



Journal of Environmental Studies

Vol. 46, No. 2, Summer 2020

Journal Homepage: www.Jes.ut.ac.ir

Print ISSN: 1025-8620 Online ISSN 2345-6922

Evaluation of the Climate Change Impacts on Irrigated Wheat Lands Rent in Iran

Farzane Bahadoran, Azam Rezaee*, Farshid Eshraghi, Ali Keramatzadeh

Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Management,
Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

DOI: [10.22059/JES.2021.290804.1007932](https://doi.org/10.22059/JES.2021.290804.1007932)

Document Type
Research Paper

Received
December 1, 2019

Accepted
April 29, 2020

Abstract

Climate change refers to the long-term variability in the behavioral pattern of the average climate measures of an area in the absence of a change in the general climate of the region. Given the inevitability of the effects of climate change on the agricultural sector, the assessment of its effects can be a basis for compliance with the uncertain future conditions. The purpose of this research is to assess the effects of climate change on wheat crop in Iran. The needed statistics and information were collected using secondary data. To accomplish the research objectives, using the panel data and Ricardian approach, the final effects of climate change on wheat rent in major provinces of the country wheat production during 2000-2015 were investigated. In order to predict the effect of climatic variables on the rent in the future of climate scenarios (A1, B1, and AB) was used. The results showed that the first and second degree coefficients of variables indicate the effects of U or reverse U on net agricultural income, which indicates that the average precipitation of spring season up to 91.5 mm leads to an increase in agricultural land rent and after this, the spot decreases with increasing precipitation. The results of the fall season were similar to those of spring season precipitation, i.e., rainfall increase up to 112.2 mm in this season, will increase the rents, but if rainfall is higher than this, the rent will decrease. The results of the final effect of climate change on agricultural land renting using scenarios of climate change in the future years showed that climate change has a significant negative impact on wheat yield rents and will lead to lower product rents in the future, So that the climate change will decrease the rent by 1.35, 4.51 and 10.41 percent in 2025, 2100 and 2050, respectively.

Keywords: Climate change, Iran, Irrigated wheat, Panel data, Ricardian approach

* Corresponding author

Email: arezaee@gau.ac.ir

Expanded Abstract

Introduction

There are assessing the impact of environmental change to internalize the externality. Climate change is the environmental change that needs to evaluate the impact on various sectors in the economy. Climate change refers to the long-term variability in the behavioral pattern of the average climate measures of an area in the absence of a change in the general climate of the region. Climate change occurs when changes in Earth's climate system result in new weather patterns remaining in place for an extended time. Agriculture is a climate-sensitive sector, and climate-smart agriculture is the way forward to increase agricultural productivity sustainably. Based on the reanalyzed index of global land-ocean temperature prepared by the National Aeronautics and Space Administration combined land and ocean skin temperature represents warming approximately to 1.35°C between 1880 and 2018. The climate change fact is intensive among the Middle East countries and especially Iran. According to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, climate change (CC) will expand existing stresses on agricultural systems, particularly those in Asia for several reasons. Given the inevitability of the effects of climate change on the agricultural sector, the assessment of its effects can be a basis for compliance with the uncertain future conditions. Some of the research has investigated the potential impacts of climate change on agriculture crops across different geographical locations. Regarding the importance of wheat in Iran's food security, the purpose of this research is to assess the effects of climate change on wheat crops in Iran. In this way, partial goals are including:

Determination of irrigated land rent in Iran

Investigation the impact of climate variable on irrigated land rent in Iran

Determination of climate change impacts on irrigated wheat lands rent in Iran.

Materials and Method

Because of the potential for global warming, there are widespread concerns about the impact of changing climate upon the productivity of land in farming and other sectors. The needed statistics and information were collected using secondary data. The main wheat production province in Iran are West Azarbaijan, East Azarbaijan, Ardebil, Esfahan, Ilam, Razavi Khorasan, Khuzestan, Sistan and Balouchestan, Fars, Qazvin, Kordestan, Kerman, Kermanshah, Golestan, Lorestan, Markazi, and Hamedan Province. About 70% of total wheat production is related to irrigated wheat and 30% is related to rain-fed wheat.

In recent years, the land area of irrigated wheat in recent years is about 2.2 hectares in Iran. Also, The yield of irrigated wheat is about 3.5 ton per hectare in Iran.

To accomplish the research objectives, using the panel data and Ricardian approach, the final effects of climate change on wheat rent in major provinces of the country wheat production during 2000-2015 were investigated (relation 1 to 4).

$$Q_i = Q(K_i, E) \quad (1)$$

$$C_i = C(Q_i, W, E) \quad (2)$$

$$\pi = [P_i Q_i - C(Q_i, W, E)] - PL_i L \quad (3)$$

$$V_L = \alpha E + \beta E^2 + \delta Z + \varepsilon_i \quad (4)$$

In Equation (1) to (4), where the Q is quantity of production, P is the market price of the crop, L is land, and PL is the agricultural land value. In order to predict, the effect of climatic variables on the rent in the future of climate scenarios (A1, B1, and AB) was used. Climate change scenarios or socioeconomic scenarios are projections of future greenhouse gas emissions used by analysts to assess future vulnerability to climate change. Producing scenarios requires estimates of future population levels, economic activity, and the structure of governance, social values, and patterns of technological

change.

The climate change scenarios for Iran have published by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Change in precipitation and Temperature will happen to 2100. Temperature and precipitation respectively increased and decreased. Based on Climate change scenarios in Iran between 2025 to 2100, change in temperature will happen one degree centigrade in 2025, 1.7-degree centigrade in 2050, 2.3 degrees centigrade in 2075, and 3 degrees centigrade in 2100. Also, precipitation will decrease by 0.9% in precipitation in 2025, 1.3% in 2050, 1.4% in 2075 and 2.5% in 2100.

