

اثر تغییرات کوتاه و بلندمدت اقلیمی بر عملکرد گندم دیم در استان کرمان

مهديه ساعی*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۳۰

چکیده

هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت متغیرهای اقلیمی (دما و بارش فصول بهار و زمستان) بر عملکرد محصول گندم دیم در استان کرمان (ایستگاه هواشناسی کرمان) بوده است. بدین منظور از داده‌های دوره زمانی ۹۵-۱۳۶۳ و رهیافت الگوی خود رگرسیونی با وقفه‌های توزیعی استفاده شد. آزمون کرانه‌ها، مؤید وجود هم‌انباشتگی بین متغیرها بوده و نشان داد که در بلندمدت، بین دو متغیر اقلیمی و عملکرد گندم دیم رابطه‌ی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. مقادیر کشش‌های بلندمدت متغیرهای دما و بارش فصول بهار و زمستان به ترتیب ۱/۷۱، ۰/۴، ۰/۳۶ و ۱/۵۲ به دست آمد. بدین معنی که در بلندمدت با افزایش/کاهش متغیرهای یاد شده، عملکرد گندم دیم افزایش/کاهش خواهد یافت. همچنین ضرایب متغیرهای بارش بهار، بارش زمستان و دمای زمستان در کوتاه‌مدت به ترتیب ۰/۱۶۹، ۰/۶۱۱ و ۰/۶۱۱ به دست آمد. بر این اساس، یک درصد افزایش در بارش بهار موجب حدود ۰/۱۹ درصد افزایش در عملکرد گندم دیم و یک درصد افزایش در بارش زمستانه منجر به کاهش ۰/۱۶ درصدی می‌شود. همچنین، یک درصد افزایش در دمای زمستان باعث ۰/۶۱ درصد افزایش در عملکرد گندم دیم در کوتاه‌مدت خواهد شد. مطابق این نتایج، پاسخ عملکرد گندم دیم به تغییرات متغیرهای اقلیمی در بلندمدت به مراتب معنی‌دارتر است. ضریب مدل تصحیح خطا کوتاه‌مدت نیز منفی و در سطح یک درصد معنی‌دار بود که رابطه‌ی بلندمدت پایدار بین کلیه متغیرهای مدل را تأیید نمود.

واژه‌های کلیدی: خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی، هم‌انباشتگی، گندم، عملکرد

مقدمه

در حال توسعه است (FAO, 2007; IPCC, 2007; Mertz et al., 2009; WB, 2010; Roudier et al., 2011). جوامع علمی و سیاسی، بر حساسیت محصولات کشاورزی نسبت به تغییرات اقلیم و عدم توانایی کشاورزان برای سازگاری با این تغییرات اذعان دارند (Reid et al., 2007; Mertz et al., 2009; Roudier et al., 2011). خاورمیانه به دلیل کمبود آب، منطقه‌ای بسیار آسیب‌پذیر نسبت به اثرات تغییر اقلیم است (Elasha, 2010). تغییرات آب و هوایی پیش‌بینی شده در این منطقه، در مقایسه با سایر نقاط جهان بسیار شدیدتر است. به طوری که پیش‌بینی می‌شود تا پایان قرن بیست و یکم، میانگین دمای این منطقه ۳ تا ۵ درجه سانتی‌گراد افزایش و بارش‌ها به میزان ۲۰ درصد کاهش یابد (IPCC, 2007). ایران به عنوان یکی از کشورهای خاورمیانه، به شدت در معرض اثرات منفی تغییر اقلیم قرار دارد. بر اساس طرح ملی تغییر آب و هوا، انتظار می‌رود که ایران با افزایش ۲/۶ درجه‌ای در میانگین دما و کاهش ۳۵

تغییرات اقلیم به دلیل افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، نگرانی قابل توجهی از نظر زیست‌محیطی و اقتصادی برای کشورهای آسیب‌پذیر از جمله ایران ایجاد کرده است. علاوه بر افزایش محسوس دمای سطح کره زمین، بارش نیز متغیر بوده و پیش‌بینی شده است که در آینده وقوع و شدت رویدادهایی مانند سیل، خشکسالی، امواج گرما و گردباد افزایش یابد (FAO, 2006; IPCC, 2007; Yu et al., 2010; Ahsan et al., 2011). یک نگرانی بزرگ در رابطه با این تغییرات، عواقب فاجعه‌بار آن بر کشاورزی و امنیت غذایی در بسیاری از نقاط جهان، به ویژه کشورهای

^۱ استادیار بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.
(*) نویسنده مسئول: m_saeey@yahoo.com

نحوه ارجاع مقاله:

سال ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۸ برای ۲۳ منطقه در بنگلادش جمع‌آوری شدند. در این مطالعه از روش رگرسیون اثرات ثابت^۲ برای کنترل اختلافات منطقه‌ای و زمانی استفاده شد. نتایج نشان داد که در بلندمدت تغییرات متغیرهای آب و هوایی اثرات متفاوتی بر بهره‌وری برنج دارند. علی‌رغم اینکه دما و رطوبت اثرات منفی بر عملکرد برنج داشتند، تابش و بارش اثرات مثبت داشتند. در پاکستان (Janjua et al., 2014) اثر دی‌اکسید کربن، میانگین دما و بارش را بر تولید گندم با استفاده از مدل ARDL و داده‌های سالانه از ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۹ تخمین زدند. بر اساس نتایج، متغیرهای یاد شده هیچ تأثیری بر عملکرد گندم نداشتند. (Amponsah et al., 2015) تأثیر افزایش غلظت CO₂ بر عملکرد غلات را با استفاده از روش ARDL برای دوره زمانی ۲۰۱۰-۱۹۹۱ مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج، CO₂ تأثیر منفی و معنی‌دار بر عملکرد غلات در غنا داشت. علاوه بر این، رابطه‌ی بین درآمد (محصول ناخالص داخلی) و عملکرد غلات مثبت و معنی‌دار بود. (Abu (2015) با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی جوهانسن^۳ و مدل تصحیح خطای برداری^۴، رابطه‌ی بلندمدت بین عملکرد سورگوم، بارش و قیمت تولید کننده را طی دوره (۲۰۱۰-۱۹۷۰) در نیجریه بررسی نمود. نتایج نشان داد که در بلندمدت اثرات نامطلوب تغییر آب و هوا بر بارش، بر عملکرد محصول اثر منفی خواهد گذاشت. Ben Zaid (2015) and Ben Cheikh اثرات بلندمدت و کوتاه‌مدت تغییر آب و هوا (بارش و دمای سالانه) را بر تولید غلات و خرما در تونس برای دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۷۹ با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی تعدیل شده کامل^۵ بررسی نمودند. نتایج نشان داد که دمای سالانه باعث کاهش تولید غلات و خرما و بارش سالانه باعث افزایش تولید این محصولات خواهد شد. همچنین یافته‌ها نشان داد که اثر آب و هوایی کوتاه‌مدت نسبت به اثر بلندمدت کوچک‌تر است. (Kabubo-Mariara and Kabara (2015) اثر تغییرات آب و هوا بر دسترسی به مواد غذایی را در کنیا بررسی نمودند. در این مطالعه مدل‌های رگرسیون اثرات ثابت و تصادفی برای ۴ محصول اصلی (ذرت، لوبیا،

