Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Journal of Entrepreneurial Strategies in Agriculture, Vol.10, Issue. 1, 2023 p: 132- 146 OPEN ACCESS

Research Paper

Exploring the Effect of Climatic Variables of Temperature and Rainfall on the Economy of Citrus Production in Mazandaran Province with the Approach of Rural Employment Development

Omid Amani[1], Yaser Feiz Abadi[2], and Qasem Norozi[3]

1- Department of Agricultural Economics, Qaimshahr Branch, Islamic Azad University, Qaimshahr, Iran
2- Department of Agricultural Economics, Qaim Shahr Branch, Islamic Azad University, Qaim Shahr, Iran, (Corresponding author: yaser.feizabadi@qaemiau.ac.ir)
3- Department of Agricultural Economics, Qaim Shahr Branch, Islamic Azad University, Qaim Shahr, Iran

Received: 15 Februrary, 2022 Accepted: 11 July, 2022

Extended Abstract

Background: Providing persistent employment in the agricultural sector is one of the most significant economic and social challenges faced by many countries. The agricultural sector's high dependence on weather conditions makes it particularly vulnerable to climate change. Consequently, investigating the effects of climate change on the economy of this sector, especially concerning rural employment, is of paramount importance. This research aims to analyze the impact of climate change on citrus production in Mazandaran Province, utilizing the Ricardian approach. By examining the relationship between climatic variables and agricultural output, this study seeks to provide insights that can help enhance the resilience of the agricultural sector against climate fluctuations.

Methods: The climatic variables studied in this research include temperature and rainfall data for Mazandaran Province from 2000 to 2017. These data were obtained from the Iran Meteorological Organization. The research focused on seven synoptic stations: Amol, Babolsar, Qarakhil, Nowshehr, Ramsar, Sari, and Siyabisheh. Among the various citrus products, orange and tangerine were selected due to their significant cultivated area and economic importance. The climatic variables analyzed include minimum temperature, maximum temperature, and monthly rainfall. These variables were downscaled for three distinct periods: the baseline period (2000 to 2017), as well as projected scenarios for 2020 and 2080, under three different greenhouse gas emission scenarios: optimistic (RCP2.6), medium (RCP4.5), and pessimistic (RCP8.5).

Results: The findings reveal that in orange production, changes in temperature and annual rainfall, compared to the average net income during the baseline period, will result in increased net income by 13.4%, 14.5%, and 25.2% under the three scenarios, respectively. For the years 2050 and 2080, the increases in net income are projected to be 14.3%, 27.8%, and 29.1%. In terms of tangerine production, the net income under the investigated scenarios is expected to rise by 5.2%, 6.7%, and 17.7%, with further increases of 6.2%, 15.0%, and 29.2% anticipated in 2050 and 2080, respectively. These results indicate a positive correlation between changing climatic conditions and the economic viability of citrus production in Mazandaran Province.

Conclusion: In conclusion, the results obtained from examining the effects of climate change in 2050 and 2080 demonstrate a positive impact of changing climate variables on the net income derived from both orange and tangerine production. The findings suggest that climate change may lead to an upward trend in net income from citrus production, which could, in turn, foster employment development in this sector. This upward trend indicates that, while climate change poses significant challenges to agriculture, it may also create opportunities for increased productivity and economic growth in specific areas such as citrus farming. The implications of this research are significant for policymakers and agricultural stakeholders. Understanding how climate change can enhance or hinder agricultural productivity allows for better planning and resource allocation. It highlights the need for adaptive strategies that can help farmers maximize their yields while mitigating the adverse effects of climate variability. Moreover, the positive outlook regarding citrus production under changing climatic conditions emphasizes the importance of investing in agricultural research and development. By focusing on climate-resilient

Copyright ©2023 Amani et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]

[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

practices and technologies, stakeholders can better prepare for future challenges while capitalizing on potential gains in productivity. In summary, this study underscores the necessity of integrating climate change considerations into agricultural policies and practices. The findings not only provide a glimpse into the future of citrus production in Mazandaran Province but also serve as a call to action for the agricultural community to embrace innovation and adaptability in the face of climate change. By doing so, they can ensure sustainable growth and job creation in the agricultural sector, thereby contributing to the overall economic stability of rural areas. In light of these findings, further research is recommended to explore the specific mechanisms through which climate change affects citrus production and to identify best practices for mitigating risks while enhancing productivity. This could involve examining the role of soil health, water management, and pest control in adapting to changing climatic conditions. Additionally, studies could investigate the socio-economic impacts of climate change on rural communities, particularly in terms of employment opportunities and income stability. Ultimately, the relationship between climate change and agricultural productivity is complex and multifaceted. However, by focusing on the potential benefits and implementing proactive measures, it is possible to navigate the challenges posed by climate change while fostering economic growth and employment in the agricultural sector.

Keywords: Citrus, Climate change, Mazandaran, Net income, Ricardian approach

How to Cite This Article: Amani, o., Yaser, F., & Norouzi, g. (2023). Exploring the Effect of Climatic Variables of Temperature and Rainfall on the Economy of Citrus Production in Mazandaran Province with the Approach of Rural Employment Development . *J Entrepreneurial Strategies Agric*, 10(1), 132-146.https://doi.org/10.61186/jea.10.19.132

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

ارزیابی اثر متغیرهای اب و هوایی دما و بارش بر تولید مرکبات استان مازندران با رویکرد توسعه اشتغال روستایی

امید امانی[۱]، یاسر فیض‌آبادی[۲] و قاسم نوروزی[۳]

۱- گروه اقتصاد کشاورزی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران
۲- گروه اقتصاد کشاورزی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم‌شهر، ایران، (نویسنده مسوول: yaser.feizabadi@qaemiau.ac.ir)
۳- گروه اقتصاد کشاورزی، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۲۰
صفحه: ۱۳۲ تا ۱۴۶

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: ایجاد اشتغال پایدار در بخش کشاورزی از چالش‌های مهم اقتصادی و اجتماعی می‌باشد. با توجه به وابستگی بسیار زیاد بخش کشاورزی به شرایط آب و هوایی، بررسی اثر تغییر اقلیم بر اقتصاد این بخش و توسعه اشتغال روستایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در همین راستا این پژوهش با هدف بررسی اثر تغییر اقلیم بر اقتصاد تولید مرکبات در استان مازندران به‌کمک رهیافت ریکاردین انجام شد.

مواد و روش‌ها: متغیرهای اقلیمی مورد مطالعه در این پژوهش شامل داده‌های دما و بارش سالانه استان مازندران در سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۶ بودند که این اطلاعات از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. مناطق مورد مطالعه هفت ایستگاه هواشناسی شامل آمل، بابلسر، قراخیل، نوشهر، رامسر، ساری و سیاه‌بیشه بودند. دو محصول پرتقال و نارنگی با بیشترین سطح زیر کشت، به‌عنوان مهمترین محصولات مرکبات در نظر گرفته شدند. متغیر اقلیمی دمای کمینه، دمای بیشینه و بارش ماهانه با دوره پایه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ (۱۳۹۶-۱۳۷۹) برای دوره‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ و سه سناریو خوشبینانه (RCP2.6)، متوسط (RCP4.5) و بدبینانه (RCP8.5) ریزمقیاس نمایی شدند.

یافته‌ها: در تولید پرتقال، تغییرات دما و بارش میانگین سالانه در سه سناریو در سال ۲۰۵۰ به‌ترتیب سبب افزایش ۱۳/۴، ۱۴/۵ و ۲۵/۲ درصدی و در سال ۲۰۸۰ به‌ترتیب سبب افزایش ۱۴/۳، ۲۷/۸ و ۲۹/۱ درصدی درآمد خالص در مقایسه با میانگین درآمد خالص در دوره پایه شد. در تولید نارنگی نیز، مقدار درآمد خالص کشاورزان در این سه سناریو در سال ۲۰۵۰ به‌ترتیب ۵/۲، ۶/۷ و ۱۷/۷ درصد و در سال ۲۰۸۰ به‌ترتیب ۶/۲، ۱۵/۰ و ۲۹/۲ درصد افزایش داشت.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج حاصل از بررسی اثر تغییر اقلیم در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ نشان داد، اثر تغییر متغیرهای اقلیمی بر درآمد خالص هر دو محصول مثبت بود. در نتیجه، نتایج تغییر اقلیم نشان دهنده افزایش درآمد خالص حاصل از تولید مرکبات و در راستای آن ایجاد یک روند مثبت در توسعه اشتغال‌زایی تولید مرکبات طی سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، درآمد خالص، رهیافت ریکاردین، مازندران، مرکبات

مقدمه

بخش کشاورزی از مهم‌ترین بخش‌ها در زمینه ایجاد اشتغال و کارآفرینی می‌باشد. ایجاد اشتغال پایدار در این بخش از چالش‌های مهم اقتصادی و اجتماع می‌باشد، به‌طوری‌که در سال‌های اخیر بیشتر سیاستگذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های مهم جوامع و دولت‌ها در زمینه توسعه اشتغال کشاورزی بوده است (Asadi *et al.*, 2021).

