Doi: 10.22034/IAES.2024.2024497.2050

اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۹/شماره۱/صفحه های ۷۵-۴۷

ارزیابی تاثیر متغیرهای اقلیمی بر ارزش افزوده بخش کشاورزی ایران

علی‌رضا کشاورز، نیکتا لطافت، زکریا فرج زاده [۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۴

چکیده

موقعیت اقلیمی خشک و نیمه خشک ایران موجب شده است تا بخش کشاورزی از تغییرات اقلیمی بشدت متأثر شود. در دهه‌های اخیر، ایران شدیدترین و درازمدت‌ترین خشک‌سالی را تجربه کرده است. این پژوهش، رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت بین ارزش‌افزوده بخش کشاورزی و متغیرهای اقلیمی (دما و بارش) به همراه دیگر متغیرهای اثرگذار را با استفاده از داده‌های دوره زمانی ۲۰۲۱-۱۹۶۴ در ایران ارزیابی می‌کند. در این مطالعه تحلیل هم‌جمعی موسوم به روش خودتوضیحی با وقفه‌های گسترده (ARDL) استفاده شد. یافته‌ها نشان داد در کوتاه‌مدت عمده نوسان‌های تولید بخش کشاورزی توسط متغیرهای آب و هوایی قابل تبیین است. همچنین نتایج رابطه بلندمدت نشان داد یک درجه افزایش دما بیش از ۵ درصد کاهش ارزش‌افزوده بخش کشاورزی را به‌دنبال خواهد داشت. اما متغیر بارش اثر ملموسی بر تولید یا ارزش‌افزوده بخش کشاورزی نشان نداد. از میان انواع متغیرهای سرمایه‌ای نیز زمین اهمیت ارزیابی داشت. همچنین مشخص شد نیروی کار در افزایش تولید بخش کشاورزی نقش مهمی دارد. با توجه به اینکه کاهش بهره‌وری نیروی‌کار در کنار افزایش استهلاک سرمایه مهم‌ترین عامل اثرگذاری گرمایش زمین بر تولید عنوان می‌شود، بنابراین راهکار با اهمیت برای رویارویی با این شرایط افزایش بهره‌وری عامل‌های تولید است.

طبقه‌بندی JEL: Q13،Q18،Q16،Q15،Q54

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، تولید کشاورزی، روش ARDL

[۱] به ترتیب:دانشجویان دکتری و دانشیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز

Email: zakariafarajzadeh@gmail.com

مقدمه

تغییر اقلیم به معنای تفاوت قابل توجه در میانگین یا توزیع دما و بارش طی دو دوره متوالی است. در این تعریف هر دوره دست کم سی سال در نظر گرفته می‌شود (Werndl, 2016). اثرگذاری‌های تغییرات اقلیمی در دهه‌های اخیر شدت بیشتری یافته و علت برخی از چالش‌های اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی بوده است (Tol, 2009). تغییرپذیری ناگهانی و شدید آب و هوایی، به یکی از مسئله‌های مهم جامعه‌ها و چالشی بزرگ در سطح زیست‌محیطی تبدیل شده است؛ افزایش دما، ذوب شدن یخ‌های قطبی و بالا آمدن سطح آب‌های آزاد از پیامدهای تغییرات اقلیمی است. درک عمیق‌تر از تأثیر تغییرات اقلیمی، گامی اساسی به سوی پاسخ‌های مؤثر سیاست‌گذاری است (Dell *et al.*, 2009). افزایش یک درجه سلسیوس دما که به طور میانگین معادل پنج درصد است، موجب کاهش محسوس تولید ناخالص داخلی جهان می‌شود (Stern, 2013). همچنین افزایش یک درجه سلسیوس دما منجر به کاهش درآمد سرانه در بیشتر کشورها می‌شود (Dell *et al.*, 2012; Curtis *et al.*, 2022). تأثیر تغییرات اقلیمی بر کشاورزی، تنوع بوم‌سامانه (اکوسیستم) نیز شدید است (Garnaut, 2008). تغییرات اقلیمی، چالش‌های بزرگی را برای جامعه جهانی، به‌ویژه افراد تنگدست و وابسته به منابع طبیعی به ویژه در کشورهای در حال توسعه ایجاد می‌کند، زیرا امکان تنوع بخشیدن به منابع درآمدی خود را ندارند (Burton *et al.*, 2006; Hunter *et al.*, 2007; Mannke, 2011). در نتیجه، جمعیت‌های کم‌درآمد و وابسته به کشاورزی به طور فزاینده‌ای با چالش‌های شدید روبه‌رو هستند و انعطاف‌پذیری کمی در زمینه تولید محصول‌های کشاورزی دارند (Ribot, 2013). تغییرات اقلیمی، این جمعیت‌ها را از یک آستانه بسیار پایین به سمت ناامنی و تهیدستی سوق می‌دهد (Balasubramanya & Moser & Norton, 2001; Stifel,2020).

تغییرات اقلیمی یک پدیده جهانی و یکی از چالش‌های مهم سده حاضر است، اما تعامل آن با نظام‌های اقتصادی، آن را به یک تجربه منطقه‌ای نیز تبدیل می‌کند و تأثیرات گسترده‌ای بر بخش‌های مختلف تولیدی، عامل‌های زیست‌محیطی و جامعه انسانی می‌گذارد. این امر به‌ویژه در اقتصادهای در حال توسعه مانند ایران که از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی آسیب‌پذیر هستند، اهمیت زیادی دارد (Farajzadeh et al., 2022). اثرات تغییر اقلیمی، چندبُعدی و چند منطقه‌ای است، اما پیامد اصلی آن آسیب‌های طبیعی و اقتصادی به‌شمار می‌آید. مطالعات

نشان می‌دهد که ایران با چالش‌های ناشی از افزایش دما و کاهش بارندگی روبه‌رو است. میانگین بارندگی سالانه در ایران کمتر از یک سوم میانگین جهانی (حدود ۲۵۰ میلی متر) است و پیش‌بینی می‌شود، در دهه‌های آینده ۳۵ درصد کاهش یابد (Mansouri Daneshvar et al., 2019). ایران، شدیدترین و درازمدت‌ترین خشک‌سالی را در دهه‌های اخیر (۱۹۹۷ تا ۲۰۰۱) تجربه کرده است. روند پیش‌بینی‌شده دما برای ایران افزایش ۱/۵ درجه سلسیوس برای سناریوهای خوش‌بینانه و بیش از ۶ درجه سلسیوس برای سناریوهای بدبینانه تا پایان سده را نشان می‌دهد (Ashraf Vaghefi et al., 2019). با افزایش دما و کاهش بارندگی، رویدادهای طبیعی مانند خشک‌سالی، سیل، فرونشست زمین، فرسایش خاک، بیابان‌زایی و کوچک شدن بسیاری از دریاچه‌ها به طور قابل توجهی افزایش یافته است (Farajzadeh et al., 2022).

تغییرات اقلیمی، بیش‌ترین تأثیر را بر بخش کشاورزی به‌ویژه در کشورهای خشک و نیمه‌خشک می‌گذارد. در بین بخش‌های مختلف اقتصادی، بخش کشاورزی به‌دلیل تأمین غذای بشر دارای اهمیتی فزاینده است. از سوی دیگر، تغییرات اقلیمی بخش کشاورزی را با تهدید جدی در تأمین غذای انسان روبه‌رو کرده است (Farajzadeh et al., 2022). به دلیل قرار گرفتن کشاورزی در معرض مستقیم آب و هوا، تغییرات اقلیمی یک عامل تعیین‌کننده برای تغییر بهره‌وری و پایداری کشاورزی است (Chowdhury & Khan, 2015). در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، افزایش دما، نوسان‌های بارندگی و تغییرات شدید آب و هوایی مکرر، اثرات مضری بر رشد، توسعه و عملکرد محصول‌های داشته است[1] (Riad & Peter, 2017). اثرگذاری‌های منفی تغییرات اقلیمی بر تولیدهای بخش کشاورزی در منطقه‌هایی که گرم و خشک هستند، شدیدتر است. در منطقه‌های کمتر توسعه‌یافته، تغییرات اقلیمی آسیب بیشتری به کشاورزان این مناطق وارد می‌کند، زیرا کشاورزان این مناطق بدون سرمایه‌های اقتصادی و اجتماعی کافی مانند آبیاری پیشرفته و کشت و تولید محصول‌های مقاوم در برابر خشک‌سالی هستند (Wreford, 2017; Song *et al.*, 2022). کشورهایی که در منطقه خاورمیانه قرار دارند، بیشتر در معرض تغییرات اقلیمی هستند. اثرات این تغییرات بر بخش کشاورزی و اقتصاد

[1] اثرات تغییرات اقلیمی در برخی از مناطق از لحاظ اقتصادی یک موهبت و مزیت است (برتلین و همکاران، ۲۰۲۲). اثرات مثبت تغییرات اقلیمی بر تولیدهای بخش کشاورزی در مناطقی از جهان که در نواحی با عرض‌های شمالی بالاتر از ۵۵ درجه قرار دارند، بیشتر است.

این کشورها حائز اهمیت است، زیرا اثراتی که تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی دارد، باتوجه به اهمیت بخش کشاورزی در تأمین مواد غذایی آحاد جامعه بسیار زیاد است (Meighani et al., 2019). تغییرات اقلیمی به‌عنوان یک خطر مهم برای بخش کشاورزی محسوب می‌شود؛ زیرا این تغییرات می‌تواند تأثیرات جدی بر روی تولید محصول‌های کشاورزی و صنایع غذایی و ارزش‌افزوده بخش کشاورزی داشته باشد (Raihan *et al*., 2022).