درصدی در میزان بارش‌ها روبرو شود (NCCOI, 2014). شبیه‌سازی تغییرات آب و هوا در ایران، بیانگر تغییرات در میزان بارش‌ها و توزیع آن است و تغییرات زمانی و مکانی دمای هوا، احتمال وقوع سیل و خشکسالی را افزایش خواهد داد (Mansouri Daneshvar, 2016). غلات به‌ویژه گندم، از مهم‌ترین محصولات سالانه‌ی تولیدی در کشور به‌شمار می‌روند. در مناطق خشک و نیمه‌خشک، اگر نیاز آبی گیاه در اثر عرضه‌ی ناکافی آب افزایش یابد، تولید محصولات آبی، به‌ویژه غلات کاهش می‌یابد (Mansouri (2016). با توجه به وابسته بودن عملکرد غلات به متغیرهای آب و هوایی و درصد بالاتر جمعیت وابسته به کشاورزی برای گذران زندگی، ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر بهره‌وری غلات از اهمیت بسزایی برخوردار است. مطالعات اولیه در رابطه با اثرات تغییر اقلیم بر کشاورزی، بر کشورهای توسعه یافته به‌ویژه ایالات متحده آمریکا متمرکز بوده است (Kaiser et al., 1993; Mendelsohn et al., 1994; Adams et al., 1995, 1999; Rosenzweig, 1989). در سال‌های گذشته مطالعات متعددی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم را بر تولید محصولات کشاورزی در کشورهای در حال توسعه بررسی نموده‌اند (Lansigan et al., 2000; Chang, 2002; Gbetibouo and Hassan, 2005; Kurukulasuriya and Ajwad, 2007; Kabubo-Mariara and Karanja, 2007; Haim et al., 2008; Sanghi and Mendelsohn, 2008; Deressa et al., 2005; Moula, 2009; Wang et al., 2009). نتایج این مطالعات نشان داده است که کشاورزی در کشورهای در حال توسعه به تغییرات اقلیم بسیار آسیب‌پذیر است. در این بخش به تعدادی از مطالعات اخیر در این رابطه اشاره می‌گردد. (ECLAC (2011) از روش الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی^۱ برای تخمین اثرات تغییر آب و هوا (میانگین دما و بارش) بر محصولات کشاورزی (نیسکر و برنج) از روش ARDL استفاده کرد. نتایج تخمین نشان داد که در بلندمدت دما تأثیر معنی‌داری بر تولید نیسکر ندارد، در حالی که بر تولید برنج اثر منفی دارد. بارندگی نیز تأثیر منفی بر محصولات برنج و نیسکر دارد (Iqbal and Siddique, 2014). تأثیر دما، بارش، رطوبت و تابش را بر تولید برنج در بنگلادش مورد بررسی قرار دادند. داده‌های مربوط به این متغیرها از

² Fixed Effects Regression

³ Johansen's Co-integration test

⁴ Vector Error Correction Model

⁵ Fully Modified Ordinary Least Square

¹ Auto Regressive Distributed Lag

اثر منفی داشت. در حالیکه بارش فصل رشد بر عملکرد گندم اثر مثبت داشت. همچنین اثرات بلندمدت متغیرهای آب و هوایی برای دوره ۲۰۲۱-۲۰۵۰ تحت دو سناریوی RCP4.5 و RCP8.5 نشان داد که با افزایش میانگین دما عملکرد گندم به ترتیب ۱/۷۵ و ۱/۹۷ درصد کاهش و با افزایش بارش تحت این سناریوها عملکرد گندم ۳/۲۲ و ۴/۱۳ درصد افزایش خواهد یافت. در مجموع این دو متغیر عملکرد گندم را تحت سناریوهای مورد بررسی به ترتیب ۱/۴۷ و ۲/۱۶ درصد افزایش خواهد داد. همان‌طور که مشاهده گردید مطالعات انجام شده نتایج مختلفی از اثرات متغیرهای آب و هوایی بر تولید محصولات کشاورزی را نشان می‌دهند. علی‌رغم وضعیت ایران به‌عنوان یکی از کشورهای آسیب‌پذیر خاورمیانه نسبت به تغییرات اقلیم، مطالعات انجام شده در رابطه با اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی؛ به‌ویژه، در استان‌های مختلف پراکنده و محدود است که از آن جمله می‌توان موارد زیر را بر شمرد. (Salehnia and Falahi (2010) تأثیر عوامل اقلیمی و اقتصادی بر عملکرد گندم آبی در استان خراسان رضوی را بررسی نمودند. نتایج با استفاده از الگوی داده‌های تابلویی نشان داد که متغیرهای میانگین حداقل دما، قیمت دوره قبل و بارندگی بهاره دارای اثر مثبت و معنی‌دار و متغیر درجه-روز سرمایی دارای اثر منفی و معنی‌دار بر عملکرد گندم می‌باشند. در بین متغیرهای مورد بررسی، عملکرد گندم نسبت به متغیر درجه-روز سرمایی نسبت به سایر متغیرها حساسیت بیشتری نشان داد. در مطالعه‌ی دیگر Lashkari et al., (2011) به بررسی امکان کاهش اثر تغییر پارامترهای اقلیمی بر تولید ذرت دانه‌ای در شمال شرق ایران پرداختند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، تغییر کاشت ذرت از اردیبهشت به خرداد، برای تمام نقاط به‌استثنای سبزوار، گزینه‌ی مناسبی برای کاهش آثار تغییر اقلیم است. (Alijani et al., (2011 اثر تغییرات زمانی درجه حرارت و بارندگی بر عملکرد محصول گندم در ایران را بر مبنای داده‌های ترکیبی با روش تخمین GLS بررسی نمودند. نتایج نشان داد متغیرهای فیزیکی مدل به جز سم مصرفی، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد گندم داشتند. علاوه بر متغیرهای فیزیکی، متغیر بارندگی اثر مثبت و درجه حرارت اثر منفی بر عملکرد داشت. بر

سورگوم و ارزن) طی دوره ۲۰۱۲-۱۹۷۵ تخمین زده شد. نتایج نشان داد که تغییرات آب و هوا امنیت غذایی را کاهش خواهد داد. (Arshed and Abduqayumov (2016 اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت تغییر آب و هوا بر بهره‌وری پنبه و گندم را در مناطق پنجاب پاکستان برای دوره ۲۰۱۰-۱۹۷۰ تخمین زدند. در این مطالعه از متغیرهای قیمت فروش، کود، تعداد چاه و انحراف از میانگین حداکثر دمای سالانه و میانگین بارش به‌عنوان شاخص‌های تغییر آب و هوا استفاده شد. با کاربرد رویکرد ARDL پانل، نتایج نشان داد که انحراف از میانگین بارش در بلندمدت برای محصول پنبه و در کوتاه‌مدت برای هر دو محصول مضر هستند، در حالی که در کوتاه‌مدت انحراف در حداکثر دما فقط برای محصول پنبه مضر است. (Maiadua et al., (2016 از مدل ARDL در تخمین تأثیر برخی متغیرهای آب و هوایی (دی اکسید کربن، دما و بارش) بر تولید محصولات کشاورزی در هند طی دوره ۲۰۱۵-۱۹۷۰ استفاده کردند. نتایج نشان داد که در بلندمدت دی‌اکسید کربن و بارش تأثیر مثبت و معنی‌دار بر تولید محصولات کشاورزی دارند، در حالی که تأثیر دما منفی و معنی‌دار خواهد بود. در توگو (Boansi (2017 اثرات عوامل آب و هوایی (میانگین دما و تغییرپذیری بارش) و غیر آب هوایی (سطح زیر کشت، جمعیت روستایی و نرخ ارز اسمی) را بر عملکرد کاساوا با استفاده از روش ARDL برای دوره زمانی ۲۰۰۹-۱۹۷۸ بررسی نمود. نتایج حاکی از تأثیر مثبت بارندگی و تأثیر منفی میانگین دما در کوتاه‌مدت و بلند مدت بر عملکرد کاساوا بود. همچنین یافته‌ها رابطه‌ی معکوس بین سطح زیرکشت و عملکرد کاساوا و اثر مثبت و معنی‌دار نیروی کار بر عملکرد را در بلندمدت نشان داد. (Mahrous (2018 رابطه بین تغییرات آب و هوایی جهانی و تولید غلات را در مصر با استفاده از مدل ARDL برای دوره ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۳ بررسی و اثرات بلندمدت و کوتاه‌مدت انتشار دی‌اکسید کربن، بارش، دما و جمعیت روستایی را بر عملکرد غلات تعیین نمود. نتایج نشان داد که در کوتاه‌مدت تولید غلات با بارندگی و دما رابطه عکس دارد؛ اما، در بلندمدت افزایش غلظت CO₂ در جو برای برخی غلات مفید خواهد بود. در مطالعه Geng et al., (2019 میانگین دمای فصل رشد بر عملکرد گندم در دوره ۲۰۱۶-۱۹۸۱ با ثابت نگه داشتن سایر متغیرها

