Saffron Agronomy & Technology
Homepage: http://saffron.torbath.ac.ir
Vol. 11, No. 2, Summer 2023, p. 209-224

Investigation of The Economic Impacts of Climate Change on Saffron Land Rent in Khorasan Razavi Province

Azam Rezaee[1]* and Morteza Yaqubi[2,3]

Article type:
Research Article
Article history:
Submitted: 11 June 2023
Revised: 31 July 2023
Accepted: 13 August 2023
Available Online: 13 August 2023

How to cite this article:
Rezaee, A., and Yaqubi, M. (2023). Investigation of The Economic Impacts of Climate Change on Saffron Land Rent in Khorasan Razavi Province. Saffron Agronomy & Technology, 11(2), 209-224.
DOI: 10.22048/jsat.2023.400066.1489

Abstract

This study aimed to investigate the impact of climate change on saffron land rents in Khorasan Razavi province. To achieve this goal, relevant data and statistics were gathered from the National Meteorological Organization and the Agricultural Jihad Organization of Khorasan Razavi province between 2011-2020. In doing so, panel data of the Ricardian technique was employed. The net present value of land rent was subsequently calculated. Considering three climate change scenarios, A1, B1, and AB (pessimistic, optimistic, and intermediate) till 2100 of IPCC, the ultimate effect of climate change on saffron land rents in Khorasan Razavi province was predicted. The results indicated that all of the cities in Khorasan Razavi province had positive saffron land rents throughout the study period. Torbat-e-Jam had the highest value of saffron land rent with 535,079,456 Tomans, while Kashmar and Roshtkhar had the lowest value with 160,079,456 Tomans. Moreover, the trend of changes in land rents is positive in some cities and negative in others. Bajestan, Torbat-e-Jam, Jooybar, and Khoshab have an increasing trend in the value of saffron land rent. In addition, the trend of land rent in Bakharz, Taybad, Bardaskan, Torbat Heydariyeh, Joghatai, Chenaran, Khalilabad, and Khaf is decreasing. Based on a fixed effects model, the average annual temperature, cumulative precipitation, and maximum average temperature have a positive and significant effect. In contrast, the interactive effect of temperature, precipitation and minimum average temperature negatively and significantly affect saffron land rents. Considering climate scenarios until 2025, land rent will decrease by 11.0% per hectare. Moreover, changes in land rent caused by temperature and precipitation climate scenarios until 2100 are estimated to be 326.0%. Considering the average land rent and the total saffron cultivation area in Khorasan Razavi province, we will have a decrease of 7.93 billion Tomans in land rent. Given the inevitability of climate change, evaluating its effects can be effective in managing this phenomenon.

Keywords: Climate Change scenarios, Fixed effect model, Panel data, Ricardian approach, Saffron.

1- Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
2 - Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran
3- Saffron Institute, University of Torbat Heydarieh, Torbat Heydarieh, Iran
Corresponding author: arezaee@gau.ac.ir

© 2022, University of Torbat Heydarieh. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial License (CC BY NC 4.0)
(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0).

نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد۱۱، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲ ص. ۲۲۴-۲۰۹
Homepage: http://saffron.torbath.ac.ir

مقاله پژوهشی

بررسی آثار تغییرات اقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی زعفران در استان خراسان رضوی

اعظم رضایی[1*] و مرتضی یعقوبی[2،3]

تاریخ دریافت: ۲۱ خرداد ۱۴۰۲
تاریخ بازنگری: ۹ مرداد ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۲۲ مرداد ۱۴۰۲

رضایی، ا.، و یعقوبی، م. (۱۴۰۲). بررسی آثار تغییرات اقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی زعفران در استان خراسان رضوی. زراعت و فناوری زعفران، ۱۱(۲)، ۲۲۴-۲۰۹.

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات تغییرات اقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی زعفران در استان خراسان رضوی انجام شد. بر این اساس آمار و اطلاعات مورد نیاز از سازمان هواشناسی کل کشور و جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی در دوره زمانی ۹۹-۱۳۹۰ جمع-آوری شد. به منظور تحقق اهداف تحقیق، از روش ریکاردین و تکنیک داده‌های تلفیقی استفاده شد. در نهایت ارزش حال رانت محاسبه گردید. جهت پیش‌بینی اثر نهایی تغییراقلیم بر رانت زعفران در استان خراسان رضوی از سه سناریوی تغییر اقلیمA1، B1 وAB (بدبینانه، خوش‌بینانه و میانی) هیأت بین الدولی تغییر اقلیم تا افق ۲۱۰۰ استفاده شد. بر اساس نتایج، همه شهرستان‌های استان خراسان رضوی در دوره مورد بررسی دارای رانت مثبت زعفران هستند. تربت جام با ۵۳۵۰۷۹۴۵۶۰ ریال و کاشمر و رشتخوار با ۱۶۰۰۷۹۴۵۶۰ ریال به ترتیب بیشترین و کمترین ارزش حال رانت زعفران را دارند. همچنین روند تغییرات رانت در برخی شهرستان‌ها مثبت و در برخی شهرستان‌ها منفی است. شهرستان‌های بجستان، تربت جام، جوین و خوشاب دارای روند افزایشی ارزش رانت هستند. به علاوه، روند رانت شهرستان‌های باخرز، تایباد، بردسکن، تربت حیدریه، جغتای، چناران، خلیل آباد و خواف کاهشی است. بر اساس نتایج مدل اثرات ثابت، متوسط دمای سالیانه و متوسط بیشینه دما اثر مثبت و معنادار در سطح احتمال یک درصد، بارش تجمعی اثر مثبت و معنادار در سطح احتمال پنج درصد و اثر متقابل دما و بارش و متوسط کمینه دما اثر منفی و معنادار در سطح احتمال یک درصد بر رانت زعفران در استان خراسان رضوی دارند. با توجه به سناریوهای اقلیمی تا سال ۲۰۲۵، رانت ۰/۱۱ درصد در هر هکتار کاهش خواهد یافت. همچنین تا سال ۲۱۰۰، تغییرات رانت ناشی از سناریوهای اقلیمی دما و بارش ۰/۳۲۶ درصد است. با در نظرگرفتن رانت میانگین و سطح زیرکشت کل استان خراسان رضوی در زعفران، ۹۳۷ میلیارد ریال کاهش در رانت به وجود خواهد آمد. لذا با توجه به اجتناب‌ناپذیر بودن تغییرات اقلیم، ارزیابی اثرات آن می‌تواند در مدیریت این پدیده مؤثر باشد.

کلمات کلیدی: تکنیک داده‌های تلفیقی، رهیافت ریکاردین، سناریوهای اقلیمی، مدل اثرات ثابت، زعفران.

۱- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مدیریت کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه
۳ - پژوهشگر پژوهشکده زعفران دانشگاه تربت حیدریه
(*- نویسنده مسئول: arezaee@gau.ac.ir)

DOI: 10.22048/jsat.2023.400066.1489

مقدمه

ادبیات گسترده مرتبط باتغییرات اقلیم نشان داده‌اند بروز پدیده‌های ناهنجار ناشی از این پدیده همچون گرمایش زمین، خشکسالی، سیلاب، تغییر الگوی باد و بارش تأثیر قابل توجهی بر کشاورزی کشورهای جهان داشته است. بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت (WHO, 2018)، تغییرات اقلیمی به عنوان یکی از بزرگترین چالش‌های جهانی در حوزه کشاورزی شناخته شده است. تغییرات اقلیم بر عملکرد، دوره رشد و برداشت محصولات کشاورزی تأثیر دارد و بیشترین آثار نامساعد آن بر بخش کشاورزی در مناطقی است که به طور معمول وابستگی زیادی به بارش دارند (Lobell & Burke, 2010). کاهش تنوع ژنتیکی، کاهش مقاومت محصولات کشاورزی در برابر بیماری‌ها و آفات، کاهش کیفیت محصولات کشاورزی، کاهش منابع آبی و خاکی و افزایش هزینه‌های تولید از دیگر اثرات نامساعد احتمالی تغییرات اقلیم بر بخش کشاورزی است (FAO, 2018; Wiebe et al., 2019; Rockström et al., 2010). تحقیقات نشان داده‌اند هر چند تغییر اقلیم در برخی از مناطق جهان به‌ویژه نواحی واقع در عرض‌های شمالی بالاتر از ۵۵ درجه اثرات مثبتی بر تولیدات کشاورزی به همراه خواهد داشت؛ در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر اثرات منفی بر تولیدات کشاورزی اجتناب‌ناپذیر خواهد بود (Etwire et al., 2005; Tauqeer et al., 2022).