امروزه تغییرات اقلیمی چالش مهم و حیاتی است که توجه همگان را به خود جلب کرده است؛ زیرا بر تجارت، نابرابری درآمد و رشد اقتصادی کشورها اثرگذار است. گزارش نهایی IPCC[1] در سال ۲۰۲۲ نشان می‌دهد، تغییرات اقلیمی نه تنها یک تهدید است، بلکه شدیدتر از حد انتظار رخ داده و منجر به مذاکره‌هایی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شده است. طبق توافقنامه اقلیمی پاریس ۲۰۱۵، افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی، به ویژه دی‌اکسیدکربن (CO_2)، به عنوان محرک اصلی گرم‌شدن بیش از ۵ درجه سلسیوس تا پایان قرن شناخته شده است (Farajzadeh et al., 2022). تغییرات اقلیمی، در ایران، که در ناحیه نیمه خشک قرار دارد، نیز از جمله بزرگ‌ترین دغدغه‌ها به‌ویژه در بخش کشاورزی است (Javadinejad et al., 2020). انتظار می‌رود روند افزایش دما در ایران طی دهه‌های پیش‌رو شدت بیشتری داشته باشد (Mansouri Daneshvar, 2019 ؛ Ashraf Vaghefi et al., 2019).

بررسی تأثیرات تغییرات اقلیمی بر تولید یا ارزش افزوده بخش کشاورزی با توجه به وابستگی بیش‌تر این بخش به متغیرهای آب و هوایی در مقایسه با دیگر بخش‌های اقتصاد از اهمیت بالاتری برخوردار است. تغییر در تولید یا ارزش‌افزوده بخش کشاورزی می‌تواند اثرات غیرمستقیمی بر تجارت، توسعه و امنیت غذایی بگذارد. تغییر اقلیم می‌تواند از طریق افزایش استهلاک سرمایه تولید این بخش را متأثر کند. به بیان دیگر می‌تواند موجب کاهش بازده نهاده سرمایه شود. از سویی دیگر توسعه بخش کشاورزی به‌عنوان یک بخش مهم اقتصادی یک مؤلفه مهم در رسیدن به توسعه پایدار است. بدون این مؤلفه، نمی‌توان انتظار توسعه دیگر بخش‌ها از جمله بخش صنعت را داشت (Momeni et al., 2017; Al-Omran and Al-Omran, 2020; Amani et al., 2024).

[1] Intergovernmental Panel on Climate Change

بخش کشاورزی ایران در مجموع نزدیک به ۱۳ درصد از تولید ناخالص داخلی و ۱۶ درصد از اشتغال را تأمین می‌کند (World Bank, 2023). هم‌چنین بیش از ۲۲ درصد از صادرات غیرنفتی ایران به محصول‌های کشاورزی اختصاص دارد (مرکز ملی آمار ایران[1]، ۱۴۰۱). به این ترتیب مشاهده می‌شود بخش کشاورزی ایران از یک سو در معرض تغییرهای شگرف ناشی از تغییر اقلیم قرار دارد و از سوی دیگر مساعدت مهمی به اقتصاد به‌ویژه در زمینه تأمین امنیت غذایی دارد، لذا بررسی پیامدهای ناشی از این پدیده بر بخش کشاورزی ایران دارای اهمیت دوچندان است.

در سال‌های اخیر با توجه به پدیدار شدن بیش‌تر پیامدها ناشی از نوسان متغیرهای اقلیمی، تغییر اقلیم و ارتباط آن با متغیرهای اقتصادی بویژه در حوزه اقتصاد کشاورزی بیش‌تر مورد توجه قرار گرفته است. مرور نتایج پژوهش‌های انجام شده شامل دو گروه است. در آغاز پژوهش-هایی که اثرات تغییرات اقلیمی بر کل اقتصاد را بررسی و ارزیابی کرده‌اند، ارائه شده است. گروه دوم پژوهش‌هایی را شامل می‌شود که اثر تغییرات اقلیمی را بر بخش کشاورزی در سطح کل این بخش و یا بصورت محصولی ارزیابی کرده‌اند.

در سال‌های گذشته، شماری از پژوهش‌ها اثر تغییرات اقلیمی بر رشد بهره‌وری عامل‌ها تولید را بررسی کرده‌اند. به‌عنوان مثال دایتز و استرن و همچنین لتا و تول (Dietz & Stern, 2015; Letta & Tol, 2019)، اثر تغییر اقلیم بر رشد بهره‌وری عامل‌ها تولید را منفی ارزیابی کردند. هم‌چنین، لیانگ و همکاران (Liang et al., 2017) نشان دادند که ۷۰ درصد از تغییرپذیری رشد کل عوامل تولید در امریکا، ناشی از تغییر دما و بارش بوده است. هاوارد و استرنر (Howard & Sterner) در نتایج بررسی‌های خود نشان دادند که افزایش دما به میزان ۳ درجه سلسویس نسبت به دوره پیش از صنعتی‌شدن می‌تواند تولید ناخالص داخلی را تا ۸ درصد کاهش دهد. تأثیر اقتصادی تغییر اقلیم در ایران با استفاده از رویکرد تعادل عمومی نیز توسط فرجزاده و همکاران (Farajzadeh et al., 2022) بررسی شده است. این پژوهش نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی با سناریوهای مختلف، سطح تولید را تا ۳۶ درصد طی ۸۰ سال کاهش می‌دهد. ملکوتی‌خواه و فرجزاده (Malakootikhah and Farajzadeh, 2020) نیز با استفاده از الگوی رشد نئوکلاسیک سولو- سوان و با استفاده از روش گشتاوری تعمیم‌یافته

[1] مرکز ملی آمار ایران (۱۴۰۱)، گزارش تجارت خارجی کشور بر حسب طبقه‌بندی BEC (گروه‌های اصلی) از سال ۱۳۸۰ الی ۱۳۹۹ (صادرات)

دریافتند که در ازاء یک درجه سلسیوس افزایش میانگین دما، انتظار می‌رود تولید به میزان ۶/۶-۵ درصد کاهش یابد. یافته‌های همین الگوی مدل‌سازی (مدل رشد) برای گروهی از کشورهای منتخب آسیا و برای سال ۲۱۰۰ با سناریوهای افزایش دما شدید کاهش تولید سرانه فراتر از ۴۰ درصد نیز نشان می‌دهد (Farajzadeh et al., 2023). همچنین عربی و همکاران (Arabi et al., 2021) در تحلیل اثرگذاری تکانه‌های ناشی از سناریوهای تغییرات اقلیمی عنوان کردند که تغییر اقلیم، ارزش‌افزوده بخش کشاورزی و بخش صنعت و معدن را کاهش و ارزش‌افزوده بخش خدمات را افزایش و میزان رفاه خانوارها را کاهش می‌دهد.

همان‌طور که عنوان شد بخش گسترده‌ای از مطالعات در حوزه کشاورزی انجام شده است که این مطالعات خود به زیرگروه‌هایی قابل تقسیم است. گروه اول را می‌توان شامل مطالعاتی ارزیابی نمود که در سطح بخش کشاورزی کنکاش داشته‌اند و دامنه رصد آنها متغیرهای مهم بخش کشاورزی شامل تولید یا ارزش‌افزوده و تغییرات بهره‌وری عوامل تولید در این بخش می‌باشد. به‌عنوان مثال همانند آنچه در سطح کلان عنوان شد در سطح بخش کشاورزی نیز تغییرات بهره‌وری کشاورزی در اثر تغییر متغیرهای آب و هوایی مورد توجه پژوهش‌های متعددی بوده است. نتایج نشان می‌دهد، تکانه‌های شدید آب و هوایی بر رشد بهره‌وری بلندمدت و بر میزان تولید مؤثر است. کشورهایی که تغییرات اقلیمی شدید را تجربه کرده‌اند، از کاهش بلندمدت بهره‌وری کشاورزی، فراتر از اثرات آن در کاهش تولید کوتاه‌مدت، رنج می‌برند. در پژوهش دیگری نیز شنگ و ژو (Sheng & Xu, 2019) با استفاده از روش کنترل مصنوعی[۱] تأثیر منفی قابل‌ملاحظه (۱۸ درصد) خشک‌سالی بر بهره‌وری کل عامل‌های تولید کشاورزی در استرالیا را گزارش داده‌اند. بوباکار (Boubacar, 2015)، تغییر بهره‌وری کشاورزی در آفریقا را با نرخ متوسط ۹۵ درصد کاهشی ارزیابی نمودند. چاندیو و همکاران (Chandio et al., 2020) نیز به بررسی اثر تغییرات میانگین دما و بارش بر بازدهی محصول‌های کشاورزی با استفاده از مدل ARDL در چین پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اثر تغییرات بارش بر بازدهی محصول‌ها معنی‌دار است اما اثر تغییرات میانگین دما قابل توجه نیست. همچنین ضریب ECM نشان داد بیش از سه دوره برای از بین رفتن اثرگذاری تکانه زمان لازم است. اک و همکاران (Eck et al., 2020) در جنوب شرقی ایالات‌متحده نشان دادند که افزایش یک درجه دما، بازدهی محصول‌های کشاورزی را تا پنج درصد کاهش می‌دهد.

---

[۱] synthetic control method

همان‌طور که انتظار می‌رود متغیر مهم دیگر، تولید یا ارزش‌افزوده بخش کشاورزی است که درخور بررسی و ارزیابی در رهگذر فرآیند تغییر اقلیم است. لذا افزون بر بررسی محصولی، اثر تغییر اقلیم و پیامدهای آن در سطح کل بخش کشاورزی نیز اهمیت داشته و مورد توجه بوده است. میقانی و همکاران (Meighani et al., 2019) برای کشورهای منا در دوره ۲۰۱۶-۲۰۰۱ نشان دادند یک رابطه بلندمدت میان تغییر آب و هوا و ارزش‌افزوده بخش کشاورزی وجود دارد. به‌گونه‌ای که متغیر دما اثر منفی و معنی‌دار و متغیر بارش اثر مثبت و معنی‌دار دارد. کشش‌های مربوطه به ترتیب در حدود ۰/۳-۰/۱ درصد و حدود ۰/۰۳ درصد برای دما و بارندگی حاصل شد. پژوهش ملکوتی‌خواه و فرجزاده (Malakootikhah and Farajzadeh, 2020) نیز نشان داد که یک درجه افزایش دما نسبت به میانگین، ۵ درصد کاهش تولید بخش کشاورزی را به دنبال دارد. در بررسی متفاوت دیگری امانی و همکاران (Amani et al., 2024) به بررسی تأثیر دو متغیر اقلیمی شامل ریسک تغییر اقلیم[1] و شاخص عملکرد تغییر اقلیم[2] بر ارزش‌افزوده بخش کشاورزی در ۵۴ کشور طی دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ و با استفاده روش رگرسیون چندکی پرداختند. شاخص عملکرد تغییر اقلیم به تفکیک سه گروه با عملکرد مختلف لحاظ شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که هر دو متغیر شاخص عملکرد تغییر اقلیم و ریسک تغییرات اقلیمی دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر ارزش‌افزوده بخش کشاورزی در هر سه گروه عملکردی و در همه دهک‌ها است. این تأثیر مثبت نشان می‌دهد که با بهبود شرایط اقلیمی و در پی آن کاهش تاثیرگذاری‌های زیانبار زیست‌محیطی، ارزش‌افزوده بخش کشاورزی در کشورهای موردنظر افزایش یافته است.

