نشریه پژوهش‌های تغییرات آب و هوایی
فصلنامه علمی دانشگاه گلستان
سال چهارم/ شماره مسلسل سیزدهم/ بهار ۱۴۰۲ / صفحات: ۶۸-۵۵
DOI: 10.30488/CCR.2023.394783.1129

ارزیابی اثرات تغییرات اقلیمی بر متوسط عملکرد پرتقال ایران با رویکرد مدل پانل فضایی

رضا دهواری[۱]، مهدی صفدری[۲]، امیردادرس مقدم[۳]*

[۱]دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
[۲]دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
[۳]استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۶

چکیده

تغییرات آب و هوایی تأثیر قابل توجهی بر تولید جهانی محصولات کشاورزی داشته است. مطالعه تـأثیر تغییـرات اقلیمـی بـر تولید محصولات کشاورزی برای اتخاذ تصمیمات پیشگیرانه جهت بهبود تولید کشاورزی بسیار مهم اسـت. هـدف پـژوهش حاضـر بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم ناشی از سرریزهای فضایی تغییرات آب و هوایی بر تولید محصول پرتقال در ۱۰ استان ایـران، طی دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹ است. داده‌های مورد استفاده از وزارت کشاورزی و سازمان هواشناسی اخذ شد. ابتدا برای اثبـات وجود وابستگی فضایی آزمون موران انجام شد. سپس مدل دوربین فضایی با استفاده از آزمون والد به عنوان مدل بهینه تعیین شد. مدل با استفاده از نرم‌افزارStata17 برآورد شد. نتایج مدل دوربین فضایی (SDM) نشان داد که متغیرهای متوسط بـاران سـالانه، متوسط دمای سالانه و سطح زیر کشت دارای اثر مثبت و معنی‌داری بر متوسط عملکرد پرتقال ایران دارند. همچنین متغیـرهـای حداقل دما سالانه و حداکثر دما سالانه تاثیر منفی و معنی‌داری بر متوسط عملکرد پرتقال ایران دارند. علاوه بر آن تاثیر سرریزهای فضایی سطح زیرکشت و حداقل دمای سالانه بر عملکرد پرتقال مثبت است. سرریزهای فضایی تغییر یک درجه‌ای متوسـط دمـای سالانه، عملکرد پرتقال را ۱/۶۸ درصد کاهش می‌دهد. افزایش سطح کشت پرتقال در کشور سبب افزایش عملکرد محصول پرتقال در واحد سطح می‌شود، بنابراین، توصیه می‌شود که وزارت جهاد و کشاورزی از سیاست یکپارچه سازی باغـات پرتقـال در کشـور استفاده کنند.

واژه‌های کلیدی: اقتصادسنجی‌فضایی، پرتقال، سرریزهای فضایی، تغییرات اقلیمی

مقدمه

ایران با بیش از ۲/۶ میلیون هکتار سطح زیر کشت و تولید بیش از با ۳/۴ میلیون تن پرتقال در سال یکی از بزرگترین تولیدکننده بزرگ پرتقـال درجهـان اسـت (آمار نامه کشاورزی، ۱۳۹۹). پرتقال یکی از مهم‌تـرین محصولات باغی واستراتژیک کشاورزی ایران محسـوب می‌شود. بـر اسـاس آمـار نامـه کشـاورزی ۱۳۹۹، ۶/۲ درصد از مجموع کل محصولات سطح زیرکشـت بـاغی به درختان بارور پرتقال را خود اختصاص دارد و بعد از پسته، انگور، خرمـا و سـیب جایگـاه پـنجم را در بـین محصولات باغی داراست. بیشتر سطح باغـات بـارور بـه استان مازنـدران اختصـاص دارد. اسـتان‌هـای کرمـان، فارس،گیلان، هرمزگان، گلستان در رتبه‌های بعد قـرار دارند. این محصول حدود ۱۴ درصد از کل میزان تولید محصولات باغی کشور را تشکیل می‌دهد و بعد از سیب رتبـه دوم میـزان تولیـدات محصـول بـاغی قـرار دارد. استان مازنـدران بیشـترین میـزان تولیـد در کشـور را داراست (آمار نامه کشاورزی، ۱۳۹۹).

تغییـرات اقلیمـی یکـی از بزرگتـرین چـالش‌هـای جهان در عصر حاضر است. تغییرات اقلیمی بـه عنـوان

*نویسنده مسئول: amdadras@eco.usb.ac.ir

تغییراتی قابل توجه در مقادیر متوسط عناصر هواشناسی، مانند بارش و دما، که میانگین آنها برای یک دوره طولانی محاسبه شده است، تعریف می‌شود (Malhiet al., 2021). مطالعات علمی آب و هوا نشان می‌دهد که آب و هوا با سرعتی سریع در حال تغییر است (Meinshausen al., 2022). تغییر الگوهای بارندگی و افزایش دما می‌تواند بر بخش‌های حساس به آب و هوا مانند کشاورزی تأثیر منفی بگذارد (Dube et al., 2016).

تولید غذا در سطح جهانی با آینده‌ای پر از ابهاماتی بسیار روبرو است. زمین‌های کشاورزی حاشیه‌ای به‌ویژه در کشورهایی با جوامع کشاورزی روستایی بزرگ مانند هند، بنگلادش و چین به دلیل شرایط نامساعد جوی و کمبود آب که منجر به تعطیلی مزارع و آواره شدن کشاورزان می‌شود، با کاهش تولید روبه‌رو می‌شوند (Ahmad et al., 2011, Sikder & Xiaoying, 2014). عملکرد پایین کشاورزی به دلیل تغییرات آب و هوایی، انگیزه‌های کم برای تشدید، دسترسی ضعیف به بازار، توپوگرافی نامطلوب، خاک ضعیف و سیاست های ناکافی ایجاد شده است. اکثر کشورهای در حال توسعه با تهدیدات شدید مرتبط با آب و هوا مواجه هستند که بر تولید محصول به دلیل موقعیت جغرافیایی تأثیر می‌گذارد (FAO[1], 2008). پیوندهای بین تغییرات آب و هوایی و امنیت غذایی تا به امروز تا حد زیادی در رابطه با تأثیرات بر بهره‌وری محصولات کشاورزی و در نتیجه تولید مواد غذایی مورد بررسی قرار گرفته است. تأثیراتی که در بخش کشاورزی کشورهای بزرگ به ویژه از منطقه آسیا احساس می‌شود، تأثیر عمده‌ای بر امنیت غذایی جهانی دارد زیرا بازار آسیا به تنهایی تقریباً دو سوم عرضه غذای جهان را تولید می‌کند. ادبیات موضوع نشان می‌دهد که تقریباً ۳۳ درصد از سیستم‌های کشاورزی جهانی تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی قرار دارند (Ray et al., 2015). انتظار می‌رود این مقدار در آینده نزدیک به طور تصاعدی افزایش یابد که مسئله جهانی امنیت غذایی را بیشتر تشدید می‌کند. تغییرات آب و هوایی درمناطق مختلف اغلب باهم مرتبط هستند و وقوع این حوادث به یک‌باره بخش قابل توجهی از مناطق کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به‌عبارت دیگر، این‌گونه تغییرات آب و هوایی موجب بروز ریسک سیستماتیک عملکرد در تولیدات باغی می‌شوند. در واقع وجود همین ریسک‌های سیستماتیک است که این‌گونه وسیع و گسترده به بخش باغبانی خسارت وارد می‌کند و تولیدات را در مناطق همبسته از نظر آب وهوایی به طور هم‌زمان کاهش می‌دهد. البته اتفاقات آب‌وهوایی نامساعد در یک سال مشخص در مناطق مختلف دارای اثرات متفاوتی می‌باشند. بخشی ازمناطق به‌طور شدید و وسیعی درگیرمی‌شوند و بخشی کمترمتأثر می‌شوند و مناطقی اساساً درگیرنمی‌شوند. دهواری و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی تأثیر متغیرهای اقلیمی بر شدت ریسک سیستماتیک عملکرد خرما در ایران پرداخته‌اند. نتایج بدست آمده حاکی از تاثیر مثبت و معنی‌دار سرریز مکانی متوسط باران سالانه در استان‌های خرماخیز بر متوسط عملکرد خرمای ایران دارد و اثر سرریز مکانی متغیرهای بارش‌های نابهنگام سالانه بر متوسط عملکرد خرما منفی و معنی‌دار است. همچنین ضریب اثر سرریز مکانی متوسط حداکثر دمای تابستان نشان می‌دهد متوسط حداکثر دمای تابستان بر متوسط عملکرد خرمای ایران تاثیر منفی و معنی‌داری داشته است. علی احمدی و همکاران (۱۳۹۹) به ارزیابی اثر تغییرات اقلیم بر عملکرد و ریسک تولید محصول خرما در ایران از پارامترهای اقلیمی در مناطق گرم و مرطوب و گرم و خشک در بازه‌ی زمانی ۹۵-۱۳۶۱ با استفاده تابع تولیدتصادفی جاست و پاپ پرداخته‌اند. نتایج شاخص‌های دما و بارش به ترتیب برای منطقه گرم و مرطوب ۰/۴۵ و ۰/۶۶ و منطقه گرم و خشک ۳/۰۴ و ۰/۱۸ می‌باشد که نشان دهنده اثرگذاری منطقه‌ای هستند. کریمی فرد و همکاران(۱۳۹۶) در پژوهشی به بررسی متغیرهای اقلیمی بر عملکرد گندم، برنج و جو در پنج شهرستان استان خوزستان (اهواز، دزفول، خرمشهر، شادگان و شوش) پرداخته‌اند؛ و نتایج مطالعه نشان داد