بخش کشاورزی هم از نظر اقتصادی و هم از نظر فیزیکی در مقابل تغییر عوامل اقلیمی همچون دما و رطوبت آسیب‌پذیر است (Akbari et al., 2022). به علاوه، طبیعت نیمه خشک بعضی 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 اثرات این پدیده می‌تواند نقش مؤثری در کاهش زیان‌های احتمالی این پدیده داشته باشد. با افزایش جمعیت و کشت زمین‌های با حاصلخیزی کمتر برای پوشش امنیت غذایی جمعیت رو به افزایش، مبحث رانت پدید آمد. رانت بر اساس شرایط طبیعی و موقعیت مکانی زمین تعیین می‌شود و درآمدی است که به دلیل مالکیت زمین یا منابع طبیعی به صورت اضافی غیر مستقیم به دست می‌آید (Stiglitz & Rosengard, 2015) و برابر است با اختلاف بین ارزش محصول و زمین که با یک مقدار معین کار و سرمایه به دست آمده باشد. همچنین ارزش محصول بر اساس کاری که در نامرغوب‌ترین زمین انجام می‌شود مشخص خواهد شد (Bahadoran et al., 2020).

بیش از ۷۰ درصد مناطق ایران با متوسط بارندگی ۲۴۱ میلی‌متر که حدود یک سوم بارندگی در جهان است در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارد. همچنین توزیع مکانی بارش نیز در سطح کشور یکنواخت نیست (Kazemi-nejad et al., 2022). نتایج تحقیقات هیئت بین‌الدول تغییر اقلیم بیانگر آن است که در ایران، سناریوهای تغییر اقلیم، با افزایش متوسط دما تا ۲ درجه سانتی‌گراد در ۳۰ سال آینده همراه خواهد بود که در این صورت، بارندگی افت محسوسی خواهد داشت. علاوه بر این، کاهش میزان بارندگی، افزایش باران‌های شدید، کاهش سرعت باد، افزایش روزهای داغ و کاهش روزهای یخبندان، افزایش ماندگاری آلودگی هوا، از دیگر مواردی است که در اثر پدیده تغییر اقلیم در ایران رخ داده است. اقلیم‌های خشک و نیمه-خشک، به دلیل ساختار اکولوژیکی ویژه، بیشتر به تغییرات اقلیمی حساس‌اند و آسیب‌پذیری بیشتری دارند. بنابراین، وقوع تغییرات احتمالی اقلیمی در این مناطق آثار شایان توجهی بر سیستم‌های تولید کشاورزی دارد (Mojaverian et al., 2015).

زعفران یکی از با ارزش‌ترین محصولات کشاورزی است و ایران بیشترین میزان تولید و سطح زیرکشت این محصول در جهان را به خود اختصاص داده است (Sahabi & Moallem Banhangi, 2021). قطب تولید زعفران در خراسان رضوی است. طبق آمارنامه جهاد کشاورزی (Ministry of Agriculture-Jihad, 2021)، این استان با سطح تولید ۳۰۰/۹۳ تن و و سطح زیرکشت ۹۰۹۲۰ هکتار، هم از نظر تولید و هم از نظر سطح زیرکشت حائز رتبه اول کشوری می‌باشد. کیفیت و کمیت و در نتیجه رانت زمین‌های زیر کشت این محصول هم می‌تواند تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار گیرد (Shokrpour, 2019). تغییرات اقلیمی می‌تواند بر رشد، عملکرد و هزینه تولید زعفران هم تأثیرگذار باشد (Askari-Khorasgani & Pessarakli, 2019). مطالعات داخلی مرتبط با بررسی تغییرات سطح زیرکشت و عملکرد زعفران ایران نشان داده‌اند تغییرات اقلیم نه تنها بر میانگین نیاز آبی تأثیر گذاشته که بر خلاف روند صعودی سطح زیرکشت در سال‌های اخیر، روند میانگین عملکرد این محصول نزولی می‌باشد (Sahabi & Moallem Banhangi, 2021; Koocheki & Seyyedi, 2020; Jafarzadeh et al., 2015)

مطالعات مختلفی در زمینه ارزیابی اثرات اقتصادی تغییرات اقلیم بر بخش کشاورزی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است که در ادامه به مهم‌ترین آنها پرداخته می‌شود. مجاوریان و همکاران (Mojaverian et al., 2015)، با اتکا به داده‌های تلفیقی و با استفاده از روش ریکاردین اثر متغیرهای اقلیمی بر رانت زمین کشاورزی محصولات منتخب استان گلستان را بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که متغیرهای دما و بارش به صورت غیرخطی به ترتیب، تأثیر منفی و مثبت بر رانت زمین های کشاورزی داشته است. همچنین تغییر اقلیم، بر مقدار رانت محصولات تأثیر منفی می‌گذارد. رضایی و همکاران (Rezaee et al., 2022) با استفاده از رهیافت ریکاردین و تکنیک داده‌های تلفیقی به بررسی پیامدهای تغییر اقلیم و ارتباط آن با رانت برای محصول گندم دیم پرداختند. بر اساس نتایج مجذور دمای فصل برداشت، دمای پاییز، بارش تجمعی فصل پاییز، حاصلضرب دما و بارش تجمعی خردادماه اثر مثبت و معنی‌دار و حاصلضرب دما و بارش فصل برداشت، دمای خرداد و مجذور دمای فصل برداشت اثر منفی و معنی‌داری بر رانت داشته‌اند. به‌علاوه، با افزایش دمای فصل برداشت ارتباط غیرخطی بین اقلیم و رانت تأیید شد. همچنین کروکولاسیا و مندلسون (Kurukulasuriya & Mendelsohn, 2007) اثرات تغییر اقلیم در کشاورزی در آفریقا را با استفاده از روش ریکاردین مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که تغییر اقلیم بر درآمد خالص مزارع آفریقا اثر می‌گذارد. همچنین اگر اقلیم‌های آینده گرم و خشک باشد درآمدهای خالص محصولات زمین‌های آبی کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. وانگ و همکاران (Wang et al., 2014) به بررسی چگونگی تغییرات مورد انتظار در آب و هوا بر کشاورزی چین با استفاده از روش ریکاردین پرداختند. در این مدل اثر متغیرهای اقلیمی بر درآمد خالص بررسی شد و نتایج نشان داد که گرم شدن زمین به احتمال زیاد برای مزارع دیم مضر اما برای مزارع تحت آبیاری سودمند است. آتاوانیچ و مک کارل (Attavanich & McCarl, 2011) در مطالعه‌ای به برآورد اثرات تغییراقلیم، فناوری تولید محصول و CO_2 اتمسفر بر عملکرد پنج محصول عمده از جمله ذرت، سورگوم، سویا، گندم و پنبه در ایالات متحده پرداختند. نتایج نشان داد که افزایش CO_2 اثری مثبت بر عملکرد محصولات سه کربنه (C3) شامل گندم، سویا و پنبه داشته است. علیجانی و همکاران (Alijani et al., 2012) به بررسی اثر دما و بارندگی بر عملکرد گندم آبی در ایران با استفاده از داده‌های ترکیبی پرداختند. بر اساس نتایج علاوه بر متغیرهای فیزیکی، متغیر بارندگی اثر مثبت و دما اثر منفی بر عملکرد گندم دارد. ون پاسل و همکاران (Van Passel et al., 2012)، اثرات تغییر اقلیم در

