

Investigating the sensitivity of agricultural products' profitability to fluctuation of climate variables (Case study: Khuzestan Province)

SANAZ KARIMIFARD¹, REZA MOGHADDASI^{*2}, SAEED YAZDANI³, AMIR MOHAMMADINEJAD⁴

1. Ph.D. Student, Department of Agricultural Economics, Extension and Education, Faculty of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Extension and Education, Faculty of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Professor, Department of Agricultural Economics, University of Tehran, Karaj, Iran
4. Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Extension and Education, Faculty of Agricultural Sciences and Food Industries, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received: Feb 3, 2019- Accepted: Nov 2, 2019)

ABSTRACT

Earth warming and climate change are one of the most important environmental issues in the world. In Iran, unsustainability of climatic conditions, the lack of uniform distribution of spatial temporal and rainfall changes, and the use of drought management are necessary. In recent years, decreasing precipitation and increasing the temperature of air has caused problems in the agricultural sector and the profitability of crops. In this study, the sensitivity of agricultural products' profitability to fluctuation of climatic variables in Khuzestan province based on combined data was investigated during the period of 1992-2012. The results showed that the fluctuation of climate variables led to decrease in economic profit by 58154.01 thousand Rials per hectare, and contribution of climatic growth to yield of products indicates the high contribution of rainfall. According to the results of the research, it is recommended that farmers' education should be used to counteract the decrease in the profitability of products, given the country's vulnerability to climate change. Creating an agricultural insurance system can also help to stabilize yields from product performance.

JEL Classification: C33, Q54

Keywords: Sensitivity to profitability, Climate Fluctuation, Temperature, Rainfall.

INTRODUCTION

Climate change is one of the biggest environmental challenges facing the world today. Therefore, due to the wide and interaction effects of climate on various sectors of production, environment and human societies, today climate change is mentioned as one of the most important environmental challenges of the 21st century. On the other hand, due to the importance of climate change in agriculture and the dependence of agricultural yields on rainfall, especially crops, providing accurate information on climate variables such as rainfall and temperature over the past several years has been useful. Among agricultural products, crops have been more important because of their important role in human nutrition. Meanwhile, Khuzestan is among the most productive provinces of the country in terms of agricultural production. Considering above facts, this study examines the sensitivity of profitability of agricultural products to climate change in Khuzestan.

MATERIALS AND METHODS

In order to examine the effect of climatic factors on the yield of agricultural products a panel data model is used. The general form of panel data model is as follows:

$$Y_{it} = \mu + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + \alpha_i + u_{it} \quad (1)$$

Where, $\alpha_i^* = \mu + \alpha_i$. μ is average intercept and α_i is difference of different cross-sectional units from the average intercept. If α_i is fixed, the model is so called fixed effects model in which unobservable effects have entered into the constant term of regression and this model is estimated using least squares regression with dummy variables or differencing method. The term “fixed effects” comes from the fact that despite difference in intercept among units (cross-sections), the intercept of each unit remain fixed over time. But, if these unobservable effects are random, we face a model named random effects model which also called “error components model” estimated by generalized least squared method. So, when using panel data, various tests should be done to recognize the proper estimation method the most commonly of which are: F test, LM test and Hausman test that are specifically used to choose between the fixed effects, random effects or pooled data models. So that, if data are not randomly selected from large amounts of data, then the fixed effects model is used, but if data are randomly selected both fixed effects and random effects models are firstly estimated and then the Hausman test is done. If the test statistics indicate estimate using fixed effect model this model is estimated, but if the statistics is indicative of model estimation using random effects model, then LM test should be done to choose between random effects and pooled data models (Alijani et al., 2011). After choosing the appropriate model based on above tests and data type, one should ensure that the regression is not spurious due to the nonstationarity of model variables which this achieved through panel data unit root tests. These tests include Levin and Lin test, Breitung and Meyer, Im, Pesaran and Shin test, Maddala and Wu test. According to the theoretical foundations of research the empirical model is presented as follows:

$$Y_{it} = Z_{it}\beta + LUC_{it}\gamma + P_{it}\delta + C_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Where, Y_{it} is the logarithms of product yield in the city i and the year t ; Z_{it} includes the weather variables of temperature and precipitation and their quadratic forms to determine non-linear effects of these variables on product yield. LUC_{it} represents a change in use of region's lands in the city i and in the year t . Product prices and input prices are defined by P_{it} . C_i is the fixed effect used for each city and the time is constant that is used to control the methods of agricultural production in the region, and ultimately the ε_{it} is the disturbance term. To calculate the variable LUC in both compressed and wide margin (increasing yield per unit area and cultivating more land) cultivated hectares in previous years are used. According to all the aforesaid and to achieve the objectives of the study, we firstly estimate the yield model related to the three crops of wheat, rice and barley and ultimately to gain a clear understanding of the amount of measurements, the percentage change in the yield of crops in 2013 that is due to climate change is obtained from the following equation:

$$\delta = \frac{E(Y|Z_{1993}, LUC, P) - E(Y|Z_{2013}, LUC, P)}{E(Y|Z_{2013}, LUC, P)} \quad (3)$$

In other words, δ measures the percentage change in crop yields due to changes in weather conditions during the period 1993-2013 that considering the price of goods one can calculate profit or loss resulting from climatic changes. In addition, according to the equation (3), the equation (4) may be written as follows:

$$\delta = \frac{\beta(Z_{1993} - Z_{2013})}{(Y|Z_{2013}, LUC, P)} \quad (4)$$

Where, β is the coefficient of the effect of weather variables on crops yields. Replacing β by estimated coefficient gives an estimate of δ .

According to the desired goals in this study, the studied variables include climatic variables including temperature and precipitation, farming variables including total production of crops, crops yield, the hectares cultivated and ultimately price variables including product prices and the prices of production inputs. This data were collected from Agriculture Organization of Khuzestan province and Meteorological Organization.

CONCLUSIONS

The results of estimating crops yield showed that the majority of estimated coefficients are significant and the variables of temperature and precipitation have negative effect on wheat yield, positive effect on rice yield and negative effect on barley yield. Also, economic investigation of

climate changes on yield of agricultural products indicated that changes in weather conditions caused a decrease in the yield of wheat, rice, and barley by 0.05, 0.032, and 0.021%, respectively. On the other hand, a change in weather conditions during 1993-2013 has led to a decrease in economic profit by 58154.01 thousand Rials in wheat, rice, and barley in 2013.

Generally, climate change and global warming in the future may cause serious threats for yield and consequently production and, of course, will lead to reduction in incentive to produce and this in turn may have indirect effects on the pattern of food trade, development and security. Therefore, considering the results of the research the following recommendations are suggested:

Given the country's vulnerability to the phenomenon of climate change, training farmers in order to prevent decline in crop yields including paying attention to short-term and long-term weather forecasts to prepare and adopt the necessary measures to protect agricultural products and prevent damage caused by adverse climatic factors in all stages of planting and harvesting is recommended. Creating a comprehensive insurance system for agricultural products to stabilize revenue from the product yield can boost this. Due to climatic conditions and cultivation type of each region, climate change can have positive and negative effects on agricultural production. Therefore, it is recommended that the effects of climate change on yield of country's strategic products to be separately checked for regions or provinces through which one can obtain the best cropping pattern for vulnerable areas. For this purpose it is necessary that experts of agriculture, climatology and economists have a closer relationship and collaboration.

