصل از کلایمکس پیش‌بینی شد با تغییر اقلیم بخش‌هایی از چین، ترکیه، آمریکا و قسمت‌های اروپای شرقی، مستعد کشت پسته خواهند شد. بر طبق نتایج نقشه‌های حاصل از کلایمکس، تغییر اقلیم باعث محدودیت گسترش پسته در قسمت‌های جنوبی استان خراسان جنوبی و کرمان خواهد شد و از سویی دیگر روستاهای جنوبی، روستاهای غربی و شمال غرب ایران مستعد گسترش این محصول خواهند شد. با توجه به ارزش اقتصادی پسته، کشت این گیاه در مناطق روستایی ایران رو به افزایش است، تحقیق حاضر تناسب اقلیمی مناطق مختلف روستایی کشور را با نیازهای زیستی پسته بررسی کرده و نقاط مستعد کشت آن در شرایط کنونی و تغییر اقلیم برای کشاورزان، کارشناسان و مدیران بخش کشاورزی مشخص می‌کند.

کلمات کلیدی: کلایمکس، گسترش جغرافیایی، شاخص اقلیمی، روستاهای ایران و جهان.

۱- استادیار گروه تولیدات گیاهی دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه
۲- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه
(*- نویسنده مسئول: m.naseri@torbath.ac.ir)

DOI: 10.22048/RDSJ.2022.347139.2030

مقدمه

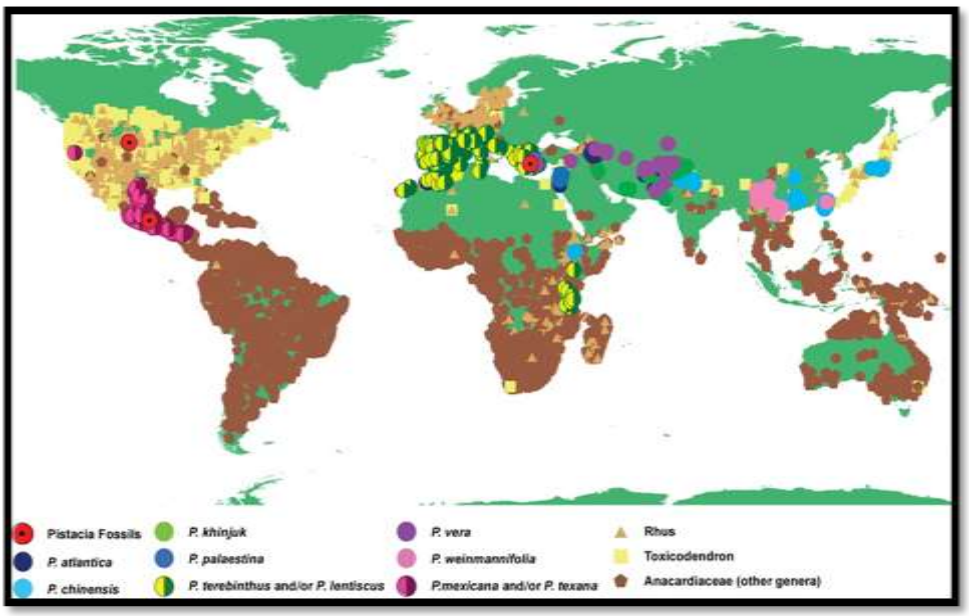
بخش کشاورزی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور است. جهت توسعه کشاورزی و توسعه روستایی، محصولاتی متناسب با مناطق مختلف تأکید می‌شود زیرا کشت این محصولات برای روستاییان می‌تواند اقتصاد پایداری را ایجاد کند. پسته به عنوانی محصولی استراتژیک و پر بازده یکی از گران‌بهاترین محصولات کشاورزی و دارویی جهان است که با توجه به مقاومت زیاد در برابر خشکی و شوری، توانسته تأثیر زیادی در وضعیت اقتصادی روستائیان در مناطق خشک و نیمه خشک داشته باشد (لشگری و کیخسروی، ۱۳۸۸).

پسته[1] گیاهی از خانواده سماق[2] است که محصول آن به‌دلیل ارز آوری، ایجاد ارزش افزوده و سایر جنبه‌های اقتصادی از مهم-ترین محصولات غیر نفتی ایران محسوب می‌شود (شیرخانی[3] و همکاران، ۲۰۲۰). پسته یک گیاه نیمه گرمسیری است و در مناطق خاورمیانه (ایران، ترکیه، سوریه)، برخی کشورهای اروپائی (مانند ایتالیا) و آمریکا (ایالات متحده) کشت می‌شود (کمالی[4] و اوجی[5]، ۲۰۱۶). سطح کشت پسته در روستاهای ایران حدود ۵۱۹ هزار هکتار و میانگین عملکرد آبی آن ۸۳۲ کیلوگرم بر متر مربع است (آمارنامه وزارت جهادکشاورزی، ۱۳۹۸). پراکنش کنونی گونه‌های مختلف پسته و جنس‌های دیگر تیره سماق (کوزوریدز[6]،۲۰۱۵) در شکل ۱ آمده است.

ارزیابی‌های انجمن تغییر اقلیم آمریکا[7]نشان می‌دهد که افزایش CO_2 و گازهای گلخانه‌ای می‌تواند منجر به افزایش دما بین ۳ تا ۱۲ درجه سانتی‌گراد شود. مدل‌های مختلف گردش عمومی افزایش دمای کره زمین را برای سال ۲۰۶۰ میلادی بین ۲ تا°۳/۵ درجه سانتی‌گراد برآورد کرده‌اند. همچنین آخرین گزارش هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم میانگین افزایش دمای جهان را برای سال ۲۰۵۰ در حدود ۳ درجه سانتی‌گراد و در پایان قرن حاضر حدود۱/۸ تا ۴/۵ درجه سانتی‌گراد برآورد کرده است. چنانچه غلظت گازهای گلخانه‌ای با سرعت فعلی (ppm9/1 در سال) افزایش یابد، تقریبا افزایش میانگین دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰ میلادی حدود ۵ درجه سانتی‌گراد خواهد بود (کوچکی[8] و همکاران، ۲۰۱۵). پیش‌بینی پراکنش گونه‌های گیاهی با ارزش مانند پسته در پاسخ به تغییر اقلیم، امری ضروری در جهت حفاظت و مدیریت پسته محسوب می‌شود.

در همین ارتباط تغییرات اقلیمی سبب ایجاد مشکلات عدیده‌ای از جمله عدم تأمین نیاز سرمایی، عدم ریزش نزولات آسمانی در طول پاییز و زمستان و نوسانات شدید دمایی حاصل از آن، نوسانات دوره‌ای دما در زمان تورم جوانه‌های گل، افزایش و کاهش ناگهانی دما در زمان گرده‌افشانی و تلقیح گل‌ها و افزایش روزهای گرم و سوزان تابستانی در بسیاری از مناطق پسته‌خیز کشور و در نهایت کاهش قابل توجه‌ای در کمیت و کیفیت محصول این طلای سبز ایران گردیده است. افزایش تعداد روزهای گرم تابستان طی مراحل تکامل مغز و رسیدگی میوه سبب اختلال در روند پر شدن مغز و سوختگی میوه و به دنبال آن افزایش میوه‌های نیم مغز و پوک گردیده است. علاوه بر آن گرمای هوا طی مراحل گل‌انگیزی مانع از تمایز جوانه‌های زایشی شده و سبب کمشدن عملکرد در سال آینده می‌گردد (هاشمی نسب[9] و همکاران ۲۰۱۹).