کشاورزی در اروپا را با استفاده از روش ریکاردین مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد افزایش (کاهش) بارندگی موجب افزایش (کاهش) ارزش زمین به میزان سه درصد به ازای هر میلی‌متر بارش می‌شود. همچنین در مطالعه هونگ و همکاران (Huong et al., 2019) 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 در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۱۰۰ به ترتیب به میزان ۱۷/۷ درصد و ۲۱/۲۸ درصد کاهش می‌یابد. اتوایر و همکاران (Etwire et al., 2019) از یک مدل ریکاردین برای بخش کشاورزی غنا برای بررسی اثرات تغییر اقلیم بر درآمد کشاورزان استفاده کردند. نتایج نشان داد که تغییرات شدید آب و هوایی منجر به کاهش چشمگیر درآمد متوسط خواهد شد. خلاصه سایر مطالعات انجام شده داخلی و خارجی و نتیجه انها در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خلاصه مروری بر منابع داخلی و خارجی

Table 1- Summary of literature reviewe

نویسنده Author	سال Year	عنوان Title	روش Methodology	نتیجه Result
Bahadoran et al.	2020	ارزیابی آثار تغییر اقلیم بر رانت زمین-های کشاورزی گندم آبی در ایران Evaluation of the climate change impacts on irrigated wheat lands rent in Iran	رهیافت ریکاردین Ricardian Approach	تغییرات اقلیم بر رانت گندم اثر منفی دارد. Climate change has a significant negative impact on wheat yield rents
Chen et al.	2016	اثرات تغییرات اقلیمی بر کشاورزی: شواهدی از چین Impacts of climate change on agriculture: Evidence from China	مدل‌سازی اقتصادی Economic Modeling	افزایش دما و کاهش بارش در بخش کشاورزی باعث کاهش تولید محصولات و در نتیجه کاهش درآمد کشاورزان شده است. The increase in temperature and decrease in precipitation in the agricultural sector has led to a decrease in the production of crops and, consequently, a reduction in farmers' income.
Xie et al.	2019	تأثیرات تغییرات اقلیمی بر کشاورزی: شواهدی از چین Climate change and agriculture: evidence from China	مدل‌سازی اقتصادی Economic Modeling	افزایش دما و کاهش بارش در بخش کشاورزی باعث کاهش تولید محصولات و در نتیجه کاهش درآمد کشاورزان شده است. The increase in temperature and decrease in precipitation in the agricultural sector has led to a decrease in the production of crops and, consequently, a reduction in farmers' income.
Yuan & Chen	2021	تغییرات اقلیمی، خشکسالی و عملکرد محصولات کشاورزی در مناطق خشک: شواهدی از چین Climate change, drought, and crop yield in dry regions: evidence from China	مدل‌سازی آماری Statistical Modeling	تغییرات اقلیمی و خشکسالی باعث کاهش عملکرد برخی محصولات کشاورزی در مناطق خشک چین شده است. Climate change and drought have led to a reduction in the yield of some agricultural products in dry areas.
Molua & Lambi	2007	بررسی اثر تغییر اقلیم روی بخش کشاورزی در کامرون The economic impact of climate change on agriculture in Cameroon	روش اقتصاد سنجی Econometric Approach	درآمدخالص کشاورزی با کاهش میزان بارش و یا افزایش دما، کاهش می‌یابد. Net agricultural income decreases with a decrease in precipitation or an increase in temperature.

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Sources: Finding research.

بررسی مرور منابع نشان می‌دهد که ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی، درآمد خالص، عملکرد و رفاه با استفاده از مدل‌های ریکاردین، مدل برنامه‌ریزی ریاضی دو مرحله‌ای، مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و اقتصاد سنجی فضایی انجام گرفته است. بر این اساس، اثر متغیرهای فیزیکی و متغیرهای اقلیمی دما و بارش مورد بررسی قرار گرفته است. در مطالعاتی که با رهیافت ریکاردین صورت گرفته است از متغیرهای اقلیمی مانند دمای فصل برداشت، بارش فصل بهار، مجذور متوسط دما، مجذور دمای فصل کاشت، بارندگی فصل برداشت تأثیر منفی بر رانت داشتند و متغیرهایی مانند مجذور بارش، اثر متقابل دما و بارش، دمای فصل کاشت، مجذور دمای فصل برداشت و متوسط دما بر رانت اثر مثبت داشتند. با توجه به اینکه در رهیافت ریکاردین امکان بررسی ارتباط اقلیم با رانت متغیرها به‌صورت خطی و درجه دوم و اثرات متقابل وجود دارد در مطالعه حاضر از این مدل استفاده شده است. از طرف دیگر با توجه به اثرات وسیع اقتصادی و اجتماعی تغییر اقلیم بالاخص بر بخش کشاورزی، اطلاع از چگونگی بروز چنین تغییراتی در برنامه‌ریزی‌های آتی بسیار مؤثر خواهد بود. در این راستا اهداف تحقیق عبارتند از: تعیین رانت زمین‌های کشاورزی زعفران در استان خراسان رضوی؛ بررسی اثرات متغیرهای اقلیمی بر رانت زمینهای کشاورزی زعفران در استان خراسان رضوی؛ بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی زعفران در استان خراسان رضوی. شایان ذکر است که محدودیت‌های تحقیق حاضر عبارتست از عدم وجود مقادیر نهاده‌ها و هزینه آنها به تفکیک نوع نهاده و عدم ثبت هزینه‌ها درآمدهای زعفران به صورت سری زمانی به تفکیک شهرستان‌های استان خراسان رضوی.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات متغیرهای اقلیمی بر رانت زمین-های کشاورزی زعفران در استان خراسان رضوی از روش داده-های تلفیقی و روش ریکاردین استفاده شد. سپس جهت پیش بینی اثر نهایی تغییراقلیم بر رانت زمین‌های کشاورزی زعفران در استان خراسان رضوی در آینده از سناریوی تغییرات دما و بارش منتشر شده توسط هیأت بین‌الدولی تغییر اقلیم که بیان‌گر افزایش دما و کاهش بارش در ایران است استفاده شد. بر این اساس تا سال ۲۱۰۰، افزایش دما در ایران حدود ۳ درجه سانتی-گراد پیش‌بینی شده است. بارندگی حدود ۲/۵ درصد کاهش خواهد یافت.

ارتباط بین ارزش زمین‌های کشاورزی و متغیرهای اقلیمی در روش ریکاردین مطرح می‌شود (Masseti & Mendelson, 2011). در واقع رانت زمین کشاورزی، نشان‌دهنده بهره‌وری مزرعه است و درآمد خالص به ازای هر هکتار کشت محصولات، معیاری برای رانت یا ارزش زمین در نظر گرفته می‌شود (Van Passel et al., 2012; Amirnejad et al., 2019). در مدل ریکاردین (Ricardo, 1817)، توابع تولید و هزینه به‌صورت روابط ۱ و ۲ تعریف می‌شود:

$$Qi = Q(Ki, E) \quad (۱)$$

$$Ci = C(Qi, W, E) \quad (۲)$$

Qi مقدارمحصول i ام تولید شده، Ki بردار نهاده‌های تولیدی برای محصول i ام، E بردار فاکتورهای اقلیمی برون‌زا مانند دما و بارش، Ci هزینه‌ی تولید محصولi ام وw برداری از قیمت عوامل تولید است (Thapa & Joshi, 2011; Amirnejad et al., 2019) با توجه به توابع تولید و هزینه، تابع سود برای کشاورز در شرایط معین بودن قیمت، به‌صورت رابطه‌ی ۳ است.