1. Food and Agriculture Organization

که تغییرپذیری‌ها در شرایط آب‌وهوایی باعث کاهش در عملکرد گندم، برنج و جو شده است. از سوی دیگر تغییر شرایط منجر به کاهش سود اقتصادی در بخش گندم، برنج و جو در سال ۱۳۹۲ شده است. جنت صادقی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی عامل‌های مؤثر بر عملکرد محصول‌های راهبردی کشاورزی (گندم و جو) در استان خراسان رضوی پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که پراکنش در بارش به‌عنوان عامل مؤثر که سبب افزایش ریسک عملکرد گندم آبی، گندم دیم و جو دیم و عامل افزایش لگاریتم میانگین بیشینه دما سبب کاهش ریسک عملکرد این محصول‌ها شده است. مولایی و همکاران(۱۳۹۶) در پژوهشی به بررسی اثر پارامترهای اقلیمی بر عملکرد و خطرپذیری عملکرد دو محصول گندم و جو دیم با استفاده از تابع عملکرد تصادفی چاست و پاپ در استان آذربایجان غربی پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که میزان بارندگی و میانگین دما تأثیر مثبت و سرعت باد تأثیر منفی بر عملکرد هر دو محصول گندم و جو دیم داشتند همچنین متغیر میانگین دما بر خطرپذیری عملکرد هردو محصول گندم و جو تأثیر منفی داشته و خطرپذیری کاهنده می‌باشد. بارش و میانگین دمای بیشینه تأثیر منفی و میانگین دمای کمینه تأثیر مثبت بر خطرپذیری عملکرد محصول جو دیم دارند. اسدپورکردی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی به بررسی تأثیر بلندمدت و کوتاه‌مدت تغییر متغیرهای آب و هوایی بر عملکرد پنبه آبی پرداخته‌اند. در این پژوهش از داده‌های ترکیبی (پانل) و از روش حداقل مربعات معمولی پویا برای برآورد مدل استفاده شد. نتایج نشان داد که در بلندمدت متغیر دما تا پیش از دمای آستانه بازگشت، تأثیر مثبت و پس از آن تأثیر منفی بر عملکرد پنبه آبی دارد که این دمای آستانه بنابر نتایج و محاسبات ۱۷,۲۹ به‌دست آمده است. نقوی‌پور و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی تاثیر فراوانی روزهای گرد و غباری، رطوبت نسبی و دما بر عارضه خشکیدگی خوشه خرما در نخلستان‌های بم پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که بین عناصر اقلیمی و عارضه خشکیدگی خوشه خرما ارتباط وجود دارد، از بین عناصر آب و هوایی میانگین حداکثر دما ماهانه و حداقل رطوبت نسبی دارای بیشترین همبستگی منفی معنی‌دار با تولید و عملکرد خرما هستند. به طور کلی کاهش رطوبت نسبی و افزایش دما از علل اصلی عارضه خشکیدگی خوشه خرما هستند. سانگ و همکاران(۲۰۲۲) در پژوهشی به بررسی تاثیر تغییر آب و هوا بر بهره‌وری کل عوامل سبز کشاورزی چین پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که بارش، دما و رطوبت تاثیر قابل توجهی بر بهره‌وری کل عوامل کشاورزی سبز دارند. گایو و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی به بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر کارایی تولید محصولات کشاورزی در ۴۳ کشور جهان از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۸ پرداخته‌اند. در این مقاله برای برآورد بهره‌وری کشاورزی با حضور عوامل اقلیمی و بدون حضور عوامل اقلیمی از تحلیل پوششی داده‌ها [1] استفاده شد و مقایسه و تجزیه و تحلیل داده‌ها بین سال‌ها و مناطق انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که عوامل اقلیمی می‌توانند بهره‌وری کشاورزی را بیش از حد برآورد کنند. در کل عوامل اقلیمی بر تولید محصولات کشاورزی در کشورهای جنوب صحرای آفریقا و آمریکای لاتین تأثیر مثبت و در سایر مناطق تأثیر منفی دارند. علاوه بر این، تأثیر تغییر اقلیم بر پیشرفت فنی بیشتر از تأثیر آن بر کارایی فنی است. آرگی و همکاران(۲۰۲۱) به بررسی تأثیر شرایط اقلیمی بر ترکیبات شیمیایی پرتقال در شمال اتیوپی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان داد که عوامل محیطی، موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های خاک به طور قابل توجهی بر ویژگی‌های کیفیت میوه تأثیر دارد. شرایط اقلیمی دوره مهر تا آذر ماه میوه پرتقال شروع به رسیدن می‌کند و ویتامین C و ترکیبات فنلی میوه بهتر می‌شود. زوهانگ و همکاران(۲۰۱۹) به موضوع یافتن زمان کاشت بهینه به‌منظور کاهش خطرات آب‌وهوایی برای تولید جو در شرایط آب‌وهوایی نیمه‌خشک و سرد در چین پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان داد که تغییرات دما تأثیر بیشتری بر تولید محصول نسبت به