1- *Pistaciavera*
2- Anacardiaceae
3- Shirkhani
4- Kamali
5- Owji
6- Kozhoridze
7- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
8- Koocheki
9- HashemiNasab



شکل ۱. پراکنش کنونی گونه‌های مختلف پسته (*Pistacia* L) و جنس‌های دیگر تیره سماق (کوزوریدز، ۲۰۱۵)

یکی از پیشرفته‌ترین مدل‌ها برای پیش‌بینی دامنه پراکنش گونه‌های گیاهی کلایمکس[1] است (کریتیکوس[2] و همکاران، ۲۰۰۷). کلایمکس در سال ۱۹۸۵به‌وسیله سازمان تحقیقات علمی و صنعتی استرالیا توسعه پیدا کرد. این برنامه ابتدا برای گونه‌های گیاهی و جانوری (اغلب آفات کشاورزی) که قادر به زنده ماندن در مناطق جدید استرالیا هستند، طراحی شد. توانایی پیش‌بینی خطر ورود گونه‌های جدید در یک منطقه برای جلوگیری از تثبیت این گونه‌ها موضوعی بسیار ضروری است. این نرم‌افزاردر کشاورزی، قرنطینه و آژانس‌های حمایتی ۳۰ کشور جهت کنترل و ریشه کنی آفات، علف‌های‌هرز و گیاهان مهاجم استفاده می‌شود. هم‌اکنون نیز این برنامه نرم‌افزاری در مدارس و دانشگاه‌ها در حال آموزش می‌باشد (ونکلوین[3] و همکاران ۲۰۱۰). کلایمکس یک مدل مکانیستیکی فرآیند مدار است که بر اساس پتانسیل رشد و حضور موجوداتی مانند علف-های‌هرز، محصولات زراعی و حشرات بر اساس پاسخ‌هایی که به متغیرهای اکوفیزیولوژیکی و آب و هوایی نشان می‌دهند، نقشه‌ای را طراحی می‌کند (رامیرز کابال[4] و همکاران ۲۰۱۶). این نرم‌افزار برای کنترل بیولوژیکی و مدیریت آفات، قرنطینه کردن، کمک به علم اپیدمیولوژی و اخیراً در رابطه با تغییرات اقلیمی استفاده شده است (رامیرز کابالو همکاران، ۲۰۱۶) و همچنین شامل پایگاه داده‌ای است که می‌تواند توزیع گونه‌ها را با دقت بالا در شرایط جاری و شرایط اقلیمی پیش‌بینی کند (واتم[5] و همکاران، ۲۰۰۹). با استفاده از ویژگی‌های بیولوژیک و فیزیولوژیک گیاه، این مدل قادر به پیش‌بینی پراکنش گونه‌ها در شرایط تغییر اقلیم می‌باشد و گزارش‌های موفق متعددی در این زمینه منتشر شده است. روگرز[6] و همکاران (۲۰۰۷) بوسیله

1- CLIMEX
2- Kriticos
3- Van kleunen

4- Ramirez-Cabral
5- WattM
6- Rogers

کلایمکس مناطق مستعد علف‌هرزه شدن پنبه تراریخته‌را در استرالیا پیش‌بینی کردند. شبنمی[1] و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از نرم‌افزار کلایمکس پیش‌بینی کردند مناطق مستعد کشت خرما از نظر اقلیمی تا سال ۲۱۰۰ در شمال آفریقا و بسیاری از مناطق با آب و هوای مناسب کشت این محصول (مانند ایران، عراق و عربستان) محدود و از طرفی مناطقی در آمریکای شمالی و جنوبی مانند بولیوی و شمال ونزوئلا برای کشت این گیاه مساعد خواهد شد. رامیرزکاربال و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از کلایمکس مناطق مستعد کشت لوبیا را در شرایط کنونی و برای سال ۲۱۰۰ میلادی گزارش کردند. همچنین این نرم‌افزار محدودیت‌ها و عوامل موفقیت پراکنش گونه‌ها را نیز بر اساس ویژگی‌های بیولوژیک و فیزیولژیک پیش‌بینی می‌کند (یونو[2] و همکاران ۲۰۰۹). باید توجه کرد که کلایمکس ابزاری قوی است اما نقشه‌های آن فقط بر اساس داده‌های آب و هوایی است و دیگر روابط بین میزبان‌ها، رقیب‌ها و محل سکونت آن‌ها به عنوان بخشی از فرآیند مدل‌سازی استفاده نمی‌شود. این نرم‌افزار به ویژگی‌های بیولوژیکی و اطلاعات آب و هوایی نیاز دارد)رامیرز کاربال و همکاران ،۲۰۱۶) . این مدل، با ترکیب پاسخ هفتگی جمعیت به اقلیم و تبدیل آن به یک شاخص سالانه پراکنش گونه‌ها را مشخص می‌کند (هی[3] و همکاران۲۰۱۲).

سرعت تغییرات اقلیمی طی یک دهه اخیر به‌طور ملموسی افزایش یافته به‌طوری که حجم زیادی از باغ‌های پسته روستاهای کشور از این تغییرات جوی خسارت دیده‌اند. آنچه که مسلم است کشاورزان روستایی قادر به تغییر یا کنترل شرایط اقلیمی در سطح وسیع نیستند اما مدیریت مناسب و همسو با این تغییرات طبیعی قطعاً در کاهش عارضه‌های پیش رو مفید واقع خواهد بود.

1- Shabani
2- Yonow
3- He

فعالیت‌های مختلف بخش کشاورزی نقش قابل توجه‌ای در دستیابی به توسعه پایدار روستایی دارند، با توجه به اینکه پسته یکی از محصولات باغبانی با ارزش صادراتی و مهم برای کشوراست و سهم عمده‌ای از درآمد برخی روستاییان را تشکیل می‌دهد، این پژوهش به منظور پیش‌بینی پراکنش جغرافیایی این گیاه در شرایط کنونی و تغییر اقلیم انجام شد. نتایج این مطالعه می‌تواند کمک موثری در شناسایی روستاهای مناطق مستعد کشت پسته و مدیریت آن در شرایط تغییر اقلیم برای تولید-کنندگان، پژوهشگران، مروجان و مدیران بخش کشاورزی باشد.

مواد و روش‌ها

نرم‌افزارکلایمکس شامل یک شاخص برای تعریف حداقل حرارت تجمعی (درجه روز- رشد)[4] در طول فصل رشد برای تداوم جمعیت است. محاسبه هفتگی رشد و شاخص تنش و پس از آن تبدیل به یک شاخص سالانه همراه مناسب بودن شاخص اقلیم[5] را تشکیل می‌دهد که با یک محاسبه کلی مکان مناسب برای حمایت از جمعیت را در اختیار قرار می‌دهد (هی و همکاران۲۰۱۲). در این نرم‌افزار سه شاخص متغیر محدود کننده توزیع جغرافیایی برای یک گونه وجود دارد:

۱- شاخص‌های رشد[6]: شاخص‌های هفتگی و سالانه رشد به‌ترتیبGI_WوGI_A می‌باشند که دامنه حرارتی[7]و رطوبتی[8]را برایر شد و توسعه یک گونه توصیف می‌کند.

۲- شاخص‌های تنش[9]: شامل چهار شاخص تنش از جمله سرما[10]، گرما[11]، خشکی[1]، و رطوبت[2] می‌باشد. همچنین چهار

4- Growth Degree Day (GDD)
5- Ecoclimatic index (EI)
6- Growth indices
7- Temperature Index, TI
8- Moisture Index, MI
9- stress indices
10- Cold Stress (CS)
11- Hot Stress (HS)

پارامتر ترکیبی تنش دما و رطوبت ازجمله سرما و خشکی[۳]، سرما و رطوبت[۴]، گرما و خشکی[۵] و گرما و رطوبت[۶]را در بر می‌گیرند.

۳- شرایط محدود کننده[۷] مانند نیاز خواب برخی گونه‌ها و یا درجه روز رشد گونه برای تکمیل چرخه زندگی.