Also, Iran will experience an increase of 3°C in mean temperatures and a 2.5% decline in precipitation in the next century. Also, Iran by total greenhouse gas emissions nearly 616,741 million tons of CO₂ is the first responsible country to climate change in the Middle East, and seventh in the world.

Results and Discussion

The results of the fixed effect by using Generalized Least Squares (GLS) show that the fixed effect is the best model for investigating climate change impacts on irrigated wheat land rent in Iran. F-test is applied to select between the pooled model and panel model. Also, the Hausman test is applied to select between the random effect model and the fixed-effect model. The quantity of F and Hausman test is respectively 2.48 and 37.2. The result indicates that the panel model is better than the pool model. Also, the fixed-effect model is better than the random effect model to evaluate the climate variable on agricultural land rent in Iran. The quantity of JB (5.8) shows that the model has normality. However, we applied GLS to resolve the heteroskedasticity in the fixed-effect model.

Log-log is the best form of this model. First, 72 proposed variables including temperature and precipitation in spring, fall, and interaction between variable, latitude, above mean sea level and quantity of inputs were estimated by stepwise regression. Then, based on the fixed-effect model, workforce, machinery, temperature, precipitation, precipitation* temperature, harvest precipitation, and harvest temperature are significant and R² is equal to 92%.

When precipitation increases, first agricultural land rent increases. Also, when temperature increases, agricultural land rent decreases. Besides, by 1% increasing in precipitation, agricultural land rent increases 0.98%. Also, the machinery coefficient shows that by 1% increasing in machinery, agricultural land rent increases by 0.24%. The workforce indicates when percent labor increases, agricultural land rent increases by 0.13%.

The results of the final effect of climate change on agricultural land rent using scenarios of climate change in the future years showed that climate change has a significant negative impact on wheat land rents and will lead to lower product rents in the future, So, the climate change will decrease the rent by 2.07%, 2.2%, 2.34% and 3.41% in 2025, 2050, 2075, and 2100, respectively.

Conclusions

Based on results, the total effect of climate change on irrigated wheat land rent is negative. Regarding the decreasing irrigated wheat land rent, proposed cultivation resistant to reduced temperature and precipitation. Also, the negative impacts of climate change can decrease by the change in cropping calendar of irrigated wheat. On the other hand, regarding various climate in Iran, regional research can help to decrease the negative effect of climate change. According to results, it could be mentioned that consideration of the effects of climate change on food security and farmers needed can decrease the negative effects of climate change.

ارزیابی آثار تغییر اقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی گندم آبی در ایران

فرزانه بهادران، اعظم رضایی*، فرشید اشراقی، علی کرامت‌زاده

گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۲/۱۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۱۰

چکیده

تغییرات اقلیم به تغییرپذیری‌های بلندمدت در الگوی رفتاری میانگین سنج‌های آب و هوایی یک منطقه در شرایط نبود تغییر در وضعیت عمومی اقلیم منطقه اطلاق می‌شود. نظر به اجتناب‌ناپذیری آثار تغییرات اقلیم بر بخش کشاورزی، ارزیابی آثار آن می‌تواند بسترساز انطباق با شرایط محتمل دوره آتی باشد. هدف از این تحقیق تحلیل اقتصادی آثار تغییر اقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی گندم آبی در ایران است. آمار و اطلاعات مورد نیاز از داده‌های سازمان هواشناسی کل کشور و بانک اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی گردآوری شده است. به منظور بررسی اثر نهایی تغییر اقلیم بر رانت گندم‌کاران در ایران از رهیافت ریکاردین و تکنیک داده‌های تلفیقی برای ۱۷ استان تولیدکننده عمده گندم آبی استفاده شد. به منظور پیش‌بینی اثر متغیرهای اقلیمی بر رانت گندم‌کاران در آینده از سه سناریوی تغییر اقلیم A1، B1 و AB که بیانگر افزایش سه درجه‌ای دما و کاهش ۲/۵ درصدی بارش برای ایران تا سال ۲۱۰۰ است، استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که رابطه بارش تجمعی سالیانه و رانت مثبت و معنادار است. همچنین به ازای افزایش دمای متوسط سالیانه رانت کاهش می‌یابد. اثر متقابل افزایش دما بارندگی به کاهش رانت زمین‌های کشاورزی گندم آبی منجر خواهد شد. بر اساس نتایج، اثر نهایی تغییر اقلیم بر رانت گندم‌کاران با استفاده از سناریوهای مذکور تغییر اقلیم در سال‌های آتی منفی است و تغییر اقلیم به کاهش رانت محصول در آینده می‌انجامد. به طوری که بر اثر تغییر اقلیم میزان رانت در سال ۲۰۲۵، ۲/۰۷ درصد، در سال ۲۰۵۰، ۲/۳۴ درصد و در سال ۲۱۰۰ تا ۳/۴۱ درصد کاهش خواهد یافت.

کلیدواژه‌ها: ایران، تغییر اقلیم، داده‌های تلفیقی، رهیافت ریکاردین، گندم آبی.

