اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۲۸، شمارهٔ ۱۱۱، پاییز ۱۳۹۹

DOI: 10.30490/AEAD.2020.305725.1093

اثر تغییر اقلیم بر ارزش افزودهٔ کشاورزی ایران

زهرا ملکوتی‌خواه[۱]، زکریا فرج‌زاده[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۸

چکیده

در دهه‌های آینده، تغییر اقلیم به‌ویژه بخش کشاورزی کشورهای در حال توسعه را با پیامدهای زیان‌بار مواجه خواهد کرد. با توجه به اهمیت این پیامدها، مطالعهٔ حاضر با هدف تحلیل اثر متغیرهای اقلیمی بر ارزش افزودهٔ بخش کشاورزی ایران صورت گرفت؛ و بدین منظور، از داده‌های پنل استانی برای دورهٔ ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ بهره گرفته شد. ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر ارزش افزوده با بهره‌گیری از دو متغیر دما و بارندگی به انجام رسید و سایر متغیرهای مؤثر بر ارزش افزوده بخش کشاورزی شامل نیروی کار، سرمایهٔ مادی (زمین، موجودی دام و موجودی تجهیزات آبیاری)، سرمایه انسانی به‌صورت تعداد دانش‌آموختگان، سرمایه اجتماعی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

۲- نویسندهٔ مسئول و استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران (zakariafarajzadeh@shirazu.ac.ir).

به‌صورت تعداد خط تلفن روستایی و شاخص تجارت بودند. تجارت با استفاده از دو متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و شاخص باز بودن تجارت لحاظ شد. بر اساس نتایج مطالعه، مشخص شد که به‌طور عمده، نوسان‌ها یا اختلاف از میانگین متغیرهای دما و بارندگی بر تولید بخش کشاورزی اثر معنی‌دار دارد، به‌گونه‌ای که انتظار می‌رود یک درجه افزایش دما نسبت به میانگین آن پنج درصد کاهش تولید را به‌همراه داشته باشد؛ همچنین، یک درصد کاهش در بارندگی ۰/۳ درصد کاهش تولید را رقم خواهد زد. از میان متغیرهای سرمایه، سرمایه مادی به‌عنوان مهم‌ترین متغیر مساعدت‌کننده به تولید شناخته شد. کشش تولید نسبت به سرمایه اجتماعی در سطحی بالاتر از سرمایه انسانی و در محدوده ۰/۱۸-۰/۱۷ ارزیابی شد. اثر سرمایه‌گذاری خارجی فاقد اهمیت آماری بود، اما اثر منفی شاخص باز بودن در بخش کشاورزی احراز شد. با توجه به اثر منفی تغییر اقلیم بر ارزش افزوده بخش کشاورزی، افزایش بهره‌وری استفاده از آب، یافتن ارقام با نیاز آبی پایین و سازگار با شرایط کم‌آبی و خشکسالی و کاهش ضایعات آب توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: *تغییر اقلیم، دما، بارندگی، سرمایه، بخش کشاورزی.*

طبقه‌بندی JEL : Q54, Q19

مقدمه

تغییر اقلیم به هرگونه تغییر در وضعیت اقلیمی گفته می‌شود که از طریق تغییرات در مقادیر میانگین قابل شناسایی باشد و برای دورهٔ زمانی معمولاً یک دهه یا بیش‌تر ادامه یابد. این تعریف شامل هر نوع تغییر اقلیم رخ‌داده در طول زمان خواه به‌صورت طبیعی و خواه با دخالت بشر است و با تعریف سازمان ملل تفاوت دارد؛ بنا به تعریف این سازمان، تغییر اقلیم تنها دربرگیرندهٔ تغییرات اقلیمی ناشی از فعالیت های مستقیم و غیرمستقیم بشر است که ترکیب اتمسفری جهان را بر هم می‌زند (IPCC, 2007). عامل اصلی تغییرات اقلیمی، به‌طور مشخص،

آن دسته از فعالیت‌های انسانی است که به انباشت گازهای گلخانه‌ای[1] با قدرت ماندگاری طولانی‌مدت در جو منجر می‌شود (Solomon, 2007). در طول قرن گذشته، به‌دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای، دمای سطح زمین ۰/۳ تا ۰/۶ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش یافته است و تا سال ۲۱۰۰ میلادی مقدار آن یک تا ۳/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت (IPCC, 2014). پدیدهٔ تغییر اقلیم متأثر از دو عامل دما و میزان بارش است. از جمله پیامدهای تغییر اقلیم ایجاد آسیب در بخش کشاورزی و محیط زیست و سامانه‌های منابع آب است (Vaseghi and Esmaeili, 2008).

اگرچه بخش‌های مختلف اقتصادی از تغییرات اقلیم تأثیر می‌پذیرند، اما در این میان، بخش کشاورزی وابسته‌ترین بخش به اقلیم بوده و اقلیم تعیین‌کننده اصلی مکان، منابع تولید و بهره‌وری فعالیت‌های کشاورزی است (Reilly, 1999). افزون بر این، بخش کشاورزی سهم بالایی در اقتصاد کشورهای در حال توسعه دارد و از پیوندهایی گسترده با دیگر بخش‌های اقتصادی برخوردار بوده و البته خود یکی از منابع تولید گازهای گلخانه‌ای است. مجموعه این ویژگی‌ها بخش کشاورزی را به محور اصلی بحث‌های تغییر اقلیم تبدیل کرده است (Chang, 2002).

تأثیرپذیری کشاورزی از نوسان‌های اقلیمی در مناطق مختلف یکسان نیست. انتظار می‌رود که تأثیرپذیری کشورهای در حال توسعه از پیامدهای منفی تغییر اقلیم بیشتر باشد (Stern, 2007). مطالعات اخیر نشان می‌دهد که با روند کنونی گرم شدن زمین، تولید جهانی محصولات کشاورزی تا سال ۲۰۸۰، ۱۵/۹ درصد کاهش خواهد یافت و البته کشورهای در حال توسعه کاهش بیشتری (۱۹/۷درصد) را در تولیدات کشاورزی خود تجربه خواهند کرد (Cline, 2007).

با توجه به اهداف پژوهش‌های پیشین در زمینهٔ اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی و منابع آب، می‌توان این پژوهش‌ها را به سه گروه کلی تقسیم‌بندی کرد؛ گروه اول به بررسی میزان

1. Greenhouse Gases (GHGs)

تأثیرپـــذیری نظـــام‌هـــا و ســـاختارهای مـــدیریت آب و کشـــاورزی از تغییـــرات اقلـــیم (Medellin-Azuara et al., 2008)، گروه دوم به بررسی روش‌های وارد کردن تغییر اقلیم در فرآیند مدیریت منابع آب کشاورزی در هر دو زمینهٔ شیوه‌های ارزیابی و روش‌های مدیریتی (Groves et al., 2008)، و گروه سوم نیز به بررسی چگونگی به‌کارگیری راهبردهای تطبیقی تغییر اقلیم از سوی مدیران پرداخته‌اند. در مطالعهٔ حاضر، با توجه به هدف آن، روی گروه اول تمرکز شده است. در این گروه نیز می‌توان مطالعات پیشین را به دو گروه تقسیم کرد؛ گروه اول به بررسی اثر تغییر اقلیم در سطح محصول و گروه دیگر همانند مطالعه حاضر، به بررسی تغییر اقلیم در کل بخش کشاورزی پرداخته‌اند. در پی، مروری بر برخی از مطالعات هر دو گروه به‌تفکیک ارائه می‌شود.

از میان محصولات کشاورزی، عمده مطالعات روی غلات به‌عنوان مهم‌ترین محصولات زراعی شامل ذرت، گندم و برنج و همچنین، محصولات صنعتی مانند پنبه انجام شده است. برای نمونه، بر پایهٔ نتایج پژوهش زمادزکا (Zmudzka, 2004)، بالا بودن دمای هوا در تابستان به‌همراه بارندگی نامناسب موجب خشکسالی‌های متوالی و کاهش تولید غلات در لهستان شده است. همچنین، به گفتهٔ پیش‌بهار و همکاران (Pishbahar et al., 2015)، گرمای بیش از حد در فصل کشت (ماه خرداد) و نیز نبود گرمای کافی و کمبود بارش در فصل رشد (ماه مهر) از عامل‌های مهم کاهش عملکرد ذرت دانه‌ای در ایران به‌شمار می‌روند. آبراها و سویج (Abraha and Savage, 2006) نیز نشان دادند که در اثر تغییر اقلیم، افزایش شدید در متغیرهای دمای حداقل و حداکثر و بارش در جنوب آفریقا پدید می‌آید و عملکرد ذرت بیشتر متأثر از افزایش دما خواهد بود. در مورد گندم، بر اساس نتایج مطالعه واثقی و اسماعیلی (Vaseghi and Esmaeili, 2008)، افزایش دما و کاهش بارندگی تا صد سال آینده سبب کاهش ۴۱ درصدی بازده کشت گندم در کشور می‌شود. به همین ترتیب، یاتس و استرزپک (Yates and Strzepek, 1998) نیز در کشور مصر، کاهش پنج تا ۵۱ درصدی در عملکرد گندم را گزارش کرده‌اند.

با توجه به اهمیت برنج و تأثیرپذیری آن از تغییرات اقلیمی، برخی مطالعات نیز به ارزیابی اثر تغییر اقلیم بر عملکرد این محصول پرداخته‌اند. یافته‌های یوشینو و همکاران (Yoshino et al., 1988) نشان داد که در شرایط دو برابر شدن غلظت گاز دی‌اکسید کربن در جو، عملکرد برنج به میزان نُه درصد افزایش خواهد یافت. همچنین، نتایج مطالعه باچلت و گای (Bachelet and Gay, 1993)، در جنوب شرق آسیا، حاکی از افزایش عملکرد غلات به میزان نُه تا پانزده درصد در ازای یک تا دو درجهٔ سانتی‌گراد افزایش دما و پانزده درصد افزایش بارندگی بود. برخلاف دو مطالعه یادشده، یاتس و استرزپک (Yates and Strzepek, 1998)، در پژوهش خود در کشور مصر، کاهش پنج تا ۲۷ درصدی در عملکرد برنج را گزارش کرده‌اند.

