Journal of Agricultural Economics Research

Fall 2021. Vol 13. Issue 3

ISSN (Print): 2008-6407 - ISSN (Online): 2423-7248

Research Paper

Investigating the Effects of Climate Change on Agronomical Production and Welfare in the Caspian Coastal Plain Agro-ecological Zone

Nader Barani [1], Ayatollah Karami [2*]

1. Ph.D. of Agricultural Development, Yasouj University, Yasouj, Iran.
2. Associate Professor, Department of Rural Development Management, Yasouj University, Yasouj. Iran.

Received: 3 August 2020
Accepted: 2 October 2020

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/JAE.2021.22205.2053

Keywords:
change, data panel, Climate partial equilibrium, Consumer and producer surplus

Abstract

Introduction: Climate change is one of the greatest challenges facing humanity in the current century. Among them, developing countries are more at risk, as they are mainly dependent on the agricultural sector, which is the most sensitive to water and weather. The present study aimed to explore the impact of climatic changes on agronomical production and welfare in the Caspian coastal plain agro-ecological zone of Iran.

Materials and Methods: In this research, the climatically regionalization for the study zone was first used to carefully study the effects of climate changes. Then Mazandaran, Guilan and Golestan provinces were studied as Caspian coastal plain agro-ecological zone. Then, time series data published by the Iranian Meteorological Organization, Ministry of Agriculture Jihad, Customs and Statistics Center of Iran were used to collect the required data. Panel data approach and endogenous partial price equilibrium model were used to estimate the effects of climatic changes on total crop production and welfare in the Caspian coastal plain agro-ecological zone of Iran.

Findings: According to the results of the study, variables in log form such as Precipitation, temperature, wind speed, fertilizer, poison, seed, machinery and Area under cultivation at the 5% level affect the total agronomical production. Temperature and wind speed have a negative effect on agronomical production so that by increasing temperature and wind speed by one percent, agronomical production decreases by 0.23 and 0.27 percent, respectively. Precipitation, fertilizer, poison, seed, machinery and Area under cultivation variables had a positive effect on agronomical production so that by increasing these variables by one percent, agronomical production decreases by 0.17, 0.32, 0.10, 0.15, 0.13 and 0.22 percent, respectively. The results also showed that in all 14 scenarios studied, the performance of the agricultural sector in the Caspian coastal plain agro-ecological zone decreased. In all 14 scenarios, the consumer surplus decreases and the producer surplus increases. The total welfare surplus increased in scenarios 10 (WRE650) and 11 (SRESA1) and decreased in the rest of the scenarios.

Citatio: Nader Barani, Ayatollah Karami. Investigating the Effects of Climate Change on Agronomical Production and Welfare in the Caspian Coastal Plain Agro-ecological Zone. Journal of Agricultural Economics Research. 2021; 13 (3):58-73

*Corresponding author: Ayatollah Karami
Address: Associate Professor, Department of Rural Development Management, Yasouj University, Yasouj. Iran.
Tell: 09171411270
Email: sa aiatkarami@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

However, there are several factors, including market fluctuations, domestic and international agricultural policies (such as type and amount of subsidies, incentives, tariffs, insurance and credit policies), type and amount of technology and management, relationship between crops, land use laws, and physical characteristics of the environment. Production (water resources, soil quality and pest and disease prevalence) determines and directs the activities of the agricultural sector, but the agricultural sector as a biophysical system is highly dependent on climatic parameters and variations; therefore, climate determines the type of agricultural activity effectively. , Amount of sweat Hey, products, prices and the economic welfare of consumers and producers in the agricultural sector. Given the role of the agricultural sector in the caspian coastal plain agro-ecological zone economy (including the three northern provinces of Golestan, Mazandaran and Gilan) and the evidence of a high relative vulnerability of the agricultural sector to these changes as well as the inevitable global warming phenomenon, Measures are now being taken to further address the issue and its implications and challenges for the region's agricultural sector. However, the extent of this issue in the agricultural sector or subdivisions of the caspian coastal plain agro-ecological zone has not been properly elucidated and remains unknown to planners and policy makers. The impacts of climate change will be mitigated if climate change is implemented in relation to agricultural activities and the acquisition of production and welfare components. This is necessary through the knowledge of the rapid magnitude and extent of climate change and the effects of climate on crops and welfare in the Caspian coastal region.

Materials and Methods

Extent of this study based on FAO classification, caspian coastal plain agro-ecological zone (including three northern provinces of Golestan, Mazandaran and Guilan) based on climatic similarities (rainfall and temperature), soil type, crop type; As well as geographical relationships. In the present study, first, using time series information and a regression model, the effect of climate change on total crop yields is investigated, then using the elasticities used in the results of other researchers' studies, predicting crop yield changes under climate scenarios got it. The values of climate change scenarios were selected and evaluated based on two ECHAM4 and HadCM2 general circulation models. In these models, the results are compared with the baseline temperature of Iran (1961- 1990) and the temperature and precipitation variations of the 2000, 2025, 2050, 2075 and 2100 decades compared to the baseline period are calculated.

Finally, an endogenous partial price equilibrium model was used to assess the impacts of climate change on community welfare.

Therefore, according to the latest statistics available, 2015 was selected as the base year. Coefficients of supply and demand functions were extracted for this year and used as inputs for the partial equilibrium model.

Meteorological data including temperature, precipitation, relative humidity, wind speed and evapotranspiration were extracted annually for the years 1985 to 1986 by the Iranian Meteorological Organization. Total crop production, cultivation area, and agricultural inputs (fertilizer, fertilizer, machinery, seed) required time series data to be used from data released by the Ministry of Agriculture Jihad. Information on the mathematical planning model including the prices of each crop unit, area of cultivation and cost of production inputs per hectare of agricultural products, import and export were extracted from official statistics published by the Ministry of Agriculture, Customs and Statistics Center. The econometric functions used in the model were estimated by Eviews software and the mathematical programming model was solved using GAMS.

Findings

According to the results, the logarithm of precipitation, temperature log, wind speed log, fertilizer log, poison log, seed log, plant log and log area at 5% were effective on total

crop yield. Yield and production in dryland products is directly affected by climate. For these crops, reducing rainfall to a certain threshold level not only reduces production per unit area, but also jeopardizes the potential for planting and harvesting throughout the land. The performance of aquatic products is also affected by ambient temperature by increasing evapotranspiration rates from soil and plant surfaces. In addition, the amount of irrigation required increases with decreasing rainfall. Under these conditions, assuming a certain amount of water, providing more water for these crops will require reducing the area of irrigation in order to prevent yield loss or accepting a percentage of yield reduction but maintaining the existing cultivation level. Accordingly, climate is an important factor in the amount of production and supply of agricultural products.

The results also show that in all 14 scenarios studied, the performance of the agricultural sector in the Caspian coastal plain agro-ecological zone will decrease. Also in all 14 scenarios consumer surplus decreases and producer surplus increases. The total welfare surplus will increase in scenarios 10 and 11 and decrease in the rest of the scenarios.

Discussion

The high sensitivity of some crops to climate change will reduce their performance. Climate change will reduce the supply of agricultural products and their prices will increase due to high demand for crops. As a result, farmers sell their crops at a higher price than the wet conditions, and this price difference will be considered as additional net farm income for producer farmers (producer surplus). Some of the products that help increase net farm income will also reduce consumer surplus. The consumer surplus comprises the second part of economic prosperity. In climates, consumers are expected to experience less prosperity than producers. In climatic conditions, a significant amount of land will not be cultivated, and this will reduce the overall supply to the market while reducing production. As agricultural supply declines, commodity prices will rise and consumer access to products will decline, resulting in consumer welfare. Declining crop yields will lead to higher agricultural commodity prices, and consumers will face higher prices and lower levels of consumption. On the other hand, since demand for most of these commodities is unbearable relative to their prices, the decline in supply has been compounded by a higher price increase, leading to the loss of some of the economic benefits of the consumer and at the same time an increase in the economic welfare of the producers.

Conclusion

According to the results of the research, in order to increase crop yield, it is recommended to use appropriate strategies such as optimum utilization of productive inputs, crop cultivation in appropriate air conditions and development of new technologies. The use of new irrigation methods, while reducing the impact of agricultural water scarcity in drought conditions, increases productivity and reduces crop susceptibility to climate. Also, to prevent and counteract the negative effects of climate change, pricing of water consumed in agriculture aims to motivate producers to use new technologies, use of irrigation-resistant cultivars, change the pattern of cultivation towards crop yields. Higher water, planning, and financial facilities should be on the agenda for agribusiness producers to respond to climate change, such as agricultural insurance. Given the diminishing performance of agriculture and community welfare in the years to come as a result of climate change, it is recommended to consider measures to increase farmers' awareness of the positive and negative consequences of climate change and ways to adapt to this phenomenon.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All subjects full fill the informed consent.

Funding

No funding.

Authors' contributions

Design and conceptualization: Maryam Esfandiyar pur, Ali Hosseizadeh Gonabadi, Abdossaleh Zar; Methodology and data analysis: Maryam Esfandiyar pur, Ali

Hosseinzadeh Gonabadi, Fatemeh Farkhaie; Supervision and final writing: Abdossaleh Zar.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شاپا چاپی: ۶۴۰۷ -۲۰۰۸ – شاپا الکترونیکی: ۷۲۴۸-۲۴۲۳

مقاله پژوهشی

بررسی آثار تغییرات اقلیمی بر تولیدات زراعی و رفاه در ناحیه زراعی – اکولوژیکی ساحلی خزر

نادر بارانی [۱] و آیت‌اله کرمی [۲*]

۱. دکتری توسعه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.

