

Village and Development

Vol. 28, No. 112, Winter 2026

Research Paper

Effects of Weather Variables and Price Changes on Acreage Response of Selected Rainfed Crops in Rural Areas of Kurdistan Province

M. Ghahremanzadeh¹, G. Dashti², A. Falsafian³, N. Yadeghar⁴, K. Gholipour⁵, P. Pakrooh⁶

Received: 28 April, 2025 **Revised:** 14 September, 2025 **Accepted:** 13 December, 2025

Abstract

Introduction

Changing in weather variables are considered as one of the most significant risks facing the agricultural sector, profoundly affecting the yield and price of agricultural products, especially rainfed crops. Farmers typically respond to these climatic and environmental changes by adjusting their cultivated area of these products, reflecting their most natural reaction. They align their production

-
1. Corresponding Author and Professor in Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran. (Ghahremanzadeh@tabrizu.ac.ir)
 2. Professor in Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
 3. Associate Professor, Department of Agricultural Management, Ta. C., Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
 4. Master of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
 5. Ph.D. Candidate of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
 6. Marie Skłodowska-Curie Postdoctoral Research Fellow at Fondazione Eni Enrico Mattei, Milan, Italy.

DOI: 10.30490/rvt.2025.367428.1663

strategies with these alterations. Thus, it is crucial to analyze how climate factors influence risk and yield, particularly concerning rainfed wheat, chickpeas, and barley crops in Kurdistan Province, a key production hub for these crops. This analysis is essential for evaluating the risk-enhancing effects of these factors, similar to other provinces in the country. The aim of this study is to explore the acreage response of rainfed wheat, chickpeas, and barley crops in Kurdistan Province to changes in climate and prices.

Materials and Methods

In the initial phase, the stochastic production function approach of Just and Pope was employed to analyze the effects of weather factor variations on the yield and yield risk of crop production, utilizing panel data estimation techniques that combine time-series and cross-sectional data from the counties of Bijar, Gharveh, Saghez, Kamyaran, and Divandarreh, which are crucial production areas for these crops. In the subsequent phase, under the framework of the von Neumann and Morgenstern expected utility function, the acreage response functions for these rainfed crops were estimated and analyzed using the seemingly unrelated regression (SURE) system. Climate data were collected from the meteorological stations in the five counties, while additional necessary data were sourced from the Agricultural Jihad Organization of the province, the Statistical Center of Iran, and the Central Bank, covering the period from 1987 to 2022.

Results and discussion

The study's findings indicated that factors such as precipitation, average minimum temperature, and average relative humidity during the growth period positively influence crop yields, while average maximum temperature and wind speed negatively affect the yields of the selected crops. The estimation results of the yield risk function revealed that cumulative precipitation during the growth period, average maximum temperature, average wind speed, and the interaction between average wind speed and average maximum temperature significantly impact the risk associated with rainfed wheat. For rainfed chickpeas, the yield risk function estimation results demonstrated that average maximum and minimum temperatures, average relative humidity, and average wind speed significantly influence the risk. Cumulative precipitation in the spring season, average wind speed in spring, average summer temperature, and average spring temperature have substantial effects on the risk for rainfed barley. The acreage response functions for these crops indicate that as expected profit rises, the cultivated area expands. Conversely, an increase in the variance of expected

profit leads to a decrease in the cultivated area for each crop. Specifically, when profit volatility of rainfed wheat increases, it results in an expansion of the cultivated area for rainfed chickpeas, and similarly, an increase in rainfed wheat's expected profit variance also contributes to a rise in the cultivated area of rainfed barley, and vice versa.

Conclusions

As farmers' wealth increases, the cultivated areas for wheat and chickpeas also expand. Consequently, wheat and chickpea farmers display decreasing absolute risk aversion, while barley farmers exhibit constant absolute risk aversion. Therefore, in environments of increased market risk, non-price policies aimed at expanding the cultivated area of barley and price-based policies for wheat and chickpeas can be effective.

Keywords: Acreage Response, Weather Factors, Panel Data, Price and Yield Risk, Rainfed Crops

روستا و توسعه

سال ۲۸، شماره ۱۱۲، زمستان ۱۴۰۴

مقاله پژوهشی

اثر تغییرات متغیرهای آب‌وهوایی و قیمت بر سطح زیر کشت محصولات زراعی دیم در مناطق روستایی استان کردستان

محمد قهرمان‌زاده^۱، قادر دشتی^۲، آزاده فلسفیان^۳، ندا یادگار^۴، کوثر قلی‌پور^۵، پریسا پاک‌کروح^۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۲/۸ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۶/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۹/۲۲

چکیده

تغییرات متغیرهای آب‌وهوایی از مهمترین منابع ریسک در بخش کشاورزی محسوب می‌شود و اثرات چشم‌گیری بر عملکرد و قیمت محصولات کشاورزی به‌ویژه محصولات دیمی دارد. در این راستا، در مطالعه حاضر تلاش شد تا واکنش سطح زیر کشت محصولات گندم، نخود و جو دیم در مناطق روستایی پنج شهرستان عمده تولیدکننده این محصولات در استان کردستان نسبت به تغییرات قیمت و متغیرهای آب‌وهوایی بررسی شود. بدین‌منظور با بهره‌گیری از رهیافت تابع تولید تصادفی جاست و پاپ، توابع عملکرد و ریسک عملکرد این محصولات با در نظر گرفتن فاکتورهای اقلیمی با استفاده از روش برآورد داده‌های پانل (پنج شهرستان عمده به-

۱- نویسنده مسئول، استاد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

(Ghahremanzadeh@tabrizu.ac.ir)

۲- استاد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۳- دانشیار گروه مدیریت کشاورزی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

۴- کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۵- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۶- فلوشیپ پس‌دکتری ماری سکودوسکا- کوری، فاندازیون انی انریکو ماتی، میلان، ایتالیا.

DOI: 10.30490/rvt.2025.367428.1663

عنوان قطب‌های تولیدکننده این محصولات طی دوره زمانی ۱۴۰۱-۱۳۶۶) برآورد شد. نتایج نشان داد که متغیرهای بارندگی، دمای حداقل دوره رشد و متوسط رطوبت نسبی دوره رشد بر عملکرد محصولات تأثیر مثبت داشته و متوسط دمای حداکثر دوره رشد و سرعت باد بر عملکرد محصولات منتخب تأثیر منفی دارد. نتایج برآورد تابع ریسک عملکرد محصولات زراعی یاد شده حاکی از آن بود که بارندگی و متوسط دمای حداقل دوره رشد جزء عوامل ریسک‌کاهنده و متوسط دمای حداکثر و متوسط حداکثر سرعت باد دوره رشد جزء عوامل ریسک‌افزا هستند. نتایج برآورد توابع واکنش سطح زیرکشت این محصولات حکایت از آن دارد که با افزایش سود انتظاری محصول، سطح زیرکشت آن نیز افزایش یافته و با افزایش واریانس سود انتظاری هر محصول، سطح زیرکشت آن محصول کاهش می‌یابد. با افزایش نوسانات سود محصول گندم دیم، سطح زیرکشت نخود دیم افزایش یافته و با افزایش واریانس سود محصول گندم دیم، سطح زیرکشت محصول جو دیم نیز افزایش می‌یابد و بالعکس. یافته‌های تحقیق مؤید آن است که با افزایش ثروت کشاورزان، سطح زیرکشت گندم و نخود افزایش می‌یابد، بنابراین گندم‌کاران و نخودکاران دارای ترجیحات ریسک‌گریزی مطلق کاهشی بوده و در مقابل، جوکاران ترجیحات ریسک‌گریزی مطلق ثابت دارند. از این رو، هنگام افزایش ریسک بازار، سیاست‌های غیرقیمتی برای افزایش سطح زیرکشت جو و سیاست‌های قیمتی برای محصولات گندم و نخود می‌توانند مؤثر واقع شوند.

کلید واژه‌ها: متغیرهای آب‌وهوایی، داده‌های پانل، ریسک قیمت و عملکرد، محصولات دیم، واکنش سطح زیرکشت.

مقدمه

فرایند تولید در بخش کشاورزی همواره با مخاطرات گوناگونی همراه است. مطالعات متعددی نشان دادند که کشاورزان به دلایل گوناگونی همچون نداشتن کنترل بر عوامل جوی، آفات، بیماری‌ها و وضعیت بازارهای محصولات و نهاده‌ها با ریسک روبرو هستند. این عوامل با تأثیر در فرایند تولید می‌توانند موجب بی‌اعتباری تصمیم‌گیری‌ها شوند؛ از این رو توجه به ریسک در برنامه‌ریزی‌های اقتصاد کشاورزی ضروری است (Rostami et al., 2008). نقش ریسک در تصمیم‌گیری کشاورز به عنوان یک عامل مهم، انکارناپذیر بوده و بی‌ثباتی قیمت‌ها در بخش‌های کشاورزی و غذا دغدغه مهم کشاورزان و دولتمردان در سراسر دنیا است (Dawe & Timmer, 2012). به طور کلی ریسک‌های قیمت و تولید مهمترین منابع ریسک در کشاورزی هستند (Komarek et al., 2020). اما در دهه اخیر، متغیرهای آب‌وهوایی نیز از مهمترین منابع ریسک در بخش کشاورزی قلمداد می‌شوند. متغیرهای آب‌وهوایی علاوه بر عملکرد محصولات کشاورزی بر ریسک عملکرد و قیمت محصولات نیز اثرگذار است (Javadi et al., 2024). با توجه به نااطمینانی از شرایط آب‌وهوایی و همچنین قیمت محصولات کشاورزی، کشاورزان اغلب پیش‌بینی مناسبی از درآمد خود در سال زراعی آتی

ندارند. این مسئله نه تنها منجر به تصمیم‌گیری نادرست در زمینه تولید بهینه محصولات در سال جاری می‌شود، بلکه توانایی آنان را در اجرای تعهدهای مالی در سال‌های آتی با خطر روبه‌رو می‌سازد (Hazzel & Norton, 1986). وجود ریسک‌های قیمت و آب‌وهوایی با تأثیر در فرایند تولید می‌تواند موجب عدم قطعیت تصمیم‌گیری‌ها شود. از این‌رو توجه به ریسک در برنامه‌ریزی‌های اقتصاد کشاورزی منطقی و ضروری به نظر می‌رسد. از آنجاکه قیمت و عملکرد از عناصر تأثیرگذار بر سطح زیرکشت به شمار می‌روند، تغییر در هر کدام از آن‌ها موجب بی‌اطمینانی برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت در خصوص سطح زیرکشت و تولید می‌شوند و عموماً کشاورزان با تغییرات سطح زیرکشت محصولات به آن واکنش نشان می‌دهند. بنابراین بررسی میزان اثرگذاری فاکتورهای نظیر متغیرهای آب‌وهوایی مانند دما و بارندگی، ریسک قیمت و عملکرد بر سطح زیرکشت محصولات عمده زراعی یک منطقه همانند استان کردستان که یکی از قطب‌های تولید غلات (به‌ویژه به‌صورت دیم) کشور است، بسیار با اهمیت خواهد بود؛ زیرا با تعیین میزان اثرگذاری هریک از این عوامل می‌توان متناسب با آن سیاست‌ها و برنامه‌ریزی‌های منطقی و عملی برای کاهش یا کنترل این اثرات نامطلوب فراهم نمود.

توجه به ریسک و ابعاد آن در تحلیل‌های مربوط به اقتصاد کشاورزی، باعث می‌شود که برنامه‌ریزان با دید مناسب‌تر و کامل‌تری از فرایند تصمیم‌گیری بهره‌برداران کشاورز در شرایط توأم با ریسک و همچنین با آگاهی از روحیه کشاورزان در رویایی با مخاطرات احتمالی، سیاست‌ها را برای دستیابی به هدف‌های توسعه کشاورزی گزینش و اجرا کنند. از این‌رو، بررسی میزان اثرگذاری تغییرات فاکتورهای آب‌وهوایی بر ریسک و عملکرد محصولات عمده و استراتژیک زراعی، آن هم به شکل کشت دیم، مانند گندم، نخود و جو دیم در استان کردستان نیز مانند سایر استان‌های کشور حائز اهمیت خواهد بود تا بدین‌ترتیب میزان ریسک‌افزایی این فاکتورها مشخص شود. با توجه به اینکه اغلب کشاورزان استان کردستان مالکین خرده‌پا هستند و تقریباً اکثر دارایی‌شان را در هر دوره بهره‌برداری در فرایند تولید به کار می‌گیرند، انتظار می‌رود در مقابل تغییرات قیمت و آب‌وهوا آسیب‌پذیر باشند. این در حالی است که اقلیم کوهستانی خاص این استان و بروز نوسانات آب‌وهوایی و قیمت فروش محصولات در سال‌های اخیر، تأثیرات نامطلوبی را در سطح زیرکشت و عرضه این محصولات ایجاد کرده است. نظر به اینکه این سه محصول جایگزین کشت یکدیگر هستند، بنابراین، در مطالعه حاضر تلاش شد تا چگونگی تأثیرپذیری سطح زیرکشت این محصولات نسبت به تغییرات قیمت این محصولات، متغیرهای آب‌وهوایی، ریسک قیمت و سود آن‌ها تحلیل شود.