1. Data Envelopment Analysis (DEA)

تغییرات بارش دارد و همچنین مشاهده شد که تأخیر در کاشت، دمای هوا و بارندگی تا مرحله گلدهی منجر به افزایش عملکرد شده و کاهش خطرات آب و هوا را باعث شده است. خالد و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی تاثیر موقعیت جغرافیایی و اقلیمی بر کیفیت میوه نارنگی در پنجاب پاکستان پرداخته‌اند. نتایج داده‌های هواشناسی نشان داد که مرکبات با بهترین کیفیت در اقلیم با خشکی نسبی (بارندگی کم)، تابستان گرم و زمستان خنک تولید می‌شود. بارندگی در طول دوره رشد، و کاهش میانگین حداقل دما در زمستان باعث کاهش ضخامت پوست مرکبات می‌شود. متیو و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی به بررسی و ارزیابی شاخص‌های زراعی- اقلیمی برای بهبود پیش‌بینی عملکرد محصول ذرت در آمریکا پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که عملکرد ذرت در مناطق شمال شرقی آمریکا تحت تأثیر تغییرات آب‌وهوایی قرار نمی‌گیرد و در سواحل شرقی، آب‌وهوا بر عملکرد ذرت تاثیر گذار است. مکنین و همکاران (۲۰۱۸) حساسیت گندم اروپایی به آب و هوای سخت را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بارش بیش ازحد، بارش سنگین و تابش‌کم منجر به کاهش شدید عملکرد در یک سری از ارقام اروپایی شد، درحالی‌که تعداد کمی از ارقام کاهش عملکرد در چنین شرایطی را داشته‌اند. پرتقال یک میوه نیمه گرمسیری است. در طول دوره رشد، دما باید از ۱۲/۷۸- ۳۷/۷۸ درجه سانتیگراد متغیر باشد. در خواب زمستانی، محدوده دمایی ایده آل ۱/۶۷ تا ۱۰ درجه سانتیگراد است. سرما و یخبندان‌های شدید نتایج زیان‌بار و ویران کننده‌ای را برای مرکبات دارد، به طوری که در برخی از سال‌ها از جمله طی یخبندان‌های سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۹۲ میلیاردها ریال خسارت به کشاورزان به ویژه باغدارهای مرکبات شمال کشور وارد شده است (هاشم‌پور و همکاران، ۱۳۹۶). درختان ارقام مختلف مرکبات، حساسیت متفاوتی به تنش یخزدگی نشان می‌دهند. عموما وقتی دما به ۱/۷- به مدت ۳۰ دقیقه یا طولانی‌تر کاهش می‌یابد برخی علائم آسیب یخزدگی در درختان مرکبات حساس بروز می‌کند (Young and Harman, 1967). همچنین از آنجایی که عمده برداشت انواع پرتقال در اواخر آذر و اوایل دی ماه است و با توجه به اینکه فصل برداشت مرکبات هنوز ممکن است آغاز نشده باشد و میوه‌ها روی درخت باشند، میزان خسارت محصول افزایش خواهد یافت (هاشم‌پور و همکاران، ۱۳۹۶).

بررسی‌های مطالعات گذشته نشان می‌دهد که دما و بارش از مهم‌ترین عوامل ایجاد ریسک در کشاورزی و دارای بیشترین تاثیر بر روی تولید محصولات کشاورزی از جمله پرتقال هستند. اکثر پژوهش‌های این حوزه به صورت محدود فقط منحصر به بررسی تغییرات اقلیمی در یک منطقه است و پژوهش‌های محدودی علاوه بر بررسی تاثیر عوامل آب و هوایی در یک منطقه به اثرات غیرمستقیم ناشی از سرریزهای فضایی در مناطق مجاور هم پرداخته‌اند. که در این بین به محصولات باغی توجه کمتری شده است. هدف پژوهش حاضر بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم ناشی از سرریزهای فضایی دما و بارش بر روی شدت عملکرد محصول پرتقال در استان‌های بوشهر، خوزستان، مازندران، گیلان، گلستان، سیستان و بلوچستان، فارس، کرمان، هرمزگان و یزد، در طول ۱۵ سال طی دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹در چارچوب اقتصادسنجی فضایی است. این پژوهش علاوه بر تاثیرات مستقیم تغییرات آب و هوایی بر روی عملکرد محصول پرتقال به مطالعه تاثیرات غیرمستقیم آب و هوایی ناشی از سرریزهای فضایی دما و بارش بر روی شدت عملکرد محصول پرتقال در مناطق مجاور می‌پردازد و استفاده از روش اقتصاد سنجی فضایی جنبه نوآوری پژوهش حاضر است.

روش تحقیق

مفهوم وابستگی فضایی بر پایه ماتریس مجاورت بین واحدهای فضایی مطرح شد. ایده همسایگی مبتنی بر مجاورت دلالت بر آن دارد که دو منطقه اگر مرز فیزیکی مشترکی داشته باشند همسایه هستند (Almeida, 2012). اگر رابطه همسایگی وجود داشته باشد، مقدار ۱ تخصیص داده می‌شود و در غیر این

صورت صفر خواهد بود. این مفهوم توسط (Cliff and Ord, 1981) به‌منظور گنجاندن معیار کلی‌تری از وابستگی فضایی بین دو مکان گسترش یافت که منجر به ایجاد ماتریس وزنی شد. همچنین بعداً ماتریس وزن فضایی W توسط (Anselin and Bera, 1988) مطرح شد. ماتریس وزن‌های فضایی یک ماتریس N در N مثبت و متقارن است که برای هر مشاهده (ردیف) آن مکان‌ها بیان می‌شود. (ستون‌ها) که به همسایگی آن تعلق دارند به‌عنوان عناصر غیر صفر تنظیم می‌شوند. wij = 1 زمانی است که i و j همسایه هستند و در غیر این صورت wij = 0 همچنین لازم به ذکر است که عناصر ماتریس وزن غیرتصادفی و برونزا نسبت به مدل هستند. لذا در این پژوهش، ساخت ماتریس وزن‌های فضایی برای اینکه مدل اقتصادسنجی به‌خوبی برازش شوند، ضروری است. معیار ماتریس فضایی بر ایده مجاورت تکیه می‌کند که می‌تواند بر اساس مجاورت یا فاصله جغرافیایی مطابق با یک واحد معین تعریف شود (Almeida, 2012). پس از مشخص شدن ماتریس وزن‌های فضایی، اکنون می‌توان اثرات وابستگی فضایی و ناهمگونی فضایی اندازه‌گیری خودهمبستگی فضایی است. در اصل، این آماره وابستگی بین بردارهای مقادیر مشاهده شده در زمان و میانگین وزنی مقادیر همسایگی یا تأخیرهای فضایی را نشان می‌دهد که به‌صورت انحراف از میانگین بیان می‌شود (Almeida, 2012). این آماره یک معیار کلی از درجه خطی ارتباط فضایی بین متغیر در زمان و میانگین وزنی مقادیر همسایگی یا تأخیر فضایی متغیر مورد نظر را ارائه می‌کند. این مقدار را می‌توان ابتدا در نمودار موران مشاهده کرد که توسط (Anselin, 1996) پیشنهاد شد، مقدار آماره موران نزدیک به صفر نشان دهنده عدم خودهمبستگی فضایی است. یعنی هر چه به مقدار واحد نزدیک‌تر باشد، خودهمبستگی بیشتری خواهد داشت. اگر مقدار ضریب مثبت باشد، خود همبستگی فضایی مثبت را نشان می‌دهد، در مقابل مقدار ضریب منفی نشان دهنده خودهمبستگی فضایی منفی است.

از آنجایی که اکثر متغیرهای به‌صورت خودهمبستگی فضایی یا ناهمگنی فضایی می‌باشند، مدل‌های رگرسیون فضایی مناسب‌تر از مدل‌هایی هستند که خودهمبستگی مکانی را در نظر نمی‌گیرند. به‌عنوان مثال یک مدل غیرفضایی، تنها زمانی به‌عنوان بهترین تخمین‌گر خطی بدون تورش نامیده می‌شود که مفروضات عدم وجود خودهمبستگی برآورده شود. زمانی که یک متغیر وابسته تأخیری معرفی شود، تخمین‌گر OLS[1] ثابت می‌ماند و عبارت خطا هیچ خودهمبستگی را نشان نمی‌دهد. ازاین‌رو، حتی اگر تخمین‌گر دیگر بدون تورش نباشد، همچنان می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای استنتاج استفاده شود (Anselin, 1988). مدل OLS ابتدا برای به دست آوردن تشخیص رگرسیون برای وابستگی فضایی باقیمانده‌ها برازش داده می‌شود، سپس چهار آزمون آماری برای تشخیص وجود این اثر فضایی در مدل‌های خطی توسط (Anselin, 1988) مطرح شد. اولین مدل فضایی مطرح شده، مدل تأخیر فضایی (SLM[2]) است که به‌عنوان مدل خودرگرسیون فضایی (SAR[3]) نیز معروف می‌باشد. وابستگی فضایی در این مدل در قالب یک متغیر وابسته با تأخیر فضایی بیان شده است (Anselin, 2003). مدل SLM به‌صورت رابطه (۱) می‌باشد:

$$y = \rho W y + X\beta + \varepsilon \qquad (۱)$$

ρ بیانگر ضریب خودرگرسیون فضایی است، W نشان‌دهنده یک ماتریس وزن‌های فضایی N×N است، Wy یک بردار (N×1) از مجموع وزنی مکان‌های مجاور y را نشان می‌دهد، و ε بردار عبارات خطا است. بدین ترتیب، این مدل به گونه‌ای مشخص می‌شود که مقدار متغیر وابسته مشاهده شده در یک منطقه معین، با مجموع وزنی مقادیر متغیر وابسته مشاهده شده در ناحیه همسایه (Wy) و مقادیر متغیرهای توضیحی برون زا تعیین می‌شود. (X) به‌طور تصادفی تحت تأثیر یک عبارت خطا (ε) است (Almeida, 2012). در نتیجه، اصطلاح تأخیر فضایی، Wy، با