این سه شاخص با یکدیگر ترکیب شده و یک شاخص به نام شاخص اقلیم می‌دهد، که از طریق رابطه‌ی ۱ به‌دست می‌آید

$$EI = GIA \times SI \times SX, \text{ where } (1):$$

$$GIA = (100(\Sigma I=152 GIW)/52 \quad (1\text{-}1):$$

$$SI = (1\text{-}CS/100)(1\text{-}DS/100)(1\text{-}HS/100)(1\text{-}WS/100) \quad (1\text{-}2):$$

$$SX= (1\text{-} CDS /100)(1\text{-}CWS /100)(1\text{-} HDS /100)(1\text{-}HWS /100) \quad (1\text{-}3):$$

ارزش EI بین صفرتا ۱۰۰ است .نرم‌افزار جهت تعیین مکان-های پراکنش نیاز به اطلاعات بیولوژیکی، فیزیولوژیکی و اکولوژیکی هر گونه را دارد، لذا تمامی اطلاعات مربوط به رشد و تنش‌های پسته از منابع (اوجی و کمالی ۲۰۱۶؛ نصب و همکاران، ۲۰۱۹)گردآوری و وارد نرم‌افزار شد. داده‌های استخراج شده در نرم افزار کلایمکس به عنوان ورودی تعریف و سپس این داده‌ها برازش داده شد و نقشه‌های پراکنش پسته برای روستاهای قاره‌های مختلف به عنوان خروجی نرم‌افزار به‌دست آمد. برای قاره‌های مختلف یک نقشه جهت پراکنش در شرایط کنونی و یک نقشه در شرایط تغییر اقلیم تهیه شد و دو نقشه نیز جهت پراکنش پسته با هم در شرایط کنونی و تغییر اقلیم برای هر روستای قاره تهیه شد. پیش‌بینی پراکنش پسته در شرایط تغییر اقلیم بر اساس سناریوی UK برای سال ۲۰۸۰ صورت گرفت. این سناریو که با استفاده از پنل بین‌المللی تغییر اقلیم که برگرفته از سازمان جهانی آب و هوا بر اساس مقدار تولید گازهای گلخانه‌ای و افزایش دمای جهان تنظیم شده است (میچل و همکاران، ۲۰۰۷). بر اساس این سناریو تا سال ۲۰۸۰ دمای کره زمین در زمستان حداقل ۲ و حداکثر ۳ درجه سانتی-گراد، همچنین در تابستان حداقل ۳ و حداکثر ۴ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد داشت. میزان بارش نیز در زمستان۲۰ درصد افزایش و در تابستان ۲۵ درصد کاهش خواهد داشت. پس از تهیه نقشه، براساس نتایج، موانع پراکنش و یا عوامل گسترش پراکنش پسته بررسی شد.

مجموعه داده‌های اقلیمی از سال ۱۹۶۱تا سال ۱۹۹۰ که توسط میچل[۸] و همکاران (۲۰۰۴) گردآوری شده را برای بدست آوردن بهترین برازش در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت و بوسیله کلایمکس پردازش داده شد. داده‌های نرمال آب و هوایی شامل ۶۷۴۲۰ نقطه از جهان 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 ساعت های ۹ صبح و ۱۵ بعدازظهر دارد (یونو و همکاران ۲۰۱۳).

۱- شاخص‌های دمایی[۹]: بر طبق نتایج مطالعات پژوهشگران پایین‌ترین دما برای رشد پسته[۱۰]۵ درجه سانتی‌گراد، پایین‌ترین دمای بهینه[۱۱]، ۲۵ درجه سانتی‌گراد بالاترین دمای بهینه[۱۲]، ۳۵ درجه سانتی‌گراد (فرگوسن[۱۳] و همکاران، ۲۰۰۵) و بالاترین دمای تحمل[۱۴]، ۴۵درجه سانتی‌گراد است (جوانشاه[۱۵] و همکاران ۲۰۰۵) (جدول ۱).

۲- تنش سرما: بر اساس مطالعات صورت گرفته پسته قادر

1- Dry Stress (DS)
2- Wet Stress (WS)
3- Cold Dry Stress (CDS)
4- Cold Wet Stress (CWS)
5- Hot Dry Stress (HDS)
6- Hot Wet Stress (HWS)
7- limiting conditions

8- Mitchell
9- Temperature index
10- Lower Temperature Threshold (DV0)
11- Lower Optimal Temperatures (DV1)
12- Upper Optimal Temperature (DV2)
13- Ferguson
14- Upper Temperature Limit (DV3)
15- Javanshah

است تا دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد را تحمل کند (جوانشاه و همکاران ۲۰۰۵) (جدول ۱)، از این رو حد آستانه تنش سرما[1] در کلایمکس ۲۰- درجه سانتی‌گراد و نرخ تجمع هفتگی صفر در نظر گرفته شد (جدول ۱).با توجه به اینکه آستانه تحمل پسته ۲۰- درجه سانتی‌گراد است می‌توان انتظار داشت در مناطق در مناطق سردسیر بقاء پیدا کند.

۳- تنش گرما: بر اساس مطالعات، حداکثر دمای قابل تحمل برای پسته ۴۵ درجه سانتی‌گراد است (جوانشاه و همکاران ۲۰۰۵)، از این رو حد آستانه تنش گرما[2] برای پسته ۴۵ درجه سانتی‌گراد و نرخ تجمعی تنش گرمایی ۰/۰۰۲ روز در هفته در نظر گرفته شد (جدول ۱). با توجه به دمای بالای قابل تحمل ۴۵ درجه سانتی‌گراد برای پسته این گیاه می‌تواند در مناطق گرمسیر پایدار بماند.

۴- تنش خشکی: با توجه به مناطق پراکنش پسته در شرایط نیمه خشک و جدول موجود در راهنمای کلایمکس حد آستانه تنش خشکی[3] ۰/۰۵ و نرخ تجمع هفتگی ۰/۰۰۵- در نظر گرفته شد (جدول ۱).

۵- تنش رطوبتی: بر اساس مطالعات و دستورالعمل کلایمکس (برای مناطق نیمه خشک)حد آستانه تنش رطوبتی[4]۰/۶ و نرخ تجمع هفتگی ۰/۰۰۵ در نظر گرفته شد (جدول ۱).

۶- مجموع حرارت سالانه[5]: این شاخص حداقل حرارت تجمعی (درجه روز- رشد)[6] در طول فصل رشد برای ایجاد یک نسل جدید است. بر اساس مطالعات صورت گرفته، ۲۵۰۰ درجه روز رشد در نظر گرفته شد (دستجردی[7] و مردانیان[8]، ۲۰۰۹) (۱)(جدول ۱). این مقدار درجه روز رشد مورد نیاز از زمان متورم شدن جوانه‌ها تا زمان رسیدگی کامل پسته است.

۷- رکود یا خواب: رکود[9] سازگاری است که بر اساس آن گونه قادر است شرایط نامناسب اقلیمی را تحمل کند. در کلایمکس این شاخص اشاره به تامین نیاز سرمایی دارد که طبق آن گیاه جهت تحریک گل‌انگیزی نیاز به دوره سرمایی دارد. این پدیده در گیاه معمولا با ۱۰۰۰ ساعت[10] قرارگیری گیاه در شرایط دمایی ۰[11] تا ۷/۲[12] درجه سانتی‌گراد برطرف می‌شود (کمالی و اوجی، ۲۰۱۶) (جدول ۱).

نتایج و بحث

۱- پتانسیل پراکنش پسته در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در روستاهای قاره آسیا: بر اساس نقشه حاصل از برازش پارامترهای پسته توسط کلایمکس در شرایط تغییر اقلیم مشخص شد که مناطق مستعد کشت این گیاه در برخی از مناطق مانند قزاقستان، چین، مغولستان، برخی مناطق روسیه، بیشتر شده و پراکنش بیشتر به سمت مناطق بهینه (EI≥20) سوق پیدا خواهد کرد. هر چند در برخی مناطق مانند افغانستان، ترکمنستان، ازبکستان نیز گسترش این گیاه محدود خواهد شد. این تغییرات منجر به ایجاد مشکلاتی مانند عدم تأمین نیاز سرمایی پسته، عدم بارندگی در طول پاییز و زمستان و نوسانات شدید دمایی شده، نوسانات دمایی در زمان تورم جوانه‌ها و در زمان گرده‌افشانی و تلقیح گل‌ها منجر به کاهش قابل توجه در کمیت و کیفیت این محصول می‌شود به همین دلایل احتمالاً