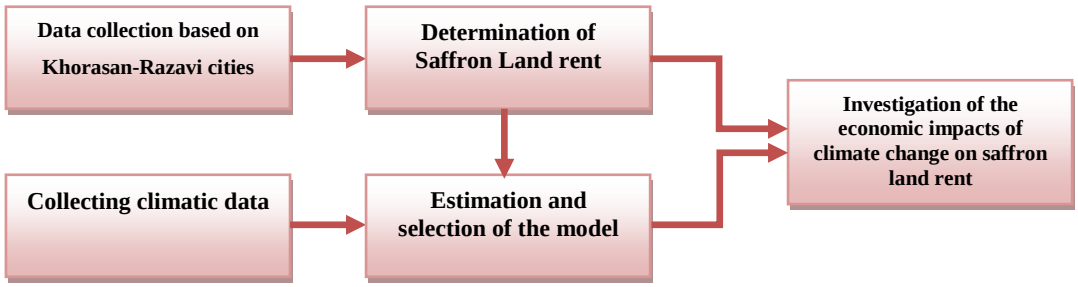
(۳)

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

در رابطه مذکور، PL_i هزینه‌ی سالیانه‌ی زمین محصول i ام و L_i سطح زیر کشت تولید آن است. همچنین در رابطه ۴، PL_i ارزش زمین است که تابعی از متغیرهای مرتبط با اقلیمی می‌باشد. در صورتی که داده‌های مربوط به ارزش زمین در دسترس نباشد می‌توان از سودناخالص در هکتار استفاده کرد. بر اساس ۴ ارزش زمین می‌تواند تابعی از توان دوم متغیرهای اقلیمی نیز باشد. لازم به ذکر است که در مطالعه حاضر ارزش رانت همه سال‌ها برای شهرستان‌های مختلف استان خراسان رضوی با استفاده از فرمول ارزش آینده برای سال ۱۳۹۹ محاسبه شده است.

$$PL_i = \alpha E + \beta E^2 + \delta Z + \varepsilon_i \quad (۴)$$

در این رابطه Z برداری از دیگر متغیرهای برون‌زاست که براساس نوع محصول و منطقهٔ مورد بررسی، متفاوت است. در تحقیق حاضر جهت بررسی اثر عوامل اقلیمی بر رانت زعفران در استان خراسان رضوی از تکنیک داده‌های تلفیقی استفاده شده است. مقاطع شهرستان‌های استان خراسان رضوی هستند. داده‌های ترکیبی به دلیل انعکاس هم‌زمان تغییرات زمانی و تغییرات درون هر مقطع، می‌تواند اطلاعات بیشتری را منعکس نماید. همچنین داده‌های سری زمانی یا مقطعی صرف، ناهمسانی فردی را لحاظ نمی‌کنند، لذا می‌تواند منجر به تورش برآوردها شوند. نسبت به داده‌های سری زمانی و داده‌های مقطعی، داده‌های تلفیقی اطلاعات بیشتر، انعطاف‌پذیری بیشتر، هم خطی کمتر، درجه آزادی بیشتر و کارایی بالاتری را ارائه می کنند. پس از تخمین اثرات متغیرهای اقلیمی بر رانت زعفران با استفاده از سناریوهای تغییراقلیم اثرات تغییرات دما و بارش بر رانت زعفران در استان خراسان رضوی تا سال ۲۱۰۰ برآورد گردید. شماتیک مراحل تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است.



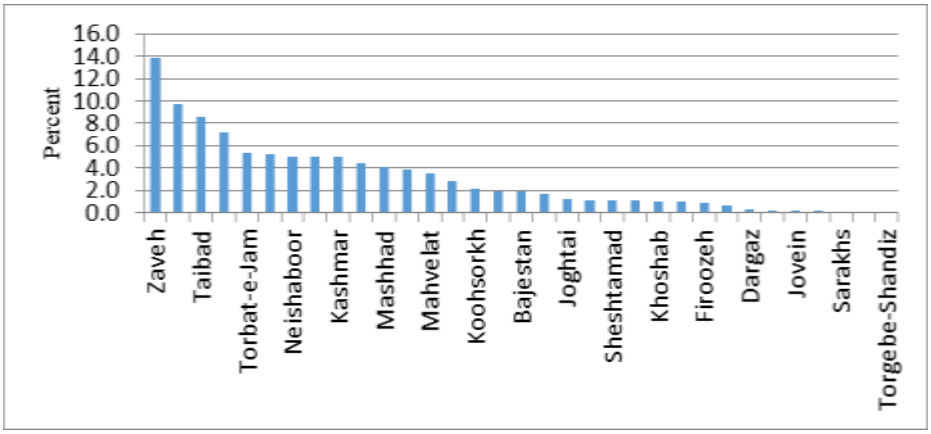
شکل ۱- شماتیک مراحل تحقیق

Figure 1-Research framework.

منطقه مورد مطالعه

استان خراسان رضوی با اقلیم خشک و نیمه خشک (۱۲ درصد خیلی خشک، ۶۲ درصد خشک و ۲۶ درصد نیمه خشک)، بین عرض‌های شمالی ۳۳ درجه و ۵۲ دقیقه و ۳۷ درجه و ۴۲ دقیقه و طول های شرقی ۵۶ درجه و ۱۹ دقیقه و ۶۱ درجه و ۱۶ دقیقه واقع است. متوسط بارندگی استان خراسان رضوی ۲۴۲/۲ میلی متر، متوسط حداقل دما ۴ و متوسط حداکثر دما ۲۵/۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Meteorological Organization of Khorasan Razavi, 2020). بر اساس آخرین تقسیمات کشوری استان خراسان رضوی دارای ۳۴ شهرستان می‌باشد. در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹، شهرستان زاوه با ۱۳/۸۷ درصد بیشترین سطح زیرکشت زعفران را داراست. به علاوه شهرستان‌های تربت حیدریه و تایباد در رتبه‌های بعدی قرار دارند (شکل ۲). در تحقیق حاضر شهرستان‌هایی که بیشترین سطح زیرکشت زعفران را داشته‌اند و مجموعاً بیش از ۹۵ درصد از سطح زیرکشت زعفران در استان خراسان رضوی را به خود اختصاص

داده‌اند به عنوان مقاطع داده‌های تلفیقی انتخاب شدند.



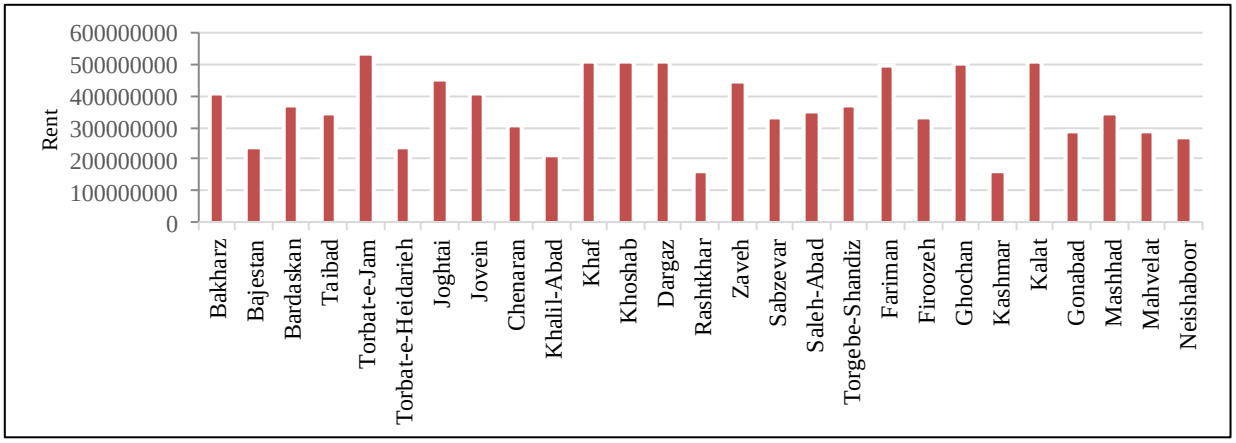
شکل ۲- درصد سهم سطح زیرکشت زعفران شهرستان‌های استان خراسان رضوی

مأخذ: سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی.

Figure 2- Share of saffron cultivated lands in Razavi Khorasan province.Sources: Ministry of Agriculture-Jihad of Razavi Khorasan.