سراغاز

انسان‌ها در آینده با مشکل مواجه خواهد شد (پیش‌بهار و همکاران ۱۳۹۴). از آنجایی که بخش کشاورزی یکی از مهم‌ترین بخش‌های تولیدی و اقتصادی بسیاری از کشورها محسوب می‌شود، این تغییرات سبب دگرگونی در ساختار اقتصادی و الگوهای تجارت جهانی آن‌ها شده است. این بخش هم از نظر اقتصادی و هم از نظر فیزیکی در مقابل تغییر عوامل اقلیمی همچون درجه حرارت و رطوبت آسیب‌پذیر است. به علاوه، طبیعت نیمه‌خشک بعضی

با توجه به گرم شدن کره زمین و افزایش دما، احتمال وقوع خشک‌سالی در آینده وجود دارد. شدت تغییرات اقلیمی در چند سال اخیر به خاطر فعالیت‌های صنعتی و آلوده‌کننده‌های انسانی روند افزایشی یافته است. بنابراین تغییرات آب و هوا یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های پیش روی بشر در قرن حاضر است. لذا چون بخش کشاورزی از تغییرات اقلیمی تأثیرپذیر است، در نتیجه تأمین غذایی

چین، هند، ایالات آمریکا، روسیه، کانادا، پاکستان، استرالیا، ترکیه و اکراین است. همچنین ایران از نظر تولید گندم در رتبه هجدهم جهان قرار دارد. مطالعات مختلفی در زمینه ارزیابی آثار اقتصادی تغییرات اقلیم در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است. واتقی و اسماعیلی (۱۳۸۶)، با به کارگیری روش ریکاردین آثار اقتصادی تغییر اقلیم بر تولید محصول ذرت در ایران و اثرهای تغییر اقلیم آینده بر درآمد خالص کشاورزان را بررسی کردند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که متغیرهای اقلیمی اثرهای معنادار و غیرخطی بر درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت ذرت دارند. همچنین، نتایج نشان داد که افزایش در دما و کاهش بارندگی تا ۱۰۰ سال آینده، به سبب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، باعث ۲۹ درصد کاهش در بازده کشت ذرت در کشور می‌شود. علیجانی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی اثر دما و بارندگی بر عملکرد گندم آبی ایران با استفاده از روش GLS پرداختند. نتایج نشان داد برای هر یک از استان‌ها، متغیرهای فیزیکی (نهادهای مصرفی) مدل غیر از سم مصرفی، تأثیر مثبت و معناداری در عملکرد دارند. علاوه بر متغیرهای فیزیکی، متغیر بارندگی اثر مثبت و درجه حرارت اثر منفی بر عملکرد گندم دارد. پیش‌بهار و همکاران (۱۳۹۴) تأثیر متغیرهای اقلیمی چون نوسانات دما و بارش و نیز میزان نهاده‌های مصرفی بذر، کود اوره و کود فسفات بر عملکرد ذرت دانه‌ای طی سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۹۱ را با استفاده از مدل ریکاردین و روش اقتصادسنجی فضایی بررسی کردند. نتایج نشان داد که شدت نوسانات تغییرات اقلیمی در هر سه اقلیم به‌اندازه‌ای بوده که به عنوان عامل‌های ریسک سیستماتیک شناسایی شوند. سلطانی و موسوی (۱۳۹۵) به تحلیل ریزمقیاس تغییرپذیری‌های اقلیم و تعیین سناریوهای اقلیمی منطقه‌ای در دشت همدان-بهار و میزان تغییرپذیری الگوی کشت و ارزش افزوده بخش کشاورزی با ترکیب مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی، مدل واکنش عملکرد و مدل مولد هواشناسی LARS-WG پرداختند. نتایج نشان داد که همراه

کشورها با افزایش کشاورزی روی زمین‌های حاشیه‌ای، خشک‌سالی‌های فراوان و کمیابی منابع آبی با وجود نوسانات فراوان در بارش باران، این آسیب‌ها را تشدید می‌کند. بنابراین آمادگی برای مقابله با آثار این پدیده می‌تواند نقش مؤثری در کاهش زیان‌های احتمالی این پدیده داشته باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که پدیده تغییر اقلیم در عرض‌های جغرافیایی که کشور ما در آن واقع شده است، بیشترین آثار منفی را دارد، چرا که ایران در پهنه اقلیمی دنیا از مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. خشک‌سالی‌هایی که از نیمه دهه ۱۳۷۰ بر کشور سیطره افکنده، افزایش ملموس دما، کاهش نزولات جوی، کاهش رواناب رودخانه‌ها، خشک شدن تالاب‌های کشور و در رأس آن دریاچه ارومیه و کاهش سطح جنگلی کشور در ارتفاعات البرز و زاگرس از مصادیق آن هستند (مرید و عبدالمنافی، ۱۳۹۲). اثرگذاری‌های سوء تغییر اقلیم بر محصولات استراتژیک کشور، به‌ویژه گندم به علت گستردگی کشت آن، بیشتر از دیگر محصولات خواهد بود. گندم از مهم‌ترین غلات است. گندم از گیاهان گل‌دار تک‌لپه‌ای یک‌ساله و تیره گندمیان و از خانواده گرامینه‌ها است. شرایط ایدئال برای رشد گندم، آب‌وهوای خنک در دوره رشد رویشی، آب‌وهوای معتدل در دوره تشکیل دانه و آب‌وهوای گرم و خشک در زمان برداشت محصول است. بنابراین در مناطقی که زمستانی سخت دارند، کشت گندم با مشکلاتی از قبیل سرمازدگی زمستانی مواجه می‌شود و البته گندم در برابر خشکی مقاومت چندانی ندارد و نمی‌تواند به مدت طولانی، خشکی و کم‌آبی را تحمل نماید. به دلیل شرایط بیولوژیکی گندم، می‌توان آن را به صورت آبی و دیم کشت کرد. زمان برداشت گندم تحت تأثیر عواملی از جمله بارندگی، رطوبت نسبی، دمای هوا و همچنین رسیدن دانه قرار می‌گیرد. برداشت گندم در ایران از اوایل بهار (در مناطق گرمسیری) آغاز شده و تا اواخر تابستان (در مناطق سردسیری) ادامه دارد. تولیدکنندگان عمده گندم در جهان به ترتیب اتحادیه اروپا،

در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۱۰۰ به ترتیب به میزان ۱۷/۷ درصد و ۲۱/۲۸ درصد کاهش می‌یابد. Etwire و همکاران (۲۰۱۹) از یک مدل ریکاردین برای بخش کشاورزی غنا برای بررسی آثار تغییر اقلیم بر درآمد کشاورزان استفاده کردند. نتایج نشان داد که تغییرات شدید آب و هوایی به کاهش چشمگیر درآمد متوسط منجر خواهد شد. با توجه به مطالعات انجام شده در داخل و خارج از کشور، بررسی آثار تغییر اقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی، درآمد خالص، عملکرد و رفاه با استفاده از مدل‌های ریکاردین، مدل‌های برنامه‌ریزی و اقتصادسنجی برای بررسی آثار اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی استفاده شده است. با توجه به اینکه در رهیافت ریکاردین امکان تخمین متغیرها به صورت خطی و آثار متقابل متغیرهای اقلیمی وجود دارد و همچنین می‌توان داده‌ها را به صورت پانل در نظر گرفت، در مطالعه حاضر از این مدل استفاده شده است.

