نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی
سال سیزدهم | شماره پنجاه و دوم | زمستان ۱۴۰۱
وصول: ۱۴۰۰/۰۵/۱۴ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۹
صص ۱۰۸-۸۹

پتانسیل یابی نواحی مناسب کشت زعفران استان لرستان در تغییر اقلیم

علی جودکی[۱]، منیژه ظهوریان پردل[*۲]، علیرضا شکیبا[۳]، آمنه دشت بزرگی[٤]
۱- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، اهواز، ایران
۲- استادیار، گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، اهواز، ایران
۳- دانشیار، گروه علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
٤- دانشیار، گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز، اهواز، ایران

چکیده

شرایط خاص کشت گیاه زعفران از جمله تحمل به طیف وسیعی از تنش‌های محیطی، ایجاد اشتغال و ارز آوری باعث شده است که کشت این گیاه به طور ویژه‌ای در بسیاری مناطق کشور مورد توجه قرار گیرد. هدف از این تحقیق بررسی روند تغییرات مکانی نواحی مناسب کشت زعفران در استان لرستان با توجه به روند تغییرات بارش و دما است. برای این کار داده‌های عناصر اقلیمی از قبیل میانگین، حداکثر و حداقل دما و بارش از ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک منطقه تهیه گردید. همچنین عوامل فیزیکی شامل؛ کاربری اراضی، خاک و شیب برای تعیین و شناسایی منطقه مساعد کشت زعفران مورد استفاده قرار گرفتند. از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای وزن‌دهی به عناصر اقلیمی و عوامل فیزیکی استفاده شده است. با توجه تاثیر گذاری هر یک از این عوامل و بر اساس پهنه بندی آگروکلیماتیک داده‌های مورد مطالعه در محیط نرم افزار Arc Gis 10.5 ارزش گذاری شدند و نواحی بهینه این کشت در وضعیت موجود و آینده بر اساس سناریوهای RCP 8.5 و RCP 4.5 شناسایی گردید. با توجه به نتایج تحقیق در وضعیت موجود نواحی غربی و تا حدودی مرکزی با ۱۵/۸ درصد از کل مساحت استان لرستان در اولویت زیاد برای کشت زعفران قرار دارند. در سناریوی RCP 4.5، نواحی با اولویت متوسط و نسبتاً کم به طور پراکنده بیشتر در غرب، مرکز و جنوب شرق استان لرستان دیده می‌شود و این نواحی در حال حاضر پتانسیل کشت زعفران را دارند. در حالی که نواحی با اولویت کم در جنوب غرب استان لرستان متمرکز شده است. همچنین در سناریوی RCP 8.5، در آینده نواحی با اولویت متوسط بر تمام منطقه غالب و بعد از آن نواحی با اولویت کم در جنوب غرب و جنوب استان لرستان گسترش می‌یابد.

کلید واژه‌ها: کشت زعفران، تغییرات مکانی، پهنه بندی آگروکلیماتیک، سناریوی‌های اقلیمی.

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۶۱۱۱۸۵۷۷ Email: manijeh2002@yahoo.com

مقدمه

با توجه به ارزش بالای اقتصادی محصول زراعی زعفران و از طرفی تغییر اقلیم اخیر، ضرورت ارائه الگوی کشت جایگزین جهت محصولات زراعی فعلی در کشورمان خاصه در استان لرستان نظیر سیفی کاری و باغداری که نیاز به آب فراوان دارند بیش از پیش احساس می‌شود. استان لرستان گرچه از لحاظ تولید حبوبات مقام اول را در کشور دارد و از لحاظ انجیر، انار و سایر محصولات باغی نیز جزء استان‌های دارای رتبه نسبتا خوب است، اما شرایط آب و هوایی این استان زمینه مناسبی برای گسترش و کشت محصولات پربازده و پر منفعت‌تر دیگری چون زعفران را نیز دارا می‌باشد. از نقطه نظر گیاه شناسی، زعفران (Crocus sativus L) به عنوان گیاهی یک ساله به شمار می‌رود که بر پایه رشد بنه ها به عنوان اندامهای زیرزمینی رشد و نمو یافته و در شرایط زراعی می‌تواند تا چندین سال مورد بهره برداری قرار گیرد(Kumar et al., 2009). زعفران به عنوان یکی از محصولات تولیدی و مصرفی استراتژیک و ارزآور کشاورزی کشور شناخته شده است. با توجه به بازار بسیار خوب این محصول در آسیای صغیر و خصوصاً اروپا، این امکان برای ایران وجود دارد که بتواند خود را از کوران رقابت با کشورهای رقیب مانند ایتالیا و اسپانیا و حتی افغانستان عقب نگذارد و بازار مناسب ۹۶ درصدی این محصول در سطح جهان را از طریق تولید محصولی با کیفیت بالا با رعایت استانداردهای مختلف و نظام‌های کنترل کیفیت حفظ نماید (فیضی و همکاران، ۱۳۹۵).

یکی از مهمترین عوامل تعیین کننده توزیع جغرافیایی گونه‌های گیاهی از جمله زعفران اقلیم است. تنش‌های گرمایی از مهمترین عوامل کاهش دهنده عملکرد محصولات کشاورزی است (اسماعیل نژاد،۱۳۹۷). زعفران گیاهی است نیمه گرمسیری و مناطقی که دارای زمستان‌های ملایم و دارای تابستان‌های گرم و خشک باشند برای کشت زعفران مناسب هستند (کافی، ۱۳۸۱؛ سپاسخواه و کامگار، ۲۰۰۹). تحمل پذیری بالای گیاه زعفران به شرایط کم آبی، تغییرات اقلیمی سال‌های اخیر در مناطق مختلف دنیا رشد و عملکرد گیاهان را به شدت تحت تأثیر قرار داده است. اثر تغییر اقلیم در بسیاری از نقاط دنیا برای گیاهان زراعی مختلف مشخص شده است (Rosenzweig &Parry, 1994). این تأثیر مربوط به سه عامل غلظت، دی اکسیدکربن، بارندگی و درجه حرارت می‌باشد. نتایج بررسی‌های انجام شده در خصوص ارتباط داده‌های اقلیمی با عملکرد و سطح زیرکشت گیاهان زراعی بیانگر اثر تغییرات درجه حرارت و بارندگی بر میانگین و واریانس عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد، به طوری که می‌توان گفت، افزایش بارندگی باعث کاهش تغییرپذیری عملکرد گیاهان و افزایش درجه حرارت موجب افزایش تغییرپذیری عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (Adams, 2000). با وجودی که در طی سال‌های اخیر، آزمایش‌های انجام شده در محیط‌های کنترل شده اطلاعات زیادی را در مورد تاثیر افزایش درجه حرارت و یا غلظت دی اکسید کربن بر فرآیندهای رشد و نمو گیاهان فراهم کرده است، ولی این نوع مطالعات بسیار پر هزینه بوده و اجرای آنها به وجود ابزار دقیق وابسته است (کوچکی و همکاران ، ۱۳۸۰). توسعه روش‌های مدلسازی جایگزینی مناسب و کم هزینه برای این نوع مطالعات است که در حال حاضر مورد توجه محققین قرار گرفته است. مدل‌های گردش عمومی (GCM) ابزار مناسب در عین حال دقیقی برای پیش بینی شرایط اقلیمی آینده بوده و داده‌های لازم برای اجرای مدل‌های شبیه سازی رشد و نمو محصولات زراعی تحت شرایط تغییر اقلیم را فراهم می‌سازند (جانز و همکاران، ۲۰۰۳). با توجه به اهمیت موضوع مطالعاتی در این زمینه در داخل و خارج از کشور انجام گرفته که به بعضی از آنها اشاره می‌شود.

Prueger & Hatfield (۲۰۱۵) آستانه‌های دمایی و رشد گیاهان را بررسی کردند. بررسی آنها نشان داد گرده افشانی یکی از حساسترین مراحل فنولوژی گیاهان است که به تغییرات افزایشی دما بسیار حساس است. همچنین آنها اثرات طولانی شدن طول دوره رشد و کاهش دوره بهینه محصولات کشاورزی را مورد بررسی قرار دادند. Naumann و همکاران (۲۰۱۸) تغییرات شاخص‌های حدی دما را با استفاده از سناریوهای تغییر اقلیم در مقیاس‌های زمانی و مکانی را بررسی کردند و نشان دادند در شرایط تغییر اقلیم آستانه‌های حدی چگونه تغییر می‌کند. به طور کلی تمام مطالعات انجام شده در زمینه شاخص‌های دما و کشاورزی نشان داده است تغییرات دما در شرایط تغییر اقلیم یکی از عوامل محدود کننده رشد گیاهان می‌باشد. جعفرزاده

و همکاران (۱۳۹٤) مدلسازی اثرات تغییر اقلیم روی نیاز آبی زعفران در خراسان جنوبی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و با خروجی چهار مدل اقلیمی CGCMT، HADGEMT، ECHO_G، HCHAM تحت سناریوهای B1، A2 و A1B مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد تغییر اقلیم اثرات منفی روی نیاز آبی زعفران در استان خواهد داشت. سبحانی (۱۳۹۵) به منظور مطالعه و شناخت قابلیت‌های طبیعی استان اردبیل، پهنه‌بندی آگروکلیمایی کشت زعفران را در این استان را با استفاده از روش AHP انجام داد. نتایج نشان داد که حدود ٤۱ درصد از مساحت استان اردبیل شرایط مناسب، ۲۰ درصد شرایط متوسط و ۳۹ درصد شرایط نامناسب برای کاشت گیاه زعفران را دارند. کاوه و همکاران (۱۳۹٦) پهنه بندی کیفی تولید زعفران را با استفاده از روش زمین آمار در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی مورد بررسی قرار دادند. نتایج کلی این تحقیق حاکی از مناسب بودن روش‌های زمین آماری در درونیابی، پهنه بندی و تعیین مناطق مستعد کشت زعفران به لحاظ کیفی می‌باشد. بشیری و همکاران (۱۳۹٦) طبقه‌بندی اقلیمی و تعیین مناطق مستعد کشت زعفران را با استفاده از الگوریتم‌های داده کاوی در سطح استان خراسان رضوی را بررسی نمودند. نتایج پژوهش نشان داد که از بین پارامترهای اقلیمی،رطوبت مطلق حداکثر، بیشترین همبستگی را با عملکرد زعفران دارد. کوزه گران و همکاران (۱۳۹٦) مدل سازی عملکرد زعفران با توجه به شاخص‌های حدی اقلیمی در شهرستان بیرجند را بررسی نمودند. در این مطالعه جهت بررسی روند نمایه‌های حدی اقلیمی، از ۳۸ شاخص بارش و دما که توسط تیم کارشناسی شکارسازی تغییرات اقلیمی سازمان جهانی هواشناسی به عنوان شاخص‌های حدی و تغییرات آب و هوایی استفاده گردید. نتایج نشان داد که روند افزایشی شاخص‌های حدی گرم و روند کاهشی و منفی شاخص‌های بارش می توانند از عوامل مهم و عمده در کاهش عملکرد زعفران باشند. اسماعیل نژاد و خاشعی سیوکی (۱۳۹۷) مدل سازی تأثیر تغییرات اقلیمی بر پراکندگی مکانی کشت زعفران برای دوره‌های آینده در خراسان جنوبی را بررسی نمودند. نتایج نشان داد در تمام پهنه استان برای دهه‌های آینده تغییرات درجه حرارت دارای روند افزایشی خواهد بود که این افزایش درجه حرارت از سال ۲۰۵۰ شدیدتر می‌باشد. اسماعیل نژاد (۱۳۹۷) در پژوهشی به شناخت اداراک و سازگاری زعفران کاران دشت کاشمر با تغییرات اقلیمی پرداخت. نتایج مدل آماری لجستیک نشان داد که تنوع محصول، تغییر در محصولات زراعی، پیدا کردن شغل در خارج از مزرعه، تغییر مساحت زمین، تغییر تاریخ کاشت روش‌های سازگاری زعفران کاران در منطقه می‌باشد.