گندم دیم، جو دیم و نخود دیم از جمله مهمترین و عمده‌ترین محصولات زراعی استان کردستان هستند، به‌طوری‌که در سال ۱۴۰۱ بر اساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، از نظر سطح زیرکشت به ترتیب ۸/۹، ۱/۸ و ۱۹/۹ درصد و از نظر تولید به ترتیب ۶/۶، ۱/۶ و ۱۶/۹ درصد از کل کشور را به خود اختصاص داده و یکی از قطب‌های عمده تولید این محصولات در کشور محسوب می‌شود (Ministry of Agriculture Jihad, 2024). البته در طول سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۶۶ نوسانی در سطح زیرکشت محصولات مذکور به‌ویژه گندم دیم استان وجود داشته به‌طوری‌که این نوسان در بعضی سال‌ها بیشتر و در برخی سال‌ها کمتر است. همین‌طور قیمت گندم و جو در طی این سال‌ها به‌غیر از چند سال خاص، روند افزایشی را تجربه کرده است. قیمت نخود نیز در این دوره دارای نوسان چشم‌گیری بوده است به‌طوری‌که از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱ افزایش قیمت نخود قابل توجه است (Ministry of Agriculture Jihad, 2024). این نوسانات قیمت و عملکرد محصولات یادشده در سال‌های مختلف تأثیرات نامطلوبی در درآمد کشاورزان و همچنین سطح زیرکشت و عرضه این محصولات ایجاد کرده است. کشاورزان اغلب در پی تغییر قیمت محصولات کشاورزی، سطح زیرکشت محصول خود را تغییر می‌دهند؛ به همین دلیل، در بررسی‌های مربوط به عرضه محصولات کشاورزی نیز از سطح زیرکشت به‌عنوان تولید برنامه‌ریزی‌شده برای سنجش واکنش کشاورزان نسبت به تغییرات قیمت استفاده می‌شود (Nobahar Khosrowshahi, 2023).

پیش از این نیز در رابطه با واکنش سطح زیرکشت محصولات کشاورزی تحت شرایط ریسکی و متغیرهای آب‌وهوایی، مطالعات متعددی در داخل و خارج کشور صورت گرفته است. به‌عنوان مثال، چاوز و هالت (Chavas & Holt, 1990) واکنش عرضه (سطح زیرکشت) را تحت حداکثرسازی تابع مطلوبیت انتظاری ارائه کردند. چارچوب به دست آمده برای تعیین و تخمین سیستم معادلات سطح زیرکشت برای محصولات ذرت و سویا در ایالات متحده استفاده شد. نتایج تجربی نشان داد که متغیرهای ریسک و ثروت نقش مهمی در تصمیمات سطح زیرکشت ذرت و سویا دارند. همچنین نتایج نشان داد که کاهش ریسک کالاهای مذکور در تصمیمات مربوط به سطح زیرکشت حائز اهمیت است. لین و دیسموکر (Lin & Dismukes, 2007) به بررسی نقش ریسک در تصمیمات سطح زیرکشت محصولات عمده زراعی در منطقه شمال مرکزی آمریکا پرداختند و نشان دادند که اثر ریسک روی واکنش عرضه قوی نیست. همچنین افزایش در ثروت اولیه منجر به افزایش سطح زیرکشت شده و ریسک‌گریزی مطلق کاهشی می‌شود و اثر آن روی تولید ناچیز است. کابز و همکاران (Cabas et al., 2010) به بررسی اثرات عامل‌های اقلیمی و غیر اقلیمی بر میانگین و

واریانس عملکرد سه محصول ذرت، سویا و گندم در یک دوره ۲۶ ساله در کانادا با استفاده از تابع تولید تصادفی جاست و پاپ پرداختند. نتایج نشان داد که افزایش تغییرپذیری دما و بارندگی، میانگین عملکرد را کاهش و واریانس آن را افزایش می‌دهد. افزون بر این، افزایش بارندگی در همان ابتدای شروع فصل رشد و در طول تابستان باعث افزایش عملکرد محصول شده و در ماه‌های نزدیک به کاشت و برداشت اثر منفی بر عملکرد محصول دارد. ایمای و همکاران (Imai et al., 2011) به بررسی چگونگی واکنش محصولات ذرت، گندم، برنج، میوه، سبزی و دانه‌های روغنی به تغییرات قیمت در کشورهای منتخب آسیایی پرداختند. نتایج این تحقیق وجود واکنش‌های مثبت و قوی عملکردها نسبت به قیمت‌های بالاتر را تأیید کرد. باین‌حال تغییر قابل ملاحظه‌ای در قدرت و سرعت واکنش‌های عملکرد محصولات مختلف وجود دارد. لیانگ و همکاران (Liang et al., 2011) در مطالعه‌ای عوامل مؤثر بر قیمت و عملکرد محصولات پنبه، ذرت و سویا را به‌منظور آزمون واکنش عرضه این محصولات در جنوب شرقی آمریکا مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که واکنش سطح زیرکشت محصولات ذرت و پنبه به تغییرات قیمت بیشتر است. این در حالی است که واکنش سطح زیرکشت سویا به تغییرات قیمت کمتر است. رزیتس و همکاران (Rezitis et al., 2012) به بررسی مدل‌های واکنش عرضه در چارچوب انتظارات عقلایی برای چهار بازار عمده گوشت (گاو، مرغ، بره و خوک) در یونان پرداختند. نتایج حاکی از آن است که رفتار تولیدکنندگان چهار بازار مورد بررسی، عقلایی است و نوسان قیمت عامل اصلی ریسک در تولید گوشت در یونان - است.

هایله و همکاران (Haile et al., 2016) در مطالعه خود واکنش عرضه کل جهانی را نسبت به نوسان قیمت کالاهای گندم، برنج، ذرت و سویا برآورد کردند. مطابق یافته‌ها، کشش عرضه قیمت با توجه به نوع محصول از ۰/۰۵ تا ۰/۴ متغیر است و قیمت‌های بالاتر به‌عنوان انگیزه‌ای برای بهبود عرضه جهانی محصول عمل می‌کند، اما نوسان قیمت تولید یک عامل بازدارنده است به‌طوری‌که افزایش نوسانات قیمت محصول از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰، عملکرد محصولات مورد مطالعه را حدود ۱ الی ۲ درصد کاهش داده است. پتروویچ و همکاران (Petrović et al., 2023) تغییرات عوامل آب-وهوایی را در یک دوره طولانی‌مدت بررسی کردند و سپس به ارزیابی تأثیر پارامترهای اقلیمی بر عملکرد ذرت در صربستان پرداختند. نتایج نشان داد که عملکرد ذرت در سال‌های با دمای بالا و کمبود بارندگی به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج، تأثیر تغییر اقلیم بر عملکرد ذرت ثابت و استفاده از ارقام ذرت با سازگاری بیشتر از طریق ایجاد هیبریدها پیشنهاد شد. مبوا و آیدوو

(Mbua & Aidoo, 2023) مدل تصحیح خطای برداری (VECM) را برای بررسی واکنش سطح زیرکشت نیشکر نسبت به عوامل قیمتی و غیر قیمتی استفاده نمودند. نتایج مؤید آن است که افزایش درصدی قیمت نیشکر به ترتیب منجر به افزایش ۰/۸۷ و ۲/۹ درصد در سطح زیرکشت نیشکر در کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌شود و افزایش درصدی در سایر عوامل نظیر بارندگی و نوآوری‌های فناورانه منجر به افزایش ۵/۲۴۱ و ۰/۰۳۰ درصدی در سطح زیرکشت نیشکر در بلندمدت می‌شود.

جوادی و همکاران (Javadi et al., 2024) با استفاده از یک مدل تصادفی بر پایه شبیه‌سازی مونت‌کارلو، اثرات سه سناریوی محتمل تغییر متغیرهای اقلیمی (خوب، وضع موجود و بد) بر عملکرد محصولات برنج و گندم آبی و دیم را در ایران مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که با ادامه شرایط اقلیمی فعلی، عملکرد برنج، گندم آبی و دیم در آینده به ترتیب ۲۱٪، ۲۹٪ و ۴۲٪ کاهش خواهد یافت که یک تهدید جدی برای پایداری تولید و امنیت غذایی کشور قلمداد می‌شود.

نجفی علمدارلو (Najafi Alamdarlo, 2009) در تحقیقی به بررسی اقتصادی آثار ناشی از تغییر اقلیم بر تولید گندم دیم و برآورد اثرات رفاهی آن در منطقه مراغه پرداخت. مطابق یافته‌ها، برآیند تغییرات رفاهی به‌صورت کاهش رفاه اقتصادی جامعه به مقدار هشت میلیارد و هفتصد میلیون ریال تعیین شد. مقدار این زیان رفاهی در رهیافت آینده‌نگر با فرض ادامه روند گذشته اقلیمی تا سال افق ۱۴۰۴، حدود بیست و یک میلیارد ریال برآورد شد. حیات غیبی و همکاران (Hayat Gheibi et al., 2009) به برآورد الگوی واکنش عرضه گندم در چارچوب انتظارات تطبیقی و عقلایی و بررسی نقش انتظارات در شکل‌گیری رفتار کشاورزان پرداختند. یافته‌ها نشان داد که الگوی واکنش عرضه مبتنی بر انتظارات عقلایی با تشکیل انتظارات قیمتی تطبیقی، مناسب‌ترین شکل برآورد الگوی واکنش عرضه گندم است. پس از سطح زیرکشت، قیمت‌های انتظاری و بذره‌های اصلاح‌شده بیشترین تأثیر را در میزان عرضه گندم دارند. قهرمان‌زاده و همکاران (Ghahremanzadeh et al., 2015) با کاربرد مدل جاست و پاپ، تأثیر متغیرهای آب‌وهوایی را بر روی عملکرد و ریسک عملکرد محصولات ذرت و گندم بررسی کردند. نتایج حاکی از آن است که میزان مصرف کود اوره، بذر، کود فسفات، بارش تجمعی فصول پاییز و متوسط سرعت باد در دوره رشد اثر معنی‌داری بر عملکرد محصولات داشته و از این بین، متوسط حداکثر دمای دوره رشد و میانگین سرعت باد دوره رشد به‌عنوان نهاده‌های ریسک‌افزا شناخته شدند. دشتی و همکاران (Dashti et al., 2018) ریسک عملکرد ناشی از تغییر اقلیم را برای گندم دیم شهرستان اهر اندازه‌گیری کردند. بر اساس نتایج، تبخیر و تعرق ریسک عملکرد را افزایش می‌دهد و به همین دلیل استفاده از مالچ‌های طبیعی و مصنوعی را به

کشاورزان توصیه نمودند. رفیعی و همکاران (Rafiee et al., 2019) با استفاده از تابع تولید تصادفی جاست و پاپ، اثرگذاری متغیرهای اقلیمی و غیر اقلیمی را مورد ارزیابی قرار دادند و نشان دادند که بارندگی به‌عنوان یکی از عامل‌های اصلی پدیده تغییر اقلیم رابطه مستقیم با عملکرد گندم دیم دارد. معززی و همکاران (Moazzezi et al., 2020) تأثیرات اقتصادی تغییر اقلیم بر کشاورزی دشت همدان را مطالعه کردند. نتایج نشان داد که متغیرهای آب‌وهوایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد اکثر محصولات استراتژیک دارد و بنابراین اصلاح الگوهای کشت با انتخاب محصولاتی با ارزش بالاتر به‌منظور مدیریت منابع آب و درآمد کشاورزان ضروری است. اسدی و همکاران (Aasadi et al., 2020) در پژوهشی با استفاده از رویکرد تعادل جزئی و تحلیل فضایی دوربین نشان دادند که اثر نهایی مستقیم کلیه متغیرهای فنوتیپی و متغیرهای اقلیمی بر میانگین و واریانس عملکرد لاین‌های گندم آبی از لحاظ آماری معنی‌دار بوده و اثر نهایی مستقیم متغیرهای روند زمانی و سال معرفی رقم، بر میانگین و واریانس عملکرد لاین‌های گندم آبی در طول دوره مثبت ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. زارعی و همکاران (Zareii et al., 2022) برای بررسی اثرگذاری تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات از تابع واکنش عملکرد استفاده کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین ضریب واکنش عملکرد به بارش در اقلیم و زیر اقلیم نیمه‌خشک سرد، نیمه‌خشک گرم، نیمه‌خشک معتدل، خشک سرد، خشک گرم و خشک معتدل به ترتیب مربوط به گندم دیم، گندم آبی، گندم دیم، جو دیم و گندم دیم است.