۲. دانشیار اقتصاد کشاورزی، گروه مدیریت توسعه روستایی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۲ مرداد ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: ۱۰ مهر ۱۳۹۸

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI:
10.30495/JAE.2021.22205.2053

واژه‌های کلیدی:
تغییر اقلیم، پانل دیتا، تعادل جزئی، مازاد تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان.

چکیده

مقدمه و هدف: تغییرات اقلیمی یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های پیش‌روی بشریت در این قرن خواهد بود. از این میان، کشورهای در حال توسعه بیش‌تر در معرض خطر هستند، چرا که آن‌ها به طور عمده وابسته به بخش کشاورزی بوده که حساس‌ترین بخش به آب و هواست. هدف اصلی این پژوهش، بررسی آثار تغییرات اقلیمی بر تولیدات زراعی و رفاه در ناحیه زراعی – اکولوژیکی ساحلی خزر ایران می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مقاله، ابتدا جهت بررسی دقیق‌تر آثار تغییرات اقلیمی، از پهنه‌بندی اقلیمی برای ناحیه مورد مطالعه استفاده شد که بر اساس آن، استان‌های مازندران، گیلان و گلستان در ناحیه زراعی – اکولوژیکی ساحلی خزر قرار گرفتند. سپس برای گردآوری داده‌های مورد نیاز پژوهش، از داده‌های سری زمانی منتشرشده به وسیله سازمان‌های هواشناسی کشور، وزارت جهاد کشاورزی، گمرک و مرکز آمار ایران استفاده شد. برای برآورد آثار تغییر پارامترهای اقلیمی بر تولیدات کل زراعی و رفاه در ناحیه ساحلی خزر به ترتیب از رهیافت داده‌های پانل و مدل تعادل جزئی قیمت درون‌زا استفاده شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج پژوهش، متغیرها در قالب لگاریتمی به صورت مقدار بارش، دما، سرعت باد، کود، سم، بذر، ماشین‌آلات و سطح زیرکشت در سطح ۵ درصد بر تولیدات کل زراعی اثرگذار است. دما و سرعت باد اثر منفی بر تولیدات زراعی دارند به گونه‌ای که با افزایش دما و سرعت باد به مقدار یک درصد، تولیدات زراعی به ترتیب به مقدار ۰/۲۳ و ۰/۲۷ درصد کاهش می‌یابد. متغیرهای بارش، کود، سم، بذر، ماشین‌آلات و سطح زیرکشت، اثر مثبت بر تولیدات زراعی دارند به گونه‌ای که با افزایش این متغیرها به مقدار یک درصد، تولیدات زراعی به ترتیب به مقدار ۰/۱۷، ۰/۳۲، ۰/۱۰، ۰/۱۵، ۰/۱۳ و ۰/۲۲ درصد افزایش پیدا می‌کند. هم‌چنین، نتایج نشان دادند در تمام ۱۴ سناریوی مورد بررسی، عملکرد بخش زراعت در ناحیه ساحلی خزر کاهش می‌یابد. در هر ۱۴ سناریو، مازاد مصرف‌کننده کاهش و مازاد تولیدکننده افزایش می‌یابد. مازاد رفاه کل در سناریوهای ۱۰ (WRE650) و ۱۱ (SRESA1) افزایش و در بقیه‌ی سناریوها کاهش می‌یابد.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش، بمنظور مقابله‌ی صحیح با تغییرات اقلیمی و افزایش عملکرد در واحد سطح محصولات زراعی، توصیه می‌شود از راههای مناسبی مانند استفاده بهینه از نهاده‌های تولیدی، کشت محصول در شرایط آب هوایی مناسب، توسعه فناوری‌های نوین و ... استفاده شود.

* **نویسنده مسئول:** آیت‌اله کرمی

نشانی: گروه مدیریت توسعه،دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، ایران.

تلفن: ۰۹۱۷۱۴۱۱۲۷۰

پست الکترونیک: aiatkarami@yahoo.com

مقدمه

اقلیم، آمیخته‌ای از ویژگی‌های چیره‌شده و ماندگار جوی یک گستره جغرافیایی در گذر زمان است و اغلب بر اساس متغیرهایی مانند دما، بارش، رطوبت، وزش باد، تابش خورشید، تعداد روزهای آفتابی، دمای سطح دریا و ضخامت لایه‌های یخ در آب دریا تعیین می‌شود. مجموعه این عامل‌ها در بلندمدت همراه با دیگر ویژگی‌های منطقه‌ای مانند طول مدت فصل کشت و شدت سیلاب‌ها، اقلیم یک منطقه را تعیین می‌کنند (۲۷). در پی تغییر اقلیم، چگونگی زندگی انسان‌ها نیز تغییر می‌کند و منجر به آسیب به بخش کشاورزی و محیط زیست می‌شود (۲۳). پیش‌بینی‌های هیئت بین دولتی تغییر اقلیم[1] برای ایران، نشان‌دهنده افزایش متوسط درجه حرارت به مقدار ۲ درجه سانتی‌گراد تا ۳۰ سال آینده و ۳/۵ تا ۴ درجه سانتی‌گراد تا ۱۰۰ سال آینده است که در این صورت، بارندگی نیز افت محسوسی خواهد داشت (۱۷). افزایش در درجه حرارت به افزایش قابل توجه در مقدار تبخیر و تعرق سالانه (هم‌اکنون نیز در اغلب مناطق ایران از نظر مقدار بارندگی سالانه بیش‌تر است) منجر خواهد شد. هیئت بین‌دولتی تغییرات اقلیمی از این مسئله به عنوان یک چالش جدی برای مناطق خشک و کم باران از جمله ایران یاد می‌کند و به عنوان یک پیامد، پیش‌بینی می‌کند که تولید محصول استراتژیک غلات در ایران تا ۳۰ سال آینده به مقدار ۳۰ درصد در مقایسه با سطح تولید کنونی کاهش یابد (۱۳). خسارت اقتصادی ناشی از این تغییرات توسط پژوهش‌گران گوناگون بر اساس درصدی از تولید ناخالص داخلی جهانی و برای درجات گوناگون از گرمایش کره زمین صورت گرفته که نتایج حاکی از آن است که افزایش دمای کره زمین تا ۲ درجه سانتی‌گراد با خسارتی معادل ۱ تا ۷ درصد تولید ناخالص داخلی جهانی تا ۳ درجه سانتی‌گراد با خسارتی حدود ۱ تا ۱۴ درصد تولید ناخالص داخلی جهانی و در صورتی که این افزایش به ۵ درجه سانتی‌گراد برسد، خسارت اقتصادی آن بین ۲/۵ تا ۳۰ درصد تولید ناخالص داخلی جهانی برآورد شده است (۱۹).

کاهش تولید محصولات کشاورزی، افزایش خطر گرسنگی در کشورهای جهان را به دنبال خواهد داشت. اکنون تعداد افراد مبتلا به گرسنگی مزمن، از حدود ۸۰۰ میلیون نفر در سال ۱۹۹۶، به بیش از یک میلیارد نفر افزایش یافته است. بر اساس آمار جمعیتی سازمان ملل متحد، جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ به ۹/۱ میلیارد نفر می‌رسد و با توجه به این موضوع، پیش‌بینی می‌شود بخش قابل توجهی از این جمعیت در کشورهایی که با مشکلات تغذیه‌ای روبه‌رو هستند، قرار گیرند. برآوردهای نخستین، کاهش ۱۵ تا ۳۰ درصدی بهره‌وری کشاورزی به دلیل تغییرات آب و هوایی در بیش‌تر کشورهای در حال توسعه مانند آفریقا و جنوب آسیا را تا سال ۲۰۸۰ نشان می‌دهد (۲۹). در حال حاضر اثرات ناشی از گرمایش جهانی در سراسر جهان مشاهده می‌شود و بخش کشاورزی نسبت به تغییرات آب و هوایی حساس است، افزایش متوسط درجه حرارت فصلی می‌تواند مدت زمان رشد بسیاری از محصولات را کاهش داده و در نتیجه کاهش عملکرد را به دنبال داشته باشد. تغییرات آب و هوا مانند تغییرات دما و بارش، شیوع آفات و بیماری، روی سیستم‌های تولید مواد غذایی تأثیر نامطلوب می‌گذارد و باعث کاهش برداشت و به خطر افتادن امنیت غذایی کشور و کاهش رفاه کشاورزان می‌شود (۲۶).

در راستای موضوع پژوهش، مطالعات گوناگونی انجام شده است که در ادامه به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود. در مطالعه‌ای با عنوان بررسی رفاه مصرف‌کننده و تغییرات اقلیمی در گرینلند مشخص شد که تغییرات اقلیمی ثروت مصرف‌کنندگان را با احتساب ضرر کل رفاه اجتماعی، به مقدار ۲۱/۶۳ میلیون دلار طی سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷ کاهش داده است (۳). همچنین مطالعه دیگری نشان داد که

که درآمد خالص محصول نسبت به تغییرات اقلیمی در مزارع بنگلادش، بویژه به دمای فصلی، حساس است. مشخص شد که افزایش دما تأثیر مثبت بر درآمد خالص محصولات زراعی در مزارع دارای امکانات آبیاری کافی دارد. افزایش دما و بارندگی منجر به افزایش درآمد خالص از زراعت در بنگلادش خواهد شد (۱۴).