1. Ordinary least square
2. Spatial Lag Model
3. Spatial Auto Regression

جملات اخلال ارتباط دارد، در نتیجه اصطلاح تأخیر مکانی تأخیر به‌عنوان یک متغیر درون زا در نظر گرفته شود و این مدل با استفاده از روش OLS قابل تخمین نیست(Anselin 2003) . لذا روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM[4]) توسط Kelejian and Prucha, 2010)) ارائه شد که برای مقابله با اثر فضایی استفاده می‌شود و رابطه (۱) را می‌توان به‌صورت رابطه (۲) بازنویسی نمود:

$$y = (I - \rho W)^{-1} X\beta + (I - \rho W)^{-1} \varepsilon \quad (۲)$$

مدل خطای فضایی (SEM)[5] برای وابستگی فضایی در جملات اخلال تعریف می‌شود و می‌توان به‌صورت رابطه (۳) بازنویسی نمود:

$$y = X\beta + \varepsilon \; with \; \varepsilon = \lambda W\varepsilon + \mathrm{u} \quad (۳)$$

λ نشان دهنده ضریب تأخیرفضایی عبارت خطا است (Almeida, 2012). وابستگی فضایی در این مدل در عبارت جمله خطا است. (Almeida, 2012) مطرح می‌کند که خطاهای مرتبط با هر مشاهده نشان دهنده میانگین وزنی خطاها در مکان‌های همسایه به اضافه یک جزء خطای تصادفی است. بنابراین، مفروضات خطاهای نامرتبط و یا مفروضات همسانی واریانس (واریانس ثابت) برآورده نمی‌شوند و تخمین OLS ویژگی‌های بهینه خود را از دست می‌دهد. لازم است از برآوردگر دیگری استفاده شود و در نهایت (Kelejian and Prucha, 1998) مدل‌هایی را مطرح کردند که هم اثرات متقابل متغیرهای درون‌زا و هم اثرات متقابل جملات خطا را در بر داشت. مدل (SAC)[6] هر دو فرضیه مدل‌های ارائه شده در بالا را دارد و به‌صورت رابطه (۴) است:

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \; with \; \varepsilon = \lambda M\varepsilon + u \quad (۴)$$

ماتریس‌های وزن فضایی W (N×N) و M غیر تصادفی هستند و ممکن است متفاوت یا مساوی باشند. برای جلوگیری از رفتار ناپایدار، محدودیت‌های موجود در پارامترهای فضایی بایستی این گونه باشد که $|\rho| < 1$ و $|\lambda| < 1$. یک مدل مناسب‌تر برای تخمین درست رگرسیون درنظر گرفته می‌شود که هر دو اثر فضایی را در برداشته باشد (Kelejian and Prucha, 2010).

محدوده مورد مطالعه و نقشه مناطق: با توجه به هدف اصلی مقاله یعنی تاثیر عوامل اقلیمی بر متوسط تولید محصول پرتقال در ایران بنابراین به منظور ارائه شناخت اولیه از منطقه مورد مطالعه طبقه بندی مبتنی بر مطالعات پیشین (مسعودیان ۱۳۸۶) ارائه داده شده است. جدول شماره ۱بیانگر جزییات بیشتر و شکل۱ در خصوص پراکندگی مکانی این نواحی می‌باشد.

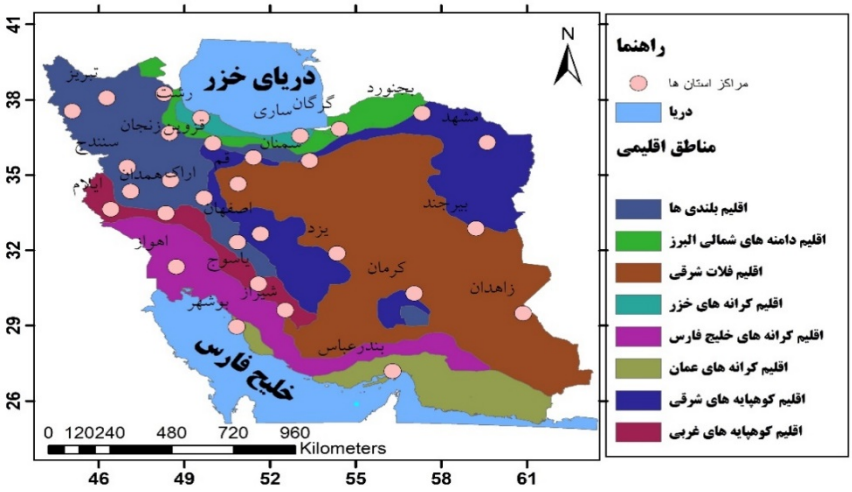
به منظور بررسی اثر فاکتورهای اقلیمی، مبتنی بر طبقه بندی اقلیمی بالا مرکز هر استان مد نظر قرار گرفته شد و ایستگاه سینوپتیک مرکز استان‌ها به عنوان نماینده هر پهنه اقلیمی قرار گرفت. داده های هواشناسی مذکور از سازمان هواشناسی کشور شامل متغیرهای دما، بارش در مقیاس سالیانه طی دوره آماری ۱۳۹۹-۱۳۸۵ تهیه گردید. این پژوهش در سطح کشور و در ۱۰ استان دارای بیشترین میزان تولید پرتقال انجام می‌شود. در نتیجه قلمرو مکانی این پژوهش شامل داده‌های تولید پرتقال و متغیرهای هواشناسی دما و بارش در ده استان بوشهر، خوزستان، مازندران، سیستان و بلوچستان، فارس، کرمان، گیلان، گلستان، هرمزگان و یزد می‌باشد. داده‌های هواشناسی شامل متغیرهای دما، بارش در مقیاس سالیانه طی دوره آماری ۱۳۹۹-۱۳۸۵ تهیه گردید. داده‌های مربوط به تولید پرتقال نیز از آمار نامه های وزارت جهادکشاورزی اخذ گردید. مدل استفاده شده در این پژوهش برای بررسی اثر عوامل اقلیمی بر عملکرد تولید محصول پرتقال در ایران، رگرسیون زیر برآورد شده است:

$$LnAP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 LnRain\text{-}Fall_{it} + \alpha_2 LnT_{it} + \alpha_3 Ln\ Are\text{-}Cul_{it} + \alpha_4 Ln\ MaT_{it} + \alpha_5 Ln\ MiT_{it} + \varepsilon i \quad (۱)$$

به طوری که AP_{it} میزان تولید متوسط استان i در زمان t می‌باشد. این متغیر نشان دهنده میزان عملکرد محصول است. $Rain\text{-}fall_{it}$ نشان دهنده میزان بارش سالانه استان i در زمان t می‌باشد. T_{it} بیانگر متوسط دمای سالانه استان i در زمان t می‌باشد. $Are\text{-}Cul_{it}$ میزان سطح زیر

4. Generalized method of moments
5. Spatial Error Model
6. Spatial auto correlation

کشت سالانه در استان i در زمان t را نشان می‌دهد. MaT_{it} متوسط حداکثر دما سالانه در استان i در زمان t را نشان می‌دهد. MiT_{it} بیانگر متوسط حداقل دما سالانه در استان i در زمان t است.