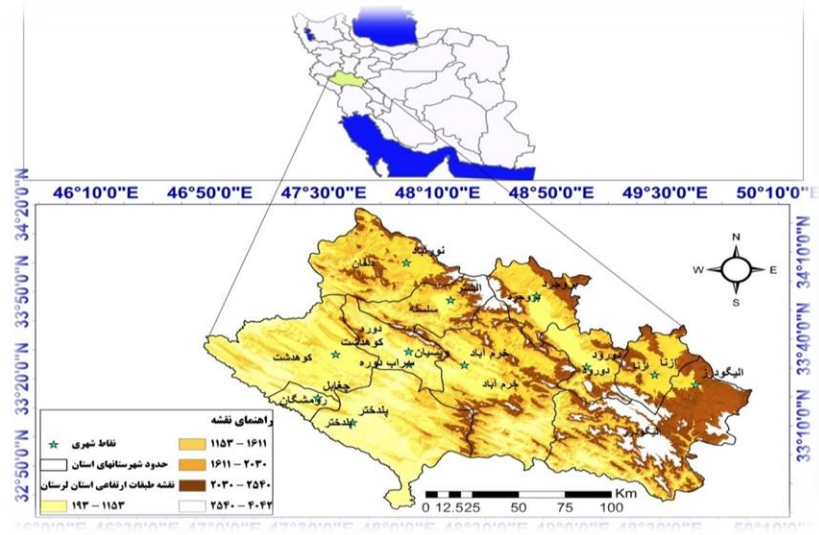
هدف از این تحقیق هدف این پژوهش در راستای بررسی پتانسیل اقلیمی استان لرستان به منظور بررسی تطابق شرایط اقلیمی برای تعیین مناطق مناسب کشت زعفران می‌باشد. نتایج این تحقیق می‌تواند راهکارهای اساسی برای توسعه کشاورزی، استفاده بهینه از اراضی متناسب با شرایط اقلیمی در این استان فراهم کند.

مواد و روش ها

استان لرستان، با وسعت حدود ۲۸۲۹٤ کیلومتر مربع در غرب ایران بین ٤٦ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۱ دقیقه طول جغرافیایی شرقی و ۳۲ درجه و ٤۰ دقیقه تا ۳٤ درجه و ۲۳ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی واقع شده است. این استان، از شمال به استان‌های مرکزی و همدان؛ از جنوب به استان خوزستان؛ از شرق به استان اصفهان و از غرب به استان‌های کرمانشاه و ایلام محدود است. اشترانکوه با ٤۰۵۰ متر ارتفاع بلندترین نقطه استان و پست ترین نقطه استان با ارتفاع ۱۹۳ متر در جنوب پلدختر قرار دارد (یاراحمدی و بیرانوند ۱۳۹۳(شکل ۱)).

برای تعیین نواحی بهینه کشت زعفران در استان لرستان از داده‌های قابل اعتماد ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. با توجه به فعال بودن این ایستگاه‌ها، شبکه ایستگاهی سینوپتیک به عنوان مبنای بررسی‌های این تحقیق قرار گرفت. به طور کلی ۱۳ ایستگاه سینوپتیک در منطقه وجود دارد. کیفیت آماری و دوره اطلاعات این ایستگاه‌ها یکسان نیست. با توجه به اینکه طول دوره آماری مورد نیاز برای تحلیل‌های اقلیمی حداقل ۳۰-۲۵ سال می‌باشد، دوره آماری بررسی‌های گزارش حاضر از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ انتخاب گردیده است. با توجه به اینکه اکثر ایستگاه‌های فعال در محدوده در دوره مذکور دارای اطلاعات کامل و بدون نقصی نمی‌باشند، لذا ایستگاه‌هایی با

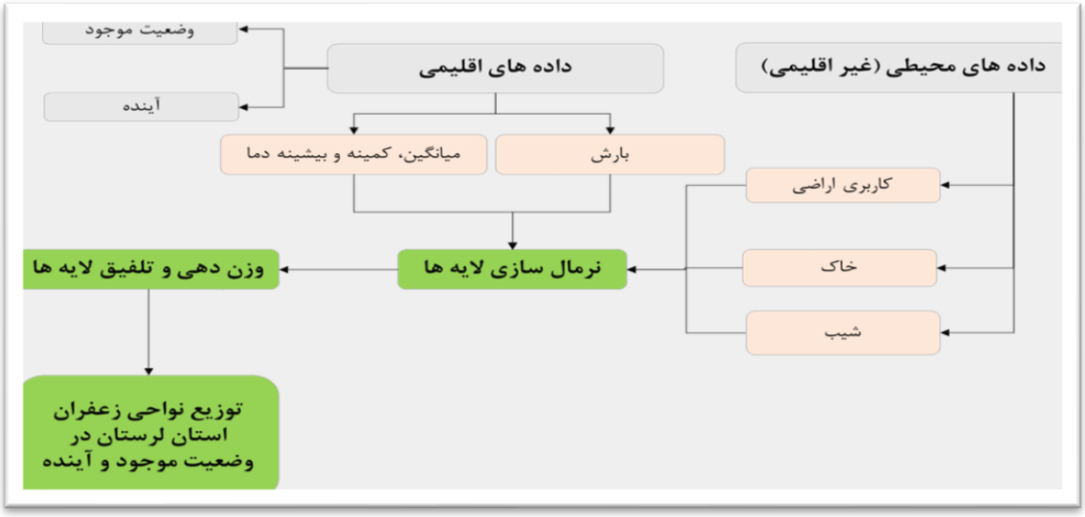
دوره آمار بیش از ۲۵ سال به عنوان ایستگاه‌های مبنا جهت تحلیل‌های آماری انتخاب گردید (جدول ۱).



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی استان لرستان

جدول ۱: مشخصات ایستگاه های انتخابی

نام ایستگاه	سال تأسیس	ارتفاع ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
خرم آباد	۱۹۵۱	۱۱٤۷/۸	۳۳/٤۳	٤۸/۲۸
الیگودرز	۱۹۸٦	۲۰۲۲	۳۳/٤	٤۹/۷
بروجرد	۱۹۸۹	۱٦۲۹	۳۳/۹۱	٤۸/۷۵



شکل ۲: شکل روش شناسی بررسی تغییرات مکانی زعفران

جهت اعتبارسنجی داده‌ها از پروژه CORDEX که شامل شبکه‌ای از داده های ماهانه دما بارش این ۳ ایستگاه است استفاده شده است. این پروژه تحت برنامه جهانی تحقیقات آب و هوا (WCRP) می‌باشد. تولید داده‌ها در پروژه CORDEX بر مبنای روش‌های آماری و دینامیکی است. هدف از این پروژه ارائه یک چارچوب برای ارزیابی و تحلیل عملکرد مدل‌ها، تولید داده ها و پیش بینی وضعیت آینده جهت پژوهش مرتبط با تحلیل اثرات و سازگاری با

تغییر اقلیم است. تولید داده‌ها در این پروژه مبتنی بر مدل‌های GCM ارائه شده است که در گزارش پنجم ارزیابی تحت عنوان CMIP5 است. خروجی CORDEX برای دوره پایه (2005 – 1951) و دوره آینده (2100-2006)، در شبکه های ۲۲ و ٤٤ کیلومتری فراهم شده است. به دلیل موقعیت مناسب کشور ایران در منطقه خاورمیانه از این محدوده برای استخراج داده‌ها بر مبنای ٤٤ کیلومتر برای دوره پایه و دو سناریوی RCP 4.5 و RCP 8.5 استفاده گردید (https://cordex.org/domains/cordexregion-mena-cordex). پروژه CORDEX برای محدوده خاورمیانه از سه مدل GCM، RCMT NOAA – GFDL ESM2M -، ICHEC - CERFACS – CNRM - CM5 EC - EARTH برای تولید داده ها در دوره پایه و ریز مقیاس نمایی آنها برای آینده در مقیاس زمانی روزانه استفاده شده است. برای تولید داده ها از میانگین این سه مدل به منظور کاهش عدم قطعیت استفاده گردید. در گزارش پنجم IPCC، از سناریوهای انتشار گازهای گلخانه‌ای تحت عنوان RCP به عنوان نماینده‌های خطوط سیر غلظت‌های گوناگون گازهای گلخانه‌ای استفاده شده است. سناریوهای جدید انتشار دارای چهار خط سیر با نام‌های RCP2.6، RCP4.5، RCP6 و RCP8.5 می‌باشند که بر اساس میزان واداشت تابشی آنها در سال ۲۱۰۰ نام گذاری شده‌اند (http://climate. mihanblog. com). این سناریوها بر اساس نتایج حاصل از برخی فراسنج‌های اجتماعی-اقتصادی، تکنولوژیکی (اثر متغیرهای رشد اقتصادی، درجه تراکم، مصرف انرژی و تعداد خودروها بر آلودگی محیط زیست تأثیر مستقیم دارد. زیرا بستر بیش‌تر فعالیت‌های اقتصادی محیط زیست است و در حقیقت محیط زیست و رشد اقتصادی در ابتدائی ترین سطح به یکدیگر وابسته اند) و همچنین میزان غلظت برخی گازها برای دهه‌های آینده طراحی شده‌اند. در سناریوی RCP8.5، میزان غلظت CO_2 تا سال ۲۱۰۰، (PPM1370) تخمین زده شده است و اثر گازهای گلخانه‌ای بر واداشت‌های تابشی را تا ۸/۵ وات بر متر مربع تخمین زده است. در سناریوی RCP6، میزان غلظت CO_2 تا سال ۲۱۰۰، PPM850 تخمین زده شده است و اثر گازهای گلخانه ای بر واداشت های تابشی، تا ٦ وات بر متر مربع تخمین زده است. در سناریوی RCP4.5 ، میزان غلظت CO_2 تا سال ۲۱۰۰، PPM650 تخمین زده شده است و اثر گازهای گلخانه‌ای بر واداشت های تابشی را ٥/٤ وات بر متر مربع تخمین زده است. در سناریوی RCP2.6 ، میزان غلظت CO_2 را تا سال ۲۱۰۰، PPM490 تخمین زده است و اثر گازهای گلخانه‌ای بر واداشت های تابشی تا ٦/٢ وات بر متر مربع تخمین زده است (http://climatology.ir).