در پژوهشی با عنوان بررسی تأثیر تغییرات آب و هوا بر منابع آب و تولید غلات مشخص شد که تغییرات آب و هوا تأثیر منفی و فزاینده‌ای بر منابع آب و تولید غلات دارد (۲۰). در مطالعه‌ای دیگر که به منظور ارزیابی تأثیر تغییر و تنوع اقلیم بر منابع آب، امنیت غذایی و رفاه اقتصادی انجام شد عنوان شد که تغییرات آب و هوا بر منابع آب، امنیت غذایی و رفاه اقتصادی تأثیر منفی دارد. این در حالی است که برخی از فرضیات تغییرات اقلیم نشان از فرصت مناسب برای تولیدکنندگان مواد غذایی جهت سازگاری با این تغییرات و همچنین، تجربه افزایش قیمت مواد غذایی برای مصرف‌کنندگان دارد (۱۰). در تحقیقی دیگر، مشخص شد که متغیرهای اقلیمی اثر معنادار و غیرخطی بر تولید هر هکتار برنج و سود در استان مازندران دارد (۵).

نتایج پژوهشی با عنوان ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب در دسترس و تولیدات کشاورزی در حوضه آبخیز شاهرود نشان داد که تغییر اقلیم ناشی از کاهش بارش منجر به کاهش منابع آب در دسترس، افزایش ارزش اقتصادی آب آبیاری، کاهش مجموع سطح زیر کشت محصولات آبی، کاهش تولیدات کشاورزی و کاهش سود ناخالص کشاورزان در حوضه آبخیز شاهرود شده است (۲۴). همچنین در مطالعه‌ای دیگر، مشخص شد که هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت، متغیرهای اقلیمی به همراه سطح زیر کشت رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار با تولید گندم داشته و متغیرهای بذر و سرمایه ثابت در ماشین‌آلات معنی‌دار نشده است (۴). در مطالعه‌ای دیگر که به منظور بررسی اثر پارامترهای اقلیمی بر عملکرد و خطرپذیری عملکرد دو محصول گندم و جو دیم در استان آذربایجان غربی انجام شد، نتایج نشان داد که مقدار بارندگی و میانگین دما تأثیر مثبت و سرعت باد تأثیر منفی بر عملکرد هر دو محصول گندم و جو دیم دارد (۲۱).

اگر چه عوامل متعددی از جمله نوسانات بازار، سیاست‌های داخلی و بین‌المللی کشاورزی (مانند نوع و مقدار یارانه‌ها، مشوق‌ها، تعرفه‌ها، بیمه و سیاست‌های اعتباری)، نوع و مقدار فناوری و مدیریت، رابطه‌ی مبادله بین محصولات، قوانین کاربری اراضی و خصوصیات فیزیکی محیط

[1]- Intergovernmental Panel on Climate change

تولید (موجودی منابع آب، کیفیت خاک و شیوع آفات و بیماری‌ها) تعیین‌کننده و هدایت‌کننده فعالیت‌های بخش کشاورزی است، ولی بخش کشاورزی به عنوان یک نظام بیوفیزیک، به شدت وابسته به پارامترهای اقلیمی و تغییرات آن است؛ بنابراین، اقلیم تعیین‌کننده مؤثر نوع فعالیت‌های کشاورزی، مقدار عرضه محصولات، سطح قیمت‌ها و سطح رفاه اقتصادی مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان بخش کشاورزی است (۷). با توجه به نقش بخش کشاورزی در اقتصاد ناحیه ساحلی خزر (شامل سه استان شمالی گلستان، مازندران و گیلان) و وجود شواهدی از آسیب‌پذیری نسبی بالای بخش کشاورزی به این تغییرات و هم‌چنین، نظر به اجتناب‌ناپذیر بودن پدیده گرمایش کره زمین، لازم است از اکنون تدابیری در راستای بررسی بیش‌تر مسئله و پیامدها و چالش‌های ناشی از آن برای بخش کشاورزی ناحیه یاد شده، اتخاذ شود. با این حال، تاکنون ابعاد این مسئله در بخش یا زیربخش‌های کشاورزی ناحیه ساحلی خزر به درستی روشن نشده و برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران ناشناخته مانده است. چنانچه در ارتباط با فعالیت‌های کشاورزی و کسب مؤلفه‌های تولید و رفاه برنامه‌ریزی مناسبی نسبت به تغییر اقلیم صورت گیرد، اثرات تغییر اقلیم تعدیل خواهد شد. این مهم از راه آگاهی از مقدار و آهنگ سریع تغییرات اقلیمی و بررسی آثار تغییرات اقلیمی بر تولیدات زراعی و رفاه در ناحیه ساحلی خزر ضروری به نظر می‌رسد که هدف این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

گستره انجام این پژوهش بر اساس تقسیم¬بندی فائو، ناحیه ساحلی خزر (شامل سه استان شمالی گلستان، مازندران و گیلان) بر مبنای شباهت-های اقلیمی (بارش و دما)، نوع خاک، نوع محصولات کشت‌شده و هم‌چنین، قرابت¬های جغرافیایی می¬باشد. در این پژوهش، ابتدا با استفاده از داده‌های سری زمانی و یک مدل رگرسیونی، اثر تغییرات اقلیمی بر تولیدات کل زراعی بررسی شده، سپس با استفاده از کشش‌های مورد استفاده در نتایج مطالعات سایر پژوهشگران، پیش¬بینی تغییرات عملکرد محصولات زراعی تحت سناریوهای اقلیمی انجام گرفت. مقادیر سناریوهای تغییر اقلیم براساس دو مدل گردش عمومی جو ECHAM4 و HadCM2 انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. در مدل¬های یاد شده، نتایج بدست آمده با دمای پایه کشور ایران (۱۹۶۱-۱۹۹۰) مقایسه شده و مقدار تغییرات دما و بارش دهه¬های ۲۰۰۰، ۲۰۲۵، ۲۰۵۰، ۲۰۷۵ و ۲۱۰۰ نسبت به دوره پایه محاسبه شده است. سناریوها دربرگیرنده اطلاعاتی از وضعیت اقتصادی - اجتماعی و مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر کره زمین است. در سال ۱۹۹۲ نخستین سناریوی انتشار IPCC تحت عنوان IS92 برای استفاده در ورودی مدل‌های گردش عمومی جو به منظور مدل‌سازی سناریوهای تغییر اقلیم تدوین شدند. سناریوهای IS92 شامل برآورد جمعیت، تولید ناخالص ملی، مصرف انرژی به تفکیک بخش‌های تجارت، صنعت، حمل و نقل و مسکونی، تولید انرژی، مقدار تولید و مصرف سوخت‌های ثانوی، مقدار تولید انرژی از سوخت‌های مایع، جامد، گاز هیدروژنی، هسته‌ای خورشیدی، بیوماس، مقدار انتشار دی اکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، متان از راه احتراق، انتشار متان از معادن و بسیاری منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای برای ده منطقه کره زمین شامل آمریکا، غرب اروپا و کانادا، آسیا و آسیای جنوب شرقی، اروپای مرکزی، آفریقا، خاورمیانه، آمریکای لاتین، جنوب و جنوب غرب آسیا و روسیه برای دوره‌های پنج ساله از ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۵ و دوره‌های ۲۵ ساله از ۲۰۲۵ تا ۲۱۰۰ بود (۱). در نهایت، بمنظور ارزیابی آثار تغییرات اقلیمی بر رفاه جامعه، از یک مدل تعادل جزئی قیمت درون¬زا استفاده شد.

مدل رگرسیونی جهت تأثیر تغییرات اقلیمی بر تولیدات کل زراعی با استفاده از روش پانل دیتا

در این مطالعه برای بررسی تأثیر تغییرات اقلیمی (بارش، دما، مقدار تبخیر و تعرق، رطوبت نسبی، سرعت باد)، سطح زیرکشت و نهاده¬های کشاورزی (کود، سم، ماشین¬آلات، بذر) بر تولیدات کل زراعی ناحیه زراعی – اکولوژیکی ساحلی خزر در بازه زمانی ۱۳۹۶-۱۳۶۴ از روش اقتصادسنجی پانل دیتا استفاده شد. مجموعه پانل دیتا شامل مشاهداتی است که برای چندین بخش می‌باشد و در زمان‌های گوناگون گردآوری می‌شود. از این داده‌ها زمانی استفاده می‌شود که نمی‌توان صرفاً از داده‌های سری زمانی و یا مقطعی به تنهایی استفاده کرد. این داده‌ها حاوی اطلاعات بیش‌تر، تنوع گسترده‌تر و هم خطی کم‌تر میان متغیرها بوده و در نتیجه کاراتر می‌باشند (۶). در روش تجزیه و تحلیل پانل دیتا، ابتدا یک مقطع خاصی (مثلاً کشور، منطقه یا استان و غیره) در نظر گرفته می¬شود و ویژگی¬های متغیرهای مربوط، برای تمامی N مقطع در دوره مورد نظر T بررسی می¬شود. برابری تعداد داده¬ها در هر مقطع لازم نیست (الگوی پانل نامتوازن) و هم‌چنین، می¬توان متغیرهایی داشت که در یک مقطع برای دوره زمانی مورد بررسی ثابت باشند (۱۱).