گروه دیگر از بررسی‌ها در زمینه کشاورزی که از دامنه گسترده‌تری دارند. بررسی‌های محصولی و یا منطقه‌ای است. توکوناگا و همکاران (Tokunaga et al., 2015)، با بهره‌گیری از متغیر تابش خورشید، افزون بر دما و بارندگی اثرات تغییر اقلیم بر تولید محصول‌های کشاورزی شامل برنج، سیب‌زمینی و سبزی را در ژاپن ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که افزایش دما، تولید هر سه محصول را کاهش می‌دهد. دوکوتا و پایجا (Devkotaa and Paija, 2020)، اثر بارندگی

---

[1] شاخص ریسک تغییراقلیم به ارزیابی کشورها بر اساس خطراتی که ناشی از تغییر اقلیم تجربه کرده‌اند می‌پردازد. این شاخص بر اساس داده‌های رویدادهای طبیعی محاسبه می‌شود. (https://www.germanwatch.org/en)

[2] شاخص عملکرد تغییر اقلیم (CCPI) به ارزیابی عملکرد کشورها در مقابله با تغییرات اقلیمی، انتشار گازهای گلخانه‌ای، کارایی انرژی، مصرف انرژی، سیاست‌های تغییر اقلیم و توسعه پایدار می‌پردازد (شاخص عملکرد تغیر اقلیم، ۲۰۲۱).

بر تولید برنج در نپال را مثبت عنوان کردند. البته در برخی موارد نیز اثر مثبت افزایش دما گزارش شده است. نتایج بررسی‌های بزگلو و همکاران (Bozoglu et al., 2019) در ترکیه نشان داد تحت سناریوهای افزایش دما (۱/۷، ۲/۹، ۵/۱ درجه سلسیوس) کم‌ترین کاهش بازدهی در محصول‌های کشاورزی مربوط به پنبه، حبوبات و آفتاب‌گردان خواهد بود و بالاترین آسیب از افزایش دما افزون بر غلات در نیشکر و شیر نیز دیده خواهد شد.

در میان محصول‌های کشاورزی گروه غلات بیش از دیگر محصول‌ها مورد توجه بوده‌اند[۱]. نتایج بررسی‌های شیرلی و همکاران (Shirley et al., 2020) نشان می‌دهد که ناهنجاری‌های دما بر بازدهی ذرت اثر معنی‌داری دارد به طوری که افزایش دو درجه سلسیوس میانگین دما باعث کاهش بازدهی ذرت به میزان ۸ درصد در ایالات متحده آمریکا شده است. همچنین آنها بیان می‌کنند که ذرت در میانگین دمای ۱۸ درجه سلسیوس بالاترین بازدهی را خواهد داشت. کاساینوا و همکاران (Kusainova et al., 2020) نیز بیان می‌کنند در قزاقستان سال‌هایی که میانگین بیشینه دما بالاتر از ۲۰ درجه سلسیوس بوده است کم‌ترین بازدهی غلات دیده شده است. دمیران (Demirhan, 2020) نیز با استفاده از روش ARDL به بررسی اثر افزایش دما بر میزان تولید جهانی گندم پرداخته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که افزایش میانگین دما به میزان یک درجه سلسیوس، حدود ۱۱ درصد کل تولیدهای گندم را کاهش خواهد داد. نتایج پژوهش بزگلو و همکاران (Bozoglu et al., 2019) در ترکیه نشان می‌دهد تحت سناریوهای افزایش دما (۱/۷، ۲/۹، ۵/۱ درجه سلسیوس) بازدهی غلات ۷ تا ۱۶ درصد کاهش خواهد یافت. مطالعه پاندا و همکاران (Panda et al., 2019) نیز در هند نشان داد که اثر تغییرات بارش بر بازدهی برنج و ذرت مثبت و معنی‌دار است اما نتایج مربوط به اثرات ناهنجاری‌های دما قابل اتکا نیست. این امر می‌تواند به دلیل نوسانات کم‌تر دما و هم‌چنین بالا بودن سطح زیرکشت دیم این محصول‌ها در منطقه مورد مطالعه باشد. فاروک و کالیاپرومال (Farook and Kaliyaperumal, 2016) با تحلیل عمیق‌تر نقش دما آن را در قالب شاخص‌های میانگین بیشینه دما و میانگین کمینه دما بررسی کردند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که حدود ۰/۸٪ ، ۰/۴٪ و ۱۰/۵٪ از نوسانات عملکرد را می‌توان به ترتیب به نوسانات بیشینه دما، کمینه دما و بارش نسبت داد. بنابراین می‌توان گفت که اثر همه متغیرهای اقلیمی برای عملکرد

---

[۱] لازم به ذکر است که غلات سهم عمده‌ای از سطح زیر کشت (بیش از ۵۰٪) و هم‌چنین سبد غذایی دارد. به طوری که در تأمین ۷۰٪ از غذای مورد نیاز بشر نقش دارد (بنائی و همکاران، ۱۴۰۱).

برنج از نظر آماری معنی‌دار هستند. با این حال، اثرات بیشینه دما و بارندگی کل منفی ارزیابی شد در حالی که دمای کمینه تأثیر مثبتی بر عملکرد برنج نشان داد. به‌عبارت دیگر، مشخص شد میانگین دما بخشی از اثرات را رصد نخواهد کرد. ووگل و همکاران (Vogel et al., 2019)، در بررسی خود از شاخص‌های مختلف تغییر اقلیم از جمله دما و بارش برای تعیین بازدهی غلات (برنج، گندم، ذرت، سویا) در نقاط مختلف جهان استفاده کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که بازدهی غلات می‌تواند تا ۴۰ درصد تحت تأثیر تغییرات اقلیمی کاهش یابد. برخلاف مطالعات فوق آتیااوئیل و بوفاته (Attiaoui1 & Boufateh, 2019) علی‌رغم تأیید اثر منفی تغییر دما بر تولید غلات در تونس، سطح کنونی دما را برای تولید این محصول‌ها مطلوب ارزیابی نموده‌اند. در ایران نیز یافته‌های مشابهی گزارش شده است. به‌عنوان مثال یافته‌های مطالعه صابرعلی و همکاران (Saberali et al., 2019)، در تربت جام نشان می‌دهد که افزایش بارش بهاری و افزایش دما در طول فصل سرد سال دلایل افزایش عملکرد گندم طی دوره ۲۰ ساله است. بنابراین، افزایش دما در طول فصل سرد سال و افزایش غلظت کربن باعث افزایش ۲۰ تا ۲۵ درصدی تولید دانه گندم شده است. زارعی و همکاران (Zareii et al., 2022) نیز عنوان کردند که یک درصد افزایش دما بین ۰/۸ درصد تا ۲ درصد افزایش عملکرد محصول‌ها در زیراقلیم‌های مختلف را به‌دنبال خواهد داشت. البته در این مطالعه صرفاً میانگین دما در نظر گرفته شده است درحالی که دو متغیر میانگین بیشینه دما و میانگین کمینه دما می‌تواند اثرات متفاوتی بر عملکرد محصول‌ها داشته باشد. در همین راستا کیخا و همکاران (Keikha et al., 2021) نیز بر این باورند که اثر تغییر اقلیم بر همه محصول‌ها الزاماً منفی نیست و لذا می‌توان به جنبه‌های مثبت تغییر اقلیم نیز توجه داشت و از آن در جهت بهره‌برداری بهینه از منابع و امکانات منطقه استفاده کرد. به‌گونه‌ای که به رغم وجود روند افزایشی دما و روند کاهشی بارندگی اما در یافته‌های این بررسی افزایش سطح‌زیرکشت برنج و جو در اثر تغییر الگوی‌کشت نیز مشاهده می‌شود.

در ارزیابی پژوهش‌های مرور شده می‌توان به دو نکته اشاره کرد. نخست اینکه تمرکز اصلی بررسی‌ها بر سطح کلان اقتصاد و به‌طور مشخص تولید کل اقتصاد بوده است و مطالعات معطوف به کشاورزی نیز بیشتر بر یک یا چند محصول به‌ویژه غلات متمرکز بوده‌اند و پیامدهای تغییر اقلیم در سطح کل بخش کشاورزی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. نکته دیگر آن‌که در تحلیل پیامدهای تغییر اقلیم نوعاً با استفاده از مقدار سطح متغیرهای دما و بارش این پیامدها ارزیابی

شده است و رفتار غیرخطی متغیرهای اقلیمی به‌صورت استفاده از مقدار توان دوم آن‌ها مورد توجه نبوده است. در مطالعه حاضر دو نکته یادشده مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به مطالب یادشده هدف پژوهش حاضر ارزیابی رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت بین ارزش‌افزوده بخش کشاورزی و متغیر اقلیمی (دما و بارش) با استفاده از داده‌های سری زمانی در ایران است.