به تولیدکنندگان رفاه بیش‌تری از دست خواهند داد. Ashktorab et al., (2015) با استفاده از روش داده‌های ترکیبی به بررسی اثر تغییر اقلیم بر عملکرد ذرت‌دانه‌ای در ایران پرداختند. نتایج نشان داد که تمامی متغیرهای وارد شده در الگو اثر معنی‌داری بر سطح زیر کشت ذرت‌دانه‌ای داشته‌اند. همچنین برآورد مدل ریکاردین حاکی از آن است که بارندگی برخلاف دما بر عملکرد ذرت اثر معنی‌دار داشته و افزایش بارش و به‌عبارتی افزایش عرضه آب به افزایش سطح زیر کشت ذرت منجر شده است. (Mahmoodi and Parhizkari (2015) اثر تغییرات اقلیم را بر عملکرد محصولات و سود ناخالص کشاورزان دشت قزوین مورد مطالعه قرار دادند و نتیجه گرفتند که تغییرات دما و بارش اثر معنی‌داری بر عملکرد محصولات دشت قزوین داشته است. Mohammadian et al., (2016) اثر متغیرهای آب و هوایی (دما و بارش) بر بهره‌وری گندم دیم در استان همدان را با استفاده از مدل جمعی تعمیم یافته طی دوره زمانی ۲۰۰۴-۲۰۱۲ مورد بررسی قرار دادند. همچنین در این مطالعه اثرات متغیرهای آب و هوایی بر عملکرد با استفاده از سناریوهای A1F1 و B1 مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که به‌دلیل کاهش بارش و افزایش دما عملکرد گندم دیم از اکتبر تا ژوئن کاهش خواهد یافت. در نتیجه پیش‌بینی شد که تحت سناریوهای یاد شده در دهه ۲۰۸۰ عملکرد گندم به‌ترتیب ۴۱/۳ و ۲۰/۶ درصد کاهش یابد. (Shahraki et al., (2017) اثر افزایش سنجه‌های اقلیمی بر عملکرد و ریسک تولید گندم در ایران را با استفاده از تابع تولید تصادفی جاست و پاپ ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد که اثرگذاری شاخص‌های دما و بارش، منطقه‌ای هستند و هر چند در برخی مناطق اقلیمی، اثر افزایش این تغییرات بر عملکرد و ریسک تولید محصولات کشاورزی ناچیز است، هم‌اکنون بیشتر وسعت کشور ایران در معرض آب و هوای نسبتاً خشک، تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد قرار دارد. همانطور که مشاهده گردید مطالعاتی در زمینه‌ی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد برخی از غلات انجام شده که در مورد استان کرمان تاکنون چنین مطالعه‌ای صورت نگرفته است. در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، استان کرمان از سطح برداشت ۳۴۹۱۱ هکتار، تولید ۱۴۸/۸۱۳ هزار تن و عملکرد ۴۲۶۳ کیلوگرم در

اساس سناریوهای مطالعه، عملکرد گندم نسبت به تغییرات بارندگی واکنش بیشتری نشان داد. Khanlari (2012) به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر کاربری اراضی و تولیدات بخش کشاورزی استان مازندران پرداخت. یافته‌ها نشان داد که دمای هوا روند افزایشی محسوس و بارش، روند کاهشی تقریباً محسوسی دارد. همچنین تغییرات اقلیم اثر معنی‌داری بر عملکرد برنج، گندم و جو داشت و کاربری در جهت افزایش کشت اراضی برنج و جو تغییر یافت. (Momeni and Zibaei (2013) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات بالقوه‌ی تغییر اقلیم بر کشاورزی استان فارس پرداختند. نتایج نشان داد که درجه حرارت و بارندگی اثر معنی‌دار و غیر یکنواخت بر عملکرد محصولات بر جای می‌گذارند. همچنین نتایج تطبیقی در این مطالعه نشان داد که اثرات رفاهی تغییر اقلیم در بیشتر موارد مثبت هستند و اثرات آن بر تولیدکنندگان خیلی معنی‌دارتر از مصرف‌کنندگان است. در نهایت مشخص شد که درجه حرارت در تغییر رفاه جامعه، فاکتور مؤثرتری نسبت به بارندگی است. (Norouzian et al., (2013) با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی و داده‌های تابلویی به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد پنبه آبی در استان‌های منتخب کشور پرداختند. نتایج نشان داد که افزایش دما در طول فصل رشد بر عملکرد پنبه آبی اثر منفی می‌گذارد، به طوری که میزان عملکرد در هکتار به ازای افزایش یک درجه‌ای دما، به‌میزان ۳۸ درصد کاهش می‌یابد. (Parhizkari et al., (2014) اثرات تغییر دما و بارش و میزان مصرف نهاده‌های کشاورزی بر عملکرد محصول گندم آبی در حوضه‌ی آبخیز شاهرود را ارزیابی نمودند. نتایج نشان داد که افزایش دما در طول فصل رشد بر عملکرد گندم آبی اثر منفی می‌گذارد، به طوری که با افزایش یک درجه‌ای دما، میزان عملکرد این محصول ۰/۶۸ درصد کاهش می‌یابد. همچنین، نتایج نشان داد که رابطه‌ی معنی‌داری بین عملکرد گندم آبی و میزان مصرف نهاده‌های تولیدی وجود دارد. (Khalilian et al., (2014) اثرات رفاهی تغییر در پارامترهای اقلیمی بر محصول گندم ایران را بررسی نمودند. نتایج تحقیق نشان داد که در صورت کاهش بارندگی توأم با افزایش درجه حرارت، مازاد رفاه مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان و در نتیجه مازاد رفاه کل جامعه کاهش خواهد یافت و مصرف‌کنندگان نسبت

شده‌اند. کلیه تخمین‌ها و محاسبات در نرم‌افزار Eviews انجام شده است. برخی آمارهای توصیفی برای متغیرها در جدول ۱ ارائه شده است.

روش‌ها

در این بخش روش‌های اقتصادسنجی مورد استفاده در مقاله شرح داده شده است که شامل آزمون‌های ریشه واحد و کرانه‌ها است.

۱- آزمون ریشه واحد

برای شروع تحلیل با روش ARDL ابتدا باید اطمینان حاصل شود که هیچ‌کدام از سری‌های تحت بررسی هم‌جمعی از درجه دوم یا بالاتر ندارند و به این منظور باید آزمون ریشه‌ی واحد را برای هر یک از سری‌ها انجام داد. روش‌های مختلفی برای آزمون ایستایی سری‌های زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در مطالعه حاضر به منظور آزمون وجود ریشه‌ی واحد متغیرها، از آزمون دیکی‌فولر تعمیم‌یافته استفاده شده است. در آزمون سطح ریشه واحد، همیشه باید عرض از مبدأ و روند زمانی (اگر داده‌ها از روند زمانی برخوردار باشند) و در آزمون تفاضل اول تنها باید عرض از مبدأ را در نظر گرفت.