ابتدا لایه نقاط شبکه‌ای و لایه ایستگاه‌های سینوپتیک در محیط Arc Map 10.5 تهیه و با یکدیگر مقایسه گردیدند. هر شبکه‌ای که ایستگاه سینوپتیک در آن قرار می‌گرفت به عنوان نقطه مبنا برای اعتبارسنجی انتخاب شدند. برای ایستگاه‌هایی که در مرز شبکه‌ها قرار گرفتند مجموع دو یا ۳ شبکه انتخاب شده است و از میانگین ها برای انجام این کار استفاده شده است. داده‌های اقلیمی مورد نیاز شامل میانگین، حداکثر و حداقل دما و بارش است که با استفاده از آنها به بررسی سه دوره زایشی (آبان)، رویشی (آذر تا اردیبهشت) و رکود (خرداد تا مهر) کشت زعفران در استان لرستان پرداخته شده است. بررسی تغییرات مکانی نواحی مناسب کشت زعفران در آینده نسبت به وضعیت موجود بر اساس پهنه بندی آگرواکولوژیک (AEZ) انجام شده است. پهنه بندی آگرواکولوژیک به عنوان پایه و اساس توسعه کشاورزی و الگوی مناسب و با اهمیت برای ارزیابی منابع ارضی، برنامه-ریزی و مدیریت بهتر منابع مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از آن فراهم آوردن یک پایگاه جامع و کامل از خصوصیات و مشخص نمودن پتانسیل موجود و محدودیت‌های اراضی می‌باشد (FAO, 1993). همچنین هدف از این پهنه بندی شناسایی مناطق بهینه کشت به منظور مدیریت کشاورزی منطقه و سازگاری در شرایط تغییر اقلیم است. داده‌های مورد نیاز طبقه‌بندی آگرواکولوژیک از اطلاعات مکانی متعددی در دو گروه عمده تشکیل شده‌است. گروه اول اطلاعات اقلیمی شامل میانگین، بیشینه و کمینه دما و بارش است که در قالب دو سناریوی RCP 4.5 و RCP 8.5 هستند. گروه دوم مولفه‌های محیطی هستند که در طبقه بندی AEZ برای وضعیت موجود و آینده ثابت در نظر گرفته شده‌اند این گروه از اطلاعات شامل کاربری اراضی، خاک و شیب می‌باشند. از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) که یک روش نیمه کمی است برای وزن دهی به این مولفه‌ها استفاده شده

است. سپس وزن هر کدام از مولفه‌ها با توجه به اهمیتی که در کشت زعفران منطقه داشتند مشخص گردید دامنه وزن-دهی به اطلاعات توصیفی بین ۵-۱ در نظر گرفته شد. این مدل با شناسایی و اولویت بندی عناصر تصمیم گیری شروع می‌شود که شامل هدفها، معیارها و گزینه‌های احتمالی که در اولویت‌بندی به کار گرفته می‌شوند. فرآیند شناسایی عناصر و ارتباط بین آنها که منجر به ایجاد یک ساختار سلسله مراتبی می‌شود که در آن اهداف، معیارها، گزینه‌ها و ارتباط بین آنها نشان داده می‌شود. چهار مرحله بعدی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی محاسبه وزن (ضریب اهمیت) معیارها (زیرمعیارها)، گزینه ها، محاسبه امتیاز نهایی گزینه‌ها و بررسی سازگاری منطقی قضاوتها را شامل می‌شود(جدول ۲).

جدول ۲: وزن دهی مولفه های اقلیمی و غیر اقلیمی بر اساس مدل (AHP)

مولفه	کمینه دما	بیشینه دما	میانگین دما	بارش	کاربری ارضی	شیب	خاک	امتیاز
کمینه دما	۱	۳	۳	۳	۳	۱	۲	۰/۳۰
بیشینه دما	۰/۳	۱	۳	۳	۳	۱	۲	۰/۲۰
میانگین دما	۰/۳	۰/۳	۱	۳	۲	۰/۵	۰/۵	۰/۱۸
بارش	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۱	۳	۱	۲	۰/۱۹
کاربری ارضی	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۰/۳	۱	۰/۵	۰/۵	۰/۰۶
شیب	۱	۱	۲	۱	۲	۱	۲	۰/۱۷
خاک	۰/۵	۰/۵	۲	۰/۵	۲	۰/۵	۱	۰/۱۰

با توجه به طبقه‌بندی آگرواکولوژیک و روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مولفه‌ها در محیط Arc Map 10.5 با یکدیگر تلفیق و نواحی بهینه کشت زعفران در وضعیت موجود و آینده بر اساس سناریوهای RCP 8.5 و RCP 4.5 در استان لرستان شناسایی و پهنه بندی شدند.

نتایج و بحث

نیازهای اکولوژی زعفران

۱- مرحله رشد زایشی: در این مرحله که معمولاً ۱۵ تا ۲۵ روز طول می‌کشد، گلهای زعفران ظاهر می‌شود و زمان برداشت محصول نیز به حساب می‌آید. این مرحله همراه با سرد شدن هوا و تغییرات دمای روزانه در پاییز و معمولاً با افت دما به زیر ۱۵ درجه سانتیگراد شروع می‌شود مطلوبترین دما برای تمایز گلها در این مرحله ۹ تا ۱۵ درجه سانتیگراد می‌باشد. در این دوره دمای شب از ۱۰ درجه سانتیگراد و دمای روز از ۲۲ درجه سانتیگراد نباید تجاوز نماید. همچنین افت دما به زیر پنج درجه سانتی گراد باعث کاهش محصول و وقوع یخبندان باعث از بین رفتن آن می‌گردد، بنابراین، محاسبه وقوع یخبندان در دوره گلدهی اهمیت زیادی دارد (سبحانی، ۱۳۹۵).

۲- مرحله رویشی: این مرحله پس از ظهور گل شروع می‌شود. شروع و خاتمه آن با توجه به وضعیت اقلیمی مناطق متفاوت بوده و در منطقه لرستان این مرحله ماه نوامبر می‌باشد حداقل دمای قابل تحمل برای گیاه در این دوره ۱۸- تا ۲۲- درجه سانتی‌گراد بوده و این مرحله به آبیاری یا بارندگی نیاز دارد.

۳- مرحله رکود: این مرحله منطبق بر فصل گرم سال است و به عملیات زراعی خاصی نیاز ندارد و طول آن پنج ماه است.

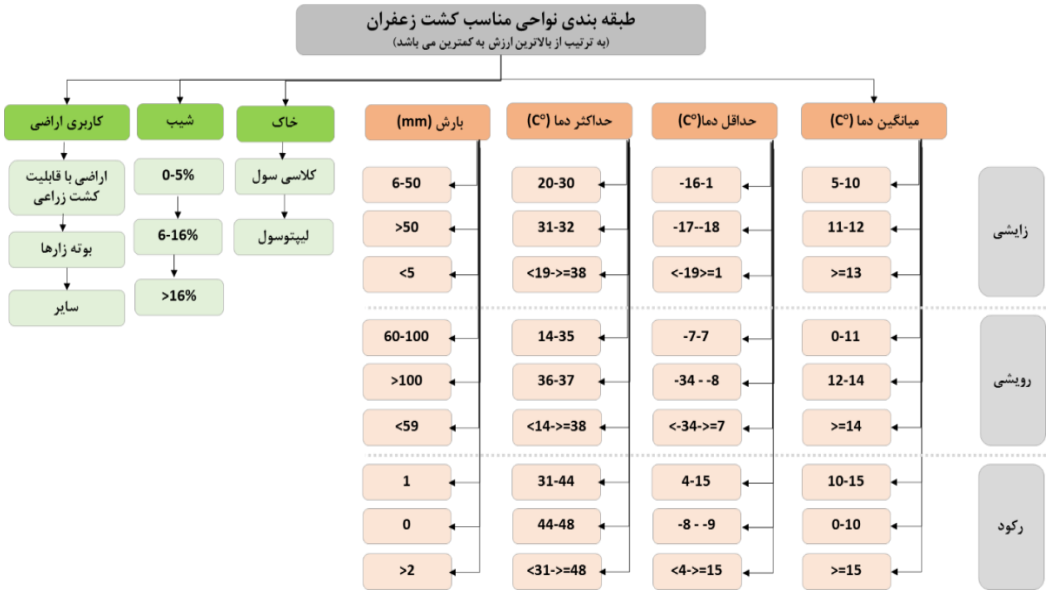
حداکثر دمای قابل تحمل برای گیاه در این دوره ۲۲ درجه سانتیگراد است. از نظر اقلیمی زعفران بیشترین تطابق را با الگوی بارندگی مدیترانه با میزان بارش ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر و زمستان‌های پوشیده از برف دارد. زعفران در خاک‌های سبک با ترکیبی از شن و رس و خاک‌های با ساختمان متوسط و کم و بیش نرم با نفوذ خوب و دارای میزان مناسب مواد آلی باشند، بهتر به عمل می‌آید. از نظر توپوگرافی زمین‌های با شیب کمتر از هشت درصد و در ایران سطوح ارتفاعی بین ۱۳۰۰ تا ۲۳۰۰ متر برای کشت این محصول مناسبتر است (سبحانی، ۱۳۹۵).

یا توجه به طبقه‌بندی آگرواکولوژیک و استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مولفه‌های مورد استفاده وزن دهی و پس از آن در مراحل زایشی، رویشی و رکود اولویت‌های هر کدام از این مولفه‌ها بررسی شد. همچنین در قالب وضعیت موجود و دو سناریوی RCP 4.5 و RCP 8.5 این مولفه‌ها اولویت‌بندی شدند و مناطق مستعد کشت زعفران در استان لرستان مشخص گردید (شکل ۳).

دوره زایشی کشت زعفران در مناطق مختلف استان لرستان

دوره زایشی رشد زعفران در استان لرستان ماه اکتبر است. در وضعیت موجود اولویت زیاد برای کشت زعفران بر مبنای میانگین دما ۲ درصد از کل مساحت استان لرستان را شامل می‌شود. این نواحی در قسمت شمال و شرق استان قرار دارند. نواحی با اولویت متوسط ۲۵ درصد از مساحت استان را برای این کشت شامل می‌شود که عمدتاً این نواحی در شرق استان قرار دارند. البته نواحی محدودی در شمال و مرکز استان نیز جز این نواحی هستند. بیشترین مساحت مربوط به اولویت کم است که ۹۳ و ۱۰۰ درصد مساحت استان لرستان را در اینده شامل می‌شود (جدول ۳).