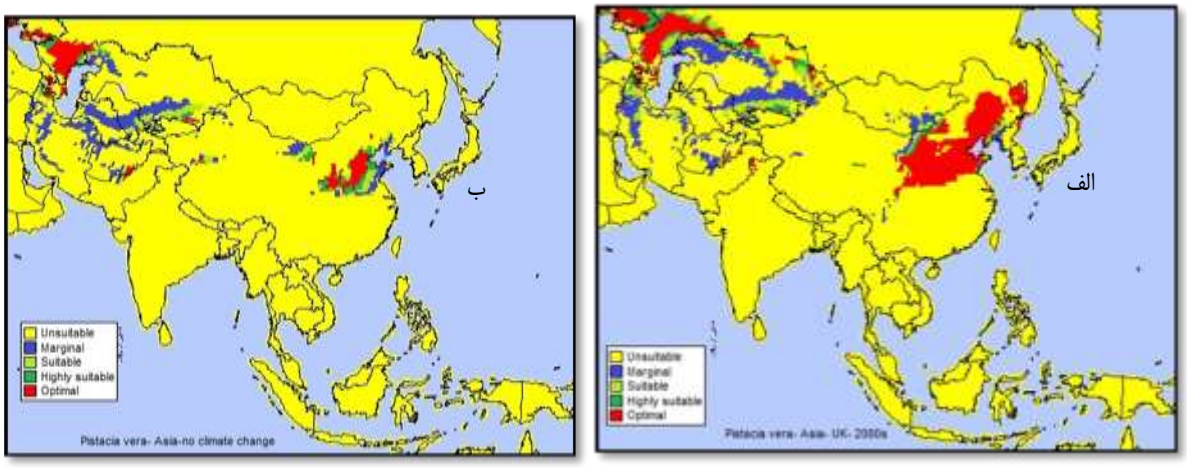
1- Cold Stress Temperature Threshold (TTCS)
2- Heat Stress Temperature Threshold (TTHS)
3- Dry stress threshold
4- Wet stress threshold
5- Annual heat sum
6- Degree day threshold (PDD)
7- Dastjerdi
8- Mardanian
9- Dormancy
10- DormancyDevelopment Days
11- DormancyInduction temperature
12- DormancyTermination temperature

تغییر اقلیم منجر به محدودیت پراکنش این محصول در افغانستان، ترکمنستان و ازبکستان خواهد شد و از طرف دیگر در مناطق قزاقستان، چین، مغولستان و روسیه پراکنش پسته بیشتر خواهد شد (شکل ۲).

جدول۱. ارزش پارامترهای مورد استفاده در کلایمکس برای پسته

شاخص	پارامتر	ارزش (واحد)
دما	پایین‌ترین دمای قابل تحمل	۵ درجه سانتی‌گراد
	پایین‌ترین دمای بهینه	۲۵ درجه سانتی‌گراد
	بالاترین دمای بهینه	۳۵ درجه سانتی‌گراد
	بالاترین دمای قابل تحمل	۴۵ درجه سانتی‌گراد
رکود	طول روز القاء رکود	۱۲ ساعت
	دمای القاء رکود	صفر درجه سانتی گراد
	دمای خاتمه رکود	۷/۲ درجه سانتی گراد
	تعداد روزهای توسعه رکود	۴۰ روز
	نشانگر رکود تابستانه یا زمستانه	۰
رطوبت	پایین ترین رطوبت قابل تحمل	۰/۰۵
	پایین ترین رطوبت بهینه خاک	۰/۱
	بالاترین رطوبت قابل تحمل	۰/۴
	بالاترین رطوبت بهینه خاک	۰/۶
تنش سرما	پایین ترین دمای قابل تحمل	۲۰- درجه سانتی گراد
	نرخ تجمع تنش	صفر
	آستانه درجه روز	۱۵ درجه روز
	تنش درجه روز	۰/۰۰۰۲- در هفته
تنش گرما	آستانه بالاترین دما	۴۵ درجه سانتی‌گراد
	نرخ تجمع تنش	۰/۰۰۱
تنش خشکی	آستانه تنش خشکی رطوبت خاک	۰/۰۵
	نرخ تجمع تنش	۰/۰۰۵- در هفته
تنش رطوبتی	آستانه تنش رطوبتی رطوبت خاک	۰/۶
	نرخ تجمع تنش	۰/۰۰۵ درر هفته
مجموع حرارت سالانه	درجه روز رشد برای ایجاد یک نسل	۲۵۰۰ درجه روز رشد

بنا بر گزارش پژوهشگران پسته درمناطق خاورمیانه (ایران، ترکیه، سوریه) گسترش داشته و کشت می‌شود (کمالی و اوجی، ۲۰۱۶). بر همین اساس نقشه برازش داده شده توسط کلایمکس با گزارش محققان تطابق بسیار بالایی داشت به‌طوریکه طبق نقشه حاصل از کلایمکس پسته پتانسیل کشت در ایران، افغانستان، ترانسکائوکازیا (گرجستان، ارمنستان و آذربایجان)، آسیای مرکزی (ترکمنستان، قزاقستان، ازبکستان، قرقیزستان و تاجکستان)، برخی مناطق روسیه و چین را دارد (شکل ۲). در برخی مناطق مانند هند، برخی قسمت‌های چین، ژاپن، کره شمالی و جنوبی و کشورهای جنوب غرب آسیا تنش رطوبتی بسیار زیاد بوده و امکان رشد پسته وجود ندارد. همچنین در برخی از این مناطق نیاز سرمایی پسته جهت گل‌انگیزی نیز تامین نخواهد شد. همچنین در بسیاری از مناطق روسیه به دلیل وجود تنش سرمایی و عدم تکمیل چرخه زندگی امکان رشد این پسته وجود ندارد. در کشورهای حوزه خلیج فارس به دلیل تنش گرمایی و خشکی زیاد، پسته پراکنش ندارد.



شکل۲. پتانسیل پراکنش پسته (*Pistacia vera*) در آسیا در شرایط کنونی (الف) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (ب). مناطق نامناسب برای پراکنش پسته با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ آبی (۱۰>EI≥۵)، مناطق مناسب با رنگ سبز کمرنگ (۱۵>EI≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ سبز پر رنگ (۲۰>EI≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز (EI≥۲۰) نمایش داده شده است.

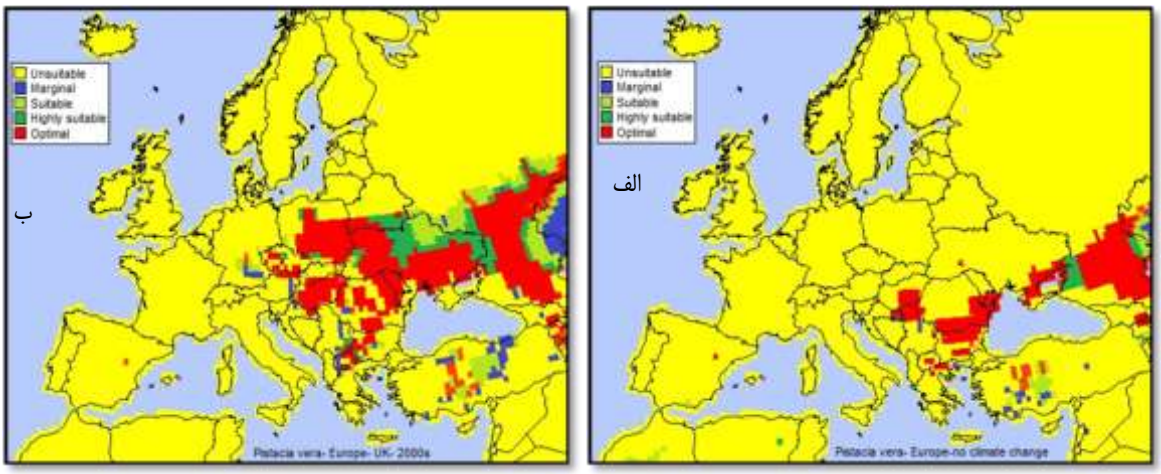
گرمایش جهانی سیستم‌های آب و هوایی امری بدیهی است، یعنی روزها و شب‌های سرد و یخبندان کمتر شده، روزهای و شب‌های گرم و سوزان بیشتر می‌شود و این تغییرات مدام سیستم‌های بیولوژیکی را تحت تأثیر قرار خواهد داد (گرای[1] و برادی[2]، ۲۰۱۶).

