



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

رضا دهواری^۱، مهدی صفدری^۲، امیردادرس مقدم^{۳*}

^۱دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

^۲دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

^۳آستادیار 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 تأثیر تغییرات اقلیمی بر تولید محصولات کشاورزی برای اتخاذ تصمیمات پیشگیرانه جهت بهبود تولید کشاورزی بسیار مهم است. هدف پژوهش حاضر بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم ناشی از سرریزهای فضایی تغییرات آب و هوایی بر تولید محصول پرتقال در ۱۰ استان ایران، طی دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۹ است. داده‌های مورد استفاده از وزارت کشاورزی و سازمان هواشناسی اخذ شد. ابتدا برای اثبات 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 نرم‌افزار Stata17 برآورد شد. نتایج مدل دوربین فضایی (SDM) نشان داد که متغیرهای متوسط باران سالانه، متوسط دمای سالانه و سطح زیر کشت دارای اثر مثبت و معنی‌داری بر متوسط عملکرد پرتقال ایران دارند. همچنین متغیرهای حداقل دما سالانه و حداکثر دما سالانه تأثیر منفی و معنی‌داری بر متوسط عملکرد پرتقال ایران دارند. علاوه بر آن تأثیر سرریزهای فضایی سطح زیر کشت و حداقل دمای سالانه بر عملکرد پرتقال مثبت است. سرریزهای فضایی تغییر یک درجه‌ای متوسط دمای 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 باغات پرتقال در کشور استفاده کنند.

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

مقدمه

پسته، انگور، خرما و سیب جایگاه پنجم را در بین محصولات باغی داراست. بیشتر سطح باغات بارور به استان مازندران اختصاص دارد. استان‌های کرمان، فارس، گیلان، هرمزگان، گلستان در رتبه‌های بعد قرار دارند. این محصول حدود ۱۴ درصد از کل میزان تولید محصولات باغی کشور را تشکیل می‌دهد و بعد از سیب رتبه دوم میزان تولیدات محصول باغی قرار دارد. استان مازندران بیشترین میزان تولید در کشور را داراست (آمار نامه کشاورزی، ۱۳۹۹).

ایران با بیش از ۲/۶ میلیون هکتار سطح زیر کشت و تولید بیش از ۳/۴ میلیون تن پرتقال در سال یکی از بزرگترین تولیدکننده بزرگ پرتقال در جهان است (آمار نامه کشاورزی، ۱۳۹۹). پرتقال یکی از مهم‌ترین محصولات باغی و استراتژیک کشاورزی ایران محسوب می‌شود. بر اساس آمار نامه کشاورزی ۱۳۹۹، ۶/۲ درصد از مجموع کل محصولات سطح زیر کشت باغی به درختان بارور پرتقال را خود اختصاص دارد و بعد از

تغییرات اقلیمی یکی از بزرگترین چالش‌های جهان در عصر حاضر است. تغییرات اقلیمی به عنوان

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

آب و هوایی در مناطق مختلف اغلب باهم مرتبط هستند و وقوع این حوادث به یک‌باره بخش قابل توجهی از مناطق کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به عبارت 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 و هوایی به طور هم‌زمان کاهش می‌دهد. البته اتفاقات آب‌وهوایی نامساعد در یک سال مشخص در مناطق مختلف دارای اثرات متفاوتی می‌باشند. بخشی از مناطق به‌طور شدید و وسیعی درگیر می‌شوند و بخشی کمتر متأثر می‌شوند و مناطقی اساساً درگیر نمی‌شوند. دهوری و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی تأثیر متغیرهای اقلیمی بر شدت ریسک سیستماتیک عملکرد خرما در ایران پرداخته‌اند. نتایج بدست آمده حاکی از تأثیر مثبت و معنی‌دار سرریز مکانی متوسط باران سالانه در استان‌های خرماخیز بر متوسط عملکرد خرما در ایران دارد و اثر سرریز مکانی متغیرهای بارش‌های ناپهنگام 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 خرما در ایران تأثیر 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

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 سیاست‌های 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, 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

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^۱ 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 ایتالی در قالب طرح بلوک‌های 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 به منظور 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

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 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 هر دو محصول گندم و جو تأثیر منفی داشته و خطرپذیری کاهش می‌یابد. 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 بنا بر نتایج و محاسبات ۱۷،۲۹ به دست 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 بوم پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که بین عناصر اقلیمی و عارضه خشکیدگی خوشه خرما ارتباط وجود دارد، از