روش تحقیق

مبحث رانت زمین با افزایش جمعیت و به زیر کشت رفتن زمین‌های درجه دوم، برای زمین‌های حاصلخیز به وجود آمد و مقدار آن بسته به درجه اختلاف بین مرغوبیت زمین نوع اول و دوم تعیین می‌شود. همچنین بهره‌برداری از زمین‌های درجه سوم باعث به وجود آمدن رانت برای زمین‌های درجه دوم می‌شود و میزان آن برابر است با اختلاف بین محصول و زمین که با یک مقدار معین کار و سرمایه معین به دست آمده باشد. به همین ترتیب با هر مرحله افزایش جمعیت که مردم را مجبور می‌سازد برای یافتن غذا به تدریج تا بدترین نوع زمین‌ها را بهره‌برداری کنند، رانت زمین‌های حاصلخیز افزایش می‌یابد. به نظر ریکاردو تمام هزینه‌های تولید و نرخ متوسط سود سرمایه‌گذاری در کار و سرمایه، به زمین‌هایی تحمیل می‌شود که در مرحله نهایی بهره‌برداری می‌شوند. همچنین ارزش محصولات کشاورزی نسبت به کاری تعیین می‌شود که برای تولید هر واحد محصول در نامرغوب‌ترین زمین انجام

با افزایش دما به میزان ۰/۵۴ درجه سانتی‌گراد و کاهش بارندگی به میزان ۳/۴ درصد در این دشت ارزش افزوده بخش کشاورزی در افق ۲۰۲۰ به میزان ۳۵ میلیارد ریال کاهش خواهد یافت. امیرنژاد و اسدپور کردی (۱۳۹۶)، به بررسی اثر تغییر اقلیم بر تولید گندم در ایران با استفاده از یک الگوی خود رگرسیون با وقفه توزیعی پرداختند. بر اساس نتایج با افزایش بارش به میزان یک درصد، به تولید گندم به میزانی کمتر از یک درصد افزوده خواهد شد. دیلمی و همکاران (۱۳۹۸)، به استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به بررسی آثار تغییرات اقلیم بر سود و عملکرد کشاورزی در شهرستان گرگان طی سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۹۶ پرداختند. نتایج نشان داد که پارامترهای اقلیمی دما و بارش تأثیر معناداری بر عملکرد محصولات منتخب دارد و همچنین با اعمال پیش‌بینی تغییرات اقلیم در مدل الگوی کشت، مقادیر سطح زیر کشت آن‌ها تغییر می‌یابد و سود ناخالص کشاورزان افزایش پیدا می‌کند. Mendelsohn و Kurukulasuriya (۲۰۰۷)، آثار تغییر اقلیم در کشاورزی در آفریقا را با استفاده از روش ریکاردین مطالعه کردند. نتایج نشان داد که تغییر اقلیم بر درآمد خالص مزارع آفریقا اثر می‌گذارد. اعمال این نتایج برای اقلیم‌های آینده نشان داد که زمین‌های دیم به تغییرات اقلیم حساس هستند. اگر اقلیم‌های آینده گرم و خشک باشد درآمدهای خالص محصولات زمین‌های آبیاری شده کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. Van Passel و همکاران (۲۰۱۲)، آثار تغییر اقلیم در کشاورزی در اروپا را با استفاده از روش ریکاردین بررسی کردند. نتایج نشان داد افزایش (کاهش) بارندگی موجب افزایش (کاهش) ارزش زمین به میزان ۳ درصد به ازای هر میلی‌متر بارش شده است. در مطالعه Huong و همکاران (۲۰۱۸)، از رویکرد ریکاردین برای بررسی پیامدهای تغییرات اقلیمی در بخش کشاورزی برای سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۱۰۰ در منطقه شمال غربی ویتنام استفاده کردند. نتایج نشان داد که درآمد خالص به دلیل تغییرات آب و هوایی

می‌گیرد. در زمین‌های مرغوب اضافه محصولی به وجود می‌آید که از طرف مالکان زمین‌ها بابت بهره مالکانه گرفته می‌شود.

روش ریکاردین بر اساس نظریات Ricardo (۱۸۱۷) پایه‌ریزی و توسط Masseti و Mendelson (۲۰۱۱) توسعه داده شد. مفهوم اساسی رویکرد ریکاردین ارزش زمین و فعالیت‌های کشاورزی در ارتباط با آب و هوا (متغیرهای زیست‌محیطی) است. بهره‌وری یک محصول تابعی از یک متغیر محیطی مانند درجه حرارت و بارش است. در این نظریه، رانت^۱ زمین کشاورزی، منعکس‌کننده بهره‌وری خالص مزرعه است و درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت محصولات منتخب، معیاری برای رانت یا ارزش زمین در نظر گرفته می‌شود. در واقع، این مدل، آثار تغییر آب و هوا و دیگر متغیرها بر ارزش زمین یا درآمد خالص را آزمایش می‌کند (Van Passel et al., 2012) در مدل ریکاردین، توابع تولید و هزینه به صورت رابطه‌های (۱) و (۲) تعریف می‌شود:

$$Q_i = Q(K_i, E) \quad (1)$$

$$C_i = C(Q_i, W, E) \quad (2)$$

که در آن، Q_i مقدار محصول i ام تولید شده؛ K_i بردار نهاده‌های تولیدی برای محصول i ام؛ E بردار فاکتورهای اقلیمی برونزا مانند دما و بارش، C_i هزینه تولید محصول i ام و w برداری از قیمت عوامل تولید است. با توجه به توابع تولید و هزینه، تابع سود برای کشاورز در شرایط معین بودن قیمت، به صورت رابطه (۳) است.