شکل ۱: پراکندگی مناطق اقلیمی کشور

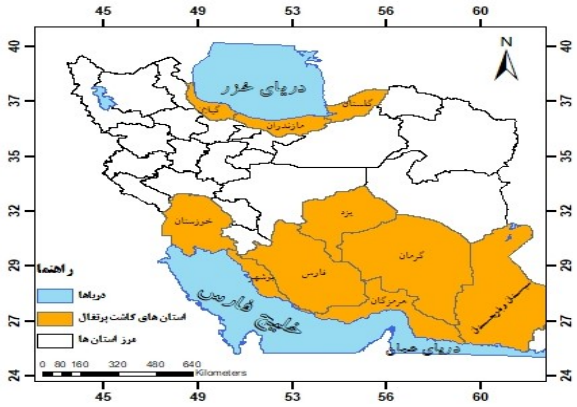
جدول ۱: ویژگی‌های مناطق اقلیمی مختلف (مسعودیان ۱۳۸۶)

دما	بارش	ویژگی های اقلیمی	مساحت	پهنه بندی	شماره
۱۲	۳۷۶	سرد، بارشمند، خشک	۱۵/۲	اقلیم بلندی ها	۱
۱۶	۵۴۴	معتدل، بارشمند، خشک	۴/۵	اقلیم کوهپایه های غربی	۲
۲۴	۳۴۳	بسیار گرم، بارشمند، مرطوب	۱۰/۵	اقلیم کرانه های خلیج فارس	۳
۱۴	۴۸۲	معتدل، بارشمند، مرطوب	۳/۸	اقلیم دامنه های شمالی البرز	۴
۱۵	۱۰۳۶	معتدل، پربارش، مرطوب	۱/۵	اقلیم کرانه های خزر	۵
۱۵	۲۰۵	معتدل، کم بارش، خشک	۱۷/۱	اقلیم کوهپایه های شرقی	۶
۲۰	۱۳۳	گرم، بسیار کم بارش، خشک	۳۹/۷	اقلیم فلات شرقی	۷
۲۶	۱۵۸	بسیار گرم، کم بارش، بسیار مرطوب	۷/۷	اقلیم کرانه های عمان	۸

ماخذ: مسعودیان ۱۳۸۶

نتایج و بحث

پراکندگی مناطق کاشت پرتقال در ایران در استان‌های مورد بررسی در شکل (۲) مشاهده می‌شود که در نقشه با رنگ نارنجی مشخص شده است. استان‌های مورد بررسی کشت پرتقال شامل بوشهر، خوزستان، مازندران، سیستان و بلوچستان، فارس، کرمان، گیلان، گلستان، هرمزگان و یزد می‌باشد.



شکل ۲: پراکندگی مناطق کاشت پرتقال کشور

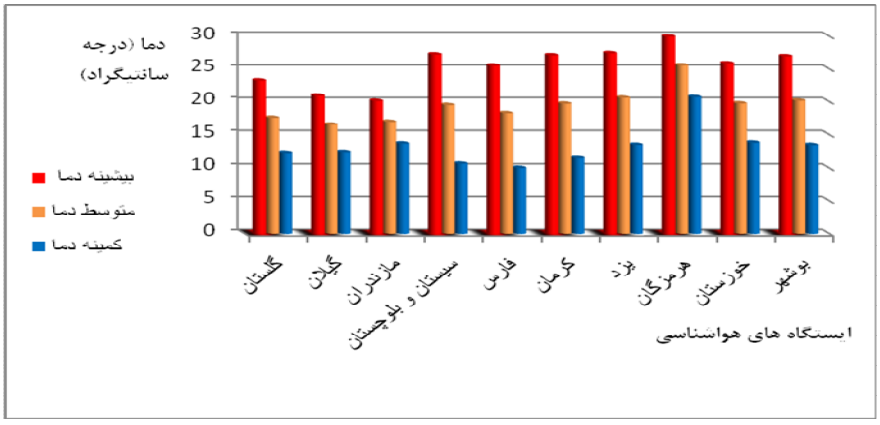
بر اساس نتایج جدول(۲)، آمار تولید پرتقال در استان مازندران ۲۰۸۸۰۹۲ بر حسب تن است که بالاترین آمار در استان‌های ایران را دارد و بعد از آن استانهای کرمان، فارس و گیلان بیشترین میزان تولید ایران را در سال ۱۳۹۹ داشته‌اند. کمترین میزان تولید مربوط به استان یزد است. استان مازندران با ۸۴۶۲۱ در هکتار بیشترین میزان سطح کشت را در ۱۰ استان مورد بررسی کشور دارد و بعد از آن استانهای کرمان، فارس و گیلان بیشترین میزان سطح زیر کشت کشور را دارا می‌باشد. استان گیلان بیشترین عملکرد در هکتار به میزان ۱۶۵۸۴۷ داراست و بعد از آن استانهای مازندران و گلستان به ترتیب ۲۵۹۸۲ و ۱۹۸۶۰ تولید در هکتار را در سال ۱۳۹۹ داشته است.

جدول۲: سطح زیرکشت، تولید و عملکرد پرتقال به تفکیک استان در سال ۱۳۹۹

استان	تولید کل (ton)	سطح زیرکشت (h^2)	تولید در هکتار (kg/h^2)
گلستان	۹۱۹۳۸	۴۶۲۹	۱۹۸۶۰
گیلان	۱۶۵۸۴۷	۹۰۹۳	۱۶۵۸۴۷
مازندران	۲۰۸۸۰۹۲	۸۴۶۲۱	۲۵۹۸۲
سیستان و بلوچستان	۱۰۴۲۳	۶۶۷	۱۵۶۳۲
فارس	۳۱۵۴۹۰	۱۸۷۷۲	۱۶۸۰۶
کرمان	۵۳۱۶۸۸	۲۷۶۸۸	۱۷۹۹۸
یزد	۱۳	۲	۸۵۹۳
هرمزگان	۱۲۶۶۱۵	۷۲۰۱	۱۷۵۸۳
خوزستان	۴۳۶۶۵	۳۱۲۸	۱۳۹۶۰
بوشهر	۵۱۲۳	۳۶۳	۱۴۱۰۱

منبع: آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۹

متغیرهای دما و بارش از مهم‌ترین داده‌های هواشناسی که دارای تاثیرات مستقیم و غیرمستقیم زیادی بر عملکرد محصولات کشاورزی دارد. علاوه بر آن متغیرهای حداکثر و حداقل دما دارای اثرات متفاوتی و گاهاً متضادی بر عملکرد محصولات کشاورزی دارند که برحسب نوع محصول متفاوت است. با توجه به وسعت زیاد محدوده پژوهش که شامل ۱۰ استان و دربرگیرنده اقلیم‌های متفاوت است. که در این بین استان‌های سیستان و بلوچستان دارای بیشترین متوسط پراکندگی دمایی در دوره ۱۵ ساله است. استان‌های هرمزگان و فارس به ترتیب با ۳۰ و ۱۰ درجه سانتیگراد دارای حداکثر و حداقل دمای متوسط در دوره ۱۵ ساله (۱۳۸۵-۱۳۹۹) هستند (شکل ۳).



شکل ۳: متوسط داده‌های هواشناسی در استان‌های کاشت پرتقال کشور

جدول ۳: آزمون ریشه واحد (LLC)

متغیر	آماره	احتمال	نتیجه مانایی
AP	-۲/۷۹۵۱	۰/۰۰۲۶	مانا در سطح
Are-Cul	-۲/۴۵۱۹	۰/۰۰۷۱	مانا در سطح
T	-۴۷/۷۰۷۵	۰/۰۰۰۰	مانا در سطح
MaT	-۳۸/۲۳۰۱	۰/۰۰۰۰	مانا در سطح
MiT	-۵۳/۲۲۴	۰/۰۰۰۰	مانا در سطح
Rain-Fall	-۳/۳۰	۰/۰۰۰۵	مانا در سطح

در ابتدا آزمون پایایی برای داده‌های پژوهش صورت گرفت. در این پژوهش از آزمون لین، لوین، چو (LLC) برای بررسی مانایی متغیرها و برای اطمینان حاصل کردن از نبود رگرسیون کاذب استفاده می‌گردد. نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد تمامی متغیرها در سطح مانا (پایا) هستند.