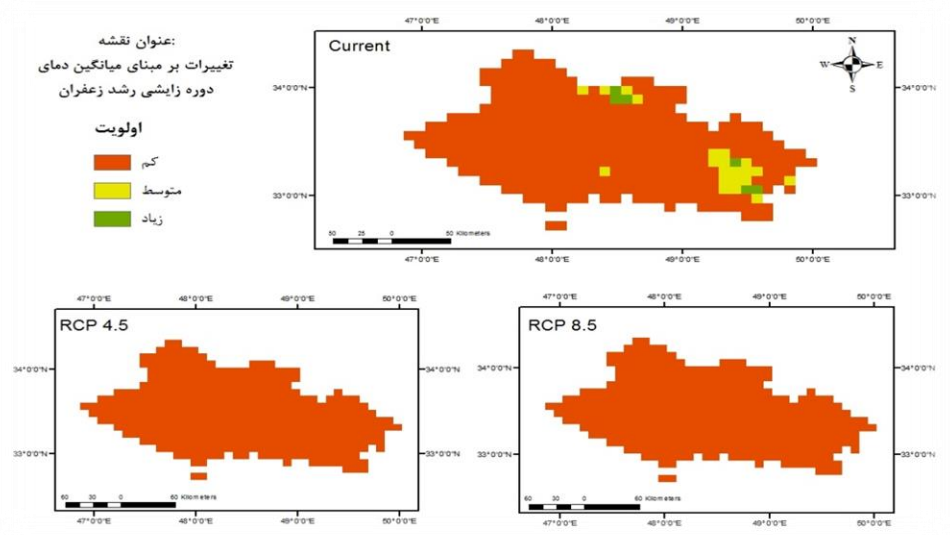
این تغییرات حداکثر دما در وضعیت موجود منطقه شامل نواحی با اولویت زیاد ۷۰ درصد و کم ۳۰ درصد می باشد. نواحی اولویت زیاد عمدتاً تمام نواحی غربی و بخش‌هایی از نواحی شمالی، جنوبی و شرقی می باشد. اولویت کم در نواحی شرقی، شمال شرقی، بخش‌هایی از شمال و مرکز است.در سناریوی RCP 4.5 درصد نواحی اولویت زیاد نسبت به وضع موجود، ۵ درصد افزایش و نواحی با اولویت کم، ۲۱ درصد کاهش می‌یابد و نواحی با اولویت متوسط با ۱۷ درصد افزایش داشته است. تا پایان قرن ۲۱ در سناریوی RCP 8.5 نواحی اولویت کم وجود نخواهد داشت و نواحی با اولویت زیاد و متوسط به ترتیب به ترتیب ٦٦ و ٣٤ درصد منطقه خواهند بود (جدول ۵).



شکل ۳: نمودار سلسله مراتبی اهمیت شاخص‌های اقلیمی (رنگ نارنجی) و غیر اقلیمی (سبز)

جدول۳: مساحت اولویت های نواحی مناسب دوره زایشی رشد زعفران بر مبنای میانگین دما در وضعیت موجود و آینده

اولویت	وضعیت موجود			RCP 4.5			RCP 8.5		
	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم
میانگین دما (سانتی گراد)	۲	۲۵	۹۳	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰

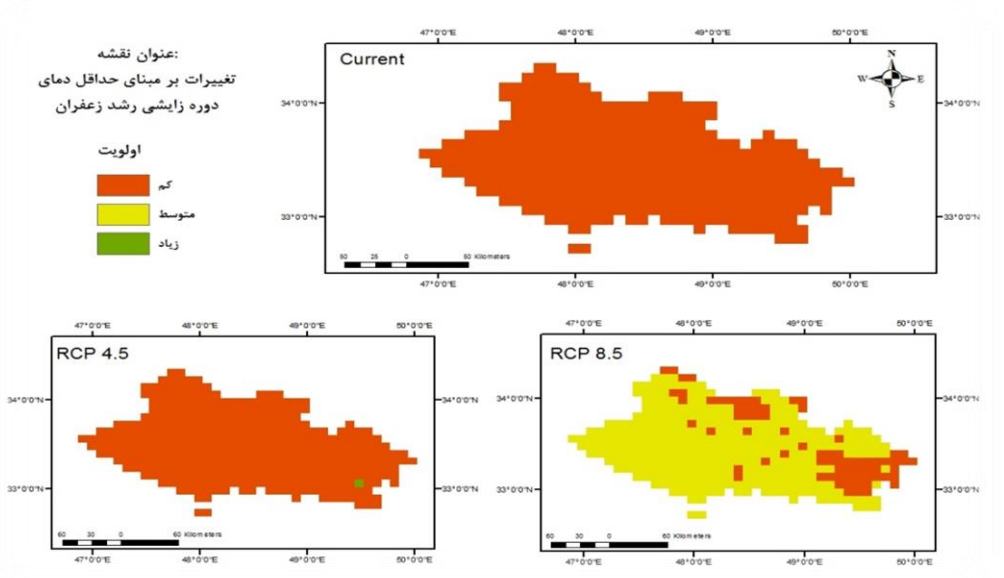


شکل٤: تغییرات مکانی اولویت های نواحی مناسب دوره زایشی رشد زعفران بر مبنای میانگین دما در وضعیت موجود و آینده

این تغییرات بر مبنای حداقل دما در دوره زایشی وضعیت موجود ۱۰ درصد مساحت منطقه در اولویت کم قرار دارد. این وضعیت در سناریوی RCP 4.5 نیز مشاهده می‌شود. در سناریوی RCP 8.5 ، ۸۱ درصد نواحی در اولویت متوسط قرار دارد و تقریباً پوشش سراسری در منطقه خواهد داشت. مساحت نواحی اولویت کم به ۱۹ درصد خواهد رسید. این نواحی شامل نواحی پراکنده‌ای در مرکز و شمال منطقه و نواحی متمرکزی در شرق آن می‌باشد (جدول ٤).

جدول٤: مساحت اولویت های نواحی مناسب دوره زایشی رشد زعفران بر مبنای حداقل دما در وضعیت موجود و آینده

اولویت	وضعیت موجود			RCP 4.5			RCP 8.5		
	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم
میانگین دما (سانتی گراد)	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۸۱	۱۹



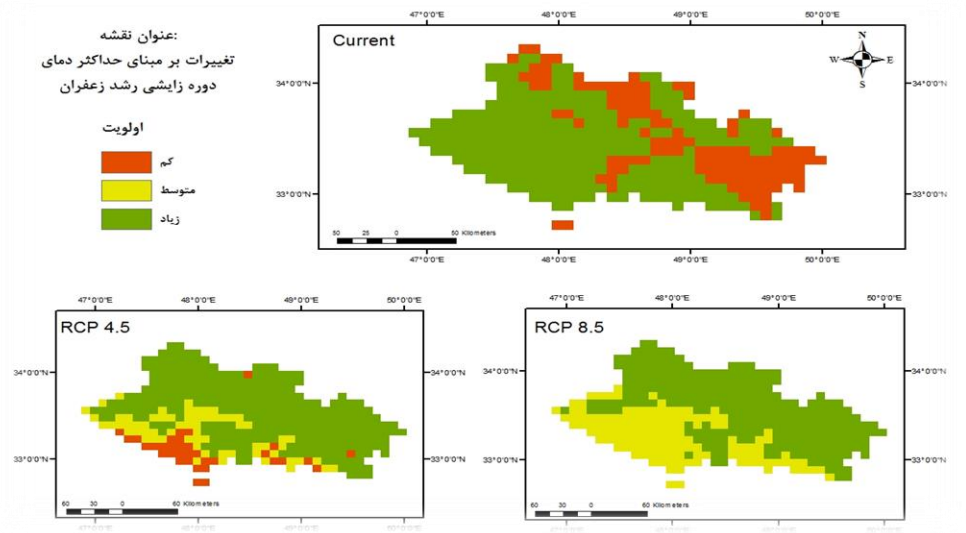
شکل ٥: تغییرات مکانی اولویت های نواحی مناسب دوره زایشی رشد زعفران بر مبنای حداقل دما در وضعیت موجود و آینده

این تغییرات حداکثر دما در وضعیت موجود منطقه شامل نواحی با اولویت زیاد ۷۰ درصد و کم ۳۰ درصد می باشد. نواحی اولویت زیاد عمدتاً تمام نواحی غربی و بخش‌هایی از نواحی شمالی، جنوبی و شرقی می‌باشد. اولویت کم در نواحی شرقی، شمال شرقی، بخش‌هایی از شمال و مرکز است. در سناریوی RCP 4.5 درصد نواحی اولویت زیاد نسبت به وضع موجود، ۵ درصد افزایش و نواحی با اولویت کم، ۲۱ درصد کاهش می‌یابد و نواحی با اولویت متوسط با ۱۷ درصد افزایش داشته است. تا پایان قرن ۲۱ در سناریوی RCP 8.5 نواحی اولویت کم وجود نخواهد داشت و نواحی با اولویت زیاد و متوسط به ترتیب ٦٦ و ٣٤ درصد منطقه خواهند بود (جدول ۵).

تغییرات مکانی بر مبنای بارش در وضعیت موجود منطقه شامل نواحی با اولویت زیاد ٨٤ درصد و کم ١٦ درصد می‌باشد. نواحی اولویت زیاد عمدتاً شامل تمام بجز نواحی از شمال و شرق منطقه می‌شوند. اولویت کم در نواحی شرقی، شمال شرقی است. در سناریوی RCP 4.5 درصد نواحی اولویت زیاد نسبت به وضعیت موجود، ٤٤ درصد کاهش و اولویت کم، ۲۷ درصد افزایش می‌یابد و در نواحی با اولویت متوسط ۱۷ درصد است. تا پایان قرن ۲۱ در سناریوی RCP 8.5 نواحی اولویت متوسط وجود نخواهد داشت و نواحی با اولویت زیاد و متوسط به ترتیب ۹۰ و ۱۰ درصد منطقه خواهند بود (جدول ٦ و شکل ۷).

جدول ۵: مساحت اولویت های نواحی مناسب دوره زایشی رشد زعفران بر مبنای حداکثر دما در وضعیت موجود و آینده

اولویت	وضعیت موجود			RCP 4.5			RCP 8.5		
	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم
میانگین دما (سانتی گراد)	۷۰	۰	۳۰	۷۵	۱۷	۹	٦٦	٣٤	۰



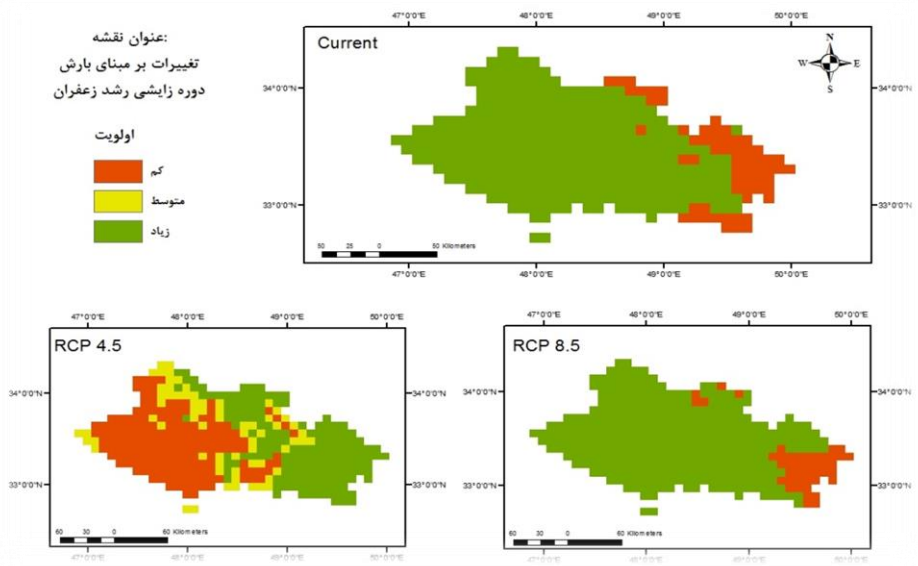
شکل ٦: تغییرات مکانی اولویت های نواحی مناسب دوره زایشی رشد زعفران بر مبنای حداکثر دما در وضعیت موجود و آینده