مبانی نظری و روش پژوهش

برای بررسی اثر تغییر اقلیم به ویژه پارامترهای دما و بارش بر ارزش‌افزوده بخش کشاورزی روش‌های متعددی معرفی شده است. روش ریکاردین (Ricardo, 1921; Mendelsohn et al., 1994) یکی از شناخته‌شده‌ترین روش‌ها برای این منظور است. روش ریکاردین آثار تغییرات اقلیمی (دما و بارش) و دیگر متغیرها را بر درآمد خالص کشاورزان آزمون می‌کند (Vaseghi and Esmaeili, 2008). مطالعات دیگری از جمله مطالعه کیخا و همکاران (Keikha et al., 2021) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به تحلیل تغییر کاربری اراضی به‌دلیل تغییرات اقلیمی (دما و بارش) پرداختند. اما مطالعات کمتری بر نقش تغییرات دما و بارش در بازدهی محصول‌های کشاورزی در ایران تمرکز داشته‌اند. بر مبنای پژوهش‌های پرشمار از جمله اوزکان و آکاوز (Ozkan and Akcaoz, 2002)، لوبل و همکاران (Lobell et al., 2007)، سارکر و همکاران (Sarker et al., 2012)، فاروق و کانان (Farook and Kanan, 2016) و دوکوتا و پایا (Devkota and Paija, 2020) ارزش‌افزوده بخش کشاورزی تابعی از میانگین کمینه و بیشینه دما و بارش به‌صورت رابطه (۱) در نظر گرفته شده است:

$$Y = f(T.R) \qquad (۱)$$

که در اینجا Y، ارزش‌افزوده بخش کشاورزی است و T میانگین دما را نشان می‌دهد. R نیز نشان‌دهنده میانگین سالانه بارش است. بنابراین شکل برآوردی رابطه بالا به‌صورت زیر خواهد بود (Devkota and Paija, 2020):

$$Y = \alpha_1 + \alpha_2 T + \alpha_3 R + \mu \qquad (۲)$$

که α_1 عرض از مبدأ، α_2 ضریب زاویه میانگین دما، α_3 ضریب زاویه میانگین سالانه بارش و μ جزء اختلال است. مطالعه ژیانگ و همکاران (Xiang et al., 2022) افزون‌بر متغیرهای

اقلیمی، عوامل تولید را نیز بر بهره‌وری بخش کشاورزی مؤثر می‌دانند. لذا رابطه (۲) را در حالت کلی به صورت رابطه (۳) گسترش دادند:

$$Y = f(W, X) \quad (۳)$$

که در اینجا W، بردار متغیرهای اقلیمی دما، بارش و مجذور دما و بارش را نشان می‌دهد. X دیگر عامل‌های مؤثر بر بهره‌وری بخش کشاورزی شامل نیروی‌کار، زمین، دام و سرمایه‌های ثابت را در بر می‌گیرد (Dell, 2009; Xiang et al., 2022). بررسی‌های دیگری از جمله ملکوتی‌خواه و فرجزاده (Malakootikhah and Farajzadeh, 2020)، میقانی و همکاران (Meighani et al., 2019) و امانی و همکاران (Amani et al., 2024) بر استفاده از متغیرهای نیروی‌کار، زمین، دام و سرمایه‌های ثابت به‌عنوان متغیر مستقل در ایران تأکید می‌کنند. بنابراین در پژوهش حاضر از رابطه (۴) استفاده شده است:

$$Y = \alpha_1 + \alpha_2 T + \alpha_3 R + \alpha_4 T^2 + \alpha_5 R^2 + \alpha_6 lnd + \alpha_7 liv + \alpha_8 p + \alpha_9 cap + \mu_t \quad (۴)$$

در اینجا Y ارزش‌افزوده بخش کشاورزی، T میانگین دمای سالانه، R میانگین بارش سالانه، lnd زمین، liv موجودی دام، p نیروی‌کار روستایی و cap موجودی سرمایه فیزیکی را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه بر اساس آزمون ایستایی برخی از متغیرها در سطح ایستا بودند و برخی دیگر ایستا از درجه یک، روش اقتصادسنجی خودتوضیحی با وقفه‌های گسترده[۱] (ARDL) استفاده شد.

برای پرهیز از وقوع رگرسیون کاذب در صورت ناایستا بودن متغیرها و تعیین رابطه‌ی بلندمدت بین متغیرها، می‌توان از روش خودتوضیحی با وقفه‌های گسترده (ARDL) برای بررسی همجمعی متغیرهـا استفاده نمود. برتری رهیافت ARDL نسبت به سایر روش‌های هم‌جمعی، نداشتن نیاز به یکسان بودن درجه همجمعی متغیرها، کارایی به نسبت بالا در نمونه‌های کوچک یا محدود و برآورد الگوهای کوتاه‌مدت و بلندمدت به‌طور همزمان است. برآوردهای روش خودتوضیحی با وقفه‌های گسترده، ناریب و کارا است زیرا بدون خودهمبستگی و درون‌زایی است (Siddiki, 2000). رابطه (۵) مدل ARDL تعمیم یافته[۲] را نشان می‌دهد (Pesaran & shin,1998):

---

[۱] Autoregressive Distributed Lag

[۲] Augmented ARDL

$$\alpha(L,P)y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k}\beta_i\,(L,q_i)x \quad + \lambda w_t + u_t, \quad \text{i=1,2,…,k} \qquad (۵)$$

که در آن y_t متغیر وابسته، α_0 عرض از مبدأ، w_t برداری از متغیرهای قطعی نظیر روندهای زمانی یا متغیرهای بـرون‌زا با وقفه ثابت و L عامل وقفه یعنی $Ly_t = y_{t-1}$ است که به صورت رابطه (۶) تعریف می‌شود:

$$\alpha(L,P) = 1 - \alpha_1 L^1 - \cdots - \alpha_p L^p$$
$$\beta_i\left(L,q_i\right) = \beta_{i0} + \beta_{i1}L + \beta_{i2}L^2 + \cdots + \left(\beta_{iqi}L_i^q\right) \qquad (۶)$$

بر این مبنا، مدل پویای ARDL به صورت رابطه (۷) می‌باشد:

$$Y = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{m}\beta_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{n}\varepsilon_i W_{t-i} + \sum_{i=1}^{f}\mu_i X_{t-i} + \varepsilon_0 Y_t + \gamma_0 W_t + \mu_0 X_t + u \qquad (۷)$$

در رابطه فوق، m، n و f بیانگر شمار وقفه‌های بهینه است. رهیافت ARDL برای برآورد رابطه بلندمدت دارای روش دو مرحله‌ای است. مرحله اول، وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل را بررسی می‌کند. مرحلـه دوم، به برآورد ضـرایب بلندمـدت و کوتـاه‌مـدت معادلـه می‌پردازد این مرحله زمانی رخ می‌دهد که در مرحله اول وجود رابطه بلندمدت میان متغیرها تأیید شـود. با توجه به اینکه در پژوهش‌های انجام شده متغیرهای دما و بارش به شکل‌های توان اول و توان دوم استفاده شده است (Xiang et al., 2022؛ Malakootikhah and Farajzadeh, 2020) در این مطالعه نیز تصریح‌های مختلف برآورد شده است. درصورتی که رابطه همجمعی بین متغیرها وجود داشته باشد، مدل تصحیح خطا نیز قابل استخراج است. شکل عمومی مدل تصحیح خطا به صورت زیر است:

$$\Delta Y = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{m-1}\gamma_{y_i}\Delta Y_{t-i} + \sum_{i=1}^{n-1}\gamma_{x_i}\Delta X_{t-i} + \alpha_1 ECM_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (۸)$$

که در رابطه (۸):

$$ECM_{t-1} = Y_{t-1} - \theta X_t \qquad (۹)$$

در رابطه (۸) ، پارامتر α_1 سرعت تعدیل را نشان می‌دهد و در صورتی که با علامت منفی ظاهر شود نشانگر سرعت تصحیح خطا و میل به تعادل بلندمدت است (Pesaran & shin,1998).

داده‌های پژوهش به‌صورت سری‌زمانی شامل دوره ۱۹۶۴ تا ۲۰۲۱ می‌باشد. ارزش‌افزوده بخش کشاورزی، زمین، موجودی دام، نیروی‌کار کشاورزی و موجودی سرمایه فیزیکی از پایگاه داده-های فائو[۱] و داده‌های بارندگی و دما به صورت میانگین سالانه کل کشور از پایگاه داده‌های هواشناسی و پایگاه داده‌های علوم اقلیمی[۲] استخراج شده است. در پژوهش حاضر داده‌ها به-صورت لگاریتمی استفاده شده است.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از آزمون‌های ایستایی نشان داد متغیرها از نوع I(0) و I(1) هستند، بنابراین روش هم‌جمعی موسوم به روش خودتوضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL) مناسب ارزیابی شد. در جدول (۱)، ویژگی‌های آماری متغیرها ارزیابی شده است.

جدول (۱) ویژگی‌های آماری متغیرها

Table (1) Statistical characteristics of variables

کمینه Minimum	بیشینه Maximum	میانگین Average	انحراف معیار Standard deviation	متغیر Variable
3.068	*3.291*	*3.163*	*0.043*	لگاریتم دما (*T*) (درجه سلسیوس) Log of temperature (T) (degrees Celsius)
4.868	*5.964*	*5.485*	*0.161*	لگاریتم بارش (*R*) (میلی‌متر) Log of precipitation (R) (mm)
10.735	*11.079*	*10.944*	*0.127*	لگاریتم ارزش‌افزوده کشاورزی (*VA*) (دلار ثابت ۲۰۱۵) Log of agricultural value added (VA) (constant 2015 $)
16.064	*16.936*	*16.527*	*0.293*	لگاریتم زمین (*lnd*) (هکتار) Log of land (lnd) (hectares)
22.259	*24.618*	*23.591*	*0.686*	لگاریتم موجودی دام (*liv*) Log of livestock inventory (liv)
23.269	*25.843*	*24.930*	*0.573*	لگاریتم جمعیت نیروی‌کار کشاورزی (*p*) Log of agricultural labor force population (p)
13.678	*15.719*	*14.893*	*0.613*	لگاریتم موجودی سرمایه فیزیکی (cap) (دلار ثابت ۲۰۱۵) Log of physical capital stock (cap) (constant 2015 $)

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

[۱] Food and Agriculture Organization (FAO)

[۲] Climate knowledge portal

در زمینه متغیرهای اقلیمی، میانگین دما و بارش ایران در طول دوره بررسی به ترتیب ۲۳/۶ درجه سلسیوس و ۲۴۱ میلی‌متر بوده است. ارزش افزوده بخش کشاورزی به طور میانگین ۱۷۵ میلیارد دلار و موجودی سرمایه فیزیکی نیز ۶۷ میلیارد دلار برآورد شده است. میانگین زمین، موجودی دام و جمعیت نیروی‌کار کشاورزی به ترتیب بیش از ۶ هزار هکتار، ۱۵ میلیون رأس و ۳ میلیون نفر برآورد شده است.

