Doi: 10.22034/IAES.2022.540042.1877

اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۶/شماره۱/صفحه های ۹۷-۸۱

بررسی ارتباط تغییراقلیم و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید جو دیم در ایران

سیدمحبوب اله اکبری، اعظم رضایی، فرهاد شیرانی بیدآبادی، فرشید اشراقی [۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۱

چکیده

وابستگی بالای کشورهای در حال توسعه به بخش کشاورزی و تأثیرپذیری از اقلیم از یک سو، ضعف فناورانه‌ای و مالی کشاورزان، از سوی دیگر اهمیت بررسی ارتباط تغییر اقلیم و بهره‌وری کشاورزی در این کشورها را دوچندان کرده است. هدف این تحقیق بررسی و تبیین رابطه تغییر اقلیم و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) جو دیم در ایران است. در این راستا، داده‌های مورد نیاز از سازمان جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی کل کشور برای دوره زمانی ۱۳۷۸-۱۳۹۷ جمع‌آوری شد. رشد TFP جو دیم برای استان‌های عمده تولیدکننده با استفاده از مدل سولو و تکنیک داده‌های تلفیقی محاسبه شد. سپس با محاسبه شاخص نمایه استاندارد بارش (SPI)، ارزیابی اثرات متغیرهای اقلیمی (میانگین دما، کمینه دما، بیشینه دما و نمایه استاندارد بارش) بر رشد TFP جو دیم با استفاده از تکنیک داده‌های تلفیقی انجام گرفت. در نهایت با استفاده از ۱۸ سناریوی تغییر اقلیم تحت مدل‌های HadCM2 و ECHAM4 تغییرپذیری‌های رشد TFP جو دیم محاسبه شد. در دوره مورد بررسی، میانگین رشد TFP جو دیم مثبت و برابر با ۰/۱۸۳ می‌باشد. به علاوه، میانگین شاخص SPI استان‌های عمده تولیدکننده جو دیم نشان‌دهنده وضعیت نرمال اقلیمی می‌باشد. همچنین از نظر وضعیت اقلیمی بین خشکسالی بسیار شدید و رطوبت بسیار شدید متغیر است. بررسی اثرپذیری‌های متغیرهای اقلیمی بر رشد TFP جو دیم نشان داد که شاخص SPI اثر منفی و معنی‌دار و کمینه دما اثر مثبت و معنی‌دار بر رشد TFP جو دیم دارد. همچنین میزان رشد TFP جو دیم در اثر تغییرپذیری‌های اقلیم به طور میانگین ۰/۰۸- کاهش می‌یابد. با توجه به حساسیت بالای جو دیم به شرایط غیر نرمال اقلیمی که سبب کاهش بهره‌وری آن می‌شود، پیشنهاد مؤکد این است تا رقم‌های مقاوم و سازگار با شرایط اقلیمی موجود و اصلاح روش‌های مدیریت مزرعه از سوی سازمان جهاد کشاورزی کل کشور برای کشاورزان معرفی شود.

طبقه‌بندی JEL: Q54, N50, O13

واژگان کلیدی: سناریوهای تغییراقلیم، تابع تولید کاب-داگلاس، مدل رشد سولو، شاخص نمایه استاندارد بارش.

[۱] به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استادیار (نویسنده مسئول) و استادیاران گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

Email: arezaee@gau.ac.ir

مقدمه

بخش کشـــاورزی به عنوان وابســـته ترین بخش به متغیرهای اقلیمی، بیشـــترین تأثیر را از تغییرپذیری‌های اقلیم به ویژه در کشورهای خشک و نیمه خشک می‌پذیرد (*Javadinejad, Dara, and Jafary 2020*). با توجه به وابســـتگی بالای کشـــورهای در حال توســـعه به بخش کشـــاورزی همچنین ضـــعف فناورانه‌ای و مالی کشـــاورزان، بررســـی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی در این کشورها دارای اهمیت بسیاری است (*Chen and Gong 2021; Kumar et al. 2016*). کاهش در بارندگی و افزایش دما رخداد خشکسالی را افزایش می‌دهد در حالی‌که افزایش جمعیت و تولیدهای کشـــاورزی تقاضـــای آب را افزایش خواهد داد. همچنین کاهش آب در دســـترس کشـــاورزی ممکن اســـت بهره‌وری بخش کشـــاورزی را کاهش دهد (*Tayebi and Fulginiti 2016*). رشـــد بهره وری عوامل کل تولید به عنوان پیش شـــرط توســـعه بلندمدت و معیار مهم پیشرفت فناورانه است (*Letta, Tol, and Economics 2019; Gong 2020*).

تغییر اقلیم در ایران به عنوان یکی از کشـــورهای نیمه خشـــک و خشـــک کم به یکی از بزرگترین دغدغه‌ها به ویژه در بخش کشـــاورزی تبدیل خواهد شـــد. نتایج حاصـــل از مدل‌های هوا شناسی گویای آن است که دمای هوا تا سال ۲۰۳۹ نیم درجه و تا سال ۲۱۰۰، ۳ تا ۴/۵ درجه افزایش خواهد یافت و دمای هوا در بالاترین حد خود در زمستان تا ۰/۷ درجه سلسیوس افزایش می‌یابد. در سال‌های اخیر شماری از بررسی‌ها به ارزیابی اثرات تغییراقلیم بر رشد *TFP* پرداخته‌اند (*Chen and Gong 2021; Dietz and Stern 2015; Letta, Tol, and Economics 2019; Moore and Diaz 2015; Moyer et al. 2014; Stern 2013*). محققان مختلفی به بررســـی این فرضـــیه پرداختند که تغییرپذیری‌های اقلیم اثر منفی بر *TFP* دارد (*Dietz and Stern 2015; Letta, Tol, and Economics 2019; Moore and Diaz 2015*). *Dietz et al.* *Tokunaga* (۲۰۱۵) به بررسی اثرهای تغییر اقلیم بر تولید محصول‌های کشاورزی در ژاپن به کمک تجزیه و تحلیل داده‌های ترکیبی پویا و با اســـتفاده از تابع تولید در دوره زمانی ۱۹۹۵-۲۰۰۶ برای ۸ منطقه از ژاپن پرداختند. اثرگذاری‌های سه متغیر اقلیمی دما، تابش خورشیدی و بارش بر تولید محصـــول‌های کشـــاورزی ژاپن اعم از برنج، ســـیب زمینی و ســـبزی‌ها، یک بار به صورت داده‌های ترکیبی ایستا و بار دیگر به صورت داده‌های ترکیبی پویا برآورد کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که افزایش یک درجه سلسیوس در میانگین دمای سالانه، تولید برنج را در کوتاه مدت ۵/۸ درصد و در بلندمدت و ۳/۹ درصد کاهش می‌دهد. همچنین، تولید سبزی‌ها و سیب

