



نشریه علمی اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)



جلد ۳۹ شماره ۱
سال ۱۴۰۴

شاپا: ۴۷۲۲-۲۰۰۸

شماره پیاپی ۶۶

عنوان مقالات

- ۳ نقش ویژگی‌های مصرف‌کننده و آمیخته بازاریابی بر ضایعات محصولات کشاورزی
مهدی محمدی - حسین محمدی - علیرضا کرباسی
- ۲۱ آثار زیست‌محیطی کاهش یارانه کودهای شیمیایی (محصولات زراعی شهرستان زرنده، استان مرکزی)
سید محمد جعفر اصفهانی - الهام باریکانی
- ۳۵ بررسی عوامل مؤثر بر قصد رفتاری و رفتار استفاده از فناوری هوش مصنوعی: مطالعه موردی کشت و صنعت‌های
شرکت کشاورزی رضوی
علیرضا ثانی حیدری - احرام صفری
- ۵۹ ریسک مالی، اقتصادی و سیاسی شرکای تجاری بر واردات آب مجازی دانه‌های روغنی به ایران
فاطمه فتحی - مینا بهنام
- ۷۵ تحلیل زنجیره ارزش انگور با تأکید بر محصول کشمش در استان همدان
سید محسن سیدان - مهسا معتقد
- ۹۹ تحلیل اثر نامتقارن متغیرهای کلان اقتصادی بر قیمت مواد غذایی در ایران
رضا حیدری - ابراهیم جاودان - مهدی شعبان‌زاده غوشرویدی

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی

(علوم و صنایع کشاورزی)

با شماره پروانه 21/2015 و درجه علمی - پژوهشی شماره 26524 از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
68/4/11 73/10/19

جلد 39 شماره 1 بهار 1404

بر اساس مصوبه وزارت عتف از سال 1398، کلیه نشریات دارای درجه "علمی-پژوهشی" به نشریه "علمی" تغییر نام یافتند.

صاحب امتیاز: دانشگاه فردوسی مشهد

مدیر مسئول: رضا ولی زاده استاد - تغذیه نشخوارکنندگان (دانشگاه فردوسی مشهد)

سردبیر: ناصر شاهنوشی استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)

اعضای هیئت تحریریه:

اکبری، احمد استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه سیستان و بلوچستان)

بخشوده، محمد

استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شیراز)

حسن زاده، سمیرا

استادیار - گروه اقتصاد (دانشگاه هورون، کانادا)

دانشور کاخکی، محمود

استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)

دوراندیش، آرش

دانشیار - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)

قادر، دشتی

استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه تبریز)

قاضیانی، شاهین

محقق - گروه کاربردهای کامپیوتری و مدیریت بازرگانی در کشاورزی (دانشگاه هوهنهایم، اشتوتگارت، آلمان)

رستگاری، شیدا

استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه ایالتی اوکلاهاما، آمریکا)

جان باودن، ریچارد

استاد - کشاورزی (دانشگاه وسترن سیدنی، استرالیا)

زیبایی، منصور

استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شیراز)

سلامی، حبیب اله

استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه تهران)

سقایان نژاد، سید حسین

استاد - دانشکده کشاورزی (دانشگاه کنتاکی، آمریکا)

شاهنوشی، ناصر

استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)

صبوحی صابونی، محمود

استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)

صدر، سید کاظم

استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شهید بهشتی تهران)

عبدشاهی، عباس

دانشیار - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان)

کرباسی، علیرضا

استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)

مجاوریان، سید مجتبی

دانشیار - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری)

مهدوی عادل، محمد حسین

استاد - اقتصاد (دانشگاه فردوسی مشهد)

رابرت رید، میچل

استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه کنتاکی، آمریکا)

نجفی، بهاء الدین

استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شیراز)

وانگ، چی

استاد - گروه علوم علفزار (دانشگاه کشاورزی گانسو، چین)

همایونی فر، مسعود

دانشیار - اقتصاد (دانشگاه فردوسی مشهد)

ناشر: دانشگاه فردوسی مشهد

نشانی: مشهد - کد پستی 91775 صندوق پستی 1163

دانشکده کشاورزی - دبیرخانه نشریات علمی - نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی

پست الکترونیکی: Jead2@um.ac.ir

این نشریه در سایت <https://jead.um.ac.ir/> به صورت مقاله کامل نمایه شده است.

این نشریه به صورت فصلنامه (4 شماره در سال) چاپ و منتشر می شود.



مندرجات

3	نقش ویژگی‌های مصرف‌کننده و آمیخته بازاریابی بر ضایعات محصولات کشاورزی مهدی محمودی - حسین محمدی - علیرضا کرباسی
21	آثار زیست‌محیطی کاهش یارانه کودهای شیمیایی (محصولات زراعی شهرستان زرنده، استان مرکزی) سید محمد جعفر اصفهانی - الهام باریکانی
35	بررسی عوامل مؤثر بر قصد رفتاری و رفتار استفاده از فناوری هوش مصنوعی: مطالعه موردی کشت و صنعت‌های شرکت کشاورزی رضوی علیرضا ثانی حیدری - احرام صفری
59	ریسک مالی، اقتصادی و سیاسی شرکای تجاری بر واردات آب مجازی دانه‌های روغنی به ایران فاطمه فتحی - مینا بهنام
75	تحلیل زنجیره ارزش انگور با تأکید بر محصول کشمش در استان همدان سید محسن سیدان - مهسا معتقد
99	تحلیل اثر نامتقارن متغیرهای کلان اقتصادی بر قیمت مواد غذایی در ایران رضا حیدری - ابراهیم جاودان - مهدی شعبان‌زاده خوشرو



Research Article

Vol. 39, No. 1, Spring 2025, p. 1-18

The Role of Consumer Characteristics and Marketing Mix on the Waste of Agricultural Products

M. Mahmoudi¹, H. Mohammadi^{1*}, A. Karbasi¹

1- Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(* - Corresponding Author Email: hoseinmohammadi@um.ac.ir)

Received: 26-02-2024

Revised: 26-05-2024

Accepted: 08-07-2024

Available Online: 08-07-2024

How to cite this article:

Mahmoudi, M., Mohammadi, H., & Karbasi, A. (2025). The role of consumer characteristics and marketing mix on the waste of agricultural products. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 39(1), 1-18. (In Persian with English abstract).
<https://doi.org/10.22067/jead.2024.87048.1255>

Introduction

According to United Nations reports, the world population will increase from 7.2 billion people to 9.9 billion people during the years (2016-2050) with 38% growth. With population growth, amount of demand for food consumption (in order to eliminate malnutrition and demand caused by population growth) will increase by 150 to 170 percent by 2050. Today, one of the problems and threats facing the realization of food security in human societies is existence of an unusual amount of agricultural product waste.

Every year, about one third and approximately 1.3 billion tons of total food production consumed by humans with a monetary value of 936 billion dollars, it is lost or wasted, which means that 0.9 million hectares and 306 square kilometers of water required for the production of agricultural products are wasted every year. The presence of this amount of waste in Iran's agricultural products indicates a significant waste of resources in country, and management of the country's resources (especially water) according to Iran's climatic situation and forecasting and drawing the future. It is telling that (resources used in agricultural sector) will soon become an important challenge. Considering that in country, 93.5% of water resources are used in agriculture, other issues such as pollution of water reserves, transfer of agricultural water to other sectors and low efficiency of water consumption in agriculture, increasing demand for water, increasing periods drought, phenomenon of fine dust, human impact on natural resources, etc. affect the amount of agricultural production.

Subgroups of fruits and vegetables have the largest share in the consumption basket of households, but there are no specific statistics for recent years about share of consumption per capita of households (separated by products used) in Iran. It is important to note that the amount of waste generated by consumers varies between 1 kg per household per week and 4.5 kg per person per week, depending on consumer behavior. Given the significance of agricultural inputs, particularly water, in the production of these agricultural products and their substantial share in household consumption, this research focuses on the fruit and vegetable subgroups.

Materials and Methods

The case study of this research acknowledges that, in addition to consumers in Mashhad, there is heterogeneity among retail and wholesale shops, as well as the city's main market squares, each contributing to varying percentages of agricultural product waste. These differences can fluctuate based on urban areas, necessitating a model that accounts for the heterogeneity within the studied population. Therefore, the multilevel Bayesian model was selected as the most appropriate tool, as discussed in the following section on the modeling methodology.



©2024 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jead.2024.87048.1255>

Results and Discussion

Based on the results in Table (7), the gender variable, with a mean value of 0.8285 for its parameter distribution, falls within the estimated confidence interval. It is identified as one of the factors influencing the reduction of waste in fruit and vegetable products. Specifically, being a woman and having women manage household affairs (compared to men) leads to a reduction in waste. Regarding the education level of consumers, waste from fruit and vegetable products is significant only in the group with a diploma to bachelor's degree (compared to the group with education levels below a diploma). The negative sign of the average distribution of its parameter (-1.4599) indicates that this group produces more waste than those with lower education levels. The variable of household size also affects the amount of waste from fruit and vegetable products, with a mean parameter distribution of 0.3151. An increase in household size is associated with a reduction in waste. Additionally, the number of people working in the family (mean parameter distribution = 0.3733) also reduces waste, likely because a higher number of working family members can lead to increased income, allowing for the purchase of higher-quality products. The relative price parameter of agricultural products, with a mean parameter distribution of 0.1475, reduces the waste generated by consumers. As the relative price of agricultural products (e.g., fruits and vegetables) increases—when consumers compare the value of these products to other goods—they realize that consuming these products will result in less waste. Similarly, the parameter related to the distribution location of agricultural products, with a mean parameter distribution of 0.1744, also reduces the waste generated by consumers. This suggests that the more efficiently agricultural products are distributed, the less waste is produced. Suitable places for product distribution can give better access and power of choice to consumer, and based on this, consumer can avoid bulk purchases or worry about running out of products in nearby stores; He avoids and the amount of waste formed by him decreases. Product parameter (goods or services offered to customer) for agricultural products (parameter distribution mean = -0.1902) causes an increase in the waste formed in agricultural products by consumers. In other words, with increase in the supply of products (fruits and vegetables), consumers become more willing to buy and consume (like consuming a specific product during the supply season), and this causes increase in number of purchases to affect the amount of waste generated. Parameter of promoting agricultural products (parameter distribution mean = 0.0683) reduces the waste formed in agricultural products by consumers. With better introduction of product and advertisements related to the production process until its consumption; consumer understands the value of the product and tries to reduce its waste.

Conclusion

The research demonstrates that individual and marketing mix factors can effectively reduce waste. Beyond the importance of each link in the food supply chain, consumer-level interventions using the marketing mix (price, product, promotion, and location) can contribute to reducing agricultural product waste. Therefore, studying consumer behavior, considering individual and social characteristics and the influence of the marketing mix, represents a potentially low-cost solution for minimizing agricultural product waste.

Keywords: Bayesian, Consumer, Marketing mix, Retailer, Waste

مقاله پژوهشی

جلد ۳۹، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴، ص. ۱۸-۱

نقش ویژگی‌های مصرف‌کننده و آمیخته بازاریابی بر ضایعات محصولات کشاورزی

مهدی محمودی^۱ - حسین محمدی^{۱*} - علیرضا کرباسی^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۸

چکیده

مطابق با گزارشات فائو، وجود مقدار نامتعارف ضایعات محصولات کشاورزی امروزه به یکی از معضلات و تهدیدهای پیش‌روی تحقق امنیت غذایی در جوامع بشری تبدیل شده است. بر این اساس یکی از سیاست‌های کلیدی دولت‌ها در ارتقاء امنیت غذایی، کاهش ضایعات محصولات کشاورزی است. گزارشات فائو حاکی از آن است که سهم تشکیل ضایعات محصولات کشاورزی در کشور ایران نسبت به جهان برابر با ۲/۷ درصد و به اندازه ۳۵ میلیون تن در سال است و روند افزایشی آن به‌عنوان یک مسئله جدی تلقی می‌شود. مطالعه حاضر سعی کرده تا ویژگی‌های مصرف‌کنندگان و اثرات آمیخته بازاریابی بر ضایعات محصولات کشاورزی منتخب (زیرگروه میوه و سبزیجات به‌عنوان یکی از زیرگروه‌های دارای بیشترین میزان ضایعات) با استفاده از رویکرد بیزین چندسطحی، مورد ارزیابی قرار دهد. بر این اساس، شهر مشهد (در استان خراسان رضوی) به‌عنوان دومین شهر پرجمعیت ایران انتخاب شد و نمونه‌گیری بر حسب مناطق ۱۳ گانه آن انجام شد. تعداد ۳۶۸ مصرف‌کنندگان (در سطح اول)، ۵۳ خرده‌فروش محصولات (در سطح دوم) و ۳ میدان بار اصلی شهر (در سطح سوم) در نظر گرفته شدند. نتایج تحقیق نشان داد که فاکتورهای فردی ذکرشده در تحقیق و آمیخته بازاریابی، با توجه به نتایج رویکرد بکار گرفته شده؛ نقش مؤثری در کاهش ضایعات دارند. فاکتورهای فردی و اجتماعی مصرف‌کنندگان از جمله جنسیت (اثر مثبت)، سطح تحصیلات (اثر منفی در سطح دیپلم تا لیسانس)، تعداد افراد خانوار (اثر مثبت)، تعداد افراد مشغول به کار در خانواده (اثر مثبت)، نوع شغل (اثر مثبت)، درآمد خانوار (اثر منفی برای گروه‌های درآمدی کمتر از ۲۰ میلیون تومان در ماه و اثر مثبت برای گروه درآمدی بالای ۲۰ میلیون تومان در ماه)، میزان ساعت صرف‌شده در هفته جهت خرید محصولات کشاورزی (اثر منفی) و تعداد دفعات مراجعه در هفته به مراکز خرید (اثر مثبت) بر درصد ضایعات ایجادشده برای زیرگروه محصولات خام میوه و سبزیجات کشاورزی اثرگذار هستند. همچنین از نظر مصرف‌کنندگان فاکتورهای آمیخته بازاریابی برای قیمت نسبی (اثر مثبت)، مکان توزیع (اثر مثبت)، فرایند تولید (اثر منفی) و ترویج و معرفی (اثر مثبت) بر کاهش ضایعات محصولات کشاورزی داشته است. در سطح دوم و سوم که بیانگر خرده‌فروشان و میدان بارهای اصلی شهر مشهد هستند؛ نتایج نشان داد که مقادیر واریانس عرض از مبدأ در سطح دوم (۳۵/۲۸۳۰) و سوم (۲۶/۹۴۴۵) بیشتر از واریانس جملات خطا (۱۰/۳۵۶۸) هستند که به‌ترتیب بیانگر ایجاد ۳۵/۲۸ و ۲۶/۹۴ درصد از واریانس کل، توسط عرض از مبدأهای تصادفی سطح دوم و سوم برای تشکیل ضایعات محصولات کشاورزی هستند. بر اساس نتایج پیشنهاد می‌شود تا مسئله ضایعات علاوه بر مصرف‌کنندگان نهایی، در حلقه‌های خرده‌فروشی و میادین بار نیز مورد توجه قرار بگیرد و راهکارهای کاهش آن شناسایی و ارائه شود. با توجه به نتایج مرتبط با مصرف‌کنندگان، می‌توان پیشنهاد داد که با استفاده از ابزارهای آمیخته بازاریابی شامل قیمت، مکان توزیع، ترویج و معرفی محصولات (با توجه به اثر مثبت هر سه فاکتور بر کاهش ضایعات)؛ مسئله ضایعات محصولات کشاورزی را بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: آمیخته بازاریابی، چندسطحی بیزین، خرده‌فروش، ضایعات، مصرف‌کننده

۱- گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

(*) - نویسنده مسئول: hoseinmohammadi@um.ac.ir (Email:)

مقدمه

هر ساله حدود یک سوم و تقریباً ۱/۳ میلیارد تن^۱ از کل تولیدات مواد غذایی مورد استفاده انسان^۲ (Ishangulyyev et al., 2019; Magalhães et al., 2021; Priefer et al., 2016) با ارزش پولی ۹۳۶ میلیارد دلار ضایع یا هدررفت می‌شود (Pour & Makkawi, 2021). این بدین معنی است که سالانه ۰/۹ میلیون هکتار و ۳۰۶ کیلومتر مکعب آب مورد نیاز برای تولید محصولات کشاورزی به هدر می‌رود (Priefer et al., 2016).

از طرفی افزایش و رشد شهرنشینی نیز مصرف سرانه محصولات کشاورزی را به‌ویژه در دو زیرگروه میوه و سبزیجات با سرعت بیشتری (مطابق جدول ۱) افزایش داده است (Amarasinghe et al., 2007; Gardas et al., 2017).

بنابراین در سال‌های اخیر تقاضا برای مصرف انواع میوه و سبزیجات رشد معنی‌داری پیدا کرده است (Reynolds et al., 2016) و از طرفی در سطح دنیا، زیرگروه میوه و سبزیجات^۳ همواره یکی از محصولات با بیشترین میزان ضایعات هستند (Magalhães et al., 2021).

افزایش تقاضا می‌تواند به‌طور مستقیم (افزایش تولید برای پاسخ به تقاضای بالاتر ممکن است باعث افزایش خطاهای تولیدی، مواد زائد یا مشکلات لجستیکی شود که همه این‌ها می‌توانند به افزایش ضایعات منجر شوند) (Bond, Meacham, Bhunnoo, & Benton, 2013) و یا غیرمستقیم (فشار برای تولید سریع‌تر و مدیریت نادرست زنجیره تأمین در شرایط تقاضای بالا ممکن است منجر به کاهش کیفیت و در نتیجه افزایش ضایعات شود) (Parfitt et al., 2010) منجر به افزایش ضایعات شود.

بر اساس گزارشات فائو، سهم ایران در تشکیل ضایعات محصولات کشاورزی در جهان برابر با ۲/۷ درصد و به اندازه ۳۵ میلیون تن (از کل ۱/۳ میلیارد تن ضایعات ایجادشده در سطح جهان) است که عمدتاً شامل محصولات نان، میوه، سبزیجات و برنج می‌باشد (FAO, 2014; Heidari et al., 2020). این میزان از ضایعات ایجادشده در ایران می‌تواند نیاز غذایی ۱۵ میلیون نفر را مرتفع سازد (Berjan et al., 2018).

با اشاره به مباحث فوق و با توجه به اهمیت بخش و میزان ضایعات محصولات کشاورزی در ایران و قلیل توجه بودن آمار مربوطه، مطالعه حاضر سعی کرده است تا در ایران به صورت موردی در شهر مشهد^۴ واقع در استان خراسان رضوی؛ ویژگی‌های مصرف‌کنندگان و اثرات آمیخته بازاریابی^۵ بر ضایعات محصولات کشاورزی را ارزیابی کند. به بیان ساده‌تر، چگونه ویژگی‌های مصرف‌کنندگان (مانند رفتار و نحوه خرید) و اجزای آمیخته بازاریابی (قیمت، توزیع، تبلیغات و محصول) بر میزان ضایعات میوه و سبزیجات در شهر مشهد تأثیر می‌گذارند؟ از این رو هدف اصلی مطالعه حاضر؛ بررسی فاکتورهای فردی مصرف‌کنندگان و نقش آمیخته بازاریابی کاهش ضایعات محصولات منتخب است. بنابراین لازم تا وضعیت فعلی محصولات زراعی و باغی استان خراسان رضوی موردبررسی قرار گیرد.

جدول ۲ توزیع میزان تولید محصولات زراعی استان خراسان رضوی در سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ (تن- درصد) را بیان می‌کند. حدود ۳۰ درصد (تقریباً یک سوم) از کل میزان تولید محصولات زراعی (بر حسب رتبه) مربوط به استان‌های خوزستان با تولید ۱۶/۱۲، فارس با ۸/۵ و خراسان رضوی^۶ با ۵/۸ درصد بوده است (IMAJ, 2021).

آمارهای مندرج در **جدول ۲** نشان می‌دهند که در طول سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ استان خراسان رضوی همواره جزء سه استان برتر (رتبه سوم از ۳۱ استان ایران) از لحاظ میزان تولید محصولات زراعی کشور بوده است.

جدول ۳ توزیع میزان تولید محصولات باغی استان خراسان رضوی در سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ (تن- درصد) را بیان می‌کند. استان خراسان رضوی با ۱۲/۴ درصد در سطح بارور محصولات باغی، بیشترین سطح بارور را نسبت به استان‌های دیگر ایران دارد (IMAJ, 2021).

آمارهای مندرج در **جدول ۳** نشان می‌دهند که در طول سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ استان خراسان رضوی همواره جزء ۱۰ استان برتر از لحاظ میزان تولید محصولات باغی کشور بوده است.

۱- این مقدار جهت کم کردن "یک هشتم" جمعیت جهان از مسئله سوءتغذیه کفایت می‌کند (Colin, 1990).

2- human consumption

۳ در اکثر مطالعات زیرگروه میوه و سبزیجات به علت ماهیت و ویژگی‌های مشترک (فسادپذیری)، در کنار هم در نظر گرفته شده‌اند.

۴- براساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ این شهر با ۳۰۰۱۱۸۴ نفر جمعیت، دومین شهر پر جمعیت ایران پس از تهران است.

5- Marketing mixe

۶- اسامی و رتبه سایر استان‌های کشور در آمارنامه جهاد کشاورزی موجود می‌باشد. از طرفی با توجه به اینکه استان خراسان رضوی همواره جزء رتبه‌های برتر از لحاظ تولید و سطح زیرکشت بوده است؛ لذا به جهت تمرکز بر روی استان خراسان رضوی و پرهیز از اطاله کلام، از ذکر آمار استان‌های دیگر چشم‌پوشی شده است.

جدول ۱- تقاضای پیش‌بینی شده برای مصرف میوه و سبزیجات (میلیون تن)

Table 1- Forecasted demand for fruit and vegetable consumption (million tons)

ردیف Row	سال Year	میوه Fruits	سبزیجات Vegetables
1	2000	40	70
2	2025	67	142
3	2050	106	180

(Amarasinghe et al., 2007; Gardas et al., 2017)

جدول ۲- توزیع میزان تولید محصولات زراعی استان خراسان رضوی در سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ (تن- درصد)

Table 2- Distribution of Khorasan Razavi's crop production in 2016-2019 (tons-percentage)

سال Year	آبی Watery		دیم Waterless		مجموع Summation		رتبه در کشور Rank in the country
	مقدار Amount	درصد Percentage	مقدار Amount	درصد Percentage	مقدار Amount	درصد Percentage	
1398	4588394	6.1	206548	2.7	4794942	5.8	3
1397	5118537	6.9	39590	0.5	5158128	6.4	3
1396	5332458	7	30018	0.5	5362476	6.5	3
1395	5530833	7.4	190692	2.2	5721525	6.9	3

منبع: آمارنامه‌های جهاد کشاورزی (۱۴۰۰)

Source: (IMAJ, 2021)

<https://www.maj.ir/page-amar/FA/65/form/pId3354>

جدول ۳- توزیع میزان تولید محصولات باغی استان خراسان رضوی در سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ (تن- درصد)

Table 3- Distribution of Khorasan Razavi's horticultural production in 2016 - 2019 (tons-percentage)

سال Year	نام استان Province	آبی Watery		دیم Waterless		مجموع Summation		رتبه در ایران Rank in Iran
		Amount	Percentage	Amount	Percentage	Amount	Percentage	
1398	خراسان رضوی Khorasan Razavi	1060269	4.8	22697	1.5	1082965	4.6	6
1397	خراسان رضوی Khorasan Razavi	943373	4.9	17180	1.3	958553	4.7	6
1396	خراسان رضوی Khorasan Razavi	959564.7	-	27586.7	-	987151.3	4.7	7
1395	خراسان رضوی Khorasan Razavi	991845.7	-	14319.5	-	1006165.2	4.8	7

منبع: آمارنامه‌های جهاد کشاورزی (۱۴۰۰).

Source: (IMAJ, 2021)

<https://www.maj.ir/page-amar/FA/65/form/pId3354>

آمیخته‌های بازاریابی شامل ۴ فاکتور اصلی محصول^۳ (کالا یا خدمات عرضه‌شده به مشتری)، قیمت^۴ (هزینه پرداخت‌شده توسط مشتری)،

امروزه مباحث جدید پیرامون همگرایی^۱ مدیریت زنجیره تأمین و استراتژی آمیخته بازاریابی^۲ توانمندتر شده است (Madhani, 2009).

3- Product
4- Price

1- Convergence
2- Marketing Mix Strategy

در این است که ضایعات محصولات کشاورزی نه تنها منجر به اتلاف منابع طبیعی مانند آب، انرژی و زمین می‌شود، بلکه پیامدهای اقتصادی و اجتماعی قابل توجهی نیز دارد. با توجه به اینکه استان خراسان رضوی یکی از قطب‌های مهم تولید محصولات زراعی و باغی در ایران است، انتخاب این منطقه و شهر مشهد به‌عنوان محدوده مطالعه، حائز اهمیت است.

مواد و روش‌ها

تحقیق مذکور از لحاظ هدف یک تحقیق کاربردی است و ابزار تحقیق پرسشنامه بوده است. جامعه آماری پژوهش حاضر، مصرف‌کنندگان ساکن در مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد (استان خراسان رضوی- ایران) است که در سال ۱۴۰۲ انتخاب شده‌اند. از فرمول کوکران جهت دستیابی به نمونه‌ای مطلوب استفاده گردید و بر اساس فرمول کوکران نمونه مطلوب مصرف‌کنندگان شهر مشهد برابر با ۳۸۴ نفر و در مجموع ۴۰۰ پرسشنامه از مصرف‌کننده‌ها (به‌عنوان نمونه اولیه) به‌صورت تصادفی و مصاحبه چهره‌به‌چهره جمع‌آوری شد.

در فرمول کوکران، n حجم نمونه، N حجم جامعه (خانوارهای شهر مشهد برابر با ۹۱۷۳۵۲ خانوار ساکن در شهر مشهد)، آماره p درصد توزیع صفت در جامعه (نسبت افرادی است که دارای صفت مورد مطالعه هستند)، آماره q درصد افراد فاقد صفت مورد مطالعه، d سطح خطای ۵ درصد و آماره z برابر ۱/۹۶ است.

$$n = \frac{z^2 pq}{d^2} \div \left[1 + \frac{1}{N} \left[\frac{z^2 pq}{d^2} - 1 \right] \right]$$

پس از جمع‌آوری اطلاعات از مصرف‌کنندگان و ارزیابی پرسشنامه‌های تکمیل‌شده، تعداد ۳۲ پرسشنامه ناقص (به علت عدم پاسخگویی برخی از مصرف‌کنندگان به سؤالات اصلی پرسشنامه) از نمونه حذف شدند و نهایتاً ۳۶۸ پرسشنامه صحیح، مورد ارزیابی قرار گرفت. شهر مشهد دارای ۱۳ منطقه شهری است و پرسشنامه‌های تکمیل‌شده متناسب با نسبت جمعیت هر منطقه، در بین مصرف‌کنندگان شهری توزیع و تکمیل گردید تا بتوان بر اساس فاکتورهایی از قبیل درآمد افراد، ناهمسانی موجود در جامعه آماری را همگن نمود.

مکان توزیع^۱ (توزیع محصول در محل‌های مناسب) و ترویج^۲ (معرفی محصول و تبلیغات مرتبط) است^۳ (Madhani, 2015).

نقش و مأموریت اصلی فاکتورهای آمیخته بازاریابی (4P) را می‌توان در ارتقاء توانمندی و مدیریت صحیح در زنجیره تأمین حائز اهمیت دانست و اثرات همه‌جانبه این همگرایی را به‌صورت **شکل ۱** بیان کرد (Madhani, 2015).

زنجیره تأمین فعال به معنای مدیریت پویا و انعطاف‌پذیر فرآیندهای تأمین، تولید، توزیع و عرضه محصولات است که به دنبال پاسخگویی سریع به تغییرات بازار، تقاضای مشتریان و شرایط غیرمنتظره است. متأثر از آمیخته بازاریابی، یک زنجیره تأمین فعال می‌تواند تضمین کند که محصولات با کیفیت مناسب و به موقع در دسترس مصرف‌کنندگان قرار گیرند. مدیریت بهینه زنجیره تأمین می‌تواند هزینه‌ها را کاهش دهد و این امر به تعیین قیمت رقابتی کمک می‌کند. زنجیره تأمین کارآمد می‌تواند به توزیع مؤثر محصولات در نقاط مختلف بازار کمک کند. همچنین با تأمین به موقع محصولات و افزایش رضایت مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان اصلی می‌توانند اعتبار خود را افزایش دهند و از این طریق برند خود را تقویت کنند. **شکل ۱** بیانگر این نکته است که اساساً یک زنجیره تأمین به تنهایی نمی‌تواند فعال و پویا بماند بلکه بکارگیری فاکتورهایی از جمله 4P، نقش مکمل را در هر سوی زنجیره تأمین ایفا می‌کند (Madhani, 2015).

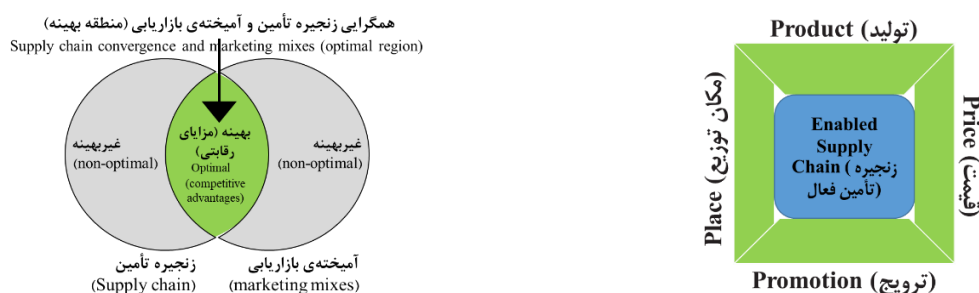
در **جدول ۴**، فاکتورهای مهم و مؤثر بر تشکیل ضایعات در محصولات کشاورزی (در حلقه‌های اصلی تعریف‌شده شامل تولید، برداشت و انبارداری، بسته‌بندی و فرآوری، توزیع، خرده و عمده‌فروشی) و همچنین نقش آمیخته‌ی بازاریابی مؤثر بر آن بیان شده است.

با توجه به اینکه در پژوهش حاضر، نقش و رفتار مصرف‌کننده در کاهش ضایعات محصولات کشاورزی اهمیت دارد، در **جدول ۵** سعی شده تا متغیرهای مهمی که در زمینه ضایعات محصولات کشاورزی اثرگذار بوده‌اند (شامل ویژگی‌های فردی، فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی مصرف‌کننده‌ها) و همواره جزء متغیرهای فزاینده و یا کاهنده در میزان ضایعات بوده‌اند؛ ارائه گردد.

در زمینه ضایعات محصولات کشاورزی در ایران مطالعات مختلفی انجام شده است اما کمتر به اثرگذاری فاکتورهای آمیخته بازاریابی پرداخته شده است. در راستای هدف مطالعه، فرضیه اصلی بدین صورت بیان می‌گردد که فاکتورهای فردی مصرف‌کنندگان و آمیخته بازاریابی، نقش مؤثری در کاهش ضایعات محصولات دارند. همچنین این مطالعه با رویکردی جامع و کاربردی، به بررسی نقش ویژگی‌های مصرف‌کنندگان و آمیخته بازاریابی (4P) در ایجاد یا کاهش ضایعات میوه و سبزیجات در شهر مشهد می‌پردازد. اهمیت بالای این موضوع

۳- مجموعه چهار عامل اثرگذار را با 4P نمایش می‌دهند.

1- Place
2- Promotion



شکل ۱- زنجیره تأمین فعال و آمیخته بازاریابی
Figure 1- Active supply chain and marketing mix
منبع: (Madhani, 2009, 2012, 2015)

جدول ۴- ضایعات ایجادشده در زنجیره عرضه و نقش آمیخته بازاریابی
Table 4- Food waste created in supply chain and role of marketing mix

علتها Causes	حلقه‌های زنجیره عرضه* Supply chain cycle*					علت ذکر شده** Marketing mix mentioned in each cause**	نویسنده (گان) Author(s)
	R	D	PP	PS	AP		
مازاد تولید و انبارداری Surplus production and storage	✓		✓		✓	P1, P3	(Calvo-Porrall <i>et al.</i> , 2017; de Lange & Nahman, 2015; De Steur <i>et al.</i> , 2016; Plazzotta <i>et al.</i> , 2017; Priefer <i>et al.</i> , 2016; Richter & Bokelmann, 2016)
ناکافی بودن سیستم‌های حمل‌ونقل Inadequacy of transportation systems		✓	✓	✓	✓	P1, P3	(Calvo-Porrall <i>et al.</i> , 2017; Corrado <i>et al.</i> , 2017; Kowalska, 2015; Mena <i>et al.</i> , 2014)
ضعف در بسته‌بندی Poor packaging	✓	✓	✓	✓		P1, P2, P3, P4	(Buzby <i>et al.</i> , 2015; Colin, 1990; Corrado <i>et al.</i> , 2017; Kulikovskaja & Aschemann-Witzel, 2017; Lebersorger & Schneider, 2014; Mena <i>et al.</i> , 2014; Parfitt <i>et al.</i> , 2010; Priefer <i>et al.</i> , 2016)
فرآوری و ذخیره‌سازی ضعیف Poor processing and storage			✓			P1, P3	(Calvo-Porrall <i>et al.</i> , 2017; De Steur <i>et al.</i> , 2016; Mena <i>et al.</i> , 2014)
اشتباه در برچسب زدن Labeling error	✓		✓			P1, P2, P4	(Mena <i>et al.</i> , 2014)
مسافت طی شده Distance traveled		✓				P1, P2, P3	(Mena <i>et al.</i> , 2014)

* AP = Agricultural Production; PS = Post-harvest Handling and Storage; PP = Processing and Packaging; D = Distribution; R = Retail and Wholesale

** P1= Product, P2= Price, P3= Place, P4= Promotion

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: research findings

خرده‌فروشان میوه و تره‌بار شهر مشهد، تعداد ۵۳ پرسشنامه از غرفه‌داران (سطح دوم) و از سه میدان بار اصلی مشهد تعداد ۳

بر مبنای شکل ۲، در منطقه ۱ (۳۷ عدد)، منطقه ۲ (۳۳ عدد)، منطقه ۳ (۴۰ عدد)، منطقه ۴ (۲۴)، منطقه ۵ (۲۹)، منطقه ۶ (۲۷)، منطقه ۷ (۲۷)، منطقه ۸ (۲۹)، منطقه ۹ (۲۹)، منطقه ۱۰ (۳۴)، منطقه ۱۱ (۲۴)، منطقه ۱۲ (۱۸) و منطقه ۱۳ (۱۷) پرسشنامه تکمیل گردید. بیشترین و کمترین تعداد پرسشنامه به ترتیب در منطقه ۳ (۴۰ پرسشنامه) و منطقه ۱۳ (۱۷ پرسشنامه) توزیع شده است. همچنین از

پرسشنامه از مرکز کنترل میدان بار^۱ (سطح سوم) به جهت دستیابی به میزان ضایعات ایجادشده در هر مکان؛ تکمیل گردید.

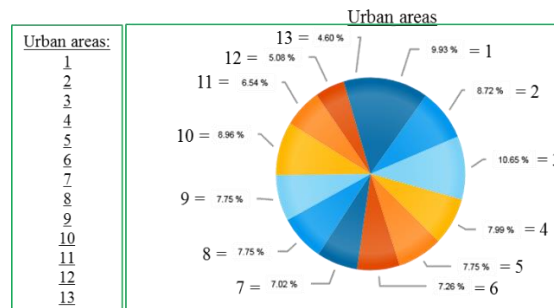
جدول ۵- متغیرهای پر کاربرد در زمینه ضایعات محصولات کشاورزی

Table 5- Important variables affect on agricultural products

نام متغیر Variables	نویسنده (گان) Author(s)
سن، جنسیت Age, gender	(Di Talia <i>et al.</i> , 2019; Gaiani <i>et al.</i> , 2018; McCarthy & Liu, 2017; Morone <i>et al.</i> , 2018; Soma, 2020)
درآمد Income	(Di Talia <i>et al.</i> , 2019; Gaiani <i>et al.</i> , 2018; McCarthy & Liu, 2017; Soma, 2020)
درصد درآمد ماهیانه برای خرید میوه و سبزیجات Monthly income percentage for buying fruits and vegetables	(Di Talia <i>et al.</i> , 2019)
اندازه خانوار Household size	(Di Talia <i>et al.</i> , 2019; Falasconi <i>et al.</i> , 2019; Soma, 2020)
شغل، تعداد دفعات خرید Occupation, number of purchases	(Di Talia <i>et al.</i> , 2019; Gaiani <i>et al.</i> , 2018)
داشتن کودک در خانواده، اهمیت داشتن هزینه محصول Having a child in the family, importance of product cost	(McCarthy & Liu, 2017)
میزان تحصیلات Education level	(Gaiani <i>et al.</i> , 2018; Morone <i>et al.</i> , 2018; Soma, 2020)
میزان تحصیلات سرپرست خانوار Head of household education level	(Morone <i>et al.</i> , 2018)
عادت به دور ریختن ضایعات محصول، میزان آگاهی داشتن از کاهش ضایعات، استفاده از لیست خرید به هنگام خرید Habit of throwing away food waste, waste reduction awareness, using a shopping list	(Di Talia <i>et al.</i> , 2019)

مأخذ: یافته‌های اولیه تحقیق

Source: research findings



شکل ۲- درصد پرسشنامه در مناطق مختلف شهر مشهد (مناطق ۱۳ گانه)

Figure 2- Questionnaire percentage in different areas of Mashhad city (13 areas)

Source: research findings

مأخذ: یافته‌های تحقیق

دارد و هر کدام می‌توانند درصد ضایعات متفاوتی از محصولات کشاورزی را داشته باشند.
در حالت کلی برای الگوهای بیش از دوسطح (چندسطحی)، شیوه

الگوی چندسطحی: مطالعه مورد پژوهش معتقد است که علاوه بر مصرف‌کنندگان شهر مشهد؛ در بین مغازه‌های خرده‌فروشی و عمده‌فروشی و همچنین میدان‌بارهای اصلی شهر، ناهمگنی وجود

۱- میادین اصلی شهر با نام‌های میدان بار سپاد، میدان بار رضوی و میدان بار نوغان به ترتیب ۴۲۰، ۲۱۲ و ۹۰ غرفه (دهنه) میوه و تره‌بار دارند.

چارچوب بیزی چندسطحی: با توجه به برخی از مزایای

تحلیل بیزی به شرح زیر و مطالعه کوبیلوس و همکاران (Cubillos et al., 2021) در خصوص پیش‌بینی نرخ تولید زباله شهری با استفاده از چارچوب بیزی چندسطحی^۵، پژوهش حاضر از این روش استفاده نموده است. خلاصه‌ای از مزیت‌های روش بیزی به شرح زیر بیان می‌گردند:

- در مدل‌سازی روش بیز، این اجازه داده می‌شود تا به جای برآورد ضرایب، توزیع ضرایب را به‌دست آورد. از این رو این روش از لحاظ آماری بسیار مناسب‌تر از روش کلاسیک می‌باشد (Bolstad & Curran, 2004; Congdon, 2003).

- تحلیل بیزی تنها یک روش است که بر پایه‌ی تئوری بیز به حل کلیدی مسائل آماری می‌پردازد. این در حالی است که در روش تحلیل کلاسیک روش‌های متعددی برای تحلیل داده‌های متفاوت وجود دارد (Bolstad & Curran, 2004).

- در روش بیزی، توزیعی برای پیش‌گویی مشاهده‌ی جدید به دست می‌آید، در حالی که در تحلیل کلاسیک آماری به دست آوردن چنین توزیعی بسیار دشوار است (Bolstad & Curran, 2004). تئوری بیز برای مدل‌سازی احتمال پارامتر θ یک مجموعه داده Y رابطه (۳) را برقرار می‌سازد:

$$p(\theta|y) = \frac{p(y|\theta)p(\theta)}{p(y)} \quad (3)$$

که با استفاده از این روش می‌توان توزیع احتمال یک پارامتر را تخمین زد. $p(\theta|y)$ نیز مقادیر نسبی متفاوت را برای پارامتر، مشروط به داده‌ها و مدل نشان می‌دهد (McElreath, 2018). تکنیک‌های عددی برای برآزش این مدل‌ها معمولاً مبتنی بر شبیه‌سازی‌های زنجیره مارکوف مونت کارلو^۶ هستند، که برای بسیاری از روش‌ها^۷ از رویکرد نمونه‌گر (نمونه‌بردار) گیبس یا نمونه‌گر همبستگی^۸ استفاده می‌شود. (Browne, 2009).

ساده‌ترین مدل چندسطحی بیزی، مدل عرض از مبدأ متغیر^۹ است که در آن اجازه تغییر برای اعضای هر سطح وجود دارد. به عبارتی دیگر $1 \dots N - j$ می‌تواند متفاوت باشد (β_{0j}) اما همان شیب را داشته باشد (β_1) . مدل بیزین چندسطحی می‌تواند به‌صورت روابط زیر بیان گردد (Cubillos et al., 2021):

$$y_{ij} \sim \text{Exponential}(\lambda_{ij}) \quad (4)$$

$$\log(\lambda_{ij}) = \beta_{0j} + \beta_1 X_{ij} \quad (5)$$

$$\beta_{0j} \sim N(\mu_0, \sigma_0) \quad (6)$$

الگوسازی را می‌توان به شکل زیر فرموله کرد:

$$Y_{ijk}^* = X_{ijk}\beta + W_{jk}\delta + V_k\gamma + u_{jk} + v_k + e_{ijk} \quad (1)$$

که در آن

$$p_{ijk} = Pr(Y_{ijk}^*)$$

$$e_{ijk} = \sum_{h=0}^{m1} e_{hijk} Z_{hijk}^{(1)}$$

$$u_{jk} = \sum_{h=0}^{m2} u_{hjk} Z_{hjk}^{(2)}$$

$$v_k = \sum_{h=0}^{m3} v_{hk} Z_{hk}^{(3)}$$

و $Z_0 = \{1\}$ است. $Z_0 = \{1\}$ یعنی داشتن یک بردار با درایه یک.

همچنین X ، W و V نیز به ترتیب ماتریس‌های مطرح‌شده متغیرهای توضیحی برای سطح اول (مصرف‌کنندگان شهر مشهد)، سطح دوم (مغازه‌های خرده‌فروشی میوه و تره‌بار) و سطح سوم (میدان بارهای اصلی مشهد) و δ ، β و γ ضرایب متناظر با هر سطح هستند. به بیانی دیگر $i=1,2,3,\dots,367$ نشان‌دهنده مصرف‌کنندگان شهر مشهد، $j=1,2,3,\dots,53$ تعداد مغازه‌های خرده‌فروشی میوه و تره‌بار و $k=1,2,3$ تعداد میدان بارهای اصلی مشهد که در آن $1,2,3$ به ترتیب میداین بار سپاد، رضوی و نوغان هستند.

به جهت تأیید اولیه الگوی چندسطحی نیاز است تا ابتدا همبستگی درون واحدی^۱ بین پاسخ‌های مصرف‌کنندگان شهر مشهد (سطح اول) مورد تأیید قرار گیرد (Masood & Reidpath, 2016; Mulder & Fox, 2019).

شاخص دیگر، شاخص اثر طراحی^۲ (Deff) است که تورم در تغییرپذیری برآوردها^۳ را در خوشه‌بندی انجام‌شده اندازه‌گیری می‌کند و اغلب به عنوان یک قانون سرانگشتی برای نشان دادن اینکه الگوی چندسطحی استفاده شود بکار گرفته^۴ می‌شود (Lai & Kwok, 2015).

$$Deff \text{ Index} = 1 + (n - 1)ICC \quad (2)$$

معمولاً مقادیر بالای عدد ۲ برای این شاخص نشان‌دهنده این است که مدل‌سازی چندسطحی به درستی انتخاب شده است (Cubillos et al., 2021; Lai & Kwok, 2015).

- 5- A multilevel Bayesian framework for predicting municipal waste generation rates
- 6- Markov Chain Monte Carlo (MCMC)
- 7- methods
- 8- Gibbs sampler approach or a Hamiltonian sampler
- 9- varying intercept model

- 1- Intra-level-unit correlation (IIC)
- 2- Design Effect Index (Deff)
- 3- the inflation in variability of the estimates
- 4- often used as a rule of thumb to indicate whether multilevel structures should be used

دسته‌های صفر تا یک درصد، یک تا پنج درصد، پنج تا ده درصد و ده درصد به بالاتر به ترتیب عبارتند از ۱۲/۸۱، ۵۷/۲۲، ۲۲/۶۱ و ۷/۳۶ درصد.

همانطور که درصد ضایعات اعلام شده توسط مصرف کنندگان نشان می‌دهد؛ بیشترین فراوانی از ضایعات ایجاد شده برابر با ۵۷/۲۲ درصد با ضایعات یک تا پنج درصدی برای محصولات میوه و سبزیجات بوده است و فقط ۷/۳۶ درصد از نمونه مورد بررسی، ضایعات بیشتر از ده درصد داشته‌اند. این ارقام نشان می‌دهند که میزان ضایعات ایجاد شده برای محصولات میوه و سبزیجات، تا مقدار ده درصد، تقریباً برای ۹۳ درصد از حجم نمونه اتفاق می‌افتد.

یافته‌های الگوی بیزی چندسطحی: در این قسمت سعی شده است تا یافته‌های اصلی تحقیق ارائه گردند. همانطور که در بالا اشاره شده است؛ متغیر وابسته تحقیق برابر با درصد ضایعات تشکیل شده در زیرگروه محصولات خام انواع میوه و سبزیجات است.

متغیرهای توضیحی شامل جنسیت، سطح تحصیلات، تعداد افراد خانوار، تعداد افراد مشغول به کار در خانواده، نوع شغل، درآمد خانوار، میزان ساعت در هفته جهت خرید محصولات کشاورزی، فاصله تقریبی تا اولین مرکز خرید محصولات کشاورزی (متر)، نوع مکان خرید، تعداد دفعات مراجعه در هفته به مراکز خرید، استفاده از وسایل نقلیه‌ی شخصی و عمومی، آمیخته بازاریابی (شامل ۴ فاکتور قیمت نسبی، مکان توزیع، فرآیند تولید، ترویج و معرفی محصولات کشاورزی) است.

قبل از ارائه یافته‌ها، آزمون هم‌خطی بین متغیرهای بکار گرفته در تحقیق انجام شد. آزمون هم‌خطی بین متغیرها نشان داد که مقدار VIF (۱/۱۷) کمتر از عدد ۵ است (هم میانگین و هم برای تک تک متغیرها)؛ بنابراین بین متغیرهای توضیحی بکار گرفته شده عدم هم‌خطی تأیید شد و الگوی تخمین زده شده فاقد مشکلات ناشی از هم‌خطی بود.

در جدول ۶ یافته‌های الگوی بیزی چندسطحی بیان شده است. نرخ پذیرش الگوی شبیه‌سازی MCMC به جهت دستیابی به نتایج مطلوب برابر با ۰/۷۵ (۷۵ درصد) بوده است و نشان می‌دهد که الگوی تخمین زده شده از نرخ پذیرش مناسبی برخوردار است و الگوریتم می‌تواند به‌طور مؤثر فضای پارامترها را کاوش کند. از طرف دیگر، اگر نرخ پذیرش خیلی زیاد باشد (مثلاً بیشتر از ۹۰٪)، به این معناست که پیشنهادات خیلی نزدیک به نقاط فعلی هستند و الگوریتم به اندازه کافی فضای پارامترها را کاوش نمی‌کند (Black & Thompson, 2001; Brooks et al., 2011).

با توجه به اینکه در روش بیز به جای برآورد ضرایب، توزیع

$$\beta_1 \sim N(\mu_1, \sigma_1) \quad (7)$$

$$\mu_0 \sim N(3, 0.5) \quad (8)$$

$$\sigma_0 \sim \text{Exponential}(3) \quad (9)$$

که پارامتر β_{0j} از توزیع نرمال با پارامترهای μ_0 و σ_0 پیروی می‌کند. پارامتر μ_0 نیز بیان کننده متوسط عرض از مبدأها در طول سطوح و σ_0 تغییرات در عرض از مبدأ هستند. می‌توان مدل عرض از مبدأ متغیر را به صورت مدل شیب متغیر^۱ بسط داد به نحوی که شیب β_1 برای هر سطح متفاوت باشد. این حالت با جایگذاری در رابطه (۶) بدست می‌آید:

$$\beta_{1j} \sim N(\mu_1, \sigma_1) \quad (10)$$

با اضافه شدن توزیع پارامترهای مدل به صورت روابط (۱۱) و (۱۲) ارائه می‌شوند.

$$\mu_1 \sim N(3, 0.5) \quad (11)$$

$$\sigma_1 \sim \text{Exponential}(3) \quad (12)$$

در این حالات؛ مدل شیب متغیر می‌تواند در مواردی مفید باشد که به عنوان مثال، با افزایش درآمد؛ درصد ضایعات تشکیل شده توسط مصرف کنندگان افزایش و یا در برخی کاهش یابد. برای سایر پارامترهای مورد بررسی تحقیق نیز این امر قابل مشاهده خواهد بود.^۲ بر اساس مدل چندسطحی و بیزین ارائه شده؛ مدل نهایی تحقیق حاضر به صورت رابطه (۱۳) قابل ارائه است:

$$\text{Waste}_{ijk} = \text{Consumers and Marketing mix} + \text{Level2}_{jk}\delta + \text{Level3}_{k}\gamma + u_{jk} + v_k + e_{ijk} \quad (13)$$

که در آن؛ Waste متغیر وابسته تحقیق و برابر با درصد ضایعات بیان شده توسط مصرف کنندگان (در سطح اول)، خرده‌فروشان (در سطح دوم) و میادین بار (در سطح سوم) است. متغیرهای توضیحی برای ضریب بتا (β)، بیانگر تمامی متغیرهای مرتبط با مصرف کنندگان در سطح اول است که در قسمت نتایج و بحث؛ کاملتر بیان شده‌اند. همچنین متغیر توضیحی برای ضریب تتا (δ)، بیانگر متغیرهای مرتبط با خرده‌فروشان در سطح دوم است. متغیرهای توضیحی برای ضریب گاما (γ) نیز بیانگر متغیر مرتبط با میادین بار در سطح سوم است.

نتایج و بحث

در این قسمت نتایج و یافته‌های تحقیق بیان شده‌اند و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. مطابق با شکل ۳ برای متغیر وابسته تحقیق (ضایعات تشکیل شده خانوار در زیرگروه محصولات خام انواع میوه و سبزیجات) درصد ضایعات اعلام شده توسط مصرف کنندگان در

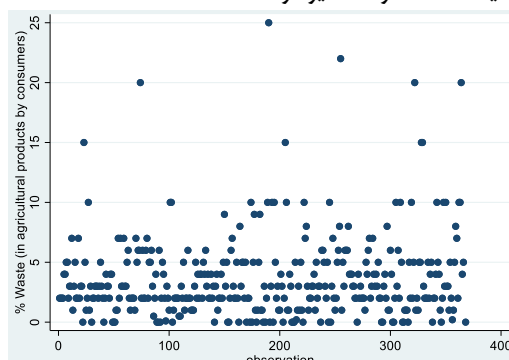
1- varying slope model

۲- به جهت دریافت تفاسیر بیشتر در این زمینه، مطالعه (Mahmoudi et al., 2024) پیشنهاد می‌گردد.

سبزیجات است به نحوی که جنسیت زن بودن و اداره امورات خانواده توسط بانوان (نسبت به مرد بودن) موجب کاهش ضایعات می‌گردد.

ضرایب محاسبه می‌گردد؛ لذا برای تفسیر متغیرهای مستقل از قرارگرفتن میانگین متغیرها در بازه اطمینان بهره برده می‌شود (Bolstad & Curran, 2004; Congdon, 2003).

بر اساس نتایج جدول ۶، متغیر جنسیت با توجه به قرار گرفتن مقدار میانگین توزیع پارامتر آن (۰/۸۲۸۵) در بازه اطمینان برآوردشده؛ جزو یکی از متغیرهای اثرگذار بر کاهش ضایعات محصولات میوه و



شکل ۳- درصد ضایعات تشکیل‌شده در زیرگروه محصولات خام انواع میوه و سبزیجات (متغیر وابسته)

Figure 3- The percentage of waste formed in the subgroup of raw fruits and vegetables (dependent variable)

Source: research findings

مأخذ: یافته‌های تحقیق

متغیر میزان درآمد ماهیانه خانوار نیز نشان می‌دهد برای خانوارهای با گروه درآمدی بین ۴ تا ۸ میلیون (میانگین توزیع پارامتر = $-۰/۷۹۱۷$)، بین ۸ تا ۱۲ میلیون (میانگین توزیع پارامتر = $-۰/۳۴۱۴$)، بین ۱۲ تا ۲۰ میلیون (میانگین توزیع پارامتر = $-۰/۱۷۸۲$) درصد ضایعات ایجادشده برای محصولات میوه و سبزیجات نسبت به خانوارهای با گروه درآمدی کمتر از ۴ میلیون تومان؛ بیشتر می‌گردد. به عبارتی دیگر با افزایش سطح درآمد خانوارها تا ۲۰ میلیون تومان در ماه؛ تمایل به تشکیل ضایعات محصولات میوه و سبزیجات بیشتر می‌گردد (نسبت به خانوارهای با درآمد کمتر از ۴ میلیون تومان در ماه) و این امر می‌تواند به علت خرید و مصرف بیشتر این اقلام در خانوارها اتفاق بیافتد. از طرفی برای خانوارهای با درآمد بیشتر از ۲۰ میلیون تومان در ماه (میانگین توزیع پارامتر = $۰/۳۰۳۶$)، افزایش درآمد موجب کاهش ضایعات برای محصولات میوه و سبزیجات می‌گردد که می‌تواند به جهت استفاده از محصولات با کیفیت و درجات بیشتر باشد.

متغیر تعداد ساعات مراجعه در هفته به مراکز خرید محصولات کشاورزی (میانگین توزیع پارامتر = $-۰/۲۸۷۱$) بر درصد ضایعات اعلام‌شده توسط مصرف‌کنندگان اثر منفی داشته است و این بدین معنی است که ساعات خرید محصولات میوه و سبزیجات؛ میزان ضایعات تشکیل‌شده توسط آن‌ها افزایش می‌یابد. افزایش میزان ساعات صرف‌شده برای خرید، امکان افزایش خرید محصولات غیرضروری و خریدهای مکرر را بیشتر می‌کند و موجب افزایش ضایعات در منزل می‌گردد.

برای متغیر سطح تحصیلات مصرف‌کنندگان، ضایعات ایجادشده محصولات میوه و سبزیجات صرفاً در گروه دیپلم تا لیسانس (نسبت به گروه سطح تحصیلات تا دیپلم) اثرگذار بوده و با توجه به علامت منفی میانگین توزیع پارامتر آن ($-۱/۴۵۹۹$) نشان می‌دهد که این دسته از افراد ضایعات بیشتری تولید می‌کنند. علامت منفی در دو بازه اطمینان، نشان می‌دهد که با افزایش سطح تحصیلات از گروهی که تحصیلاتشان تا دیپلم است به گروه دیپلم تا لیسانس، میزان ضایعات افزایش می‌یابد.

متغیر اندازه خانوار بر میزان ضایعات محصولات میوه و سبزیجات اثرگذار بوده (میانگین توزیع پارامتر = $۰/۳۱۵۱$) و بیشتر شدن بُعد و اندازه خانوار موجب کاهش ضایعات گردیده است. همچنین تعداد افراد مشغول به کار در خانواده (میانگین توزیع پارامتر = $۰/۳۷۳۳$) موجب کاهش میزان ضایعات محصولات میوه و سبزیجات شده است و این می‌تواند به این خاطر باشد که با افزایش تعداد نیروی کار در خانواده‌ها؛ میزان سطح درآمد می‌تواند تغییر کند و محصولات با درجات کیفی بهتر خریداری گردد.

متغیر نوع شغل افراد برای گروه افراد با شغل کارمندی (میانگین توزیع پارامتر = $-۰/۳۰۷۶$) نسبت به افراد گروه مشاغل آزاد؛ ضایعات محصولات مصرف‌شده را افزایش می‌دهد. همچنین گروه افراد با شغل سایر (میانگین توزیع پارامتر = $-۰/۰۵۳۸$) نسبت به افراد گروه مشاغل آزاد؛ بر افزایش ضایعات محصولات مصرف‌شده کشاورزی اثر مثبت دارند و به بیان دیگر، گروه دارای مشاغل سایرین نیز نسبت به گروه دارای مشاغل آزاد، ضایعات بیشتری تولید می‌کنند.

هم می‌خورد و مصرف‌کننده در هر زمانی، دسترسی آسان و راحتی به خرید دارد. بنابراین نزدیک‌بودن به اولین مرکز خرید محصولات، افزایش خریدهای غیرضروری و مستمر (به علت دسترسی آسان و سریع به محل خرید) را به همراه می‌آورد و ضایعات را افزایش می‌دهد.

متغیر فاصله از اولین مرکز خرید محصولات کشاورزی نیز بر کاهش ضایعات محصولات میوه و سبزیجات اثرگذار است و با افزایش فاصله، میزان ضایعات کاهش پیدا می‌کند. این نتیجه می‌تواند بدین خاطر باشد که اختصاص دادن زمان مشخص و معینی برای خرید در طول هفته با نزدیک‌بودن به اولین مرکز خرید (به لحاظ فاصله)؛ به

جدول ۶- رگرسیون چندسطحی بی‌زین با متروپولیس-هستینگز و نمونه‌گیری گیبز

Table 6- Bayesian multilevel regression by Metropolis-Hastings and Gibbs sampling

MCMC iterations		12,500				
Burn-in		2,500				
MCMC sample size		10,000				
نرخ پذیرش Acceptance rate		0.7586				
		حداقل				
		Minimum				
		0.0024				
		میانگین				
		Average				
		0.5714				
		حداکثر				
		Maximum				
		0.8199				
متغیرها Variables	میانگین Mean	انحراف استاندارد Std. Dev.	خطای استاندارد مونت کارلو ^۱ MCSE	میانه Median	بازه اطمینان ۹۵ درصد [95% Cred. Interval]	
جنسیت Gender	.8285*	.07943	.0047	.3063	-.5474	1.1422
سطح تحصیلات Education level	-1.4599*	.0967	.0062	-1.3347	-2.3931	-.2978
اندازه خانوار Household size	.0758*	.1010	.0062	.0313	-1.1021	1.1691
تعداد افراد مشغول به کار در خانواده Number of employed persons in family	.3151*	.03186	.0019	.2180	-.1289	.5580
نوع شغل Occupation (Job) Type	.3733*	.03998	.0025	.2455	-.2171	.7041
	-0.3076*	0.4404	0.0052	-0.3144	-1.1364	0.5578
	-0.0538*	0.5073	0.0059	-0.0568	-1.0451	0.9519
	-.7917*	.16273	.0110	-.8041	-1.1107	-.4728
درآمد خانوار Household income	-.3414*	.1590	.0097	.0099	-.6532	-.0297
	-.17826*	.1542	.009	-.0778	-.4805	.12404
	.3036*	.1618	.0102	.7822	-.0136	.62090
میزان ساعت در هفته جهت خرید محصولات کشاورزی Spend time to buy agricultural products (hours per week= h/w)	-.2871*	.0303	.0019	-.1514	-.3467	-.2276
فاصله تقریبی تا اولین مرکز خرید محصولات کشاورزی Distance (to first agricultural products shopping center)	.00007*	.00005	3.6e-06	.00001	-.00003	.0001
مکان خرید و توزیع محصولات کشاورزی Place of purchase (or distribution place of agricultural products)	1.3417*	.4155	.0255	1.6919	.5272	2.1563
	1.3438*	.1312	.0084	.9915	-.5027	2.4547
	1.0423*	.1432	.0093	1.3018	.7615	1.3231
	2.4510*	.1704	.0107	3.1333	1.3491	4.9447

1- Monte Carlo standard error

تعداد دفعات مراجعه در هفته به مراکز خرید						
محصولات کشاورزی						
Number of visits per week to agricultural products shopping centers	.2305*	.0412	.0027	.3570	-.1162	.8283
استفاده از وسایل نقلیه‌ی شخصی و عمومی						
Vehicles type	-.6124*	.0818	.0059	-.1324	-1.0424	.7589
قیمت نسبی محصولات کشاورزی						
price of agricultural products	.1475*	.03315	.0020	.1563	.0825	.2125
مکان توزیع محصولات کشاورزی						
Place of agricultural products distribution	.1744*	.0305	.0022	-.0019	-.3411	.3215
فرآیند تولید محصولات کشاورزی						
Product (Agricultural production process)	-.1902*	.0306	.0020	-.1695	-.2503	-.1301
ترویج و معرفی محصولات کشاورزی						
Promotion (Promote and introduce agricultural products)	.0683*	.0314	.0021	-.0600	-.4164	.2915
عرض از مبدأ						
Constant	-.4370*	.4482	.0252	.8533	-3.2406	4.9188

* به معنی بکارگیری شبیه‌سازی زنجیره مارکوف مونت کارلو با ۱۰۰۰۰ بار تکرار و درجه غلطاندن ۲۵۰۰ است که در آن؛ نمونه‌ای از مقادیر توزیع پسین برای هر کدام از پارامترهای ذکر شده (با تکرارهای بسیار و مستقل) به دست آمده است. لذا علامت ستاره (*) در روش بیز، توزیع ضرایب را بیان می‌کند نه اندازه و برآورد ضرایب. از این رو برای تفسیر متغیرهای مستقل؛ قرارگرفتن میانگین متغیرهایی که با تکرار و درجه غلطاندن ذکر شده در بازه اطمینان برآورد شده؛ استفاده می‌گردد (Bolstad & Curran, 2004; Congdon, 2003)

محصولات کشاورزی توسط مصرف‌کنندگان می‌گردد. با افزایش قیمت نسبی محصولات کشاورزی (مثلاً میوه و سبزیجات) مصرف‌کننده با مقایسه ارزش آن محصول با سایر کالاها و محصولات دیگر؛ متوجه می‌گردد که در مصرف آن محصول کمترین میزان ضایعات را تشکیل دهد.

پارامتر مکان توزیع محصولات کشاورزی (میانگین توزیع پارامتر = ۰/۱۷۴۴) موجب کاهش ضایعات تشکیل شده بر روی محصولات کشاورزی توسط مصرف‌کنندگان می‌گردد. محل‌های مناسب برای توزیع محصول می‌تواند دسترسی و قدرت انتخاب بهتری به مصرف‌کننده بدهد و بر این اساس مصرف‌کننده از خریدهای حجمی و یا نگرانی از اتمام محصول در فروشگاه‌های اطراف؛ دوری می‌جوید و میزان ضایعات تشکیل شده توسط وی کاهش می‌یابد.

پارامتر فرآیند محصول (کالا یا خدمات عرضه شده به مشتری) برای محصولات کشاورزی (میانگین توزیع پارامتر = -۰/۱۹۰۲) موجب افزایش ضایعات تشکیل شده در محصولات کشاورزی توسط مصرف‌کنندگان می‌گردد. به بیانی دیگر با افزایش عرضه محصولات (میوه و سبزیجات) مصرف‌کننده‌ها تمایل بیشتری به خرید و مصرف (همانند مصرف محصولی خاص در فصل عرضه) پیدا می‌کنند و همین امر سبب می‌شود تا افزایش میزان خرید بر میزان ضایعات تشکیل شده اثر بگذارد.

پارامتر ترویج محصولات کشاورزی (میانگین توزیع پارامتر =

مکان خرید محصولات کشاورزی توسط مصرف‌کنندگان بر کاهش ضایعات اثرگذار است و با خرید از میادین میوه و تره‌بار شهرداری (میانگین توزیع پارامتر = ۱/۳۴۱۷)؛ میدان بارها (میانگین توزیع پارامتر = ۱/۳۴۳۸)؛ سفارش اینترنتی (میانگین توزیع پارامتر = ۱/۰۴۲۳) و ترکیب موارد بالا (میانگین توزیع پارامتر = ۲/۴۵۱۰) نسبت به خرید محصولات از خرده‌فروشی‌ها؛ میزان ضایعات را کاهش می‌دهد.

با افزایش تعداد مراجعات در هفته برای خرید محصولات کشاورزی توسط مصرف‌کنندگان، درصد ضایعات تشکیل شده توسط آن‌ها کاهش می‌یابد و این امر به علت خریدهای کم حجم و مستمر آن‌ها از مراکز فروش محصولات کشاورزی؛ از تشکیل ضایعات بیشتر می‌کاهد. پارامتر نوع وسیله نقلیه، در دو دسته داشتن (کد ۱) و نداشتن (کد صفر) وسیله نقلیه شخصی موردبررسی قرار گرفته است و همانطور که جدول (۶) نشان می‌دهد داشتن وسیله نقلیه شخصی (میانگین توزیع پارامتر = -۰/۶۱۲۴) موجب افزایش ضایعات تشکیل شده محصولات کشاورزی توسط مصرف‌کنندگان می‌گردد. این امر می‌تواند به سبب خریدهای حجمی توسط مصرف‌کنندگان رخ دهد.

اثر ۴ فاکتور آمیخته بازاریابی (4P) در قسمت پایین جدول ۶ ارائه شده است. پارامتر قیمت نسبی محصولات کشاورزی (میانگین توزیع پارامتر = ۰/۱۴۷۵) موجب کاهش ضایعات تشکیل شده بر روی

۰/۰۶۸۳) موجب کاهش ضایعات تشکیل شده در محصولات کشاورزی توسط مصرف کنندگان می‌گردد. با معرفی بهتر محصول و تبلیغات مرتبط با فرآیند تولید تا مصرف آن؛ مصرف کننده به درک و شناختی از ارزش محصول پی می‌برد و در راستای کاهش ضایعات آن تلاش می‌کند.