بررسی مطالعات انجام شده در ایران نشان می‌دهد که بیشتر تحقیقات به مسئله ریسک قیمت پرداخته‌اند. این در حالی است که در مطالعه حاضر، ریسک قیمت، ریسک عملکرد، همبستگی بین ریسک‌های محصولات و ترجیحات ریسک‌گریزی کشاورزان نیز بررسی و تحلیل می‌شود. در این مطالعه به بحث پیرامون تغییرات متغیرهای آب‌وهوایی و ریسک عملکرد ناشی از آن پرداخته شده و ریسک محصولات از این رهگذر الگوسازی می‌شود. به عبارت دیگر، در مطالعه حاضر سعی می‌شود اثرات تغییرات متغیرهای آب‌وهوایی و قیمت‌ها و عملکردهای انتظاری بر واکنش سطح زیرکشت محصولات عمده زراعی دیم استان کردستان بررسی شود؛ موضوعی که در مطالعات داخلی کمتر به آن پرداخته شده است.

روش‌شناسی تحقیق

در گام اول، برای بررسی اثرات تغییرات متغیرهای آب‌وهوا بر عملکرد محصول می‌توان از رهیافت ارائه‌شده توسط جاست و پاپ (Just & Pope, 1979) استفاده نمود. ایده اساسی این روش

تجزیه تابع عملکرد به یک جزء قطعی مرتبط با سطح عملکرد و یک جزء تصادفی مرتبط با واریانس عملکرد است. بدین ترتیب امکان بررسی آثار متغیرهای توضیحی (مانند بارش، دما) بر هر دوی عملکرد و واریانس عملکرد را می‌توان به صورت رابطه ۱ نوشت (Ghahremanzadeh et al., 2015).

$$Y_{it} = f(X_{it}, \beta) + h^{1/2}(X_{it}, \alpha) \varepsilon_{it} \quad (1)$$

که در آن، Y_{it} عملکرد محصول مورد نظر مانند گندم، جو یا نخود دیم، X_{it} بردار متغیرهای مستقل از جمله متغیرهای آب‌وهوایی مانند دما و بارش، $f(X_{it}, \beta)$ یک تابع تولید متوسط مربوط به عملکرد و $h^{1/2}(X_{it}, \alpha)$ انحراف معیار عملکرد یا ریسک عملکرد است. α و β نیز پارامترهای نامعین هستند که باید برآورد شوند. ε_{it} جمله اخلاص رگرسیون با میانگین صفر و واریانس یک، t بیانگر سال ($t=1,2,\dots,T$) و i بیانگر شهرستان مورد نظر ($i=1,2,\dots,N$) است.

برای برآورد رابطه ۱ می‌توان از یک روش سه مرحله‌ای بهره گرفت؛ بدین صورت که در مراحل اول و سوم جزء قطعی و در مرحله دوم جزء تصادفی تابع واکنش عملکرد برآورد می‌شود. با توجه به هدف مطالعه، اولین موردی که باید بررسی شود، این است که آیا ریسک عملکرد وجود دارد یا نه؟ اگر جمله خطای رابطه ۱ دارای واریانس ثابت نباشد، آن را واریانس ناهمسانی^۱ می‌گویند. ریسک عملکرد نیز به عنوان واریانس ناهمسانی مطرح می‌شود. چنانچه واریانس ناهمسانی تشخیص داده نشود، می‌توان آن را شاهدهی بر عدم وجود ریسک عملکرد تلقی کرد و محقق می‌تواند با یک فرم تابعی تولید مرسوم کار را ادامه دهد. ولی در صورت اثبات وجود واریانس ناهمسانی در مدل، می‌توان به برآورد تابع ریسک اقدام نمود (Asche & Tveteras, 1999). در نهایت، ابتدا توابع واکنش عملکرد گندم، جو و نخود دیم به فرم تابعی خطی، لگاریتمی - خطی، درجه دوم و فرم ترانسندنتال به شرح روابط ۲ تا ۵ برآورد می‌شود که به دلیل وجود واریانس ناهمسانی در این توابع، در مرحله دوم تابع ریسک تخمین زده شده و در مرحله سوم با رفع واریانس ناهمسانی، توابع واکنش عملکرد مجدد برآورد می‌شود.

1. Heteroskedasticity

$$y_{it} = \beta_0 + \sum \beta_{it} X_{it} + \sum \sum \theta_{ij} x_i x_j + e_i \quad (2) \quad \text{خطی}^1$$

$$y_{it} = \beta_0 + \prod_j x_j^{\beta_j} + e_{it} \quad (3) \quad \text{کاب داگلاس}^2$$

$$y_{it} = \beta_0 + \sum \beta_{1j} x_j + \sum \beta_{2j} x_j^2 + \sum \sum_{k(k \neq j)} \beta_{jk} x_j x_k + e_{it} \quad (3) \quad \text{درجه دوم}^3$$

$$\ln y_{it} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i \ln x_{it} + \gamma_{it} x_{it} + e_{it} \quad (5) \quad \text{ترانسندنتال}^4$$

در روابط بالا، y_{it} عملکرد محصول i ام در شهرستان t ام برحسب تن، x_1 مقدار بارش تجمعی در دوره رشد برحسب میلی‌متر، x_2 متوسط حداقل درجه حرارت در دوره رشد برحسب سانتی‌گراد، x_3 متوسط حداکثر درجه حرارت در دوره رشد برحسب سانتی‌گراد، x_4 متوسط مقدار سرعت باد در دوره رشد برحسب متر بر ثانیه، x_5 متوسط رطوبت نسبی در دوره رشد، e اجزای اخلاص، T متغیر روند و β_i پارامترهای برآوردی هستند. در تابع ریسک عملکرد به جای متغیر وابسته y_{it} متغیر e_{it}^2 جایگزین می‌شود.

در گام دوم، برای درک واکنش بنگاه به ریسک می‌توان از چارچوب تحلیلی تابع مطلوبیت انتظاری ون نیومن و مورگنشتاین بهره گرفت. نظریه تابع مطلوبیت انتظاری روابط میان الگوی ترجیحات افراد برای مجموعه‌ای از فعالیت‌ها با نتایج هریک از آن‌ها را نشان می‌دهد. با برقراری فرض عقلانیت در انتخاب، ون نیومن و مورگنشتاین مجموعه‌ای از اصول متعارف را در مورد رتبه‌بندی، پیوستگی و استقلال انتخاب فرد بکار گرفتند که با استفاده از این موضوع، ویژگی‌هایی برای تابع مطلوبیت انتظاری استخراج می‌شود. بنابراین شرایطی را به دست می‌دهند که در آن الگوی

1. Liner
2. Cobb-Douglass
3. Linear-Quadratic
4. Transcendental

ترجیحات فرد در شرایط انتخاب تصادفی منطبق بر حداکثرسازی مطلوبیت در شرایط الگوی مطلوبیت انتظاری است. بدین منظور تعدادی از مطالعات مرتبط با موضوع واکنش عرضه محصولات در شرایط ریسکی را مورد بررسی قرار داده‌اند که از جمله می‌توان به مطالعات نرلاو (Nerlove, 1956)، رآو (Rao, 1989) و عسگری و کوممینگ (Askari & Cumming, 1977) اشاره کرد. گرچه بیشتر این مطالعات الگوی نرلاو در تصریح تابع واکنش عرضه را دنبال کرده‌اند، اما مطالعات بعدی مانند لین (Lin, 1977)، چاوز و هالت (Chavas & Holt, 1990)، لین و دیسموکز (Lin & Dismukes, 2007) و لیانگ و همکاران (Liang et al., 2011) رفتارهای اقتصادی تولیدکنندگان و مصرف کنندگان را بیشتر از لحاظ نظری و تجربی مورد ملاحظه قرار می‌دهند که اساس کار در این مطالعه نیز بر این اصل استوار است. در این راستا فرض می‌شود که کشاورز، ریسک‌گریز بوده و ترجیحاتش به‌وسیله تابع مطلوبیت ون نیومن و مورگشتاین بیان می‌شود؛ به‌طوری‌که مطلوبیت کشاورز تابعی از ثروت وی $U(W)$ بوده و روابط $U'_W > 0$ و $U''_W < 0$ برقرار است. همچنین فرض می‌شود کشاورز n نوع محصول تولید می‌کند و مقدار سطح زیرکشتی (هکتار یا مترمربع) که به i امین محصول اختصاص می‌یابد با A_i ، عملکرد در هکتار با y_i ، قیمت بازاری i امین محصول با p_i و هزینه تولید هر هکتار از i امین محصول با C_i تعریف می‌شوند. در این شرایط، درآمد خالص فعالیت‌های زراعی (NR) به‌صورت رابطه (۶) بیان می‌شود (Liang et al., 2011):

$$NR = \sum_{i=1}^n p_i y_i A_i - \sum_{i=1}^n C_i A_i \quad (6)$$

زمانی که تصمیمات مربوط به تعیین سطح زیرکشت محصول گرفته می‌شود، فرض بر مشخص بودن قیمت‌های نهاده‌ها و هزینه‌های تولید هر هکتار از محصولات است. این در حالی است که قیمت محصولات $p = (p_1, \dots, p_n)$ و عملکرد محصولات $y = (y_1, \dots, y_n)$ نامشخص هستند و فرض اخیر بر این دلالت دارد که درآمد خالص کشاورز یک متغیر تصادفی است. در این حالت مسئله فراروی تصمیم‌گیری کشاورز به‌صورت حداکثر کردن تابع مطلوبیت انتظاری (رابطه ۷) به‌وسیله انتخاب سطح زیرکشت بهینه تحت محدودیت بودجه (رابطه ۸) و محدودیت تصمیم سطح زیرکشت (رابطه ۹) تعریف می‌شود. شکل ریاضی این مطلب را می‌توان به‌صورت زیر بیان نمود (Liang et al., 2011):

$$Max EU(W) \quad (7)$$

s.t:

$$W_0 + \sum_{i=1}^n p_i y_i A_i - \sum_{i=1}^n c_i A_i = qG \quad (8)$$

$$f(A)=0 \quad (9)$$

در روابط فوق $EU(W)$ مطلوبیت انتظاری کشاورز، W_0 بیان‌کننده ثروت اولیه، p شاخص قیمت کالاهای مصرفی کشاورز، q شاخص محصول، G مقدار مصرفی خانوار، $A=(A_1, \dots, A_n)$ بردار منتخب سطح زیرکشت و $f(A)=0$ تابع تولید با فناوری موجود را نشان می‌دهد. از آنجا که قیمت (p) و همچنین عملکرد (y) محصولات متغیرهای تصادفی با توزیع‌های احتمالی ذهنی داده شده هستند، مبانی نظری نشان می‌دهد که کشاورزان تصمیمات مربوط به سطح زیرکشت را در نبود حتمیت قیمت و تولید محصول اتخاذ می‌کنند. مفهوم ریاضی اخیر این هست که تابع مطلوبیت انتظاری تحت متغیرهای تصادفی p و y نسبت به سطح زیرکشت حداکثر می‌شود (Liang et al., 2011):

$$L=E[U(w_0 + \sum_{i=1}^n p_i A_i) + \mu(f(A)) \mid \mu > 0] \quad (10)$$

که در آن فرض می‌شود $\Pi=(\pi_1, \dots, \pi_n)$ متغیر تصادفی با میانگین Π و ماتریس واریانس-کواریانس σ بوده و $A'=(A_1, \dots, A_n)'$ است. با حل رابطه ۱۰ سطح زیرکشت بهینه به صورت تابعی از ثروت اولیه نرمال شده، سود انتظاری نرمال شده برای هر هکتار، همچنین گشتاورهای مرتبه دوم و (احتمالاً) بالاتر مربوط به متغیرهای درآمد خالص انتظاری (π_i) برای هر هکتار که با σ مشخص می‌شود، به دست می‌آید. در حالت کلی، سطح زیرکشت بهینه انتخابی به صورت $A^*(W_0, \Pi, \sigma)$ نشان داده می‌شود، به طوری که $\Pi=(\pi_1, \dots, \pi_n)'$ است.