نتایج و بحث

رانت زعفران در استان خراسان رضوی در سال ۱۳۹۹ در شکل ۳ نشان داده شده است. مطابق با نمودار مذکور همه شهرستان‌های استان خراسان رضوی در همه سال‌ها دارای رانت مثبت زعفران هستند. به علاوه در سال ۱۳۹۹، تربت جام با ۵۳۵۰۷۹۴۵۶۰ ریال و کاشمر و رشتخوار با ۱۶۰۰۷۹۴۵۶۰ ریال به ترتیب بیشترین و کمترین ارزش حال رانت زعفران را داشتند. همان‌طور که قبلاً اشاره شد ارزش رانت همه سال‌ها با استفاده از رابطه محاسبه ارزش آینده بر اساس سال زراعی ۱۳۹۹ و نرخ تنزیل ۱۸٪ محاسبه شده است.



شکل ۳- رانت زعفران استان خراسان رضوی به تفکیک شهرستان‌ها در سال ۱۳۹۹

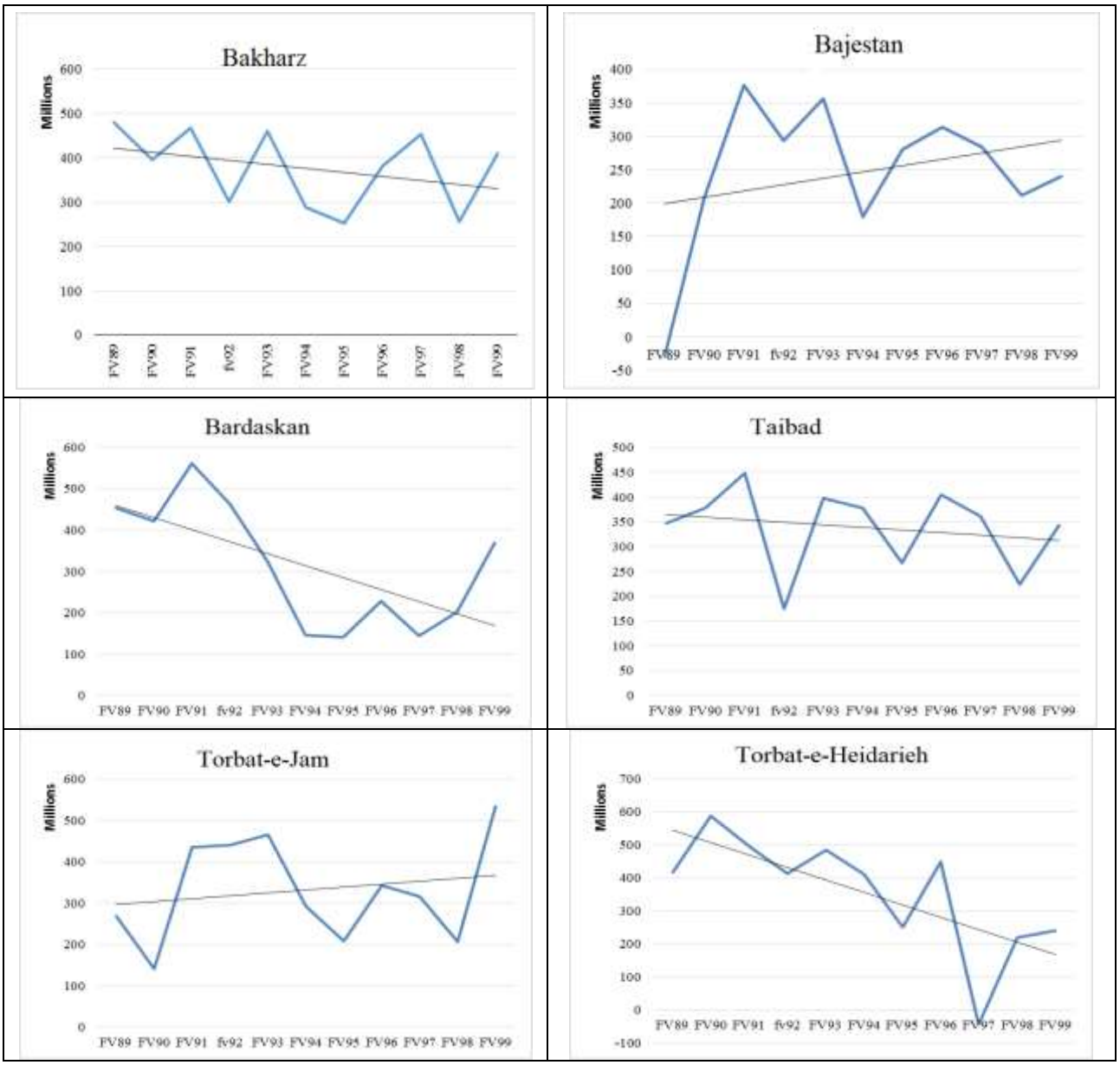
مأخذ: یافته‌های تحقیق.

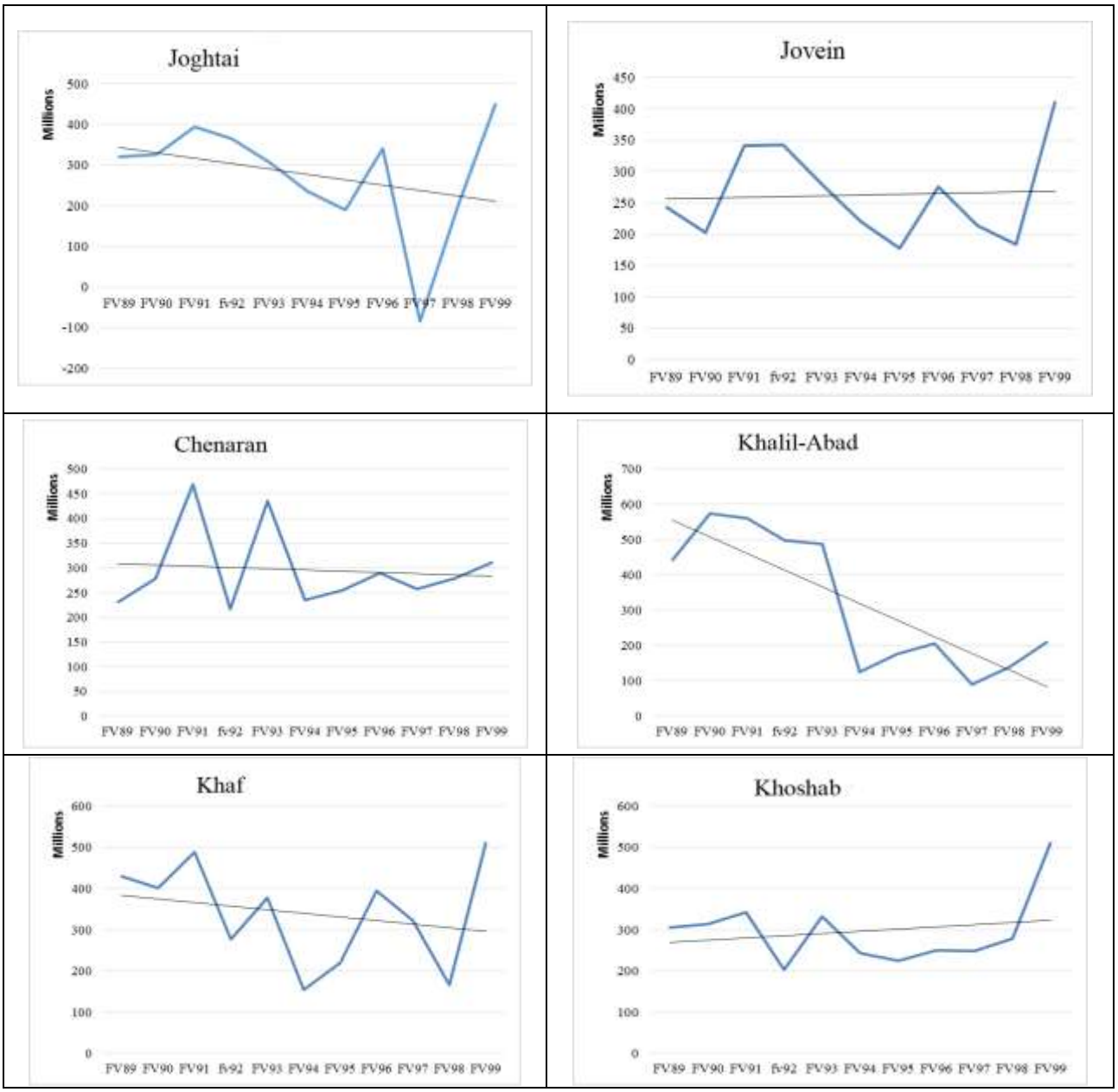
Figure 3- Saffron rent in Razavi Khorasan province in 2020.