بررسی حساسیت سودآوری محصولات کشاورزی نسبت به نوسان متغیرهای اقلیمی (مطالعه موردی: استان خوزستان)

ساناز کریمی فرد^۱، رضا مقدسی*^۲، سعید یزدانی^۳، امیر محمدی نژاد^۴

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، گروه اقتصاد، ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

۲. دانشیار گروه اقتصاد، ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

۳. استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۴. استادیار گروه اقتصاد، ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۱۴ - تاریخ تصویب: ۹۸/۸/۱۱)

چکیده

گرم شدن زمین و تغییر اقلیم از مهم‌ترین مسایل محیط‌زیستی جهان است. در ایران نیز ناپایداری شرایط اقلیمی، عدم توزیع یکنواخت زمانی - مکانی بارش و تغییرات نابسامان دمای هوا، بکارگیری شیوه‌های مقابله با خشکسالی ضروری است. همچنین، سال‌های اخیر، کاهش میزان بارش و افزایش دمای هوا مشکلاتی را در بخش کشاورزی و سودآوری محصولات زراعی به وجود آورده است. در این مطالعه، به بررسی حساسیت سودآوری محصولات کشاورزی نسبت به نوسان متغیرهای اقلیمی در استان خوزستان با استفاده از مدل پانل دیتا و برآورد تابع عملکرد محصولات کشاورزی تحت تأثیر متغیرهای آب و هوایی برای دوره ۱۳۷۲-۱۳۹۲ پرداخته شد. نتایج نشان‌داد، نوسان متغیرهای اقلیم به کاهش سود اقتصادی به میزان ۵۸۱۵۴/۰۱ هزار ریال در هکتار منجر شده است و سهم رشد متغیرهای اقلیمی بر عملکرد محصولات نشان‌دهنده بالا بودن سهم بارندگی می‌باشد. با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود، به دلیل آسیب‌پذیری کشور نسبت به پدیده تغییر آب و هوا، پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت هواشناسی به منظور آمادگی و اتخاذ تمهیدات لازم جهت محافظت از محصولات کشاورزی و جلوگیری از صدمه ناشی از عوامل نامساعد جوی و اقلیمی در تمام مراحل کاشت، داشت و برداشت انجام شود. ایجاد نظام بیمه محصولات کشاورزی نیز برای تثبیت درآمد ناشی از عملکرد محصول می‌تواند این امر را تقویت کند.

طبقه‌بندی JEL: C33، Q54

واژه‌های کلیدی: حساسیت سودآوری، نوسان اقلیم، درجه حرارت، بارندگی.

مقدمه

الگوی آب و هوایی شده است. این امر موجب گسترش خشکسالی و تداوم آن و سبب پراکندگی بارش شده و بر منابع آب تأثیرگذار بوده است. لذا، با توجه به آثار گسترده و متقابل اقلیم بر بخش‌های مختلف تولیدی،

تغییر اقلیم یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های محیطی است که جهان امروز با آن روبه رو بوده و افزایش دمای کره زمین یکی از این چالش‌ها است که منجر به تغییر

توسط دولت‌ها ضروری به نظر می‌رسد (Rahimi Badr & Yazdani, 2006). از طرف دیگر، تغییرات اقلیم باعث تغییر در عملکرد گیاهان زراعی می‌گردد و از این طریق عرضه محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار خواهد داد. لذا، این تغییرات باعث تغییر در قیمت‌ها، رفاه تولیدکنندگان، رفاه مصرف‌کنندگان و در نهایت، رفاه جامعه می‌گردد (Chizari et al., 2009).

علی‌رغم عدم قطعیت‌های موجود در پیش‌بینی‌های مربوط به تغییرات اقلیمی آینده، وقوع این پدیده مورد پذیرش عمومی محققین بوده و پیامدهای ناشی از آن بر تولیدات زراعی محرز می‌باشد. اقلیم‌های خشک و نیمه خشک که کشور ما نیز در گروه آنها قرار دارد به دلیل ساختار اکولوژیکی خاص خود بیش از سایر اقلیم‌ها نسبت به تغییرات محیطی حساس بوده و آسیب‌پذیری بیشتری دارند. بنابراین، به نظر می‌رسد که وقوع تغییرات احتمالی اقلیمی در این مناطق اثرات قابل ملاحظه‌ای بر سیستم‌های تولید کشاورزی به همراه داشته باشد (Kochaki & Kamali, 2009).

در میان محصولات کشاورزی، محصولات زراعی به دلیل نقش بسزایی که در تغذیه بشر دارند از اهمیت بیشتری برخوردار بوده است. از طرف دیگر، استان خوزستان از دیرباز در بخش کشاورزی دارای استعدادهای فراوان بوده است. داشتن خاک حاصلخیز، وجود رودخانه‌های دایمی و فصلی فراوان، وجود راه‌های آبی و خشکی برای صادرات، زمینه صادرات محصولات کشاورزی را ایجاد کرده است. این امکانات جغرافیایی همگی باعث شده تا استان خوزستان یکی از قطب‌های کشاورزی ایران محسوب شود. این استان با داشتن ۱/۲ میلیون هکتار اراضی آبی و دیم مستعد کشاورزی توانسته در تولید محصولات استراتژیکی چون گندم، جو، برنج و خرما رتبه‌های اول تا سوم را کسب نماید. با توجه به مطالب عنوان شده و سهم استان خوزستان در تولید محصولات زراعی عمده مانند گندم، برنج و جو و همچنین، تأثیر تغییرات اقلیمی به‌ویژه درجه حرارت و بارندگی بر تولید و سودآوری این محصولات در این مطالعه به بررسی حساسیت سودآوری محصولات کشاورزی نسبت به تغییرات اقلیمی پرداخته شده است.

زیست‌محیطی و جوامع انسانی، امروزه از تغییر اقلیم به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی قرن ۲۱ یاد می‌شود که پیامدهای جدی اقتصادی را به دنبال دارد (Mojaverian et al., 2014). از سوی دیگر، آب و کشاورزی از مهم‌ترین بخش‌هایی هستند که متأثر از حوادث جوی بوده و تغییرات آنها بر روی تعداد بسیار زیادی از نیازهای بشر از جمله کمیت و کیفیت محصولات تولید شده تأثیر بسزایی دارد. لذا، تغییرات اقلیمی حادث شده و عوارض ناشی از آن، به مخاطره افتادن منابع غذایی بشر در آینده را به دنبال خواهد داشت. به‌همین دلیل، شناسایی و آشکارسازی تغییرات اقلیمی و بررسی آثار اقتصادی آنها از قدم‌های اولیه و اساسی به‌شمار می‌رود. از سوی دیگر، با توجه به اهمیت تغییرات آب و هوا در کشاورزی و وابستگی میزان عملکرد محصولات کشاورزی به نزولات جوی بویژه محصولات زراعی، ارائه اطلاعات صحیح در زمینه متغیرهای اقلیمی مانند بارندگی و دما در طی چندین سال گذشته مفید بوده، زیرا اطلاع از چگونگی تولید محصولات زراعی به همراه مقایسه متغیرهای جوی که از عناصر مهم در عملکرد محصولات می‌باشد علل کاهش یا افزایش عملکرد محصولات را توجیه می‌نماید (Alijani et al., 2010). مطالعات تغییر اقلیم که در مقیاس جهانی انجام شده است، کاهش ۴۰-۱۰ درصدی و ۲۰-۵ درصدی عملکرد را به ترتیب برای غلات دیم و آبی ایران در ۵۰ سال آینده گزارش کرده‌اند.

تغییر اقلیم به‌عنوان واقعیتی مسلم مورد قبول بسیاری از صاحب‌نظران قرار گرفته است و می‌تواند پیامدهای ناگواری بر جوامع روستایی دارای اقتصاد متکی بر کشاورزی و منابع طبیعی داشته باشد؛ چرا که کشاورزی و تغییر اقلیم با یکدیگر مرتبط می‌باشند (Keshavarz & Moayedi, 2015). تغییرات اقلیم می‌تواند باعث فراوانی محصول یا خشکسالی و کاهش محصول و به دنبال آن باعث رکود اقتصادی شود. چنانچه در ارتباط با فعالیت‌های کشاورزی برنامه‌ریزی مناسبی نسبت به تغییر اقلیم صورت گیرد، اثرات تغییر اقلیم تعدیل می‌شود. لذا، آگاهی از مقدار و آهنگ سریع تغییرات اقلیمی و بررسی اثرات اقلیم بر روی کشاورزی در سطح منطقه‌ای و سیاست‌گذاری مناسب و به‌موقع

تولید غلات را داشته اند. حدود ۳۷/۸ درصد از تولید غلات کشور در چهار استان خوزستان، فارس، مازندران و کرمانشاه تولید شده است که در بین استان ها خوزستان با ۱۳/۳ درصد سهم در تولید غلات در رتبه اول قرار گرفته است (Agricultural Statistics, 2010-2011).