از آن‌جایی که یکی از اثرگذارترین عوامل در بخش کشاورزی شرایط اقلیمی یک منطقه می‌باشد، شناخت هرچه بیش‌تر این شرایط می‌تواند به اتخاذ مسائل مدیریتی بهتر در بخش کشاورزی کمک نماید. شرایط اقلیم کره زمین در طول تاریخ همواره در حال تغییر بود که با شروع انقلاب صنعتی، نقش بشر در تغییرات اقلیمی افزایش یافت (Zarakani *et al*, 2014). این تغییرات آب و هوایی می‌تواند بخش کشاورزی را با تحولی اساسی روبه‌رو کند و در نتیجه سبب شود تا برنامه‌های مدیریتی جدیدی به‌منظور مقابله با این تغییرات اعمال شود(Todisco and Vergni, 2008). اثر تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی از طریق بروز تغییراتی در الگوی بارش، دما و تبخیر و تعرق صورت می‌گیرد و از طرف دیگر، پیامدهای اقتصادی مانند تغییر در عملکرد و قیمت محصول، تغییر در میزان عرضه و تقاضا، تغییر در توزیع درآمدی برای مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان و در نهایت تغییر در نرخ اشتغال در زمینه‌های مختلف تولید و عرضه و فروش را به همراه خواهد داشت (Momeni and Zibaei, 2013; Amirnejad and Asadpour Kordi, 2017). از آن‌جایی که محصولات کشاورزی وابستگی زیادی به شرایط آب و هوایی دارند، اثرات اقتصادی پدیده تغییر اقلیم می‌تواند اثر قابل‌توجهی بر جنبه‌های اقتصادی و توسعه اشتغال بخش کشاورزی بگذارد (Chiotti and Jahnston, 1995; Parhizkari *et al.*, 2017). با توجه به اهمیت تغییرات اقلیمی، ضروری است تا روند تغییر اقلیم در هر منطقه به‌طور دقیق مورد مطالعه قرار گیرد و استراتژی‌های مدیریتی مناسب در راستای کاهش اثرات این پدیده شناسایی و مورد بررسی قرار گیرد.

استان مازندران در بخش تولید محصولات باغی با سطح زیر کشت ۱۴۲ هزار هکتار، حدود ۵/۶ درصد از سطح باغ‌های کشور را به‌خود اختصاص داده است و پس از استان‌های خراسان رضوی، فارس و کرمان در رتبه چهارم تولید محصولات باغی در کشور قرار گرفته است. در میان محصولات باغی تولیدی استان مازندران، مرکبات و به خصوص پرتقال و نارنگی، شاخص‌ترین محصولات تولیدی باغی هستند (Ministry of Agriculture of Iran,)

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

(2018). با توجه به اهمیت عملکرد و درآمد بیشتر این محصولات در واحد سطح، توجه به تاثیر پدیده تغییر اقلیم در تولید این محصولات ضروری می‌باشد. روش‌های گوناگونی به‌منظور بررسی اثرات تغییر اقلیم در بخش‌های مختلف کشاورزی توسط محققان مختلف ارائه شده است که اکثر آن‌ها مبتنی بر روش‌های مدل‌سازی می‌باشند. یکی از روش‌هایی که امروزه به‌منظور بررسی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، روش ریکاردین است که برای اولین بار توسط داوید در سال ۱۸۱۷ ارائه شد و سپس توسط مندلسون در سال ۱۹۹۴ توسعه یافت (Vaseghi and Esmaeili, 2009). در این پژوهش نیز به‌منظور ارزیابی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم در تولید مرکبات مازندران، از روش ریکاردین استفاده شد. اهمیت این موضوع سبب شد تا مطالعات گسترده‌ای در رابطه با بررسی تاثیر تغییر اقلیم بر بخش‌های مختلف کشاورزی انجام شود. از جمله در بررسی تاثیر تغییر اقلیم بر درآمد کشاورزان نتایج نشان داد، تغییرات اقلیمی که با افزایش دما و افزایش بارندگی همراه است باعث کاهش درآمد کشاورزان می‌شود و سازگاری کشاورزان با شرایط جدید آب و هوایی بخشی از آن کاهش درآمد را جبران خواهد نمود (Huong *et al.*, 2019). در تحقیق دیگری گزارش شد درآمد خالص مزرعه به تغییرات فصلی دما و بارش بسیار حساس است (Bozzola *et al*, 2017). نتایج پژوهش‌های مختلف دیگری نیز نشان داد تغییر متغیرهای اقلیمی می‌تواند اثر معنی‌داری برعملکرد محصولات، ارزش سود خالص و همچنین درآمد مزارع و بهره‌برداران کشاورزی داشته باشد (Parhizkari *et al*.,2017; Thapa, *et.al*., 2010).

در پژوهش دیگری در مازندران، ارزیابی نگرش کشاورزان نسبت به کارآفرینی کشاورزی برای مقابله با اثرات زیانبار تغییر اقلیم و عوامل مؤثر بر آن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد نگرش کشاورزان به کارآفرینی کشاورزی مثبت بود و در بین عوامل اثرگذار، فشار هنجاری و باور تغییر اقلیم مهم‌ترین عوامل تعیین کننده گرایش کشاورزان به کارآفرینی کشاورزی بودند (Amirnejad and Taslimi, 2021).

در زمینه توسعه اشتغال کشاورزی در استان مازندران نیز طی سال‌های اخیر پژوهش‌های مختلفی انجام شد. از جمله در پژوهشی عوامل مؤثر در اشتغال‌زایی در مشاغل مرتبط با کشاورزی از جمله صنایع تبدیلی کشاورزی در مازندران به عنوان راه‌حلی برای جذب نیروی کار مازاد در بخش کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت (Mozaffari-Khoshrodi, 2016). در بررسی نیازهای آموزشی باغداران مرکبات مازندران در جهت توسعه کسب و کار و اشتغال، نتایج نشان داد آشنایی با اصول انتخاب رقم مرکبات، روش‌های تأمین مالی، قابلیت‌های کسب و کارهای اینترنتی، عناصر غذایی خاک، اصول مبارزه بیولوژیک، اصول کشت ارگانیگ و مقررات بیمه‌ای، بالاترین اولویت را در توسعه کسب‌وکار و اشتغال داشت (Pazokinejad and Bageriyan, 2009).

نتایج پژوهش‌های مبتنی بر تأثیر تغییر اقلیم بر اشتغال در کشورهای مختلف نیز حاکی از آن بود که در سال ۲۰۵۰، تغییر اقلیم بر وضعیت اشتغال ۲۱ درصد از جمعیت کشور کلمبیا که در کشاورزی شاغل هستند تأثیر خواهد گذاشت (Ramirez-Villegas *et al*, 2012). هم‌چنین با استفاده از کاربرد مدل ریکاردین در کشاورزی کشور کامرون نیز نشان داده شد که تغییر اقلیم می‌تواند در درآمدزایی در بخش کشاورزی اثر منفی داشته باشد (Molua, 2007).

با توجه به مرور منابع انجام شده مشخص شده است که تاکنون پژوهشی در راستای ارزیابی اثرات اقتصادی تغییر اقلیم بر توسعه اشتغال و درآمد حاصل از تولید محصولات باغی در استان مازندران انجام نشده است. در همین راستا و با توجه به اهمیت تولید پایدار مرکبات در کشور، این پژوهش با هدف بررسی اثر تغییر اقلیم بر اقتصاد تولید مرکبات و توسعه اشتغال روستایی در استان مازندران انجام شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری اطلاعات

به‌منظور بررسی اثر تغییر اقلیم بر تولید مرکبات در استان مازندران، دو محصول پرتقال و نارنگی به‌عنوان محصولات با بیشترین سطح زیر کشت انتخاب شدند (جدول ۱). متغیرهای اقلیمی مورد مطالعه شامل داده‌های دما و بارش سالانه استان مازندران در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۵ بودند که این اطلاعات از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. مناطق مورد مطالعه هفت ایستگاه هواشناسی در استان مازندران شامل آمل، بابلسر، قراخیل، نوشهر، رامسر، ساری و سیاه‌بیشه بودند. به‌منظور محاسبه درآمد خالص هر یک از محصولات، هزینه‌های تولید از ارزش ناخالص تولید کاسته شد و نتیجه برای هر سال به‌عنوان درآمد خالص کشاورزان در نظر گرفته شد. در این پژوهش در ابتدا اثر تغییر اقلیم بر تغییرات دما و بارندگی استان مازندران مورد بررسی قرار گرفت، سپس اثر این تغییرات بر میزان درآمد خالص کشاورزان با استفاده از روش ریکاردین و با استفاده از نرم‌افزارهای آماری Minitab و Matlab تعیین شد.