مدل تحلیلی مورد استفاده بدین منظور، به صورت معادله ۱ می¬باشد:

$$\ln Yit = \beta 1 + \alpha 0 + \alpha 1T + \sum \beta j \ln Xjit + W1 \ln MTit + W2 \ln Pit + W3 \ln Hit + W4 \ln Wit + W5 \ln Eit \quad (1)$$

که در آن ln لگاریتم طبیعی، t مشاهدات مربوط به بازه زمانی، Yit تولیدات زراعی در ناحیه i و در سال t، Xjit شامل سطح زیرکشت و نهاده¬های کشاورزی مانند کود، سم، ماشین¬آلات و بذر است. MT، P، H، W، E به ترتیب میانگین متغیرهای دما، بارش، رطوبت نسبی،

سرعت باد و تبخیر و تعرق در ناحیه i و در سال t است. T بیانگر متغیر روند و α0 و α1، βj، W1، W2، W3، W4 و W5 پارامترهای تخمینی مدل هستند.

در مدل پانل دیتا، متغیرها به طور متوالی هم در میان مقاطع جامعه آماری و هم در طول زمان اندازه‌گیری می¬شوند. در پانل دیتا، قبل از اقدام به برآورد الگو، باید تشخیص داد که کدام یک از مدل‌های پانل و یا پول برای برآورد و استنتاج آماری مناسب می¬باشند. در پایان نیز برای آزمون مدل بدست آمده از آماره F به صورت معادله زیر استفاده خواهد شد.

F=((SSRpool-SSRpanel)/q)/(SSRpanel/(N-K)) (۲)

که F آماره آزمون، SSRpool مجموع مربعات باقیمانده مدل پول، SSRpanel مجموع مربعات باقی‌مانده مدل پانل، q تعداد محدودیت‌ها، N تعداد داده‌ها و K درجه آزادی می‌باشد. اگر آماره آزمون بدست آمده از مقدار بحرانی F جدول در سطح معناداری آزمون (که در اینجا ۵ درصد می‌باشد) بیش‌تر باشد، مدل پانل مناسب‌تر است. در غیر این صورت، از مدل پول استفاده می‌شود. برای آزمون پانل دیتا، می‌توان از اثرات ثابت یا اثرات تصادفی استفاده کرد. در مدل اثرات تصادفی، E(Uit / Xit)= 0 است، یعنی μi ها از Xit مستقل می‌باشد، اما در مدل اثر ثابت، این فرض برقرار نیست زیرا μi با Xit ها همبسته‌اند. یک راه آزمون، تصریح مدلی است که (۱۲) پیشنهاد کرده و بر اختلاف میان برآوردگرهای اثر ثابت و اثر تصادفی استوار است. در این مدل فرض صفر آزمون از معادله ۳ تبعیت می‌کند.

E(Uit / Xit)= 0 (۳)

اگر مدل از نوع اثر تصادفی نباشد معادله ۴ حاکم است (۱۲).

E(Uit / Xit)≠ 0 (۴)

مدل تعادل جزئی

تعادل جزئی بازار محصولات کشاورزی که براساس الگوهای تحلیلی عرضه و تقاضا بنا شده است، چارچوب جامعی برای تحلیل طیف وسیعی از سیاست¬های کشاورزی و تجاری فراهم می¬آورد. در این چارچوب متغیرهای اصلی، قیمت¬ها و مقادیر می‌باشند که توسط عاملین بازار که خود شامل تولیدکنندگان، مصرف-کنندگان و نیز دولت می¬شوند، تعیین می‌شوند (۲۳). مرحله نخست این مدل استفاده از توابع تولید (عملکرد) رگرسیونی یا مدل‌های شبیه‌سازی زراعی محصولات است که بر پایه آزمایش و تجربه، واکنش عملکرد محصولات و واریته¬های گوناگون آن‌ها را نسبت به متغیرهای اقلیمی و سایر شرایط تعیین می-کنند. در مرحله دوم اثرات اقتصادی درون‌زای ناشی از این تغییرات (مثلاً سطوح و ترکیب کشت، عرضه محصولات و تغییر قیمت‌ها) از راه وارد نمودن نتایج شبیه‌سازی عملکرد هر یک از محصولات به تغییر پارامترهای اقلیمی در هر یک از سناریوهای اقلیمی در یک الگوی اقتصادی در سطح بخش یا زیربخش‌های کشاورزی شبیه‌سازی می¬شود (۲). بمنظور ارزیابی اثر تغییر عملکرد محصول بر توزیع رفاه، از یک مدل تعادل جزئی قیمت درون‌زا استفاده شد. این مدل در واقع یک مدل چند محصولی است که چارچوب کلی آن بر اساس مدل مورد استفاده در مطالعات (۲۲) و (۷) پایه¬ریزی شده است. تحت فرضیه رقابت کامل و قیمت¬پذیری بنگاهها، از منحنی¬های عرضه و تقاضای معکوس برای نشان دادن شرط تعادل در بازار استفاده خواهد شد. فرض می‌شود که n کالا وجود دارد و فرم تابع تقاضا خطی بوده و توسط تابع تقاضای معکوس زیر نشان داده می‌شود:

$$P_i^d = \alpha_i^d + \beta_i^d Q_i^d \qquad i = 1,2,\ldots,n \qquad (۵)$$

Q^d_i: مقدار مصرف کل، P^d_i: متوسط قیمت‌ها و سایر نمادها مربوط به ضرایب تابع تقاضا می‌باشند.

به همین ترتیب تابع عرضه نیز به صور ت زیر تعریف می‌شود:

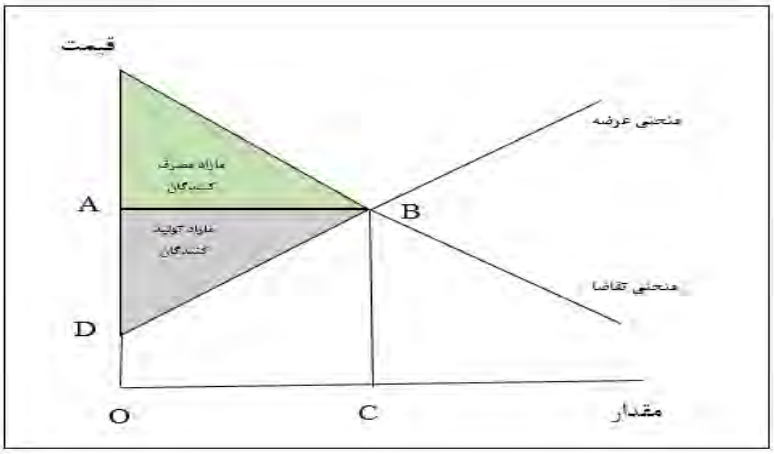
$$P_i^s = \alpha_i^s + \beta_i^s Q_i^s \qquad i = 1,2,\ldots,n \qquad (۶)$$

Q^s_i: مقدار تولید کل، P^s_i: متوسط قیمت‌ها و سایر نمادها مربوط به ضرایب تابع عرضه می‌باشند. سپس برای شبیه‌سازی تعادل بازار رقابت کامل، یک تابع هدف که مجموع مازاد مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان را بیشینه می‌کند، استفاده خواهد شد (۲۲). همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود مازاد مصرف‌کنندگان، مساحت بین خط قیمت و منحنی تقاضا و مازاد تولیدکنندگان، مساحت بین خط قیمت و منحنی عرضه تعریف می‌شود.

رفاه نیز ناحیه بین منحنی عرضه و تقاضا در سمت چپ نقطه‌ی برخوردشان در نظر گرفته می‌شود. مساحت این ناحیه، تفاوت سطح زیر منحنی تقاضا از سطح زیر منحنی عرضه، بین صفر و مقدار تعادلی است و می‌توان آن را به جای فرم انتگرالی، به فرم درجه دو نشان داد.

برای رسیدن به مقدار خالص رفاه جامعه، مقدار هزینه متغیر تولید محصولات با علامت منفی وارد مدل شده و برای انعکاس اثرات رفاهی در محاسبه ارزش تابع هدف، تراز تجاری خالص به آن اضافه می¬شود:

$$\text{Max: } \sum_i \alpha^d_i Q^d_i - 0/5\sum_i \beta^d_i Q^{d^2} - \sum_i \alpha^s_i Q^s_i - 0/5\sum_i \beta^s_i Q^{s^2} - \sum_i C_i X_i - \sum_i Q^x_i P^x_i - \sum_i Q^m_i P^m_i \qquad (۷)$$



شکل۱- مازاد تولیدکنندگان و مصرف¬کنندگان در وضعیت تعادل

محدودیت‌های مدل به صورت زیر هستند:

$$Q^d_i - Q^s_i + Q^x_i - Q^m_i \leq 0 \quad (۸)$$

$$Q^d_i, Q^s_i, Q^x_i, Q^m_i \geq 0 \quad (۹)$$

Q^m_i ، Q^x_i؛ به ترتیب مقدار واردات و صادرات و P^m_i، P^x_i؛ به ترتیب قیمت واردات و صادرات، C_i هزینه متغیر، X_i سطح زیرکشت محصولات کشاورزی، α عرض از مبدأ، β شیب، Q^d مقدار تقاضا، Q^s مقدار عرضه است. برای بدست آوردن مازاد تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان در هر سناریو، با استفاده از ضرایب قابل محاسبه، ابتدا سطح زیر منحنی عرضه یا به بیان دیگر، مساحت ODBC و سپس مساحت مستطیل OABC در شکل بالا محاسبه می‌شود. مازاد تولیدکنندگان، تفاوت این دو سطح مساحت ABD است و در صورتی

که از رفاه کل در سناریو مورد بررسی کسر شود، مازاد مصرف‌کنندگان در آن سناریو بدست می‌آید.