در جدول ۷ به مشخصات مربوط به سطوح دیگر الگو اشاره شده است. در سطح دوم با توجه به پرسشنامه‌های صحیح تکمیل شده؛ تعداد ۵۳ مغازه خرده‌فروشی در تمام مناطق ۱۳ گانه شهر مشهد در نظر گرفته شد. بیشترین و کمترین تعداد پرسشنامه در مغازه‌های خرده‌فروشی مناطق مختلف مشهد به ترتیب برابر با ۱۳ و ۴ پرسشنامه بوده است و به طور متوسط در هر منطقه ۶/۹۴ پرسشنامه از خرده‌فروشان محصولات کشاورزی تکمیل شده است.

سطح سوم میادین بار اصلی شهر مشهد بوده است و مغازه‌های خرده‌فروشی محصولات کشاورزی در سطح دوم اطلاعات تکمیلی خود را مبنی بر خرید (متناسب با فاصله و قیمت محصولات در هر میدان بار اصلی) از هر کدام از میدان بارهای اصلی شهر مشهد تکمیل نمودند. بر این اساس پرسشنامه‌های اصلی تحقیق که شامل ۳۶۸ پرسشنامه از مصرف کنندگان بوده است به ترتیب تعداد ۱۷۲، ۱۵۸ و

۳۸ نفر از آن‌ها مستقیم یا غیرمستقیم از طریق میدان بارهای ۳ گانه شهر مشهد از میدان بار سپاد، رضوی و نوغان خریداری کرده‌اند. بنابراین در سطح سوم، بیشترین و کمترین مقدار نمونه برابر با ۱۷۲ و ۳۸ مصرف کننده بوده است.

همانطور که جدول ۷ نشان می‌دهد، مقادیر واریانس عرض از مبدأ در سطح دوم (۳۵/۲۸۳۰) و سوم (۲۶/۹۴۴۵) بیشتر از واریانس جملات خطا (۱۰/۳۵۶۸) هستند. این بدین معنی است که به ترتیب ۳۵/۲۸ و ۲۶/۹۴ درصد از واریانس کل، توسط عرض از مبدأهای تصادفی سطح دوم و سوم تبیین می‌گردد. همچنین ضایعات ایجاد شده در سطح دوم (خرده‌فروشی‌های محصولات کشاورزی) حدود ۱/۶۹ درصد از واریانس کل را توضیح می‌دهد.

به بیان دیگر، واریانس کل الگوی بیزین چندسطحی، توسط واریانس‌های ایجاد شده در سطح دوم و سوم تحت تأثیر قرار می‌گیرند و مرحله اول بکارگیری الگوی چندسطحی؛ مورد تأیید قرار می‌گیرد. در صورتی که مقادیر واریانس‌های سطح دوم و سوم نزدیک به صفر باشد می‌توان تصمیم گرفت که بکارگیری الگوی چندسطحی با الگوی خطی ساده، تفاوتی ایجاد نمی‌کند.

جدول ۷- آماره همبستگی درون واحدی و شاخص اثرات طراحی در مدل چندسطحی

Table 7- IIC statistic and Deff Index in Multilevel Model

متغیر گروه Group Variable	تعداد گروه Number of Groups	مشاهدات میان گروهی Observations per Group		
		حداقل Minimum	متوسط Average	حداکثر Maximum
سطح دوم Level 2	53	4	6.94	13
سطح سوم Level 3	3	38	122.66	172
		Var ²	Value	IIC (in constant)
سطح دوم (خرده‌فروشی‌های محصولات کشاورزی)	var(Level 2)	1.6912	2.8602	0.0013
LEVEL 2 (Fruit and vegetable markets)	var(_cons)	35.2830	1244.896	0.6057
سطح سوم (مراکز اصلی عرضه)	var(_cons)	26.4594	700.1014	0.3406
LEVEL 3 (main supply centers)	var(Residual)	10.3568	107.2652	0.0521
		متوسط اندازه خوشه (گروه) Average cluster size (group)		شاخص اثرات طراحی Deff Index
شاخص اثرات طراحی Design effect Index	1+(n-1)IIC	6.9433	122.6666	4.6084
				42.4471

Source: research findings

برابر با ۰/۶۰۷۱ و ۰/۳۴۰۶ شده است. با توجه به اینکه مقادیر آماره ICC در دو سطح بزرگتر از ۰/۲ است؛ لذا می‌توان گفت که بکارگیری الگوی چندسطحی منطقی به نظر می‌رسد (Mulder &

در مرحله بعدی استفاده از الگوی چندسطحی، لازم تا آماره ICC محاسبه گردد. همانطور که مقادیر محاسبه از آماره ICC در جدول ۷ نشان می‌دهند؛ مقادیر محاسبه شده در سطح دوم و سوم به ترتیب

مدل‌سازی چندسطحی را بیان می‌کند (Cubillos et al., 2021) و بر اساس نتایج مندرج در **جدول ۷** می‌توان گفت که الگوی چندسطحی در تحقیق به درستی انتخاب شده است.

(Fox, 2019). البته محاسبه شاخص اثر طراحی (Deff) به عنوان ابزاری قوی‌تر می‌تواند بکارگیری الگوی چندسطحی را تأیید یا رد بکند.

همانطور که **جدول ۷** نشان می‌دهد؛ شاخص اثر طراحی (Deff) برای سطوح دوم و سوم به ترتیب برابر با ۴/۶۱ و ۴۲/۴۵ شده است. مقادیر بالای عدد ۲ برای شاخص اثر طراحی (Deff) صحیح بودن

جدول ۸- آماره اطلاعات دویانس

Table 8- Deviance Information Criterion statistics (DIC)

روش ۱ Method 1	مدل ۱ Model 1	مدل ۲ Model 2
آماره اطلاعات دویانس Deviance Information Criterion statistics	مدل چندسطحی خطی Linear Multilevel Model	مدل چندسطحی بی‌زین Bayesian Multilevel Model ^۱
DIC	1594.898	1592.482

تعداد دفعات مراجعه در هفته به مراکز خرید محصولات کشاورزی را بر درصد ضایعات ایجادشده برای زیرگروه محصولات خام انواع میوه و سبزیجات کشاورزی بررسی کند.

با توجه به نتایج **جدول ۷** مشاهده می‌شود فاکتورهای فردی و اجتماعی مصرف‌کنندگان از جمله جنسیت (اثر مثبت)، سطح تحصیلات (اثر منفی در سطح دیپلم تا لیسانس)، تعداد افراد خانوار (اثر مثبت)، تعداد افراد مشغول به کار در خانواده (اثر مثبت)، نوع شغل (اثر منفی)، درآمد خانوار (اثر منفی برای گروه‌های درآمدی کمتر از ۲۰ میلیون تومان در ماه، میزان ساعت در هفته جهت خرید محصولات کشاورزی (اثر منفی) و تعداد دفعات مراجعه در هفته به مراکز خرید (اثر مثبت) بر درصد ضایعات ایجادشده برای زیرگروه محصولات خام انواع میوه و سبزیجات کشاورزی اثرگذار هستند.

همچنین اثر فاکتورهای آمیخته بازاریابی بر ضایعات محصولات کشاورزی منتخب؛ بر اساس نتایج **جدول ۷**؛ قابل استخراج است. از نظر مصرف‌کنندگان، قیمت نسبی محصولات (اثر مثبت)، مکان توزیع (اثر مثبت)، فرآیند تولید تا عرضه (اثر منفی) و ترویج و معرفی (اثر مثبت) بر کاهش ضایعات محصولات کشاورزی داشته است.

نتیجه‌گیری

مقدار زیادی از محصولات کشاورزی در کشورهای درحال توسعه پس از برداشت ضایع می‌گردد. کاهش و به حداقل رساندن میزان ضایعات میوه‌ها و سبزیجات تحت عنوان برداشت مخفی (کاهش

علاوه بر تخمین مدل بی‌زین چندسطحی، مدل چندسطحی خطی و رگرسیون OLS نیز برآورد گردید تا از طریق آماره ^۲DIC بتوان مدلی مناسب‌تر را انتخاب نمود. روش‌های رایج برای مقایسه بین مدل‌های مختلف تخمین‌زده معمولاً آماره‌های اطلاعات بی‌زین^۳ (BIC)، آماره اطلاعات آکائیک^۴ (AIC) و آماره اطلاعات دویانس^۵ (DIC) است (Vehtari et al., 2017) که در تحقیق حاضر از آماره DIC استفاده شده است. فرمول‌نویسی معادله DIC به شرح زیر است:

که در آن y برابر با داده‌ها و θ پارامترهای ناشناس مدل است. $p(y|\theta)$ نیز تابع درستنمایی^۶ و C عرض از مبدأ است (Pooley & Marion, 2018). در خصوص آماره DIC، مقدار کمتر آماره به جهت انتخاب مدل مناسب‌تر، برتری دارد (Cubillos et al., 2021). بر اساس توضیحات فوق و با اشاره به **جدول ۸** می‌توان بیان داشت که مدل شماره ۲، یعنی تخمین الگو با رویکرد بی‌زین چندسطحی با توجه به مقدار کمتر آماره DIC نسبت به چندسطحی خطی و رگرسیون OLS؛ مدل مناسب‌تری است.

بنابراین بر اساس آماره توضیح‌داده شده در **جدول ۸**، تفاسیر نتایج **جدول ۷** با توجه به برآورد رویکرد بی‌زین چندسطحی به کار برده می‌شود.

همانطور که در در مقدمه اشاره شد، محقق تلاش داشت تا اثر ویژگی‌های مصرف‌کنندگان شامل جنسیت، سطح تحصیلات، تعداد افراد خانوار، تعداد افراد مشغول به کار در خانواده، نوع شغل، درآمد خانوار، میزان ساعت در هفته جهت خرید محصولات کشاورزی و

۱- درستنمایی نهایی یا استفاده از تقریب لاپلاس-متروپولیس (Laplace-Metropolis approximation) محاسبه شده است.

2- Deviance Information Criterion statistics (DIC)

3- Bayesian Information Criterion

4- Akaike Information Criterion

5- Deviance Information Criterion

6- likelihood function

و با توجه به عدم تشخیص توزیع مناسب پارامترها، رویکرد بیزین مورد استفاده قرار گرفت.

نتایج نهایی تحقیق نشان داد که فاکتورهای فردی و آمیخته بازاریابی نقش مؤثری در کاهش ضایعات می‌توانند داشته باشند. بر این اساس می‌توان بیان داشت که علاوه بر اهمیت هر حلقه از زنجیره تأمین مواد غذایی؛ در حلقه مصرف‌کننده می‌توان با استفاده از ابزارهای آمیخته بازاریابی (از جمله قیمت، معرفی و ترویج و مکان مناسب محصول) در کاهش ضایعات محصولات کشاورزی سهیم بود.

بنابراین مطالعات بررسی رفتار مصرف‌کننده با توجه به ویژگی‌های فردی-اجتماعی و نقش مؤثر آمیخته بازاریابی یکی از راه‌حل‌های کم هزینه برای کاهش میزان ضایعات محصولات کشاورزی در نظر گرفته می‌شود.

ضایعات پس از تولید می‌تواند یکی از راه‌های مؤثر در تأمین غذا برای جامعه به حساب آید.

تحقیق حاضر با توجه به تمرکز بر روی مصرف‌کنندگان، سعی در بررسی ویژگی‌های فردی-اجتماعی و آمیخته بازاریابی بر روی ضایعات محصولات کشاورزی در زیرگروه میوه و سبزیجات داشته است. شهر مشهد در استان خراسان رضوی (در ایران) به عنوان منطقه مورد مطالعه (با توجه به آمارهای جمعیتی و میزان سطح تولید آن) انتخاب شد و تعداد ۳۶۸ مصرف‌کننده مورد ارزیابی قرار گرفتند. به جهت بررسی فاکتورهای فردی و آمیخته بازاریابی، با توجه به اثرگذاری سطوح مختلف؛ مصرف‌کنندگان (در سطح اول)، خرده‌فروشان محصولات (در سطح دوم) و میدان بارها (در سطح سوم) مورد ارزیابی قرار گرفتند. از این رو الگوی چندسطحی بکار گرفته شد

References

1. Amarasinghe, U.A., Shah, T., & Singh, O.P. (2007). *Changing consumption patterns: Implications on food and water demand in India* (Vol. 119). IWMI.
2. Berjan, S., Capone, R., Debs, P., & El Bilali, H. (2018). Food losses and waste: a global overview with a focus on Near East and North Africa region. *International Journal of Agricultural Management and Development*, 8(1), 1–16. https://ijamad.iaurasht.ac.ir/article_537838_dc5ae293684fb0d9f814f039b0abc0eb.pdf
3. Black, T.C., & Thompson, W.J. (2001). Bayesian data analysis. In *Computing in Science and Engineering* (Vol. 3, Issue 4). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1109/5992.931908>
4. Bolstad, W.M., & Curran, J.M. (2004). *Introduction to bayesian statistics*, John Wiley & sons. Inc., New Jersey.
5. Bond, M., Meacham, T., Bhunnoo, R., & Benton, T.G. (2013). Food waste within global food systems. In *Global Food Security Programme*. Global Food Security Swindon, UK.
6. Brooks, S., Gelman, A., Jones, G.L., & Meng, X.L. (2011). Handbook of Markov Chain Monte Carlo. In *Handbook of Markov Chain Monte Carlo*. CRC press. <https://doi.org/10.1201/b10905>
7. Browne, W.J. (2009). MCMC Estimation in MLwiN (Version 2.10) Centre for Multilevel Modelling Bristol. In *United Kingdom: University of Bristol*.
8. Buzby, J.C., Bentley, J.T., Padera, B., Ammon, C., & Campuzano, J. (2015). Estimated fresh produce shrink and food loss in U.S. supermarkets. *Agriculture (Switzerland)*, 5(3), 626–648. MDPI. <https://doi.org/10.3390/agriculture5030626>
9. Calvo-Porrall, C., Medín, A.F., & Losada-López, C. (2017). Can marketing help in tackling food waste?: Proposals in developed countries. *Journal of Food Products Marketing*, 23(1), 42–60. <https://doi.org/10.1080/10454446.2017.1244792>
10. Colin, W. (1990). Trigeminal intraoral schwannomas. *Compendium (Newtown, Pa.)*, 11(11), 1. FAO Rome. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300010889>
11. Congdon, P. (2003). Applied Bayesian Modelling. In *Applied Bayesian Modelling*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/0470867159>
12. Corrado, S., Ardente, F., Sala, S., & Saouter, E. (2017). Modelling of food loss within life cycle assessment: From current practice towards a systematisation. *Journal of Cleaner Production*, 140, 847–859. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.050>
13. Cubillos, M., Wulff, J.N., & Wøhlk, S. (2021). A multilevel Bayesian framework for predicting municipal waste generation rates. *Waste Management*, 127, 90–100. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.011>
14. de Lange, W., & Nahman, A. (2015). Costs of food waste in South Africa: Incorporating inedible food waste. *Waste Management*, 40, 167–172. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.03.001>
15. De Steur, H., Wesana, J., Dora, M.K., Pearce, D., & Gellynck, X. (2016). Applying value stream mapping to reduce food losses and wastes in supply chains: A systematic review. *Waste Management*, 58, 359–368. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.025>
16. Di Talia, E., Simeone, M., & Scarpato, D. (2019). Consumer behaviour types in household food waste. *Journal of Cleaner Production*, 214, 166–172. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.216>
17. Falasconi, L., Cicatiello, C., Franco, S., Segrè, A., Setti, M., & Vittuari, M. (2019). Such a shame! A study on self-

- perception of household food waste. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 270. <https://doi.org/10.3390/su11010270>
18. FAO. (2014). *Food and Agriculture Organization of the United Nations. International Fund for Agricultural Development. World Food Programme. The State of Food Insecurity in the World. Strengthening the enabling environment for food security and nutrition*. Food & Agriculture Org.
19. Gaiani, S., Caldeira, S., Adorno, V., Segrè, A., & Vittuari, M. (2018). Food wasters: Profiling consumers' attitude to waste food in Italy. *Waste Management*, 72, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.012>
20. Gardas, B.B., Raut, R.D., & Narkhede, B. (2017). Modeling causal factors of post-harvesting losses in vegetable and fruit supply chain: An Indian perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 1355–1371. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.259>
21. Heidari, A., Mirzaii, F., Rahnama, M., & Alidoost, F. (2020). A theoretical framework for explaining the determinants of food waste reduction in residential households: a case study of Mashhad, Iran. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(7), 6774–6784. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06518-8>
22. IMAJ. (2021). IMAJ. *Iran's Ministry of Agriculture Jihad*. <https://www.maj.ir/page-amar/FA/65/form/pId3354>
23. Ishangulyyev, R., Kim, S., & Lee, S.H. (2019). Understanding food loss and waste-why are we losing and wasting food? *Foods*, 8(8), 297. <https://doi.org/10.3390/foods8080297>
24. Kowalska, A. (2015). The issue of food losses and waste and its determinants. *Logforum*, 13(1), 7–18.
25. Kulikovskaja, V., & Aschemann-Witzel, J. (2017). Food waste avoidance actions in food retailing: The case of Denmark. *Journal of International Food and Agribusiness Marketing*, 29(4), 328–345. <https://doi.org/10.1080/08974438.2017.1350244>
26. Lai, M.H.C., & Kwok, O.M. (2015). Examining the rule of thumb of not using multilevel modeling: The “design effect smaller than two” rule. *Journal of Experimental Education*, 83(3), 423–438. <https://doi.org/10.1080/00220973.2014.907229>
27. Lebersorger, S., & Schneider, F. (2014). Food loss rates at the food retail, influencing factors and reasons as a basis for waste prevention measures. *Waste Management*, 34(11), 1911–1919. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.06.013>
28. Madhani, P.M. (2009). The convergence of supply chain management and marketing mix strategy: Importance and implications. *MacMillan Advanced Research Series, MacMillan Publishers, India*, 425–439.
29. Madhani, P.M. (2012). Value creation through integration of supply chain management and marketing strategy. *IUP Journal of Business Strategy*, 9(1), 7–26. <http://search.ebscohost.com.ezproxy.liv.ac.uk/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=78120150&site=ehost-live&scope=site>
30. Madhani, P.M. (2015). RFID enabled supply chain management (SCM) and marketing strategy for competitive advantages. *Materials Management Review*, 11(9), 9–14. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2627953%0Ahttps://www.researchgate.net/profile/Dr-Pankaj-Madhani/publication/335489841_RFID_Enabled_Supply_Chain_Management_SCM_and_Marketing_Strategy_for_Competitive_Advantages/links/5d68bdc2a6fdccadeae
31. Magalhães, V.S.M., Ferreira, L.M.D.F., & Silva, C. (2021). Using a methodological approach to model causes of food loss and waste in fruit and vegetable supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 283, 124574. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124574>
32. Mahmoudi, M., Mohammadi, H., Saghaian, S., & Karbasi, A. (2024). Factors affecting the waste of selected agricultural products with an emphasis on the marketing mix. *Agriculture (Switzerland)*, 14(6), 857. <https://doi.org/10.3390/agriculture14060857>
33. Masood, M., & Reidpath, D.D. (2016). Intraclass correlation and design effect in BMI, physical activity and diet: A cross-sectional study of 56 countries. *BMJ Open*, 6(1), e008173. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-008173>
34. McCarthy, B., & Liu, H.B. (2017). Food waste and the ‘green’ consumer. *Australasian Marketing Journal*, 25(2), 126–132. <https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2017.04.007>
35. McElreath, R. (2018). Statistical rethinking: A bayesian course with examples in R and stan. *Statistical Rethinking: A Bayesian Course with Examples in R and Stan*, 1–469. <https://doi.org/10.1201/9781315372495>
36. Mena, C., Terry, L.A., Williams, A., & Ellram, L. (2014). Causes of waste across multi-tier supply networks: Cases in the UK food sector. *International Journal of Production Economics*, 152, 144–158. <https://doi.org/10.1016/j.ijspe.2014.03.012>
37. Morone, P., Falcone, P.M., Imbert, E., & Morone, A. (2018). Does food sharing lead to food waste reduction? An experimental analysis to assess challenges and opportunities of a new consumption model. *Journal of Cleaner Production*, 185, 749–760. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.208>
38. Mulder, J., & Fox, J.P. (2019). Bayes factor testing of multiple intraclass correlations. *Bayesian Analysis*, 14(2), 521–552. <https://doi.org/10.1214/18-BA1115>

39. Parfitt, J., Barthel, M., & MacNaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: Quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 3065–3081. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0126>
40. Plazzotta, S., Manzocco, L., & Nicoli, M.C. (2017). Fruit and vegetable waste management and the challenge of fresh-cut salad. *Trends in Food Science and Technology*, 63, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.02.013>
41. Pooley, C.M., & Marion, G. (2018). Bayesian model evidence as a practical alternative to deviance information criterion. In *Royal Society Open Science*, 5(3), 171519. <https://doi.org/10.1098/rsos.171519>
42. Pour, F.H., & Makkawi, Y.T. (2021). A review of post-consumption food waste management and its potentials for biofuel production. *Energy Reports*, 7, 7759–7784. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.10.119>
43. Priefer, C., Jörisen, J., & Bräutigam, K.R. (2016). Food waste prevention in Europe - A cause-driven approach to identify the most relevant leverage points for action. *Resources, Conservation and Recycling*, 109, 155–165. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.03.004>
44. Reynolds, C.J., Buckley, J.D., Weinstein, P., & Boland, J. (2016). Are the dietary guidelines for meat, fat, fruit and vegetable consumption appropriate for environmental sustainability? A review of the Literature. *Sustainable Food and Beverage Industries: Assessments and Methodologies*, 6(6), 263–280. <https://doi.org/10.1201/b20562-20>
45. Richter, B., & Bokelmann, W. (2016). Approaches of the German food industry for addressing the issue of food losses. *Waste Management*, 48, 423–429. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.11.039>
46. Soma, T. (2020). Space to waste: the influence of income and retail choice on household food consumption and food waste in Indonesia. *International Planning Studies*, 25(4), 372–392. <https://doi.org/10.1080/13563475.2019.1626222>
47. Vehtari, A., Gelman, A., & Gabry, J. (2017). Practical Bayesian model evaluation using leave-one-out cross-validation and WAIC. *Statistics and Computing*, 27(5), 1413–1432. <https://doi.org/10.1007/s11222-016-9696-4>



Research Article

Vol. 39, No. 1, Spring 2025, p. 19-32

Environmental Impact of Reducing Chemical Fertilizer Subsidies (Agricultural Crops in Zarandieh, Markazi Province)

S.M.J. Esfahani^{1*}, E. Barikani¹

1- Agricultural Planning, Economics and Rural Development Research Institute (APERDRI), Tehran, Iran

(*- Corresponding Author Email: m.esfahani@agri-peri.ac.ir)

Received: 29-05-2024

Revised: 15-09-2024

Accepted: 22-09-2024

Available Online: 22-09-2024

How to cite this article:

Esfahani, S.M.J., & Barikani, E. (2025). Environmental impact of reducing chemical fertilizer subsidies (Agricultural crops in Zarandieh, Markazi Province). *Journal of Agricultural Economics & Development*, 39(1), 19-32. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jead.2024.88266.1273>

Introduction

Many governments provide subsidies to members of the agricultural supply chain to ensure food security, maintain economic stability, and uphold the social benefits associated with the agriculture sector. The conflicting goals of food security and environmental protection have become a major problem, especially in developing countries. On the one hand, the government aims to boost food production by offering agricultural subsidies. On the other hand, the excessive use of chemical inputs due to these subsidies has raised concerns about environmental pollution. Therefore, one of the most significant global challenges is to balance agricultural production to meet the increasing demand of the growing population while maintaining the quality of the environment. Any changes in government support policies for the agricultural sector can lead to fluctuations in input and product prices, directly impacting farmers' profits. As a result, these changes can influence cultivation patterns and the use of agricultural inputs, ultimately affecting the environment. Therefore, before implementing any policy changes, it is crucial to assess both the economic and environmental impacts and make informed decisions based on these considerations.

Materials and Methods

This study uses positive mathematical programming (PMP) on the environmental impact of chemical fertilizers' subsidies change and transfer subsidies to crops in Zarandieh city of Markazi province. The necessary information was collected through the statistical sources of the Ministry of Agricultural Jihad for the crop year 2023 for the three crops including irrigated wheat, irrigated barley, and silage corn, which occupies more than 85 percent of the cultivated area of this region. At the first stage, the amount of greenhouse gas (GHG) emissions by each product was calculated, and then the environmental impact of different subsidy policies was investigated. To calculate the greenhouse gas emissions, the emission coefficient of each of the inputs that have been cited in various studies was used. To model and analyze the data, positive mathematical programming with the cost function approach was used. Excel and GAMS software has been used to run the models.

Results and Discussion

The results of the study showed that the highest amount of greenhouse gas emissions is related to corn silage, and electricity, diesel, and chemical fertilizers have the largest share of the greenhouse gas emissions. The simulation results for the region's cultivation patterns, considering scenarios where only chemical fertilizers—N-fertilizer, P-fertilizer, and K-fertilizer—were used separately and together with increases of 25%, 50%, 75%, and 100%, indicate that as input prices rise, both the cultivated area and farmers' income decrease. Additionally,



©2024 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jead.2024.88266.1273>

increasing the price of P-fertilizer has a greater potential to reduce environmental impact compared to raising the price of other chemical fertilizers. To assess the environmental impact of reallocating subsidies from chemical inputs to agricultural products, a scenario was simulated in which the price of chemical inputs increased by 100%, while product prices rose by 5% and 10%, respectively. The model results revealed that the lowest environmental impact per hectare of crop production occurs when chemical fertilizer prices increase by 100% and product prices rise by 5%. Based on these findings, reallocating subsidies to agricultural products rather than production inputs appears to yield more favorable environmental outcomes. In other words, when the subsidy is allocated to the product instead of chemical inputs, the environmental impact of crop production in this area would be reduced and the amount of emissions per hectare of farm or million Tomans of gross profit would be less compared to other situations.

Conclusion

It is necessary to support the agricultural sector to boost food production but these supports should be done with the least environmental impact. According to the findings of this study, if subsidies are given to agricultural products instead of inputs, greenhouse gas emissions will be reduced while maintaining the area of crops and the amount of gross profit of farmers. The policy of setting a guaranteed price for basic agricultural products in Iran can be a suitable tool to realize this. In other words, transferring the credits allocated for purchasing chemical fertilizers to the guaranteed purchase of agricultural products will be an effective step in reducing the emission of greenhouse gases and their impact, as well as maintaining the country's food security.

Keywords: Crop pattern, Green house gas emission, Markazi province, Positive mathematical programming, Zarandieh city



مقاله پژوهشی

جلد ۳۹، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴، ص. ۱۹-۳۲

آثار زیست محیطی کاهش یارانه کودهای شیمیایی (محصولات زراعی شهرستان زرنديه، استان مرکزی)

سید محمد جعفر اصفهانی^{۱*} - الهام باریکانی^{۱ID}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱

چکیده

با توجه به لزوم حمایت دولت از تولید محصولات کشاورزی، چگونگی اعطای یارانه به محصولات کشاورزی با توجه به اثرات مختلف اقتصادی و زیست محیطی آن همواره مورد بحث مجامع علمی و سیاسی بوده است. در این مطالعه با استفاده از برنامه ریزی ریاضی مثبت، پیامدهای زیست محیطی کاهش یارانه اعطایی به کودهای شیمیایی در تولید محصولات زراعی و اعطای یارانه به محصول در شهرستان زرنديه استان مرکزی بررسی شد. اطلاعات لازم از طریق منابع آماری وزارت جهاد کشاورزی برای سال زراعی ۱۴۰۱ برای سه محصول گندم آبی، جو آبی و ذرت علوفه‌ای که بیش از ۸۵ درصد سطح زیر کشت این منطقه را به خود اختصاص داده‌اند، گردآوری شد. نخست میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید هر محصول محاسبه و سپس تبعات زیست محیطی سیاست‌های مختلف اعطای یارانه بررسی شدند. در الگوسازی و تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای Excel و GAMS و مدل برنامه ریزی ریاضی مثبت با رویکرد تابع هزینه استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به تولید ذرت علوفه‌ای است و الکتریسیته، دیزل و کودهای شیمیایی بیشترین سهم را در انتشار گازهای گلخانه‌ای داشتند. شبیه‌سازی رفتار کشاورزان منطقه نشان داد که با افزایش قیمت کودهای شیمیایی، سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای نسبت به دو محصول دیگر کاهش بیشتری داشته و افزایش قیمت کود فسفر نسبت به سایر کودهای شیمیایی، تأثیر بیشتری بر کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد. همچنین بر اساس نتایج این مطالعه به نظر می‌رسد سیاست انتقال یارانه از نهاده‌های شیمیایی به محصول، تبعات زیست محیطی کمتری به دنبال خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: استان مرکزی، الگوی کشت، انتشار گازهای گلخانه‌ای، برنامه ریزی ریاضی مثبت، شهرستان زرنديه

مقدمه

دو دیدگاه غالب وجود دارد؛ کسب محبوبیت سیاسی (Anderson et al., 2013; Anderson & Swinnen, 2010) و وجود ریسک‌های مختلف مالی، قیمتی، تولیدی و کشش تقاضای پایین محصولات کشاورزی (Chen et al., 2015). این عوامل سبب شده است تا سیاست‌های حمایتی از مهم‌ترین سیاست‌های اقتصادی در بخش کشاورزی کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به شمار روند و همواره بر تداوم، تقویت و متنوع‌سازی این سیاست‌ها تأکید شود

پرداخت یارانه به اعضای زنجیره تأمین محصولات کشاورزی برای تضمین امنیت ذخایر غذایی و حفظ منافع اقتصادی و اجتماعی مربوط به آن، توسط بسیاری از دولت‌ها انجام می‌شود (Sha et al., 2024; Wu et al., 2023). در خصوص چرایی حمایت از بخش کشاورزی و همچنین علاقه سیاست‌گذاران برای حمایت از این بخش

۱- مؤسسه پژوهش‌های برنامه ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، تهران، ایران
(*) - نویسنده مسئول: (Email: m.esfahani@agri-peri.ac.ir)

(Kazemnejad, 2014).

اگرچه دولت‌ها در سراسر جهان برای تشویق کشاورزان به افزایش تولید و اتخاذ روش‌های تولید پایدار، مجموعه‌ای از سیاست‌های حمایتی را به کار می‌برند، اما اثرات سیاست‌های مختلف یارانه‌ها بسیار متفاوت است. برخی از سیاست‌های یارانه‌ای به منظور تضمین امنیت غذایی اتخاذ می‌شوند ولی ممکن است اثرات مخرب زیست‌محیطی به دنبال داشته باشند (Zhang et al., 2021). به عنوان مثال، اختصاص یارانه به آب و انرژی در کشورهای جنوب آسیا برای نیل به خودکفایی می‌تواند اثرات مخرب زیست‌محیطی به دنبال داشته باشد (Smith et al., 2017; Zhang et al., 2021). در ایران نیز مطالعات مختلف گزارش کرده‌اند که اعطای یارانه به نهاده‌های کشاورزی، سبب استفاده غیربهره‌مند از آنها شده و آسیب‌های زیست‌محیطی فراوانی به دنبال داشته است (Jamali Jaghdani & Kvartiuk, 2021; Mousavi et al., 2015).

از طرف دیگر، تقاضای زیاد برای غذا از سوی جمعیت در حال رشد در سراسر جهان، محیط‌زیست را تحت تأثیر قرار داده و فشارهای زیادی بر بهره‌وری کشاورزی وارد می‌کند (Zhai et al., 2020). به عبارت دیگر، اهداف متضاد امنیت غذایی و حفاظت از محیط‌زیست به یک مشکل بزرگ در سطح جهان به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه تبدیل شده است. از یک طرف، دولت می‌خواهد با ارائه یارانه‌های کشاورزی، تولید غذا را افزایش دهد؛ از طرف دیگر، به دلیل یارانه‌های کشاورزی، آلودگی زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی به یک نگرانی عمده تبدیل شده است (Chen et al., 2020). بنابراین یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های جهانی، ایجاد

توازن در میزان تولید محصولات کشاورزی برای پاسخگویی به تقاضای فزاینده جمعیت در حال رشد و حفظ کیفیت محیط‌زیست است (Ziliaskopoulos & Papalamprou, 2022).

با توجه به افزایش آگاهی‌های عمومی درباره اثرات مخرب زیست‌محیطی کاربرد غیربهره‌مند نهاده‌های شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی، در بیش‌تر کشورها تلاش‌هایی در جهت حذف و جایگزینی سیاست یارانه نهاده‌های شیمیایی با سیاست‌های مطلوب در دستور کار سیاست‌گذاران قرار گرفته است. بر همین اساس و با توجه به مسائل اقتصادی، زیست‌محیطی و مالی، پرداخت یارانه نهاده‌های شیمیایی بازنگری و تغییر سیاست‌های یارانه‌ای ضرورتی انکارناپذیر است (Bakhshi et al., 2010). از طرف دیگر، هر گونه تغییر در سیاست‌های حمایتی از جمله حذف یا کاهش یارانه‌ها می‌تواند از طریق تغییر در قیمت نهاده‌های کشاورزی اثر زیادی بر تصمیم‌گیری کشاورزان در تعیین نوع کاشت و همچنین میزان سطح زیر کشت آنان داشته باشد. به عبارت دیگر، تغییر در سیاست‌های حمایتی می‌تواند الگوی کشت منطقه را دستخوش تغییر کند (Laborde et al., 2021).

به طور کلی، هر گونه تغییر در سیاست‌های حمایتی دولت در بخش کشاورزی به واسطه تأثیر آن بر قیمت نهاده‌ها، محصول و سود کشاورز، می‌تواند سبب تغییر الگوی کشت و میزان مصرف نهاده‌های کشاورزی شده و منجر به تغییر اثرات زیست‌محیطی شود (شکل ۱)؛ بنابراین قبل از اتخاذ هر نوع سیاستی در خصوص تغییر قیمت نهاده‌های کشاورزی باید اثرات مختلف آن سیاست از جنبه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی مورد ارزیابی قرار گیرد.



شکل ۱- اثرات زیست‌محیطی تغییر سیاست‌های حمایتی دولت از بخش کشاورزی

Figure 1- The environmental impacts of changing the government's support policies for the agricultural sector

تأثیر سیاست‌ها در سطوح ملی، منطقه‌ای و مزرعه مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از مزیت‌های این روش این است که به محققان فرصت می‌دهد تا نسبت به تغییر سیاست‌ها واکنشی پیش‌رونده داشته باشند (Moulogianni & Bournaris, 2021). مزیت‌های این روش سبب شده است تا محققان مختلف برای بررسی و ارزیابی اثرات

برای ارزیابی اثر سیاست‌های کشاورزی بر محیط‌زیست، طیف گسترده‌ای از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی استفاده شده‌اند (Dijak et al., 2017; Moulogianni & Bournaris, 2021; Viaggi et al., 2010). رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی مثبت^۱ (PMP) به دلیل توانایی آن در بازتولید نتایج طرح کشت موجود، در موارد مختلف برای ارزیابی

شیمیایی می تواند تبعات اقتصادی و زیست محیطی زیادی داشته باشد، در این مطالعه تبعات زیست محیطی سیاست های یارانه ای بخش کشاورزی در خصوص تخصیص یارانه به کودهای شیمیایی و محصول با استفاده از مدل PMP در شهرستان زرنديه استان مرکزی مورد مطالعه قرار گرفته است.

مواد و روش ها

منطقه مطالعه و روش جمع آوری اطلاعات

شهرستان زرنديه یکی از مناطق حاصل خیز و یکی از قطب های کشاورزی استان مرکزی محسوب می شود (Bigdeli et al., 2024). این شهرستان در جنوب و جنوب غربی تهران و در شمال استان مرکزی قرار گرفته است. زرنديه از شمال با استان های تهران و البرز، از غرب با استان های قزوین و همدان، از شرق با استان های تهران و قم و از جنوب با شهرستان ساوه همسایه است (شکل ۲). کل سطح زیر کشت محصولات زراعی در این استان حدود ۱۲۵۰۰ هکتار است که بیش از ۸۰ درصد آن به کشت گندم، جو، ذرت علوفه ای و یونجه اختصاص دارد (Agriculture-Jahad, 2023).

اطلاعات مورد نیاز در این پژوهش شامل مقدار و هزینه نهاده های مصرفی از جمله کودهای شیمیایی، سموم شیمیایی، بذر، کود حیوانی، آب، نیروی کار و سرمایه و همچنین میزان تولید، قیمت محصول برای سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ از طریق سیستم هزینه تولید محصولات کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی گردآوری شدند. مدل سازی و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم افزارهای GAMS و Exel انجام شد و به منظور محاسبه میزان انتشار گازهای گلخانه ای، از ضریب انتشار هر کدام از نهاده ها که در مطالعات مختلف به آنها استناد شده و در جدول ۱ آمده داست، استفاده شد. CH_4 ، N_2O و CO_2 مهم ترین گازهای گلخانه ای مرتبط با بخش کشاورزی هستند که اثر یکسانی بر گرمایش جهانی ندارند، لذا میزان انتشار گازهای گلخانه ای بر اساس میزان تأثیر آنها بر ظرفیت گرمایش جهانی بر حسب کیلوگرم معادل CO_2 بیان می شود (Esfahani, 2022).

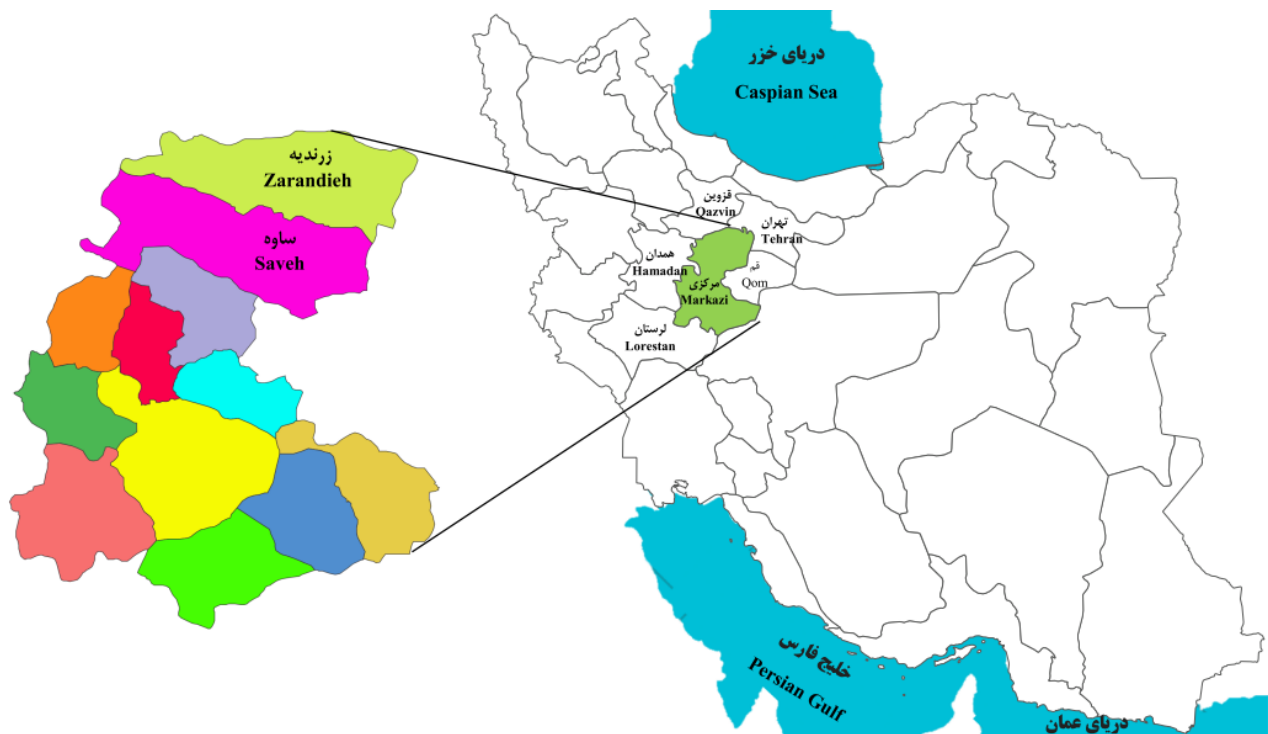
برنامه ریزی ریاضی مثبت (PMP)

بحث اصلی برای ساخت مدل های PMP، افزایش قابلیت اطمینان از طریق اجتناب از تفاوت بین وضعیت مرجع تجربی و وضعیت مرجع شبیه سازی شده است (Buysse et al., 2007). مدل های PMP، بر این فرض استوارند که سطح تولید مشاهده شده، بازتولید شده در مرحله کالیبراسیون، نتیجه انتخاب های عامل بهینه است (Baldi et al., 2023). بنابراین در این مدل ها، جواب بهینه همان جواب های سال پایه است که سبب جذابیت این مدل ها برای تحلیل سیاست نزد محققان شده است (Hasanvand et al., 2016).

زیست محیطی سیاست های مختلف کشاورزی از جمله افزایش قیمت نهاده های کشاورزی، در مناطق مختلف جهان از آن استفاده کنند (Balezentis et al., 2020; Cortignani & Dono, 2015; Zhao et al., 2019).

مولگیانی و بورناریس (Moulogianni & Boumaris, 2021) با استفاده از روش برنامه ریزی ریاضی مثبت به تحلیل اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی اقدامات توسعه روستایی در شمال یونان پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که این اقدامات دارای اثرات مثبت اقتصادی، اثرات منفی اجتماعی و اثرات منفی بر اکثر شاخص های زیست محیطی است. شعبان زاده خوشرودی و همکاران (Shabanzadeh-Khoshrody et al., 2022) اثرات سیاست قیمت تضمینی خرید را بر الگوی کشت محصولات زراعی در دشت قزوین را بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد در تمامی سناریوها سطح زیر کشت محصولات آب اندوز به ویژه گندم کاهش و در مقابل سطح زیر کشت محصولات آب بر مانند یونجه و گوجه فرنگی و همچنین متوسط درآمد کشاورزان افزایش خواهد یافت. میو و همکاران (Mu et al., 2023) با استفاده از مدل PMP تأثیر قیمت آب بر مصرف آب آبیاری و پایداری محیط زیست را تحت سناریوهای مختلف افزایش قیمت در چین بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که افزایش قیمت آب کشاورزی منجر به تغییر الگوی کشت محصول در منطقه مورد مطالعه و افزایش کشتش قیمت آب می شود. علاوه بر این، زمانی که قیمت آب ۲۰٪ و ۴۰٪ افزایش یابد، ورودی سموم در سایت A به ترتیب ۱۰۷٪ و ۳۴٪ و ورودی کود در سایت B به ترتیب ۱۰۵٪ و ۲۰۳٪ کاهش خواهد یافت. براساس نتایج مطالعه آنها اجرای سیاست های اصلاح قیمت آب در حوضه رودخانه وی می تواند اثرات مثبتی به دنبال داشته باشد. دنگ و ژو (Deng & Zhao, 2024) با استفاده از مدل PMP سناریوهای جایگزین یارانه های مختلف برای کود آلی از نظر تأثیر آنها بر استفاده از کودهای آلی و شیمیایی و اثرات زیست محیطی و عملکرد اقتصادی را بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد با اجرای سیاست های یارانه ای، مصرف کود آلی افزایش و به تبع آن مصرف کود شیمیایی کاهش خواهد یافت. ونگ و همکاران (Wang et al., 2024) در مطالعه خود اثرات سیاست های مختلف یارانه ای را با اولویت حداکثر سازی سود و در نظر گرفتن منابع آب و محدودیت های زیست محیطی در شهر چنگده، شمال چین، شبیه سازی کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که سیاست های یارانه ای مبتنی بر کیفیت در ترویج استفاده از کودهای آلی و افزایش درآمد کشاورز، بهتر از سیاست های یارانه های منطقه ای عمل می کند.

تخصیص یارانه به نهاده های تولید یکی از روش های مورد استفاده در ایران برای حمایت از بخش کشاورزی است که با توجه به استدلال های موافقان و مخالفان، همواره میزان آن با نوسان و تغییر مواجهه بوده است. با توجه به اینکه تغییر میزان یارانه نهاده های



شکل ۲- محدوده مورد مطالعه
Figure 2- The study area

جدول ۱- ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های کشاورزی

Table 1- Greenhouse gas emission coefficients of agricultural inputs

منبع Refrence	ضریب Coefficient	واحد Unit	نهاده Input
(Ilahi <i>et al.</i> , 2019)	1.3	کیلوگرم kg	کود نیتروژن N-fertiliser
(Esfahani, 2022)	0.2	کیلوگرم kg	کود فسفات P-Fertiliser
(Šarauskis <i>et al.</i> , 2019)	0.15	کیلوگرم kg	کود پتاسیم P-Fertiliser
(Kazemi <i>et al.</i> , 2016)	2.76	لیتر L	دیزل Diesel
(Ilahi <i>et al.</i> , 2019)	6.3	لیتر L	سموم شیمیایی Chemicals
(Esfahani & Rafati, 2022)	0.8	کیلووات ساعت Kwh	الکتریسیته Electricity

است همراه با محدودیت منابع و محدودیت کالیبراسیون برای برآورد قیمت سایه‌ای استفاده می‌شود (Arfini *et al.*, 2003).

$$\text{Maximize } Z = p'x - c'x$$

$$\text{Subject to: } Ax \leq b[\lambda]$$

$$x \leq x. + \varepsilon[\rho]$$

$$x \geq 0$$

(۱)

به‌صورت کلی مدل PMP که در مدل‌سازی فعالیت‌های کشاورزی بکار گرفته می‌شود طی سه مرحله انجام می‌شود. مرحله اول تبیین یک مدل برنامه‌ریزی خطی، مرحله دوم برآورد ضرایب تابع هدف غیر خطی و مرحله سوم تعیین مدل واسنجی و تحلیل سیاست (Alijani & Azadegan, 2018). در مرحله اول (رابطه ۱)، از یک مدل برنامه‌ریزی خطی ساده که برای حداکثرکردن سود طراحی شده

$C^v(x)$ در $x=x$ می باشد.

در مرحله سوم تابع هزینه غیرخطی برآورد شده در مرحله دوم در تابع هدف مسئله مورد بررسی قرار داده شده و تابع هدف غیرخطی مذکور در یک مسئله برنامه ریزی غیرخطی شبیه به مسئله اولیه به استثنای محدودیت های کالیبراسیون ولی همراه با سایر محدودیت های سیستمی مورد استفاده قرار می گیرد (رابطه ۴).

$$\begin{aligned} \text{Maximise } Z &= p'x - d'x - x'Qx/2 \\ \text{Subject to : } Ax &\leq b \\ x &\geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

در رابطه (۴)، بردار d و ماتریس Q ضرایب کالیبره شده تابع هدف غیرخطی را نشان می دهد. اکنون الگوی غیرخطی کالیبره شده فوق به طور صحیح سطوح فعالیت های مشاهده شده در سال پایه و مقادیر دوگان محدودیت منابع را بازتولید نموده و جهت شبیه سازی تغییرات در ضرایب مطلوب آماده است (Abdi Rokni et al., 2019; Hasanvand et al., 2016).

نتایج و بحث

سه محصول گندم، جو و ذرت علوفه ای حدود ۸۵ درصد از سطح زیر کشت منطقه را به خود اختصاص داده اند. همچنین جو با ۶۱۶۷ هکتار سطح زیر کشت بیشترین سهم از اراضی زراعی را به خود اختصاص داده است. از منظر اقتصادی نیز تولید ذرت علوفه ای سود بیشتری نسبت به سایر محصولات عاید کشاورزان می کند (جدول ۲).

جدول ۲- سطح زیر کشت، عملکرد، سود ناخالص و هزینه محصولات منتخب

Table 2- Area, Yeld and Gross profit of the selected crops

محصول	سطح زیر کشت	نسبت سطح	عملکرد	سود ناخالص
Crop	Cultivated Area (ha)	Releative Area (%)	Yield (kg)	Gross profit (Toman)
گندم	3038	24.15%	3718	8050441
Wheat				
جو	6167	49.02%	2888	6843643
Barley				
ذرت علوفه ای	1389	11.04%	48864	15199341
Silage corn				

سهم را در انتشار گازهای گلخانه ای داشتند. الکتریسته، کود نیتروژن و سوخت دیزل در سایر مطالعات نیز به عنوان مهمترین منابع انتشار گازهای گلخانه ای در تولید محصولات کشاورزی گزارش شده است (Abbas et al., 2022; Esfahani & Rafati, 2022; Jamali et al., 2021; Sharafi et al., 2023).

در رابطه (۱)، Z مقدار تابع هدف، p قیمت محصول، x سطح فعالیت تولیدی، c هزینه هر واحد از فعالیت، A ضرایب فنی، b مقادیر منابع در دسترس، ε اعداد کوچک مثبت برای جلوگیری از وابستگی خطی بین محدودیت های ساختاری و محدودیت های کالیبراسیون؛ λ متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت های منابع و ρ متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت های کالیبراسیون است (Daneshgar et al., 2021).

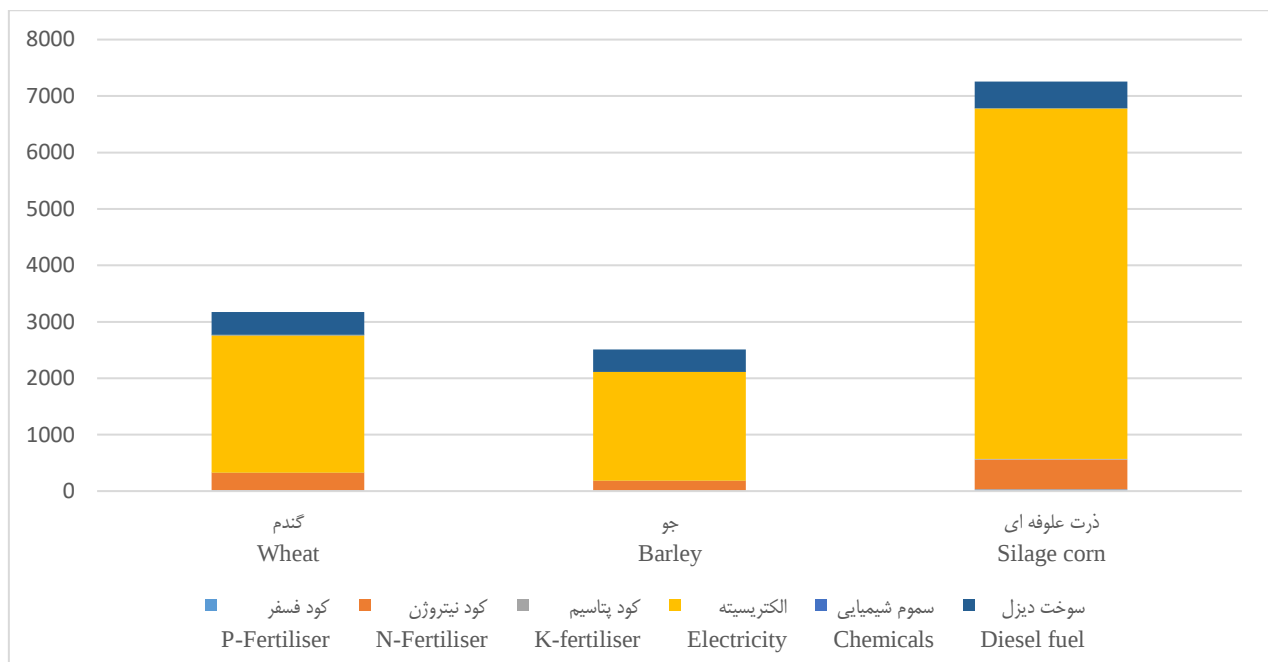
در مرحله دوم، از اطلاعات به دست آمده برای قیمت های سایه ای در مرحله اول، برای برآورد پارامترهای یک تابع هدف غیرخطی استفاده می شود. به طوری که سطوح فعالیت های مشاهده شده در دوره پایه توسط الگوی غیرخطی یاد شده و بدون استفاده از محدودیت های کالیبراسیون اولیه، بازتولید می شود (Paris & Howitt, 1998). در صورتی که تابع هزینه چندمحصولی دارای شکل تابعی درجه دوم باشد (رابطه ۲)، بردار هزینه نهایی می تواند بر اساس رابطه (۳) محاسبه شود.

$$C^v(x) = d'x + \frac{1}{2}x'Qx \quad (2)$$

$$MC^v = \nabla C^v(x)'_{x_i} = d + Q_{x_i} = c + \rho \quad (3)$$

در روابط بالا، d بردار $(n \times 1)$ پارامترهای خطی جز تابع هزینه، Q ماتریس نیمه معین مثبت با ابعاد $(n \times n)$ از پارامترهای جزء درجه دوم تابع هزینه، $\nabla C^v(x)'_{x_i}$ بردار گرادیان $(1 \times n)$ از مشتقات مرتبه نخست

به منظور بررسی تبعات زیست محیطی کاهش بارانه ها، میزان انتشار گازهای گلخانه ای برای کشت یک هکتار محصول در وضعیت فعلی و حالتی که قیمت نهاده ها افزایش می یابد، بررسی شد. در وضعیت فعلی، بیشترین میزان انتشار گازهای گلخانه ای مربوط به تولید ذرت علوفه ای است (شکل ۳). مقدار معادل CO_2 منتشر شده به ازای یک هکتار ذرت علوفه ای، برابر ۷۲۵۳ کیلوگرم، یک هکتار گندم برابر ۳۱۶۹ کیلوگرم و یک هکتار جو برابر ۲۵۱۰ کیلوگرم می باشد. نهاده های الکتریسته، سوخت دیزل و کود نیتروژن به بیشترین



شکل ۳- انتشار گازهای گلخانه‌ای تولید یک هکتار محصول
Figure 3- GHGs Emission from 1 ha of crops

قیمت کودهای شیمیایی، سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای را نسبت به دو محصول دیگر به نسبت بیشتری کاهش می‌دهد. در بین کودهای شیمیایی، تغییر قیمت کود فسفر تأثیر بیشتری بر کاهش سطح زیر کشت نشان داد (جدول ۳).

به‌منظور بررسی اثرات کاهش تدریجی یارانه کودهای شیمیایی، الگوی کشت منطقه در چهار سناریو مختلف افزایش ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصدی قیمت کودهای شیمیایی بررسی شدند. سناریوهای مختلف کاهش تدریجی یارانه کودهای شیمیایی نشان داد که افزایش

جدول ۳- تغییر سطح زیر کشت در اثر افزایش قیمت کودهای شیمیایی

Table 3- Change in cultivated area due to the increase in the price of chemical fertilizers

میزان افزایش Increasing rate	۲۵٪			۵۰٪		
نوع کود Fertilises type	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorus	پتاسیم Potassium	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorus	پتاسیم Potassium
گندم Wheat	-0.57%	-0.90%	-0.25%	-1.06%	-1.72%	-0.42%
جو Barley	-0.37%	-0.66%	-0.24%	-0.69%	-1.27%	-0.44%
ذرت علوفه‌ای Silage corn	-0.54%	-1.14%	-0.92%	-0.99%	-2.20%	-1.75%
میزان افزایش Increasing rate	۷۵٪			۱۰۰٪		
نوع کود Fertilises type	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorus	پتاسیم Potassium	نیتروژن Nitrogen	فسفر Phosphorus	پتاسیم Potassium
گندم Wheat	-1.54%	-2.53%	-0.58%	-2.03%	-7.30%	-0.75%
جو Barley	-1.01%	-1.88%	-0.64%	-1.33%	-5.41%	-0.84%
ذرت علوفه‌ای Silage corn	-1.44%	-3.25%	-2.58%	-1.89%	-8.75%	-3.40%

جدول ۴- سود ناخالص (میلیون تومان) و انتشار گازهای گلخانه‌ای (kg CO₂.eq) کل منطقه در اثر تغییر قیمت کودهای شیمیایی

 Table 4- Gross profit (milon Toman) and GHG emissin(kg CO₂.eq) of the Area due to the increase in the price of chemical fertilizers

نهاده Input	افزایش قیمت Increase in the price					
	25%			50%		
	سود خالص Gross profit	انتشار / سود ناخالص Emission/ Gross profit	انتشار / سطح Emission/Are a	سود خالص Gross profit	انتشار / سود ناخالص Emission/ Gross profit	انتشار / سطح Emission/Are a
کود نیتروژن N-fertiliser	86936	400.88	3304	86241	400.63	3289
کود فسفر P-fertiliser	86279	400.53	3288	84940	399.88	3256
کود پتاسیم K-fertiliser	87039	400.75	3304	86449	400.34	3287
تمامی کودها All fertilisers	85005	399.83	3255	82442	398.36	3190
حداکثر Max	87039	400.88	3304	86449	400.63	3289
حداقل Min	85005	399.83	3255	82442	398.36	3190
نهاده Input	افزایش قیمت Increase in the price					
	75%			100%		
	سود خالص Gross profit	انتشار / سود ناخالص Emission/ Gross profit	انتشار / سطح Emission/Are a	سود خالص Gross profit	انتشار / سود ناخالص Emission/ Gross profit	انتشار / سطح Emission/Are a
کود نیتروژن N-fertiliser	85550	400.29	3272	84865	399.99	3256
کود فسفر P-fertiliser	83616	399.24	3223	82315	398.52	3191
کود پتاسیم K-fertiliser	85863	399.89	3270	85282	399.56	3254
تمامی کودها All fertilisers	79948	396.76	3125	77521	395.12	3061
حداکثر Max	85863	400.29	3272	85282	399.99	3256
حداقل Min	79948	396.76	3125	77521	395.12	3061

میزان انتشار بر واحد سطح و همچنین به‌ازای یک میلیون تومان سودناخالص را به میزان بیشتری کاهش دهد. همچنین در این جدول مشاهده می‌شود افزایش قیمت کودهای شیمیایی به‌صورت همزمان سطح زیرکشت کل منطقه و سودناخالص کشاورزان را کاهش می‌دهد ولی کاهش انتشار حاصل از مصرف کمتر کودهای شیمیایی و سایر نهاده‌ها مانند سوخت دیزل و الکتریسیته سبب شده است تا میزان انتشار نسبت به سطح زیرکشت و سود ناخالص به میزان بیشتری کاهش یابد و در نتیجه با افزایش همزمان قیمت تمامی کودهای

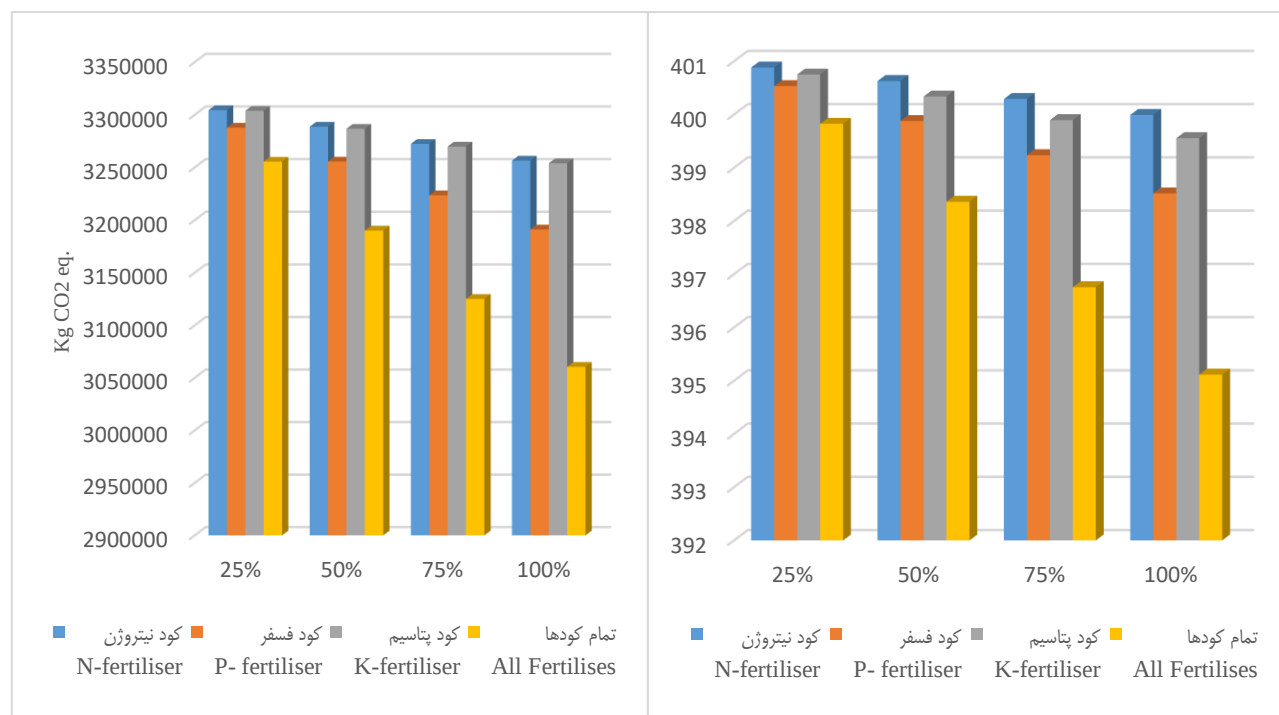
بررسی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در سناریوهای قیمتی مختلف کودهای شیمیایی، نشان داد که افزایش قیمت کود فسفر می‌تواند تأثیر بیشتری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در واحد سطح داشته باشد.

میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بر حسب (kg CO₂.eq) به‌ازای یک هکتار زمین زراعی در منطقه و همچنین کسب یک میلیون تومان سودناخالص در سناریوهای مختلف قیمتی کود شیمیایی در جدول ۴ آمده است. مشاهده می‌شود که افزایش قیمت کود فسفر می‌تواند

می‌توان چنین استنباط کرد که افزایش قیمت کودهای فسفر و پتاسیم سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای را نسبت به دو محصول دیگر یعنی گندم و جو به میزان بیشتری کاهش می‌دهد (جدول ۳) و با توجه به اینکه ذرت علوفه‌ای بیشترین میزان انتشار در واحد سطح را دارد (شکل ۳)، در نتیجه افزایش قیمت این نهاده‌ها تأثیر بیشتری بر کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای خواهد داشت.

شیمیایی انتشار در واحد سطح و سود ناخالص نسبت به سایر حالت‌ها کمتر خواهد شد.

این موارد در شکل ۴ نیز نشان داده شده است. در این شکل نیز مشاهده می‌شود افزایش همزمان قیمت تمامی کودهای شیمیایی منجر به انتشار کمتری خواهد شد. همچنین افزایش قیمت کودهای فسفر و پتاسیم تأثیر بیشتری در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در واحد سطح یا به ازای سود ناخالص دارند. با نگاهی نتایج این مطالعه



شکل ۴- انتشار گازهای گلخانه‌ای به ازای یک هکتار سطح زیر کشت (چپ) و هزارریال سود ناخالص (راست) با توجه به تغییر قیمت کودهای شیمیایی

Figure 4- Emission of greenhouse gases per hectare of cultivated area (left) and thousand rials of Gross profit (right) according to the change in the price of chemical fertilizers

سطح زیر کشت و میزان انتشار در حالت‌های مختلف بررسی شده در این مطالعه در جدول ۶ نشان داده شده است. در این جدول مشاهده می‌شود که بیشترین سطح زیر کشت و سود ناخالص در منطقه در حالتی است که قیمت تمامی نهاده‌ها صد درصد افزایش یافته و قیمت محصول نیز ۱۰ درصد افزایش یابد. به عبارت دیگر یارانه به جای کودهای شیمیایی از طریق افزایش قیمت تضمینی به محصول اختصاص یابد. در این حالت مقایسه میزان انتشار در واحد سطح نشان می‌دهد که کمترین میزان انتشار زمانی است که قیمت محصول، به میزان ۵ درصد افزایش و قیمت کودهای شیمیایی نیز دو برابر شود (جدول ۶). به صورت کلی هر چند در این حالت میزان انتشار در واحد سطح و سود ناخالص نسبت به حالتی که تنها قیمت کودهای شیمیایی افزایش یابد بیشتر خواهد بود ولی باید در نظر داشت که این سناریو

به منظور ارائه یک تحلیل جامع‌تر، الگوی کشت و اثرات زیست‌محیطی متأثر از آن در شرایطی که یارانه نهاده‌های شیمیایی به محصول منتقل شود نیز بررسی شد. بر این اساس با توجه به سهم نهاده‌های شیمیایی در هزینه تولید، سناریوهای مختلف شامل افزایش صد درصدی در قیمت نهاده‌های شیمیایی و افزایش ۵ و ۱۰ درصدی قیمت محصول نیز بررسی شدند (جدول ۵).

افزایش ۵ درصدی قیمت محصول، سطح زیر کشت را به میزان ۱۰/۶۶ هزار هکتار در منطقه افزایش و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای را به حدود ۳۵۰۰۹ هزار تن معادل CO₂ می‌رساند. افزایش ده درصدی قیمت محصول و صد درصدی قیمت کودهای شیمیایی، سطح زیر کشت منطقه را به ۱۱/۳۳ هزار هکتار و میزان انتشار را به ۳۹۸۷۹ تن معادل CO₂ خواهد رساند.

ضمن کاهش میزان انتشار سطح زیر کشت منطقه را افزایش کشاورزان منطقه را نیز نسبت به سایر حالت‌ها به میزان کمتری کاهش می‌دهد. بنابراین می‌توان چنین توصیه کرد که تخصیص یارانه به محصول به جای نهاده‌های شیمیایی، می‌تواند اثرات زیست محیطی مطلوب‌تری داشته باشد.