در نتیجه میانگین و واریانس در طول زمان ثابت است. مقدار کوواریانس بین دو دوره زمانی یا وقفه بین دو دوره بستگی داشته و ارتباطی با زمان واقعی محاسبه ندارد. برای بررسی و تشخیص همبستگی مکانی در اجزای اخلال از آزمون موران استفاده شده است. نتایج جدول ۳ نشان‌دهنده وابستگی و همبستگی فضایی در اجزای اخلال است. در این پژوهش از سه آزمون وابستگی فضایی Moran MI، Geary GC، Getis - Ords GO استفاده شده است. نتایج آزمون موران نشان دهنده وابستگی فضایی میان اجزای اخلال است.

جدول ۴: آزمون تشخیص خود همبستگی فضایی

آزمون	آماره	احتمال
GLOBAL Moran MI	-۲/۷۶۸	۰/۰۰۵۶
GLOBAL Geary GC	۲/۹۶۴	۰/۰۰۳۰
GLOBAL Getis - Ords GO	۲/۷۶۸	۰/۰۰۵۶
هاسمن فضایی	۱۴/۸۴	۰/۲۵۰۵

نتایج جدول ۳ نشان‌دهنده کارایی بیشتری روش اثرات ثابت برای برآورد است. درصورتی‌که در آزمون هاسمن فضایی سطح احتمال به‌دست‌آمده ازلحاظ آماری کمتر از ۰/۰۵ باشد، روش اثرات ثابت دارای کارایی بیشتری برای برآورد مدل پانل فضایی نسبت به روش اثرات تصادفی است.

آزمون والد بر اساس مدل خطا فضایی و وقفه فضایی برای انتخاب بهترین مدل فضایی از بین مدل‌های خودرگرسیون فضایی (SAR)، مدل تلفیقی خطای فضایی و وقفه فضایی (SAC)، مدل خطا فضایی (SEM) و مدل دوربین فضایی (SDM)، استفاده شد. فرضیه اول مبتنی بر آن است که می‌توان مدل عمومی‌تر مدل دوربین فضایی را به مدل خود رگرسیون فضایی ساده ترجیح داد. فرضیه دوم دلالت بر آن دارد که می‌توان مدل دوربین فضایی را به مدل خطا فضایی تقلیل داد. همچنین در صورت رد شدن همزمان هر دو فرضیه، مدل دوربین فضایی برازش بهتری دارد.

جدول ۵: نتایج آزمون تعیین بهترین مدل فضایی

آزمون	معیار	اندازه معیار	نتیجه
وجود خطا فضایی	x^2(۴)	۶/۰۴	عدم وجود خطا فضایی
	x^2 > مقدار احتمال خطا	۰/۳۰۲۲	
وجود وقفه فضایی	x^2(۴)	۵/۳۶	عدم وجود وقفه فضایی
	x^2 > مقدار احتمال خطا	۰/۳۷	

با توجه به نتایج جدول ۴ احتمال کمتر از ۰/۰۵ است هر دو فرضیه اول و دوم رد می‌شود در نتیجه مدل دوربین فضایی (SDM) انتخاب می‌شوددر واقع یکی از بزرگ‌ترین خصوصیات الگوهای دوربین فضایی (SDM) نسبت به سایر الگوهای فضایی مانند الگوی وقفه فضایی (SAR) و خطای فضایی (SEM) اهمیت ویژه‌ای است که این الگوها به اثرات سرریزهای فضایی می‌دهند، بنابراین همین عامل باعث شده است که در مطالعات تجربی بیشترین استفاده از این الگوها صورت گیرد.

جدول ۶: نتایج برآورد مدل‌های دوربین مکانی (SDM)، خطا مکانی (SEM)، مکانی عمومی (SAC) و مدل مختلط رگرسیون-خود رگرسیون (SAR) با اثرات ثابت

متغیرها	SDM	احتمال	SAR	احتمال	SEM	احتمال	SAC	احتمال
Are-Cul	۲/۳۵	۰/۰۱۹***	۳/۰۳	۰/۰۰۲***	۳/۲۷	۰/۰۰۱***	۳/۴۶	۰/۰۰۱***
T	۲/۹۸	۰/۰۰۳***	۴/۰۱	۰/۰۰۰***	۴/۰۷	۰/۰۰۰***	۳/۲۸	۰/۰۰۱***
MaT	-۳/۱۳	۰/۰۰۲***	-۴/۰۱	۰/۰۰۰***	-۴/۰۳	۰/۰۰۰***	-۳/۱۴	۰/۰۰۲***
MiT	-۲/۳۷	۰/۰۱۸***	-۳/۷۸	۰/۰۰۰***	-۳/۸۷	۰/۰۰۰***	-۳/۱۲	۰/۰۰۲***
Rain-Fall	۴/۰۱	۰/۰۰۰***	۵/۵۴	۰/۰۰۰***	۴/۵۱	۰/۰۰۰***	۵/۴۲	۰/۰۰۰***
W* Are-Cul	۱/۶۴	۰/۱۰۰*	-	-	-	-	-	-
W* T	-۱/۶۸	۰/۰۹۳*	-	-	-	-	-	-
W* MaT	۱/۱۹	۰/۲۳۵	-	-	-	-	-	-
W* MiT	۲/۸۹	۰/۰۰۴***	-	-	-	-	-	-
W* Rain-Fall	-۱/۴۲	۰/۱۵۷	-	-	-	-	-	-
λ	-	-	-	-	-	-	-۱/۱۳	۰/۲۶۱
ρ	-۶/۳۹	۰/۰۰۰***	-۲/۹۴	۰/۰۰۳***	-	-	-۳/۰۶	۰/۰۰۲***
Sigma	۱۴/۸۲	۰/۰۰۰***	۱۶/۰۶	۰/۰۰۰***	۱۶/۱۲	۰/۰۰۰***	۱۵/۶۹	۰/۰۰۰***

*، **، ***به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱۰ ، ۵ و ۱ درصد

جدول ۵ نشان‌دهنده نتایج به‌دست‌آمده از مدل دوربین فضایی (SDM) و اثر سرریزهای فضایی (با روش پانل فضایی) بر متوسط عملکرد پرتقال ایران است. این نتایج حاکی از این است که متوسط باران سالانه بر متوسط عملکرد پرتقال ایران دارای اثری مثبت و معنی‌داری به میزان ۴/۰۱ است. با پژوهش (Ramos et al., 2023) همخوانی دارد. پرتقال اغلب در مناطقی که بین ۱۰۰-۱۵۰ سانتی متر باران می بارد رشد می کند. در آب و هوای مرطوب میوه ها فاقد آب میوه هستند و معمولاً بسیار ترش هستند. آب و هوای عموماً خشک باعث ایجاد رنگ شدیدتر در پوست پرتقال نسبت به مناطق مرطوب می شود. موفقیت در کشت پرتقال تا حد زیادی به انتخاب ارقام متحمل به شرایط آب و هوایی که در آن قرار است رشد کنند بستگی دارد (Morton, 1987). متوسط دمای سالانه دارای اثر مثبت و معنی‌داری بر متوسط عملکرد پرتقال ایران به میزان ۲/۹۸ است. پرتقال یک میوه نیمه گرمسیری است. در طول دوره رشد، دما باید از