برای محاسبه رفاه کل با استفاده از مدل تعادل جزئی به توابع عرضه و تقاضا احتیاج است. با استفاده از کشش‌های قیمتی عرضه و تقاضای برآورد شده در سایر مطالعات و داده‌های مربوط به قیمت و مقدار طرف عرضه و تقاضا در سال پایه، شیب و عرض از مبدأ توابع عرضه و تقاضا به طور کلی از طریق روابط ۱۰ و ۱۱ محاسبه می‌شوند که در آن، P و Q به ترتیب قیمت و مقدار و ε کشش قیمتی عرضه و تقاضا است.

$$\beta = \varepsilon / [\frac{P}{Q}] \quad (۱۰)$$

$$\alpha = P - \beta Q \quad (۱۱)$$

بنابراین، بر مبنای تازه‌ترین آمار موجود، سال ۱۳۹۴ به عنوان سال پایه انتخاب شد. ضرایب توابع عرضه و تقاضا برای این سال استخراج شدند و به عنوان ورودی برای مدل تعادل جزئی استفاده شدند .

داده¬های هواشناسی شامل دما، بارش، رطوبت نسبی، سرعت باد و تبخیر و تعرق به صورت سالانه برای سال¬های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۶ از سازمان هواشناسی کشور استخراج شد. مقدار تولیدات کل بخش زراعی، سطح زیرکشت و نهاده¬های کشاورزی (کود، سم، ماشین¬آلات، بذر) نیازمند وجود داده‌های سری زمانی بوده که از داده¬های منتشرشده توسط وزارت جهاد کشاورزی استفاده شد. داده‌های مربوط به الگوی برنامه‌ریزی ریاضی شامل قیمت هر واحد محصولات کشاورزی، سطح زیرکشت و هزینه نهاده‌های تولید هر هکتار از محصولات، واردات و صادرات کشاورزی از آمارهای رسمی منتشرشده توسط وزارت جهاد کشاورزی، گمرک و مرکز آمار استخراج شد. توابع اقتصادسنجی بکار رفته در الگو توسط نرم‌افزار Eviews برآورد گردیده و حل الگوی برنامه¬ریزی ریاضی با استفاده از برنامه GAMS صورت گرفت.

یافته‌ها

جدول ۱، مقدار تولیدات زراعی، مقدار بارندگی و میانگین دما در ناحیه‌ی زراعی - اکولوژیکی ساحلی خزر در سال ۱۳۹۶ را نشان می¬دهد. مقدار تولیدات زراعی در این ناحیه معادل ۷۳۵۶۸۵۰ تن بوده و حدود ۹ درصد از مقدار تولید محصولات زراعی کشور را به خود اختصاص داده است. مقدار بارندگی در این ناحیه ۲۵۹۰/۸ میلی¬متر بوده و میانگین دما نیز ۱۸/۲ درجه سانتی¬گراد گزارش شده است. هم‌چنین، میانگین استفاده از کود، مقدار ۷۹۵۹۷/۶ تن، میانگین استفاده از سموم، مقدار ۱۲۴۸۳۱ لیتر -کیلوگرم، میانگین استفاده از بذر، ۳۵۹۰/۶ تن، میانگین استفاده از ماشین¬آلات، مقدار ۱۴۱۰۷۸/۶ دستگاه و میانگین سطح زیرکشت، مقدار ۴۴۴۲۱۲ هکتار گزارش شده است.

جدول ۱- بررسی وضعیت متغیرهای پژوهش در ناحیه ساحلی خزر در سال ۱۳۹۶

ردیف	متغیرها	مقدار
۱	تولید زراعی (تن)	۷۳۵۶۸۵۰
۲	مقدار بارندگی (برحسب میلی‌متر)	۲۵۹۰/۸
۳	میانگین دما (سانتی‌گراد)	۱۸/۲
۴	میانگین تبخیر و تعرق (میلی‌متر)	۹۹/۴۲
۵	میانگین رطوبت نسبی (درصد)	۷۴/۸
۶	میانگین سرعت باد (متر بر ثانیه)	۲۷
۷	میانگین کود (تن)	۷۹۵۹۷/۶
۸	میانگین سم (لیتر- کیلوگرم)	124831
۱۰	میانگین بذر (تن)	۳۵۹۰/۶
10	میانگین ماشین‌آلات (دستگاه)	۱۴۱۰۷۸/۶
۱۱	میانگین سطح زیرکشت (هکتار)	۴۴۴۲۱۲

مأخذ: (۱۶)

بمنظور برآورد نتایج نیاز است ابتدا مانایی متغیرها بررسی شود و سپس آزمون‌های تشخیصی الگوهای پانل مورد ارزیابی قرار گیرد. آزمون‌های مانایی برای اجتناب از برآورد رگرسیون کاذب و برآورد ضرایب قابل اعتماد ضروری است. در این مطالعه برای بررسی آزمون مانایی از آزمون‌های لوین، لین و چو، ایم، پسران و شین، فیشر و فیلیپس پرون، و هادری استفاده شده است (جدول ۲). فرضیه صفر این آزمون‌ها، وجود یک ریشه واحد دست‌کم در یکی از متغیرهای مربوط به ناحیه مورد مطالعه است. همان‌گونه که نتایج جدول ۲ نشان می‌دهند تمامی متغیرها در سطح ۵ درصد معنادار هستند. به بیان دیگر، تمامی متغیرهای پژوهش، مانا بوده و فرضیه نامانا بودن برای متغیرها رد می‌شود.

جدول ۲- نتایج آزمون‌های ریشه واحد پانل دیتا

متغیرها	نتیجه	لوین، لین و چو	ایم، پسران و شین	فیشر- فیلیپس پرون	هادری
تولیدات کل زراعی	مقدار آماره	-۱/۰۸	-۲/۱۲	۶/۲۱	۴/۹۵
	سطح معناداری	۰/۰۳۱	۰/۰۲۹	۰/۰۳۶	۰/۰۰۰
مقدار بارش	مقدار آماره	-۲/۷۲	-۴/۰۱	۲۷/۱۹	۲/۰۱
	سطح معناداری	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۲۱
دما	مقدار آماره	-۶/۶۶	-۵/۹۴	۴۲/۹۵	۲/۹۷
	سطح معناداری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱
تبخیر و تعرق	مقدار آماره	-۴/۳۱	-۳/۷۰	۲۵/۷۸	۲/۵۰
	سطح معناداری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶
رطوبت نسبی	مقدار آماره	۴/۵۹	-۵/۲۰	۳۶/۷۱	۲/۲۱
	سطح معناداری	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۰
سرعت باد	مقدار آماره	-۰/۶۲۰	-۱/۰۲	۹/۵۳	۲/۰۵

	سطح معناداری	۰/۰۳۱	۰/۰۳۲	۰/۰۴۲	۰/۰۱۹
کود	مقدار آماره	-۱۶/۷۸	-۱۱/۱۲	۲۶/۹۷	۳/۴۸
	سطح معناداری	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
سم	مقدار آماره	-۴/۸۹	-۵/۲۶	۱۲/۷۳	۳/۰۵
	سطح معناداری	۰/۰۳۹	۰/۰۴۵	۰/۰۴۷	۰/۰۰۱
بذر	مقدار آماره	-۳/۳۲	-۲/۵۵	۱۵/۷۸	۳/۸۳
	سطح معناداری	۰/۰۳۷	۰/۰۲۸	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰
ماشین‌آلات	مقدار آماره	-۳/۹۱	-۳/۸۷	۱۶/۸۲	۲/۱۹
	سطح معناداری	۰/۰۳۴	۰/۰۴۱	۰/۰۱۰	۰/۰۱۴
سطح زیرکشت	مقدار آماره	-۱/۷۷	-۱/۹۲	۱۶/۸۳	۳/۹۷
	سطح معناداری	۰/۰۳۷	۰/۰۴۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

پس از مشخص شدن مانایی متغیرها، برای بررسی هم‌انباشتگی از آزمون کائو استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های هم‌انباشتگی پانلی، وجود روابط بلندمدت را آزمون می‌کند و سپس آن را برآورد می‌کند. ایده اصلی در تجزیه و تحلیل هم‌انباشتگی این‌است که اگرچه بسیاری از سری‌های زمانی نامانا و حاوی روندهای تصادفی‌اند، اما ممکن است ترکیب خطی متغیرها در بلندمدت، ایستا و بدون روند تصادفی باشد. فرضیه‌ی صفر آزمون هم‌انباشتگی کائو مبتنی بر عدم هم‌انباشتگی متغیرها است. نتایج آزمون کائو بیانگر این است که در ناحیه مورد مطالعه متغیرهای مدل در سطح پنج درصد معنادار هستند. بنابراین، فرضیه صفر آزمون، مبنی بر عدم همانباشتگی متغیرها رد می‌شود و یک ارتباط قوی میان متغیرهای اقلیمی مورد مطالعه با تولیدات کل ناحیه ساحلی خزر وجود دارد.