هکتار محصول گندم برخوردار بوده است (Ministry of Agricultural Jihad, 2016-2017). با توجه به اهمیت کشت غلات استراتژیک در استان و تغییرات اقلیمی و خشکسالی در استان‌های جنوب شرقی و من‌جمله کرمان انجام چنین مطالعه‌ای ضروری به نظر می‌رسد. لذا هدف مطالعه حاضر، بررسی اثرات کوتاه مدت و بلندمدت متغیرهای آب و هوایی (دما و بارش فصول بهار و زمستان) بر عملکرد محصول گندم در استان کرمان با استفاده از داده‌های سری زمانی در دوره ۱۳۶۳-۱۳۹۵ است.

مواد و روش‌ها

داده‌ها

در ادبیات تحقیق از واحدهای مختلف زمان مانند ماه، دوره‌های فنولوژیک و فصول رشد برای متغیرهای جوی استفاده شده است. مطالعه‌ی حاضر از چهار متغیر (دما و بارش فصول بهار و زمستان) به‌عنوان متغیرهای جوی بهره جسته است. داده‌های مربوط به متغیرهای جوی ایستگاه هواشناسی کرمان برای دوره ۱۳۶۳-۱۳۹۵ از سازمان هواشناسی کشور گردآوری شدند. داده‌های عملکرد محصول نیز برای دوره مشابه از وزارت جهاد کشاورزی به‌دست آمدند. تمام متغیرها به صورت لگاریتم طبیعی بیان

Table 1- Descriptive statistics of the studied data for the period 1984-2016

جدول ۱- آمار توصیفی داده‌ها برای دوره ۱۳۶۳-۱۳۹۵

Statistics	Yield (Kg ha ⁻¹)	Spring		Winter	
		Temperature (°C)	Rainfall (mm)	Temperature (°C)	Rainfall (mm)
Mean	7.908553	20839278	3.673780	1.767558	4.107833
Standard deviation	0.232478	0.078993	0.888273	0.187208	0.690288
Max	8.250959	2.973998	4.902307	2.024193	4.869072
Min	7.492727	2.651127	1.223775	1.300192	1.629241
Skewness	-0.288467	-0.359960	-1.042982	-1.012384	-1.607361
Kurtosis	1.661053	2.612765	3.574500	3.227427	6.301383

Source: Calculations of the Research

استفاده قرار گرفته است. مزیت این روش در این است که علاوه بر تعیین تعداد بردارهای هم‌جمعی (تعداد روابط بلندمدت بین متغیرها)، برخلاف روش یوهانسون نیازی به دانستن درجه هم‌جمعی متغیرهای موجود در مدل نیست. مزیت دیگر این روش در این است که ضرایب کوتاه مدت و بلندمدت به‌طور هم‌زمان تخمین زده می‌شوند و اینکه این

۲- آزمون کرانه‌ها

Pesaran and Shin (1999) روشی را تحت عنوان روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی پیشنهاد نمودند. این روش بعدها توسط Pesaran et al., (2001) به تفصیل شرح و تحت عنوان روش آزمون کرانه‌ها نامیده شد که در مطالعه حاضر جهت بررسی وجود رابطه تعادلی بلندمدت میان متغیرهای جوی و عملکرد محصول گندم مورد

Intemps (t=۱۳۶۳)، لگاریتم طبیعی میانگین دمای فصل بهار حسب درجه سانتی‌گراد، lnprecس لگاریتم طبیعی میانگین بارش فصل بهار بر حسب میلی‌متر، Intempw لگاریتم طبیعی میانگین دمای فصل زمستان بر حسب درجه سانتی‌گراد، lnprecw لگاریتم طبیعی میانگین بارش فصل زمستان بر حسب میلی‌متر و u، s، t، q، p طول وقفه بهینه برای متغیرهای مختلف می‌شوند.

نتایج و بحث

آزمون ریشه واحد

جدول ۲، نتایج آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته را نشان می‌دهد. فرضیه‌ی صفر ریشه‌ی واحد متغیرها در سطح، به جز برای متغیر عملکرد برای سایر متغیرها در سطوح معنی‌داری مختلف رد شده است. لذا متغیر عملکرد هم‌انباشته از درجه اول I(1) و سایر متغیرهای مورد بررسی هم‌انباشته از درجه‌ی صفر I(0) هستند. به دلیل متفاوت بودن رتبه هم‌انباشتگی متغیرها، مدل ARDL مناسب است.

رویکرد خواص کوچک نمونه‌ای بهتری نسبت به سایر روش‌ها دارد (Smyth and Narayan, 2004).

۳- مشخصات مدل ARDL

شکل کلی مدل ARDL از معادله ۱ تبعیت می‌کند.

$$\Delta \ln Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \ln temps_{t-1} + \alpha_2 \ln prec_{t-1} + \alpha_3 \ln tempw_{t-1} + \alpha_4 \ln precw_{t-1} + \alpha_5 \ln Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p a_6 \Delta \ln Y_{t-i} + \sum_{j=0}^q a_7 \Delta \ln temps_{t-i} + \sum_{j=0}^r a_8 \Delta \ln prec_{t-i} + \sum_{j=0}^s a_9 \Delta \ln tempw_{t-i} + \sum_{j=0}^u a_{10} \Delta \ln precw_{t-i} + \varepsilon_t$$
 (۱)
 Δ نشان‌گر تفاضل‌گیری مرتبه اول از متغیرهاست و α₀ ضریب ثابت، α₁، α₂، α₃، α₄ ضرایب بلندمدت مدل و α₇، α₈، α₉، α₁₀ پویایی کوتاه‌مدت مدل را نشان می‌دهند و ε_t متغیری تصادفی است که نوفه‌ی سفید نامیده می‌شود. سایر اجزای معادله ۱ شامل lnY_t لگاریتم طبیعی عملکرد گندم بر حسب کیلوگرم در هکتار در سال t (-۱۳۹۵)

Table 2- Unit root test
 جدول ۲- آزمون‌های ریشه واحد

Variables	Level			First Difference			Decision
	With intercept	With intercept and trend	With none	With intercept	With intercept and trend	With none	
Yield	-2.673392 (0.0900)*	-3.095627 (0.1249)	-5.667329 (0.0000)***	-5.625853 (0.0000)***	-5.44476 (0.0000)***	-5.667329 (0.0000)***	I(1)
Spring temperature	-3.485724 (0.0153)**	-4.285224 (0.0100)***	-9.407007 (0.0000)***	-9.264297 (0.0000)***	-9.132405 (0.0000)***	-9.407007 (0.0000)***	I(0)
Spring Rainfall	-3.408057 (0.0183)**	-3.439667 (0.0644)*	-6.659093 (0.0000)***	-6.543369 (0.0000)***	-6.482943 (0.0000)***	-6.659093 (0.0000)***	I(0)
Winter Temperature	-4.872815 (0.0004)***	-5.261936 (0.0009)***	-8.883529 (0.0000)***	-8.700674 (0.0000)***	-8.991852 (0.0000)***	-8.883529 (0.0000)***	I(0)
Winter rainfall	-6.584076 (0.0000)***	-3.872155 (0.0262)**	-4.909204 (0.0000)***	-4.828782 (0.0000)***	-4.759137 (0.0000)***	-4.909204 (0.0000)***	I(0)