جدول ۵- الگوی کشت و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در شرایط افزایش قیمت محصول و نهاده‌های شیمیایی
Table 5- Crop pattern and greenhouse gas emissions in the conditions of increasing the price of yield and chemical inputs

محصول Crop	افزایش ۵٪ قیمت محصول Increase of the yield price 5%		افزایش ۱۰٪ قیمت محصول Increase of the yield price 10%	
	سطح زیر کشت Cultivated area(ha)	انتشار گازهای گلخانه‌ای (kg CO ₂ eq) GHGs Emission	سطح زیر کشت Cultivated area(ha)	انتشار گازهای گلخانه‌ای (kg CO ₂ eq) GHGs Emission
گندم Wheat	3044	9677676	3236	11055136
جو Barely	6284	16136892	6697	18495516
ذرت علوفه‌ای Silage corn	1329	9194772	1399	10237230
جمع Total	10657	35009340	11332	39787882

جدول ۶- انتشار کل به ازای سطح زیر کشت و سود ناخالص کل در حالت‌های مختلف تخصیص یارانه
Table 6- Total Emission per cultivated area and Gross profit in different subsidy allocation modes

انتشار / سطح Emission/Area (kg CO ₂ eq./ha)	انتشار / سود ناخالص Emission/ Gross profit (kg CO ₂ eq./ Million tomans)	سود ناخالص Gross profit (Million tomans)	سطح زیر کشت Cultivated Area(ha)	حالت‌های تخصیص یارانه Subsidy allocation modes
3285	399.24	87691	10657	افزایش ۵٪ قیمت محصول Increase of price of yield 5%
3511	402.20	98926	11332	افزایش ۱۰٪ قیمت محصول Increase of price of yield 10%
3190	398.36	82442	10295	افزایش ۵۰٪ قیمت نهاده‌ها Increase of price of inputs 50%
3125	396.76	79948	10150	افزایش ۷۵٪ قیمت نهاده‌ها Increase of price of inputs 75%
3061	395.12	77521	10008	افزایش ۱۰۰٪ قیمت نهاده‌ها Increase of price of inputs 100%
3324	401.141	87777	10594	وضعیت موجود Current Condition

نتیجه‌گیری

تولید محصول نه تنها باید تغییرات بهره‌وری محصول را منعکس کند، بلکه باید تغییر الگوی کشت کشاورزان را نیز منعکس کند. زیرا ممکن است پیامدهای نامطلوبی بر عملکرد محصول و سطوح تولید، تنوع زیستی و اثرات زیست محیطی تولید محصولات کشاورزی داشته باشد. بررسی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که تخصیص یارانه به نهاده‌های کشاورزی می‌تواند منجر به استفاده غیربهره‌مند این نهاده‌ها و اثرات سوء زیست محیطی شود. با توجه به لزوم حمایت دولت از تولید محصولات کشاورزی، چگونگی اعطای یارانه به محصولات کشاورزی با توجه به تأثیرات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی آن همواره مورد بحث مجامع علمی و سیاسی بوده است. بر این اساس از یک طرف حمایت از بخش کشاورزی به منظور پاسخگویی به نیاز غذایی

یکی از حمایت‌های نهادی برای توسعه کشاورزی، مشوق‌های مالی در قالب یارانه نهاده‌ها است. کاهش هزینه نهاده‌های یارانه‌ای، سودآوری تولید را افزایش داده و می‌تواند بر رفتار تولیدی کشاورزان تأثیرگذار باشد. مرور ادبیات موضوع، نشان می‌دهد که برنامه‌های حمایتی کشاورزی مانند یارانه‌های کودهای شیمیایی که مستقیماً با تولید محصولات خاص توسط کشاورزان مرتبط است، نه تنها بر میزان تولید، استفاده از زمین، استفاده از نیروی کار و سایر نهاده‌ها تأثیر می‌گذارد، بلکه ترکیب محصولات کشت‌شده و الگوی کشت را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین مطالعات در مورد تأثیر یارانه‌ها بر

تضمینی برای محصولات اساسی کشاورزی در کشور ما ابزار مناسبی برای تحقق این امر می‌باشد. به عبارت دیگر اقدام دولت در انتقال اعتبارات تخصیص یافته برای خرید کودهای شیمیایی، به خرید تضمینی محصولات کشاورزی، گام موثری در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تبعات ناشی از آن و همچنین حفظ امنیت غذایی جامعه خواهد بود.

جمعیت در حال رشد ضروری است و از طرف دیگر این حمایت‌ها باید به گونه‌ای انجام شود که کمترین تبعات زیست‌محیطی را به دنبال داشته باشد. بر اساس یافته‌های این مطالعه تخصیص یارانه به محصولات کشاورزی به جای نهاده‌های تولید ضمن حفظ سطح زیر کشت و میزان سودناخالص کشاورزان، موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و به تبع آن کاهش تبعات زیست‌محیطی استفاده از نهاده‌های شیمیایی در تولید محصول می‌شود. سیاست تعیین قیمت

References

1. Abbas, A., Zhao, C., Waseem, M., Ahmed khan, K., & Ahmad, R. (2022). Analysis of energy input-output of farms and assessment of greenhouse gas emissions: A case study of cotton growers [Community case study]. *Frontiers in Environmental Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.826838>
2. Abdi Rokni, K., Abedi, S., & Kashiri Kolaei, F. (2019). Effect of optimization of chemical fertilizers consumption on optimal cropping pattern in the framework of positive mathematical programming (Case study of Sari Goharbaran). *Agricultural Economics Research*, 11(42), 263-276. https://jae.marvdasht.iau.ir/article_3493_69a505d6c04e2c1e5562295d7fb1cc7f.pdf
3. Agriculture-Jahad, M.O. (2023). *Statistics of crop production*. Dputy of Planning and economy.
4. Alijani, F., & Azadegan, E. (2018). Analysis of pricing policy agricultural products. *Agricultural Economics Research*, 10(40), 85-104. https://jae.marvdasht.iau.ir/article_3093_4713216fbe9e7c80eda8ba2d404dbbe0.pdf
5. Arfini, F., Donati, M., & Paris, Q. (2003). A national PMP model for policy evaluation in agriculture using micro data and administrative information. International Conference on Agricultural Policy Reform and the WTO: Where are we heading. Capri, Italy.
6. Bakhshi, M.R., Peykani, G., Hosseini, S.S., & Saleh, I. (2010). Evaluating effects of removing fertilizer subsidy and direct payment polices on cropping pattern and inputs use (Case study: Agronomy subsector of Sabzevar Township). *Agricultural Economics*, 4(2), 185-207. https://www.iranianjae.ir/article_9765.html
7. Baldi, L., Arfini, F., Calzolari, S., & Donati, M. (2023). CAP reform and GHG emissions: policy assessment using a PMP agent-based model Research in Agricultural & Applied Economics. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.334520>
8. Balezitis, T., Chen, X., Galnaityte, A., & Namiotko, V. (2020). Optimizing crop mix with respect to economic and environmental constraints: An integrated MCDM approach. *Science of The Total Environment*, 705, 135896. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135896>
9. Bigdeli, s., Ebrahimi, K., Davudirad, A., & Hoorfar, A. (2024). Evaluation of the Zarandieh Saveh aquifer sustainability, Iran. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, 17(5), 817-830. https://idj.iaid.ir/article_182245_7576878b3cf06f087488c79bcf26cf2f.pdf
10. Buysse, J., Van Huylenbroeck, G., & Lauwers, L. (2007). Normative, positive and econometric mathematical programming as tools for incorporation of multifunctionality in agricultural policy modelling. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 120(1), 70-81. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.03.035>
11. Chen, Y.-H., Chen, M.-X., & Mishra, A.K. (2020). Subsidies under uncertainty: Modeling of input- and output-oriented policies. *Economic Modelling*, 85, 39-56. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.05.005>
12. Cortignani, R., & Dono, G. (2015). Simulation of the impact of greening measures in an agricultural area of the southern Italy. *Land Use Policy*, 48, 525-533. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.06.028>
13. Cortignani, R., & Dono, G. (2019). CAP's environmental policy and land use in arable farms: An impacts assessment of greening practices changes in Italy. *Science of The Total Environment*, 647, 516-524. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.443>
14. Daneshgar, H., Bagheri, M., Mardani Najafabadi, M., Alijani, F., & Yavari, G. (2021). Effects of climate change on hydrological and economic conditions of Bushkan plain farmers. *Agricultural Economics Research*, 13(2), 259-280. https://jae.marvdasht.iau.ir/article_4439_7d0b84e7072bde3c75eee06bf0b1352a.pdf
15. Deng, L., & Zhao, J. (2024). Assessing economic and environmental impacts of subsidies for organic fertilizer in vegetable production: insights from a combined PMP-LCA-LCC approach. *Environment, Development and Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04825-w>
16. Dijk, W.D., Hanberry, B.B., Fraser, J.S., He, H.S., Wang, W.J., & Thompson, F.R. (2017). Revision and application of the LINKAGES model to simulate forest growth in central hardwood landscapes in response to climate change. *Landscape Ecology*, 32, 1365-1384. <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0473-8>
17. Esfahani, S.M.J. (2022). Management of energy consumption and greenhouse gas emissions using the optimal farm

- scale: Evidence from wheat production in South Khorasan Province. *Iran Agricultural Research*, 40(2), 71-83. <https://doi.org/10.22099/IAR.2022.41569.1461>
18. Esfahani, S.M.J., & Rafati, M. (2022). The share of farm-scale on optimizing energy consumption and greenhouse gas emissions in irrigated wheat farms in eastern Iran. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 53, 102465. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102465>
19. Hasanvand, M., Tahmasebi, J., & Keramatzadeh, A. (2016). Survey of farmer's reaction to agricultural water policies in sub sector of farm in Khorramabad County using positive mathematical programming approach (PMP). *Agricultural Economics and Development*, 24(1), 167-192. <https://doi.org/10.30490/aead.2016.59026>
20. Ilahi, S., Wu, Y., Raza, M.A.A., Wei, W., Imran, M., & Bayasgalankhuu, L. (2019). Optimization approach for improving energy efficiency and evaluation of greenhouse gas emission of wheat crop using data envelopment analysis. *Sustainability*, 11(12), 3409. <https://doi.org/10.3390/su11123409>
21. Jamali Jaghdani, T., & Kvartiuk, V. (2021). The energy-water nexus in Iran: The political economy of energy subsidies for groundwater pumping. In S. Hülsmann & M. Jampani (Eds.), *A Nexus Approach for Sustainable Development : Integrated Resources Management in Resilient Cities and Multifunctional Land-use Systems* (pp. 107-128). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57530-4_8
22. Jamali, M., Soufizadeh, S., Yeganeh, B., & Emam, Y. (2021). A comparative study of irrigation techniques for energy flow and greenhouse gas (GHG) emissions in wheat agroecosystems under contrasting environments in south of Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 139, 110704. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110704>
23. Kazemi, H., Bourkheili, S.H., Kamkar, B., Soltani, A., Gharanjic, K., & Nazari, N.M. (2016). Estimation of greenhouse gas (GHG) emission and energy use efficiency (EUE) analysis in rainfed canola production (case study: Golestan province, Iran). *Energy*, 116, 694-700. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.10.010>
24. Laborde, D., Mamun, A., Martin, W., Piñeiro, V., & Vos, R. (2021). Agricultural subsidies and global greenhouse gas emissions. *Nature Communications*, 12(1), 2601. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22703-1>
25. Moulogianni, C., & Bournaris, T. (2021). Assessing the impacts of rural development plan measures on the sustainability of agricultural holdings using a PMP model. *Land*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/land10050446>
26. Mousavi, S. N., Farajzadeh, Z., & Taheri, F. (2015). Study of economic and environmental consequences of eliminating chemical and pesticides subsidy using general equilibrium analysis. *Agricultural Economics and Development*, 2(4), 171-205. <https://doi.org/10.30490/aead.2015.58949>
27. Mu, L., Wang, Y., & Xue, B. (2023). Does the dynamic adjustment of agricultural water prices drive variation of the agricultural production?., 02 February 2023, PREPRINT (Version 1) available at Research Square <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2470829/v1>
28. Paris, Q., & Howitt, R.E. (1998). An analysis of Ill-Posed production problems using maximum entropy. *American Journal of Agricultural Economics*, 80(1), 124-138. <https://doi.org/10.2307/3180275>
29. Šarauski, E., Masilionytė, L., Juknevičius, D., Buragienė, S., & Kriauciūnienė, Z. (2019). Energy use efficiency, GHG emissions, and cost-effectiveness of organic and sustainable fertilisation. *Energy*, 172, 1151-1160. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.02.067>
30. Shabanzadeh-Khoshrody, M., Azadi, H., Ahangarkolaee, S.S., Värnik, R., Viira, A.-H., & Kurban, A. (2022). Reviewing the effects of guaranteed and purchasing price policies on cultivation pattern of agronomic crops in Qazvin Plain, Iran. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*. <https://doi.org/10.1080/08974438.2022.2085223>
31. Sharafi, S., Kazemi, A., & Amiri, Z. (2023). Estimating energy consumption and GHG emissions in crop production: A machine learning approach. *Journal of Cleaner Production*, 408, 137242. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137242>
32. Smith, V.H., Glauber, J.W., Goodwin, B.K., & Sumner, D.A. (2017). Agricultural policy in disarray: Reforming the farm bill—An overview. American Enterprise Institute. <https://hdl.handle.net/10568/146291>
33. Viaggi, D., Raggi, M., & Paloma, S.G. (2010). An integer programming dynamic farm-household model to evaluate the impact of agricultural policy reforms on farm investment behaviour. *European Journal of Operational Research*, 207(2), 1130-1139. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.05.012>
34. Wang, S., Yang, P., Tan, Q., & Yao, L. (2024). Identification of optimal organic fertilizer subsidy policies under dual uncertainty via a self-calibrated fuzzy-boundary interval programming method. *Journal of Cleaner Production*, 438, 140762. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140762>
35. Zhai, Z., Martínez, J.F., Beltran, V., & Martínez, N.L. (2020). Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 170, 105256. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105256>
36. Zhang, R., Ma, W., & Liu, J. (2021). Impact of government subsidy on agricultural production and pollution: A game-theoretic approach. *Journal of Cleaner Production*, 285, 124806.

- <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124806>
37. Zhao, Z., Wang, G., Chen, J., Wang, J., & Zhang, Y. (2019). Assessment of climate change adaptation measures on the income of herders in a pastoral region. *Journal of Cleaner Production*, 208, 728-735. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.088>
38. Ziliaskopoulos, K., & Papalamprou, K. (2022). A bilevel linear programming model for developing a subsidy policy to minimize the environmental impact of the agricultural sector. *Sustainability*, 14(13). <https://doi.org/10.3390/su14137651>



Research Article

Vol. 39, No. 1, Spring 2025, p. 33-56

Investigating the Factors Influencing Behavioral Intention and Adoption of Artificial Intelligence Technology: A Case Study of Cultivation and Industries at Razavi Agricultural Company

A. Sani Heidary¹, E. Safari^{2*}

1- Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Artificial Intelligence Applications Development Group, Communication and Information Technology Research Institute, Tehran, Iran

(*- Corresponding Author Email: e.safari@itrc.ac.ir)

Received: 03-07-2024

Revised: 11-09-2024

Accepted: 23-09-2024

Available Online: 23-09-2024

How to cite this article:

Sani Heidary, A., & Safari, E. (2025). Investigating the Factors Influencing Behavioral Intention and Adoption of Artificial Intelligence Technology: A Case Study of Cultivation and Industries at Razavi Agricultural Company. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 39(1), 33-56. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jead.2024.88807.1277>

Introduction

In the continuity of human life, agriculture as a strategic activity plays a key role in providing food. In addition, the agricultural sector plays an important role in economic development, social welfare and environmental sustainability of all countries. However, this sector is facing many challenges in recent years. Some of its most important challenges include the increasing growth of the world's population, a 40% reduction in water and soil resources, the destruction of a quarter of agricultural land, climate change, a lack of specialized labor, poor access to financial resources, strict laws, and a decrease in the number of farmers due to a decrease in motivation. Therefore, in order to meet the growing demand for food and overcome its challenges, the agricultural sector is forced to look for new solutions such as adopting digital transformation enhanced by artificial intelligence technology. The use of artificial intelligence (AI) technology has recently become increasingly prominent in the agricultural sector. AI-based solutions assist farmers in achieving higher productivity with fewer resources, ensuring the production of high-quality and healthy products, and accelerating the marketing process. Given the significance of AI technology in enhancing the overall efficiency of the agricultural sector, this research aims to identify the key predictors that influence the behavioral intention and adoption of AI technology in agricultural companies.

Materials and Methods

The main objective of this research is to determine the key predictors of behavioral intention and behavior of using artificial intelligence technology in agricultural companies through the combination of the developed UTAUT2 model and TOE factors. The statistical population of this research is the total employees of nine cultivation and industry of Razavi Agricultural Company, which are about 465 people. Data were collected by completing multidimensional questionnaires along with semi-structured interviews from households in 2023. In total, 250 questionnaires were completed. Data of 39 respondents were excluded due to missing values. The questionnaire is designed based on the seven-point Likert scale (strongly disagree = 1, strongly agree = 7). The questionnaire used in this research includes 14 constructs in the form of 60 items. Excel 2019 software was used



©2024 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jead.2024.88807.1277>

to analyze the raw data of the questionnaire and SmartPLS software was used to test the research hypotheses. In order to guarantee the stability of the data, a complete bootstrap method with 5000 sub-samples was performed.

Results and Discussion

The results revealed that the values of Cronbach's alpha and CR for all constructs were higher than 0.7, which shows acceptable internal consistency of the model and adequate reliability of the research constructs. AVE scores and factor loading values for all constructs are above 0.5, which indicates the correct definition of constructs and high convergence between constructs and its items. The values of rho_A as an important reliability measure for PLS-SEM for all constructs are greater than the acceptable value of 0.7. The results of the Fornell-Larcker criteria and the Heterotrait-Monotrait ratio (HTMT) indicate that the model is confirmed in terms of the constructs' discriminative validity. In addition, the research model was able to explain 89.4 and 51.7 percent of the variance of the variables of behavioral intention and the behavior of people to use artificial intelligence technology in the agricultural sector. According to the results, all research hypotheses are confirmed and the behavioral intention to adopt artificial intelligence technology is positively and significantly influenced by expected performance, social effects, hope for effort, facilitating conditions, pleasure-seeking motivation, price-value, habit, trust in technology, technological aspects, organizational aspects, and environmental aspects. However, the fear of technology variable has a negative and significant impact on people's behavioral intention.

Conclusion

This study highlights the determining the role of expected performance constructs, social influences, fear of technology, and organizational and environmental aspects compared to other constructs in predicting people's behavioral intention to adopt artificial intelligence technology in the agricultural sector and provides important information for different stakeholders. According to the results, it is suggested that the government should invest in the development of the necessary infrastructure for this technology and provide a platform for its development by establishing efficient laws and paying low-interest facilities. In addition, Designers should create user-friendly tools tailored to the agricultural conditions of the country.

Keywords: Agricultural sector, Artificial intelligence technology, Behavioral intention, Structural equation modeling, Use Behavior

مقاله پژوهشی

جلد ۳۹، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴، ص. ۵۶-۳۳

بررسی عوامل مؤثر بر قصد رفتاری و رفتار استفاده از فناوری هوش مصنوعی: مطالعه موردی کشت و صنعت‌های شرکت کشاورزی رضوی

علیرضا ثانی حیدری^۱ - احرام صفری^۲*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۲

چکیده:

فناوری هوش مصنوعی یکی از راه‌حل‌های مطلوب فعلی برای حل مشکلات بخش کشاورزی و افزایش کمی و کیفی میزان تولید محصولات این بخش است. چرا که پیش‌بینی و بهبود سیستم‌های مدیریت مزرعه، می‌تواند کیفیت و عرضه محصول را تضمین کند. افزون‌براین، بخش کشاورزی به‌دلیل جایگاه آن در اقتصاد و امنیت غذایی کشور به‌عنوان یکی از حوزه‌های اولویت‌دار برنامه‌های ملی توسعه فناوری هوش مصنوعی به حساب می‌آید. گسترش چنین فناوری جدیدی در مقیاس وسیع کشاورزی و در سطح کشور به عوامل مختلفی بستگی دارد. بنابراین، هدف اصلی تحقیق حاضر، تعیین پیش‌بینی‌کننده‌های کلیدی قصد رفتاری و رفتار استفاده از فناوری هوش مصنوعی در بخش کشاورزی است. ویژگی متمایز این تحقیق ترکیب جنبه‌های مدل توسعه یافته نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری (UTAUT2) با جنبه‌های فناوری، سازمانی و محیطی (TOE) است. حجم نمونه مبتنی بر روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای، ۲۱۱ نفر برآورد و داده‌ها از طریق تکمیل پرسشنامه به‌صورت مصاحبه از کارکنان ۹ کشت و صنعت کشاورزی واقع در چهار استان خراسان شمالی، رضوی، جنوبی و سمنان در سال ۱۴۰۲ جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد عملکرد مورد انتظار و تأثیرات اجتماعی، مهمترین عوامل مثبت تعیین‌کننده قصد رفتاری افراد برای پذیرش فناوری هوش مصنوعی هستند. متغیر ترس از فناوری به‌عنوان مهمترین عامل بازدارنده پذیرش فناوری تعیین شد. در بین جنبه‌های فناوری، سازمانی و محیطی، نتایج نقش قابل توجه جنبه‌های سازمانی و محیطی بر قصد رفتاری افراد را برجسته می‌کند. در نهایت، متغیرهای امید به تلاش، شرایط تسهیل‌کننده، انگیزه لذت‌جویی، قیمت-ارزش، اعتماد به فناوری، عادت و جنبه‌های فناوری دیگر عوامل تعیین‌کننده قصد رفتاری افراد جهت پذیرش فناوری می‌باشند. این نتایج اطلاعات مهمی را برای ذینفعان مختلف فراهم می‌کند. توصیه می‌شود سیاست‌گذاران در اجرای برنامه‌های توسعه فناوری هوش مصنوعی در کشاورزی متغیرهای تعیین‌کننده قصد رفتاری را مورد توجه قرار دهند؛ دولت باید در توسعه زیرساخت‌های ضروری این فناوری سرمایه‌گذاری کند و با وضع قوانین کارآمد و پرداخت تسهیلات کم‌بهره، بستر توسعه این فناوری را فراهم سازد؛ طراحان با ارائه اطلاعات و مشارکت دادن کشاورزان در فرآیند توسعه آن، آنها را بهتر در مورد عملکرد فناوری خود آگاه کنند.

واژه‌های کلیدی: بخش کشاورزی، رفتار استفاده، فناوری هوش مصنوعی، قصد رفتاری، مدل معادلات ساختاری

مقدمه

این بخش، به‌دلیل جایگاه آن در توسعه اقتصادی، رفاه اجتماعی و پایداری محیط‌زیست از اهمیت ویژه‌ای در تمام کشورهای دنیا برخوردار است. به‌طوری‌که این بخش در کشورهای توسعه‌یافته منشأ پیشرفت و در کشورهای در حال توسعه، باعث تحکیم پایه‌های اقتصاد می‌شود (Sani Heidary et al., 2020; Vuppapapati, 2021).

کشاورزی یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین صنایع جهان به شمار می‌رود که با تولید محصولات خود، پاسخ‌گوی غذای جمعیت در حال رشد جهان می‌باشد و دارای نقش کلیدی در تأمین امنیت غذایی است.

۱- گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- گروه توسعه کاربردهای هوش مصنوعی، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، تهران، ایران

(Email: e.safari@itrc.ac.ir)

(*)- نویسنده مسئول:

شیوه‌های اثربخش‌تر در این بخش را فراهم کرد. استفاده از فناوری هوش مصنوعی به تازگی در بخش کشاورزی مشهود شده و می‌تواند نمونه‌ای از تغییر در انجام فعالیت‌های کشاورزی فعلی باشد (Vuppapapati, 2021; Banthia & Chaudaki, 2022).

راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی به کشاورزان کمک می‌کند که با منابع کمتر تولید بیشتری داشته باشند؛ محصولاتی با کیفیت و سالم تولید کنند و در نهایت در زمان کوتاه‌تری محصولات خود را به بازار عرضه کنند (Banthia & Chaudaki, 2022). یک سیستم مجهز به هوش مصنوعی، اطلاعاتی را در مورد سطح زیرکشت، نوع محصول، سلامت محصولات و مواد مغذی مورد نیاز برای افزایش کیفیت و کمیت محصول به کشاورزان ارائه می‌دهد و سلامت محصولات را در زمان واقعی ردیابی می‌کند (Javaid et al., 2023). همچنین، شرکت‌های کشاورزی می‌توانند از داده‌های بزرگ و یادگیری ماشین برای پیش‌بینی قیمت، محاسبه خروجی و عملکرد محصول نهایی و شناسایی هجوم آفات و بیماری‌ها استفاده کنند. در بسیاری از شرکت‌های در حال توسعه ربات‌های خودران برای مدیریت فرآیندهای کشاورزی استفاده می‌شوند (Javaid et al., 2023).

هوش مصنوعی شامل تکنیک‌هایی است که رایانه‌ها را قادر می‌سازند تا رفتار انسان را شبیه‌سازی و پیش‌بینی کنند. هوش مصنوعی توانایی یک ماشین برای انجام عملکردهای شناختی مرتبط با ذهن انسان است. حل مسئله، یادگیری، استدلال و ادراک همگی اهداف هوش مصنوعی هستند و تمام این موارد زمانی اتفاق می‌افتد که یک هوش انسانی تعریف شود تا ماشین بتواند آن را درک کند (Javaid et al., 2023). هوش مصنوعی می‌تواند دانش در سطح انسانی را جذب کند و از این اطلاعات برای خودکارسازی و تسریع وظایفی استفاده کند که در گذشته فقط توسط انسان صورت می‌گرفت (Vuppapapati, 2021). یادگیری ماشین، بینایی کامپیوتر، پردازش زبان طبیعی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، رباتیک و سیستم‌های خبره مهم‌ترین ابزارهای هوش مصنوعی هستند که در کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Shadrin et al., 2019).

به‌صورت کلی، بهترین راهبرد برای مرتفع‌سازی چالش‌ها و تهدیدهای پیشرو بخش کشاورزی، توسعه به کارگیری فناوری‌های هوش مصنوعی در تمام مراحل تولید محصولات کشاورزی تا مصرف آن می‌باشد. چرا که فناوری هوش مصنوعی و زیرمجموعه‌های آن به شدت توانایی ایجاد تحول در کشاورزی را دارند و می‌توانند منجر به شگفتی بزرگی در بخش کشاورزی شوند (Vuppapapati, 2021; Javaid et al., 2023). در این راستا، مهم‌ترین ابزارهای هوش مصنوعی مورد استفاده در کشاورزی ایران و نتایج حاصل از آن در جدول ۱ ارائه شده است.

با این حال این بخش با مشکلات متعددی مواجه است. برخی از مهمترین مشکلات آن شامل رشد فزاینده‌ی جمعیت جهان (رسیدن به ۹/۹ میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰) (Vuppapapati, 2021; Dhanush et al., 2023)، کاهش ۴۰ درصدی منابع آب و خاک و تخریب یک چهارم زمین‌های کشاورزی (Vuppapapati, 2021)، تغییرات اقلیم و فشارهای اجتماعی و اثرات اقتصادی فاجعه‌بار آن (Ronaghi & Forouharfar, 2020; Vuppapapati, 2021; Dhanush et al., 2023)، کمبود نیروی کار متخصص، کمبود دسترسی به منابع مالی (Javaid et al., 2023; Dhanush et al., 2023)، قوانین سختگیرانه و کاهش تعداد کشاورزان به دلیل کاهش انگیزه (Javaid et al., 2023) می‌باشند.

در ایران نیز، بخش کشاورزی نقش کلیدی را در اقتصاد، اشتغال، امنیت غذایی و به‌خصوص تاب‌آوری کشور در مقابل تحریم‌های ناعادلانه جهانی ایفا می‌کند. در شرایط تحریمی، بخش کشاورزی رسالت مهمی مبنی بر ارزآوری برای کشور را برعهده داشته است. تنوع اقلیمی و آب‌وهوایی، ظرفیت‌های قابل توجهی را در کشور برای تولید محصولات کشاورزی در عرصه‌های این مرز و بوم ایجاد کرده است. با این حال بخش کشاورزی ایران از مشکلات متعددی برخوردار است به گونه‌ای که در سال ۲۰۲۲، شکاف عملکردی برخی از محصولات راهبردی کشور مانند گندم، جو، آفتابگردان، برنج، چغندر و سویا نسبت به متوسط عملکرد جهان به ترتیب ۱۲۱، ۸۱، ۸۰ و ۹ درصد می‌باشد (جدول A1 پیوست) که این موضوع بیانگر آن است که متوسط عملکرد محصولات کشاورزی کشور در مقایسه با متوسط جهان بسیار پایین می‌باشد (Islamic Parliament Research Center of I.R. Iran, 2021). همچنین سهم تولیدات داخلی کشور از عرضه محصولات اساسی کشاورزی کمتر از ۶۰ درصد بوده و فاصله تا خط امن خودکفایی در بسیاری از محصولات کشاورزی افزایش یافته است. در واقع، این روند نامناسب تولیدات داخلی در تأمین غذای جامعه و افزایش ضریب خوداتکایی به محصولات خارجی بیانگر مدیریت غیراصولی و ناکارآمد در این بخش است (Islamic Parliament Research Center of I.R. Iran, 2021). از این رو، بخش کشاورزی پیش از گذشته در تحقق امنیت غذایی کشور با مشکل مواجه خواهد.

بنابراین، بخش کشاورزی برای برآوردن تقاضای فزاینده‌ی غذا در جهان و غلبه بر چالش‌های خود مجبور به جستجوی راه‌حل‌های جدیدی چون پذیرش تحول دیجیتال می‌باشد که با فناوری هوش مصنوعی تقویت شده است (Vuppapapati, 2021). در چنین شرایطی مبتنی بر تحلیل راه‌حل‌های بهینه چالش‌های فعلی کشاورزی سنتی و کاربرد فناوری هوش مصنوعی می‌توان بستر دستیابی به

جدول ۱- استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی در کشاورزی و نتایج آن

Table 1- Utilization of artificial intelligence tools in agriculture and their outcomes

منابع Sources	نتایج Results	منطقه Area	نوع محصول - مرحله تولید Type of product - production stage	زمینه استفاده Context of use	نام ابزار Tool name
(Adelkhani et al., 2015)	نتایج نشان داد ابزارهای هوش مصنوعی چون بینایی ماشین و شبکه‌های عصبی مصنوعی در تعیین خصوصیات محصولات کشاورزی از قدرت، دقت و سرعت بالایی برخوردار هستند. The results showed that artificial intelligence tools such as image processing and artificial neural networks are highly accurate and fast at determining the characteristics of agricultural products.	کرمانشاه Kermanshah	مزه پرتغال تامسون - برداشت Taste of Thompson oranges - harvest	طبقه‌بندی کیفیت Quality classification	پردازش تصویر و شبکه‌های عصبی مصنوعی Image processing and artificial neural networks
(Masoudi, 2016)	کاهش نیروی کارگری موردنیاز؛ افزایش بهداشت و سلامت دام و انسان؛ تغذیه بهینه علوفه به دام؛ بهره‌وری و سود بیشتر. Reduction of required labor force; Increasing livestock and human health; Optimum feeding of fodder to livestock; More productivity and profit.	-	گاو Cow	مدیریت دامداری Livestock management	ربات‌ها Robots
(Fatahi et al., 2017)	نتایج نشان داد پردازش تصاویر و شبکه عصبی مصنوعی ابزارهای مناسبی جهت تخمین و تشخیص تازگی گوشت مرغ است. The results indicated that image processing and artificial neural networks are effective for estimating and diagnosing the freshness of chicken meat.	لرستان Lorestan	مرغ Chicken	طبقه‌بندی کیفیت Quality classification	پردازش تصویر و شبکه‌های عصبی مصنوعی Image processing and artificial neural networks
(Sabzi et al., 2019)	نتایج نشان داد که توسعه فناوری هوش مصنوعی مانند بینایی ماشین در پاشش علف‌کش‌های امری ضروری است و از دقت و عملکرد بالایی در کنترل علف هرز برخوردار است. The study's findings suggest that artificial intelligence technology, especially machine vision, is essential for herbicide spraying, demonstrating high accuracy and performance in weed control.	کرمانشاه Kermanshah	سیب زمینی - مرحله داشت -Potato Supervision	تشخیص علف هرز چاودار Rye weed detection	بینایی ماشین یا کامپیوتر Machine or computer vision
(Hosseini et al., 2019)	نتایج نشان داد ابزارهای هوش مصنوعی در تخمین شاخص برگ گیاهان از سرعت و دقت بالایی برخوردار است. The results indicated that artificial intelligence tools estimate plant leaf index with high speed and accuracy.	تبرستان Tabarestan	نعناع Mint	تخمین سطح برگ Estimation of leaf area	شبکه‌های عصبی مصنوعی فازی Fuzzy artificial neural networks
(Lorestani et al., 2020)	نتایج نشان داد بکارگیری روش‌های نوین نظیر پردازش تصویر و شبکه عصبی مصنوعی برای دسته‌بندی نارنگی از دقت و کارایی بالایی برخوردار هستند. The results showed that the use of new methods such as image processing and artificial neural networks for tangerine classification has high accuracy and efficiency.	ساری Sari	درجه‌بندی نارنگی - برداشت Sorting of Tangerine - harvesting	طبقه‌بندی کیفیت Quality classification	پردازش تصویر و شبکه‌های عصبی مصنوعی Image processing and artificial neural networks

اینترنت اشیاء، داده‌های بزرگ و یادگیری ماشین Internet of Things, Big Data and Machine Learning	سلامت دام‌ها Livestock health	گاو - تمام دوره پرورش - Cow Breeding period	شهریار، ورامین و پیشوا Shahriar, Varamin and Pishva	نتایج نشان داد سامانه طراحی شده در بستر هوش مصنوعی، علائم حیاتی و رفتاری دام را با دقت بالا در لحظه نظارت می‌کند و در اختیار دامدار قرار می‌دهد و منجر به افزایش سلامت دام، کاهش تلفات و افزایش بهره‌وری دام می‌شود. The results indicated that the AI-based system accurately monitors livestock's vital signs and behavior in real-time, providing farmers with valuable data that enhance animal health, reduces losses, and boosts productivity.	Behneghar et al., 2021
بینایی ماشین و پردازش تصویر Machine vision and Image processing	طبقه‌بندی گونه Species classification	گیاهان دارویی Herbal plants	سلماس Selmas	نتایج نشان داد بینایی ماشین پتانسیل بالایی در شناسایی و طبقه‌بندی گیاهان دارویی و می‌تواند جایگزین روش‌های فعلی باشد و از دقت و سرعت بالایی برخوردار است. The results indicate that machine vision can effectively identify and classify medicinal plants, offering a faster and more accurate alternative to current methods.	Azadnia & Kheiralipour, 2021
یادگیری ماشین و پردازش تصویر Machine Learning and Image processing	کمبود مواد غذایی Lack of food	پسته Pistachio	بهباد Behabad	نتایج نشان داد شناسایی خودکار کمبود مواد مغذی بر اساس روش‌های هوشمند پردازش تصویر و یادگیری ماشین، نسبت به راه‌حل‌های آزمایشگاهی، از نظر هزینه، سرعت تشخیص و همچنین دقت روشی مناسب‌تری است. The results showed that the automatic detection of nutrient deficiency based on intelligent methods of image processing and machine learning is more appropriate than laboratory solutions in terms of cost, detection speed, and accuracy.	Rezaei et al., 2021
بینایی ماشین Machine vision	طبقه‌بندی کیفیت Quality classification	زالزالک Hawthorn	سلماس Selmas	نتایج نشان داد بینایی ماشین در طبقه‌بندی محصول زالزالک از قابلیت بالایی برخوردار است که منجر به کاهش ضایعات محصول و افزایش کیفیت درجه‌بندی آن می‌شود. The results indicated that machine vision effectively classifies hawthorn products, reducing waste and enhancing grading quality.	Azadnia et al., 2022
پهپاد و یادگیری عمیق Drones and Deep learning	مدیریت آفات Pest Management	مرکبات - داشت Citrus fruits-Supervision	قائم‌شهر Ghaemshahr	نتایج نشان داد که کاربرد پهپادها و مدل یادگیری عمیق از دقت و سرعت بالایی در شناسایی آفات مرکبات دارد و می‌تواند به کشاورزان در مدیریت و کنترل آفات کمک کند. The results showed that the use of drones and deep learning models has high accuracy and speed in identifying citrus pests and can help farmers in pest management and control.	Hadipour Rokni et al., 2022
پردازش تصویر و ماشین بردار پشتیبانی Image Processing and Support Vector Machine	مدیریت بیماری‌ها Disease management	انگور Grape	قزوین Qazvin	نتایج نشان داد ابزارهای هوش مصنوعی در تشخیص و طبقه‌بندی بیماری‌های گیاهی از دقت و سرعت بالایی برخوردار است. The results indicated that artificial intelligence tools can diagnose and classify plant diseases with high accuracy and speed.	Najafabadiha et al., 2023
یادگیری عمیق Deep Learning	تشخیص کرم ساقه‌خوار Detection of stem-eating worms	برنج - مرحله داشت -Rice Supervision	آمل Amol	نتایج نشان داد استفاده از ظرفیت فناوری هوش مصنوعی منجر به کاهش زمان تشخیص و درصد تشخیص اشتباه آفت توسط کشاورز می‌شود. در واقع سرعت و دقت سامانه موجب کاهش اثر مخرب آفت بر مزرعه می‌گردد. The results indicated that artificial intelligence technology enhances pest detection speed and accuracy for farmers, minimizing misdiagnosis and mitigating negative impacts on farms.	Fallah & Ghanbari (Parmehr, 2023)

یادگیری عمیق Deep learning	مدیریت مراحل تولید- زمان برداشت Management of production stages - harvest time	سیب Apple	شاهرود Shahrood	نتایج نشان داد که یادگیری عمیق، به عنوان ابزار هوش مصنوعی، زمان برداشت بهینه محصولات کشاورزی را به دقت تعیین می کند و راه را برای پیشرفت روبات های برداشت هموار می کند. (Saedi, 2023)
یادگیری ماشین Machine Learning	مدیریت آب Water management	پیش بینی پارامترهای کیفی آب Prediction of water quality parameters	خوزستان Khuzestan	نتایج نشان داد کاربرد ابزارهای هوش مصنوعی در پیش بینی پارامترهای کیفی آب از از دقت و سرعت مناسبی برخوردار هستند. The results indicate that artificial intelligence tools accurately and quickly predict water quality parameters. (Sayahi et al., 2024)

Banthia & Nekouei et al., 2024)؛ "مدیریت علف های هرز (Banthia & Chaudaki, 2022; Tzachor et al., 2022; Javaid et al., 2023)؛ "بهره وری و عملکرد تولید محصولات کشاورزی (Tzachor et al., 2022; Javaid et al., 2023; Khayam Nekouei et al., 2024)؛ طبقه بندی گونه ها و ارقام (Leal Filho et al., 2022; Javaid et al., 2023)؛ "پیش بینی آب و هوا (Filho et al., 2022; Javaid et al., 2023)؛ "کیفیت محصولات کشاورزی (Javaid et al., 2023)؛ "مدیریت آفات و بیماری های محصولات کشاورزی (Banthia & Chaudaki, 2022; Javaid et al., 2024)؛ "مدیریت تولید (Banthia & Chaudaki, 2022; Javaid et al., 2023)؛ "فرآیند تصمیم سازی (Javaid et al., 2023)؛ "مصرف هوشمند کودها و سموم شیمیایی (Tzachor et al., 2022; Javaid et al., 2023) و "مدیریت اطلاعات کشاورزی (Javaid et al., 2023) هستند.

در زمینه پذیرش فناوری هوش مصنوعی، برخی از مطالعات بدون هیچ چارچوب نظری مشخص، متغیرهای هزینه فناوری (Cubric, 2020)، ویژگی های اجتماعی و اقتصادی (Michels et al., 2020)، دسترسی به زیرساخت (Michels et al., 2020; Cubric, 2020)، اعتماد و نفوذ اجتماعی (Cubric, 2020) را به عنوان عوامل تعیین کننده پذیرش فناوری هوش مصنوعی شناسایی کردند. مطالعات دیگری مبتنی بر مدل نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری (UTAUT) متغیرهای چون کارایی مورد انتظار، امید به تلاش، تأثیرات اجتماعی، شرایط تسهیل کننده و قصد رفتاری پذیرش فناوری را به عنوان پیش بینی کننده های مهمی شناسایی کردند که در پذیرش کشاورزان برای انتخاب راه حل های هوش مصنوعی در عملیات کشاورزی اثرگذار هستند (Ronaghi & Forouharfar, 2020; Michels et al., 2020). برخی دیگر نشان دادند که نگرانی، اعتماد به فناوری، عوامل فناوری و محیطی نیز پیش بینی کننده های مهمی

بنابراین با توجه به اهمیت کاربرد فناوری هوش مصنوعی در ارتقای همه جانبه بخش کشاورزی و نقش زیربنایی این بخش در رهایی از اقتصاد تک محصولی و کاهش میزان وابستگی، شناسایی عوامل کلیدی پذیرش فناوری هوش مصنوعی در کشاورزی جهت مرتفع ساختن چالش ها و موانع این بخش و همچنین تحقق اهداف اصلی آن (مانند امنیت غذایی) از ضرورت بالایی برخوردار است. همچنین، با توجه به اینکه بخش کشاورزی در برنامه های ملی توسعه هوش مصنوعی کشور به عنوان یکی از حوزه های اولویت دار به حساب می آید، این مطالعه به دنبال آن است که با تحلیل همزمان عوامل رفتاری، فناوری، محیطی و سازمانی به درک و بینش عمیق پیش بینی کننده های پذیرش فناوری هوش مصنوعی در کشاورزی کمک کند. به طوری که یک نقشه راه اولیه برای سیاست گذاران مرتبط فراهم آورد تا بتوانند جهت تدوین برنامه های آتی ورود هوش مصنوعی در شرکت های کشاورزی، سیاست های مناسبی را اتخاذ نمایند. در این راستا، سؤال کلیدی این پژوهش این است که چه پیش بینی کننده هایی نقش تعیین کننده ای در قصد رفتاری و رفتار استفاده از فناوری هوش مصنوعی در شرکت های کشاورزی دارند؟

در زمینه بخش کشاورزی و فناوری هوش مصنوعی مطالعات محدودی صورت گرفته که به دو گروه کاربردهای فناوری هوش مصنوعی و تعیین عوامل مؤثر بر پذیرش فناوری هوش مصنوعی تقسیم می شوند. در زمینه کاربردهای فناوری هوش مصنوعی، مطالعات مختلفی نشان دادند که مهمترین حوزه های کاربردی فناوری هوش مصنوعی در بخش کشاورزی شامل "ارزیابی زمین کشاورزی (Tzachor et al., 2022; Javaid et al., 2023)؛ "مدیریت آب و آبیاری (Leal Filho et al., 2022; Tzachor et al., 2022; Javaid et al., 2023; Khayam Nekouei et al., 2024)؛ "مدیریت پارامترهای خاک (Banthia & Chaudaki, 2022; Tzachor et al., 2022; Javaid et al., 2023; Khayam

دارند (Khosravizadeh & Khalilinasr, 2019). مرور ادبیات موضوع نشان می‌دهد که همچنان نگرانی‌های متعددی از به کارگیری فناوری هوش مصنوعی در بخش کشاورزی وجود دارند که به عنوان عامل بازدارنده جهت پذیرش آن شناخته می‌شوند. (Sood et al., 2023; Thomas et al., 2022). در واقع کاربرد و پذیرش هوش مصنوعی در کشاورزی در مراحل اولیه خود است که نگرانی‌های پیچیده‌ای را به همراه دارد و ادبیات موجود هنوز یک نمای کلی جامع برای آن ارائه نکرده‌اند (Vasileiou et al., 2023). به عبارتی، ادبیات در این حوزه، محدود بوده و به صورت نظامند و یکپارچه به این موضوع پرداخته نشده است. ویژگی متمایز این مطالعه آن است که برای درک و بینش عمیق از عوامل پیچیده پذیرش فناوری هوش مصنوعی در شرکت‌های کشاورزی، عوامل رفتاری را با عوامل محیطی، فناوری و سازمانی، در چارچوب مدل UTAUT2 و TOE ادغام کرده است تا بتواند یک نمای کلی جامع از پیش‌بینی کننده‌های پذیرش هوش مصنوعی در سطح شرکت‌های فعال در کشاورزی ارائه کند. چرا که این موضوع می‌تواند در تدوین برنامه‌های آتی پذیرش و ورود هوش مصنوعی در شرکت‌های فعال در کشاورزی مؤثر واقع شود. لذا ضرورت دارد، مطالعه‌ای کاربردی و جامع از طریق نظرسنجی برای تبیین نمای کلی ساختار پذیرش فناوری هوش مصنوعی انجام شود که هدف اصلی این مطالعه مرتفع ساختن این شکاف در ادبیات موضوع است.

مواد و روش‌ها

معرفی جامعه و نمونه مورد بررسی

پژوهش حاضر از لحاظ هدف یک تحقیق کاربردی و به لحاظ روش یک تحقیق توصیفی-پیمایشی است و هدف اصلی آن تعیین پیش‌بینی کننده‌های کلیدی قصد رفتاری و رفتار استفاده از فناوری هوش مصنوعی در بخش کشاورزی است. جامعه آماری این پژوهش، کل کارکنان کشت و صنعت‌های تابعه شرکت کشاورزی رضوی هستند که حدود ۴۶۵ نفر می‌باشند. با هدف مدیریت واحد، استفاده بهینه از پتانسیل‌های موجود در حوزه کشاورزی، دامپروری و دیگر فعالیت‌های مرتبط، هم‌افزایی بیشتر و همچنین ایجاد و مدیریت زنجیره تأمین، ۹ کشت و صنعت کشاورزی وابسته به آستان قدس رضوی طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در شرکت کشاورزی رضوی ادغام گردیده‌اند. کل اراضی در اختیار شرکت کشاورزی حدود ۳۹۰۰۰ هکتار است. در واقع جامعه مورد بررسی به لحاظ شناخت و استفاده از فناوری هوش مصنوعی باید از وضعیت مناسبی برخوردار باشد و حداقل یک بار از این فناوری استفاده کرده باشد و نسبت به چالش‌ها

در پذیرش فناوری هوش مصنوعی در بخش کشاورزی هستند (Rübcke et al., 2021; Sood et al., 2022; Sood et al., 2023; Scur et al., 2023). مطالعات دیگری مبتنی بر مدل پذیرش فناوری (TAM) عوامل اجتماعی، فردی، سازمانی، ویژگی‌های فناوری، اعتماد، امنیت، قلیل حمل بودن را به عنوان متغیرهای کلیدی پذیرش واقعی فناوری هوش مصنوعی در بخش کشاورزی معرفی کردند (Mercurio & Hernandez, 2020; Salimi et al., 2020). در سطح شرکت‌های بزرگ و متوسط عوامل محیطی، فناوری و سازمانی مهمترین عوامل اثرگذار در پذیرش هوش مصنوعی به حساب می‌آیند (Nascimento & Meirelles, 2021). همچنین، تعهد مدیران ارشد، سازگاری کارکنان، حمایت‌های خارجی و آمادگی سازمانی نیز در این شرکت‌ها جهت پذیرش فناوری هوش مصنوعی از اهمیت زیادی برخوردار است. (Lada et al., 2023).

در زمینه پذیرش فناوری‌های جدید در کشاورزی ایران برخی مطالعات نشان دادند که مهم‌ترین پیش‌بینی کننده‌های اثرگذار بر پذیرش فناوری جدید مبتنی بر مدل TAM شامل سهولت استفاده درک شده (Salimi et al., 2021; Valizadeh et al., 2022; Ostad Hashemi et al., 2024) سودمندی درک شده (Salimi et al., 2021; Valizadeh et al., 2022; Ostad Hashemi et al., 2024) نگرش به فناوری (Salimi et al., 2021; Valizadeh et al., 2022; Ostad Hashemi et al., 2024) و قصد رفتاری پذیرش فناوری (Salimi et al., 2021) می‌باشد. همچنین، پیش‌بینی کننده‌هایی مانند هزینه‌های استفاده از فناوری، جنبه‌های سازمانی، جنبه‌های محیطی، جنبه‌های فناوری، سهولت استفاده، نگرش به فناوری، اعتماد به فناوری و جنبه‌های اجتماعی نیز در پذیرش فناوری‌های جدید در کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Baharvand et al., 2022). مطالعات دیگری مبتنی بر مدل نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری نشان دادند که عملکرد مورد انتظار (Azami & Hasanpoor, 2020)، سودمندی درک شده (NoruziAjabshir et al., 2020; Azami & Hasanpoor, 2020)، تلاش مورد انتظار (Azami & Hasanpoor, 2020) انگیزه لذت جویی (NoruziAjabshir et al., 2020)، اعتماد (NoruziAjabshir et al., 2020) و قصد رفتاری پذیرش فناوری (NoruziAjabshir et al., 2020; Azami & Hasanpoor, 2020) را به عنوان پیش‌بینی کننده‌های اثرگذار بر پذیرش فناوری جدید در بخش کشاورزی معرفی کردند. در سطح شرکت‌های داخلی آمادگی به کارگیری فناوری (زیرساخت فنی و منابع انسانی)، جنبه‌های سازمانی، جنبه‌های محیطی، جنبه‌های فناوری (درجه سازگاری، امنیت و پیچیدگی فناوری) نقش کلیدی در پذیرش فناوری هوش مصنوعی

$$n = \frac{NZ^2pq}{e^2(N-1) + Z^2pq} \quad (۱)$$

در این معادله، N و n جمعیت و حجم نمونه هستند، Z مقدار بحرانی انتخاب شده سطح اطمینان مورد نظر است، e سطح دقت مطلوب است (e = 0.05). مقادیر p و q تخمینی از نسبت یک ویژگی از جمعیت مورد نمونه‌برداری هستند (p = 0.5 و q = 1-p) (Kothari, 2004). مبتنی بر معادله ۱، اندازه نمونه ۲۱۱ نفر برآورد شده است. در حقیقت، با استفاده از تکنیک تخصیص متناسب، اندازه نمونه در هر یک از کشت و صنعت‌ها برآورد و در جدول ۳ ارائه شده است.

و مزایای آن آگاهی داشته باشند. از این حیث مهمترین ابزارهای هوش مصنوعی که در شرکت کشاورزی رضوی تاکنون استفاده شده در جدول ۲ گزارش شده است. ضمن اجرای پایدار برنامه‌های فعلی این شرکت در حوزه‌ی هوش مصنوعی، مهمترین برنامه‌های آن برای توسعه این فناوری شامل استقرار سامانه اتوماسیون نسل پنجم در سطح گلخانه و مزارع کشاورزی، مانیتورینگ‌های چاه‌های آب، استقرار سامانه پایش سلامت مزرعه، پایش مستمر پارامترهای کلیدی تولید و آب و هوا مبتنی بر یادگیری ماشین و عمیق می‌باشد که متناسب با چشم‌انداز و برنامه راهبردی شرکت تا افق ۱۴۰۸ در کشت و صنعت‌های تابعه جاری‌سازی خواهد شد.

برای به‌دست آوردن داده‌ها از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای^۱ استفاده شده و به‌صورت معادله (۱) تعریف می‌شود (Kothari, 2004):

جدول ۲- استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی در کشت و صنعت

Table 2- The use of artificial intelligence tools in Cultivation and Industry

نام ابزار Tool name	زمینه استفاده Context of use	نوع محصول Type of product	کشت و صنعت Cultivation and Industry
پهپاد Drones	سم‌پاشی و کودپاشی Spraying and fertilization	گندم، جو و گوجه فرنگی Wheat, barley and tomatoes	تمام کشت و صنعت‌ها All Cultivation and Industry
بینایی ماشین و پردازش تصویر Machine vision and Image processing	آبیاری هوشمند مزارع مبتنی بر سامانه هوش آب Smart irrigation of fields based on the water intelligence system	گندم، جو، آفتابگردان، گوجه فرنگی و پنبه Wheat, barley, sunflower, tomato and cotton	مزرعه نمونه و تربت حیدریه Mazreh Nemouneh and Torbat-e Heydarieh
اتوماسیون و یادگیری ماشین Automation and Machine Learning	مدیریت هوشمند و کنترل از راه دور ناوگان کشاورزی Smart management and remote control of the agricultural fleet	ناوگان کشاورزی Agricultural fleet	مزرعه نمونه و تربت حیدریه Mazreh Nemouneh and Torbat-e Heydarieh

جدول ۳- اندازه نمونه به تفکیک هر کشت و صنعت و ستاد

Table 3- Sample size for each Cultivation and Industry and Headquarters

کشت و صنعت Cultivation and Industry	کل کارکنان All personnel	سهم از کل Share of the total	تعداد پرسشنامه Number of questionnaires
ستاد Headquarters	27	6%	12
اناباد Anabad	36	8%	16
اسفراین Esfarayen	37	8%	17
باغات Baghat	74	16%	34
تربت حیدریه Torbat-e Heydarieh	14	3%	6
سمنان Semnan	17	4%	8
سرخس Sarakhs	88	19%	40
گناباد Gonabad	17	4%	8
مزرعه نمونه Mazreh Nemouneh	155	33%	70
کل Total	465	100%	211

مبتنی بر طیف هفت گزینه‌ای لیکرت (کاملاً مخالف=۱، کاملاً موافق=۷) طراحی شده است. پرسشنامه مورد استفاده در این پژوهش شامل ۱۴ سازه در قالب ۶۰ گویه می‌باشند که در **جدول ۴** ارائه شده است. در این تحقیق برای سنجش روایی پرسشنامه از اظهار نظر خبرگان و برای سنجش پایایی پرسشنامه از روش ضریب آلفای کرونباخ بهره گرفته شد.

ابزار تحقیق برای جمع‌آوری اطلاعات، پرسشنامه چندبعدی بوده که به‌صورت مصاحبه‌های نیمه ساختار یافته از کارکنان تکمیل شده است. یک پیش‌آزمون شامل ۳۵ پرسشنامه برای اطمینان از خوانایی و وضوح انجام شد. این مطالعه در سال ۱۴۰۲ انجام شد و تمامی پاسخ دهنندگان، با رضایت آگاهانه خود در این پژوهش شرکت کردند. در مجموع، ۲۵۰ پرسشنامه تکمیل شد. داده‌های ۳۹ پاسخ‌دهنده به‌دلیل کمبود مقادیر حذف شدند. سؤال‌های پرسشنامه عوامل مؤثر بر پذیرش

جدول ۴- سازه‌ها و گویه‌های تحقیق

Table 4- Structures and items of research

سازه‌ها Constructs	گویه‌ها Items
قصد رفتاری Behavioral intention (BI)	تمایل به استفاده به‌صورت مداوم Intention to use continuously
	تمایل به استفاده در صورت نیاز Intention to use if needed
	تمایل به استفاده برای انجام وظایف Intention to use to perform tasks
	در صورت دسترسی دائم تمایل به استفاده In case of permanent access, intention to use
	تمایل به استفاده در آینده Intention to use in the future
تلاش مورد انتظار Effort expectancy (EE)	تعامل واضح و قابل درک فناوری Clear and understandable interaction of technology
	استفاده آسان و راحت Easy and convenient to use
	یادگیری آسان Easy to learn
	برقراری ارتباط راحت و آسان با استفاده‌کنندگان فناوری Easy and convenient communication with technology users
شرایط تسهیل‌کننده Facilitating Conditions (FC)	ارتباط مستقیم آسان با شرکت‌های تحقیقاتی فناوری Easy direct contact with technology research companies
	در اختیار داشتن منابع لازم Having the necessary resources
	برخورداری از دانش کافی برای استفاده از فناوری Having enough knowledge to use technology
	دسترسی به دیگران در صورت ایجاد مشکل در استفاده از فناوری Reach out to others if you have problems using technology
عملکرد مورد انتظار Performance Expectancy (PE)	مفید بودن استفاده از فناوری The usefulness of using technology
	انجام سریع‌تر فعالیت‌های Perform activities faster
	افزایش بهره‌وری تولید Increasing production productivity

	افزایش کیفیت محصولات
	Increasing the quality of products
	استفاده مداوم
	Continuous use
	استفاده در صورت نیاز
	Use as needed
رفتار استفاده	استفاده برای انجام وظایف
Use Behavioral (UB)	Use for tasks
	استفاده در آینده
	future use
	توصیه استفاده به دیگران
	Recommend use to others
	نظر افراد نزدیک به من در مورد استفاده از فناوری
	Opinions of people close to me about the use of technology
تأثیرات اجتماعی	نظر افراد اثرگذار بر من در مورد استفاده از فناوری
Social Influencers (SI)	Opinions of people who influence me about using technology
	نظر افرادی که برایشان ارزش قائل هستم
	Opinions of people I value
	برآورده کردن نیاز مرتبط
	Fulfilling a related need
انگیزه لذت جویی	انجام مراحل مختلف تولید و تولید محصولات دلخواه
Hedonic motivations	Carrying out various stages of production and production of desired products
	احساس خوشایندی و رضایت از استفاده از فناوری
	Feeling pleasant and satisfied with the use of technology
	اعتقاد داشتن به فناوری
	Believing in technology
	اعتماد ناشی از عملکرد مورد انتظار فناوری
	Trust resulting from the expected performance of the technology
اعتماد	اعتماد ناشی از تجارب و رضایت
Trust	Trust resulting from experiences and satisfaction
	اعتماد ناشی از آگاهی و دریافت اطلاعات از فناوری
	Trust resulting from awareness and receiving information from technology
	ترس ناشی از عدم انجام درست فعالیت‌ها توسط فناوری
	Fear caused by technology not doing things right
ترس از فناوری	ترس ناشی کار با فناوری
Technology fear	Fear of working with technology
	ترس ناشی از وابستگی به فناوری
	Fear of dependence on technology
	ترس ناشی از تردید در توانایی استفاده از فناوری
	Fear caused by doubting the ability to use technology
	ترس ناشی از عدم آگاهی و وحشت از فناوری
	Fear caused by lack of knowledge and fear of technology
	قیمت مناسب ابزارهای هوش مصنوعی
	Reasonable price of artificial intelligence tools
قیمت-ارزش	تناسب ارزش ابزارهای هوش مصنوعی و قیمت آن
Price- Value	Proportion of the value of artificial intelligence tools and its price
	تناسب قیمت فعلی ابزارهای هوش مصنوعی و ارزش آن
	Appropriateness of the current price of artificial intelligence tools and its value

	عادت به استفاده از فناوری
	Habit to use technology
	وابستگی به فناوری
عادت	Dependence on technology
Habit	عادی شدن استفاده از فناوری
	The normalization of the use of technology
	همسوی استفاده از فناوری با تجارب
	Aligning the use of technology with experiences
	تحقق اهداف مورد انتظار استفاده از فناوری
	Achieving the expected goals of using technology
	جنبه‌های سازگاری
	Compatibility aspects
	جنبه‌های کیفی فناوری
	Qualitative aspects of technology
جنبه‌های فناوری	جنبه‌های عملکردی فناوری
Compatibility Aspects (CA)	Functional aspects of technology
	جنبه‌های کاربرپذیری فناوری
	Applicability aspects of technology
	امنیت استفاده از فناوری
	Security of using technology
	ریسک و عدم قطعیت
	Risk and uncertainty
	پارامترهای اقتصادی اثرگذار
	Effective economic parameters
جنبه‌های محیطی	شدت رقابت
Environmental Aspects (EA)	Intensity of competition
	وضعیت بازار
	Market situation
	سیاست‌ها و مقررات دولتی
	Government policies and regulations
	رهبری و پشتیبانی مدیریت
	Leadership and management support
	چشم‌انداز، راهبردها و اهداف سازمان
	Vision, strategies and goals of the organization
جنبه‌های سازمانی	اندازه سازمان، ظرفیت جذب و یادگیری
Organizational Aspects (OA)	Organization size, absorption and learning capacity
	کیفیت منابع مالی و انسانی سازمان
	The quality of financial and human resources of the organization
	زیرساخت‌های فنی فناوری
	Technical infrastructure of technology

بنابراین، نسبت به بسیاری از مدل‌های اولیه، مانند تئوری رفتار برنامه‌ریزی‌شده^۱ (TPB) یا مدل پذیرش فناوری (TAM) واریانس بیشتری را در پذیرش فناوری روشن‌تر می‌کند. همچنین این مدل قابلیت تعمیم به اشکال مختلف فناوری‌های جدید در بخش‌های مختلف به‌ویژه کشاورزی را دارد (Chikoye *et al.*, 2018; Rübcke

مدل نظریه یکپارچه پذیرش و استفاده از فناوری (UTAUT2)

مدل UTAUT ترکیبی از مدل‌های تحقیقاتی پذیرش قبلی است که به‌صورت خاص برای پیش‌بینی پذیرش فناوری طراحی شده است.

1- Theory of Planned Behavior

تأثیرات اجتماعی، اشاره به میزان درک فرد از پذیرش یا عدم پذیرش فناوری جدید توسط دیگران دارد. مبتنی بر چارچوب مدل UTAUT2 فرض بر این است که تأثیرات اجتماعی قصد رفتاری افراد برای پذیرش فناوری هوش مصنوعی را افزایش می‌دهد (Ronaghi & Forouharfar, 2020; Sood et al., 2023; Scur et al., 2023) و لذا فرضیه آن به این شرح تعریف می‌شود: H3: تأثیرات اجتماعی رابطه مثبتی با قصد رفتاری دارد.

انگیزه لذت‌جویی عبارت است از لذت ناشی از استفاده از یک فناوری یا سیستم و عامل تعیین‌کننده مهم پذیرش فناوری و استفاده پایدار افراد است. در حقیقت عناصر لذت‌گرا، پشتیبان مهم قصد رفتاری افراد برای استفاده از فناوری‌های جدید و نوظهور، مانند برنامه‌های هوش مصنوعی هستند (Cabrera-Sanchez et al., 2021). بنابراین فرضیه آن به این شرح است: H4: انگیزه لذت‌جویی رابطه مثبتی با قصد رفتاری دارد.

قیمت-ارزش مبادله شناختی یک فرد بین مزایای درک شده از فناوری هوش مصنوعی و هزینه پولی که در مقابل استفاده از آن پرداخت می‌شود. در واقع قصد رفتاری پذیرش فناوری هوش مصنوعی به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر قیمت-ارزش آن فناوری می‌باشد (Cabrera-Sanchez et al., 2021). بنابراین فرضیه آن به این شرح است: H5: قیمت-ارزش رابطه مثبتی با قصد رفتاری دارد.

عادت عامل دیگری است که در قصد رفتاری پذیرش فناوری هوش مصنوعی اهمیت دارد و به‌عنوان درجه‌ای تعریف می‌شود که افراد تمایل دارند به‌دلیل یادگیری، به‌صورت خودکار و مستمر از فناوری استفاده کنند. در واقع، عادت ناشی از تجربیات قبلی افراد است و همچنین چنین تجربیاتی می‌توانند انگیزه استفاده از فناوری‌های جدید را افزایش دهند و لذا بر قصد رفتاری افراد برای پذیرش فناوری‌های جدید اثرگذار است (Cabrera-Sanchez et al., 2021). لذا فرضیه آن به این شرح است: H6: عادت رابطه مثبتی با قصد رفتاری دارد.

اعتماد به فناوری درجه خاصی از وابستگی افراد به آن تعریف می‌شود که باعث ایجاد ایمنی و عملکرد می‌شود، در حالی که ترس از فناوری درجه‌ای اضطراب افراد از استفاده از فناوری هوش مصنوعی است که باعث ایجاد احساس ناامنی می‌شود. در حقیقت هر دو سازه نقش به‌سزایی در پیش‌بینی پذیرش فناوری هوش مصنوعی دارند (Cabrera-Sanchez et al., 2021; Rübcke von Veltheim et al., 2021). لذا فرضیات مرتبط با آنها به این شرح است: H7: اعتماد به فناوری رابطه‌ای مثبتی با قصد رفتاری دارد؛ H8: ترس از فناوری رابطه منفی با قصد رفتاری دارد.

شرایط تسهیل‌کننده درجه‌ای که فرد معتقد است که یک سازمان به لحاظ دانش، منابع و زیرساخت‌ها جهت پذیرش تکامل یافته و از پشتیبانی کافی برخوردار است. در واقع شرایط تسهیل‌کننده نقش

اگرچه مدل UTAUT به اندازه کافی پذیرش فناوری توسط شرکت‌ها را توضیح می‌دهد، اما باید برای توضیح پذیرش فناوری گسترش یابد که منجر به معرفی مدل UTAUT2 شد (Venkatesh et al., 2012).

براساس مدل UTAUT2، رفتار استفاده یا پذیرش فناوری (UB) که بیانگر استفاده واقعی از یک فناوری جدید است، توسط دو متغیر قصد رفتاری (BI) و شرایط تسهیل‌کننده (FC) پیش‌بینی می‌شود. دو متغیر رفتار استفاده و قصد رفتاری به‌عنوان متغیرهای وابسته در این مدل هستند. رفتار استفاده از فناوری اشاره به پذیرش واقعی هوش مصنوعی توسط فرد و استفاده از آن دارد و قصد رفتاری بیانگر درخواست‌ها و تلاش‌های افراد برای انجام رفتار داوطلبانه استفاده از هوش مصنوعی است. سازه‌هایی چون انگیزه لذت‌جویانه، قیمت-ارزش، عادت، ترس از فناوری و اعتماد به فناوری برای تجزیه و تحلیل بیشتر پذیرش و حتی پیش‌بینی رفتار استفاده در آینده به مدل اضافه شد. این مدل شامل سازه‌های عملکرد مورد انتظار (PE)، تأثیرات اجتماعی (SI)، امید به تلاش (EE)، شرایط تسهیل‌کننده (FC)، انگیزه لذت‌جویی (HM)، قیمت-ارزش (PV)، عادت (Habit)، ترس از فناوری (TF) و اعتماد به فناوری (Trust) است که بر قصد رفتاری پذیرش فناوری تأثیر می‌گذارند. با این حال، همچنان بسیاری از نسخه‌های توسعه یافته UTAUT همگرا نیستند و بسیاری از ویژگی‌های فناوری هوش مصنوعی و عوامل سازمانی شرکت‌ها را در نظر نمی‌گیرند (Nascimento & Meirelles, 2021). از این‌رو، در این پژوهش به ساختار مدل UTAUT، چارچوب عوامل فناوری-سازمانی-محیطی (TOE) نیز اضافه شد تا ضمن توسعه چارچوب نظری، بتوان عوامل رفتاری، فناوری، سازمانی و محیطی تعیین‌کننده پذیرش فناوری هوش مصنوعی در کشاورزی را به هم مرتبط کرد. در نتیجه سه سازه جنبه‌های فناوری (TA)، جنبه‌های سازمانی (OA) و جنبه‌های محیطی (EA) شرکت‌ها نیز به مدل اضافه شده است.