بر پایهٔ نتایج پژوهش ردی و همکاران (Reddy et al., 2000)، در آمریکا، با دو برابر شدن مقدار گاز دی‌اکسید کربن در جو و با فرض عدم تغییر دمای کرهٔ زمین، عملکرد پنبه ۳۵ درصد افزایش خواهد یافت، در حالی که با منظور کردن تغییرات پارامترهای اقلیمی (دما، بارندگی، تابش و باد)، این افزایش تنها سیزده درصد برآورد شده است. البته بر اساس نتایج مطالعهٔ دیگری از ردی و همکاران (Reddy et al., 2001)، که نتایج مطالعهٔ پیشین آنها را نقض می‌کند، برای کشورهایی که بر روی کمربند پنبهٔ جهان قرار گرفته‌اند، کاهش سه تا ۳۷ درصدی در عملکرد این محصول قابل پیش‌بینی است. نتایج مطالعه پرهیزکاری و صبوحی (Parhizkari and Sabouhi, 2013) نیز نشان داد که به ازای افزایش یک درجه دما در طول فصل رشد پنبه، میزان عملکرد این محصول ۰/۳۸ درصد کاهش می‌یابد.

در گروه دیگری از پژوهش‌ها، آثار اقتصادی تغییر اقلیم روی طیفی گسترده از متغیرهای بخش کشاورزی و حتی اقتصاد کلان ارزیابی شده است. برای نمونه، بر پایهٔ نتایج مطالعهٔ کالزادیلا و همکاران (Calzadilla et al., 2013)، در منطقه‌ای از آفریقا، تغییرات اقلیمی تا سال ۲۰۵۰ منجر به کاهش ۱/۶ درصدی تولید غذا و محصولات کشاورزی و نیز کاهش ۰/۲ درصدی تولید ناخالص داخلی در منطقه مورد نظر می‌شود. در مطالعه‌ای مشابه، مولوآ

(Molua, 2009) در کامرون بدین نتیجه رسید که ۲/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش دما منجر به کاهش نیم میلیارد دلاری درآمدهای خالص حاصل از کشاورزی در این کشور می‌شود و کاهش هفت و چهارده درصدی در میزان بارش، به‌ترتیب، منجر به کاهش درآمد به میزان ۱/۹۶ و ۳/۸ میلیارد دلار می‌شود. در مطالعه‌ای مشابه، اوئدرائوگو و همکاران (Ouedraogo et al., 2006)، در بورکینافاسو، با استفاده از روش ریکاردین، نشان دادند که اگر دما یک درجه افزایش یابد، درآمد خالص محصولات کشاورزی ۱۹/۹ دلار در هکتار کاهش خواهد یافت و با کاهش یک میلی‌متری بارش در ماه نیز درآمد به اندازهٔ ۲/۷ دلار در هکتار کاهش می‌یابد. در ایران نیز خالقی و همکاران (Khaleghi et al., 2014) نشان دادند که در اثر تغییر اقلیم پیش‌بینی‌شده برای دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۵، تولید کشاورزی ۵/۳۷ درصد کاهش خواهد یافت.

افزون بر مطالعات یادشده، که درآنها پیامدهای تغییر اقلیم در سطح ملی به‌وضوح مشخص است، در سطح منطقه‌ای نیز بر اساس نتایج مطالعهٔ دشنز و گرین‌استون (Deschenes and Greenstone, 2006)، کالیفرنیا در اثر تغییر اقلیم ۲/۴ میلیارد دلار یا معادل پنجاه درصد سود جاری سالانهٔ خود را از دست خواهد داد و پیش‌بینی شده است که کلرادو ۶۱۰ میلیون دلار و اُکلاهاما نیز ۵۸۰ میلیون دلار زیان متحمل شوند. همچنین، هزینه‌های تغییر اقلیم در بخش کشاورزی ایالت نیویورک ۱۴۰ تا ۲۸۹ میلیون دلار برآورد شده است (Leichenko et al., 2011). در ایران، بر پایهٔ نتایج مطالعهٔ مؤمنی و زیبایی (Momeni and Zibaei, 2013)، اگر در استان فارس کاهش بارندگی با عدم تغییر درجه حرارت همراه باشد، رفاه جامعه تا ۱/۵ درصد کاهش پیدا می‌کند؛ همچنین، عامل درجه - حرارت در تغییر رفاه جامعه مؤثرتر از میزان بارندگی است.

همان‌گونه که مشاهده شد، بسیاری از مطالعات مورد بررسی به تحلیل اثر تغییر اقلیم بر سطح محصول یا کل اقتصاد پرداخته‌اند، در حالی که، در سطح کل بخش کشاورزی، مطالعات زیادی دیده نمی‌شود. به‌ویژه در ایران، اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی کمتر مورد توجه قرار

گرفته است؛ با این همه، چنان‌که گفته شد، انتظار می‌رود که اقتصاد کشورهای در حال توسعه، در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته، از تغییرات اقلیمی تأثیرپذیری بیشتری داشته باشند (IPCC, 2007). ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست، به‌ویژه آنکه در پهنه‌بندی اقلیمی دنیا، ایران جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود و بیش از هشتاد درصد قلمرو کشور در منطقهٔ خشک و نیمه‌خشک قرار دارد. متوسط بارندگی در ایران حدود ۲۵۰ میلی‌متر است که کمتر از یک‌سوم متوسط بارش در دنیا (۸۶۰ میلی متر) است (UNFCCC, 2015). در حالی که بخش کشاورزی حدود ۶/۶ درصد از تولید ناخالص را ایجاد می‌کند، اما این بخش فعالیت اصلی بیش از ۲۵ درصد از جمعیت ایران را تشکیل می‌دهد (CBI, 2014) و بخشی آسیب‌پذیر محسوب می‌شود.

با توجه به تأثیرپذیری بالای بخش کشاورزی از تغییرات اقلیمی، هدف مطالعهٔ حاضر، به‌طور مشخص، بررسی اثر تغییر اقلیم بر ارزش افزودهٔ این بخش با استفاده از اطلاعات استانی است. چنان‌که پیش‌تر گفته شد، نخست، الگوهای مورد استفاده در ادبیات موضوع برای تحلیل اثر تغییر اقلیم مرور و سپس، تلاش شده است که از آن میان، الگویی جامع انتخاب و به‌کارگیری شود؛ از این‌رو، تفاوت عمدهٔ مطالعهٔ حاضر با مطالعات پیشین در همین جنبه است.

مبانی نظری

محاسبهٔ اثر تغییرات آب‌وهوایی بر طرف عرضه کشاورزی به‌طور عمده از طریق تأثیرات آن بر بهره‌وری، بازده و دسترسی به زمین و آب زراعی صورت می‌گیرد. این تغییرات باعث تغییرات بالقوه در الگوهای جغرافیایی تولید می‌شود (Huang et al., 2011). در بخش مبانی نظری، دامنهٔ متغیرهای مورد استفاده در ادبیات موضوع تبیین می‌شود. همان‌گونه که گفته شد، فعالیت‌های کشاورزی وابستگی بیشتری به متغیرهای اقلیمی و جغرافیایی و تغییرات آنها دارد. از این‌رو، در مطالعهٔ دو و همکاران (Du et al., 2017)، بر لزوم تقسیم‌بندی جغرافیایی تأکید شده

است. الگوی مورد استفاده آنها که مشتق از یک تابع تولید کاب- داگلاس بوده، به‌صورت رابطهٔ زیر است:

$$y_{it} = \mu_i + \theta_t + \sum_m \tau^m T_{it}^m + \sum_m \rho^m P_{it}^m + \gamma l_{it} + \eta_{it} \quad (۱)$$

که در آن، y_{it} نرخ رشد پنج‌سالهٔ GCP [۱] در سلول i، μ و θ، به‌ترتیب، اثرات ثابت سلولی و زمان، T_{it}^m چندجمله‌ای خطی از دمای متوسط پنج‌ساله، P_{it}^m چندجمله‌ای خطی متوسط بارش پنج‌ساله و l_{it} نرخ رشد پنج‌ساله جمعیت را نشان می‌دهد. شایان یادآوری است که در مطالعه حاضر، هر سلول شامل یک استان است. البته در مطالعهٔ یادشده، از میان عوامل تولید، تنها از نیروی کار استفاده شده است، در حالی که بچیو و همکاران (Bachewe et al., 2017) از تابع تولید رابطه (۲) برای تحلیل تغییرات تولید بخش کشاورزی استفاده کردند.

$$Q_t = A(t) f(L_t, K_t, T_t, F_t, M_t, I_t, P_t, S_t, E_t, Z_t) \quad (۲)$$

که در آن، Q ارزش تولید محصول و A(t) انباشت فناوری را نشان می‌دهد. متغیرهای این تابع شامل نیروی کار کشاورزی (L_t)، سرمایه (K_t)، زمین (T_t)، کودهای شیمیایی (F_t)، بذر اصلاح‌شده (M_t)، آبیاری (I_t)، سموم (P_t)، ترویج و آموزش (E_t) و خدمات مورد استفاده در کشاورزی (برای نمونه، حمل‌ونقل و خدمات بانکی) (S_t) است. z_t نیز شامل عوامل خارجی است که بر تولید تأثیر می‌گذارند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در مطالعهٔ یادشده، تولید کل بخش کشاورزی به‌جای ارزش افزوده به‌کار گرفته شده و هدف، تبیین سهم تمام عوامل تولید شامل عوامل تولید واسطه و ارزش افزوده در رشد تولید بوده است. اکرم (Akram, 2012) اثر آب‌و هوا را از طریق تغییرات بهره‌وری نیروی کار ارزیابی کروده است. در مطالعهٔ حاضر، اثر تغییر اقلیم بر ارزش افزوده به‌صورت روابط زیر بررسی شده است.

$$Y_{it} = e^{\alpha T_{it}} A_{it} L_{it} K_{it}^{\beta} \quad (۳)$$

$$\frac{\Delta A_{it}}{A_{it}} = g_t + \beta T_{it} \quad (۴)$$

۱- در اینجا، GCP معادل تولید ناخالص داخلی است.