Significant levels: 1% ***, 5% **, 10% *, Null Hypothesis: Series have unit root, Alternative Hypothesis: Series are stationary

ضمناً، اگر آماره F درون محدوده این دو کرانه قرار بگیرد، آنگاه نتیجه غیرمعین و غیرقابل استنباط خواهد بود. در مطالعه حاضر با توجه به کوچک بودن نمونه مورد مطالعه (کوچکتر از ۱۰۰) برای آزمون وجود رابطه بلندمدت میان متغیرها به نتایج حاصل از آزمون F نارایان توجه شده است (جدول ۳). بر اساس نتایج این جدول، مقدار F

این مقادیر بحرانی به ترتیب به کرانه‌ی بحرانی پایین و کرانه‌ی بحرانی بالا موسومند. مطابق با مطالعه Pesaran et al., (2001) اگر آماره آزمون از کرانه بحرانی بالا گذر کند، شواهدی برای اثبات رابطه بلندمدت میان متغیرها فراهم می‌شود و چنانچه مقدار آماره آزمون از کرانه بحرانی پایین فراتر نرود؛ آنگاه فرضیه صفر بالا را نمی‌توان رد کرد.

۳- آزمون بعدی آزمون نرمالیتی جاکرک برا است. فرض صفر در این آزمون نرمال بودن باقیمانده‌ها است. در مدل حاضر مقدار آزمون $0/9876$ با احتمال $0/61$ است. بنابراین فرض صفر مورد قبول واقع می‌شود؛ یعنی، باقیمانده‌ها نرمال هستند.

۴- فرم تبعی تابع با آزمون رمزی بررسی می‌شود. از آن‌جا که مقدار آماره F برابر با $3/490438$ با احتمال $0/987$ است پس فرض صفر پذیرفته می‌شود؛ یعنی، مدل به‌درستی تصریح شده است.

از آنجا که مدل تمام خصوصیات مطلوب OLS را نشان می‌دهد، نتیجه می‌شود که مدل برای تجزیه و تحلیل اقتصادی و پیش‌بینی بسیار معتبر است.

برآورد الگوی بلندمدت

بعد از تخمین مدل ARDL ابتدا الگوی بلندمدت و سپس ضرایب پویای کوتاه‌مدت برآورد شده است. نتایج ضرایب بلندمدت در جدول ۴ آمده است. بر اساس نتایج جدول یاد شده، کلیه متغیرهای جوی مدل دارای اثر بلندمدت بر عملکرد گندم هستند. ضرایب تخمینی متغیرهای بارش بهار، بارش زمستان و دمای زمستان همگی در سطح یک درصد معنی‌دار و ضریب تخمینی متغیر دمای بهار در سطح ده درصد معنی‌دار است. همچنین ضرایب تخمینی برای تمام متغیرهای یاد شده مثبت هستند. مقدار کشش بلندمدت دمای بهار و انحراف استاندارد آن به ترتیب برابر با $1/7162$ و $0/8178$ است که نشان می‌دهد با ثابت ماندن سایر شرایط یک درصد افزایش در دمای بهار، عملکرد گندم را به میزان $1/71$ درصد افزایش می‌دهد. در مورد متغیر بارش بهار مقدار کشش و انحراف استاندارد به ترتیب برابر با $0/402266$ و $0/601$ است. با توجه به این ضریب، یک درصد افزایش در بارش بهار موجب $0/4$ درصد افزایش در عملکرد گندم می‌شود. مقدار کشش و انحراف استاندارد دمای زمستان نیز به ترتیب برابر با $0/3676$ و $0/989$ و مقدار کشش بلندمدت بارش زمستان و انحراف استاندارد آن به ترتیب برابر با $1/5233$ و $0/4672$ هستند. بدین معنی که یک درصد افزایش در بارش زمستان موجب $0/36$ درصد افزایش در عملکرد گندم و یک درصد افزایش دمای زمستان باعث $1/52$ درصد افزایش در عملکرد گندم

محاسباتی ($4/238$) بالاتر از حد مقدار بحرانی $I(1)$ در کلیه سطوح معنی‌داری می‌باشد. در نتیجه فرض صفر عدم وجود رابطه‌ی تعادلی مورد پذیرش واقع نمی‌شود. لذا هم‌انباشتگی یا رابطه بلندمدت بین متغیرها وجود دارد. این نتیجه مطابق با یافته مطالعه Zai et al., (2017) مبنی بر وجود رابطه بلندمدت بین متغیر آب و هوا و عملکرد گندم است.

Table 3- Bounds test

جدول ۳- آزمون کرانه‌ها

Critical value bounds	Lower bound I(0)	Upper bound I(1)
1%	2.525	3.56
5%	3.058	4.223
10%	4.28	5.84

Narayan F is equal to 4.238108

آزمون‌های تشخیص

بعد از تأیید وجود رابطه‌ی بلندمدت بین متغیرها، آزمون‌های CUSUM^۱ و CUSUMS^۲ برای بررسی ثبات ضرایب تخمینی انجام شده است. شکل‌های ۱ و ۲ ثبات مدل را تأیید می‌کنند. چون خطوط مربوط به دو آزمون یاد شده داخل حد بحرانی ۵ درصد قرار گرفته‌اند، بنابراین شکست ساختاری نداریم؛ به عبارت دیگر ضرایب در طول زمان قابل اعتماد هستند. علاوه بر پایداری مدل، آزمون‌های تشخیص زیر مورد بررسی قرار گرفته است:

۱- برای آزمون واریانس همسانی باقیمانده‌ها، از آزمون بروش-پاگان-گادفری استفاده شده است. فرض صفر آزمون این است که باقیمانده‌ها واریانس همسانی دارند. مقدار آماره‌ی F برابر با $1/322356$ با احتمال $0/3439$ است که قبول فرض صفر و واریانس همسان باقیمانده‌ها را نشان می‌دهد.

۲- برای تشخیص همبستگی سریالی در باقیمانده‌های مدل، از آزمون همبستگی سریالی بروش-گادفری LM استفاده شده است. فرضیه صفر آزمون این است که باقیمانده‌ها همبستگی سریالی ندارند. مقدار آماره‌ی F برابر با $2/339226$ و احتمال آن برابر با $0/1667$ است که براساس آن فرض صفر مورد قبول واقع می‌شود.

¹ Cumulative sum

² Cumulative sum of squares

بعد از به دست آوردن رابطه بلندمدت، در گام بعد مدل ECM کوتاه مدت تخمین زده شده است. جدول ۵ نتایج ECM تخمینی را نشان می دهد.