Sources: Finding research.

رانت زعفران استان خراسان رضوی به تفکیک شهرستان‌ها در دوره ۹۹-۱۳۹۰در نمودار ۴ نشان داده شده است. روند

تغییرات رانت در برخی شهرستان‌ها مثبت و در برخی شهرستان-ها منفی است. شهرستان‌های بجستان، تربت جام، جوین و خوشاب دارای روند افزایشی ارزش رانت هستند. همچنین شهرستان‌های باخرز، تایباد، بردسکن، تربت حیدریه، جغتای، چناران، خلیل آباد و خواف روند رانت کاهشی داشته‌اند.





شکل ٤- رانت زعفران استان خراسان رضوی به تفکیک شهرستان‌ها

مأخذ: یافته‌های تحقیق..Figure 4- Saffron rent in Razavi Khorasan province

Sources: Finding research.

بررسی اثر عوامل اقلیمی بر رانت زمینهای کشاورزی زعفران در استان خراسان رضوی

پس از محاسبه رانت زمین‌های کشاورزی زعفران جهت بررسی عوامل اقلیمی بر رانت زعفران به تفکیک شهرستان‌های استان خراسان رضوی، متغیرهای میانگین دما، کمینه دما، بیشینه دما، بارش تجمعی، اثر متقابل میانگین دما و بارش، اثر متقابل کمینه دما و بارش و اثر متقابل بیشینه دما و بارش و همچنین مجذور متغیرهای اقلیمی به عنوان متغیرهای پیشنهادی وارد مدل شدند؛ سپس با استفاده از رگرسیون گام به گام مورد بررسی قرار گرفتند. لازم به ذکر است به دلیل عدم

دسترسی به نهاده‌های مورد استفاده در تولید زعفران به تفکیک شهرستان‌ها قابلیت ورود متغیرهای مذکور به مدل وجود نداشت. با توجه به استفاده از تکنیک داده‌های تلفیقی برای انتخاب نوع مدل از آزمون‌های f و Hausman استفاده شد. براساس نتایج جدول ۲، فرضیه صفرآزمون chow (F-Limer) مبنی بر برابری عرض از مبدأها رد می‌شود و در نتیجه بایستی از روش پانل جهت برآورد استفاده کرد.

همچنین برای انتخاب بین مدل اثرات ثابت و مدل اثرات تصادفی از آزمون هاسمن استفاده شد و با توجه به مقدار آماره Chi-Sq، مدل اثرات ثابت به عنوان بهترین مدل انتخاب شد (مقدار آماره ۵/۰۳ و سطح احتمال ۰/۴۱). برای بررسی ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی در تحقیق حاضر از آزمون های Likelihood-ratio و Wooldridge استفاده شد. با توجه به وجود واریانس ناهمسانی و برای رفع آن از روش GLS استفاده شد. بر اساس جدول ۳، از میان فرم‌های مختلف تابعی مانند lin-lin، lin-log، log-lin، log-log که مورد بررسی قرار گرفت فرم تابعی log-log به عنوان بهترین مدل انتخاب شد.

جدول ۲- نتایج انتخاب بین مدل pooled و panel
Table 2- Selection between pooled data and panel data

آزمون اثرات ثابت Redundant Fixed Effects Tests		
اماره Statistic	درجه ازادی df	سطح احتمال Prob.
4.38	(9, 105)	0.0001

مأخذ: یافته‌های تحقیق.
Sources: Finding research.

جدول ۳- عوامل اقلیمی مؤثر بر رانت زعفران در شهرستان‌های استان خراسان رضوی
Table 3- Climatic factor affecting on saffron rent in Razavi Khorasan province

متغیر Variable	ضریب Coefficient	انحراف معیار Standard deviation	سطح احتمال Prob.
عرض از مبدأ Intercept	19.35	0.45	0.00
متوسط دمای سالیانه Average annual temperature	$2.88*10^{-9}$	$9.89*10^{-11}$	0.00
اثر متقابل دما و بارش Interaction between temperature and precipitation	-0.2	0.043	0.00
بارش تجمعی Cumulative precipitation	0.001	0.0003	0.017
متوسط بیشینه دما Average maximum temperature	0.611	0.17	0.0005
متوسط کمینه دما Average minimum temperature	-0.11	0.04	0.0027

مأخذ: یافته‌های تحقیق.
Sources: Finding research.

بر اساس جدول ۳، متوسط دمای سالیانه، متوسط بیشینه دما اثر مثبت و معنادار در سطح احتمال یک درصد، و بارش تجمعی اثر مثبت و معنادار در سطح احتمال پنج درصد داشته‌اند. همچنین اثر متقابل دما و بارش و متوسط کمینه دما اثر منفی و معناداری در سطح احتمال یک درصد بر رانت زمین‌های کشاورزی زعفران در استان خراسان رضوی داشته‌اند. با افزایش یک درصدی متوسط دمای سالیانه، رانت زعفران به اندازه $۲/۸۸*۱۰^{-۹}$ درصد افزایش می‌یابد. همچنین افزایش یک درصدی

بارش تجمعی رانت را به میزان ۰/۰۰۱ درصد افزایش می‌دهد. به علاوه با افزایش یک درصدی بیشینه دما رانت زعفران به اندازه ۰/۶۱۱ درصد افزایش می‌یابد. با افزایش یک درصدی کمینه دما مقدار رانت زعفران به اندازه ۰/۱۱ درصد کاهش می‌یابد.

با توجه به سناریوهای اقلیمی منتشر شده توسط هیأت بین الدولی تغییر اقلیم تا سال ۲۱۰۰، تغییرات رانت به ازای تغییرات دما و بارش در جدول ۴ نشان داده شده است. بر این اساس تا سال ۲۰۲۵، تغییرات رانت ۰/۱۱ درصد در هر هکتار کاهش خواهد یافت. همچنین تا سال ۲۱۰۰، تغییرات رانت ناشی از سناریوهای اقلیمی دما و بارش ۰/۳۲۶ درصد است. با در نظرگرفتن رانت میانگین و سطح زیرکشت استان خراسان رضوی در زعفران، ۹۳۷ میلیارد ریال (ارزش حال) کاهش در رانت خواهیم داشت که رقمی قابل توجه خواهد بود.

جدول ٤- تغییرات رانت بر اساس سناریوهای تغییراقلیم

Table 4- Rent variation based on climate change scenarios

سال Year	تغییرات رانت ناشی از سناریوی دما Changes in rent due to temperature scenario	تغییرات رانت ناشی از سناریوی بارش Changes in rent due to percipitation scenario	تغییرات رانت ناشی از سناریوهای اقلیمی دما و بارش Changes in rent due to temperature and percipitation scenarios
2025	-0.05	-0.06	-0.11
2050	-0.09	-0.09	-0.18
2075	-0.11	-0.098	-0.21
2100	-0.15	-0.17	-0.326

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

Sources: Finding research.