۲- پتانسیل پراکنش پسته در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در روستاهای قاره اروپا: بر اساس مدل پیش‌بینی،پسته پتانسیل کشت در کشورهای ترکیه، جنوب غربی روسیه،رومانی، بلغارستان، اوکراین و یونان را دارد (شکل ۳). بر اساس این نتایج این قسمت‌ها شرایط بهینه‌ای برای رشد و پراکنش پسته دارند (EI≥۲۰). همچنین پسته در شرایط کنونی، درقسمت‌های زیادی ازروسیه پراکنش نخواهد داشت (به دلیل عدم تکمیل درجه روز رشد مورد نیاز و درجه حرارت بسیار پایین). در اروپای شمالی نیز به دلیل عدم وجود شرایط دمایی مناسب و تنش رطوبتی زیاد شرایط پراکنش برای این گیاه فراهم نیست. در ایتالیا، فرانسه، انگلستان، ایرلند تنش رطوبتی بسیار زیاد بوده و شرایط برای رشد پسته وجود ندارد. زیرا بارندگی و تداوم هوای ابری به مدت طولانی سبب تأخیر و ناهماهنگی در گل‌دهی و گل‌انگیزی خواهد شد. در واقع تغییر در شدت نور دریافتی همراه با دما و نیاز سرمایی مهم‌ترین عوامل موثر در گل‌انگیزی درختان میوه است (رامیرز و همکاران، ۲۰۱۵).

بر اساس نقشه حاصل از نرم‌افزار کلایمکس پیش‌بینی شد مناطق مستعد کشت این گیاه در اروپا تغییر اقلیم گسترش پیدا خواهد کرد (مانند روسیه، اوکراین، بلاروس، اسلواکی، رومانی و غیرو) (شکل ۳)، به‌طوریکه بسیاری از نقاط اروپا شرایط بهینه‌ای (EI≥۲۰) برای رشد و پراکنش پسته پیدا خواهند کرد. سازمان ملی هوانوردی و فضایی آمریکا[3] (۲۰۱۵) گزارش نموده است که به دلیل افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای در جو زمین، بسیاری از نقاط جهان با افزایش دما و کاهش بارش‌ها روبه رو خواهد شد که در مورد بیشتر کشورهای اروپایی این مساله درست خواهد بود. از طرف دیگر گرده‌افشانی درختان پسته از طریق باد

1- Gray
2- Brady
3- NASA

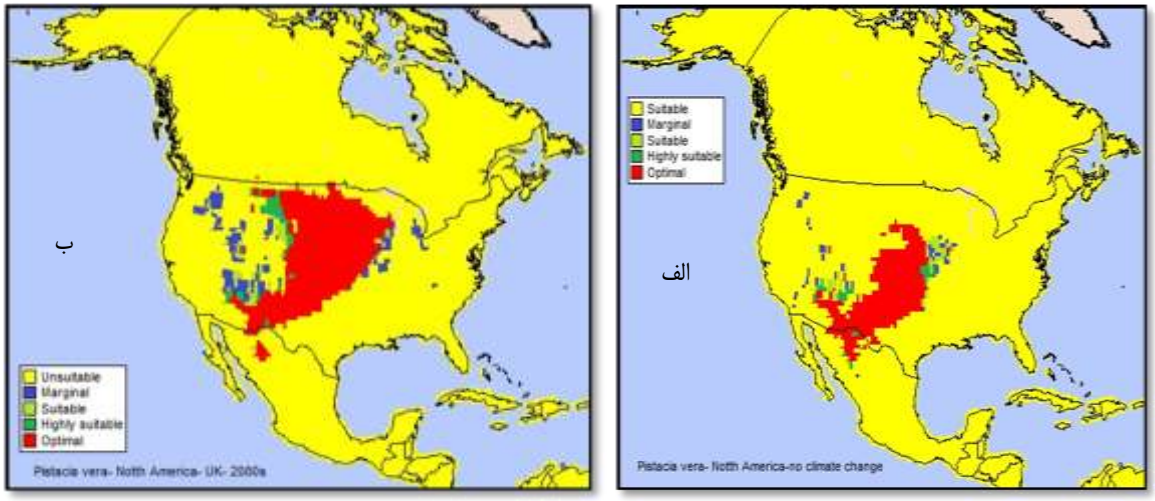
انجام می‌شود و رطوبت و بارش می‌تواند در این زمان سبب اخلال در گرده‌افشانی و تلقیح درختان می‌گردد. بهترین میزان رطوبت نسبی برای درختان پسته ۳۵ تا ۵۰ درصد می‌باشد و رطوبت‌های بالای ۷۵ درصد موجب مشکلات جدی در این فرآیند می‌شود. گزارش شده است که بارندگی‌های پیاپی و ابری بودن هوا در اواسط اردیبهشت سبب ریزش برگ و میوه می‌شود (هاشمی نسب و همکاران، ۲۰۱۹). با توجه به این گزارش‌ها گسترش پراکنش درختان پسته با تغییر اقلیم (افزایش دما و کاهش بارندگی) در اروپا منطقی می‌باشد.



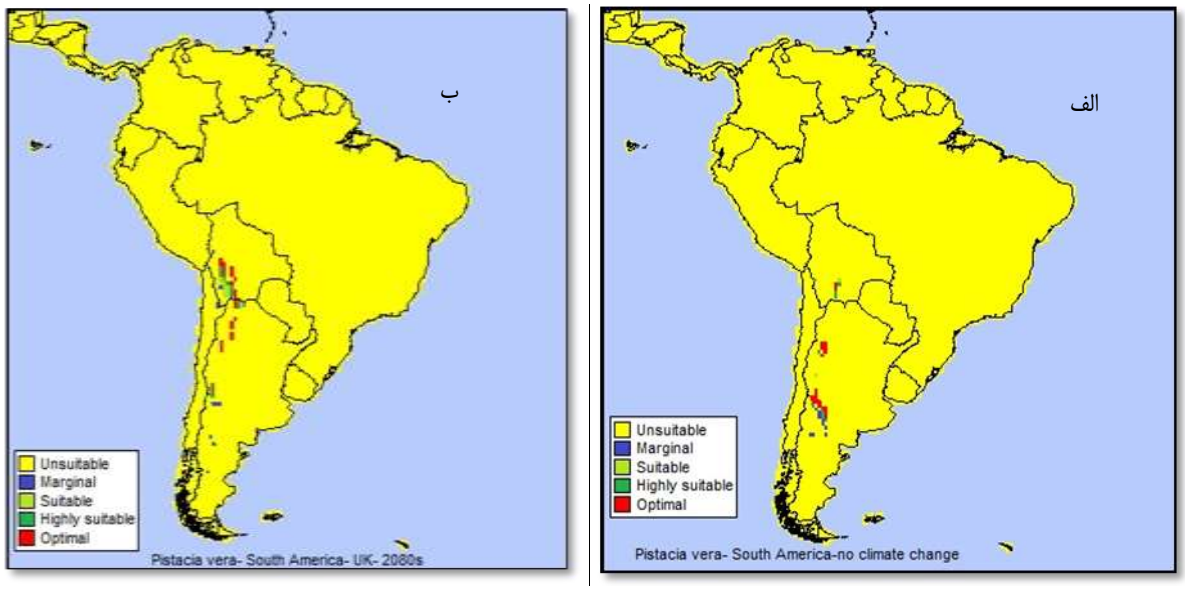
شکل۳. پتانسیل پراکنش پسته(*Pistaciavera*)در اروپا در شرایط کنونی (الف) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (ب). مناطق نامناسب برای پراکنش پسته با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ آبی (۱۰>EI≥۵)، مناطق مناسب با رنگ سبز کمرنگ (۱۵>EI≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ سبز پر رنگ (۲۰>EI≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز (EI≥۲۰) نمایش داده شده است.