با بررسی های صورت گرفته و مطالعه آمارهای کشاورزی در استان خوزستان مشاهده شد که، از کل سطح زیر کشت محصولات کشاورزی در استان خوزستان ۵۹۹۷۶۱ هکتار به کشت گندم، ۹۸۵۲۸ هکتار به کشت جو و ۵۸۰۲۵ هکتار به کشت شلتوک اختصاص دارد و میزان تولید گندم، جو و شلتوک به ترتیب ۱۵۵۹۹۲۷ تن، ۸۴۲۳۰ تن و ۲۷۴۰۸۸ تن می باشد (Agricultural Statistics, 2010-2011). لذا، با توجه به آمار مربوطه و اهمیت این محصولات در استان خوزستان در این مطالعه به این سه محصول پرداخته شده است. از سوی دیگر، علی رغم اهمیت اثر کلیه پارامترهای آب و هوایی بر رشد و عملکرد محصولات زراعی، درجه حرارت و بارندگی بیش از سایر پارامترها مورد توجه بوده و تقریباً تمامی روش های طبقه بندی اقلیمی کشاورزی و نیز شاخص های اقلیمی کشاورزی بر پایه این دو متغیر استوار می باشند. با توجه به مطالب عنوان شده، در مجموع پدیده تغییر اقلیم در آینده می تواند خطرات جدی برای کاهش سودآوری محصولات کشاورزی و کاهش درآمد زارعان در پی داشته باشد. بدیهی است که کاهش درآمد زارعین انگیزه تولید در آنها را نیز کاهش خواهد داد و این موضوع به نوبه خود می تواند به طور مستقیم بر امنیت تأمین غذای کشور و توسعه کشاورزی تأثیر گذار باشد. با توجه به اهمیت موضوع اثر تغییر اقلیم در بخش کشاورزی، طی سال های اخیر مطالعاتی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است که به برخی از آنها پرداخته می شود.

Vaseghi&Esmaeili (2007)، در پژوهشی با استفاده از روش ریکاردین به اندازه گیری اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر تولید محصول گندم و درآمد خالص گندم کاران کشور پرداختند. نتایج نشان داد که متغیرهای اقلیمی اثرات معنی داری بر درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت گندم دارند. همچنین، افزایش دما و کاهش بارندگی تا ۱۰۰ سال آینده سبب کاهش ۴۱

با توجه به هدف این مطالعه که به بررسی حساسیت سودآوری محصولات کشاورزی نسبت به تغییرات اقلیم می باشد لازم است به بیان برخی آمارها در مورد اهمیت و ضرورت موضوع پرداخته شود. در سال زراعی ۹۰-۹۱ سطح محصولات زراعی کشور حدود ۱۲ میلیون هکتار بوده که از این مقدار ۵۳/۲ درصد سهم اراضی با کشت آبی و ۴۶/۸ درصد سهم اراضی با کشت دیم بوده است. در این سال زراعی استان خوزستان با ۹/۳ درصد سهم در سطح برداشت محصولات زراعی بالاترین سطح برداشت شده را نسبت به استان های دیگر به خود اختصاص داده است و استان های فارس و خراسان رضوی به ترتیب در رتبه های بعدی قرار گرفته اند. از کل اراضی در این سال زراعی تقریباً ۷۷/۲ میلیون تن محصولات مختلف زراعی برداشت شده است که حدود ۳۲/۹ درصد از کل میزان تولید (تقریباً یک سوم) مربوط به استان های خوزستان با ۱۵/۸ درصد، فارس با ۱۰/۳ درصد و خراسان رضوی با ۶/۸ درصد سهم می باشد. همچنین، بیشترین میزان تولید محصولات زراعی آبی در کشور متعلق به استان خوزستان با ۱۷/۵ درصد سهم می باشد. در سال زراعی ۹۰-۹۱، از حدود ۱۲ میلیون هکتار سطح برداشت محصولات زراعی حدود ۸/۸ میلیون هکتار معادل ۷۳/۱ درصد به غلات اختصاص داشته که از این مقدار ۴۵ درصد آن مربوط به اراضی با کشت آبی و ۵۵ درصد بقیه به صورت کشت دیم بوده است. محصولات گندم ۷۲/۴ درصد، جو ۱۸ درصد، شلتوک ۶/۵ درصد و ذرت دانه ای ۳ درصد سهم در سطح برداشت غلات را داشته اند. از ۳۱ استان که غلات در آنها برداشت شده است، استان های خوزستان، فارس، کردستان و کرمانشاه به ترتیب با ۷، ۹، ۶ و ۵ درصد سهم در کشت غلات جمعاً ۲۷ درصد سهم سطح برداشت شده این گروه از محصولات را به خود اختصاص داده اند. استان خوزستان در سطح برداشت غلات با ۱۷ درصد سهم در جایگاه نخست قرار گرفته است. از سوی دیگر، از مجموع ۷۷/۲ میلیون تن تولید زراعی در این سال مقدار ۱۹/۸ میلیون تن معادل ۲۵/۷ درصد سهم غلات بوده است که از تولید ۱۹/۸ میلیون تن غلات در سال یاد شده، گندم ۶۲/۲ درصد، جو ۱۴/۴ درصد، شلتوک ۱۳/۸ درصد و ذرت دانه ای ۹/۶ درصد سهم در

تغییرات آب و هوایی ۱/۱ تا ۱/۸ دلار افزایش در سود سالانه خواهند داشت. Finger and Schmid (2008)، با به کارگیری روش تلفیقی که از داده‌های شبیه‌سازی شده زیست‌محیطی در مدل اقتصادی استفاده می‌کند، به تجزیه و تحلیل اثر آب و هوا بر تولید و قیمت محصولات ذرت و گندم زمستانه در کشور سوئیس پرداختند. نتایج نشان داد که فعالیت کشاورزان و عملکرد محصولات تغییرات اقلیمی و قیمت محصولات حساس است. Shuai chen and et.al (2013)، به بررسی اثر اقتصادی تغییرات اقلیم بر عملکرد ذرت و سویا در چین و با استفاده از تکنیک‌های اقتصاد سنجی پانل مکانی پرداختند. نتایج نشان داد که روابط غیرخطی و نامتقارن بین عملکرد ذرت و سویا و متغیرهای آب و هوایی وجود دارد و بررسی شرایط اقلیمی به کاهش درآمدهای کشاورزان منجر شده است. با توجه به مطالب عنوان شده در قسمت‌های قبل، تحقیق در زمینه آثار تغییرات اقلیمی بر عملکرد و سودآوری کشاورزی یک موضوع عمده و اساسی می‌باشد که در این تحقیق به بررسی حساسیت سودآوری محصولات کشاورزی نسبت به تغییر اقلیم در استان خوزستان پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از مدل پانل دیتا استفاده شده است، استفاده از این مدل دارای مزایایی است از جمله: افزایش اطلاعات و تغییرپذیری، افزایش درجات آزادی و کارایی، پویایی در مطالعه تغییرات، حداقل کردن تورش ناشی از در نظر گرفتن واحدها به صورت کلی و تعیین آثاری که به سادگی در داده‌های مقطعی و سری زمانی قابل مشاهده نیستند. معادله کلی داده‌های ترکیبی بصورت زیر می‌باشد (Green, 2003):

(۱)

$$Y_{it} = \mu + \sum_{k=1}^k \beta_k X_{kit} + \alpha_i + u_{it}$$

که در آن $\alpha_i^* = \mu + \alpha_i$ است. μ عرض از مبدأ میانگین نامیده شده و α_i اختلاف واحدهای مقطعی مختلف از عرض از مبدأ میانگین می‌باشد. اگر α_i ثابت باشد، معروف به مدل آثار ثابت است که این مدل با روش رگرسیون حداقل مربعات با متغیرهای مجازی یا