1. Data Envelopment Analysis (DEA)

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 ۱۳۹۹ در 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 اقتصادسنجی 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

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 تاثیر 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 از حد، بارش سنگین و تابش کم منجر به کاهش شدید عملکرد در یک سری از ارقام اروپایی شد، در حالی که تعداد کمی از ارقام کاهش عملکرد در چنین شرایطی را داشته‌اند. پرتقال یک میوه نیمه گرمسیری است. در طول دوره رشد، دما باید از $12/78 - 37/78$ درجه سانتیگراد متغیر باشد. در خواب زمستانی، محدوده دمایی ایده آل $1/67$ تا 10 درجه سانتیگراد است. سرما و یخبندان‌های شدید نتایج زیان‌بار و ویران‌کننده‌ای 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. عموماً وقتی دما به $-1/7$ به مدت ۳۰ دقیقه یا طولانی‌تر کاهش می‌یابد برخی علائم آسیب یخ‌زدگی در درختان مرکبات حساس بروز می‌کند (Young and Harman,

از آنجایی که اکثر متغیرهای به صورت خودهمبستگی فضایی یا ناهمگنی فضایی می‌باشند، مدل‌های رگرسیون فضایی مناسب‌تر از مدل‌هایی هستند که خودهمبستگی مکانی را در نظر نمی‌گیرند. به عنوان مثال یک مدل غیرفضایی، تنها زمانی به عنوان بهترین تخمین گر خطی بدون تورش نامیده می‌شود که مفروضات عدم وجود خودهمبستگی برآورده شود. زمانی که یک متغیر وابسته تأخیری معرفی شود، تخمین گر OLS¹ ثابت می‌ماند و عبارت خطا هیچ خودهمبستگی را نشان نمی‌دهد. از این رو، حتی اگر تخمین گر دیگر بدون تورش نباشد، همچنان می‌تواند به عنوان مبنایی برای استنتاج استفاده شود (Anselin, 1988). مدل OLS ابتدا برای به دست آوردن تشخیص رگرسیون برای وابستگی فضایی باقیمانده‌ها برآزش 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 (SLM²) است که به عنوان مدل خودرگرسیون فضایی (SAR³) نیز معروف می‌باشد. وابستگی فضایی در این مدل در قالب یک متغیر وابسته با تأخیر فضایی بیان شده است (Anselin, 2003). مدل SLM به صورت رابطه (۱) می‌باشد:

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \quad (1)$$

ρ بیانگر ضریب خودرگرسیون فضایی است، W نشان‌دهنده یک ماتریس وزن‌های فضایی $N \times N$ است، Wy یک بردار $(N \times 1)$ 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 را تعیین می‌شود. (X) به طور تصادفی تحت تأثیر یک عبارت خطا (ε) است (Almeida, 2012). در نتیجه، اصطلاح تأخیر فضایی، Wy ، با

صورت صفر خواهد بود. این مفهوم توسط (Cliff and Ord, 1981) به منظور گنجانیدن 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 به عنوان عناصر غیر صفر تنظیم می‌شوند. $w_{ij} = 1$ زمانی است که i و j همسایه هستند و در غیر این صورت $w_{ij} = 0$ همچنین لازم به ذکر است که عناصر ماتریس وزن غیر تصادفی و برونزا نسبت به مدل هستند. لذا در این پژوهش، ساخت ماتریس وزن‌های فضایی برای اینکه مدل اقتصادسنجی به خوبی برآزش 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 به صورت 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، خودهمبستگی فضایی مثبت را نشان می‌دهد، در مقابل مقدار ضریب منفی نشان دهنده خودهمبستگی فضایی منفی است.

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

رگرسیون در نظر 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 ۱ بیانگر جزئیات بیشتر و شکل ۱ در خصوص پراکنندگی 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 جهاد کشاورزی 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:

$$\ln AP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \text{Rain-Fall}_{it} + \alpha_2 \ln T_{it} + \alpha_3 \ln \text{Are-Cul}_{it} + \alpha_4 \ln \text{MaT}_{it} + \alpha_5 \ln \text{MiT}_{it} + \varepsilon_i \quad (1)$$

به طوری که AP_{it} میزان تولید متوسط استان i در زمان t می‌باشد. این متغیر نشان دهنده میزان عملکرد محصول است. Rain-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-Cul_{it} میزان سطح زیر