توابع سطح زیرکشت برای محصولات زراعی مورد نظر در مطالعه حاضر را می‌توان به صورت سیستم معادلات خطی با الهام گرفتن از مبانی نظری و مطالعات چاوز و هالت (Chavas & Holt,

(1990)، لین و دیسموکز (Lin & Dismukes, 2007) و لیانگ و همکاران (Liang et al., 2011) به صورت رابطه ۱۱ نشان داد.

$$A_t = \phi + \varphi W_{t-1} + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} E(\pi_j) + \sum_{j=1}^n \sum_{m=1}^n \delta_{ijm} \text{va}(\pi_{jm}) + \lambda_t A_{t-1} + \theta_t T + \vartheta \quad (11)$$

در رابطه بالا، A_t سطح زیرکشت برای i امین محصول، W_{t-1} ثروت اولیه، $E(\pi_j)$ بازده مورد انتظار برای محصول j ام به هکتار، $\text{va}(\pi_{jm})$ واریانس بازده مورد انتظار برای محصول $j=m$ یا کواریانس بازده مورد انتظار محصول $j \neq m$ در دوره t برای محصول j و m ، A_{t-1} سطح زیرکشت سال قبل برای i امین محصول، T متغیر روند، ϑ جزء اخلاص و n تعداد محصولات مورد نظر است که در مطالعه حاضر برای محصولات دیم برابر با ۳ است.

مطابق مبانی نظری، یک قید تقارن در سود ضمنی مورد انتظار در مسئله بهینه سازی تولیدکننده وجود دارد؛ بدین صورت که شیب تابع واکنش سطح زیرکشت غیر جبرانی $\frac{\partial A^*}{\partial \pi}$ به اثر ثروت $(\frac{\partial A^*}{\partial W} A^*)$ و اثر جانشینی $(\frac{\partial A^c}{\partial \pi})$ تجزیه می شود که شکل ریاضی آن به صورت رابطه ۱۲ است (Liang et al., 2011).

$$\frac{\partial A^c}{\partial \pi} = \frac{\partial A^*}{\partial \pi} + \frac{\partial A^*}{\partial W} A^* \quad (12)$$

که در آن A^c ثروت جبرانی واکنش سطح زیرکشت منطقه بوده که سهم مطلوبیت ثابت - است. ماتریس اثرات جبرانی $(\frac{\partial A^c}{\partial \pi})$ متقارن، مثبت و قطعی است. با اعمال این قید تقارنی در تابع واکنش سطح زیرکشت ۱۱، تابع واکنش سطح زیرکشت به صورت رابطه ۱۳ خواهد بود:

$$A_t = \phi + \varphi (W_{t-1} + \sum_{j=1}^n E(\pi_j) A_j) + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} E(\pi_j) + \sum_{j=1}^n \sum_{m=1}^n \delta_{ijm} \text{va}(\pi_{jm}) + \lambda_t A_{t-1} + \theta_t T + \vartheta \quad (13)$$

در رابطه ۱۳، تمام متغیرها همان تعاریف قبلی را داشته و پارامترهای ϕ ، φ ، γ ، δ ، λ تخمین زده می شود. δ ضریب واریانس سود انتظاری برای آزمون دیدگاه ریسکی کشاورزان است.

اگر $\gamma=0$ باشد، کشاورزان دارای دیدگاه ریسک خنثی هستند. بر اساس فرضیه ریسک‌گریزی ون نیومن مورگنشتاین اگر مشتق تابع واکنش منطقه به ثروت برابر صفر باشد، یعنی $\varphi=0$ باشد، به معنی وجود ترجیحات ریسک‌گریزی ثابت مطلق^۱ است، زیرا این ریسک بدون در نظر گرفتن سطح ثروت اولیه وجود دارد؛ به عبارتی تغییر ثروت کشاورز تأثیری در درجه ریسک‌گریزی وی ندارد. در چنین وضعیتی هنگام بالا رفتن ریسک، استفاده از سیاست‌های غیر قیمتی همانند وجود پوشش بیمه‌ای مناسب می‌تواند مقدار تولید را تا سطح بهینه رقابتی کامل و یا نزدیک به مقدار بهینه رقابتی کامل افزایش داد. اگر $\varphi>0$ باشد، با بالا رفتن ثروت سطح زیرکشت محصول افزایش می‌یابد. در این صورت با افزایش ثروت، ریسک‌گریزی کشاورز کاهش می‌یابد؛ یعنی دارای ترجیحات ریسک‌گریزی مطلق کاهش^۲ است. اگر $\varphi<0$ باشد، با بالا رفتن ثروت، سطح زیرکشت کاهش می‌یابد. در این صورت با افزایش ثروت، ریسک‌گریزی کشاورز افزایش می‌یابد؛ به عبارت دیگر دارای ترجیحات ریسک‌گریزی مطلق افزایش^۳ است. پذیرفته شدن فرضیه ریسک‌گریزی ثابت مطلق به این مفهوم است که سیاست‌هایی که ثروت و انباشت سرمایه را متأثر می‌سازند، نظیر سیاست‌های خرید تضمینی، قیمت‌های سقف و کف، نمی‌توانند تأثیر مستقیمی بر سود کشاورزان از طریق انباشت موجودی سرمایه به این بخش داشته باشند. علامت مورد انتظار $\delta_{ij}<0$ برای واریانس، خود به مفهوم کاهش سطح زیرکشت یک محصول مشخص بوده درحالی که افزایش در کوواریانس محصول i ، سطح زیرکشت محصول i را افزایش می‌دهد ($\delta_{ij}>0$). ضریب سود انتظاری $\gamma_{ij}>0$ است. البته قیمت‌های انتظاری بر اساس قیمت‌های آتی شکل می‌گیرد که این قیمت‌ها در ایران وجود ندارند و به جای آن می‌توان از قیمت تضمینی با میانگین متحرک وزنی یا از روش‌های اقتصادسنجی برای پیش‌بینی مقادیر آتی قیمت‌ها بهره گرفت.

لازم به ذکر است که توابع واکنش سطح زیرکشت ذکر شده در رابطه ۱۳ به دو صورت تکی و سیستمی قابل برآورد هستند. لذا قبل از تخمین معادلات لازم است که وجود همبستگی هم‌زمان بین جملات اخلاص در معادلات آزمون شود. برای این منظور از آزمون LM بروش - پاگان^۴ استفاده

1. Constant absolute risk aversion (CARA)
2. Decrease absolute risk aversion (DARA)
3. Increase Absolute Risk Aversion (IARA)

۴ - آزمون بروش - پاگان دارای توزیع χ^2 به شکل $LM=T \sum_{i=2}^{M+1} \sum_{j=1}^{M+1} r_{ij}^2$ بوده که T تعداد مشاهدات و r_{ij} ضریب همبستگی بین جملات اخلاص معادله LM و LM آزمون است.

می‌شود. در صورت رد فرضیه صفر، همبستگی هم‌زمان بین جملات اخلال قابل رد نبوده و بنابراین رویکرد رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط (SURE) برای تخمین سیستم معادلات مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بر اساس آنچه که پیش‌تر بیان شد، چگونگی اندازه‌گیری متغیرها و نحوه گردآوری داده‌ها به شرح زیر است:

- **موجودی سرمایه:** موجودی سرمایه سال قبل در واحد تولیدی گندم دیم، جو دیم و نخود دیم در استان کردستان به علاوه حاصل ضرب بازده مورد انتظار با سطح زیرکشت محصولات مذکور به ترتیب به عنوان جانشینی برای ثروت برای تولیدکنندگان گندم دیم، جو دیم و نخود دیم به کار گرفته شده است و هدف از بکارگیری آن فراهم ساختن امکان لازم برای آزمون ریسک‌گریزی کشاورزان است.
- **قیمت انتظاری:** قیمت‌های انتظاری بر اساس قیمت‌های آتی شکل می‌گیرد که این قیمت‌ها در ایران وجود ندارد و به جای آن از میانگین متحرک وزنی قیمت‌های واقعی طی سه سال گذشته با وزن‌هایی همچون ۰/۵، ۰/۳۳ و ۰/۱۷ (وزن‌های به کار برده شده در مطالعه چاوز و هالت (Chavas & Holt, 1990) استفاده شد.
- **عملکرد انتظاری:** عملکرد انتظاری نیز بر اساس انتظارات از شرایط آب‌وهوایی برای فصل رشد آتی به دست می‌آید. عملکردهای انتظاری به وسیله جای‌گذاری مقادیر انتظاری برای متغیرهای آب‌وهوایی در معادله واکنش اقلیمی برآورد شده (رابطه ۱) پیش‌بینی می‌شود. مقادیر انتظاری برای هر متغیر آب‌وهوایی یک میانگین وزنی طی سه سال گذشته با وزن‌هایی (α) همچون ۰/۵، ۰/۳۳، ۰/۱۷ محاسبه شده است. درحقیقت، عملکردهای انتظاری مقادیر پیش‌بینی شده توسط توابع واکنش اقلیمی به وسیله مقادیر مورد انتظار آب‌وهوایی است.
- **واریانس قیمت انتظاری:** واریانس قیمت انتظاری به صورت یک میانگین وزنی از توان دوم انحرافات بین قیمت واقعی و قیمت‌های انتظاری به شکل زیر محاسبه شده است (Weersink et al., 2010):

$$va(P) = \frac{\sum_i \alpha_i (P_i - E(P))^2}{\sum_i \alpha_i} \quad (15)$$

- **واریانس عملکرد انتظاری:** ابتدا متغیرهای آب‌وهوایی مورد انتظار (انتظاری) برآورد شده در معادله ریسک عملکرد قرار می‌گیرد و بر اساس آن لگاریتم مربعات باقیمانده پیش‌بینی شده $\ln(\hat{\epsilon}^2)$ و با آنتی‌لوگ گرفتن از آن واریانس عملکرد محاسبه می‌شود.
- **سود انتظاری:** سود مورد انتظار کشاورز نیز به صورت رابطه ۱۶ محاسبه می‌شود (Weersink et al., 2010):

$$E(\pi) = E(PY - C) = E(P)E(Y) + \text{cov}(P, Y) - C \quad (16)$$

که در آن $E(P)$ قیمت انتظاری، $E(Y)$ عملکرد انتظاری، $\text{cov}(PY)$ کوواریانس بین قیمت و عملکرد انتظاری است. سپس واریانس‌ها و کوواریانس‌های سود انتظاری بین i امین و j امین محصول محاسبه می‌شود.

- **واریانس سود انتظاری:** علاوه بر محاسبه سود مورد انتظار در تابع عکس‌العمل سطح زیرکشت (یعنی رابطه ۱۳) لازم است که واریانس هر هکتار سود نیز به صورت زیر محاسبه شود (Lin & Dismukes, 2007):

$$\text{var}(\pi_{ij}) = E(Y.P - E(Y.P)) = E(P)^2 \sigma_y^2 + E(Y)^2 \sigma_p^2 + \sigma_p^2 \sigma_y^2 - \rho [\rho \sigma_y^2 \sigma_p^2 + 2E(Y)E(P)\sigma_y \sigma_p] \quad (17)$$

که در رابطه فوق $E(Y)$ عملکرد انتظاری، $E(P)$ قیمت انتظاری، σ_y^2 و σ_p^2 واریانس عملکردها و قیمت‌های واقعی و ρ ضریب همبستگی بین قیمت و عملکرد انتظاری است.

- **کواریانس سود انتظاری:** کواریانس سود انتظاری به صورت رابطه ۱۸ محاسبه شده است (Lin & Dismukes, 2007):

$$\begin{aligned} E[Y_i P_i - E(Y_i P_i)][Y_j P_j - E(Y_j P_j)] &= E(P_i)E(P_j)\rho_{yij}\sigma_{y_i}\sigma_{y_j} + E(Y_i)E(Y_j)\rho_{pij}\sigma_{p_i}\sigma_{p_j} \\ &+ \rho_{yij}\sigma_{y_i}\sigma_{y_j}\rho_{pij}\sigma_{p_i}\sigma_{p_j} - \rho_{yji}\sigma_{y_i}\sigma_{y_j}\rho_{pji}\sigma_{p_i}\sigma_{p_j} - E(Y_j)E(P_j)\rho_{yji}\sigma_{y_i}\sigma_{p_j} - E(Y_i)E(P_i)\rho_{yji}\sigma_{y_j}\sigma_{p_i} \end{aligned} \quad (18)$$

$$\text{cov}(\pi_i, \pi_j) = \text{var}(\pi_{ij}) = \rho_{ij} \sqrt{\text{var}(\pi_i)} \sqrt{\text{var}(\pi_j)} \quad (19)$$

در رابطه ۱۸، ρ_{ij} ضریب همبستگی بین سود دو محصول است.