جدول ٦: مساحت اولویت های نواحی مناسب دوره زایشی رشد زعفران بر مبنای بارش در وضعیت موجود و آینده

اولویت	وضعیت موجود			RCP 4.5			RCP 8.5		
	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم
میانگین دما (سانتی گراد)	٨٤	۰	١٦	٤٠	١٧	٤٣	۹۰	۰	١٠

دوره رویشی

دوره رویشی رشد زعفران در استان لرستان ماه نوامبر تا می می‌باشد. مساحت اولویت‌های نواحی مناسب دوره رویشی رشد زعفران بر مبنای شاخص میانگین دما در وضعیت موجود، بیشترین مساحت به اولویت زیاد ٦٦ درصد و بعد از آن اولویت های متوسط ٢٦ درصد و کم ٨ درصد هستند. اولویت زیاد شامل نواحی شمالی، مرکزی و شرقی، اولویت متوسط در نواحی غرب، جنوب غرب و جنوب، و اولویت کم عمدتا شامل نواحی جنوب غرب و ناحیه محدودی در جنوب می شود. در آینده این الگوی مکانی تقریبا حفظ می‌شود. در سناریوی RCP 4.5، اولویت زیاد، یک درصد کاهش و به اولویت متوسط اضافه می‌شود. همچنین اولویت کم تقریبا به سمت نواحی جنوبی متمایل خواهد شد. در سناریوی RCP 8.5، مساحت اولویت زیاد نسبت به وضعیت موجود، ٨ درصد کاهش می‌یابد و به تبع آن مساحت اولویت‌های متوسط و کم به ترتیب ٣٠ و ١٢ درصد خواهد شد. در این سناریو اولویت متوسط در نواحی محدودی از شمال شرق دیده می‌شود و مساحت اولویت کم به سمت نواحی مرکزی و جنوبی گسترش می‌یابد (جدول ٧ و شکل ٨).

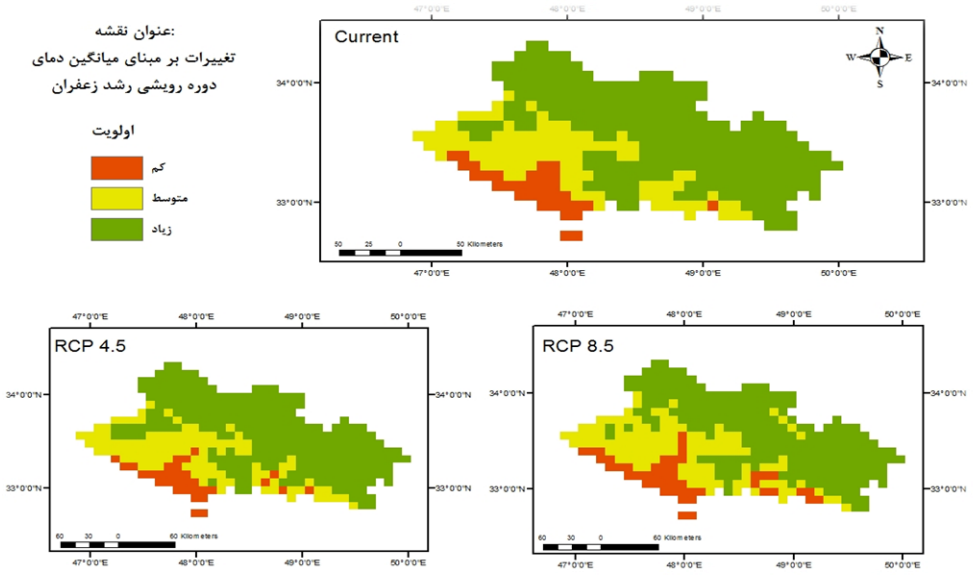


شکل٧: تغییرات مکانی اولویت های نواحی مناسب دوره زایشی رشد زعفران بر مبنای بارش در وضعیت موجود و آینده

جدول ٧: مساحت اولویت های نواحی مناسب دوره رویشی رشد زعفران بر مبنای میانگین دما در وضعیت موجود و آینده

	وضعیت موجود			RCP 4.5			RCP 8.5		
	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم
میانگین دما (درجه سانتی گراد)	٦٦	٢٦	٨	٦٥	٢٧	٨	٥٨	٣٠	١٢

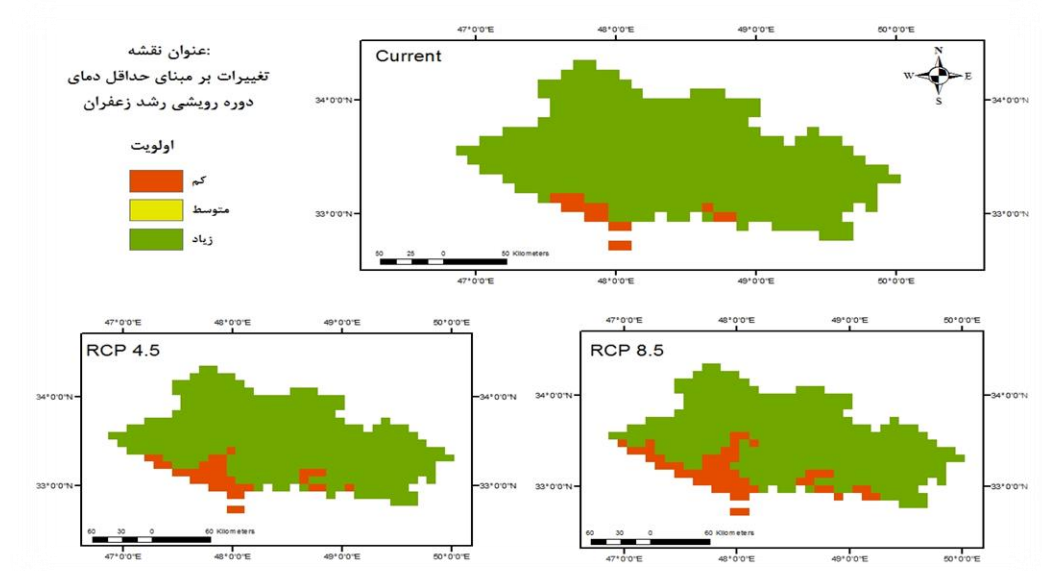
مساحت اولویت‌های نواحی مناسب دوره رویشی رشد زعفران بر مبنای شاخص حداقل دما در وضعیت موجود، بیشترین مساحت به اولویت زیاد با ٩٦ درصد بعد از آن اولویت کم با ٤ درصد قرار دارد. نواحی با اولویت زیاد پوشش سراسری در منطقه دارد و اولویت کم در نواحی محدودی در جنوب استان مشاهده می‌شود. در آینده این الگوی مکانی تقریبا حفظ می‌شود. در سناریوی RCP 4.5، اولویت زیاد، ٥ درصد کاهش و اولویت کم به ٩ درصد می‌رسد. در سناریوی RCP 8.5، مساحت اولویت زیاد، ١٦ درصد کاهش می‌یابد و به تبع آن مساحت اولویت کم به ١٥ درصد خواهد رسید. در این سناریو مساحت اولویت کم به سمت نواحی مرکزی و جنوبی گسترش می‌یابد (جدول ٨) (شکل ٩).



شکل۸: تغییرات مکانی اولویت های نواحی مناسب دوره رویشی رشد زعفران بر مبنای میانگین دما در وضعیت موجود و آینده

جدول ۸: مساحت اولویت های نواحی مناسب دوره رویشی رشد زعفران بر مبنای حداقل دما در وضعیت موجود و آینده

	وضعیت موجود			RCP 4.5			RCP 8.5		
	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم
حداقل دما	۹۶	۰	٤	۹۱	۰	۹	۸۵	۰	۱۵



شکل ۹: تغییرات مکانی اولویت های نواحی مناسب دوره رویشی رشد زعفران بر مبنای حداقل دما در وضعیت موجود و آینده

این مساحت بر مبنای شاخص حداکثر دما در نواحی مناسب براساس حداکثر دما شامل دو اولویت زیاد ۷۰ درصد و کم ۳۰ درصد می‌باشد. نواحی با اولویت کم از شمال استان تا شرق آن کشیده است. همچنین نواحی پراکنده‌ای در مرکز را شامل می‌شود. در سناریوی RCP 4.5 نواحی با اولویت زیاد نسبت به وضعیت موجود ۸ درصد افزایش و نواحی با

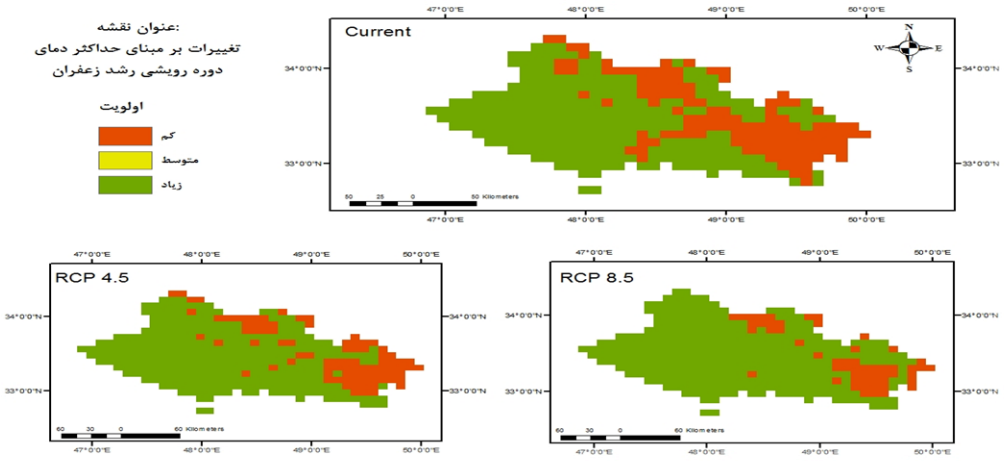
اولویت کم به ۸ درصد کاهش خواهد رسید. در این سناریو از تمرکز نواحی با اولویت کم کاسته و پراکندگی بیشتری در شرق و شمال استان دیده می‌شود. همین روند در سناریوی RCP 8.5 نواحی با اولویت زیاد نسبت به وضع موجود، ۱۶ درصد افزایش و نواحی با اولویت کم به ۱۶ درصد خواهد رسید. الگوی تغییرات مکانی در این شاخص بر عکس میانگین و حداقل دما می‌باشد(جدول ۹ و شکل ۱۰). این مساحت بر مبنای شاخص بارش، الگوی غالب مکانی با اولویت کم می‌باشد و مساحت آن ۷۲ درصد می باشد. نواحی با اولویت زیاد با ۲۸ درصد در غرب و به سمت مرکز متمایل است. در آینده برای هر دو سناریو تعیین شده مساحت نواحی با اولویت زیاد به شدت کاهش و برای سناریوهای RCP 4.5 به ۲ درصد خواهد رسید و در RCP 8.5 ۱۰۰ درصد نواحی را اولویت کم تشکیل خواهد داد (جدول ۱۰).