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

جدول ۱- سطح زیر کشت محصولات باغی در استان مازندران
Table 1. Cultivated area of horticultural crops in Mazandaran Province

محصول باغی Garden product	کل سطح زیر کشت (ha) Total cultivated area (ha)
پرتقال Orang	85990
نارنگی Tangerine	20200
هلو Peach	9827
گیلاس Cherry	2605
سیب Apple	3381
گلابی Pear	866
کیوی Kiwi	6810
گردو Walnut	6780
مقدار کل Total amount	136459

بررسی اثر تغییر اقلیم

به‌منظور بررسی اثرات تغییر اقلیم بر میزان دما و بارندگی، پیش‌بینی‌های مربوط به این پارامترهای هواشناسی از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۸۰ که با استفاده از ریزمقیاس نمایی خروجی مدل‌های گردش عمومی جَو به‌کمک مدل LARSWG به‌دست آمده بود، تهیه شد. سازمان جهانی تغییر اقلیم در گزارش پنجم خود سناریوهایی را تعریف نمود که براساس میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای تهیه شده بود و دارای چهار زیرمجموعه به نام‌های RCP8.5، RCP6، RCP4.5 و RCP2.6 است (Wayne, 2007). RCPها مسیرهای از پیش تعیین شده برای میزان غلظت ایروسل‌ها و گازهای گلخانه‌ای همراه با تغییرات کاربری زمین هستند که با مجموعه‌ای از خروجی‌های اقلیمی مورد استفاده در جامعه مدلسازی اقلیمی سازگار هستند. در این مطالعه اثر سه سناریوی (RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5) بر فاکتور اقتصادی تولید مرکبات و درآمد خالص در واحد سطح، مورد بررسی قرار گرفت.

تشریح مدل ریکاردین

روش ریکاردین به‌منظور بررسی اثرات تغییر اقلیم بر بخش کشاورزی معرفی شد و کارایی آن سبب شد تا در پژوهش‌های مختلفی مورد استفاده قرار بگیرد که از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به‌تحلیل اثرات اقتصادی تغییر اقلیم برای کشاورزی کانادا و ایالات متحده (Mendelsohn and Reinsborough, 2007)، کشاورزی کشور مصر (Eid *et al.*, 2007)، کشاورزی کشور چین (Liu *et al*, 2004) و کشاورزی کشور آلمان (Chatzopoulos, 2015) اشاره نمود. مدل ریکاردین فرض می‌کند که ارزش مزرعه در هر هکتار (V) برای هر مزرعه i برابر است با ارزش کنونی درآمدهای خالص آینده حاصل از فعالیت‌های کشاورزی، که شکل کلی آن به‌صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود (Bozzola et al, 2017):

$$V=\int_t^{\infty}[\sum MO(X,G,Z)-I'X]e^{-\varphi t}dt \qquad (۱)$$

که در آن M عبارت است از بردار قیمت فروش محصول i و O نمایانگر خروجی محصول i است. همچنین X، C، S و G به‌ترتیب عبارتند از بردار نهاده‌های خریداری شده (به‌جز زمین)، متغیرهایی که در طول زمان ثابت هستند مانند متغیرهای اقلیمی، متغیرهای کنترلی که در طول زمان تغییر می‌کنند مانند جمعیت و سرانه درآمد. در نهایت I بردار قیمت نهاده‌های ورودی است و t عبارتست از: زمان و نرخ نزول مرتبط. یک کشاورز خروجی‌هایی را برای تولید انتخاب می‌کند و نهاده‌های X را نیز برای بیشینه کردن ارزش زمین با قیمت مشخص، شرایط اقلیمی و شرایط دیگر اجتماعی- اقتصادی در نظر می‌گیرد. با این فرض که برای بیشینه کردن رابطه (۱) باید خروجی و ورودی‌های خریداری شده به‌گونه‌ای انتخاب شود که ارزش زمین را در هکتار بیشینه کند. رابطه میان ارزش بیشینه زمین در هکتار و متغیرهای خروجی که نمی‌توانند توسط کشاورزان تغییر داده شوند، رابطه ریکاردین می‌باشد (رابطه ۲) (Bozzola *et al*, 2017).

$$V=f(G,Z,M,I) \qquad (۲)$$

در این پژوهش از مدل ریکارین به‌منظور بررسی اثرات تغییر اقلیم بر درآمد خالص کشاورزان که به‌عنوان شاخصی برای توسعه اشتغال روستایی است، از متغیرهای دما و بارش سالانه و در فصل کشت محصول استفاده شد که شکل کلی معادله آن به‌صورت رابطه (۳) می‌باشد.

$$V=c_0+c_1T_c+c_2T_a+c_3R_c+c_4R_a+c_5T_c^2+ c_6T_a^2+c_7R_c^2+c_8R_a^2+c_9T_cR_c+c_{10}T_aR_a \qquad (۳)$$

که در آن V درآمد خالص در واحد سطح (ریال)، Tc و Ta به‌ترتیب میانگین دمای فصل کشت و دمای سالانه (درجه سانتی‌گراد)، Rc و Ra میانگین بارش تجمعی فصل کشت و میانگین بارش تجمعی سالانه (میلی‌متر) و ضرایب ci (i = 0, 1, 2, ..., 10) نیز ضرایب رگرسیونی مدل ارائه شده هستند.

به‌منظور محاسبه ضرایب رگرسیونی مدل ریکاردین در این پژوهش از روش رگرسیون چندک استفاده شد (Benhin 2006; Mano and Nhemachena, 2007; Huong *et*

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

al., 2019) استفاده از روش رگرسیون چندک می‌تواند به شناسایی شکل توزیع متغیر وابسته در مدل در سطوح مختلف کمک کند (Bameni-Moghaddam *et al*., 2004; Ansari *et al*, 2006).

در گام بعدی درصد تغییرات در درآمد خالص که با افزایش حاشیه‌ای دما و بارندگی در فصل کشت (c) و میانگین سالانه (a) همبستگی دارد به‌صورت رابطه (۴) تا (۷) محاسبه شد (Bozzola et al, 2017; Huong *et al*, 2019):

$$[\partial \hat{V}_i / \partial T_c]\hat{N}_i = c_1 + (2c_5 T_c) \quad (۴)$$
$$[\partial \hat{V}_i / \partial T_a]\hat{N}_i = c_2 + (2c_6 T_a) \quad (۵)$$
$$[\partial \hat{V}_i / \partial R_c]\hat{N}_i = c_3 + (2c_7 R_c) \quad (۶)$$
$$[\partial \hat{V}_i / \partial R_a]\hat{N}_i = c_4 + (2c_8 R_a) \quad (۷)$$

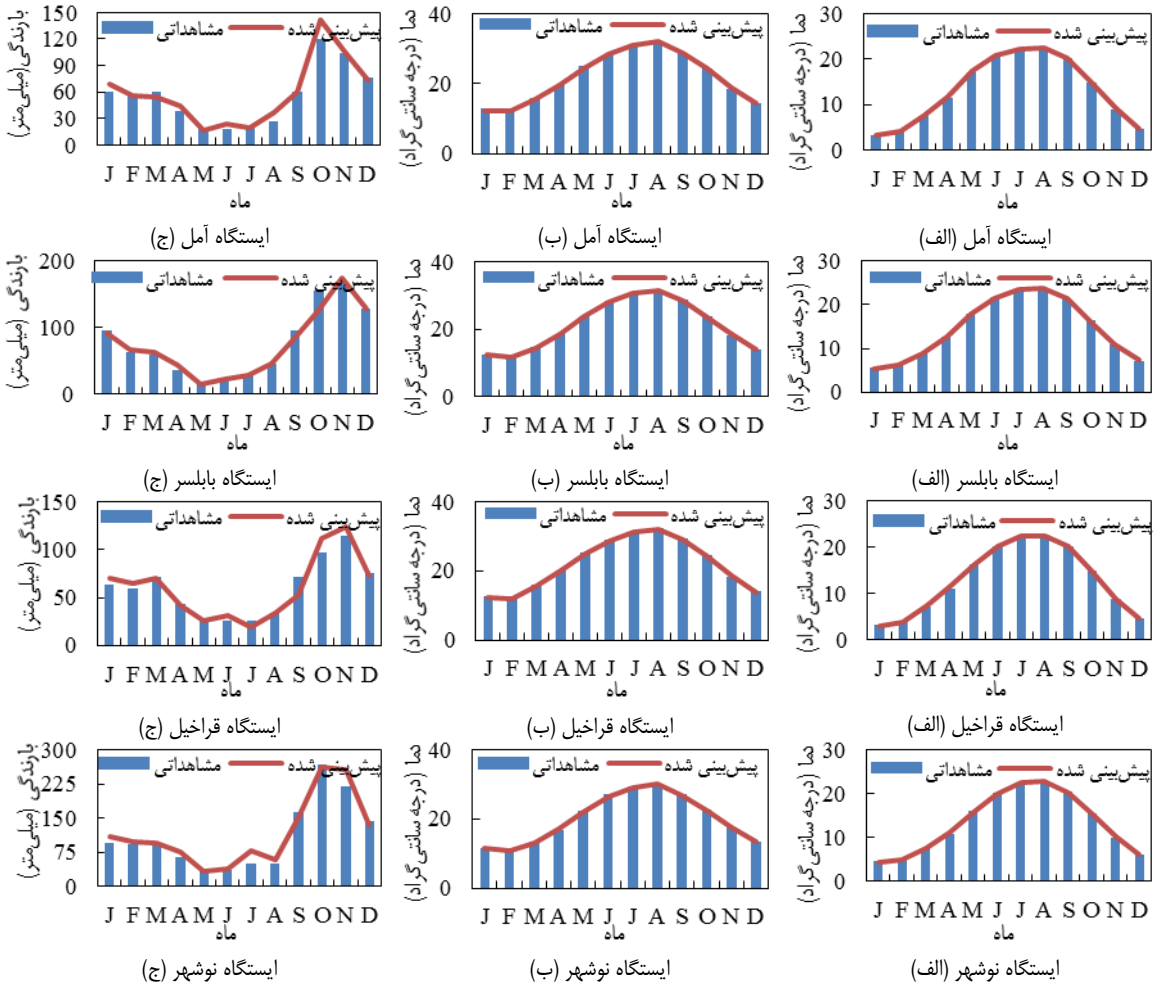
در نهایت اثر تغییر اقلیم بر ارزش مزارع به‌صورت اختلاف میان ارزش زمین با شرایط دما و بارش آینده و ارزش زمین با شرایط گذشته دما و بارش دوره پایه برای هر مزرعه محاسبه شد.