پیش از برآورد مدل، باید وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها بررسی شد. برای بررسی وجود رابطه بلندمدت از آزمون باند استفاده شد که نتایج این آزمون در جدول (۱) ارایه شده است. همان‌طور که پیش‌تر نیز مشخص شد، متغیرهای آب و هوایی دما و بارندگی هم به‌صورت سطح و هم به‌صورت توان دوم استفاده شدند. از همین رو در مجموع چهار تصریح برآورد شده است.

جدول (۲) نتایج آزمون باند (بررسی وجود رابطه بلندمدت)

Table (2) Results of the band test (examining the existence of a long-term relationship)

مدل Model	آزمون statistical tests	$I(0)$	$I(1)$	F
مدل ۱ Model 1 $logVA = f(logT.logld.logliv.logp.logcap)$	(1٪)	3.93	5.23	7.50^{***}
	(5٪)	3.12	4.25	
مدل ۲ Model 2 $logVA = f(logT.logT^2.logld.logliv.logp,logcap)$	(1٪)	3.60	4.90	13.78^{***}
	(5٪)	2.87	4	
مدل ۳ Model 3 $logVA = f(logT.logR.logld.logliv.logp.logcap)$	(1٪)	3.60	4.90	6.26^{***}
	(5٪)	2.87	4	
مدل ۴ Model 4 $logVA = f(logT.logT^2.logR.logR^2.logld.logliv.logp.logcap$	(1٪)	2.93	4.06	4.52^{***}
	(5٪)	2.38	3.41	

Source: Research findings منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج باند تست (جدول ۲) وجود رابطه بلندمدت برای هر چهار تصریح را در سطح ۱٪ تأیید می‌کند. مدل ۱ شامل متغیرهای مستقل دما، زمین، موجودی دام، نیروی‌کار و سرمایه فیزیکی است. در مدل ۲ افزون بر متغیرهای مدل ۱، مجذور دما نیز اضافه شده است. متغیرهای مستقل

مدل ۳ و ۴ نیز همانند مدل ۱ و ۲ می‌باشد با این تفاوت که متغیر بارندگی و مجذور آن اضافه شده است.

نتایج رابطه کوتاه‌مدت در جدول (۳) ارایه شده است. در کوتاه‌مدت نقش منفی افزایش دما بر بازده بخش کشاورزی مورد توجه و قابل تأیید است حال آنکه در مورد بارندگی به حتم چنین نتیجه ای نمی‌توان گرفت. در خصوص نقش بارندگی باید دقت نمود که همان‌طور که در بررسی خیز و همکاران (Khiz et al., 2019) نیز اشاره شده است در کوتاه مدت بواسطه استفاده بیش‌تر از منابع آب زیرزمینی ممکن است الزاماً تنش ناشی از کاهش بارش به مزرعه منتقل نشود و در بلندمدت ممکن است بتوان چنین پیامدهایی را مشاهده کرد. نکته با اهمیت در زمینه نتایج الگوی کوتاه‌مدت این است که عمده مساعدت در تبیین تغییرات ارزش‌افزوده، به متغیرهای آب و هوایی تعلق دارد و سهم متغیرهای ارزش‌افزوده در سطح بالایی قرار ندارد. برای این متغیرها اغلب یا ضریب پایینی حاصل شده است و یا آن‌که ضریب‌های به‌دست‌آمده از اهمیت آماری پایینی دارند.

جدول(۳) الگوی تصحیح خطا (ECM) عامل‌های تعیین‌کننده ارزش افزوده بخش کشاورزی

Table (3) Error Correction Model (ECM) of the determinants of value added in the agricultural sector

مدل۴ Model 4	مدل ۳ Model 3	مدل ۲ Model 2	مدل ۱ Model 1	متغیرها Variables
-19***	9.62***	-174.81***	9.59***	C
0.03***	0.03***	0.06***	0.03***	TREND
17.15				LOG(T)
	-0.73***	126.84***	-0.72***	LOG(T(-1))
	-0.01			LOG(R)
-0.38				LOG(R(-1))
0.04				LOG(R)^2
-2.8				LOG(T)^2
		-20.32***		LOG(T (-1))^2
0.23**	0.21**	0.36*	0.21**	LOG(LD(-1))
-0.14				LOG(LIV)
	-0.14	-0.68***	-0.14	LOG(LIV(-1))
0.42***	0.38***		0.4***	LOG(P)
		0.83***		LOG(P(-1))
0.03	0.05**		0.04**	LOG(CAP)
		0.02		LOG(CAP(-1))
		0.33***		DLOG(VA(-1))
	-0.4**	-25.06(2)	-0.38***	$\sum DT$
		3.93(2)		$\sum DT^2$
-0.46***				DLOG(R)
-0.42(4)	0.14(5)	-1.70(3)	0.11(5)	$\sum DLD$
	0.41(4)	0.29	0.37(4)	$\sum DLIV$

ادامه جدول(۳) الگوی تصحیح خطا (ECM) عامل‌های تعیین‌کننده ارزش افزوده بخش کشاورزی
Table (3) Error Correction Model (ECM) of the determinants of value added in the agricultural sector

مدل۴ Model 4	مدل ۳ Model 3	مدل ۲ Model 2	مدل ۱ Model 1	متغیرها Variables
		-1.38		*DLOG(P)*
		*-0.05**		*DLOG(CAP)*
*-0.72****	*-0.74****	*-1.36****	*-0.76****	*CointEq(-1)*
0.7	*0.72*	*0.71*	*0.72*	*Adjusted R-squared*
2.27	*2.17*	*2.35*	*2.17*	*Durbin-Watson*
20.85	*12.35*	*10*	*12.32*	*F-statistic*

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

جدول (۳) نشان می‌دهد که ضریب جمله تصحیح خطا برای مدل ۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب ۰/۷۶- ، ۱/۳۶-، ۰/۷۴- و ۰/۷۲- است، که همه دارای علامت منفی و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار هستند. بنابراین بعد از یک دوره به ترتیب ۷۶، ۱۰۰، ۷۴ و ۷۲ درصد انحراف‌ها تعدیل می‌شود و رابطه کوتاه‌مدت در مسیر تعادلی بلندمدت قرار می‌گیرد و به تعادل پایدار می‌رسد. به‌بیان دیگر، حدود دو دوره زمانی (سال) برای تعادل نیاز خواهد بود که با توجه به ماهیت فرآیند تولید کشاورزی مورد انتظار است. بر مبنای آماره‌های تشخیص (دوربین-واتسون و F) به‌صورت تلویحی می‌توان تصریح (۲) را در مقایسه با سه تصریح دیگر حایز اولویت پایین‌تری عنوان کرد به‌ویژه اینکه متغیر با اهمیت بارش را نیز شامل نمی‌شود. با توجه به ماهیت متغیرهای مورد استفاده و به‌ویژه متغیرهای اقلیمی که اغلب بلندمدت هستند، در ادامه بر روی یافته‌های بلندمدت تمرکز بیش‌تری صورت گرفته است. لازم به اشاره است که شمار وقفه بهینه بر اساس آماره‌های آکائیک و شوارتزبیزین تعیین شده است و برای تصریح‌های مختلف متفاوت است. نتایج برآورد بلندمدت مدل و شمار وقفه بهینه هریک از مدل‌ها در جدول (۴) ارایه شده است.

جدول (۴) الگوی بلندمدت عوامل تعیین‌کننده ارزش افزوده بخش کشاورزی
Table (4)Long-term pattern of determinants of value added in the agricultural sector

مدل ۴ Model 4	مدل ۳ Model 3	مدل ۲ Model 2	مدل ۱ Model 1	متغیرها Variables
ARDL(1, 0, 1, 0, 0, 4, 0, 0, 0)	*ARDL(1, 1, 0, 5, 4, 0, 0)*	*ARDL(2, 2, 2, 3, 3, 1, 1)*	*ARDL(1, 1, 5, 4, 0, 0)*	*تعداد وقفه بهینه Optimal number of breaks*
*23.93***	*-0.99****	*93.31****	*-0.95****	*LOG(T)*
*3.90**- *		*-14.95****		*$LOG(T)^2$*
0.54-	*-0.02*			*LOG(R)*
0.06				*$LOG(R)^2$*
*0.32****	*0.28****	*0.27****	*0.27***	*LOG(LD)*

ادامه جدول (۴) الگوی بلندمدت عوامل تعیین‌کننده ارزش افزوده بخش کشاورزی

Table (4)Long-term pattern of determinants of value added in the agricultural sector

مدل ۴ Model 4	مدل ۳ Model 3	مدل ۲ Model 2	مدل ۱ Model 1	متغیرها Variables
*0.20*** -	*-0.19*	*-0.50****	*-0.18*	*LOG(LV)*
*0.58****	*0.51****	*0.61****	*0.52****	*LOG(P)*
*0.04***	*0.06***	*0.01***	*0.06***	*LOG(CAP)*
*0.05****		*93.31****		*TREND*
3.12 (22.64ºC)		*3.07 (21.54ºC)*		نقطه عطف دما Temperature turning point
4.5 (90.1)				نقطه عطف بارش Precipitation turning point

Source: Research findings منبع: یافته‌های تحقیق

اثر غیرخطی دما بر متغیر ارزش‌افزوده کشاورزی در دو تصریح ۲ و ۴ پذیرش شده است. بر مبنای ضرایب این تصریح در رابطه یاد شده انتظار می‌رود رابطه میان دما و ارزش افزوده بصورت U معکوس باشد. بر این مبنا نقطه عطف در این دو تصریح در حدود ۲۲ درجه سلسیوس به‌دست آمد. لازم به ذکر است که میانگین دمای ایران در سال‌های اخیر همواره بالاتر از ۲۴ درجه سلسیوس قرار داشته است (CCKP, 2023). می‌توان گفت بخش کشاورزی از این نقطه عبور کرده است و افزایش دما موجب کاهش تولید یا ارزش‌افزوده بخش کشاورزی خواهد شد. بر مبنای مدل‌های ۱ و ۳ انتظار می‌رود ۱ درصد افزایش دما موجب کاهش ارزش‌افزوده بخش کشاورزی به میزان ۱ درصد شود. به عبارت دیگر با افزایش یک درجه دما بیش از ۵ درصد ارزش‌افزوده بخش کشاورزی کاهش می‌یابد. این در حالی است که در مورد بارش رابطه بلندمدت مورد پذیرش قرار نگرفته است. به بیان دیگر حتی در بلندمدت نیز کاهش بارش با تولید یا ارزش افزوده بخش کشاورزی رابطه معنی‌دار نشان نمی‌دهد. هرچند که میانگین بارش ایران در سال‌های اخیر بیش از ۲۵۵ میلی‌متر بوده است (CCKP, 2023). به نظر می‌رسد توجیه ارایه شده در مورد رابطه کوتاه‌مدت در بلندمدت نیز صادق است. یعنی فشار بر منابع آب زیرزمینی حتی در بلندمدت نیز در تداوم است.