دوره رکود

دوره رکود رشد زعفران در استان لرستان ماه آوریل تا سپتامبر می باشد. مساحت اولویت‌های نواحی مناسب دوره رکود رشد زعفران بر مبنای شاخص میانگین دما، الگوی غالب مکانی با اولویت کم می‌باشد و مساحت آن ۹۹ درصد است. نواحی با اولویت زیاد با ۱ درصد به طور پراکنده در شمال و شرق هستند. در آینده برای هر دو سناریو تعیین شده مساحت نواحی با اولویت کم ۱۰۰ درصد نواحی را تشکیل خواهد داد (جدول ۱۱).

جدول ۹: مساحت اولویت های نواحی مناسب دوره رویشی رشد زعفران بر مبنای حداکثر دما در وضعیت موجود و آینده

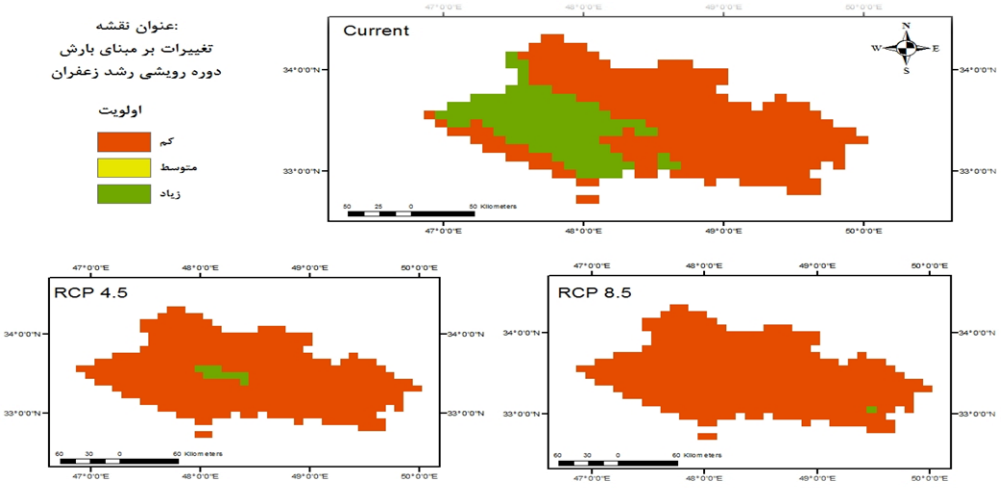
	وضعیت موجود			RCP 4.5			RCP 8.5		
	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم
حداکثر دما(درجه سانتی گراد)	۷۰	۰	۳۰	۷۸	۰	۲۲	۸۶	۰	۱۴



شکل ۱۰: تغییرات مکانی اولویت های نواحی مناسب دوره رویشی رشد زعفران بر مبنای حداکثر دما در وضعیت موجود و آینده

جدول ۱۰: مساحت اولویت های نواحی مناسب دوره رویشی رشد زعفران بر مبنای بارش در وضعیت موجود و آینده

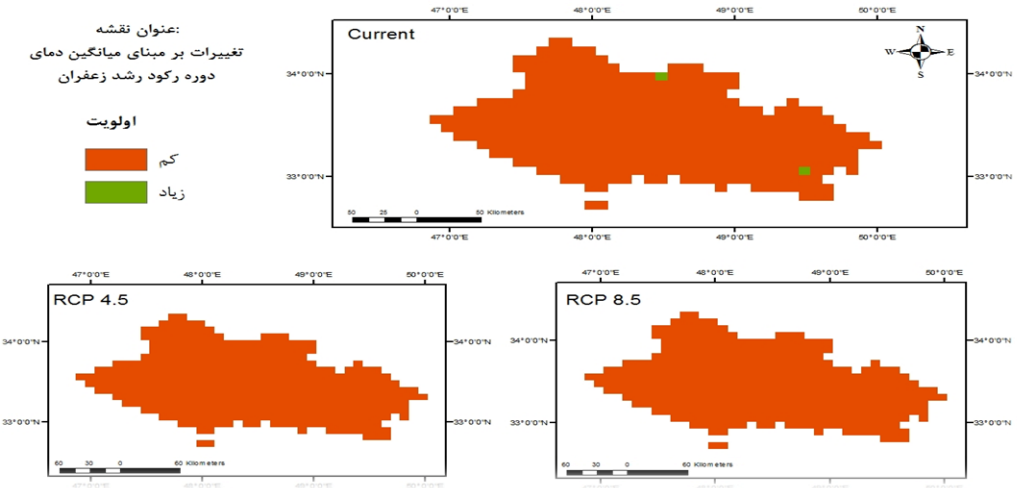
	وضعیت موجود			RCP 4.5			RCP 8.5		
	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم
بارش	۲۸	۰	۷۲	۲	۰	۹۷	۰	۰	۱۰۰



شکل ۱۱: تغییرات مکانی اولویت های نواحی مناسب دوره رویشی رشد زعفران بر مبنای بارش در وضعیت موجود و آینده

جدول ۱۱: مساحت اولویت های نواحی مناسب دوره رکود رشد زعفران بر مبنای میانگین دما در وضعیت موجود و آینده

	وضعیت موجود			RCP 4.5			RCP 8.5		
	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم
میانگین دما	۱	۰	۹۹	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۱۰۰

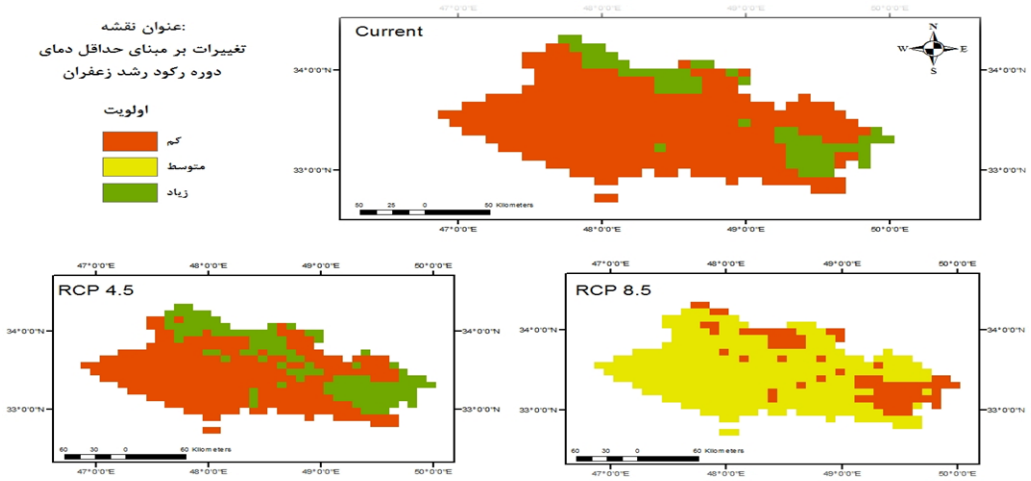


شکل ۱۲: تغییرات مکانی اولویت های نواحی مناسب دوره رکود رشد زعفران بر مبنای میانگین دما در وضعیت موجود و آینده

این مساحت بر مبنای شاخص حداقل دما، مانند میانگین الگوی غالب مکانی با اولویت کم می باشد و مساحت آن ۸۴ درصد است. نواحی با الویت زیاد با ۱۶ درصد در شمال و جنوب شرق هستند. در آینده برای سناریوی RCP 4.5 نواحی با اولویت زیاد به ۳۰ درصد خواهد رسید. این نواحی به صورت نواری از شمال غرب شروع و تا جنوب شرق ادامه می یابد. در سناریوی RCP 8.5 نواحی با اولویت زیاد حذف و منطقه به دو ناحیه اولویت متوسط و کم تقسیم می شود. نواحی اولویت متوسط و کم به ترتیب ۸۱ و ۱۹ درصد می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد نواحی با اولویت کم در شمال و شرق خواهد بود (جدول ۱۲).

جدول ۱۲: مساحت اولویت های نواحی مناسب دوره رکود رشد زعفران بر مبنای حداقل دما در وضعیت موجود و آینده

	وضعیت موجود			RCP 4.5			RCP 8.5		
	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم
حداقل دما	۱۶	۰	۸۴	۳۰	۰	۷۰	۰	۸۱	۱۹



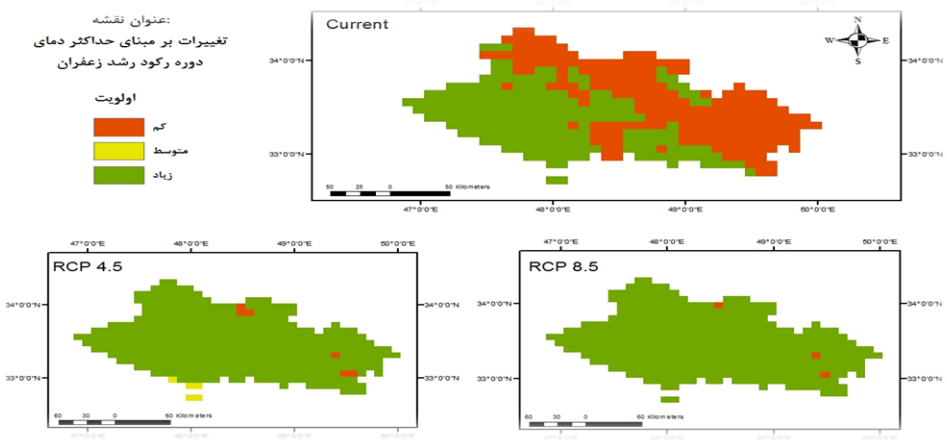
شکل ۱۳: تغییرات مکانی اولویت های نواحی مناسب دوره رکود رشد زعفران بر مبنای حداقل دما در وضعیت موجود و آینده

این مساحت بر مبنای شاخص حداکثر دما، نواحی با اولویت زیاد و کم به طور مساوی تقسیم شده‌اند. نواحی با اولویت زیاد در غرب، مرکز، جنوب غرب، جنوب و به طور محدود در شمال شرق می‌باشد و دیگر نواحی را اولویت کم تشکیل می‌دهد. در آینده برای سناریوی RCP 4.5 نواحی با اولویت با ۹۷ درصد پوشش منطقه، الگوی غالب مکانی خواهد بود. اولویت متوسط با ۱ درصد در جنوب و اولویت زیاد با ۲ درصد به طور پراکنده در شمال و شرق استان در رتبه های بعدی قرار دارند. در سناریوی RCP 8.5 نواحی با اولویت زیاد ۹۹ درصد از استان خواهد بود. نواحی اولویت کم ۱ درصد مانند سناریوی قبل به طور پراکنده در شمال و شرق استان می‌باشد (جدول ۱۳).