۳- پتانسیل پراکنش پسته در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در روستاهای قاره آمریکای شمالی: پسته هم اکنون در سطح وسیعی از آمریکا (ایالات متحده) کشت می‌شود (کمالی و اوجی، ۲۰۱۶). بر همین اساس نقشه برازش داده شده توسط کلایمکس با شرایط کنونی تطابق بسیار بالایی داشت به طوریکه طبق نقشه حاصل از کلایمکس پسته پتانسیل کشت در قسمت‌های مرکزی آمریکا و قسمت‌هایی کمی از شمال مکزیک را دارد، ضمن اینکه اکثر این قسمت‌ها شرایط بهینه‌ای برای رشد و پراکنش پسته دارند (شکل ۴) (EI≤۲۰). پسته در کانادا نیز به دلیل وجود تنش سرمایی و رطوبتی نمی‌تواند پراکنش داشته باشد. بر اساس نقشه‌ها مناطق مستعد کشت این گیاه در آمریکا با تغییر اقلیم گسترده‌تر خواهد شد (شکل ۴).

٤- پتانسیل پراکنش پسته در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در روستاهای قاره آمریکای جنوبی: بر اساس نقشه های حاصل از کلایمکس پسته در شرایط کنونی پتانسیل کشت در قسمت‌های از بولیوی و آرژانتین را دارد (شکل ۵). در این قاره به دلیل وجود تنش رطوبتی بسیار زیاد پراکنش این گونه محدود است. بر اساس نقشه‌ها با تغییر اقلیم پراکنش پسته در بولیوی گسترده‌تر و در آرژانتین در برخی نقاط گسترده‌تر و در برخی نقاط محدودتر خواهد شد.

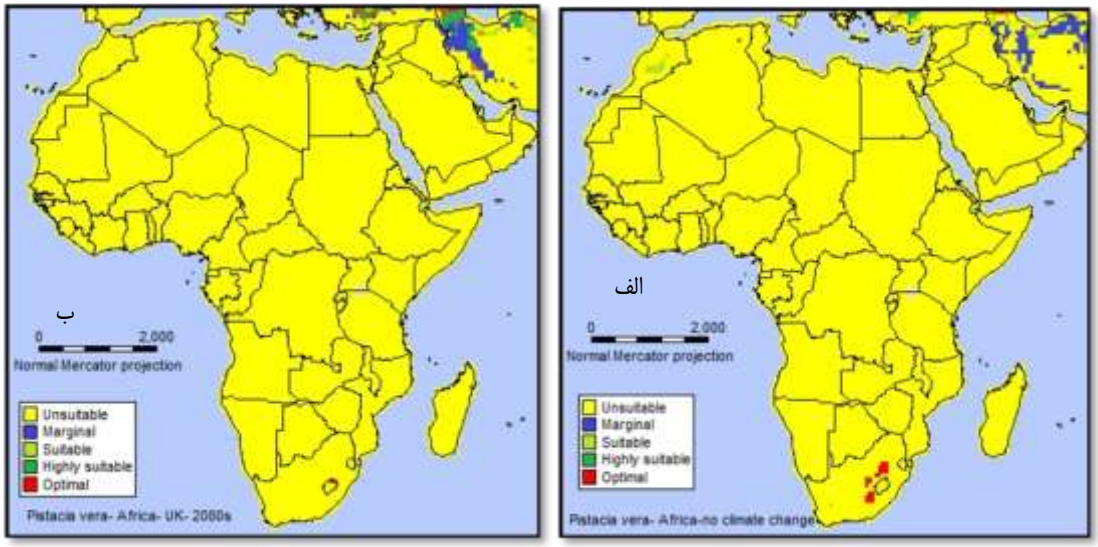


شکل٤. پتانسیل پراکنش پسته(*Pistaciavera*)در آمریکای شمالی در شرایط کنونی (الف) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (ب). مناطق نامناسب برای پراکنش پسته با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ آبی (۱۰>EI≥۵)، مناطق مناسب با رنگ سبز کمرنگ (۱۵>EI≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ سبز پر رنگ (۲۰>EI≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز (EI≥۲۰) نمایش داده شده است.



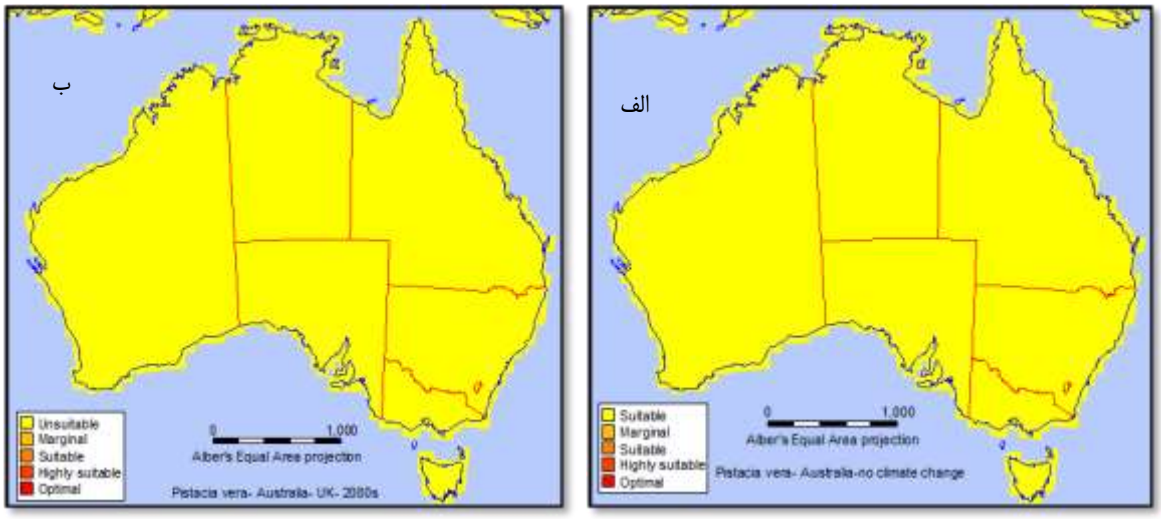
شکل۵. پتانسیل پراکنش پسته (*Pistaciavera*) در آمریکای جنوبی در شرایط کنونی (الف) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (ب). مناطق نامناسب برای پراکنش پسته با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ آبی (۱۰>EI≥۵)، مناطق مناسب با رنگ سبز کمرنگ (۱۵>EI≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ سبز پر رنگ (۲۰>EI≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز (EI≥۲۰) نمایش داده شده است.

۵- پتانسیل پراکنش پسته در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در روستاهای قاره آفریقا: بر اساس مدل پیش‌بینی پسته در شرایط کنونی و تغییر اقلیم پتانسیل کشت در آفریقا را (به جز در قسمت کوچکی از جنوب آن) نخواهد داشت (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) (شکل ۶). با تغییر اقلیم و افزایش دما گسترش پسته در آفریقا محدودتر و پتانسیل کشت نخواهد داشت (شکل ۶).در قاره آفریقا نیاز سرمایی پسته تأمین نخواهد شد و شاخص EI برای غالب نقاط این قاره صفر خواهد بود.