$$\pi = [P_i Q_i - C(Q_i, W, E) - PL_i L] \quad (3)$$

در رابطه مذکور، PL_i هزینه سالیانه زمین محصول i ام و L_i سطح زیر کشت تولید آن است. در رهیافت ریکاردین ارزش زمین بازتاب‌کننده سودآوری زمین در بازار رقابت کامل است. مفهوم مدل ریکاردو این است که ارزش زمین با تغییرات اقلیمی در ارتباط است (امیرنژاد و همکاران، ۱۳۹۸). بر اساس مدل Thapa و Joshi (۲۰۱۱)، ارزش زمین تابعی از متغیرهای اقتصادی، اقلیمی و مجذورشان

است (رابطه ۴):

$$v = \alpha E + \beta E^2 + \delta Z + \varepsilon_i \quad (4)$$

در رابطه مذکور، V_L ارزش زمین؛ E برداری از متغیرهای اقلیمی شامل دما، بارندگی و... Z برداری از متغیرهای اقتصادی مدل است. اگر داده‌های مربوط به ارزش زمین در دسترس نباشد می‌توان درآمد خالص (سود) به ازای یک هکتار را جایگزین ارزش زمین کرد (Joshi and Thapa; 2011). در این مطالعه از رابطه (۵)، استفاده شده است.

$$NR_i = \alpha E + \beta E^2 + \delta Z + \varepsilon_i \quad (5)$$

در رابطه مذکور NR_n برابر است با درآمد خالص (سود) به ازای یک هکتار محصول گندم آبی در استان‌های عمده تولیدکننده این محصول که تمام هزینه‌های تولید (هزینه‌های کاشت، داشت، برداشت و سایر هزینه‌ها) به غیر از هزینه زمین، از درآمد ناخالص (حاصل ضرب عملکرد در قیمت محصول) به ازای یک هکتار کسر می‌شود.

برای ارزیابی آثار اقتصادی تغییر اقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی گندم آبی در ایران از داده‌های تلفیقی استفاده شد. داده‌های پانل به دلیل آنکه هم تغییرات زمانی و هم تغییرات درون هر مقطع را منعکس می‌کنند، می‌توانند اطلاعات بیشتری را منعکس نمایند و به مجموعه‌ای از داده‌ها گفته می‌شود که بر اساس آن، مشاهدات با تعداد زیادی از متغیرهای مقطعی (N) که اغلب به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند، در طول یک دوره زمانی مشخص (T) بررسی شده باشند. آزمون‌های انتخاب مدل بهینه در داده‌های تلفیقی عبارت‌اند از آزمون هاسمن^۲ و آزمون چاو^۳. آزمون chow برای به کارگیری مدل pool در برابر مدل آثار ثابت انجام می‌شود. فرضیات این آزمون به صورت زیر است:

H_0 =pooled model

H_1 =fixed effect model

فرضیه نخست بر اساس مقادیر مقید و فرضیه مقابل آن بر اساس مقادیر غیر مقید است. آماره آزمون chow بر اساس مجموعه مربعات خطای مدل مقید و مدل غیر مقید

معمولی انجام گیرد بایستی آزمون‌های لازم از جمله خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی مدل بررسی شود. در صورتی که خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی در مدل وجود داشته باشد تخمین کارایی نخواهد بود. سناریوهای اقلیمی مورد استفاده در این مطالعه (A1، B1 و AB) در جدیدترین گزارش هیئت بین‌الدولی^۲ تغییر اقلیم موجود است. سناریوی A1، جهانی به سرعت توسعه یافته همراه با برهم کنش‌ها و همگرایی‌های قوی بین مناطق را به تصویر می‌کشد که در آن، درآمد سرانه افراد یکنواخت‌تر است. جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ به اوج خواهد رسید و پس از آن کاهش خواهد یافت و در پی آن فناوری‌های کارا تر و جدید معرفی خواهند شد. سه زیرشاخه متفاوت برای گروه A1 بر مبنای فناوری مورد استفاده در قرن ۲۱ فرض شده است: تشدید مصرف سوخت فسیلی A1F1 مصرف سوخت غیر فسیلی A1T و مصرف سوخت فسیلی و غیر فسیلی به صورت متعادل A1B. سناریوی B1، وضعیت جمعیت در B1 شبیه A1 بوده با این تفاوت که تأکید در این سناریو بر مصرف انرژی‌های پاک و محیط‌زیست است. در این سناریو تأکیدی محکم بر راه‌حل‌های جهانی برای پایداری و دستیابی به تساوی حقوق بیشتر بین جوامع است. همچنین در سناریوی B2، تأکید بر ادامه رشد جمعیت و راه‌حل‌های منطقه‌ای برای پایداری است. نرخ رشد جمعیت در این سناریو کمتر از سناریو A2 و نرخ رشد فناوری کمتر از A2، B1 است. سناریوهای تغییر اقلیم تا افق ۲۱۰۰ در جدول (۱) نشان داده شده است. به طور کلی سناریوهای مذکور نشان‌دهنده افزایش دما و کاهش بارش تا سال ۲۱۰۰ است.