نتایج و بحث

تحلیل و بررسی ریز مقیاس‌سازی مدل‌های گردش عمومی جو

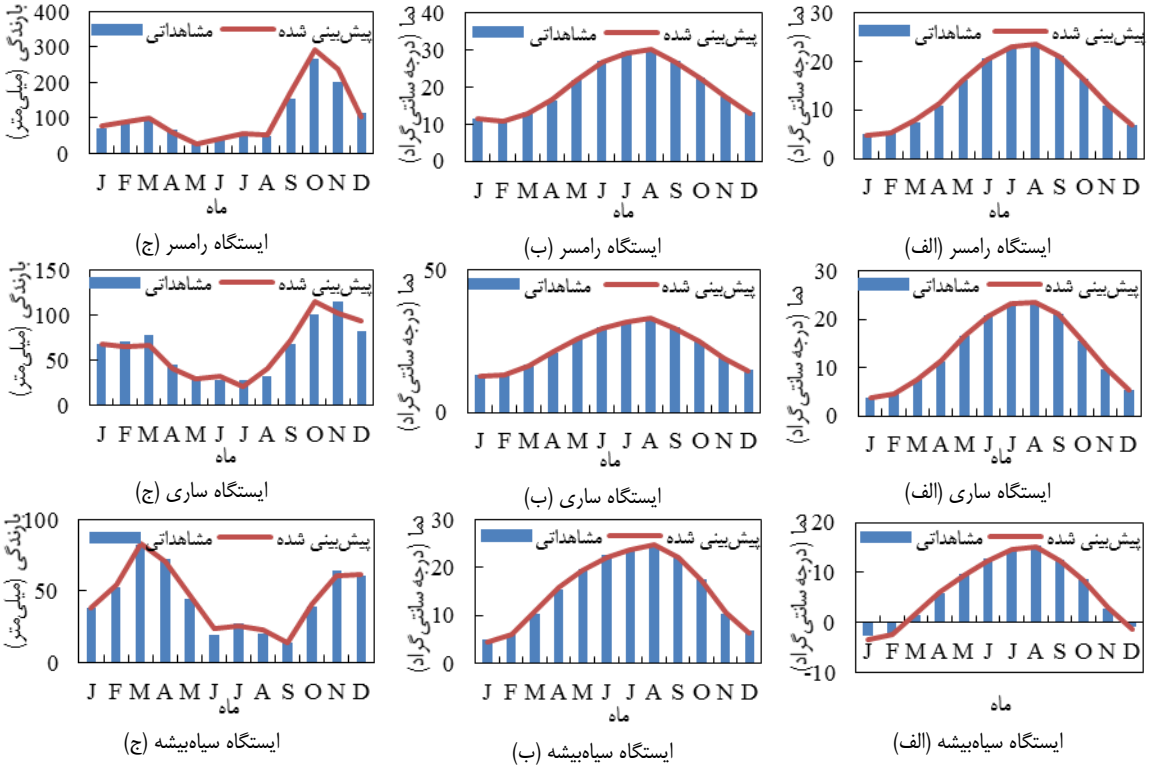
جهت ریزمقیاس نمایی داده‌های اقلیمی در استان مازندران، از مدل LARSWG استفاده شد. در این مطالعه سه متغیر اقلیمی دمای کمینه، دمای بیشینه و بارش ماهانه با دوره پایه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ برای سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۸۰ و سه سناریو خوشبینانه (RCP2.6)، متوسط (RCP4.5) و بدبینانه (RCP8.5) ریزمقیاس نمایی شدند.

به‌منظور مقایسه داده‌های مشاهداتی و پیش‌بینی شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه، نمودار این مقادیر برای پارامترهای دمای هوای کمینه، دمای هوای بیشینه و بارندگی به‌تفکیک هر ایستگاه در شکل ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد در هیچ یک از ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف چشمگیری میان مقادیر مشاهداتی و پیش‌بینی شده وجود نداشت.



شکل ۲- مقایسه مقادیر مشاهداتی (خط آبی) و پیش‌بینی شده (خط نارنجی) توسط مدل LARSWG در ایستگاه‌های مورد مطالعه برای متغیرهای اقلیمی الف) دمای کمینه، ب) دمای بیشینه، ج) بارندگی در مقیاس ماهانه

Figure 2. Comparison between the observed (blue line) and LARS-WG-simulated values (orange line) in the studied stations for the climate variables: a) monthly minimum temperature, b) monthly maximum temperature, c) monthly rainfall



ادامه شکل ۲- مقایسه مقادیر مشاهداتی (خط آبی) و پیش‌بینی شده (خط نارنجی) توسط مدل LARSWG در ایستگاه‌های مورد مطالعه برای متغیرهای اقلیمی الف) دمای کمینه، ب) دمای بیشینه، ج) بارندگی در مقیاس ماهانه

Continued Figure 2. Comparison between the observed (blue line) and LARS-WG-simulated values (orange line) in the studied stations for the climate variables: a) monthly minimum temperature, b) monthly maximum temperature, c) monthly rainfall

آشکارسازی رخداد تغییر اقلیم

به‌منظور آشکارسازی رخداد تغییر اقلیم در استان مازندران، از آزمون آماری تعیین روند من-کندال برای متوسط دمای ماهانه، فصلی و سالانه استفاده شد (جدول ۲). نتایج نشان داد در هیچ یک از ماه‌های مورد مطالعه و هم‌چنین فصول مختلف، هیچ روندی وجود نداشت. به‌عبارت دیگر بررسی سری زمانی داده‌های اقلیمی نشان داد که آماره Z محاسبه شده در سطوح اطمینان مختلف از آماره Z جدول کوچک‌تر بودند و بنابر فرض صفر، وجود روند در آن‌ها تأیید نمی‌شود. نتایج حاصل از بررسی آزمون من-کندال برای مجموع بارش ماهانه و میانگین بارندگی فصلی و سالانه نیز در جدول ۲ ارائه شده است. براساس نتایج این جدول، تنها میزان بارندگی در فصل بهار در استان مازندران دارای روند معنی‌داری بود و در تمامی ماه‌ها و فصول دیگر مورد مطالعه وجود روند تأیید نشد.

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

جدول ۲- مقادیر آزمون من-کندال در مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه در استان مازندران (دوره پایه)
Table 2. Statistical values of Man-Kendall test on a monthly, seasonal, and annual scale

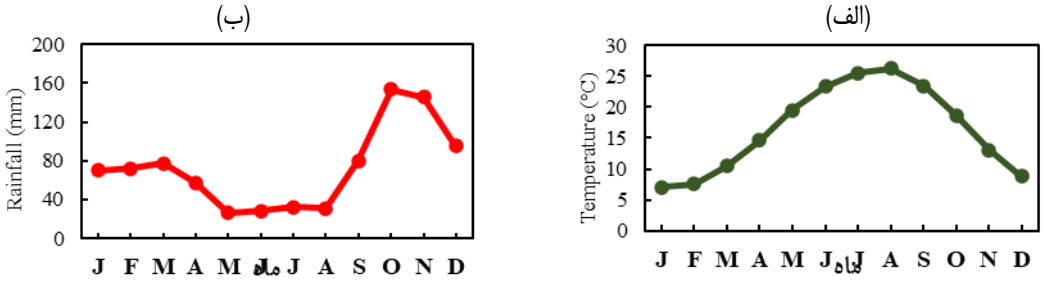
دوره زمانی Time period	پارامتر اقلیمی Climatic parameter		دوره زمانی (فصلی و سالانه)	پارامتر اقلیمی Climatic parameter	
	درجه حرارت Temperature	مجموع بارش Total rainfall		درجه حرارت Temperature	مجموع بارش Total rainfall
ژانویه January	-1.29	-0.61	بهار Spring	0.83	2.35*
فوریه February	-0.98	0.76	تابستان Summer	0.76	0.83
مارس March	-1.44	0.53	پاییز Autumn	0.15	-1.29
آوریل April	1.21	1.67	زمستان Winter	-0.15	-0.68
می May	1.67	0.30	سالانه Annual	0.38	-0.08
ژوئن June	0.23	0.30	–	–	–
ژولای July	0.00	-0.38	–	–	–
آگوست August	0.68	1.52	–	–	–
سپتامبر September	1.74	-0.23	–	–	–
اکتبر October	0.30	-1.06	–	–	–
نوامبر November	-0.08	-0.83	–	–	–
دسامبر December	0.45	-1.06	–	–	–

آماره معنی‌داری در سطح احتمال ۹۵٪ و ۹۹٪ به ترتیب با علامت * و ** نشان داده شده‌اند
Significant statistics at the 95% and 99% probability levels are indicated by * and **, respectively.