پس از محاسبه متغیرهای انتظاری یادشده، توابع سطح زیرکشت محصولات گندم، جو، دیم و نخود دیم در استان کردستان با استفاده از روش رگرسیون‌های به‌ظاهر نامرتب (SURE) و داده‌های تابلویی^۱ برآورد شد که الگوی تجربی این محصولات به ترتیب در معادلات ۲۰ تا ۲۲ آمده است.

$$A_{dw} = \phi_{11} + \phi_{12}(W_{dwt-1} + E(\pi_{dw})A_{dw} + E(\pi_{db})A_{db} + E(\pi_{dg})A_{dg}) + \gamma_{11}E(\pi_{dw}) + \gamma_{12}E(\pi_{db}) + \gamma_{13}E(\pi_{dg}) + \delta_{11}\text{var}_{dw} + \delta_{22}\text{var}_{db} + \delta_{33}\text{var}_{dg} + \delta_{12}\text{cov}_{dwdb} + \delta_{13}\text{cov}_{dwdg} + \delta_{23}\text{cov}_{dbdg} + \lambda_4 A_{dwt-1} + \theta_1 T + \vartheta \quad (20)$$

$$A_{db} = \phi_{21} + \phi_{22}(W_{dbt-1} + E(\pi_{dw})A_{dw} + E(\pi_{db})A_{db} + E(\pi_{dg})A_{dg}) + \gamma_{11}E(\pi_{dw}) + \gamma_{12}E(\pi_{db}) + \gamma_{13}E(\pi_{dg}) + \delta_{11}\text{var}_{dw} + \delta_{22}\text{var}_{db} + \delta_{33}\text{var}_{dg} + \delta_{12}\text{cov}_{dwdb} + \delta_{13}\text{cov}_{dwdg} + \delta_{23}\text{cov}_{dbdg} + \lambda_2 A_{dbt-1} + \theta_2 T + \vartheta \quad (21)$$

$$A_{dg} = \phi_{31} + \phi_{32}(W_{dgt-1} + E(\pi_{dw})A_{dw} + E(\pi_{db})A_{db} + E(\pi_{dg})A_{dg}) + \gamma_{11}E(\pi_{dw}) + \gamma_{12}E(\pi_{db}) + \gamma_{13}E(\pi_{dg}) + \delta_{11}\text{var}_{dw} + \delta_{22}\text{var}_{db} + \delta_{33}\text{var}_{dg} + \delta_{12}\text{cov}_{dwdb} + \delta_{13}\text{cov}_{dwdg} + \delta_{23}\text{cov}_{dbdg} + \lambda_3 A_{dgt-1} + \theta_3 T + \vartheta \quad (22)$$

در این معادلات، A_{dw} : سطح زیرکشت گندم برحسب هکتار، A_{db} : سطح زیرکشت جو، دیم برحسب هکتار، A_{dg} : سطح زیرکشت نخود دیم برحسب هکتار، W_{dwt-1} : وقفه اول ثروت کشاورزان در واحدهای تولیدی گندم برحسب میلیارد ریال، W_{db} : وقفه اول ثروت کشاورزان در واحدهای تولیدی جو دیم برحسب میلیارد ریال، W_{dg} : وقفه اول ثروت کشاورزان در واحدهای تولیدی نخود دیم برحسب میلیارد ریال، $E(\pi_{dw})$: سود انتظاری گندم برحسب ریال در هکتار، $E(\pi_{db})$: سود انتظاری جو دیم برحسب ریال در هکتار، $E(\pi_{dg})$: سود انتظاری نخود دیم برحسب ریال در هکتار، var_{dw} : واریانس سود انتظاری گندم، var_{db} : واریانس سود انتظاری جو دیم، var_{dg} : واریانس سود انتظاری نخود دیم، cov_{dwdb} : کواریانس بین سود انتظاری گندم و نخود دیم، cov_{dwdg} : کواریانس بین سود انتظاری گندم و جو دیم، cov_{dbdg} : کواریانس بین سود انتظاری جو دیم و نخود دیم، A_{dwt-1} : وقفه اول سطح زیر کشت گندم دیم، A_{dbt-1} : وقفه اول سطح زیر کشت جو دیم، A_{dgt-1} : وقفه اول سطح زیر کشت نخود دیم، λ_j و θ_j پارامترهای برآوردی مدل است.

1. Panel Data

از آنجا که محصولات گندم، جو و نخود سه محصول عمده و غالب کشت دیم استان کردستان به شمار می‌روند و همراه جایگزین کشت هم نیز مطرح می‌شوند، بنابراین در مطالعه حاضر واکنش سطح زیرکشت این سه محصول نسبت به هم مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات مربوط به عملکرد و تولید محصولات گندم، جو و نخود دیم در سطح استان کردستان و در سطح شهرستان برای پنج شهرستان بیجار، قروه، سقز، کامیاران و دیواندره - که قطب‌های تولید این محصولات هستند - طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۰ از داده‌های بانک اطلاعاتی سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان جمع‌آوری شدند. متغیرهای آب‌وهوایی مانند مقدار بارش، حداقل و حداکثر درجه حرارت، سرعت باد و رطوبت نسبی بوده که از ایستگاه هواشناسی استان کردستان به تفکیک ایستگاه‌های هواشناسی این پنج شهرستان به صورت ماهانه جمع‌آوری شد. آمار و اطلاعات موردنیاز برای برآورد توابع واکنش سطح زیرکشت، قیمت‌های بازار و قیمت‌های تضمینی، برای دوره زمانی ۱۴۰۱-۱۳۶۶ از سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان، مرکز آمار و بانک مرکزی تهیه شد.

نتایج و بحث

اطلاعات مربوط به سطح زیرکشت، تولید و عملکرد سه محصول عمده استان کردستان شامل گندم، جو و نخود در جدول ۱ نمایش داده شده‌است.

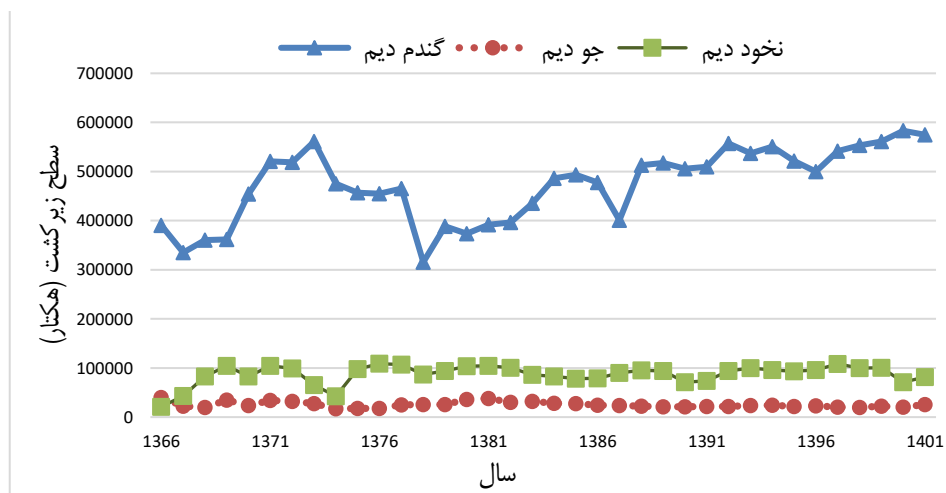
جدول ۱. میزان تولید، سطح زیرکشت و عملکرد محصولات گندم، جو و نخود در استان کردستان و ایران در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱

منطقه	محصول	سطح زیرکشت (هکتار)			تولید (هزار کیلوگرم)			عملکرد		
		آبی	دیم	کل	سهم	آبی	دیم	کل	سهم	آبی
کردستان	گندم	۴۱۵۷۰	۵۷۴۵۴۷	۶۱۶۱۱۷	۸/۹۱	۳۰۰۶۴۵	۶۸۱۴۰۸	۸۸۲۰۵۴	۶/۶۴	۴۸۲۷
	جو	۴۱۹۱۹	۲۵۶۷۸	۳۰۵۹۸	۱/۸۱	۲۰۲۸۷	۳۱۴۹۱	۵۱۷۷۸	۱/۶۳	۴۱۲۴
	نخود	۳۱۴	۸۱۶۸۶	۸۱۹۹۹	۱۹/۸۷	۲۴۱	۳۴۸۳۳	۳۵۰۷۴	۱۶/۹۲	۷۶۷
ایران	گندم	۲۳۶۹۷۱۶	۴۵۳۸۱۲۹	۶۹۰۸۵۴۵	۸۱۰۰۱۰	۴۴۷۳۷۲۳	۱۳۲۸۳۷۳۳	۱۳۲۸۳۷۳۳	-	۳۷۱۸
	جو	۷۴۹۷۲۴	۹۳۴۹۹	۱۶۸۴۷۱۴	-	۲۳۹۵۱۹۳	۷۸۱۳۰۹	۳۱۷۶۵۰۲	-	۳۱۹۵
	نخود	۸۱۶۵	۴۰۴۳۱۴	۴۱۲۴۷۹	۱۱۴۰۱	۱۹۵۸۷۲	۲۰۷۲۷۳	۲۰۷۲۷۳	-	۱۳۹۶

مأخذ: Ministry of Agriculture Jihad, 2024

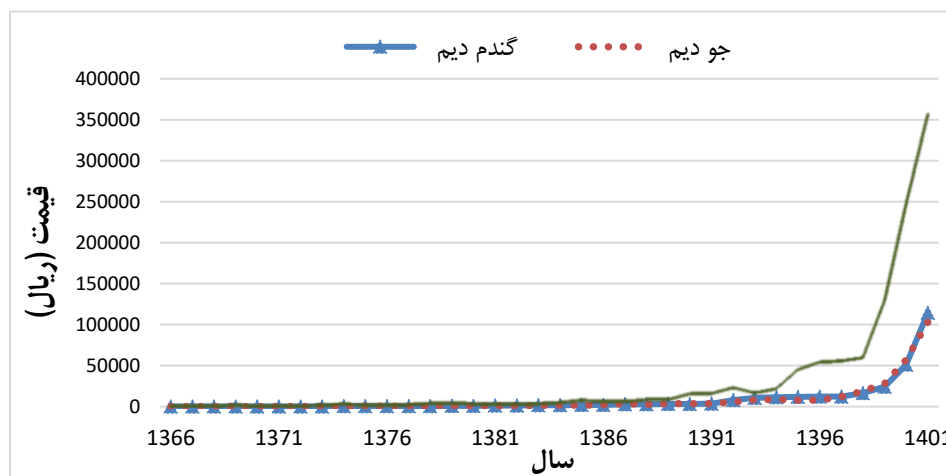
همان طور که مشاهده می‌شود، ۸/۹ درصد از سطح زیرکشت و ۶/۶ درصد از تولید گندم کشور به استان کردستان اختصاص دارد. همچنین این استان با ۱۹/۸ درصد از کل سطح زیرکشت نخود کشور، بعد از استان کرمانشاه دارای رتبه دوم در تولید این محصول است. نمودارهای ۱ و ۲ به ترتیب روند تغییرات سطح زیرکشت و قیمت این سه محصول دیم را طی سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۶۶ نشان

می‌دهند. مطابق نمودار ۱، گندم دیم با بیشترین سطح زیرکشت دارای نوسانات زیادی در طول این سال‌ها بوده و به همین شکل سطح زیرکشت نخود دیم نیز در طی این سال‌ها دستخوش نوسانات بوده‌است که نشان دهنده واکنش سطح زیرکشت این محصولات به متغیرهای اثرگذار است.



نمودار ۱. روند تغییرات سطح زیرکشت محصولات گندم، جو و نخود دیم استان کردستان طی سال‌های ۱۳۶۶-۱۴۰۱

مأخذ: Ministry of Agriculture Jihad, 2024



نمودار ۲. روند قیمت محصولات گندم دیم و جو دیم در استان کردستان طی سال‌های ۱۳۶۶-۱۴۰۱

مأخذ: Ministry of Agriculture Jihad, 2024

نتایج برآورد توابع عملکرد و ریسک عملکرد محصولات مورد مطالعه

الگوی مورد نظر به‌روش داده‌های تابلویی برای محصولات گندم، جو، دیم و نخود دیم برای پنج شهرستان بیجار، قروه، سقز، دیواندره و کامیاران برآورد شد. برای به دست آوردن فرم تابعی مناسب برای توابع عملکرد محصولات مورد بررسی، بنا برمطابقت و همخوانی داشتن با فروض جاست و پاپ، فرم‌های تابعی خطی، خطی درجه دوم، کاب - داگلاس و ترانسندنتال برآورد شد. با توجه به تعداد پارامترهای معنی‌دار و معقول بودن کشش‌ها، تابع عملکرد مناسب برای محصول گندم دیم فرم خطی، جو دیم فرم خطی درجه دوم و نخود دیم فرم ترانسندنتال تشخیص داده شد. برای انتخاب بین روش داده‌های تابلویی و مدل تلفیق شده^۱ از آماره F لیمر استفاده شد که مطابق جدول ۲، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است و درنتیجه فرضیه صفر (استفاده از مدل تلفیق شده) رد شد. سپس آزمون مدل تلفیق شده در برابر مدل اثرات تصادفی با استفاده از آزمون LM بروش پاگان سنجیده شد. مطابق جدول ۲، مقدار آماره LM برای هر محصول در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده، لذا امکان استفاده از مدل تلفیق شده رد می‌شود. یعنی باید از مدل با داده‌های تابلویی بهره گرفت. در ادامه برای انتخاب یکی از روش‌های اثرات ثابت یا تصادفی، از آزمون هاسمن استفاده شد که نتایج مؤید آن بود که مقدار آماره این آزمون برای هر سه محصول از لحاظ آماری معنی‌دار نیست و درنتیجه فرض صفر مبنی بر مناسب بودن روش اثرات تصادفی پذیرفته می‌شود.

جدول ۲. نتایج آزمون‌های انتخاب روش مناسب برآورد داده‌های تابلویی برای توابع عملکرد محصولات مورد نظر

محصول	اثرات ثابت (آماره F)	اثرات تصادفی (LM)	آزمون هاسمن	آزمون وابستگی مقاطع (CD _p)
گندم دیم	۱/۳۴**	۳۴/۸۸***	۲/۴۸	۰/۶۳۹
جو دیم	۳/۳۲***	۲۳۳/۴***	۷/۲۱	۰/۳۸۴
نخود دیم	۲/۹۴***	۶۰/۷۶***	۴/۱۸	۰/۵۱۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش (*، **، *** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد)

در نهایت توابع عملکرد محصولات گندم، جو و نخود دیم با استفاده از روش اثرات تصادفی برآورد شد^۲ که نتایج آن‌ها در جدول ۳ گزارش شده است. لازم به ذکر است که آزمون وابستگی مقاطع پسران (CD_p) (۲۰۰۴) نیز از لحاظ آماری معنی‌دار نبوده که بیانگر استقلال بین مقاطع است.

1. Pool Data Model

۲- در توابع عملکرد و ریسک عملکرد هر سه محصول برای سنجش مشکل ناهمسانی واریانس از آزمون LR بروش پاگان و برای بررسی مشکل خودهمبستگی از آزمون F ولدریچ بهره گرفته شد. نتایج مؤید وجود هر دو مشکل در این توابع بود که به‌منظور رفع این مشکلات از روش حداقل مربعات تعمیم یافته (GLS) استفاده شد.

مطابق جدول ۳، بارش تجمعی و متوسط سرعت باد در طول دوره رشد اثر معنی‌داری بر عملکرد گندم داریم، جو داریم و نخود داریم که اثر متوسط سرعت باد بر عملکرد منفی و بارندگی تجمعی مثبت است. متوسط سرعت باد باعث افزایش نیاز رطوبتی اتمسفر اطراف سایه‌انداز گیاه شده و با کاهش مقاومت لایه مرزی با تعرق شدید و اعمال تنش خشکی و کاهش عملکرد همراه است. متوسط دمای دوره رشد اثر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد محصول نخود داریم دارد.

جدول ۳. نتایج برآورد توابع عملکرد محصولات گندم، جو و نخود در استان کردستان

متغیر	گندم داریم		جو داریم		نخود داریم	
	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t
عرض از مبدا	۷/۳۴	۱/۶۳	۲/۱۴**	۲/۱۴	۳۷۳/۶۰**	۲/۳۹
روند زمانی	۰/۰۱۴	۱/۲۶	۰/۰۲۰۷**	۲/۱۱	۰/۰۳۸۱**	۲/۰۷
بارش تجمعی دوره رشد	۰/۰۰۰۷**	۲/۹۸	۰/۰۱۵۸**	۳/۱۶	۰/۰۰۴۵**	۲/۱۴
متوسط دمای دوره رشد	-	-	-	-	۱/۱۱۰۶**	۲/۸۸
متوسط دمای حداقل دوره رشد	۰/۰۳۴۴	۱/۴۴	۰/۲۷۳۳**	۲/۸۰	-	-
متوسط دمای حداکثر دوره رشد	-۰/۳۶۵۴	-۱/۵۳	-۰/۵۶۸۵*	-۱/۷۳	-	-
متوسط سرعت باد دوره رشد	-۰/۰۰۳۵*	-۱/۷۵	-۰/۰۰۱۸**	-۲/۶۴	۰/۰۰۱۸**	۲/۳۶
متوسط رطوبت نسبی دوره رشد	-	-	-۰/۱۲۹۹	-۰/۶۰	-	-
توان دوم بارش تجمعی دوره رشد	-	-	۰/۰۰۰۰۳۸۸	۰/۲۰	-۰/۱۲۹۹	-۰/۶۰
توان دوم متوسط دمای حداقل دوره رشد	-	-	۰/۰۰۸۰	۰/۶۶	-	-
توان دوم متوسط دمای حداکثر دوره رشد	-	-	-۰/۰۰۶۱	-۱/۰۴	-	-
توان دوم رطوبت نسبی دوره رشد	-	-	۰/۰۰۳۰	۱/۲۷	-	-
توان دوم متوسط سرعت باد	-	-	۰/۰۰۳۱**	۲/۲۵	-	-
بارندگی تجمعی × متوسط دمای حداقل	-	-	-۰/۰۰۰۳	-۱/۵۱	-	-
بارندگی تجمعی × متوسط رطوبت نسبی	-	-	-۰/۰۰۰۳***	-۳/۱۵	-	-
بارندگی تجمعی × متوسط دمای دوره رشد	-	-	-	-	-	-
بارندگی تجمعی × متوسط دمای حداکثر دوره رشد	-	-	۰/۰۰۰۲۴**	۱/۹۲	-	-
متوسط دمای حداکثر × متوسط سرعت باد	۰/۰۰۰۱۹*	۱/۷۸	۰/۰۰۰۳**	۲/۹۹	-	-
لگاریتم متوسط دمای دوره رشد	-	-	-	-	-۱۰/۲۳**	-۲/۷۱
لگاریتم سرعت باد دوره رشد	-	-	-	-	-۴۱/۴۹**	-۲/۴۰
R ²	۰/۷۹		۰/۸۴		۰/۸۷	

ماخذ: یافته‌های پژوهش (*، ** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد)

پس از برآورد توابع عملکرد، توابع ریسک هریک از محصولات به روش اثرات تصادفی برآورد شد^۱ که نتایج آن‌ها در جدول ۴ آمده است. بر اساس این جدول، بارندگی تجمعی دوره رشد، متوسط دمای حداکثر، متوسط سرعت باد و اثر متقابل متوسط سرعت باد و متوسط دمای حداکثر اثر

۱. البته برای برآورد توابع ریسک نیز، از آزمون F لیمر برای انتخاب روش پانل و رگرسیون تلفیقی و آزمون هاسمن برای انتخاب بین روش‌های اثرات ثابت و تصادفی استفاده شد که نتایج مؤید آن بود که برآورد مدل با داده‌های تلفیق شده و روش اثرات تصادفی مناسب است.

اثر تغییرات متغیرهای آب‌وهوایی و قیمت بر.....

معنی‌داری بر ریسک گندم داریم. نتایج ریسک عملکرد نخود داریم نشان می‌دهد که متوسط دمای حداکثر و حداقل دوره رشد، متوسط رطوبت نسبی و متوسط سرعت باد اثر معنی‌داری بر ریسک نخود داریم. میزان بارندگی تجمعی فصل بهار، متوسط سرعت باد بهار، متوسط دمای تابستان، متوسط دمای بهار اثر معنی‌داری بر ریسک جو داریم دارند که با یافته‌های مطالعه گرشاسبی و همکاران (Garshasbi et al., 2012) مبنی بر تأثیر مثبت بارندگی بر سطح زیرکشت محصولات هم‌راستا است.

جدول ۴. نتایج برآورد توابع ریسک عملکرد محصولات گندم، جو و نخود داریم

متغیر	گندم داریم		جو داریم		نخود داریم	
	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t
روند زمانی	-	-	-۰/۲۰۸**	۲/۳۲	-	-
بارش تجمعی دوره رشد	-۰/۲۲۳۶*	-۱/۹۴	-	-	۰/۰۰۲۳	۱/۵۳
متوسط دمای دوره رشد	-	-	-	-	-	-
متوسط دمای حداقل دوره رشد	-۰/۰۰۹۲	۰/۰۰۱	-	-	-۱/۰۲۰۷**	-۲/۱۳
متوسط دمای حداکثر دوره رشد	۷/۷۳***	۳/۰۵	-	-	۰/۲۰۵۱*	۱/۸۳
متوسط سرعت باد دوره رشد	۰/۰۰۶۵***	۳/۲۰	-	-	-۰/۰۰۰۸۱**	-۲/۳۲
متوسط رطوبت نسبی دوره رشد	-	-	-	-	-۰/۳۳۸۳*	-۱/۷۴
توان دوم بارش تجمعی دوره رشد	-	-	-	-	-۳/۵۱×۱۰ ^{-۶}	-۱/۴۴
توان دوم متوسط دمای حداقل دوره رشد	-	-	-	-	۰/۰۲۴۵*	۱/۶۸
توان دوم متوسط دمای حداکثر دوره رشد	-	-	-	-	-۰/۰۰۶۱*	-۱/۹۴
توان دوم رطوبت نسبی دوره رشد	-	-	-	-	۰/۰۰۲۶*	۱/۶۶
توان دوم متوسط سرعت باد	-	-	-	-	۱/۹۵×۱۰ ^{-۸}	۱/۶۶
بارندگی تجمعی × متوسط دمای حداقل	-	-	-	-	-۰/۰۰۰۱۵۲	-۰/۸۰
بارندگی تجمعی × متوسط رطوبت نسبی	-	-	-	-	۰/۰۱۷۰**	۲/۱۱
متوسط حداکثر دما × متوسط سرعت باد	-۰/۰۰۳۵***	-۳/۱۳	-	-	-	-
ضریب تغییرات متوسط حداقل دما	-	-	-	-	۰/۰۰۱۸	۰/۹۳
ضریب تغییرات متوسط سرعت باد	-	-	-	-	۰/۴۹۸۵	۱/۵۹
لگاریتم بارندگی تجمعی فصل بهار	-	-	-۰/۷۷۴۰*	-۱/۹۳	-	-
لگاریتم بارندگی تجمعی در تابستان	-	-	-۰/۰۲۰۱	-۰/۰۸	-	-
لگاریتم متوسط سرعت باد فصل بهار	-	-	۵/۵۹*	۱/۷۲	-	-
لگاریتم متوسط سرعت باد در تابستان	-	-	۵/۵۹	۰/۹۵	-	-
لگاریتم متوسط دمای فصل تابستان	-	-	۲۰/۴۷**	۲/۳۶	-	-
لگاریتم متوسط دما در فصل بهار	-	-	-۴/۸۶*	-۱/۷۳	-	-
عرض از مبدأ	-۱۴۷/۰۸***	-۳/۱۵	-۱۲۷/۴۳***	-۲/۴۱	۱۷/۰۶**	۲/۲۷
R ²	۰/۷۲۱		۰/۷۸۱		۰/۷۶۲	

ماخذ: یافته‌های پژوهش (*، ** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد)

نتایج برآورد توابع واکنش سطح زیرکشت محصولات مورد مطالعه

برای اطمینان از برآورد توابع واکنش به صورت سیستمی یا تکی، آزمون بروش-پاگان انجام شد که مقدار آماره کای دو برابر $4/23$ به دست آمد که در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بوده و فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود همبستگی همزمان رد شد. لذا از روش SURE برای تخمین معادلات واکنش سطح زیرکشت استفاده شد. نتایج آزمون‌های خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس روی این توابع در جدول ۵ ارائه شده است. مطابق نتایج مندرج در این جدول، به عنوان مثال برای محصول گندم دیم، آماره آزمون LM هاروی برای خودهمبستگی جزئی برابر $0/058$ بوده که در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نیست. برای بقیه محصولات نیز وضعیت مشابه است؛ یعنی فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی جزئی در تابع سطح زیرکشت محصولات دیم رد نمی‌شود. آماره LM برای آزمون ناهمسانی واریانس برابر $2/1$ بوده که در سطح احتمال ۵ درصد بی‌معنی است و فرضیه صفر (همسانی واریانس) را نمی‌توان رد کرد. همچنین آزمون LM جاکو - برا برای آزمون نرمال بودن توابع برابر $0/155$ ، $0/517$ و $2/37$ بوده که از لحاظ آماری معنی دار نیست و بنابراین اجزای اخلال مدل نرمال است.

جدول ۵. نتایج برآورد توابع واکنش سطح زیرکشت محصولات نخود، جو و گندم دیم

متغیر	نخود دیم		جو دیم		گندم دیم	
	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t
عرض از مبدا	$50.649/89^{***}$	$5/07$	$39.893/14^{***}$	$6/43$	$27.085/7^{***}$	$4/87$
ثروت	$0/00019^{***}$	$2/99$	$-0/000246$	$-1/52$	$0/00041^{***}$	$2/80$
سود انتظاری:						
گندم دیم	$-0/0319^{**}$	$-2/64$	$-0/0040$	$-1/01$	$-0/0676^*$	$1/95$
جو دیم	$0/0259^{***}$	$5/50$	$0/0083^{***}$	$2/92$	$-0/0434^*$	$1/84$
نخود دیم	$9/33^{***}$	$3/13$	$-1/22^*$	$-1/73$	$13/19^*$	$1/94$
واریانس سود انتظاری:						
گندم دیم	$0/3203$	$1/37$	$-0/1178$	$1/48$	$-1/71^{**}$	$-2/21$
جو دیم	$-0/1020^{***}$	$-3/44$	$-0/0055$	$-0/73$	$-0/2323^{***}$	$-3/50$
نخود دیم	$-3/19$	$-1/60$	$-4/67$	$-0/44$	$186/68^*$	$1/83$
کواریانس سود انتظاری:						
گندم - جو	$1/11$	$0/1944$	$-0/0430$	$-0/67$	$0/8205$	$1/40$
گندم - نخود	$-1/11$	$-1/53$	$-8/94^*$	$-2/15$	$-51/01$	$-1/51$
جو - نخود	$-0/22$	$-1/51$	$9/26^{***}$	$3/44$	$-23/06$	$-0/93$
وقفه سطح زیرکشت	$-1/26$	$-0/3064$	$-0/3242^*$	$-1/75$	$0/3071^{**}$	$2/02$
روند زمانی	$3/71$	$19397/63^{***}$	$1946/37^*$	$2/09$	$14491/14^*$	$1/71$
R^2	$0/6574$		$0/4906$		$0/6507$	
آزمون خود همبستگی جزئی	Harvey LM Test= $1/127$ ($0/2884$)		Harvey LM Test= $0/1953$ ($0/6585$)		Harvey LM Test= $0/058$ ($0/8097$)	
آزمون ناهمسانی واریانس	Breusch-Pagan LM = $4/2315$ Test ($0/2375$)		Hall-pagan LM = $0/316$ Test ($0/5726$)		Hall-pagan LM = $2/100$ Test ($0/1473$)	
آزمون نرمال بودن جزئی	Jarque-Bera LM Test= $2/3783$ ($0/3045$)		Jarque-Bera LM = $0/517$ Test ($0/7720$)		Jarque-Bera LM = $0/155$ Test ($0/9254$)	

مأخذ: یافته‌های پژوهش (*، ** و *** به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد)

مطابق جدول ۵، سود انتظاری محصول گندم دیم تأثیر مثبت و معنی‌داری روی سطح زیرکشت گندم دیم دارد. افزایش سود انتظاری جو دیم و نخود دیم موجب افزایش سطح زیر کشت گندم دیم می‌شود. به نظر می‌رسد به دلیل وجود نااطمینانی که در بازار محصول نخود و جو وجود دارد کشاورزان برای دستیابی به درآمد نسبتاً با ثبات، سطح زیرکشت گندم دیم را با افزایش سطح زیرکشت نخود و جو افزایش می‌دهند. شاید دلیل آن، وجود سیاست خرید تضمینی گندم در کشور باشد. همچنین تأثیر واریانس سود انتظاری گندم دیم روی سطح زیرکشت این محصول منفی و از لحاظ آماری معنی‌دار است؛ یعنی با وجود ریسک سود گندم دیم، سطح زیرکشت آن کاهش می‌یابد. واریانس سود انتظاری جو دیم روی سطح زیرکشت گندم دیم منفی و از لحاظ آماری معنی‌دار است، اما واریانس سود انتظاری نخود دیم روی سطح زیرکشت گندم دیم مثبت و از لحاظ آماری معنی‌دار است. ضریب کواریانس بین سود انتظاری محصولات گندم دیم و جو دیم مثبت بوده و نشان می‌دهد که با افزایش هم‌زمان در سود دو محصول گندم و جو دیم سطح زیرکشت گندم دیم نیز افزایش می‌یابد. ضریب کواریانس سود انتظاری گندم-نخود و جو-نخود منفی است. منفی بودن این ضریب بیانگر این است که با افزایش هم‌زمان در سود محصولات گندم-نخود و جو-نخود سطح زیرکشت گندم دیم کاهش می‌یابد. با افزایش هم‌زمان سود کشت گندم و نخود دیم یا نخود با جو دیم، کشاورزان تمایل به کاشت جو یا نخود دیم دارند و دوست دارند سطح زیرکشت گندم را کاهش دهند؛ چون نخود، جو و گندم محصولات جایگزین در کشت همدیگر هستند، لذا چنین انتظاری طبیعی است.

بر اساس جدول ۵، متغیر ثروت در تابع سطح زیرکشت گندم دیم مثبت و معنی‌دار است. در نتیجه دیدگاه گندم‌کاران نسبت به ریسک خنثی نیست. مثبت بودن ضریب ثروت بیانگر این است که با بالا رفتن ثروت، کشاورزان سطح زیرکشت گندم را افزایش می‌دهند. در این صورت با افزایش ثروت، ریسک‌گریزی کشاورزان کاهش می‌یابد؛ به این معنی که کشاورزان دارای ترجیحات ریسک‌گریزی مطلق کاهشی (DARA) هستند. همچنین سطح زیرکشت گندم دیم با یک وقفه زمانی اثر معنی‌داری روی سطح زیرکشت آن دارد. یعنی کشاورزان گندم‌کار در تصمیم‌گیری‌های خود به سطح زیرکشت سال قبل توجه دارند. روند زمانی نیز اثر مثبت و معنی‌داری روی سطح زیرکشت گندم دیم دارد.

تأثیر سود انتظاری محصول جو دیم روی سطح زیرکشت آن مثبت و معنی‌دار است که مثبت بودن علامت سود انتظاری خودی مطابق با انتظارات بود. افزایش سود انتظاری گندم دیم و نخود دیم

موجب کاهش سطح زیرکشت جو دیم می‌شود و علامت سود انتظاری برای محصولات گندم دیم و نخود دیم بر روی سطح زیرکشت جو دیم مطابق با انتظارات هستند. یعنی انتظار می‌رود با افزایش سود انتظاری گندم و نخود دیم کشاورزان سطح زیرکشت بیشتری به این محصولات اختصاص داده و از سطح زیرکشت جو بکاهند. همچنین تأثیر واریانس سود انتظاری جو دیم روی سطح زیرکشت این محصول منفی و از لحاظ آماری بی‌معنی است. واریانس سود انتظاری گندم دیم روی سطح زیرکشت جو دیم مثبت و بی‌معنی است اما واریانس سود انتظاری نخود دیم روی سطح زیرکشت جو دیم منفی و بی‌معنی است. ضریب کواریانس بین سود انتظاری محصولات گندم دیم و جو دیم روی سطح زیرکشت جو دیم منفی و از لحاظ آماری بی‌معنی است. همچنین ضریب کواریانس سود انتظاری گندم-نخود و جو-نخود روی سطح زیرکشت جو دیم به ترتیب منفی و مثبت است. متغیر ثروت در تابع سطح زیرکشت جو دیم منفی و بی‌معنی است، بنابراین دیدگاه کشاورزان به ریسک خنثی است. در نتیجه با افزایش ثروت، ریسک‌گریزی کشاورز تغییر نمی‌کند؛ به این مفهوم که دارای ترجیحات ریسک‌گریزی مطلق ثابت (CARA) هستند. همچنین سطح زیرکشت جو دیم با یک وقفه زمانی اثر منفی و معنی‌داری روی سطح زیرکشت آن دارد؛ یعنی کشاورزان گندم‌کار در تصمیم‌گیری‌های خود به سطح زیرکشت سال قبل توجه دارند. روند زمانی نیز اثر مثبت و معنی‌داری روی سطح زیرکشت جو دیم دارد.

سود انتظاری محصول نخود دیم روی سطح زیرکشت آن تأثیر مثبت و معنی‌داری دارد. افزایش سود انتظاری گندم دیم موجب کاهش سطح زیرکشت نخود دیم و سود انتظاری جو موجب افزایش سطح زیرکشت نخود دیم می‌شود. همچنین اثر واریانس سود انتظاری نخود دیم روی سطح زیرکشت این محصول منفی و از لحاظ آماری معنی‌دار است؛ به عبارت دیگر با وجود ریسک در سود محصول نخود دیم، سطح زیرکشت آن را کاهش می‌دهند. واریانس سود انتظاری گندم دیم روی سطح زیرکشت نخود دیم مثبت و بی‌معنی است اما واریانس سود انتظاری جو دیم روی سطح زیرکشت نخود دیم منفی و معنی‌دار است. ضریب کواریانس بین سود انتظاری محصولات گندم و جو دیم روی سطح زیرکشت نخود دیم مثبت و از لحاظ آماری بی‌معنی است. علامت مثبت این ضریب بیانگر این است که با افزایش ریسک هم‌زمان در سود دو محصول گندم و جو دیم سطح زیرکشت نخود دیم افزایش می‌یابد. همچنین ضریب کواریانس سود انتظاری گندم-نخود و جو-نخود روی سطح زیرکشت نخود دیم منفی و بی‌معنی است. متغیر ثروت در تابع سطح زیرکشت نخود دیم مثبت و معنی‌دار است که نشان می‌دهد که دیدگاه کشاورزان نخودکار نسبت به ریسک، خنثی نیست.

درعین حال چون ضریب متغیر ثروت مثبت است یعنی با افزایش ثروت سطح زیرکشت نخود افزایش می‌یابد. در این صورت با افزایش ثروت، ریسک‌گریزی کشاورز کاهش می‌یابد؛ یعنی دارای ترجیحات ریسک‌گریزی مطلق کاهشی (DARA) است. همچنین سطح زیرکشت نخود دیم با یک وقفه زمانی اثر منفی داشته هرچند که از لحاظ آماری فاقد ارزش است. روند زمانی نیز اثر مثبت و معنی‌داری روی سطح زیرکشت نخود دیم دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر اساس نتایج، اثر ثروت کشاورز بر سطح زیرکشت محصولات دیم استان کردستان صفر نیست، یعنی دیدگاه ریسکی کشاورزان در تولید این محصولات خنثی از ریسک نبوده و مطابق انتظار، اثر معنی‌داری برای ریسک‌گریزی آن‌ها دارد. علامت ثروت برای توابع سطح زیرکشت گندم دیم و نخود دیم مثبت است که بیانگر ترجیحات ریسک‌گریزی مطلق کاهشی کشاورزان است و برای تابع سطح زیرکشت جو دیم، علامت ثروت منفی بوده که بیانگر ریسک‌گریزی مطلق افزایشی است که بی‌معنی بودن آن بیانگر وجود ریسک‌گریزی ثابت مطلق برای جوکاران استان است. در این حالت چون تغییر ثروت کشاورزان جوکار تأثیری روی درجه ریسک‌گریزی آنان ندارد، هنگام بالا رفتن ریسک می‌توان از سیاست‌های غیر قیمتی همانند بیمه برای افزایش تولید جو دیم استفاده کرد. بنابراین به‌منظور افزایش سطح زیرکشت محصول جو در منطقه، دولت تسهیلات ویژه‌ای برای برخورداری کشاورزان از ابزارهای مدیریت ریسک ازجمله بیمه فراهم آورد. اما در خصوص دو محصول گندم و نخود که کشاورزان دارای ترجیحات ریسک‌گریزی مطلق کاهشی هستند، افزایش درآمد و ثروت آن‌ها باعث کاهش درجه ریسک‌گریزی کشاورزان منطقه شده و آن‌ها را به سمت پذیرش و کاربرد فناوری‌های جدید در راستای بهبود سطح زیرکشت و عملکرد این دو محصول سوق می‌دهد. در چنین شرایطی بهبود سطح معیشت و درآمد کشاورزان یک ابزار مفید برای افزایش سطح زیرکشت و تولید این دو محصول محسوب می‌شود. بنابراین توصیه می‌شود دولت سیاست‌های حمایت درآمدی و یا قیمتی مثل ادامه سیاست خرید تضمینی گندم، قیمت تضمینی نخود و یا پرداخت یارانه به برخی از نهاده‌های ضروری (در صورتی که بودجه دولت اجازه آن را بدهد) را همچنان برای این دو محصول در دستور کار خود قرار دهد. نتایج حاصل از این مطالعه با یافته‌های محمدیان و همکاران (Mohammadian et al., 1995)، قهرمان‌زاده و همکاران (Ghahremanzadeh et al., 2015) و زارعی و همکاران (Zareii et al., 2022) هم‌راستا است. این پژوهشگران در مطالعات خود نشان دادند که کشاورزان مطابق میزان ریسک‌پذیری خود، واکنش‌های متفاوتی نسبت به کنترل

نوسان‌های قیمتی نشان می‌دهند. بر این اساس می‌توان عنوان نمود که نمی‌توان یک سیاست واحد و مشخصی را برای تمامی محصولات یک منطقه استفاده نمود، بلکه باید متناسب با شرایط آن محصول و دیدگاه‌های ریسکی کشاورزان آن منطقه، ترکیبی از سیاست‌های قیمتی و غیر قیمتی را بکار گرفت.