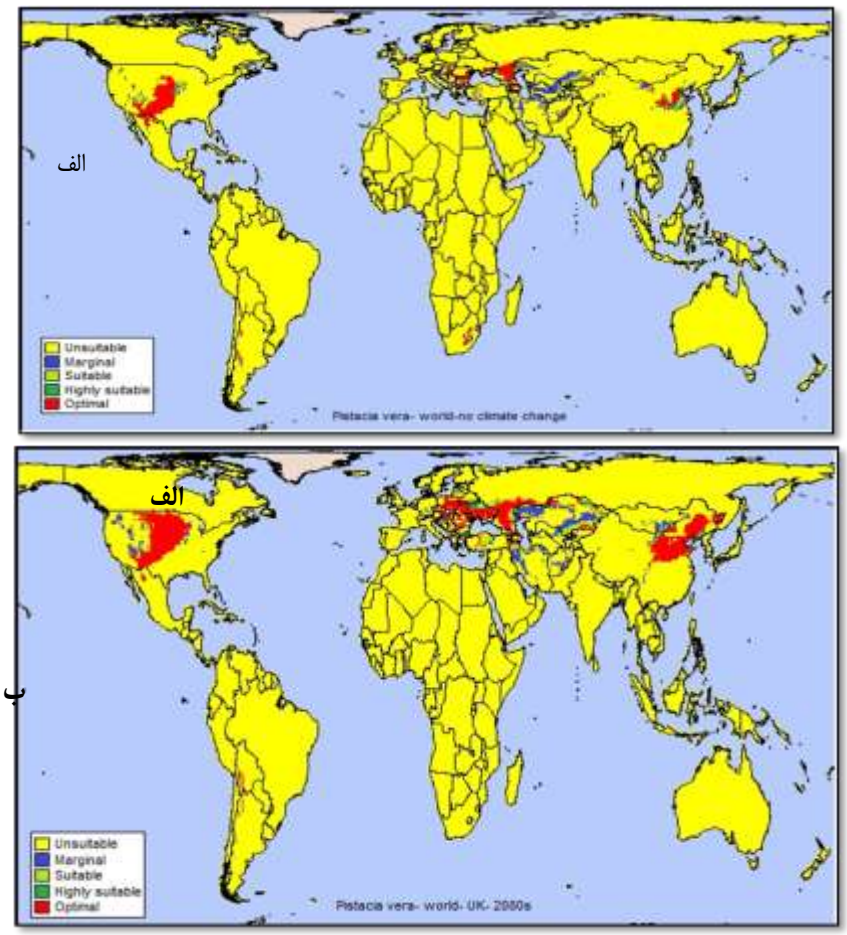
شکل۶. پتانسیل پراکنش پسته(*Pistaciavera*)در آفریقا در شرایط کنونی (الف) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (ب). مناطق نامناسب برای پراکنش پسته با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ آبی (۱۰>EI≥۵)، مناطق مناسب با رنگ سبز کمرنگ (۱۵>EI≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ سبز پر رنگ (۲۰>EI≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز (EI≥۲۰) نمایش داده شده است.

٦- پتانسیل پراکنش پسته در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در روستاهای قاره استرالیا: بر اساس نقشه‌های حاصل از کلایمکس پسته در شرایط کنونی توان پراکنش در استرالیا را (به جز در قسمت کوچکی از جنوب شرقی) نخواهد داشت (تنش خشکی عامل محدود کننده‌ای برای گسترش این گونه در استرالیا می‌باشد) (شکل ۷). با تغییر اقلیم و افزایش دما پسته در استرالیا قادر به رشد و گسترش نخواهد بود (شکل ۷). در شرایط واقعی نیز در استالیا پسته کشت نمی‌شود که تطابق نقشه‌های حاصل از این مطالعه با شرایط کنونی دارد (شکل ۱).



شکل۷. پتانسیل پراکنش پسته(*Pistaciavera*) در استرالیا در شرایط کنونی (الف) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (ب). مناطق نامناسب برای پراکنش پسته با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ آبی (۱۰>EI≥۵)، مناطق مناسب با رنگ سبز کمرنگ (۱۵>EI≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ سبز پر رنگ (۲۰>EI≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز (EI≥۲۰) نمایش داده شده است.

۷- پتانسیل پراکنش پسته در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در روستاهای ایران: بر اساس نقشه ترسیم شده پسته (شکل ۲) پتانسیل کشت در روستاهای استان‌های خراسان رضوی، خراسان شمالی، خراسان جنوبی، قسمت‌هایی از کرمان، سمنان، تهران، آذربایجان غربی و شرقی، همدان، یاسوج، کرمانشاه، شهرکرد، البرز، فارس قسمت‌هایی از هرمزگان را دارد (شکل ۸). پسته به دلیل تنش خشکی شرایط کشت در کویر مرکزی ایران، خوزستان، بوشهر و جنوب سیستان و بلوچستان را ندارد (شکل ۸). بر اساس نتایج مشخص شد با افزایش دما پتانسیل کشت این گونه در برخی مناطق گرمسیر محدودتر (روستاهای استان‌های کرمان، یزد و شرق خراسان‌رضوی) و در برخی نواحی سردسیر (مانند روستاهای استان‌های قزوین، آذربایجان غربی و شرقی، زنجان و همدان) بهینه‌تر خواهد شد (EI≥۲۰) همچنین با افزایش دما پتانسیل کشت این گیاه در قسمت‌های جنوب خراسان نیز محدود خواهد شد. در شکل ۸ پتانسیل پراکنش پسته در شرایط کنونی و تغییر اقلیم در جهان در یک نما آمده است.



شکل۸. پتانسیل پراکنش پسته (*Pistaciavera*)در جهان در شرایط کنونی (الف) و شرایط تغییر اقلیم در سال ۲۰۸۰ (ب). مناطق نامناسب برای پراکنش پسته با رنگ زرد (EI<۵)، مناطق بحرانی با رنگ آبی (۱۰>EI≥۵)، مناطق مناسب با رنگ سبز کمرنگ (۱۵>EI≥۱۰)، مناطق بسیار مناسب با رنگ سبز پر رنگ (۲۰>EI≥۱۵) و مناطق بهینه با رنگ قرمز (EI≥۲۰) نمایش داده شده است.

نتیجه‌گیری

محصول پسته در رونق اقتصاد روستایی و به طبع آن افزایش درآمد، افزایش نقدینگی، افزایش اشتغال، کاهش مهاجرت و در نهایت قرار گرفتن در مسیر توسعهٔ روستایی مؤثر بوده است. طی سال‌های گذشته در بسیاری از روستاها پسته جایگزین محصولات زراعی و باغی زیادی شده است. بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۸۷ سطح کشت پسته ۳۳۹۰۰۰ هکتار بوده و در سال ۱۳۹۹ این مقدار به ۶۴۳۹۷۶ هکتار رسیده که ۹۰ درصد افزایش سطح کشت داشته است. این افزایش کشت حتی در برخی نواحی روستایی رو به افزایش است که از نظر اقلیمی تطابق چندانی با خصوصیات زیستی پسته ندارد. سوددهی بالای اقتصادی محصول پسته روستاییان زیادی را به کشت این محصول ترغیب می‌کند، اما توجه و آگاهی نسبت به موضوعات اقلیمی و اکولوژیکی برای داشتن معیشتی پایدار در مناطق روستایی اهمیت دارد. به همین دلیل قبل از توسعه کشت پسته به دلیل مزایای اقتصادی در کشور بایستی نقشه‌ای داشت که تناسب اقلیمی مناطق مختلف کشور را با مشخصات زیستی پسته بررسی کرده باشد.

غالب مدل‌های پیش‌بینی تغییر اقلیم نشان دهنده افزایش میانگین دمای کره زمین و تغییر در الگوی بارش‌ها است و یکی از اثرات این تغییرات بر گیاهان، تغییر در پراکنش جغرافیایی آن-ها است (لاولر[1] و همکاران ۲۰۰۹). مدل‌های زیست‌اقلیمی بطور پیاپی در پیش‌بینی پتانسیل توزیع گونه‌ها استفاده شده‌اند (لاوسون[2] و همکاران ۲۰۱۰).شرایط اقلیمی تعیین کننده تواناییک گیاه برای حفظ بقا در یک محل خاص است. اقلیم پراکنش گیاهان را کنترل می‌کند (رامولا[3] و همکاران ۲۰۰۸) و تغییر اقلیم منجر به پراکنش بیشتر برخی از گیاهان خواهد شد (پری[4] و همکاران ۲۰۰۵). نرم‌افزار کلایمکس (ساترست[5] و همکاران ۲۰۰۷)می‌تواند در شناسایی مناطق مستعد کشت و گسترش گونه‌های ارزشمند مانند پسته سودمند باشند.نتایج مطالعه حاضر نشان داد در آینده برخی از مناطق سردسیر ایران و جهان که اکنون قابلیت کشت پسته را ندارند بتوانند آن را کشت کنند. همچنین ممکن است، مناطقی از ایران و جهان که اکنون زیر سطح کشت این محصول هستند دیگر قابلیت کشت پسته را نداشته باشند. نقشه‌های حاصل از این مطالعه می‌تواند توسط سازمان‌های کشاورزی مناطق مختلف جهان مورد استفاده قرار گیرد. مناطقی از ایران و جهان که با تغییرات اقلیم کشت پسته محدود می‌شود بایستی برنامه‌ریزی بلند مدت برای گیاهان جایگزین در این مناطق را انجام دهند. در ایران نیز با توجه به نقشه‌های حاصل از این نرم‌افزار مشخص شد کشت پسته در ۶۰ سال آینده قابلیت کشت در مناطق سردسیر کنونی مانند خراسان شمالی، آذربایجان شرقی و غربی و اردبیل را خواهد داشت و مناطق کنونی زیر کشت پسته مانند استان کرمان و خراسان جنوبی برای کشت این محصول نامناسب خواهند شد. باید توجه شود که پیش‌بینی نرم‌افزار کلایمکس برایمناسب بودن پتانسیل کشت، بر اساس عوامل اقلیمی است و عوامل دیگری همچون آب، عوامل زیستی،خاک و غیرو در آن گنجانده نشده است و بنابراین پیشنهاد می‌شود که نتایج این تحقیق با عوامل غیر اقلیمی ذکر شده تلفیق و مورد استفاده قرار گیرد.