درصدی بازده کشت گندم (۷۷۷ هزار ریال در هکتار) در کشور می‌شود. Asadfalsafi Zadeh&Sabohi Saboni (2011)، به بررسی آثار پدیده تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی (مطالعه موردی: شهرستان شیراز) پرداختند. با استفاده از آمار سالیانه بارندگی طی سال-های ۱۳۸۷-۱۳۳۷ و شاخص بارندگی استاندارد، احتمال وقوع سال خشک در شهرستان شیراز تعیین و با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی تصادفی دو مرحله ای و آمار زراعی شهرستان شیراز طی سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۵۷، آثار اعمال ۵ سناریو پمپاژ با احتمال وقوع سال خشک بررسی شد. نتایج بخش اول نشان داد که سطح آب چاه‌های کشاورزی مورد نظر کاهش معناداری به میزان ۰/۴- یافته اند و نتایج حل مدل نشان داد که کاهش بلندمدت درآمد و سود کشاورزی تحت تغییر اقلیم ملایم در سال خشک به ترتیب ۴/۵ درصد و ۶/۴ درصد و در مقابل کاهش کوتاه مدت درآمد و سود کشاورزی در سناریوی مشابه به ترتیب از ۵۴ و ۳۰ درصد تا ۷۴ و ۸۵ درصد برآورد شد. Hoseini et al (2012)، به بررسی اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی با تأکید بر نقش بکارگیری راهبردهای تطبیق در این بخش با استفاده از مدل‌های ایجاد ارتباط و اجرای مدل‌های مولد هواشناسی، شبکه های عصبی هیدرولوژیک، توابع واکنش عملکرد محصول-آب و الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد تا نیمه‌های قرن حاضر تغییر اقلیم به کاهش بارش‌ها و افزایش مقدار پارامترهای دمایی حوضه منجر می‌شود که نتیجه مستقیم این تغییرات کاهش منابع آب سطحی حوضه به ترتیب در حدود ۳/۴ و ۸/۱ درصد تا افق ۱۴۲۰ و ۱۴۵۰ خواهد بود. نتایج الگوی اقتصادی نشان داد که در بدترین حالت پیامد این تغییرات برای بخش کشاورزی حوضه کاهش حدود ۱۸ و ۳۲ درصد در سود ناخالص به ترتیب تا ۳۰ و ۶۰ سال آینده خواهد بود. Oliver and Micheal (2006)، در مقاله‌ای تحت عنوان "اثرات اقتصادی تغییرات آب و هوا با استناد به سود کشاورزی و نوسان در آب و هوا"، اثر اقتصادی تغییر آب و هوا را روی زمین‌های کشاورزی آمریکا با استفاده از تخمین تأثیر نوسانات سال به سال درجه حرارت و بارندگی روی سود کشاورزی ارزیابی کردند. تخمین‌ها نشان داد که

در این رابطه eit جزء اخلاص دل برآورد شده داده-های ادغام شده و ei میانگین این جزء اخلاص برای مقطع نام در دوره مورد نظر و T سال‌های سری زمانی می‌باشد که تحت فرض صفر، LM دارای توزیع کای دو با درجه آزادی تعداد واحد مقطعی است. اگر مقدار آماره محاسباتی از مقدار بحرانی جدول بزرگتر باشد فرضیه صفر رد می‌شود. به عبارتی، ناهمسانی واریانس بین واحدهای مقطع تأیید می‌شود. برای رفع ناهمسانی واریانس بین گروهی، روش GLS از جمله روش‌های کارا برای برآورد مدل مورد نظر خواهد بود (Green, 2003). به این ترتیب با آزمون‌های مختلف می‌توان مدل مناسب تخمین را برگزید. پس از انتخاب مدل مناسب باید نسبت به پایا بودن سری‌های زمانی و غیر کاذب بودن رگرسیون اطمینان حاصل نمود.

با توجه به مطالعات انجام شده، ابتدا یک مدل که نشان‌دهنده سود حداکثر شده کشاورز از تولید محصول می‌باشد را به دست آورده که در مراحل بعد با استفاده از این مدل اثر عوامل اقلیمی را بر عملکرد محصولات نشان می‌دهیم. یک کشاورز را در نظر می‌گیریم که با چندین نهاده مثل کود، سم، بذر، نیروی کار و غیره محصولی را تولید می‌کند و فرض بر این است که بازار نهاده و محصول رقابتی بوده و کشاورز گیرنده قیمت است. π سود مربوط به تولید محصول، P قیمت بازار برای محصول، W_k قیمت نهاده و C هزینه ثابت تولید محصول می‌باشد. همچنین $Y(X_k, S, Z)$ عملکرد محصول در هر هکتار است که این عملکرد تابعی از تقاضای نهاده (X_k) و شرایط آب و هوایی (Z) مانند درجه حرارت و میزان بارش و کیفیت خاک مزارع (S) می‌باشد و A سطح زیر کشت محصول است. فرض می‌کنیم کیفیت خاک زمین‌های زیر کشت محصولات $S = s(\Delta A, C)$ است که C متوسط شرایط خاکی است که زیر کشت محصول در دوره گذشته بوده است و $\Delta A = A - A_{-1}$ نشان دهنده میزان تغییرات در استفاده از زمین‌های زیر کشت محصول در هر دوره نسبت به دوره قبل می‌باشد. از اینرو کیفیت خاک مزارع زیر کشت فقط متأثر از C نبوده بلکه تغییر در استفاده از زمین‌های منطقه نیز مؤثر می‌باشد. بسته به کیفیت زمین‌های جدید اضافه شده برای تولید محصولات،

روش تفاضل‌گیری برآورد می‌شود. وقتی از داده‌های ترکیبی استفاده می‌شود باید آزمون‌های مختلفی برای تشخیص روش تخمین مناسب انجام داد که متداول‌ترین آنها عبارتند از: آزمون F، آزمون LM و آزمون هاسمن که مشخصاً برای انتخاب یکی از مدل‌های آثار ثابت، تصادفی یا مدل داده‌های ادغام شده بکار می‌روند که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود (Alijani et al., 2010). با فرض انتخاب مدل مناسب بر اساس آزمون‌های فوق و نوع داده‌ها باید نسبت به کاذب نبودن رگرسیون ناشی از ناپایایی متغیرهای مدل نیز اطمینان حاصل شود که این موضوع مبین بررسی آزمون ریشه واحد داده‌های ترکیبی می‌باشد. این آزمون‌ها عبارتند از: آزمون لوین و لین، آزمون بریتونگ و می‌یر، آزمون ایم، پسران و شین، آزمون مادالا و وو می‌باشند (Green, 2003).

آزمون F:

این آزمون برای داده‌های ترکیبی با آثار ثابت برای تعیین وجود یا عدم وجود عرض از مبدأ جداگانه برای هر یک از استان‌ها به کار می‌رود و در آن H_0 نشان می‌دهد عرض از مبدأهای مقاطع مختلف با هم برابر هستند و H_1 نیز مبین این است که حداقل یکی از مقاطع دارای عرض از مبدأ متفاوتی است.

(۲)

$$F(N-1, NT-N-K) = \frac{(R_{LSDV}^2 - R_{Pooled}^2)/(N-1)}{(1 - R_{LSDV}^2)/(NT-N-K)}$$

که LSDV همان مدل متغیر مجازی (به روش حداقل مربعات) و Pooled نماد مدل ادغام شده یا مقید است که تنها یک جمله ثابت برای تمام واحدها دارد (Green, 2003).

آزمون وجود آثار زمانی با توجه به آثار فردی معین (LM)

این آزمون برای وجود ناهمسانی واریانس بین گروهی آماره‌هایی ارائه شده است که مبنای باقیمانده-های OLS (داده‌های ادغام شده) می‌باشد. آماره آزمون به صورت زیر است:

(۳)

$$LM = \frac{NT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^N (T e_{it})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T e_{it}^2} - 1 \right]^2$$

(۸)

$$A = A(P, W_k, Z, C, A_{-1})$$

با جایگزینی معادلات (۷) و (۸) در تابع عملکرد $Y(W_k, S, Z)$ مشخص می‌شود که عملکرد را می‌توان تابعی از قیمت محصول، قیمت نهاده‌ها، متغیرهای آب و هوایی بیان کرد که در معادله (۹) مشخص شده است:

(۹)

$$Y = Y(P, W_k, Z, \Delta A)$$

بر اساس معادله (۹)، الگوی تجربی تحقیق به شکل

زیر معرفی می‌گردد:

(۱۰)

$$Y_{it} = Z_{it}\beta + LUC_{it}\gamma + P_{it}\delta + C_i + \varepsilon_{it}$$

