بررسی اثر تغییر اقلیم بر مکان‌یابی کشت زرشک در ایران

حسن رضایی[۱]، غلامعباس فلاح قالهری[۲]*

[۱] استادیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه افسری امام علی(ع)

[۲] استاد اقلیم شناسی، گروه جغرافیا و گردشگری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱/۳۱

چکیده

پهنه بندی کشت محصولات کشاورزی یکی از انواع ارزیابی است که می تواند به عنوان الگویی برای ارزیابی اراضی، برنامه ریزی و مدیریت بهتر از منابع اراضی مورد استفاده قرار گیرد. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر تغییر اقلیم بر مکانیابی کشت زرشک در ایران می‌باشد. جهت بررسی اثرات تغییر اقلیم بر مناطق کشت زرشک در ایران، از داده شبیه‌سازی شده برونداد مدل جفت شده HadGEM2-ES از سری مدل های CMIP5، بر اساس سناریوهای واداشت تابشی RCP 8.5 و RCP 4.5 استفاده شده است. بر اساس روش تلفیقی AHP، مناطق شمال شرق و شمال غرب کشور بهترین مناطق برای کشت زرشک هستند. نتایج مطالعه نشان داد وزن عوامل موثر در مکانیابی مناطق مناسب برای کشت زرشک شامل پارامتر اقلیم، توپوگرافی و عوامل خاکی به ترتیب ۰/۴۶۱، ۰/۲۸۴ و ۰/۲۵۶ می‌باشد. مناطق مناسب یا نسبتاً مناسب برای کشت زرشک در کشور ۳۵۶۸۵۸۱۰ هکتار می‌باشد که ۹۷۹۱۱۴۰ هکتار (۶/۰۱ درصد) جز مناطق مناسب و ۲۵۸۹۴۶۶۷۰ هکتار (۱۵/۹۲ درصد) جزء مناطق نسبتاً مناسب می باشد. مناطق متوسط و نامناسب جهت کشت زرشک به ترتیب ۲۷/۷ و ۵۰/۲ درصد از مساحت کل کشور می باشد. مکان یابی نقاط مستعد کشت زرشک بر اساس سناریوی RCP4.5 در دوره آماری ۲۰۳۰-۲۰۵۹ انجام گردید که ۲۰/۳ درصد جزء مناطق مناسب، ۱۳/۵ جزء مناطق نسبتاً مناسب و ۶۶/۴۴ درصد جزء مناطق متوسط کشت زرشک بر آورد گردید. بر اساس سناریوی RCP8.5 در آینده نزدیک مشخص گردید ۲۰/۲ درصد جزء مناطق مناسب، ۱۱/۱ جزء مناطق نسبتاً مناسب و ۶۸/۷ درصد جزء مناطق متوسط کشت زرشک بر آورد گردید. بر اساس سناریوی RCP8.5 در دوره آماری ۲۰۶۰-۲۰۸۹ مشخص شد که ۲۲/۶۳ درصد جزء مناطق مناسب، ۲۰/۷ جزء مناطق نسبتاً مناسب و ۵۶/۶ درصد جزء مناطق متوسط کشت زرشک بر آورد گردید. بر اساس سناریوی RCP4.5 در دوره آماری ۲۰۶۰-۲۰۸۹ مشخص شد به ترتیب ۲۸، ۱۴ و ۵۸ درصد جزء مناطق مناسب، نسبتاً مناسب و متوسط کشت زرشک بر آورد گردید.

کلمات کلیدی: مکان‌یابی، زرشک، تغییر اقلیم، ایران.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: fallah.g@kashanu.ac.ir

مقدمه

یکی از پدیده هایی که شرایط آب و هوایی مناطق مختلف جهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد پدیده تغییر اقلیم است. تغییر اقلیم یعنی هر تغییر مشخص در الگوهای مورد انتظار برای وضعیت میانگین آب و هوایی، که در طولانی مدت در یک منطقه خاص یا برای کل اقلیم جهانی، رخ بدهد (یارمحمدی و همکاران، ۲۰۱۶، گودرزی، ۲۰۱۴). این تغییرات ممکن است از فرآیندهای درونی زمین یا نیروهای خارج از آن مانند نوسانها در شدت نور خورشید یا در سالهای اخیر در اثر فعالیت های انسانی حاصل شده باشد (صمدی بروجنی، ۱۳۹۰). بر همین اساس، به منظور سازگاری با این پدیده، جوامع علمی اقدام به ارائه راهکارهایی در زمینه های گوناگون از جمله کشاورزی کرده اند(هارلی من[1]و همکاران، ۲۰۲۱، دیویت و هینز[2]، ۲۰۲۲). در این بین سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو) در سال ۲۰۱۰ با ارائه طرح کشاورزی هوشمند اقلیم محور، سعی در هماهنگ کردن مطالعات در زمینه سازگاری کشاورزی با پدیده تغییر اقلیم نمود (رضائی و معتمدی راد،۱۴۰۲).

از این رو تنوع اقلیمی و تغییرات آن در کوتاه مدت (در طول دوره‌ی رشد) و دراز مدت، نقش تعیین کننده‌ای در میزان تولید و پایداری آن دارند (رضائی، ۱۴۰۰) و به همین دلیل تأثیر تغییرات اقلیمی بر آینده کشاورزی مورد توجه محققین قرار گرفته است (رضائی، ۱۳۹۸). پدیده ی تغییر اقلیم و اثرات آن به عنوان یکی از چالش‌های پیش رو در مدیریت منابع آب و بخش کشاورزی شناخته شده است. تغییرات اقلیم می‌تواند بر رشد و نمو، فیزیولوژی، مورفولوژی و فنولوژی گیاهان زراعی تأثیرگذار باشد (دهقانی پور و همکاران، ۱۳۹۵). هیات بین الدول تغییر اقلیم در تدوین گزارش پنجم ارزیابی خود، از سناریوهای جدید تحت عنوان سناریوهای واداشت تابشی RCP، به عنوان نماینده خطوط سیر غلظت‌های گوناگون گازهای گلخانه ای استفاده کرده است (سو[3]و همکاران، ۲۰۱۶).

سناریوهای جدید RCP ، شامل RCP های۲/۶، ۴/۵، ۶ و ۸/۵ که مبتنی بر مشخصات متفاوت سطح تکنولوژی، وضعیت اجتماعی و اقتصادی، خط مشی ها در آینده است که در هر شرایط می تواند منجر به سطح انتشار متفاوت گازهای گلخانه ای و تغییرات اقلیمی می گردد. تفاوت عمده سناریوهای RCP و SRES در این است که سناریوهای RCP خط سیر توازن واداشت تابشی ناشی از افزایش گازهای گلخانه ای را تا سال ۲۱۰۰ بر حسب وات بر متر مربع مشخص می‌کند (هیئت بین الدول تغییراقلیم[4]، ۲۰۱۳).

در راستای تعیین اثر پدیده‌ی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی، ون ژی[5]و همکاران(۲۰۱۵) درروستای هپینگ در کشور چین، به پهنه بندی نقاط مستعدکشت سه نوع گیاه آفتابگردان، گندم و ذرت پرداخته است .این پهنه بندی بر اساس تحمل شوری گیاهان انجام گردید. نتایج نشان داد که برای گیاه گندم، ذرت و آفتابگردان به ترتیب ۲۷/۵، ۴۶/۵ و ۷۷/۵ درصد منطقه دارای استعداد بالا برای کشت می باشد. کولهو[6]و همکاران(۲۰۱۶) اقدام به مکان یابی مناطق مستعد کشت موز در منطقه وال دو ریو برزیل نمودند. پارامترهای موثر در گیاه شامل درجه حرارت، ارتفاع، بارندگی، کمبود آب و نوع خاک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که ۲۸/۷ درصد اراضی منطقه دارای شرایط مناسب و ۷۱/۳ اراضی دارای شرایط نامناسب جهت کشت گیاه موز می باشند و به طور کلی منطقه برای کشت موز مناسب تشخیص داده نشده است. سارالیوقلو[7]و همکاران (۲۰۱۶) در کشور ترکیه منطقه سورمنه اقدام به مکان یابی مناطق مساعد کشت فندق نمودند. به این منظور از ویژگی های شیب اراضی، سرعت باد و جهت باد جهت پهنه بندی استفاده شد. نتیجه این تحقیق نشان داد که این منطقه برای کشت فندق از نظر عوامل مورد مقایسه مناسب نمی باشد. گانتکولا[8](۲۰۲۰) ارزیابی تأثیر تغییر آب و هوا بر کشاورزی هند: شواهدی از بازده محصولات عمده پرداختند. نتایج نشان داد که اثرات نامطلوب عوامل اقلیمی بر عملکرد محصول ممکن است پیامدهای شدیدی برای امنیت غذایی و تغذیه ای داشته باشد. این مطالعه انجام فعالیت های سازگاری را برای مقابله با اثرات نامطلوب تغییرات آب و هوایی

1. Hurlimann
2. De Wit & Haines
3. Su
4. IPCC
5. Wen Jie
6. Coelho
7. Saralioglu
8. Guntukula

توصیه می‌کند. آسان[9] و همکاران(۲۰۲۰) اثرات تغییر آب و هوا بر تولید محصولات غلات در پاکستان را بررسی کردند نتایج نشان داد که انتشارCO2 تاثیر مثبتی بر تولید محصولات غلات دارد.