به صورت رابطه (۶) به دست می‌آید:

$$CHOW = \frac{RRSS-URSS/N-1}{URSS/NT-N-K} \quad (6)$$

این آماره دارای توزیع f با $nt-n-k$ و $n-1$ درجه آزادی است. اگر رگرسیون خطی پانل به صورت رابطه (۷) باشد:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k Z_{kit} + e_{it} \quad (7)$$

که در آن، Y_{it} ، ارزش متغیر وابسته برای واحد i ام در دوره t ام؛ X_{jit} ، ارزش متغیر توضیحی j ام برای واحد i ام در دوره t ام است. اختلاف بین مقاطع در α_i برای تمام بنگاه‌ها ثابت است، روش OLS تخمین‌های کارا و سازگاری از α و β به دست خواهد داد ولی اگر فرض بر این باشد که در بین مقاطع مختلف اختلاف وجود دارد، از روش داده‌های پانل برای تخمین استفاده می‌شود. برای انجام آزمون فروض H_0 و H_1 عبارت است از:

H_0 : عرض از مبدأ تمام مقاطع یکسان است

H_1 : حداقل یک مقطع عرض از مبدأ متفاوت دارد

برای تعیین وجود عرض از مبدأ جداگانه برای هر یک از مقاطع از آماره F به صورت زیر استفاده می‌شود.

$$F_{N-1, N(T-1)-K} = \frac{(RRSS-URSS)/(N-1)}{URSS/(NT-N-K)} F_0 \quad (8)$$

در رابطه فوق، UR ، مشخص کننده مدل غیر مقید و علامت R ، نشان دهنده مدل مقید با یک عبارت ثابت برای تمامی گروه‌هاست. K ، تعداد متغیرهای توضیحی ملحوظ در مدل؛ N ، تعداد مقاطع و t ، بیانگر دوره زمانی هستند. اگر F محاسبه شده از F جدول با درجه آزادی $N-1$ و $N(T-1)-K$ بزرگ‌تر باشد، آنگاه فرضیه صفر رد می‌شود و لذا رگرسیون مقید دارای اعتبار نیست و باید عرض از مبدأهای مختلفی را در برآورد لحاظ کرد. برای اینکه بهترین برآورد رگرسیونی با استفاده از رگرسیون مربعات

جدول ۱. سناریوهای تغییر اقلیم ایران (مأخذ: IPCC)

Climate change scenarios		
تغییر بارش (درصد)	تغییر دما (°c)	سال (year)
Change in precipitation (%)	change in Temperature (c)	
-۰/۹	۱	۲۰۲۵
-۱/۳	۱/۷	۲۰۵۰
-۱/۴	۲/۳	۲۰۷۵
-۲/۵	۳	۲۱۰۰

احتمال ۰/۰۵ نشان‌دهنده نرمال بودن جزء اخلاص بود. همچنین آزمون ایستایی بر اساس نمودار همبستگی برای جزء اخلاص انجام گرفت، از آنجا که نمودار دارای روند نیست ایستا بودن جزء اخلاص در سطح را نشان می‌دهد. برای آزمون همخطی بین متغیرهای مطالعه از آزمون $correlation$ استفاده شد. متغیرهایی که میزان همبستگی نزدیک به یک داشتند حذف شدند و بقیه در مدل نگه داشته شدند. مقدار آماره DW برابر ۲/۲۸ بود که بیانگر عدم وجود خودهمبستگی در مدل است. مقدار ۰/۹۲ ضریب تعیین بیانگر این است که متغیرهای مستقل توانسته‌اند ۹۲ درصد تغییرات متغیر وابسته را نشان دهند.

بر اساس جدول (۲)، در مدل آثار ثابت ضریب متغیر حاصل ضرب دمای برداشت و بارش برداشت معنادار نشد. ضریب معنادار و مثبت بارش تجمعی کل سالیانه بیانگر آن است که با افزایش یک درصد بارش تجمعی، رانت زمین‌های کشاورزی گندم به میزان ۰/۹۸ درصد افزایش می‌یابد. ضریب متغیر اثر متقابل دمای کل و بارش کل منفی و معنادار به میزان ۰/۹۷- بیانگر اثر منفی تأثیر متقابل دما و بارش سالیانه بر رانت گندم آبی است. در واقع این متغیر تأثیر هم‌زمان این دو متغیر بر رانت را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر با افزایش هم‌زمان دمای متوسط سالیانه و بارش تجمعی به میزان یک درصد، رانت زمین‌های گندم آبی در کشور به میزان کمتر از یک درصد کاهش می‌یابد. همچنین ضریب متغیر دمای متوسط سالیانه بر رانت منفی و معنادار است. در واقع با افزایش یک درصدی دمای متوسط سالیانه رانت گندم آبی به میزان ۰/۲۱ درصد کاهش می‌یابد. ضریب متغیر و معنادار نیروی کار بیانگر این است که با افزایش یک درصدی نیروی کار به میزان ۰/۱۳ درصد رانت گندم آبی افزایش خواهد داشت. همچنین، ضریب مثبت و معنادار ماشین‌آلات که می‌تواند جایگزینی برای متغیر سرمایه باشد نشان می‌دهد که با افزایش یک درصدی ماشین‌آلات رانت زمین‌های گندم آبی در ایران با افزایش ۰/۲۴ درصدی مواجه خواهد بود.

برای بررسی آثار تغییر اقلیم بر رانت گندم در ایران، ۱۷ استان (آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، اصفهان، ایلام، خراسان رضوی، خوزستان، سیستان و بلوچستان، فارس، قزوین، کردستان، کرمان، کرمانشاه، گلستان، لرستان، مرکزی، همدان) که بیشترین سطح تولید را داشتند در دوره زمانی ۱۳۷۸-۱۳۹۴ انتخاب شدند. آمار و اطلاعات دما و بارش، ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی از سازمان هواشناسی کل کشور و داده‌های مربوط به میزان عملکرد و نهاده‌های تولید (میزان، بذر، نیروی کار، کود و سم و...) از بانک اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی گردآوری شد. به منظور محاسبات از نرم‌افزار Eviews10 استفاده شد.