منبع: یافته‌های پژوهش
Source: Research findings

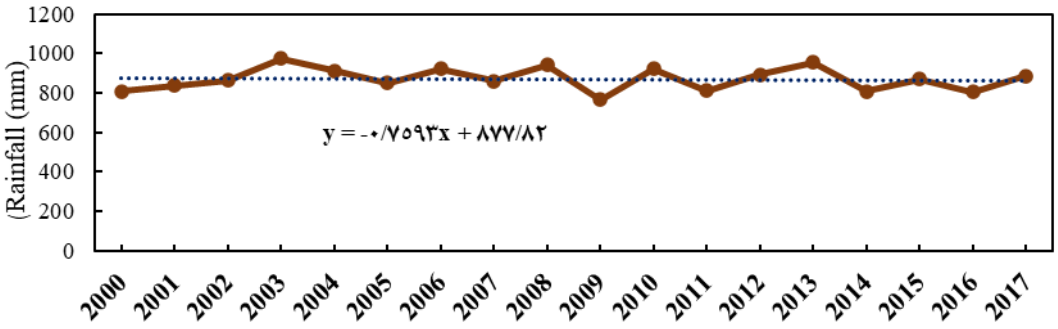
بررسی روند تغییرات دما و بارندگی استان مازندران

تغییرات دما و مجموع بارندگی ماهیانه استان مازندران در شکل ۳ آورده شده است. نتایج بررسی نشان داد به‌طور متوسط در دوره پایه، ماه ژولای با ۲۶/۲ درجه سانتی‌گراد دارای بیشترین دما و ماه ژانویه با ۷/۱ درجه سانتی‌گراد دارای کمترین دما بود. هم‌چنین بیشترین و کمترین میزان بارندگی در این استان نیز به‌ترتیب مربوط به ماه اکتبر با ۱۵۳/۷۴ میلی‌متر و ماه می با ۲۶/۶ میلی‌متر بوده است. هم‌چنین بررسی مجموع بارندگی سالانه استان مازندران در دوره پایه نشان داد که میانگین مجموع بارش سالانه در این استان برابر ۸۷۰/۶ میلی‌متر بود (شکل ۴). هم‌چنین مطالعه روند مجموع بارندگی سالانه در این استان حاکی از آن بود که با توجه به شیب منفی خط روند بارش، مقدار بارندگی سالانه در طول دوره پایه کاهشی بود.



شکل ۳- تغییرات میانگین دمای ماهانه (الف) و مجموع بارندگی ماهانه (ب) در استان مازندران (میانگین دوره پایه)
Figure 3. Changes in mean monthly temperature (a) and monthly rainfall (b) in Mazandaran

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

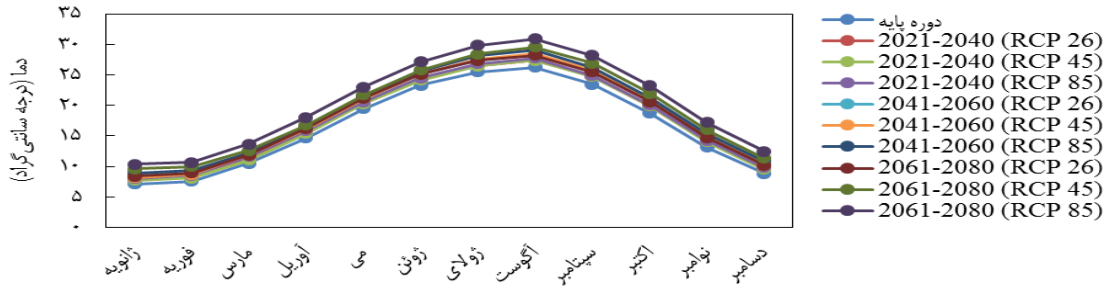


شکل ۴- مجموع بارش سالانه استان مازندران در دوره پایه (۲۰۱۷-۲۰۰۰)
Figure 4. The total annual rainfall in Mazandaran province during the baseline period (2000-2017)

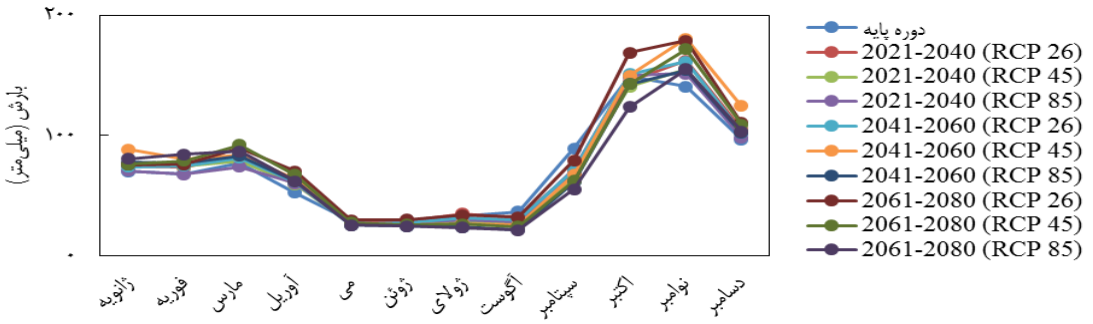
تغییرات بارندگی و دما در دوره‌های آتی

پس از بررسی عملکرد مدل در شبیه‌سازی دوره پایه و مطالعه روند تغییرات دما و بارندگی در این دوره در استان مازندران، اقدام به تولید داده‌های شبیه‌سازی شده برای دوره‌های آتی شد. داده‌های شبیه‌سازی شده دمای متوسط و بارندگی در استان مازندران در سه دوره ۲۰۴۰-۲۰۲۰، ۲۰۶۰-۲۰۴۱ و ۲۰۸۰-۲۰۶۱ با سه سناریو RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 در شکل‌های ۵ و ۶ ارائه شده است.

براساس شکل ۵، مدل LARSWG در پیش‌بینی دمای میانگین، روندی افزایشی را در دوره‌های آینده نشان داد. هم‌چنین بیشترین و کمترین مقادیر دمای پیش‌بینی شده نیز به‌ترتیب به ماه‌های آگوست و ژانویه تعلق داشته است. بررسی روند بارش در شکل ۶ نیز حاکی از آن است که مقادیر بارندگی در استان مازندران متغیر بوده است و بیشترین و کمترین مقدار بارندگی نیز به‌ترتیب در ماه‌های نوامبر و آگوست پیش‌بینی شده است.



شکل ۵- تغییرات دما در استان مازندران در دوره پایه و سناریوهای تغییر اقلیم (۲۰۲۰ تا ۲۰۸۰)
Figure 5. The mean monthly temperature changes in Mazandaran province under the baseline period and climate change scenarios during 2020-2080



شکل ۶- تغییرات بارندگی استان مازندران در دوره پایه و سناریوهای تغییراقلیم (۲۰۲۰ تا ۲۰۸۰)
Figure 6. The total monthly rainfall changes in Mazandaran province under the baseline period and climate change scenarios during 2020-2080

برآورد مدل ریکاردین برای مرکبات

از آن‌جایی که محصولات باغی تحت تأثیر متغیرهای اقلیمی در تمام طول سال هستند، برای مدل‌سازی اثر آب و هوا بر درآمد حاصل از مرکبات، میانگین دما و بارش سالانه مورد بررسی قرار گرفتند. طبق جدول ۳ میانگین و انحراف معیار دمای سالانه در دوره زمانی مورد مطالعه (۱۳۹۵-۱۳۸۴) برابر ۱۶/۲ و ۰/۰۸ درجه‌سانتی‌گراد بود. هم‌چنین بررسی شاخص‌های حداقل و حداکثر دما، انحراف معیار و ضریب تغییرات نشان می‌دهد که دما در این دوره در استان مازندران دارای تغییرات اندکی بوده است. هم‌چنین بررسی مقادیر بارش

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

تجمعی در دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۴ نشان می‌دهد که میانگین و انحراف معیار سالانه بارش تجمعی در طول دوره مورد مطالعه در استان مازندران به‌ترتیب برابر ۲۹۰/۳ و ۱۷/۷۶ میلی‌متر بوده است.