سلیمانی ننادگانی و همکاران (۱۳۹۱) ، تأثیر پدیده‌ی تغییر اقلیم را بر زمان کاشت، طول دوره‌ی رشد و نیاز آبی گندم زمستانه بررسی نمودند. نتایج نشان داد که تحت شرایط تغییراقلیم در زمانی مناسب برای کاشت گندم بین ۹ تا ۲۷ روز افزایش و طول دوره‌ی رشد گیاه بین ۴ تا ۱۴ روز کوتاهتر خواهد شد. سعیدآبادی و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از روش دیماتل و تحلیل شبکه‌ای تناسب اراضی استان آذربایجان غربی را در بستر تغییرات اقلیمی جهت کشت کلزا ارزیابی نمودند. براساس نتایج به دست آمده، روش مطرح شده قابلیت الگوسازی اثر تغییرات اقلیمی در تناسب اراضی را دارد. اجرای این روش برای کشت کلزا نشان میدهد که تغییرات دما و بارش سبب کاهش اراضی بسیار مناسب و برای کشت این محصول مناسب است؛ به طوری که اراضی مناسب کشت این محصول از ۴۷ درصد در دوره‌ی پایه به ۳۴ درصد در آینده تغییر خواهد یافت. پور صالحی و همکاران (۱۳۹۸) در خراسان جنوبی به بررسی اثر سناریوهای تغییر اقلیم بر مکان یابی کشت پاییزه‌ی چغندرقند پرداختند و نتایج نشان داد که به طور کلی در هر دو سناریو اکثر مناطق استان جزء مکانهای نامناسب جهت کشت پاییزه چغندرقند محسوب می گردند به گونه‌ای که ۷۲/۸۱ درصد از مساحت کل استان در سناریوی A2 و ۷۱/۱۳ درصد در سناریوی B1 مناسب کشت نمی‌باشند. انصاری و اسلامی (۱۴۰۰) در حوضه دز به مکان یابی نقاط مناسب کشت گیاه آفتابگردان با استفاد از سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداختند نتایج حاصل از پردازش اطلاعات نشان داد که ۲۹/۵درصد از اراضی حوضه در محدوده بسیار مناسب ،۶۹ درصد در محدوده مناسب و ۱/۵ درصد در محدوده مناسب متوسط برای کشت گیاه آفتابگردان قرار دارند.

با توجه به مطالعات انجام شده مشخص گردید تاکنون در ایران کمتر مطالعه‌ای در زمینه‌ی مکان یابی کشت زرشک با تکیه بر اثر سناریوهای تغییر اقلیم و تعیین مکان مناسب کشت این محصول در دوره‌ی آینده صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

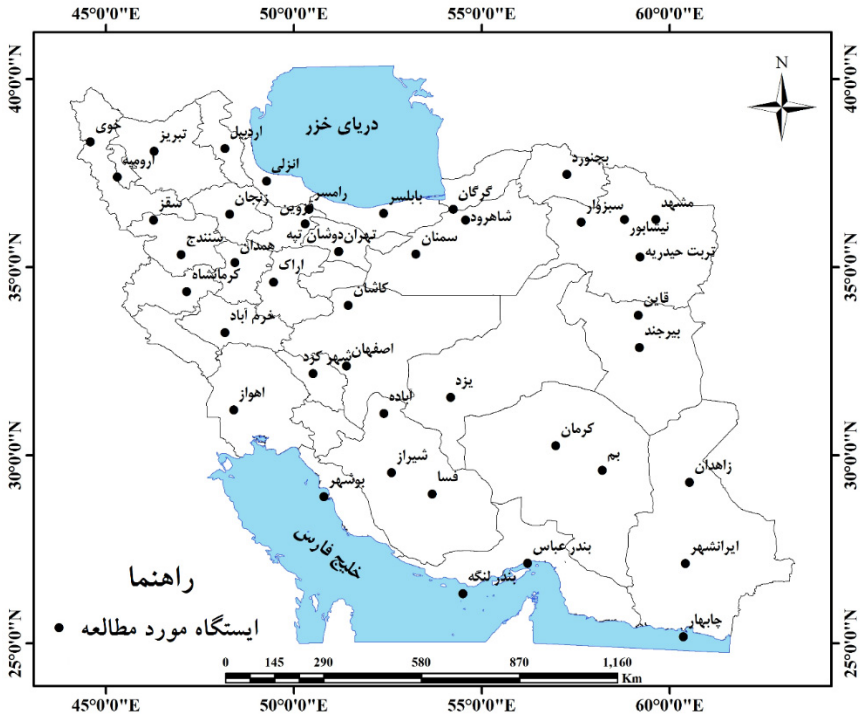
جهت تعیین مناطق کشت درختان زرشک براساس شرایط اقلیمی، از ۴۵ ایستگاه هواشناسی سینوپتیک که آمار بلند مدت (۲۰۱۹-۱۹۸۹) ، استفاده گردید. موقعیت و پراکنش ایستگاههای هواشناسی در شکل ۱ نشان داده شده است. آمار و اطلاعات این ایستگاه‌ها(شکل ۱) در مقیاس روزانه برای پارامترهای دمای کمینه، دمای بیشینه، متوسط دما، بارش و تابش آفتاب در دوره پایه از سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید.

روش پردازش فرایند تحلیل سلسله مراتبی[10] و تعیین اهمیت ضریب معیارها

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از بهترین روش های تصمیم گیری برای زمانی است که تصمیم گیرنده دارای معیارهای چندگانه باشد (تیلور[11]، ۲۰۰۴). زیرا تحلیل گران یا تصمیم گیرند گان را جهت سازماندهی مسائل حساس و حیاتی یاری می نماید (بوالاکوا[12]و همکاران، ۲۰۰۴). فرایند تحلیل سلسله مراتبی با شناسایی و اولویت بندی عناصر تصمیم گیری شروع می شود. این عناصر شامل اهداف، معیارها و گزینه های احتمالی است که در اولویت بندی به کار گرفته می شوند. در این فرایند، شناسایی عناصر و ارتباط بین آن ها منجر به ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی می شود. دلیل سلسله مراتبی بودن، بدلیل ساختار خلاصه سازی عناصر تصمیم گیری همچون زنجیری در سطوح مختلف است. پس، ایجاد یک ساختار سلسه مراتبی از موضوع مورد بررسی، نخستین گام در فرایند تحلیل سلسله مراتبی به شمار می رود؛ و اهداف، معیارها و گزینه ها و نیز ارتباط آن ها در همین ساختار نشان داده می شود. مراحل بعد در فرایند تحلیل سلسله مراتبی شامل محاسبه وزن (ضرایب اهمیت) معیارها و زیر معیارها، محاسبه ی ضریب اهمیت (وزن) گزینه ها، محاسبه ی نهایی

9. Ahsan

10. Analytic Hierarchy Process
11. Taylor
12. Bevilacqua



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

جدول۱. مقیاس ۹ کمیتی ساعتی برای مقایسه جفتی(دی و رامچاران، ۲۰۰۸).

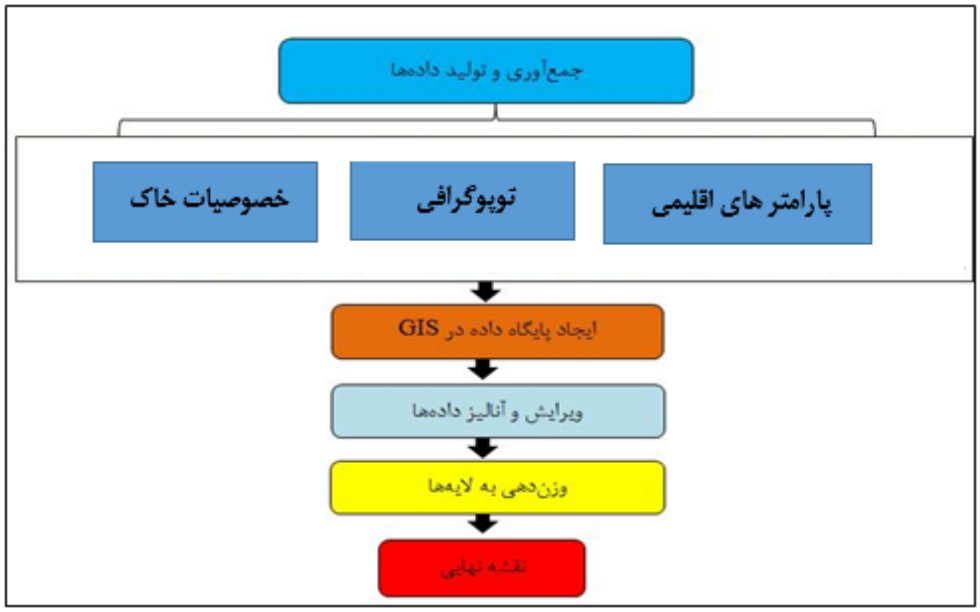
امتیاز	تعریف	توضیح
۱	اهمیت مساوی	در تحقق هدف، دو معیار اهمیت مساوی دارند
۳	اهمیت اندکی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف اهمیت i بیشتر از j است.
۵	اهمیت بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که اهمیت i خیلی بیشتر از j است.
۷	اهمیت خیلی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که اهمیت i خیلی بیشتر از j است.
۹	اهمیت مطلق	اهمیت خیلی بیشتر i نسبت به j به طور قطعی به اثبات رسیده است
۲،۴،۶،۸	مقادیر متوسط بین دو قضاوت مجاور	هنگامی که حالت‌های میانه وجود دارد

گزینه ها، و بررسی سازگاری منطقی قضاوت هاست (رضائی، ۱۳۹۸).

در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، برتری بین گزینه ها به وسیله ی مقایسه جفتی بین آن ها تعیین می شود. در مقایسه جفتی روال کار چنین است که برای بررسی دو گزینه یکی از آن ها را در نظر گرفته و بوسیله ی آن ارجحیت یا اهمیت دو گزینه را نسبت به هم می سنجند (جدول ۱). در این فرایند از اعداد ۱ تا ۹ به عنوان یک مقیاس استاندارد، برای مشخص کردن اهمیت گزینه ها (از اهمیت مساوی تا اهمیت فوق العاده زیاد) نسبت به هم استفاده می شود (دی و رامچاران[13] ، ۲۰۰۸). در ماتریس مقایسه جفتی، عدد ۹ نشان دهنده اهمیت فوق العاده زیاد یک معیار نسبت به دیگری است و عدد ۱/۹ نشان دهنده ی ارزش فوق العاده پایین یک معیار نسبت به معیار دیگر و ارزش عددی ۱ نیز نشان دهنده ی اهمیت ها برابر می باشد (کانز[14]، ۱۳۹۹). شکل ۲ مراحل مختلف تحقیق را به شکل شماتیک نشان می دهد.