این مساحت بر مبنای شاخص بارش، نواحی با اولویت زیاد، متوسط و کم به ترتیب ۵۱، ۳۹ و ۱۰ درصد مساحت استان را شامل می‌شوند. نواحی با اولویت کم در شمال و شرق استان مشاهده می‌شود. نواحی با اولویت متوسط در جنوب غرب، تقریباً مرکز و جنوب هستند. نواحی می بین این دو را اولویت زیاد تشکیل می‌دهد. در آینده برای سناریوی RCP 4.5 و RCP 8.5 الگوی تغییرات مکانی مشابه است. نواحی با اولویت کم تا ٦٧ درصد افزایش یافته و الگوی غالب منطقه خواهد بود. نواحی با اولویت زیاد به غرب و جنوب با ۲۸ درصد مساحت محدود خواهد شد. و نواحی با اولویت متوسط ۵ درصد به غرب منطقه کشیده می‌شود (جدول ١٤).

جدول ۱۳: مساحت اولویت های نواحی مناسب دوره رکود رشد زعفران بر مبنای حداکثر دما در وضعیت موجود و آینده

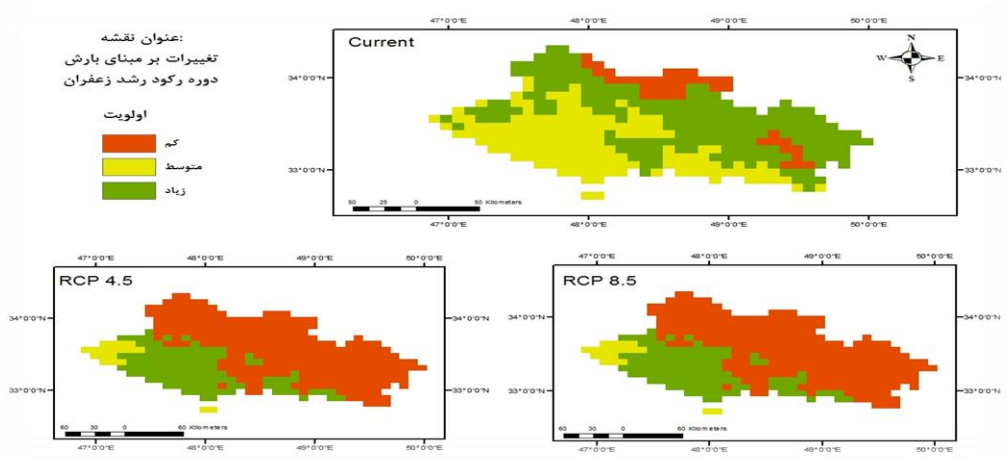
	وضعیت موجود			RCP 4.5			RCP 8.5		
	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم
حداکثر دما	۵۰	۰	۵۰	۹۷	۱	۲	۹۹	۰	۱



شکل۱۴: تغییرات مکانی اولویت های نواحی مناسب دوره رکود رشد زعفران بر مبنای حداکثر دما در وضعیت موجود و آینده

جدول ۱۴: مساحت اولویت های نواحی مناسب دوره رکود رشد زعفران بر مبنای بارش در وضعیت موجود و آینده

	وضعیت موجود			RCP 4.5			RCP 8.5		
	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم	اولویت زیاد	اولویت متوسط	اولویت کم
بارش	۵۱	۳۹	۱۰	۲۸	۵	۶۷	۲۸	۵	۶۷



شکل ۱۵: تغییرات مکانی اولویت های نواحی مناسب دوره رکود رشد زعفران بر مبنای بارش در وضعیت موجود و آینده

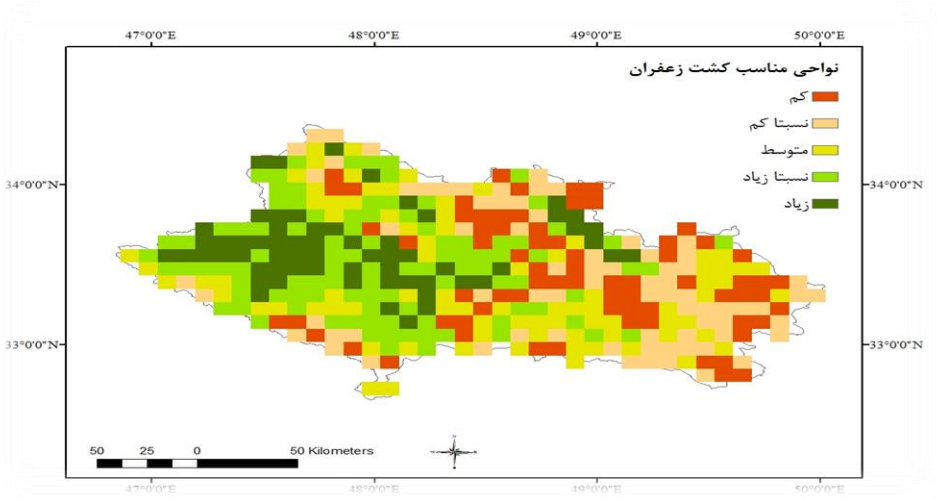
تغییرات نواحی کشت زعفران

در وضعیت موجود ۱۵/۸ درصد از مساحت استان در نواحی با اولویت زیاد برای کشت زعفران قرار دارند. بعد از این نواحی، نواحی با اولویت نسبتاً زیاد و متوسط به ترتیب با ۲۵/۵ و ۲۰/۹ درصد قرار دارند. این نواحی دارای محدودیت‌های محیطی متفاوتی از قبیل جنس خاک، کاربری اراضی و دمای نامناسب می‌باشند که با بررسی‌های دقیق و اعمال اقدامات سازگاری می‌توانند شرایط کشت زعفران را داشته باشند.

اولویت‌های نسبتاً کم و کم برای کشت زعفران شامل نواحی کوهستانی با شرایط دمایی، شیب و محدودیت اراضی نامناسب می‌باشد. در وضعیت موجود مناسب‌ترین نواحی کشت این محصول به طور متمرکز نواحی غربی و تا حدودی مرکزی استان می‌باشد. همچنین نواحی پراکنده‌ای در شمال شرق و شمال استان نیز مناسب می‌باشد. نواحی نامناسب شامل اولویت های نسبتاً کم و کم در نواحی شرقی و جنوب شرقی می‌باشند. قابل ذکر است نواحی پراکنده‌ای در جنوب غربی و شمال نیز در دو اولویت دیده می‌شود (جدول ۱۵) (شکل ۱۶).

جدول ۱۵: نواحی مناسب کشت زعفران در وضعیت موجود

طبقه	وضعیت موجود
	مساحت (درصد)
زیاد	۱۵/۸
نسبتاً زیاد	۲۵/۵
متوسط	۲۰/۹
نسبتاً کم	۱۹/۳
کم	۱۸/۳



شکل ١٦: توزیع مکانی نواحی کشت زعفران در وضعیت موجود

شبیه‌سازی آینده نشان می‌دهد تغییر اقلیم بر تغییر مکانی نواحی مناسب جهت کشت زعفران اثر معنی‌داری دارد. تا دهه ۲۰۷۰ میلادی در بهترین شرایط براساس سناریوی RCP 4.5 نواحی با پتانسیل بالا (اولویت زیاد) ۱/۵ درصد کاهش می‌یابد و نواحی با اولویت متوسط و نسبتاً به ترتیب ٤/۸ و ٦/۳ درصد افزایش می‌یابد. در این سناریو با افزایش تدریجی دما و کاهش محدودیت‌های دمای حداقل نواحی با اولویت کم ۹/٦ درصد کاهش خواهد یافت.

بدون لحاظ نمودن استراتژی‌های سازگاری و اتخاذ رویکردهای مدیریتی مناسب مطابق با سناریوی RCP 8.5، زمانی که آستانه‌های دما در رویشی تحت تأثیر تغییر اقلیم افزایش می‌یابد در اثر تغییر اقلیم عملکرد زعفران کاهش می‌یابد. نواحی مناسب جهت کشت آن تا سال ۲۰۷۰، نواحی با اولویت زیاد و نسبتاً زیاد حدود ۹ درصد کاهش و نواحی با اولویت‌های نسبتاً کم و کم حدود ۱۵/۵ درصد کاهش می‌یابد. با کاهش این نواحی طبقه متوسط اولویت ها ٢٤/٤ درصد نسبت به وضعیت موجود افزایش می‌یابد (جدول ١٦).

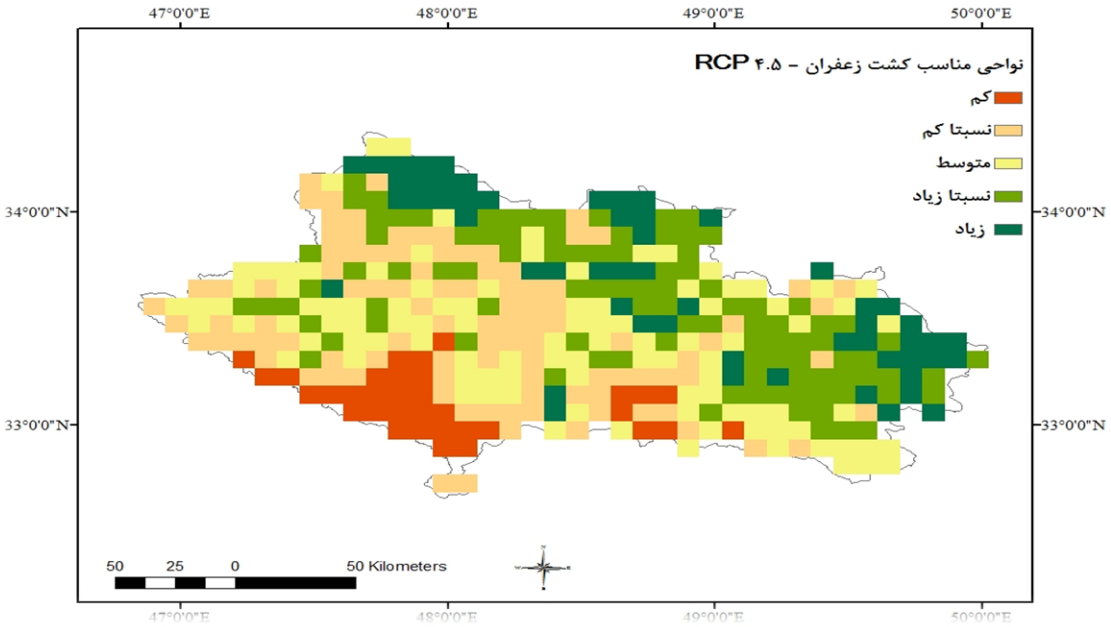
سناریوی RCP 4.5، شرایط متعادلتری را نسبت به RCP 8.5 و حرکت از شرایط بهینه را با لحاظ نمودن راهکارهای سازگاری به ایجاد شرایطی بدون اتخاذ راهکارهای سازگاری در کشت زعفران نشان می‌دهد. در شبیه سازی انجام شده در سناریوی RCP 4.5، با افزایش آستانه‌های دمایی در سه دوره زایشی، رویشی و رکود فنولوژی رشد زعفران، نواحی مطلوب از غرب و مرکز استان در وضعیت موجود به صورت نواری به از شمال تا جنوب شرق منتقل شده است. در این سناریو نواحی با اولویت متوسط و نسبتاً کم به طور پراکنده بیشتر در غرب، مرکز و جنوب شرق دیده می‌شود. و نواحی با اولویت کم در جنوب غرب استان متمرکز شده است (شکل۱۷).

با شدت افزایش تغییرات شاخص های حدی دمایی و بارشی و محاسبه تغییرات دمایی و بارشی دوره فنولوژی

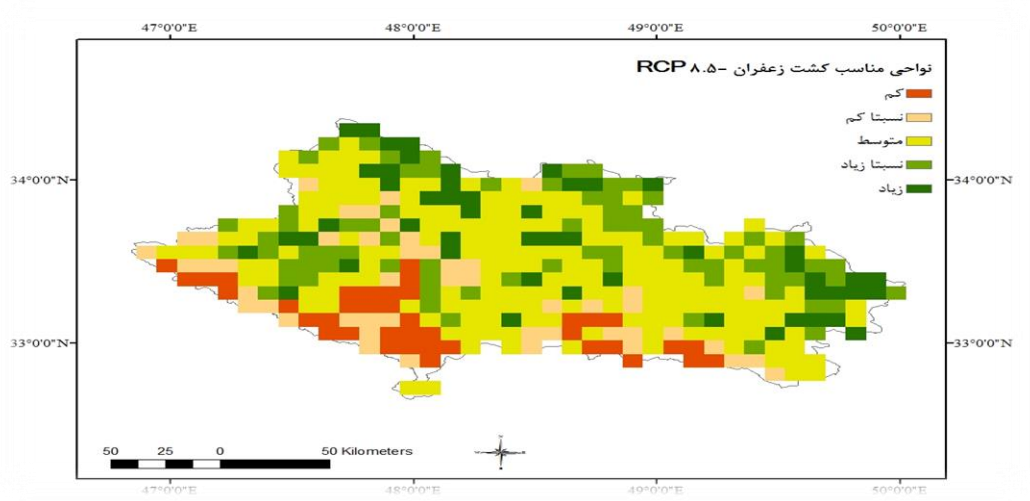
رشد زعفران، در سناریوی RCP 8.5، تمرکز نواحی مناسب کشت این محصول نسبت به وضعیت موجود و آینده از بین رفته و به صورت پراکنده در سطح استان دیده می‌شود. بر مبنای این سناریو، تا دهه ۲۰۷۰، نواحی با اولویت متوسط بر تمام منطقه غالب و بعد از آن نواحی با اولویت کم در جنوب غرب و جنوب گسترش می‌یابد.

جدول ۱۶: نواحی مناسب کشت زعفران در آینده

طبقه	RCP 4.5		RCP 8.5	
	مساحت درصد	تغییرات نسبت به وضعیت موجود	مساحت درصد	تغییرات نسبت به وضعیت موجود
زیاد	۱۴/۲	-۱/۵	۱۳/۰۱۰۲	-۲/۸
نسبتاً زیاد	۲۵/۵	۰	۱۹/۳۸۷۷۶	-۶/۱
متوسط	۲۵/۷	۴/۸	۴۵/۴۰۸۱۶	۲۴/۴
نسبتاً کم	۲۵/۷	۶/۳	۱۲/۲۴۴۹	-۷/۱
کم	۸/۶	-۹/۶	۹/۹۴۸۹۸	-۸/۴



شکل ۱۷: نقشه پتانسیل یابی نواحی کشت زعفران در آینده بر اساس سناریوی RCP 4.5



شکل ۱۸: نقشه پتانسیل یابی نواحی کشت زعفران در آینده بر اساس سناریوی RCP 8.5

شاخص‌های حدی معمولاً بر مبنای بیشینه‌ها و کمینه‌های دما و آستان‌های خشکسالی و ترسالی در یک دوره زمانی مشخص تعریف می‌شود. افزایش دماهای حدی با ایجاد تغییرات در دوره رشد محصولات کشاورزی می‌تواند آسیب فیزیولوژیکی ایجاد کنند و در نهایت منجر به افت عملکرد شود. از اینرو افزایش دما، با تاثیر بر فراوانی و شدت رخدادهای حدی اقلیمی چالش‌های بزرگی برای تولید محصولات کشاورزی است (Zhang et al., 2018). بر اساس نتایج بدست آمده؛ تغییر اقلیم می‌تواند بر توزیع فضایی نواحی مناسب برای کشت زعفران در استان لرستان تاثیر گذار باشد. در این تحقیق سناریوی RCP4.5، کمترین تغییرات مکانی و سناریوی RCP8.5، حداکثر تغییرات مکانی را نشان می‌دهد (نگارندگان).

نتیجه‌گیری

براساس نتایج بدست آمد؛ تغییر اقلیم می‌تواند بر توزیع فضایی نواحی مناسب برای کشت زعفران در استان لرستان تاثیر گذار باشد. سناریوی RCP4.5، کمترین تغییرات مکانی و سناریوی RCP8.5، حداکثر تغییرات مکانی را برای کشت این محصول در استان لرستان نشان می‌دهد. همچنین منطقه مورد مطالعه به شدت نسبت به تغییر اقلیم آسیب‌پذیر است و تغییرات ایجاد شده با شیب خط ملایمی، به تدریج منجر به از دست رفتن نواحی مناسب برای کشت زعفران می‌شوند. در وضعیت موجود ۱۵/۸ درصد از مساحت استان در نواحی با اولویت زیاد برای کشت زعفران قرار دارند. بعد از این نواحی، نواحی با اولویت نسبتاً زیاد و متوسط به ترتیب با ۲۵/۵ و ۲۰/۹ درصد قرار دارند. این نواحی دارای محدودیت‌های محیطی متفاوتی از قبیل جنس خاک، کاربری اراضی و دمای نامناسب می‌باشند که با بررسی‌های دقیق و اعمال اقدامات سازگاری می‌توانند شرایط کشت زعفران را داشته باشند.

بعلاوه، در وضعیت موجود اولویت اول، مناسب ترین نواحی کشت زعفران به نواحی غرب و مرکزی استان محدود می‌شود و در آینده به سمت شرق منتقل می‌شود. به طور کلی آستانه‌های دمایی نسبت به بارش اصلی‌ترین متغیرهای مؤثر بر کاهش عملکرد کشت زعفران در این استان محسوب می‌شوند. براساس سناریوهای تغییر اقلیم، تغییرات دما در دوره‌های رویشی و رکود بیشترین تأثیر منفی را بر عملکردکشت زعفران نشان می‌دهند. به طور کلی الگوهای مکانی- زمانی تغییرات عملکرد کشت زعفران در کنار سایر متغیرهای مؤثر زراعی، مدیریتی و اقتصادی از تغییر اقلیم نیز تبعیت داشته و بنظر می‌رسد اگر چه در آینده نواحی غربی استان نواحی تقریباً نواحی مستعد کشت را از دست می‌دهد اما نواحی جدیدی بویژه در ناحیه شرقی پتانسیل کشت این محصول را پیدا می‌کنند. همچنین می‌توان از ظرفیت نواحی با اولویت نسبتاً زیاد و متوسط با تغییر سطوح سازگاری از ۱ به ۲ شامل تغییر تاریخ کشت و اعمال

گزینه‌های سازگاری در زمینه‌های دیگر در آینده استفاده کرد.

منابع

1. Esmailnejad, Morteza, 2017, Knowledge of Adrak and Adaptability of Saffron Farmers of Kashmir Plain with Climate Changes, Saffron Agriculture and Technology Journal, Volume 6, Number 1, Pages 105-117.
2. Ismail Nejad, Morteza; Khashai Siuki; Abbas, 2017, Modeling the effect of climate change on the spatial distribution of saffron cultivation for future periods (case study: South Khorasan province), Saffron Research Journal (two quarters), volume 6, issue 1, pages 75-88.
3. Bashiri, Mehdi; Marousi, Ali; Salari, Amir; Qudousi, Mohammad, 2016, Climatic classification and determination of areas prone to saffron cultivation using data mining algorithms at the level of Razavi Khorasan province, Journal of Saffron Agriculture and Technology, Volume 5, Number 4, pp. 372-392.
4. Jafarzadeh, Ahmed; Khashai Seyuki, Abbas; Shahidi, Ali, 2014, Modeling the effects of climate change on the water requirement of saffron in South Khorasan using geographic information system, Saffron Research Journal, Volume 3, Number 2, Pages 163-174.
5. Sobhani, Behrouz, 2016, Agroclimatic zoning of saffron cultivation in Ardabil province using AHP method, Saffron Research Journal (two quarters), volume 4, number 1, pages 72-86.
6. Faizi, Javad; Sarabi Jamab, Mahbubeh; universal, definite; Zamani, Hossein, 2019, quality assessment model and rating of Tayyab saffron, Halal Research Journal; Winter, Volume 3, Number 4, Pages 30-46.
7. Kaveh, Hamed; Salari, Amir; Bashiri, Mehdi, 2016, qualitative zoning of saffron production using geostatistics method (case study: Razavi and South Khorasan provinces), Saffron Research Journal (two quarterly), volume 5, issue 2, pages 124-137.
8. Kochaki A, Nasiri Mahalati M, Sharifi H, Zand A and Kamali GH, 2010, Simulation of growth, phenology and production of wheat cultivars under the effect of climate change in Mashhad. Desert magazine. The sixth volume. Pages 117 to 127.
9. Kuzegran, Saeeda; Mousavi Baighi, Mohammad; Khashai Seyuki, Abbas; Babaiyan, Iman, 2016, Modeling saffron performance according to climatic limit indicators (case study: Birjand), Saffron Research Journal (two quarters), volume 5, issue 2, pages 217-229.
10. Kafi, Mohammad, 1381, Saffron, Production and Processing Technology, Language and Adab Publications, Mashhad, 280 pages.
11. Yarahmadi, Dariush; Biranvand, Hojat Elah, 2013, Natural Geography of Lorestan, Lorestan University Publications, first edition, pages 246.
12. Adams, R. M. 2000. Climate variability and climate change: Implications for agriculture. IRI Proceedings. Oregon State University, U.S.A.
13. FAO. 1993. Food and Agriculture Organization. Guidlines: Agro-ecological assessment for national planning: the example of kenya. FAO Soils Bulletin 67. Rome, FAO.
14. Hatfield, J. L., Prueger, J. H. 2015. Temperature extremes: Effect on plant

growth and development. Weather and climate extremes, 10, 4-10

15. Jones JW, Hoogenboom G, Porter CH, Boote KJ, Batchelor WD, Hunt LA, Wilkens PW, Singh U, Gijsman AJ and Ritchie JT, 2003. The DSSAT cropping system model. Europ J Agronomy 18: 235-265.
16. Kumar, R., Singh, V., Devi, K., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S. 2009. State of art of saffron (Crocus sativus L.) agronomy: a comprehensive review. Food Reviews International 25: 44–85.
17. Naumann, G., Alfieri, L. Wyser, K. Mentaschi, L. Betts, R. A. Carrao, H. Feyen, L. 2018. Global changes in drought conditions under different levels of warming. Geophysical Research Letters, 45(7), 3285-3296.
18. Rosenzweig, C., Parry, M, L. 1994. Potential impact of climate change on world food supply. Nature 367:133–138.
19. Sepaskhah, A. R, Kamgar-Haghighi, A, A. 2009. Saffron Irrigation Regime. Journal of production. Vol 3.