1- Lawler
2- Lawson
3- Ramula
4- Perry
5- Sutherst

منابع

لشگری، ح. و کیخسروی، ق. ۱۳۸۸. مکان‌یابی محل‌های مناسب کشت پسته در شهرستان سبزوار به روش استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی همراه با مدل‌های (بولین، نسبدهی و روش مقایسه زوجی). فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۴(۲۷): ۹۵-۱۳۹.

Ferguson, L.,Polito, V.and Kallsen, C. 2005. The pistachio tree; botany and physiology and factors that affect yield. Pistachio production manual, 4th ed Davis, CA, USA, University of California Fruit and Nut Research Information Center, 31-39.

Ferguson, L. 2003.Pistachio production year book.Davis University.

Godfree, R.C.and Murray, B.R. 2014. Invasive Species: Plants Encyclopedia of Agriculture and Food Systems Volume 4 Elsevier Inc. All rights reserved, 66-77.

Gray,S.B.and Brady, S.M.2016. Plant developmental responses to climate change. *Developmental Biology*, 419(1):64-77.

HashemiNasab, H., Javanshah.H.,Panahi,B.,Ismailpour, A.and Qasemi, M. 2019.Climate change, global warming and cooling needs of pistachio trees: Challenges and solutions, Agricultural Education and Extension Research Organization.*Horticultural Research Institute*, 102:50-1.

He, S., Worner, S.P. and Ikeda, T. 2012.Modeling the potential global distribution of light brown apple moth *Epiphyaspostvittana* (Lepidoptera: Tortricidae) using CLIMEX.*Asian Pacific Journal*, 15: 479- 485.

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.

Javanshah, J. 2010. Global warming affected some morphological characters of Pistachiotrees (Pistaciavera L.). Scientific Report, 19 pp.

Kamali, A. and Owji, A. 2016. Agro-ecological requirements for growing pistachio trees: A Literature.Elixir International Journal, 96 :41450-41454.

KhoshhalDastgerdi, J., Mardanian, H. 2009. An Analysis of the Environmental Conditions and Temperature Requirements of the Cultivation of Pistachio in Cower Jarghooyeh. Journal of Environmental Management, 20(2): 41-64.

Koocheki, A., NassiriMahallati, M. ,Jafari, L. 2015. Evaluation of Climate Change Effect on Agricultural Production of Iran: I. Predicting the Future Agroclimatic Conditions. Field Crops Research,13(4) :651-664.

Kozhoridze, G., Orlovsky, N.,Orlovsky,L., Blumberg, D.G. and Golan‐Goldhirsh, A. 2015.Geographic distribution and migration pathways of Pistacia–present, past and future.*Ecography*, 38(11): 1141-1154.

Kriticos, D.J., Stephens, A.E.A. and Leriche, A. 2007.Effect of climate change on oriental fruit fly in New Zealand and the Pacific.*New Zealand Plant Protection*, 60: 271-278.

Küden, A., Kaska, N., Tanriver, E., Tekin, H. A.k B. 1994. Determining the chilling requirements and growing degree hours of some pistachio nut cultivars and regions, In I International Symposium on Pistachio 419. pp. 85-90.

Lawler, J. J., Shafer, S.L., White, D., Kareiva, P., Maurer, E. P., Blaustein, A. R., Bartlein, P. J. 2009. Projected climate-induced faunal change in the Western Hemisphere. *Ecology*, 90(3): 588–597

Lawson, B. E., Day,M.D. , Bowen, M., Klinken,R.D.,Zalucki, M.P.2010.The effect of data sources and quality on the predictive capacity of CLIMEX models: An assessment of Teleonemiascrupulosa and Octotomascabripennis for the biocontrol of

plant management based on comparative demography of invasive and native plant population. Journal of Applied Ecology, 45:1124-1133.

Rogers, D J., Reid,R.E.,Rogers,J.J.and Addison, S.J. 2007. Prediction of the naturalisation potential and weediness risk of transgenic cotton in Australia.Agriculture, Ecosystems &Environment, 119(1-2): 177-189.

Shabani, F., Kumar, L.and Taylor, S. 2012. Climate change impacts on the future distribution of date palms: a modeling exercise using CLIMEX. PLOS ONE, 7(10): 48021.

Shirkhani, H., Abedi, B. DavariNejad, G.,Khorasani,R.,SalahiOstad,M.,Morshedlou, M. 2020. The Effect of Iron Chelate on Some Qualitative and Quantitative Traits of Pistachio Trees.Journal of Petroleum Science and Technology, 5 (9): 1-15.

Statistics of the Ministry of Jihad for Agriculture, Horticultural Products. 2019.

Sutherst, R.W., Maywald,G.F.,&Kriticos, D.J.2007. CLIMEX Version 3: User_s Guide. Hearne Scientific Software Pty Ltd, 131 pp.

Van kleunen, M., Weber, E., & Fischer,M. 2010. A meta- analysis of trait differences between invasive and non-invasive plant species.Ecology Letters, 13: 235-245.

Watt,M.S., Kriticos,D.J. and Manning, L.K. 2009. The current and future potential distribution of Melaleucaquinquenervia.Weed Research, 49(4): 381-390.

Yonow, T., Hattingh,V. and de Villiers, M.2013. CLIMEX modelling of the potential global distribution of the citrus black spot disease caused by Guignardiacitricarpa and the risk posed to Europe.Crop Protection, 44 :18-28.

Lantana camara in Australia.*Biological control*, 52: 68–76.

Meehl, G.A., Stocker, T.F., Collins, W.D., Friedlingstein, P., Gaye, A.T., Gregory, J.M., Kitoh, A., Knutti, R., Murphy,J.M., Noda, A., Raper,S.C.B., Watterson, I.G., Weaver, A.J., Zhao, Z.C. 2007. Global climate projections.The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 747–845.

Mitchell,T.D., Carter, T.R., Jones, P.D., Hulme, M., and New, M. 2004. A Comprehensive Set of Climate Scenarios for Europe and the Globe: the Observed Record (1900–2000) and 16 Scenarios (2000–2100).*Journal of Applied Ecology*,12: 55-30.

NASA. 2015. Global climate change. S. Cole and D. Waller. https://climate.nasa.gov.

Perry, A.L., Low, P.J., Ellis, J.R., and Reynolds, J.D. 2005. Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science*, 308: 1912–1915.

Potter, K.J.B., Kriticos,D.G., Watt, M.S. and Leriche, A. 2009. The potential distribution of Scoth broom, Cytisusscoparius (L) Link a weed of commercial forestry, pastoral systems.*Weed research*, 49: 271-282.

Ramirez-Cabral, N. Y. Z., Kumar, L. and Taylor, S. 2016. Crop niche modeling projects major shifts in common bean growing areas.*Agricultural and Forest Meteorology*, 218:102-113.

Ramírez,F. and Kallarackal, J. 2015. Responses of Fruit Trees to Global Climate Change.Springer Briefs in Plant Science.42 pp.

Ramula, S., Knight, T.M.,Burns,J.H. and Buckly, Y.M. 2008. General guidelines for invasive