که در این روابط، Y ارزش افزوده بخش کشاورزی و L نیروی کار کشاورزی بوده و A فناوری است که می‌توان آن را به‌عنوان بهره‌وری نیروی کار معرفی کرد؛ همچنین، T تأثیر آب‌وهوا، g نرخ رشد ارزش افزوده بخش کشاورزی و K^h سرمایه انسانی است. پانویس t و i، به‌ترتیب، به زمان و استان‌ها اشاره دارد. رابطه (۳) به‌طور مستقیم تغییرات اقلیمی را به ارزش افزوده مرتبط می‌سازد، در حالی که در رابطه (۴)، تغییرات آب‌وهوایی بر میزان بهره‌وری نیروی کار تأثیر می‌گذارد که به‌نوبه خود، بر رشد تولید بخش کشاورزی تأثیرگذار است. براساس رابطه (۳)، معادلهٔ رشد تولید سرانه نیروی کار مؤثر به‌صورت رابطه (۵) خواهد بود:

$$g_{it} = g_t + (\alpha + \beta)T_{it} - \alpha T_{it-1} \quad (۵)$$

که در آن، g_{it} نرخ رشد تولید است. اثرات مستقیم تغییرات اقلیمی بر رشد تولید از طریق α و اثرات غیرمستقیم از طریق β ظاهر می‌شوند، در حالی که g_t نشان‌دهندهٔ اثرات ثابت است. اثر غیرمستقیم تغییر اقلیم بر تولید از طریق متغیر بهره‌وری نیروی کار اعمال می‌شود. بر اساس مطالب یادشده، الگوی پیشنهادی اکرم (Akram, 2012) به‌صورت رابطه (۶) است.

$$y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 K_{it}^h + \alpha_2 POP_{it} + \alpha_3 U_{it} + \alpha_4 T_{it} + \alpha_5 PR_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۶)$$

که در آن، y_{it} تولید بخش کشاورزی و K^h، POP، U، T و PR، به‌ترتیب، سرمایهٔ انسانی، رشد جمعیت، شهرنشینی، درجه حرارت و میزان بارندگی است.

افزایش دما می‌تواند تأثیر مثبت و یا منفی بر عملکرد کشاورزی داشته باشد. جهت اثر به خصوصیات یک کشور بستگی دارد. با این همه، بر رابطه منفی بین افزایش دما و عملکرد کشاورزی تأکید شده است. افزایش بارش می‌تواند مشکلات را در مناطقی که بیش از حد آب دارند، بدتر کند. به‌طور خلاصه، هر مؤلفه تغییرات اقلیمی دارای بیش از یک اثر بوده و شیوع یک نوع اثر بیوفیزیکی بستگی به وضعیت خاک، گونه و نوع گیاه دارد (Agovino et al., 2018)، به‌گونه‌ای که در مطالعهٔ چن و همکاران (Chen et al., 2016)، بارندگی و دما با توان دوم برای ارزیابی اثر تغییر اقلیم روی عملکرد ذرت و سویا به‌صورت رابطه (۷) استفاده شده است.

$$y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln K^h_{it} + \alpha_2 \ln POP_{it} + \alpha_3 \ln U_{it} + \alpha_4 \ln T_{it} + \alpha_5 \ln T^2_{it} + \alpha_6 \ln PR_{it} + \alpha_7 \ln PR^2_{it} + +\varepsilon_{it} \quad (۷)$$

همچنین، در مطالعهٔ کاهسای و هانسن (Kahsay and Hansen, 2016)، علاوه بر متغیر بارندگی و دما، نوسان آنها نیز لحاظ شده است. بر این اساس، با در نظر گرفتن متغیر نوسان‌های دما و بارندگی، تصریح مورد نظر به‌صورت رابطهٔ زیر است:

$$y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln K^h_{it} + \alpha_2 \ln POP_{it} + \alpha_4 \ln T_{it} + \alpha_5 \ln PR_{it} + \alpha_6 \ln(Vartability^{T}_{it}) + \alpha_7 \ln(Vartability^{Prec}_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (۸)$$

که در آن، T و PR میانگین دما و بارش در سال t بوده و $Vartability^{T}_{it}$ و $Vartability^{Prec}_{it}$ متغیر نوسان‌های دما و بارش طی فصل رشد ایت. شایان یادآوری است که به پیروی از مطالعه عباسپور و همکاران (Abbaspour et al., 2009)، متغیر نوسان به‌صورت اختلاف از میانگین متغیرهای مربوط لحاظ شده است.

روش تحقیق

در مطالعهٔ حاضر، بر اساس مطالب پیش‌گفته، برای ارزیابی اثر تغییرات اقلیم بر تولید بخش کشاورزی، از مطالعات گوناگون استفاده شد. بر اساس مطالعه دو و همکاران (Du et al., 2017)، الگوی استانی مبنای گسترهٔ جغرافیایی پژوهش قرار گرفت. همچنین، به پیروی از مطالعه بچیو و همکاران (Bachewe et al., 2017)، افزون بر نیروی کار، سرمایه مادی نیز به‌عنوان عامل تولید لحاظ شد که به پیروی از مطالعه شجری و همکاران (Shajari et al., 2018)، در قالب سه متغیر زمین، موجودی دام و موجودی تجهیزات آبیاری استفاده شده است. مشابه مطالعه اکرم (Akram, 2012)، هر دو متغیر دما و بارندگی به‌عنوان متغیرهای اقلیمی انتخاب شدند، در حالی که سرمایه انسانی نیز در مدل مورد استفاده قرار گرفت. افزون بر این، به تبعیت از مدل‌های رشد اقتصادی و مطالعات تجربی از جمله مطالعهٔ

عمرانی و فرجزاده (Omrani and Farajzadeh, 2015)، از متغیر سرمایه اجتماعی نیز بهره گرفته شد. بر این اساس، اولین مدل تخمینی بخش کشاورزی به‌صورت رابطه (۹) بوده است.

$$lnY_{it} = \mu_i + \theta_t + \alpha_1 lnK_{it}^{k} + \alpha_2 lnK_{it}^{h} + \alpha_3 lnK_{it}^{s} + \alpha_4 lnL_{it} + \alpha_5 lnT_{it} + \alpha_6 lnPn_{it} + \varepsilon_t \quad (۹)$$

که در آن، Y_{it} تولید ناخالص یا ارزش افزوده بخش کشاورزی، μ_i اثر ثابت استان، θ_t اثر ثابت زمان، K_{it}^{k} سرمایه مادی، K_{it}^{h} سرمایه انسانی، K_{it}^{s} سرمایه اجتماعی، L_{it} نیروی کار، T_{it} میانگین دما و Pn_{it} میانگین بارندگی است؛ i و t، به‌ترتیب، به مکان (استان) و زمان اشاره دارند. همان‌گونه که گفته شد، با توجه به تأکید برخی از مطالعات مانند دو و همکاران (Du et al., 2017) بر وجود رابطه غیرخطی میان متغیرهای اقلیمی و تولید، در تصریحی دیگر، متغیرهای بیانگر تغییر اقلیم به‌صورت غیرخطی در نظر گرفته شدند.

(۱۰)

$$lnY_{it} = \mu_i + \theta_t + \alpha_1 ln\, K_{it}^{k} + \alpha_2 ln\, K_{it}^{h} + \alpha_3 ln\, K_{it}^{s} + \alpha_4 ln\, L_{it} + \alpha_5 ln\, T_{it} + \alpha_6 ln\, T_{it}^{2} + \alpha_7 ln\, Pn_{it} + \alpha_8 ln\, Pn_{it}^{2} + \varepsilon_t$$

البته در برخی از مطالعات مانند کاهسای و هانسن (Kahsay and Hansen, 2016)، نوسان متغیرهای دما و بارندگی حائز اهمیت دانسته شده و از این‌رو، با توسعه مدل رابطه (۹)، متغیر نوسان به‌صورت اختلاف از میانگین نیز به مدل وارد شده است.

(۱۱)

$$lnY_{it} = \mu_i + \theta_t + \alpha_1 lnK_{it}^{k} + \alpha_2 lnK_{it}^{h} + \alpha_3 lnK_{it}^{s} + \alpha_4 lnL_{it} + \alpha_5 lnT_{it} + \alpha_6 lnPn_{it} + \alpha_7 \ln(Variability_{it}^{T}) + \alpha_8 \ln(Variability_{it}^{Prec}) + \varepsilon_t$$

مدل‌های نهایی برای تخمین شامل روابط (۹) تا (۱۱) است. تفاوت این سه مدل در استفاده از متغیرهای مجذور دما و میانگین و اختلاف آنها از میانگین است. دو مدل روابط (۱۰) و (۱۱) را می‌توان بسط مدل رابطه (۹) تلقی کرد، بدین ترتیب که در مدل رابطه (۹)، تنها مقادیر میانگین دما و بارندگی استفاده شده است. در مدل رابطه (۱۰)، امکان وجود رابطه غیرخطی میان این متغیرها و ارزش افزوده کشاورزی (متغیر وابسته) بررسی شده که با استفاده از

مجذور متغیرهای دما و بارندگی صورت گرفته است؛ در مدل رابطه (۱۱) نیز نوسان این دو متغیر لحاظ شده است.

در حالی که اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی از طریق تغییر بهره‌وری عوامل تولید مانند زمین و آب بروز می‌کند (Huang et al., 2011)، اما برخی از مطالعات مانند مطالعهٔ رائو (Rao, 2010) تجارت را عامل سرریز فناوری و بهبود بهره‌وری و رشد تولید می‌دانند. از این‌رو، در معادلات یادشده، اثر متغیر تجارت نیز به‌صورت دو متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و شاخص باز بودن تجارت که به‌صورت نسبت تجارت به تولید ناخالص داخلی (GDP) محاسبه می‌شود، مورد استفاده قرار گرفت.

در تصریح مورد استفاده، از داده‌های پنل بهره‌گیری شد. در خصوص این گروه از داده‌ها، افزون بر ایستایی (مانایی) مجموعه (سری) متغیرهای مورد استفاده، انتخاب الگوی اثرات برای مقطع شامل اثرات ثابت و اثرات تصادفی حائز اهمیت است که بدین منظور، از آزمون‌های مربوط استفاده شد.