در رابطه (۱۰)، Y_{it} لگاریتم عملکرد محصول در شهرستان i و در سال t است، Z_{it} شامل متغیرهای آب و هوایی درجه حرارت و بارش و فرم‌های درجه دوم آنها برای تعیین اثرات غیر خطی این متغیرها بر عملکرد محصول است. LUC_{it} نشان‌دهنده تغییر استفاده از زمین‌های منطقه در شهرستان i و در سال t می‌باشد. قیمت محصولات و قیمت نهاده‌ها به وسیله P_{it} تعریف می‌شوند. C_i جزء اثر ثابت است که برای هر شهرستان به کار می‌رود و جزء زمان ثابت است که برای کنترل شیوه‌های تولید محصولات کشاورزی منطقه به کار می‌رود و در نهایت، ε_{it} جزء خطا می‌باشد. در نهایت، برای جداسازی سهم هر یک از متغیرهای درجه حرارت و بارندگی در رشد عملکرد طی سال‌های مورد مطالعه از تابع اولیه مربوط به هر محصول مشتق گرفته می‌شود (Shuai Chen, 2013). برای محاسبه متغیر LUC در هر دو حاشیه فشرده و گسترده (افزایش عملکرد در واحد سطح و زیر کشت بردن اراضی بیشتر) از هکتارهای کشت شده محصولات در سال‌های پیشین استفاده می‌شود. حاشیه فشرده برای هر محصول به عنوان کاهش در سطح زیر کشت محصولات نسبت به سال قبل تعریف می‌شود و حاشیه گسترده برای هر محصول تفاوت میان افزایش در سطح زیر کشت نسبت به سال قبل و حاشیه فشرده برای محصول می‌باشد، اگر این تفاوت مثبت

می‌تواند مثبت یا منفی باشد. همچنین ممکن است سطح زیر کشت محصولات در مقایسه با دوره قبل کاهش یابد که در این شرایط منجر خواهد شد به $\frac{\partial S(\Delta A, C)}{\partial \Delta A} = 0$ ، لذا برای سهولت در ادامه فرض می‌شود که $\frac{\partial S(\Delta A, C)}{\partial \Delta A} \neq 0$ و در هر دوره زمین زیر کشت هر محصول نسبت به دوره قبل کاهش نداشته است. با توجه به نکات فوق مسأله حداکثر نمودن سود کشاورز از تولید هر یک از محصولات به صورت زیر می‌باشد (Shuai Chen, 2013).

(۴)

$$\text{MAX } \pi = PY(X_k, S, Z)A - \sum_k W_k X_k A - C$$

شرایط بهینگی مرتبه اول با توجه به تقاضای نهاده (X_k) و هکتارهای کشت شده (A) منجر می‌شود به:

(۵)

$$P \frac{\partial Y(0)}{\partial X_k} - W_k = 0 \quad \text{for}$$

$$\forall k = [1, \dots, k]$$

(۶)

$$PY(0) + PA \frac{\partial Y(0)}{\partial S} \frac{\partial S(\Delta A, C)}{\partial \Delta A} - \sum_k W_k X_k$$

جزء اول در معادله (۵) حاشیه سود است که به دلیل استفاده بیشتر از نهاده k (از طریق تأثیر بر عملکرد، که بصورت $\frac{\partial Y(0)}{\partial X_k}$) است. بنابراین استفاده بهینه از نهاده k زمانی است که حاشیه سود با به کار بردن نهاده اضافی، برابر با قیمت بازار شود و می‌تواند به عنوان تابعی از P, W_k, Z, C و ΔA به صورت زیر بیان شود:

(۷)

$$X_k = x(P, W_k, Z, C, \Delta A)$$

اولین جزء از معادله (۶)، درآمد هر هکتار تولید محصول است، جزء دوم نشان‌دهنده اثر گسترش زمین بر درآمد کشاورز از طریق تأثیر بر کیفیت خاک و عملکرد محصول است. آخرین جزء، هزینه کل نهاده‌های استفاده شده است. از معادله (۶) در می‌یابیم که مقدار بهینه محصول کشت شده در هر هکتار بستگی به عوامل متعددی دارد که در معادله (۸) نشان داده شده است (Shuai Chen, 2013).

$$\delta = \frac{\beta(Z_{1372} - Z_{1392})}{|YZ_{1392, LUCP}|}$$

در معادله (۱۲)، ضریب اثر متغیرهای آب و هوایی بر عملکرد محصولات است. جایگزینی β با ضریب تخمین زده شده، تخمینی از δ را ارائه می‌دهد. در قسمت بعد از تحقیق به برآورد سهم رشد متغیرهای دما و بارش بر عملکرد محصولات گندم، برنج و جو پرداخته شده است.

متغیرهای مورد مطالعه در این تحقیق عبارتند از: متغیرهای اقلیمی شامل درجه حرارت و میزان بارندگی که این متغیرها از سازمان هواشناسی استان خوزستان گردآوری شد. همچنین، متغیرهای زراعی شامل: تولید کل محصول، عملکرد محصول، مقدار هکتارهای کشت شده و در نهایت، متغیرهای قیمتی نیز شامل قیمت محصول و قیمت نهاده‌های تولید می‌باشند که از سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان گردآوری شد.

نتایج و بحث

آمارهای توصیفی متغیرهای مورد نظر در تحقیق در جدول (۱) ارائه شده است.

باشد. بنابراین، اگر مجموع سطح زیر کشت همه محصولات نسبت به سال قبل افزایش یابد، حاشیه فشرده برای محصول برابر صفر است. با توجه به مطالب عنوان شده و برای دستیابی به هدف‌های مطالعه، ابتدا رابطه عملکرد مربوط به سه محصول گندم، برنج و جو برآورد و در نهایت، برای به دست آوردن درک درستی از میزان اندازه‌گیری‌ها، درصد تغییر در عملکرد محصولات را در سال ۹۲ که با توجه به تغییرات آب و هوایی می‌باشد؛ از رابطه زیر به دست می‌آوریم:

$$\delta = \frac{E(YZ_{1372, LUC, P}) - E(YZ_{1392, LUC, P})}{|E(YZ_{1392, LUC, P})|} \quad (11)$$

به عبارت دیگر، δ اندازه درصد تغییر در عملکرد محصولات به دلیل تغییرات شرایط آب و هوایی در طول دوره ۱۳۹۲-۱۳۷۲ می‌باشد که با توجه به قیمت محصولات می‌توان میزان سود یا زیان ناشی از شرایط اقلیمی را بر عملکرد محصولات محاسبه نمود. همچنین، با توجه به معادله (۱۰)، می‌توان معادله (۱۱) را به صورت زیر نوشت:

(۱۲)

جدول ۱- آمار توصیفی محصولات منتخب در استان خوزستان در دوره ۱۳۹۲-۱۳۷۲

متغیر	گندم				برنج				جو			
	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار
عملکرد(تن)	۳/۲۴	۳/۱۵	۳/۳۲	۰/۰۴	۸/۰۵	۷/۴۳	۸/۶۹	۰/۲۹	۷/۴۷	۶/۲۱	۸/۲۵	۰/۵۰
درجه حرارت(سانتی گراد)	۲۴/۳	۱۵/۳	۳۲/۳	۰/۰۴	۲۳/۳	۱۵/۳	۳۲/۳	۰/۰۴	۲۳/۳	۱۶/۳	۳۱/۳	۰/۰۴
فرم درجه دو درجه حرارت	۴۸/۶	۳۱/۶	۶۴/۶	۰/۰۹	۴۷/۶	۳۱/۶	۶۴/۶	۰/۰۹	۴۶/۶	۳۲/۶	۶۲/۶	۰/۰۸
میزان بارش(میلیمتر)	۲۵/۵	۲۷/۴	۳۷/۶	۰/۵۳	۲۴/۵	۳۰/۴	۳۷/۶	۰/۵۰	۳۳/۵	۲۲/۴	۳۷/۶	۰/۴۴
فرم درجه دو بارش حاشیه	۵۰/۱۰	۵۵/۸	۷۵/۱۲	۱/۰۷	۴۸/۱۰	۶۰/۸	۷۵/۱۲	۱/۰۱	۶۷/۱۰	۴۴/۹	۷۵/۱۲	۰/۱۸۸
گسترده(LUC1)(هکتار)	۵/۶۶	-۹/۲۱	۹/۷۵	۶/۰۶	۵/۹۴	-۹/۲۱	۱۰/۱۸۵	۵/۷۹	۶/۰۳	-۹/۲۱	۱۰/۱۸۵	۵/۹۰
حاشیه فشرده(LUC2)(هکتار)	-۱/۹۷	-۹/۲۱	۹/۶۳	۸/۴۷	-۵/۷۴	-۹/۲۱	۱۰/۰۹	۶/۹۲	-۶/۲۴	-۹/۲۱	۹/۱۹	۶/۴۱
نسبت قیمت محصول به کود	۲/۵۴	۰/۶۱	۳/۷۱	۰/۷۷	۳/۷۹	۲/۲۷	۵/۱۳	۰/۹۰	۲/۰۲	۰/۱۴	۳/۸۲	۰/۹۵
نسبت قیمت محصول به دستمزد	۵/۸۱	۷/۲۶	۴/۸۲	۰/۸۶	۴/۵۶	۶/۲۱	۲/۸۱	۱/۱۱	۵/۷۸	۷/۶۰	۱/۲۱	۲/۰۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

شده است. با توجه به آماره آزمون F نتیجه دال بر رد فرضیه صفر است. لذا، روش اثر ثابت پذیرفته می‌شود. نتایج حاصل از عملکرد گندم در جدول (۲) آمده است.