نتایج و بحث

در این مطالعه اشکال تبعی مختلف برای بررسی متغیرهای اقلیمی بر رانت زمینه‌های کشاورزی گندم آبی در نظر گرفته شد که در نهایت مدل $log-log$ انتخاب شد. بر اساس جدول (۲) با استفاده از داده‌های تلفیقی و روش GLS، تخمین مدل با سه روش $Fix\ effect, Pool$ (آثار ثابت) $Random\ Effect$ (آثار تصادفی) به صورت $log-log$ انجام گرفت. تعداد نمونه با توجه به استان‌های عمده تولیدکننده گندم آبی و تعداد سال‌های مورد مطالعه ۲۵۱ در نظر گرفته شد. نخست بر اساس مبانی نظری و رابطه (۵)، متغیرهای پیشنهادی ورودی عبارت بودند از دما و بارش کل، فصل کاشت، فصل برداشت، فصل پاییز، فصل بهار و آثار متقابل آن‌ها، توان دوم و همچنین مقادیر نهاده‌های کود، سم، نیروی کار و ماشین‌آلات. برای انتخاب بین $Pool$ و $Panel$ از آزمون F استفاده شد که با توجه به مقدار آماره F که برابر با ۲/۴۸ بود و با سطح احتمال ۰/۰۰۱۷ مدل پانل انتخاب شد. همچنین برای انتخاب بین مدل Fix و $Random$ از آزمون هاسمن استفاده شد که با توجه به میزان آماره ۳۷/۲ و سطح احتمال ۰/۰۰۱ مدل آثار ثابت به‌عنوان بهترین مدل انتخاب شد. آزمون نرمال بودن جزء اخلاص که در آن مقدار آماره JB برابر با ۵/۸ با سطح

جدول ۲. نتایج تخمین مدل آثار ثابت

Dependent variable: log rent	
متغیر (variable)	Fixed effect
	-۰/۱۴ ^{ns}
(HT) لگاریتم دمای برداشت	(-۰/۲۷)
	-۰/۰۶ ^{ns}
(HP) لگاریتم بارش برداشت	(۰/۳۶)
	-۰/۹۷ ^{**}
(TP) لگاریتم اثر متقابل دمای کل و بارش کل	(-۲/۲)
	-۰/۹۸ ^{**}
(P) بارش کل	(۲/۲۳)
	-۰/۲۱ ^{***}
(T) لگاریتم دمای متوسط کل	(-۴/۸۶)
	-۰/۲۴ ^{**}
(Machin) لگاریتم ماشین‌آلات	(۲/۰۹)
	-۰/۱۳ ^{***}
(Workforce) لگاریتم نیروی کار	(۵/۱۲)
	۱۳/۲ ^{**}
C	(۲/۲۹)
N=۲۵۱	Hausman Test=۳۷/۲
R ² = ۰/۹۲	JB= ۵/۸
R-squared Adjusted=۰/۹۱	
Dw= ۲/۲۸	

منبع: نویسندگان

***، ** و * به ترتیب معناداری در سطح یک، پنج و ده درصد

ارزیابی اثر نهایی تغییر اقلیم

نتایج اثر جمعی نشان می‌دهد که تغییر اقلیم به کاهش رانت در آینده منجر می‌شود. بر اساس جدول (۳)، تا سال ۲۰۲۵ تغییرات دما و بارش رانت را به میزان ۲/۰۷ درصد کاهش خواهد داد. به علاوه، تا سال ۲۰۵۰، تغییرات رانت برای آینده نزدیک، آینده میانی و آینده دور (۲۰۲۵-۲۱۰۰)، تغییر رانت برای گندم به دست آمد (جدول ۳).

جدول ۳. درصد تغییر رانت زمین کشاورزی محصول گندم ناشی از سناریوهای تغییر اقلیم

تغییر رانت (درصد) Change in rent (%)	سناریوهای تغییر اقلیم Climate change scenarios		سال (year)
	تغییر بارش (درصد) Change in precipitation	تغییر دما (°C) change in temperature	
-۲/۰۷	-۰/۹	۱	۲۰۲۵
-۲/۲	-۱/۳	۱/۷	۲۰۵۰
-۲/۳۴	-۱/۴	۲/۳	۲۰۷۵
-۳/۴۱	-۲/۵	۳	۲۱۰۰

منبع: نویسندگان

زمین‌های کشاورزی گندم است. در واقع با افزایش هم‌زمان دما و بارش رانت زمین‌های کشاورزی کاهش می‌یابد که با نتیجه مطالعه Van Passel و همکاران (۲۰۱۲)، مجاوریان و همکاران (۱۳۹۴)، Etwire و همکاران (۲۰۱۹) و Thilan Huong و همکاران (۲۰۱۸) همسو است. همچنین اثر جمعی تغییر رانت زمین کشاورزی با استفاده از سناریوهای مختلف تغییر اقلیم در سال‌های آتی برای محصول گندم آبی نشان می‌دهد که تغییر اقلیم بر مقدار رانت محصول گندم تأثیر منفی می‌گذارد و به کاهش رانت محصول در آینده منجر می‌شود. با توجه به کاهش رانت محصول گندم آبی ناشی از تغییرات اقلیم، پیشنهاد می‌شود وارسته‌های گندم مقاوم به تغییرات درجه حرارت و کاهش بارش به کار گرفته شود تا هم از کاهش سود کشاورزان جلوگیری شود و از تهدیدات امنیت غذایی در کشور بکاهد. همچنین، با بازنگری تقویم کاشت گندم در کشور آثار منفی تغییر اقلیم قابل کاهش است. از طرف دیگر با توجه به اینکه اقلیم‌های مختلفی در کشور وجود دارد پیشنهاد می‌شود مطالعاتی به صورت منطقه‌ای انجام گیرد.