مقادیر ضرایب مدل ریکاردین برای محصول پرتقال طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۵ در جدول ۴ نشان داده شده است. میانگین خطای مطلق در این مدل برابر ۲۴ میلیون ریال به‌دست آمد و مقدار Pseudo R^2 نیز برابر ۲۲/۷ درصد تعیین شد. نتایج رگرسیون نشان می‌دهد که هیچ یک از پارامترهای متغیرهای اقلیمی اثر معنی‌داری بر درآمد خالص در واحد سطح نداشتند. براساس مدل به‌دست آمده، دمای سالانه و مجذور بارش سالانه اثر منفی بر درآمد خالص داشته است؛ در حالی که اثر بارش سالانه و مجذور دمای سالانه اثر مثبتی بر درآمد خالص داشتند. در نهایت اثر متقابل دما و بارش در مدل اثری نداشت.

جدول ۳- آمار توصیفی متغیرهای مورد استفاده در مدل ریکاردین تولید مرکبات در استان مازندران
Table 3. Descriptive statistics of the variables of the Ricardian model of citrus production in Mazandaran province

متغیر Variable	میانگین mean	حداکثر maximum	حداقل minimum	انحراف معیار Standard deviation	ضریب تغییرات CV
متوسط دمای سالانه (°C) Mean annual air temperature	16.2	16.3	15.6	0.08	0.01
متوسط بارش سالانه (mm) Mean annual rainfall	290.3	329.4	263.7	16.9	0.06

منبع: داده‌های دما و بارش دریافت شده از ایستگاه‌های هواشناسی استان مازندران (۱۳۹۵-۱۳۸۴)
Source: temperature and precipitation data received from meteorological stations of Mazandaran province.

جدول ۴- نتایج مدل رگرسیونی برای تعیین ضرایب مدل‌ریکاردین تولید پرتقال در استان مازندران
Table 4. The regression results of the Ricardian model for orange product in Mazandaran province

پارامتر	ضریب Coefficient	آماره t t-Value	معنی‌داری Significant
عرض از مبدأ Intercept	1844095728	0.336	0.75
دمای سالانه (Ta) Annual temperature	-516767225	-0.860	0.42
بارش سالانه (Ra) Annual rainfall	9863689	0.304	0.77
مجذور دمای سالانه (Ta^2)	20068406	0.901	0.40
مجذور بارش سالانه (Ra^2)	-17893	-0.326	0.75
اثر متقابل دما و بارش سالانه Ta×Ra	۰	–	–
شاخص Pseudo R^2	0.227		
میانگین خطای مطلق (ریال) MAE (million IRR)	24029982		

منبع: یافته‌های پژوهش
Source: Research findings

همچنین مقایسه مقادیر درآمد خالص پیش‌بینی شده توسط مدل ریکاردین و درآمد واقعی محاسبه شده برای محصول پرتقال در دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۴ در شکل ۷ آورده شده است. نتایج نشان داد مدل ارائه شده توانسته است روند تغییرات درآمد خالص را در طی سال‌های مورد مطالعه به‌خوبی پیش‌بینی کند. همچنین میان درآمد واقعی و پیش‌بینی شده نیز اختلاف چشمگیری مشاهده نشد.

در جدول ۵ نتایج کاربرد روش رگرسیون چندک برای یافتن ضرایب مدل ریکاردین برای محصول نارنگی ارائه شده است. براساس این جدول، میانگین خطای مطلق در این مدل برابر ۱۹ میلیون ریال و مقدار Pseudo R^2 نیز برابر ۱۰/۴ درصد بوده است. نتایج رگرسیون نیز نشان داد که هیچ یک از پارامترهای متغیرهای اقلیمی اثر معنی‌داری بر درآمد خالص در واحد سطح نداشتند. براساس مدل به‌دست آمده، اثر دما و مجذور بارش سالانه بر درآمد مثبت بوده است، درحالی‌که اثر بارش و مجذور اثر متقابل دما و بارش سالانه منفی تعیین شد. هم‌چنین اثر متقابل دما و بارش در مدل اثری نداشت.

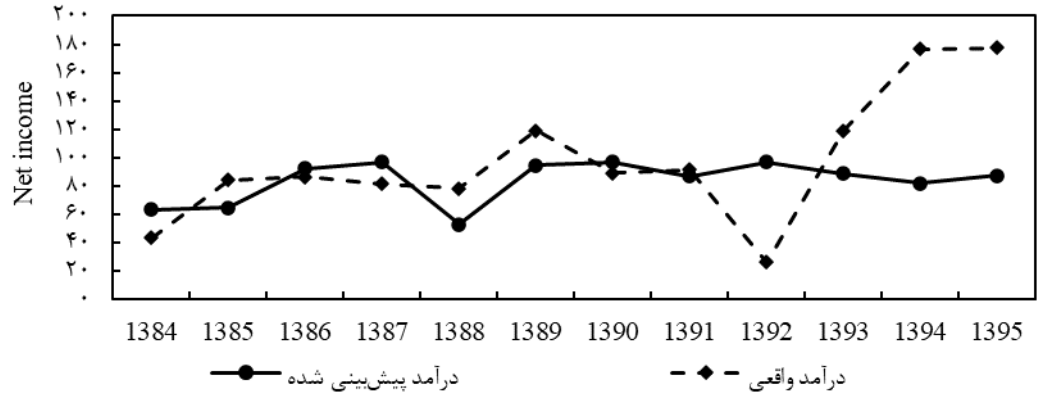
همچنین مقایسه مقادیر درآمد خالص پیش‌بینی شده توسط مدل ریکاردین و درآمد واقعی محاسبه شده برای محصول نارنگی در دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۴ در شکل ۸ نشان داده شده است. براساس این شکل، مدل ارائه شده، توانسته است روند تغییرات درآمد خالص را در طی سال‌های مورد مطالعه به‌خوبی پیش‌بینی کند. هم‌چنین میان درآمد واقعی و پیش‌بینی شده نیز اختلاف چشمگیری مشاهده نشد.

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

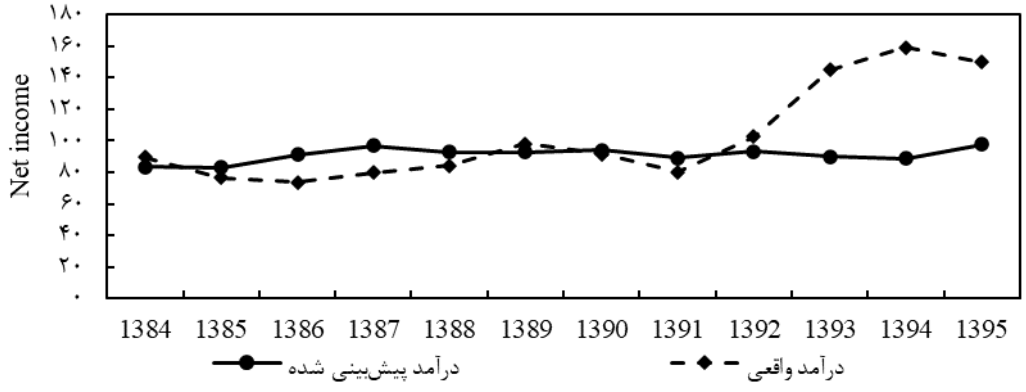
جدول ۵- نتایج مدل رگرسیونی برای تعیین ضرایب مدل‌ریکاردین تولید نارنگی در استان مازندران
Table 5. The regression results of the Ricardian model for tangerine product in Mazandaran province

پارامتر	ضریب Coefficient	آماره t t-Value	معنی‌داری Significant
عرض از مبدأ Intercept	1319206125	-0.301	0.77
دمای سالانه (Ta) Annual temperature	178268662	0.372	0.72
بارش سالانه (Ra) Annual rainfall	-2725077	-0.105	0.92
مجذور دمای سالانه (Ta^2)	-4002542	-0.225	0.83
مجذور بارش سالانه (Ra^2)	4330	0.099	0.92
اثر متقابل دما و بارش سالانه Ta×Ra	۰	–	–
شاخص Pseudo R^2	0.104		
میانگین خطای مطلق (ریال) MAE (million IRR)	19590798		

منبع: یافته‌های پژوهش Source: Research findings



شکل ۷- مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده توسط مدل ریکاردین برای درآمد خالص حاصل از تولید پرتقال در دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۴
Figure 7. Regression model performance in determining the net income compared to the observed value for orange product scenarios during 2006-2017



شکل ۸- مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده توسط مدل ریکاردین برای درآمد خالص حاصل از تولید نارنگی در دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۴
Figure 8. Regression model performance in determining the net income compared to the observed value for tangerine product scenarios during 2006-2017

در این پژوهش، مقادیر شاخص Pseudo R^2 برای محصولات پرتقال و نارنگی به‌ترتیب برابر ۰/۲۲۷ و ۰/۱۰۴ به‌دست آمد. در پژوهش دیگری که فاکتورهای مؤثر در تعیین درآمد کشاورزان برنج‌کار در فیلیپین را مورد مطالعه قرار داده بود، مقدار شاخص Psedo R^2 بین ۰/۱۵ تا ۰/۳۵ تعیین شد (Pede *et al*., 2012). همچنین در تعیین عوامل مؤثر بر

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

عملکرد مالی شرکت‌های مختلف با استفاده از روش رگرسیون چندک، مقدار این شاخص بین ۰/۰۷ تا ۰/۱۸۸ گزارش شد (Ha *et al*., 2019).