از میان متغیرهای سرمایه‌ای اثر زمین قابل توجه و با اهمیت آماری است در حالی‌که برای موجودی دام به‌عنوان دیگر رقم سرمایه در بخش کشاورزی اثر ملموسی مشاهده نمی‌شود. در زمینه اثر این متغیر نکته درخور توجه آن است که در تصریح‌های دارنده متغیرهای توان دوم

از اهمیت آماری و ضریب بالاتری برخودار است. این یافته ممکن است ناظر بر بحث طولانی و باور رایج در خصوص این زیربخش کشاورزی باشد مبنی بر اینکه میان موجودی دام و ظرفیت مراتع تعادل و تناسب لازم وجود ندارد و بهره‌برداری از مراتع در این زیربخش به حتم اقتصادی نیست (میلادفر و همکاران، ۱۳۸۹؛ حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). به همین شیوه مشاهده می‌شود که سرمایه فیزیکی نیز ضریب بسیار پایینی اختیار نموده است. البته باید توجه داشت که سرمایه فیزیکی تنها موجودی ساختمان و ماشین‌ها و ادوات را در بر می‌گیرد و بیشتر سهم زیادی در زیربخش کشاورزی برخلاف بخش‌های غیرکشاورزی ندارد و لذا این ضریب نیز مبتنی بر انتظار است. در همین زمینه لازم است دقت شود که بخش مهمی از سرمایه بخش کشاورزی به‌صورت زمین و بخش مهم دیگر آن موجوی درختان مثمر است که متغیر سرمایه فیزیکی شامل این موارد نمی‌شود.

از متغیرهای مهم دیگر اثر متغیر نیروی‌کار است. در حالی که در پژوهش‌های گذشته برخی از آن‌ها نقش نیروی‌کار در تولید یا ارزش افزوده بخش کشاورزی را منفی یا فاقد اهمیت لازم عنوان کرده‌اند اما در اینجا یافته‌های این مطالعه نقش نیروی‌کار را حایز اهمیت و ضریب بالایی برای آن پیش‌بینی نموده‌اند. بر مبنای مدل‌های ۱ و ۳ و ۴ انتظار می‌رود در ازای ۱۰ درصد افزایش به‌کارگیری نیروی‌کار تولید یا ارزش‌افزوده بخش کشاورزی ۶-۵ درصد رشد نشان دهد. این یافته با اهمیت بوده و نشان از مساعدت مطلوب نیروی‌کار در این بخش دارد و لازم است در پژوهش‌های آتی نیز نقش کیفیت نیروی‌کار یا انباشت سرمایه انسانی نیز مورد توجه قرار گیرد.

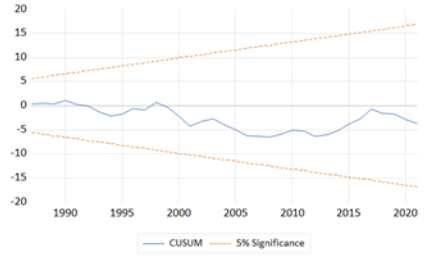
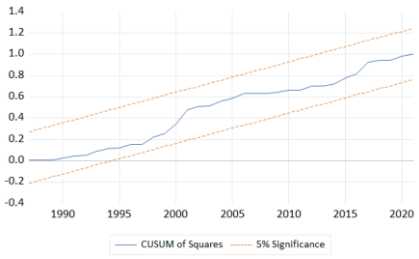
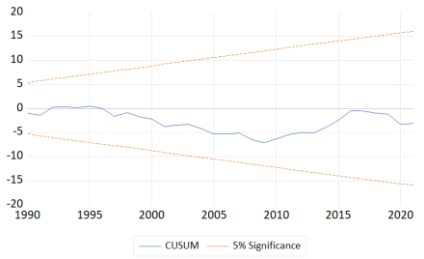
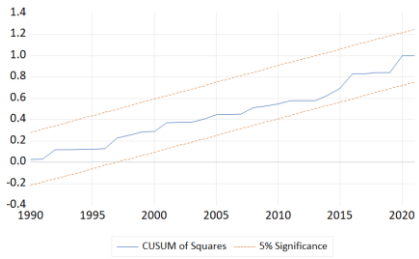
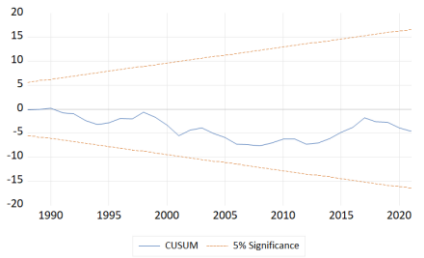
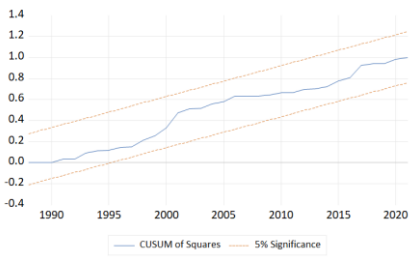
با پذیرفتن رابطه غیرخطی برای متغیر دما می‌توان تصریح شماره ۴ را برای بیان رابطه بلندمدت متغیرها با ارزش‌افزوده بخش کشاورزی بیش از دیگر تصریح‌ها مورد توجه و توصیه قرار داد. ضمن اینکه نباید از نظر دور داشت که در مورد اغلب متغیرها تصریح‌های مختلف ضرایب بسیار نزدیک به یکدیگر نشان می‌دهند.

در ادامه در نمودار (۱)، برای آزمون پایداری ضرایب به‌دست‌آمده، نتایج آزمون‌های CUSUM[۱] و CUSUMQ[۲] ارایه شده است. آزمون پایداری، آخرین آماره تشخیص ارزیابی برازش مدل است. این آزمون جمع جبری اختلاف‌های نتایج آزمایش نمونه کنترلی را با میانگینی

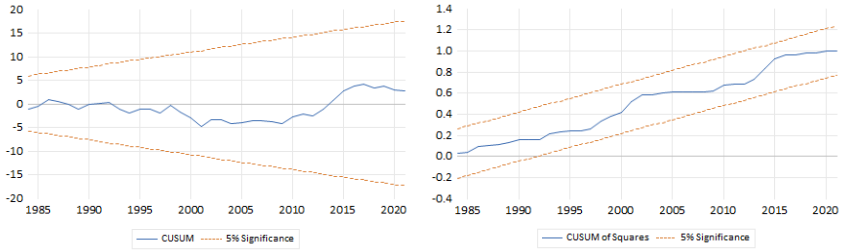
[۱] cumulative sum

[۲] cumulative sum of squares

که در آغاز تعیین شده بود، بررسی مـی‌نمایـد و بـه خطاهـای ساختارمند حـساس می‌باشد. همان‌طور که مشخص است، در ۴ مدل، آماره آزمون CUSUM در داخل خطوط مرزی بحرانی در سطح اطمینان ۵ درصد قرار دارند که نشان‌دهنده ثبات ضرایب برآوردی در سطح معنی‌داری ۵ درصد است. هم‌چنین به‌طور همانند آزمون CUSUMQ گویای پایدار بودن ضرایب برآوردی در سطح اطمینان پنج درصد *است*.

مدل Model	CUSUM	CUSUMQ
مدل ۱ Model 1		
مدل ۲ Model 2		
مدل ۳ Model 3		

مدل ۴
Mode
l 4



نمودار (۱) نتایج آزمون‌های CUSUM و CUSUMQ

Figure (1)Results of CUSUM and CUSUMQ tests

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

تغییرات اقلیمی بیشترین تأثیر را بر بخش کشاورزی در کشورهای خشک و نیمه خشک می-گذارد. تغییر آب و هوا در ایران به عنوان یکی از کشورهای خشک و نیمه خشک، به یکی از بزرگ‌ترین دغدغه ها به‌ویژه در بخش کشاورزی تبدیل شده است. یافته‌های این پژوهش نیز چنین دورنمایی را نشان می‌دهد. البته متغیر دما اثر مورد انتظار نشان می‌دهد اما در مورد بارندگی الزاماً حتی در بلندمدت پیامدهای منفی مشاهده نمی‌شود. این یافته نه تنها دال بر نبود زمینه اثر محدودکننده بارش نیست بلکه می‌تواند نشان از بحران عمیق‌تر آب در افق‌های زمانی طولانی‌تر داشته باشد. استفاده از منابع آب زیرزمینی می‌تواند اثرگذاری کاهش بارندگی را محدود کرده باشد. بنابراین لازم است اثر بارندگی بر ارزش‌افزوده بخش کشاورزی به نحو دیگری مورد ارزیابی قرار گیرد. یافته‌های پژوهش در خصوص دامنه اثرگذاری افزایش دما بر ارزش‌افزوده با یافته‌های پژوهش ملکوتی‌خواه و فرجزاده (Malakootikhah and Farajzadeh, 2020) هم‌سو است. برای رویارویی با این محدودیت ناشی از دما می‌توان در خصوص تغییر زمان کاشت و یا استفاده از رقم‌های مقاوم به دما استفاده نمود. برای این منظور نیز پیشنهاد می‌شود به‌عنوان بخشی از سرمایه‌گذاری در تحقیقات کشاورزی بر روی ارایه رقم-های جدید سازگار با شرایط تغییر اقلیم تمرکز صورت گیرد.