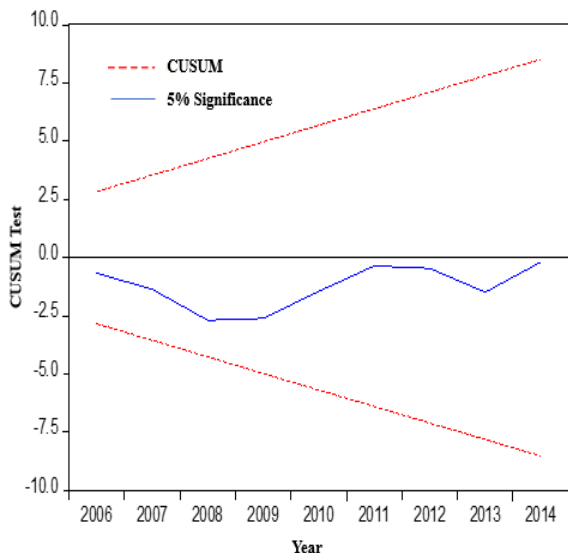


Figure 1- Plot of CUSUM for Coefficients Stability of ARDL Model

شکل ۱- نمودار CUSUM برای پایداری ضرایب مدل ARDL

می شود. بر اساس این نتایج، در بلندمدت عملکرد گندم در نتیجه تغییرات جوی افزایش خواهد یافت. معادله بلندمدت به صورت معادله ۲ نوشته می شود.

$$\ln Y = -2.62472 + 1.7162 \ln \text{temps} + 0.402266 \ln \text{prec} + 0.3676 \quad (2)$$

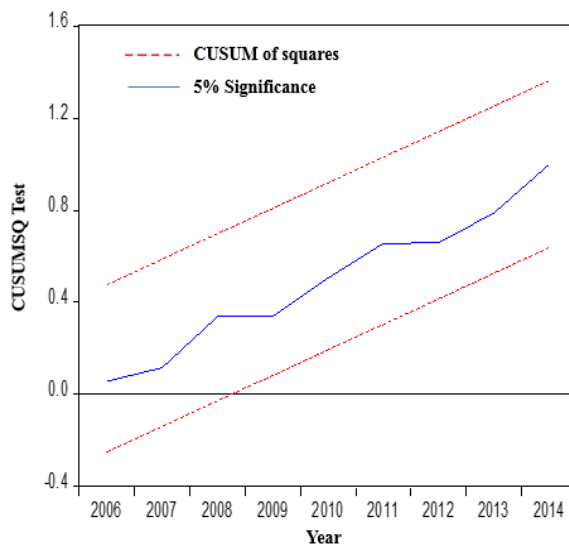


Figure 2- Plot of CUSUMSQ for Coefficients Stability of ARDL Model

شکل ۲- نمودار CUSUMSQ برای پایداری ضرایب مدل ARDL

Table 4- Long-term coefficients of ARDL model (dependent variable: lnY)
جدول ۴- ضرایب بلندمدت مدل ARDL (متغیر وابسته: lnY)

Variables	Coefficients	Standard deviation	t Statistic	P-value
C	-2.624720	2.237248	-1.173191	0.2708
Intemps	1.716293	0.817858	2.098523*	0.0653
Inprec	0.402266	0.060176	6.684857***	0.0001
Inprecw	0.367654	0.098925	3.716504***	0.0048
Intempw	1.523306	0.467284	3.259914***	0.0098

*, ***, show significance levels of 10, and 1%, respectively

افزایش در عملکرد گندم دیم، یک درصد افزایش در بارش زمستانه منجر به ۰/۱۶ درصد افزایش در عملکرد و یک درصد افزایش در دمای زمستان باعث ۰/۶۱ درصد افزایش در عملکرد گندم دیم در کوتاه مدت خواهد شد. همچنین عملکرد گندم با بارش بهار و زمستان و دمای زمستان در یک و دو دوره قبل رابطه منفی و معنی دار دارد. نتایج همچنین نشان می دهد که عملکرد گندم در بلندمدت به تغییرات متغیرهای یاد شده پاسخگوتر از کوتاه مدت است. در کوتاه مدت وقفه اول بارش بهار با ضریب ۰/۲۶۳۲۳۴ و وقفه دوم بارش بهار با ضریب ۰/۱۵۸۸۰۲ با عملکرد گندم رابطه منفی دارد. ضریب جزء تصحیح خطا که

ضرایب این جدول، ضرایب کوتاه مدت هستند که تعدیل پویای کلیه متغیرهای مدل را نشان می دهند. کلیه متغیرها به جز متغیر عملکرد گندم در دو دوره قبل $D(\ln Y(-2))$ و دمای فصل بهار $D(\text{Intemps})$ همگی در سطح یک درصد معنی دار هستند. متغیر عملکرد گندم در دوره جاری با متغیر عملکرد گندم در یک دوره قبل رابطه مثبت و با متغیر عملکرد گندم در سه دوره قبل رابطه منفی دارد. ضرایب متغیرهای بارش بهار، بارش زمستان و دمای زمستان به ترتیب ۰/۱۹۱، ۰/۱۶۹ و ۰/۶۱۱ و در سطح یک درصد معنی دار هستند. بنابراین، یک درصد افزایش در بارش بهار موجب ۰/۱۹ درصد

به‌صورت سینوسی خواهد بود. ECT به صورت معادله ۳ تعریف می‌شود.

$$ECT=Y+2.62472-1.7162\ln temps-0.402266\ln prec-0.3676\ln tempw-1.5233\ln precw \quad (3)$$

سرعت تعدیل را اندازه می‌گیرد ۱/۶۴- و در سطح یک درصد معنی‌دار است. این نتیجه نشان می‌دهد رابطه بلندمدت پایدار بین کلیه متغیرهای مدل وجود دارد و همگرایی خطاهای رابطه‌ی کوتاه‌مدت نسبت به بلندمدت

Table 5- Coefficients of ECM model (dependent variable: $D(\ln Y)$)

جدول ۵- ضرایب مدل تصحیح خطا (متغیر وابسته: $D(\ln Y)$)

Variables	Coefficients	Standard deviation	t statistic	P-value
$D(\ln Y(-1))$	0.804169	0.235291	3.417764	0.0077
$D(\ln Y(-2))$	-0.229941	0.202444	-1.135823	0.2854
$D(\ln Y(-3))$	-0.541131	0.176731	-3.061899	0.0135
$D(\ln temps)$	0.183060	0.580003	0.315618	0.7595
$D(\ln prec)$	0.191045	0.045333	4.214231	0.0023
$D(\ln prec(-1))$	-0.263234	0.060142	-4.376864	0.0018
$D(\ln prec(-2))$	-0.158802	0.047932	-3.313086	0.0090
$D(\ln precw)$	0.169708	0.049600	3.421499	0.0076
$D(\ln precw(-1))$	-0.224006	0.048104	-4.656724	0.0012
$D(\ln precw(-2))$	-0.092227	0.037460	-2.461984	0.0360
$D(\ln tempw)$	0.611559	0.165997	3.684144	0.0050
$D(\ln tempw(-1))$	-1.797098	0.385967	-4.656086	0.0012
$D(\ln tempw(-2))$	-0.914044	0.245731	-3.719688	0.0048
$CointEq(-1)^*$	-1.646681	0.261821	-6.289330	0.0001
R-squared	0.873971			
Adjusted R-squared	0.756945			

Source: Calculations of the Research

مستقیم با متغیرهای جوی یاد شده در ارتباط است. به‌طوری‌که تمامی متغیرها دارای اثر مثبت و معنی‌دار بر عملکرد گندم هستند. مقدار کشش بلندمدت دمای بهار برابر با ۱/۷۱۶۲ است که نشان می‌دهد با ثابت ماندن سایر شرایط یک درصد افزایش در دمای بهار، عملکرد گندم دیم را به میزان ۱/۷۱ درصد افزایش می‌دهد. در مورد متغیر بارش بهار مقدار کشش بلندمدت برابر با ۰/۴۰۲۲۶۶ است. با توجه به این ضریب، یک درصد افزایش در بارش بهار موجب ۰/۴ درصد افزایش در عملکرد گندم دیم می‌شود. مقادیر کشش‌های بلندمدت بارش و دمای زمستان نیز به ترتیب برابر با ۰/۳۶۷۶ و ۱/۵۲۳۳ هستند. بدین معنی که یک درصد افزایش در بارش زمستان موجب ۰/۳۶ درصد افزایش در عملکرد گندم دیم و یک درصد افزایش دمای زمستان باعث ۱/۵۲ درصد افزایش در عملکرد گندم خواهد شد. بر اساس این نتایج، در بلندمدت در نتیجه‌ی تغییرات جوی عملکرد گندم دیم افزایش خواهد یافت. همچنین بارش بهاره، بارش زمستانه و دمای زمستانه باعث افزایش عملکرد گندم در کوتاه‌مدت نیز خواهند شد. نتایج مطالعه‌ی حاضر