متغیرها و داده‌ها

همانند مطالعه شجری و همکاران (Shajari et al., 2018)، از سرمایه مادی در قالب سه نوع سرمایه شامل زمین (به‌صورت سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی)، موجودی دام و موجودی تجهیزات آبیاری استفاده شده است. برای موجودی تجهیزات آبیاری، سطح زیر کشت دارای این تجهیزات به‌عنوان نماینده در نظر گرفته شد. همچنین، برای متغیر سرمایه اجتماعی، مشابه مطالعه عمرانی و فرج‌زاده (Omrani and Farajzadeh, 2015)، از متغیر برخورداری از خط تلفن بهره گرفته شد. افزون بر این، همانند مطالعه آقایی و همکاران (Aghaei et al., 2013)، تعداد دانش‌آموختگان دانشگاه‌ها به‌عنوان معیاری از سرمایه انسانی لحاظ شده و همچنین، از دو متغیر شاخص باز بودن تجارت (نسبت مجموع صادرات و واردات به GDP) و میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی برای تجارت استفاده شده است. شایان

یادآوری است که از متغیرهای یادشده در شکل لگاریتمی بهره گرفته شد. متغیرهای دما و بارندگی، افزون بر مقادیر میانگین آنها، در قالب توان دوم مقادیر میانگین و همچنین، اختلاف از میانگین بلندمدت هم مورد استفاده قرار گرفت.

مهم‌ترین متغیرهای مطالعهٔ حاضر دما و بارندگی بوده که از پایگاه اطلاعاتی سازمان هواشناسی قابل دریافت است. سطح زیر کشت دارای تجهیزات آبیاری و خط تلفن (سرمایه اجتماعی) برگرفته از پایگاه اطلاعاتی مرکز آمار ایران بوده و تعداد دانش‌آموختگان دانشگاه‌ها (به‌عنوان نماینده سرمایه انسانی) در سالنامه‌های آماری موجود است. از متغیرهای مهم دیگر ارزش افزوده بخش کشاورزی، نیروی کار و سطح تجارت بوده که از پایگاه اطلاعاتی مرکز آمار ایران و پایگاه اطلاعاتی بانک مرکزی قابل جمع‌آوری است. داده‌ها به‌صورت پنل[1] و دوره مطالعه شامل سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ است.

نتایج و بحث

در این قسمت، نتایج حاصل از برآورد روابط (۹) تا (۱۱) ارائه شده است. یافته‌های این بخش شامل سه الگو و هر الگو نیز شامل سه تصریح است. در تصریح اول الگوی اول، عوامل تولید شامل سرمایه مادی، سرمایه انسانی، سرمایه اجتماعی، نیروی کار، دما و بارندگی است؛ در تصریح‌های دوم و سوم همین الگو، متغیر تجارت به مدل افزوده شده است. در تصریح‌های الگوی دوم، مجذور متغیرهای دما و بارندگی به الگوی اول وارد شده است. در الگوی سوم نیز متغیر نوسان‌های دما و بارندگی به الگوی اول افزوده می‌شود.

قبل از تخمین مدل‌ها، آزمون‌های مورد نیاز برای تعیین راهبرد تخمین مدل انجام گرفت. نتایج حاصل از آزمون ایستایی لوین، لین و چو (LLC) نشان داد که همه متغیرهای

۱- در مطالعهٔ حاضر، از داده‌های ۲۸ استان استفاده شده که در واقع، شامل تمامی استان‌هاست؛ بدین ترتیب، از استان‌هایی که بعداً تفکیک شده‌اند، به‌صورت مجموع استان‌های قبلی استفاده شده است. برای نمونه، استان البرز به‌صورت مجموع با استان تهران آمده است.

مورد استفاده در سطح معنی‌داری پنج درصد رفتاری ایستا (مانا) دارند. سپس، آزمون وجود اثرات ثابت انجام شد. وجود اثرات ثابت برای هر کدام از مقاطع یا مشاهده‌ها (استان‌ها) مورد پذیرش قرار گرفت. در این آزمون، فرض اصلی مدل آن است که اثرات ثابت هر مقطع با متغیرهای توضیحی همبستگی ندارد. برای آزمون این فرضیه، از آزمون هاسمن استفاده شد که بر اساس آن، عدم همبستگی میان جملات اخلال و متغیرهای توضیحی تنها در مورد تصریح اول الگوی اول مورد پذیرش قرار نگرفت. از این‌رو، فرضیه صفر مبنی بر مناسب بودن اثرات تصادفی در خصوص سایر تصریح‌ها مورد پذیرش واقع شده و مدل اثرات تصادفی ترجیح داده می‌شود. در تمامی تصریح‌ها، به‌منظور کاهش سطح خودهمبستگی جملات اخلال، از وقفهٔ مرتبهٔ اول متغیر وابسته نیز بهره گرفته شده است. متغیر وابستهٔ با وقفه، درون‌زاست و موجب ایجاد تورش می‌شود. از این‌رو، از روش تخمین گشتاورهای تعمیم‌یافته[1] استفاده شده است (Baltagi, 2008). در پی، نتایج به‌دست‌آمده برای هر کدام از الگوها به‌تفکیک آمده است.

الگوی اول

نتایج الگوی نخست در جدول ۱ ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، افزایش انواع سرمایه مادی بر ارزش افزوده اثر مثبت دارد؛ اهمیت آماری این اثر در سطح بالاست. اثر سرمایه انسانی، سرمایه اجتماعی و نیروی کار نیز مثبت برآورد شده، اما اثر سرمایه اجتماعی و نیروی کار در تصریح اول فاقد اهمیت آماری است؛ در این تصریح، انتظار می‌رود که با فرض ثابت بودن سایر شرایط، به ازای یک درصد افزایش سرمایه مادی در بخش کشاورزی، تولید این بخش حدود ۰/۵ درصد افزایش یابد. به دیگر سخن، افزایش سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی می‌تواند زمینه رشد بالایی را فرآهم سازد.

همانند نتایج مطالعه شجری و همکاران (Shajari et al., 2018)، مساعدت سرمایه انسانی در سطح پایین قرار دارد. ممکن است بتوان شیوه تولید سنتی را عامل اثرگذاری محدود

1. Generalized Method of Moments *GMM)

سرمایه انسانی یا دانش نیروی کار عنوان کرد. در مطالعه فرج‌زاده و همکاران (Farajzadeh et al., 2017) نیز شیوه تولید سنتی در اقتصاد ایران مورد اشاره قرار گرفته است. از دلایل احتمالی دیگر در این خصوص می‌توان به عدم انطباق آموزش‌ها با ساختار تولید اشاره کرد؛ همچنین، دلیل دیگر آن را می‌توان نقص در نظام اشتغال و عدم اشتغال افراد در زمینه‌های تخصصی مربوط دانست (Shajari et al., 2018).

طبق انتظار، متغیر دما دارای علامت منفی است، بدین مفهوم که افزایش یک درصدی دما، کاهش حدود ۰/۹ درصدی ارزش افزوده را به‌همراه خواهد داشت. متغیر بارندگی نیز فاقد اهمیت آماری بوده ممکن است امکان استفاده از منابع آب زیرزمینی زمینه اثرگذاری کاهش بارندگی را محدود کرده باشد. همان‌گونه که در ادامه نیز آمده است، استفاده از مقادیر میانگین به‌خوبی نمی‌تواند پیامد تغییر اقلیم را نشان دهد. اما به هر حال، می‌توان گفت که ممکن است تغییر اقلیم به‌صورت افزایش دما زمینه کاهش تولید در بخش کشاورزی را فراهم سازد. الگوی اول قادر است با استفاده از متغیرهای مورد استفاده حدود ۹۸ درصد از تغییرات در ارزش افزوده بخش کشاورزی را توضیح دهد. آماره J نیز حاکی از تناسب مطلوب متغیرهای ابزاری مورد استفاده است. مقادیر ضرایب آمارهٔ Q بیانگر آن است که در تمامی تصریح‌ها، خودهمبستگی فاقد اهمیت آماری است.

جدول ۱- نتایج تصریح عوامل مؤثر بر ارزش افزوده بخش کشاورزی- الگوی اول

متغیر	تصریح اول		تصریح دوم		تصریح سوم	
	ضریب	انحراف معیار	ضریب	انحراف معیار	ضریب	انحراف معیار
عرض از مبدأ	۳/۶۴۷**	(۱/۹۵)	۱/۳۹۰	(۱/۹۷)	۱/۳۹۷*	(۰/۷۴)
زمین	۰/۱۳۴***	(۰/۰۴)	۰/۰۶۷**	(۰/۰۰۳)	۰/۰۶۱**	(۰/۰۳)
موجودی دام	۰/۱۸۲***	(۰/۰۵)	۰/۱۲۶**	(۰/۰۷)	۰/۱۷۲**	(۰/۰۷)
موجودی تجهیزات آبیاری	۰/۱۴۱***	(۰/۰۴)	۰/۰۲۶**	(۰/۰۱)	-۰/۰۲۵	(۰/۰۲)
سرمایه انسانی	۰/۰۴۲**	(۰/۰۲)	۰/۰۴۶*	(۰/۰۴)	۰/۰۳۱	(۰/۰۴)
سرمایه اجتماعی	۰/۲۳۴	(۰/۱۵)	۰/۱۴۱**	(۰/۰۷)	۰/۱۳۶**	(۰/۰۷)
نیروی کار	۰/۱۰۹	(۰/۱۰)	-۰/۱۲۳*	(۰/۰۷)	-۰/۱۱۴*	(۰/۰۷)
دما	-۰/۸۸۰***	(۰/۱۴)	-۰/۰۱۱	(۰/۰۶)	-۰/۰۶۷	(۰/۰۴)
بارندگی	-۰/۰۰۱	(۰/۰۴)	-۰/۰۱۸	(۰/۰۲)	-۰/۰۱۹	(۰/۰۲)
تجارت (FDI)	-	-	۰/۰۱۵	(۰/۰۶)	-	-
تجارت (باز بودن)	-	-	-	-	-۰/۳۶۸***	(۰/۱۳)
وقفه مرتبه اول تولید	۰/۳۵۲***	(۰/۱۱)	۰/۷۲۹***	(۰/۱۳)	۰/۷۵۷***	(۰/۱۲)
آماره‌ها						
$\bar{R}^2$	۰/۹۸۰		۰/۹۱۹		۰/۹۳۴	
J	۷/۳۷(۰/۳۹)		۱۶/۴۵(۰/۱۲)		۱۷/۷۰(۰/۱۲)	
Q(1)	۰/۰۱(۰/۹۱)		۰/۰۱(۰/۸۹)		۰/۹۹(۰/۳۱)	
Q(2)	۰/۰۵(۰/۹۷)		۲/۸۱(۰/۲۴)		۳/۲۹(۰/۱۹)	