زمینی نیز با افزایش یک درجه سلسیوس، در کوتاه مدت و بلندمدت به ترتیب ۵ درصد و ۸/۶ درصد، کاهش می‌یابد. *Boubacar* (۲۰۱۵) در پژوهشی به تاثیر اقتصادی تغییرپذیری‌های اقلیمی بر بهره‌وری کشاورزی در ۸ کشور ساحل جنوب صحرای آفریقا در طول دوره ۳۰ ساله (۲۰۰۰-۱۹۷۰) با استفاده از شاخص مالم کوئیست پرداخت. نتایج نشان می‌دهد که بهره‌وری کشاوزی با نرخ متوسط ۰/۹۵ درصد کاهش داشته و نیز اثر دما و خشکسالی بر بهره‌وری بخش کشاورزی منفی می‌باشد. *Liang et al.* (۲۰۱۷) در پژوهش خود به تعیین اثرگذاری‌های اقلیمی بر بهره‌وری کل کشاورزی ایالات متحده آمریکا طی سال های ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۰ با استفاده داده‌های ترکیبی و مدل رگرسیون چند متغیره پرداختند. نتایج نشان می‌دهد رشد بهره‌وری کل عوامل تولید ناشی از پیشرفت فناوری بوده است که ۷۰ درصد از تغییرپذیری‌های رشد کل عوامل متاثر از تغییر پذیری های دما و بارش می باشد. *Zhong et al.* (۲۰۱۹) به تأثیر تغییر پذیری های اقلیمی بر بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی چین پراختند. این پژوهش در دوره زمانی ۱۹۹۵ -۲۰۱۲ با استفاده از یک مدل داده‌های تلفیقی فضایی انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که متغیرهایی مانند مجموع بارندگی سالانه، میانگین دما در فصل رشد و شدت تبخیر بر *TFP* منفی می‌باشد. *Letta et al.* (۲۰۱۹) به بررسی ارتباط بین تغییرپذیری‌های دمای سالیانه و نرخ رشد *TFP* در دوره ۲۰۰۶-۱۹۶۰ پرداختند. بنابر نتایج با افزایش یک درجه سلسیوس دما در کشورهای فقیر نرخ رشد *TFP* ۱/۸-۱/۱ در صد کاهش می‌یابد. در حالی‌که این اثرگذاری‌ها در کشورهای ثروتمند قابل تشخیص نیست.

جو مانند گندم در منطقه‌های مختلف دارای شرایط آب و هوایی متفاوت محصول تولید می شود. مقاومت این گیاه در برابر گرما بیش از گندم بوده و برای رشد و نمو نیاز به روزهای بلند دارد. کمترین بارندگی مورد نیاز آن ۲۵۰- ۲۰۰ میلی متر بوده و دمای مناسب برای رشد آن ۲۰-۱۵ درجه سلسیوس می باشد (*Rahmani et al. 2010*). جو با سطح زیر کشت ۱/۸ میلیون هکتار در حدود ۱۵/۴۹ درصد از کل محصولات زراعی و ۲۱/۵۶ درصد از سطح زیرکشت غلات کشور (۴۰ درصد آبی، ۶۰ درصد دیم) را به خود اختصاص داده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۶). بنابر آمار نامه کشاورزی در سال ۱۳۹۶، میزان تولید جو در ایران در حدود ۳/۲ میلیون تن برآورد شده است که معادل ۴/۱۶ درصد از کل محصول‌های زراعی و ۱۷/۵۵ درصد از کل تولید غلات کشور است (۶۷/۶۳ در صد آبی و ۳۲/۳۷ در صد دیم). بررسی نتایج پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد که تغییرپذیری‌های اقلیمی بر بهره‌وری بخش کشاورزی و عملکرد

محصـــول‌ها اثرهای منفی داشـــته اســـت. بر مبنای مرور مطالعه‌هایی که محققان انجام داده‌اند، تاکنون پژوهش چندانی به بررســـی اثرگذاری‌های تغییراقلیم بر رشـــد TFP جو دیم در ایران نپرداخته اســـت. با توجه به پرهیزناپذیر بودن اثرهای تغییراقلیم بررســـی اثرهای تغییراقلیم بر محصـــول‌های کشـــاورزی ضـــروری به‌نظر می‌رســـد. نظر به اهمیت محصـــول جو، این تحقیق به بررسی اثر تغییرپذیری‌های اقلیم بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید جو دیم خواهد پرداخت. در این راســـتا هدف‌های اختصـــاصـــی عبارت‌اند از:۱- برآورد تابع تولید جو دیم ۲- محاســـبه رشـــد بهره‌وری کل عوامل تولید جو دیم ۳- محاسبه شاخص نمایه استاندارد بارش استان‌های عمده تولیدکننده جو دیم ۴-بررســـی اثرگذاری‌های متغیرهای اقلیمی بر رشـــد بهره‌وری کل عوامل تولید جو دیم و تعیین میزان تغییرپذیری‌های رشد بهره‌وری به ازای سناریوهای تغییراقلیم.

روش تحقیق

در راستای تحقق هدف‌های تحقیق، از آمار و اطلاعات نهاده‌ها، ستانده‌ها و اطلاعات هواشناسی برای استان‌های تولید کننده عمده محصول جو دیم استفاده شده است. قلمرو زمانی تحقیق از۱۳۷۸ تا ۱۳۹۷ و قلمرو مکانی شـــامل اســـتان‌های عمده تولید کننده جو دیم (آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، ایلام، چهارمحال و بختیاری، خراسان رضوی، خراسان شمالی، خوزســـتان، زنجان، فارس، کردســـتان، کرمانشـــاه، کهکیلویه و بویراحمد، گلســـتان، لرســـتان، مازندران، و همدان) می‌باشد که بیش از ۹۹ درصد تولید جو دیم را به خود اختصاص داده‌اند.

محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید جو دیم

در این پژوهش به منظور محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید جو از شیوه مطلق محاسبه رشد با استفاده از روش داده‌های تلفیقی استفاده شده است. در این روش، در مرحله نخست، بر موضوع تعیین سهم عامل‌های تولید تمرکز می‌شود. یعنی چه میزان از رشد ستانده توسط رشد نهاده‌های تولید توضیح داده شده و چه میزان از رشد باقی‌مانده توسط رشد TFP توضیح داده می‌شود. رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را می‌توان با استفاده از رابطه (۱) محاسبه کرد:

$$\varphi_t = \frac{\partial TFP}{\partial t} = q_t - \alpha \cdot L_t - \beta \cdot k_t - \ldots\ldots \quad (۱)$$

در رابطه بالا q_t، L_t و k_t به ترتیب نرخ رشد شاخص ستانده، نیروی‌کار و سرمایه و φ_t نیز نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید است. α و β که کشش های تولیدی هستند با استفاده از تابع تولید به‌دســـت می‌آیند. اســـتفاده از این روش نیازمند برآورد کشـــش هریک از نهاده‌های تولید

ا ست. بنابراین، در آغاز لازم ا ست تابع تولید جو دیم برآورد شود. بنابراین برای انتخاب بهترین تابع، توابع کاب-داگلاس، ترانسندنتال، ترانسلوگ و درجه دوم با استفاده از روش داده‌های تلفیقی برآورد شد. برای برآورد مدل از نرم افزار *Eviews10* و *Stata* استفاده شد.

شاخص بارش استاندارد شده (*SPI*)

شاخص بارش استاندارد به وسیله مک کی و همکارانش (۱۹۹۳) به منظور پایش وضعیت خشکسالی در کلرادو ارائه شد *(Rezaee et al., 2016)*. آن‌ها برای تعیین خشکی و تری در هر ایستگاه یک سامانه طبقه‌بندی معین برای میزان‌های به دست آمده *SPI* بنابر جدول (۱) معرفی کردند. شاخص *SPI* سالیانه استان‌ها با استفاده از نرم افزار *DrinC* محاسبه شده است.

جدول(۱)طبقات مختلف شاخص *SPI*

Table (1) SPI index classification

طبقه شاخص	توصیف وضعیت
بیشتر از *2*	رطوبت بسیار شدید
1.99 تا *1.5*	رطوبت شدید
1.49 تا *1*	رطوبت متوسط
0.99- تا *0.99*	نرمال
1.49- تا *1-*	خشکسالی متوسط
1.5- تا *1.99-*	خشکسالی شدید
کمتر از *2-*	خشکسالی بسیار شدید

بررسی اثرگذاری‌های تغییر اقلیم بر رشد بهره‌وری *عوامل تولید* جو دیم

تاثیر پارامترهای اقلیمی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید جو دیم به پیروی از بررسی‌*های Liang et al.* (۲۰۱۷) و *Letta et al.* (۲۰۱۹) با استفاده از رابطه (۲) مورد بررسی قرار گرفت. که در آن *SPI* شاخص بارش استاندارد شده، TM_M میانگین دمای سالیانه، $TMAX_M$ میانگین بیشینه دمای سالیانه و $TMIN_M$ میانگین کمینه دمای سالیانه می‌باشند.

$$TFP\ Growth = \beta_0 + \beta_1 SPI + \beta_2 TM_M + \beta_3 TMAX_M + \beta_4 TMIN_M + \varepsilon_i \quad (۲)$$

سناریوهای تغییر اقلیم

پس از براورد مدل با استفاده از ۱۸ سناریوی تغییر اقلیم تحت دومدل *HadCM2* و *ECHAM4* تا سال ۲۰۲۵ میزان تغییرپذیری‌های رشد بهره‌وری عوامل تولید جو دیم محاسبه شد.

نتایج و بحث

آمار توصیفی نهاده‌های مورد استفاده در تحقیق برای برآورد تابع تولید در جدول (۲) نشان داده شده ا ست. به منظور انتخاب منا سب‌ترین تابع تولید، توابع تولید کاب-داگلاس، تراز سندنتال، درجه دوم و ترانسلوگ تخمین زده شد. سپس بر مبنای معنی‌داری ضرایب، سازگاری با تئوری، نرمال بودن و معیارهای اقتصاد سنجی بهترین مدل انتخاب شد (جدول ۳).

جدول(۲) آمار توصیفی جو دیم طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۷۸

Table (2)Descriptive statistic of rainfed barley (1378-1397)

کمینه *Min*	بیشینه *Max*	میانگین *Mean*	نماد متغیر *Variable symbol*	واحد *Scale*	نام متغیر *Variable name*
1644	217761	59807.6	Y	تن	تولید کل
948.4	153000	50755.9	x1	هکتار	سطح زیر کشت
50.1	272.7	141.2	x2	کیلوگرم	بذر
14.9	78	18.7	x3	نفر روزکار	نیروی کار
14.6	70.3	35.3	x4	درصد استفاده	ماشین‌ها و ادوات
0.001	2.6	0.2	x5	تن	کود حیوانی
3.9	82	42.3	x6	کیلو گرم	فسفات
12	163	63.8	x7	کیلو گرم	نیتروژن
0.01	2.4	0.5	x8	کیلو گرم	پتاسیم
0.001	1.1	0.2	x9	کیلو گرم	علف کش
0.001	0.4	0.09	x10	کیلو گرم	حشره کش
0.002	0.3	0.05	x11	کیلو گرم	قارچ کش

منبع: امارنامه وزارت جهاد کشاورزی

جدول (۳) مقایسه تابع‌های مختلف برآورد شده جو دیم

Table (3)Comparison of estimated production functions of rainfed barley

R2	تعداد ضرایب معنی‌دار *Number of significant coefficient*	تعداد کل ضرایب *Number of coefficient*	تابع *function*
0.94	*7*	*10*	کاب - داگلاس
0.95	*1*	*22*	ترانسندنتال
0.98	*13*	*77*	درجه دوم
0.98	*5*	*77*	ترانسلوگ

منبع: یافته‌های تحقیق Source: The research findings

همچنین نتایج بررسی همخطی بین متغیرها نشانگر عدم وجود همخطی است. آزمون والد تعدیل شده و ولدریج بیانگر نبود واریانس ناهمسانی و خودهمبستگی در مدل بود. نتایج آزمون چاو برای مدل برآوردی محصول جو دیم نیز نشان می‌دهد که فرضیه H_0 (مدل تلفیقی) تایید می شود. همان طورکه در جدول ۴ مشاهده می شود، به استثنای نهاده‌های فسفات، نیتروژن و پتاسیم سایر نهاده‌ها معنی‌دار شده‌اند.