براساس جدول‌های ۴ و ۵، نتایج حاصل از رگرسیون در پیش‌بینی درآمد خالص مرکبات نشان داد که اثر متغیر میانگین دمای سالانه بر درآمد حاصل از محصول پرتقال منفی بوده است، درحالی‌که اثر مثبتی بر درآمد حاصل از محصول نارنگی داشته است. هم‌چنین بررسی متغیر مجموع بارش سالانه نشان داد که اثر این متغیر بر درآمد حاصل از محصول پرتقال مثبت و در محصول نارنگی منفی بوده است. نتایج حاصل از بررسی فاکتور مجذور دما نیز بر درآمد کشاورزان پرورش‌دهنده محصول پرتقال و نارنگی به‌ترتیب مثبت و منفی گزارش شد، در حالی که اثر مجذور بارش بر این درآمد این دو محصول به‌ترتیب منفی و مثبت به‌دست آمد. در مجموع اثر متغیرهای اقلیمی دما و بارش بر درآمد دو محصول مرکبات مورد بررسی مخالف یکدیگر بود.

اثرات حاشیه‌ای اقلیم بر درآمد حاصل از تولید

طبق جدول ۶ تحلیل اثرات حاشیه‌ای به‌منظور بررسی اثر تغییر بسیار جزیی در دما و بارش بر درآمد خالص حاصل از مرکبات انجام شد. اثر حاشیه‌ای برای هر یک متغیرهای دما و بارش سالانه مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج نشان داد که هر واحد افزایش در دمای سالانه سبب افزایش درآمد خالص حاصل از محصول پرتقال به‌اندازه ۴۰/۱۴ میلیون ریال شده است، درحالی‌که این افزایش سبب کاهش ۸/۰۱ میلیون ریالی درآمد حاصل از کشت نارنگی شده است. بررسی اثر حاشیه‌ای متغیر بارش سالانه نیز حاکی از آن بود که با افزایش یک واحدی بارش، درآمد خالص محصول پرتقال با کاهشی معادل ۰/۰۴ میلیون ریالی همراه بود درحالی‌که در محصول نارنگی سبب افزایش ۰/۰۱ میلیون ریالی درآمد خالص شد. به‌طور کلی نتایج اثرات حاشیه‌ای اقلیم نشان داد افزایش هر واحد دما سبب افزایش درآمد خالص و توسعه اشتغال در تولید پرتقال و افزایش هر واحد بارش سبب افزایش درآمد خالص و توسعه اشتغال در تولید نارنگی می‌شود.

در پژوهش هونگ و همکاران (Huong *et al*., 2019) بررسی اثر حاشیه‌ای دمای فصل خشک و فصل تر نشان داد که افزایش دما و بارش در هر دو فصل خشک و تر سبب کاهش درآمد خالص کشاورزان در ویتنام شده است.

جدول ۶- اثرات حاشیه‌ای متغیرهای اقلیمی بر درآمد خالص حاصل از تولید مرکبات

Table 6. Marginal impact of climatic variables on net income from citrus production

متغیر	محصول پرتقال Orange product	محصول نارنگی Tangerine product
دما (میلیون ریال بر درجه سانتی‌گراد) Temperature (million IRR per ºC)	40.14	-8.01
بارش (میلیون ریال بر میلی‌متر) Rainfall (million IRR per mm)	-0.04	0.01

منبع: یافته‌های پژوهش

Source: Research findings

پیش‌بینی اثر تغییر اقلیم بر درآمد خالص

پس از برآورد مدل ریکاردین، به بررسی تأثیر تغییر اقلیم بر درآمد خالص، با استفاده از سناریوهای مختلف پرداخته شده است. بدین منظور، در این مطالعه، با استفاده از مدل LARS و ورودی داده‌های گردش عمومی جو، سناریوهای مختلف انتشار گازهای گلخانه‌ای شامل RCP2.6، RCP4.5، و RCP8.5، دما و بارش برای سال ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ تعیین شد و اثر این سناریوها بر درآمد خالص تولید محصولات پرتقال و نارنگی مورد بحث قرار گرفت که نتایج آن در جدول‌های ۷ و ۸ آورده شده است. براساس نتایج حاصل از جدول ۷، تغییرات میانگین دمای سالانه برای محصول پرتقال سبب افزایش درآمد حاصل از کشت این محصول و در نتیجه توسعه اشتغالزایی در این بخش خواهد شد. به‌عبارت دیگر، در سه سناریوی RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 در سال ۲۰۵۰ به‌ترتیب سبب افزایش ۱۳/۴، ۱۴/۵ و ۲۵/۲ درصد درآمد خالص خواهد شد. هم‌چنین تغییرات درآمد برای سه سناریو مورد بررسی در سال ۲۰۸۰ به‌ترتیب حاکی از افزایش ۱۴/۳، ۲۷/۸ و ۲۹/۱ درصدی درآمد خالص در مقایسه با میانگین درآمد خالص در دوره پایه است که نشان‌دهنده روند مثبت توسعه اشتغالزایی در تولید پرتقال طی سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ می‌باشد.

براساس جدول ۸، تغییرات دما و بارش در سناریوهای RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ سبب افزایش درآمد خالص محصول نارنگی شده است. بنابراین، مقدار درآمد خالص کشاورزان در واحد سطح برای این محصول در این سه سناریو در سال ۲۰۵۰ نسبت به میانگین دوره پایه به‌ترتیب ۵/۲، ۶/۷ و ۱۷/۷ درصد و در سال ۲۰۸۰ به‌ترتیب ۶/۲، ۱۵/۰ و ۲۹/۲ درصد افزایش خواهد داشت که نشان‌دهنده روند مثبت توسعه اشتغال‌زایی در تولید نارنگی در هر دو دوره سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ می‌باشد.

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

جدول ۷- تأثیر تغییر اقلیم بر درآمد خالص حاصل از تولید پرتقال
Table 7. The effect of climate change on net income from orange production

سال Year	سناریو scenarios	دما Temperature (oC)	بارش تجمعی Rainfall (mm)	درآمد خالص (میلیون ریال) Net income, (Million IRR)
دوره پایه Baseline	–	16.2	290.3	۹۷/۷
2050	RCP2.6	18.9 (16.7)	284.0 (-2.2)	110.8 (13.4)
	RCP4.5	19.0 (17.3)	278.5 (-4.1)	111.9 (14.5)
	RCP8.5	19.1 (17.9)	261.2 (-10.0)	122.3 (25.2)
2080	RCP2.6	19.0 (17.3)	280.3 (-3.5)	111.7 (14.3)
	RCP4.5	19.8 (22.2)	267.7 (-7.8)	124.9 (27.8)
	RCP8.5	20.3 (25.3)	247.4 (-14.7)	126.1 (29.1)

منبع: یافته‌های پژوهش
Source: Research findings

جدول ۸- تأثیر تغییر اقلیم بر درآمد خالص حاصل از تولید نارنگی
Table 8. The effect of climate change on net income from tangerine production

سال Year	سناریو scenarios	دما Temperature (oC)	بارش تجمعی Rainfall (mm)	درآمد خالص (میلیون ریال) Net income, (Million IRR)
دوره پایه Baseline	–	16.2	290.3	۱۰۲/۶
2050	RCP2.6	18.9 (16.7)	284.0 (-2.2)	107.9 (5.2)
	RCP4.5	19.0 (17.3)	278.5 (-4.1)	109.5 (6.7)
	RCP8.5	19.1 (17.9)	261.2 (-10.0)	102.8 (17.7)
2080	RCP2.6	19.0 (17.3)	280.3 (-3.5)	108.9 (6.2)
	RCP4.5	19.8 (22.2)	267.7 (-7.8)	117.9 (15.0)
	RCP8.5	20.3 (25.3)	247.4 (-14.7)	132.5 (29.2)

منبع: یافته‌های پژوهش
Source: Research findings

به‌طورکلی نتایج حاصل از بررسی اثر تغییر اقلیم در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ در سه سناریو RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 برای مرکبات در استان مازندران نشان داد که، اثر تغییر متغیرهای اقلیمی بر درآمد خالص این محصولات مثبت بوده است. براساس این نتایج، افزایش دما و کاهش بارندگی سبب افزایش درآمد خالص حاصل از کشت مرکبات در این استان خواهد شد که روند مثبت توسعه اشتغال‌زایی در تولید مرکبات در استان مازندران را در پی خواهد داشت. در پژوهش توبیلو و همکاران (Tubiello *et al*., 2002) بر شبیه‌سازی عملکرد محصولات مختلف در امریکا تحت سناریوهای تغییر اقلیم نشان داده شد که اگرچه مقدار آب آبیاری در سال‌های آتی کاهش خواهد داشت، اما عملکرد مرکبات در مناطق مختلف این کشور بین ۲۰ تا ۵۰ درصد افزایش خواهد داشت. همچنین نتایج پژوهش‌های دیگر نشان داد که تغییرات در شرایط اقلیمی اثر منفی بر درآمد حاصل از محصولات مختلف کشاورزی داشت (Hoseini *et al*, 2013; Mojaverian *et al*,. 2015; Huong *et al*., 2019)

نتیجه‌گیری کلی

در پژوهش حاضر، اثر تغییر اقلیم بر اقتصاد تولید دو محصول پرتقال و نارنگی در استان مازندران تحت سناریوهای مختلف RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور، اثر تغییر در دو متغیر اقلیمی میانگین دما و مجموع بارش سالانه این محصولات بر درآمد خالص در واحد سطح براساس دوره پایه ۲۰۱۷-۲۰۰۰ در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ تعیین شد. در مجموع نتایج حاصل از بررسی اثر تغییر اقلیم در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ در سه سناریو RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5 برای مرکبات در استان مازندران نشان داد که اثر تغییر متغیرهای اقلیمی بر درآمد خالص این محصولات مثبت بوده است. براساس این نتایج، افزایش دما و کاهش بارندگی سبب افزایش درآمد خالص حاصل از کشت مرکبات در استان مازندران خواهد شد که ایجاد یک روند مثبت در توسعه اشتغال‌زایی تولید مرکبات طی سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ را در پی خواهد داشت.