. درختچه زرشک را می توان گیاهی نامید که شروع فصل

13. Dey & Ramcharan,
14. Kunz



شکل۲. مراحل مختلف تحقیق (منبع. نگارندگان،۱۴۰۰).

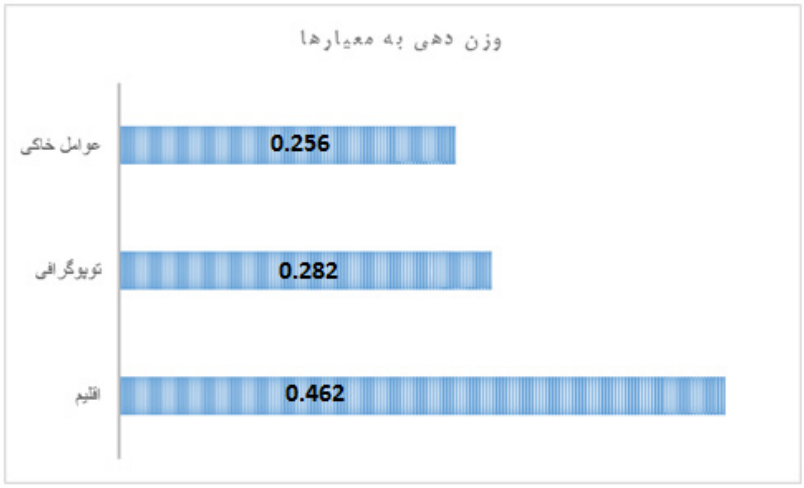
رشد آن از لحاظ تولید محصول از اوایل فروردین می باشد که با توجه به زمان برداشت محصول اویل آبان ماه را می توان پایان فصل تولید محصول نامید. جهت پهنه بندی، از روش کریجینگ استفاده شد که یکی از مهمترین و گسترده ترین روش درونیابی آماری میباشد. این روش متکی بر منطق میانگین متحرک وزندار و بهترین تخمینگر خطی نااریب میباشد که علاوه بر مقادیر تخمین، میزان خطای تخمین در هر نقطه را نیز مشخص می‌کند (رضائی، ۱۴۰۰). به منظور شبیه‌سازی داده دوره آینده از برونداد سه مدل پیشنهادی جوی اقیانوسی جفت شده AOGCM پیشنهادی (HadGEM2-E، GFDL-CM3، BCC-CSM1.1) از سری مدل‌های CMIP5 با تفکیک مکانی مناسب استفاده شد. برای ارزیابی عملکرد مدل های شبیه سازی کننده از پارامترهای اقلیمی در مقایسه با دوره پایه بر اساس شاخص‌های آماری اعتبارسنجی یا خطاسنجی انجام شده است این شاخص ها R^2 و RMSE را شامل می شوند. روش‌های مختلف بر اساس روش ارزیابی متقابل، مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد . در این شاخص‌های داده برونداد این مدل‌ها برای پارامترهای اقلیمی باداده آماری (۱۹۸۹-۲۰۱۹) مقایسه و انطباق داده شد و خطای شبیه‌سازی آن‌ها بر اساس این شاخص‌های خطاسنجی مشخص گردید. از سه مدل پیشنهادی ، مدل HadGEM2-E، دارای کمترینRMSE و بیشترین R^2 می‌باشد.

لذا جهت بررسی اثرات تغییر اقلیم بر مکان یابی، مناطق کشت زرشک در ایران، از داده شبیه سازی شده برونداد مدل جفت شده hadGEM2-ES از سری مدل های CMIP5، بر اساس سناریو های واداشت تابشی RCP 8.5وRCP 4.5استفاده شده است. برای دوره آینده نزدیک (۲۰۵۹-۲۰۳۰) و آینده دور (۲۰۶۰-۲۰۸۹) برساس سناریوی RCP8.5 و سناریوی RCP4.5 تنظیم گردید.

نتایج و بحث

- ارزیابی تناسب اراضی براساس فاکتورهای اقلیمی، توپوگرافی و خاکی

برای سنجش اهمیت نسبی فاکتورهای اقلیمی، توپوگرافی و خاکی، اقدام به تشکیل ماتریس مقایسه زوجی بین معیارهای مربوطه در محیط نرم افزار Expert Choice گردید و سپس وزن نهایی هر یک از پارامترها بدست آمد. بدین صورت که به معیار اقلیم وزن ۰/۴۶۲، توپوگرافی وزن ۰/۲۸۲ و خصوصیات خاک وزن ۰/۲۵۶ اختصاص یافت (نمودار ۱)، میزان امتیاز به هرکدام از زیر معیارها در جدول (۲) تفکیک شده است. در



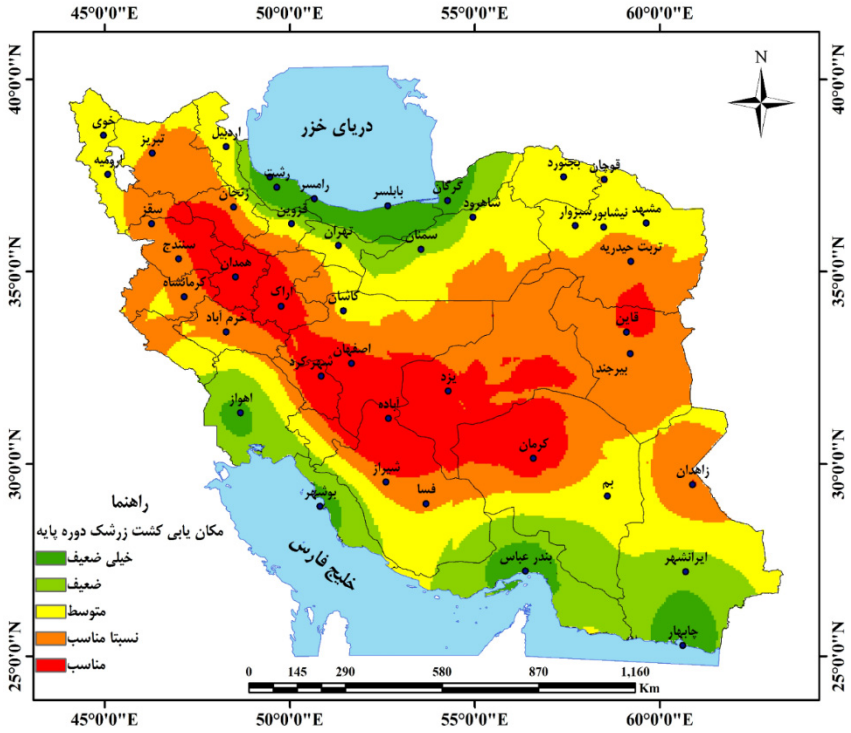
نمودار۱. وزن محاسبه شده معیارهای موثر در نرم افزار Export choice

جدول ۲. وزن دهی عوامل موثر در مکان یابی مناطق مناسب برای کشت زرشک

پارامترهای موثر	وزن نسبی	زیر معیارها	وزن نسبی	وزن نهایی	آستانه های پارامترها	واحد
اقلیم	۰/۴۶۲	تعداد ساعات افتابی	۰/۰۵	۰/۰۲۳	۱۳۰۰-۱۴۰۰	ساعت
		میانگین دما در دوره رشد	۰/۱	۰/۰۵۱	۲۵تا۳۵	درجه سانتی‌گراد
		میانگین رطوبت نسبی در دوره رشد	۰/۰۷	۰/۰۳۲	۰/۰ ۳۵	درصد
		میانگین بارندگی در دوره رشد	۰/۱۱	۰/۰۵۵	۱۲-۱۸	میلی‌متر
		بیشینهدمای مطلق در دوره رشد	۰/۰۲	۰/۰۰۹	۳۸	درجه سانتی‌گراد
		کمینه دمای مطلق در دوره رشد	۰/۰۳	۰/۰۱۴	-۲	درجه سانتی‌گراد
		تبخیر و تعرق	۰/۰۸۲	۰/۰۳۷	۳-۴	میلی‌متر در روز
توپوگرافی	۰/۲۸۲	ارتفاع	۰/۱۹۴	۰/۰۵۵	۱۳۰۰	متر
		شیب	۰/۰۸۸	۰/۰۲۴	۱۰-۱۵	درصد
عوامل خاکی	۰/۲۵۶	بافت خاک	۰/۱۱	۰/۰۲۸	لوم شنی و شنی	-
		هدایت الکتریکی خاک	۰/۰۸	۰/۰۲۰	۵	میلی موس بر سانتیمتر
		اسیدیته خاک	۰/۰۴	۰/۰۱	خاک خنثی تا کمی قلیایی	-
		آهک خاک	۰/۰۲۶	۰/۰۰۷	۶-۱۰	درصد

نهایت با وزن دهی به لایه ها بر اساس معیارها و مدل مورد نظر، همپوشانی و آنالیز لایه ها در محیط GIS صورت گرفته و نقشه نهایی پهنه بندی نواحی اقلیمی مستعد کشت زرشک بدست آمد.

پس از بررسی تک تک پارامترهای مدنظر و مهم در تعیین مناطق مناسب برای کشت زرشک برای تصمیم گیری



شکل ۳. پهنه بندی مکان های مستعد برای کشت زرشک براساس پارامترهای اقلیمی، توپوگرافی و خاکی.