جدول (۴)نتایج برآورد تابع کاب داگلاس طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۷۸

Table (4)Result of Cobb-douglas production function(1378-1397)

نام متغیر	*نماد متغیر*	*ضریب*	*سطح احتمال*
عرض از مبدا	C	-2.8	0.22
سطح زیر کشت	Lnx1	1.05	0.000
بذر	Lnx2	0.21	0.0254
نیروی کار	Lnx3	0.1	0.0257
ماشین آلات	Lnx4	0.4	0.000
کود حیوانی	Lnx5	0.039	0.0273
فسفات	Lnx6	-0.029	0.5885
نیتروژن	Lnx7	-0.022	0.7538
پتاسیم	Lnx8	0.26	0.2638
علف کش	Lnx9	0.045	0.0793
قارچ کش	Lnx11	0.061	0.0085
	F= 0.000	DW=1.72	R-r=0.944

منبع: یافته‌های تحقیق Source: The research findings

همان طور که در جدول (۵) نیز مشاهده می‌شود رشد بهره‌وری کل عوامل تولید محصول جودیم در کل دوره‌ی ۱۳۹۷-۱۳۷۸ مثبت و برابر ۰/۱۸۳ می‌باشد. این نتیجه از لحاظ علامت هم‌راستا با نتیجه بررسی‌های (*Rahman and Salim 2013*) می‌باشد که بیشترین مقدار رشد بهره‌وری مثبت برابر۴/۶۴ متعلق به استان بوشهر و کمترین آن مربوط به استان گلستان می‌باشد که برابر با ۰/۰۳ است. این مطلب نشان دهنده رشد بهره‌وری و عملکرد مناسب جو دیم در استفاده بهینه از نهاده‌های تولید است و تولید جو دیم در سطح ایران از توانایی بالقوه در افزایش بهره‌وری برخوردار است. در حالی‌که استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، خراسان رضوی، خراسان شمالی، قزوین، کردستان، کرمانشاه، کهکیلویه و بویراحمد، لرستان، مرکزی و همدان در طول دوره‌ی مورد بررسی رشد بهره‌وری منفی دارند. بیشترین رشد بهره‌وری منفی برابر با ۱/۰۲- مربوط به استان خراسان شمالی و کمترین آن مربوط به استان همدان که برابر ۰/۰۰۳- است می‌باشد.

جدول(۵) نتایج محاسبه رشد کل عوامل تولید برای جودیم طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۷۸

Table (5) Result of Total Factor Productivity growth of rainfed barley (1378-1397)

1387	1386	1385	1384	1383	1382	1381	1380	1379	1378	*استان*
-2.3	0	-0.7	1	-0.7	-0.5	-0.02	-0.1	-2.9	0	آذربایجان شرقی
-2.1	-0.2	-0.1	-0.3	-0.1	-1.1	0.1	1.7	-0.2	0.1	آذربایجان غربی
-1.4	0.1	-1.5	0	-0.1	-0.3	0.1	0.6	0.1	-0.7	اردبیل
3.2	0	-0.1	0.5	0.1	-0.3	-0.1	0.2	1.3	0	ایلام
0.1	-0.7	1.5	-0.5	0.2	0.5	-0.4	1.6	17.4	0.2	بوشهر
0.2	-0.8	-0.2	-0.7	-0.8	-0.2	0.3	0.3	-1.5	7.6	چهارمحال و بختیاری
-0.1	0.2	-0.3	0.1	-1.8	0.9	0.1	-0.3	0.2	-1.6	خراسان رضوی
-20.1	0	0.2	0.1	-0.4	-0.2	-0.3	0.3	-0.8	0.7	خراسان شمالی
0	-0.3	2.1	-0.3	0.6	-0.4	-0.2	0.2	7.4	-0.2	خوزستان
3.3	-1.9	0	0.4	-0.3	0.2	1.7	-1.3	-0.2	0.1	زنجان
0.2	-0.8	0.2	-0.1	0	0	0.5	-0.2	0.3	-0.5	سمنان
2.5	-0.1	-0.2	-0.2	0	-0.2	-0.2	1.8	-0.5	-1	فارس
2.5	-0.2	0.3	-0.3	-0.4	0.3	0.2	-1.4	-0.8	0	قزوین
1.4	-1.1	-0.1	0.1	0.3	0	-1.1	0	-2.8	-0.6	کردستان
2.6	-1.3	-0.2	-0.5	-0.3	-0.4	-0.4	0.1	1.8	-2	کرمانشاه
0.7	-0.7	0.2	0.1	-0.3	-0.3	-1.3	-2.4	0.7	0.3	کهکیلویه و بویراحمد
0.5	-0.7	0.3	0	-0.8	-0.6	0.6	-0.2	0.2	-0.5	گلستان
2.2	-0.6	-0.1	-0.1	0	-0.1	0.2	0.1	0.3	-0.7	گیلان
1.1	0.1	-0.2	0.2	0	0.1	-1.1	0	0.2	-11.5	لرستان
0	10	0.1	1.6	-0.4	-0.2	0.6	-0.3	0.7	-0.1	مازندران
0.9	-0.3	0.6	-0.2	-0.5	0.9	0	-0.1	0.9	0.2	مرکزی
1.1	-0.9	-0.3	0.5	-0.4	0.3	0.2	0.4	1.5	-1.2	همدان

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: The research findings

ادامه جدول (۵) نتایج محاسبه رشد کل عوامل تولید برای جودیم طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۷۸

Table (5) Result of Total Factor Productivity growth of rainfed barley (1378-1397)