در میان متغیرهای سرمایه‌ای اثر متغیر سرمایه فیزیکی حاکی از نقش محدود این متغیر بود. هر چند بخش مهمی از سرمایه بخش کشاورزی به‌صورت سرمایه زنده همانند موجودی دام و درختان مثمر است اما اثرگذاری محدود سرمایه فیزیکی در این سطح حاکی از سطح پایین تجهیزات سرمایه‌ای و سنتی بودن شیوه تولید است و لذا برای رشد بهره‌وری و حتی مقابله با

محدودیت ناشی از تغییر اقلیم می‌توان از فرصت انباشت سرمایه فیزیکی در بخش کشاورزی بهره جست. مرور برنامه‌های توسعه اقتصادی نیز حاکی از آن است که سهم سرمایه‌گذاری بخش کشاورزی همواره پایین‌تر از سهم آن در تولید بوده است (Agha Nasiri, 2012). این روند سرمایه‌گذاری در افق افزایش گرمایش می‌تواند امنیت غذایی را به‌طور جدی با تهدید مواجه کند. در خصوص سرمایه لازم به اشاره است که استهلاک سرمایه خود از زمینه‌های آسیب‌پذیری از تغییر اقلیم است (Tsigaris and Wood, 2019) و انباشت کنونی سرمایه افزون بر اینکه در مساعدت به تولید نقش کم اهمیتی دارد، در معرض آسیب ناشی از تغییر اقلیم نیز قرار دارد. در این راستا فرآهم نمودن زمینه سرمایه‌گذاری جدید و تجدید و نوسازی سرمایه فیزیکی و به‌طور مشخص ماشنی‌ها و ادوات و تجهیزات کشاورزی ضرورت دارد.

متغیرهای زمین و نیروی‌کار اثر مطلوبی بر تولید نشان دادند اما انتظار می‌رود افزایش استفاده از زمین بیش از هر عامل دیگری در گرو افزایش بهره‌وری نهاده آب باشد. لذا به آسانی نمی‌توان برای آینده پیش‌رو نقش زمین را مانند گذشته با اهمیت فرض کرد. در این زمینه ایجاد فعالیت-های صنعتی-کشاورزی با مصرف آب پایین به‌منظور افزایش هم‌زمان بهره‌وری زمین و نیروی‌کار قابل تاکید است. افزون بر این در خصوص زیربخش دام و مرتع نیز به بیان اقتصاد تولید می‌توان فعالیت این زیربخش را در ناحیه غیراقتصادی تصور نمود. در زمینه نیروی‌کار نیز محدودیت حایز اهمیت کاهش بهره‌وری آن در اثر تغییر اقلیم است. کاهش بهره‌وری نیروی‌کار در کنار افزایش استهلاک سرمایه از مهم‌ترین عامل‌های اثرگذاری گرمایش زمین بر تولید عنوان می‌شود (Tsigaris and Wood, 2019).

پیامد منفی افزایش دما در بلندمدت اهمیت دارد. هر چند که در کوتاه‌مدت نیز مهم‌ترین عامل نوسان تولید و ارزش‌افزوده بخش کشاورزی متغیرهای اقلیمی به شمار آید. راهکار با اهمیت برای مقابله با این شرایط، افزایش بهره‌وری عوامل تولید و به‌ویژه نهاده آب است. شواهد موجود دال بر اثر منفی تغییر اقلیم بر بهره‌وری عوامل تولید می‌باشد (Dietz & Stern, 2015; Letta & Tol, 2019). لذا باید افزون بر تلاش برای بهبود بهره‌وری بر روی مقابله با کاهش آن در اثر افزایش گرمایش زمین نیز تمرکز صورت گیرد. این کاهش بهره‌وری می‌تواند زمینه کاهش سرمایه‌گذاری را فرآهم نماید (Rezaei et al., 2018). همچنین به‌عنوان ضرورت

برای پژوهش‌های آتی می‌توان امکان‌سنجی و انجام بررسی بر مبنای اقلیم‌های مختلف ایران تاکید کرد.

منبع‌ها

Al-Omran, R., & Al-Omran, S.A., (2020). Study of economic factors affecting the value added of the agricultural sector of Iran. *Journal of Agricultural Economics Research, 13*(1), 191-206.

Agha Nasiri, M,. (2012) A review of the investment process in the agricultural sector in four development programs of the country. *Economic Journal (Bimonthly Review of Economic Issues and Policies)*. *12* (4 and 5), 61-78.

Arabi, M., Lotfalipour, R. M., Ghavami, H., & Keramatzadeh, A. (2021). Studying the Effects of Climate Change on Macro Economy Sectors using Recursive Dynamic Computable General Equilibrium Approach: Evidence from Iran. *J Climatol and Weath Forecast*, *9*, 305.

Amani, R., Ghorbani, Z., & Mozaffari, Z. (2024). Climate change risk, performance, and value added in agricultural sector. *The Economic Research*, *24*(3), 1-30.

Ashraf Vaghefi, S., Keykhai, M., Jahanbakhshi, F., Sheikholeslami, J., Ahmadi, A., Yang, H., & Abbaspour, K. (2019). *The future of extreme climate in Iran*. Nature 9, 1464.

Attiaoui, I., & Boufateh, T. (2019). Impacts of climate change on cereal farming in Tunisia: a panel ARDL–PMG approach. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*, 13334-13345.

Balasubramanya, S., & Stifel, D. (2020). Water, agriculture & poverty in an era of climate change: Why do we know so little?. *Food Policy*, *93*, 101905.

Banaei, E., Mojaverian, S. M., Hosseini-Yekani, S. A., & Mirzaei, A. (2023). Implication of Production Shocks and Prices of Selected Cereal Products with and without Income Compensation Policy for Food Security of Households in Iran. *Agricultural Economics and Development*, *30*(4), 143-169.

Boubacar, I. (2015). Economic implications of climate change: evidence from agricultural productivity. *International Journal of Global Warming*, *7*(3), 362-379.

Bozoglu, M., BAŞER, U., Eroglu, N. A., & Topuz, B. K. (2019). Impacts of climate change on Turkish agriculture. *Journal of International Environmental Application and Science*, *14*(3), 97-103.

Burton, I., Diringer, E., & Smith, J. (2006). *Adaptation to climate change: international policy options*. Arlington: Pew Center on Global Climate Change.

CCKP (climate Change Knowledge Portal) (2023). https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/iran-islamic-rep

Chandio, A. A., Jiang, Y., Rehman, A., & Rauf, A. (2020). Short and long-run impacts of climate change on agriculture: an empirical evidence from China. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, *12*(2), 201-221.

Chowdhury, I. U. A., & Khan, M. A. E. (2015). The impact of climate change on rice yield in Bangladesh: a time series analysis. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, *40*(4), 12-28.

Climate Change Performance Index Portal: https://ccpi.org

Curtis, C., Berg, K., & Mark, N. C. (2022). Gdp and temperature: Evidence on cross-country response heterogeneity. *Available at SSRN 4264163*.

Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2009). Temperature and income: reconciling new cross-sectional and panel estimates. *American Economic Review*, *99*(2), 198-204.

Dell, M., Jones, B. F., & Olken, B. A. (2012). Temperature shocks and economic growth: Evidence from the last half century. *American Economic Journal: Macroeconomics*, *4*(3), 66-95.

Demirhan, H. (2020). Impact of increasing temperature anomalies and carbon dioxide emissions on wheat production. *Science of The Total Environment*, *741*, 139616.

Devkota, N., & Paija, N. (2020). Impact of climate change on paddy production: evidence from Nepal. *Asian Journal of Agriculture and Development*, *17*(2), 63-78.

Dietz, S., & Stern, N. (2015). Endogenous growth, convexity of damage and climate risk: how Nordhaus' framework supports deep cuts in carbon emissions. *The Economic Journal*, *125*(583), 574-620.

Eck, M. A., Murray, A. R., Ward, A. R., & Konrad, C. E. (2020). Influence of growing season temperature and precipitation anomalies on crop yield

in the southeastern United States. *Agricultural and Forest Meteorology*, *291*, 108053.

Farajzadeh, Z., Ghorbanian, E., & Tarazkar, M. H. (2022). The shocks of climate change on economic growth in developing economies: Evidence from Iran. *Journal of Cleaner Production*, *372*, 133687.

Farajzadeh, Z., Ghorbanian, E., & Tarazkar, M. H. (2023). The impact of climate change on economic growth: Evidence from a panel of Asian countries. *Environmental Development*, *47*, 100898.

Farook, A. J., & Kannan, K. S. (2016). Climate change impact on rice yield in india–vector autoregression approach. *Sri Lankan Journal of Applied Statistics*, *16*(3), 161-178.

Garnaut, R. (2008). The Garnaut climate change review. *Cambridge*, *Cambridge*.

Hosseinzadeh, A., Heidari, GH., Barani, H., & Zali, H.. (2017). Effects of livestock number on range condition (Case study: Shahsavan nomads of Meshginshahr city). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, *24*(3 (68)), 513-523.

Howard, P. H., & Sterner, T. (2017). Few and not so far between: a meta-analysis of climate damage estimates. *Environmental and Resource Economics*, *68*(1), 197-225.

Hunter, D., Salzman, J., & Zaelke, D. (2007). *International environmental law and policy* (Vol. 516). New York: Foundation Press.

Javadinejad, S., Dara, R., & Jafary, F. (2020). Climate change scenarios and effects on snow-melt runoff. *Civil Engineering Journal*, *6*(9), 1715-1725.