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^۴) 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:

$$y = (I - \rho W)^{-1} X\beta + (I - \rho W)^{-1} \varepsilon \quad (2)$$

مدل خطای فضایی (SEM)^۵ برای وابستگی فضایی در جملات اخلال تعریف می‌شود و می‌توان به‌صورت رابطه (۳) بازنویسی نمود:

$$y = X\beta + \varepsilon \text{ with } \varepsilon = \lambda W\varepsilon + u \quad (3)$$

λ نشان دهنده ضریب تأخیر فضایی 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 نامرتب 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)^۶ هر دو فرضیه مدل‌های ارائه شده در بالا را دارد و به‌صورت رابطه (۴) است:

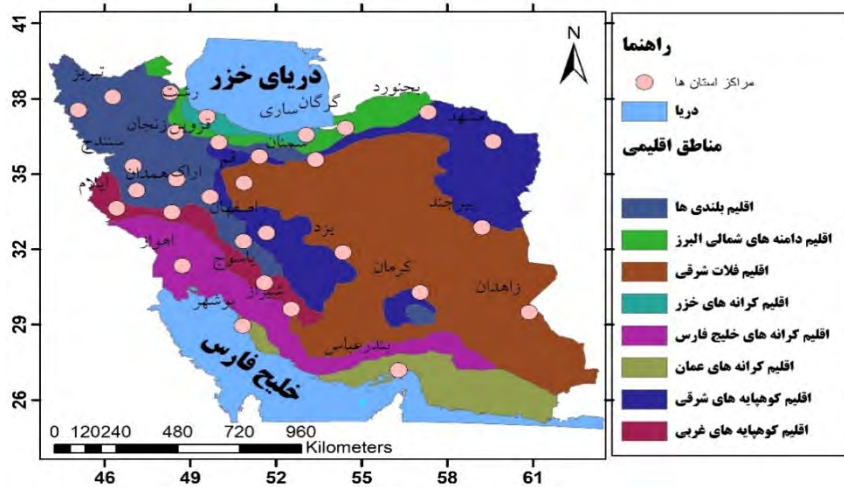
$$y = \rho W y + X\beta + \varepsilon \text{ with } \varepsilon = \lambda M\varepsilon + u \quad (4)$$

ماتریس‌های وزن فضایی W ($N \times N$) 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

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

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

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



شکل ۱: پراکندگی مناطق اقلیمی کشور

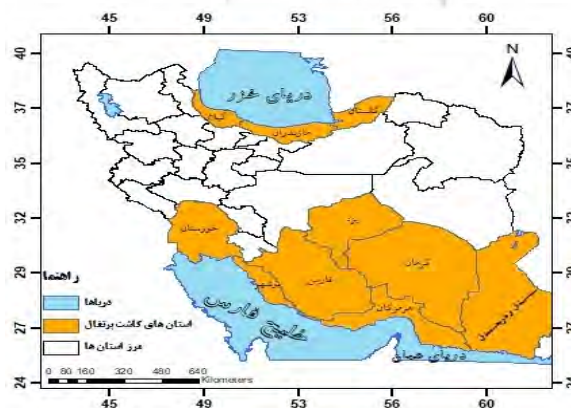
جدول ۱: ویژگی‌های مناطق اقلیمی مختلف (مسعودیان ۱۳۸۶)

شماره	پهنه بندی	مساحت	ویژگی‌های اقلیمی	بارش	دما
۱	اقلیم بلندی‌ها	۱۵/۲	سرد، بارش‌مند، خشک	۳۷۶	۱۲
۲	اقلیم کوهپایه‌های غربی	۴/۵	معتدل، بارش‌مند، خشک	۵۴۴	۱۶
۳	اقلیم کرانه‌های خلیج فارس	۱۰/۵	بسیار گرم، بارش‌مند، مرطوب	۳۴۳	۲۴
۴	اقلیم دامنه‌های شمالی البرز	۳/۸	معتدل، بارش‌مند، مرطوب	۴۸۲	۱۴
۵	اقلیم کرانه‌های خزر	۱/۵	معتدل، پر بارش، مرطوب	۱۰۳۶	۱۵
۶	اقلیم کوهپایه‌های شرقی	۱۷/۱	معتدل، کم بارش، خشک	۲۰۵	۱۵
۷	اقلیم فلات شرقی	۳۹/۷	گرم، بسیار کم بارش، خشک	۱۳۳	۲۰
۸	اقلیم کرانه‌های عمان	۷/۷	بسیار گرم، کم بارش، بسیار مرطوب	۱۵۸	۲۶

ماخذ: مسعودیان ۱۳۸۶

مورد بررسی کشت پرتقال شامل بوشهر، خوزستان، مازندران، سیستان و بلوچستان، فارس، کرمان، گیلان، گلستان، هرمزگان و یزد می‌باشد.