جدول ۳- نتایج آزمون هم انباشتگی کائو

آماره آزمون	مقدار آماره	سطح معناداری
آماره کائو	-۲/۰۶	۰/۰۲۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

پس از انجام آزمون‌های ریشه واحد و هم¬انباشتگی لازم است که آزمون‌های تشخیص برای تعیین نوع مدل برآورد شده انجام شود. بمنظور حصول اطمینان از معنی‌دار بودن گروه استان¬های عضو ناحیه، از آزمون اثرات ثابت فردی استفاده می‌شود. بدین منظور از آماره F استفاده می‌شود. اگر آماره آزمون بدست آمده از مقدار بحرانی F جدول در سطح معناداری آزمون (که در اینجا ۵ درصد می‌باشد) بیش‌تر باشد، فرضیه H0 مبنی بر برابری عرض از مبدأ حذف می‌شود و بایستی عرض از مبدأهای گوناگونی را در برآورد لحاظ نمود. در نتیجه می‌توان از روش پانل جهت برآورد استفاده کرد. در غیر این صورت، از مدل پول استفاده می‌شود. براساس نتایج جدول ۴، از آنجا که سطح معناداری آزمون، کم‌تر از پنج درصد می‌باشد، در ناحیه مورد مطالعه، فرضیه H_0 مبنی بر برابری عرض از مبدأها رد شده و بایستی عرض از مبدأهای گوناگونی را در برآورد لحاظ نمود. در نتیجه می‌توان از روش پانل جهت برآورد استفاده کرد.

جدول ٤- نتایج آمون F لیمر

آماره	مقدار آماره	سطح معناداری
آماره F	۲۶/۵۵	۰/۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

برای پاسخ به این‌که آیا تفاوت در عرض از مبدأ واحدهای مقطعی به گونه ثابت عمل می‌کند یا این‌که عملکردهای تصادفی می‌توانند این اختلاف بین واحدها را به گونه واضح‌تری بیان کنند، از آزمون هاسمن استفاده می¬شود. در آزمون هاسمن، فرضیه H0مبنی بر سازگاری برآوردهای اثر تصادفی در مقابل فرضیه H1 مبنی بر ناسازگاری برآوردهای اثر تصادفی مورد آزمون قرار می¬گیرد. اگر فرضیه H0 رد شود بایستی برای برآورد از روش اثرات ثابت استفاده شود. در غیر این صورت برآورد به روش اثرات تصادفی صورت می‌گیرد. بر اساس نتایج آزمون هاسمن مطابق جدول ۵، از آنجا که سطح معناداری آزمون، کم‌تر از پنج صدم می¬باشد، فرضیه H0مبنی بر سازگاری برآوردهای اثر تصادفی در ناحیه مورد مطالعه رد می‌شود و بایستی برآورد به روش اثرات ثابت صورت گیرد.

جدول ۵- نتایج آزمون هاسمن

آزمون	مقدار آماره	سطح معناداری
	۱۴/۱۷	۰/۰۱۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۶، نتایج حاصل از برآورد مدل به روش اثرات ثابت در ناحیه زراعی – اکولوژیکی ساحلی خزر را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج پژوهش، لگاریتم متغیرهای مقدار بارش، دما، سرعت باد، کود، سم، بذر، ماشین¬آلات و سطح زیرکشت در سطح ۵ درصد بر تولیدات کل زراعی اثرگذار بوده¬اند. با توجه به این‌که مقادیر متغیرها در جدول ۶ بر حسب لگاریتم است، پس نشان¬دهنده مقدار درصد تغییر تولیدات زراعی نسبت به درصد تغییرات متغیرها می¬باشد. با وجود معناداری متغیر دما، دما اثر منفی بر تولیدات زراعی داشته است به گونه‌ای که با افزایش دما به مقدار یک درصد، تولیدات زراعی به مقدار ۰/۲۳ درصد کاهش پیدا می¬کند. متغیر بارش بر تولیدات زراعی اثر مثبت دارد و با افزایش بارندگی به مقدار یک درصد، تولیدات زراعی به اندازه ۰/۱۷ درصد افزایش خواهد یافت. متغیر سرعت باد اثر منفی بر تولیدات زراعی داشته است به نحوی که با افزایش سرعت باد به مقدار یک درصد، تولیدات زراعی به مقدار ۰/۲۷ درصد کاهش پیدا می¬کند. متغیرهای کود، سم، بذر، ماشین¬آلات و سطح زیرکشت، اثر مثبت بر تولیدات زراعی داشته است به گونه‌ای که با افزایش این متغیرها به مقدار یک درصد، تولیدات زراعی به ترتیب به مقدار ۰/۳۲، ۰/۱۰، ۰/۱۵، ۰/۱۳ و ۰/۲۲ درصد افزایش پیدا می¬کند. هم‌چنین، نتایج جدول ۶ ، نشان می¬دهد که آماره R2) نشان‌دهنده قدرت توضیح‌دهندگی کل مدل است) مقدار ۰/۷۸۶ اختیار کرده است. به بیانی دیگر، ۷۸۶/ درصد از تغییرات تولیدات کل زراعی به وسیله متغیرهای مستقل توضیح داده می‌شود. آماره F که مهم‌ترین آماره هر رگرسیون است، نشان‌دهنده معنی‌داری و اعتبار کل مدل می‌باشد. با توجه به این‌که این آماره در سطح یک درصد معنی‌دار شده است، لذا اعتبار مدل با احتمال ۹۹ درصد مورد تائید است و فرضیه معنی‌داری کل مدل پذیرفته می‌شود.

جدول ٦- نتایج حاصل از برآورد مدل به روش اثرات ثابت

متغیرهای مستقل	ضرایب	آماره آزمون	سطح معناداری
ثابت	۱۷/۳۳	۱۰/۴۰	۰/۰۰۰
لگاریتم مقدار بارش	۰/۲۴	۳/۵۶	۰/۰۰۶
لگاریتم دما	-۰/۳۲	-۴/۱۰	۰/۰۰۱
لگاریتم تبخیر و تعرق	-۰/۱۱	-۰/۵۹	۰/۵۵۴
لگاریتم رطوبت نسبی	۰/۱۶	۰/۷۳	۰/۴۶۰
لگاریتم سرعت باد	-۰/۱۷	-۴/۴۴	۰/۰۰۰
لگاریتم کود	۰/۳۲	۲/۳۵	۰/۰۱۷
لگاریتم سم	۰/۱۰	۱/۹۴	۰/۰۴۵
لگاریتم بذر	۰/۱۵	۲/۲۲	۰/۰۲۸
لگاریتم ماشین‌آلات	۰/۱۳	۱/۷۲	۰/۰۴۹
لگاریتم سطح زیرکشت	۰/۲۲	۳/۳۴	۰/۰۰۱
R^2	۰/۷۸۶	-	-
F	۲۶/۳۹	-	۰/۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

سناریوهای تغییر اقلیم

بمنظور پیش‌بینی تغییرات عملکرد و رفاهی تغییر اقلیم، ۱۴ سناریوی اقلیمی (که شامل تغییرات بارندگی و درجه حرارت می‌باشد) براساس دو مدل گردش عمومی جو ECHAM4 وHadCM2 در دوره ۲۰۱۴ تا ۲۰۵۰، در نظر گرفته شده و مشخصات و مقادیر این سناریوها در جدول ۷، آمده است.

جدول ۷- سناریوهای تغییر اقلیم (درصد)

ردیف	سناریوها	بارش	دما
۱	IS92a	-۱/۵	۲/۲
۲	IS92b	-۱/۴	۲/۱
۳	IS92c	-۱/۱	۱/۶
۴	IS92d	-۱/۲	۱/۷
۵	IS92e	-۱/۵	۱/۶
۶	IS92f	-۱/۷	۲/۵
۷	K-IPC	-۱/۴	۲
۸	EMCONST	-۱/۲	۱/۸
۹	WRE450	۰/۱	۱/۸
۱۰	WRE650	-۱/۴	۲/۲
۱۱	SRESA1	-۱/۶	۲/۴
۱۲	SRESA2	-۱/۲	۲/۴
۱۳	SRESB1	-۱/۳	۱/۸
۱۴	SRESB2	-۱/۳	۲

مأخذ: (۱)

کشش‌های عرضه در پاسخ به تغییر درجه حرارت و بارندگی

ضریب واکنش عملکرد به دما و بارندگی برای زیربخش زراعت با استفاده از میانگین کشش محصولات گوناگون در نتایج مطالعه (۱۵) استخراج شد. کشش‌های نهایی استخراج‌شده در جدول ۸، ارائه شده است. کشش عرضه در پاسخ به تغییر بارندگی و تغییر درجه حرارت به ترتیب مقدار ۰/۱۰- و ۰/۴۸- صدم بدست آمده است.