* سطح معنی‌داری ده درصد، ** سطح معنی‌داری پنج درصد، *** سطح معنی‌داری یک درصد

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در تصریح دوم، علاوه بر انواع سرمایه، نیروی کار، دما و بارندگی، متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) به‌عنوان متغیر بیانگر تجارت نیز به مدل افزوده شده است. با توجه به نتایج جدول ۱، افزودن متغیر تجارت به مدل موجب کاهش توان توضیح‌دهندگی (R^2 تعدیل شده) مدل شده است. نقش متغیر تجارت نیز بسیار ناچیز و فاقد اهمیت آماری است. مشاهده مقادیر متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز حاکی از نوسان بالای این متغیر و البته مقدار منفی برای برخی از دوره‌هاست. افزون بر این، در مقایسه با تصریح اول، مقادیر ضرایب کشش به‌دست‌آمده برای انواع سرمایه نیز کاهش نشان می‌دهد. همان‌گونه که گفته شد، تولید در بخش کشاورزی به شیوهٔ سنتی است، در حالی که عمدتاً سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در

زیربخش‌های نوین و غیرکشاورزی تمرکز دارد. از این‌رو، به‌نظر می‌رسد که بخش کشاورزی از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی چندان بهره نمی‌برد. در تصریح دوم، تنها سرمایه مادی منبع رشد این بخش نیست و سرمایه اجتماعی مساعدت بالایی نشان می‌دهد. از آنجا که متغیر مورد استفاده از نوع ارتباطاتی و زیربنایی است، می‌توان گفت که فراهم‌سازی زیربناهای ارتباطی می‌تواند موجب رشد محسوس تولید در بخش کشاورزی شود. افزون بر این، ایجاد زیربناها می‌تواند افزایش سرمایه‌گذاری مادی در زمین و منابع کشاورزی را تشویق کند.

نقش انواع سرمایه در تصریح دوم مثبت برآورد شده و به‌جز سرمایه انسانی، متغیرهای دیگر در سطح پنج درصد اهمیت آماری دارند. نقش نیروی کار نیز منفی و در سطح ده درصد دارای اهمیت آماری است. اثر منفی نیروی کار در بخش کشاورزی در نتایج مطالعات سلطانی (Soltani, 2004) و صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2017) نیز مشاهده می‌شود که حاکی از استفاده غیراقتصادی از نیروی کار است. همچنین، ضریب متغیرهای دما و بارندگی بسیار پایین و فاقد اهمیت آماری است. به‌طور کلی، علی‌رغم مطلوبیت ظاهری این تصریح به اعتبار آماره‌های ارائه‌شده، بر حسب مساعدت متغیرها به توضیح تغییرات تولید بخش کشاورزی، در مقایسه با تصریح اول، از اهمیت کمتری برخوردار است.

در تصریح سوم، از شاخص باز بودن تجارت به‌عنوان متغیر بیانگر تجارت استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که نقش این متغیر در تولید منفی و حائز اهمیت آماری است. در مطالعه زروکی و همکاران (Zaroki et al., 2016) نیز یافته‌های مشابه دیده می‌شود. یافته‌های مطالعهٔ فرجزاده و همکاران (Farajzadeh et al., 2017) نشان می‌دهد که بر حسب نرخ‌های تعرفه و معادل تعرفه، بخش کشاورزی ایران در زمرهٔ بخش‌های حمایتی قرار دارد و با آزادسازی، تولید در اغلب زیربخش‌های آن کاهش خواهد یافت، بدین معنی که در فرآیند آزادسازی تجاری، بخش کشاورزی آسیب‌پذیر خواهد بود و توأم شدن آن با پیامدهای تغییر اقلیم می‌تواند پیامدهای منفی در بخش کشاورزی را به‌مراتب افزایش دهد. بر حسب سایر متغیرها، یافته‌های این تصریح شباهت زیادی به یافته‌های تصریح قبل دارد، مانند اثر فاقد اهمیت دما و بارندگی که هم از نظر مقدار مطلق ضریب و هم از نظر اهمیت آماری، چندان قابل ملاحظه نیست.

الگوی دوم

الگوی دوم شامل متغیرهای الگوی اول و مجذور دما و بارندگی است. به بیان دیگر، در این تصریح، امکان رابطه غیرخطی میان تولید بخش کشاورزی و متغیرهای اقلیمی مورد بررسی قرار گرفته است. همان‌گونه که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در تصریح اول، رابطه غیرخطی برای متغیر دما حائز اهمیت آماری است.؛ اما در مورد متغیر بارندگی، اهمیت آن پایین است. در مورد دما، این رابطه به‌صورت U معکوس است، بدین معنی که پس از عبور از نقطهٔ عطف، اثر دما بر تولید در بخش کشاورزی کاهشی خواهد بود. اما در مورد دما، محاسبه نقطه عطف نشان داد که مقدار دمای نقطه عطف بسیار پایین و در سطح ۰/۰۵ درجه قرار دارد. این در حالی است که مقادیر میانگین دمای تمامی استان‌ها از این سطح بالاتر است و از این‌رو، انتظار می‌رود که افزایش دما موجب کاهش ارزش افزوده بخش کشاورزی شود. در عین حال، تمایل بیشتر به رابطه خطی میان تولید و متغیرهای دما و بارندگی می‌تواند اهمیت استفاده از متغیر اختلاف از میانگین را که پیش‌تر تأکید شد، گوشزد کند. همانند الگوهای پیشین، مساعدت سرمایه اجتماعی و موجودی دام در سطحی بالاتر از سایر انواع سرمایه و در محدوده ۰/۱۸-۰/۱۷ قرار دارد، در حالی که برای سایر انواع سرمایه کمتر از ۰/۱ است. بدین ترتیب، مشاهده می‌شود که بازده سرمایه مادی در بخش کشاورزی در سطح بالا قرار دارد. از نکات حائز اهمیت، مساعدت بالای سرمایه انسانی فراتر از زمین است؛ همچنین، مساعدت منفی نیروی کار در سطح اهمیت بالا قابل مشاهده است. آمارهای تشخیص نیز مطلوب بودن تصریح اول را نشان می‌دهند.

تصریح‌های دوم و سوم، افزون بر متغیرهای تصریح اول، از متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) و شاخص باز بودن تجاری به‌عنوان متغیر تجارت بهره گرفته‌اند. در تصریح دوم از این الگو نیز همانند تصریح دوم از الگوی اول (جدول ۱)، متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی همچنان دارای نقش ناچیز و فاقد اهمیت آماری است. البته مطالعه‌ای در سطح بخش کشاورزی برای ارزیابی اثر سرمایه‌گذاری خارجی مشاهده نمی‌شود، بلکه تنها در برخی از مطالعات مانند مطالعهٔ صامتی و فرامرزپور (Sameti and Faramarzpoor, 2004)، اثر مثبت این متغیر بر ارزش افزوده کل اقتصاد تأیید شده است؛ با این همه، در سطح کل اقتصاد، نیکومرام و همکاران

(Nikoomaram et al., 2013) و جهانگرد و همکاران (Jahangard et al., 2017) نشان دادند که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر منفی بر رشد اقتصادی داشته است. اثر منفی سرمایه‌گذاری خارجی بر رشد اقتصادی ایران بیشتر به عدم هدایت منابع خارجی به بخش‌های مولد اقتصاد از جمله صنعت و کشاورزی نسبت داده می‌شود (Jahangard et al., 2017). در عین حال، باید به وجود مخاطرات بالا در فعالیت‌های کشاورزی به‌عنوان مانعی برای ورود سرمایه خارجی اشاره کرد.

جدول ۲- نتایج تصریح عوامل مؤثر بر ارزش افزوده بخش کشاورزی- الگوی دوم

متغیر	تصریح اول		تصریح دوم		تصریح سوم	
	ضریب	انحراف معیار	ضریب	انحراف معیار	ضریب	انحراف معیار
عرض از مبدأ	۷/۷۹۳***	(۰/۷۹)	۸/۹۲۹***	(۱/۳۷)	۹/۴۳۲***	(۲/۰۳)
زمین	۰/۰۶۴***	(۰/۰۲)	۰/۰۷۵***	(۰/۰۲)	۰/۰۵۹**	(۰/۰۳)
موجودی دام	۰/۱۶۹***	(۰/۰۵)	۰/۱۲۳***	(۰/۰۵)	۰/۱۴۶***	(۰/۰۶)
موجودی تجهیزات آبیاری	۰/۰۳۹***	(۰/۰۱)	۰/۰۴۰***	(۰/۰۱)	۰/۰۲۵	(۰/۰۲)
سرمایه انسانی	۰/۰۷۰***	(۰/۰۱)	۰/۱۱۴***	(۰/۰۲)	۰/۰۸۹***	(۰/۰۳)
سرمایه اجتماعی	۰/۱۷۹***	(۰/۰۵)	۰/۰۸۶	(۰/۰۶)	۰/۱۲۸**	(۰/۰۶)
نیروی کار	-۰/۱۹۸***	(۰/۰۵)	-۰/۱۰۵**	(۰/۰۶)	-۰/۱۴۱**	(۰/۰۶)
دما	۰/۱۱۲**	(۰/۰۵)	۰/۰۸۳***	(۰/۰۳)	۰/۰۹۹**	(۰/۰۵)
مجذور دما	-۱/۱۰۶***	(۰/۱۱)	-۱/۳۰۴***	(۰/۱۶)	-۱/۲۸۲***	(۰/۲۸)
بارندگی	۰/۰۱۹	(۰/۰۲)	۰/۰۱۲	(۰/۰۱)	۰/۰۰۳	(۰/۰۲)
مجذور بارندگی	-۰/۰۳۹*	(۰/۰۲)	-۰/۰۸۱**	(۰/۰۴)	-۰/۰۸۶*	(۰/۰۵)
تجارت (FDI)	-	-	۰/۰۳۸	(۰/۰۴)	-	-
تجارت (باز بودن)	-	-	-	-	-۰/۱۹۵	(۰/۱۴)
وقفه مرتبه اول تولید	۰/۷۲۲***	(۰/۰۶)	۰/۶۸۹***	(۰/۰۸)	۰/۷۱۷***	(۰/۱۰)
آماره‌ها						
$\bar{R}^2$	۰/۹۶۸		۰/۹۷۳		۰/۹۷۳	
J	۸/۹۱(۰/۱۷)		۱۳/۱۰(۰/۱۵)		۱۱/۷۱(۰/۱۶)	
Q(1)	۱/۴۴(۰/۲۲)		۰/۵۴(۰/۴۶)		۰/۱۵(۰/۶۹)	
Q(2)	۵/۱۵(۰/۰۷)		۴/۵۸(۰/۱۰)		۲/۳۴(۰/۳۱)	

* سطح معنی‌داری ده درصد، ** سطح معنی‌داری پنج درصد، *** سطح معنی‌داری یک درصد

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در تصریح دوم، با حضور متغیر تجارت و مجذور دما و بارندگی به‌صورت توأم، نقش انواع سرمایه به‌جز سرمایه اجتماعی بهبود یافته است. با این همه، مهم‌ترین نکته اهمیت آماری و ضریب پایین متغیر سرمایه اجتماعی است، در شرایطی که نقش سرمایه انسانی تقویت شده است. در حالی که در تصریح‌های پیشین، ضریب کشش سرمایهٔ اجتماعی بالاتر از ۰/۱۳ بود، در این تصریح، این ضریب فاقد اهمیت آماری و مقدار مطلق آن کمتر از ۰/۱ است. همچنین، رابطه غیرخطی برای متغیر دما حائز اهمیت آماری است، در حالی که مشابه تصریح قبل، رابطه غیرخطی برای بارندگی از اهمیت پایین برخوردار است.

در تصریح سوم، از درجه باز بودن تجارت در مدل استفاده شده است (جدول ۲). در این تصریح نیز همانند تصریح سوم الگوی اول (جدول ۱)، نقش متغیر تجارت منفی اما فاقد اهمیت آماری است. متغیر موجودی تجهیزات آبیاری نیز فاقد مساعدت معنی‌دار است. در نهایت، تفاوت بارزی میان این تصریح و دو تصریح قبل (جدول ۲) مشاهده نمی‌شود. مهم‌ترین تفاوت به ضریب و اهمیت آماری بالای متغیر سرمایه اجتماعی مربوط می‌شود. بدین ترتیب، می‌توان گفت که در الگوی دوم، رابطه غیرخطی برای متغیر دما قابل پذیرش است، اما مساعدت متغیرهای تجارت به تولید بخش کشاورزی از اهمیت بسیار پایین برخوردار است. مطابق معمول، سرمایه مادی دارای بازده بالاست و فراهم بودن زمینه سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی را نشان می‌دهد، در حالی که نیروی کار از تراکم استفاده بالا و غیراقتصادی برخوردار است.

الگوی سوم

در الگوی سوم، افزون بر مقادیر میانگین دما و بارندگی، نوسان‌های دما و بارندگی (به‌صورت اختلاف از مقدار میانگین بلندمدت) نیز به مدل افزوده شده است (جدول ۳). در تصریح اول این الگو، در مقایسه با تصریح اول ارائه‌شده در جدول ۱، ضرایب انواع سرمایه کاهش یافته، به‌گونه‌ای که مجموع ضرایب سرمایه مادی از ۰/۴۵ به کمتر از ۰/۱۶ رسیده است، در حالی که در ازای آن، ضریب متغیر با وقفهٔ متغیر وابسته نیز تقویت شده است. ضریب این متغیر می‌تواند اثر توأم با تأخیر متغیرهای سرمایه مادی را نشان دهد. تغییر بسیار مهم دیگر در خصوص

مساعدت متغیر بارندگی دیده می‌شود، بدین ترتیب که ضریب متغیر انحراف از میانگین بارندگی دارای اثر مثبت و حائز اهمیت آماری است، در حالی که مقدار میانگین بارندگی فاقد اثر معنی‌دار است. در تمام تصریح‌های پیشین نیز ضریب متغیر میانگین بارندگی فاقد اثر معنی‌دار بود. نتیجه‌ای مشابه نیز در مورد متغیر دما مشاهده می‌شود، به‌گونه‌ای که اختلاف از میانگین دارای اثر معنی‌دار بوده، اما مقدار میانگین دما فاقد اثر حائز اهمیت است. افزایش دما فراتر از میانگین بلندمدت اثر منفی محسوس بر تولید بخش کشاورزی خواهد داشت. این اثر در مورد متغیر بارندگی برعکس است. بر اساس ضرایب به‌دست‌آمده، با فرض ثابت بودن سایر شرایط، انتظار می‌رود که یک درصد افزایش دما نسبت به مقدار میانگین بلندمدت آن موجب کاهش تولید بخش کشاورزی به میزان ۰/۲۶ درصد شود. با توجه به میانگین دمای بلندمدت برای ایران (۱۸/۰۶ درجه سانتی‌گراد)، افزایش یک درجه‌ای دما نسبت به میانگین بلندمدت می‌تواند به معنی بیش از پنج درصد افزایش دما و از این‌رو، کاهش تولید فراتر از ۱/۲۵ درصد باشد. این اثر در مورد بارندگی شدیدتر است، به‌گونه‌ای که کاهش یک درصدی میانگین بارندگی می‌تواند بیش از ۰/۳ درصد کاهش در تولید بخش کشاورزی را موجب شود (از این‌رو، کاهش پنج درصدی میانگین بارندگی به کاهش بیش از ۱/۵ درصدی تولید خواهد انجامید). در همین خصوص، با توجه به مقادیر میانگین بلندمدت (۲۴۹/۶۲ میلی‌متر)، تنها با کاهش بارندگی به میزان ۲/۵ میلی‌متر، تولید بخش کشاورزی ۰/۳ درصد کاهش خواهد یافت. این در حالی است که کشش مجموع متغیرهای سرمایه‌ای کمتر از ۰/۳ است. به‌نظر می‌رسد که در عمل، عمدتاً با استفاده از منابع آبی زیرزمینی مانع مهمی در راه این اثرگذاری ایجاد شده است و با کاهش دسترسی به منابع آب زیرزمینی، زمینه اثرگذاری بیشتری برای بارندگی پدیدار خواهد شد.

در تصریح دوم این الگو، از متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی استفاده شده است. با ورود متغیر تجارت، در مقایسه با تصریح قبل، نتایج تغییر بارزی را نشان نمی‌دهد. برازش مدل نیز تغییر نمی‌کند و ضریب متغیر تجارت هم بسیار پایین و فاقد اهمیت آماری است.

در تصریح سوم، که شاخص باز بودن به‌عنوان متغیر تجارت به‌کار گرفته شده، متغیر تجارت با ضریب منفی و اهمیت آماری بالا ارزیابی شده است. این در حالی است که برخلاف اغلب تصریح‌های پیشین، برخی از انواع سرمایه از اثرگذاری بازمانده‌اند. همچنین، نقش

متغیرهای اختلاف از میانگین دما و بارندگی، در مقایسه با تصریح قبل، به‌مراتب بیشتر تقویت شده است. البته لازم به توضیح است که برخلاف تصریح‌های پیشین، نقش متغیر تولید (متغیر وابسته) با یک وقفه که می‌تواند اثر عوامل متعدد دیگری را در الگو نمایندگی کند، افزایش یافته است؛ به‌ویژه اگر اثر برخی متغیرها با تأخیر زمانی همراه باشد، می‌تواند در قالب متغیر با وقفه متغیر وابسته بروز کند (McKinnish, 2005). این الگوی اثرگذاری به‌ویژه برای متغیرهای سرمایه مادی مانند موجودی تجهیزات آبیاری که اثرگذاری آنها مستلزم زمان طولانی‌تری است، اهمیت دارد.

جدول ۳- نتایج تصریح عوامل مؤثر بر ارزش افزوده بخش کشاورزی- الگوی سوم

متغیر	تصریح اول		تصریح دوم		تصریح سوم	
	ضریب	انحراف معیار	ضریب	انحراف معیار	ضریب	انحراف معیار
عرض از مبدأ	-۰/۱۹۰	۰/۲۴۹	-۰/۲۵۳	۰/۲۴۱	-۱/۵۶۲	۰/۳۵۷
زمین	۰/۰۳۸***	۰/۰۱۱	۰/۰۴۱***	۰/۰۱۱	۰/۰۳۲**	۰/۰۱۶
موجودی دام	۰/۰۹۷***	۰/۰۳۳	۰/۰۹۵***	۰/۰۳۲	۰/۰۴۷**	۰/۰۲۲
موجودی تجهیزات آبیاری	۰/۰۲۰***	۰/۰۰۹	۰/۰۲۴**	۰/۰۱۱	-۰/۰۰۲	۰/۰۱۱
سرمایه انسانی	۰/۰۵۵***	۰/۰۱۲	۰/۰۵۱***	۰/۰۱۵	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰
سرمایه اجتماعی	۰/۰۷۱*	۰/۰۴۱	۰/۰۷۴*	۰/۰۴۱	۰/۰۱۹	۰/۰۴۱
نیروی کار	-۰/۱۰۳**	۰/۰۴۱	-۰/۱۰۱**	۰/۰۴۱	-۰/۰۳۵	۰/۰۳۹
دما	-۰/۰۰۱	۰/۰۲۵	-۰/۰۱۰	۰/۰۲۴	-۰/۰۰۰	۰/۰۲۴
اختلاف از میانگین	-۰/۲۵۹***	۰/۰۴۱	-۰/۲۷۸***	۰/۰۷۳	-۰/۴۶۴***	۰/۰۷۹
بارندگی	-۰/۰۲۰	۰/۰۱۳	-۰/۰۲۳	۰/۰۱۴	-۰/۰۲۰	۰/۰۱۳
اختلاف از میانگین	۰/۳۱۱***	۰/۰۲۸	۰/۳۲۱***	۰/۰۳۴	۰/۴۵۶***	۰/۰۶۴
تجارت (FDI)	–	–	۰/۰۰۵	۰/۰۱۵	–	–
تجارت (باز بودن)	–	–	–	–	-۰/۴۲۸***	۰/۰۶۴
وقفه مرتبه اول تولید	۰/۸۳۹***	۰/۰۲۵	۰/۸۳۲***	۰/۰۲۴	۰/۹۲۰***	۰/۰۲۳
آماره‌ها						
R^2	۰/۹۸۰		۰/۹۸۰		۰/۹۸۱	
J	۱۸/۵۲(۰/۱۰)		۱۷/۲۳(۰/۱۰)		۱۲/۴۱(۰/۱۳)	
Q(1)	۰/۹۷(۰/۳۲)		۰/۸۵(۰/۳۵)		۰/۰۱(۰/۸۹)	
Q(2)	۱/۱۱(۰/۵۷)		۱/۴۵(۰/۴۸)		۰/۰۲(۰/۹۹)	

* سطح معنی‌داری ده درصد، ** سطح معنی‌داری پنج درصد، *** سطح معنی‌داری یک درصد

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در جمع‌بندی بررسی الگوهای برآوردشده، می‌توان گفت که از میان متغیرهای آب‌وهوایی مورد استفاده، متغیرهای اختلاف از میانگین از توان بالاتری برای نمایندگی تغییرات آب‌وهوایی برخوردارند. در عین حال، مشاهده شد که رابطه غیرخطی که با استفاده از توان دوم متغیرهای دما و بارندگی لحاظ شد، چندان حائز اهمیت نیست، زیرا در مورد متغیر بارندگی، رابطه غیرخطی از اهمیت آماری بسیار پایین برخوردار بود و در مورد متغیر دما نیز نقطه عطف به‌دست‌آمده مقدار مطلق بسیار پایین را نشان می‌داد که انطباق آن با شرایط واقعی را می‌توان اندک دانست.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر اساس یافته‌های مطالعهٔ حاضر، در خصوص اثرگذاری دما و بارندگی، می‌توان گفت که فراتر از میانگین این متغیرها، مقدار اختلاف آنها از میانگین حائز اهمیت بیشتری است. اما به‌طور کلی، اثر منفی افزایش دما و کاهش بارندگی قابل مشاهده است. در مطالعات دیگر نیز اثر منفی افزایش دما (Challinor et al., 2016; Khaleghi et al., 2014) و کاهش بارندگی (Vaseghi and Esmaeili, 2008) دیده می‌شود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، در مجموع، تغییر اقلیم و گرم شدن هوا در آینده می‌تواند خطرات جدی برای ارزش افزوده بخش کشاورزی در پی داشته باشد و این به‌نوبهٔ خود می‌تواند اثرات غیرمستقیم بر الگوی تجارت، توسعه و امنیت غذایی داشته باشد.

لازم است اثر بارندگی بر تولید بخش کشاورزی با دقت بیشتری کنکاش شود. در چهار دههٔ اخیر، میانگین بارندگی ایران از ۲۷۰ تا ۲۸۰ میلی‌متر به کمتر از ۲۴۰ میلی‌متر کاهش یافته است (Mir-Mousavi et al., 2016) و بر اساس شاخص SPI دوره ۹۱-۱۳۸۶، توأم با خشکسالی متوسط یا شدید بوده است (Khiz, 2013). اما هم‌زمان، برداشت از آب‌های زیرزمینی نیز شدت یافته است (Noor-Mohammadi et al., 2017). به دیگر سخن، به‌نظر می‌رسد که به‌موازات کاهش بارندگی در سال‌های اخیر، الزاماً کاهش دسترسی به آب رخ

نـداده و اسـتفاده از آب‌هـای زیرزمینـی مـانع از اثرگـذاری کـاهش بارنـدگی شـده اسـت (Khiz, 2013). همچنـین، خشکسـالی کشـاورزان را بـه تغییـر الگـوی کشـت سـوق داده اسـت (Sojasi Qidari and Behrooz, 2017). تغییر الگوی‌کشت به‌عنوان راهکـاری بـرای مقابلـه بـا خشکسالی بدون رها کردن فعالیت‌های کشاورزی به‌شمار می‌آید (Heidari Sareban, 2013). افـزون بـر ایـن، خشکسـالی مـی‌توانـد منجـر بـه افـزایش بهـره‌وری آب شـود (Borrego-Marín et al., 2016). بنابراین، با رعایت احتیـاط، افـزون بـر تغییـر الگـوی کشـت، می‌توان افزایش بهره‌وری آب در اثر خشکسالی را نیز به‌عنوان مانع دیگری در مقابل اثرگذاری خشکسالی یادآور شد، که البته درخور بررسی بیشتر است.

افـزون بـر متغیرهـای اقلیمـی، متغیرهـای سـرمایه از اجـزای مهـم مـدل اسـت. در اغلـب الگوهای برآوردشده، بازده سرمایه مـادی (شـامل زمـین، موجـودی دام و موجـودی تجهیـزات آبیاری) در سطح بالا قرار داشت. یافته‌های مطالعه سلطانی (Soltani, 2004) نیز حاکی از بـازده بـالای سـرمایه مـادی در بخـش کشـاورزی بـود. امـا، هماننـد مطالعـه شـجری و همکـاران (Shajari et al., 2018)، بر پایهٔ نتایج مطالعهٔ حاضر، مسـاعدت سـرمایه انسـانی در سـطح پـایین بود. ممکن است که بتوان شیوه تولید سنتی را عامل اثرگذاری محدود سرمایه انسـانی یـا دانـش نیروی کار دانست؛ از دیگر دلایل احتمالی می‌توان به نقص در نظام اشتغال و عدم اشتغال افـراد در زمینه‌های تخصصی مربوط اشاره کرد (Shajari et al., 2018). در همـین زمینـه، یافتـه‌هـای مطالعه فلیحی (Falihi, 2008) نشان داد که چنانچه دانش‌آموختگان کشاورزی همگی در بخش کشاورزی شاغل شوند، ارزش افزوده کشـاورزی بـه میـزان ۳/۷ درصـد افـزایش خواهـد یافـت. در مقایسه با سرمایه انسانی، نقش سرمایه اجتماعی بارزتر است. از آنجا که متغیر مـورد اسـتفاده از نـوع ارتباطاتی و زیربنایی است، می‌توان گفت که فراهم‌سازی زیربناهای ارتباطی می‌تواند موجب رشـد محسوس تولید در بخش کشاورزی شود.

از میان متغیرهای تجاری در خصوص سرمایه‌گـذاری خـارجی مسـاعدت حـائز اهمیـت دیده نشد. یافته‌هایی مشـابه در برخـی از مطالعـات دیگـر (Zaroki et al., 2016) نیـز در همـین

زمینه دیده می‌شود. از جمله دلایل احتمالی برای این یافته، جهت‌گیری سرمایه‌گذاری خارجی به‌سوی فعالیت‌های غیرکشاورزی (Jahangard et al., 2017) و کم‌مخاطره (Aghapour Sabbaghi, 2015) است. همچنین، بر پایهٔ یافته‌های به‌دست‌آمده، برای متغیر درجه باز بودن تجارت عمدتاً مساعدت منفی قابل مشاهده است. یافته‌های مطالعهٔ فرج‌زاده و همکاران (Farajzadeh et al., 2017) نشان می‌دهد که بخش کشاورزی ایران با کمک موانع تعرفه‌ای و غیرتعرفه‌ای از رقابت در مقابل رقبای خارجی مصون مانده و با آزادسازی تجاری، تولید در اغلب زیربخش‌ها کاهش خواهد یافت. با توجه به یافته‌های مطالعهٔ حاضر، می‌توان پیشنهادهایی را به‌شرح زیر ارائه کرد:

- با توجه به اثر منفی تغییر اقلیم بر ارزش افزودهٔ بخش کشاورزی، شایسته است که برای سازگاری با تغییر اقلیم چاره‌اندیشی شود. در این خصوص، افزایش بهره‌وری استفاده از آب، یافتن ارقام با نیاز آبی پایین و سازگار با شرایط کم‌آبی و خشکسالی (تغییر الگوی کشت) و کاهش ضایعات می‌تواند مفید باشد.
- دانش نیروی کار یا سرمایه انسانی دارای مساعدت مطلوب نیست؛ از این‌رو، بازنگری در نظام آموزشی و نیز در الگوی استخدام نیروی کار ضروری می‌نماید.
- موجودی تجهیزات آبیاری، علی‌رغم تأکید بر آن در سیاست‌گذاری‌ها، اثر قابل ملاحظه بر تولید نشان نداد و از این‌رو، لازم است که در سیاست‌های حمایت از توسعه تجهیزات آبیاری تجدید نظر شود.
- امکان آسیب‌پذیری بخش کشاورزی از آزادسازی تجاری وجود دارد؛ از این‌رو، لازم است که افزون بر برنامه‌ریزی برای مقابله با شرایط پدیدآمده از تغییر اقلیم، برای پیامدهای منفی ناشی از آزادسازی تجاری هم تدابیری اندیشیده شود.

منابع

1. Abbaspour, K.C., Faramarzi, M., Ghasemi, S.S. and Yang, H. (2009). Assessing the impact of climate change on water resources in Iran. *Water Resources Research*, 45(10): 1-16.
2. Abraha, M.G. and Savage, M.J. (2006). Potential impacts of climate change on the grain yield of maize for the midlands of KwaZulu-Natal, South Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 115(1-4): 150-160.
3. Aghaei, M., Rezagholizadeh, M. and Bagheri, F. (2013). The effect of human capital on economic growth: the case of Iran's provinces. *Research and Planning in Higher Education*, 19(1): 21-44. (Persian)
4. Aghapour Sabbaghi, M. (2015). The survey of production efficiency and agriculture's attitude toward risk effects of product insurance: case study of Dezful County tomato growers. *Journal of Agricultural Economics Research*, 27: 91-108. (Persian)
5. Agovino, M., Casaccia, M., Ciommi, M., Ferrara, M. and Marchesano, K. (2018). Agriculture, climate change and sustainability: (the case of EU-28). *Ecological Indicators*, 118: 1-19.
6. Akram, N. (2012). Is climate change hindering economic growth of Asian economies? *Asia-Pacific Development Journal*, 19(2): 1-18.
7. Bachelet, D. and Gay, C.A. (1993). The impacts of climate change on rice yield: a comparison of four model performances. *Ecological Modelling*, 65(1-2): 71-93.
8. Bachewe, F.N., Berhane, G., Minten, B. and Taffesse, A.S. (2017). Agricultural transformation in Africa? Assessing the evidence in Ethiopia. *World Development*,105: 286-298.
9. Baltagi, B.H. (2008). Econometrics. Fourth Edition. Berlin: Springer.
10. Borrego-Marín, M.M., Gutiérrez-Martín, C. and Berbel, J. (2016). Water productivity under drought conditions estimated using SEEA-Water. *Water*, 8(138): 1-13.
11. Calzadilla, A., Zhu, T., Rehdanz, K., Tol, R.S. and Ringler, C. (2013). Economy-wide impacts of climate change on agriculture in Sub-Saharan Africa. *Ecological Economics*, 93: 150-165.
12. CBI (2014). Economic time series database. Tehran: Central Bank of Iran (CBI). Available at http://tsd.cbi.ir/Display/Content.aspx. (Persian)
13. Challinor, A.J., Koehler, A.K., Ramirez-Villegas, J., Whitfield, S. and Das, B. (2016). Current warming will reduce yields unless maize breeding and seed systems adapt immediately. *Nature Climate Change*, 6(10): 954-958.
14. Chang, C.C. (2002). The potential impact of climate change on Taiwan's agriculture. *Agricultural Economics*, 27(1): 51-64.
15. Chen, S., Chen, X. and Xu, J. (2016). Impacts of climate change on agriculture: evidence from China. *Journal of Environmental Economics and Management*, 76: 105-124.

16. Cline, W.R. (2007). Global warming and agriculture: impact estimates by country. Washington DC: Center for Global Development and Peterson Institute for International Economics.
17. Deschenes, O. and Greenstone, M. (2006). The economic impacts of climate change: evidence from agricultural profits and random fluctuations of weather. MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change.
18. Du, D., Zhao, X. and Huang, R. (2017). The impact of climate change on developed economies. *Economics Letters*, 153: 43-46.
19. Falihi, N. (2008). An investigation of higher education effects on economic growth in Iran. *Financial Economics (Financial and Development Economics)*, 5: 36-61. (Persian)
20. Farajzadeh, Z., Zhu, X. and Bakhshoodeh, M. (2017). Trade reform in Iran for accession to the World Trade Organization: analysis of welfare and environmental impacts. *Economic Modelling*, 63: 75-85.
21. Groves, D.G., Yates, D. and Tebaldi, C. (2008). Developing and applying uncertain global climate change projections for regional water management planning. *Water Resources Research*, 44(12): 1-16.
22. Heidari Sareban, V. (2013). Effective factors on wheat producers' knowledge of soil management in Ardabil province. *Journal of Research and Rural Planning*, 3(7): 11-23. (Persian)
23. Huang, H., von Lampe, M. and van Tongeren, F. (2011). Climate change and trade in agriculture. *Food Policy*, 36: 9-13.
24. IPCC (2007). Climate change: climate change impacts, adaptation, and vulnerability. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Glossary. London: Cambridge University Press.
25. IPCC (2014). Climate change impacts, adaptation, and vulnerability. Fifth Assessment Report. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, London.
26. Jahangard, E., Daneshmand, A., Panahi, S. and Nikbin, B. (2017). The effect of foreign direct investment on Iran's Economic Growth: Pajula's model augmentation. *Financial Economics (Financial and Development Economics)*, 11(4): 95-115. (Persian)
27. Kahsay, G.A. and Hansen, L.G. (2016). The effect of climate change and adaptation policy on agricultural production in Eastern Africa. *Ecological Economics*, 121: 54-64.
28. Khaleghi, S., Bazzazan, F. and Madani, S. (2014). The effects of climate change on agricultural production and Iranian economy. *Journal of Agricultural Economics Research*, 25: 113-135. (Persian)
29. Khiz, Z. (2013). The impacts of drought on Iran's economy: a CGE analysis. Master Thesis of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shiraz University. (Persian)
30. Leichenko, R., Major, D.C., Johnson, K., Patrick, L. and O'Grady, M. (2011). An economic analysis of climate change impacts and adaptations in New York State.

The ClimAID Integrated Assessment for Effective Climate Change Adaptation, Annals of the New York Academy of Sciences, 1244: 501-649.

31. McKinnish, T. (2005). Lagged dependent variables and specification bias. *Economics Letters*, 88(1): 55-59.
32. Medellín-Azuara, J., Harou, J.J., Olivares, M.A., Madani, K., Lund, J.R., Howitt, R.E. and Zhu, T. (2008). Adaptability and adaptations of California's water supply system to dry climate warming. *Climatic Change*, 87(1): 75-90.
33. Mir-Mousavi, H., Doustkamian, M. and Setoudeh, F. (2016). Analyzing spatial autocorrelation patterns of heavy and super heavy showers of Iran. *Geography and Environmental Planning*, 63(3): 67-86. (Persian)
34. Molua, E.L. (2009). An empirical assessment of the impact of climate change on smallholder agriculture in Cameroon. *Global and Planetary Change*, 67(3-4): 205-208.
35. Momeni, S. and Zibaei, M. (2013). Potential impacts of climate change on agriculture in Fars province. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 27: 169-179. (Persian)
36. Nikoomaram. H., Rahnama Roodposhti, F. and Jokar Tang-Karami, I. (2013). Explaining the role of foreign trade and innovation by accessing foreign technology on investment and economic growth in Iran. *Financial Knowledge of Security Analysis*, 20: 91-108. (Persian)
37. Noor-Mohammadi, S., Tajbakhsh, S.M. and Memarian, H. (2017). A study on the impact of climatic factors on groundwater resources using spatio-temporal analysis of statistical time series (case study: Mashhad plain, Kasahfroud basin). *Geography and Environmental Hazards*, 21: 19-44. (Persian)
38. Omrani, M. and Farajzadeh, Z. (2015). Capital's role in Iranian agriculture growth. *Journal of Agricultural Economics Research*, 28: 1-19. (Persian)
39. Ouedraogo, M., Some, L. and Dembele, Y. (2006). Economic impact assessment of climate change on agriculture in Burkina Faso: a Ricardian approach. Centre for Environmental Economics and Policy in Africa (CEEPA), University of Pretoria.
40. Parhizkari, A. and Sabouhi, M. (2013). Analysis of the economic and welfare impacts of establishing the irrigation water market in Qazvin province. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 27(4): 338-350. (Persian)
41. Pishbahar, E., Darparnian, S. and Ghahremanzadeh, M. (2015). Effects of climate change on maize yield in Iran: application of spatial econometric approach with panel data. *Journal of Agricultural Economics Research*, 26: 83-106. (Persian)
42. Rao, B.B. (2010). Estimates of the steady state growth rates for selected Asian countries with an extended Solow model. *Economic Modelling*, 27: 46-53.
43. Reddy, K.R., Hodges, H.F. and McKinion, J. (2000). Impacts of climate change on cotton production: a southcentral assessment. National Center for Atmospheric Research (NCAR), Boulder: Colorado.

44. Reddy, K.R., Hodges, H.F. and McKinion, J. (2001). Impacts of climate change on cotton production, South-Central Region Annual Progress Report. USA: National Institute for Glob Environ Change.
45. Reilly, J. (1999). What does climate change mean for agriculture in developing countries? A comment on Mendelsohn and Dinar. *The World Bank Research Observer*, 14(2): 295-305.
46. Sadeghi, B., Ahmadpour Borazjani, M. and Dianati, M. (2017). The study of inflationary tax influence on the agriculture sector growth in Iran. *Agricultural Economics and Development*, 99: 1-16. (Persian)
47. Sameti, M. and Faramarzpoor, B. (2004). Investigating the barriers to private investment in Iran's agricultural sector. *Agricultural Economics and Development*, 45: 91-112. (Persian)
48. Shajari, S., Farajzadeh, Z. and Salah, A. (2018). Prioritizing credit allocation in Fars province agriculture subsector using neoclassical growth model. *Agricultural Economics and Development*, 103: 31-52. (Persian)
49. Sojasi Qidari, H. and Behrooz, Z. (2017). Analysis of the effects of change in cropping pattern due to drought on saffron production in rural areas of the Zebarkhan district villages. *Rural Development Strategies*, 4(1): 39-58. (Persian)
50. Solomon, S. (Ed.) (2007). Climate change 2007- the physical science basis: Working Group I, Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC, 4. London: Cambridge University Press.
51. Soltani, G.H. (2004). Determining the rate of return on investment in the agricultural sector. *Agricultural Economics and Development*, 45: 19-40. (Persian)
52. Stern, N. (2007). The economics of climate change: the Stern review. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
53. UNFCCC (2015). Iran (Islamic Republic of): intended nationally determined contribution. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Available at http://www4.unfccc.int/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx .
54. Vaseghi, E. and Esmaeili, A. (2008). Investigation of the economic impacts of climate change on Iran's agriculture: a Ricardian approach (case study: wheat). *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 12(45): 685-696. (Persian)
55. Yates, D.N. and Strzepek, K.M. (1998). An assessment of integrated climate change impacts on the agricultural economy of Egypt. *Climatic Change*, 38(3): 261-287.
56. Yoshino, M.M., Horie, T., Seino, H., Tsujii, H., Uchijima, T. and Uchijima, Z. (1988). The effects of climatic variations on agriculture in Japan. In: M.L. Parry, T.R. Carter and N.T. Kojin (eds.), The Impact of Climatic Variations on Agriculture. Volume 1: Assessment in Cool Temperate and Cold Regions, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 725-868.

57. Zaroki, S., Motameni, M. and Nattaj, M.A. (2016).Trade liberalization and agriculture performance, an application of trade intersectoral and overall indices. *Journal of Agricultural Economics Research*, 29: 129-159. (Persian)
58. Zmudzka, E. (2004). The climatic background of agricultural production in Poland in years 1951-2000. *Miscellanea Geographic*, 11(2): 127-137.