تعریف سازه‌ها و فرضیات پژوهش

عملکرد مورد انتظار و امید به تلاش دو سازه کلیدی در مدل UTAUT2 هستند. عملکرد مورد انتظار اشاره دارد به تصور فرد مبنی بر اینکه پذیرش فناوری هوش مصنوعی منجر به افزایش عملکرد می‌شود. تلاش مورد انتظار درجه‌ای که فرد معتقد است که عملکرد سیستم بدون مشکل است (Rübcke von Veltheim et al., 2021; Sood et al., 2023; Scur et al., 2023). در چارچوب مدل UTAUT2 فرض بر این است که این دو سازه رابطه‌ای مثبت با قصد رفتاری پذیرش فناوری هوش مصنوعی در کشاورزی دارد و مفروضات این سازه‌ها به این شرح است: H1: عملکرد مورد انتظار رابطه‌ای مثبتی با قصد رفتاری دارد؛ H2: امید به تلاش رابطه مثبتی با قصد رفتاری دارد.

در نهایت، قصد رفتاری بیانگر درخواست‌ها و تلاش‌های افراد برای انجام رفتار داوطلبانه استفاده از فناوری جدید است. در این مطالعه، قصد رفتاری نگرش افراد بالقوه را نسبت به استفاده از فناوری هوش مصنوعی اندازه‌گیری می‌کند (Rübcke von Veltheim et al., 2021; Sood et al., 2023; Scur et al., 2023; Kelly et al., 2023) و فرضیه آن به این شرح است: H14: قصد رفتاری ارتباط مثبتی با رفتار استفاده دارد.

روش تجربه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل چند متغیره شامل استفاده از روش‌های آماری است که به‌طور همزمان چندین متغیر را تجزیه و تحلیل می‌کند. اندازه‌گیری‌ها اغلب از نظرسنجی‌ها یا مشاهداتی که برای جمع‌آوری داده‌های اولیه استفاده می‌شوند، به‌دست می‌آیند. مهمترین روش‌های آماری مرتبط با تجزیه و تحلیل داده‌های چند متغیره در جدول ۵ ارائه شده است (Hair et al., 2021). روش‌های نسل اول، به‌طور دقیق، تنها زمانی قابل اجرا هستند که خطای سیستماتیک و تصادفی وجود نداشته باشد که این وضعیت به‌ندرت در واقعیت ایجاد می‌شود، به‌ویژه هنگامی که هدف تخمین روابط بین معیارهای مفاهیم نظری است. لذا این موضوع مهمترین محدودیت روش‌های نسل اول بوده که شرایطی را ایجاد کرده که محققان به‌طور فزاینده‌ای به روش‌های نسل دوم (SEM) گفته می‌شود، محققان را قادر می‌سازد تا به‌طور همزمان روابط پیچیده بین متغیرهای وابسته و مستقل متعدد را مدل‌سازی کرده و تخمین بزنند (Hair et al., 2021).

مهمی در رفتار استفاده و قصد رفتاری پذیرش فناوری هوش مصنوعی در بخش کشاورزی دارد (Ronaghi & Forouharfar, 2020; Sood et al., 2023; Scur et al., 2023; Kelly et al., 2023). از این‌رو فرضیات آن به این شرح است: H9: شرایط تسهیل‌کننده رابطه مثبتی با قصد رفتاری دارد؛ H10: شرایط تسهیل‌کننده ارتباط مثبتی با رفتار استفاده دارد.

عوامل فناوری-سازمانی و محیطی نقش مهمی در پیش‌بینی قصد رفتاری پذیرش فناوری هوش مصنوعی دارند. در واقع جنبه‌های فناوری مبتنی بر هوش مصنوعی به مناسب بودن فناوری، سهولت استفاده، امنیت، کیفیت، سازگاری آن با فناوری موجود و مزایای عملکردی آن اشاره دارد. انتخاب یا پذیرش یک فناوری جدید توسط یک سازمان مستلزم در نظر گرفتن مزایا یا کارکردهای آن در مقایسه با فناوری موجود است. جنبه‌های سازمانی شامل استراتژی‌ها، عوامل رهبری سازمان، زیرساخت‌های فنی فناوری، ظرفیت جذب، ابعاد یادگیری، کیفیت منابع انسانی، منابع مالی، مزیت رقابتی فناوری و غیره در سازمان پذیرنده می‌باشد. در نهایت، جنبه‌های محیطی شامل عوامل اثرگذار خارجی مرتبط با کسب و کار که بر سازمان نقش به سزایی دارد، مانند عدم قطعیت، شدت رقابت، وضعیت بازار، سیاست‌ها و مقررات دولتی و غیره (Nascimento & Meirelles, 2021; Sood et al., 2022; Sood et al., 2023; Scur et al., 2023). فرضیات مربوط به این عوامل به این شرح است: H11: جنبه‌های فناوری ارتباط مثبتی با قصد رفتاری دارد؛ H12: جنبه‌های سازمانی ارتباط مثبتی با قصد رفتاری دارد؛ H13: جنبه‌های محیطی ارتباط مثبتی با قصد رفتاری دارد.

جدول ۵- انواع روش‌های تجربه و تحلیل داده‌های چند متغیره

Table 5- Types of multivariate data analysis methods

روش‌های چند متغیر Multivariate Methods	اکتشافی Exploratory	تاییدی Confirmatory
	تحلیل خوشه‌ای Cluster analysis	تحلیل واریانس Analysis of variance
روش‌های نسل اول First-generation techniques	تحلیل عاملی اکتشافی Exploratory factor analysis	رگرسیون لجستیک Logistic regression
	مقیاس بندی چند بعدی Multidimensional scaling	رگرسیون چندگانه Multiple regression
		تحلیل عاملی تاییدی (CFA) Confirmatory factor analysis (CFA)
روش‌های نسل دوم Second-generation techniques	مدلسازی معادلات ساختاری حداقل مربعات جزئی (PLS-SEM) Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)	مدلسازی معادلات ساختاری مبتنی بر کوواریانس (CB-SEM) Covariance-based structural equation modeling (CB-SEM)

Source: Hair et al., 2021

تأیید (یا رد) نظریه‌ها استفاده می‌شود. این کار را با تعیین اینکه چگونه یک مدل نظری می‌تواند ماتریس کوواریانس را برای مجموعه داده‌های نمونه تخمین بزند، انجام می‌دهد. در مقابل، PLS به‌عنوان

دو نوع روش SEM وجود دارد: مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر کوواریانس (CB-SEM) و مدل‌سازی معادلات ساختاری حداقل مربعات جزئی (PLS-SEM). CB-SEM در درجه اول برای

SmartPLS (نسخه ۴.۹.۸) استفاده شد. یک روش بوت استرپ کامل با ۵۰۰۰ نمونه فرعی برای تضمین پایداری داده‌ها انجام شد (Rübcke von Veltheim et al., 2021).

نتایج و بحث

ویژگی‌های جمعیت شناختی نمونه

در جدول ۶ ویژگی‌های جمعیت شناختی نمونه مورد مطالعه ارائه شده است. نتایج نشان داد از بین ۲۱۱ پاسخ دهنده، ۳۷ درصد در گروه سنی ۲۵-۳۵ (۷۸ نفر)، ۵۳ درصد (۱۱۱ نفر) در گروه سنی ۳۶-۴۵ سال و ۱۰ درصد (۲۲ نفر) در گروه سنی ۴۶-۵۵ بودند. همچنین به لحاظ تجربه، ۳۲ درصد (۶۸ نفر) در گروه کمتر از ۱۰ سال، ۴۷ درصد (۹۹ نفر) در گروه ۱۱-۱۵ سال و ۸ درصد (۱۷ نفر) در گروه ۱۶-۲۶ سال قرار داشتند. افزون‌براین، ۳۹ درصد (۸۳ نفر) دارای تحصیلات لیسانس، ۴۴ درصد (۹۳ نفر) فوق لیسانس و ۱۷ درصد (۳۵ نفر) تحصیلات دکتری بودند. در نهایت، پاسخ دهندگان به لحاظ آشنایی با فناوری هوش مصنوعی، ۲۳ درصد (۴۰ نفر) در سطح کم، ۳۳ درصد (۷۰ نفر) در سطح متوسط و ۴۴ درصد (۹۲ نفر) باقی در سطح آشنایی زیاد قرار داشتند.

یک رویکرد «علی-پیش‌بینی‌کننده» برای SEM معرفی شده است که بر توضیح واریانس در متغیرهای وابسته مدل تمرکز دارد. به‌طور خاص، در چارچوب CB-SEM امتیازات متغیرهای پنهان تخمینی منحصر به فرد نیستند. به این معنا که تعداد نامتناهی امتیازات متغیر پنهان به‌دست می‌آید. به تبع همبستگی بین یک عامل مشترک و هر متغیر خارج از آن نامشخص است. در نتیجه، این محدودیت باعث می‌شود که CB-SEM به شدت برای پیش‌بینی نامناسب باشد. همچنین، CB-SEM تنها کواریانس بین شاخص‌ها را توضیح می‌دهد و بر پیش‌بینی متغیرهای وابسته تمرکز نمی‌کند (Hair et al., 2021). در مقابل، مزیت اصلی PLS-SEM این است که همیشه یک امتیاز ترکیبی مشخص برای هر مورد، پس از تعیین وزن‌ها، ایجاد می‌کند. PLS-SEM ضرایب را با هدف به حداکثر رساندن مقادیر R^2 (یعنی مقدار واریانس توضیح داده شده) سازه‌های درون‌زا تخمین می‌زند. این ویژگی هدف پیش‌بینی (داخل نمونه) PLS-SEM را تأیید می‌کند. بنابراین زمانی که هدف تحقیق توسعه نظریه و توضیح واریانس (پیش‌بینی سازه‌ها) باشد، این روش ارجح است (Hair et al., 2021:30-31). در این تحقیق، روابط بین سازه‌ها با استفاده از روش PLS-SEM برآورد شد. برای تحلیل داده‌های خام پرسشنامه از نرم‌افزار Excel 2019 و برای آزمون فرضیه‌های تحقیق از نرم‌افزار

جدول ۶- ویژگی‌های دموگرافیکی نمونه مورد مطالعه

Table 6- Demographic characteristics of the study sample

متغیرها Variables	گروه‌ها Groups	فراوانی Frequency	درصد Percentage
سن Age	25-35	78	37%
	36-45	111	53%
	46-55	22	10%
	10<	68	32%
تجربه کاری Work Experience	15-11	99	47%
	16-25	17	8%
	26-30	27	13%
سطح تحصیلات Education level	لیسانس Bachelor's	83	39%
	فوق لیسانس Master's	93	44%
	دکتری Ph.D.	35	17%
	مدیران ارشد Senior Managers	18	9%
وضعیت شغلی Employment status	مدیران میانی Middle managers	22	10%
	سرپرست واحد Unit supervisor	50	24%
	کارشناس‌ها The experts	121	57%
	کم Low	49	23%
میزان آشنایی با فناوری هوش مصنوعی The degree of familiarity with artificial intelligence technology	متوسط Medium	70	33%
	زیاد High	92	44%

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Source: Research Findings

اندازه‌گیری مدل

در جدول ۷ نتایج ارزیابی معیارهای روایی و پایایی اندازه‌گیری مدل گزارش شده است. برای ارزیابی پایایی اندازه‌گیری مدل، از معیارهای آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی (CR) استفاده شد. نتایج نشان داد مقادیر آلفای کرونباخ و CR برای همه سازه‌ها بالاتر از ۰/۷ بوده که بیانگر سازگاری درونی قابل قبول مدل و اعتماد مناسب

سازه‌های پژوهش است. برای ارزیابی روایی اندازه‌گیری مدل، از مقادیر بار عاملی و میانگین واریانس استخراجی استفاده شد. نتایج نشان داد مقادیر بارهای عاملی برای تمام سازه‌های بالاتر از ۰/۵ بوده و به لحاظ آماری معنادار هستند که بیانگر تعریف درست سازه‌ها می‌باشد.

جدول ۷- نتایج اندازه‌گیری مدل

Table 7- Results of the measurement model

سازه‌ها Constructs	بارهای عاملی گویه‌ها و سطح معنی‌داری Factor loadings (p-Value)					Cronbach's α	CR	Rho_A	AVE
PE	PE1	PE2	PE3	PE4		0.838	0.891	0.846	0.672
	0.832***	0.803***	0.822***	0.824***					
EE	EE1	EE2	EE3	EE4	EE5	0.901	0.927	0.902	0.718
	0.846***	0.853***	0.867***	0.846***	0.822***				
SI	SI1	SI2	SI3			0.842	0.905	0.843	0.760
	0.873***	0.867***	0.874***						
FC	FC11	FC12	FC13			0.854	0.911	0.855	0.773
	0.873***	0.878***	0.887***						
Trust	Trust1	Trust2	Trust3			0.850	0.909	0.854	0.770
	0.874***	0.875***	0.881***						
HM	HM1	HM2	HM3	HM4		0.857	0.903	0.860	0.701
	0.845***	0.825***	0.829***	0.848***					
Habit	H1	H2	H3	H4	H5	0.911	0.933	0.912	0.737
	0.848***	0.857***	0.851***	0.867***	0.870***				
TA	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	0.900	0.926	0.901	0.714
	0.848***	0.845***	0.842***	0.854***	0.834***				
EA	EA1	EA2	EA3	EA4	EA5	0.893	0.921	0.894	0.701
	0.844***	0.832***	0.850***	0.836***	0.824***				
PV	PV1	PV2	PV3			0.825	0.896	0.830	0.741
	0.885***	0.848***	0.849***						
OA	OA1	OA2	OA3	OA4	OA5	0.908	0.932	0.911	0.732
	0.847***	0.859***	0.861***	0.859***	0.849***				
TF	TF1	TF2	TF3	TF4	TF5	0.825	0.895	0.836	0.740
	0.844***	0.860***	0.876***	0.822***	0.830***				
BI	BI1	BI2	BI3	BI4	BI5	0.876	0.910	0.877	0.670
	0.823***	0.838***	0.810***	0.817***	0.800***				
UB	UB1	UB2	UB3	UB4	UB5	0.911	0.933	0.913	0.737
	0.841***	0.866***	0.864***	0.860***	0.861***				

مأخذ: یافته‌های پژوهش (***: معنی‌داری در سطح ۱ درصد)

Significance at the 1% level) Source: Research Findings (***)

شده است. در آزمون Fornell-Larcker، ریشه مجذور هر AVE در امتداد قطر با ضرایب مربوطه در سطرها و ستون‌ها برای هر سازه مقایسه شد. یافته‌ها نشان داد که تمام ریشه‌های مجذور واریانس‌های میانگین بزرگ‌تر از همبستگی‌های نسبی است که نشان‌دهنده متفاوت بودن سؤالات سازه‌ها با یکدیگر است. علاوه بر این، اگر مقادیر HTMT زیر ۰/۸۵ باشد، اعتبار تمایزی اندازه‌گیری‌ها تأیید می‌شود. نتایج نشان داد تمامی مقادیر همبستگی‌های HTMT قابل قبول بوده و روایی افتراقی (واگرا)^۲ را تأیید می‌کنند. بنابراین مدل پیشنهادی با

همچنین، نمرات AVE بیشتر از مقدار توصیه شده ۰/۵ است که روایی همگرایی^۱ بالایی بین سازه‌ها و آیتم‌ها در مدل ترکیبی پیشنهادی وجود دارد. در نهایت، یافته‌ها نشان داد که مقادیر rho_A به‌عنوان معیار قابلیت اطمینان مهم برای PLS-SEM برای همه سازه‌ها بیشتر از مقدار قابل قبول ۰/۷ است.

در نهایت اعتبار تمایزی یا روایی تشخیصی اندازه‌گیری مدل، با استفاده از معیار Fornell-Larcker و نسبت Heterotrait-Monotrait (HTMT) ارزیابی شد که نتایج آن در جدول ۸ ارائه

رفتاری و رفتار استفاده از فناوری هوش مصنوعی به ترتیب ۰/۸۹۴ (قابل توجه) و ۰/۵۱۷ (متوسط) برآورد شده که حاکی از برازش قوی مدل است.

تأیید معیارهای پایایی، روایی همگرا و روایی افتراقی از برازش اندازه‌گیری مناسبی برخوردار است.

برای ارزیابی برازش مدل ساختاری از شاخص R^2 استفاده شد که نتایج آن در **جدول ۹** ارائه شده است. این شاخص مبتنی بر مقادیر آن در گروه ضعیف (۰/۲۵)، متوسط (۰/۵۰) و قابل توجه (۰/۷۵) قرار می‌گیرند. نتایج نشان داد مقادیر این شاخص برای متغیرهای قصد

جدول ۸- نتایج معیارهای روایی افتراقی در ارزیابی مدل اندازه‌گیری

Table 8- The results of discriminant validity criteria in the measurement model evaluation

Fornell-Larcker criterion														
	BI	EA	EE	FC	HM	Habit	OA	PE	PV	SI	TA	TF	Trust	UB
BI	0.850													
EA	0.785	0.837												
EE	0.783	0.731	0.847											
FC	0.769	0.682	0.655	0.879										
HM	0.674	0.590	0.594	0.552	0.837									
Habit	0.696	0.540	0.593	0.613	0.526	0.859								
OA	0.744	0.671	0.605	0.673	0.534	0.663	0.855							
PE	0.500	0.310	0.369	0.387	0.399	0.417	0.271	0.820						
PV	0.596	0.451	0.506	0.574	0.489	0.560	0.461	0.476	0.861					
SI	0.700	0.681	0.539	0.618	0.548	0.473	0.574	0.370	0.462	0.871				
TA	0.733	0.571	0.638	0.647	0.545	0.684	0.585	0.482	0.611	0.533	0.845			
TF	-0.605	-0.677	-0.640	-0.686	-0.616	-0.650	-0.642	-0.431	-0.614	-0.593	-0.649	0.860		
Trust	0.666	0.605	0.633	0.595	0.465	0.598	0.604	0.243	0.484	0.436	0.555	-0.568	0.877	
UB	0.694	0.562	0.569	0.653	0.373	0.523	0.571	0.414	0.540	0.519	0.574	-0.562	0.455	0.859
Heterotrait-Monotrait (HTMT)														
	BI	EA	EE	FC	HM	Habit	OA	PE	PV	SI	TA	TF	Trust	
BI														
EA	0.688													
EE	0.781	0.715												
FC	0.636	0.782	0.748											
HM	0.777	0.673	0.676	0.647										
Habit	0.775	0.598	0.654	0.695	0.594									
OA	0.831	0.744	0.669	0.763	0.603	0.728								
PE	0.581	0.358	0.421	0.455	0.472	0.479	0.309							
PV	0.698	0.526	0.587	0.683	0.581	0.647	0.533	0.569						
SI	0.815	0.785	0.618	0.729	0.644	0.541	0.654	0.439	0.553					
TA	0.823	0.636	0.708	0.737	0.619	0.755	0.646	0.551	0.708	0.612				
TF	0.706	0.792	0.742	0.819	0.728	0.746	0.742	0.512	0.738	0.713	0.749			
Trust	0.770	0.693	0.723	0.699	0.543	0.679	0.685	0.288	0.578	0.514	0.635	0.676		
UB	0.775	0.622	0.625	0.739	0.419	0.570	0.624	0.469	0.623	0.592	0.632	0.647	0.516	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Source: Research Findings

الگوی برآوردی است. آزمون‌های d_ULS و d_G مبتنی بر اجرای الگوریتم بوت‌استرپ برای نشان دادن برازش دقیق مدل کلی استفاده می‌شوند. در واقع اگر حد بالایی فواصل اطمینان ایجاد شده بیشتر از مقادیر اصلی برآوردی مدل باشد و به نوعی غیرمعنادار شوند، مدل برآوردی به برازش خوب داشته است. برای آزمون‌های d_ULS و d_G حد بالای برآوردی فواصل اطمینان در سطح ۹۹ درصد به ترتیب ۳/۴ و ۲/۷ و در سطح اطمینان ۹۵ درصد به ترتیب ۳/۱ و ۲/۵ برآورد شده است. مبتنی بر حد بالای فواصل برآوردی نتایج حاکی از تأیید برازش خوب مدل می‌باشد. یکی دیگر از معیارهای برازش مدل

در واقع نتایج نشان می‌دهد مدل پژوهش توانسته به ترتیب ۸۹/۴ و ۵۱/۷ درصد واریانس متغیرهای قصد رفتاری و رفتار استفاده افراد از فناوری هوش مصنوعی در بخش کشاورزی را به خود اختصاص دهد که یک پیش‌بینی قابل قبول به حساب می‌آید. همچنین، معیارهای خوب بودن یا برازش مناسب مدل برآورد و در پایین **جدول ۹** ارائه شده است. شاخص SRMR امکان ارزیابی بزرگی میانگین اختلافات بین همبستگی‌های مشاهده شده و مورد انتظار را به عنوان معیار مطلق برازش فراهم می‌کند. مقدار کمتر از ۰/۱۰ یا ۰/۰۸ یک تناسب خوب در مدل را نشان می‌دهند. نتایج این شاخص حاکی از برازش مناسب

مدل را نشان دادند ($d_G = 3.017$, $d_ULS = 0.047$, $SRMR = 0.047$, $NFI = 0.755$, $GOF = 0.70$).

SEM، شاخص برازش NFI است که هر چه این مقدار به سمت یک نزدیکتر باشد بیانگر برازش خوب مدل است. مقادیر شاخص برآوردی GOF نیز حاکی از مناسب بودن مدل برآوردی است. در مجموع برازش مدل خوب بود؛ چرا که نتایج مجموع شاخص‌ها، برازش قوی

جدول ۹- ضریب تعیین (R^2)

Table 9- Coefficient of determination (R^2)

متغیر Variable	R^2	نتایج Results
قصد رفتاری (BI) Behavioral intention (BI)	0.894	قابل توجه Significant
رفتار استفاده (UB) Use Behavioral (UB)	0.517	متوسط Moderate

Model fit: $SRMR = 0.047$, $d_ULS = 3.017$, $d_G = 2.357$, $NFI = 0.755$, $GOF = 0.700$. Note

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Source: research findings

گروهی پذیرش فناوری جدید می‌شود که این موضوع با فرهنگ سنتی قالب در کشاورزی سازگار است و این یافته این مهم را تأیید می‌کند. این یافته با نتایج مطالعات مختلف گذشته همسو است (Michels et al., 2020; Ronaghi & Forouharfar, 2020; Rübcke von Veltheim et al., 2021; Sood et al., 2023).

شرایط تسهیل کننده (FC) نیز نقش تعیین کننده‌ای در قصد رفتاری پذیرش کارکنان شرکت‌های کشاورزی دارند، هرچند که این اثر نسبت به نقش آن در تبیین رفتار استفاده افراد از فناوری کمتر است. در حقیقت، تکامل شرکت‌های کشاورزی به لحاظ شرایط تسهیل کننده‌ای چون دانش، زیرساخت و منابع نقش اساسی در قصد رفتاری پذیرش فناوری هوش مصنوعی کارکنان دارد. این یافته توسط نتایج مطالعات مختلف که نشان دادند شرایط تسهیل کننده یکی از عوامل تعیین کننده قصد رفتاری و رفتار استفاده از فناوری‌های جدید است، حمایت می‌شود (Ronaghi & Forouharfar, 2020; Sood et al., 2023; Kelly et al., 2023; Scur et al., 2023; et al., 2023). برای سایر متغیرهای مدل اثرات کوچکتر هستند.

نتایج نشان داد متغیرهای ترس از فناوری (TF)، اعتماد به فناوری (Trust)، جنبه‌های فناوری (TA)، جنبه‌های سازمانی (OA) و جنبه‌های محیطی (EA) به‌عنوان پیش‌بینی کننده‌های جدید پذیرش فناوری که در این مطالعه پیشنهاد شده‌اند، اثر قابل توجهی بر قصد رفتاری افراد برای پذیرش فناوری هوش مصنوعی در شرکت‌های کشاورزی دارند. در واقع یکی از یافته‌های نظری مطالعه حاضر این است که بسط مدل UTAUT2 با پیش‌بینی کننده‌های جدید منجر به بهبود نتایج آن شده است که با نتایج مطالعات گذشته (Venkatesh et al., 2012; Cabrera-Sánchez et al., 2021; Korkmaza et al., 2022) مطابقت دارد.

ترس از فناوری هوش مصنوعی ناشی از اضطراب و نگرانی از آن

تحلیل نتایج مدل ساختاری و آزمون فرضیه

در این پژوهش ۱۴ فرضیه مبتنی بر مدل UTAUT2 و عوامل TOE جهت ارزیابی پیش‌بینی کننده‌های پذیرش فناوری هوش مصنوعی در شرکت‌های فعال در کشاورزی مورد آزمایش قرار گرفت و ضرایب مسیر به صورت شماتیک در شکل ۱ و نتایج کمی آن در جدول ۱۰ ارائه شده است. نتایج نشان داد تمام فرضیات تعریف شده پژوهش تأیید می‌شود. به عبارتی، نتایج نشان داد مدل توسعه یافته UTAUT2 سازگار است و قصد رفتاری نسبت به فناوری هوش مصنوعی به طور مثبت و قابل توجهی تحت تأثیر متغیرهای چون عملکرد مورد انتظار (PE)، تأثیرات اجتماعی (SI)، امید به تلاش (EE)، شرایط تسهیل کننده (FC)، انگیزه لذت جویی (HM)، قیمت-ارزش (PV) و عادت (Habit) می‌باشد. در بین این سازه‌ها، نتایج این واقعیت را نشان می‌دهد که قوی‌ترین تأثیر بر قصد رفتاری افراد در پذیرش فناوری هوش مصنوعی در شرکت‌های کشاورزی از متغیرهای عملکرد مورد انتظار (۰/۳۳۹) و تأثیرات اجتماعی (۰/۲۴۰) ناشی می‌شود. تأثیر قابل توجه عملکرد مورد انتظار را می‌توان با اهمیت نسبی منافع اقتصادی مورد انتظار استفاده از فناوری هوش مصنوعی در شرکت‌های کشاورزی توضیح داد. در حقیقت، این یافته با نتایج مطالعات مختلف گذشته که نشان دادند (Michels et al., 2020; Ronaghi & Forouharfar, 2020; Rübcke von Veltheim et al., 2021; Sood et al., 2023) درک افراد از عملکرد فناوری هوش مصنوعی در کشاورزی بیشتر باشد، منجر به بهبود فهم آنها از سودمندی و سهولت به کارگیری فناوری می‌شود که انگیزه آنها برای پذیرش هوش مصنوعی را افزایش می‌دهد، مطابقت دارد. افزون‌براین، درک استفاده کارکنان سایر شرکت‌های کشاورزی از فناوری‌های جدید نقش به سزایی در درک کارکنان شرکت مورد هدف دارد؛ چرا که انتقال اطلاعات و ترویج فناوری منجر به ایجاد انگیزه

زیرساخت‌های ضروری آن را نشان می‌دهد. در حالی که، جنبه‌های سازمانی به ظرفیت آمادگی سازمان به لحاظ مدیریت و رهبری، راهبردها، زیرساخت‌های فنی موجود، توان جذب، ابعاد یادگیری، کیفیت منابع انسانی و منابع مالی، برای ورود فناوری جدیدی به سازمان اشاره دارد و جنبه‌های محیطی در برگزیده عوامل اثرگذار خارجی است (مانند عدم اطمینان، شدت رقابت و غیره) که بر بهره‌وری فعالیت‌های سازمان اثرگذار است. به تبع این جنبه‌ها نقش تعیین کننده‌ای در پذیرش فناوری هوش مصنوعی در شرکت‌های کشاورزی دارند. این یافته‌ها توسط نتایج مطالعات مختلف (Rübcke von Veltheim et al., 2021; Nascimento & Meirelles, 2021; Sood et al., 2023; Scur et al., 2023; Kelly et al., 2023) که نشان دادند جنبه‌های فناوری، سازمانی و محیطی نقش کلیدی در پیش‌بینی قصد رفتاری پذیرش فناوری جدید در کشاورزی دارد، پشتیبانی می‌شود.

در نهایت، سازه‌های شرایط تسهیل کننده و قصد رفتاری تأثیر مثبت معناداری بر رفتار استفاده واقعی از فناوری هوش مصنوعی در شرکت‌های کشاورزی دارد. در واقع، رفتار استفاده واقعی افراد از فناوری هوش مصنوعی تحت تأثیر شرایط دسترسی و تمایلات رفتاری مثبت آنها نسبت به مزایا، کاربردها و پتانسیل بالقوه آن فناوری در انجام فعالیت‌های شرکت می‌باشد. این یافته با نتایج مطالعات گذشته (Ronaghi & Forouharfar, 2020; Cabrera-Sánchez et al., 2021; Scur et al., 2023) که نشان دادند شرایط تسهیل کننده و قصد رفتاری دو سازه‌ی کلیدی اثرگذار بر رفتار استفاده واقعی کارکنان از فناوری هوش مصنوعی در شرکت هستند، همسو است.

است؛ در واقع با توجه به اینکه این فناوری جدید است همچنان نگرانی‌های متعددی برای افراد ایجاد می‌کند به ویژه برای کارکنان شرکت‌های کشاورزی؛ چرا که یکی از نگرانی اصلی فناوری هوش مصنوعی در شرکت‌های کشاورزی تهدید جایگزینی فناوری به جای نیروی کار است. بنابراین ترس فناوری به عنوان مهمترین مانع پذیرش فناوری جدید منجر به درک منفی افراد از خود فناوری می‌شود. افزون‌براین، اعتماد به فناوری یکی از مهمترین پیش‌بینی کننده‌های قصد رفتاری پذیرش فناوری جدید است و شرایط استفاده از آن را تسهیل می‌کند. در حقیقت، اگر افراد شرکت به برنامه‌های هوش مصنوعی اعتماد بیشتری داشته باشند، رفتار استفاده خود را افزایش می‌دهند و معتقدند که این سیستم‌ها مزایای متعددی دارند. بنابراین، ترس از فناوری و اعتماد برای توضیح ناهمگونی مشاهده‌نشده کارکنان شرکت مفید است. هر چند ضریب ترس از فناوری به مراتب بیشتر از ضریب اعتماد است. در واقع کارکنان شرکت از ورود فناوری هوش مصنوعی در فعالیت‌های کشاورزی خود ترس بیشتری در مقایسه با اعتماد به آن دارند. در این خصوص یافته‌ها توسط نتایج مطالعات مختلف گذشته (NoruziAjabshir et al., 2020; Cabrera-Sánchez et al., 2021; Rübcke von Veltheim et al., 2021) پشتیبانی می‌شود.

همچنین، نتایج نقش قوی جنبه‌های سازمانی را در مقایسه با جنبه‌های فناوری و محیطی برجسته می‌کند (۰/۲۸۴ در مقابل ۰/۱۳۴ و ۰/۲۲۶). هرچند که جنبه‌های محیطی هم به لحاظ ضریب از اهمیت بالایی در پیش‌بینی قصد رفتاری پذیرش فناوری برخوردار است. در واقع، در شرکت‌های کشاورزی، جنبه‌های فناوری، ظرفیت سازگاری فناوری هوش مصنوعی با سبک انجام فعالیت‌های شرکت و

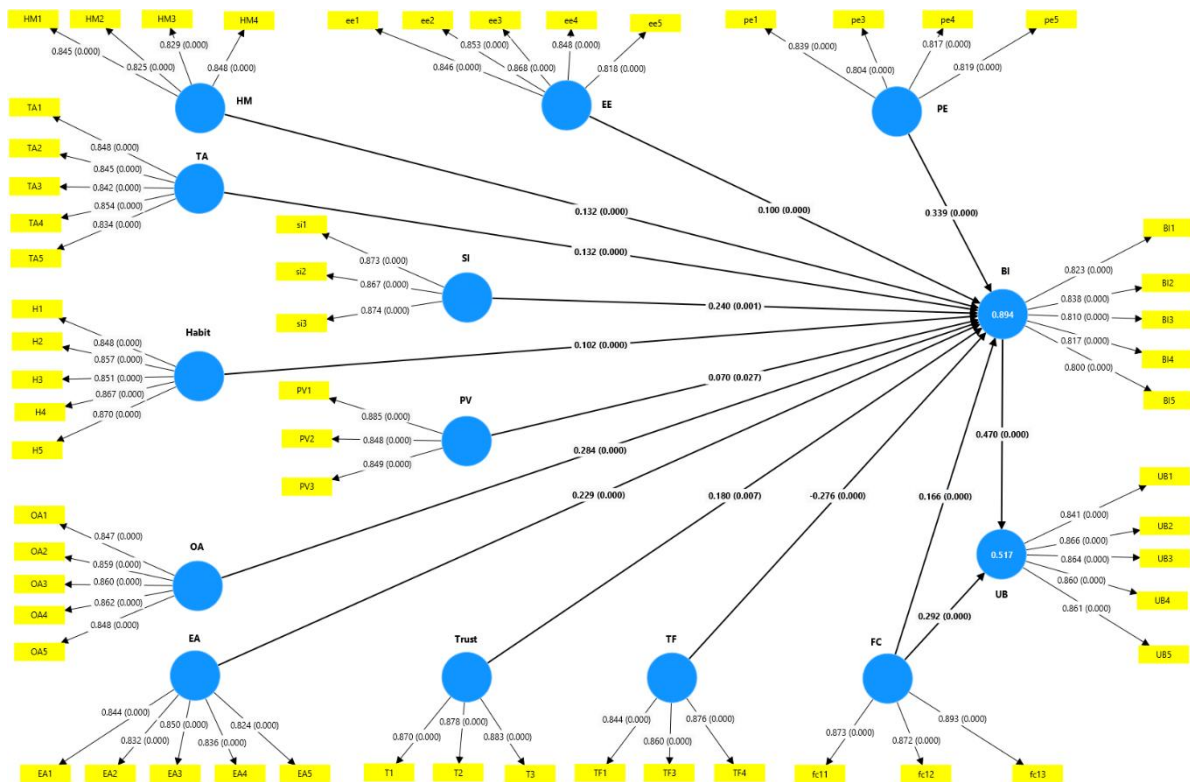
جدول ۱۰- نتایج مدل ساختاری

Table 10- The results of the structural model

فرضیات	ضرایب مسیر	انحراف استاندارد	t-Value	p-Value	نتایج
Hypothesis	Path Coefficient	Standard deviation			Results
H1: PE => BI	0.339	0.072	4.723	0.000	Supported
H2: EE => BI	0.100	0.024	4.236	0.000	Supported
H3: SI => BI	0.240	0.072	3.351	0.001	Supported
H4: HM => BI	0.132	0.029	4.574	0.000	Supported
H5: PV=> BI	0.070	0.032	2.210	0.027	Supported
H6: Habit => BI	0.102	0.028	3.594	0.000	Supported
H7: Trust => BI	0.180	0.067	2.699	0.007	Supported
H8: TF => BI	-0.276	0.039	7.104	0.000	Supported
H9: FC => BI	0.166	0.040	4.186	0.000	Supported
H10: FC => UB	0.292	0.077	3.782	0.000	Supported
H11: TA => BI	0.132	0.037	3.604	0.000	Supported
H12: OA => BI	0.284	0.069	4.128	0.000	Supported
H13: EA => BI	0.229	0.045	5.080	0.000	Supported
H14: BI => UB	0.473	0.088	5.401	0.000	Supported

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Source: Research Findings



شکل ۱- نتایج ضرایب مسیر
Figure 1- The findings for path coefficient

نتیجه گیری و پیشنهادها

در برنامه‌های ملی توسعه فناوری هوش مصنوعی کشور متناسب با سند نقشه راه توسعه ملی هوش مصنوعی، بخش کشاورزی و زیرمجموعه‌های آن به عنوان یکی از حوزه‌های اولویت‌دار ورود این فناوری جهت ارتقای سطح بهره‌وری و مرتفع ساختن چالش‌های آن به حساب می‌آید. لذا ضرورت دارد، مطالعه‌ای کاربردی و جامع از طریق نظرسنجی برای تبیین نمای کلی ساختار پذیرش فناوری هوش مصنوعی انجام شود تا تصویر شفاف و کاملی برای سیاست‌گذاران توسعه هوش مصنوعی فراهم آورد. از این رو، این پژوهش به دنبال تعیین پیش‌بینی‌کننده‌هایی کلیدی قصد رفتاری و رفتار استفاده از فناوری هوش مصنوعی در شرکت‌های کشاورزی از طریق ترکیب مدل توسعه‌یافته UTAUT2 و عوامل TOE است. نتایج نشان داد مدل توسعه‌یافته UTAUT2 برای تعیین پیش‌بینی‌کننده‌های پذیرش فناوری هوش مصنوعی سازگار است. نتایج اثر قوی مثبت و قابل توجه عملکرد مورد انتظار و تأثیرات اجتماعی را بر قصد رفتاری افراد برای پذیرش فناوری هوش مصنوعی در شرکت‌های کشاورزی را برجسته می‌کند. افزون بر آن، نتایج این واقعیت را نشان می‌دهد که شرایط تسهیل نیز نقش تعیین‌کننده‌ای در قصد رفتاری پذیرش افراد شرکت دارد اما نه به اندازه‌ی نقش آن بر رفتار استفاده آنها. همچنین،

نتایج اثر قلیل توجه و معنادار متغیرهای ترس از فناوری (TF)، اعتماد به فناوری (Trust)، جنبه‌های فناوری (TA)، جنبه‌های سازمانی (OA) و جنبه‌های محیطی (EA) که به عنوان پیش‌بینی‌کننده‌های جدید بر قصد رفتاری افراد برای پذیرش فناوری هوش مصنوعی در شرکت‌های کشاورزی برجسته می‌کند. در حقیقت ترس از فناوری به عنوان یک عامل بازدارنده اساسی برای پذیرش به حساب می‌آید و از طرفی اعتماد به فناوری منجر به ترغیب پذیرش می‌شود که نتایج بر اثرگذاری بیشتر ترس از فناوری تا اعتماد به آن تاکید دارد. افزون بر این، نتایج این واقعیت را نشان می‌دهد که جنبه‌های سازمانی در مقایسه با دو جنبه دیگر نقش قوی و قابل توجهی بر قصد رفتاری افراد شرکت برای پذیرش دارد. هر چند که جنبه‌های محیطی نیز از اهمیت بالایی در پیش‌بینی قصد رفتاری افراد برای پذیرش فناوری برخوردار است. در نهایت، مبتنی بر یافته‌های به دست آمده، برای سیاست‌گذاران توسعه هوش مصنوعی، طراحان و سایر ذینفعان مرتبط پیشنهاداتی به صورت زیر ارائه می‌شود: اول، توصیه می‌شود سیاست‌گذاران در اجرای برنامه‌های توسعه‌ی فناوری هوش مصنوعی برای شرکت‌های فعال در کشاورزی، متغیرهای تعیین‌کننده قصد رفتاری و رفتار استفاده از آن را در اولویت قرار دهد؛ دوم، با هدف افزایش دانش و آگاهی کارکنان شرکت‌های فعال در کشاورزی به ترویج و فرهنگسازی استفاده از این فناوری پرداخته شود، چرا که

سطح آگاهی کارکنان شرکت‌های فعال در کشاورزی در مورد مسائل امنیتی و تحقق عملکرد مورد انتظار استفاده از فناوری، بستر لازم برای ایجاد اعتماد به فناوری را فراهم آورد.

اگرچه تحقیق حاضر با توسعه چارچوب نظری نقش مهمی در توسعه ادبیات پذیرش فناوری هوش مصنوعی در کشاورزی داشته اما همچنان با برخی از محدودیت‌هایی در مطالعه مواجه است. تغییر گویه‌های تحقیق منجر به تغییر نتایج می‌شود؛ لذا انتخاب آیتم‌های سازه‌ها یکی از محدودیت‌های پژوهش است. از این‌رو، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده موارد مختلف جایگزین گویه‌ها را در تعریف سازه‌های تحقیق مورد بررسی قرار دهند. همچنین، این پژوهش مبتنی بر تحلیل داده‌های مقطعی قادر به پیش‌بینی پذیرش افراد از فناوری هوش مصنوعی در آینده نیست. لذا پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده برای پیش‌بینی عوامل تعیین کننده پذیرش در آینده، از تجزیه و تحلیل مبتنی بر داده‌های طولی استفاده کنند.

شناخت از مزایای فناوری هوش مصنوعی بستر کاهش ترس از فناوری و شرایط اعتماد به آن را تسهیل می‌کند. طراحان با در دسترس قرار دادن اطلاعات لازم در رسانه‌های اجتماعی یا سایر اشکال رسانه‌های جمعی (رادیو، تلویزیون، روزنامه) برای معرفی مزایای و سودمندی فناوری خود تلاش کنند؛ سوم، دولت باید زیرساخت‌های مناسب و لازم برای ورود فناوری هوش مصنوعی در شرکت‌های فعال در کشاورزی را فراهم کند. در عین حال با وضع قوانین و مقررات زمینه نظارت و کارآمدی این فناوری را تسهیل کند و در نهایت با پرداخت تسهیلات کم‌بهره، بستر توسعه استفاده از فناوری و حمایت از شرکت‌های پذیرنده آن را فراهم سازد؛ چهارم، سیاست‌گذاران باید اطمینان حاصل کنند که فناوری هوش مصنوعی در کشاورزی ساده است. لذا طراحان و توسعه‌دهندگان باید ابزارهایی از این فناوری را توسعه دهند که استفاده از آن‌ها آسان باشد و متناسب با شرایط بومی کشاورزی کشور طراحی شده باشد. پنجم، طراحان با اجرای برنامه‌های آموزشی عمومی و تخصصی لازم در جهت ارتقای

پیوست‌ها

جدول 1A- میانگین عملکرد محصولات راهبردی کشور و متوسط جهان در سال ۲۰۲۲ (کیلوگرم در هکتار)

Table A1- The average yield of the strategic products of the country and the average of the world (kg/hectare)

منطقه Area	ایران Iran	جهان World	شکاف Gap
گندم Wheat	1,667	3,689	121%
جو Barley	1,818	3,285	81%
آفتابگردان Sunflower	1,032	1,855	80%
برنج Rice	3,750	4,705	25%
چغندر قند Sugar beet	55,556	60,766	9%
سویا Soya beans	2,442	2,608	7%

مأخذ: سایت فائو

Source: faostate.fao.org

References

- Adelkhani, A., Beheshti, B., Minai, S., & Javadi Kia, H. (2015). Taste determination of Thompson orange using image processing based on ANFIS and ANN-GA methods. *FSCT*, 13(56), 45-55. (In Persian with English abstract). <http://fsct.modares.ac.ir/article-7-2215-en.html>
- Azadnia, R. (2022). Fast and accurate prediction of soil texture type based on deep learning algorithm and machine vision system. *Journal of Researches in Mechanics of Agricultural Machinery*, 11(1), 61-72. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22034/jrmam.2022.10089.539>
- Azadnia, R., Kheiralipour, K., & Jafarian, M. (2022). Classification of hawthorn fruit based on ripeness level by machine vision, *Journal of Innovative Food Technologies*, 9(4), 331-344. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22104/ift.2022.5473.2091>
- Azami, M., & Hasanpoor, K. (2020). Applying an integrated acceptance model and using technology for accepting

- innovations among farmers in Delfan County). *Agricultural Education Administration Research*, 12(52), 157-176. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22092/jaeer.2020.342593.1718>
5. Baharvand, F., Hosseinpour, M., & Jamshidi, M.J. (2022). Presenting adoption model of internet of things (IoT) in agricultural sector of Iran. *J Entrepreneurial Strategies Agriculture*, 9(18), 22-32. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.52547/jea.9.18.22>
6. Banthia, V., & Chaudaki, G. (2022). The study on use of Artificial Intelligence in agriculture. *Journal of Advanced Research in Applied Artificial Intelligence and Neural Network*, 5(2), 18-22. <http://thejournalshouse.com/index.php/neural-network-intelligence-adr/article/view/590>
7. Behneghar, H., Majidi, B., & Movaghar, A. (2021). Design of Hardware and Software Platform for Intelligent Automation of Livestock Farming using Internet of Things. *Agricultural Mechanization and Systems Research*, 22(78), 107-126. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22092/amsr.2021.352371.1367>
8. Cabrera-Sánchez, J.P., Villarejo-Ramos, Á.F., Liébana-Cabanillas, F., & Shaikh, A.A. (2021). Identifying relevant segments of AI applications adopters—Expanding the UTAUT2's variables. *Telematics and Informatics*, 58, 101529. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101529>
9. Chikoye, D.M., Gupta, N.K., & Kandadi, K.R. (2018). Application of UTAT in understanding the adoption of technologies for reducing post-harvest maize in Zambia. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 4(3), 610-636. <https://ijaer.in/more2018.php?id=49>
10. Cubric, M. (2020). Drivers, barriers and social considerations for AI adoption in business and management: A tertiary study. *Technology in Society*, 62, 101257. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101257>
11. Dhanush, G., Khatri, N., Kumar, S., & Shukla, P.K. (2023). A comprehensive review of machine vision systems and artificial intelligence algorithms for the detection and harvesting of agricultural produce. *Scientific African*, e01798. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01798>
12. Fatahi, S., Taheri geravand, A., & Shahbazi, F. (2017). Estimate freshness of chicken meat using image processing and artificial intelligent techniques. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 48(4), 491-503. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22059/ijbse.2017.63814>
13. Fallah, M., & Ghanbari Parmehr, E. (2023). Detection of Chilo Suppressalis using Smartphone Images and Deep Learning. *Journal of Agricultural Machinery*, 13(2), 195-211. (In Persian with English abstract) <https://doi.org/10.22067/jam.2022.72647.1064>
14. Food and Agriculture Organization. 2020. Available at <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
15. Hadipour Rokni, R., Askari Aslirad, A., & Sabzi, S. (2022). Identification of citrus pests using unmanned aerial vehicles and artificial intelligence methods. *Journal of Researches in Mechanics of Agricultural Machinery*, 11(3), 59-68. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22034/jrmam.2022.10139.558>
16. Hair J.F., Hult, T.T.M., Ringle, C.M., & Sarstedt, M. (2021). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*, Sage publications. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7>
17. Hosseini, S.J., Tahmasebi-Sarvestani, Z., Pirdashti, H., Modarres Sanavi, S.A.M., Mokhtassi-Bidgoli, A., & Hazrati, S. (2019). Study of diversity and estimation of leaf area in different mint ecotypes using artificial intelligence and regression models under salinity stress conditions. *Journal Crop Breeding*, 11(32), 59-73. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.29252/jcb.11.32.59>
18. Islamic Parliament Research Center of I.R. Iran. (2021). Review of the government's performance in supporting the agriculture and natural resources sector, *Deputy of Infrastructure Studies*, 17498. (In Persian)
19. Javaid, M., Haleem, A., Khan, I.H., & Suman, R. (2023). Understanding the potential applications of artificial intelligence in agriculture sector. *Advanced Agrochem*, 2(1), 15-30. <https://doi.org/10.1016/j.aac.2022.10.001>
20. Kelly, S., Kaye, S.A., & Oviedo-Trespalacios, O. (2023). What factors contribute to the acceptance of artificial intelligence? A systematic review. *Telematics and Informatics*, 77, 101925. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101925>
21. Khayam Nekouei, M., Ghaffari, M.R., Mardi, M., Ghorbanzadeh, Z., Hamid, R., & Zeinalabedini, M. (2024). Artificial intelligence technology in agriculture; Prospects, applications and challenges. *Crop Biotechnology*, 13(1), 15-29. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.30473/cb.2024.70090.1941>
22. Khosravizadeh, M., & Khalilinasr, A. (2019). Factors affecting the adoption of artificial intelligence technology in Iranian companies. *The 17th international management conference*, Tehran. (In Persian) <https://civilica.com/doc/1162190/>
23. Kothari, C.R. (2004). *Research methodology: Methods and techniques*. New Age International. ISBN (13): 978-81-224-2488-1
24. Korkmaz, H., Fidanoglu, A., Ozcelik, S., & Okumus, A. (2022). User acceptance of autonomous public transport systems: Extended UTAUT2 model. *Journal of Public Transportation*, 24, 100013. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.23.1.5>
25. Lada, S., Chekima, B., Karim, M.R.A., Fabeil, N.F., Ayub, M.S., Amirul, S.M., & Zaki, H.O. (2023). Determining factors related to artificial intelligence (AI) adoption among Malaysia's small and medium-sized businesses. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(4), 100144.

- <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100144>
26. Leal Filho, W., Wall, T., Mucova, S.A.R., Nagy, G.J., Balogun, A.L., & Gandhi, O. (2022). Deploying artificial intelligence for climate change adaptation. *Technological Forecasting and Social Change*, 180, 121662. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121662>
 27. Lorestani, A.N., Yazdanpanah, K., & Sabzi, S. (2020). Design of tangerine sorting algorithm based on color using image processing. *Journal of Researches in Mechanics of Agricultural Machinery*, 9(1), 92-99. (In Persian with English abstract). https://jrmam.sku.ac.ir/article_10135.html
 28. Masoudi, H. (2016). Robotics; a new field for innovation and entrepreneurship development in the animal husbandry sector. *Journal of Studies in Entrepreneurship and Sustainable Agricultural Development*, 3(3), 19-38. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22069/jead.2017.11635.1204>
 29. Mercurio, D.I., & Hernandez, A.A. (2020). Understanding user acceptance of information system for sweet potato variety and disease classification: an empirical examination with an extended technology acceptance model. In 2020 16th IEEE International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA) (pp. 272-277). IEEE. [10.1109/CSPA48992.2020.9068527](https://doi.org/10.1109/CSPA48992.2020.9068527)
 30. Michels, M., Bonke, V., & Musshoff, O. (2020). Understanding the adoption of smartphone apps in crop protection. *Precision Agriculture*, 21, 1209-1226. <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09715-5>
 31. Michels, M., Fecke, W., Feil, J.H., Musshoff, O., Pigisch, J., & Krone, S. (2020). Smartphone adoption and use in agriculture: empirical evidence from Germany. *Precision Agriculture*, 21, 403-425. <https://doi.org/10.1007/s11119-019-09675-5>
 32. Nascimento, A., & Meirelles, F. (2021). An artificial intelligence adoption model for large and small Businesses. Available at SSRN 4194043. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4194043>
 33. Najafabadiha, M., Mohammad Zamani, D., & Gholami Parashkoochi, M. (2023). Diagnosis of Three Types of Grape Leaf Diseases Based on Image Processing using Butterfly Optimization Algorithm and Support Vector Machine. *Agricultural Mechanization and Systems Research*, 24(87), 39-54. (In Persian with English abstract) <https://doi.org/10.22092/amsr.2024.365272.1482>
 34. NoruziAjabshir, F., Lashgarara, F., Mirdamadi, M., OmidiNajafabadi, M. (2020). Factors influencing adoption of improved wheat varieties and their impacts on food security dimensions: Application of unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT2) in East Azarbaijan. *Journal of Agricultural Extension and Education Research*, 12(4), 1-12. (In Persian with English abstract) <https://www.magiran.com/p2100958>
 35. Ostad Hashemi, A., AllafJafari, E., & Roustaa, A. (2024). Factors affecting the acceptance of the use of artificial intelligence in the sale of saffron products. *Journal of Intelligent Marketing Management*, 5(3), 135-155. (In Persian with English abstract). [jnabm.3.2.15564.35887873.63094598548](https://doi.org/10.22069/jnabm.3.2.15564.35887873.63094598548)
 36. Rezaei, M.J., yazdian-dehkordi, M., & Sarraam, M.A. (2021). Intelligent identification and classification of nutrient deficiency in pistachio trees using support vector machine. *Journal of Researches in Mechanics of Agricultural Machinery*, 10(3), 9-19. https://jrmam.sku.ac.ir/article_10024.html
 37. Ronaghi, M.H., & Forouharfar, A. (2020). A contextualized study of the usage of the Internet of things (IoTs) in smart farming in a typical Middle Eastern country within the context of Unified Theory of Acceptance and Use of Technology model (UTAUT). *Technology in Society*, 63, 101415. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101415>
 38. Rübcke von Veltheim, F., Theuvsen, L., & Heise, H. (2021). German farmers' intention to use autonomous field robots: a PLS-analysis. *Precision Agriculture*, 1-28. <https://doi.org/10.1007/s11119-021-09854-3>
 39. Sabzi, S., Abbaspour-Gilande, Y., & Javadikia, H. (2019). Recognition of secale cereal L weed from potato plant using video processing and computational intelligence. *Agricultural Mechanization and Systems Research*, 20(72), 1-18. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22092/erams.2017.106915.1113>
 40. Saedi, S.I. (2023). Determining apple fruit harvest time using color images and deep learning. *Journal of Researches in Mechanics of Agricultural Machinery*, 12(3), 45-53. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22034/jrmam.2023.14078.619>
 41. Sani Heidary, A., Daneshvar Kakhki, M., Shanoushi, N., & Sabouhi Sabouni, M. (2020). Analysis of the effect of microcredit on rural sustainable development components: Application of propensity score regression approach and bootstrap algorithm. *Agricultural Economics*, 14(1), 47-87. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22034/iaes.2020.124925.1765>
 42. Salimi, M., Pourdarbani, R., & Asgarnezhad Nouri, B. (2021). Ranking the effective factors in the technology acceptance model for the actual use of agricultural automation (Case study: Ardebil). *Journal of Agricultural Machinery*, 11(2), 525-534. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jam.v11i2.81398>
 43. Salimi, M., Pourdarbani, R., & Nouri, B.A. (2020). Factors affecting the adoption of agricultural automation using Davis's acceptance model (case study: Ardabil). *Acta Technologica Agriculturae*, 23(1), 30-39. <https://doi.org/10.2478/ata-2020-0006>
 44. Sayahi, F., Divband Hafshejani, L., Tishehzan, P., & Abdolabadi, H. (2024). The combination of dimensionality reduction methods and machine learning algorithms in the optimization of Maroon River water quality prediction. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 55(9), 1601-1615. (In Persian with English abstract).

- <https://doi.org/10.22059/ijswr.2024.376275.669708>
45. Scur, G., da Silva, A.V.D., Mattos, C.A., & Gonçalves, R.F. (2023). Analysis of IoT adoption for vegetable crop cultivation: Multiple case studies. *Technological Forecasting and Social Change*, 191, 122452. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122452>
46. Shadrin, D., Menshchikov, A., Somov, A., Bornemann, G., Hauslage, J., & Fedorov, M. (2019). Enabling precision agriculture through embedded sensing with artificial intelligence. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 69(7), 4103-4113. <https://doi.org/10.1109/TIM.2019.2947125>
47. Sood, A., Sharma, R.K., & Bhardwaj, A.K. (2022). Artificial intelligence research in agriculture: a review. *Online Information Review*, 46(6), 1054-1075. <https://doi.org/10.1108/OIR-10-2020-0448>
48. Sood, A., Bhardwaj, A.K., & Sharma, R.K. (2023). Empirical analysis and evaluation of factors influencing adoption of AI-based automation solutions for sustainable agriculture. In *International Conference on Agriculture-Centric Computation* (pp. 15-27). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43605-5_2
49. Thomas, R.J., O'Hare, G., & Coyle, D. (2023). Understanding technology acceptance in smart agriculture: A systematic review of empirical research in crop production. *Technological Forecasting and Social Change*, 189, 122374. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122374>
50. Tzachor, A., Devare, M., King, B., Avin, S., & Ó hÉigeartaigh, S. (2022). Responsible artificial intelligence in agriculture requires systemic understanding of risks and externalities. *Nature Machine Intelligence*, 4(2), 104-109. <https://doi.org/10.1038/s42256-022-00440-4>
51. Vasileiou, M., Kyriakos, L.S., Kleisiari, C., Kleftodimos, G., Vlontzos, G., Belhouchette, H., & Pardalos, P.M. (2023). Transforming weed management in sustainable agriculture with artificial intelligence: A systematic literature review towards weed identification and deep learning. *Crop Protection*, 106522. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106522>
52. Venkatesh, V., Thong, J.Y., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, 157-178. <https://doi.org/10.2307/41410412>
53. Valizadeh, N., Haji, L., & Khannejad, S. (2022). Analyzing the drivers of adopting agricultural unmanned aerial vehicles (UAV) in wheat cultivation. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, 17(2), 251-263. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/20.1001.1.20081758.1400.17.2.16.4>
54. Vuppapapati, C. (2021). *Machine learning and artificial intelligence for agricultural economics: Prognostic data analytics to serve small scale farmers worldwide* (Vol. 314). Springer Nature. <https://search.worldcat.org/title/1273913176>



Research Article

Vol. 39, No. 1, Spring 2025, p. 57-71

The Financial, Economic and Political Risk of Trader Partners on the Import of Virtual Water of Oilseeds to Iran

F. Fathi^{ID1*}, M. Behnam¹

1- Department of Agricultural Economics, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

(*- Corresponding Author Email f.fathi@shirazu.ac.ir)

Received: 23-09-2024

Revised: 22-01-2025

Accepted: 26-01-2025

Available Online: 26-01-2025

How to cite this article:

Fathi, F., & Behnam, M. (2025). The financial, economic and political risk of trader partners on the import of virtual water of oilseeds to Iran. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 39(1), 57-71. (In Persian with English abstract).
<https://doi.org/10.22067/jead.2025.88634.1295>

Introduction

The growing virtual water trade globally reflects economic principles associated with international trade, particularly the Heckscher-Ohlin theory. Each nation tends to export products that utilize relatively abundant and inexpensive production factors while importing those that necessitate scarce and costly resources. The strategic use of virtual water in the management of water resources is a critical issue, mainly, considering that a significant portion of Iran experiences arid and semi-arid conditions, leading to severe and increasing water shortages. Among the agricultural products that Iran requires are oilseeds, such as soybean and sunflower, which the country produces and imports in substantial quantities annually.

Materials and Methods

The present study aims to assess the trend of importing virtual water from oilseeds through trade partners and determine the effects of economic and environmental factors influencing their import during 2005-2020, utilizing the generalized gravity model. Economic and trade variables such as the ratio of Iran's GDP to other countries, import tariff ratio, real exchange rate growth, country risk index, distance between countries, and sanctions are considered. Environmental variables such as area under cultivation, access to water, and lack of access to water per capita are also included. The variables related to access and lack of access to water consist of four environmental factors: total water withdrawal, total renewable water, agricultural water withdrawal, and total freshwater volume.

Results and Discussion

The virtual water trading model is considered a scientific model and a practical solution to address the water shortage crisis in countries, especially Iran. In this research, through gravity models, the determinants affecting the volume of oilseed imports to Iran were identified. The variables of the ratio of Iran's GDP to the trading partner country and the access to water of the trading partner country were effective in both estimations, while the variable of the import tariff ratio was not effective in any of them. The risk variables of the countries have also been effective in importing virtual water. The variables of access to water and lack of access to water are environmental variables that influence the model, similar to economic variables. Therefore, the import of oilseeds is affected by economic variables; however, since the importation of oilseeds is supported to meet the country's needs and government currency has been utilized during the studied period, the variable of real exchange rate growth has



©2025 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jead.2025.88634.1295>

less effect on imports. On the other hand, the variables of access and lack of access to water, which consist of four environmental factors (total water withdrawal, total renewable water, agricultural water withdrawal, and total freshwater volume), play an important role in the import of virtual water through oilseeds to Iran.

The following suggestions can be made: Considering the significance of the variable distance between countries in the estimation, instead of meeting the demand for oilseeds from producers located at a large geographical distance, it is suggested to exchange these products with neighboring countries and regional markets if they are capable of producing these products. In other words, the Iranian government should accept the risk of importing oilseeds from neighboring and regional markets that are closer, rather than necessarily from the production hub. This may reduce the cost of importing this product by choosing these countries. Additionally, based on the role of the risk index, it is expected that countries with lower risk will be chosen as trading partners. Although the area under cultivation may be associated with a reduction in virtual water imports, considering the state of Iran's water resources and the need to import these two types of oilseeds, increasing the area under cultivation may not be feasible. Importing virtual water can play an important role in the sustainability of water resources while simultaneously meeting domestic needs. Based on the significance of access to and lack of access to water in the estimated relationships for soybean and sunflower production, certain countries have a relative advantage in cultivating these crops. Therefore, to enhance the management and sustainability of water resources, it is recommended to import from countries with greater water availability and higher production capacity. As a result, importing more virtual water supports the conservation of local water resources while ensuring the cultivation of these crops.

Keywords: Gravity Model, Risk, Soybean, Sunflower, Virtual Water, Water Footprint



مقاله پژوهشی

جلد ۳۹، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴ ص. ۷۱-۵۷

ریسک مالی، اقتصادی و سیاسی شرکای تجاری بر واردات آب مجازی دانه‌های روغنی به ایران

فاطمه فتحی^{۱*} - مینا بهنام^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۷

چکیده

توزیع نابرابر زمانی و مکانی آب منجر به بحران آب در بسیاری از کشورها شده است. تجارت فیزیکی محصولات کشاورزی از یک کشور به کشور دیگر، انتقال مجازی منابع آب یا تجارت آب مجازی را به همراه دارد. ایران از جمله کشورهایی است که به دلیل اقلیم خشک و نیمه‌خشک برای مدیریت منابع آب از واردات محصولات استفاده می‌کند و حجم زیادی از محصولات کشاورزی بخصوص دانه‌های روغنی را از طریق واردات تأمین می‌نماید. در این مطالعه با هدف ارزیابی روند واردات آب مجازی دانه‌های روغنی شامل سویا و آفتابگردان از شرکای تجاری، به تعیین اثرات متغیرهای کلان اقتصادی از جمله ریسک مالی، اقتصادی و سیاسی شرکای تجاری در کنار سایر متغیرهای محیط‌زیستی برای دوره زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ با استفاده از مدل تعمیم‌یافته جاذبه پرداخته شد. نتایج نشان داد که ریسک مالی و اقتصادی در کنار متغیرهای نسبت تولید ناخالص داخلی ایران به کشور طرف تجاری، دسترسی به آب شریک تجاری در واردات دانه‌های روغنی تأثیرگذار بوده و نسبت تعرفه واردات در هیچ کدام اثرگذار نبوده است. اثر ریسک مالی شرکای تجاری سویا، بر واردات این دانه روغنی نقش مهمی داشته و رشد نرخ ارز واقعی اثر کمتری را در واردات داشته است، چرا که جهت تأمین نیاز کشور واردات دانه‌های روغنی مورد حمایت بوده و در دوره مورد مطالعه برای واردات از ارز دولتی بهره گرفته شده است. انتخاب شرکای تجاری با ریسک مالی و فاصله جغرافیایی کمتر می‌تواند واردات بیشتر و در نتیجه ورود آب مجازی بیشتری را به همراه داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: آب مجازی، آفتابگردان، ردپای آب، ریسک، سویا، مدل جاذبه

مقدمه

آب یک منبع طبیعی با توزیع نامناسب در جهان است. اگر آب که با کمبود مواجه است به عنوان یک کالای اقتصادی در نظر گرفته شود، می‌تواند بخشی از مشکلات مربوط به کمبود آب در جهت مدیریت تقاضای آب را حل نماید. در گذشته کشورهایی که در معرض کمبود آب قرار داشتند، مواد غذایی مورد نیاز خود را از طریق واردات از دیگر کشورها تأمین می‌کردند. این امر باعث کاهش فشار بر منابع آب و کاهش کمبود آب در آن کشورها شده است (Lamastra et al., 2017). کمبود آب در دنیا به خصوص در آسیای شرقی و آفریقا به عنوان موضوع مهم از سوی محققین مطرح شده است و اولین مطالعات در مورد موضوع کمبود آب در دهه‌های ۱۹۱۰ مطرح شد، اما تشخیص کمبود آب به عنوان یک مشکل جهانی و اثرات آن بر

کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته بطور گسترده در نیمه دوم قرن بیستم بیان شد. افزایش جمعیت، رشد اقتصادی، تقاضای رو به رشد برای محصولات کشاورزی و تغییر اقلیم و همچنین تغییر شرایط اجتماعی-اقتصادی، تقاضا برای آب کشاورزی را در آینده افزایش داده و فشار و تنش‌های سنگینی به منابع آب وارد نموده و مخاطرات جدی را برای امنیت غذایی آینده و توسعه پایدار محیط زیست فراهم نموده است.