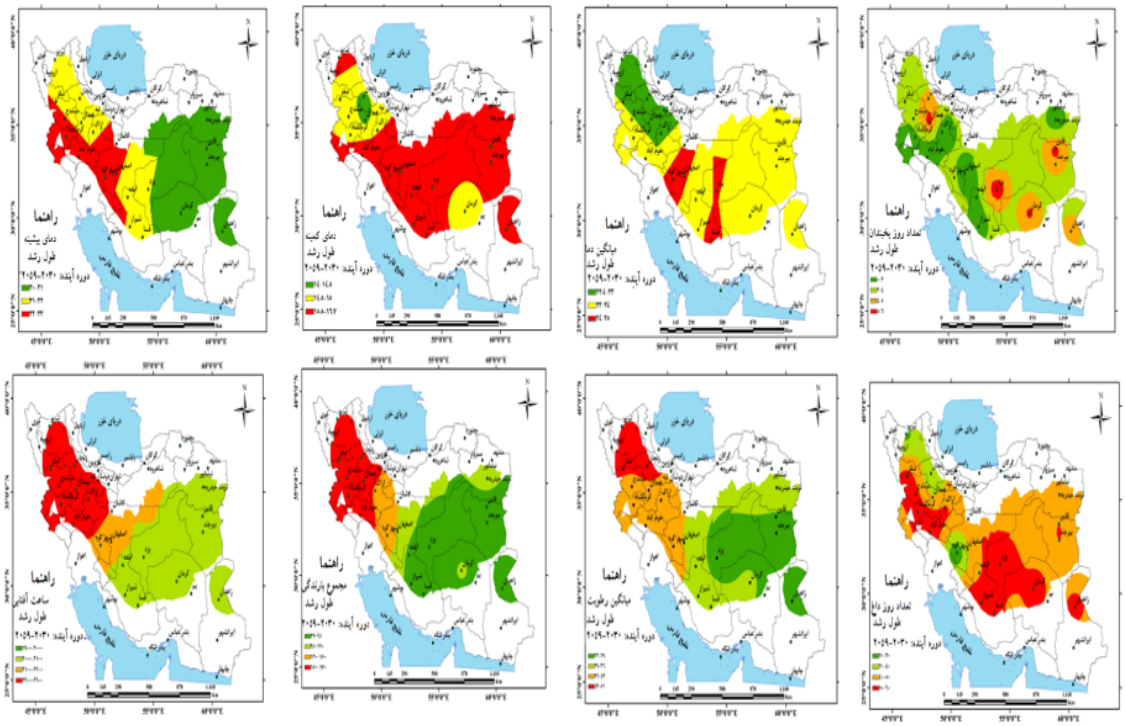
مناسب و درست نیاز ارائه الگویی با در نظر گرفتن تمامی پارامترها برای تعیین مناطق مناسب برای کشت است. بدین منظور پس از وزن دهی پارامترها و تلفیق لایه براساس نقشه تلفیقی بدست آمده مناطق مورد بررسی کشور را به چهار کلاس مناسب، نسبتا مناسب، نامناسب و نسبتا نامناسب کلاس بندی کردیم. براین اساس مناطق جنوب خراسان رضوی و مرکز به سمت شمال غرب کشور بهترین مناطق برای کشت زرشک هستند. بررسی اجمالی پارامترهای ایده ال برای کشت زرشک مانند ارتفاع از سطح دریا، بافت خاک، میزان بارش، تغییرات و میانگین دما و مقایسه آن با میزان حاکم براین مناطق مبین این امر می باشد که این مناطق که شرق کشور شامل استانهای خراسان جنوبی(قاین، بیرجند)، فارس(شیراز و آباده) ، همدان، اراک، اصفهان، شهرکرد و کرمان بهترین مکان برای کشت این محصول می باشند. همچنین براساس این نقشه بخشی از استانهای شمال غرب ایران به همراه استانهای سیستان و بلوچستان و جنوب استان خراسان رضوی و مناطق غربی کشور (سقز، سنندج،کرمانشاه و خرم آباد) نسبتا مناسب برای کشت زرشک می‌باشند. مقایسه این مناطق با مناطق خیلی مناسب نشان می دهد که پارامترهای تاثیرگذار در کاهش قابلیت این مناطق برای کشت زرشک بافت خاک، میزان بارندگی و شرایط دمایی حاکم بر منطقه است.

براساس نتایج این نقشه مناطق شمال کشور جزء مناطق نسبتا نامناسب برای کشت زرشک هستند ارتفاع پایین نسبت به سطح دریا و بالا بودن رطوبت نسبی به همراه شرایط خاکی عوامل محدود کننده این مناطق برای کشت زرشک می باشد. همچنین براساس این نقشه استانهای جنوبی کشور مناطق نامناسب برای کشت زرشک هست و کشت و کار زرشک در این مناطق توجیه اقتصادی ندارد(شکل ۳). برای بیان میزان مناطق مناسب یا مناسب برای کشت زرشک بصورت مساحت می توان مناطق مختلف کشور را براساس مساحت اراضی قابل کشت کشور که بالغ بر ۳۵۶۸۵۸,۱ کیلومتر مربع (۳۵۶۸۵۸۱۰ هکتار)می باشد، به پنج کلاس مطابق جدول ۳ ارائه کرد.

جدول ۳. کلاس بندی مناطق مناسب برای کشت زرشک براساس عوامل اقلیمی، توپوگرافی و خاکی

رتبه	کیفیت	مساحت(هکتار)	درصد
۱	مناسب	۹۷۹۱۱۴۰	۶/۲
۲	نسبتا مناسب	۲۵۸۹۴۶۷۰	۱۵/۹
۳	متوسط	۴۵۰۴۷۲۳۰	۲۷/۷
۳	نسبتا نامناسب	۵۳۶۵۵۲۹۰	۳۲/۹
۴	خیلی نامناسب	۲۸۲۵۸۷۱۰	۱۷/۳

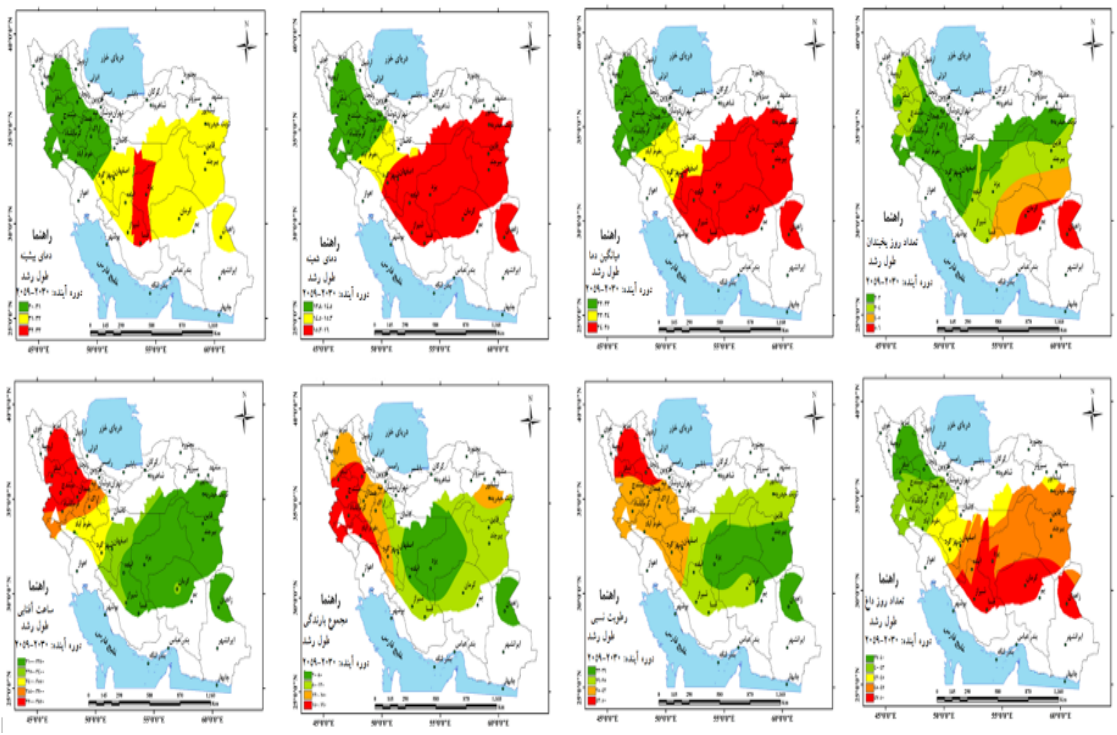
(جهت اطلاعات تکمیلی به پژوهش رضائی و قلاح‌قالهری،۱۴۰۰ مراجعه نمایید).



شکل ۴. پهنه پارامترهای اقلیمی براساس سناریوی RCP4.5در دوره آماری(۲۰۳۰-۲۰۵۹).

پیش بینی تغییرات اقلیمی و تاثیر آن بر مکانیابی مناطق مستعد برای کشت زرشک در دوره آماری ۲۰۳۰-۲۰۵۹:

در این مطالعه نیز بمنظور بررسی تغییرات میزان دما، بارندگی و تعداد ساعات افتابی در طول فصل رشد با استفاده از مدل HadGEM2-ES در قالب دو سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 در بازه زمانی ۲۰۳۰-۲۰۵۹ بررسی شد. میانگین دمای مناسب رشد در طول فصل رشد برای زرشک ۲۵-۳۵ درجه سلسیوس می باشد. همانطور که می دانیم در کشورمان تنوع دمایی و اختلاف دما در مناطق مختلف کشور متنوع می باشد، لذا این فاکتور در تعیین مناطق مناسب برای کشت ضروری بوده و لازم است که بررسی گردد. براساس شرایط دمایی در فصل رشد و تقسیم بندی آن به سه کلاس مشخص گردید. که بر اساس سناریوی (RCP4.5) کلیه ایستگاهای مورد مطالعه ایستگاه های شمال غرب و مرکز کشور برای کشت و کار زرشک مناسب می باشند چراکه میانگین دمای این مناطق در فصل رشد متناسب با نیاز دمایی زرشک می باشد (شکل ۴). بر اساس سناریوی (RCP8.5) کلیه ایستگاهای مورد مطالعه ایستگاه های شمال غرب برای کشت



شکل ۵. پهنه پارامترهای اقلیمی براساس سناریوی RCP8.5در دوره آماری(۲۰۳۰-۲۰۵۹).

و کار زرشک مناسب می باشند(شکل ۵).