به‌منظور تخمین الگوی مناسب، از مدل اثر ثابت استفاده شده است. لذا، نیازی به بررسی آزمون هاسمن ندارد. برای تعیین وجود یا عدم وجود عرض از مبدأ جداگانه برای هر یک از شهرستان‌ها از آماره F استفاده

جدول ۲- برآورد تابع عملکرد محصول گندم

متغیر	ضریب	آماره t	احتمال
عرض از مبدأ	** ۱۹/۴۰۷	۲/۵۳۴	۰/۰۲۰
روند زمان	** ۰/۱۹۰	۰/۹۱۵	۰/۰۳۷
فرم درجه دوم روند زمان	ns -۰/۰۱۵	-۰/۹۵۳	۰/۳۴۲
دما	** -۰/۳۴۹	-۱/۶۰۸	۰/۰۱۲
فرم درجه دوم دما	** -۰/۰۶۴	-۰/۹۸۱	۰/۰۳۲
بارش	* -۰/۰۲۲	-۰/۲۶۴	۰/۰۷۹
فرم درجه دوم بارش	*** ۰/۱۱۸	۳/۲۵۹	۰/۰۰۱
حاشیه گسترده	* -۰/۰۰۲	-۰/۲۴۱	۰/۰۸۱
حاشیه فشرده	* -۰/۰۰۱	-۰/۱۹۶	۰/۰۸۴
نسبت قیمت محصول به کود	** -۰/۳۱۵	-۱/۲۶۲	۰/۰۲۲
نسبت قیمت محصول به دستمزد	** -۰/۰۶۶	-۰/۵۵۰	۰/۰۵۸
اثرات ثابت	۰/۳۶۴	-	-
اهواز	۰/۱۰۶	-	-
دزفول	۰/۰۳۱	-	-
خرمشهر	-۰/۶۱۸	-	-
شادگان	۰/۰۸۹	-	-
شوش	۰/۹۰	-	-
R^2			۰/۰۰۰
F	*** ۱۵/۵۵۷		

* معنی داری در سطح ده درصد،
*** معنی داری در سطح یک درصد.

مأخذ: یافته‌های تحقیق. (ns معنی دار نبودن،
** معنی داری در سطح پنج درصد،

نیز با عملکرد رابطه مستقیم دارد و با تغییر در میزان بارش عملکرد محصول ۱۱/۸ درصد و در جهت تغییر این متغیر، تغییر می‌یابد. دو متغیر حاشیه گسترده و حاشیه فشرده نیز با عملکرد رابطه منفی دارند؛ بطوری- که با گسترش سریع مناطق تولید گندم در اراضی حاشیه‌ای و زمین‌هایی که به کشت سایر محصولات اختصاص داشته است عملکرد گندم را به ترتیب به میزان ۰/۲ و ۰/۱ درصد کاهش می‌دهد. متغیر نسبت قیمت محصول به کود نیز با عملکرد رابطه منفی دارد و با افزایش قیمت کود هزینه‌های تولید محصول افزایش می‌یابد. همچنین، متغیر نسبت قیمت محصول به دستمزد نیز با عملکرد رابطه منفی دارد و با افزایش دستمزد استفاده از نیروی کار کاهش می‌یابد و باعث کاهش عملکرد محصول به میزان ۶/۶ درصد می‌شود.

با توجه به جدول (۲)، ضریب متغیر زمان در این مدل که نشان‌دهنده پیشرفت تکنولوژی می‌باشد، نشان می‌دهد که پیشرفت تکنولوژی باعث افزایش عملکرد محصول به میزان ۱۹٪ می‌شود. از سوی دیگر، فرم درجه دوم روند زمان که نشان‌دهنده اثرات غیر خطی متغیر زمان بر عملکرد محصول می‌باشد معنادار نشده است. متغیرهای دما و بارش نیز با عملکرد رابطه منفی دارند، به‌طوری که با تغییر در میزان دما و بارش، میزان عملکرد به ترتیب ۰/۳۴۹ و ۳/۲ درصد و در خلاف جهت تغییر دما و بارش تغییر می‌کند. همچنین، فرم درجه دوم متغیرهای دما و بارش نیز برای نشان دادن اثرات غیر خطی متغیرهای اقلیمی بر عملکرد گندم می‌باشد که فرم غیر خطی دما با عملکرد رابطه منفی دارد و با تغییر آن عملکرد گندم ۶/۴ درصد و خلاف جهت این متغیر، تغییر می‌یابد. از طرف دیگر، فرم درجه دوم بارش

جدول ۳- برآورد تابع عملکرد محصول برنج

متغیر	ضریب	آماره t	احتمال
عرض از مبدأ	ns	۰/۱۹۸	۰/۸۴۴
روند زمان	ns	۱/۰۱۲	۰/۳۲۱
فرم درجه دوم روند زمان	***	۴/۰۴۷	۰/۰۰۰۱
دما	**	۱/۰۱۲	۰/۰۳۲
فرم درجه دوم دما	ns	-۰/۲۳۳	۰/۸۱۵
بارش	**	۰/۹۲۲	۰/۰۳۶
فرم درجه دوم بارش	ns	۱/۱۸۹	۰/۲۳۷
حاشیه گسترده	**	۲/۱۶۳	۰/۰۴۱
حاشیه فشرده	**	۱/۳۷۸	۰/۰۱۸
نسبت قیمت محصول به کود	**	۰/۸۵۳	۰/۰۴۰
نسبت قیمت محصول به دستمزد	**	-۰/۷۷۰	۰/۰۴۴
اثرات ثابت			
اهواز	-۰/۰۲۵	-	-
دزفول	۰/۲۷۵	-	-
خرمشهر	-۰/۱۸۳	-	-
شادگان	-۰/۱۸۳	-	-
شوش	-۰/۰۱۹	-	-
	۰/۵۴	-	-
R^2			
F	۲/۴۴۲	-	۰/۰۰۳

مأخذ: یافته های تحقیق. (ns) معنی دار نبودن، * معنی داری در سطح ده درصد، ** معنی داری در سطح پنج درصد، *** معنی داری در سطح یک درصد.

می باشند که معنادار نشده اند. دو متغیر حاشیه گسترده و حاشیه فشرده نیز با عملکرد رابطه مثبت دارند، به طوری که با گسترش سریع مناطق تولید برنج در اراضی حاشیه ای و زمین هایی که به کشت سایر محصولات اختصاص داشته است عملکرد برنج را به ترتیب به میزان ۲/۵ و ۱/۲ درصد افزایش می دهد. متغیر نسبت قیمت محصول به کود نیز با عملکرد رابطه منفی دارد و با افزایش قیمت کود هزینه های تولید محصول افزایش می یابد. همچنین، متغیر نسبت قیمت محصول به دستمزد نیز با عملکرد رابطه منفی دارد و با افزایش دستمزد استفاده از نیروی کار کاهش می یابد و باعث کاهش عملکرد محصول به میزان ۱۱/۱ درصد می شود.