امروزه با تجارت کالاها، می‌توان به صورت نامرئی جابه‌جایی آب را نیز انجام داد؛ هنگامی که کالایی از نقطه‌ای به نقطه دیگر صادر می‌شود در واقع تمام آبی که در طی فرآیند تولید کالا استفاده شده است، نیز انتقال می‌یابد. منطقه‌ای که کالا را صادر می‌کند به صورت مجازی آب را صادر و منطقه‌ای که کالا را وارد کرده است، به صورت

۱- گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

(*) نویسنده مسئول: (Email: f.fathi@shirazu.ac.ir)

تجارت با شرکای تجاری مختلف، چه عواملی بر واردات آب مجازی دانه‌های روغنی از شرکای تجاری اثرگذار است؟

مطالعات متعددی به جریان آب مجازی محصولات کشاورزی پرداخته‌اند. از جمله هوکسترا و چاپاگین (Hoekstra & Chapagain, 2006) که به تعیین متوسط حجم جهانی جریان آب مجازی مربوط به تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی پرداخته‌اند. در مطالعه‌ی هوکسترا و هانگ (Hoekstra & Hung, 2002) دریافتند که آمریکا، کانادا، تایلند و آرژانتین بیشترین کشورهای صادرکننده و ژاپن، کره، هلند، چین و اندونزی بیشترین واردکننده‌ی آب مجازی می‌باشند. میزان تجارت آب مجازی محصولات زراعی عربستان سعودی بین سال‌های ۲۰۱۶ - ۲۰۰۰ محاسبه و نتایج نشان داد متوسط تجارت آب مجازی عربستان ۱۰۹ × ۱۲/۶ متر مکعب در سال بوده است. عربستان وارد کننده خالص آب بوده که بیشترین آن مربوط به غلات و سبزیجات بوده است (Alamri & Reed, 2019). در مطالعه دنگ و همکاران (Deng et al., 2021)، به بررسی تأثیر صادرات آب مجازی بر میزان صرفه‌جویی منابع آبی در استان‌های کشور چین، پرداخته شده است. همچنین مناسب بودن طرح صادرات آب مجازی در استان یونان در چین نشان داد که استراتژی صادرات آب مجازی برای این استان مناسب نیست و باعث کمبود آب شده است و باید واردات آب مجازی، جایگزین شود. نیشاد و کومار (Nishad & Kumar, 2022) به تحلیل کمی از تجارت آب مجازی و پیامدهای آن برای پایداری آب در کشور هند پرداختند. برخی از مطالعات نیز در داخل کشور انجام شده است از جمله گل‌پذیر و همکاران (Golpazir et al., 2023) که از آب مجازی برای ارزش‌گذاری آب استفاده نمودند و همچنین مطالعه احدیت و همکاران (Ahadit et al., 2016) که به ارزیابی متغیرهای سیاستی، اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و فرهنگی و آموزشی و ترویجی با تجارت آب مجازی در ایران پرداختند. برخی دیگر از مطالعات به تعیین عوامل اثرگذار بر تجارت آب مجازی پرداخته‌اند. جهت بررسی عوامل متغیرهای مختلف بر تجارت آب مجازی نیز در مطالعات مختلف از مدل جاذبه بهره گرفته شده است. با توجه به اهمیت مسایل زیست‌محیطی در تجارت آب مجازی و ردپای آب در ایران مطالعاتی صورت پذیرفته است از جمله آن می‌توان به صافی و میرلطیف (Safi & Mirlatifi 2015) اشاره کرد که نتایج مطالعه آنان نشان داد که توجه به قیمت‌های تمام شده آب و انرژی، تولید و صادرات محصولات آب‌بر به نفع کشور نیست و در طولانی مدت به اقتصاد کشور آسیب وارد خواهد کرد. پس از آن شیرزادی و همکاران (Shirzadi et al., 2018) نشان دادند که میزان تولید کشور هرچه بیشتر باشد، می‌تواند به تجارت بیشتر محصولات و در نتیجه افزایش تجارت آب مجازی منجر گردد.

یکی از متغیرهای اقتصادی اثرگذار که اخیراً مورد توجه قرار گرفته است ریسک اقتصادی، سیاسی و مالی هر کشور بعنوان شریک تجاری

مجازی آب را وارد کرده است. با پیشرفت جهانی شدن، تجارت آب مجازی نیز رو به افزایش است و تبادلات بین‌المللی کالاها مستلزم حمل و نقل مقدار زیادی آب مجازی به فواصل و مناطق دورتر است. آب تعبیه شده‌ای که در کالاهای مبادله شده وجود دارد آب مجازی نامیده می‌شود (Hekmatnia et al., 2020) به این مفهوم که می‌توان صادرات یا واردات محصولات کشاورزی را نیز به‌عنوان صادرات و یا واردات آب مجازی بیان کرد. بنابراین، تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی می‌تواند به‌عنوان تجارت منابع آب یک کشور به شکل مجازی تلقی شود که بدان تجارت آب مجازی گفته می‌شود (Mekonnen & Hoekstra, 2011; Alamri & Reed, 2019). تجارت ۹۸۷ میلیارد متر مکعب آب مجازی در سال و سهم ۸۰٪ از کل تجارت آب مجازی بیشترین سهم از تجارت آب مجازی را دارا می‌باشند (Alamri & Reed, 2019).

یکی از انواع محصولات کشاورزی مورد نیاز ایران که هر ساله با حجم واردات زیادی مواجه است دانه‌های روغنی می‌باشد. بخش اعظمی از روغن مورد نیاز کشور از دانه‌های روغنی تأمین می‌شود. مصرف سرانه بالای روغن در ایران در مقایسه با مصرف سرانه جهانی باعث شده است که بخش اعظمی از نیاز داخلی از طریق واردات تأمین شود. حجم بالای مصرف آب در تولید دانه‌های روغنی و باتوجه به شرایط ایران از نظر محدودیت منابع آبی و اهمیت بالای روغن در سبد خانوارها، واردات دانه‌های روغنی را از اقلام عمده و مهم وارداتی ایران نموده است. بطوری که به‌منظور تأمین کسری تولید داخل، طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰ میزان واردات انواع دانه‌های روغنی به بیش از ۶ برابر افزایش یافته است که ارزش این مقدار واردات دانه روغنی در سال ۱۴۰۱ حدود ۱۷۱۶ هزار تن و تقریباً با ارزش ۸۳۱ میلیارد دلار بوده است (FAO, 2022). بر اساس آمار ۲۰۲۱ کشورهای برزیل (۳۰/۱)، آمریکا (۲۵/۴) و کانادا (۶/۷ درصد) بالاترین سهم صادرات دانه‌های روغنی به کشورهای مختلف دنیا را به خود اختصاص داده‌اند (Trademap, 2021) و در مجموع ایران رتبه ۲۰ ام واردات دانه‌های روغنی را در بین کشورهای واردکننده دانه‌های روغنی به خود اختصاص داده است. ایران با سهم ۱/۲ درصد از کل واردات سویا رتبه ۱۳ در واردات این دانه و همچنین رتبه ۲۰ ام را در واردات آفتابگردان با سهم ۱/۵ درصد از کل واردات جهان از این دانه روغنی را به خود اختصاص داده است. سویا و آفتابگردان در سال ۱۴۰۰ به‌ترتیب با واردات ۱۴۹۰ و ۴۰ هزار تن و ارزش ۶۱۵ و ۵۰ میلیارد دلار سهم زیادی را به خود اختصاص داده‌اند (FAO, 2022) و ردپای آب استفاده شده برای تولید هر تن سویا و آفتابگردان به‌ترتیب ۸۳۹ و ۱۲۰۹ متر مکعب می‌باشد (Dekamin et al., 2018). که با واردات می‌توان میزان در مصرف آب در تولید دانه‌های روغنی صرفه‌جویی نمود. سوال مهم این است که با توجه به مشکلات و محدودیت‌های منابع آبی در ایران و همچنین محدودیت‌های تجاری از جمله تحریم و ریسک

نوع آلودگی است و از مجموع ردپای آب آبی^۳ ($WF_{ijt.proc.blue}$)، سبز^۴ ($WF_{ijt.green}$) و ردپای آب خاکستری^۴ ($WF_{ijt.grey}$) بدست آمده است. ردپای آب آبی، به حجم آبی که در تولید محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد (نیاز خالص) اشاره دارد (Hoekstra et al., 2012). ردپای آب سبز، به سهم آب حاصل از بارندگی مؤثر مرتبط است. ردپای آب خاکستری، به حجمی از آب شیرین اطلاق می‌شود که برای رقیق‌سازی کودها و سمومی که در فرآیند تولید محصول استفاده شده‌اند مورد نیاز است. اگر چه این حجم از آب آلوده شده از دسترس خارج می‌گردد اما در فرآیند تولید محصول به کار رفته است لذا در محاسبه آب مصرف شده برای تولید دانه‌های روغنی لحاظ می‌گردد. مقدار ردپای آب برای تولید دانه‌های روغنی شامل دانه سویا و آفتابگردان برای هر واحد تولیدی در هر کشور از مطالعه مکانین و هوکسترا (Mekonnen & Hoekstra, 2011) استخراج شد.

در ادامه جهت بررسی عوامل مؤثر بر واردات ردپای آب مجازی، از مدل جاذبه رابطه (۲) استفاده شد. یکی از مدل‌های مورد استفاده جهت تعیین عوامل مؤثر تجارت مدل جاذبه می‌باشد. این مدل به‌عنوان یک رویکرد به طور گسترده برای تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی، به‌ویژه جریان‌های تجاری دوجانبه ایجاد شده است. بسیاری از کاربردهای تجربی سعی در تعیین نیروهای محرک تجارت بین‌الملل با استفاده از این رویکرد داشته‌اند (Jagdambe & Kannan, 2020; Vu et al., 2020; Ayuda et al., 2022). مقیاس جریان‌های تجاری دوجانبه بین دو کشور با وضعیت اقتصادی دو کشور همبستگی مثبت دارد و رابطه منفی با فاصله فیزیکی بین دو کشور دارد. علی‌رغم انتقادات اولیه مبنی بر نظری بودن آن، مدل جاذبه در دهه‌های اخیر به‌دلیل پایه‌های نظری دقیقی که ارائه شده است و موفقیت تجربی آن در پیش‌بینی جریان‌های تجاری دوجانبه کالاهای مختلف تحت شرایط مختلف، کاربرد وسیعی یافته است. علاوه بر متغیرهای اقتصادی سطح ذخایر منابع آب موجود، از متغیرهای اثرگذار هستند که در جریان تجارت آب مجازی می‌تولند نقش مهمی داشته باشد. برای تجزیه و تحلیل اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی تجارت بین‌الملل، این مدل امکان در نظر گرفتن متغیرهای بالقوه تأثیرگذار مانند درآمد، جمعیت، فواصل جغرافیایی، عوامل نهادی و عوامل محیط‌زیستی را نیز فراهم کند (Eshetu & Goshu, 2021).

می‌باشد (Baranauskaitė & Jurevičienė, 2021; Wang et al., 2023; Song et al., 2021). در مطالعات داخلی به ویژگی ریسک کشورها کمتر توجه شده است. در مطالعه گاسوامی و پانتامی (Goswami & Panthamit, 2022) ریسک سیاسی شرکای تجاری در مدل الگوی تجارت لحاظ شد. نتایج مطالعه آنان نشان داده است که با ثابت بودن سایر عوامل تعیین‌کننده مبتنی بر مدل جاذبه، با یک واحد افزایش در رتبه‌بندی شاخص ریسک نظامی در سیاست داخل و خارج کشور، جریان تجارت تا بلند به اندازه ۵-۹ درصد در سال کاهش می‌یابد. در مطالعه لی و همکاران (Li et al., 2022) اثر ریسک اقتصادی و سیاسی کشورها در تجارت مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اهمیت ویژگی‌های شرکای تجاری در کنار سایر عوامل اقتصادی، ریسک اقتصادی، مالی و تجاری کشورها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که در این مطالعه در کنار سایر متغیرهای اثرگذار به این ویژگی توجه شده است.

پژوهش حاضر، به دنبال پاسخگویی به این سؤالات است که ایران در تجارت دانه‌های روغنی چه مقدار آب به‌صورت مجازی وارد می‌کند، نقش عوامل مؤثر اقتصادی با تأکید بر ریسک شرکای تجاری و عوامل زیست‌محیطی، بر تجارت آب مجازی دانه‌های روغنی ایران چگونه است. در این راستا ابتدا میزان واردات آب مجازی در تجارت بین‌المللی دانه‌های روغنی بر اساس ردپای آب سبز، آبی و خاکستری برای دوره زمانی ۲۰۰۵-۲۰۲۰ برای ایران محاسبه شد و در نهایت با تخمین مدل جاذبه با رهیافت داده‌های تابلویی به بررسی عوامل اقتصادی و محیط‌زیستی پرداخته شد.

روش تحقیق

با توجه به اهداف مطالعه حاضر، در ابتدا مقدار آب مجازی وارد شده به ایران طی دوره زمانی ۲۰۰۵-۲۰۲۰ از شرکای تجاری برای دو محصول سویا و آفتابگردان که بیشترین حجم واردات دانه روغنی به ایران را دارند محاسبه شد. در رابطه (۱) شیوه محاسبه بیان شده است.

$$WF_{ijt} = WF_{ijt.green} + WF_{ijt.proc.blue} + WF_{ijt.grey} \quad (1)$$

در این مطالعه از حاصل ضرب ردپای آب^۱ در تولید دانه روغنی (سویا و آفتابگردان) هر کشور در میزان واردات از آن کشور در دوره زمانی t بدست آمده است. ردپای آب، حجم آب شیرین استفاده شده برای تولید محصول است، که در طول زنجیره کامل عرضه محاسبه می‌شود. ردپای آب یک شاخص چندبعدی است که نشان‌دهنده حجم آب مصرف شده و حجم آب آلوده شده بر اساس

3- Green water footprint

4- Grey water footprint

1- Water Footprint

2- Blue water footprint

$$\begin{aligned} \ln WF_{ijt} = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln D_{ijt} + \alpha_2 \ln \frac{GDP_{ti}}{GDP_{tj}} + \alpha_3 \ln \frac{tr_{ti}}{tr_{tj}} + \alpha_4 \ln CU_{jt} + \alpha_5 GER_{it} + \alpha_6 \ln FR_{it} + \alpha_7 \ln ER_{it} \\ & + \alpha_8 \ln PR_{it} + \alpha_9 S_{it} + \alpha_{10} \ln av_{jt} + \alpha_{11} \ln nav_{jt} + \pi_{ij} + \gamma_t + \varepsilon_{ijt} \end{aligned} \quad (2)$$

سیاسی است. مقدار عددی این شاخص‌ها از داده‌های راهنمای ریسک بین‌المللی کشورها^۱ در نظر گرفته شده است (Wang et al., 2022; Goswami & Panthamit, 2022; Guo et al., 2024). این شاخص در سه زیرمجموعه ریسک سیاسی^۲، ریسک مالی^۳ و ریسک اقتصادی^۴ می‌باشد. برای هر یک از زیرمجموعه‌ها یک شاخص جداگانه گزارش می‌شود. شاخص ریسک سیاسی بر اساس ۱۰۰ امتیاز، ریسک مالی ۵۰ و ریسک اقتصادی ۵۰ امتیاز تعریف شده است. مجموع امتیازهای سه شاخص ریسک بر عدد دو تقسیم می‌شود تا وزن‌های محاسباتی برای درج در امتیاز ریسک کشور ایجاد شود. ریسک ترکیبی که شامل ریسک سیاسی، مالی و اقتصادی از صفر تا ۱۰۰ می‌باشند، که عدد کمتر شاخص ریسک، میزان ریسک بالاتر را برای هر کشور نشان می‌دهد. متغیر S_{it} شدت تحریم ایران در دوره زمانی t است. تحریم با شدت کم و گسترده برای تجارت دو جانبه ایران و شرکای تجاری به صورت متغیر موهومی مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به تحقیقات مؤسسه اقتصاد بین‌الملل پترسون^۵ طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۶، ایالات متحده آمریکا، ایران را با شدت کم تحریم کرد. هم‌چنین ایالات متحده و اتحادیه اروپا طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ ایران را تحریم کردند. شدت این تحریم نیز کم بوده است (Hufbauer et al., 2012). اما طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ ایران با تحریم‌های گسترده از طرف ایالات متحده و اتحادیه اروپا مواجه شد. مقدار تحریم در هر دوره زمانی بستگی به هزینه‌های وارد شده بر ایران در هر سال (بر حسب درصدی از GDP) دارد که البته بیان کننده شدت تحریم نیز هست (Aghaei et al., 2017).

متغیرهای دسترسی به آب هر کشور شامل $\ln av_{jt}$ دسترسی به آب کشور طرف تجاری (j) در دوره زمانی t ، $\ln nav_{jt}$ دسترسی به آب کشور طرف تجاری (فشار ناشی از کمبود منابع آبی) در دوره زمانی t می‌باشد. متغیر $av_{jt} = \frac{tww_{jt}}{rw_{jt}}$ متغیر دسترسی به آب است که در آن، tww_{jt} کل برداشت آب کشور j در دوره زمانی t است و rw_{jt} نشان‌دهنده کل آب تجدیدپذیر کشور j در دوره زمانی t است و متغیر عدم دسترسی به آب (فشار ناشی از کمبود منابع آب) nav_{jt} برابر است با $nav_{jt} = \frac{aw_{jt}}{tww_{jt}}$. متغیر aw_{jt} برداشت کل آب کشاورزی کشور j در دوره زمانی t است. داده‌های مذکور از بانک جهانی جمع‌آوری شد.

در مدل جاذبه که در مطالعه حاضر در نظر گرفته شده است در رابطه (۲) $\ln WF_{ijt}$ لگاریتم تجارت آب مجازی است که از کشور j در زمان t وارد کشور i شده است. بنابراین، متغیر وابسته اطلاعاتی در مورد جریان دوجانبه ردپای آب دانه‌های روغنی را بین شرکای تجاری کشور از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ برای دو نوع دلنه روغنی سویا و آفتابگردان ارائه می‌دهد. مقدار ردپای آب برای تولید دلنه‌های روغنی شامل دانه سویا و آفتابگردان برای هر واحد تولیدی در هر کشور از مطالعه ماکنین و هوکسترا (Mekonnen & Hoekstra, 2011) استخراج شد.

متغیرهای مستقل رگرسیون برای دسته‌ای از متغیرهای تجاری، اقتصادی و سیاسی همچون فاصله بین کشورها، تولید ناخالص داخلی (GDP)، نرخ ارز، تعرفه، تحریم و شاخص ریسک هر کشور و متغیرهای مرتبط با ذخایر آب شامل دسترسی به آب و فشار منابع آبی (Rodríguez-Crespo & Martínez-Zarzoso, 2019) در نظر گرفته شد. متغیرهای تجاری، اقتصادی و سیاسی لحاظ شده در مدل شامل $\ln D_{ij}$ لگاریتم فاصله جغرافیایی بین کشورها براساس فاصله پایتخت دو کشور برحسب کیلومتر، متغیرهای اقتصادی و تجاری وارد شده در مدل $\ln \frac{GDP_{ti}}{GDP_{tj}}$ نسبت لگاریتم تولید ناخالص داخلی کشور ایران (i) به تولید ناخالص داخلی کشور شریک تجاری (j) در دوره زمانی t ، $\ln CU_{jt}$ لگاریتم سطح زیرکشت محصول در دوره زمانی t ، $\ln \frac{tr_{ti}}{tr_{tj}}$ لگاریتم نسبت تعرفه واردات در دوره زمانی t ، GER_{it} رشد نرخ ارز واقعی در دوره زمانی t ، برای محاسبه این شاخص، نرخ‌های ارز اسمی دو کشور طرف تجاری با استفاده از نسبت شاخص بهای مصرف کننده هر یک از آن‌ها تعدیل شد. نرخ ارز واقعی از رابطه $ER_t = E \frac{P^F}{P}$ به دست آمد، که در آن، P^F شاخص قیمت مصرف کننده خارجی و P شاخص قیمت مصرف کننده داخلی است. E نیز نرخ ارز اسمی است که یک واحد پول خارجی را در مقابل تعداد واحد پول‌های داخلی بیان می‌کند. تغییر قیمت ارز با دو اثر قیمتی و قدرت خرید بر حجم تجارت تأثیر می‌گذارد. افزایش نرخ ارز از یک سوی موجب گران شدن کالاهای وارداتی و در نتیجه کاهش حجم واردات و از سوی دیگر موجب رشد قیمت کالاهای صادراتی و مقدار صادرات می‌شود (Dubas, 2009). $\ln FR_{it}$ شاخص ریسک مالی، $\ln ER_{it}$ شاخص ریسک اقتصادی و $\ln PR_{it}$ شاخص ریسک

4- Economic Risk

5- Peterson Institute for International Economics

1 - International Country Risk Guide (ICRG)

2- Political Risk

3- Financial Risk

وابستگی مقطعی از آزمون وابستگی مقطعی پسران^۳ (CD) استفاده شد. لذا، باتوجه به نتایج وابستگی مقطعی، در خصوص متغیرهای که فرض صفر مبنی بر عدم وجود وابستگی مقطعی پذیرفته نمی‌شود و این متغیرها با وابستگی مقطعی روبرو هستند، نمی‌توان از آزمون‌های معمول ایستایی استفاده نمود. لذا از آزمون ریشه واحد تعمیم‌یافته مقطعی ایم، پسران و شین (CIPS)^۴ برای متغیرهای دارای وابستگی مقطعی استفاده شد.

نتایج آزمون ایستایی نشان داد که تمام متغیرها در سطح ایستا هستند و امکان استفاده از آن‌ها بصورت مقادیر در سطح در مدل جاذبه وجود دارد. جهت تشخیص رویکرد برآوردی مناسب در داده‌های ترکیبی، از آزمون‌های آماری اقتصادسنجی استفاده شد و نتایج آن در **جدول ۲** گزارش شده است. براساس نتایج **جدول ۲**، آماره آزمون چاو^۳ یا F لیمر نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر یکسان بودن شیب در میان مقاطع مختلف، پذیرفته نمی‌شود و می‌توان مدل مربوط را بر اساس رویکرد داده‌های ترکیبی مورد ارزیابی قرار داد. به بیان دیگر داده‌های متغیرهای مورد استفاده قابلیت پنل شدن را دارا هستند. بعد از بررسی نتایج آماره آزمون چاو به بررسی آزمون انتخاب از میان دو روش اثرات ثابت و تصادفی پرداخته شده است. مقدار آماره محاسباتی برای آزمون اثرات ثابت برای سويا و آفتابگردان به ترتیب ۳/۵۵ و ۲/۴۷ بدست آمد و لذا فرضیه صفر مبنی بر وجود اثرات ثابت فردی تأیید و مدل اثرات ثابت بر رویکرد حداقل مربعات معمولی داده‌های ترکیبی ترجیح داده می‌شود. همچنین بعد از آن آزمون اثرات تصادفی (LM-test) انجام شد که بر اساس نتایج آن مشخص شد که در داده‌های ترکیبی آزمون اثرات تصادفی معنی‌دار نبوده و اثرات تصادفی بر رویکرد حداقل مربعات معمولی داده‌های ترکیبی ترجیح داده نمی‌شود. در نهایت، به‌منظور مقایسه اثرات ثابت و اثرات تصادفی، از آزمون هاسمن^۴ استفاده می‌شود که نتایج این آزمون نشان داد اثرات تصادفی بر اثرات ثابت برتری ندارد.

نتایج حاصل از تخمین مدل جاذبه عوامل مؤثر بر تجارت آب مجازی در **جدول ۳** گزارش شده است. با توجه به آماره‌های t، متغیرهای نسبت تولید ناخالص داخلی در سطح ۵ درصد و لگاریتم فاصله بین کشورها، لگاریتم سرانه دسترسی به آب، لگاریتم نسبت سرانه عدم دسترسی به آب، لگاریتم نسبت سطح زیرکشت و تحریم در سطح ۱ درصد دارای اثر معنی‌دار هستند و متغیر رشد نرخ ارز واقعی و لگاریتم نسبت تعرفه واردات فاقد اهمیت آماری لازم هستند.

به‌منظور بررسی تعیین‌کننده‌های واردات آب مجازی از مدل جاذبه و داده‌های پنل استفاده می‌شود. به علت اهمیت محصولات دانه‌های روغنی در سبد کالایی مصرفی و تولید روغن‌های خوراکی، به‌عنوان محصول منتخب سويا و آفتابگردان در مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های مورد نیاز برای هر یک از محصولات به تفکیک شامل داده‌های ذخایر آب، تولید ناخالص داخلی از بانک جهانی، داده‌های مربوط به نرخ ارز و داده‌های حجم تجارت خارجی (واردات خالص) به‌ترتیب از آمار گزارش شده بانک مرکزی ایران، گمرک جمهوری اسلامی ایران و فائو^۱ برای سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ جمع‌آوری شد. داده‌های ریسک کشورها نیز از سایت ICRG که ریسک کشورها را ارائه می‌نماید جمع‌آوری شد.

نتایج و بحث

در ابتدا روند واردات آب مجازی دانه‌های روغنی سويا و آفتابگردان از شرکای تجاری برای دوره مورد مطالعه بررسی شد. **شکل ۱** روند واردات آب مجازی دانه روغنی سويا از شرکای تجاری را نشان می‌دهد. سایر کشورهایی که واردات ناچیزی به ایران داشته‌اند در مطالعه در نظر گرفته نشده‌اند.

عمده واردات سويا از کشورهای برزیل، آلمان، ایتالیا، امارات، سوئیس، آرژانتین، هلند و انگلستان می‌باشند (FAO, 2022) که در دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۵ بیشترین میزان واردات از این کشورها صورت گرفته است. با توجه به **شکل ۱**، سال ۲۰۰۶ کمترین میزان واردات آب مجازی دانه روغنی سويا و سال ۲۰۱۵ بیشترین میزان این واردات آب مجازی رخ داده است. طبق این شکل کشورهای سوئیس و انگلستان بیشترین صادرکننده‌های دانه روغنی سويا و آب مجازی به ایران در طی این سال‌ها بوده‌اند.

واردات آب مجازی آفتابگردان از کشورهای ایتالیا، روسیه، اوکراین، امارات، سوئیس، ترکیه، چین و آذربایجان انجام شده است. در **شکل ۲**، در سال ۲۰۱۷ بیشترین میزان واردات این محصول و در سال ۲۰۰۶ کمترین میزان واردات در بین سال‌های مورد بررسی را داشته است.

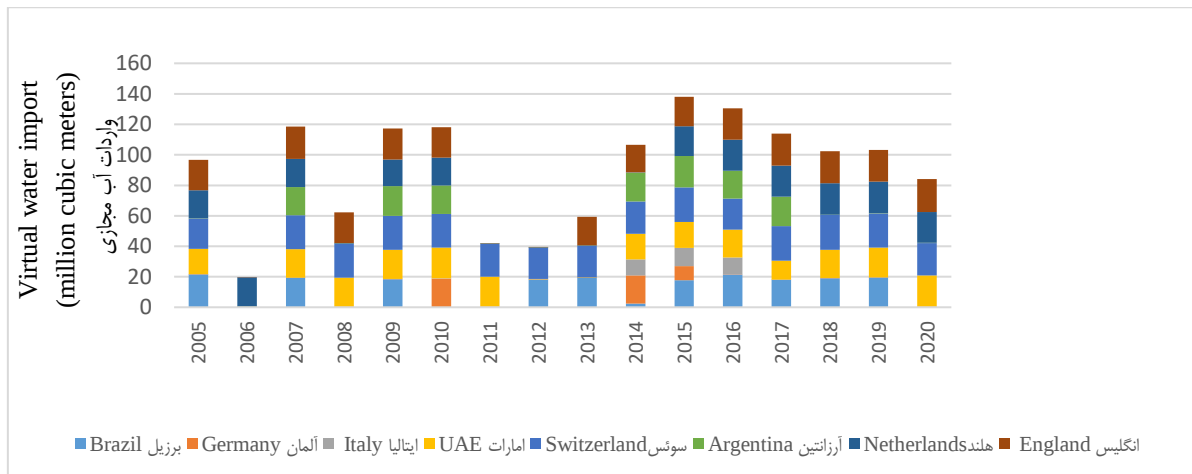
جهت بررسی عوامل مؤثر بر واردات آب مجازی از مدل جاذبه استفاده شد. با توجه به اینکه داده‌های مورد استفاده بصورت سری زمانی می‌باشند لذا جهت برآورد مدل جاذبه ابتدا نیاز به بررسی ایستایی متغیرها می‌باشد. در بررسی ایستایی داده‌های پنل پیش از برآورد مدل داده‌های ترکیبی، لازم است که آزمون وابستگی مقاطع و سپس برحسب نتایج آن ایستایی متغیرها مورد بررسی قرار گیرد. در **جدول ۱** نتایج آزمون وابستگی مقاطع ارائه شده است. برای بررسی

3- Chow test

4- Hausman-test

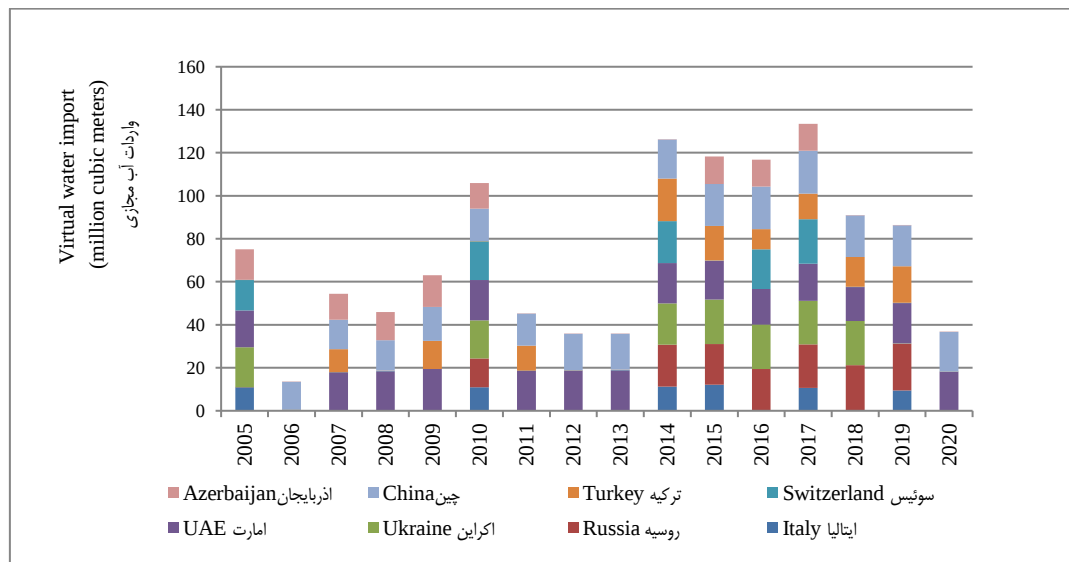
1- www. Faostat.org

2- Cross-section dependence (CD)



شکل ۱- واردات آب مجازی دانه روغنی سویا از شرکای تجاری ایران (میلیون متر مکعب)

Figure 1- Import of soybean oilseed virtual water from Iran's trader partners (million cubic meters)



شکل ۲- واردات آب مجازی دانه روغنی آفتابگردان از شرکای تجاری ایران (میلیون متر مکعب)

Figure 2- Import of sunflower oilseed virtual water from Iran's trader partners (million cubic meters)

جدول ۱- نتایج آزمون وابستگی مقطعی (CD) و آزمون ایستایی مدل دانه روغنی سویا و آفتابگردان

Table 1- Results of cross-sectional dependence (CD) test and stationarity test of soybean and sunflower oilseed models

دانه روغنی سویا					
Soyabean oil seed					
وابستگی مقطعی پسران			تست ایستایی مناسب		
Pesaran Cross-sectional dependency			Appropriate Stationarty test		
متغیر	آماره محاسباتی	نتیجه	Pesaran-CIP ¹	LLC ²	وضعیت ایستایی
Variable	Statistic calculation	Result			Stationarty

2- Levin, Lin, and Chu (LLC)

1- Im, Pesaran, and Shin (CIPS)

نسبت تولید ناخالص داخلی ایران به سایر کشورها	7.6***	وابسته مقطعی	-2.11**	I(0)
The ratio of Iran's GDP to other countries		Cross-sectional dependency		
فاصله بین کشورها	-1.14	استقلال	-2.21**	I(0)
Distance between countries		Independence		
نرخ رشد ارز واقعی	21.1**	وابسته مقطعی	-3.38***	I(0)
Real exchange rate growth		Cross-sectional dependency		
سراهنه دسترسی به آب	11.46**	وابسته مقطعی	-1.17**	I(0)
Access to water per capita		Cross-sectional dependency		
سراهنه عدم دسترسی به آب	-0.17	استقلال	-1.83**	I(0)
Lack of access to water per capita		Independence		
سطح زیرکشت	-0.83	استقلال	-2.93***	I(0)
Cropping cultivation		Independence		
تحریم			-	-
Sanction				
نسبت تعرفه واردات	1.52	استقلال	-3.51***	I(0)
Import tariff ratio		Independence		
شاخص ریسک مالی	-1.02	استقلال	-3.42***	I(0)
Financial risk index		Independence		
شاخص ریسک اقتصادی	-0.93	استقلال	-2.57**	I(0)
Economic risk index		Independence		
شاخص ریسک سیاسی	-0.85	استقلال	-2.46**	I(0)
Political risk index		Independence		

دانه روغنی آفتابگردان

وابستگی مقطعی پسران Pesaran Cross-sectional dependency			تست ایستایی مناسب Appropriate Stationarty test		
متغیر Variable	آماره محاسباتی Statistic calculation	نتیجه Result	متغیر Variable	آماره محاسباتی Statistic calculation	نتیجه Result
نسبت تولید ناخالص داخلی ایران به سایر کشورها	-1.81**	وابسته مقطعی			
The ratio of Iran's GDP to other countries		Cross-sectional dependency	-2.56***		I(0)
فاصله بین کشورها	-0.74	استقلال		-2.40**	I(0)
Distance between countries		Independence			
نرخ رشد ارز واقعی	-2.16**	وابسته مقطعی	-2.90**		I(0)
Real exchange rate growth		Cross-sectional dependency			
سراهنه دسترسی به آب	-2.17**	وابسته مقطعی	-4.71**		I(0)
Access to water per capita		Cross-sectional dependency			
سراهنه عدم دسترسی به آب	-0.88	استقلال		-2.61**	I(0)
Lack of access to water per capita		Independence			
سطح زیرکشت	-2.08**	استقلال	-2.57**		I(0)
Cropping cultivation		Independence			
تحریم	-	-	-	-	-
Sanction					
نسبت تعرفه واردات	1.53	استقلال		-5.01***	I(0)
Import tariff ratio		Independence			
شاخص ریسک مالی	-3.42	استقلال		-3.36***	I(0)
Financial risk index		Independence			

شاخص ریسک اقتصادی Economic risk index	-1.02	استقلال Independence	-2.17**	I(0)
شاخص ریسک سیاسی Political risk index	-0.89	استقلال Independence	-2.48**	I(0)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

*****,*** به ترتیب معناداری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد است.

Source: research findings

*, **, *** are significant at 1, 5, and 10 percent levels, respectively.

جدول ۲- آزمون‌های آماری جهت برآورد داده‌های ترکیبی دو مدل جاذبه دانه های روغنی سویا و آفتابگردان

Table 2- Statistical tests to estimate the panel data of two gravity models of soybean and sunflower oilseeds

تست	سویا	آفتابگردان
Test	Soyabean	Sunflower
Chow test	51.7	28.9
F test	3.55***	2.47***
LM test	1.02	1.61
Hausman test	25.86***	3.88

*****,*** به ترتیب معناداری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد است.

*, **, *** are significant at 1, 5, and 10 percent levels, respectively.

جدول ۳- نتایج تخمین مدل جاذبه واردات آب مجازی واردات دانه‌های روغنی سویا و آفتابگردان

Table 3- The estimation results of virtual water import gravity model of soybean and sunflower oilseeds import

متغیرها Variables		سویا Soyabean		آفتابگردان Sunflower	
		ضریب	آماره t	ضریب	آماره t
$Ln \frac{GDP_{ti}}{GDP_{tj}}$	نسبت تولید ناخالص داخلی ایران به سایر کشورها The ratio of Iran's GDP to other countries	15.8***	-2.58	5.51**	1.66
$Ln D_{ijt}$	فاصله بین کشورها Distance between countries	-14.34***	-4.30	-2.31*	1.07
$Ln \frac{tr_{ti}}{tr_{tj}}$	نسبت تعرفه واردات Import tariff ratio	-1.15	-0.55	0.08	0.06
$Ln CU_{jt}$	سطح زیر کشت Cropping cultivation	-6.27***	-6.25	0.95	1.49
GER_{it}	نرخ رشد ارز واقعی Real exchange rate growth	-0.002	-0.40	-3.42*	-1.78
$Ln FR_{it}$	شاخص ریسک مالی Financial risk index	-1.32**	-2.42	-0.78**	-1.99
$Ln ER_{it}$	شاخص ریسک اقتصادی Economic risk index	-0.056**	-1.82	-0.032	-1.04
$Ln PR_{it}$	شاخص ریسک سیاسی Political risk index	-0.80	-0.92	-0.6	-1.01
S_{it}	تحریم Sanction	0.09	0.05	3.14**	1.94
$Ln av_{jt}$	سرانه دسترسی به آب Access to water per capita	2.95***	3.72	1.39**	2.20
$Ln nav_{jt}$	سرانه عدم دسترسی به آب Lack of access to water per capita	-0.50	-0.78	-3.93**	-1.80
$Ln WF_{ijt-1}$	واردات آب مجازی دور قبل Lagged of Importing virtual water	-	-	0.32***	3.67
α_0		-36.11	-4.24		-1.92
R ²		0.67		0.72	
F		7.31***		5.66***	
DW		1.68		2.02	

*****,*** به ترتیب معنی داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد است.

*, **, *** are significant at 1, 5, and 10 percent levels, respectively.

دارد. آرژانتین که دارای فاصله بسیار زیادی از ایران قرار دارد و سایر کشورها در زمره کشورهای اروپایی غربی قرار دارند. این الگو می‌تواند به دامنه‌ای از مقادیر با پیوستگی پایین در متغیر فاصله منتهی شود که میان گروه‌های سه گانه ذکر شده تفاوت زیادی نشان می‌دهد.

در خصوص عدم اثرگذاری معنی‌دار نرخ ارز برای سویا می‌توان گفت چون در دوره مورد بررسی دولت جهت واردات سویا از ارزی حمایتی استفاده نموده است و این ارز بارانه‌ای از نوسانات نرخ ارز مصون بوده است لذا فاقد اهمیت آماری ارزیابی شده است. بعنوان دلیل احتمالی دیگر می‌توان گفت باتوجه به ضرورت تأمین این نهاد توسط دولت صرفنظر از نوسانات ارز دولتی همواره واردات این نهاد استراتژیک توسط دولت از اهمیت و اولویت بالایی برخوردار بوده است. برای آفتابگردان این ضریب معنا دار می‌باشد و در این تصریح، اثر متغیر رشد نرخ ارز واقعی نزدیک به $3/42$ درصد ارزیابی شده است که این به معنای آن است که اگر یک درصد تغییر در متغیر رشد نرخ ارز واقعی رخ دهد، واردات $3/42$ درصد کاهش می‌یابد. متغیر تعرفه واردات نیز فاقد اهمیت آماری می‌باشند که در همین راستا به جهت حمایت دولت قابل تحلیل و توجیه است.

ضریب تحریم برای واردات آب مجازی سویا معنادار نبود، اما معناداری ضریب تحریم برای آفتابگردان نشان می‌دهد که با فرض ثابت بودن سایر شرایط، واردات آب مجازی در محصول دانه روغنی آفتابگردان افزایش خواهد یافت. با توجه به ضریب نسبتاً پایین این متغیر، این یافته نشان می‌دهد که محدودیت‌های ناشی از تحریم محصولات کشاورزی اهمیت چندانی ندارند. در مطالعات مانند ذوالانوار (۱۴۰۰)، در رابطه با تحریم نتایج مشابهی گزارش شده است. بنظر می‌رسد در شرایطی تحریمی به دنبال افزایش هزینه‌های مبادله واردات متأثر می‌شود.

متغیر ریسک کشورها با علامت منفی بر واردات آب مجازی اثرگذار هستند. به عبارت دیگر هرچه مقدار عددی شاخص ریسک بیشتر باشد ریسک آن کشور کمتر می‌باشد. چون در تجارت، ریسک کشور شریک تجاری نیز جزو موارد حائز اهمیت است، بنابراین برای واردات آب مجازی از کشورهایی که ریسک کمتری را دارند تمایل بیشتری وجود دارد. این شاخص‌های ریسک می‌توانند به عنوان متغیرهای کلیدی در مدل‌های اقتصادی و تجاری استفاده شوند. از اجزای تشکیل دهنده شاخص‌های ریسک مالی می‌توان به نوسانات نرخ ارز^۱ اشاره کرد که در هر کشور شاخص نوسانات نرخ ارز نشان‌دهنده میزان تغییرات نرخ ارز بین دو کشور است. افزایش نوسانات نرخ ارز می‌تواند هزینه‌های واردات را افزایش دهد و بر تصمیمات تجارت تأثیر بگذارد. همچنین دسترسی به اعتبار بانکی^۲

با در نظر گرفتن این مطلب که ضرایب به‌دست آمده از تخمین مدل که بیانگر کشش متغیر تجارت آب مجازی نسبت به عوامل مؤثر بر آن است، هر کدام از ضرایب بیانگر درصد تغییرات آب مجازی است که به ازای یک درصد تغییر در هر متغیر مستقل به‌دست می‌آید. به این معنا که به ازای یک درصد تغییر در نرخ نسبت تولید ناخالص داخلی ایران به سایر کشورها به شرط ثبات سایر شرایط، $5/51$ درصد واردات آب مجازی دانه روغنی آفتابگردان افزایش می‌یابد یعنی اگر یک درصد تولید ناخالص داخلی کمتر شود واردات آب مجازی دانه روغنی آفتابگردان به میزان یاد شده کمتر می‌شود. علامت و ضریب متغیر تولید ناخالص داخلی با مطالعاتی چون دبائرا (Debaere, 2014) همخوانی دارد. صرفنظر از اینکه مبانی نظری تجارت حاکی از اثر مستقیم درآمد بر واردات است، در خصوص اقتصاد ایران باید به نکته حایز اهمیت دیگری نیز اشاره شود. به این ترتیب که نوعاً افزایش تولید ناخالص ایران وابستگی زیادی به افزایش درآمدهای نفتی دارد که درآمدهای ارزی کشور هستند. لذا با نگاه به این همبستگی می‌توان گفت افزایش درآمد اقتصاد ایران در اثر افزایش درآمدهای نفتی فرصت بیشتری برای انجام واردات فراهم می‌نماید.

در مدل جاذبه متغیر فاصله با مسافت مطابق با تئوری منفی است. با یک درصد تفاوت در فاصله‌ی بین کشورها به شرط ثبات سایر شرایط، واردات آب مجازی از طریق سویا و آفتابگردان به‌ترتیب حدوداً $14/34$ و $2/31$ درصد کاهش می‌یابد. یعنی هر چه فاصله کشور طرف تجاری بیشتر شود واردات آب مجازی دانه روغنی سویا و آفتابگردان از آن کشور کاهش می‌یابد که با مطالعه‌ی سایر پژوهشگران (Nasrullahi et al., Shirzadi et al., 2018; Fracass 2014) نیز مطابقت دارد. هرچند از جهت علامت با مطالعات یادشده همسو هستند اما در خصوص رقم بالای ضریب این متغیر باید به چند نکته اشاره نمود. نخست اینکه فاصله میان کشورها در انتقال کالا الزاماً فاصله هوایی میان کشورها نمی‌باشد. به‌ویژه اینکه در برخی موارد از راه‌های مختلفی کالا از یک مبدأ وارد ایران می‌شود. دوم آنکه برخی از کشورها مانند امارات در فهرست صادرکنندگان کالا به ایران قرار دارند در حالی که الزاماً به‌عنوان صادرکننده واسطه فعال هستند و مبدأ اصلی کالا به شمار نمی‌آیند. به بیان دیگر انتقال به مبدأهای بیشتر موجب افزایش بیشتر هزینه‌ها شده و بر میزان واردات اثر بیشتری خواهد داشت. از سوی دیگر اثر فاصله در دانه روغنی سویا بیش از آفتابگردان می‌باشد. یکی از دلایل آن را می‌توان به تعداد شرکای محدودتر آفتابگردان نسبت به سویا نسبت داد. نکته درخور توجه دیگر آن است که کشورهای مبدأ واردات ایران برحسب فاصله به سه گروه قابل تفکیک هستند. امارات که در همسایگی ایران قرار

1- Exchange Rate Volatility Index-

2- Banking Credit Access Index

با فرض ثبات سایر شرایط، به ازای یک درصد افزایش در میزان سرانه آب در دسترس به میزان ۲/۹۵ درصد در میزان واردات آب مجازی دانه روغنی سویا و ۱/۳۹ درصد در واردات آب مجازی آفتابگردان افزایش وجود دارد. یعنی اگر میزان دسترسی به آب یک درصد بیشتر شود ایران باز هم ترجیحا محصول را وارد می‌کند. در این خصوص لازم به ذکر است که تولید ایران در مورد این محصول در سطح بالایی قرار ندارد و سهم واردات در تأمین نیاز داخلی، بالا می‌باشد. این الگوی اثرگذاری افزایش دسترسی به آب را باید در کنار الگوی تغییرات تقاضا برای سایر نهاده‌های مورد استفاده در تولید روغن مورد توجه قرار دهد. به این معنی که با افزایش دسترسی به آب و افزایش تولید داخلی و کاهش واردات ممکن است تمایل به افزایش واردات سایر محصولات و دانه های روغنی که سهم کمتری در تولید روغن داخلی دارند افزایش یابد.

برخلاف متغیر دسترسی به آب در مورد متغیر سطح زیرکشت علامت منفی این متغیر مطابق انتظار است و نشان می‌دهد که اختصاص سطح زیرکشت بالاتر به این محصول موجب کاهش واردات خواهد شد. اگر به میزان یک درصد متغیر لگاریتم نسبت سطح زیرکشت افزایش یابد، حدود ۱/۱۵ درصد، به شرط ثبات سایر شرایط، واردات آب دانه روغنی سویا کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر با افزایش سطح زیرکشت سویا واردات آب مجازی سویا کمتر می‌شود و کشور به سمت تولید داخلی بیشتر این محصول نسبت به واردات حرکت خواهد کرد.

همانند سویا در مورد آفتابگردان نیز مشاهده می‌شود که با افزایش دسترسی به آب میزان تقاضا برای واردات افزایش می‌یابد. به گونه‌ای که اگر میزان دسترسی به آب کشور طرف تجاری یک درصد بیشتر شود، میزان تقاضا برای واردات حدود ۱/۳۹ درصد افزایش خواهد یافت. در این خصوص نیز می‌توان به دلایل مشابه که پیش‌تر در مورد سویا عنوان شد اشاره نمود. اگر به میزان یک درصد افزایش در متغیر سرانه عدم دسترسی به آب رخ دهد، حدود ۳/۹۳ درصد به شرط ثبات سایر شرایط، واردات آب مجازی دانه روغنی آفتابگردان کاهش خواهد یافت که این به معنی آن است که زمانی که یک درصد فشار ناشی از کمبود منابع آب کشور طرف تجاری افزایش می‌یابد واردات با کاهش ۳/۹۳ درصدی رو به رو خواهد بود. باتوجه به ضریب خوبی برآزش بدست آمده و امکان وجود متغیرهای کلیدی که خارج از تصریح برآورد شده هستند، لازم است با این یافته با احتیاط برخورد شود. همچنین علامت بدست آمده برای متغیر عدم دسترسی نیز برخلاف انتظار نظری است. اما همانطور که پیش‌تر نیز عنوان شد ممکن است همراستایی افزایش استفاده از آب‌های زیرزمینی در کنار کاهش

نشان‌دهنده قابلیت دسترسی به منابع مالی و اعتبارات بانکی برای واردکنندگان است. محدودیت در دسترسی به منابع مالی می‌تواند فرآیند واردات را کند نماید. فاکتور دیگر اثرگذار شاخص ریسک مالی می‌تواند به نرخ بهره اشاره کرد که تأثیر مستقیمی بر هزینه تأمین مالی واردات دارد. افزایش نرخ بهره می‌تواند هزینه واردات را بالا ببرد و توانایی واردکنندگان را در تأمین مالی کاهش دهد. سایر فاکتورهای دیگر نیز در ریسک مالی قرار دارند که برآیند آنها می‌تواند یک عدد را برای هر کشور نشان دهد که در مطالعه حاضر نقش ریسک مالی برای واردات آب مجازی از طریق سویا و آفتابگردان مقدار ۱/۳۲- و ۰/۷۸- تخمین زده شد. به عبارت دیگر با کاهش ریسک مالی واردات آب مجازی دانه‌های روغنی افزایش را نشان می‌دهد و اثر ریسک مالی شرکای تجاری برای واردات آب مجازی سویا بیشتر از آفتابگردان بوده است.

شاخص‌های ریسک اقتصادی شامل نرخ رشد اقتصادی، نرخ تورم، تعرفه‌های تجاری و سایر فاکتورهای دیگر برای هر کشور می‌باشد. اثر ریسک اقتصادی برای هر دو دانه روغنی سویا و آفتابگردان نسبت به ریسک مالی اثر کمتری را نشان می‌دهد. برای سویا و آفتابگردان به ترتیب ۰/۰۵۶- و ۰/۰۳۲- می‌باشد. برای واردات آب مجازی دانه آفتابگردان این متغیر نقش مهمی ندارد و معنادار نمی‌باشد. چرا که بر اساس نتایج، در واردات دانه‌های روغنی، شاخص ریسک اقتصادی شرکای تجاری، نقش کمتری را ایفا می‌کند. شرکای تجاری برای واردات آفتابگردان کشورهای کمتری را شامل می‌شود که به عنوان عرضه کننده آفتابگردان محسوب می‌شوند و لذا ریسک اقتصادی در واردات این دانه روغنی نقش مهمی نداشته است.

در مقابل شاخص‌های ریسک سیاسی که متشکل از شاخص ثبات سیاسی^۱ نشان‌دهنده میزان ثبات سیاسی در کشور مبدأ و مقصد هستند. بی‌ثباتی سیاسی می‌تواند منجر به کاهش اعتماد تجاری و افزایش ریسک‌های مرتبط با واردات شود. شاخص روابط بین‌المللی^۲ نشان‌دهنده کیفیت روابط سیاسی و اقتصادی بین کشورها است. روابط نامطلوب می‌تواند منجر به اعمال تحریم‌ها و محدودیت‌های تجاری شود. از دیگر فاکتورهای شاخص ریسک سیاسی می‌توان به شاخص قوانین و مقررات^۳ اشاره کرد که نشان‌دهنده کیفیت و سختگیری قوانین و مقررات تجاری است. تغییرات ناگهانی در قوانین و مقررات می‌تواند فرآیند واردات را پیچیده‌تر کند. مقدار عددی این شاخص‌ها برای هیچکدام از دو دانه سویا و آفتابگردان معنادار نشده است. اکثر کشورهای شریک تجاری ایران دارای مقدار عدد شاخص ریسک سیاسی بالایی بوده و به عبارت دیگر ریسک سیاسی کمی را نشان می‌دادند.

و در عین حال تأمین نیاز داخلی داشته باشد. متغیرهای دسترسی به آب و عدم دسترسی به آب جزو متغیرهای محیط‌زیستی هستند که در مدل مانند متغیرهای اقتصادی اثرگذارند.

واردات دانه‌های روغنی تحت تأثیر متغیرهای اقتصادی است، اما از آنجایی که جهت تأمین نیاز کشور واردات دانه‌های روغنی مورد حمایت می‌باشد و در دوره مورد مطالعه از ارز دولتی بهره گرفته شده است، بنابراین متغیر رشد نرخ ارز واقعی اثر کمتری را در واردات داشته است. اما از سوی دیگر متغیرهای دسترسی و عدم دسترسی به آب که از چهار متغیر محیط‌زیست (کل برداشت آب، کل آب تجدیدپذیر، برداشت آب کشاورزی و کل حجم آب شیرین) تشکیل شده است نقش مهمی را در واردات آب مجازی از طریق دانه‌های روغنی به ایران داشته‌اند. به‌عنوان پیشنهاد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- با توجه به معناداری متغیر فاصله میان کشورها در تخمین، به‌جای تأمین تقاضای دانه‌های روغنی از تولیدکنندگان با فاصله‌ی جغرافیایی زیاد، پیشنهاد می‌شود در صورت امکان و توانایی تولید این محصولات با کشورهای همسایه و بازارهای منطقه‌ای، مبادله صورت گیرد. به عبارت دیگر، دولت ایران این ریسک را بپذیرد که از همسایگان و بازارهای منطقه‌ای که فاصله کمتری دارند نه لزوماً از قطب تولید دانه‌های روغنی وارد کنند که غالب این کشورها نیز به‌عنوان کشورهای واسطه محسوب می‌شوند. تحلیل‌های تأثیر ریسک‌های مالی، اقتصادی و سیاسی شرکای تجاری بر واردات دانه‌های روغنی به ایران می‌تواند به سیاست‌گذاران و تجار کمک کند تا با شناخت بهتر این ریسک‌ها، تصمیمات بهتری از جمله انتخاب شرکای تجاری مناسب‌تر برای مدیریت واردات و تأمین پایدار دانه‌های روغنی اتخاذ کنند. در عین حال با توجه به نقش شاخص ریسک انتظار می‌رود کشورهایی به‌عنوان شریک تجاری انتخاب گردند که ریسک کمتری را برای واردات به همراه داشته باشند. شرکای تجاری برای واردات سویا و آفتابگردان دارای ریسک سیاسی کم هستند اما ریسک مالی این شرکا اثرگذاری بیشتری در واردات داشته است و با توجه به وضعیت تحریم ایران انتخاب شرکای تجاری کم ریسک‌تر به لحاظ ریسک مالی، اثر مثبت و معناداری بر واردات خواهد داشت. لحاظ نمودن فاصله جغرافیایی و ریسک مالی کمتر شرکای تجاری، اثر مثبت بر واردات دانه‌های روغنی خواهند داشت.

بارندگی موجب چنین اثرگذاری خلاف انتظار شود. در همین خصوص نباید از نظر دور داشت که رابطه مبادله همواره به زبان بخش کشاورزی بوده و این موجب افزایش فشار بر منابع آب زیرزمینی شده است. به گونه‌ای که اتکا به تأمین از طریق تولید داخلی افزایش و تمایل به واردات کاهش یافته است.

بررسی آماره F نشان می‌دهد کل ضرایب مدل از نظر آماری معنی‌داری هستند. هرچند برای مدل‌های مبتنی بر داده‌های ترکیبی انتظار می‌رود مقدار ضریب خوبی برازش بالاتر باشد اما این یافته‌ها حاکی از آن است که عوامل مهم دیگری نیز بر واردات دانه‌های روغنی اثرگذار است. بطور مشخص استراتژیک بودن دانه‌های روغنی و تسلط بالای دولت بر واردات این محصول را می‌توان بعنوان عوامل تعیین کننده اشاره کرد. همچنین ضریب فاقد اهمیت آماری متغیر تعرفه را نیز می‌توان در همین قالب ارزیابی نمود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مدل تجارت آب مجازی به‌عنوان الگویی علمی و راهکاری عملی در جهت مقابله با بحران کم‌آبی کشورها به خصوص ایران مطرح می‌باشد. در این تحقیق، تعیین‌کننده‌های تأثیرگذار بر حجم واردات دانه‌های روغنی به ایران با استفاده از مدل جاذبه، مشخص شد. متغیرهای نسبت تولید ناخالص داخلی ایران به طرف تجاری و دسترسی به آب کشور طرف تجاری برای هر دو محصول سویا و آفتابگردان اثرگذار بوده و متغیر نسبت تعرفه واردات در هیچ کدام اثرگذار نبوده است. ریسک کشورهای شریک تجاری نیز در واردات آب مجازی مؤثر بوده است. به گونه‌ای که ریسک مالی شرکای تجاری برای کشورهای شریک تجاری ایران از اهمیت بیشتری برخوردار بوده، اما ریسک سیاسی و اقتصادی اثر کمتری داشته است. دلیل این امر را می‌توان به کم ریسک بودن شرکای تجاری ایران به لحاظ سیاسی و اقتصادی در واردات آفتابگردان و سویا اشاره کرد. سطح زیرکشت بیشتر با کاهش واردات آب مجازی همراه خواهد بود اما با توجه به وضعیت منابع آبی ایران و نیاز به واردات این دو نوع دانه روغنی به کشور امکان افزایش سطح زیرکشت نخواهد بود. اگر چه براساس نتایج افزایش سطح زیر کشت سویا اثر منفی بر واردات دانه روغنی دارد اما واردات آب مجازی می‌تواند نقش مهمی در پایداری منابع آب

References

1. Aghaei, M., Rezagholizadeh, M., & Mohammad Rezaei, M. (2017). Investigating the impact of economic and trade sanctions on trade relations between Iran and major trade partner countries. *Quarterly Journal of Strategic Studies of Public Policy*, 8, 49-68. (In Persian)
2. Ahadit, M., Farhadian, H., & Chobchian, Sh. (2016). Examining the factors affecting the management of virtual water business from the experts' point of view, *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 48(2), 657-679. (In Persian)
3. Alamri, Y., & Reed, M.R. (2019). Estimating virtual water trade in crops for Saudi Arabia. *American Journal of Water Resources*, 7(1), 16-22. <https://doi.org/10.12691/ajwr-7-1-3>

4. Ayuda, M.I., Belloc, I., & Pinilla, V. (2022). Latin American agri-food exports, 1994–2019: a gravity model approach. *Mathematics*, 10(3), 333. <https://doi.org/10.3390/math10030333>
5. Baranauskaitė, L., & Jurevičienė, D. (2021). Import risks of agricultural products in foreign trade. *Economies*, 9(3), 102. <https://doi.org/10.3390/economies9030102>
6. Bontemps, C., & Couture, S. (2002). Irrigation water demand for the decision maker. *Environment and Development Economics*, 7(4), 643–657. <https://doi.org/10.1017/S1355770X02000396>
7. Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., & Savenije, H.H. (2006). Water saving through international trade of agricultural products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 10(3), 455–468. <https://doi.org/10.5194/hess-10-455-2006>
8. Dekamin, M., & Barmaki, M. (2018). Selecting the best environmentally friendly oilseed crop by using Life Cycle Assessment, water footprint and analytic hierarchy process methods. *Journal of Cleaner Production*, 198, 1239–1250. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.115>
9. Deng, J., Li, C., Wang, L., Yu, S., Zhang, X., & Wang, Z. (2021). The impact of water scarcity on Chinese inter-provincial virtual water trade. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 1699–1707. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.09.006>
10. Debaere, P. (2014). The global economics of water: is water a source of comparative advantage? *American Economic Journal: Applied Economics*, 6(2), 32–48. Dizaji, S.F. (2018). DOI: 10.1257/app.6.2.32
11. Dong, H., Geng, Y., Hao, D., Yu, Y., Chen, Y., (2019). Virtual water flow feature of water-rich province and the enlightenments: Case of Yunnan in China, *Journal of Cleaner Production*, 235, 328–336. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.305>
12. Dubas, J.M. (2009). The importance of the exchange rate regime in limiting misalignment. *World Development*, 37(10), 1612–1622. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.02.003>
13. Eshetu, F., & Goshu, D. (2021). Determinants of Ethiopian coffee exports to its major trade partners: A dynamic gravity model approach. *Foreign Trade Review*, 56(2), 185–196. <https://doi.org/10.1177/00157325209763>
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, (2022). FAOSTAT, Retrieve by <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
15. Fracasso, A. (2014). A gravity model of virtual water trade. *Ecological economics*, 108, 215–228. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.10.010>
16. Golpazir, M., Ebrahimi, K., Modaresi, F., & Shamsi, M. (2023). Quantifying the economic value of Isfahan agricultural water sources with the approach of modifying the cultivation pattern and based on virtual water. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 54(3), 575–592. <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2023.353719.669200>
17. Goswami, G.G., & Panthamit, N. (2022). Does political risk lower bilateral trade flow? A gravity panel framework for Thailand vis-à-vis her trading partners. *International Journal of Emerging Markets*, 17(2), 600–620. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-07-2020-0755>
18. Guo, K., Luan, L., Cai, X., Zhang, D., & Ji, Q. (2024). Energy trade stability of China: Policy options with increasing climate risks. *Energy Policy*, 184, 113858. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113858>
19. Hekmatnia, H., Hosseini, S.M., & Safdari, M. (2020). Determination and assessment of green, blue and gray water footprints in the international trade of agricultural products of Iran. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, 14(2), 446–463. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20087942.1399.14.2.9.4>
20. Hoekstra, A.Y., & Chapagain, A.K. (2006). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. In *Integrated Assessment of Water Resources and Global Change* (pp. 35–48). Springer, Dordrecht.
21. Hoekstra, A.Y., & Hung, A.Y., (2002). A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade Value of Water, *IHE DELFT*, www.waterfootprint.org
22. Hoekstra, A., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M., & Mekonnen, M.M. (2012). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Routledge.
23. Hufbauer, G.C., Schott, J.J., Anelliott, K., & Muir, J. (2012). Case studies in economic sanction and Terrorism: Post- 2000 Sanction Episodes. *Peterson Institute for International Economics*, 1–24.
24. International Country Risk Guide (ICRG), (2022). Retrieved by <https://www.prsgroup.com/explore-our-products/icrg/>
25. Jagdambe, S., & Kannan, E. (2020). Effects of ASEAN-India Free Trade Agreement on agricultural trade: The gravity model approach. *World Development Perspectives*, 19, 100212. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2020.100212>
26. Lamastra, L., Miglietta, P.P., Toma, P., De Leo, F., & Massari, S. (2017). Virtual water trade of agri-food products: Evidence from Italian-Chinese relations. *Science of the Total Environment*, 599, 474–482. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.146>
27. Li, Y., Huang, J., & Zhang, H. (2022). The impact of country risks on cobalt trade patterns from the perspective of the industrial chain. *Resources Policy*, 77, 102641. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102641>
28. Mekonnen, M.M., & Hoekstra, A.Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5), 1577–1600. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>

29. Nishad, S.N., & Kumar, N. (2022). Virtual water trade and its implications on water sustainability. *Water Supply*, 22(2), 1704-1715. <https://doi.org/10.2166/ws.2021.322>
30. Rodríguez-Crespo, E., & Martínez-Zarzoso, I. (2019). The effect of ICT on trade: Does product complexity matter?. *Telematics and Informatics*, 41, 182-196. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.05.001>
31. Safi, R., & Mirlatifi, S. (2015). Evaluation of sugarcane cultivation status in Khuzestan province from the perspective of virtual water. *Quarterly Journal of Water Resources Engineering*, 8(25), 87-96. (In Persian)
32. Shirzadi, E., Sayehmiri, A., & Asgari, H. (2019). Investigating factors affecting virtual water trade in wheat production using gravity model. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 50(3), 501-513. <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2019.260123.668616>
33. Song, Y., Zhang, X., & Hu, G. (2023). Relationships among geopolitical risk, trade policy uncertainty, and crude oil import prices: Evidence from China. *Resources Policy*, 82, 103555. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103555>
34. Trademap, (2021). Retrieve by <https://www.trademap.org/Index.aspx>
35. Vu, T.T.H., Tian, G., Zhang, B., & Nguyen, T.V. (2020). Determinants of Vietnam's wood products trade: Application of the gravity model. *Journal of Sustainable Forestry*, 39(5), 445-460. <https://doi.org/10.1080/10549811.2019.1682011>
36. Wang, Q., Dong, Z., Li, R., & Wang, L. (2022). Renewable energy and economic growth: New insight from country risks. *Energy*, 238, 122018. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122018> [Get rights and content](#)
37. Wang, Z., Zong, Y., Dan, Y., & Jiang, S.J. (2021). Country risk and international trade: evidence from the China-B&R countries. *Applied Economics Letters*, 28(20), 1784-1788. <https://doi.org/10.1080/13504851.2020.1854433>



Research Article

Vol. 39, No. 1, Spring 2025, p. 73-95

Grape Value Chain Analysis with Emphasis on Raisin Crop in Hamedan Province

S.M. Seyedan¹, M. Motaghed^{1*}

1- Institute of Agricultural Education and Extension, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

(*- Corresponding Author Email: MahsaMotaghed440@yahoo.com)

Received: 12-10-2024

Revised: 30-11-2024

Accepted: 30-11-2024

Available Online: 30-11-2024

How to cite this article:

Seyedan, S.M., & Motaghed, M. (2025). Grape value chain analysis with emphasis on raisin crop in Hamedan province. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 39(1), 73-95. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jead.2024.90233.1299>

Introduction

Effective measures in grape production and processing are essential for understanding market needs. By leveraging acquired knowledge, products should be aligned with market demand, which requires a thorough understanding and application of the value chain. The value chain is a network of actors who are involved in the supply, production, processing, marketing, and consumption of a product or service, and its actors seek to realize added value in each of the links of the chain and add value as a whole. It is for the activities that take place along the chain. An efficient value chain plays a key role in reducing poverty and food security in the country and has inherent potential for the development of job opportunities. The benefits of the value chain include reducing production costs, increasing productivity, providing valuable services to farmers, a variety of new services with added value, innovation at a faster speed, creating new circles, creating more jobs, reducing rural poverty, transparency in the price of agricultural products, balance of supply and demand, improvement of quality and health of agricultural products, reduction of product waste, increase of product health quality, increase of real profit, consumer satisfaction, reduction of mediation and brokerage, increase of flexibility power and sustainability in production and export.

Materials and Methods

In this research, data was collected from each agent (link in the chain) using a questionnaire. Various methods exist for analyzing the value chain, with the SWOT analysis (identifying strengths, weaknesses, opportunities, and threats, as well as determining strategic positioning) being the most significant. This method was utilized in the study and will be briefly explained in relation to the SWOT matrix analysis process. However, since the SWOT analytical matrix generates multiple strategies without prioritizing them, the QSPM matrix was employed to establish priorities. This matrix is used in the last stage of strategy development and for selecting and prioritizing strategies. This matrix prioritizes different strategy options according to their attractiveness score.

Results and Discussion

In the present study; 74 components in the template (15 strengths, 23 weaknesses, 19 threats and 17 opportunities) were extracted and categorized. To evaluate the internal factors of the grape value chain with an



©2024 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jead.2024.90233.1299>

emphasis on its yield, the internal factors evaluation matrix (IFE) was used. In this matrix, the strengths and weaknesses were listed and scored using special coefficients and ranks to determine the final score of the evaluation of internal factors. The analysis of internal factors revealed a total score of 61.2, indicating that the grape value chain in Hamedan Province is in a strong position. In other words, its internal strengths outweigh its weaknesses. Similarly, the analysis of external factors showed a weighted score of 2.87. Therefore, the grape value chain in Hamedan has an external opportunity. In other words, the opportunities of the grape value chain are more than its threats.