با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با اثرات متغیرهای اقلیمی بر رانت زمین‌های زیرکشت زعفران انجام نشده است نتایج کلی مطالعه حاضر قابل مقایسه با مطالعات قبلی نیستند. اما با توجه به اینکه عملکرد، سطح زیرکشت، و نیاز آبی در رانت تأثیرگذار است به مقایسه نتایج در این زمینه پرداخته شده است. بر اساس مطالعه کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2009) دما بر سرعت گلدهی زعفران در استان خراسان مؤثر است. در واقع افزایش دما تا ۲ درجه سانتی‌گراد می‌تواند ظهور گل در زعفران را به تعویق بیاندازد. از نظر اقتصادی به مفهوم تحمیل هزینه‌ای ناشی از به تعویق افتادن درآمد بر کشاورز است. با توجه به مطالعه حاضر متوسط دمای سالیانه و بیشینه دما اثر مثبت بر رانت زعفران در استان خراسان رضوی دارد. این نتیجه می‌تواند این‌طور تفسیر شود که به دلیل اینکه متوسط دما و بیشینه دما از مقادیر متناظر آن برای مرحله دوم گل‌دهی کمتر است، افزایش دما در این مرحله بر کاهش سرعت گل‌دهی اثر نمی‌گذارد. همچنین افزایش کمینه دما باعث افزایش رانت زعفران خواهد شد که نتیجه مطالعه گرکانی نژاد و همکاران (Gerkani Nezhad Moshizi et al., 2022) نیز این نتیجه را تأیید می‌کند. این نتیجه این‌گونه می‌تواند تفسیر شود که افزایش دمای کمینه باعث افزایش تبخیر و تعرق و به تبع آن افزایش عملکرد خواهد شد. به دلیل اینکه عملکرد بر رانت مؤثر است؛ افزایش عملکرد منجر به افزایش رانت زعفران خواهد شد.

از طرف دیگر بر اساس مطالعه جعفرزاده و همکاران (Jafarzadeh et al., 2015) تغییرات اقلیم منجر به افزایش نیاز آبی زعفران خواهد شد. بر اساس مطالعه حاضر افزایش بارش منجر به افزایش رانت زعفران خواهد شد. در واقع به دلیل اینکه تغییرات اقلیم منجر به افزایش مصرف آب و کاهش سود

کشاورز می‌کند، افزایش بارش می‌تواند کاهش سود را خنثی کند. بر اساس نتایج مطالعه حاضر اثر متقابل دما و بارش منجر به کاهش رانت خواهد شد. در واقع تغییرات اقلیم منجر به افزایش سطح زیرکشت زعفران بر اساس مطالعه گرکانی نژاد و همکاران (Gerkani Nezhad Moshizi et al., 2022)، افزایش عملکرد، افزایش نیاز آبی و تأخیر در گلدهی خواهد شد که برآیند اثرات مذکور بر رانت زعفران منفی خواهد بود. به طور مشخص تغییرات اقلیم برای کشاورزان چالش‌هایی را ایجاد کرده که در صورت عدم سازگاری با این تغییرات، به طور معناداری بر روند تولید محصولات اثر نامساعدی خواهد داشت. بر اساس مطالعه رستگاری‌پور و شیبانی (Rastegaripour & Sheybani, 2019) زعفران‌کاران نیز به تغییرات اقلیم معتقد هستند و اکثر کشاورزان حاضر به استفاده از استراتژی‌های سازگاری با تغییرات اقلیم هستند.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات تغییر اقلیم بر ارزش زمین‌های تحت کشت زعفران در شهرستان‌های استان خراسان رضوی انجام گرفت. با توجه به عدم ثبت ارزش زمین در طول زمان پیرو مطالعات قبلی سود ناخالص در هکتار به عنوان جانشینی از رانت زعفران در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج، همه شهرستان‌های استان خراسان رضوی در همه سال‌ها دارای رانت مثبت زعفران هستند. روند تغییرات رانت در برخی شهرستان‌ها مثبت و در برخی شهرستان‌ها منفی است. شهرستان‌های بجستان، تربت جام، جوین و خوشاب دارای روند افزایشی ارزش رانت و شهرستان‌های باخرز، تایباد، بردسکن، تربت حیدریه، جغتای، چناران، خلیل آباد و خواف روند رانت کاهشی داشته‌اند. متوسط دمای سالیانه، بارش تجمعی، متوسط بیشینه دما اثر مثبت و اثر متقابل دما و بارش و متوسط کمینه دما اثر منفی بر رانت زمین‌های کشاورزی زعفران در استان خراسان رضوی داشته‌اند. با در نظر گرفتن تغییرات رانت بر اساس سناریوهای اقلیمی در آینده و در نظرگرفتن سطح زیرکشت زعفران، در استان خراسان رضوی ۹۳۷ میلیارد ریال کاهش در رانت زعفران خواهیم داشت. با توجه به اجتناب‌ناپذیر بودن تغییرات اقلیم، سازگاری زعفران‌کاران می‌تواند به عنوان مهم‌ترین راهکار مطرح گردد. سازگاری زعفران‌کاران با تغییرات اقلیمی از طریق استفاده از فناوری‌های نوین و مدیریت نهاده‌ها می‌تواند به کاهش آسیب‌های ناشی از نوسانات اقلیمی و افزایش پایداری تولید این محصول کمک نماید (FAO, 2021; Van Dijk & Szilassi, 2021; Ray et al., 2021). برای سازگاری با تغییرات اقلیم دولت نیز می‌تواند اقداماتی را در نظر گیرد تا زعفران‌کاران انعطاف لازم در مقابل این تغییرات را داشته باشند. از جمله این اقدامات می‌توان به ارائه آموزش‌های لازم برای استفاده بهینه از منابع آب و خاک در شرایط اقلیمی جدید (FAO, 2021)، توسعه و بهبود زیرساخت‌های آبیاری و زراعی برای کاهش وابستگی به منابع آبی و افزایش کارآیی در مصرف آب (Van Dijk & Szilassi, 2021)، ارائه پشتیبانی‌های مالی و فنی برای استفاده از تکنولوژی‌های نوین مانند سامانه‌های هوشمند آبیاری و کشت، توسعه سیستم‌های هشدار و پیش‌بینی در مورد آب و هوا (IPCC, 2021)، و استفاده از رویکردهای کشاورزی هوشمند برای بهبود کارآیی و کاهش آثار منفی تغییرات اقلیمی بر روی کشاورزی (Van Dijk & Szilassi, 2021) اشاره کرد.

در نهایت انجام تحقیق حاضر با محدودیت‌هایی نیز همراه بود. به دلیل عدم وجود آمار و اطلاعات نهاده‌های زعفران به صورت شهرستانی در استان خراسان رضوی امکان لحاظ کردن نهاده‌ها در مدل وجود نداشت. همچنین به دلیل عدم دسترسی به آمار و اطلاعات نهاده‌ها و محصول زعفران امکان در نظرگرفتن دوره زمانی طولانی‌تر وجود نداشت. به علاوه به

منظور بررسی تغییرات اقلیم بر رانت زعفران از سناریوهای اقلیمی در سطح کشور استفاده گردید و امکان انجام ریزمقیاس نمایی سناریوها در سطح استان وجود نداشت.

تقدیر و تشکر

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی اجرا شده به شماره قرارداد ۱۴۴۲۴۹ از محل اعتبارات پژوهشکده زعفران دانشگاه تربت‌حیدریه می‌باشد که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Akbari, M., Rezaee, A., Shirani bidabadi, F., & Eshraghi, F. (2022). Investigating the relationship between climate change and Total Factor productivity growth of rainfed barley in Iran. *Agricultural Economics*, *16*(1), 81-97. doi.org/10.22034/IAES.2022.540042.1877. (In Persian with English Abstract).

Alijani, F., Karbasi., A., & Mozafari, M. (2012). Survey of the effects of climate change on yield of irrigated wheat in Iran. *Agricultural Economics and Development*, *19*(4), 143-167. (In Persian with English Abstract).
doi.org/10.30490/aead.2012.58750.

Amirnejad, H., Amouee, A., & Mojaverian, M. (2019). The consequences of climate change in agriculture and its Relationship with Rice producers rent (Case study; Mazandaran province). *Agricultural Economics Research*, *11*(41), 131-148. (In Persian with English Abstract).doi.org/10.20.1001.1.20086407.1398.11.41.7.2.