نتایج و بحث
پراکندگی مناطق کاشت پرتقال در استان‌های مورد بررسی در شکل (۲) مشاهده می‌شود که در نقشه با رنگ نارنجی مشخص شده است. استان‌های



شکل ۲: پراکندگی مناطق کاشت پرتقال کشور

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.

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

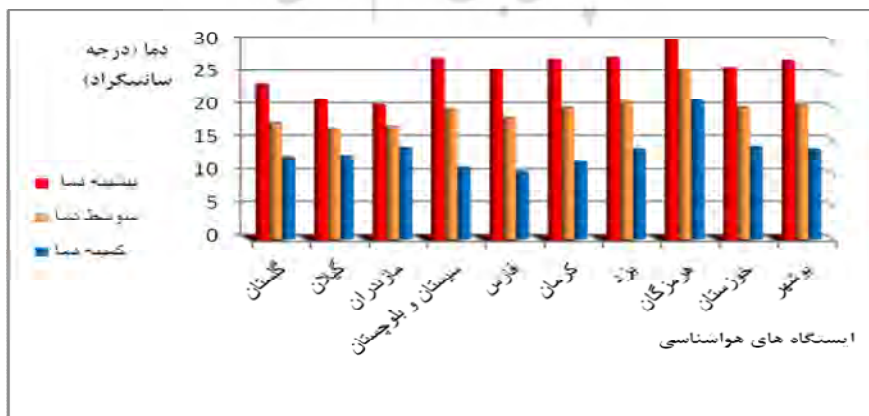
جدول ۲: سطح زیر کشت، تولید و عملکرد پرتقال به تفکیک استان در سال ۱۳۹۹

استان	تولید کل (ton)	سطح زیر کشت (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

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 دمایی متوسط در دوره ۱۵ ساله (۱۳۸۵-۱۳۹۹) هستند (شکل ۳).

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 گاه متضادی بر عملکرد محصولات کشاورزی دارند که برحسب نوع محصول متفاوت است. با توجه به وسعت زیاد محدوده پژوهش که



شکل ۳: متوسط داده‌های هواشناسی در استان‌های کاشت پرتقال کشور

جدول ۳: آزمون ریشه واحد (LLC)

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

محاسبه ندارد. برای بررسی و تشخیص همبستگی مکانی در اجزای اخلال از آزمون موران استفاده شده است. نتایج جدول ۳ نشان دهنده وابستگی و همبستگی فضایی در اجزای اخلال است. در این پژوهش از سه آزمون وابستگی فضایی Moran، Geary GC، MI، Ords GO، Getis استفاده شده است. نتایج آزمون موران نشان دهنده وابستگی فضایی میان اجزای اخلال است.

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

جدول ۴: آزمون تشخیص خود همبستگی فضایی

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

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 برآزش بهتری دارد.

نتایج جدول ۳ نشان دهنده کارایی بیشتری روش اثرات ثابت برای برآورد است. در صورتی که در آزمون هاسمن فضایی سطح احتمال به دست آمده از لحاظ 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

جدول ۵: نتایج آزمون تعیین بهترین مدل فضایی

نتیجه	اندازه معیار	معیار	آزمون
عدم وجود خطا فضایی	۶/۰۴	$X^2(4)$	وجود خطا فضایی
	۰/۳۰۲۲	$X^2 < \text{مقدار احتمال خطا}$	
عدم وجود وقفه فضایی	۵/۳۶	$X^2(4)$	وجود وقفه فضایی
	۰/۳۷	$X^2 < \text{مقدار احتمال خطا}$	

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.

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 می‌شود در واقع یکی از بزرگ‌ترین خصوصیات الگوهای دوربین فضایی (SDM) نسبت به سایر الگوهای فضایی

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

میوه هستند و معمولاً بسیار ترش هستند. آب و هوای عموماً خشک باعث ایجاد رنگ شدیدتر در پوست پرتقال نسبت به مناطق مرطوب می‌شود. 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

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 می‌بارد رشد می‌کند. در آب و هوای مرطوب میوه‌ها فاقد آب

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 به صورت 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 نشان دهنده 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 نشان دهنده تأثیر منفی مجاورت است که در این پژوهش مبنای اصلی تصمیم گیری مدل دوربین مکانی (SDM) بوده است.