یادداشت‌ها

1. Rent
2. Huasman Test
3. Chow Test
4. Intergovernmental Panel on Climate Change

به میزان ۲/۲ درصد کاهش خواهد داشت. همچنین با تغییرات دما و بارش میزان رانت گندم آبی در کشور به میزان ۲/۳۴ درصد کاهش خواهد داشت. همچنین میزان کاهش رانت با تغییرات دما و بارش تا سال ۲۱۰۰ بیش از ۳ درصد خواهد بود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف کلی این مطالعه بررسی آثار اقتصادی تغییر اقلیم بر رانت زمین کشاورزی محصول گندم آبی بود. با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش مدل لگاریتمی به عنوان بهترین مدل انتخاب شد. همچنین، متغیرهای دمای متوسط سالیانه و بارش تجمعی سالیانه به ترتیب آثار منفی و مثبت بر رانت زمین‌های کشاورزی گندم آبی در استان‌های عمده تولیدکننده گندم آبی دارند که با نتیجه مطالعه امیرنژاد و اسدپور کردی (۱۳۹۶) و علیجانی و همکاران (۱۳۹۰) انطباق دارد.

نتایج تأثیر نهاده‌های مصرفی بر رانت نشان می‌دهد که نهاده نیروی کار، تأثیری مثبت و معنادار بر رانت زمین‌های کشاورزی دارد و به افزایش رانت منجر می‌شود. نتیجه مطالعه مجاوریان و همکاران (۱۳۹۴) همسو با مطالعه حاضر است. همچنین ضریب متغیر ماشین‌آلات به عنوان جانشین سرمایه بیانگر افزایش رانت گندم آبی است که همسو با مطالعه امیرنژاد و اسدپور کردی (۱۳۹۶) نیست. اثر متقابل دما و بارش سالیانه بیانگر اثر منفی بر رانت

منابع

- امیرنژاد، ح.، عمومی، ع.، مجاوریان. (۱۳۹۸). پیامدهای تغییر اقلیم در کشاورزی و ارتباط آن با رانت شالیکاران (مطالعه موردی استان مازندران) فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۱۱(۴۱): ۱۴۸-۱۳۱.
- امیرنژاد، ح.، اسدپور کردی، م. (۱۳۹۶). بررسی اثرات تغییر اقلیم بر تولیدگندم در ایران. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۹(۳): ۱۸۲-۱۶۳.
- پیش بهار ا.، دارپرینان س.، قهرمان زاده م. (۱۳۹۴). بررسی آثار تغییرات اقلیمی بر عملکرد ذرت دانه‌ای در ایران: کاربرد رهیافت اقتصادسنجی فضایی با داده‌های پانلی. مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۷(۲): ۱۰۶-۸۳.

- دیلمی، ا.، جولایی، ر.، رضایی، ا.، کرامت‌زاده، ع. (۱۳۹۸). بررسی آثار اقتصادی تغییرات اقلیمی بر عملکرد، سود ناخالص و الگوی کشت شهرستان گرگان. *مجله اقتصاد کشاورزی*. ۱۳(۲): ۱۶۰-۱۳۷.
- سلطانی ش.، موسوی س. (۱۳۹۵). تحلیل ریز مقیاس ماهیت تغییر پذیری های اقلیم و تعیین سناریوهای اقلیمی بخش کشاورزی در دشت همدان-بهار. *مجله اقتصاد کشاورزی*. ۱۰(۳): ۱۷۴-۱۵۵.
- علیجانی، ف.، کرباسی، ع.، ر. و مظفری مسن، م. (۱۳۹۰). بررسی اثر درجه حرارت و بارندگی بر عملکرد گندم آبی ایران. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال نوزدهم، شماره ۷۶: ۱-۱۳.
- مرید س.، عبدالمنافی ن. (۱۳۹۲). بررسی آخرین وضعیت تغییرات اقلیم در خاورمیانه با تأکید بر ایران. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. ۲۸ ص.
- واتقی الف.، اسماعیلی ع. (۱۳۸۷). اثر تغییرات اقلیم بر رانت زمین کشاورزی: مطالعه موردی ذرت. *مجله اقتصاد کشاورزی*. ۲(۳): ۶۷-۴۷.
- Etwire, P. M., Fielding, D., & Kahui, V. (2019). Climate Change, Crop Selection and Agricultural Revenue in Ghana: A Structural Ricardian Analysis. *Journal of Agricultural Economics*, 70(2), 488-506.
- Huong, N. T. L., Bo, Y. S., & Fahad, S. (2018). Economic impact of climate change on agriculture using Ricardian approach: A case of northwest Vietnam. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(4), 449-457.
- Kurukulasuriya, P., & Mendelsohn, R. (2007). *A Ricardian analysis of the impact of climate change on African cropland*. The World Bank.
- Masseti, E. & Mendelsohn, R. (2011). *The impact of climate change on US agriculture: a repeated cross-sectional ricardian analysis*. Handbook on climate change and agriculture. Edward Elgar, Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA.
- Ricardo, D. (1817). *The Principles of Political Economy and Taxation*. Johan Murry Pub., London.
- Thapa, S., Joshi, G. R. (2011). *A Ricardian analysis of the climate change impact on Nepalese agriculture*. https://mpr.ub.uni-muenchen.de/29785/1/MPRA_paper_29785.pdf
- Van Passel, S., Massetti, E., & Mendelsohn, R. (2012). A Ricardian analysis of the impact of climate change on European agriculture. *Environmental and Resource Economics*, 67(4), 725-760.