Askari-Khorasgani, O., & Pessarakli, M. (2019). Shifting saffron (*Crocus sativus* L.) culture from traditional farmland to controlled environment (greenhouse) condition to avoid the negative impact of climate changes and increase its productivity. *Journal of Plant Nutrition*, *42*(19), 2642-2665. doi.org/10.1080/01904167.2019.1659348.

Attavanich, W., & McCarl, B.A. (2014). How is CO2 affecting yields and technological progress? A statistical analysis. *Climatic Change*, *124*, 747-762. doi.org/10.1007/s10584-014-1128-x.

Bahadoran, F., Rezaee, A., Eshraghi, F., & Keramatzadeh, A. ?(2020). Evaluation of the climate change impacts on irrigated wheat lands rent in Iran. *Journal of Environmental Studies*, *46*(2), 343-355. (In Persian with English Abstract). doi.org/10.22059/jes.2021.290804.1007932.

Chen, S., Chen, X., & Xu, J. (2016). Impacts of climate change on agriculture: Evidence from China. *Journal of Environmental Economics and Management*, *76*, 105-124. doi.org/10.1016/j.jeem.2015.01.005.

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. doi.org/10.1111/1477-9552.12307.

FAO. (2018). The state of the world's biodiversity for food and agriculture. Retrieved from http://www.fao.org/state-of-biodiversity-for-food-agriculture/en/

FAO. (2021). Climate Change and Food Security: Risks and Responses. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Gerkani Nezhad Moshizi, Z., Bazrafshan, O., Ramezani Etedali, H., Esmaeilpour, Y., & Collins, B. (2022). The effect of past climate change on the water footprint trend in saffron at

homogeneous agroclimatic regions of Khorasan. *Journal of Saffron Research, 10*(2), 295-311. (In Persian with English Abstract).
doi.org/10.22077/jsr.2022.5742.1199.

Huong, N.T.L., Bo, Y.S., & Fahad, S. (2019). 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. doi.org/10.1016/j.jssas.2018.02.006.

IPCC. (2021). Climate Change 2021: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

Jafarzadeh, A., Khashei-Siuki, A., & Shahidi, A. (2015). Modeling of climate change effects on saffron water requirement in south Khorasan province by GIS. *Journal of Saffron Research, 3*(2), 163-174. (In Persian with English Abstract).
doi.org/10.22077/jsr.2015.292. Jafarzadeh, A., Khashei-Siuki, A., & Shahidi, A. (2015). Modeling of climate change effects on saffron water requirement in south Khorasan province by GIS. *Journal of Saffron Research, 3*(2), 163-174. (In Persian with English Abstract).
doi.org/10.22077/jsr.2015.292.

Kazemi-nejad, R., Rezaee, A., Joolaie, R., & Keramatzadeh, A. (2022). Investigating the effects of water resources consumption reduction policies on agricultural sustainability in different climates in Iran. *Environment, Development and Sustainability, 24*, 1–26.

Koocheki, A., & Seyyedi, S.M. (2020). Saffron "Seed", the Corm. In: A. Koocheki and M. Khajeh-Hosseini (Eds.). Saffron: Science, Technology and Health. Elsevier Inc. 93-118.

Koocheki, A., Nassiri, M., Alizadeh, A., & Ganjali, A. (2009). Modeling the impact of climate change on flowering behavior of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research, 7*(2), 583-594. (In Persian with English Abstract).
doi.org/20.1001.1.20081472.1388.7.2.25.5.

Kurukulasuriya, P., & Mendelsohn, R. (2007). A Ricardian analysis of the impact of climate change on African cropland. The World Bank. doi.org/10.1596/1813-9450-4305.

Lobell, D.B., & Burke, M.B. (2010). On the use of statistical models to predict crop yield responses to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology, 150* (11), 1443-1452. doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.07.008.

Masseti, E., & Mendelson, 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. doi.org/10.4337/9780857939869.00015.

Mojaverian, S.M., Ahmadi Kaiji, S., & Aminravan, M. (2015). Application of the Ricardian approach to investigating the effect of climate change on agricultural land rent. Iranian Journal of Agricultural *Economics and Development Research, 46*(3), 481-491. (In Persian with English Abstract).
doi.org/10.22059/ijaedr.2015.55521.

Molua, Ernest L., & Molua, Ernest L. (2007). The Economic Impact of Climate Change on Agriculture in Cameroon (September 1, 2007). World Bank Policy Research Working Paper No. 4364, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=1016260.

Rastegaripour, F., & Sheybani, M. (2019). Surveying saffron farmers' view on climate change and adaptation strategies (Case study: Torbat-e Heydarieh city). *Saffron Agronomy and Technology, 7*(4), 551-562. (In Persian with English Abstract).
doi.org/10.22048/jsat.2019.160631.1329.

Ray, D.K., Gerber, J.S., MacDonald, G.K., & West, P.C. (2021). Climate change has likely already affected global food production. *Plos*

One, 16(7), e0254202. doi.org/10.1371/journal.pone.0217148.

Rezaee, A., Shirani Bidabadi, F., & Bahadoran, F. (2022). Climate change consequences on rain-fed wheat farming and its relationship with rent in Iran. *Agricultural Economics Research, 13*(4), 149-159. (In Persian with English Abstract).
doi.org/10.30495/jae.2021.24052.2131.

Ricardo, D. (1817). The Principles of Political Economy and Taxation. Johan Murry Publication., London.

Rockström, J., Falkenmark, M., Karlberg, L., Hoff, H., Rost, S., & Gerten, D. (2009). Future water availability for global food production: The potential of green water for increasing resilience to global change. *Water Resources Research, 45*(7), W00A12. doi.org/10.1029/2007WR006767.

Sahabi, H., & Moallem Banhangi, F. (2021). Evaluation the impact climatic parameters on flowering behaviour and yield of Saffron (*Crocus* sativus L.) in Razavi and Southern Khorasan Provinces. *Saffron Agronomy and Technology, 9*(4), 357-373. (In Persian with English Abstract).
doi.org/10.22048/jsat.2021.283088.1423.

Shokrpour, M. (2019). Saffron (*Crocus sativus* L.) breeding: opportunities and challenges. Advances in Plant Breeding Strategies: *Industrial and Food Crops*, 6, 675-706. doi.org/10.1007/978-3-030-23265-8_17.

Stiglitz, J.E., & Rosengard, J.K. (2015). Economics of the Public Sector: Fourth International Student Edition. WW Norton and Company.

Tauqeer, H.M., Turan, V., Farhad, M., & Iqbal, M. (2022). Sustainable agriculture and plant production by virtue of biochar in the era of climate change. In Managing plant production under changing environment (pp. 21-42). Singapore: Springer Nature Singapore. doi.org/10.1007/978-981-16-5059-8_2.

Thapa, S., & Joshi, G.R. (2011). A Ricardian analysis of the climate change impact on Nepalese agriculture. MPRA Paper 29785 , University Library of Munich, Germany, revised Feb 2011 . https://mpra.ub.unimuenchen.de/29785/1/MPRA_paper_29785.pdf

Van Dijk, H., & Szilassi, P. (2021). Climate-smart agriculture as a response to climate change: A review. *Science of The Total Environment, 768*, 144944. doi.org/10.3390/su142315573.

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. doi.org/10.1007/s10640-016-0001-y.

Wang, J., Huang, J., Zhang, L., & Li, Y. (2014). Impacts of climate change on net crop revenue in North and South China. *China Agricultural Economic Review, 6*(3), 358-378. doi.org/10.1108/CAER-12-2012-0138.

Wiebe, K., Robinson, S., & Cattaneo, A. (2019). Climate change, agriculture, and food security: impacts and the potential for adaptation and mitigation. *Sustainable Food and Agriculture*, 55-74. doi.org/10.1016/B978-0-12-812134-4.00004-2.

World Health Organization. (2018). Climate change and health: Fact sheet. Retrieved from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health.

Xie, Y., Yu, X., Xu, X., & Wu, J. (2019). Climate change and agriculture: evidence from China. *Sustainability, 11*(12), 3386. doi.org/10.1016/j.jeem.2015.01.005.