کاهش دما در یک برهه به کمتر از ۲- باعث ایجاد آسیب های جدی در روند رشد و تولید محصول وبه تبع آن کاهش چشمگیر در میزان عملکرد محصول زرشک می گردد. بر اساس سناریوی (RCP4.5) پارامتر کمینه دما در کلیه منطقه مورد مطالعه جزء نواحی مناسب برای کشت زرشک می باشد(شکل۴).بر اساس سناریوی(RCP8.5) نیزکلیه ایستگاهای مورد مطالعه جزء ایستگاه های مناسب برای کشت و کار زرشک مناسب می باشند(شکل ۵).

پهنه بندی حداکثر دما بر اساس سناریوی(RCP4.5) در طول فصل رشد نشان می دهد که مناطق نواحی مرکزی و شمال غربی برای کشت زرشک مناسب می باشند و نواحی شرقی منطقه مورد مطالعه کشور نواحی نسبتا مناسب برای کشت زرشک می باشند. از نظر این فاکتور باید قید کرد که حداکثر دمای مطلق رشد برای کشت زرشک ۳۸ درجه سانتیگراد بخصوص در مرحله پرشدن میوه ها می باشد که نوسان شدید دما به پایین یا بالا باعث کاهش شدید عملکرد می شود. بررسی شرایط آب و هوایی بخصوص در ماه تیر که همزمان با این مرحله رشد گیاه زرشک می باشد نشان می دهد که در مناطق شمال غربی و استانهای مرکزی بیشتر این شرایط دمایی بخصوص در سالهای اخیر حاکم هست. پهنه بندی مکانهای مناسب برای کشت زرشک از نظر حداکثر دمای مطلق رشد در فصل رشد در شکل (۴) نشان داده شده است. بر اساس سناریوی(RCP8.5) کلیه ایستگاهای مورد مطالعه به جزء ایستگاه های فسا و یزد برای کشت و کار زرشک مناسب می باشند. پهنه بندی مکانهای مناسب برای کشت زرشک از نظر حداکثر دمای مطلق رشد در فصل رشد در شکل (۵) نشان داده شده است.

بر اساس سناریوی(RCP4.5) میزان تغییرات در بازه زمانی ۲۰۳۰-۲۰۵۹ نشان داد که بر اساس این مدل بیشینه، میزان (میانگین، کمینه و بیشینه دما) در طول مراحل رشد زرشک به ترتیب ۲۵/۴، ۷/۰۸ و ۳۳/۹۵ می باشد که نسبت به دوره پایه دمای بیشینه ۲/۸۵ درجه، دمای کمینه ۰/۷۲ درجه و میانگین دما ۰/۳ درجه افزایش داشته است(شکل ۴).

باتوجه به اینکه مراحل فنولوژی در قسمت شمال غرب دیرتر از قسمت مرکزی و شمالی اتفاق می افتد پهنه بیشینه دما را به خود اختصاص داده است.

بر اساس سناریوی(RCP8.5) بررسی تغییرات در بازه زمانی ۲۰۳۰-۲۰۵۹ نشان داد که بر اساس این مدل بیشینه،میزان (میانگین، کمینه و بیشینه دما) در طول مراحل رشد زرشک به ترتیب ۲۶/۲، ۱۲/۵۶ و ۳۴/۱ می باشد که نسبت به دوره پایه دمای بیشینه ۲/۷ درجه، دمای کمینه ۵/۳ درجه و میانگین دما ۳ ، درجه افزایش داشته است. باتوجه به اینکه مراحل فنولوژی در قسمت شمال غرب دیرتر از قسمت مرکزی و شمالی اتفاق می افتد پهنه بیشینه دما را به خود اختصاص داده است.

گیاهان و درختان مختلف براساس شرایط فنولوژیکی خود در زمانها و برهه های مختلف رشد نیاز آبی مختلفی دارند که این نیاز آبی از طریق آبیاری یا بارندگی باید تامین گردد، در فصل پاییز و زمستان با توجه به پایین بودن نیاز آبی اکثر گیاهان از جمله زرشک و پایین بودن میزان تبخیر و تعرق و پراکنش نسبتا مناسب بارندگی در این قصل ها در اکثر کشور از لحاظ تامین نیاز آبی زرشک مشکل خاصی احساس نمی شود، عمده نیاز آبی مورد نیاز گیاهان از جمله زرشک در فصل بهار و تابستان که فصل رشد این گیاه می باشد اتفاق می افتد باتوجه به تغییرات آب و هوایی و کاهش منابع آبی کشور شناسایی مکانهای مناسب برای هر محصول که دچار تنش آبی و کاهش عملکرد و راندمان محصول نشود امری ضروری می باشد. از این نظر مکان یابی مناطق مستعد برای کشت انواع محصولات از جمله زرشک ضروری هست. زرشک در مناطقی که میانگین بارندگی در طول فصل رشد (از فروردین تا آبان) بین ۱۸-۱۲ میلی متر می باشد، شرایط مناسبی خواهد داشت.

پهنه بندی مجموع بارندگی بر اساس سناریوی(RCP4.5) در طول فصل رشد نشان می دهد که مناطق نواحی مرکزی و شرقی برای کشت زرشک مناسب می باشند. براساس پهنه بندی میزان بارش در طول فصل رشد بیشترین بارندگی به شمال غرب و کمترین آن در مرکز ایران و مربوط به ایستگاه یزد می باشد. بر اساس سناریوی(RCP8.5) نیز که مناطق نواحی مرکزی و شرقی برای کشت و کار زرشک مناسب می باشند. پهنه بندی مکانهای مناسب برای کشت زرشک از نظر محموع بارندگی در فصل رشد در شکل (۴) نشان داده شده است. براساس پهنه بندی میزان بارش در طول فصل رشد در قالب سناریو RCP8.5 بیشترین بارندگی به شمال غرب و کمترین آن در مرکز ایران و مربوط به ایستگاه یزد می باشد(شکل ۵).

وجود شرایط آفتابی و دمایی برای زرشک ضروری است، در واقع تمامی گیاهان زراعی و درختان برای تکمیل مراحل فنولوژیکی رشد خود نیاز به سپری کردن تعداد ساعات آفتابی منظم در طول دوره رشد خود هستند این تعداد ساعات آفتابی در طول دوره رشد فعال بخصوص در مرحله جوانه زنی، شروع مرحله زایشی و پر شدن میوه از اهمیت زیادی برخوردار است. پهنه بندی تعداد ساعات آفتابی موثر از فروردین ماه تا آبان ماه نشان داد که تعداد ساعت آفتابی مفید برای زرشک ۱۳۰۰-۱۴۰۰ ساعت می باشد. براین اساس پهنه بندی به روش کریچینگ نشان داد که پهنه بندی ساعت آفتابی در قالب دو سناریوی RCP8.5 و RCP4.5 نشان داد که باتوجه به اینکه قسمت شرق و مرکز کشور زودتر به صفر بیولوژیکی می رسند و درجه روز موثر آنها در مدت زمان کوتاهتر تکمیل می شود کمترین ساعت آفتابی را به خود اختصاص داده اند (شکل ۴ و ۵). تعداد روزهای یخبندان تاثیر به سزایی در مرحله اول فنولوژی(جوانه زنی)دارد در منطقه مورد مطالعه انجام شد.بر اساس پهنه بندی منطقه مورد مطالعه در قالب دو سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 نشان داد که، تغییرات تعداد روزهای یخبندان بین صفر و ۶ روز می باشد . تعداد یخبندان در مرکز و شرق منطقه مورد مطالعه بیشتراز شمال غرب می باشد که دلیل آن زودتر رسیدن این مناطق به صفر بیولوژیکی میباشد که بعد از آن دچار یخبندان می شود(شکل ۴ و ۵).

بیشینه دمای مطلق رشد برای کشت زرشک ۳۸ درجه سلسیوسرا به عنوان روزهای داغ می باشد که بخصوص در مرحله پرشدن میوه ها می باشد که نوسان شدید دما به پایین یا بالا باعث کاهش شدید عملکرد می شود منطقه مورد مطالعه در قالب دو سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 نشان داد در پهنه بندی تعداد روزهای داغ مشخص شد بیشترین روزهای داغ مربوط به ایستگاه مرکز و شرق منطقه مورد مطالعه می باشد

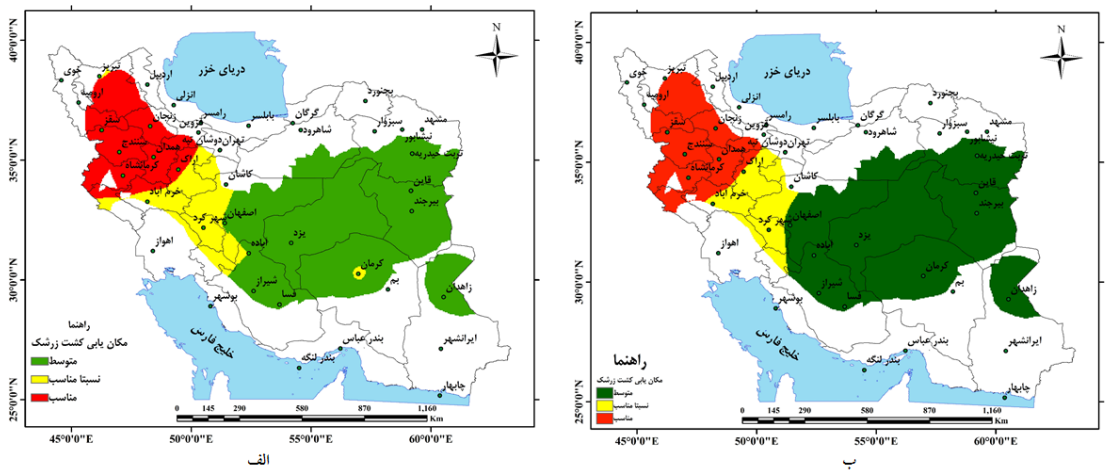
و کمترین روزهای داغ مربوط به شمال غرب می باشد(شکل ۴ و ۵).