نتیجه گیری

در حال حاضر کشاورزی یکی از مهمترین بخش های اقتصادی به شمار می رود. بازده تولید محصولات کشاورزی تا حدود زیادی با شرایط اقلیم در ارتباط می باشد. بررسی اثرات شرایط اقلیم بر بازده تولید محصولات کشاورزی می تواند کمک موثری کند. وابستگی کشاورزی و به طور عمده تولید مواد غذایی به تغییرپذیری های آب و هوایی بسیار زیاد است چرا که گرمای بیش از حد و یا آب ناکافی می تواند رشد گیاه و تولید محصول را قطع و باعث کاهش بازدهی و همچنین سیل و خشکسالی نیز می تواند 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 عامل های آب و هوایی همچون دمای محیط و بارش آسیب پذیر است و تغییر در الگو این دو متغیر می تواند عملکرد محصول را در طول

درجه سانتیگراد متغیر باشد. در خواب زمستانی، محدوده دمایی ایده آل $1/67$ تا 10 درجه سانتیگراد است. تاثیر متغیر سطح زیر کشت بر متوسط عملکرد پرتقال ایران مثبت و معنی داری به میزان $2/35$ است. که با پژوهش (علی احمد و همکاران، 1399) همخوانی دارد. حداکثر دما سالانه بر متوسط عملکرد پرتقال ایران دارای اثر منفی و معنی داری به میزان $3/12$ است. که با نتایج (aregay et al., 2021) مطابقت دارد. اثر متغیر حداقل دما سالانه بر متوسط عملکرد پرتقال ایران منفی و معنی داری به میزان $2/37$ است. با پژوهش (Morton, 1987) همخوانی دارد. میوه ها در اثر انجماد $1/11$ - تا $3/33$ - 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 می توانند سرمای بیشتری را تحمل کنند. سرمای طولانی مدت مضرتر از دوره های کوتاه دماهای انجماد است. تلاش های 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 $50-12/5$ سانتی متر متغیر است. علاوه بر آن تاثیر سرریزهای فضایی متوسط باران سالانه بر عملکرد پرتقال منفی (به لحاظ آماری بی معنی) به میزان $1/42$ دارد. سطح زیر کشت دارای سرریزهای فضایی مثبت بر عملکرد پرتقال به میزان $1/64$ است. سرریزهای فضایی متوسط دمای سالانه بر عملکرد پرتقال دارای اثر منفی به میزان $1/68$ دارد. همچنین سرریزهای فضایی حداکثر دما سالانه بر عملکرد پرتقال اثر مثبت (به لحاظ آماری بی معنی) به میزان $1/19$ دارد. اثر سرریزهای فضایی حداقل دما سالانه بر عملکرد پرتقال اثر مثبت به میزان $2/89$ 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

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 استان‌ها است، این تضاد در اثرات مستقیم در یک استان و غیرمستقیم در استان‌های مجاور با نتایج (دهواری و همکاران، ۱۳۹۹) 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.

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 متغیرهای 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 تاثیر 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

منابع

- 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.
- جنت صادقی مظاهر، شاهنوشی فروشان 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.
- دهواری، رضا، هاشمی تبار، محمود، دادرسی مقدم، امیر. ۱۴۰۰. تأثیر متغیرهای اقلیمی بر شدت ریسک سیستماتیک عملکرد خرماي ایران (با رهیافت پانل پویای مکانی)، نشریه محیط زیست طبیعی، ۷۴(۴)، ۸۵۴-۸۶۱.
- سلامی حبیب‌الله، نعمتی، مهدی. ۱۳۹۲. بررسی ریسک سیستماتیک عملکرد و عوامل مؤثر بر شدت آن
- در محصول سیب در ایران: کاربرد الگوهای اتورگرسیو فضایی، اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۷(۴)، ۲۸۸-۲۹۹.
- 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.
- 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، ۲۱(۲)، ۹۱-۱۰۹.
- 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.

- London, Pion Limited. *CliffSpatial Processes: Models & Applications* 1981. 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, Mpfu 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.
 ۸. نقوی پور 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 ابودر، 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), 153-166
 - Anselin, 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*.

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.
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., Farzadian, 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.