استان / سال	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	*1397*	میانگین استان
آذربایجان شرقی	0.6	-0.8	-0.2	-0.7	2	-1.7	-0.9	-0.3	0.9	-0.3	-0.38
آذربایجان غربی	0.1	-1.4	0.1	-0.1	0.1	0.3	0	-0.2	0.1	2.7	-0.02
اردبیل	0.4	-0.1	0	0.1	-0.3	0.7	-0.1	-3.1	-0.1	2.3	-0.16
ایلام	1.4	0	-0.2	-0.4	0.1	1.5	0.3	-0.1	0.1	0.8	0.41
بوشهر	32.5	-0.2	0.2	1	0.9	-0.3	21.3	-0.5	2.5	15.3	4.64
چهارمحال-بختیاری	0.3	-0.1	0.2	-0.2	0	0.2	-0.3	0	0	0	0.22
خراسان رضوی	-0.2	-0.2	-0.7	-0.1	0.8	0.8	-1	0.1	0.6	0	-0.13
خراسان شمالی	0.6	-0.8	0	0	0	0	0.3	-2.1	-0.1	2.2	-1.02
خوزستان	0.6	-0.3	-0.2	0	1.4	0.2	0.3	-0.1	-0.1	0.4	0.55
زنجان	0.9	-0.5	0.3	-0.5	0.4	-0.2	0.5	-0.4	-0.5	0	0.09
سمنان	0.3	0.1	0.2	۱/۱	-0.4	0.1	0.2	-0.4	0.9	0.2	0.09
فارس	0	-0.1	-0.4	0.4	۳/۵	-0.6	0.1	0.1	-0.1	1.6	0.32
قزوین	1.4	-0.4	-0.1	0	-0.2	-1.4	0.3	-0.1	-1.2	-0.3	-0.09
کردستان	1	-1.2	0	-0.2	-0.1	0	0.1	-0.3	0.8	0.2	-0.18
کرمانشاه	1	-0.6	0	-0.1	0.1	-0.6	1.8	-0.5	-0.2	0	-0.05
کهکیلویه-بویراحمد	0	-0.4	-0.3	0	0.2	-0.1	0.2	0	-0.1	-0.3	-0.18
گلستان	0	0.1	1.4	-0.3	0.1	0.6	-0.2	-0.3	0.4	0.1	0.03
گیلان	-0.2	1.1	-0.6	0.4	-0.3	0.1	-1	0.1	0	0	0.04
لرستان	0.5	0.1	0	0	0	-0.4	0.2	-0.1	0.1	-0.1	-0.54
مازندران	0.1	0.1	-0.6	-1.7	0.2	-0.2	0.1	-0.3	0	0.1	0.49
مرکزی	0.4	-4.5	0.4	-0.7	0.1	0.1	0	-0.1	0	0.1	-0.08
همدان	1.5	-0.2	-0.7	0.2	-0.3	-0.4	-0.1	-0.1	-0.6	-0.5	-0.003
میانگین سال	1.91	-0.5	-0.04	-0.08	0.037	-0.07	1	-0.4	0.14	1.1	0.183

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: The research findings

محاسبه شاخص بارش استاندارد شده (*SPI*)

میانگین شـــاخص نمایه اســـتاندارد بارش اســـتان‌های عمده تولیدکننده جو دیم نشـــان‌دهنده وضعیت نرمال اقلیمی می‌باشد. همچنین از نظر وضعیت اقلیمی بین خشکسالی بسیار شدید و رطوبت بسیار شدید متغیر است.

جدول (۶) میزان شاخص *SPI* محاسبه شده استان‌های تولید کننده عمده جو دیم طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۷۸

Table (6) Calculated SPI index for rainfed barley producers (1378-1397)

سمنان	زنجان	خوزستان	خراسان شمالی	خراسان رضوی	چهارمحال و بختیاری	بوشهر	ایلام	اردبیل	آذربایجان غربی	آذربایجان شرقی	
0.4	-1.4	0.2	0.8	-0.4	-0.5	0.98	-0.8	0.4	-1.51	-0.48	1378
-0.3	0.06	0.4	0.4	-0.8	-1	-0.06	-0.02	0.7	-0.8	-1.36	1379
-0.9	-0.9	0.7	-2	-1.9	0.6	0.9	0.2	-1.5	-1.1	-0.6	1380
0.7	-0.4	-0.01	1.2	0.3	0.1	0.7	1.2	0.1	0.3	0.9	1381
1.1	1.4	1.2	1.6	1.2	0.4	0.9	1	0.3	0.5	-0.9	1382
1.4	0.6	0.4	1	0.7	1	0.8	-0.4	1.8	0.3	1	1383
0.5	-0.6	0.2	1.3	0.8	0.9	0.4	0.7	0.8	-1.8	0.1	1384
0.2	0.5	0.6	-0.7	-0.9	1.4	0	1	-1.9	1.5	0.3	1385
1.9	1.4	0.06	0.4	1	0.05	0.4	-0.2	0.9	-1	-0.7	1386
-2	-2	-2.4	-0.6	-2.2	-2.4	-1.1	-1.8	-0.8	-0.4	-1.57	1387
0.01	0.6	0.6	0.9	1	1.2	0	-0.6	-0.2	0.3	-0.19	1388
-0.5	-0.1	-1	-0.2	-1.3	-0.7	-1.4	0.4	-0.9	0.9	-1.7	1389
0.3	1	-1	0.07	0.4	-0.2	-0.2	-1.3	0.4	1.4	0.9	1390
1	1.6	1	-0.3	1	1	0.2	0.2	0.5	0.2	-0.44	1391
-1.2	0.1	0.3	-1.9	-0.5	-0.2	0	-0.2	0.2	-0.5	0.02	1392
-0.9	-0.3	-0.5	-0.3	0.5	-0.5	-1.3	-0.6	-0.1	0.5	0.9	1393
0.3	0.2	1	0.05	-0.5	0.6	0.7	1	1.2	0.3	0.9	1394
-0.3	-1.1	-1	-0.07	0.6	-0.05	-2.8	-1	-0.8	-0.5	0.6	1395
-1.8	-1.3	-2	-1.6	0.3	-2.1	0.07	-1.1	-1.8	-0.7	-0.3	1396
0.2	0.8	1.4	0.03	0.6	0.4	1.06	1.3	1.2	2	2.4	1397

ادامه جدول (۶) میزان شاخص *SPI* محاسبه شده استان‌های تولید کننده عمده جو دیم طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۷۸

Table (6) Calculated SPI index for rainfed barley producers (1378-1397)

کردستان	قزوین	فارس	همدان	مرکزی	مازندران	لرستان	گیلان	گلستان	کهکیلویه-بویراحمد	کرمانشاه	
-1.3	-0.4	0.8	-0.4	-0.9	0.5	-0.3	-0.3	0.9	0.6	-0.8	1378
-0.7	0.02	-0.4	0.2	0.4	0.1	1.1	1.1	0.3	-1.2	-0.6	1379
-1	-0.8	0.2	-0.94	-0.15	-1.3	-0.4	-0.4	-0.3	1.1	-0.4	1380
0.8	0.4	0.1	0.3	0.3	0.3	-0.3	-0.3	0.2	0.5	0.6	1381
0.6	1.4	1.4	1.5	1.1	0.4	0.8	0.8	1.3	1.4	1.1	1382
0.4	0.2	1.4	0.99	1.4	1.8	1.5	1.5	1.1	0.8	-0.25	1383
0.07	0.2	0.2	-0.2	-0.15	0.08	1.1	1.1	1	0.6	0.3	1384
1.4	0.1	0.3	-0.2	0.03	-1.4	0.3	0.3	-1	0.3	0.4	1385