نتیجه‌گیری

در مقاله‌ی حاضر رابطه‌ی بین متغیرهای جوی (دما و بارش فصول بهار زمستان) و عملکرد گندم در استان کرمان با استفاده از مدل ARDL در دوره زمانی ۹۵-۱۳۶۳ بررسی شده است. در ابتدا با استفاده از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته پایایی متغیرها آزمون شد. به دلیل متفاوت بودن رتبه‌ی هم‌انباشتگی متغیرها، مدل ARDL مناسب تشخیص داده شد. در ادامه با توجه به مقادیر بحرانی نارایان، آماره F محاسباتی در سمت راست این مقادیر بحرانی قرار گرفت و وجود رابطه‌ی بلندمدت میان متغیرها تأیید شد. برای ارزیابی مدل، آزمون‌های خطای تصریح، عدم وجود همبستگی سریالی میان جملات خطا، آزمون عدم وجود واریانس ناهمسانی و آزمون نرمالیتی انجام شد که نتایج تمامی آزمون‌ها بر احراز فروض مذکور تأکید داشت. به‌منظور اطمینان از پایدار بودن رگرسیون برآورد شده و صحت نتایج به‌دست آمده، از آزمون‌های پایداری CUSUM و CUSUMSQ برای مدل ARDL برآورد شده استفاده شد. نتایج تخمین مدل نشان داد که عملکرد گندم در بلندمدت به‌طور

بلندمدت بارندگی در طول دوره رشد گندم منجر به کاهش عملکرد گندم شد. در این مطالعه دما هیچ اثر بلندمدت یا کوتاهمدت معنی‌داری بر عملکرد گندم نداشت و در مجموع تغییرات آب و هوایی اثر ناچیزی بر عملکرد گندم داشت. در مطالعه Geng et al., (2019) میانگین دمای فصل رشد بر عملکرد گندم تأثیر منفی و بارش فصل رشد بر عملکرد گندم اثر مثبت داشت. بر اساس نتایج این مطالعه در بلندمدت با افزایش میانگین دما عملکرد گندم کاهش و با افزایش بارش عملکرد افزایش و در مجموع این دو متغیر عملکرد گندم را تحت سناریوهای مورد بررسی به ترتیب ۱/۴۷ و ۲/۱۶ درصد افزایش داد.

منابع

- Abu, O. 2015. Long run relationship between sorghum yield and rain fall and producer price in Nigeria. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 3 (1): 77-86.
- Adams, R., Fleming, R., Chang, C., McCarl, B., Rosenzweig, C. 1995. A reassessment of the economic effects of global climate change on US agriculture. *Climate Change*, 30: 146-167.
- Adams, R., McCarl, B., Segerson, K., Rosenzweig, C., Bryant, K., Dixon, B., Connor, R., Evenson, R., Ojima, D. 1999. Economic effects of climate change on US agriculture. In: Mendelsohn, R., Neumann, J. (Eds.), *The Impact of Climate Change on the United States Economy*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 18-54.
- Ahsan, S., Ali, M.S., Hoque, M.R., Osman, M.S., Rahman, M., Babar, M.J., Begum, S.A., Rahman, D.M., Islam, K.R. 2011. Agricultural and environmental changes in Bangladesh in response to global warming. In: Lal, R., Sivakumar, M.V.K., Faiz, S.M.A., Rahman, A.H.M.M., Islam, K.R. (Eds.), *Climate Change and Food Security in South Asia*. Springer, Netherlands, pp. 119-134.
- Alijani, F., Karbasi, A., Mozaffari Masan, M. 2011. Survey of the effects of climate change on yield of irrigated wheat in Iran. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 19(76): 143-167. (In Farsi)
- Amponsah, L., Kofi Hoggar, G., Yeboah, Asuamah S. 2015. Climate change and agriculture: modelling the impact of carbon dioxide emission on cereal yield in Ghana, MPRA Paper 68051, University Library of Munich, Germany.
- Arshed, N., Abduqayumov, S. 2016. Economic impact of climate change on wheat and cotton in major districts of Punjab. *International Journal of Economics and Financial Research*, 2(10): 183-191.
- Ashktorab, N. Layani, Gh., Soltani, Gh.R. 2015. Evaluating the effects of climate changes and government policies on yield and cultivation area of maize in Iran: Panel data method. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 29(1): 31-42. (In Farsi)
- Ben Zaied, Y., Ben Cheikh, N. 2015. Long run versus short run analysis of the climate change impacts on agricultural crops. *Environmental Modeling and Assessment*, 20(3): 259-271.
- Boansi, D. 2017. Effect of climatic and non-climatic factors on cassava yields in Togo: Agricultural Policy Implications. *Climate*, 5(2): 1-28.
- Chang, C. C. 2002. The potential impact of climate change on Taiwan's agriculture. *Agricultural Economics*, 27: 51-64.
- Deressa, T., Hassan, R., Poonyth, D. 2005. Measuring the impact of climate change on South African agriculture: the case of sugarcane growing region. *Agrekon*, 44: 524-542.
- Elasha, B. O. 2010. Mapping of climate change threats and human development impacts in the Arab region. United Nations Development Programme, Arab Human Development Report (AHDR), Research Paper Series, 51p.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2006. Livelihood adaptation to climate variability and changes in drought-prone areas of Bangladesh, Rome, Italy.