بعد از بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی به بررسی تغیرات نواحی مستعد پرداخته شد و بر اساس مدل (Weight sum) ترکیب پارامترها انجام شد و مکان های مستعد کشت زرشک برآورد شد. جهت مکان یابی کشت زرشک در دوره آماری(۲۰۳۰-۲۰۵۹) از پارامترهای ریز مقیاس نمایی سناریویRCP4.5 استفاده گردید (شکل۶). که ۲۰/۳ درصد جزء مناطق مناسب، ۱۳/۵ جزء مناطق نسبتا مناسب و۶۶/۴۴ درصد جزء مناطق متوسط کشت زرشک بر آورد گردید(جدول۴).

مکان یابی کشت زرشک بر اساس سناریوی RCP8.5استفاده گردید که در دوره آماری ۲۰۳۰-۲۰۵۹ مکان یابی نقاط مستعد کشت زرشک انجام گردید که ۲۰/۲ درصد جزء منطقه مناسب، ۱۱/۱ جزء مناطق نسبتا مناسب و ۶۸/۷ درصد جزء مناطق متوسط کشت زرشک بر آورد گردید(جدول۵).

پیش بینی تغییرات اقلیمی و تاثیر آن بر مکانیابی مناطق مستعد برای کشت زرشک در دوره آماری ۲۰۶۰-۲۰۸۹:

بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی بر اساس سناریوی RCP4.5 در بازه زمانی ۲۰۶۰-۲۰۸۹ نشان داد که بر اساس



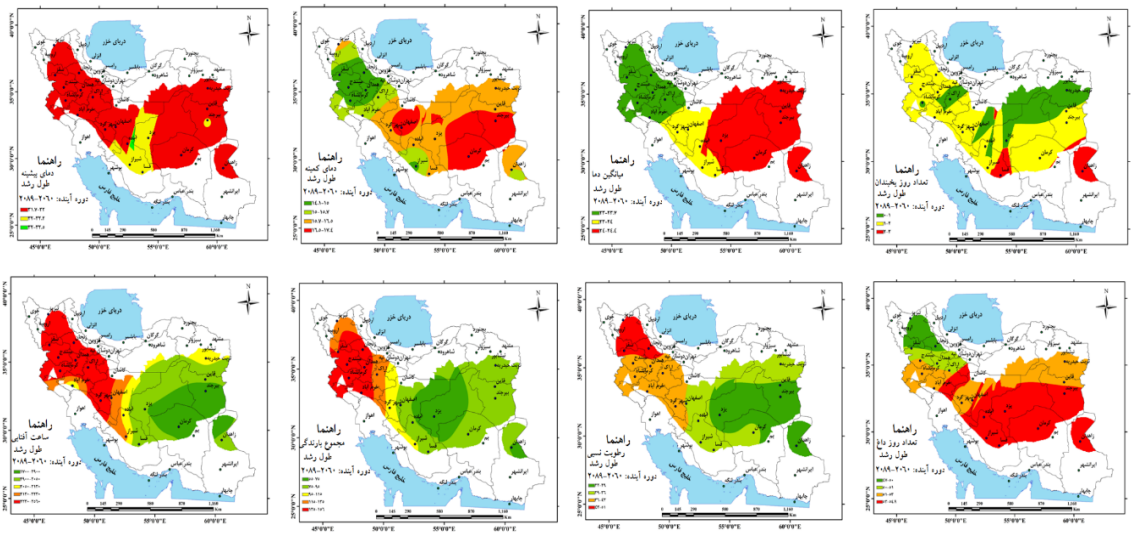
شکل۶. مکان یابی مناطق مستعد کشت درخت زرشک براساس دوسناریوی RCP4.5 (الف) و RCP8.5 (ب)در دوره آینده نزدیک(۲۰۳۰-۲۰۵۹).

جدول ۴. تغییرات میزان مساحت اراضی مناسب برای کشت زرشک براساس تغییرات پارامترهای اقلیمی براساس سناریوی RCP4.5.

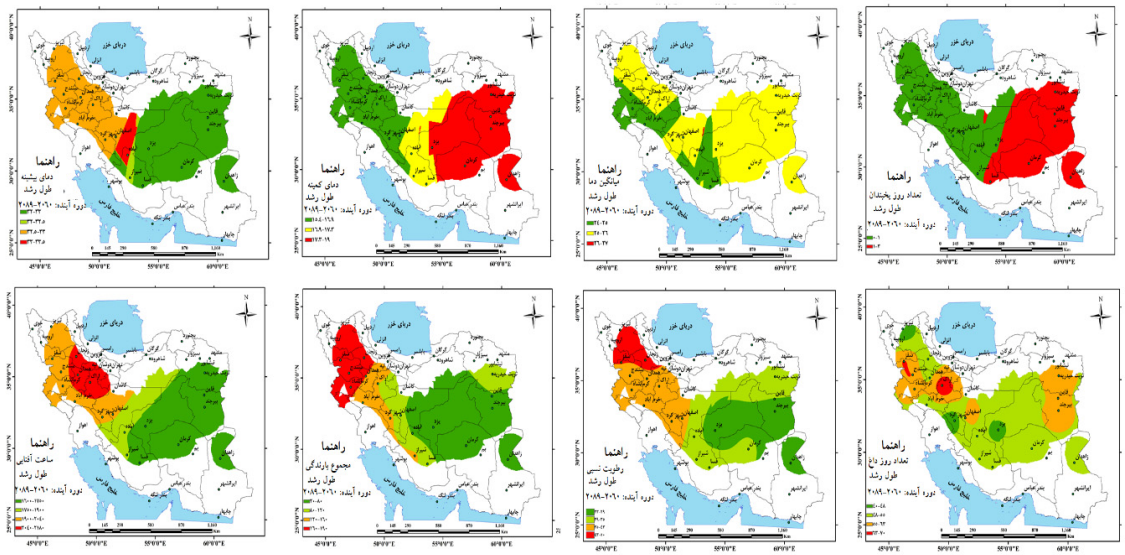
ردیف	کلاسبندی کیفیت اراضی بر حسب مساحت و درصد					
	مناطق مناسب		مناطق نسبتا مناسب		مناطق متوسط	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
بازه زمانی(۲۰۳۰-۲۰۵۹)	۷۲۴۴۲۱۹/۴۳	۲۰/۳	۴۸۱۷۵۸۴/۳۵	۱۳/۵	۲۳۶۲۴۰۰۵	۶۶/۴

جدول ۵. تغییرات میزان مساحت اراضی مناسب برای کشت زرشک براساس تغییرات پارامترهای اقلیمی براساس سناریوی RCP8.5.

ردیف	کلاسبندی کیفیت اراضی بر حسب مساحت و درصد					
	مناطق مناسب		مناطق نسبتا مناسب		مناطق متوسط	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
بازه زمانی(۲۰۳۰-۲۰۵۹)	۷۲۰۸۵۳۳/۶۲	۲۰/۲	۳۹۶۱۱۲۴/۹۱	۱۱/۱	۲۴۵۱۶۱۵۱/۴۷	۶۸/۷

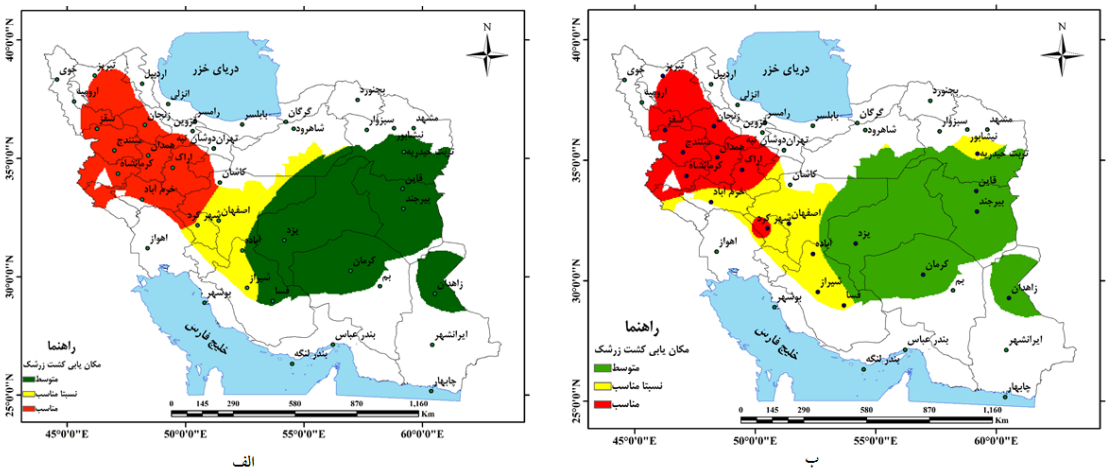


شکل ۷. بررسی پارامترهای اقلیمی مراحل فنولوژی زرشک بر اساس سناریوی RCP4.5 (۲۰۶۰-۲۰۸۹).



شکل ۸. بررسی پارامترهای اقلیمی مراحل فنولوژی زرشک بر اساس سناریوی RCP8.5 (۲۰۶۰-۲۰۸۹).

این مدل، بیشینه، میزان (میانگین، کمینه و بیشینه دما) در طول مراحل رشد زرشک به ترتیب ۲۴/۴، ۱۷/۴ و ۳۲/۵ می باشد که نسبت به دوره پایه دمای بیشینه ۱/۴ درجه افزایش، دمای کمینه ۰/۴ درجه کاهش و میانگین دما ۱/۲درجه افزایش داشته است(شکل ۷). بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی بر اساس سناریوی RCP8.5 در بازه زمانی ۲۰۶۰-۲۰۸۹ نشان داد که بر اساس این مدل بیشینه،میزان (میانگین، کمینه و بیشینه دما) در طول مراحل رشد زرشک به ترتیب ۲۹/۸۷، ۱۹ و ۳/۶ می باشد که نسبت به دوره پایه دمای بیشینه ۲/۴ درجه، دمای کمینه ۰/۸ درجه و میانگین دما ۱/۶۵ درجه افزایش داشته است. باتوجه به اینکه مراحل فنولوژی در قسمت شمال غرب دیرتر از قسمت مرکزی و شمالی اتفاق می افتد پهنه بیشینه دما را به خود اختصاص داده است(شکل ۸). بر اساس دو سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 در بازه زمانی ۲۰۶۰-



شکل ۹. مکان یابی مناطق مستعد کشت درخت زرشک براساس دوسناریوی RCP4.5(الف) و RCP4.5(ب)در دوره آینده دور(۲۰۶۰-۲۰۸۹).