به‌طورکلی با توجه به اهمیت شرایط اقلیمی و اثرات بالقوه تغییر اقلیم در بخش کشاورزی، مطالعه و یافتن تغییرات ناشی از آن‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. براساس یافته‌های حاصل از این پژوهش، می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به تغییرات اقلیمی احتمالی در سال‌های آتی میزان سودآوری بخش کشاورزی نیز تحت تأثیر قرار بگیرد، در نتیجه ممکن است جهت رسیدن به یک روند اشتغالزایی پایدار، نیاز به تغییر در نوع محصولات باغی تولیدی در استان مازندران باشد. این تغییرات در سودآوری بخش کشاورزی بایستی به‌درستی تحلیل شده تا بتوان در راستای بهبود اشتغال‌زایی در این بخش تصمیم‌های مدیریتی مناسبی اتخاذ نمود. با توجه به

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

این‌که در مطالعات اقلیمی، اثر متغیرهای بالقوه دیگر مانند شرایط جغرافیایی منطقه، نهاده‌ها و متغیرهای اجتماعی در نظر گرفته نمی‌شود، پیشنهاد می‌شود به‌منظور بررسی دقیق‌تر و جزیی‌تر اثر پدیده تغییر اقلیم در کنار تغییر در سایر متغیرها مورد ارزیابی قرار گیرد.

References

Amirnejad, H., & Taslimi, M. (2021). Providing Production and Employment Development Strategies in the Livestock Sub-Sector of Mazandaran Province. *Journal of Entrepreneurial Strategies in Agriculture*, 8(16): 24-36. (In Persian).

Amirnejad, H., & Asadpour-Kordi, M. (2017). Effects of climate change on wheat production in Iran. *Agricultural Economics Research*, 9(35): 163-182 (In Persian).

Ansari, M.T., Bameni-Moghadam, M., Khoshgooyan-Fard. A., & Samaran, E. (2006). Application of quantile regression in mental health analysis. *Scientific-Research Journal of Social Welfare*, 5(20): 49-59 (In Persian).

Asadi, H., Yavari, G.R., & Ebrahimi Miri, T. (2021). Economic evaluation of establishing edible mushroom production business in Kahrizak sanatorium of Alborz province. *Journal of Entreneurship and Agriculture*, 12-19 (In Persian).

Bameni-Moghadam, M., & Khoshgooyan Fard, A. (2004). The application of the quantile regression in finding the distribution of expected welfare. *Scientific-Research Journal of Social Welfare*. 4(15): 57-77 (In Persian).

Benhin, J. (2006). Climate Change and South African Agriculture: Impacts and Adaptation Options. The Centre for Environmental Economics and Policy in Africa. University of Pretoria, Pretoria, South Africa.

Bozzola, M., Massetti, E., Mendelsohn, R., & Capitanio, F. (2017). A Ricardian analysis of the impact of climate change on Italian agriculture. European Review of Agricultural Economics, 45(1): 57-79.

Chatzopoulos, T., & C. Lippert. (2015). Adaptation and climate change impacts: A structural Ricardian analysis of farm types in Germany. *Journal of Agricultural Economics*, 66(2): 537-554.

Chatzopoulos, T. (2015). Microeconometric analysis of the impacts of climate change on German agriculture: applications and extensions of the Ricardian approach.

Chiotti, Q.P., & Jahnston, T. (1995). Extending the boundaries of climate change research: a discussion on agriculture, *Journal of Rural Studies*, 11 (3): 335-350.

Eid, H.M., El-Marsafawy, S.M., & Ouda, S.A. (2007). Assessing the economic impacts of climate change on agriculture in Egypt: A Ricardian Approach. Policy Research Working Paper 4293. *World Bank*.

Ha, T.V., Dang, N.H., Tran, M.D., Van-Vu, T.T., & Trung, Q. (2019). Determinants influencing financial performance of listed firms: Quantile regression approach. *Asian Economic and Financial Review*, 9(1): 78-90.

Hoseini, S.S., Nazari, M., & Araghinejad, Sh. (2013). Investigating the impacts of climate change on agricultural sector with emphasis on the role of adaptation in this sector. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*. 44(1): 1-16 (In Persian).

Huong, N.T.L., Y.S Bo & 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.

Liu, H., Li, X., Fischer, G., & L. Sun. (2004). Study on the impacts of climate change on China's agriculture. *Climatic Change*. 65(1-2): 125-148.

Mano, R., & Nhemachena. C. (2007). Assessment of the Economic Impacts of Climate Change on Agriculture in Zimbabwe, A Ricardian Approach. Policy Research Working Paper 4292. *World Bank*.

Mozaffari-Khoshrodi, S. M. (2016). Study of effective factors on employment in agricultural processing industries in Mazandran province (Case study: food and beverage industries). MSc. Degree Thesis, University of Guilan, *Department of Agricultural Economics, Rural Development* (In Persian).

Mendelsohn, R., & Reinsborough, M. (2007). A Ricardian analysis of US and Canadian farmland. *Climatic change*. 81(1). 9-17.

Ministry of Agriculture of Iran. (2018). Agricultural Statistics, agricultural years of 2016-2017, first volume: agricultural crops.

Mojaverian, S.M., Ahmadi Kaliji, 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).

Momeni, S., & Zibaei, M. (2013). The potential effects of climate change on the agricultural sector of Fars province. *Journal of Agricultural Economics and Development*. 27(3). 169-179. (In Persian).

Molua, E.L. (2007). The economic impact of climate change on agriculture in Cameroon. *World Bank Policy Research Working Paper*, (4364).

Parhizkari, A. (2017). Evaluate the effects of climate change on agricultural production and farmers' income situation in down lands of Taleghan dam. *Agricultural Economics Research*, 9(436), 125-152 (In Persian).

Parhizkari, A., Mahmoodi, A., & Shokatfadaee. M. (2017). Economic analysis of the effects of climate change on available water resources and agricultural products in the watersheds of Shahrood. *Agricultural Economics Research*, 9(133), 23-50 (In Persian).

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]

Pazokinejad, Z., & Bageriyan, M. (2018). Farmers' Attitudes Toward Agricultural Entrepreneurship to Adapt with the Impact of Climate Change and its Effective Factors. *Journal of Entrepreneurial Strategies in Agriculture*, 5 (9): 51-57. (In Persian).

Pede, V. O., Luis, J. S., Paris, T. R., & McKinley, J. D. (2012). Determinants of household income: A quantile regression approach for four rice-producing areas in the Philippines. *Asian Journal of Agriculture and Development*. 9(1362-2016-107601): 65-76.

Ramirez-Villegas, J., Salazar, M., Jarvis, A., & Navarro-Racines, C. E. (2012). A way forward on adaptation to climate change in Colombian agriculture: perspectives towards 2050. *Climatic change*. 115: 611-628.

Thapa, S., & Joshi, G. R. (2010). A Ricardian analysis of the climate change impact on Nepalese agriculture.

Todisco, F., & Vergni, L. (2008). Climatic changes in central Italy and their potential effects on corn water consumption. *Agriculture and Forest Meteorology*. 148: 1–11.

Tubiello, F. N., Rosenzweig, C., Goldberg, R. A., Jagtap, S., & Jones, J. W. (2002). Effects of climate change on US crop production: simulation results using two different GCM scenarios. Part I: wheat, potato, maize, and citrus. *Climate Research*, 20(3): 259-270.

Vaseghi, E., & Esmaeili, A. (2009). Investigation of the economic impacts of climate change on Iran agriculture: a Ricardian approach (case study: wheat). *Science and technology of Agriculture and Natural Resources*, 12(45): 685-696 (In Persian).

Wayne, G. P. (2013). The beginner's guide to representative concentration pathways. *Skeptical science*, 25.

Zarakani, F., Kamali, G., & Chizari, A. (2014). The effect of climate change on the economy of rainfed wheat (a case study in Northern Khorasan). *Agricultural Ecology*, 6(2): 301-310 (In Persian).

[Downloaded from jea.sanru.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.25383426.1402.10.19.11.0]
[DOI: 10.61186/jea.10.19.132]