ادامه جدول (۶) میزان شاخص *SPI* محاسبه شده استان‌های تولید کننده عمده جو دیم طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۷۸

Table (6) Calculated SPI index for rainfed barley producers (1378-1397)

کردستان	قزوین	فارس	همدان	مرکزی	مازندران	لرستان	گیلان	گلستان	کهکیلویه-بویراحمد	کرمانشاه	
0.75	0.7	0.2	1	1.6	0.3	0.1	0.1	-1.2	0.1	0.3	1386
-1.5	-3.1	-2.5	-1.4	-2.5	-0.4	-0.6	-0.6	-1.4	-2.6	-1.2	1387
0.3	0.1	-0.08	1	0.3	1.1	-1.3	-1.3	0.4	0.6	0.3	1388
0.2	0.97	-0.8	0.3	-1	-1.7	-1.4	-1.4	-1.4	-0.9	0.5	1389
-0.3	1.3	0.06	0.4	-0.7	0.8	1.7	1.7	1.2	0.4	-0.11	1390
0.2	0.2	0.8	-0.7	0.07	1.4	-0.1	-0.1	1.8	0.8	0.9	1391
-0.6	-0.2	0.7	-0.1	-0.9	0.6	0.3	0.3	-0.5	-0.3	-0.2	1392
-1	-1.4	-0.7	-1.7	-0.1	-1.3	-0.3	-0.3	-1.5	-0.4	-0.9	1393
			-0.8	0.4	-0.3	0.6	0.6	-0.4	-0.02	-2.2	1394
			-0.9	-0.1	1	0.6	0.6	0.4	-1.6	1	1395
			-0.9	-0.9	1.1	-1	0.98	-0.8	1.3	-1.3	1396
			2.3	1.8	-0.95	-2.4	-2.4	-0.3	0.7	2.4	1397

منبع: یافته‌های تحقیق Source: The research findings

جهت بررسی اثرگذاریهای متغیرهای اقلیمی بر رشد *TFP* از روش داده‌های تلفیقی استفاده شد نتایج آزمون چاو، تأیید اثرات ثابت در برابر روش حداقل مربعات تجمیع شـــده بود. همچنین برای تعیین نوع داده‌های تلفیقی (انتخاب الگوی اثرات ثابت یا الگوی اثرات تصـادفی) از آزمون هاسمن استفاده شد. میزان آماره *Chi-square*، ۱۲/۱۱ به دست آمد و بر مبنای سطح احتمال روش اثرات ثابت انتخاب شـــد. همچنین، مقادیر *VIF* کوچکتر از ۵ هســـتند، به همین دلیل همخطی میان متغیرها وجود ندارد. شـایان ذکر اســت که میان پارامتر میانگین دما و میانگین بیشـــینه دما همخطی وجود داشـــت که میانگین دما از مدل حذف شـــد. برای بررســـی آزمون ناهمسانی واریانس و خود همبستگی به ترتیب از آزمون والد تعدیل شده و ولدریج استفاده شد که بنا بر نتایج وجود ناهمســـانی واریانس تأیید شـــد و از روش حداقل مربعات تعمیم یافته (*EGLS*) استفاده شد. با توجه به جدول ۷ ضرایب متغیرهای کمینه دما و شاخص *SPI* معنی‌دار هســـتند. متغیر شـــاخص *SPI* اثر منفی روی *TFP* جو دیم دارد که میزان آن برابر با ۰/۱۰- می‌با شد. این نتیجه هم را ستا با نتایج برر سی‌های (*Boubacar 2015*) و (*Zhong and Jiang 2019*) می‌با شد. این نتیجه می‌تواند این‌گونه تف سیر شود که با افزایش شاخص *SPI*، به دلیل نامنا سب بودن پراکنش بارش در برخی ا ستان‌ها ممکن ا ست سیل رخ دهد و ر شد *TFP* جو را کاهش د هد و از طرف دیگر بهره‌وری نیروی کار را تحت تأثیر قرار د هد. همچنین، میانگین کمینه دما اثر مثبت و معنی‌داری بر بهره‌وری جودیم دارد که مقدار آن برابر با ۰/۰۱ می‌باشـد.

میانگین دمای کمینه مورد نیاز جو حدود ۱۳ درجه سلسیوس است که با توجه به اینکه میانگین کمینه دمای جو در این پژوهش ۹ درجه سلسیوس است با افزایش دمای کمینه، رشد *TFP* جو افزایش می‌یابد. این نتیجه نیز هم‌سو با مطالعه (*Ali et al. 2017*) می‌باشد. با افزایش یک واحد در *SPI* میزان رشد *TFP* به اندازه ۰/۱۰- واحد کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش یک واحد کمینه دما، میزان رشد *TFP* به اندازه ۰/۰۱ واحد افزایش می‌یابد.

جدول(۷) نتایج اثر سنجه‌های اقلیمی بر بهره‌وری کل عوامل تولید جو دیم طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۷۸

Table (7)Effects of Climatic variable on TFP growth of rainfed barley (1378-1397)

متغیرها	ضریب	آمارهt	سطح احتمال
عرض از مبدا	0.63	0.68	0.49
SPI	-0.1	-2.5	0.013
TMAX_M	-0.024	-0.612	0.5407
TMIN_M	0.012	3.38	0.0008
F (223/1422) =0.024318	DW=2.19		R^2=0.088

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: The research findings

جدول (۸) اثرات تغییراقلیم بر رشد بهره‌وری عوامل تولید جو دیم تحت مدل HadCM2 و ECHAM4 تا سال ۲۰۲۵

Table (8) Climate change impacts on rainfed barley TFP growth under HadCM2 and ECHAM4 model (2025)