جدول ۸- کشش‌های عرضه در پاسخ به تغییر درجه حرارت و بارندگی

	کشش عرضه در پاسخ به تغییر بارندگی	کشش عرضه در پاسخ به تغییر درجه حرارت
ناحیه	زراعت	زراعت
ساحلی خزر	-۰/۱۰	-۰/۴۸

مأخذ: (۱۵)

پیش¬بینی تغییرات ناحیه ساحلی خزر

درصد تغییر عملکرد در زیربخش زراعت در ناحیه ساحلی خزر در جدول ۹، آمده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در تمام ۱۴ سناریو، عملکرد بخش زراعت در این ناحیه کاهش می‌یابد.

جدول ۹- درصد تغییر عملکرد بخش زراعت در ناحیه ساحلی خزر

سناریو	بخش زراعت
۱	-۰/۰۰۷
۲	-۰/۰۰۷
۳	-۰/۰۰۵
۴	-۰/۰۰۵
۵	-۰/۰۰۸
۶	-۰/۰۰۸
۷	-۰/۰۰۷
۸	-۰/۰۰۶
۹	-۰/۰۰۶
۱۰	-۰/۰۰۷
۱۱	-۰/۰۰۸
۱۲	-۰/۰۱
۱۳	-۰/۰۰۶
۱۴	-۰/۰۰۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش

تغییرات رفاهی در ساحلی خزر

درصد تغییرات رفاهی در ناحیه ساحلی خزر تحت ۱۴ سناریو در جدول ۱۰، آمده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در هر ۱۴ سناریو مازاد مصرف‌کننده کاهش و مازاد تولیدکننده افزایش می‌یابد. مازاد رفاه کل در سناریوهای ۱۰ و ۱۱ افزایش و در بقیه‌ی سناریوها کاهش می¬یابد. این فرضیه که تغییر اقلیم در بخش کشاورزی همراه با پیامدهای رفاهی و توزیعی است بر پایه تئوری اساسی اقتصاد رفاه قرار دارد. این تئوری با فرض تأمین شرط رقابت کامل در بازار کالاها، رفاه اقتصادی مصرف‌کننده، تولیدکننده و جامعه را تابعی از مقادیر تولید و سطح قیمت¬های تعادلی آن‌ها می-داند. تغییر اقلیم می¬تواند بر سطوح کشت محصولات، مقدار تولید، سطح قیمت¬ها و علائم بازاری اثر بگذارند. کاهش عملکرد محصولات در اثر تغییر اقلیم، منجر به افزایش قیمت کالاهای کشاورزی خواهد شد و مصرف¬کنندگان با قیمت‌های بالاتر و سطوح پایین¬تری از مصرف مواجه خواهند شد. از سوی دیگر، از آن‌جا که تقاضا برای بیش‌تر این کالاها نسبت به قیمت آن‌ها کشش¬ناپذیر است، کاهش در عرضه با افزایش قیمت بیش‌تری روبه‌رو بوده و این امر منجر به از دست رفتن بخشی از منافع اقتصادی مصرف¬کننده و در عین حال افزایش رفاه اقتصادی تولیدکنندگان خواهد شد.

جدول ۱۰- درصد تغییرات رفاهی در ناحیه ساحلی خزر تحت ۱٤ سناریو

سناریو	کل	تولیدکننده	مصرف‌کننده
۱	-۰/۰۱	۰/۰۹	-۰/۱۰
۲	-۰/۰۱	۰/۰۳	-۰/۰۴
۳	-۰/۰۲	۰/۱۳	-۰/۱۵
۴	-۰/۰۲	۰/۱۱	-۰/۱۳
۵	-۰/۰۸	۰/۰۱	-۰/۰۹
۶	-۰/۰۴	۰/۰۱	-۰/۰۵
۷	-۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۰۹
۸	-۰/۰۱	۰/۱۰	-۰/۱۱

۹	-۰/۰۲	۰/۱۴	-۰/۱۶
۱۰	۰/۰۱	۰/۰۴	-۰/۰۳
۱۱	۰/۰۱	۰/۰۳	-۰/۰۲
۱۲	-۰/۰۵	۰/۲۴	-۰/۲۹
۱۳	-۰/۰۱	۰/۱۰	-۰/۱۱
۱۴	-۰/۰۱	۰/۰۸	-۰/۰۰۹

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بحث و بررسی

کشاورزی، آسیب¬پذیری بالایی در مقابل تغییرات اقلیمی داشته و این موضوع، به یک نگرانی اساسی در جامعه علمی در سطح بین¬المللی تبدیل شده است. رشد محصولات، حساسیت زیادی به مقدار دما دارد. افزایش دما منجر به کاهش بارندگی، افزایش تبخیر از سطح خاک و در نتیجه خشک¬تر شدن محیط گیاه می‌شود. هم‌چنین، افزایش تبخیر از سطح خاک منجر به از بین رفتن مواد مغذی خاک و فرسایش آن، کاهش عملکرد محصول و بروز پدیده خشکسالی را منجر خواهد شد. این فرضیه که تغییر اقلیم در بخش کشاورزی همراه با پیامدهای رفاهی و توزیعی است بر پایه تئوری اساسی اقتصاد رفاه قرار دارد. این تئوری با فرض تأمین شرط رقابت کامل در بازار کالاها، رفاه اقتصادی مصرف‌کننده، تولیدکننده و جامعه را تابعی از مقادیر تولید و سطح قیمت¬های تعادلی آن‌ها می¬داند. تغییر اقلیم می¬تواند بر سطوح کشت محصولات، مقدار تولید، سطح قیمت¬ها و علائم بازاری اثر بگذارند. کاهش عملکرد محصولات در اثر تغییر اقلیم، منجر به افزایش قیمت کالاهای کشاورزی خواهد شد و مصرف¬کنندگان با قیمت‌های بالاتر و سطوح پایین¬تری از مصرف مواجه خواهند شد. از سوی دیگر، از آن‌جا که تقاضا برای بیش‌تر این کالاها نسبت به قیمت آن‌ها کشش¬ناپذیر است، کاهش در عرضه با افزایش قیمت بیش‌تری روبه‌رو بوده و این امر منجر به از دست رفتن بخشی از منافع اقتصادی مصرف¬کننده و در عین حال افزایش رفاه اقتصادی تولیدکنندگان خواهد شد.

نتیجه‌گیری

بررسی آثار تغییرات اقلیمی بر تولیدات زراعی و رفاه در ناحیه زراعی - اکولوژیکی ساحلی خزر هدف این پژوهش بوده است. بر این اساس، ابتدا جهت بررسی دقیق¬تر آثار تغییرات اقلیمی، از پهنه¬بندی اقلیمی برای ناحیه مورد مطالعه استفاده شد که بر اساس آن، استان‌های مازندران، گیلان و گلستان در ناحیه زراعی - اکولوژیکی ساحلی خزر قرار گرفت. سپس برای برآورد آثار تغییر در پارامترهای اقلیمی (مقدار بارش، دما، مقدار تبخیر و تعرق، مقدار رطوبت نسبی و سرعت باد)، سطح زیرکشت و نهاده‌های کشاورزی (کود، سم، ماشین‌آلات، بذر) بر تولیدات کل زراعی ناحیه ساحلی خزر از رهیافت داده¬های پانل استفاده شد. سپس با استفاده از کشش‌های مورد استفاده در نتایج مطالعات دیگر پژوهشگران، پیش¬بینی تغییرات عملکرد محصولات زراعی تحت سناریوهای اقلیمی انجام گرفت. در نهایت، بمنظور ارزیابی آثار تغییرات اقلیمی بر رفاه کشاورزان، از یک مدل تعادل جزئی قیمت درون¬زا استفاده شد. بر اساس نتایج پژوهش، متغیرهای لگاریتم مقدار بارش، لگاریتم دما، لگاریتم سرعت باد، لگاریتم کود، لگاریتم سم، لگاریتم بذر، لگاریتم ماشین¬آلات و لگاریتم سطح زیرکشت در سطح ۵ درصد بر تولیدات کل زراعی اثرگذار بوده¬اند. عملکرد و تولید در محصولات دیم به طور مستقیم تحت تأثیر شرایط اقلیمی است. برای این محصولات، کاهش بارش¬ها تا یک سطح آستانه‌ای مشخص، نه تنها تولید در واحد سطح را کاهش می¬دهد بلکه امکان کاشت و برداشت در کل این اراضی را به خطر می¬اندازد. عملکرد محصولات آبی نیز از طریق افزایش نرخ تبخیر و تعرق از سطح خاک و گیاه، تحت تأثیر درجه حرارت محیط قرار دارد. ضمن این که با کاهش بارش¬ها، مقدار آبیاری مورد نیاز برای آن‌ها افزایش می¬یابد. در این شرایط با فرض وجود مقدار معینی از آب، تأمین آب بیش‌تر برای این محصولات، مستلزم کاهش سطح زیرکشت آبی بمنظور جلوگیری از کاهش عملکردها یا پذیرش درصدی از کاهش عملکردها، اما حفظ سطح زیرکشت موجود خواهد بود. بر این اساس، وضعیت اقلیم، عامل مؤثری در مقدار تولید و عرضه محصولات کشاورزی می¬باشد. نتیجه این پژوهش با مطالعه (۲۸) مبنی بر تأثیر تغییرات اقلیمی بر عملکرد محصول زراعی در نواحی خشک، نیمه‌خشک و نیمه مرطوب، همسو می‌باشد.