Keikha, A., Khanlary, A., Keikha, A. A., & Sabouhi, M. (2021). The effect of climate change on land usage and agricultural sector performance in Mazandaran province. *Journal of Environmental Science and Technology*, *10*(101), 93-104

Khiz, Z., Zibaei, M., & Farajzadeh, Z. (2019). National and Regional Implications of Drought for Production and Employment: A General Equilibrium Analysis. *Agricultural Economics and Development*, *27*(2), 55-81.

Kusainova, A. A., Mezentseva, O. V., & Tusupbekov, Z. A. (2020). Influence of precipitation variability and temperature conditions on the yield of grain crops in Northern Kazakhstan. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing.

Letta, M., & Tol, R. S. (2019). Weather, climate and total factor productivity. *Environmental and Resource Economics*, *73*(1), 283-305.

Liang, C., Schimel, J. P., & Jastrow, J. D. (2017). The importance of anabolism in microbial control over soil carbon storage. *Nature microbiology*, *2*(8), 1-6.

Lobell, D. B., & Field, C. B. (2007). Global scale climate–crop yield relationships and the impacts of recent warming. *Environmental research letters*, *2*(1), 014002.

Malakootikhah, Z., & Farajzadeh, Z. (2020). Climate change impact on agriculture value added. *Agricultural Economics and Development*, *28*(3), 1-30.

Mannke, F. (2011). Key themes of local adaptation to climate change: results from mapping community-based initiatives in Africa. *Experiences of climate change adaptation in Africa*, 17-32.

Mansouri Daneshvar, M. R., Ebrahimi, M., & Nejadsoleymani, H. (2019). An overview of climate change in Iran: facts and statistics. *Environmental Systems Research*, *8*(1), 1-10.

Meighani, S., Khodaparast, M., & Salehnia, N. (2019). Studying the impact of climate change on the value added of the agricultural sector of selected MENA countries. *Regional Economics and Development*, *20*(27), 129-158.

Mendelsohn, R., Nordhaus, W. D., & Shaw, D. (1994). The impact of global warming on agriculture: a Ricardian analysis. *The American economic review*, 753-771.

Miladfar, H., Barani, H., Julaie, R., & Riyazifar, P. (2010). Determination of optimal ranch size based on economic efficiency and social sustainability (Case study: Rangelands of Urmiya). *Journal of Range and Watershed Managment*, *63*(1), 105-14.

Ministry of Agricultural Jihad, Statistical Yearbooks, Volume 1: https://amar.maj.ir/page-amar/FA/65/form/pId3352

Momeni F., Dashtbani, S., & Banoui, A. (2017) The importance of the agricultural sector in maintaining the socio-economic balance of Iran's urban and rural structure. *Spatial Economics and Rural Development*, *6* (22), 17-46.

Moser, C., & Norton, A. (2001). To claim our right: Livelihood security, human rights and sustainable development.

Ozkan, B., & Akcaoz, H. (2002). Impacts of climate factors on yields for selected crops in the Southern Turkey. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *7*, 367-380.

Panda, A., Sahu, N., Behera, S., Sayama, T., Sahu, L., Avtar, R., ... & Yamada, M. (2019). Impact of climate variability on crop yield in Kalahandi, Bolangir, and Koraput districts of Odisha, India. *Climate*, *7*(11), 126.

Pesaran, H. H., & Shin, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economics letters*, *58*(1), 17-29.

Raihan, A., & Tuspekova, A. (2022). Dynamic impacts of economic growth, energy use, urbanization, tourism, agricultural value-added, and forested area on carbon dioxide emissions in Brazil. *Journal of Environmental Studies and Sciences, 12*(4), 794-814.

Riad, N., & Peter, D. (2017). The impact of climate change and climate variability on the agricultural sector in Nickerie District. *J. Agric. Environ. Sci*, *6*(1), 51-65.

Ribot, J. (2013). Vulnerability does not just fall from the sky: Toward multi-scale pro-poor climate policy. In *Handbook on climate change and human security* (pp. 164-199). Edward Elgar Publishing.

Ricardo, D. (1921). *The first six chapters of the principles of political economy and taxation of David Ricardo, 1817*. Macmillan.

Saberali, S. F., Nastari-Nasrabadi, H., & Dostkhah-Ahmadi, M. (2019). Investigating the impact of climate change on irrigated wheat production under Torbat-e Jam region for the near future. *Iranian Journal of Field Crops Research, 17*(1), 169-186

Sarker, M. A. R., Alam, K., & Gow, J. (2012). Exploring the relationship between climate change and rice yield in Bangladesh: An analysis of time series data. *Agricultural Systems*, *112*, 11-16.

Sheng, Y., & Xu, X. (2019). The productivity impact of climate change: Evidence from Australia's Millennium drought. *Economic Modelling*, *76*, 182-191.

Shirley, R., Pope, E., Bartlett, M., Oliver, S., Quadrianto, N., Hurley, P., ... & Bacon, J. (2020). An empirical, Bayesian approach to modelling crop yield: Maize in USA. *Environmental Research Communications*, *2*(2), 025002.

Siddiki, J. U. (2000). Black market exchange rates in India: an empirical analysis. *Empirical Economics*, *25*, 297-313.

Song, Y., Zhang, B., Wang, J., & Kwek, K. (2022). The impact of climate change on China's agricultural green total factor productivity. *Technological Forecasting and Social Change*, *185*, 122054.

Stern, N. (2013). The structure of economic modeling of the potential impacts of climate change: grafting gross underestimation of risk onto already narrow science models. *Journal of Economic Literature, 51*(3), 838-859.

Tokunaga, S., Okiyama, M., & Ikegawa, M. (2015). Dynamic panel data analysis of the impacts of climate change on agricultural production in Japan. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*, *49*(2), 149-157.

Tol, R. S. J. (2009). The economic effects of climate change. *Journal of economic perspectives*, *23*(2), 29-51.

Tsigaris P. and J. Wood (2019). The potential impacts of climate change on capital in the 21st century. *Ecological Economics*, 162: 74–86.

Vaseghi, E., & Esmaeili, A. (2008). Investigation of the economic impacts of climate change on Iran agriculture: a Ricardian approach (case study: wheat). *Journal of Water and Soil Science, 12*(45), 685-696.

Vogel, E., Donat, M. G., Alexander, L. V., Meinshausen, M., Ray, D. K., Karoly, D., ... & Frieler, K. (2019). The effects of climate extremes on global agricultural yields. *Environmental Research Letters*, *14*(5), 054010.

Werndl, C. (2016). On defining climate and climate change. The British Journal for the Philosophy of Science.67(2), 337-364.

World Bank data (2023). https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators

Wreford, A., A. Ignaciuk and G. Gruère (2017), "*Overcoming barriers to the adoption of climate-friendly practices in agriculture", OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*", No. 101, OECD Publishing, Paris.

Yang, M., Zuo, R., Wang, L., & Chen, X. (2018). Simulation of land surface climate over China with RegCM4. 5: verification and analysis. *Advances in Meteorology*, *2018*, 1-14.

Zareii, N., Dourandish, A., Alibakhshi, H., & Sabouhi, M. (2022). The effect of climate change on the yield of major cereals in Iran. *Iranian Journal of Agricultural Economics, 16*(2), 27-46

Doi: 10.22034/IAES.2024.2024497.2050

Agricultural Economics/Volume 19/Issue 1/1404

Effect of climate variables on the value added of Iranian agriculture

Alireza Keshavarz, Nikta Latafet, Zakaria Farajzadeh[1]

Received: 8 March.2024 **Accepted:13 May.2024**

Extended Abstract

Introduction

The impacts of climate change have intensified in recent decades and have been the cause of some social, economic, and environmental challenges. Sudden and severe climate variability has become one of the most important issues for societies and a major environmental challenge. Iran is also facing challenges in this regard due to its arid and semi-arid climate. For example, Iran has experienced the most severe and long-term drought in the last decade. On the other hand, the agricultural sector is severely affected by climate change due to its high dependence on climate variables. This study evaluates the long-term and short-term relationship between the value added of the agricultural sector and climate variables (temperature and precipitation) along with other influential variables using data from the 1964-2021 period in Iran. In this study, a covariate analysis called the auto-explanatory method with extended lags (ARDL) was used.

Materials and Method

In the present study, the ARDL method has been used to examine long-term relationships. The variables of interest include agricultural value added, land, livestock inventory, agricultural labor, and physical capital inventory from the FAO database, and rainfall and temperature data as annual averages for the entire country, and as a time series covering the period 1964 to 2021.

Results and discussion

The results showed that weather variables account for a significant portion of the fluctuations in value added in the short run. In the long run, it was also found that an increase of 1.0°C will result in approximately a 5 percent fall in agricultural value added. However, precipitation did not significantly affect the value added. Among the capital inputs, land was found to be the most important driving factor. Labor was also found to be another significant factor contributing to agricultural output growth. The primary channels of global warming influencing agricultural output are the decline in labor productivity and the depreciation of physical capital. Therefore, enhancing the productivity of production factors is crucial in addressing these challenges.

1 Respectively: PhD students and associate professors of the Department of Agricultural Economics, Shiraz University.
Email:zakariafarajzadeh@gmail.com

Suggestion

To cope with the limitation caused by temperature, it is possible to change the planting time or use temperature-resistant varieties. For this purpose, it is also suggested that as part of the investment in agricultural research, a focus should be placed on providing new varieties adapted to climate change conditions. Among the capital variables, the effect of the physical capital variable indicated a limited role for this variable. The current accumulation of capital, in addition to playing a minor role in contributing to production, is also vulnerable to damage from climate change. In this regard, it is necessary to provide the basis for new investment and renewal and modernization of physical capital, and specifically agricultural machinery, tools and equipment. The variables of land and labor showed a favorable effect on production, but it is expected that the increase in land use will depend more on the increase in the productivity of water input than on any other factor. Therefore, it is not easy to assume that the role of land will be as important as in the past for the coming future. In this context, the creation of industrial-agricultural activities with low water consumption in order to simultaneously increase the productivity of land and labor can be emphasized. Also, feasibility studies and studies based on different climates in Iran can be emphasized as a necessity for future research.

JEL Classification: Q54،Q15،Q16،Q18،Q13

Keywords: Climate change, Agricultural production, ARDL method