- FAO (Food and Agriculture Organization). 2007. *Adaptation to Climate Change in Agriculture, Forestry and Fisheries: Perspective, Framework and Priorities*, Rome, Italy.
- Gbetibouo, G. A., Hassan, R. M. 2005. Measuring the economic impact of climate change on major South African crops: a Ricardian approach. *Global Planet Change*, 47: 143–152.
- Geng, X., Wang, F., Ren, W., Hao, Z. 2019. Climate Change Impacts on Winter Wheat Yield in Northern China. *Advances in Meteorology*, 1-12.
- Haim, D., Shechter, M., Berliner, P. 2008. Assessing the impact of climate change on representative field crops in Israel agriculture: a case study of wheat and cotton. *Climate Change*, 86: 425–440.
- Howard, J. C., Cakan, E., Upadhyaya, K. P. 2016. Climate change and its impact on wheat production in KANSAS. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 4(2): 1-10.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. *Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability: contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Iqbal, K., Siddique, A. 2014. The impact of climate change on agricultural productivity: evidence from panel data of Bangladesh. University of Western Australia, Business School, Economics Discussion Paper No. 14.29.
- Janjua, P. Z., Samad, G., Khan, N. 2014. Climate change and wheat production in Pakistan: An autoregressive distributed lag approach. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 68(7): 13–19.
- Kabubo-Mariara, J. K., Kabara, M. 2015. Climate Change and Food Security in Kenya. *Environment for Development, Discussion Paper Series*, No. 15-05.
- Kabubo-Mariara, J. K., Karanja, F. K. 2007. The economic impact of climate change on Kenyan crop agriculture: a Ricardian approach. *Global Planet Change*, 57: 319-330.
- Kaiser, H. M., Riha, S. J., Wilks, D. S., Rossiter, D. G., Sampath, R. 1993. A farm-level analysis of economic and agronomic impacts of gradual climate warming. *American Journal of Agricultural Economics*, 75: 387–398.
- Khalilian, S., Shemshadi, K., Mortazavi, S.A., Ahmadian, M. 2014. Investigating welfare effect of climate change on the wheat products in Iran. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 28(3): 292-300. (In Farsi)
- Khanlari Rikandeh, A. 2012. Effect of climate change on land use and agricultural sector performance in Mazandaran province. Thesis of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ministry of Science, Research and Technology, University of Zabol. (In Farsi)
- Kurukulasuriya, P., Ajwad, M. I. 2007. Application of the Ricardian technique to estimate the impact of climate change on smallholder farming in Sri Lanka. *Climate Change*, 81: 39–59.
- Lansigan, F. P., de los Santos, W. L., Coladilla, J. O. 2000. Agronomic impacts of climate variability on rice production in the Philippines. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 82: 129–137.
- Lashkari, A., Alizadeh, A., Bannayan Awal, M. 2011. Investigation of mitigation of climate change impacts on maize production in northeast of Iran. *Journal of Water and Soil*, 25(4): 926-939. (In Farsi)
- Mahmoodi, M., Parhizkari, M. 2015. Economic analysis of the climate change impacts on products yield, cropping pattern and farmer's gross margin (case study: Qazvin plain). *Iranian Journal of Economic Growth and Development research*, 5(20): 25-40. (In Farsi)
- Mahrous, W. 2018. Dynamic impacts of climate change on cereal yield in Egypt: An ARDL model. *Journal of Economic & Financial Research*, 5(1): 886-908.
- Maiadua, S. U., Makama, S. A. Ahamed, I. M., Munkherjee, D. N. 2016. Food production and climate change in India: Evidence from ARDL approach to co-integration. *An International Journal Society for Scientific Development 11 (Special-I)*: 637-641.
- Mansouri Daneshvar, M. R. 2016. Climate change facts and statistics in Iran. Report of the environmental challenges of I. R. Iran to UNEA-2 delivering on the 2030 Agenda in Nairobi 2016. Research Institute of Shakhsh Pajouh, 14 p.
- Mendelsohn, R., Nordhaus, W., Shaw, D. 1994. The impact of global warming on agriculture: a Ricardian analysis. *American Economic Review*, 84: 753–771.
- Mertz, O., Halsnaes, K., Olesen, J. E., Rasmussen, K. 2009. Adaptation to climate change in developing countries. *Environment Manage*, 43: 743–752.
- Ministry of Agricultural Jihad, Deputy Minister of Planning and Economy, Information and Communication Technology Center, Agricultural Statistics, 2016-2017, volume one: crop products. (In Farsi)

- Mohammadian, M. H., Mohammadian, M. A., Sarrafi, M., Tavakoli Nia, J., Esmaeilzadeh, H. 2016. Analyzing the potential impacts of climate change on rainfed wheat production in Hamedan Province, Iran, via generalized additive models. *Journal of Water and Climate Change*, 7(1): 212-223. (In Farsi)
- Momeni, S., Zibaei, M. 2013. The potential impacts of climate change on the agricultural sector of Fars province. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 27(3): 169-179. (In Farsi)
- Moula, E. L. 2009. An empirical assessment of the impact of climate change on smallholder agriculture in Cameroon. *Global Planet Change*, 67: 205-208.
- National Climate Change Office of Iran (NCCOI). 2014. Third national communication to United Nations framework convention on climate change (UNFCCC). Department of Environment. Available via: <http://climate-change.ir>.
- Norouzian, M., Sabouhi, M., Parhizkari, A. 2013. Economic analysis of climate change on irrigated cotton yield in selected of the province. *Journal of Agricultural Meteorology*, 2(1): 73-79. (In Farsi)
- Parhizkari, A., Mozaffari, M.M., Hoseini Khodadadi, M. 2014. Economic analysis of climate change on yield of irrigated wheat on Shahrood watershed. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 18: 88-100. (In Farsi)
- Pesaran, M. H., Shin, Y. 1999. An autoregressive distributed lag modeling approach to cointegration analysis. In S. Strom (Ed.), *Econometrics and economic theory in the 20th century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*. Econometric society monographs 31, 1-31. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., Smith, R. J. 2001. Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16: 289-326.
- Reid, S., Smit, B., Caldwell, W., Belliveau, S. 2007. Vulnerability and adaptation to climate risk in Ontario agriculture. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12: 609-637.
- Rosenzweig, C. 1989. Global climate change: predictions and observations. *American Journal of Agricultural Economics*, 71: 1265-1271.
- Roudier, P., Sultan, B., Quirion, P., Berg, A. 2011. The impact of future climate change on west African crop yields: what does the recent literature say? *Global Environmental Change*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.04.007>.
- Salehnia, N., Falahi, M. A. 2010. Evaluating eco-climatic variables on wheat yield using panel data model. *Journal of Water and Soil*, 24(2): 375-384. (In Farsi)
- Sanghi, A., Mendelsohn, R. 2008. The impact of global warming on farmers in Brazil and India. *Global Environmental Change*, 18: 655-665.
- Shahraki, J., Sabouhi, M., Yaqubi, M. 2017. The Impacts of climate change on wheat production: A stochastic production function approach. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 6(11): 69-84. (In Farsi)
- Smyth, R., Narayan, P. K. 2004. Dead man walking: an empirical reassessment of the deterrent effect of capital punishment using the bounds testing approach to cointegration. *Econometric Society*. 38 (17), 1975-1990, 2004 Australasian Meetings 332.
- United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC). 2011. An assessment of the economic impact of climate change on the agriculture sector in Guyana. Santiago: ECLAC.
- Yu, W. H., Alam, M., Hassan, A., Khan, A.S., Ruane, A.C., Rosenzweig, C., Major, D. C., Thurlow, J. 2010. Climate change risk and food security in Bangladesh. Earth Scan, London.
- Wang, J., Mendelsohn, R., Dinar, A., Huang, J., Rozelle, S., Zhang, L. 2009. The impact of climate change on China's agriculture. *Agricultural Economics*, 40: 323-3.
- WB (World Bank). 2010. World Development Report. The World Bank, Washington, DC.
- Zhai, S., Song, G., Qin, Y. 2017. Modeling the impacts of climate change and technical progress on the wheat yield in inland China: An autoregressive distributed lag approach [J]. *Plos One*, 12(9): e0184474.

Effect of short and long term climate variations on rainfed wheat yield in Kerman province

M. Saei^{1*}

Received: 21/07/2020

Accepted: 19/01/2021

Abstract

The aim of present study is to investigate the short and long-term effects of temperature and rainfall variations on rainfed wheat yield in Kerman province (Kerman station). For this purpose, time series data of these variables for the period of 1363-95 were retrieved and analyzed using the autoregressive distributed lag model (ARDL). The bounds testing confirmed the existence of cointegration and long-term significant relationships between climatic variables and the rainfed wheat yield. The long-term elasticity of temperature and rainfall in spring and winter were 1.71, 0.4, 0.36 and 1.52, respectively. Also, in case of the short term period, the correlation coefficients of spring rainfall, winter rainfall and winter temperature are 0.191, 0.169 and 0.611, respectively. Therefore, one percent increase in spring rainfall would cause approximately 0.19 % increase in yield. Similarly, one percent increase in winter rainfall leads to 0.16 percent increase in yield and one percent increase in winter temperature causes 0.61 percent increase in rainfed wheat yield. Based on these results, long term climatic variations are more responsible for overall observed yield trend. The coefficient of Error Correction Model (ECM) of the short-term variations is negative and significant at 99% level of confidence which confirms the long-term relationship between all model variables.

Keywords: Autoregressive Distributed Lag Model, Cointegration, ECM, Wheat yield



¹ Assistant professor, Faculty of Economic, Social and Extension Research Department, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kerman, Iran

(*Corresponding Author Email Address: m_saeey@yahoo.com)