نتایج حاکی از آن است که سود انتظاری محصول بر سطح زیرکشت خود محصول اثر مثبت و معنی‌دار داشته و اثر منفی بر سطح زیرکشت سایر محصولات جانشین دارد (به جزء محصولات جو و نخود دیم که روی سطح زیرکشت گندم دیم اثر مثبت دارند). واریانس سود انتظاری خودی، جزء محصول جو دیم، اثر منفی و معنی‌داری بر سطح زیر کشت دارد. به عبارت دیگر، نوسانات سود محصول و ناپایداری سود، اثر معنی‌داری بر کاهش سطح زیرکشت دارد. این مسئله به خوبی جایگاه سیاست‌های تثبیت درآمد و به طور کلی پایداری اقتصاد را نشان می‌دهد؛ بدین مفهوم که کشاورز بیش از آنکه به مقدار سود خود واکنش نشان دهد، به نوسانات و ناپایداری سود خود واکنش نشان می‌دهد. تأثیر واریانس سود انتظاری نخود دیم روی سطح زیرکشت گندم دیم و جو دیم بیشتر از خود محصول است. مطابق نتایج، سود انتظاری محصولات گندم، جو و نخود دیم روی سطح زیرکشت نخود دیم تأثیر معنی‌داری دارد، به طوری که تأثیر سود انتظاری نخود دیم روی سطح زیرکشت آن بیشتر از سایر محصولات است. این یافته با نتایج مطالعه ترکمانی و رضایی (Torkamani & Rezaei, 2000) همخوانی دارد. از این رو، می‌توان نتیجه گرفت با انجام اقدامات مناسب در زمینه افزایش سود انتظاری نخود دیم، می‌توان سطح زیرکشت آن را افزایش داد و با افزایش سود کشت محصولات گندم و جو دیم می‌توان سطح زیرکشت نخود دیم را نیز تحت تأثیر قرار داد؛ به طوری که افزایش سطح زیرکشت جو دیم باعث افزایش سطح زیرکشت نخود دیم شده و درمقابل افزایش سود انتظاری گندم دیم سطح زیرکشت نخود دیم را کاهش خواهد داد. بر این اساس پیشنهاد می‌شود در برنامه‌ریزی‌ها و تنظیم سطح زیرکشت نخود دیم علاوه بر سود خود این محصول به سود سایر محصولات گندم دیم و جو دیم نیز توجه شود. سود انتظاری محصول گندم دیم روی سطح زیرکشت جو دیم و سود انتظاری گندم آبی روی سطح زیرکشت جو آبی تأثیری ندارد. به طور کلی، در سیاست‌های تدوین الگوی کشت و کنترل سطح زیرکشت محصولات دیمی، دولت باید به سطح قیمت تضمینی هر سه محصول و نوسانات قیمت ستاده و نهاده دقت کافی نموده و به صورت جامع هر سه محصول را در نظر بگیرد.

نتایج حاصل از بررسی تأثیر واریانس سود انتظاری هر محصول بر روی سطح زیرکشت خودش مشخص کرد که واریانس سود انتظاری روی سطح زیرکشت تأثیر منفی دارد و به جزء محصول جو دیم، در مورد سایر محصولات از لحاظ آماری معنی‌دار نیز هست. بنابراین در صورتی که ریسک محصولات گندم و نخود دیم کاهش یابد، سطح زیرکشت محصولات مذکور به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار خواهند گرفت. بر این اساس پیشنهاد می‌شود که اقدامات لازم از قبیل ارائه بیمه درآمد محصول، بهبود عملکرد سیاست خرید تضمینی و قیمت تضمینی در راستای کاهش نوسانات قیمت و عملکرد و افزایش ثبات آن انجام گیرد تا کشاورزان نسبت به وضعیت خود در آینده اطمینان حاصل کنند. واریانس سود انتظاری نخود دیم برای تابع سطح زیرکشت بیشتر از واریانس سود انتظاری دو محصول گندم دیم و جو دیم است و این مفهوم را می‌رساند که واکنش کشاورزان به ریسک با در نظر گرفتن سطح زیرکشت سایر محصولات است. در نتیجه در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های مربوط به قیمت محصولات و نهاده‌ها، به جای تمرکز بر قیمت مطلق خود محصولات، باید به قیمت‌های نسبی آن‌ها توجه کرد و در کنار آن برای توسعه ارقام مقاوم به کم‌آبی و دما، برنامه‌ریزی مدونی داشت.

منابع

1. Asadi, H., Zamanian, G., Shahiki Tash, M., Ghorbani, M., & Jalal Kamali, M. (2020). Determination of marginal effects of climatic and phenotypic factors on risk and average yield of irrigated wheat lines in breeding research. *Applied Field Crops Research*, 33(02), 1-23. doi: 10.22092/aj.2019.121330.1271. [In Persian]
2. Asche, F., & Tveterås, R. (1999). Modeling production risk with a two-step procedure. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 424-439.
3. Askari, H., & Cummings, J.T. (1977). Estimating agricultural supply response with the Nerlove model: a survey. *International Economic Review*, 257-292.
4. Cabas, J., Weersink, A., & Olale, E. (2010). Crop yield response to economic, site and climatic variables. *Climatic Change*, 101(3), 599-616.
5. Dashti, G., Bagheri, P., Pishbahar, E., & Majnooni, A. (2018). The calculation of yield risk caused by climate change for rainfed wheat in Ahar county: Weather Value at Risk Approach application. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 32(2), 139-153. doi: 10.22067/jead2.v32i2.68545. [In Persian]

6. Dawe, D., & Timmer, C.P. (2012). Why stable food prices are a good thing: Lessons from stabilizing rice prices in Asia. *Global Food Security*, 1(2), 127-133.
7. Garshasbi, A., Yavari, K., Najarzadeh, R., & Homayunifar, M. (2012). Price and non-price factors effects on wheat Acreage in provinces by using Panel Data. *Agricultural Economics*, 6(2), 189-204. [In Persian]
8. Ghahremanzadeh, M., & Golbaz, M. (2015). The impact of climate variables on wheat and corn yield and yield risk in Gazvin Province. *Agricultural Economics*, 8(4), 107-126. [In Persian]
9. Haile, M.G., Kalkuhl, M., & Von Braun, J. (2016). Worldwide acreage and yield response to international price change and volatility: A dynamic panel data analysis for wheat, rice, corn, and soybeans (pp. 139-165). Springer International Publishing.
10. Hayat Gheibi, F., Shahnooshi, N., Mohammadzadeh, R., & Azarinfar, Y. (2009). Study of wheat supply reaction model in Iran. *Agricultural Economics Research*, 1(2), 91-107. [In Persian]
11. Hazzel, B.R., & Norton, R.D. (1986) Mathematical programming for economic analysis agriculture. Macmillan's. New York.
12. Hubbard, L.J., Lingard, J., & Webster, J.P.G. (2000). Romanian wheat prices: is there a need for stabilisation?. *Food Policy*, 25(1), 55-67.
13. Imai, K.S., Gaiha, R., & Thapa, G. (2011). Supply response to changes in agricultural commodity prices in Asian countries. *Journal of Asian Economics*, 22(1), 61-75.
14. Javadi, A., Ghahremanzadeh, M., Sassi, M., Javanbakht, O., & Hayati, B. (2024). Impact of climate variables change on the yield of wheat and rice crops in Iran (application of stochastic model based on Monte Carlo simulation). *Computational Economics*, 63(3), 983-1000. <https://doi.org/10.1007/s10614-023-10389-0>
15. Just, R.E., & Pope, R.D. (1979). Production function estimation and related risk considerations. *American Journal of Agricultural Economics*, 61(2), 276-284.
16. Komarek, A.M., De Pinto, A., & Smith, V.H. (2020). A review of types of risks in agriculture: What we know and what we need to know. *Agricultural Systems*, 178, 102738.
17. Liang, Y., Miller, J.C., Harri, A., & Coble, K.H. (2011). Crop supply response under risk: impacts of emerging issues on Southeastern US agriculture. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 43(2), 181-194.

18. Lin, W. (1977). Measuring aggregate supply response under instability. *American Journal of Agricultural Economics*, 59(5), 903-907.
19. Lin, W., & Dismukes, R. (2007). Supply response under risk: Implications for counter-cyclical payments' production impact. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 29(1), 64-86.
20. Mbua, I.A., & Atta-Aidoo, J. (2023). Acreage supply response of sugarcane out-growers in Tanzania: A vector error correction model (VECM) approach. *Cogent Food & Agriculture*, 9(1), 2229575. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2229575>
21. Meuwissen, M.P., Huirne, R.B.M., & Hardaker, J.B. (2001). Risk and risk management: an empirical analysis of Dutch livestock farmers. *Livestock production science*, 69(1), 43-53.
22. Ministry of Agriculture-Jahad (2023). Agricultural Statistics Yearbook. Tehran. Available at www.maj.ir
23. Moazzezi, F., Yavari, G.R., Mosavi, S.H., & Bagheri, M. (2020). Assessing the impact of climate change on agriculture in Hamedan-Bahar plain with emphasis on water productivity and food security. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 34(3), 305-323. doi: 10.22067/jead.2020.17793.0. [In Persian]
24. Mohammadian, M., Chizari, A.M., & Motrazavi, A. (1995). The effect of rice price risk control in commodity exchange conditions on the optimal cultivation pattern: a case study of Golestan province, Gonbad-Minodasht region. *Agricultural Economics and Development*, 49(1), 169-194. [In Persian]
25. Najafi Alamdarlo, H. (2009). Economic Evaluation of Climate Change Impacts on Agriculture: Case study of Wheat. MSc. Thesis. Agricultural Economics, Tarbiat Modares University, Tehran.
26. Nerlove, M. (1956). Estimates of the elasticities of supply of selected agricultural commodities. *American Journal of Agricultural Economics*, 38(2), 496-509.
27. Nobahar Khosrowshahi, F. (2023). Acreage Response of Selected Irrigated Crops in East Azerbaijan Province to Price and Climate Changes. Msc. Thesis, Department of Agricultural Economics, University of Tabriz, Tabriz, Iran. [In Persian]
28. Petrović, G., Ivanović, T., Knežević, D., Radosavac, A., Obhodaš, I., Brzaković, T., & Dragičević Radičević, T. (2023). Assessment of climate change impact on maize production in Serbia. *Atmosphere*, 14(1), 110.

29. Rafiee, Z., Mosavi, S.H.A., & Khalilian, S. (2019). The investigation of climate change effect on agricultural production risk; the case of wheat in Fars province. *Agricultural Economics*, 13(3), 87-110. doi: 10.22034/iaes.2019.112167.1713. [In Persian]
30. Rao, J.M. (1989). Agricultural supply response: A survey. *Agricultural Economics*, 3(1), 1-22.
31. Reztis, A.N., & Stavropoulos, K.S. (2012). Greek meat supply response and price volatility in a rational expectations framework: A multivariate GARCH approach. *European Review of Agricultural Economics*, 39(2), 309-333.
32. Rostami, F., Shaban Ali, H., Movahed Mohammadi, H., & Irvani, H. (2008). Factors affecting on the adoption toward insurance (Case study: Harsin county in Kermanshah province). *Agricultural Economics and Development*, 15(4), 1-22. doi: 10.30490/aead.2008.58875. [In Persian]
33. Torkamani, J., & Rezaei, B. (2000). Estimating input demand functions and supply of wheat in Iran. *Agricultural Economics and Development*, 31(2), 87-114. [In Persian]
34. Weersink, A., Cabas, J.H., & Olale, E. (2010). Acreage response to weather, yield, and price. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue Canadienne D'agroeconomie*, 58(1), 57-72.
35. Zareii, N., Dourandish, A., Alibakhshi, H., & Sabouhi, M. (2022). The effect of climate change on the yield of major cereals in Iran. *Agricultural Economics*, 16(2), 27-46. doi: 10.22034/iaes.2022.539359.1871. [In Persian]