Conclusion and Suggestions

To improve this situation, the raisin value chain model was designed based on observations and research findings. This model is an executive model that has five main actors including 1- Input supply link (without timely supply of inputs and without creating a basis for the development of a competitive environment in this link, one cannot hope for sustainable production and export), 2- The link of grape growers is 3- the circle of packaging and processing factories, 4- the circle of distribution and marketing, and 5- the circle of consumption and communication with customers. This model also has a support link (providing consulting, training, and support services to investors to help create and launch new businesses within the chain) that supports all the links in terms of structure, design, research, training, financial management, and resource management. Humanity supports. These measures attract investment, create employment, develop chain links and growth, and help to achieve the goals of economic and social development of the region. The most significant missing link in the grape value chain is the production and processing of the product under a specialized brand. Establishing these processes is essential for attracting foreign markets. Given the high quality of grapes in Hamedan Province and their potential to compete with international products, it is crucial to transform this potential into reality. This requires the development of high-quality processed products to gain a competitive edge and capture market share from competitors.

Keywords: QSPM matrix, Raisins, Strategy, SWOT matrix, Value chain



مقاله پژوهشی

جلد ۳۹، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴، ص. ۷۳-۹۵

تحلیل زنجیره ارزش انگور با تأکید بر محصول کشمش در استان همدان

سید محسن سیدان^۱ - مهسا معتقد^{۱*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۰

چکیده

بررسی وضعیت زنجیره ارزش کشمش، به بهبود وضعیت شبکه تولید، عرضه، بازاریابی و صادرات محصول کشمش کمک خواهد کرد. در این تحقیق محصول کشمش در استان همدان انتخاب شده است تا به رفع موانع در زنجیره ارزش در راستای ایجاد اشتغال کمک نماید. داده‌ها به صورت اسنادی و پیمایشی از بازیگران زنجیره در سال ۱۴۰۳ گردآوری شده است. برای تحلیل زنجیره ارزش از روش SWOT و ماتریس QSPM استفاده شده است. نتایج تحقیق نشان داد که با توجه به امتیازات کسب شده ماتریس عوامل داخلی و خارجی، راهبرد مناسب برای توسعه زنجیره ارزش کشمش در استان همدان راهبرد تهاجمی است که شامل راهبردهای تجاری‌سازی محصول و فرآورده‌های انگور، ایجاد مزیت رقابتی و جذب بازارهای صادراتی جدید، متنوع‌سازی محصولات فرآوری شده، اجرای کشاورزی قراردادی، توسعه فرآوری انگور و توسعه تحقیقات مرتبط با تولید و فرآوری می‌باشد. اولویت‌های راهبردی به دست آمده در این تحقیق می‌توانند در مسیر توسعه زنجیره ارزش کشمش همدان گامی اصولی به شمار روند. بررسی حلقه‌های مختلف زنجیره، نشان داد که حلقه‌های مفقوده در زنجیره ارزش کشمش شامل ایجاد بنگاه‌های فرآوری کننده، ایجاد کارگاه کشمش خشک کنی و استفاده از کشاورزی قراردادی بوده است.

واژه‌های کلیدی: راهبرد، زنجیره ارزش، کشمش، ماتریس QSPM، ماتریس SWOT

مقدمه

باغبانی است. از مجموع کل سطح زیر کشت حدود ۶۳ درصد سطح تاکستان‌های بارور آبی در استان‌های قزوین، خراسان رضوی، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، فارس، زنجان، همدان و ۳۷ درصد آن در بقیه استان‌های انگورخیز می‌باشند. در سال ۲۰۲۰ ایران از لحاظ میزان تولید انگور رتبه هفتم و از لحاظ میزان تولید کشمش رتبه سوم در جهان است که بیش از ۲/۵ درصد از کل تولید انگور دنیا را به خود اختصاص داده است (FAO, 2020). بنابراین ایران یکی از برترین تولیدکنندگان انگور در جهان است و توانسته با تنوع و کیفیت بالای خود جایگاه بالایی (ده کشور برتر) در این حوزه داشته باشد.

در غرب کشور به ویژه استان همدان، با داشتن شرایط آب و هوایی ایده‌آل و اراضی مناسب، توانسته به عنوان یکی از مراکز تولید انگور با کیفیت در ایران شناخته شود. بطوری که سهم کشت آبی انگور استان همدان ۲۳۴۶۳ هکتار، میزان تولید ۴۲۸۹۷۶ تن، میزان عملکرد در واحد سطح ۱۸۸۶۹ کیلوگرم در هکتار و سهم کشت دیم انگور ۷۵۵

باغبانی یکی از زیربخش‌های مهم بخش کشاورزی با تولید سالانه بیش از ۲۶ میلیون تن محصول، نه تنها در تأمین غذای داخل کشور مؤثر است بلکه نقش بسزایی در صادرات و اقتصاد ایران ایفا می‌کند. تولید انگور یکی از فعالیت‌های عمده باغبانی جهان و ایران به لحاظ سطح زیر کشت و ارزش تغذیه‌ای است. براساس آمار منتشر یافته مقدار تولید انگور دنیا در سال ۲۰۲۲ مجموعاً ۸۰/۱ میلیون تن بوده است (Cosme et al., 2024). در ایران نیز، انگور از جایگاه بارزی در میان درختان میوه برخوردار است. به طوری که از سطح کل باغ‌های کشور، حدود ۲۹۳/۸ هزار هکتار معادل ۱۱/۵ درصد به ریزمیوه‌ها اختصاص دارد. رتبه دوم سطح زیر کشت بارور و رتبه سوم میزان تولید در بین محصولات باغبانی مربوط به انگور به ترتیب با سطح حدود ۲۸۲/۷ هزار هکتار و سهم ۱۳/۹ درصد از کل میزان تولید محصولات

۱- موسسه آموزش و ترویج کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

(*) - نویسنده مسئول: (Email: MahsaMotaghd440@yahoo.com)

هکتار، میزان تولید ۲۳۴۰ تن و میزان عملکرد در واحد سطح ۳۳۶۷ کیلوگرم در هکتار بوده است (Agricultural Jihad Organization of Hamedan Province, 2024). علاوه بر موارد مذکور، سرلته تولید انگور در استان همدان ۲۳۷ کیلوگرم و از نظر سطح زیرکشت و تولید در رتبه نخست محصولات باغی قرار دارد و حدود ۵۳ درصد از تولیدات باغی را به خود اختصاص داده است (IRNA, 2024).

به منظور انجام اقدامات مؤثر در زمینه تولید و فراوری انگور، آگاهی از نیاز بازار ضروری است تا ضمن استفاده از دانش اکتسابی، تولیدات با تقاضای بازار به خوبی منطبق شود که لازمه آن شناخت و بکارگیری زنجیره ارزش است. زنجیره ارزش، شبکه‌ای از کنشگرانی است که در عرضه، تولید، فراوری، بازاریابی و مصرف یک محصول یا خدمت درگیر هستند و کنشگران آن به دنبال تحقق ارزش افزوده در هر یک از حلقه‌های زنجیره می‌باشند و بطور کلی ارزش‌افزایی برای فعالیت‌هایی است که در طول زنجیره صورت می‌گیرد (Haggbblad et al., 2012). زنجیره ارزش کارآمد نقش کلیدی در کاهش فقر و امنیت غذایی ایفا می‌نماید و پتانسیل ذاتی و بالقوه برای توسعه فرصت‌های شغلی دارد (Urugo et al., 2024). از مزایای زنجیره ارزش می‌توان به کاهش هزینه‌های تولید، افزایش بهره‌وری، فراهم‌سازی خدمات ارزنده برای کشاورزان، تنوع خدمات جدید دارای ارزش افزوده، نوآوری با سرعت بیشتر، ایجاد حلقه‌های جدید، اشتغال‌زایی بیشتر، کاهش فقر روستایی، شفافیت قیمت محصولات کشاورزی و واقعی شدن قیمت‌ها، تعادل در ریسک قیمتی در بین عوامل بازار، تعادل عرضه و تقاضا، بهبود درجه کیفیت و سلامت محصولات کشاورزی، کاهش ضایعات محصول، افزایش کیفیت محصول، افزایش سود واقعی، رضایت مصرف‌کننده، کاهش واسطه‌گری و دلالی، افزایش انعطاف‌پذیری و پایداری در تولید و صادرات اشاره نمود (Asadpour & Asdolapour, 2019).

در خصوص انگور؛ برگ تا محصول و فراوری آن دارای زنجیره ارزش است که با کمک این زنجیره می‌توان تحول عظیمی رقم زد. کشمش یکی از محصولات فراوری شده انگور است. برای تهیه آن، از برداشت انگور تا فراوری به کشمش چندین مرحله وجود دارد، بنابراین به صورت مستقیم و غیرمستقیم باعث اشتغال افراد می‌شود و توسعه این صنعت، افزایش ثروت، کاهش نرخ بیکاری، توسعه صادرات غیرنفتی در بخش کشاورزی و به تبع آن امنیت روانی را به همراه خواهد داشت. تحلیل زنجیره ارزش کشمش شامل بررسی جایگاه میزان تولید، سطح زیرکشت (Rahmani, 2022) و همچنین مسائل پیش‌روی زنجیره در منطقه مورد مطالعه است. مشکلات قبل از تولید این محصول؛ چالش‌های زیرساخت‌های تکنولوژیکی (عدم دسترسی به ارقام مناسب برای تولید کشمش مناسب و بازار پسند، عدم دسترسی به ارقام با عملکرد بالا، عدم دسترسی به سموم شیمیایی باکیفیت و باقیمت مناسب)؛ چالش‌های زیرساخت‌های فیزیکی (عدم

وجود انبار مناسب برای نگهداری نهاده‌ها، عدم وجود تجهیزات حمل و نقل نهاده‌ها، نامناسب بودن جاده‌ها)؛ چالش‌های نظام بهره‌برداری (قطعه قطعه بودن اراضی باغات)؛ چالش‌های کمبود دانش (عدم دانش و آگاهی در مورد شناسایی نهال‌های سالم و عاری از بیماری، عدم دانش و آگاهی در مورد شناسایی نوع کود مصرفی مناسب و عدم دانش و آگاهی در مورد نوع هرس صحیح)؛ چالش‌های اجتماعی/انجام اجتماعی (حضور واسطه‌های فراوان و در مواقعی انحصاری در تأمین نهاده‌ها، قدرت چانه‌زنی کم باغدار در تهیه نهاده‌ها به صورت فردی، عدم وجود یک تشکل یا تعاونی قوی در روستا یا دهستان برای تأمین نهاده‌های با کیفیت و با قیمت مناسب)؛ چالش‌های مالی (بالا بودن قیمت نهاده‌های غیرشیمیایی مانند کودهای دامی یازیستی، عدم تولنایی مالی کشاورزان در تأمین تجهیزات آبیاری جدید با قیمت مناسب، عدم توان مالی برای تهیه وسایل و تجهیزات کودپاشی، هرس، سم‌پاشی)؛ چالش‌های نهادی (پوشش ضعیف بیمه یا عدم پاسخگویی مناسب در هنگامی که باغداران دچار خسارت می‌شوند، عدم دسترسی مناسب به تسهیلات بانکی کوتاه‌مدت و بلندمدت برای تهیه نهاده‌ها، افزایش هزینه نهاده‌های شیمیایی و ماشین‌آلات به دلیل حذف یارانه‌ها (کمک‌های دولت)، بی‌اعتمادی به اطلاعات مربوط به نهاده‌ها در بازار و بخش خصوصی، عدم دسترسی کافی به اطلاعات و دانش به روز در مورد نهاده‌ها از طریق ترویج کشاورزی) می‌باشند (Golbaz et al., 2021). از موانع و مشکلات حین تولید این محصول می‌توان به چالش‌های زیرساخت‌های تکنولوژیکی (عدم دسترسی به تجهیزات مناسب لازم برای آبیاری باغات)؛ چالش‌های زیرساخت‌های فیزیکی (عدم دسترسی به موقع به آب برای آبیاری باغات)؛ چالش‌های بحران‌های طبیعی (شیوع بیماری‌های انگور مانند سفیدک انگور یا سرطان انگور، علف هرز زیاد در باغات انگور و تغییرات اقلیمی)؛ چالش‌های مالی (مشکلات موجود در قابلیت‌های مالی، بالا بودن قیمت تأمین نیروی کارگر موردنیاز در مراحل مختلف، بالا بودن هزینه نیروی کار جهت هرس کاری در باغ و هزینه‌ی تمام شده بالای محصول)؛ چالش‌های نهادی (عدم دسترسی به اطلاعات لازم و به روز در تولید انگور (آبیاری، کنترل آفات، تغذیه، هرس)، کمبود دانش و تجربه کارشناسان و مروجان کشاورزی مراکز جهادکشاورزی، عدم دسترسی باغداران به دانش و اطلاعات محققان کشاورزی و کمبود کارشناسان و متخصصان با تجربه در زمینه مدیریت باغات انگور)؛ چالش‌های انسانی (عدم دسترسی به هرس کاران حرفه‌ای جهت هرس کاری در باغات، عدم دانش و آگاهی در مورد نوع کود مصرفی مناسب و مقدار و طریقه مصرف آن، رندمان پایین آبیاری و هدررفت آب در باغات و مصرف بی‌رویه سموم و کود شیمیایی در باغات) اشاره نمود (Niazi Shahraki & Mobini, 2019). از موانع و مشکلات پس از تولید این محصول می‌توان به چالش‌های زیرساخت‌های تکنولوژیکی

(ذخیره سازی نامناسب در بارگاه ها، عدم وجود بسته بندی مناسب و بهداشتی کشمش تیزابی و کالیفرنایی توسط کشاورزان و عدم وجود بسته بندی مناسب و بهداشتی کشمش توسط کارگاه ها یا شرکت های صنایع تبدیلی)؛ چالش های زیرساخت های فیزیکی (عدم دسترسی به صنایع تبدیلی برای تهیه کشمش در هر منطقه، عدم وجود انبار مناسب برای نگهداری محصول تولید شده، عدم وجود صنایع تبدیلی برای تهیه کشمش در هر منطقه، بالا رفتن هزینه یا افزایش ضایعات به دلیل عدم وجود تجهیزات مناسب حمل و نقل در انتقال به بازار، عدم وجود مراکز سورتینگ (جداسازی و طبقه بندی) محصولات بر حسب کیفیت و بازاریابی و عدم دسترسی به کارخانه ها و صنایع تبدیلی برای تهیه آبمیوه در هر منطقه)؛ چالش های اجتماعی (عدم تعاملات مناسب بین تولیدکنندگان و صادرکنندگان کشمش کالیفرنایی و تیزابی، عدم وجود تشکل یا تعاونی قوی در منطقه برای پر کردن جای دلالتان فراوری محصول و ناپایداری قیمت فرآورده های تولیدی انگور)؛ چالش های مالی (عدم حمایت کافی دولت از کشاورزان در بازار، عدم توان مالی کافی در تامین نیروی کار برای برداشت، بسته بندی و غیره و پایین بودن قیمت محصول به دلیل نبود ابزار فراوری مناسب)؛ چالش های نهادی (عدم وجود برنامه ریزی برای صادرات خارجی و متناسب با نیاز بازار خارج از کشور، عدم دسترسی کافی به اطلاعات مربوط به قیمت ها و بازارهای فروش، کمبود تلاش های دولت برای بهبود عملیات پس از برداشت انگور و عدم ارائه اطلاعات در مورد بازار، فراوری، بسته بندی و غیره توسط کارشناسان ترویج کشاورزی)؛ چالش های انسانی (کمبود نیروی کار خانواده برای برداشت و بسته بندی) اشاره نمود (Golbaz et al., 2021; Niazi Shahraki & Mobini, 2019).

کشمش با توجه به درآمد و ارزآوری بالا بعنوان یکی از مهمترین محصولات صادراتی کشاورزی ایران، پس از پسته و زعفران شناخته می شود. رقابت شدید کشورهای صادرکننده در بازار جهانی با روش های نوین تولید، فراوری و بازاریابی اهمیت توجه به کشمش را بیش از پیش نمایان می سازد. در ایران؛ کشمش در بسیاری از مناطق، تولید می شود. در غرب کشور، استان همدان قطب تولید کشمش است و ضرورتاً "پیش ماده تولید کشمش، انگور است. در همین راستا در پژوهش حاضر به تحلیل رویکرد زنجیره ارزش انگور با تأکید بر تولید کشمش در استان همدان پرداخته شده است. میزان تولید کشمش استان در سال به طور متوسط ۴۶۸۰۰ تن بوده، دارای ۵۶ بنگاه تولیدی و میزان اشتغال ۸۰۲ نفر بوده است و میزان صادرات کشمش استان همدان در سال ۱۴۰۲ به سایر کشورها ۱۹۶۷۴/۵ تن با ارزش دلاری ۲۵/۷ میلیون دلار بوده است (Vice President of Development and Commerce of Agricultural Jihad organization of Hamedan Province, 2024). از شهرهای عمده تولیدکننده کشمش در استان همدان؛ ملایر، رزن، بهار، همدان و کبودرآهنگ می باشند. ملایر یکی از شهرهای پیشتاز کشور در تولید انگور و کشمش است. کشمش ملایر به عنوان یکی از کشمش های مشهور و باکیفیت ایران شناخته می شود. بیش از ۵۰ هزارتن کشمش تولیدی از ملایر صادر شده است. میزان کشمش صادراتی طی ۵ سال اخیر ۸۷۶۷۰۴۰۱ کیلوگرم به ارزش دلاری ۱۱۵۸۴۷۸۳۱ بوده است و براساس آمار، انواع کشمش تیزابی بیدلنه و انگوری به ترتیب با قیمت ۱۱۰۰ دلار در هر تن و ۱۶۰۰ دلار در هر تن در سبد صادرات استان همدان جای گرفته اند (جدول ۱: Hamedan Customs Organization, 2024).

جدول ۱- وضعیت صنایع تبدیلی کشمش در استان همدان- سال ۱۴۰۲

Table 1- Status Conversion Industries Raisins in Hamedan province-2023 year

رشته	میزان تولید	فروش	ارزش	تعداد بنگاه	میزان اشتغال
فعالیت/صنعت	production rate (average performance)	سالانه	صادرات	تولیدی	Employment rate (person)
Field of activity/industry	Unit	Annual sales (billion tomans per year)	Export amount	Number of production companies (units)	
کشاورزی	تن	4446	19674.5	56	802
Agriculture	Ton				
صنایع تبدیلی- کشمش	46800		2.57		
Raisin Conversion industries					

مأخذ: سازمان جهاد کشاورزی استان همدان (۱۴۰۳)

Source: Agricultural Jihad Organization of Hamedan Province. (2024)

مبانی نظری تحقیق

اصطلاح زنجیره ارزش^۱ برای اولین بار توسط مایکل پورتر، در کتاب معروف او تحت عنوان "مزیت رقابتی ملل" مطرح شد. طبق تعریف پورتر، به مجموعه اقداماتی که در یک کسب و کار (صنعت، کشاورزی، خدمات) به صورت زنجیره وار انجام می گیرد تا برای مشتریان خود، خلق ارزش یا ارزش افزوده ایجاد نماید، زنجیره ارزش گفته می شود. محصولات از حلقه های به هم پیوسته این زنجیره عبور می کنند و در هر حلقه، ارزشی به محصول نهایی افزوده می شود (Porter, 1998). هنر قراردادن کنشگران حلقه ها در مکان درستی از زنجیره ارزش و چیدمان درست عاملان، محصولات و فعالیت ها در این زنجیره می تواند مهمترین استراتژی در خلق ارزش باشد. امروزه رقابت جهانی، عدم ثبات بازارها و تکنولوژی های جدید، راه های جدید ایجاد ارزش را در یک محیط پویای رقابتی از لحاظ کیفیت به وجود آورده است (Asadpour & Asdolapour, 2019). به طور کلی زنجیره ای از فعالیت ها محصولی با ارزش افزوده بیشتر از مجموع فعالیت های مستقل ارائه می کند. باتوجه به مطالعات صورت گرفته در زمینه زنجیره ارزش؛ تحقیقی در خصوص زنجیره ارزش انگور با تأکید بر محصول کشمش در استان همدان انجام نشده است، از همین رو نوآوری تحقیق حاضر محسوب می شود. در ادامه بطور اجمالی، به نتایج مطالعات صورت گرفته در زمینه زنجیره ارزش اشاره شده است.

پژوهشکده سیاستگذاری علم فناوری و صنعت (Science, Technology and Industry Policy Institute, 2015) به بررسی اشتغال و معیشت با رویکرد توسعه زنجیره ارزش (خلاصه مدیریتی؛ تحلیل زنجیره ارزش انگور و بسته های سیاستگذاری توسعه آن در حوضه آبریز دریاچه ارومیه) پرداخته است. در تحلیل زنجیره ارزش انگور، هدف بررسی پتانسیل شاخه های مختلف، درنهایت دو شاخه انگور تازه خوری و کشمش برای تحلیل بیشتر، سیاستگذاری و سرمایه گذاری بودند. تحلیل زنجیره ارزش به شناسایی مشکلات و مسائل پیش روی توسعه زنجیره انجامید و سپس سیاست هایی برای توسعه زنجیره و رفع این مشکلات تدوین شد. نتیجه بررسی ابعاد مختلف زنجیره ارزش، تحلیل ساختاری آن، تحلیل اقتصادی، حکمرانی و ریسک یافتن نقاط ضعف و مشکل در زنجیره است. این نقاط ضعف و مشکل درواقع موانع اصلی بر سر راه توسعه این زنجیره به شمار می روند. در تحقیقی گلباز و همکاران (Golbaz et al., 2021) به بررسی چالش های زنجیره ارزش انگور، مطالعه موردی استان آذربایجان غربی پرداختند. این پژوهش از یک رویکرد کیفی و روش شناسی تئوری بنیانی استفاده نموده و تجزیه و تحلیل کیفی داده ها با استفاده از نرم افزار MAXQDA نسخه ۱۲ انجام گرفت.

نتایج نشان داد که چالش های موجود در سه مرحله قبل، حین و بعد از تولید انگور مسائل نهادی، انسانی، اجتماعی و مالی، بحران های طبیعی، کمبود دانش، مسایل نظام های بهره برداری، زیرساخت های فیزیکی و تکنولوژیکی بودند. در تحقیقی حسن پور (Hassanpour, 2023) به تشکیل و توسعه زنجیره ارزش کشاورزی، راهکار ساماندهی بازار محصولات کشاورزی پرداخته است. این تحقیق باهدف بررسی و شناسایی حلقه های فعال مرتبط با زنجیره ارزش کشاورزی، مدل راهبردی ایجاد زنجیره ارزش کشاورزی و راهکار اجرایی آن تدوین شد به گونه ای که در این مدل نقش کنشگران در بازار تولید و تجارت محصولات مشخص شده است. این پژوهش در حیطه پژوهش های کیفی و از لحاظ روش تحقیق، ترکیبی از دو روش اسنادی و میدانی می باشد. اطلاعات به روش اسنادی و مشاهده حضوری از کارکرد ۳۵ فعال اقتصادی در بخش کشاورزی استان فارس و ۱۲ جلسه مشارکتی با مسئولان و مدیران سازمان جهاد کشاورزی با رویکرد طوفان فکری و براساس تغییر جزیی در مدل زنجیره ارزش پورتر، تلاش نمود تا یک راهکار اجرایی برای تشکیل زنجیره ارزش کشاورزی تدوین کند. عدم آگاهی عوامل بازار از زنجیره ارزش، وجود مسایل اقتصادی و حلقه های معیوب که عملاً خلق ارزش نمی کنند، مانع از ایجاد پیوستگی در حلقه های زنجیره تأمین و ارزش در بخش کشاورزی شده است. نتایج این پژوهش منجر به تدوین مدل راهبردی ایجاد زنجیره ارزش کشاورزی و یک راهکار اجرایی شد. آشنایی کارآفرینان و فعالان اقتصادی بخش کشاورزی با منافع زنجیره ارزش و تدوین قوانین حمایتی می تواند در ایجاد، توسعه و تکمیل زنجیره های ارزش کشاورزی کمکی شایان نماید. در تحقیقی دیگر تاون و همکاران (Tuan et al., 2024) به راهکارهایی برای توسعه انگور در منطقه مورد مطالعه پرداختند. روش تحقیق استفاده از تصمیم گیری چندمعیاره (MCDM) و ترکیبی از فرآیندهای شبکه تحلیلی فازی (Fuzzy – ANP) بود. این پژوهش براساس اسناد و بررسی های منتشر یافته، ۲۴ عامل در ۴ گروه طبیعی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی را به عنوان ماتریس SWOT شناسایی کرده است. از طریق مدل فازی ANP و ارزیابی کارشناسان، ۸ استراتژی برای توسعه زنجیره ارزش انگور پیشنهاد شده است. استراتژی های ارائه شده زمینه کمک به دولت های محلی را فراهم می آورد و ابزاری برای تصمیم گیری است. نتایج بررسی ابعاد مختلف زنجیره ارزش نشان دهنده تحلیل ساختاری، تحلیل اقتصادی، حکمرانی و ریسک یافتن نقاط ضعف و مشکل در زنجیره است. این نقاط ضعف و مشکل درواقع موانع اصلی بر سر راه توسعه این زنجیره به شمار می روند. کلیه مشکلات موجب شده که به تدریج انگور از یک محصول اقتصادی به

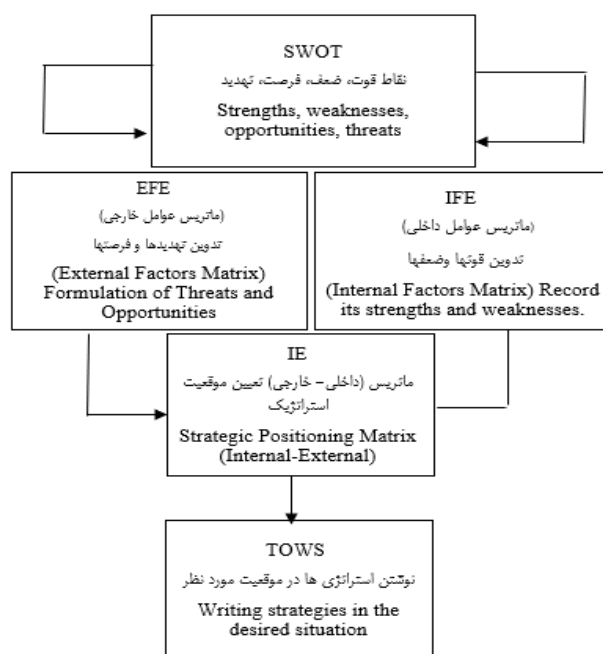
این تحقیق از نظر هدف، کاربردی- توسعه‌ای و در سطح راهبردی است. از نظر میزان کنترل متغیرها از نوع غیرآزمایشی، و روش آن توصیفی-تحلیلی از نوع پیمایشی است. این تحقیق کیفی-کمی با بهره‌گیری از رویکرد برنامه‌ریزی استراتژیک است. در این تحقیق انگور با تأکید بر محصول کشمش به‌دلایلی که در مقدمه به آن اشاره گردید انتخاب شد سپس بررسی اسنادی و میدانی در مورد میزان تولید و نحوه تولید تا محصول نهایی که به‌دست مصرف‌کننده می‌رسد در استان همدان صورت پذیرفت و ترسیم اولیه زنجیره ارزش شکل گرفت. اطلاعات موردنظر با تکمیل پرسشنامه، از هرکدام از حلقه‌های زنجیره جمع‌آوری گردید و با توجه به موارد مذکور در پرسشنامه، SWOT طراحی و حلقه‌های مفقوده شناسایی شد و به زنجیره مطلوب دست یافته و راهکارهای لازم بیان گردید (شکل ۱).

روش‌های مختلفی برای ارزیابی موقعیت زنجیره ارزش وجود دارد. مهمترین آن روش تحلیل SWOT (شناسایی نقاط قوت، ضعف، تهدیدها و فرصت‌ها و نیز تعیین موقعیت راهبردی) است که در این تحقیق از آن بهره گرفته شد، در ادامه به توضیح مختصری از آن پرداخته شده است. فرایند تحلیل ماتریس SWOT شامل سه مرحله به شرح ذیل است:

الف) تعیین و ارزیابی عوامل خارجی (EFE) و داخلی (IFE) اثرگذار بر توسعه زنجیره ارزش (مرحله ورودی)؛ ب) تطبیق و تعیین استراتژی‌ها (مرحله مقایسه)؛ ج) تشکیل ماتریس (IE) و اولویت‌های اجرایی (شکل ۱).

یک محصول باصرفه اقتصادی ناچیز و گاهی ضررده تبدیل شود. جمع‌بندی مرور منابع نشان می‌دهد شرایط اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، زیست‌محیطی و ساختاری حاکم بر استان‌های مختلف کشور متفاوت می‌باشند لذا در برنامه‌ریزی برای ایجاد توسعه و تکمیل زنجیره‌های ارزش محصولات کشاورزی هر استان یا منطقه کشور بایستی الگوی مخصوص خود را پیشنهاد ترویج و توسعه داد. زنجیره ارزش انگور با تأکید بر محصول کشمش در غرب کشور (استان همدان) که یکی از قطب‌های تولید باتوجه به اینکه از نظر سطح زیرکشت و تولید در رتبه نخست محصولات باغی در کشور قرار دارد و حدود ۵۳ درصد از تولیدات باغی را به خود اختصاص داده است، مورد ارزیابی قرار نگرفته است؛ بررسی این موضوع در تحقیق حاضر به نوعی نوآوری محسوب می‌گردد. همچنین مناطق مختلف مشکلات و چالش‌های مختص به خود را از لحاظ نوع محصول و نوع منطقه‌ای که مورد پژوهش واقع شده است، دارند لذا بررسی زنجیره ارزش در هر منطقه برای تعیین سیاست‌های خاص آن منطقه دارای اهمیت می‌باشد. از طرف دیگر پژوهش حاضر به‌طور جامع نگاشته شده و تحلیل برنامه‌ریزی راهبردی را برای هر بخش از زنجیره ارزش انگور با تأکید بر محصول کشمش در راهنمای کار قرار داده است. از همین رو پژوهش حاضر با هدف تحلیل زنجیره ارزش انگور با تأکید بر محصول کشمش در استان همدان انجام شده است.

مواد و روش‌ها



شکل ۱- الگوی کلی مدل تحلیل سوات

Figure 1- General pattern of SWOT analysis model

این عامل در فرایند انتخاب استراتژی نقش عمده‌ای دارد یا خیر؟ در نهایت نمره جذابیت به صورت ۱- بدون جذابیت ۲- تاحدی جذاب ۳- دارای جذابیت معقول ۴- بسیار جذاب برای هر عامل اختصاص داده می‌شود (Mazhari & Rasoulzadeh, 2021).

روش گردآوری اطلاعات و جامعه آماری

آمار و اطلاعات مورد نیاز این پژوهش از طریق مصاحبه حضوری و پرسشنامه جمع‌آوری گردید. برای تعیین پایایی پرسشنامه از روش ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد و مقدار قابل قبولی برای هر یک از ابعاد بدست آمد (جدول ۲).

د) ماتریس راهبردهای کمی استراتژیک (QSPM): از آنجا که ماتریس تحلیلی SWOT، استراتژی‌های گوناگونی ارائه می‌دهد اما تکنیکی برای اولویت‌ها ارائه نمی‌دهد از ماتریس QSPM استفاده گردید. این ماتریس در مرحله آخر استراتژی تدوین و برای انتخاب و اولویت‌بندی استراتژی‌ها بکار گرفته می‌شود. این ماتریس گزینه‌های مختلف استراتژی را برحسب نمره جذابیت آن‌ها اولویت‌بندی می‌کند. به منظور دست یافتن به اولویت‌های استراتژی باید مراحل ذیل طی شود:

۱- عوامل اصلی داخلی و خارجی (برحسب ماتریس SWOT) در سمت راست جدول نوشته می‌شود. ۲- به عوامل وزن داده شود. ۳- گزینه‌های استراتژی بالای جدول نوشته شود. ۴- نمره جذابیت: آیا

جدول ۲- نتایج ضرایب آلفا

Table 2- The results of alpha coefficients

ابعاد Dimensions	تعداد گویه The number of items	مقیاس Scale	ضریب آلفا Alpha coefficient
نقاط قوت Strengths	15	رتبه‌ای Rank	0.73
نقاط ضعف Weaknesses	23	رتبه‌ای Rank	0.77
فرصت‌ها Opportunities	17	رتبه‌ای Rank	0.70
تهدیدها Threat	19	رتبه‌ای Rank	0.75

Source: Research Finding

مأخذ: یافته‌های تحقیق

$t =$ ضریب اطمینان قابل قبول (۱/۹۶)

$d =$ دقت احتمالی مطلوب

$n =$ حجم نمونه

$N =$ حجم جامعه (۴۸۳ نفر انگور کار)

$$n = \frac{Nt^2s^2}{Nd^2 + t^2s^2}$$

$$n = \frac{483 \times (1/96)^2 \times (3/76)^2}{483 \times (0.5)^2 + (1/96)^2 \times (3/76)^2} = 150$$

نتایج و بحث

ویژگی‌های فردی

در مطالعه حاضر میانگین سنی انگور کاران ۴۶/۵۶ سال بود. از نظر تحصیلات ۴۲ درصد بی‌سواد و کم‌سواد، ۲۵ درصد دارای تحصیلات راهنمایی، ۲۷ درصد دارای تحصیلات دیپلم، ۶ درصد دارای تحصیلات دانشگاهی بودند (جدول ۴).

برای تعیین و شناسایی سازه‌های نقاط قوت و ضعف، تهدیدها و فرصت‌های انگور با تاکید بر محصول کشمش در استان همدان جامعه آماری شامل کارشناسان و خبرگان محلی آگاه به محصول انگور و فرآیندهای مختلف آن بودند که تعداد ۱۱ نفر از آنها به صورت هدفمند و به روش گلوله برفی انتخاب گردیدند. این افراد شامل کارشناسان مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان همدان (۲ نفر)، سازمان جهاد کشاورزی (۲ نفر)، اتحادیه تعاونی روستایی (۱ نفر)، شرکت مواد غذایی سحر (فرآوری کننده) (۱ نفر)، خبرگان (۲ نفر)، اتاق بازرگانی (۱ نفر) و شرکت‌های توزیع و صادرکننده (۲ نفر) بودند. برای تعیین اهمیت نقاط قوت و ضعف، تهدیدها و فرصتهای شناسایی شده در بخش کیفی، عوامل مشخص شده در قالب پرسشنامه سوات در اختیار کشاورزان قرار گرفت. جامعه آماری در این بخش حدود ۴۸۳ نفر از کشاورزان انگور کار در پنج شهرستان ملایر، رزن، بهار، همدان و کبودرآهنگ بودند، که با استفاده از فرمول کوکران تعداد ۱۵۰ نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند و به صورت تصادفی با انتساب متناسب بین شهرستان‌ها پرسشنامه در اختیار آنها قرار گرفت (جدول ۳).

جدول ۳- تعداد نمونه برآورد شده در هر شهرستان
Table 3- Estimated number of samples in each city

شهرستان County	سطح زیر کشت Cultivated area (ha)	تعداد پرسشنامه Number of questionnaires
ملایر Malayer	12744	105
رزن Razan	2519	19
بهار Bahar	2484	17
همدان Hamedan	1746	9
کبودرآهنگ Kabodarahang	1333	105
جمع	20826	150

Source: Research Finding

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۴- ویژگی‌های جمعیت شناختی پاسخگویان در منطقه مورد بررسی
Table 4- Demographic characteristics of the respondents in the studied area

سن Age	تعداد Number	درصد Percentage	تحصیلات Education	تعداد Number	درصد Percentage
30-40	12	8.2	بی‌سواد و کم سواد Illiterate	62	42
41-50	40	40.4	راهنمایی Guidance	37	25
51-60	23	23.9	دیپلم Diploma	44	27
61-70	25	27.5	دانشگاهی University	7	6
جمع Total	150	100	جمع Total	150	100

Source: Research Finding

مأخذ: یافته‌های تحقیق

ضرایب به گونه‌ای بود که جمع ضرایب تمام عوامل داخلی بیشتر از یک نشود. باتوجه به کلیدی بودن یا عادی بودن قوت یا ضعف به‌ترتیب رتبه ۳ یا ۴ به قوت‌ها و رتبه ۱ یا ۲ به ضعف‌ها اختصاص یافت. در تخصیص رتبه به قوت‌های عالی رتبه ۴ و به قوت‌های معمولی رتبه ۳ تعلق گرفت. در تخصیص رتبه به ضعف‌های معمولی رتبه ۲ و به ضعف‌های جدی رتبه ۱ اختصاص یافت. روند رتبه‌دهی طوری بود که اگر حرکت از قوت عالی به سمت ضعف جدی بود میزان رتبه کمتر شده و از ۴ به ۱ می‌رسید. ضریب هر عامل در رتبه مربوطه ضرب شد تا نمره نهایی به‌دست آید. در انتها از جمع امتیازات به‌دست آمده امتیاز نهایی به لحاظ برخورداری از قوت یا ضعف تعیین شد تا پس از تعیین نمره ماتریس ارزیابی عوامل داخلی بتوان این نمره را با ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE) مقایسه کرد و در قالب ماتریس داخلی و خارجی (IE) موقعیت راهبردی زنجیره را شناسایی کرد.

مرحله اول: ارزیابی عوامل داخلی (IFE) و عوامل خارجی (EFE)

در پژوهش حاضر؛ ۷۴ مؤلفه در قالب (۱۵ نقطه قوت، ۳۳ نقطه ضعف، ۱۹ تهدید و ۱۷ فرصت) استخراج و دسته‌بندی گردیدند.

ارزیابی عوامل داخلی (IFE)

برای ارزیابی عوامل داخلی زنجیره ارزش انگور با تأکید بر کشمش از ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (IFE) استفاده گردید (جدول ۵). در این ماتریس قوت‌ها و ضعف‌ها فهرست‌بندی شدند و با استفاده از ضرایب و رتبه‌های خاصی امتیازبندی شدند تا نمره نهایی ارزیابی عوامل داخلی تعیین شود. در این ماتریس باتوجه به میزان اهمیت و حساسیت هر عامل با مقایسه این عوامل با یکدیگر ضریب اهمیتی بین ۰ و ۱ به آن‌ها تعلق گرفت. طبق دستورالعمل مربوطه تخصیص این

جدول ۵- ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (IFE) توسعه زنجیره ارزش انگور با تاکید بر محصول کشمش در همدان

Table 5- Internal factors evaluation matrix (IFE) of grape value chain development with emphasis on raisin crop in Hamedan

کد	عوامل داخلی Internal factors	اهمیت (۱-۵) Importance	رتبه (۱-۴) Rank	وزن (۰-۱) Weight	امتیاز نهایی Final score
Code	Weaknesses نقاط ضعف	Importance	Rank	Weight	Final score
W1	تناژ تولیدی کم از یک رقم Production tonnage of less than one variety	5	2	0.035	0.070
W2	عدم وجود کارخانجات فرآوری در شهرستان Lack of processing factories in the county	2	2	0.044	0.080
W3	تقاضای کم برای محصولات ارگانیک Low demand for organic products	2	2	0.015	0.030
W4	نبود بارگاه تولید کشمش و مویز Lack of raisin and currant production facilities	4	2	0.035	0.070
W5	عدم دانش کافی بهره‌برداران از روشهای سنتی تبدیل و فرآوری انگور Lack of sufficient knowledge among farmers about traditional methods of grape conversion and processing	3	1	0.015	0.015
W6	نبود سندیکای قوی Lack of a strong union	5	2	0.044	0.088
W7	تأثیر هسته‌دار بودن کشمش در میزان بازار پسندی The effect of seeded raisins on marketability	1	2	0.016	0.032
W8	تعداد زیاد بهره‌برداران و عدم همبستگی در تصمیم‌گیری‌ها Large number of farmers and lack of solidarity in decision-making	3	2	0.010	0.023
W9	انتظار و توقع تولید کنندگان از دولت در تنظیم بازار Producers' expectations from the government in regulating the market	3	2	0.026	0.052
W10	نبود سورت و بسته بندی مناسب در عرضه محصول Lack of proper assortment and packaging in product supply	4	2	0.044	0.088
W11	عدم برگزاری جشنواره No festival held	2	1	0.015	0.015
W12	بالا بودن هزینه تولید (بالا بودن هزینه اجاره زمین و کارگر) High production costs (high land and labor rental costs)	4	2	0.015	0.070
W13	نبود نیروی کار کافی در منطقه Lack of sufficient labor force in the region	4	2	0.035	0.070
W14	عدم دسترسی به اطلاعات بازار در زمان عرضه محصول Lack of access to market information at the time of product supply	3	2	0.015	0.030
W15	نبود انبار و محدودیت سردخانه تخصصی محصول Lack of store and limited specialized cold storage for the product	4	1	0.035	0.035
W16	نبود ماشین‌آلات مناسب فرآوری Lack of suitable processing machinery	4	2	0.035	0.070
W17	عدم رعایت استانداردهای جهانی لازم جهت صادرات Failure to comply with global standards required for export	5	2	0.026	0.052
W18	نبود برند و برنامه تبلیغات خاص برای تبلیغ و بازاریابی محصول Lack of a specific brand and advertising program to promote and market the product	5	1	0.015	0.015
W19	ضعف صنایع تبدیلی و فرآوری Weakness of the transformation and processing industries	4	2	0.026	0.052
W20	هزینه تمام شده بیشتر در مقایسه با رقبا Higher cost compared to competitors	5	1	0.026	0.052
W21	ناکارآمدی نظام تحقیق و ترویج در انتقال یافته‌ها به تولیدکنندگان Inefficiency of the research and extension system in transferring findings to producers	3	2	0.015	0.030

W22	نبود صادرکننده حرفه‌ای در کشمش در قالب شرکت‌های شناخته شده Lack of professional exporters of raisins in the form of well-known companies	3	2	0.026	0.052
W23	نبود خرید تضمینی No guaranteed purchase	3	2	0.026	0.052
W24	نبود استراتژی و برنامه‌ریزی خاص تولید محصول Lack of specific product production strategy and planning	2	1	0.026	0.070
W25	عدم تناسب برنامه‌های آموزشی ترویجی با نیاز تولید کنندگان Inadequate educational extensional programs with producers' needs	3	2	0.026	0.052
W26	هزینه بالای نگهداری محصول در سردخانه High cost of storing the product in cold storage	2	1	0.015	0.015
W27	فقدان دانش و دسترسی به فن آوری‌های تولید و فرآوری کارآمدتر Lack of knowledge and access to more efficient production and processing technologies	4	2	0.026	0.052
W28	سستی بودن شیوه‌های تولید Traditional production methods	3	2	0.026	0.052
نقاط قوت Strengths					
S1	وجود سرمایه‌گذار در منطقه The presence of investors in the region	5	4	0.044	0.176
S2	شرایط اقلیمی مناسب برای کشت انگور Suitable climatic conditions for grape cultivation	4	4	0.035	0.140
S3	دانش بومی و تجربه بالا در زمینه تولید انگور و کشمش در منطقه Local knowledge and high experience in grape and raisin production in the region	2	3	0.016	0.048
S4	وجود کارشناس خبره The existence of professional expert	4	3	0.035	0.105
S5	مناسب بودن خدمات حمل و نقل محصول در استان The suitability of product transportation services in the province	3	4	0.026	0.105
S6	آشنایی خوب کشاورزان با فرآوری سستی کشمش Farmers are well acquainted with traditional raisin processing	5	4	0.044	0.176
S7	ماندگاری بالای محصول High product durability	3	3	0.026	0.078
S8	کیفیت خوب انگور Good quality grapes	3	3	0.026	0.078
S9	دانش خوب بهره‌برداران Good knowledge of farmers	2	4	0.015	0.060
S10	پتانسیل بالای استان در تولید کشمش در کشور The province has high potential for raisin production in the country	2	4	0.015	0.060
S11	تعاونیه‌های فعال جهت توسعه محصول، فروش و بازاریابی Active cooperatives for product development, sales and marketing	3	4	0.026	0.106
S12	سطح زیرکشت بالای انگور در منطقه High area under grape cultivation in the region	1	4	0.011	0.044
S13	نیروی انسانی فعال و جوان در مناطق روستایی Active and young human resources in rural areas	2	3	0.035	0.176
S14	وجود صنایع مرتبط در استان The existence of related industries in the province	1	3	0.026	0.078
S15	دسترسی آسان به نهاده‌های تولید Easy access to production inputs	1	3	0.044	0.078
مجموع ماتریس داخلی Inner matrix sum		-	-	1	2.61

Source: Research Finding

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جهانی لازم جهت صادرات"، W18 نبود برند و برنامه تبلیغات خاص برای تبلیغ و بازاریابی محصول" دارای بالاترین اولویت وزنی بودند.

در بخش نقاط ضعف گویه‌های W1 تناژ تولیدی کم از یک رقم"، W6 "نبود سندیکای قوی"، W17 "عدم رعایت استانداردهای

همچنین در بخش نقاط قوت S1 "وجود سرمایه‌گذار در منطقه"، S6 "آشنایی خوب کشاورزان با فرآوری سنتی کشمش" دارای بالاترین اولویت و امتیاز نهایی بودند. از تحلیل عوامل داخلی مشخص شد که مجموعه امتیازات نهایی برابر ۲/۶۱ است. بنابراین می‌توان گفت که زنجیره ارزش انگور در استان همدان در حالت قوت قرار دارد. به عبارت دیگر قوت‌های درونی، بیشتر از نقاط ضعف است که برای آن برشمرده شده است (جدول ۵).

جدول ۶- ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE) توسعه زنجیره ارزش انگور با تأکید بر محصول کشمش در همدان

Table 6- Evaluation matrix of external factors (EFE) of grape value chain development with emphasis on raisin product in Hamedan

کد	عوامل خارجی External factors	اهمیت (۱-۵) Importance	رتبه (۱-۴) Rank	وزن (۰-۱) Weight	امتیاز نهایی Final score
	تهدید Threat				
T1	مسافت زیاد کارخانه‌های فرآوری انگور تا محل تولید The long distance between grape processing factories and the production site	3	2	0.038	0.076
T2	تفاوت فاحش قیمت مزرعه و بازار Huge difference between farm and market prices	2	1	0.023	0.023
T3	نبود برنامه مشخص صادرات Lack of a specific export plan	3	2	0.038	0.076
T4	تصمیم‌گیری در زمینه قیمت‌گذاری و تعرفه بدون مشارکت مردم Decision-making on pricing and tariffs without public participation	2	2	0.024	0.048
T5	ورود افراد غیرمتخصص به بازار کشمش Entry of non-specialists into the raisin market	5	2	0.064	0.128
T6	نبود ثبات سالانه صادرات ایران در بازارهای جهانی Lack of annual stability in Iranian exports in global markets	4	2	0.050	0.10
T7	وجود واسطه‌های زیاد در منطقه The presence of many intermediaries in the region	2	1	0.023	0.023
T8	افزایش قیمت نهاده Increase in input price	3	2	0.038	0.076
T9	ضعف برنامه‌ریزی دولت در جهت توسعه به باغات و اصلاح ارقام مناسب صادرات Weak government planning for the development into orchards improvement and breeding varieties suitable for export	2	2	0.022	0.044
T10	تحریم Sanction	4	2	0.050	0.10
T11	ضعف اتحادیه‌ها در قدرت و اطلاع رسانی Unions' weakness in power and information	1	2	0.013	0.026
T12	نوسانات قیمت Price fluctuations	2	1	0.023	0.023
T13	وجود تحریم‌ها و اثر در تبادل تجاری کشمش The existence of sanctions and their impact on raisin trade	3	1	0.037	0.038
T14	سازوکارهای اداری دست و پا گیر در ایجاد شهرک کشمش Cumbersome administrative mechanisms in creating the Raisin Town	3	2	0.038	0.076
T15	تغییر اقلیم؛ خشکسالی، کمبود آب Climate change; drought, water shortage	5	2	0.064	0.128

T16	نبود اتاق فکر در رابطه با این محصول در استان Lack of think tanks regarding this product in the province	2	2	0.023	0.046
T17	ضعف ترویج و آگاهی بخشی به کشاورزان Weak extension and awareness raising for farmers	1	1	0.014	0.014
T18	عدم هماهنگی سازمانی میان نهادهای مرتبط Lack of organizational coordination between related institutions and organizations	3	2	0.038	0.076
T19	وجود رقبا خارجی The existence of foreign competitors	4	2	0.033	0.10
T20	افزایش تعرفه‌های گمرک کشور هدف Increasing customs tariffs in the target country	1	1	0.011	0.026
فرصت opportunity					
O1	وجود کارخانه‌های فرآوری در سایر نقاط استان The existence of processing factories in other parts of the province	4	4	0.032	0.128
O2	وجود سردخانه نزدیک به شهرستانهای عمده تولید The presence of cold storage facilities close to major production counties	2	4	0.012	0.048
O3	وجود جاده ترانزیتی The existence of a transit road	3	3	0.015	0.045
O4	وجود بازارهای بزرگ خارج از کشور مثل عراق و کشورهای حوزه خلیج فارس The existence of large markets abroad, such as Iraq and the Persian Gulf countries	3	4	0.015	0.6
O5	وجود جشنواره کشمش و ثبت جهانی کشمش The existence of the Raisin Festival and the World Raisin Registry	4	4	0.032	0.128
O6	تفاوت کشمش ایران با دنیا از نظر کیفیت و طعم The difference between Iranian raisins and those from around the world in terms of quality and taste	5	4	0.040	0.160
O7	شهرک کشمش و معرفی شدن استان همدان به عنوان بازار کشمش کشور Raisin Town and the Introduction of Hamedan Province as the Country's Raisin Market	5	3	0.033	0.099
O8	ظرفیت بالای کشمش در منطقه از نظر اقتصادی و اشتغال High potential for raisins in the region in terms of economy and employment	3	4	0.016	0.064
O9	امکان اشتغال زنان در فرآوری محصول Possibility of women's employment in product processing	4	4	0.035	0.140
O10	پتانسیل بازار مصرف منطقه و جهانی Regional and global consumer market potential	4	4	0.033	0.132
O11	تجاری بودن کشمش در همدان Commercialization of raisins in Hamedan	1	3	0.009	0.027
O12	امکان اجرای کشاورزی قراردادی در مراحل مختلف تولید تا مصرف Possibility of implementing contract farming at various stages of production to consumption	2	3	0.012	0.036
O13	در اولویت قراردادن کشمش در الگوی کشت ملی Prioritizing raisins in the national cultivation pattern	1	3	0.044	0.088
O14	ایجاد شرکت‌های تخصصی صادرات کشمش Establishing specialized raisin export companies	1	3	0.015	0.030
مجموع ماتریس خارجی External matrix sum		-	-	1	2.87

Source: Research Finding

مأخذ: یافته‌های تحقیق

معنی که اولویت راهبردی باید معطوف به رشد و ساخت و افزایش نقاط قوت با استفاده از فرصت‌ها باشد. براساس نتایج ماتریس استراتژی‌ها و اولویت‌های اجرایی توسعه زنجیره ارزش انگور با تأکید بر محصول کشمش دارای نقاط قوت بسیاری است که می‌توان ضمن استفاده از آن‌ها حداکثر بهره‌وری را از فرصت‌های پیش رو به عمل آورد (شکل ۲).

ماتریس راهبردهای کمی استراتژیک (QSPM)

براساس نتایج جدول ۸ ماتریس راهبردهای کمی استراتژیک (QSPM) راهبردهای "تجاری‌سازی محصول و فرآورده‌های انگور" با امتیاز ۴/۳۰، "ایجاد مزیت رقابتی و جذب بازارهای صادراتی جدید" با امتیاز ۳/۹۲، "متنوع‌سازی محصولات فرآوری‌شده" با امتیاز ۳/۸۷، "اجرای کشاورزی قراردادی" با امتیاز ۳/۳۷، "توسعه فرآوری انگور" با امتیاز ۳/۱۰ و "توسعه تحقیقات مرتبط با تولید و فرآوری" با امتیاز ۲/۸۱ به ترتیب دارای بالاترین اولویت بودند.

نتایج تحقیق نشان داد از راهبردهای توسعه زنجیره ارزش انگور در استان همدان؛ تجاری‌سازی محصول و فرآورده‌های انگور با امتیاز ۴/۳۰ در اولویت نخست قرار داشت که این یافته با نتایج مطالعه مونتنس و همکاران (Montes Ninaquispe et al., 2024) همسو است. توسعه فرآوری انگور با امتیاز ۳/۹۲ راهبرد دوم، ایجاد مزیت رقابتی و جذب بازارهای صادراتی جدید با امتیاز ۳/۸۷ راهبرد سوم، متنوع‌سازی محصولات فرآوری‌شده با امتیاز ۳/۲۷ راهبرد چهارم، اجرای کشاورزی قراردادی با امتیاز ۳/۱۰ راهبرد پنجم و توسعه تحقیقات مرتبط با تولید و فرآوری با امتیاز ۲/۸۱ راهبرد ششم بود.

براساس نتایج، در مراحل فرآوری، محصول تولیدی مدت زمان بیشتری را طی نموده تا به دست مصرف‌کننده نهایی برسد و از این مسیر ارزش افزوده، سود و درنهایت اشتغال بیشتری را فراهم می‌آورد. تجاری‌سازی انگور و فرآورده‌های آن می‌تواند موجب افزایش ارزش افزوده شود که با نتایج مطالعات (Mazhari & Rasoulzadeh, 2021; Almanza-Oliveros et al., 2024) همسو است. از موانع ایجاد ارزش افزوده کافی، توسط انگورکاران می‌توان به مواردی همچون عدم وجود اجرای استانداردهای لازم در زمان قبل از فرآوری محصول (مانند استاندارد در مصرف کود، سم، بوجاری مناسب و ...) و سپس عدم وجود کارگاه‌های فرآوری به میزان کافی (به‌علت عدم دسترسی کافی به بازارهای فروش خارج از کشور)، و درنهایت پایین بودن تکنولوژی برای ایجاد فرآوری‌های جدید اشاره نمود که نتایج بدست آمده با نتایج مطالعات (Boateng & Clark, 2024) همسو است.

از تحلیل عوامل خارجی در جدول ۶ مشخص است که مجموعه امتیازات وزنی برابر ۲/۸۷ است. بنابراین زنجیره ارزش انگور در همدان دارای فرصت بیرونی می‌باشد. عبارت‌دیگر فرصت‌های زنجیره ارزش انگور با تأکید بر کشمش بیشتر از تهدیدهای آن می‌باشد. در بخش تهدیدها T5 "ورود افراد غیرمتخصص به بازارکشمش"، T15 "تغییر اقلیم؛ خشکسالی، کمبود آب" دارای بالاترین اولویت وزنی بودند. همچنین در بخش فرصت‌ها پتانسیل ایجاد مرکز بذر کشور در همدان، O6 "تفاوت کشمش ایران با دنیا از نظر کیفیت و طعم" O7 "شهرک کشمش و معرفی شدن استان همدان به‌عنوان بازار کشمش کشور دارای بالاترین اولویت وزنی بودند.

مرحله دوم: تطبیق و تعیین استراتژی‌ها

با بررسی عوامل داخلی و تحلیل عوامل خارجی، استراتژی‌هایی به‌منظور بهره‌برداری حداکثری از فرصت‌ها، تقویت نقاط قوت، کاهش نقاط ضعف و کاهش اثر تهدیدها پیشنهاد شده است. هدف از استراتژی SO این است که با استفاده از نقاط قوت داخلی در زمینه توسعه زنجیره ارزش انگور با تأکید بر کشمش می‌توان، از فرصت‌های خارجی حداکثر بهره‌برداری را نمود. لذا در زنجیره ارزش دارایی‌های پایه باید تبدیل به شایستگی کلیدی و درنهایت مزیت رقابتی گردند. برخی مواقع فرصت‌هایی وجود دارد که سیستم به‌دلیل دارا بودن ضعف داخلی نمی‌تواند از فرصت بهره‌برداری نماید. هدف از ارلته استراتژی WO این است که از مزیت‌های فرصت توسعه زنجیره ارزش کشمش به‌منظور جبران نقاط ضعف استفاده نماید. همچنین هدف از استراتژی WT کاهش نقاط ضعف داخلی و پرهیز از تهدیدهای ناشی از محیط خارجی است. استراتژی ST به کمک نقاط قوت درونی توسعه زنجیره ارزش کشمش اثر تهدیدات بیرونی را به حداقل برساند. در ادامه استراتژی‌های دفاعی، محافظه‌کارانه، تهاجمی و تنوعی پیشروی توسعه زنجیره ارزش انگور با تأکید بر کشمش در استان همدان در جدول ۷ ارائه شده است.

براساس نتایج تحلیل سوات، استراتژی‌های مختلفی ارائه شده است. لیکن کلیه استراتژی‌ها در این مرحله انتخاب و اجرا نمی‌شوند.

مرحله سوم: تشکیل ماتریس (IE) و اولویت‌های اجرایی

باتوجه به امتیاز نهایی در ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (۲/۶۱) و ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (۲/۸۷)، استراتژی منتخب به لحاظ درونی، قوت‌ها بر ضعف‌ها چیره بوده و به لحاظ خارجی فرصت‌ها بر تهدیدها برتری دارند. بنابراین زنجیره ارزش انگور با تأکید بر محصول کشمش در استان همدان درحالت قوت به سر برده و درعین حال دارای فرصت‌هایی است و در شرایط تهاجمی قرار می‌گیرد. بدین

جدول ۷- ماتریس سوات (استراتژی‌های دفاعی، محافظه‌کارانه، تهاجمی و تنوعی پیش روی توسعه زنجیره ارزش انگور با تأکید بر محصول کشمش در استان همدان)

Table 7- SWOT matrix (defensive, conservative, aggressive and diversified strategies for the development of the grape value chain with an emphasis on the raisin crop in Hamedan province)

ضعف‌ها Weaknesses		قوت‌ها Strengths
فرصت‌ها Opportunity	استراتژی‌های محافظه‌کارانه WO (Conservative strategies)	استراتژی‌های تهاجمی SO (Offensive strategies)
	WO1: توسعه روش‌های کشت کم‌آب (باتوجه به کمبود آب در استان، نیاز است که روش‌های کشت کم‌آب مانند آبیاری قطره‌ای و استفاده از تکنولوژی‌های مدرن آبیاری مورد توجه قرار گیرد). WO1: Development of low-water cultivation methods (Given the water shortage in the province, there is a need to consider low-water cultivation methods such as drip irrigation and the use of modern irrigation technologies). WO2: ارتقاء زمین‌شناسی و بهره‌وری از اراضی غیرقابل کشت (برای بهبود مدیریت منابع زمینی و کشت انگور در اراضی غیرقابل کشت، نیاز است به اصول زمین‌شناسی توجه بیشتری شود و رویکردهای جدید برای استفاده بهینه از این اراضی مورد بررسی قرار گیرد). WO2: Improving the geology and productivity of uncultivated lands (To improve land resource management and grape cultivation on uncultivated lands, more attention needs to be paid to geological principles and new approaches need to be explored for the optimal use of these lands). WO3: افزایش توانمندی در مدیریت منابع. WO3: Increasing capability in resource management. WO4: ایجاد و گسترش تعاونی‌های کشاورزی با هدف تسهیل در تأمین منابع و افزایش قدرت مذاکره کشاورزان. WO4: Establish and expand agricultural cooperatives with the aim of facilitating resource provision and increasing farmers' negotiating power.	SO1: توسعه تحقیقات مرتبط با تولید انگور (باتوجه به شرایط اقلیمی مناسب و خاک حاصل‌خیز، انجام تحقیقات مرتبط با تولید و فرآوری محصول انگور می‌تواند به تولید بیشتر و با کیفیت تر به بهره‌وری منجر شود). SO1: Developing research related to grape production (given suitable climatic conditions and fertile soil, conducting research related to grape production and processing can lead to greater production and higher quality and productivity). SO2: توسعه فرآوری انگور (باتوجه به تجربه بالا در زمینه کشت انگور و آشنایی خوب کشاورزان با فرآوری سنتی، باید به منظور ارتقاء کیفیت و ارزش افزوده محصولات، فرآیند تولید و فرآوری انگور بهبود یابد). SO2: Development of grape processing (given the high experience in grape cultivation and farmers' familiarity with traditional processing, the grape production and processing process should be improved in order to enhance the quality and added value of the products). SO3: ایجاد مزیت رقابتی و جذب بازارهای صادراتی جدید (تعریف استانداردهای لازم در تولید و بسته‌بندی در راستای افزایش امکان صادرات به کشورهای جدید همراه با رصد نمودن نیاز کشورهای مختلف و استانداردهای آن با تکیه بر ایجاد مزیت رقابتی). SO3: Creating a competitive advantage and attracting new export markets (defining the necessary standards in production and packaging in order to increase the possibility of exporting to new countries, while monitoring the needs of different countries and their standards, relying on creating a competitive advantage). SO4: توسعه کشت و تجاری‌سازی محصول و فرآورده‌های انگور (افزایش تولید انگور با رویکرد پایداری برای حفظ محیط زیست و افزایش بهره‌وری در تولید). SO4: Development of cultivation and commercialization of grape crops and products (increasing grape production, sustainable yield to protect the environment and increase productivity in production). SO5: اجرای کشاورزی قراردادی (ایجاد بستر مناسب برای عرضه مستمر محصول و پایه‌گذاری جهت احیاء زنجیره ارزش محصول). SO5: Implementing contract farming (creating a suitable platform for continuous product supply and laying the foundation for revitalizing the product value chain). SO6: متنوع‌سازی محصولات فرآوری‌شده انگور (ایجاد شرایط مناسب و تسهیلات برای سرمایه‌گذاری در صنایع مرتبط با تولید و فرآوری انگور و بستر سازی سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در این زمینه). SO6: Diversify processed grape products (creating appropriate conditions and facilities for investment in industries related to grape production and processing and creating a platform for private sector investment in this field).
تهدیدها Threat	استراتژی‌های تدافعی WT (Defensive strategies)	استراتژی‌های متنوع ST (Various strategies)

ST1: تقویت نهادهای اتحادیه‌ها و ارائه اطلاعات کافی به باغداران و تولیدکنندگان برای افزایش قدرت مذاکره و بهبود شرایط تولید و بازار.

ST1: Strengthen union institutions and provide sufficient information to gardeners and producers to increase their negotiating power and improve production and market conditions.

ST2: ایجاد برنامه‌های رسمی برای صادرات و واردات محصولات فرآوری شده انگور به منظور تنوع بازار و افزایش درآمد باغداران.

ST2: Establish formal programs for the export and import of processed grape products in order to diversify the market and increase the income of gardeners.

ST3: ارتقاء صنعت بسته‌بندی و ایجاد ارزش افزوده برای محصولات فرآوری شده انگور به منظور جذب مشتریان جدید و افزایش سودآوری.

ST3: Upgrading the packaging industry and creating added value for processed grape products in order to attract new customers and increase profitability.

ST4: تسهیل و بهبود شرایط بیمه برای جبران خسارات احتمالی و توانمندسازی باغداران.

ST4: Facilitate and improve insurance conditions to compensate for possible losses and empower gardeners.

WT1: ترویج و آگاهی‌زایی درباره حقوق باغداران و تولیدکنندگان به منظور حفظ حقوق آن‌ها در مقابل هر گونه سوءاستفاده.

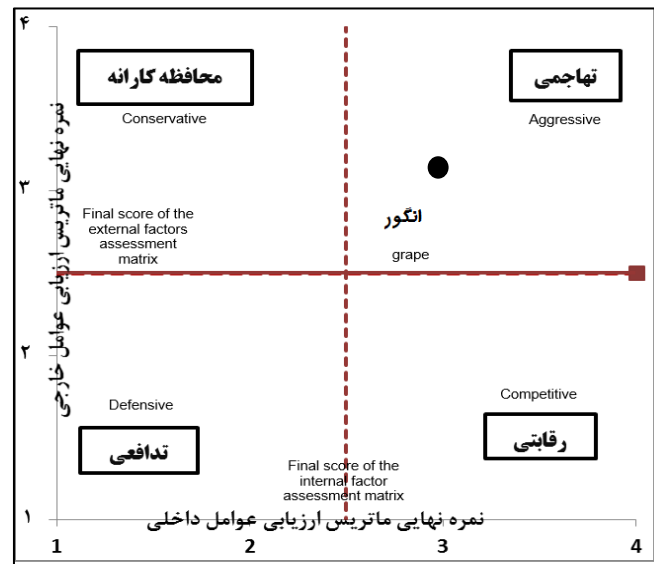
WT1: Extension and raise awareness about the rights of gardeners and producers in order to protect their rights against any abuse.

WT2: تعیین معیارهای ارزیابی عملکرد: تعیین معیارهای واضح و مشخص برای ارزیابی عملکرد نهادهای دولتی و تعیین سطوح عملکرد مطلوب بر اساس استانداردهای مشخص.

WT2: Determining performance evaluation criteria: Determining clear and specific criteria for evaluating the performance of government institutions and determining desired performance levels based on specific standards.