هم‌چنین، نتایج این پژوهش نشان داد در تمام ۱۴ سناریوی مورد بررسی، عملکرد بخش زراعت در ناحیه ساحلی خزر کاهش خواهد یافت. هم‌چنین، در هر ۱۴ سناریو مازاد مصرف‌کننده کاهش و مازاد تولیدکننده افزایش می‌یابد. مازاد رفاه کل در سناریوهای ۱۰ و ۱۱ افزایش و در دیگر سناریوها کاهش خواهد یافت. حساسیت زیاد برخی از محصولات زراعی به تغییرات اقلیمی، باعث کاهش در عملکرد آن‌ها خواهد گردید. تغییرات اقلیمی، عرضه محصولات کشاورزی را کاهش داده و به دلیل تقاضای زیاد برای مصرف محصولات، قیمت آن‌ها

افزایش خواهد یافت. در نتیجه، کشاورزان محصولات خود را در مقایسه با شرایط ترسالی، با قیمت بالاتری به فروش رسانده و این تفاوت قیمتی به عنوان درآمد خالص اضافی مزرعه برای کشاورزان تولیدکننده منظور خواهد شد (مازاد تولیدکننده). برخی از محصولاتی که به افزایش درآمد خالص مزرعه کمک می¬کنند، در عین حال، موجب کاهش مازاد مصرف‌کنندگان خواهند شد. مازاد مصرف¬کننده، بخش دوم رفاه اقتصادی را در برمی‌گیرد. انتظار بر این است که در شرایط اقلیمی، مصرف¬کنندگان نسبت به تولیدکنندگان، اضافه¬رفاه¬ کم‌تری را تجربه نمایند. در شرایط اقلیمی، مقدار قابل توجهی از زمین¬ها، کشت نخواهند شد و این امر ضمن کاهش تولید، باعث کاهش قابل توجه در عرضه¬ی کل به بازار می¬شود. در شرایط کاهش عرضه محصولات کشاورزی، قیمت¬ کالاها افزایش و مقدار دسترسی مصرف¬کنندگان به محصولات کاهش یافته و در نتیجه رفاه مصرف‌کنندگان تنزل پیدا خواهد کرد. کاهش عملکرد محصولات در اثر تغییر اقلیم، منجر به افزایش قیمت کالاهای کشاورزی خواهد شد و مصرف¬کنندگان با قیمت¬های بالاتر و سطوح پایین¬تری از مصرف مواجه خواهند شد. از سوی دیگر، از آنجا که تقاضا برای بیش‌تر این کالاها نسبت به قیمت آن‌ها کشش‌ناپذیر است، کاهش در عرضه با افزایش قیمت بیش‌تری روبه‌رو بوده و این امر منجر به از دست¬رفتن بخشی از منافع اقتصادی مصرف‌کننده و با این حال، افزایش رفاه اقتصادی تولیدکنندگان خواهد شد. نتیجه¬ی این قسمت از پژوهش با نتایج پژوهش¬های (۹)، (۲)، (۸) و (۲۵) همسو می¬باشد.

با توجه به نتایج پژوهش، به منظور افزایش عملکرد محصولات زراعی، توصیه می¬شود از راهکارهای¬ مناسبی مانند استفاده بهینه¬ی از نهاده¬های تولیدی، کشت محصول در شرایط آب هوایی مناسب و توسعه فناوری‌های نوین استفاده شود. استفاده از روش¬های نوین آبیاری؛ ضمن کاهش تأثیر کمبود آب کشاورزی در شرایط خشکسالی، سبب افزایش بهره‌وری شده و حساسیت محصول به شرایط اقلیمی را کاهش می‌دهد. هم‌چنین، برای جلوگیری و مقابله با آثار منفی تغییرات اقلیمی، قیمت‌گذاری آب مصرفی در بخش کشاورزی با هدف ایجاد انگیزه در تولیدکنندگان جهت استفاده از فناوری¬های نوین، استفاده از ارقام مقاوم به کم آبیاری، تغییر الگوی کشت به سمت محصولات با کارایی مصرف آب بالاتر، برنامه¬ریزی و اعطای تسهیلات مالی جهت آمادگی تولیدکنندگان بخش زراعی در برابر تغییرات اقلیمی مانند بیمه محصولات کشاورزی باید در دستور کار قرار گیرد. با توجه به کاهش عملکرد بخش زراعی و رفاه جامعه در سال‌های آینده در نتیجه بروز تغییرات اقلیمی، پیشنهاد می¬گردد تدابیری اندیشیده شود تا آگاهی کشاورزان نسبت به پیامدهای مثبت و منفی تغییر اقلیم افزایش و راهکارهای سازگاری با این پدیده به آن¬ها آموزش داده شود.

References

1. Abbasi F, Babaian A, Asmari M, Borhani R. Evaluation of climate change in the coming decades (2100-2025) using microsprint data of general circulation model, geographic research. 2010; 27 (1): 205-229.

2. Adams R.M, Fleming R.A, Chang C, McCarl B.A, Rosenzweig C. A reassessment of the economic effects of global climate change on U.S. agriculture. Climate Change. 1995; 30: 147- 167.

3. Affuso, E. Consumer welfare and climate change in Greenland. Energy Economics.https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019;104505.

4. Amirnejad H, Asadpour kordi M. Effects of Climate Change on Wheat Production in Iran. Agricultural Economics Research.2017; 9(35): 163-182.

5. Amirnejad H, Amouee A, Mojaverian M. The consequences of climate change in agriculture and its Relationship with Rice producers rent (Case study; Mazandaran province). Agricultural Economics Research; 2019; 11(41): 131-148

6. Baltagi B. Econometrics. Fourth edition. Springer.Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008.

7. Chang C. The potential impact of climate change on Taiwan s agriculture. Agricaltural Economics. 2002; 27: 51-64.

8. Darwin R, Tsiagas M, Lewandrowski J. World agriculture and climate change: Economic adaptation. Report No. ARE-709, US department of agriculture, economic research services, Washington, DS. 1995.

9. Estrada F, Conde C, Eakin H, Villers L. Potential impacts of climate change on agriculture: a case study of coffee production in Veracruz, Mexico. Climate change. 2006; 79: 259-288.

10. Gohar A, Cashman A. A methodology to assess the impact of climate variability and change on Water resources, food security and economic welfare, Agricultural Systems. 2016; 147: 51-64.

11. Gujarati D.N. Basic Econometrics, Translated by Abrishami H. Tehran: University of Tehran Press. 2004.

12. Hausman J. Specification Tests in Econometrics. Journal of the Econometric Society. 1978; 46 (6): 1251–1271.
13. Hoseini S, Nazari M, Araghinejad S. Investigating the impacts of climate on agricultural sector with emphasis on the role of adaptation strategies in this sector. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research. 2013; 44(1): 1-16.

14. Hossain M, Arshad M, Qian L, Zhao M, Mehmood Y, Kachele H. Economic impact of climate change on crop farming in Bangladesh: An application of Ricardian method. Ecological Economics. 2019; 164: 106-354.
15. Hosseini S, Shahbazi H. Estimation of Iran's Agricultural Aggregate Demand and Supply: 1959-2007. Journal Of Agricultural Economics and Development. 2013; 27(1): 16-24.
16. Information and Communication Technology Center. Agricultural Statistics. Iran Ministry of Agriculture Jihad. 2016.

17. Intergovernmantal Panel on Climate change. Summary for policy Makers climate change: The physical science basis. 2007.
18. Iran Meteorological Organization. Climate parameter report. Iran Ministry of Roads & Urban Development. 2016.

19. Kemfert C. Climate protection requirements- the economic impact of climate change. Handbook utility management. Entropy. American Journal of Agricultural Economics. 2016; 80(1): 124-138.
20. Lu S. Bai X. Li W, Wang N. Impacts of climate change on water resources and grain production. Technological Forecasting & Social Change. 2019; 143: 76-84.
21. Molaei M, Sadeghi M, Javanbakht O. The impact of climate parameters on yield and yield risk of rainfed wheat and barley in West Azarbaijan province. Journal of Agroecology. 2017; 7(2): 31-45.

22. Momeni S. Potential Impacts of Climate Change on Agricultural Sector in Fars Province. Master's thesis. Faculty of Agriculture, Shiraz University. 2011.

23. Mousavi h, Ismaili A. Analysis of the works of import tariffs for import on Iran's rice market. Journal of Agricultural Economics Research. 2011; 3 (2): 20-1.

24. Parhizkari A, Mahmoodi A, Shokat Fadaee M. Economic Analysis of the Effects of Climate Change on Available Water Resources and Agricultural Products in the Watersheds of Shahrood. Agricultural Economics Research. 2017; 9(33): 23-50.
25. Reilly J. Agriculture: the potential consequences of climate variability and change. Cambridge University Press, New York. 2002.
26. Shaemi Barzaki A, Habibi Nokhandan M. Global Warming: Bioecological Consequences. Tarjoman-e Kherad Press, Mashhad, Iran. 2009.

27. Soltani S, Mosavi S. Evaluating the Potential Effects of Climate Changes on Yield and Value-Added in the Agricultural Sector in Hamedan-Bahar Plain. Agricultural Economics. 2015; 9(1): 95-115

28. Sultana H, Ali N, Iqbal M, Khan A. Vulnerability and adaptability of wheat production in different climatic zones of Pakistan under climate change. Journal of Climatic Change. 2009; 94:123–142.
29. Wolf J. Comparison of two potato simulation models under climate change. I. Model calibration and sensitivity analyses. 2002; Climate Research, 21: 17