با توجه به جدول (۳)، نتایج این تابع نشان می دهد، ضریب متغیر زمان که نشان دهنده پیشرفت تکنولوژی می باشد در این مدل معنادار نشده است و تغییرات تکنولوژی تأثیری بر عملکرد محصول برنج ندارد ولی فرم درجه دوم متغیر زمان معنادار و نشان دهنده افزایش عملکرد به میزان ۶/۵ درصد می باشد. متغیر دما با عملکرد رابطه منفی دارد، به طوری که با تغییر در میزان دما، میزان عملکرد ۰/۱۱۷ درصد و خلاف جهت با تغییر دما تغییر می کند. متغیر بارش با عملکرد رابطه مثبت دارد و با تغییر در میزان بارش، مقدار عملکرد ۰/۱۳۴ درصد و در جهت تغییر بارش تغییر می کند. همچنین، فرم درجه دوم متغیرهای دما و بارش نیز برای نشان دادن اثرات غیر خطی متغیرهای اقلیمی بر عملکرد برنج

جدول ۴- برآورد تابع عملکرد محصول جو

متغیر	ضریب	آماره t	احتمال
عرض از مبدأ	۱۲/۳۰۷ ns	۱/۴۱۲	۰/۱۷۲
روند زمان	۰/۳۹۶ ns	۰/۵۸۱	۰/۵۶۶
فرم درجه دوم روند زمان	-۰/۰۹۳ ***	-۳/۰۹۷	۰/۰۰۲
دما	-۳/۹۸۱ ns	-۰/۸۲۳	۰/۴۱۹
فرم درجه دوم دما	-۰/۱۲۲ ns	-۱/۰۱۵	۰/۳۱۲
بارش	-۰/۲۶۵ ns	-۰/۹۳۴	۰/۳۶۰
فرم درجه دوم بارش	۰/۱۴۴ **	۲/۱۷۵	۰/۰۳۲
حاشیه گسترده	-۰/۰۱۰ *	-۰/۴۱۸	۰/۰۶۷
حاشیه فشرده	-۰/۰۰۵ *	-۰/۳۶۴	۰/۰۷۱
نسبت قیمت محصول به کود	-۰/۵۲۸ **	-۱/۴۰۸	۰/۰۱۷
نسبت قیمت محصول به دستمزد	-۰/۰۲۲ *	۰/۴۵۳	۰/۰۶۵
اثرات ثابت	۰/۴۷۶	-	-
اهواز	-۰/۰۱۸	-	-
دزفول	۰/۰۲۵	-	-
خرمشهر	-۰/۳۷۲	-	-
شادگان	-۰/۱۰۶	-	-
شوش	۰/۵۲	-	-
R^2	۲/۱۲۲ *	-	۰/۰۶۶
F			

مأخذ: یافته های تحقیق. (ns) معنی دار نبودن، * معنی داری در سطح ده درصد، ** معنی داری در سطح پنج درصد، *** معنی داری در سطح یک درصد.

قیمت محصول به دستمزد نیز با عملکرد رابطه منفی دارد و با افزایش دستمزد استفاده از نیروی کار کاهش می یابد و باعث کاهش عملکرد محصول به میزان ۲/۲ درصد می شود.

در جدول (۵)، δ درصد تغییر در عملکرد محصولات در سال ۱۳۹۲ و تحت شرایط اقلیمی سال ۱۳۷۲ می باشد. مقادیر منفی نشان دهنده سود حاصل از تغییرات اقلیم و مقادیر مثبت نشان دهنده کاهش سود ناشی از تغییرات اقلیم می باشد. به طور کلی تغییرات در شرایط آب و هوایی باعث کاهش در عملکرد گندم به میزان ۰/۰۵ درصد می شود. از سوی دیگر، تغییر شرایط اقلیم در دوره ۱۳۹۲-۱۳۷۲ به کاهش سود اقتصادی به میزان ۵۷۹۵/۴۳ هزار ریال در هکتار در بخش گندم در سال ۱۳۹۲ شده است. همچنین، تغییرات در شرایط آب و هوایی باعث کاهش در عملکرد برنج ۰/۰۳۲ درصد می شود. از سوی دیگر تغییر شرایط اقلیم در دوره ۱۳۹۲-۱۳۷۲ به کاهش سود اقتصادی به میزان ۵۱۲۶۸/۷۳ هزار ریال در هکتار در بخش برنج در سال ۱۳۹۲ شده است و در نهایت، تغییرات در شرایط آب و هوایی باعث کاهش در عملکرد جو به میزان

با توجه به جدول (۴)، نتایج این تابع نشان می دهد، ضریب متغیر زمان که نشان دهنده پیشرفت تکنولوژی می باشد در این مدل معنادار نشده است و تغییرات تکنولوژی تأثیری بر عملکرد محصول جو ندارد ولی فرم درجه دوم متغیر زمان معنادار و نشان دهنده کاهش عملکرد به میزان ۹/۳ درصد می باشد. متغیرهای دما و بارش و فرم درجه دوم دما معنادار نشده اند و بر عملکرد جو تأثیر ندارند؛ ولی متغیر فرم درجه دو بارش که نشان دهنده تغییرات غیر خطی بر عملکرد محصول می باشد معنادار شده و با عملکرد محصول رابطه مثبت دارد و باعث افزایش عملکرد محصول به میزان ۱۴/۴ درصد می باشد. دو متغیر حاشیه گسترده و حاشیه فشرده نیز با عملکرد رابطه منفی دارند، به طوری که با گسترش سریع مناطق تولید جو در اراضی حاشیه ای و زمین هایی که به کشت سایر محصولات اختصاص داشته است. عملکرد جو را به ترتیب به میزان ۱ و ۵/۰ درصد کاهش می دهد. متغیر نسبت قیمت محصول به کود نیز با عملکرد رابطه منفی دارد و با افزایش قیمت کود هزینه های تولید محصول افزایش و میزان عملکرد محصول به میزان ۵۲/۸ درصد کاهش می یابد. همچنین، متغیر نسبت

۰/۰۲۱ درصد می‌شود. از سوی دیگر، تغییر شرایط اقلیم در دوره ۱۳۷۲-۱۳۹۲ به کاهش سود اقتصادی به میزان ۱۰۸۹/۸۵ هزار ریال در هکتار در بخش جو در سال ۱۳۹۲ شده است.

جدول ۵- اثرات اقتصادی تغییر شرایط اقلیمی در دوره ۱۳۷۲-۱۳۹۲ بر سودآوری محصولات در سال ۱۳۹۲

متغیرهای اقلیمی	% δ	کاهش محصول (تن)	هزینه (هزار ریال)
گندم			
درجه حرارت	۰/۰۴۶	۶۲۹/۳۹	۵۰۶۹/۸۳
بارندگی	۰/۰۰۴	۹۰/۰۸	۷۲۵/۶۰
کل	۰/۰۰۵	۷۲۰/۱۹	۵۷۹۵/۴۳
برنج			
درجه حرارت	۰/۰۱۵	۱۲۲۹/۹۸	۶۴۰۴۰/۶۱
بارندگی	۰/۰۱۷	۱۳۹/۶۷	۵۲۲۸/۱۲
کل	۰/۰۳۲	۱۳۶۹/۶۵	۵۱۶۸/۷۳
جو			
درجه حرارت	-	-	-
بارندگی	۰/۰۲۱	۱۶۰/۸۶	۱۰۸۹/۸۵
کل	۰/۰۲۱	۱۶۰/۸۶	۱۰۸۹/۸۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در ادامه، به برآورد سهم رشد متغیرهای دما و بارش بر عملکرد محصولات گندم، برنج و جو پرداخته شده است.

جدول ۶- سهم رشد متغیرهای اقلیم بر عملکرد محصولات

متغیر	ضرایب تابع برآورد شده اولیه	تغییرات متغیرهای اقلیمی	سهم رشد
گندم			
درجه حرارت	-۰/۰۶۴	۳/۲۷	-۰/۲۰ (-۳/۴۴)
بارندگی	۰/۱۱۸	۵۱/۰۱	۶/۰۱ (۱۰۳/۴۴)
رشد کل	-	-	۵/۹۳ (۱۰۰)
برنج			
درجه حرارت	۰/۱۱۷	۰/۵۹	۰/۰۶ (۲/۴۴)
بارندگی	۰/۱۳۴	۱۷/۸۶	۲/۳۹ (۹۷/۵۵)
رشد کل	-	-	۲/۴۵ (۱۰۰)
جو			
درجه حرارت	-	-	-
بارندگی	۰/۱۴۴	۶۲/۲۵	۸/۹۶ (۱۰۰)
رشد کل	-	-	۸/۹۶ (۱۰۰)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در دوره ۱۳۹۲-۱۳۷۲ به کاهش سود اقتصادی به میزان ۵۸۱۵۴/۰۱ هزار ریال در بخش گندم، برنج و جو در سال ۱۳۹۲ شده است. همچنین، نتایج سهم رشد متغیرها نشان داد که سهم بارندگی نسبت به درجه حرارت بر عملکرد هر سه محصول بیشتر می‌باشد. به طور کلی، تغییر اقلیم و گرم شدن هوا در آینده می‌تواند خطرات جدی برای کاهش عملکرد و سپس، کاهش تولید محصولات در پی داشته باشد و طبعاً کاهش انگیزه تولید را به همراه خواهد داشت و این به نوبه خود می‌تواند آثار غیر مستقیم نیز بر الگوی تجارت، توسعه و امنیت غذایی داشته باشد.