۱۲/۷۸-۳۷/۷۸ درجه سانتیگراد متغیر باشد. در خواب زمستانی، محدوده دمایی ایده آل ۱/۶۷ تا ۱۰ درجه سانتیگراد است. تاثیر متغیر سطح زیر کشت بر متوسط عملکرد پرتقال ایران مثبت و معنی‌داری به میزان ۲/۳۵ است. که با پژوهش (علی احمد و همکاران، ۱۳۹۹) همخوانی دارد. حداکثر دما سالانه بر متوسط عملکرد پرتقال ایران دارای اثر منفی و معنی‌داری به میزان ۳/۱۲- است. که با نتایج (aregay et al., 2021) مطابقت دارد. اثر متغیر حداقل دما سالانه بر متوسط عملکرد پرتقال ایران منفی و معنی‌داری به میزان ۲/۳۷- است. با پژوهش (Morton, 1987) همخوانی دارد. میوه‌ها در اثر انجماد ۱/۱۱- تا ۳/۳۳- درجه سانتیگراد آسیب می بینند. درختان جوان ممکن است در اثر یخبندان های کوتاه هم کاملاً از بین بروند. با این حال، سختی با رقم و پایه متفاوت است، درختان پرتقال نهال در سن باروری نسبت به ارقام جوانه دار می‌توانند سرمای بیشتری را تحمل کنند. سرمای طولانی مدت مضرتر از دوره‌های کوتاه دماهای انجماد است. تلاش‌های زیادی برای محافظت از درختان پرتقال در برابر سرمای زمستان صورت گرفته است که اگر قبل از آن یا همراه با خشکسالی باشد، بیشترین آسیب را به همراه دارد (Morton, 1987). بارندگی سالانه مطلوب ۱۲/۵-۵۰ سانتی متر متغیر است. علاوه بر آن تاثیر سرریزهای فضایی متوسط باران سالانه بر عملکرد پرتقال منفی (به لحاظ آماری بی‌معنی) به میزان ۱/۴۲ دارد. سطح زیر کشت دارای سرریزهای فضایی مثبت بر عملکرد پرتقال به میزان ۱/۶۴ است. سرریزهای فضایی متوسط دمای سالانه بر عملکرد پرتقال دارای اثر منفی به میزان ۱/۶۸ دارد. همچنین سرریزهای فضایی حداکثر دما سالانه بر عملکرد پرتقال اثر مثبت (به لحاظ آماری بی‌معنی) به میزان ۱/۱۹ دارد. اثر سرریزهای فضایی حداقل دما سالانه بر عملکرد پرتقال اثر مثبت به میزان ۲/۸۹ است. نکته قابل توجه در پژوهش حاضر تفاوت میان تاثیرات فضایی متغیرها اقلیمی بر عملکرد پرتقال و اثر سرریزهای فضایی متغیرها اقلیمی بر عملکرد پرتقال است. اگرچه که اثرات مستقیم و غیرمستقیم مربوط به متغیر سطح زیر کشت هم جهت و دارای اثری مثبت بر عملکرد محصول پرتقال ایران هستند. اما درخصوص سایر عوامل این گونه نیست. اگرچه متغیرهای متوسط باران سالانه و متوسط دما سالانه به صورت مستقیم دارای اثراتی مثبت هستند اما اثرات غیرمستقیم (اثر سرریزهای فضایی) که متاثر از شرایط اقلیمی استان های همجوار است دارای تاثیر منفی بر تولید محصول پرتقال ایران هستند. همچنین متغیرهای حداقل دما سالانه و حداکثر دما سالانه در ابتدا به‌صورت مستقیم دارای اثراتی منفی هستند اما اثرات غیرمستقیم (اثر سرریزهای فضایی) که متاثر از شرایط اقلیمی استان های همجوار است دارای تاثیر مثبت بر تولید محصول پرتقال ایران هستند که بسیار حائز اهمیت است. پارامتر ρ نشان‌دهنده تأثیر مجاورت است؛ که علاوه بر مدل دوربین مکانی (SDM) در مدل مکانی عمومی (SAC) و مدل مختلط رگرسیون- خود رگرسیون (SAR) دارای علامت منفی است و نشان‌دهنده تأثیر منفی مجاورت است که در این پژوهش مبنای اصلی تصمیم‌گیری مدل دروبین مکانی (SDM) بوده است.

نتیجه گیری

در حال حاضر کشاورزی یکی از مهمترین بخش‌های اقتصادی به شمار می‌رود. بازده تولید محصولات کشاورزی تا حدود زیادی با شرایط اقلیم در ارتباط می‌باشد. بررسی اثرات شرایط اقلیم بر بازده تولید محصولات کشاورزی می‌تواند کمک موثری کند. وابستگی کشاورزی و به‌طور عمده تولید مواد غذایی به تغییرپذیری‌های آب و هوایی بسبار زیاد است چرا که گرمای بیش ازحد و یا آب ناکافی می‌تواند رشد گیاه و تولید محصول را قطع و باعث کاهش بازدهی و همچنین سیل و خشکسالی نیز می‌تواند باعث از بین رفتن گیاه و یا محصول آن در زمان برداشت شود. بنابراین، بخش کشاورزی هم از نظر اقتصادی و هم از نظر فیزیکی از تغییر عامل‌های آب و هوایی همچون دمای محیط و بارش آسیب‌پذیر است و تغییر در الگو این دو متغیر می‌تواند عملکرد محصول را در طول

زمان برداشت کاهش دهد. نتایج نشان می‌دهد که رابطه معنی‌داری بین متغیرهای اقلیمی و عملکرد محصول پرتقال در ایران وجود دارد. نتایج آزمون وابستگی فضایی موران نشان‌دهنده همبستگی فضایی بالا بین استان‌های مورد پژوهش بود. خود همبستگی فضایی معنی‌دار شد و نشان داد که سرریزهای فضایی، مربوط به عوامل اقلیمی، بین استان‌های یک ویژگی مهم در تحلیل رابطه بین متغیر های اقلیمی و تولید محصول پرتقال در ایران است. با توجه به اینکه اثرات مستقیم دارای تاثیر بزرگتر از اثرات غیرمستقیم است و بیانگر آن است که اثرات تغییرات اقلیمی داخلی استان‌ها بزرگتر از اثرات سرریزهای فضایی استان‌ها همسایه است. اثرات فضایی منفی گاهی اوقات به عنوان پیامد تغییرات اقلیم محیط زیست تفسیر می‌شوند، نتایج برآورد مدل دوربین فضایی نشان داد که این ضریب تاثیر مجاورت منفی است که بیانگر تأثیر منفی مجاورت استان‌ها مورد پژوهش بر تولید محصول پرتقال در ایران است. علاوه بر این یکی از نقاط عطف پژوهش تفاوت میان اثرات مستقیم و اثرات غیرمستقیم ناشی از سرریزهای فضایی در سه پارامتر متوسط دما، حداقل دما و حداکثر دما است. که نشان دهنده این مهم است که اگرچه پارامتر حداقل دما و حداکثر دما دارای تاثیر منفی بر عملکرد محصول پرتقال در یک استان باشند اما باعث افزایش عملکرد در سایر استان‌ها می‌شود. این موضوع در مورد پارامتر متوسط دما هم صادق است. پارامتر متوسط دما که باعث افزایش عملکرد پرتقال در یک استان می‌شود اما دارای تاثیر منفی بر عملکرد محصول در سایر استان ها است، این تضاد در اثرات مستقیم در یک استان و غیرمستقیم در استان‌های مجاور با نتایج (دهواری و همکاران، ۱۴۰۰) همخوانی دارد. افزون بر عوامل اقلیمی، افزایش سطح کشت در اراضی کشت پرتقال در کشور سبب افزایش عملکرد محصول پرتقال در واحد سطح می‌شود که با پژوهش (علی احمد و همکاران، ۱۳۹۹) همخوانی دارد. بنابراین، استفاده از سیاست یکپارچه سازی باغات پرتقال در کشور توصیه می‌شود. با توجه به تغییرات ناگهانی دما و بارش در مناطق مورد مطالعه به‌منظور کاهش ریسک و کاهش خسارات احتمالی ناشی از تغییر اقلیم به کشاورزان منطقه توصیه می‌شود که باغ و محصول خود را بیمه نمایند تا از زیان‌های احتمالی را کاهش دهند.

منابع

۱. اسدپور کردی، مریم، امیرنژاد، حمید و مجاوریان، سید مجتبی. ۱۳۹۵. بررسی تاثیر بلندمدت و کوتاه مدت تغییر متغیرهای آب و هوایی بر عملکرد پنبه آبی. اقتصاد کشاورزی، ۱۰(۲),۱۱۱-۱۱۹.

۲. جنت‌صادقی مظاهر.، شاهنوشی‌فروشان ناصر.، دانشور-کاخکی محمود .، دوراندیش آرش.، محمدی حسین. ۱۳۹۷. بررسی عامل‌های مؤثر بر عملکرد محصول‌های راهبردی کشاورزی (گندم و جو) در استان خراسان رضوی، اقتصاد کشاورزی، ۳۸(۱۲)، ۱۱۱-۱۳۴. .