Source: Research Finding

مأخذ: یافته‌های تحقیق



شکل ۲- استراتژی‌ها و اولویت‌های اجرایی توسعه زنجیره ارزش انگور با تاکید بر محصول کشمش در استان همدان

Figure 2- Implementation strategies and priorities for the development of the grape value chain with an emphasis on the raisin product in Hamedan province

جدول ۸- ماتریس راهبردهای کمی استراتژیک (QSPM) توسعه زنجیره ارزش انگور با تأکید بر محصول کشمش در استان همدان
Table 8- Quantitative strategic strategies matrix (QSPM) for the development of the grape value chain with emphasis on the raisin crop in Hamedan province

قوت‌ها Strengths	ضریب Coefficient	توسعه تحقیقات				توسعه با تولید و				اجرای کشاورزی قرار				ایجاد مزیت رقابتی و جذب				توسعه فرآوری انگور				تجاری‌سازی محصول و			
		متنوع سازی محصولات فرآوری شده				فرآوری				دادهای				بازارهای صادراتی جدید				Development of grape processing				Commercialization of grape products			
		نمره جذابیت Attractiveness score	نمره نیهای Final score	نمره جذابیت Attractiveness score	نمره نیهای Final score	نمره جذابیت Attractiveness score	نمره نیهای Final score	نمره جذابیت Attractiveness score	نمره نیهای Final score	نمره جذابیت Attractiveness score	نمره نیهای Final score	نمره جذابیت Attractiveness score	نمره نیهای Final score	نمره جذابیت Attractiveness score	نمره نیهای Final score	نمره جذابیت Attractiveness score	نمره نیهای Final score	نمره جذابیت Attractiveness score	نمره نیهای Final score	نمره جذابیت Attractiveness score	نمره نیهای Final score	نمره جذابیت Attractiveness score	نمره نیهای Final score	نمره جذابیت Attractiveness score	نمره نیهای Final score
وجود سرمایه‌گذار در منطقه The presence of investors in the region	0.044	1	0.044	0	0	0	0	0	0	3	0.132	1	0.044	3	0.132	3	0.132	1	0.044	3	0.132	3	0.132	3	0.132
شرایط اقلیمی مناسب برای کشت انگور Suitable climatic conditions for grape cultivation	0.035	1	0.035	3	0.105	2	0.07	4	0.140	4	0.140	4	0.140	4	0.140	1	0.035	4	0.140	1	0.035	1	0.035	1	0.035
دانش بومی و تجربه بالا در زمینه تولید انگور و کشمش Local knowledge and extensive experience in grape and raisin production in the region	0.035	1	0.035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.140	0	0	4	0.140	4	0.140	4	0.140
وجود کارشناسان خرد The presence of professional experts	0.016	2	0.032	0	0	3	0.048	2	0.032	2	0.032	0	0	0	0	3	0.048	0	0	3	0.048	3	0.048	3	0.048
مناسب بودن خدمات حمل و نقل محصول در استان The suitability of product transportation services in the province	0.035	3	0.105	0	0	1	0.035	3	0.105	3	0.105	2	0.07	3	0.105	3	0.105	2	0.07	3	0.105	3	0.105	3	0.105
آشنایی خوب کشاورزان با فرآوری سنتی کشمش Farmers' good familiarity with traditional raisin processing	0.026	0	0	0	0	3	0.078	1	0.026	3	0.078	3	0.078	3	0.078	2	0.026	3	0.078	2	0.026	2	0.026	2	0.026
ملمداری بالای محصول High product durability	0.044	3	0.132	3	0.132	4	0.176	0	0	0	0	4	0.176	0	0	0	0.044	4	0.176	0	0.044	0	0	0	0
کیفیت خوب انگور Good quality grapes	0.026	4	0.104	0	0	3	0.052	1	0.026	3	0.052	3	0.052	3	0.052	2	0.026	3	0.052	2	0.026	2	0.026	2	0.026
دانش خوب بهره‌برداران Good knowledge of farmers	0.035	3	0.105	4	0.140	3	0.105	3	0.105	3	0.105	3	0.105	3	0.105	4	0.140	3	0.105	4	0.140	4	0.140	4	0.140
پتانسیل بالای استان در تولید کشمش در کشور The province has high potential for raisin production in the country.	0.026	2	0.052	3	0.078	3	0.078	3	0.078	3	0.078	3	0.078	3	0.078	0	0	0	0	3	0.078	0	0	0	0
تأویدهای فعال جهت توسعه محصول، فروش و بازاریابی Active cooperatives for product development, sales and marketing	0.015	3	0.045	0	0	2	0.030	2	0.030	2	0.030	2	0.030	2	0.030	3	0.045	2	0.030	3	0.045	3	0.045	3	0.045
سطح زیر کشت بالای انگور در منطقه High area under grape cultivation in the region	0.015	2	0.030	3	0.045	3	0.045	3	0.045	3	0.045	3	0.045	3	0.045	0	0	0	0	2	0.030	2	0.030	2	0.030
نیروی انسانی فعال و جوان در مناطق روستایی Active and young human resources in rural areas	0.026	3	0.078	2	0.052	3	0.07	2	0.052	2	0.052	2	0.052	2	0.052	4	0.104	2	0.052	4	0.104	4	0.104	4	0.104
وجود صنایع مرتبط در استان The existence of related industries in the province	0.011	0	0	1	0.011	2	0.022	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.033	0	0	3	0.033	3	0.033	3	0.033
دسترسی آسان به نهادهای تولید Easy access to production inputs	0.015	3	0.045	1	0.015	3	0.045	1	0.015	1	0.015	1	0.015	1	0.015	2	0.033	0	0	2	0.033	2	0.033	2	0.033

فرصت‌ها Opportunity												
0.033	1	0.033	4	0.132	2	0.066	2	0.066	1	0.033	2	0.066
وجود کارخانه‌های فرآوری در سایر نقاط استان The existence of processing factories in other parts of the province												
0.015	2	0.03	4	0.06	2	0.03	3	0.045	3	0.045	2	0.03
وجود سردخانه نزدیک به شهرستانهای عمده تولید The presence of cold storage facilities close to major production counties												
0.032	1	0.032	2	0.064	2	0.064	2	0.064	3	0.132	4	0.128
وجود جاده ترانزیتی The existence of a transit road												
0.012	1	0.012	2	0.024	1	0.012	1	0.012	2	0.024	4	0.048
حوزه خلیج فارس The existence of large markets abroad, such as Iraq and the Persian Gulf countries.												
0.015	1	0.015	4	0.060	0	0	0	0	0	0	1	0.015
وجود جشنواره کشمش و ثبت جهانی کشمش The existence of the Raisin Festival and the World Raisin Registry												
0.015	2	0.030	2	0.030	4	0.060	3	0.044	0	0	3	0.045
تفاوت کشمش ایران با دنیا از نظر کیفیت و طعم The difference between Iranian raisins and those from around the world in terms of quality and taste												
شهرک کشمش و معرفی شدن استان همدان به عنوان بازار کشمش کشور Raisin Town and the Introduction of Hamedan Province as the Country's Raisin Market												
0.032	3	0.096	4	0.032	2	0.064	3	0.096	2	0.064	3	0.096
ظرفیت بالای کشمش در منطقه از نظر اقتصادی و اشتغال High potential for raisins in the region in terms of economy and employment												
0.040	3	0.120	1	0.04	1	0.040	2	0.080	3	0.120	2	0.040
امکان اشتغال زنان در فرآوری محصول Possibility of women's employment in product processing												
0.033	4	0.132	4	0.132	4	0.132	4	0.132	1	0.033	0	0
پتانسیل بازار مصرف منطقه و جهانی Regional and global consumer market potential												
0.016	3	0.048	0	0	3	0.048	2	0.032	2	0.032	1	0.016
تجاری بودن کشمش در همدان Commercialization of raisins in Hamedan												
0.035	0	0	0	0	1	0.035	1	0.035	2	0.070	4	0.140
امکان اجرای کشاورزی قراردادی در مراحل مختلف تولید تا مصرف Possibility of implementing contract farming at various stages of production to consumption												
0.015	3	0.045	1	0.015	1	0.015	3	0.045	2	0.030	3	0.045
در اولویت قراردادن کشمش در الگوی کشت ملی Prioritizing raisins in the national cultivation pattern												
0.033	3	0.099	0	0	1	0.033	2	0.066	2	0.066	0	0
ایجاد مراکزهای تخصصی صادرات کشمش Establishing specialized raisin export companies												
0.009	4	0.036	0	0	2	0.027	2	0.018	2	0.018	0	0

می‌نماید. این اقدامات باعث جذب سرمایه‌گذاری، ایجاد اشتغال، توسعه حلقه‌های زنجیره و رشد می‌شود و به تحقق اهداف توسعه اقتصادی و اجتماعی منطقه کمک می‌کند. مهمترین حلقه‌های مفقوده در محصول انگور حلقه تولید فرآوری این محصول با برند ویژه است. این حلقه‌ها بایستی با هدف جذب بازارهای خارج کشور پایه‌گذاری شوند از آنجا که انگور استان همدان، دارای کیفیت مطلوبی است دارای این پتانسیل بالقوه است که محصولات منتج از آن، بتوانند با محصولات سایر کشورها رقابت کنند برای تبدیل این پتانسیل بالقوه به بالفعل، نیاز است که اساس پایه‌گذاری ایجاد انگور فرآوری‌شده در استان، طرح‌های دانش‌بنیان و ریسک‌پذیر، حرکت به سمت ایجاد صنایع تبدیلی و تنوع بخشی به محصول و بازار باشد تا بتوان به بازارهای جهانی بیشتری دست پیدا نمود. همچنین ارائه خدمات مشاوره‌ای، آموزشی و ترویجی در بخش‌های مختلف تولید و صنعت کشمش و انگور در استان از طریق ایجاد دفتر ارتباط با صنعت، سایت تخصصی، مجلات تخصصی و ترویجی و گسترش مدل‌ها و روش‌های پیش‌آگاهی از مخاطرات محیطی و نوسانات شاخص‌های اقتصادی می‌تواند در این زمینه راهگشا باشد و به‌طور حتم تولید چنین محصولی باکسب بازارهای خارج کشور به خلق ارزش افزوده بیشتر منجر خواهد شد. همچنین اقداماتی مانند ثبت جهانی و برگزاری جشنواره‌های مرتبط با انگور در استان، به ترویج فرهنگی و افزایش توجه به صادرات این محصول و تقویت اقتصاد محلی کمک خواهد کرد.

حلقه مفقوده دیگر ایجاد کارگاه تولید کشمش در استان است. کشمش دارای تقاضای مناسبی از سوی خریداران داخلی و خارجی است که می‌تواند سبب اشتغالزایی و تولید ثروت بیشتر محصول در این زمینه نیز گردد. تحقق این مهم، بهره‌گیری از روش‌های نوین کاشت و ایجاد صنایع تبدیلی مناسب برای تولید کشمش، شیر و سایر محصولات به‌دست آمده از انگور را می‌طلبد.

آخرین حلقه مفقوده استفاده از کشاورزی قراردادی است که در تولید مبتنی بر قرارداد، یک شرکت تولیدی و فرآوری انگور، با اتصال مستقیم به باغداران و عقد قرارداد خرید محصولات به صورت تضمینی، یا توافقی و ...، با حذف واسطه‌گری و واسطه‌ها، ضمن مطمئن کردن باغداران به خرید محصولات ایشان، خدمات فنی، آموزشی، مشاوره‌ای به باغداران تحت قرارداد خود را نیز انجام می‌دهد. بدین معنی که شرکت مجری طرح که یک شرکت تولیدی می‌باشد، بااستخدام و یا به کارگیری جمعی از متخصصین محلی آموزش‌دیده، اقدام به آموزش باغداران تحت قرارداد خود نموده و سپس با مشاوره‌های فنی و تخصصی حضوری و در محل، در کلیه مراحل تولید خدمات تخصصی را به باغداران برای ارتقاء عملکرد کمی و کیفی محصول ارائه می‌دهد. همچنین شرکت محصولات نهایی تولید شده را طبق قرارداد، از باغداران به صورت نقد و از طریق تسهیلات ارزان قیمت مالی که بانک در اختیار شرکت قرار می‌دهد خریداری

مناسب، می‌تواند به رونق کسب و کارهای مرتبط با کشت و فرآوری انگور منجر شود و ارزش افزوده را چندین برابر نماید. این یافته با نتایج مسعود و صبوری دیلمی (Massoud & Saboorideilami, 2024) همسو است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

کشمش، به‌عنوان یکی از محصولات مهم خشکبار در سطح بازارهای جهانی مطرح است. هدف اصلی این پژوهش بررسی زنجیره ارزش انگور با تأکید بر محصول کشمش در استان همدان بوده است. کشمش یکی از محصولات مهم صادراتی استان و کشور است که مصاحبه با صادرکنندگان و فعالان بازار این محصول نشان می‌دهد که در صورت فقدان برنامه و سیاست‌های منسجم و مبتنی بر شواهد برای توسعه و صادرات این محصول و رفع موانع اساسی به‌ویژه در حلقه تولید آن، چشم‌انداز چندان روشنی در درازمدت برای آینده صادراتی این محصول متصور نمی‌شود. باتوجه به اهمیت ایجاد زنجیره ارزش در بهبود نظام بازاریابی، پایداری تولید، صادرات و شناسایی راه‌های بهبود آن، این پژوهش تلاش نمود تا با بررسی علمی و مشاهدات عینی، زنجیره ارزش کشمش را شناسایی و موردبررسی قرار دهد. نتایج پژوهش نشان داد که در شرایط کنونی و بدون ایجاد زنجیره ارزش، مشکلات متعددی در حلقه‌های تولید، ارزش افزوده و حلقه بازاریابی و فروش وجود دارد که مجموعاً "باعث ناکارآمدی بازار کشمش، نوسانات شدید قیمتی کشمش و باعث نارضایتی هردو طرف بازار یعنی باغداران انگور و مصرف‌کنندگان شده است و فقط واسطه‌ها و دلالان از این بازار، سهم و عایدی خوبی دارند. از سوی دیگر، باتوجه به تولید سالانه بیش از ۳ میلیون تن انگور در کشور، کمبود شدیدی در ظرفیت‌های صادراتی و صنایع مرتبط با بسته‌بندی و فرآوری کشمش وجود دارد و این مسئله موجب عدم ایجاد ارزش افزوده کافی در تولید و صنعت بسته‌بندی و فرآوری متناسب با تولید سالانه کشمش شده است. لذا برای بهبود این وضعیت، الگوی زنجیره ارزش کشمش، براساس مشاهدات و یافته‌های پژوهشی طراحی گردید. این الگو یک الگوی اجرایی است که دارای پنج حلقه اصلی شامل ۱- حلقه تأمین نهاده (بدون تأمین به‌موقع نهاده و بدون ایجاد زمینه برای توسعه فضای رقابتی در این حلقه، نمی‌توان به تولید و صادرات پایدار امید داشت)، ۲- حلقه باغداران انگور، ۳- حلقه کارخانجات بسته‌بندی و فرآوری، ۴- حلقه توزیع و بازاریابی و ۵- حلقه مصرف و ارتباط با مشتری می‌باشد. این الگو دارای یک حلقه پشتیبان (ارائه خدمات مشاوره، آموزش و پشتیبانی به سرمایه‌گذاران برای کمک به ایجاد و راه‌اندازی کسب و کارهای جدید داخل زنجیره) نیز می‌باشد که تمام حلقه‌ها را از نظر ساختاری، طراحی، تحقیق، آموزش، مدیریت مالی و مدیریت منابع انسانی، حمایت و پشتیبانی

کشاورز محصول را به موقع، می‌تواند به محل فرآوری برساند و بفروشد. براساس قرارداد منعقد شده در فاز نخست نهال و امکانات و خدمات فنی مهندسی از سوی شرکت به انگورکاران استان ارائه می‌شود، همچنین طی بازه زمانی مشخص و تا به ثمر رسیدن نهال‌ها ارائه خدمات فنی، مهندسی و تغذیه‌ای به طور مستمر ادامه دارد و سپس محصولات تولیدی با قیمت روز و بر مبنای ارزش از باغداران تحویل گرفته می‌شود.

می‌نماید. شرکت پس از خرید محصول و انجام عملیات فرآوری، بسته‌بندی و ...، تسهیلات بانکی را طبق دوره‌های فروش و بازگشت فروش مطابق طرح و حداکثر طی یکسال به بانک باز می‌گرداند و این فرآیند در صورت اجرای صحیح طی سالهای بعد نیز بین شرکت، تأمین‌کنندگان و بانک مجدداً تکرار خواهد شد. در همین راستا پیشنهاد می‌شود «محل فرآوری اولیه» این گیاه در استان فراهم شود (باتوجه به آنکه انگور تازه، پس از برداشت، بایستی سریع فرآوری شود)،

References

1. Agricultural Jihad Organization of Hamedan Province. (2024). *Horticulture section*, information related to grapes (planted area, yield, production rate ...), Ministry of Agricultural Jihad. (In Persian). <https://maj.ir/index.aspx?lang=2&sub=0>
2. Almanza-Oliveros, A., Bautista-Hernández, I., Castro-López, C., Aguilar-Zárate, P., Meza-Carranco, Z., Rojas, R., & Martínez-Ávila, G.C.G. (2024). Grape Pomace—Advances in Its Bioactivity, Health Benefits, and Food Applications. *Foods*, 13(4), 580. <https://doi.org/10.3390/foods13040580>
3. Asadpour, H., & Asdolapour, A. (2019). *Development of sustainable value chain of horticultural products in Iran with emphasis on exports*. Proceedings of the 8th National Congress of Extension Science and Agricultural Education, Natural Resources and Sustainable Environment, 6, 7. (In Persian)
4. Boateng, I.D., & Clark, K. (2024). Trends in extracting Agro-byproducts' phenolics using non-thermal technologies and their combinative effect: Mechanisms, potentials, drawbacks, and safety evaluation. *Food Chemistry*, 437, 137841. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137841>
5. Cosme, F., Filipe-Ribeiro, L., & Nunes, F.M. (2024). *Introductory Chapter: Impact of Climate Change on Grapes and Grape Products*. In *Global Warming and the Wine Industry-Challenges, Innovations and Future Prospects*. IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/1186323>
6. FAO. (2018). *Food and agriculture organization of the United Nations*. Available at: <http://www.fao.org/home/en/Http://www.Fao.Org/faostat/en/#data/qc>.
7. FAO. (2020). *grape-production-system*. <https://www.fao.org/giahs/giahsaroundtheworld/iran-grape-production-system/en>.
8. Golbaz, Sh., Karamidehkordi, E., & Asghari, M. (2021). Analyzing the challenges of the grape value chain: A case study in the West Azarbaijan province. *Agricultural Extension and Education Research*, 4, 53-78. (In Persian with English abstract)
9. Haggblade, S., Theriault, V., Staatz, J., Dembele, N., & Diallo, B. (2012). *A conceptual framework for promoting inclusive agricultural value chains*. Available at: <https://citeseerx.ist.psu.edu>.
10. Hamedan Customs Organization. (2024). The amounts of raisins exported. Available at: <https://ixport.ir/country-customs>. (In Persian)
11. Hassanpour, B. (2023). Formation and development of agricultural value chains: A practical solution for enhancing efficiency of agricultural products markets. *Agricultural Economics Research*, 15 (Special Issue), 88-76. <https://doi.org/10.30495/jae.2023.28358.2268>. (In Persian with English abstract)
12. IRNA. (2024). <https://www.irna.ir/news/85583472/%D8%A7%D9%86%DA%AF%D9%88%D8%B1-%D8%AC%D9%87%D8%A7%D9%86%DB%8C-%DB%8C%DA%A9-%D8%A8%D8%A7%D9%84-%D9%BE%DB%8C%D8%B4%D8%B1%D8%A7%D9%86-%D8%AA%D9%88%D8%B3%D8%B9%D9%87-%D9%85%D9%84%D8%A7%DB%8C%D8%B1>. (In Persian)
13. Massoud, J.A., & Saboorideilami, V. (2024). Dos Hemisferios: putting high-quality Ecuadorian wines on the map. *Emerald Emerging Markets Case Studies*, 14(2), 1-31. (In Persian). <https://doi.org/10.1108/EEMCS-01-2024-0020>.
14. Mazhari, M., & Rasoulzadeh, M. (2021). Value chain analysis of Damask rose in Khorasan Razavi Province. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 35(3), 291-306. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jead.2021.71327.1058>
15. Montes Ninaquispe, J. C., Vasquez Huatay, K. C., Ludeña Jugo, D.A., Pantaleón Santa María, A. L., Farías Rodríguez, J. C., Suárez Santa Cruz, F., ... & Arbulú-Ballesteros, M. A. (2024). Market diversification and competitiveness of fresh grape exports in Peru. *Sustainability*, 16(6), 2528. <https://doi.org/10.3390/su16062528>
16. Niazi Shahraki, S., & Mobini, A. (2019). Review challenges of value chain of garden products with resistive economy approach through comparing the status quo and desirable situation. *STRATEGIC MANAGEMENT STUDIES OF NATIONAL DEFENSE STUDIES*, 3(10), 129-148. (In Persian). <https://sid.ir/paper/376883/en>

17. Porter, M. (1998). *The Competitive Advantage of Nations: to new introduction*. New York: Oxford University press. https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=CqZzxAXBpfEC&oi=fnd&pg=PR11&dq=16.%09Porter%E2%80%9A+M.+%281998%29.+The+Competitive+Advantage+of+Nations:+to+new+introduction.+New+York:+Oxford+University+press.&ots=Av-iGK_XWz&sig=iFcRdolsQJjYUkbpjmGKr0_zi-U#v=onepage&q&f=false
18. Rahmani, H. (2022). *Pisran manager of the grape and raisin project*. Agricultural Jihad Organization, Qazvin Province. (In Persian). <https://vc.areeo.ac.ir/>
19. Romagnoli, A., Cerquetti, M., & Pencarelli, T. (2024). Enhancing local cultural Heritage and Milieu to promote the wine industry and tourism. Light and Shade from the Climats du Vignoble de Bourgogne. *IL CAPITALE CULTURALE*, 29, 469-507. <https://doi.org/10.13138/2039-2362/3422>
20. Science, Technology and Industry Policy Institute. (2015). *Investigating employment and livelihood with the value chain development approach (management summary; analysis of the grape value chain and policy packages for its development in the catchment area of Lake Urmia)*. Sharif University. (In Persian)
21. Tuan, N.H., & Canh, T.T. (2024). Proposed solutions for grapes development in Ninh Thuan by Fuzzy-ANP-SWOT. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1349(1), 012033. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1349/1/012033>.
22. Urugo, M.M., Yohannis, E., Teka, T.A., Gemede, H.F., Tola, Y.B., Forsido, S.F., & Abdu, J. (2024). *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101316. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101316>.
23. Vice President of Development and Commerce of Agricultural Jihad of Hamedan Province. (2024). Information about Raisin export rate, raisin production in the province, employment rate and production company. Ministry of Agricultural Jihad. (In Persian)



Research Article

Vol. 39, No. 1, Spring 2025, p. 97-116

Analyzing the Asymmetric Effect of Macroeconomic Variables on Food Prices in Iran

R. Heydari^{1*}, E. Javdan¹, M. Shabanzadeh Khoshrody¹

1- Agricultural Planning, Economics and Rural Development Research Institute (APERDRI), Tehran, Iran

(*- Corresponding Author Email: r.heydari@agri-peri.ac.ir)

Received: 02-12-2024

Revised: 28-12-2024

Accepted: 07-01-2025

Available Online: 07-01-2025

How to cite this article:

Heydari, R., Javdan, E., & Shabanzadeh Khoshrody, M. (2025). Analyzing the asymmetric effect of macroeconomic variables on food prices in Iran. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 39(1), 97-116. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jead.2025.91.69.1319>

Introduction

Food prices are an important indicator of societal well-being, and food inflation can deepen poverty in developing economies. Severe food price fluctuations not only affect food security in developing countries, but also affect economic growth and social stability. Any increase in food prices can push many people back below the poverty line. Rising food prices hit low-income households hard, as the household food basket accounts for nearly half of household living expenses. Therefore, food price stability is of particular importance to policymakers trying to lift households above the poverty line. Food prices in Iran have always been on the rise, and even in recent years, the rate of food price growth has accelerated. Today, inflation, especially food inflation, remains a major problem in Iran, and policymakers are always trying to reduce food inflation. In this regard, and with the aim of controlling food prices, different policies have been implemented in Iran, and the effectiveness of these policies has been discussed. Therefore, understanding the behavior of food prices in response to macroeconomic factors is essential for policymakers to implement appropriate policies at the right time and place to keep domestic prices stable. In this regard, in the present study, the asymmetric effect of macroeconomic variables (money supply, GDP per capita, exchange rate, and trade openness) affecting food inflation in Iran is examined using the nonlinear ARDL approach.

Materials and Methods

The main objective of this study is to examine the asymmetric effect of domestic macroeconomic factors on food prices in Iran using a Non-linear Autoregressive Distributed Lag (NARDL) model. According to the theoretical literature, in this study, it is assumed that food prices are a function of macroeconomic variables, including money supply (MS), GDP per capita (GDPER), exchange rate (RATE), trade openness (OPEN), and global economic policy uncertainty index (EPU). Therefore, in accordance with Shin et al. (2014), the NARDL model used in this study is developed to examine the asymmetric effect of domestic macroeconomic factors (for example, money supply) as follows:

$$\Delta LFPI_t = \alpha_0 + \alpha_1 LMS_{t-1}^+ + \alpha_2 LEMS_{t-1}^- + \alpha_3 LGDPER_{t-1} + \alpha_4 LRATE_{t-1} + \alpha_5 LOPEN_{t-1} + \alpha_6 LEPU_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_1 LFPI_{t-i} + \sum_{j=0}^q (\beta_{2j} LMS_{t-j}^+ + \beta_{3j} LMS_{t-j}^-) + \beta_{4j} LGDPER_{t-j} + \beta_{5j} LRATE_{t-j} + \beta_{6j} LOPEN_{t-j} + \beta_{7j} LEPU_{t-j} + \mu_t$$

In the above relationship, each of the macroeconomic factors (including the money supply, GDP per capita,



©2025 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jead.2025.91.69.1319>

exchange rate, and trade openness) is separated into the sum of positive and negative components. In fact, two additional variables are created in each equation, one indicating an increase in the variable of interest with a positive sign and the other indicating a decrease with a negative sign. The variable of global economic policy uncertainty index also plays the role of a control variable. Due to the availability of data, the time period in this study is 1991 to 2022.

Results and Discussion

The results of the linear and nonlinear bounds test in the ARDL model showed that there is a long-term relationship between macroeconomic variables including money supply, GDP per capita, exchange rate, trade openness, global economic policy uncertainty and food prices in Iran. In addition, the results of short-term and long-term symmetry tests using the Wald test showed that the effect of the exchange rate variable on food inflation in Iran is asymmetric in the long and short run, while the effect of the money supply and GDP per capita variables is asymmetric only in the long run; the effect of the trade openness variable is also symmetric in the short and long run and has a linear behavior. The results of the ARDL linear model estimation showed that in the short and long run, the effect of the growth of the variables of money supply, GDP per capita, exchange rate and global economic policy uncertainty on food inflation in Iran is positive and significant, while the effect of trade openness is negative and significant. The results of the NARDL model estimation also showed that the response of food inflation to increases and decreases in money supply and GDP growth is positive and significant, and their increase on food inflation is greater than the effect of their decrease. The response of food inflation in the long and short term to increases in the exchange rate is positive and significant, while the effect of decreasing the exchange rate in the long and short term is negative, but not statistically significant, and the effect of increasing the exchange rate on food inflation in the long term is greater than its effect in the short term. The effect of trade openness on food inflation is symmetric, with an increase in trade openness leading to a reduction in food inflation in both the short and long term.

Conclusion

Linking the prices of agricultural products to market conditions and liberalizing the market for these products is an appropriate method for coordinating the effects of macro policies and specific agricultural policies that should be considered by policymakers. Given the importance of the agricultural sector, the government's economic policies in relation to food prices will be of high importance and sensitivity. Considering the results of implementing contractionary monetary policies in coordination with other Central Bank policies, increasing investment and efforts to increase productivity in the agricultural sector, appropriate foreign exchange policies are recommended to prevent unreasonable increases in the exchange rate, and reducing tariffs and trade restrictions to increase trade openness.

Keywords: Asymmetric effects, Iran, Food inflation, Macroeconomic variables, NARDL model



مقاله پژوهشی

جلد ۳۹، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴، ص. ۹۷-۱۱۶

تحلیل اثر نامتقارن متغیرهای کلان اقتصادی بر قیمت مواد غذایی در ایران

رضا حیدری^{۱*} - ابراهیم جاودان^۱ - مهدی شعبانزاده خوشرو^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۸

چکیده

قیمت مواد غذایی شاخص مهمی از رفاه جامعه است و سیاستگذاران همواره در تلاش اند تا تورم مواد غذایی را کاهش دهند. در این راستا و با هدف کنترل قیمت مواد غذایی، سیاست‌های متفاوتی در ایران نیز به اجرا درآمده که میزان اثرگذاری این سیاست‌ها مورد بحث بوده است. هدف این مقاله، بررسی اثر نامتقارن متغیرهای کلان اقتصادی (حجم پول، تولید ناخالص داخلی سرانه، نرخ ارز و درجه باز بودن تجاری) بر تورم مواد غذایی ایران با استفاده از رویکرد غیر خطی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده (NARDL) در دوره ۱۹۹۱-۲۰۲۲ می‌باشد. نتایج حاصل از تخمین مدل NARDL نشان داد که اثر رشد عرضه پول و تولید ناخالص داخلی سرانه بر تورم مواد غذایی تنها در بلندمدت نامتقارن بوده و واکنش تورم مواد غذایی نسبت به افزایش و کاهش رشد آنها مثبت و معنادار است و اثر افزایش آنها بر تورم مواد غذایی بیشتر از اثر کاهش آنهاست. همچنین، اثر رشد نرخ ارز بر تورم مواد غذایی در کوتاه‌مدت و بلندمدت نامتقارن بوده و واکنش تورم مواد غذایی نسبت به افزایش نرخ ارز مثبت و معنادار است، در حالی که اثر کاهش آن اثر معناداری بر تورم مواد غذایی ندارد. اثر متغیر درجه باز بودن تجاری بر تورم مواد غذایی نیز در کوتاه‌مدت و بلندمدت متقارن بوده و افزایش و کاهش آن به میزان یکسان سبب کاهش تورم مواد غذایی می‌شود. بنابراین، طراحی سیاست‌های مؤثر در مدیریت عرضه پول، ذخیره غلات غذایی در طول فصل برداشت، اتخاذ سیاست‌های ارزی مناسب، عدم افزایش نرخ ارز برای جبران کسری بودجه و نیز کاهش تعرفه‌ها و محدودیت‌های تجاری در جهت افزایش درجه باز بودن تجاری توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اثرات نامتقارن، تورم مواد غذایی، متغیرهای کلان اقتصادی، مدل NARDL، ایران

مقدمه

هدف کشورها فراهم کردن شرایط زندگی بهتر و با کیفیت بالاتر برای شهروندان با دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی پایدار است. برای این منظور شاخص‌های کلان اقتصادی و مالی مانند نرخ ارز، رشد اقتصادی، شاخص‌های قیمت، نرخ بهره و غیره موضوعات اصلی هستند که مقامات دولتی برای نظارت بر پیشرفت اقتصاد بر آنها تمرکز می‌کنند. چنین شاخص‌هایی با ثبات اقتصادی و رفاه جوامع ارتباط زیادی دارد (Kartal & Depren, 2023; Ayhan & Kartal

2021; Depren et al., 2021). در این میان، تورم یک مشکل عمده اقتصادی در اقتصادهای در حال توسعه و نوظهور است که می‌تواند ناشی از شوک‌های شاخص‌های کلان اقتصادی باشد. اثرات نامطلوب تورم شامل کاهش قدرت خرید پول یک کشور است که ممکن است منجر به کاهش سطح زندگی و رفاه عمومی شود. فشار تورم به زندگی بسیاری از مردم آسیب می‌رساند و اعتماد سرمایه‌گذاران را برای انجام برخی سرمایه‌گذاری‌های مولد کاهش می‌دهد. علاوه بر این، تورم ممکن است باعث بدتر شدن تجارت یک کشور و گران‌تر شدن

۱- مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، تهران، ایران
(*)- نویسنده مسئول: (Email: r.heydari@agri-peri.ac.ir)

کالاهای داخلی نسبت به بازارهای منطقه‌ای و جهانی شود (Akinbode et al., 2021; Kayamo, 2021; Adams et al., 2014).

نتایج تحقیقات تجربی نشان داده است که قیمت مواد غذایی یکی از ارکان نرخ تورم در کشورهای در حال توسعه است (Lee & Park, 2013). در واقع نوسانات قیمت مواد غذایی می‌تواند به عنوان یک شاخص تورم مورد استفاده قرار گیرد، زیرا توانایی واکنش سریع به شوک‌های مختلف اقتصادی مانند افزایش شوک‌های عرضه و تقاضا را دارد (Putri et al., 2019; Köse & Ünal, 2022; Garcimartín et al., 2021; Montes-Rojas & Toledo, 2021). بی‌ثباتی قیمت مواد غذایی می‌تواند پیامدهای جدی سیاسی و اقتصادی به همراه داشته باشد (Khan et al., 2019). قیمت مواد غذایی شاخص مهمی از رفاه جامعه است و لذا تورم مواد غذایی می‌تواند فقر را در اقتصادهای در حال توسعه عمیق‌تر کند (Avalos, 2015; Dávila, 2010). قیمت مواد غذایی به دلیل وابستگی زیاد به بخش کشاورزی و تغییرات اقلیمی، نسبت به بخش غیرکشاورزی نوسان بیشتری دارد (Samal et al., 2022).

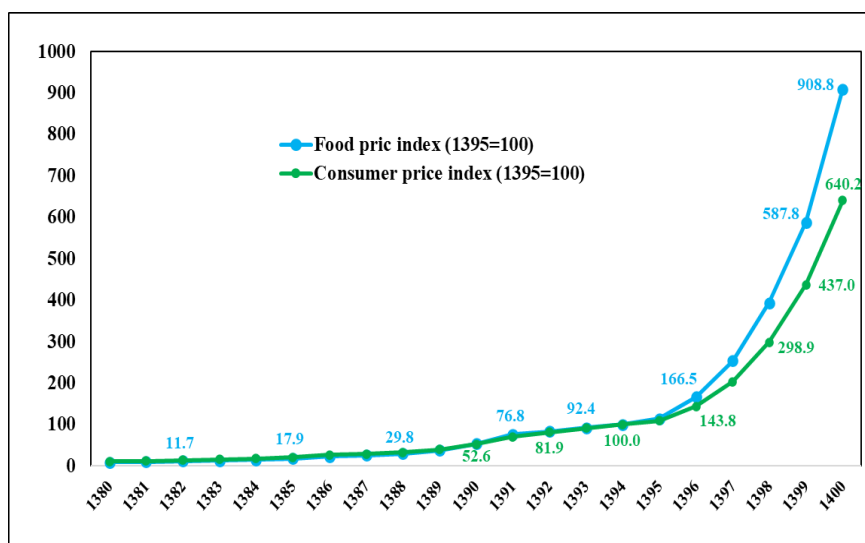
نوسانات شدید قیمت مواد غذایی نه تنها بر امنیت غذایی در کشورهای در حال توسعه تأثیر می‌گذارد، بلکه بر رشد اقتصادی و ثبات اجتماعی نیز تأثیر می‌گذارد (Alieva, 2019; Ceballos et al., 2016; Olayungbo & Hassan, 2017; al., 2017). هر نوع افزایش در قیمت مواد غذایی می‌تواند منجر به عقب راندن بسیاری از مردم به زیر خط فقر شود که در نهایت می‌تواند هدف سیاست‌گذاران مبتنی بر ریشه‌کنی فقر را بر هم زند. در واقع ثبات قیمت مواد غذایی برای سیاست‌گذاری که تلاش می‌کند تا خانوارها بالاتر از خط فقر قرار گیرند، اهمیت ویژه‌ای دارد (Khan et al., 2019). قیمت‌های بالاتر و ناپایدار مواد غذایی به طور قابل توجهی به فقرا آسیب می‌رساند، زیرا غذا معمولاً سهم زیادی از مخارج آنها را به خود اختصاص می‌دهد (Bogmans et al., 2021; Chen et al., 2020; Tiwari et al., 2018).

اگرچه افزایش قیمت کالاها به طور کلی منجر به افزایش هزینه‌های زندگی می‌شود، اما افزایش قیمت مواد غذایی به شدت خانوارهای کم درآمد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. زیرا سبد مواد غذایی خانوار بخش مهمی از هزینه‌های زندگی خانوار را به خود اختصاص می‌دهد. افزایش قیمت مواد غذایی خانوارهای کم درآمد را مجبور می‌کند تا مصرف مواد غذایی خود را کاهش دهند. این کاهش در مصرف مواد غذایی ممکن است باعث سوءتغذیه شود که منجر به کاهش امید به زندگی و کاهش بهره‌وری می‌شود. در مجموع، این امر سبب کاهش درآمد مادام‌العمر و در نتیجه کاهش تولید ناخالص داخلی می‌شود (Sarwar et al., 2020). بر اساس آمار هزینه درآمد مرکز آمار ایران، سبد مواد غذایی خانوارهای شهری نزدیک به ۳۰ درصد از

هزینه‌های زندگی خانوار را به خود اختصاص می‌دهد. علاوه بر مصرف‌کنندگان، قیمت‌های ناپایدار مواد غذایی نه تنها ناامنی را در میان کشاورزان افزایش می‌دهد، بلکه بر تصمیمات سرمایه‌گذاری آنها نیز تأثیر منفی می‌گذارد. لذا نوسانات قیمت مواد غذایی پیامدهای سیاستی مهمی برای کشاورزان از نظر اعتبار، درآمد و بهره‌وری کشاورزی دارد (Khan et al., 2019). به طور کلی در شرایط تورمی مواد غذایی، خانوارهای فقیر به غذای اصلی با کیفیت پایین‌تر روی می‌آورند، مصرف کلی غذا را کاهش می‌دهند، تخصیص منابع درون خانوار را تغییر می‌دهند، روی فرزندان خود سرمایه‌گذاری نمی‌کنند و هزینه‌های بهداشت و آموزش را کاهش می‌دهند (Amaglobeli et al., 2010; Ruel et al., 2023; al., 2023).

با افزایش چشمگیر قیمت مواد غذایی، نگرانی کشورهای در حال توسعه به مراتب بیشتر از کشورهای دیگر است. زیرا این کشورها در دوران گذار اقتصادی قرار دارند و افزایش مداوم قیمت مواد غذایی بر مشکلات دیگر می‌افزاید. علاوه بر این، تأثیرپذیری از تحولات جهانی در کشورهای واردکننده خالص مواد غذایی و دارای تورم بالا از جمله ایران بیشتر از کشورهای دیگر است (Tarazkar & Sheikhzeinoddin, 2019; Javdan et al., 2015). شکل ۸، روند شاخص قیمت مواد غذایی و شاخص قیمت مصرف‌کننده در ایران را نشان می‌دهد. بر این اساس، قیمت مواد غذایی در ایران همواره روند افزایشی داشته و حتی در سال‌های اخیر نرخ رشد قیمت مواد غذایی سرعت بیشتری به خود گرفته است. علاوه بر این، از سال ۱۳۹۰ به بعد شاخص قیمت مواد غذایی بالاتر از شاخص قیمت مصرف‌کننده قرار گرفته است (Central Bank of Iran, 2023).

تورم مداوم و بالای قیمت مواد غذایی در ایران همواره مورد توجه محققان و سیاست‌گذاران قرار داشته است. مطالعات تجربی زیادی وجود دارد که سعی در بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مواد غذایی دارند. برای مثال در مطالعه لیانی و مهرجو (Layani & Mehrjou, 2023)، قیمت نفت خام، نرخ ارز، تولید ناخالص داخلی سرانه و آزادسازی تجاری به عنوان عوامل مؤثر بر قیمت مواد غذایی در ایران در نظر گرفته شده است. عزتی شورگلی و خداویسی (Ezzati Shourgholi & Khodavaisi, 2019) نرخ ارز، نقدینگی و تولید ناخالص داخلی و شاخص قیمت واردات را به عنوان متغیرهای مؤثر بر قیمت مواد غذایی در ایران مورد بررسی قرار دادند. در مطالعه جعفری صمیمی و فرج‌زاده (Jafari Samimi & Farajzade, 2019)، متغیرهای درجه باز بودن تجاری در اقتصاد، نرخ ارز، نقدینگی و تولید ناخالص داخلی سرانه به عنوان متغیرهای مؤثر بر قیمت مواد غذایی در ایران در نظر گرفته شده است. طرازکار و شیخ زین‌الدین (Tarazkar & Sheikhzeinoddin, 2019)، در مطالعه خود اثر قیمت نفت و تولید ناخالص داخلی را به عنوان عوامل مؤثر بر قیمت محصولات کشاورزی در ایران لحاظ نموده‌اند.



شکل ۱- شاخص قیمت مواد غذایی در ایران در سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۰ (Central Bank of Iran, 2023)

Figure1- Food price index in Iran for years 2000-2022

شده است.

امروزه تورم در ایران همچنان به صورت یک ابرمشکل باقی مانده است. سیاست‌گذاران و مسئولین همواره در تلاش‌اند تا مشکل مزمن تورم و به‌ویژه تورم مواد غذایی را کاهش دهند، اما سیاست‌های اجرا شده در این راستا موفق به کاهش تورم مواد غذایی به سطح پایدار نشده است. بنابراین، درک رفتار قیمت مواد غذایی در واکنش به عوامل کلان اقتصادی برای سیاست‌گذاران ضروری است تا سیاست‌های مناسب را در زمان و مکان مناسب برای ثابت نگه داشتن قیمت‌های داخلی اعمال کنند. هدف اساسی این مقاله بررسی چگونگی مقابله با تورم مواد غذایی در ایران است. با توجه به ادبیات نظری، فرض بر این است که تعدادی از متغیرها از قبیل حجم پول، تولید ناخالص داخلی سرانه، نرخ ارز و درجه آزاد بودن تجارتی عوامل داخلی کلیدی تورم هستند و اولین سوال این است که اثرات افزایش یا کاهش کدامیک روی تورم مواد غذایی اثر معناداری دارد؛ سوال دوم این است که کدام متغیرها تأثیر قوی‌تری را نشان می‌دهند و میزان تأثیر آنها بر تورم مواد غذایی در ایران چقدر است. آخرین سؤال به این موضوع می‌پردازد که چه نوع سیاست‌هایی را می‌توان توصیه کرد. هدف این مطالعه یافتن پاسخی برای این سوالات است. نوآوری این مطالعه را می‌توان از چندین جهت بررسی کرد. اول اینکه شرایط اقتصاد کلان به‌طور گسترده در رابطه با قیمت مواد غذایی مورد مطالعه قرار گرفته است.

جاودان و همکاران (Javdan et al., 2015) نیز قیمت نفت، شاخص تولید مواد غذایی، درآمد سرانه واقعی، تجارت درون صنعت، نرخ ارز واقعی و نقدینگی را از عوامل مؤثر بر قیمت مواد غذایی در ایران دانسته‌اند. بنابراین، بررسی ادبیات تجربی نشان می‌دهد که متغیرهای نقدینگی، تولید ناخالص داخلی، نرخ ارز و درجه باز بودن تجارتی را می‌توان از مهمترین عوامل داخلی مؤثر بر قیمت مواد غذایی در ایران دانست. علاوه بر عوامل داخلی، در مطالعات دیگر قیمت جهانی نفت (Abdlaziz et al., 2016; Ibrahim, 2015; Baffes & Dennis, 2013) و شاخص نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی جهانی^۱ (Long et al., 2022; Wen et al., 2021; Bloom, 2009) به عنوان عوامل جهانی (بیرونی) مؤثر بر قیمت مواد غذایی مورد توجه قرار گرفته‌اند. اکثر مطالعات تجربی موجود به‌طور ضمنی فرض تأثیر متقارن عوامل اقتصاد کلان بر قیمت مواد غذایی را حفظ می‌کنند. چنین فرضی به این معنی است که تأثیر میزان عوامل کلان اقتصادی بر قیمت مواد غذایی (در حالت افزایش و کاهش) یکسان است. در حالی که برخی مطالعات دیگر مانند پال و میترا (Pal & Mitra, 2019)، سالیسو و همکاران (Salisu et al., 2017)، سک (Sek, 2017) و نارایان و نارایان (Narayan & Narayan, 2007) مستند کرده‌اند که فرض خطی نمی‌تواند در همه موقعیت‌ها کاربرد داشته باشد. تأثیر نامتقارن عوامل کلان اقتصادی مدت‌ها مورد بحث و بررسی قرار گرفته و در ادبیات تجربی تأیید شده است (Zmami & Ben-Salha, 2019). در جدول ۸، برخی از مطالعاتی که اثر نامتقارن عوامل کلان اقتصادی بر قیمت مواد غذایی را بررسی کرده‌اند، آورده

جدول ۱- مطالعات مربوط به اثر نامتقارن عوامل کلان اقتصادی بر تورم

Table 1- Studies on the asymmetric impact of macroeconomic factors on food prices

نتیجه Result	مدل و دوره زمانی Model and time period	متغیرهای نامتقارن Asymmetric variables	نویسندگان Authors
در بلندمدت و کوتاهمدت، اثر نرخ ارز و قیمت نفت بر قیمت مواد غذایی در ایران نامتقارن است. In the long and short term, the effect of exchange rate and oil price on food prices is asymmetric in Iran.	NARDL 1991-2021	نرخ ارز و قیمت نفت خام Exchange rate and crude oil price	Layani & Mehrjou (2023)
در بلندمدت و کوتاهمدت، بین نرخ ارز و تورم مواد غذایی نیجریه رابطه مثبت معنادار و نامتقارن وجود دارد. In the long and short run, there is a significant and asymmetric positive relationship between the exchange rate and food inflation in Nigeria.	NARDL 2008Q1-2020Q4	نرخ ارز Exchange rate	Umar & Umar (2022)
در کوتاهمدت، انتقال قیمت نفت به تورم برزیل نامتقارن است. In the short term, the transmission of oil prices to Brazilian inflation is asymmetric.	NARDL 2000Q1-2021Q4	قیمت نفت خام Crude oil price	Osei (2022)
اثر قیمت نفت و نرخ ارز بر شاخص قیمت مصرف کننده و تولیدکننده در سه کشور مالزی، تایلند و اندونزی نامتقارن است. The effect of oil price and exchange rate on consumer and producer price index is asymmetric in the three countries of Malaysia, Thailand, and Indonesia.	NARDL 2010-2020	نرخ ارز و قیمت نفت خام Exchange rate and crude oil price	Husaini & Lean (2021)
در کوتاهمدت و بلندمدت، اثر نرخ ارز بر شاخص قیمت مصرف کننده در ایران نامتقارن است. In the short and long run, the effect of the exchange rate on the consumer price index is asymmetric in Iran.	NARDL 1990Q1-2017Q4	نرخ ارز Exchange rate	Ezzati Shourgholi & Khodavaishi (2019)
در کوتاهمدت و بلندمدت، اثر پویای مخارج دولت، عرضه پول و نرخ ارز بر تورم اندونزی نامتقارن است. In the short and long run, the dynamic effect of government spending, money supply, and exchange rate on Indonesian inflation is asymmetric.	NARDL 1970-2017	مخارج دولت، عرضه پول و نرخ ارز Government spending, money supply and exchange rate	Sriyana (2019)
در بلندمدت، اثر قیمت نفت خام بر قیمت بین المللی مواد غذایی نامتقارن است. In the long run, the effect of oil price on international food prices is asymmetric.	NARDL 1990-2017	قیمت نفت خام Crude oil price	Zamani and Ben-Salha (2019)
در کوتاهمدت و بلندمدت، رابطه بین باز بودن تجارت و تورم در نیجریه نامتقارن است. In the short and long run, the relationship between trade openness and inflation is asymmetric in Nigeria.	NARDL 2000-2021	درجه باز بودن تجاری Trade openness	Babatunde (2017)
در بلندمدت، اثر قیمت نفت خام بر قیمت مواد غذایی مالزی متقارن و اثر تولید ناخالص داخلی واقعی و نرخ ارز واقعی نامتقارن است. In the long run, the effect of oil price on Malaysian food price is symmetric, and the effect of real GDP and real exchange rate is asymmetric.	NARDL 2000Q1-2016Q2	قیمت نفت خام، نرخ ارز و تولید ناخالص داخلی واقعی Exchange rate, crude oil price and real GDP	Wong & Shamsudin (2017)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

عموماً مجموعه داده‌های سری زمانی کشاورزی ممکن است ماهیت چندبعدی داشته باشند. به بیان دیگر، عمدتاً داده‌های سری زمانی کشاورزی ماهیت غیرخطی، نالیستا و غیر نرمال دارند. اگرچه مدل‌های سنتی رایج محبوبیت زیادی را بواسطه آسانی در محاسبات کسب نموده‌اند، اما وجود فرضیات فراوان داده‌ای تحت عنوان محدودیت‌های اصلی، زمینه کاهش دقت و افزایش میزان خطا بخصوص در مدل‌های خطی فراهم نموده است و بنابراین استفاده از مدل‌های غیر خطی در مطالعات مختلف بکار گرفته می‌شود (Haj-Seyedjavadi & Heydari, 2023). برای تجزیه و تحلیل رابطه غیر خطی بین متغیرها، چندین مدل توسعه یافته و به‌طور گسترده در بسیاری از ادبیات تجربی استفاده شده است. در میان آن‌ها، مدل ECM آستلنه‌ای (Balke & Fomby, 1997)، مدل ECM سوئیچینگ مارکوف (Psaradakis et al., 2004)، مدل رگرسیون انتقال ملایم (Kapetanios et al., 2006) و اخیراً شین و همکاران (Shin et al., 2014)، یک مدل غیر خطی ARDL را برای تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی غیرخطی توسعه داده‌اند. تجزیه و تحلیل با استفاده از سری زمانی غیرخطی ARDL دارای مزایایی است، زیرا در صورت وجود رابطه غیرخطی، همسو در نظر گرفتن مؤلفه‌های منفی و مثبت یک متغیر و تحلیل با استفاده از مدل خطی ARDL اشتباه خواهد بود. همچنین، شکست ساختاری و عدم تقارن تنها از طریق مدل غیرخطی قابل انجام است. به‌طور کلی مدل غیرخطی ARDL که توسط شین و همکاران (Shin et al., 2014) توسعه یافته است، به‌دلیل زیر ترجیح داده می‌شود: اولاً، امکان آزمون وجود همگرایی بین متغیر وابسته و مستقل وجود دارد. دوماً، می‌توان وجود هم‌انباشتگی خطی و غیرخطی را بررسی نمود. سوماً، رابطه نامتقارن کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرهای مستقل و وابسته را می‌توان تخمین زد. مدل NARDL با تجزیه متغیر مستقل به مجموع جزئی مثبت و منفی به‌صورت رابطه (۲) مشخص می‌شود:

$$X_t = X_0 + X_t^+ + X_t^- \quad (2)$$

با پیروی از شین و همکاران (Shin et al., 2014) رگرسیون هم‌انباشتگی نامتقارن غیرخطی می‌تواند به‌صورت معادله (۳) بیان شود:

$$Y_t = \beta^+ X_t^+ + \beta^- X_t^- + \mu_t \quad (3)$$

در معادله (۳)، β^+ و β^- به‌ترتیب ضریب بلندمدت مربوط به تغییرات مثبت و منفی در متغیر X_t است. در این مطالعه مطابق با هدف در نظر گرفته شده، اثر نامتقارن متغیرهای کلان اقتصادی داخلی شامل لگاریتم عرضه پول، لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، لگاریتم نرخ ارز آزاد و لگاریتم درجه باز بودن تجاری به تفکیک بر تورم مواد غذایی ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد و هر یک به مجموع اجزای مثبت و منفی تفکیک می‌شوند. همچنین متغیر بیرونی شاخص

در اینجا یک رویکرد یکپارچه مورد توجه قرار گرفته و به‌طور همزمان متغیرهای کلان اصلی داخلی و جهانی در نظر گرفته شده است. دوم اینکه رابطه غیرخطی بالقوه بین مواد غذایی و عوامل کلان اقتصادی داخلی در ایران (همراه با عوامل جهانی به عنوان متغیرهای کنترلی) بررسی شده است. در نظر گرفتن این عدم تقارن مهم است، زیرا ممکن است افزایش یا کاهش یک متغیر تأثیر یکسانی بر متغیر هدف نداشته باشد. سوم اینکه بیشتر مطالعات مربوط به روابط نامتقارن، ارتباط یک عامل (متغیر) با تورم مواد غذایی در نظر گرفته است. مطالعات بسیار کمی در زمینه بررسی اثر نامتقارنی چند عامل بر تورم مواد غذایی وجود دارد و پژوهش حاضر تلاشی در این راستا برای ایران است. شاید بتوان گفت، مطالعه حاضر نخستین مطالعه‌ای باشد که اثر نامتقارنی چند عامل بر قیمت مواد غذایی در ایران را با استفاده از مدل غیر خطی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده (NARDL) توسعه یافته توسط شین و همکاران (Shin et al., 2014) بررسی می‌کند.

مواد و روش‌ها

هدف اصلی این مطالعه بررسی اثر نامتقارن عوامل کلان اقتصادی داخلی بر قیمت مواد غذایی در ایران با استفاده از مدل غیرخطی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده می‌باشد. با توجه به مطالعات لیانی و مهرجو (Layani & Mehrjou, 2023)، عزتی شورگلی و خداویسی (Ezzati Shourgholi & Khodavaishi, 2019)، طرازکار و شیخ زین‌الدین (Tarazkar & Sheikhzeinoddin, 2019)، لانگ و همکاران (Long et al., 2022) و ون و همکاران (Wen et al., 2021)، تابع تورم مواد غذایی برای تخمین رابطه خطی بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرهای کلان اقتصادی و قیمت مواد غذایی در ایران به‌صورت رابطه (۱) فرض می‌شود:

$$LFPI_t = \alpha + \beta_1 LMS_t + \beta_2 LGDPER_t + \beta_3 LRATE_t + \beta_4 LOPEN_t + \beta_5 LEPU_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

در رابطه (۱)، متغیرهای $LRATE$ ، $LGDPER$ ، LMS ، $LFPI$ و $LEPU$ به‌ترتیب نشان‌دهنده لگاریتم شاخص قیمت مواد غذایی، لگاریتم عرضه پول به تولید ناخالص داخلی، لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه، لگاریتم نرخ ارز آزاد، لگاریتم درجه باز بودن تجاری و لگاریتم شاخص نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی جهانی است. رابطه (۱) فرض می‌کند که یک ترکیب خطی بین متغیرهای وابسته و مستقل برقرار است. اگر رابطه بین متغیرهای وابسته و مستقل غیرخطی باشد و به بیان دیگر زمانی که یک متغیر مستقل مانند X اثر نامتقارنی بر متغیر وابسته مانند Y داشته باشد، در این صورت بکار بردن فرم خطی کاربردی نخواهد داشت. این مطالعه فرض می‌کند که اثر متغیرهای کلان اقتصادی بر تورم مواد غذایی در ایران نامتقارن است.

$\beta_{6j}LRATE_{t-j} + \beta_{7j}LEPU_{t-j} + \mu_t$
در رابطه (۹) تا (۱۲)، پارامتر p نشان‌دهنده طول وقفه بهینه انتخاب شده برای متغیر وابسته و q نشان‌دهنده طول وقفه بهینه برای متغیرهای مستقل است. همچنین ضرایب $\beta_{1i}, \beta_{2j}, \beta_{3j}, \beta_{4j}, \beta_{5j}, \beta_{6j}$ و β_{7j} نشان‌دهنده پویایی‌های کوتاه‌مدت و ضرایب $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$ و α_7 بیانگر ضرایب بلندمدت است.

رویکرد ECM در مدل NARDL را می‌توان با استفاده از آزمون کرانه‌ها ارائه شده توسط پسران و همکاران (Pesaran et al., 2001) تخمین زد. مزیت این تکنیک، انعطاف‌پذیری و ساده بودن در آزمون اثر و عدم تقارن است (Bahmani-Oskooee & Fariditavana, 2016). آزمون هم‌انباشتگی دربردارنده دو مقدار بحرانی کران بالا و پایین است. هر دو مقادیر بحرانی کران بالا و پایین با آماره F آزمون ولد به‌منظور پی بردن به وجود هم‌انباشتگی مقایسه می‌شوند (Pesaran et al., 2001). سه نتیجه ممکن در مورد رابطه هم‌انباشتگی بین متغیرها وجود دارد. اولاً، اگر آماره F آزمون ولد محاسبه شده بیشتر از مقدار بحرانی کران بالا باشد، وجود هم‌انباشتگی را می‌توان پذیرفت. ثانیاً، اگر آماره F آزمون ولد کمتر از مقدار بحرانی کران پایین باشد، فرضیه صفر هم‌انباشتگی بلندمدت را نمی‌توان پذیرفت. ثالثاً، اگر آماره F آزمون ولد بین مقادیر بحرانی کران بالا و پایین قرار گیرد، تصمیم غیرقطعی خواهد بود. پس از اثبات وجود هم‌انباشتگی، پویایی کوتاه‌مدت و عبارت تصحیح خطا (ECT) توسعه می‌یابد. رویکرد تصحیح خطای غیر خطی دارای دو بخش مهم است، ضرایب کوتاه‌مدت و عبارت ECT که سرعت تعدیل را ارائه می‌دهد. برای نمونه، مدل ECT غیر خطی بکار رفته در این مطالعه برای متغیر عرضه پول به‌صورت رابطه (۱۳) مشخص می‌شود:

$$\Delta LFPI_t = \sum_{i=1}^p \beta_{1i} LFPI_{t-i} + \sum_{j=0}^q \beta_{2j} LMS_{t-j}^+ + \sum_{j=0}^q \beta_{3j} LMS_{t-j}^- + \sum_{j=0}^q \beta_{4j} LGDPER_{t-j} + \sum_{j=0}^q \beta_{5j} LRATE_{t-j} + ECT_{t-1} + \mu_t \quad (13)$$

در رابطه (۱۳)، عبارت ECT نشان‌دهنده عبارت تصحیح خطا است و انتظار می‌رود علامت آن منفی باشد (Kayamo, 2021). در این مطالعه برای متغیر قیمت مواد غذایی از شاخص قیمت مواد غذایی ارائه شده توسط فائو (FAO, 2023) استفاده شد. همچنین داده‌های مربوط به حجم پول (درصدی از تولید ناخالص داخلی)، تولید ناخالص داخلی سرانه و درجه باز بودن تجاری از بانک جهانی (WDI, 2023) اخذ گردید. نرخ ارز غیر رسمی از سایت بانک مرکزی ایران (Central Bank of Iran, 2023) دریافت شد. شاخص نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی جهانی نیز از پایگاه اینترنتی <http://www.policyuncertainty.com> اخذ شده است. با توجه به دسترسی به داده‌ها، دوره زمانی در این مطالعه سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۲۲ می‌باشد.

نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی جهانی به‌عنوان متغیرهای کنترلی در نظر گرفته می‌شود. مطابق با مدل شین و همکاران (Shin et al., 2014)، مدل‌های ARDL نامتقارن غیر خطی مورد استفاده در این مطالعه در روابط (۴) تا (۷) ارائه شده است که تغییرات مثبت متغیر مورد نظر با علامت مثبت و تغییرات منفی آن با علامت منفی نشان داده شده است. در واقع در هر معادله دو متغیر اضافی ایجاد می‌شوند، یکی نشان‌دهنده افزایش متغیر مورد نظر با علامت مثبت و دیگری نشان‌دهنده کاهش آن با علامت منفی است که در حالت کلی به‌عنوان مجموع جزئی تغییرات مثبت و منفی در نظر گرفته شده است.

$$LFPI_t = F(LMS_t^+, LMS_t^-, LGDPER_t, LRATE_t, LOPEN_t, LEPU_t) \quad (4)$$

$$LFPI_t = F(LGDPER_t^+, LGDPER_t^-, LMS_t, LRATE_t, LOPEN_t, LEPU_t) \quad (5)$$

$$LFPI_t = F(LRATE_t^+, LRATE_t^-, LMS_t, LGDPER_t, LOPEN_t, LEPU_t) \quad (6)$$

$$LFPI_t = F(LOPEN_t^+, LOPEN_t^-, LMS_t, LGDPER_t, LRATE_t, LEPU_t) \quad (7)$$

به‌منظور تخمین روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت در مدل NARDL، متغیر مستقل X_t به‌صورت رابطه (۸) به مجموع جزئی تغییرات مثبت و منفی تجزیه می‌شود.

$$\Delta Y_t = \rho Y_{t-1} + \theta^+ X_{t-1}^+ + \theta^- X_{t-1}^- + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_j \Delta Y_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} (\delta_j^+ X_{t-j}^+ + \delta_j^- X_{t-j}^-) + \mu_t \quad (8)$$

مطابق با رابطه (۸)، مدل‌های NARDL مورد استفاده در این

مطالعه به‌صورت روابط (۹) تا (۱۲) توسعه داده شده است:

$$\Delta LFPI_t = \alpha_0 + \alpha_1 LMS_{t-1}^+ + \alpha_2 LMS_{t-1}^- + \alpha_3 LGDPER_{t-1} + \alpha_4 LRATE_{t-1} + \alpha_5 LOPEN_{t-1} + \alpha_6 LEPU_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} LFPI_{t-i} + \sum_{j=0}^q (\beta_{2j} LMS_{t-j}^+ + \beta_{3j} LMS_{t-j}^-) + \beta_{4j} LGDPER_{t-j} + \beta_{5j} LRATE_{t-j} + \beta_{6j} LOPEN_{t-j} + \beta_{7j} LEPU_{t-j} + \mu_t \quad (9)$$

$$\Delta LFPI_t = \alpha_0 + \alpha_1 LGDPER_{t-1}^+ + \alpha_2 LGDPER_{t-1}^- + \alpha_3 LMS_{t-1} + \alpha_4 LRATE_{t-1} + \alpha_5 LOPEN_{t-1} + \alpha_6 LEPU_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} LFPI_{t-i} + \sum_{j=0}^q (\beta_{2j} LGDPER_{t-j}^+ + \beta_{3j} LGDPER_{t-j}^-) + \beta_{4j} LMS_{t-j} + \beta_{5j} LRATE_{t-j} + \beta_{6j} LOPEN_{t-j} + \beta_{7j} LEPU_{t-j} + \mu_t \quad (10)$$

$$\Delta LFPI_t = \alpha_0 + \alpha_1 LRATE_{t-1}^+ + \alpha_2 LRATE_{t-1}^- + \alpha_3 LMS_{t-1} + \alpha_4 LGDPER_{t-1} + \alpha_5 LOPEN_{t-1} + \alpha_6 LEPU_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} LFPI_{t-i} + \sum_{j=0}^q (\beta_{2j} LRATE_{t-j}^+ + \beta_{3j} LRATE_{t-j}^-) + \beta_{4j} LMS_{t-j} + \beta_{5j} LGDPER_{t-j} + \beta_{6j} LOPEN_{t-j} + \beta_{7j} LEPU_{t-j} + \mu_t \quad (11)$$

$$\Delta LFPI_t = \alpha_0 + \alpha_1 LOPEN_{t-1}^+ + \alpha_2 LOPEN_{t-1}^- + \alpha_3 LMS_{t-1} + \alpha_4 LGDPER_{t-1} + \alpha_5 LRATE_{t-1} + \alpha_6 LEPU_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_{1i} LFPI_{t-i} + \sum_{j=0}^q (\beta_{2j} LOPEN_{t-j}^+ + \beta_{3j} LOPEN_{t-j}^-) + \beta_{4j} LMS_{t-j} + \beta_{5j} LGDPER_{t-j} + \mu_t \quad (12)$$

نتایج و بحث

یکی از موارد لازم در تخمین مدل ARDL آن است که هیچ متغیری از مرتبه هم‌انباشتگی دو یعنی $I(2)$ نباشد. در نتیجه، نخستین گام در برآورد این مدل، بررسی ایستایی متغیرهای مدل است. از آنجا که تواتر داده‌ها به صورت سالیانه است، برای تعیین آزمون ایستایی متغیرها از آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته (ADF) استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است. مقدار بحرانی این آزمون در حالت با عرض از مبدا در سطح یک و پنج درصد به ترتیب $-۳/۶۷$ و $-۲/۹۶$ و

در حالت با عرض از مبدا و روند در سطح یک و پنج درصد به ترتیب $-۴/۲۸$ و $-۳/۵۶$ است. مقایسه آماره‌های محاسباتی با آماره بحرانی در سطح متغیرها نشان می‌دهد که متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه و درجه باز بودن تجاری در سطح ایستا بوده و سایر متغیرها با یکبار تفاضل‌گیری ایستا شده‌اند و دارای مرتبه هم‌انباشتگی از مرتبه یک یا $I(1)$ هستند. بنابراین، با توجه به نتایج آزمون ایستایی و نبودن متغیر از درجه انباشتگی بالاتر از یک، استفاده از رها فیت ARDL مجاز می‌باشد.

جدول ۲- نتایج آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته برای متغیرهای مطالعه
Table 2- Results of Augmented Dickey-Fuller test for study variables

متغیرها Variables	نوع ایستایی The type of stationary	مقدار آماره ADF در سطح The statistic value of ADF in level	مقدار آماره ADF در تفاضل مرتبه اول The statistic value of ADF in difference	وضعیت ایستایی Stationary condition
لگاریتم شاخص قیمت مواد غذایی Log of food price index	با عرض از مبدا Intercept	0.71	-2.93**	I(1)
لگاریتم عرضه پول Log of money supply	با عرض از مبدا Intercept	-0.63	-4.08*	I(1)
لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه Log of GDP per capita	با عرض از مبدا و روند Intercept and trend	-4.05*	-	I(0)
لگاریتم نرخ ارز غیر رسمی Log of unofficial exchange rate	با عرض از مبدا Intercept	0.81	-4.35**	I(1)
لگاریتم درجه باز بودن تجاری Log of trade openness	با عرض از مبدا Intercept	-4.92*	-	I(0)
لگاریتم شاخص نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی جهانی Log of global economic policy uncertainty index	با عرض از مبدا Intercept	-0.98	-5.95*	I(1)

مأخذ: یافته‌های پژوهش - * و **: معنی داری در سطح یک و پنج درصد

Source: Research findings - * and **: The significance level at the 1% and 5%

یکی از مراحل مهم در تخمین مدل NARDL، تعیین متقارن یا نامتقارنی متغیر مورد هدف در دوره بلندمدت و کوتاه‌مدت است. برای این مرحله با فرض وجود نامتقارنی هم در بلندمدت و هم در کوتاه‌مدت، مدل NARDL تخمین زده می‌شود و با استفاده از آزمون والد وجود نامتقارنی در بلندمدت و کوتاه‌مدت مورد بررسی قرار می‌گیرد. سه حالت برای این مرحله قابل تصور است که عبارتند از (الف) وجود نامتقارنی فقط در بلندمدت، (ب) وجود نامتقارنی فقط در کوتاه‌مدت و (ج) وجود نامتقارنی هم در بلندمدت و هم در کوتاه‌مدت. در نهایت بر اساس نوع نامتقارنی، مدل نهایی NARDL برآورد می‌شود. نتایج حاصل از آزمون والد برای بررسی آزمون تقارن کوتاه‌مدت و بلندمدت برای متغیرهای مؤثر بر قیمت مواد غذایی در ایران در جدول ۴ آمده است. در این آزمون، فرضیه صفر تقارن است. اگر مقدار p-value (مرتبط با آماره آزمون والد) کمتر از ۰.۰۵

پیش از برآورد مدل‌های خطی یا غیر خطی ARDL مربوط به هر یک از متغیرهای کلان اقتصادی مؤثر بر قیمت مواد غذایی، لازم است که وجود رابطه بلندمدت میان متغیرها با استفاده از آزمون کرانه‌ها بررسی شود. این مطالعه، آزمون کرانه‌های پیشنهادی توسط پسران و همکاران (Pesaran et al., 2001) را برای تأیید وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل انجام می‌دهد که نتایج حاصل از این آزمون در جدول ۳ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که آماره F محاسباتی هم برای مدل خطی ARDL و هم برای هر یک از مدل‌های غیر خطی (NARDL) متغیرهای مؤثر بر قیمت مواد غذایی (عرضه پول، تولید ناخالص داخلی سرانه، نرخ ارز آزاد و درجه باز بودن تجاری) از مقادیر بحرانی کران بالا در سطح اطمینان ۹۰ درصد بالاتر است و بنابراین وجود رابطه بلندمدت در حالت متقارن و نامتقارن تأیید می‌شود.

است. همچنین، اثر متغیر نرخ ارز غیر رسمی هم در بلندمدت و هم در کوتاه‌مدت نامتقارن است. افزون بر این، اثر متغیر درجه باز بودن تجاری هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت متقارن بوده و دارای رفتار خطی است.

باشد، فرضیه‌ی صفر در سطح ۵٪ رد می‌شود و نتیجه نامتقارنی گرفته می‌شود. اگر مقدار p-value کمتر از ۰.۱۰ باشد، فرضیه‌ی صفر در سطح ۱۰٪ رد می‌شود. بر اساس نتایج این جدول، اثر متغیرهای عرضه پول و تولید ناخالص داخلی سرانه فقط در بلندمدت نامتقارن

جدول ۳- نتایج آزمون کرانه‌ها برای متغیرهای کلان اقتصادی مؤثر بر قیمت مواد غذایی در ایران

Table 3- Results of bounds test for macroeconomic variables affecting on food prices in Iran

نوع مدل Model type	متغیر نامتقارن Asymmetric variable	سطح اطمینان Confidence level	5%	10%	محاسباتی F آماره Calculated F-statistic
NARDL	خطی متقارن ARDL Linear ARDL model	کرانه پایین Lower bound	3.88	3.21	5.74*
		کرانه بالا Upper bound	5.22	4.44	
	عرضه پول (LMS) Money supply	کرانه پایین Lower bound	2.97	2.43	4.29**
		کرانه بالا Upper bound	4.44	3.73	
	تولید ناخالص داخلی سرانه (LGDPER) GDP per capita	کرانه پایین Lower bound	3.65	3.03	5.04**
		کرانه بالا Upper bound	5.09	4.33	
	نرخ ارز غیر رسمی (LRATE) Unofficial exchange rate	کرانه پایین Lower bound	3.02	2.50	4.64*
		کرانه بالا Upper bound	4.54	3.82	
	درجه باز بودن تجاری (LOPEN) Trade openness	کرانه پایین Lower bound	3.65	3.02	4.79**
		کرانه بالا Upper bound	5.09	4.33	

مأخذ: یافته‌های پژوهش - * و **: معنی‌داری در سطح پنج و ده درصد

Source: Research findings - * and **: The significance level at the 5% and 10%

خودهمبستگی سریالی، فرم تابعی و عدم وجود واریانس بین جملات اخلاص دلالت بر این دارد که اجزای اخلاص الگوهای غیر خطی برآورد شده ویژگی‌های فروض کلاسیک رگرسیون را تأمین می‌کند و مدل‌ها قابل اعتماد و سازگار هستند.

در جدول ۵، پارامترهای α^+ و α^- به ترتیب نشان‌دهنده ضریب افزایش و کاهش عوامل مؤثر بر تورم مواد غذایی ایران در دوره بلندمدت در هر یک از مدل‌های NARDL است. به‌طور مشابه، پارامترهای β^+ و β^- نیز نشان‌دهنده ضریب افزایش و کاهش در دوره کوتاه‌مدت است. در ادامه، نتایج مدل ARDL خطی و مدل NARDL مربوط به اثر نامتقارنی حجم پول، تولید ناخالص داخلی، نرخ ارز آزاد و درجه باز بودن تجاری بیان می‌شود.

پس از تعیین نوع نامتقارنی هر یک از متغیرهای مؤثر بر قیمت مواد غذایی در ایران، مدل خطی ARDL و مدل‌های NARDL برای هر یک از متغیرهای عرضه پول (LMS)، تولید ناخالص داخلی سرانه (LGDPER)، نرخ ارز (LRATE) و درجه باز بودن تجاری (LOPEN) برآورد شد و نتایج حاصل از آن در جدول ۵ آمده است. آزمون‌های تشخیصی مدل‌های برآورد شده نشان می‌دهد که ویژگی‌های فروض کلاسیک رگرسیون تأمین شده است؛ به‌طوری‌که معنادار نبودن آماره آزمون خودهمبستگی سریالی نشان می‌دهد که مدل‌های برآورد شده فاقد خودهمبستگی است. مقدار آماره آزمون واریانس ناهمسانی نیز نشان می‌دهد که واریانس اجزاء اخلاص مدل برآورد شده ثابت می‌باشد. افزون بر این، اجزای اخلاصی مدل برآورد شده دارای توزیع نرمال است. همچنین، فرم تابعی هر مدل درست انتخاب شده است. بنابراین، عدم رد فرضیه‌های مربوط به توزیع جملات اخلاص، عدم وجود

جدول ۴- نتایج آزمون تقارن کوتاه‌مدت و بلندمدت برای متغیرهای کلان اقتصادی مؤثر بر قیمت مواد غذایی در ایران

Table 4- Results of the symmetry test of long-run and short-run for macroeconomic variables affecting on food prices in Iran

متغیرها Variables	نوع نامتقارنی The type of asymmetry	آماره آزمون والد Wald test statistic	نتیجه Result
عرضه پول (LMS) Money supply	بلندمدت Long-run	3.13**	نامتقارن Asymmetry
	کوتاه‌مدت Short-run	1.36	مقارن Symmetry
تولید ناخالص داخلی سرانه (LGDPER) GDP per capita	بلندمدت Long-run	3.47**	نامتقارن Asymmetry
	کوتاه‌مدت Short-run	0.11	مقارن Symmetry
نرخ ارز غیر رسمی (LRATE) Unofficial exchange rate	بلندمدت Long-run	4.13*	نامتقارن Asymmetry
	کوتاه‌مدت Short-run	5.22*	نامتقارن Asymmetry
درجه باز بودن تجاری (LOPEN) Trade openness	بلندمدت Long-run	0.39	مقارن Symmetry
	کوتاه‌مدت Short-run	0.36	مقارن Symmetry

مأخذ: یافته‌های پژوهش - * و **: معنی‌داری در سطح پنج و ده درصد

Source: Research findings - * and **: The significance level at the 5% and 10%

بر اساس نتایج جدول ۵، در بلندمدت همه متغیرها دارای اثر معناداری بر تورم مواد غذایی است و نرخ ارز و عرضه پول به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین اثر بر تورم مواد غذایی است. در مدل خطی ARDL و هر یک از مدل‌های NARDL، در حالت متقارن، اثر متغیر رشد عرضه پول بر تورم مواد غذایی ایران مثبت و معنادار است، به‌طوری‌که با افزایش یک درصد عرضه پول، تورم مواد غذایی ۰/۰۳ درصد افزایش می‌یابد. در دوره کوتاه‌مدت نیز اثر رشد عرضه پول در حال متقارن، بر تورم مواد غذایی ایران مثبت و معنادار است. یافته‌های قهرمان‌زاده و همکاران (Ghahremanzadeh et al., 2023)، عزیززاده و گلخندان (Alizadeh & Golkhandan, 2016)، قهرمان‌زاده و همکاران (Ghahremanzadeh et al., 2017) و نیز اعظم‌زاده شورکی و خلیلیان (Azamzadeh Shooroki & Khalilian, 2010) نشان می‌دهد که اثر حجم پول بر قیمت مواد غذایی در ایران در بلندمدت و کوتاه‌مدت مثبت و معنادار است. عزتی شورگلی و خداویسی (Ezzati Shourgholi & Khodavaishi, 2019) نیز نتایج مشابهی را برای قیمت مواد غذایی در ایران یافتند. آکینبود و همکاران (Akinbode et al., 2021)، جیان‌شنگ (Jiansheng, 2018) و فلاکسبارث و گاریدو (Flachsbarth & Garrido, 2014) نیز دریافته‌اند که در کوتاه‌مدت و بلندمدت اثر عرضه پول بر قیمت مواد غذایی مثبت و معنادار است. نتیجه مطالعه باوا و همکاران (Bawa et al., 2020) نیز این نتیجه را برای تورم نیجریه تأیید می‌کند. خان و همکاران (Khan et al., 2019) و اسمایا و آنگره (Ismaya & Anghre, 2018) نیز نشان دادند که عرضه پول در بلندمدت و کوتاه‌مدت بر تورم نیجریه تأثیر مثبت و معنادار دارد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر در ایران سازگار است.

همچنین، اثر متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه بر تورم مواد غذایی ایران مثبت و معنادار است و با افزایش یک درصد تولید ناخالص داخلی سرانه، تورم مواد غذایی ۰/۰۳ درصد افزایش می‌دهد. در دوره کوتاه‌مدت نیز رشد تولید ناخالص داخلی سرانه با اثرگذاری کمتری نسبت به دوره بلندمدت (۰/۱۱ درصد)، سبب افزایش تورم مواد غذایی ایران می‌شود. لیانی و مهرجو (Layani & Mehrjou, 2023) نشان دادند که در بلندمدت اثر تولید ناخالص سرانه بر قیمت مواد غذایی ایران مثبت و معنادار است، در حالی‌که در مطالعه طرازکار و شیخ‌زین‌الدین (Tarazkar & Sheikhzeinoddin, 2019) نتیجه معکوسی بدست آمده است. جعفری صمیمی و فرج‌زاده (Jafari Samimi & Farajzade, 2019) نیز دریافته‌اند که تولید ناخالص داخلی در بلندمدت اثر معناداری بر قیمت مواد غذایی ایران نداشته است. نتیجه مطالعه طرازکار و شیخ‌زین‌الدین (Tarazkar & Sheikhzeinoddin, 2019) برای دوره کوتاه‌مدت نیز نشان داد که افزایش تولید ناخالص داخلی با دو وقفه باعث افزایش قیمت مواد غذایی می‌شود. مطالعه عزتی شورگلی و خداویسی (Ezzati Shourgholi & Khodavaishi, 2019) نیز نشان داد که تولید ناخالص داخلی در بلندمدت و کوتاه‌مدت اثر معناداری بر شاخص قیمت مصرف‌کننده در ایران ندارد. نتایج این مقاله با مطالعه

کرونا و جنگ اوکراین) سبب افزایش تورم مواد غذایی در ایران شده است.

رویکرد NARDL این امکان را فراهم می‌کند که به‌طور همزمان روابط غیرخطی کوتاه‌مدت و بلندمدت از طریق تجزیه مجموع جزئی مثبت و منفی متغیرهای توضیحی از پیش تعیین‌شده آزمایش شود. همچنین امکان کمی‌سازی واکنش تورم مواد غذایی به شوک‌های مثبت و منفی متغیرهای کلان اقتصادی را از طریق ضریب‌های پویای نامتقارن ارائه می‌دهد. در ادامه اثرات نامتقارن متغیرهای مؤثر بر تورم مواد غذایی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

با توجه به نتایج **جدول ۵**، اثر متغیر رشد «عرضه پول نسبت به تولید داخلی» بر تورم مواد غذایی ایران تنها در بلندمدت نامتقارن است و نشان می‌دهد که واکنش تورم مواد غذایی نسبت به افزایش و کاهش رشد عرضه پول مثبت و معنادار است، به‌طوری‌که با افزایش رشد عرضه پول، تورم مواد غذایی ۰/۲۴ درصد افزایش می‌یابد، در حالی که کاهش رشد عرضه پول منجر به کاهش تورم مواد غذایی به میزان ۰/۰۴ درصد می‌شود. اثر مثبت عرضه پول بر تورم مواد غذایی مطابق با تئوری پولی است که در آن افزایش در عرضه پول باعث افزایش نرخ تورم می‌شود. علاوه بر این، اثر افزایش رشد عرضه پول به‌طور قابل توجهی بیشتر از کاهش آن است. بسته به انتظارات عمومی، وضعیت بنیادی و توسعه اقتصاد و مکانیسم انتقال، افزایش مداوم عرضه پول یک کشور منجر به افزایش سطح عمومی قیمت‌ها می‌شود. بنابراین، هر چه عرضه پول برای اقتصاد بیشتر باشد، سطح قیمت نیز بالاتر خواهد بود. از این رو، انتظار داریم بین حجم پول و تورم رابطه مثبت وجود داشته باشد. در واقع عرضه پول با ایجاد تقاضای کل در بازار که قیمت مواد غذایی را بالا می‌برد، بر تورم قیمت مواد غذایی تأثیر مثبت می‌گذارد. از آنجا که حجم نقدینگی در کشور بالا بوده (و از آن به‌عنوان یکی از عوامل اصلی تورم یاد می‌شود) و با توجه به ساختار اقتصادی کشور، نقدینگی کمتر به سمت تولید کالاها انتقال می‌یابد و از طرف دیگر قیمت مواد غذایی تمایل به چسبندگی به سمت بالا دارد، دور از انتظار نیست که اثر افزایش رشد عرضه پول نسبت به کاهش آن قابل توجه باشد. در دوره کوتاه‌مدت نیز اثر عرضه پول بر تورم مواد غذایی مثبت و معنادار است. شمس‌الدینی و همکاران (Shamsoddini et al., 2021) استدلال کردند که اثر حجم پول بر قیمت محصولات کشاورزی در بلندمدت نامتقارن بوده و اثر افزایش و کاهش حجم پول بر تورم قیمت محصولات کشاورزی ایران مثبت و معنادار است. همچنین رمدوست بناب و همکاران (Ramedoust Bonab et al., 2023) دریافتند که اثر نقدینگی بر تورم ایران در بلندمدت نامتقارن بوده و در بلندمدت اثر افزایش آن بر تورم مثبت و اثر کاهش آن معنادار نیست. بنابراین، نتایج این مطالعه با یافته‌های شمس‌الدینی و همکاران (Shamsoddini et al., 2021) و رمدوست بناب و همکاران

لیانی و مهرجو (Layani & Mehrjou, 2023) در بلندمدت و با نتایج طرازکار و شیخ‌زین‌الدین (Tarazkar & Sheikhzeinoddin, 2019) در کوتاه‌مدت همخوانی دارد، اما با نتایج جعفری صمیمی و فرج‌زاده (Jafari Samimi & Farajzade, 2019) و عزتی شورگلی و خداویسی (Ezzati Shourgholi & Khodavaresi, 2019) سازگار نیست. در مدل خطی ARDL، اثر متغیر رشد نرخ ارز بر تورم مواد غذایی ایران مثبت و معنادار بوده و افزایش یک درصدی آن سبب افزایش تورم مواد غذایی به میزان ۰/۶۸ درصد در بلندمدت می‌شود. در دوره کوتاه‌مدت، رشد نرخ ارز با اثرگذاری کمتر نسبت به دوره بلندمدت (۰/۳۶ درصد) سبب افزایش تورم مواد غذایی ایران می‌شود. نتایج قهرمان‌زاده و همکاران (Ghahremanzadeh et al., 2017)، علیزاده و گلخندان (Alizadeh & Golkhandan, 2016) و نیز اعظم‌زاده شورکی و خلیلیان (Azamzadeh Shooroki & Khalilian, 2010) نیز نشان داد که در بلندمدت و کوتاه‌مدت اثر نرخ ارز بر قیمت مواد غذایی ایران مثبت و معنادار است و نتایج این مطالعه با آنها سازگار است. اثر متغیر رشد آزادسازی تجاری در حالت مقارن بر تورم مواد غذایی ایران منفی و معنادار است و افزایش یک درصدی آن در بلندمدت، تورم مواد غذایی را به میزان ۰/۳۸ درصد کاهش می‌دهد. در دوره کوتاه‌مدت نیز رشد آزادسازی تجاری اثر منفی و معناداری بر تورم مواد غذایی دارد و میزان اثرگذاری آن نسبت به دوره بلندمدت (۰/۲ درصد) کمتر است. در این راستا، یافته‌های علیزاده و گلخندان (Alizadeh & Golkhandan, 2016) و قهرمان‌زاده و همکاران (Ghahremanzadeh et al., 2017) نشان داد که در کوتاه‌مدت و بلندمدت، اثر درجه باز بودن تجاری بر قیمت مواد غذایی در ایران منفی و معنادار است. لیانی و مهرجو (Layani & Mehrjou, 2023)، قهرمان‌زاده و همکاران (Ghahremanzadeh et al., 2023) و جعفری صمیمی و فرج‌زاده (Jafari Samimi & Farajzade, 2019) نیز در بلندمدت به نتیجه مشابهی دست یافتند. افزون بر این، اسلاملوئیان و همکاران (Eslamloueyan et al., 2010) در کوتاه‌مدت برای تورم در ایران به همین نتیجه رسیده‌اند. بنابراین، نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات فوق همخوانی دارد. در مدل خطی ARDL، در بلندمدت اثر متغیر رشد نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی جهانی بر تورم مواد غذایی ایران مثبت و معنادار است و افزایش یک درصدی آن سبب افزایش تورم مواد غذایی به میزان ۰/۱۷ درصد می‌شود. لانگ و همکاران (Long et al., 2022) نیز به این نتیجه رسیدند که اثر متغیر نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی جهانی بر قیمت‌های بین‌المللی غلات مثبت و معنادار است و یافته این مطالعه با آن همخوانی دارد. اثر متغیر موهومی بحران‌های جهانی روی تورم مواد غذایی ایران در بلندمدت مثبت و معنادار است و نشان می‌دهد که در طی سال‌هایی که جهان با بحران‌های مختلف روبرو بوده است (از جمله جهش قیمت جهانی مواد غذایی در سال ۲۰۰۸ و ۲۰۱۱، شیوع

(Ramedoust Bonab et al., 2023) (بجز معنادار نبودن اثر کاهشی حجم پول در بلندمدت) همخوانی دارد.

جدول ۵- اثرات متقارن و نامتقارن متغیرهای کلان اقتصادی مؤثر بر قیمت مواد غذایی در ایران در دوره کوتاه‌مدت و بلندمدت
Table 5- The asymmetric and symmetric effects of macroeconomic variables affecting on Iran's food prices in long-run and short-run

دوره Time	متغیر Variable	ARDL model	MS	NARDL model		
				GDPER	RATE	OPEN
دوره بلندمدت Long-run	ضریب افزایش متغیر (α^+) The coefficient of increasing (α^+)	-	0.24**	0.61*	0.79*	-
	ضریب کاهش متغیر (α^-) The coefficient of decreasing (α^-)	-	0.04**	0.56*	-0.11	-
	LMS	0.03*	-	0.03*	0.03**	0.03*
	LGDPER	0.48*	0.6*	-	0.72*	0.48*
	LRATE	0.68*	0.67*	0.73*	-	0.68*
	LOPEN	-0.38**	-0.46**	-0.31**	-0.49**	-0.38**
	LEPU	0.32*	0.51*	0.30*	0.44*	0.32*
	CRISIS	0.15*	-	0.11**	0.15**	0.15*
	TREND	0.05**	-	0.04**	-	0.05**
	C	-9.85**	-11.3*	-6.04*	-9.26*	-9.85**
دوره کوتاه‌مدت Short-run	ضریب افزایش متغیر (β^+) The coefficient of increasing (β^+)	-	-	-	0.35*	-
	ضریب کاهش متغیر (β^-) The coefficient of decreasing (β^-)	-	-	-	-0.05	-
	Δ LMS	0.02*	0.02*	0.02*	0.02**	0.02*
	Δ LGDPER	0.11**	0.18*	0.11**	0.16*	0.11**
	Δ LRATE	0.36*	0.32*	0.36*	-	0.36*
	Δ LOPEN	-0.20**	-0.21**	-0.20**	-0.22**	-0.20**
	Δ LEPU	0.17*	0.21*	0.17*	0.19*	0.17*
	Δ CRISIS	0.08*	-	0.08*	0.07**	0.08*
	Δ TREND	0.03***	-	0.03***	-	0.03***
	ECM(-1)	-0.52*	-0.40*	-0.52*	-0.44*	-0.52*
	R-squared	0.86	0.81	0.86	0.84	0.86
	Adjusted R-squared	0.80	0.75	0.80	0.78	0.80
	F-statistic	17.06*	16.81*	17.06*	14.76*	17.06*
	DW-statistic	2.3	2.26	2.3	2.39	2.3
	آزمون‌های تشخیصی					
	Serial Correlation	0.92(0.35)	0.08(0.76)	1.6(0.23)	1.2(0.29)	0.92(0.35)
	Normality	0.72(0.70)	1.2(0.56)	1.5(0.48)	0.66(0.72)	0.72(0.70)
	Functional Form	2.2(0.15)	4.6(0.06)	1.5(0.23)	1.7(0.21)	2.2(0.15)
	Heteroscedasticity	1.2(0.28)	0.03(0.87)	1.1(0.31)	0.58(0.45)	1.2(0.28)

مأخذ: یافته‌های پژوهش - *، ** و ***: معنی‌داری در سطح پنج و ده درصد

Source: Research findings - *, ** and ***: The significance level at the 1%, 5% and 10%

تولید ناخالص داخلی سرانه سبب افزایش درآمد سرانه می‌شود و افزایش درآمد سرانه نیز قدرت خرید خانوار را افزایش می‌دهد که منجر به افزایش تقاضا برای مواد غذایی و در نتیجه افزایش قیمت مواد غذایی می‌شود. در مطالعه ولنگ و شمس‌دین (Wong & Shamsudin, 2017) اثر تولید ناخالص داخلی بر تورم مواد غذایی و در مطالعه عامر و عامر (Umar & Umar, 2022) اثر آن بر تورم در دوره بلندمدت نامتقارن است، اما بر خلاف این مطالعه اثر افزایش و کاهش تولید ناخالص داخلی بر تورم منفی و معنادار است. باوا و

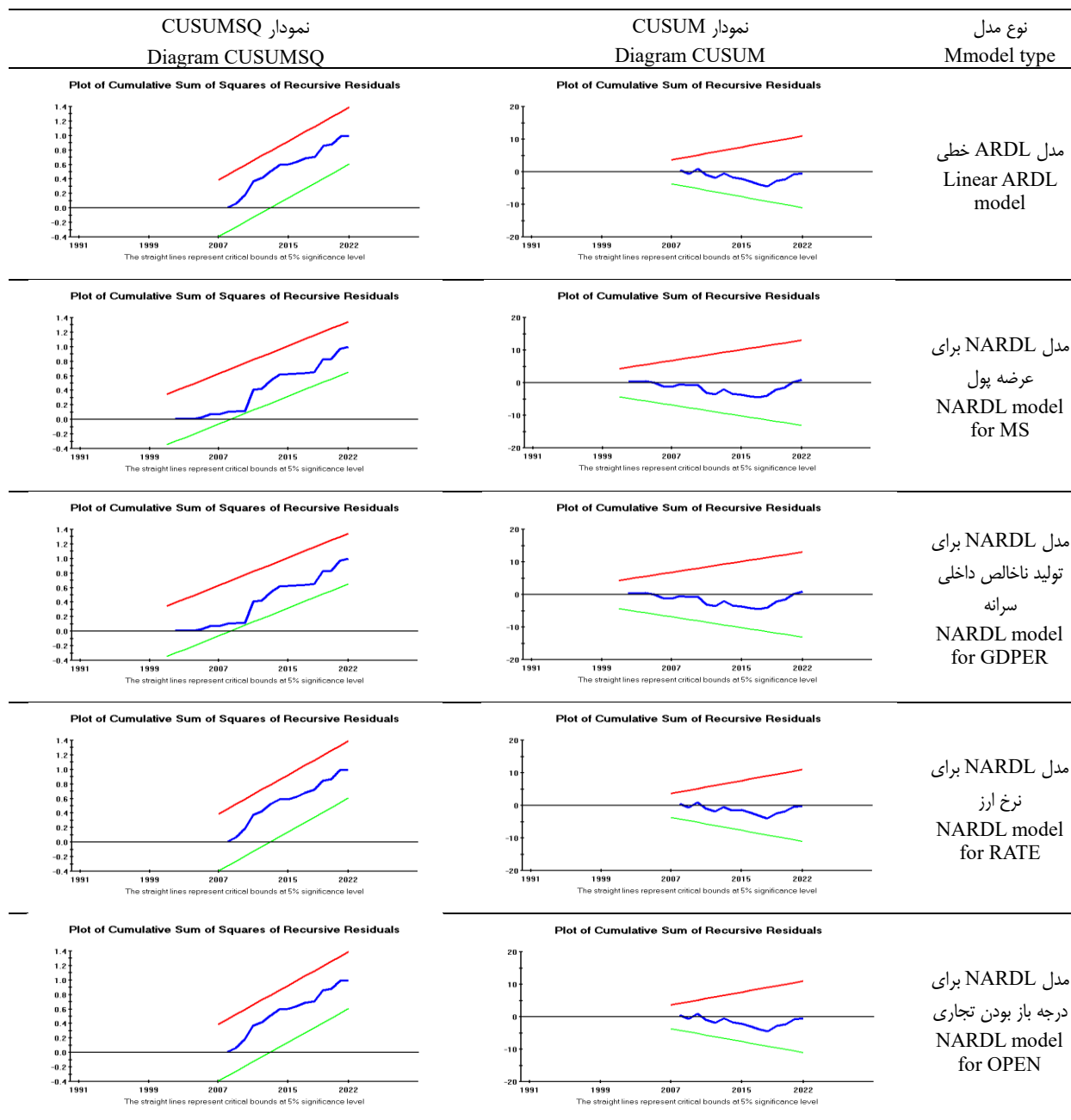
اثر متغیر رشد تولید ناخالص داخلی سرانه تنها در بلندمدت بر تورم مواد غذایی ایران نامتقارن است و افزایش و کاهش این متغیر بر تورم مواد غذایی مثبت و معنادار است، به‌طوری‌که با افزایش رشد تولید ناخالص داخلی سرانه، تورم مواد غذایی ۰/۶۱ درصد افزایش می‌یابد و کاهش آن تورم مواد غذایی را ۰/۵۶ درصد کاهش می‌دهد؛ بنابراین، اثر افزایش رشد تولید ناخالص داخلی سرانه بر تورم مواد غذایی ایران بیشتر از اثر کاهش آن است. در دوره کوتاه‌مدت نیز رشد تولید ناخالص داخلی سرانه باعث افزایش تورم مواد غذایی می‌شود. در واقع، افزایش

همکاران (Bawa et al., 2020)، کوتون (Kouton, 2019) و پوتری و همکاران (Putri et al., 2019) نشان دادند که اثر تولید ناخالص داخلی به ترتیب بر تورم نیجریه، ساحل عاج و اندونزی در کوتاهمدت و بلندمدت مثبت و معنی دار است؛ اما مطالعه اولایونگبو (Olayungbo, 2021) در ۲۱ کشور در حال توسعه نشان داد که تولید ناخالص داخلی سرانه اثر معناداری بر قیمت مواد غذایی ندارد. بنابراین، نتایج این مطالعه با یافته‌های باوا و همکاران (Bawa et al., 2020)، کوتون (Kouton, 2019) و پوتری و همکاران (Putri et al., 2019) همخوانی داشته و با مطالعه اولایونگبو (Olayungbo, 2021) سازگار نیست. همچنین، این تحقیق از نظر نامتقارنی تولید ناخالص داخلی سرانه در بلندمدت با نتایج مطالعه وانگ و شمس‌دین (Wong & Shamsudin, 2017) همخوانی دارد. اثر متغیر نرخ ارز هم در بلندمدت و هم در کوتاهمدت بر تورم مواد غذایی ایران نامتقارن است؛ واکنش تورم مواد غذایی در بلندمدت و کوتاهمدت نسبت به افزایش نرخ ارز مثبت و معنادار است، در حالی که اثر کاهش نرخ ارز بر تورم مواد غذایی هم در بلندمدت و هم در کوتاهمدت منفی بوده اما از لحاظ آماری معنادار نیست. مقدار ضریب افزایش نرخ ارز در دوره بلندمدت و کوتاهمدت به ترتیب برابر ۰/۷۹ و ۰/۳۵ است و بیانگر آن است که با افزایش یک درصدی نرخ ارز تورم مواد غذایی در بلندمدت و کوتاهمدت به ترتیب ۰/۷۹ و ۰/۳۵ درصد افزایش می‌یابد. بنابراین، اثر افزایش نرخ ارز بر تورم مواد غذایی در بلندمدت بیشتر از اثر آن در کوتاهمدت است. همچنین، ضریب افزایش نرخ ارز بیشترین اثر را بر تورم مواد غذایی دارد و به‌طور قابل توجهی بیشتر از اثر کاهش آن است (ضریب کاهش نرخ ارز آزاد در بلندمدت و کوتاهمدت به ترتیب ۰/۱۱- و ۰/۰۵- درصد است). در ایران، هر زمان که ارزش پول داخلی نسبت به ارز خارجی کاهش می‌یابد، افزایش نرخ تورم مواد غذایی رخ می‌دهد. نرخ ارز از کانال واردات و صادرات می‌تواند قیمت مواد غذایی را افزایش دهد. از منظر صادرات، زمانی که نرخ ارز افزایش می‌یابد، تمایل بازرگانان و صادرکنندگان برای صادرات محصولات غذایی بیشتر شده و در نتیجه ممکن است کاهش عرضه داخلی مواد غذایی منجر به افزایش قیمت مواد غذایی در داخل باشد. از منظر واردات، افزایش نرخ ارز می‌تواند از طریق نهاده‌های وارداتی (مانند نهاده‌های دام و طیور، کود، سم، دارو و ...) هزینه تولید مواد غذایی را افزایش دهد و در نتیجه موجب افزایش قیمت مواد غذایی در داخل شود. افزون بر این، کاهش نرخ ارز با کاهش هزینه واردات نهاده‌های مربوط به تولید کالاهای کشاورزی می‌تولند منجر به کاهش قیمت مواد غذایی در بازار داخلی شود. علاوه بر این، سیستم ارز مختلط در ایران، قدرت بانک مرکزی را تضعیف کرده و سبب کاهش ارزش پول ملی می‌شود. همچنین تأثیرپذیری بیش از حد نرخ ارز از بحران‌های مالی، باعث آشفتگی اقتصادی و مالی می‌شود. در مجموع در اقتصاد ایران، حساسیت قیمت‌ها به تغییرات نرخ ارز زیاد است و در یک

محیط با نرخ ارز ناپایدار و پرنوسان مانند ایران، عدم اطمینان در انتظارات به خودی خود بر تورم داخلی تأثیر می‌گذارد. لیانی و مهرجو (Layani & Mehrjou, 2023) و شمس‌الدینی و همکاران (Shamsoddini et al., 2021) دریافتند که اثر نرخ ارز بر قیمت مواد غذایی ایران در بلندمدت و کوتاهمدت نامتقارن است، به‌طوری که اثر افزایش نرخ ارز در کوتاهمدت و بلندمدت مثبت و معنادار بوده اما کاهش نرخ ارز در بلندمدت دارای اثر منفی است، اما از لحاظ آماری معنادار نیست. به‌طور مشابه، در مطالعه عزتی شورگلی و خداویسی (Ezzati Shourgholi & Khodavaishi, 2019)، در کوتاهمدت و بلندمدت اثر نرخ ارز بر شاخص قیمت مصرف‌کننده نامتقارن بدست آمده و اثر افزایش نرخ ارز مثبت و معنادار بوده اما اثر کاهشی آن چه در کوتاهمدت و چه در بلندمدت معنادار نیست. در تحقیق رهمه‌دوست بناب و همکاران (Ramedoust Bonab et al., 2023)، در بلندمدت اثر نرخ ارز واقعی بر تورم ایران مثبت و معنادار است. قهرمان‌زاده و همکاران (Ghahremanzadeh et al., 2017) و کهنسال و هزاره (Kohansal & Hezareh, 2017) نیز نشان دادند که نرخ ارز در کوتاهمدت سبب افزایش تورم مواد غذایی می‌شود. یافته عامر و عامر (Umar & Umar, 2022) در نیجریه نیز نشان داد که در بلندمدت و کوتاهمدت اثر افزایش نرخ ارز بر تورم منفی و اثر کاهش آن مثبت و معنادار است، در حالی که وانگ و شمس‌دین (Wong & Shamsudin, 2017) به نتیجه‌ای خلاف عامر و عامر (Umar & Umar, 2022) در مالزی برای تورم مواد غذایی دست یافتند. بنابراین، یافته‌های این مطالعه با نتایج لیانی و مهرجو (Layani & Mehrjou, 2023)، شورگلی و خداویسی (Ezzati Shourgholi & Khodavaishi, 2019)، شمس‌الدینی و همکاران (Shamsoddini et al., 2021)، قهرمان‌زاده و همکاران (Ghahremanzadeh et al., 2017) و کهنسال و هزاره (Kohansal & Hezareh, 2017) همخوانی دارد. اثر متغیر رشد آزادسازی تجاری در بلندمدت و کوتاهمدت بر تورم مواد غذایی متقارن است و این امر بدان معنی است که افزایش و کاهش آن به یک اندازه بر تورم مواد غذایی تأثیرگذار است. به بیان دیگر یک درصد رشد آزادسازی تجاری تورم مواد غذایی در دوره بلندمدت و کوتاهمدت، تورم مواد غذایی به ترتیب ۰/۳۸ و ۰/۲۰ درصد کاهش می‌دهد. همچنین اثر این متغیر در دوره بلندمدت بیشتر از دوره کوتاهمدت است. اثر منفی آزادسازی تجاری بر قیمت مواد غذایی می‌تواند گویای این حقیقت باشد که بهبود روابط تجاری و کاهش تحریم‌های اقتصادی، می‌تولند منجر به کاهش قیمت مواد غذایی در داخل کشور شود. در مقابل کاهش سهم تجارت از تولید ناخالص داخلی در نتیجه افزایش تحریم‌های اقتصادی در کشور، می‌تواند تورم مواد غذایی را در پی داشته باشد. با توجه به اینکه سهم مواد غذایی از بودجه خانوارهای کم درآمد بیشتر است، لذا این گروه از جامعه آسیب بیشتری از تحریم‌ها و در مقابل منفعت بیشتری از

می‌شود. رابطه معکوس بین درجه باز بودن و تورم گویای آن است که فرضیه رومر (۱۹۹۳) برای ایران در کوتاه‌مدت و بلندمدت معتبر است.

آزادسازی تجاری خواهند برد. بازار محصولات غذایی زمانی رقابتی‌تر می‌شوند که کشورهای طرف تجارت‌فعالیت‌های تجاری با یکدیگر را افزایش دهند و چنین رقابتی منجر به کاهش قیمت کالاهای غذایی



شکل ۲- نمودارهای ثبات ساختاری مدل خطی و غیرخطی ARDL برای متغیرهای کلان اقتصادی مؤثر بر قیمت مواد غذایی در ایران
Figur 2- Structural stability diagrams of ARDL and NARDL model for macroeconomic variables affecting on food prices in Iran

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

یافته این مطالعه مبنی بر اثر منفی درجه باز بودن تجاری با نتایج لیدیما (Lidiema, 2020)، میر و همکاران (Meyer et al., 2018) و فلاکسبارث و گاریدو (Flachsbarth & Garrido, 2014) همخوانی دارد. به طور کلی تأثیر متغیرهای کنترلی بر تورم مواد غذایی در هر یک از مدل‌های NARDL این دیدگاه را تأیید می‌کند که محیط اجتماعی-اقتصادی نقش مهمی در توضیح تورم مواد غذایی در کشورهای واردکننده خالص مواد غذایی ایفا می‌کند و سیاست‌گذاران در این کشورها می‌توانند سیاست‌های خود را بر اساس سایر متغیرهای کلان اقتصادی مورد استفاده در این مطالعه مورد توجه قرار دهند. فارغ از اثر معناداری، در حالت کلی مقایسه ضرایب افزایش متغیرها با کاهش آنها هم در بلندمدت و هم در کوتاه‌مدت نشان می‌دهد که بجز متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه، اثر افزایش حجم پول، نرخ ارز آزاد و درجه باز بودن تجاری بر تورم مواد غذایی بیشتر از کاهش آنهاست. در دوره کوتاه‌مدت، ضریب تصحیح خطا که نشان‌دهنده سرعت تعدیل به سمت تعادل بلندمدت است، برای مدل خطی ARDL و هر یک از مدل‌های NARDL در دامنه (۰/۵۲، ۰/۴۰) قرار دارد. این ضریب دارای علامت مورد انتظار بوده و از لحاظ مقداری نیز بیانگر سرعت متوسط فرآیند تعدیل شوک‌های وارده در دوره کوتاه‌مدت است. در واقع در حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد انحرافات از تعادل ناشی از مدل‌ها در طی یک سال تعدیل می‌شود.

آزمون‌های تشخیص، برای مشخص کردن ثبات مدل و تعیین ثبات ساختاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق برای ثبات ضرایب برآوردی، آزمون‌های CUSUM و CUSUMSQ مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمون‌ها فرضیه صفر مبنی بر ثبات پارامترها در سطح معنی‌داری ۵ درصد آزمون می‌شود. در صورتی که آماره آزمون در بین دو خط مستقیم قرار گیرند، فرضیه صفر یعنی ثبات ضرایب پذیرفته می‌شود. نتایج آزمون‌های مذکور برای مدل‌های برآوردی در شکل ۲ نشان داده شده است. از آنجا که پارامتر محاسباتی در داخل محدوده خطوط راست قرار گرفته است، لذا پارامترهای برآوردی در سطح معنی‌داری ۵ درصد از ثبات برخوردارند. علاوه بر این، نمودار CUSUMSQ نشان‌دهنده غلبه شوک مثبت عوامل مؤثر بر قیمت مواد غذایی ایران نیز می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

قیمت مواد غذایی شاخص مهمی از رفاه جامعه است و تورم مواد غذایی می‌تواند فقر در اقتصادهای در حال توسعه را عمیق‌تر کند. امروزه تورم و بخصوص تورم مواد غذایی در ایران همچنان به صورت یک ابرمشکل باقی مانده است و سیاست‌گذاران و مسئولین همواره در تلاش‌اند تا مشکل مزمن تورم مواد غذایی را کاهش دهند، اما

سیاست‌های اجرا شده در این راستا موفق به کاهش تورم مواد غذایی به سطح پایدار و قابل قبول نشده است. بنابراین، درک رفتار قیمت مواد غذایی در واکنش به عوامل کلان اقتصادی برای سیاست‌گذاران ضروری است. در این راستا در این مقاله اثر نامتقارن متغیرهای کلان اقتصادی (حجم پول، تولید ناخالص داخلی سرانه، نرخ ارز و درجه باز بودن تجاری) مؤثر بر تورم مواد غذایی در ایران با استفاده از رویکرد غیر خطی ARDL بررسی شد. نتایج حاصل از آزمون کرانه‌ها در حالت خطی و غیر خطی در مدل ARDL نشان داد که میان متغیرهای کلان اقتصادی شامل حجم پول، تولید ناخالص داخلی سرانه، نرخ ارز، درجه باز بودن تجاری، نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی جهانی و قیمت مواد غذایی در ایران رابطه بلندمدت وجود دارد. افزون بر این، نتایج آزمون‌های تقارن کوتاه‌مدت و بلندمدت با استفاده از آزمون والد نشان داد که اثر متغیر نرخ ارز آزاد بر تورم مواد غذایی ایران در بلندمدت و کوتاه‌مدت نامتقارن است، در حالی که اثر متغیرهای عرضه پول و تولید ناخالص داخلی سرانه فقط در بلندمدت نامتقارن است؛ اثر متغیر درجه باز بودن تجاری هم در کوتاه‌مدت و بلندمدت متقارن بوده و دارای رفتار خطی است. نتایج حاصل از برآورد مدل خطی ARDL نشان داد که در کوتاه‌مدت و بلندمدت اثر رشد متغیرهای حجم پول، تولید ناخالص داخلی سرانه، نرخ ارز و نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی جهانی بر تورم مواد غذایی ایران مثبت و معنادار است در حالی که اثر باز بودن تجاری منفی و معنادار است. نتایج حاصل از تخمین مدل NARDL نیز نشان داد که واکنش تورم مواد غذایی نسبت به افزایش و کاهش رشد عرضه پول و تولید ناخالص داخلی مثبت و معنادار است و افزایش آنها بر تورم مواد غذایی بیشتر از اثر کاهش آنهاست. واکنش تورم مواد غذایی در بلندمدت و کوتاه‌مدت نسبت به افزایش نرخ ارز آزاد مثبت و معنادار است، در حالی که اثر کاهش نرخ ارز آزاد در بلندمدت و در کوتاه‌مدت منفی بوده اما از لحاظ آماری معنادار نیست و نیز اثر افزایش نرخ ارز آزاد بر تورم مواد غذایی در بلندمدت بیشتر از اثر آن در کوتاه‌مدت است. اثر متغیر درجه باز بودن تجاری بر تورم مواد غذایی متقارن بوده و افزایش آن سبب کاهش تورم مواد غذایی در بلندمدت و کوتاه‌مدت می‌شود.

مرتبط نمودن قیمت محصولات کشاورزی با شرایط بازار و آزادسازی بازار این محصولات روش مناسبی برای هماهنگ کردن اثرات سیاست‌های کلان و سیاست‌های خاص کشاورزی است که باید مورد توجه سیاست‌گذاران قرار گیرد. با توجه به اهمیت بخش کشاورزی، سیاست‌های اقتصادی دولت در رابطه با قیمت مواد غذایی از اهمیت و حساسیت بالایی برخوردار خواهد بود. با توجه به نتایج حاصله موارد زیر برای مدیریت و کاهش تورم مواد غذایی در ایران پیشنهاد می‌شود.

۱- نتایج نشان داد که در حالت متقارن افزایش عرضه پول باعث

افزایش تورم مواد غذایی می‌شود و در حالت نامتقارن اثر افزایش عرضه پول نسبت به اثر کاهش آن در بلندمدت به میزان بیشتری سبب افزایش قیمت مواد غذایی می‌شود. با توجه به وابستگی اقتصاد کشور به درآمدهای نفتی، کسری‌های بودجه، کنترل نرخ ارز از سوی بانک مرکزی و همچنین سیاست‌های بانکی در مورد اعطای تسهیلات و نرخ سود، زمینه برای وقوع شوک‌های پولی در اقتصاد کشور فراهم است. بنابراین، طراحی سیاست‌های مؤثر در مدیریت عرضه پول برای برخورداری حجم نقدینگی کشور از روند طبیعی و متناسب، در دستور قرار دادن استقلال بانک مرکزی و اصلاحات قوانین و مقررات به منظور اصلاح ناترازی‌های پایه پولی و نیز سیاست‌های نرخ بهره، نسبت ذخیره قانونی و عملیات بازار باز مناسب در این زمینه پیشنهاد می‌شود.

۲- بر اساس نتایج، افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه در حالت متقارن منجر به افزایش قیمت مواد غذایی می‌شود و در حالت نامتقارن همانند عرضه پول، اثر افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه نسبت به اثر کاهش آن در بلندمدت به میزان بیشتری سبب افزایش قیمت مواد غذایی می‌شود. در این زمینه ذخیره غلات غذایی در طول فصل برداشت و افزایش موجودی مواد غذایی با ایجاد یک سیستم سردخانه گسترده و تقویت انبارهای بزرگ نیز از طریق تامین تقاضا می‌تواند

تورم مواد غذایی را کنترل کند.
۳- واکنش قیمت مواد غذایی نسبت به تغییرات نرخ ارز حالت متقارن مثبت و معنادار است و در حالت نامتقارن تنها افزایش نرخ ارز آزاد سبب افزایش قیمت مواد غذایی شده و کاهش آن اثر معناداری ندارد. پیشنهاد می‌شود که دولت با اتخاذ سیاست‌های ارزی مناسب و عدم افزایش آن برای جبران کسری بودجه به منظور جلوگیری از افزایش غیر منطقی نرخ ارز غیر رسمی، اعطای اختیارات نقش‌آفرینی بیشتر به بانک مرکزی در جهت کنترل نرخ ارز و اقدامات و سیاست‌های مناسب در جهت کاهش وابستگی به نهادهای واسطه‌ای وارداتی زمینه کنترل و پایداری نوسانات قیمت مواد غذایی در کشور را فراهم کند.

۴- بر اساس نتایج حاصله، قیمت مواد غذایی در اثر باز شدن تجارت کاهش می‌یابد. باز بودن تجارت بین‌المللی باید یک عنصر اساسی در ترکیب سیاست‌ها برای افزایش امنیت غذایی باشد. در این زمینه با افزایش درجه باز بودن اقتصاد از راه کاهش تعرفه‌ها و محدودیت‌ها می‌توان با افزایش قیمت مواد غذایی مقابله کرد، اما باید به پیامدهای آن بر سایر بخش‌های اقتصاد و چگونگی اجرای آن توجه نمود به‌ویژه اثری که ممکن است بر اشتغال و تولید داخلی داشته باشد.

References

1. Abdalaziz, R.A., Khalid, A.R., & Peter, A. (2016). Oil and food prices co-integration nexus for Indonesia: A non-linear autoregressive distributed lag analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(1), 82-87.
2. Adams, S.O., Awujoola, A., & Alungudu, A.I. (2014). Modeling Nigeria's consumer price index using ARIMA model. *International Journal of Development and Economic Sustainability*, 2(2), 37-47.
3. Akinbode, S.O., Olabisi, J., Adekunle, C.P., & Jimoh, O.M. (2021). Macroeconomic variables and food price inflation in Nigeria (1980-2018). *Journal of Rural Economics and Development*, 23(1), 1-11. <http://doi.org/10.22004/ag.econ.313621>
4. Alieva, M. (2019). Do global oil prices drive domestic food prices? Evidence from the Middle East countries. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Economics, ISSN: 1401-4084, Online publication: <http://stud.epsilon.slu.se>
5. Alizadeh, M., & Golkhandan, A. (2016). Investigating and comparing the asymmetric impact of oil price shocks on food prices in oil exporting and importing countries. *Journal of Economic Research and Regional Development*, 24(14), 122-147. (In Persian). <http://doi.org/10.22067/erd.v24i14.60586>
6. Amaglobeli, D., Gu, M., Hanedar, E., Hong, G.H., & Thevenot, C. (2023). Policy responses to high energy and food prices. *IMF Working Papers* No. 2023/074.
7. Avalos, A. (2015). Household consumption response to food price shocks and the vulnerability of the poor in Mexico. *Journal of International Development*, 28(8), 1294-1312.
8. Ayhan, F., & Kartal, M.T. (2021). The macroeconomic drivers of non-performing loans (NPL): evidence from selected countries with heterogeneous panel analysis. *MANAS Journal of Social Studies*, 10(2), 986-999. <https://ssrn.com/abstract=3829558>
9. Azamzadeh Shooroki, M., & Khalilian, S. (2010). Study of monetary policies effect on food price in Iran. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 24(2), 177-184. (In Persian). <http://doi.org/10.22067/jead2.v1389i2.3933>
10. Babatunde, M.A. (2017). Trade openness and inflation in Nigeria: A nonlinear ARDL analysis. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 8(24), 129-148. ISSN 2222-2855 (Online)
11. Baffes, J., & Dennis, A. (2013). Long-term drivers for food prices. The World Bank Policy Research, *Work Paper* No. 6455.
12. Bahmani-Oskooee, M., & Fariditavana, H. (2016). Nonlinear ARDL approach and the J-curve phenomenon. *Open*

- Economies Review*, 27(1), 51-70. <https://doi.org/10.1007/s11079-015-9369-5>
13. Balke, N.S., & Fomby, T.B. (1997). Threshold cointegration. *International Economic Review*, 38(3), 627-645. <https://doi.org/10.2307/2527284>
14. Bawa, S., Abdullahi, I.S., Tukur, D., Barda, S.I., & Adams, Y.J. (2020). Asymmetric impact of oil price on inflation in Nigeria. *CBN Journal of Applied Statistics*, 11(2), 85-113. <https://doi.org/10.33429/Cjas.11220.4/8>
15. Bloom, N. (2009). The impact of uncertainty shocks. *Journal of Econometrica*, 77(3), 623-685. <https://doi.org/10.3982/ECTA6248>
16. Bogmans, Ch., Pescatori, A., & Prifti, E. (2021). Income versus prices: how does the business cycle affect food (in)-security? *IMF Working Paper* No. 2021/238. <https://ssrn.com/abstract=4026440>
17. Ceballos, F., Hernandez, M.A., Minot, N., & Robles, M. (2017). Grain price and volatility transmission from international to domestic markets in developing countries. *Journal of World Development*, 94, 305-320. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.01.015>
18. Central Bank of Iran. (2023). <https://www.cbi.ir/page/4275.aspx>
19. Chen, D., Gummi, U.M., Lu, S.B., & Mu'azu, A. (2020). Modelling the impact of oil price fluctuations on food price in high and low-income oil exporting countries. *Journal of Agricultural Economics*, Czech, 66, 458-468. <https://doi.org/10.17221/197/2020-AGRICECON>
20. Dávila, O.G. (2010). Food security and poverty in Mexico: The impact of higher global food prices. *Food Security*, 2, 383-393.
21. Depren, Ö., Kartal, M.T., & Depren, S.K. (2021). Recent innovation in benchmark rates (BMR): evidence from influential factors on Turkish Lira overnight reference interest rate with machine learning algorithms. *Journal of Financial Innovation*, 7(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40854-021-00245-1>
22. Eslamloueyan, K., Shafiee Sarvestani, M., & Jafari, M. (2010). The impact of trade openness on main macroeconomic variables in Iran (1961-2007). *Iranian Journal of Economic Research*, 14(43), 1-21. https://ijer.atu.ac.ir/article_3445.html
23. Ezzati Shourgholi, A., & Khodavaishi, H. (2019). Investigating the asymmetric exchange rate pass through to domestic prices. *Iranian Journal of Economic Strategy*, 8(30), 161-200. (In Persian)
24. Flachsbarth, I., & Garrido, A. (2014). The effects of agricultural trade openness on food price transmission in Latin American countries. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12(4), 927-940. <https://doi.org/10.5424/sjar/2014124-6292>
25. Food and Agriculture Organization (FAO). (2023). FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
26. Garcimartín, C., Astudillo, J., & Martínez, A. (2021). Inflation and income distribution in Central America, Mexico, Panama, and the Dominican Republic. *Review of Development Economics*, 25(1), 315-339.
27. Ghahremanzadeh, M., Pishbahar, E., & Khalili-Malekshahi, S. (2017). The effect of macroeconomic variables on food inflation in Iran: An application of structural vector error correction model (SVECM). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 47(4), 773-784. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2016.61308>
28. Ghahremanzadeh, M., Samadpour, M., & Hosseinzad, J. (2023). The effects of agricultural trade openness on food price in Iran. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 36(4), 363-376. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jead.2022.73620.1098>
29. Haj-Seyedjavadi, M., & Heydari, R. (2023). Applying hybrid models based on deep machine learning in smart agriculture (case study: forecasting the future price of pistachios). *Journal of Agricultural Economics and Development*, 37(3), 289-307. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jead.2023.79545.1165>
30. Husaini, D.H., & Lean, H.H. (2021). Asymmetric impact of oil price and exchange rate on disaggregation price inflation. *Journal of Resources Policy*, 73, 102175, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102175>
31. Ibrahim, M.H. (2015). Oil and food prices in Malaysia: a nonlinear ARDL analysis. *Journal of Agricultural and Food Economics*, 3(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40100-014-0020-3>
32. Ismaya, B.I., & Anugrah, D.F. (2018). Determinant of food inflation: The case of Indonesia. *Bulletin of Monetary Economics and Banking*, 21(1), 81-94. <https://doi.org/10.21098/bemp.v21i1.926>
33. Jafari Samimi, A., & Farajzade, Z. (2019). Factors affecting food price index in Iran. *Journal of Agricultural Economics Research*, 11(41), 1-16. (In Persian). <https://doi.org/20.1001.1.20086407.1398.11.41.1.6>
34. Javdan, E., Raheli, H., & Naghdi, R. (2015). Analysis of factors affecting food price in Iran with emphasis on oil shocks. *Iranian Journal of Agricultural Economics Research*, 7(26), 179-195. (In Persian). <https://doi.org/20.1001.1.20086407.1394.7.26.10.7>
35. Jiansheng, L. (2018). The effect of money supply on the prices of different agricultural products. *Journal of Agriculture and Life Sciences*, 5(2), 51-56. <https://doi.org/10.30845/jals.v5n2p8>
36. Kapetanios, G., Shin, Y., & Snell, A. (2006). Testing for cointegration in nonlinear smooth transition error correction models. *Journal of Econometric Theory*, 279-303. <https://doi.org/10.1017/S0266466606060129>
37. Kartal, M.T., & Depren, Ö. (2023). Asymmetric relationship between global and national factors and domestic food prices: evidence from Turkey with novel nonlinear approaches. *Journal of Financial Innovation*, 9, 11.

- <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
38. Kayamo, S.E. (2021). Asymmetric impact of real exchange rate on inflation in Ethiopia: a non-linear ARDL approach. *Journal of Cogent Economics and Finance*, 9:1, 1986931, <http://doi.org/10.1080/23322039.2021.1986931>
39. Khan, K., Yousaf, H., Mohammad, N., Khan, M., & Thao, D.T. (2019). Nexus between money supply and food prices: An empirical evidence from China. *Journal of Innovative Sciences*, 5(1), 36-39. <https://doi.org/10.17582/journal.jis/2019/5.1.36.39>
40. Kohansal, M.R., & Hezareh, R. (2017). The impacts of oil price shocks, exchange rate on food prices in urban areas of Iran. *Agricultural Economics Research*, 8(32), 171-190. <http://doi.org/20.1001.1.20086407.1395.8.32.9.5>
41. Köse, N., & Ünal, E. (2022). The effects of the oil price and temperature on food inflation in Latin America. *Journal of Environment, Development and Sustainability*, 1-27. <http://doi.org/10.1007/s10668-022-02817-2>
42. Kouton, J. (2018). An asymmetric analysis of the relationship between openness and inflation in Côte d'Ivoire. *International Journal of Economics and Financial Issues*, ISSN: 2146-4138. <https://doi.org/10.32479/ijefi.7095>
43. Layani, Gh., & Mehrjou, S. (2023). Asymmetric effects of exchange rate and oil price changes on food and agricultural product prices in Iran: application of NARDL approach. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 37(1), 35-48. (In Persian). <http://doi.org/10.22067/jead.2022.74721.1113>
44. Lee, H., & Park, C. (2013). International transmission of food prices and volatilities: a panel analysis. *Asian Development Bank Economics Working Paper Series* No.363.
45. Lidiema, C. (2020). Trade openness and crude oil price effects on food inflation: examining the Romer hypothesis in Kenya. *Journal of World Economic Research*, 9(2), 81-90. <https://doi.org/10.11648/j.jwer.20200902.12>
46. Long, S., Li, J., & Luo, T. (2022). The asymmetric impact of global economic policy uncertainty on international grain prices. *Journal of Commodity Markets*, 30, 100273. <https://doi.org/10.1016/j.jcomm.2022.100273>
47. Meyer, D.F., Sanusi, K.A., & Hassan, A. (2018). Analysis of the asymmetric impacts of oil prices on food prices in oil-exporting, developing countries. *Journal of International Studies*, 11(3), 82-94. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2018/11-3/7>
48. Montes-Rojas, G., & Toledo, F. (2021). External shocks and inflationary pressures in Argentina: a post-keynes-ian-structuralist empirical approach. *Journal of Review of Political Economy*, 34, 789-80.
49. Narayan, S., & Narayan, P.K. (2007). Understanding asymmetries in macroeconomic aggregates :The case of Singapore. *Journal of Applied Economics Letters*, 14, 905-908. <https://doi.org/10.1080/13504850500461563>
50. Olayungbo, D., & Hassan, W. (2016). Effects of oil price on food prices in developing oil exporting countries: a panel autoregressive distributed lag analysis. *Journal of OPEC Energy Review*, 40(4), 397-411. <https://doi.org/10.1111/opec.12090>
51. Olayungbo, D.O. (2021). Global oil price and food prices in food importing and oil exporting developing countries: A panel ARDL analysis. *Journal of Heliyon*, 7(3), e06357. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06357>
52. Osei, J.O. (2022). The asymmetric impact of oil price dynamics on inflation in Brazil. *European Journal of Economics*, 2(2), 39-50. <https://doi.org/10.33422/eje.v2i2.251>
53. Pal, D., & Mitra, S.M. (2019). Asymmetric oil price transmission to the purchasing power of the U.S. dollar: a multiple threshold NARDL modelling approach. *Journal of Resource Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101508>
54. Pesaran, M.H., Shin, Y., & Smith, R.J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
55. Psaradakis, Z., Sola, M., & Spagnolo, F. (2004). On Markov error-correction models, with an application to stock prices and dividends. *Journal of Applied Econometrics*, 19(1), 69-88. <https://doi.org/10.1002/jae.729>
56. Putri, K.N., Fitrawaty, & Ayu, S.F. (2019). Analysis of the effect of gross domestic product and price of food commodities on inflation in Indonesia. In *Proceedings of the 1st Unimed International Conference on Economics Education and Social Science (UNICEES 2018)*, pages 473-480. <https://doi.org/10.5220/0009502404730480>
57. Ramedoust Bonab, M., Alomran, R., Panahian, H., & Asgharpour, H. (2023). Investigating the asymmetric effects of monetary policy on the macroeconomic variables of Iran in the short and long-term using the NARDL technique. *Economic Growth and Development Research*, 13(50), 28-13. <https://doi.org/10.30473/egdr.2022.57978.6179>
58. Ruel, M., Garrett, J.L., Hawkes, C., & Cohen, M.J. (2010). The food, fuel, and financial crises affect the urban and rural poor disproportionately: a review of the evidence. *Journal of Nutrition*, 140(1), 170-176.
59. Salisu, A.A., Isah, K.O., Oyewole, O.J., & Akanni, L.O. (2017). Modelling oil price-inflation nexus: the role of asymmetries. *Journal of Energy*, 125, 97-106. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.02.128>
60. Samal, A., Ummalla, M., & Goyari, Ph. (2022). The impact of macroeconomic factors on food price inflation: An evidence from India. *Future Business Journal*, 8, 15. <https://doi.org/10.1186/s43093-022-00127-7>
61. Sarwar, M.N., Hussain, H., & Maqbool, M.B. (2020). Pass through effects of oil price on food and non-food prices in Pakistan: A nonlinear ARDL approach. *Journal of Resources Policy*, 69, 101876. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101876>
62. Sek, S.K. (2017). Impact of oil price changes on domestic price inflation at disaggregated levels: Evidence from

- linear and nonlinear ARDL modeling. *Journal of Energy*, 130, 204-17.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.03.152>
63. Shamsoddini, S., Ghobadi, S., & Daei-karimzadeh, S. (2021). Impact of monetary policy and exchange rate shocks on price of agricultural products in Iran. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 35(1), 93-104.
<https://doi.org/10.22067/jead.2021.67922.1007>
64. Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. In: Sickles, R.C., Horrace, W.C., eds. *Festschrift in Honor of Peter Schmidt: Econometric Methods and Applications*. New York, NY: Springer. P:281-314. SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1807745> or <https://doi.org/10.2139/ssrn.1807745>
65. Sriyana, J. (2019). Price stabilization policy in an emerging economy: An asymmetric approach. *Journal of International Studies*, 12(2), 165-181. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2019/12-2/10>
66. Tarazkar, M.H., & Sheikhzeinoddin, A. (2019). The impacts of asymmetric oil shocks on agricultural commodity price: Application of nonlinear autoregressive distributed lags (NARDL) approach. *Iranian Journal of Agricultural Economics Research*, 11(41), 81-100. (In Persian). <https://doi.org/20.1001.1.20086407.1398.11.41.5.0>
67. Tiwari, A.K., Rabeh, K., Sakiru, A.S., & Muhammad, S. (2018). Analyzing the time-frequency lead-lag relationship between oil and agricultural commodities. *Journal of Energy Economics*, 76, 470-94.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.10.037>
68. Umar, U.A., & Umar, A. (2022). Effects of exchange rate on food Inflation in Nigeria: a non-linear ARDL approach. *Gusau International Journal of Management and Social Sciences*, 5(1), 195-209.
<https://www.researchgate.net/publication/362219290>
69. Wen, J., Khalid, S., Mahmood, H., & Zakaria, M. (2021). Symmetric and asymmetric impact of economic policy uncertainty on food prices in China: A new evidence. *Journal of Resources Policy*, 74, 102247.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102247>
70. Wong, K.K.S., & Shamsudin, M.N. (2017). Impact of crude oil price, exchange rates and real GDP on Malaysia's food price fluctuations: symmetric or asymmetric? *International Journal of Economics and Management*, 11(1), 259-275. ISSN 1823-836X.
71. World Development Indicators (WDI). (2023).
<https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&country=ARE>
72. Zmami, M., & Ben-Salha, O. (2019). Does oil price drive world food prices? Evidence from linear and nonlinear ARDL modeling. *Journal of Economics*, 7(1), 12. <https://doi.org/10.3390/economics7010012>

Contents

The Role of Consumer Characteristics and Marketing Mix on the Waste of Agricultural Products	1
M. Mahmoudi, H. Mohammadi, A. Karbasi	
Environmental Impact of Reducing Chemical Fertilizer Subsidies	19
(Agricultural Crops in Zarandieh, Markazi Province)	
S.M.J. Esfahani, E. Barikani	
Investigating the Factors Influencing Behavioral Intention and Adoption of Artificial Intelligence Technology: A Case Study of Cultivation and Industries at Razavi Agricultural Company	33
A. Sani Heidary, E. Safari	
The Financial, Economic and Political Risk of Trader Partners on the Import of Virtual Water of Oilseeds to Iran	57
F. Fathi, M. Behnam	
Grape Value Chain Analysis with Emphasis on Raisin Crop in Hamedan Province	73
S.M. Seyedan, M. Motaghd	
Analyzing the Asymmetric Effect of Macroeconomic Variables on Food Prices in Iran	97
R. Heydari, E. Javdan, M. Shabanzadeh Khoshrody	

Agricultural Economics & Development

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol. 39

No.1

2025

Published by: Ferdowsi University of Mashhad (College of Agriculture) Iran.

Editor in charge: Valizadeh, R. (Ruminant Nutrition)

General Chief Editor: Shahnoushi, N(Economics & Agricultural)

Editorial Board:

Akbari, A	Agricultural Economics	Prof. University of Sistan & Baluchestan
Abdeshahi, A	Agricultural Economics	Asso Prof. Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan
Bakhshoodeh, M	Agricultural Economics	Prof. Shiraz University
Daneshvar Kakhki, M	Agricultural Economics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad
Dourandish, A	Agricultural Economics	Asso Prof. Ferdowsi University of Mashhad
Dashti, GH	Agricultural Economics	Prof. University of Tabriz
Hasanzadeh, S	Economics	Huron at Western University, Canada
Homayounifar, H	Economics	Asso Prof. Ferdowsi University of Mashhad
Karbasi, A.R	Agricultural Economics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad
Mahdavi Adeli, M.H	Economics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad
M. Mojaverian	Agricultural Economics	Asso Prof. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources
Najafi, B	Agricultural Economics	Prof. Shiraz University
Robert Reed, M	Agricultural Economics	University of Kentucky
Rastegari Henneberry, Sh	Agricultural Economics	Prof .Oklahoma State University
John Bawden, R	Agricultural	Western Sydney University, Australia
Sadr, K	Agricultural Economics	Prof. University of Shahid Beheshti.Tehran
Salami, H	Agricultural Economics	Prof. Tehran University
Shahnoushi, N	Agricultural Economics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad
Ghaziani, Sh	Department of Computer Applications and Business Management in Agriculture	University of Hohenheim ,Stuttgart, Germany
Sabouhi sabouni, M	Agricultural Economics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad
Saghaian, S.H	Agricultural Economics	Prof. Department of Agricultural Economics, University of Kentucky, UK
Wang, Q	Agricultural	College of Grassland Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou, China
Zibaei, M	Agricultural Economics	Prof. Shiraz University.

Publisher: Ferdowsi University of Mashhad (College of Agriculture).

Address: College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

P.O.BOX: 91775- 1163

Fax: +98 -0511- 8787430

E-Mail: Jead2@um.ac.ir

Web Site: <https://jead.um.ac.ir/>

Contents

The Role of Consumer Characteristics and Marketing Mix on the Waste of Agricultural Products	1
M. Mahmoudi, H. Mohammadi, A. Karbasi	
Environmental Impact of Reducing Chemical Fertilizer Subsidies (Agricultural Crops in Zarandieh, Markazi Province).....	19
S.M.J. Esfahani, E. Barikani	
Investigating the Factors Influencing Behavioral Intention and Adoption of Artificial Intelligence Technology: A Case Study of Cultivation and Industries at Razavi Agricultural Company	33
A. Sani Heidary, E. Safari	
The Financial, Economic and Political Risk of Trader Partners on the Import of Virtual Water of Oilseeds to Iran	57
F. Fathi, M. Behnam	
Grape Value Chain Analysis with Emphasis on Raisin Crop in Hamedan Province	73
S.M. Seyedan, M. Motaghd	
Analyzing the Asymmetric Effect of Macroeconomic Variables on Food Prices in Iran	97
R. Heydari, E. Javdan, M. Shabanzadeh Khoshrody	