با توجه به آسیب‌پذیری کشور نسبت به پدیده تغییر آب و هوا، آموزش کشاورزان در جهت رویارویی با کاهش عملکرد محصولات از جمله توجه به پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت هواشناسی به منظور آمادگی و اتخاذ تمهیدات لازم برای محافظت از محصولات کشاورزی و جلوگیری از آسیب و زیان‌های ناشی از عامل‌های نامساعد جوی و اقلیمی در همه مرحله‌های کاشت، داشت و برداشت توصیه می‌شود. همچنین، ارائه اطلاعات و مشاوره در مورد وضعیت آب و هوا برای کشاورزان در مرکزهای ترویج و خدمات کشاورزی می‌تواند باعث ارتقاء شناخت کشاورزان نسبت به میزان نوسان‌های اقلیمی و درک درست شرایط پیش‌رو، شده و نقش مهمی در تصمیم‌گیری‌های آنان برای سازگاری با این نوسان‌های آب و هوایی ایفا کند. ایجاد نظام بیمه فراگیر محصولات کشاورزی برای تثبیت درآمد ناشی از عملکرد محصول می‌تواند این امر را تقویت کند. با توجه به شرایط اقلیمی و نوع کشت هر منطقه، تغییر اقلیم می‌تواند اثرگذاری‌های منفی و مثبت بر تولیدات کشاورزی داشته باشد. لذا، ضرورت دارد اثرگذاری‌های تغییر اقلیم در عملکرد محصولات راهبردی کشور برای مناطق و یا استان‌ها به‌طور جداگانه بررسی شود تا به این وسیله بتوان بهترین الگوی کشت را برای مناطق آسیب‌پذیر به‌دست آورد. به این منظور لازم است متخصصان زراعت، اقلیم‌شناسی و اقتصاددانان همکاری و رابطه نزدیکی داشته باشند. با توجه به نتایج به‌دست آمده در منطقه مورد مطالعه، گیاهانی کشت شود که نسبت به دمای بالا و میزان بارندگی کم در منطقه

در جدول (۶)، ستون اول نام متغیرها و ستون دوم ضرایب برآورد شده از تابع اولیه و ستون سوم تغییرات متغیرهای اقلیمی طی سال‌های مورد مطالعه می‌باشد و ستون آخر نیز سهم رشد متغیرهای اقلیمی می‌باشد و اعداد داخل پرانتز درصد سهم رشد هر یک از متغیرها را نشان می‌دهد. نتایج حاصل نشان می‌دهد که برای گندم، سهم رشد درجه حرارت ۳/۴۴- درصد و سهم بارندگی از رشد عملکرد در این مدل ۱۰۳/۴۴ درصد است، به عبارت دیگر، افزایش درجه حرارت باعث کاهش عملکرد و افزایش بارندگی طی این سال‌ها موجب افزایش عملکرد گندم شده است که تأثیر افزایش بارندگی بر افزایش عملکرد بسیار بیشتر از افزایش درجه حرارت بر کاهش عملکرد بوده است. همچنین، برای برنج سهم رشد درجه حرارت ۲/۴۴ درصد و سهم بارندگی از رشد عملکرد در این مدل ۹۷/۵۵ درصد است، به عبارت دیگر، افزایش درجه حرارت باعث افزایش بسیار ناچیزی در عملکرد و افزایش بارندگی موجب افزایش عملکرد برنج شده است که تأثیر افزایش بارندگی بر عملکرد بسیار بیشتر از افزایش درجه حرارت بوده است؛ بگونه‌ای که می‌توان نتیجه گرفت که مهم‌ترین متغیر اقلیمی مؤثر بر عملکرد برنج می‌تواند میزان بارندگی باشد. در مورد محصول جو، نتایج حاصل نشان می‌دهد که با توجه به معنادار نشدن ضریب درجه حرارت، سهم رشد بارندگی از رشد عملکرد در این مدل ۱۰۰ درصد است. به عبارت دیگر، افزایش بارندگی طی این سال‌ها موجب افزایش عملکرد جو شده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج حاصل از برآورد عملکرد محصولات نشان داد که اکثر ضرایب برآورد شده معنی‌دار بوده و متغیرهای درجه حرارت و بارندگی دارای اثر منفی بر عملکرد گندم، همچنین، متغیر درجه حرارت اثر منفی و میزان بارندگی اثر مثبت بر عملکرد برنج دارند و نیز دو متغیر درجه حرارت و میزان بارندگی اثر منفی بر عملکرد جو دارند. همچنین، بررسی اقتصادی تغییرات اقلیم بر عملکرد محصولات کشاورزی نشان داد تغییرات در شرایط آب و هوایی باعث کاهش در عملکرد گندم، برنج و جو به ترتیب به میزان ۰/۰۵ درصد، ۰/۰۳۲ درصد و ۰/۰۲۱ درصد می‌شود. از سوی دیگر، تغییر شرایط اقلیم

تغییرپذیری‌های احتمالی شرایط آب و هوایی ایجاد و تقویت شود. همچنین، با توجه به شرایط کم آبی و محدود شدن منابع‌های آبی، تمهیدهایی برای مهار آب-های سطحی صورت گیرد تا در هنگام کم بارش بتواند جایگزین شود.

محمول‌تر یا مقاوم‌تر باشند. لذا، تعیین الگوی کشت بهینه که با شرایط اقلیمی منطقه سازگار باشد می‌تواند باعث افزایش عملکرد و در نتیجه، افزایش درآمد کشاورزان شود. فعالیت‌های غیرزراعی و صنایع کوچک تبدیلی در روستاها به‌منظور جبران آسیب‌های ناشی از

REFERENCES

1. Alijani, F., Karbasi, A., & Mozafari, M. (2010). The effect of temperature and precipitation on the yield of wheat. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 19(3), 76-90. (In Farsi)
2. Asad Falsafi Zadeh, N., Sabohi Saboni, M. (2011). Investigating the effects of climate change on agricultural production (Case study: Shiraz). *Journal of Agricultural Economics and Development*, 4(2), 22-39. (In Farsi)
3. Chizari, A.H., Alamdarlo, H., & Kamali, GH, (2009). Economic study of the effects of climate change on wheat yield (Case study: Maragheh), 6th Conference on Agricultural Economics. (In Farsi)
4. Finger, R., Schmid, S. (2008). Modeling agricultural production risk and the adaptation to climate change. *Journal of Agricultural Finance Review*, 12, 25-41.
5. Greene, W.H. (2003). *Econometric analysis*, 5th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall.
6. Hosseini, S.S., Nazari, M.R., & Araghi nezhad, SH. (2012). The effect of climate change on agriculture sector with emphasis on the role of implementation of adaptation strategies in this section. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 1(44), 1-16. (In Farsi)
7. Keshavarz, M., Moayedi, M., (2015). Challenges of Agricultural Promotion System in Adaptation to Climate Change: The Viewpoint of Agricultural Expert in Fars Province. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 2(47), 453-466. (In Farsi)
8. Kochaki, A., & Kamali, GH. (2009). Climate Change and Dryland Wheat Production in Iran. *Journal of Iranian Agricultural Research*, 8(3), 29-43. (In Farsi)
9. Mojaverian, S.M., Ahmadi Kaligi, S., & Amin Ranan, M. (2014). Application of Ricardian Method in Investigating the Impact of Climate Change on Agricultural Land Rent. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 3(46), 481-491. (In Farsi)
10. Oliver, D., Micheal, G., (2006). The economic impact of climate change: evidence from agricultural profit and random fluctuation in weather. *Fondazion Eni Enrico Mattei (FEEM)*, working papers.
11. Rahimi Badr, B., Yazdani, S. (2006). Assessment of the effects of climate change on agriculture. *Journal of Development and Productivity*, 7(3), 80-102. (In Farsi)
12. Shuai, C., Chen, X., & Xo, J. (2013). Impacts of climate change on corn and soybean yields in china. *Agricultural and Applied Economics Association 2013 AAEA and CAES joint Annual Meeting*, Washington, DC. Pp. 120-145.
13. Vaseghi, E., Esmaeili, A. (2007). Investigating the Economic Effect of Climate Change on Iran's Agricultural Sector: Ricardin Method (Case Study: Wheat). *Journal of Science and technology of agriculture and natural resources*, 45(2), 63-80. (In Farsi)