۳. دهواری، رضا، هاشمی تبار، محمود، دادرس مقدم، امیر. ۱۴۰۰. تأثیر متغیرهای اقلیمی بر شدت ریسک سیستماتیک عملکرد خرمای ایران (با رهیافت پانل پویای مکانی)، نشریه محیط زیست طبیعی، ۷۴(۴)، ۸۴۱-۸۵۴.

۴. سلامی حبیب. اله.، .نعمتی، مهدی. ۱۳۹۲. بررسی ریسک سیستماتیک عملکرد و عوامل موثر بر شدت آن در محصول سیب در ایران: کاربرد الگوهای اتورگرسیو فضایی، اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۷ (۴)، ۲۸۸-۲۹۹.

۵. علی احمدی، ندا، هاشمی تبار، محمود، حسینی، سید مهدی. ۱۳۹۹. ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر تولید محصولات باغی با رویکرد تولید تصادفی مورد پژوهی : محصول خرما. فصلنامه علمی -پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۱۲(۴۸), ۵۶-۸۲.

۶. کریمی فرد ساناز، مقدسی رضا، یزدانی سعید، محمدی نژاد امیر، ۱۳۹۷. بررسی تأثیر متغیرهای اقلیمی بر عملکرد محصولات کشاورزی در ایران (مطالعه موردی: استان خوزستان)، اقتصاد کشاورزی، (۲) ۲۱ ۹۱-۱۰۹.

۷. مولایی مرتضی، صادقی منصوره جوانبخت عذرا، ۱۳۹۶، اثر پارامترهای اقلیمی بر عملکرد و خطرپذیری عملکرد دو محصول گندم و جو دیم در استان آذربایجان غربی. مجله کشاورزی و بوم‌شناختی.

۸. نقوی‌پور علی.، ۱۳۹۵. تاثیر فراوانی روزهای گرد و غباری، رطوبت نسبی و دما بر عارضه خشکیدگی خوشه خرما در نخلستان‌های بم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا طبیعی گرایش اقلیم شناسی کاربردی دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۹. وزارت جهاد کشاورزی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات، آمارنامه محصولات کشاورزی و دامی، محصولات زراعی و باغی، ۱۳۹۹ قابل دسترسی در www.maj.ir

۱۰. هاشم‌پور ابوذر، تاجور، یحیی، عبادی، هرمز، شیخ اشکوری، علیرضا، فتاحی مقدم، جواد، فقیه نصیری، مازیار، گل محمدی، مرتضی. ۱۳۹۶. گزارش علمی فنی بررسی آسیب سرما و یخزدگی در مرکبات و کیوی استان مازندران (آذرماه ۱۳۹۶).

11. Ahmad, J., Alam, D., and Haseen, M.S. 2011. Impact of climate change on agriculture and food security in India. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology, 4(2), 129-137.
12. Almeida, E. 2012. Econometria espacial. Campinas. 351 pp.
13. Anselin, L. 2003. Spatial externalities, spatial multipliers, and spatial econometrics. International regional science review, 26(2), 153-166Anselin, L. 1988. Spatial econometrics: methods and models (Vol. 4). Springer Science & Business Media. 255 pp.
14. Anselin, L. 1996. The Moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. Spatial analytical perspectives on GIS. Taylor and Francis, London. 268 pp.
15. Anselin, L., and Bera, A. K. 1998. Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics. Statistics textbooks and monographs, 155, 237-290 pp.
16. Aregay, N., Belew, D., Zenebe, A., Grima, A., Haile, M., & Gebresamuel, G. 2021. Influences of rootstock and agro-climatic condition on physico-chemical and bioactive compounds of Gunda Gundo orange (Citrus sinensis L. Osbeck) in the Northern Ethiopia. Horticultural Plant Journal, 7(6), 509-519.
17. Cliff, A. D., & Ord, J. K. 1981. Spatial Processes: Models & Applications. London, Pion Limited. CliffSpatial Processes: Models & Applications1981. 346 pp.
18. Dube, T., Moyo, P., Ncube, M., & Nyathi, D. 2016. The impact of climate change on agro-ecological based livelihoods in Africa: A review. Dube T, Moyo P, Mpofu M, Nyathi D, The impact of climate change on agro-ecological based livelihoods in Africa: A review, Journal of Sustainable Development, 9(1), 256-267 pp.
19. FAO, 2008. An introduction to the basic concepts of food security. Food security information for action. Practical guides.
20. Guo, H., Xia, Y., Jin, J., & Pan, C. 2022. The impact of climate change on the efficiency of agricultural production in the world's main agricultural regions. Environmental Impact Assessment Review, 97, 106891.
21. Khalid, M.S., Malik, A.U., Khan, A.S., Saleem, B.A., Amin, M., Malik, O.H., Khalid, S. and Rehman, A., 2018. Geographical location and agro-ecological conditions influence kinnow mandarin (Citrus nobilis× Citrus deliciosa) fruit quality. Int. J. Agric. Biol, 20, pp.647-654.
22. Kelejian, H. H., & Prucha, I. R. 2010. Specification and estimation of spatial autoregressive models with autoregressive and heteroskedastic disturbances. Journal of econometrics, 157(1), 53-67 pp.
23. Malhi, G. S., Kaur, M., and Kaushik, P. (2021). Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A review. Sustainability, 13(3), 1318.
24. Mathieu, J. A., Aires, F. 2018. Assessment of the agro-climatic indices to improve crop yield forecasting Agricultural and Forest Meteorology 253, 15-30 pp.
25. Meinshausen, M., Lewis, J., McGlade, C., Gütschow, J., Nicholls, Z., Burdon, R., ... & Hackmann, B. Realization of Paris Agreement pledges may limit warming just below 2 C. Nature, 604(7905), 304-309.
26. Morton, Julia.1987. "Jackfruit." Fruits of warm climates: 58-64 pp.

27. Mäkinen, H., Kaseva, J., Trnka, M., Balek, J., Kersebaum, K.C., Nendel, C., Gobin, A., Olesen, J.E., Bindi, M., Ferrise, R., Moriondo, M., Rodríguez, A., Ruiz-Ramos, M., Takáčl, J., Bezákl, P., Ventrella, D., Ruget, F., Capellades, G., Kahiluoto, H. 2018. Sensitivity of European wheat to extreme, Weather Field Crops Research 222, 209-217 pp.
28. Ramos, T.B., Darouich, H., Oliveira, A.R., Farzamian, M., Monteiro, T., Castanheira, N., Paz, A., Alexandre, C., Gonçalves, M.C. and Pereira, L.S., 2023. Water use, soil water balance and soil salinization risks of Mediterranean tree orchards in southern Portugal under current climate variability: Issues for salinity control and irrigation management. Agricultural Water Management, 283, p.108319.
29. Ray, D.K., Gerber, J.S., MacDonald, G.K., & West, P.C. 2015. Climate variation explains a third of global crop yield variability. Nature communications, 6(1), 5989.
30. Sikder, R., and Xiaoying, J. 2014. Climate change impact and agriculture of Bangladesh. Journal of Environment and Earth Science, 4(1), 35-40 pp.
31. Song, Y., Zhang, B., Wang, J., and Kwek, K. 2022. The impact of climate change on China's agricultural green total factor productivity. Technological Forecasting and Social Change, 185, (12), 2054 pp.
32. Young F.D and Harman W.E. 1967. Protecting the citrus orchard against frost. In: Batchelor L. D and Webber H. J. 1967. The Citrus Industry 2nd edn. University of California Press.
33. Zhanga, Y., Zhanga, L., Yangb, N., Huthc, N., Wangd, E., van der Werfe, W., Jochem B., Everse, Wanga, Q., Zhanga, D., Wanga, R., Gaof, H., Antene, N. 2019. Optimized sowing time windows mitigate climate risks for oats production under cool semi-arid growing conditions Agricultural and Forest Meteorology 266, 184-197 pp.