جدول ۶. تغییرات میزان مساحت اراضی مناسب برای کشت زرشک براساس تغییرات پارامترهای اقلیمی براساس سناریوی RCP4.5.

ردیف	کلاسبندی کیفیت اراضی بر حسب مساحت و درصد					
	مناطق مناسب		مناطق نسبتا مناسب		مناطق متوسط	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
بازه زمانی(۲۰۳۰-۲۰۵۹)	۹۹۹۲۰۲۶/۸	۲۸	۴۹۹۶۰۱۳/۴	۱۴	۲۰۶۹۷۷۶۹/۸	۵۸

۲۰۸۹ مشخص شد باتوجه به اینکه قسمت شرق و مرکز کشور زودتر به صفر بیولوژیکی می رسند و درجه روز موثر آنها در مدت زمان کوتاهترتکمیل می شود کمترین ساعت آفتابی را به خود اختصاص داده اند(شکل ۷ و۸).

بر اساس دو سناریوی RCP4.5و RCP8.5 در بازه زمانی ۲۰۶۰-۲۰۸۹ مشخص شد رطوبت منطقه مورد مطالعه بین ۲۹-۵۱ درصد قرار دارد که شرق منطقه مورد مطالعه کمترین مقدار و شمال غرب بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است(شکل ۷ و۸). بر اساس دو سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 در بازه زمانی ۲۰۶۰-۲۰۸۹ مشخص شد میزان تغییرات بارندگی درطول فصل رشد بین ۲۰ تا ۱۹ میلی متر می باشد که براساس پهنه بندی میزان بارش در طول فصل رشد بیشترین بارندگی به شمال غرب و کمترین آن در مرکز ایران و مربوط به ایستگاه یزد می باشد. بر اساس دو سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 در بازه زمانی ۲۰۶۰-۲۰۸۹ مشخص شد بر اساس تعداد روزهای یخبندان در منطقه مورد مطالعه انجام شد.که تغیرات تعداد روزهای یخبندان بین ۲ و ۳ روز می باشد . تعداد یخبندان در مرکز و شرق منطقه مورد مطالعه بیشتراز شمال غرب می باشد که دلیل آن زودتر رسیدن این مناطق به صفر بیولوژیکی میباشد که بعد از آن دچار یخبندان می شود(شکل ۷ و۸). بر اساس دو سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 در بازه زمانی ۲۰۶۰-۲۰۸۹ مشخص شد در پهنه بندی تعداد روزهای داغ مشخص شدمیزان روزهای داغ نسبت به دوره پایه در هر دو سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 افزایش یافته هست که بیشترین روزهای داغ مربوط به ایستگاه مرکز و شرق منطقه مورد مطالعه می باشد و کمترین روزهای داغ مربوط به شمال غرب می باشد (شکل ۷ و۸).

بعد از بررسی تغییرات پارامترهای اقلیمی به بررسی تغیرات نواحی مستعد پرداخته شد و بر اساس مدل (Weight sum) ترکیب پارامترها انجام شد و مکان های مستعد کشت زرشک برآورد شد. در دو بازه زمانی سی ساله آینده بمنظور ارزیابی مناطق مختلف کشور از لحاظ دما برای کشت زرشک نقشه پهنه بندی دما بعد از براورد برای دو بازه زمانی فوق تهیه گردید(شکل ۹ الف). که مناطق شمال غرب کشور جزءو

جدول ۷. تغییرات میزان مساحت اراضی مناسب برای کشت زرشک براساس تغییرات پارامترهای اقلیمی براساس سناریوی . RCP8.5

ردیف	کلاسبندی کیفیت اراضی بر حسب مساحت و درصد					
	مناطق مناسب		مناطق نسبتا مناسب		مناطق متوسط	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
بازه زمانی(۲۰۳۰-۲۰۵۹)	۸۷۵۴۵۹۸/۸	۲۲/۶۳	۷۳۹۰۵۳۱/۲۵	۲۰/۷۱	۱۹۵۴۰۶۷۹/۹۵	۵۶/۶

مناطق مناسب، مرکز کشور جزءومناطق نسبتا مناسب و مناطق شرق کشور جزء مناطق متوسط کشت زرشک واقع شده است. مکان یابی مناطق مستعد کشت زرشک در قالب سناریوی RCP4.5 در بازه زمانی ۲۰۶۰-۲۰۸۹ مشخص شد که ۲۸درصد جزءو مناطق مناسب،۱۴ جزءو مناطق نسبتا مناسب و۵۸ درصد جزءو مناطق متوسط کشت زرشک بر آورد گردید(جدول۶).

مکان یابی مناطق مستعد کشت زرشک در قالب سناریوی بد بینانه در بازه زمانی ۲۰۶۰-۲۰۸۹ مشخص شد که۲۲/۶۳درصد جزء مناطق مناسب،۲۰/۷ جزء مناطق نسبتا مناسب و ۵۶/۶ درصد جز مناطق متوسط کشت زرشک بر آورد گردید(جدول۷).

جمع‌بندی

اقلیم یکی از مهمترین مولفه های محیطی است که استعداد و قابلیت تولید محصول زراعی یک منطقه به آن وابسته است. لذا با شناسایی اقلیم مستعد کشت زرشک، زمینه برنامه ریزی برای افزایش سطح زیر کشت آن فراهم می شود. در تحقیق حاضر به منظور تطبیق شرایط آب و هوایی کشور با نیازهای اقلیمی کشت زرشک، پارامترهای اقلیمی مورد بررسی و سنجش قرار گرفتند. که شامل میانگین دمای فصل رشد، بیشینه دمای مطلق دوره فصل رشد، کمینه دمای مطلق دوره فصل رشد، میانگین بارندگی دوره رشد، رطوبت نسبی، تعداد ساعات آفتابی و پارامترهای توپوگرافی شامل شیب منطقه و ارتفاع از سطح دریا به همراه خصوصیات خاک شامل بافت خاک، هدایت الکتریکی خاک، اسیدیته خاک و میزان آهک خاک بر اساس پایگاه داده موجود در GIS اقدام به تهیه نقشه های مربوط با توزیع جغرافیایی هر کدام از پارامترها شد.

دو خصوصیت مهم فیزیوگرافی زمین که اثرات مستقیم و غیر مستقیمی را بر چگونگی بهره برداری کشاورزی از زمین اعمال می کنند، ارتفاع، شیب هستند. اثر مستقیم زمین عمدتا از طریق ارتفاع، پستی و بلندی، و شیب اعمال می شود. این دو عامل تعیین کننده خط مشی کشت و مکانیزاسیون مزرعه و درجه قابلیت دسترسی و سیلاب بر روی سطوح پایین تر می باشند. اثر غیر مستقیم زمین بر کشاورزی از طریق تغییر دادن اقلیم و تغییر ثانویه وضعیت خاک و الگوهای فرسایش، آشکار می شود . همانطور که دیدیم در مرحله قبل خصوصیات هر یک ازدو عامل شیب، ارتفاع منطقه به صورت مجزا در رابطه با نیازهای فیزیوگرافی مطلوب زرشک بررسی، و لایه اطلاعاتی هر کدام تهیه و ترسیم شدند. در این مرحله به منظور ارزیابی کلی منطقه مورد مطالعه از نظر توپوگرافی (شیب، ارتفاع) مطلوب برای کشت زرشک هر یک از دو عامل مذکور در رابطه با هم سنجیده شده و تلفیق و همپوشانی آنها همراه با سایر پارامترها صورت گرفت (رضائی، ۱۳۹۹).

عوامل خاکی نیز همچون دو فاکتور اقلیم و توپوگرافی نقش بسیار مهمی در شناسایی مناطق مناسب برای کشت زرشک دارند، فاکتورهای این پارامترنیز همچون دو پارامتر بالا در قالب ماتریس زوجی سنجیده و ارزش گذاری گردید. سپس هر کدام از لایه های اطلاعاتی بدست آمده بر اساس مدل پیشنهادی در رابطه با نیازهای اقلیمی مطلوب کشت زرشک، کلاسه بندی و ارزش گذاری شدند. در این مرحله نیز از آنجا که هر کدام از معیارهای اقلیمی نبست به یکدیگر از اهمیت نسبی برخوردار بوده و میزان تاثیرگذاری هر کدام از آنها در مراحل مختلف رویشی زرشک متفاوت است، بر اساس ماتریس مقایسه زوجی در رابطه با هم سنجیده شده و وزن نسبی هر کدام از آنها در رابطه با هم بدست آمد.

پس از بررسی تک تک پارامترهای مدنظر و مهم در تعیین مناطق مناسب برای کشت زرشک در دوره پایه، میزان

مناطق مناسب یا نسبتا مناسب برای کشت زرشک بصورت مساحت می توان مناطق مختلف کشور را براساس مساحت اراضی قابل کشت کشور که بالغ بر ۳۵۶۸۵۸,۱ کیلومتر مربع (۳۵۶۸۵۸۱۰ هکتار) می باشد.

جهت بررسی اثر تغییر اقلیم بر مکان یابی کشت زرشک در دوره آماری آینده نزدیک (۲۰۳۰-۲۰۵۹) از پارامترهای ریز مقیاس نمایی سناریویRCP4.5 استفاده گردید که ۲۰/۳ درصد جزء مناطق مناسب، ۱۳/۵ جزء مناطق نسبتا مناسب و۶۶/۴۴ درصد جزء مناطق متوسط کشت زرشک بر آورد گردید و مکان یابی کشت زرشک بر اساس سناریوی RCP8.5در دوره آماری ۲۰۳۰-۲۰۵۹، ۲۰/۲ درصد جزء منطقه مناسب، ۱۱/۱ جزء مناطق نسبتا مناسب و ۶۸/۷ درصد جزء مناطق متوسط کشت زرشک بر آورد گردید.

مکان یابی مناطق مستعد کشت زرشک در آینده دور (۲۰۶۰-۲۰۸۹) در قالب سناریوی RCP4.5 مشخص شد که ۲۸درصد جزء مناطق مناسب،۱۴ جزء مناطق نسبتا مناسب و۵۸ درصد جزء مناطق متوسط کشت زرشک بر آورد گردید و مکان یابی مناطق مستعد کشت زرشک در قالب سناریوی RCP8.5 در بازه زمانی ۲۰۶۰-۲۰۸۹ مشخص شد که۲۲/۶۳درصد جزء مناطق مناسب،۲۰/۷ جزء مناطق نسبتا مناسب و ۵۶/۶ درصد جزء مناطق متوسط کشت زرشک بر آورد گردید.

مراجع

۱. اسلامی، حسین. انصاری، سعید. (۱۴۰۰). مکان یابی نقاط مناسب کشت گیاه آفتابگردان با استفاد از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی حوضه دز). فصلنامه علمی تخصصی مهندسی آب, ۹(۲), ۶۵-۷۷.

۲. پورصالحی، فاطمه. شهیدی، علی. خاشعی سیوکی، عباس. (۱۳۹۷). بررسی اثر سناریوهای تغییر اقلیم بر مکان یابی کشت پاییزه ی چغندرقند (مطالعه موردی: استان خراسان جنوبی). مجله چغندرقند, ۳۴(۱), ۱۷-۲۹.

۳. دهقانی پور، امیر حسین. تجریشی، مسعود. عراقی نژاد، شهاب. (۱۳۹۵) .تعیین کمیت تأثیر تغییر اقلیم بر کشت گندم دیم در حوضه آبریز ارومیه. پنجمین کنفرانس ملی مدیریت منابع آب; شهید دانشگاه بهشتی، تهران، ایران.

۴. سید عبداللهی، مریم. علیجانی، بهلول. عزیزی، قاسم. اسدیان، فریده. (۱۳۹۸). اثر تغییر اقلیم بر فنولوژی بادام در استان چهار محال و بختیاری. مخاطرات محیط طبیعی, ۸(۲۲), ۴۱-۵۸.

۵. سلیمانی ننادگانی، مجید، پارسی نژاد، مسعود، عراقی نژاد، شهاب، و مساح بوانی، علیرضا. (۱۳۹۱). بررسی رخداد تغییر اقلیم و تاثیر آن بر زمان کاشت، طول دوره رشد و نیاز آبی گندم زمستانه (مطالعه موردی: بهشهر). مجله پژوهش آب ایران، ۶(۱۰)، ۱۱-۲۰.

۶. صمدی بروجنی، حسین. (۱۳۹۰). پیامدهای خشکسالی و راههای مقابله با آن در استان چهار محال و بختیاری،مرکزتحقیقات منابع آب دانشگاه شهر کرد، شهر کرد

۷. رضائی، حسن. (۱۳۹۸). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر مناطق کشت زرشک در ایران، رساله دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

۸. رضائی، حسن، معتمدی راد، محمد. (۱۴۰۲). ارزیابی مراحل فنوفازهای رشد درخت زرشک و اثر تغییر اقلیم بر نیاز آبی آن در ایران، مدل سازی و مدیریت آب و خاک، ۳(۲):۸۰-۹۲.

۹. رضائی، حسن. (۱۴۰۰). تغییر اقلیم کشاورزی، انتشارات دانشگاهیان، تهران، ایران.

۱۰. رضائی، حسن. کرمی، مختار. شاکری، فهیمه. (۱۳۹۹). مکان یابی نیروگاه‌های بادی در استان سمنان با استفاده از روش AHP. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۲ (۱۲)، ۶۴-۵۱.

۱۱. رضائی، حسن. فلاح قالهری، غلام عباس. (۱۴۰۰). مکان‌یابی مناطق مناسب برای کشت زرشک در کشور ایران، جغرافیایی سرزمین، ۱۸(۷۲): ۱۱۸-۱۰۱.

12. Ahsan, F., Chandio, A. A., & Fang, W. (2020). Climate change impacts on cereal crops production in Pakistan: evidence from cointegration analysis. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*.

13. Bevilacqua, M. D., 'Amore, A., & Polonara, F., 2004. A Multi-Criteria Decision approach to Choosing the Optimal Blanching–Freezing System. Journal of Food Engineering, 63: 253-263.

14. De Wit, S., & Haines, S. (2022). Climate change reception studies in anthropology. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *13*(1), e742.

15. Dey, P.K., Ramcharan, E.K.,2008)). Analytic hierarchy process helps select site for limestone quarry expansion in Barbados, Journal of Environmental Management.1384-1395.

16. Guntukula, R. (2020). Assessing the impact of climate change on Indian agriculture: evidence from major crop yields. *Journal of Public Affairs*, 20(1), e2040.

17. Gooderzi, M. (2015). Investigating the effects of climate change on underground water resources using the combination of Modflow model and Thornthwaite and Mather method. Doctoral dissertation in water engineering, Isfahan University of Technology. (in Persian).

18. Hurlimann, A. C., Moosavi, S., & Browne, G. R. (2021). Climate change transformation: A definition and typology to guide decision making in urban environments. *Sustainable Cities and Society*, 70, 102890.

19. IPCC. (2013). the physical science basis. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (Eds.), Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University

Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (1535 pp.).
20. Kunz, J., 2010.The Analytic Hierarchy Process (AHP), Eagle City Hall Location Options Task Force.1-25.
21. Saeedabadi R, Najafi MS, Abkharabat SH. Land suitability evaluation in the context of climate change (case study: rapeseed cultivation in West Azarbaijan province). Physical geography research quarterly. 2015; 47(4): 563-582. (in Persian).
22. Solaimaninanadegani M, Parsinezhad M, Araghinezhad SH, Massahbavani AR. Occurrence of climate change and its effect on sowing date, length of growing cycle and evapotranspiration of winter wheat (case study: Behshahr). Journal of Water and Soil. 2012; 6(10): 11-20. (in Persian).
23. Saralioglu,E. Yildirim, D. Gungor, O. 2016. Determining Suitable Areas for More Efficient Hazelnut Production. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Volume Xli-B2, Prague, Czech Republic.
24. Su, B., Huang, J., Gemmer, M., Jian, D., Tao, H., Jiang, T., & Zhao, C. (2016). Statistical downscaling of CMIP5 multi-model ensemble for projected changes of climate in the Indus River Basin. Atmospheric Research, 178, 138-149.
25. Taylor, B.W. (2004). Introduction to Management Science. Pearson Education Inc. New Jersey.
26. Wen, J, T. Xhao, L, Ch. Xin, Y, N. Fu, Ch. Hai, L, Zh, Qing, Ch, Shadrack, B, D. (2015). Applying a salinity response function and zoning saline land for three field crops: a case study in the Hetao Irrigation District, Inner Mongolia, China. Journal of Integrative Agriculture. 14(1), 54-69.
27. Yarmohammadi, S., Zakarinia, M., Ghorbani, Kh., Soltani, A. (2016). Investigating the effect of climate change on evapotranspiration and water requirement of wheat in Bojnord region. Water Resources Engineering, 10(35): 97-110. (in Persian).

Journal of Meteorology and Atmospheric Sciences *Volume 5, Issue 2, Summer 2022*

Investigating the effect of climate change on the location of barberry cultivation in Iran

Hasan Rezaei[1], Gholamabbas Fallah-Ghalhari[2*]

[1] Assistant Professor of Climatology, Department of Geography, Imam Ali Military University, Tehran, Iran.

[2] Professor of Climatology, Department of Geography and Tourism, Faculty of Natural Resources and Geosciences, University of Kashan, Kashan, Iran

*Corresponding Author Email: fallah.g@kashanu.ac.ir

Received: 12 January 2022, Accepted: 20 April 2022

ABSTRACT

The aim of the current study is to the effect of climate change on the location of barberry cultivation In Iran due to climate change. To investigate the effects of climate change on the phenology stages of Barberry growing areas in Iran, the simulated data of the output of the HadGEM2-ES coupled model from the CMIP5 model series, based on the RCP 8.5 (pessimistic) and RCP 4.5 (optimistic) radiative forcing scenarios, were used. According to the integrated AHP method, the northeast and northwest regions of the country are the best regions for barberry cultivation. The results of the study showed that the weighting of the effective factors in locating the suitable areas for barberry cultivation including climate parameters, topography, and soil factors are 0.461, 0.284, and 0.256 respectively. Suitable or relatively suitable areas for barberry cultivation in the country are 35685810 hectares, of which 9791140 hectares (6.01%) are suitable areas and 258946670 hectares (15.92%) are suitable and relatively suitable areas. medium regions and unsuitable areas for barberry cultivation are 27.7% and 50.2% of the total area of the country, respectively. According to the RCP4.5 scenarios, in the statistical period of 2030-2059, the location of the susceptible points for barberry cultivation was done, and 20.3% were suitable areas, 13.5% were relatively suitable areas, and 66.44% were medium areas for barberry cultivation. According to the RCP8.5 scenarios, 20.2% of suitable areas, 11.1% of relatively suitable areas, and 68.7% of medium areas of barberry cultivation were found. According to the RCP8.5 scenarios, in the statistical period of 2060-2089, it was found that 22.63% were suitable areas, 20.7% were relatively suitable areas, and 56.6% were medium areas for barberry cultivation. Based on the RCP4.5 scenario, in the statistical period 2060-2089, it was determined that 28%, 14%, and 58% of the areas were considered suitable, relatively suitable, and average for barberry cultivation, respectively.

Keywords: *Location, Barberry, Climate Change, Iran.*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Rezaei, H., Fallah-Ghalhari, G.A. (2022). Investigating the effect of climate change on the location of barberry cultivation in Iran. J. Meteorol. Atmos. Sci., 5(2): 98-113

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the JMAS Journal.
This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).