ردیف	سناریو	ECHAM4	HadCM2	برایند تغییرات رشد TFPناشی از تغییر اقلیم مدل ECHAM4	برایند تغییرات رشد TFP ناشی از تغییر اقلیم مدل Hadcm2
1	IS92a	1.2	0.8	-0.08572	-0.09048
2	IS92b	1.2	1	-0.08572	-0.0881
3	IS92c	1.1	0.9	-0.08691	-0.08929
4	IS92d	1.1	0.9	-0.08691	-0.08929
5	IS92e	1.4	1.2	-0.08334	-0.08572
6	IS92f	1.3	1.1	-0.08453	-0.08691
7	IS92aEXT	1.2	1.1	-0.08572	-0.08691
8	K-CONI	1.2	1	-0.08572	-0.0881
9	K-IPC	1.2	1	-0.08572	-0.0881
10	K-NOMO	1.2	1	-0.08572	-0.0881
11	EMCONST	1.1	1	-0.08691	-0.0881
12	WRE450	1.2	1	-0.08572	-0.0881
13	WRE550	1.2	1	-0.08572	-0.0881

ادامه جدول (۸) اثرات تغییراقلیم بر رشد بهره‌وری عوامل تولید جو دیم تحت مدل HadCM2 و ECHAM4 تا سال ۲۰۲۵

Table (8) Climate change impacts on rainfed barley TFP growth under HadCM2 and ECHAM4 model (2025)

ردیف	سناریو	ECHAM4	HadCM2	برایند تغییرات رشد TFPناشی از تغییر اقلیم مدل ECHAM4	برایند تغییرات رشد TFP ناشی از تغییر اقلیم مدل Hadcm2
14	WRE650	1.2	1	-0.08572	-0.0881
15	SRESA1	1.4	1.1	-0.08334	-0.08691
16	SRESA2	1.3	1.1	-0.08453	-0.08691
17	SRESB1	1.1	0.9	-0.08691	-0.08929
18	SRESB2	1.2	1	-0.08572	-0.0881
میانگین	-	1.2	1	-0.08572	-0.0881

*سناریوی تغییر اقلیم مربوط به شاخص نمایه استاندارد بارش بر اساس مطالعه (خزانه‌داری و همکاران ۱۳۸۸)

**سناریوی تغییر اقلیم مربوط به دما بر مبنای بررسی (عباسی و همکاران ۱۳۸۹) در نظر گرفته شده است.

پس از برآورد مدل با استفاده از سناریوهای تغییراقلیم تحت دومدل *HadCM2* و *ECHAM4* تا سال ۲۰۲۵ میزان تغییرات رشد *TFP* جو به طور میانگین ۰/۰۸- برآورد شد که نشان می‌دهد به طور کلی تغییرات اقلیم باعث کاهش رشد*TFP* جو دیم می‌شود (جدول ۸).

نتیجه گیری و پیشنهادات

افزایش تولید همواره از دو طریق دستیابی شدنی است: یکی از راه افزایش میزان عوامل تولید و دیگری استفاده مناسب از عوامل تولید با اتخاذ مدیریت بهتر. با توجه به محدودیت منابع افزایش میزان تولید از طریق افزایش میزان نهاده های تولید مقدور نیست. بنابراین، امروزه افزایش تولید به طور عمده از به کارگیری روش‌های جدیدتر در ترکیب بهتر این عوامل صورت می‌گیرد. یکی از راه های سنجش ترکیب بهتر عوامل تولید، استفاده از شاخص‌های بهره‌وری می‌باشد (نبیونی، ۱۳۹۰) با توجه به شرایط ناگوار تغییر اقلیم و اهمیت محصول جو در ایران، در مطالعه حاضر رابطه تغییر اقلیم و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید محصول جو در ایران طی سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۹۷ بررسی شد. نتایج برآورد رشد *TFP* جو دیم در استان‌های عمده تولید کننده نشان می‌دهد که رشد بهره‌وری در طی دوره‌ی ۱۳۷۸-۱۳۹۷ با فراز و نشیب زیادی روبرو است. طوری‌که میانگین این رشد در کل دوره مورد بررسی مثبت و برابر ۰/۱۸۳ می‌باشد. این نتیجه هم راستا با نتایج بررسی‌های (باقرزاده، ۱۳۸۹) و (رحمان و سلیم، ۲۰۱۳) می‌باشد.

بیشترین میزان رشد بهره‌وری مثبت برابر۴/۶۴ متعلق به استان بوشهر و کمترین آن مربوط به استان گلستان می‌باشد که برابر با ۰/۰۳ است. در حالی‌که سایر استان‌ها مانند آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، خراسان رضوی، خراسان شمالی، قزوین، کردستان، کرمانشاه،کهکیلویه و بویراحمد، لرستان، مرکزی و همدان در طول دوره‌ی مورد بررسی رشد بهره‌وری منفی داشته‌اند. بیشترین رشد بهره‌وری منفی برابر با ۱/۰۲- مربوط به استان خراسان شمالی و کمترین آن مربوط به استان همدان که برابر ۰/۰۰۳- است می‌باشد. با توجه به برآورد تابع تولید متغیرهای فسفات، نیتروژن، پتاسیم و علف‌کش برای جو دیم معنی‌دار نشده‌اند. نتایج بررسی رابطه تغییر اقلیم و کل عوامل تولید محصول جو دیم با استفاده از تحلیل رگرسیونی نشان می‌دهد که ضریب متغیرهای شاخص *SPI* و میانگین کمینه دما بر رشد *TFP* جو دیم اثرگذار هستند. در این میان متغیر شاخص *SPI* اثر منفی روی بهره‌وری کل عوامل تولید محصول جو دیم داشته است. این نتیجه همسو با نتایج بررسی‌های علی صوفی (۱۳۹۶)، آلام (۲۰۱۳)، بوباکار (۲۰۱۵)، توکاناگا و همکاران (۲۰۱۵)، علی و همکاران (۲۰۱۷) و ژانگ و همکاران (۲۰۱۹) می‌باشد. اما کمینه دما اثر مثبت و معنی‌داری روی بهره‌وری محصول جودیم دارد. این نتیجه نیز همسو با نتایج بررسی‌های، پیام و همکاران (۱۳۹۸) و علی و همکاران (۲۰۱۷) می‌باشد. همچنین پس از برآورد مدل با استفاده از ۱۸ سناریوی تغییراقلیم تحت دومدل HadCM2 و ECHAM4 تا سال ۲۰۲۵ میزان تغییرات رشدTFP جو دیم به طور میانگین ۰/۰۸- برآورد گردید که نشان می‌دهد به طور کلی تغییرات اقلیم باعث کاهش رشد بهره‌وری عوامل تولید جو دیم می‌شود. با توجه به حساسیت بالای جو دیم به شرایط غیر نرمال اقلیمی که سبب کاهش بهره‌وری آن می شود. پیشنهاد مؤکد این است تا رقم‌های سازگار با شرایط اقلیمی موجود از سوی سازمان جهاد کشاورزی برای کشاورزان معرفی شود. همچنین با در نظر گرفتن روش‌های مختلف مدیریت مزرعه محصول‌ها با تغییرپذیری‌های اقلیم می‌تواند سازگار شود.

منبع‌ها

Ali, S., Liu, Y., Ishaq, M., Shah, T., Ilyas, A., & Din, I. U. 2017. Climate change and its impact on the yield of major food crops: *Evidence from Pakistan. Foods, 6(6), 39.*

bahadoran, F., rezaee, A., eshraghi, F., keramatzadeh, A. 2020. Evaluation of the Climate Change Impacts on Irrigated Wheat Lands Rent in Iran. *Journal of Environmental Studies, 46(2), 281-289.*

Boubacar, Inoussa. International Journal of Global Warming. 2015. 'Economic implications of climate change: *evidence from agricultural productivity', 7: 362-79.*

Chen, Shuai, and Binlei. Journal of Development Economics Gong. 2021. 'Response and adaptation of agriculture to climate change: *evidence from China', 148: 102557.*

Dietz, Simon, and Nicholas. The Economic Journal Stern. 2015. 'Endogenous growth, convexity of damage and climate risk: how Nordhaus' framework supports deep cuts in carbon emissions', 125: 574-620.

Gong, Binlei China Economic Review. 2020. 'Agricultural productivity convergence in China', 60: 101423.

Javadinejad, Safieh, Rebwar Dara, and Forough. Civil Engineering Journal Jafary. 2020. 'Climate change scenarios and effects on snow-melt runoff', 6: 1715-25.

Kumar, A, P Sharma, Journal of Agricultural Science Joshi, and Technology. 2016. 'Assessing the impacts of climate change on land productivity in Indian crop agriculture: *An evidence from panel data analysis', 18: 1-13.*

Letta, Marco, Richard S. Environmental Tol, and Resource Economics. 2019. *'Weather, climate and total factor productivity', 73: 283-305.*

Moore, F., Diaz, D. 2015. Temperature impacts on economic growth warrant stringent mitigation policy. *Nature Clim Change 5, 127–131.*

Moyer, Elisabeth J, Mark D Woolley, Nathan J Matteson, Michael J Glotter, and David A. The Journal of Legal Studies Weisbach. 2014. '*Climate impacts on economic growth as drivers of uncertainty in the social cost of carbon', 43: 401-25.*

Rahman, Sanzidur, and Ruhul J Journal of Agricultural Economics Salim. 201' .۳*Six decades of total factor productivity change and sources of growth in Bangladesh agriculture (1948–2008)', 64: 275-94.*

Rahmani, E., Liaghat, A., & Khalili, A. (2010). Estimating barley yield in eastern Azerbaijan using drought indices and climatic parameters by artificial neural network (ANN). Iranian Journal of Soil and Water Research, 39(1).

Rezaee, a., & mortazavi, s., & peykani, g. (2016). Analysis of farmers economic status in drought conditions, the east of zayandeh-rud river basin. *Iranian journal of agricutural economics and development research, 47(2), 335-342.*

Stern, Nicholas. 2013. "The Structure of Economic Modeling of the Potential Impacts of Climate Change: Grafting Gross Underestimation of Risk onto Already Narrow Science Models." *Journal of Economic Literature, 51 (3): 838-59.*

Tayebi ,Zahra, and Lilyan E Fulginiti. 2016. "Agricultural productivity and climate change in the greater Middle East." In.Zhong Z, Hu Y, Jiang L. Impact of Climate Change on Agricultural Total Factor Productivity Based on Spatial Panel Data Model: *Evidence from China. Sustainability. 2019; 11(6):1516.*

Doi: 10.22034/IAES.2022.540042.1877

Agricultural Economics/Volume 16/Issue 1/1401

Investigating the relationship between climate change and Total Factor productivity growth of rainfed barley in Iran

Mahbobollah Akbari, Azam Rezaee, Farhad Shirani Bidabadi, Farshid Eshraghi [1]

Received: 1 Oct.2021 **Accepted:31 Jan.2022**

Extended Abstract

Introduction: The high dependence of developing countries on the agricultural sector and the impact of climate on the one hand, the technological and financial weakness of farmers on the other hand have doubled the importance of examining the relationship between climate change and agricultural productivity in these countries. The purpose of this study is to investigate the relationship between climate change and total productivity factor (TFP) growth of rainfed barley in Iran.

Materials and Method: In this regard, first, the growth of rainfed barley TFP for major producing provinces in the period 1378-1397 was calculated using the Solo model and integrated data technique. Then, by calculating the standard precipitation index (SPI), the effects of climatic variables (average temperature, minimum temperature, maximum temperature and standard precipitation index) on TFP growth of rainfed barley were evaluated. Finally, using 18 climate change scenarios under HadCM2 and ECHAM4 models, TFP growth changes of rainfed barley were calculated.

Results and discussion: During the study period, the average growth of rainfed barley TFP is positive and equal to 0.183. In addition, the average SPI index of major rainfed barley producing provinces indicates normal climatic conditions. Also in terms of climate, it varies between very severe drought and very high humidity. The study of the effects of climatic variables on the growth of rainfed barley TFP shows that the SPI index has a negative and significant effect and the minimum temperature has a positive and significant

[1] Respectively: Master graduated, Assistant Professors of Agricultural Economics ,Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
email: arezaee@gau.ac.ir

effect on the growth of rainfed barley TFP. Also, the growth rate of rainfed TFP due to climate change decreases by -0.08 on average.

Suggestion: According to the results, irregular rainfall at the wrong time can reduce the growth of TFP rainfed barley and on the other hand affect labor productivity. Due to the high sensitivity of rainfed barley to abnormal climatic conditions that reduce its productivity. It is suggested that species resistant to the existing climatic conditions be introduced to farmers by the Agricultural Jihad Organization of the whole country.

JEL classification: Q54, N50, O13

Keywords: Climate change scenarios, Cobb-Douglas production function, Solo growth model, Standard precipitation index.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی