

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



جلد ۳۷ شماره ۳

سال ۱۴۰۲

شاپا: ۴۷۲۲-۲۰۰۸

شماره پیاپی ۶۰

عنوان مقالات

- ۲۳۳ واکاوی قصد رفتاری پسته‌کاران شهرستان اردکان به سمت تولید ارگانیک: کاربست نظریه تجزیه رفتار برنامه‌ریزی شده طاهره شرقی - مجتبی رضایی احمدآبادی
- ۲۵۵ تعیین الگوی کشت و سبد بینه مصرف انرژی مورد نیاز در پمپاژ آب آبیاری (مطالعه موردی: اراضی شمال ایران) خدیجه عبدی رکنی - سیمه شیرزادی لسکو کلاهی - حمید امیرزاد
- ۲۷۳ تعیین کارایی محیط‌زیستی محصولات عمده زراعی مناطق منتخب استان خوزستان مصطفی مردانی نجف آبادی - عباس عبدشاهی - الهه آهنی
- ۲۹۱ به کارگیری مدل‌های هیبریدی مبتنی بر یادگیری عمیق ماشین در کشاورزی هوشمند (مطالعه موردی: پیش‌بینی قیمت آبی پسته) سید محمد رضا حاج سیدجوادی - رضا حیدری
- ۳۱۱ سنجش رفتار بازار در صنعت محصولات لبنی با استفاده از تابع سود محور حبیب شهبازی
- ۳۲۷ هزینه‌بایی جریان مواد و انرژی (MEFCA) تولید انگور در شهرستان ملایر مجید دکامین - کامران خیرعلی پور
- ۳۴۳ تحلیل مؤلفه‌های تأثیرگذار بر بهبود مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار حسین شعبانعلی فمی - سید محمد صادق تیموری سندس - ناصر مطیعی - مهسا معتقد

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 37 شماره 3 پاییز 1402

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

سرمدیر: ناصر شاهنوشی

اعضای هیئت تحریریه:

استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه سیستان و بلوچستان)	اکبری، احمد
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شیراز)	بخشوده، محمد
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)	دانشور کاخکی، محمود
دانشیار - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)	دوراندیش، آرش
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه تبریز)	قادر، دشتی
استاد - دانشگاه ایالتی اوکلاهما، آمریکا	رستگاری، شیدا
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شیراز)	زیبایی، منصور
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه تهران)	سلامی، حبیب اله
استاد - دانشکده کشاورزی (دانشگاه کنتاکی، آمریکا)	سقاییان نژاد، سید حسین
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)	شاهنوشی، ناصر
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)	صبوحی صابونی، محمود
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شهید بهشتی تهران)	صدر، سید کاظم
دانشیار - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان)	عبدشاهی، عباس
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه فردوسی مشهد)	کرباسی، علیرضا
دانشیار - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری)	مجاوریان، سید مجتبی
استاد - اقتصاد (دانشگاه فردوسی مشهد)	مهدوی عادل، محمد حسین
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه شیراز)	نجفی، بهاء الدین
دانشیار - اقتصاد (دانشگاه فردوسی مشهد)	همایونی فر، مسعود
استاد - اقتصاد کشاورزی (دانشگاه کنتاکی، آمریکا)	میچل رابرت رید

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.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

مندرجات

- 233 واکاوی قصد رفتاری پسته کاران شهرستان اردکان به سمت تولید ارگانیک: کاربست نظریه تجزیه رفتار برنامه‌ریزی شده
طاهره شرقی - مجتبی رضایی احمدآبادی
- 255 تعیین الگوی کشت و سید بهینه مصرف انرژی مورد نیاز در پمپاژ آب آبیاری (مطالعه موردی: اراضی شمال ایران)
خدیجه عبدی رکنی - سمیه شیرزادی لسکو کلايه - حمید امیرنژاد
- 273 تعیین کارایی محیط‌زیستی محصولات عمده زراعی مناطق منتخب استان خوزستان
مصطفی مردانی نجف آبادی - عباس عبدشاهی - الهه آهني
- 291 به کارگیری مدل‌های هیبریدی مبتنی بر یادگیری عمیق ماشین در کشاورزی هوشمند (مطالعه موردی: پیش‌بینی قیمت
آتی پسته)
سید محمدرضا حاج سیدجوادى - رضا حیدری
- 311 سنجش رفتار بازار در صنعت محصولات لبنی با استفاده از تابع سود محور
حبیب شهبازی
- 327 هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی (MEFCA) تولید انگور در شهرستان ملایر
مجید دکامین - کامران خیرعلی پور
- 343 تحلیل مؤلفه‌های تأثیرگذار بر بهبود مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار
حسین شعبانعلی فمی - سید محمد صادق تیموری سندس - ناصر مطیعی - مهسا معتقد



Analyzing the Behavioral Intention of Pistachio Growers in Ardakan County towards Organic Production: Applying the Analysis of Planned Behavior Theory

T. Sharghi^{1*}, M. Rezaee Ahmadabadi²

Received: 26-07-2022

Revised: 22-01-2023

Accepted: 09-02-2023

Available Online: 09-02-2023

How to cite this article:

Sharghi, T., & Rezaee Ahmadabadi, M. (2023). Analyzing the behavioral intention of pistachio growers in Ardakan county towards organic production: Applying the analysis of planned behavior theory. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 37(3), 231-251. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jead.2023.77473.1142>

Introduction

The development process of organic cultivation in Iran is not favorable because the average growth rate of organic agriculture development from 2008 to 2019 according to FAO statistics in 2021 is equal to -0.47% and this is while foods contaminated with various substances Chemicals have an unpleasant effect on the general health of society. According to the statistics of 2021, 600 million people in the world, i.e. 1 out of every 10 people, will get sick after eating food. Since any change in the use of chemicals in agriculture should be based on the behavior of farmers, the purpose of this study is to investigate the behavioral intention to produce organic pistachio production among 5200 pistachio growers in Ardakan county, Yazd province, using the Decomposed Theory of Planned Behavior (DTPB) analysis.

Material and Methods

The current research is classified as a quantitative research and is a descriptive-survey type of research, and in terms of the type of objective, it is considered a part of applied research. Based on Cochran's formula, the sample size was determined to be 358 people. Considering the distribution and dispersion of pistachio growers in different sectors, multi-stage random sampling was used. The face and content validity of the questionnaire was confirmed by a panel of academic experts in the departments of horticulture, agricultural development, plant protection and psychology, as well as experts of Jihad Keshavarzi of the county. To determine the reliability of the questionnaire tool, a pre-test study was conducted among 30 farmers of Aqda Aflatak village, which was part of the villages of Ardakan county, but outside the study sample. The reliability of the questionnaire was estimated using Cronbach's alpha test. Cronbach's alpha coefficient was obtained from 0.649 to 0.836, which indicates acceptable reliability. SPSS₂₂ and SmartPLS₂ software were used for data analysis.

Result and Discussion

Descriptive findings showed that 358 respondents were 336 men and 22 women. Among them, 48 people lived in the village and 310 people lived in the city. The statistical results of the present study showed that the average age of the respondents was 53 years old, who had an average of 9 years of formal education. They had an average of 15 years of experience in the field of pistachio farming, and 30% of household income was dependent on pistachio production. According to the statistical sample of the research in terms of age, the highest frequency (137) were in

1- Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: tsharghi@pnu.ac.ir)

2- Faculty Member, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
<https://doi.org/10.22067/jead.2023.77473.1142>

the 41-50 age group. In terms of pistachio cultivation area, 204 farmers had less than one hectare, which constituted 59.9% of the studied sample. The inferential findings of this research showed that the factors affecting farmers' behavioral intention to produce organic pistachio products were perceived mental norms ($\beta=0/362$) and perceived behavioral control ($\beta=0/185$). The findings of this research were in line with the results of Yadavar et al (2018). Also, the findings of this study showed the absence of a significant relationship between attitude and behavioral intention, which was not in line with the results of Safi Sis et al. (2020), Fatemi et al. (2018), Yadavar et al. (2018). According to the research model, the lack of a significant effect between the attitude variable and farmers' perception of the compatibility of organic production methods with their current values and needs, including consumers not purchasing organic pistachios, is notable. This lack of impact may be attributed to consumer-related challenges such as higher prices and insufficient information and awareness about organic products, which could hinder the financial feasibility of implementing organic production. Moreover, the research indicates that the attitude variable did not significantly influence farmers' perception of the ease of applying organic pistachio production methods in the orchard. As a result, the attitude variable did not exert a significant effect on behavioral intention in this context.

Conclusion

The most important factors in the behavioral intention to produce organic pistachios are the variables of subjective norm and perceived behavioral control. In fact, the issue of environmental protection and measures to prevent water, soil and environment pollution were the popular and accepted behaviors among the pistachio growers in the studied area, and the pistachio growers had come to believe that the use of organic production methods is one of the accepted behaviors of important and prominent people in their accepted social network. Therefore, it is suggested that the extension department of Ardakan Agricultural Jihad Management, by holding various meetings centered on leading farmers in the matter of organic production, provides effective networking for more exposure, contact and communication of pistachio farmers, so as to facilitate their decision making process to enter into organic pistachio production. Also, the findings showed that from the point of view of pistachio farmers, the use of organic production methods and operations is under the control and authority of the farmer and he can use it in his garden if he wishes. Therefore, it is suggested that the extension department of Jihad-Kashawarzi management of Ardakan county continues to provide educational, facilities and services support needed by pistachio farmers and in this regard, planning and providing services in the direction of changing the consumer's attitude towards buying organic products in various ways such as festivals, exhibitions and production Media programs. Considering the importance of removing obstacles to the implementation of organic production in pistachio orchards, it is suggested that necessary support measures be established by the government in the field of covering the operational costs of organic pistachio production until the pistachio farmers reach the markets of organic products inside and outside the country. It is also suggested that due to the diversity in the quality of water, soil and pistachio variety of the farmers, the extension department should organize training courses in such a way that they understand the ease of using this kind of methods and its management in the garden.

Keywords: Attitude, Behavioral intention, Organic pistachio, Perceived behavioral control, Subjective norm

مقاله پژوهشی

جلد ۳۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، ص ۲۵۱-۲۳۱

واکاوی قصد رفتاری پسته‌کاران شهرستان اردکان به سمت تولید ارگانیک: کاربست نظریه تجزیه رفتار برنامه‌ریزی شده

طاهره شرقی^{۱*} - مجتبی رضایی احمدآبادی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۰

چکیده

روند توسعه کشت ارگانیک در ایران وضعیت مطلوبی ندارد و این در حالی است که غذاهای آلوده به انواع مواد شیمیایی تأثیر ناخوشایندی را بر سلامت عمومی جامعه دارد. از آنجایی که هر گونه تغییر در بکارگیری مواد شیمیایی در کشاورزی باید با بررسی رفتار کشاورزان باشد. بنابراین، هدف مطالعه حاضر واکاوی قصد رفتاری برای تولید محصول ارگانیک در سطح ۵۲۰۰ نفر پسته‌کار شهرستان اردکان یزد با بهره‌گیری از نظریه تجزیه رفتار برنامه‌ریزی شده بود. این تحقیق به روش پیمایشی اجرا شد. بر اساس فرمول کوکران حجم نمونه ۳۵۸ نفر تعیین گردید. با توجه به توزیع و پراکندگی پسته‌کاران در بخش‌های مختلف از نمونه‌گیری چند مرحله‌ای تصادفی استفاده شد. روایی ظاهری و محتوایی پرسشنامه توسط پانلی از متخصصان دانشگاهی در بخش‌های باغبانی، توسعه کشاورزی، گیاهپزشکی و روانشناسی و همچنین کارشناسان خبره جهاد کشاورزی شهرستان مورد تأیید قرار گرفت. پایایی ابزار از طریق پایلوت تست مورد بررسی قرار گرفت. ضریب آلفای کرونباخ از ۰/۶۴۹ تا ۰/۸۳۶ بدست آمد که بیانگر پایایی قابل قبول است. برای تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS²² و SmartPLS² استفاده شد. نتایج نشان داد که مهمترین عامل در قصد رفتار تولید پسته ارگانیک به ترتیب متغیرهای هنجار ذهنی ($\beta=0/362$) و کنترل رفتار درک شده ($\beta=0/185$) است. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که به دلیل عدم قابلیت سازگاری روش‌ها و اصول تولید ارگانیک در باغات پسته با ارزش‌ها و نیازهای کشاورزان از جمله عدم وجود بازار پسته ارگانیک، هزینه‌های تولید پسته ارگانیک و تمایل کم مصرف‌کننده به پرداخت بالاتر برای خرید پسته ارگانیک، ناسازگاری رقم، کیفیت آب و خاک باغات پسته با روش‌های تولید ارگانیک و همچنین عدم سهولت کاربرد روش‌های تولید ارگانیک در باغ، نگرش آن‌ها در بکارگیری این نوع روش‌ها در باغ معنادار نشد. با توجه به نتایج پیشنهاد می‌گردد که تدابیر لازم حمایتی از طرف دولت در زمینه پوشش هزینه‌های اجرایی تولید پسته ارگانیک تا مرحله دستیابی پسته‌کاران به بازارهای محصولات ارگانیک در داخل و خارج کشور ایجاد گردد. همچنین در این راستا پیشنهاد می‌گردد سازمان ترویج دوره‌های آموزش را با توجه به تنوع در کیفیت آب، خاک و رقم پسته به گونه‌ای برگزار نماید تا کشاورزان ضمن ارتقا و بهبود دانش در خصوص نحوه تولید محصول ارگانیک، سهولت بکارگیری این نوع روش‌ها و مدیریت آن را در باغ درک نمایند.

واژه‌های کلیدی: پسته ارگانیک، قصد رفتاری، کنترل رفتار درک شده، نگرش، هنجار ذهنی

۱- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

(Email: tsharghi@pnu.ac.ir)

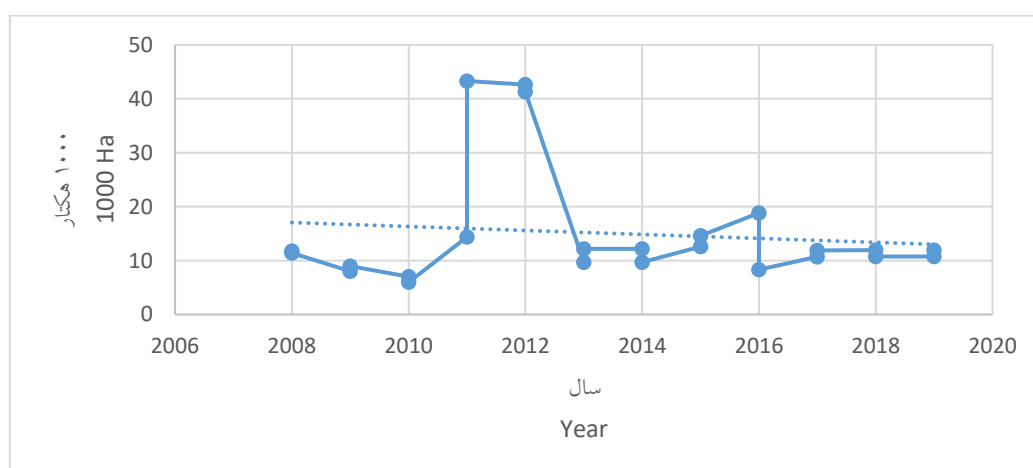
*) نویسنده مسئول:

۲- مربی گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

مقدمه

بیماری‌های با پایه غذایی، تأثیر بسزایی بر سلامت عمومی دارد و غذاهای غیرایمن حاوی سطوح مضر و نامناسبی از باکتری، ویروس، انگل، مواد شیمیایی و فیزیکی است که منجر به دامنه‌ای از بیماری‌ها (۲۰۰ بیماری) مانند اسهال و سرطان تا ناتوانایی‌های دائمی و مرگ می‌گردد؛ به گونه‌ای که بر اساس آمار بدست آمده ۶۰۰ میلیون نفر در جهان به عبارتی از هر ۱۰ نفر ۱ نفر بعد از خوردن غذا بیمار می‌گردد (WHO, 2021). این امر در حالی بیان می‌گردد که مصرف آفت‌کش‌ها را کشاورزان به منظور کنترل علف‌های هرز، حشرات و افزایش قابل توجه در تولیدات کشاورزی یک امر ضروری می‌دانند (Tudi et al., 2021). افزایش در جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ تا ۹.۸ میلیارد نفر بدون افزایش در تولیدات کشاورزی قابل تصور نیست (UN, 2019)؛ حدود یک سوم تولیدات کشاورزی با کاربرد آفت‌کش‌ها حاصل گردیده است و آمارها حاکی از آن است که بدون مصرف آفت‌کش‌ها ۷۸ درصد افت تولیدات در میوه‌جات و ۵۴ درصد افت تولید در سبزیجات و ۳۲ درصد افت تولید در غلات حاصل می‌گردد (Tudi et al., 2021). از این رو

دستیابی به تولید ارگانیک باید با بکارگیری اصول صحیح کشاورزی و در یک چارچوب‌بندی حمایتی خاص صورت گیرد تا بتواند دوگانگی بین سلامت و میزان کمیت تولیدات غذایی را تامین نماید. با وجودی که مصرف غذای ارگانیک در بسیاری از کشورها در طی دهه گذشته افزایش یافته است (Bénard et al., 2018) اما تولیدات ارگانیک تنها ۱.۵ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان (۷۲.۳ میلیون هکتار) را به خود اختصاص داده است (FiBL and IFOAM, 2021). محصولات زراعت دائمی مانند باغات تنها ۷ درصد از زمین‌های کشاورزی ارگانیک دنیا را به خود اختصاص داده‌اند (FiBL and IFOAM, 2021). سهم زمین‌های کشاورزی ارگانیک ایران در بین کشورهای جهان در سال ۲۰۱۹ بر اساس گزارش انجمن بین‌المللی تولیدات ارگانیک ۰.۰۳ درصد بود. بر اساس آمار فائو در سال ۲۰۲۱ روند توسعه کشاورزی ارگانیک از سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۱۹ یک روند نوسان‌داری را نشان می‌دهد که این امر حاکی از وجود چالش‌هایی در راستای تولید غذای ارگانیک است. بر اساس آمارها متوسط نرخ رشد توسعه کشاورزی ارگانیک از سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۱۹ معادل ۰/۴۷- درصد است (شکل ۱).



شکل ۱- روند توسعه کشت ارگانیک در ایران ۲۰۰۸-۲۰۱۹

Figure 1- Trend of organic cultivation Development in Iran 2019-2008

Source: FAO, 2021

منبع: فائو، ۲۰۲۱

پاسخگویی به تقاضای مصرف‌کنندگان تولید ارگانیک ایجاد می‌نماید و از سوی دیگر کالای عمومی را برای حفاظت محیط‌زیست و توسعه روستایی ارائه می‌نماید (European Commission. Council Regulation, 2007). همچنین تحقق اهداف کشاورزی ارگانیک نه تنها افزایش حاصلخیزی خاک و سلامت گیاه و حیوان را دارد بلکه اثرات مثبت دیگری در زمینه تنوع‌زیستی، کاهش وابستگی به نهاده‌های خارجی و تولید غذای سالم‌تر نیز دارد (FiBL, 2021). لذا حرکت به سمت تولید ارگانیک به ویژه در محصولات صادراتی و از جمله پسته

کشاورزی ارگانیک یک سیستم جامع و کل‌نگر است که در آن فرایندهای خاصی برای تضمین عملکرد پایدار اکوسیستم‌ها، ایمنی غذا، رفاه دام و عدالت اجتماعی به کار گرفته می‌شود؛ همه این جنبه‌ها در فرایندهای تولید محصولات ارگانیک، از اهمیت یکسان برخوردارند (FiBL, 2021) و این امر به تحقق بسیاری از اهداف توسعه پایدار کمک می‌نماید (Eyhorn et al., 2019). ضرورت توجه به تولیدات ارگانیک تا حدی است که از دیدگاه کمیسیون اتحادیه اروپا این نوع روش دو نقش اجتماعی ایفا می‌کند، از یک سو بازار خاصی را برای

مزایای عدیده‌ای را می‌تواند دربرداشته باشد.

پسته یکی از عمده‌ترین محصولات صادراتی در بخش کشاورزی است که در اقتصاد ایران سهم قابل توجهی دارد (Aghdaie, 2009). بر اساس آمار فائو در سال ۲۰۲۱ کشورهای عمده تولیدکننده پسته عبارتند از ایران، آمریکا و ترکیه است. آمارها نشان دهنده آن است که ۹۶ درصد پسته تولید شده در جهان متعلق به کشورهای ایران، آمریکا، ترکیه، چین و سوریه است (Karacan et al., 2020). میزان تولید کل پسته در ایران کمی بیش از ۴۴۰ هزار تن است که عمده‌ترین تولیدکنندگان پسته در کشور به ترتیب استان‌های کرمان (۲۲۵۳۱۱ تن)، یزد (۱۰۴۵۷۳ تن)، خراسان رضوی (۴۹۰۲۸ تن)، سمنان (۱۹۰۸۸ تن) و خراسان جنوبی (۱۴۰۰۲ تن) می‌باشند. مقدار تولید پسته استان یزد توسط ۲۶۵۸۰ بهره‌بردار انجام می‌پذیرد. با توجه به یافته‌های آماری، استان یزد تقریباً ۱۳ درصد اراضی و ۲۴ درصد تولید و ۱۸ درصد بهره‌بردار پسته ایران را در بر گرفته است که نمایانگر آن است که بهره‌برداران یزدی میزان تولید بیشتری را از هر هکتار پسته بدست می‌آورند. از ۴۹۹۵۳ هکتار اراضی باغ ساده استان یزد تقریباً ۸۳ درصد (۸۲٪) به کشت پسته تعلق دارد (Statistics Center of Iran, 2014) و این امر حاکی از اهمیت پسته‌کاری در استان یزد است. بررسی نحوه بکارگیری مواد شیمیایی در باغات نشان داد که آفت‌کش‌های شیمیایی بیش از اندازه توسط کشاورزان در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد (Sharif Sharifzadeh et al., 2018). در این رابطه در استان یزد میزان مصرف سموم دفع آفات در باغات ۵۷۶۶۴۷ لیتر از نوع مایع است (Statistics Center of Iran, 2014). در واقع به طور متوسط در هر هکتار باغ در استان یزد ۸۰۵ لیتر از نوع مایع مصرف می‌گردد. به عبارتی میزان مصرف سموم دفع آفات مایع بهره‌برداران باغی استان یزد از متوسط کشوری (۶۶ لیتر) بالاتر است. ذکر این نکته الزامی است که تغییر روش به سمت تولید ارگانیک باید با تحلیل و شناخت از عوامل مؤثر بر تغییر رفتار بهره‌برداران انجام پذیرد.

اهمیت تحلیل رفتار کشاورزان برای کشت ارگانیک در مطالعات داخلی و بین‌المللی مورد توجه قرار گرفته است. صافی سپس و همکاران (Safis et al., 2020) با مطالعه در زمینه تحلیل عوامل مؤثر بر قصد رفتاری فناوری محصولات ارگانیک نشان دادند که دانش محصولات ارگانیک، سودمندی درک شده و خطر درک شده بر نگرش نسبت به محصولات ارگانیک اثر معناداری دارد. در این تحقیق همچنین اثر معنی‌دار متغیرهای عدالت اجتماعی، نگرش نسبت به محصولات کشاورزی و سهولت استفاده درک شده بر نیت رفتاری فناوری محصولات ارگانیک تأیید شد. نتایج مطالعات فاطمی و همکاران (Fatemi et al., 2018) در زمینه سازه‌های مؤثر بر تغییر رفتار کشاورزان به سمت کشاورزی ارگانیک در استان بوشهر نشان داد که عوامل اثرگذار بر میزان به کارگیری فعالیت‌های کشاورزی ارگانیک عبارتند از سابقه کشاورزی، میزان استفاده و اثربخشی رسانه‌های

ارتباطی، نگرش به پیامدهای منفی کشاورزی متداول، دانش نسبت به کشاورزی ارگانیک، نگرش به گروه مرجع، نگرش به محیط زیست و سلامتی انسان و نگرش به کشاورزی ارگانیک است. نتایج مطالعات یادآور و همکاران (Yadavar et al., 2018) تحت عنوان کاربست تئوری تجزیه رفتار برنامه‌ریزی شده در پذیرش کشاورزی ارگانیک نشان داد که متغیرهای تأثیرگذار در پذیرش کشت ارگانیک شامل کنترل رفتاری درک شده، شرایط تسهیل تکنولوژی، تأثیرات پرفایان، هنجارهای ذهنی، ادراک سودمندی و نگرش است. پژوهش باقری و همکاران (Bagheri et al., 2019) با عنوان دانش، نگرش و درک کشاورزان از مصرف آفت‌کش‌ها در باغات سیب شمال ایران به منظور تحلیل اثرات آن بر رفتار حفاظتی نشان داد که ارتقاء دانش کشاورزان در زمینه مصرف آفت‌کش‌ها و اصلاح نگرش و درک آنها برای بهبود رفتار حفاظتی کشاورزان در زمینه مصرف آفت‌کش‌ها ضروری است. ایرانتو (Irianto, 2015) در مطالعه‌ای تحت عنوان نگرش و تمایل مصرف‌کنندگان به خرید محصولات ارگانیک با بکارگیری تئوری رفتار برنامه‌ریزی شده از دیدگاه جنسیت نشان داد که آگاهی از سلامت و آگاهی از محیط‌زیست تعیین‌کننده‌های نگرش مثبت افراد برای خرید محصولات ارگانیک در اندونزی است. مطالعات آنان نشان داد که تفاوت‌های جنسیتی بر رفتار خرید محصولات ارگانیک مؤثر است. ویجایا و پوروکو (Wijaya and Purwoko, 2018) در مطالعه‌ای در زمینه کشف پیشران‌ها و موانع مصرف محصولات ارگانیک اندونزی نشان دادند که پیشران‌های مصرف محصولات ارگانیک از دیدگاه مصرف‌کنندگان اندونزی عبارت است از منافع تولیدات ارگانیک مانند سلامت، امنیت، تغذیه و اهمیت حفاظت محیط‌زیست بود. محققان موانع مصرف این نوع محصولات را دسترسی به فروشندگان محصولات ارگانیک، قیمت این نوع محصولات، درآمد مصرف‌کنندگان، دانش و اطلاعات معتبر از محصولات ارگانیک دانستند. مطالعات اکبری و همکاران (Akbari et al., 2019) موانع توسعه کشاورزی ارگانیک را در عدم حمایت دولت و عدم آموزش و اطلاع‌رسانی ذکر کردند. در این زمینه نتایج پژوهش کشاورز و موسوی (Keshavarz and Mousavi, 2018) موانع و مشکلات کشت ارگانیک را در فقدان دانش کافی، نبود بازارهای مشخص برای فروش محصولات ارگانیک و عدم توانایی تولید محصولات ارگانیک دانستند. هاتفی و همکاران (Hatefi et al., 2017) چهار محدودیت نهادی ساختاری، ارتباطی آموزشی، دانش فنی و حمایتی را از موانع عمده در توسعه کشت ارگانیک برشمردند و خاطر نشان کردند که برای توسعه ارگانیک باید به زیرساخت‌های نهادی و ساختاری توجه خاص شود. مطالعات اشراقی و همکاران (Eshraghi et al., 2018) مهم‌ترین چالش توسعه کشت ارگانیک را آموزشی-ترویجی ذکر نمودند. اما نتایج یعقوبی و جوادی (Yaghoubi and Javadi, 2014) پنج دسته عامل یعنی موانع ترویجی، فقدان حمایت دولت، موانع دانشی و پژوهشی، پیچیدگی و موانع ترغیبی را به عنوان

افراد درباره اینکه سایر اشخاص مهم چه برداشتی از رفتار مورد نظر دارند (Aronson et al., 2016). هنجارها در واقع بیان‌کننده آن است که رفتار در سطح جامعه چقدر محبوب و متداول می‌باشد و تعهد فرد نسبت به آن چگونه است (Lilje et al., 2015).

کنترل رفتار درک شده: در واقع باور به این امر است که می‌توانند به سهولت رفتار را انجام دهند. اگر افراد فکر کنند که انجام دادن یک رفتار کار دشواری است، قصد و نیت قوی برای انجام آن نخواهند داشت و چنانچه فکر کنند که انجام دادن یک رفتار کار آسانی است، احتمالاً قصد و نیت قوی‌تری برای انجام دادن آن کار وجود دارد (Aronson et al., 2016).

سهولت کاربرد درک شده: درجه‌ای است که فرد باور دارد که بکارگیری آن رفتار خاص می‌تواند بدون زحمت و تلاش باشد و بر این فرض استوار است که این سازه بوسیله خصوصیات و ویژگی‌های آن رفتار و یا عمل تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Davis, 1989).

منافع درک شده: منافع درک شده در واقع درجه‌ای است که شخص باور دارد که بکارگیری نوع خاصی از روش یا عمل بر روی عملکردش مؤثر است (Davis, 1989).

خودکارآمدی^{۱۰}: به توانایی درک شده توسط فرد به اینکه به طور موفقیت آمیز می‌تواند رفتار مورد هدف را انجام دهد (Taylor and Todd, 1995; Azadi et al., 2019). خودکارآمدی درجه‌ای است که افراد باور دارند که آنها قادر به انجام وظیفه‌ای خاص برای رسیدن به هدف خاص هستند (Ung et al., 2015).

تسهیل شرایط درک شده (عامل بیرونی): تسهیل شرایط درک شده بیرونی منظور پول، زمان و سایر عوامل بیرونی است که ممکن است مانع بکارگیری فناوری و یا بروز رفتار گردد (Taylor and Todd, 1995).

تسهیل شرایط درک شده (عامل درونی): تسهیل شرایط درک شده درونی مرتبط با قابلیت‌های فناوری یا آن عمل است که ممکن است مانع بکارگیری فناوری و یا بروز رفتار گردد (Taylor and Todd, 1995).

موانع تولید ارگانیک معرفی نمودند. در این راستا سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2013) بازاریابی و دسترسی به اطلاعات معتبر و اعتبارات را به عنوان مانع ذکر نمودند. نتایج مطالعات علاءترانه (Alatarawneh, 2016) از دیدگاه مدیریتی و قانونی، فقدان دانش برخی مدیران و سیاست‌گذاران را به عنوان مانع عمده تولید محصولات ارگانیک بیان کردند. قوش و همکاران (Ghosh et al., 2019) در پژوهشی با عنوان نگرش کشاورزان نسبت به کشت ارگانیک در بنگلادش نشان دادند که ۸۰ درصد پاسخگویان نگرش مثبت به کشت ارگانیک داشتند. فامیل و مروجان کشاورزی مهم‌ترین منبع اطلاعاتی آنان بودند. جهان‌بینی و تماس‌های ترویجی رابطه مثبت و معنی‌داری با نگرش آنها داشت.

در این راستا به منظور دستیابی به جایگاه مناسب در تولید محصولات ارگانیک، توجه به تغییر رفتار کشاورز بسیار حائز اهمیت است. فرایند تصمیم‌گیری کشاورزان برای تولید محصولات ارگانیک تحت تأثیر عوامل مختلفی صورت می‌گیرد. شناخت از این عوامل برای تغییر رفتار کشاورزان به سمت تولید ارگانیک بسیار ضروری است. تحقیقات مختلف نشان داده است که در زمینه علل بروز و پیش‌بینی وقوع یک رفتار می‌توان از مدل‌های مختلفی از جمله نظریه عمل مستدل^۱، مدل پذیرش فناوری^۲، مدل انگیزشی، نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده^۳، نظریه توسعه رفتار برنامه‌ریزی شده، مدل ترکیبی پذیرش فناوری و رفتار برنامه‌ریزی شده^۴ استفاده کرد. یکی از مدل‌هایی که به منظور افزایش قدرت تبیین قصد رفتاری و درک عمیق‌تر رفتار توسط تیلور و تاد معرفی شد، مدل تجزیه رفتار برنامه‌ریزی شده^۵ می‌باشد (Taylor and Todd, 1995). این نظریه در واقع بسط نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده آیزن^۶ از طریق ترکیب آن با نظریه اشاعه نوآوری راجرز^۷ است. از آنجایی که تحقیق حاضر به دنبال دستیابی به تحلیل عمیق قصد رفتاری پسته‌کاران به سمت تولید ارگانیک پسته بود از این مدل برای واکاوی قصد رفتاری استفاده شد (شکل ۲).

براساس مدل نظری پژوهش، عوامل مؤثر در قصد رفتاری تولید ارگانیک پسته شامل متغیرهای زیر است:

نگرش: عبارتند از ارزیابی کردن افراد، اشیاء و نظرات (Aronson et al., 2016). به عبارتی نگرش ارزیابی مثبت و منفی فرد از انجام یک رفتار خاص را نشان می‌دهد (Contzen and Mosler, 2015). هنجارهای ذهنی: در واقع هنجارهای ذهنی تبیین‌کننده باورهای

6- Ajzen

7- Rogers

8- Perceived ease-of-use

9- Perceived Usefulness

10- Self-efficacy

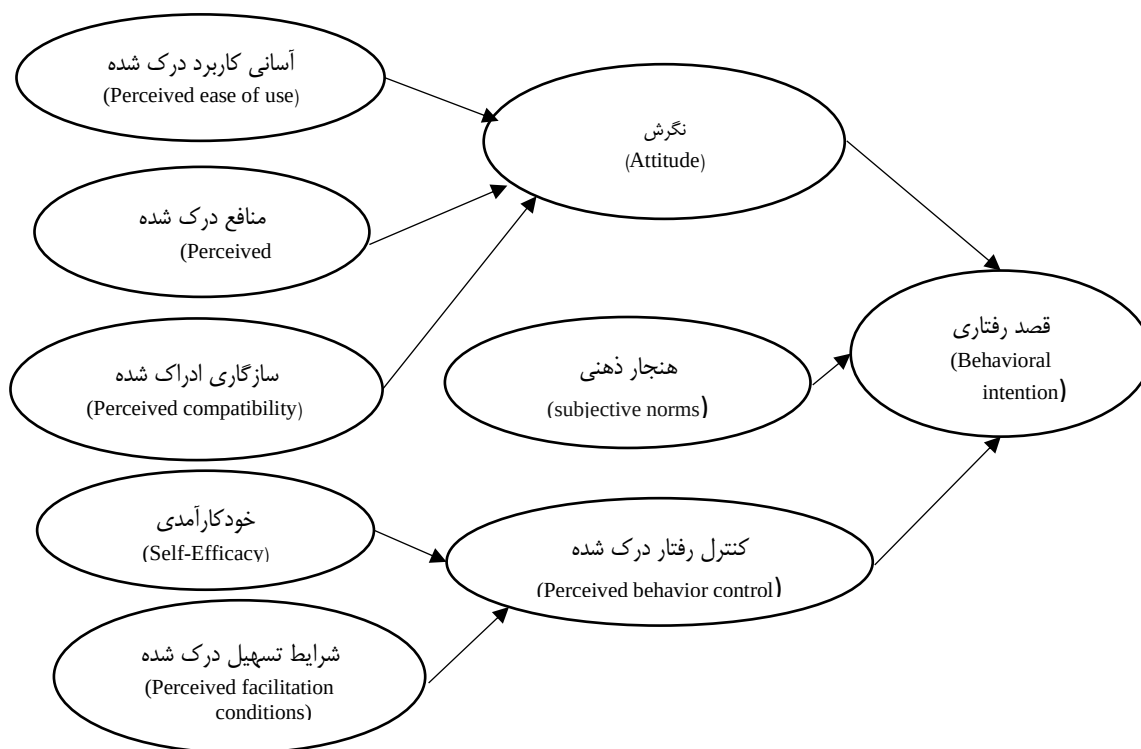
1- Theory of reasoned Action (TRA)

2- Technology Acceptance Model (TAM)

3- Theory of Planned Behavior (TPB)

4- Model of combining the technology acceptance model and the theory of planned behavior

5- Decomposed Theory of Planned Behavior (DTPB)



شکل ۲- مدل مفهومی تحقیق
Figure 2- Conceptual model of research

محمدیه و بخش خرائق شامل دهستان‌های رباطات و زرین بود که به طور تصادفی دهستان رباطات انتخاب گردید. در مجموع تعداد روستاها برابر با ۱۹ روستا (۱۶ روستا دهستان محمدیه و ۳ روستا دهستان رباطات) و دو شهر اردکان و احمدآباد بود که فعالیت پسته کاری در آن‌جا رونق داشت. با توجه به توزیع ناهمگن پسته کاران در این دهستان‌ها و همچنین بین شهر و روستا، در مرحله بعد با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی با انتساب متناسب شش روستا از دهستان محمدیه، دو روستا از دهستان رباطات و دو شهر اردکان و احمدآباد برای انجام مطالعه مدنظر قرار گرفت. سپس بر مبنای تعداد کل پسته کاران در هر یک از روستاها و شهرها، ۳۵۸ نمونه مورد نیاز به صورت متناسب با حجم آنها تعیین و نهایتاً به طور تصادفی ساده نمونه‌ها از بین پسته کاران انتخاب و داده‌ها جمع‌آوری گردید (جدول ۱).

برای تعیین روایی ظاهری و محتوایی ابزار گردآوری داده‌ها که پرسشنامه ساختارمند (در نه بخش مربوط به سازه‌های موجود در مدل و یک بخش مربوط به ویژگی‌های دموگرافیک) بود، از متخصصان دانشگاهی در بخش‌های باغبانی، توسعه کشاورزی، گیاهپزشکی و روانشناسی و همچنین کارشناسان خبره جهادکشاورزی شهرستان بهره گرفته شد. برای تعیین پایایی ابزار پرسشنامه، مطالعه پیش آزمون در بین ۳۰ نفر از کشاورزان روستای عقدا افلاتک که جزء روستاهای

قابلیت سازگاری درک شده: میزان سازگاری نوآوری در واقع درجه‌ای است که نوآوری با ارزش‌های موجود، تجربه‌های گذشته و نیازهای فعلی پذیرندگان بالقوه مناسب است (Rogers, 1983). قصد تولید ارگانیک: طرح آگاهانه و یا تصمیم به عمل و تلاش برای انجام رفتار است (Azjen, 1991). در این تحقیق منظور از قصد رفتاری آمادگی برای انجام رفتارهایی که به تولید پسته ارگانیک منجر گردد.

روش تحقیق

پژوهش حاضر جزء پژوهش‌های کمی طبقه‌بندی می‌شود و از نوع پژوهش‌های توصیفی-پیمایشی است و از جنبه نوع هدف، جزء پژوهش‌های کاربردی محسوب می‌شود. جامعه آماری این پژوهش، کلیه پسته کاران شهرستان اردکان استان یزد بودند (N=۵۲۰۰) که با استفاده از فرمول کوکران ۳۵۸ نفر تعداد نمونه بدست آمد. با توجه به توزیع و پراکندگی پسته کاران در بخش‌های مختلف و به منظور دستیابی به نمونه‌ای معرف از جامعه آماری مورد مطالعه، از نمونه‌گیری چند مرحله‌ای تصادفی استفاده شد؛ در مرحله اول بر اساس روش نمونه‌گیری تصادفی ساده از بین سه بخش شهرستان به طور تصادفی دو بخش (مرکزی و خرائق) انتخاب شد که بخش مرکزی تنها شامل دهستان

و از نرم‌افزارهای SPSS²² و Smart PLS² استفاده شد. برای آزمون کفایت مدل تحلیلی تحقیق و محاسبه ضرائب تأثیر از روش مدلیابی معادلات ساختاری (SEM) بهره گرفته شد.

شهرستان اردکان اما خارج از نمونه مورد مطالعه بود انجام پذیرفت. پایایی سوالات پرسشنامه با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ برآورد شد (جدول ۲). به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده از روش‌های آماری در قالب آمار توصیفی و استنباطی (مدلسازی معادلات ساختاری)

جدول ۱- پراکندگی حجم نمونه بر اساس روستا/ شهر

Table 1- Sample volume distribution by village / city

بخش	دهستان	شهر/ روستا	تعداد پسته‌کاران	تعداد نمونه
Area	District	Village / City	Number of pistachio farmers	Number of samples
مرکزی	محمدیه	اردکان (Ardakan)	1200	88
		احمدآباد (Ahmadabad)	2900	213
		چاه افضل (Chah Afzal)	80	6
		ترک آباد (Turkabad)	500	36
		کاظم آباد (Kazemabad)	35	2
		حسن آباد انارکی (Hasanabad-e Anaraki)	50	4
		کرمان زمین (Kerman Zamin)	6	1
		سروعلیا (Sarv-e Olya)	60	5
خرانق	رباطات	خرانق (Kharanq)	25	2
		رباط پشت بادام (Rabat Posht Badam)	15	1

Source: Research finding

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۲- متغیرهای تحقیق، تعداد گویه، منبع و پایایی ابزار

Table 2- Research variables, number of items, source and reliability of the tool

مؤلفه‌ها (Components)	نماد (Symbol)	آلفای کرونباخ (Cronbach Alpha)	منابع اصلی برای استخراج گویه‌ها (Source)	گویه‌ها (Variable)	مقیاس سنجشی (Scale)
نگرش (Attitude)	Attitu	0.833	صفا و همکاران، (Safa et al., 2019)؛ رنجبر و همکاران، (Ranjbar et al., 2020)؛ صافی سیس و همکاران، (Safi sis et al., 2020)	به نظر من تولید پسته ارگانیک از طریق بکارگیری کودهای سبز و دامی و سموم غیرشیمیایی خوب و سودمند است (Attitu1) (In my opinion, the production of organic pistachios through the use of green and livestock fertilizers and non-chemical pesticides is good)	کاملاً مخالف تا کاملاً موافق (strongly agree to strongly disagree)
				من استفاده از کود سبز و دامی و سموم غیرشیمیایی را عاقلانه می‌دانم (Attitu2) (I consider it wise to use green manure and livestock and non-chemical pesticides)	
				به کارگیری اصول تولید ارگانیک در باغ لذت‌بخش است (Attitu3) (Applying the principles of organic production in the garden is enjoyable)	
				کودهای شیمیایی علاوه بر سلامت انسان به خاک و آب و محیط زیست نیز آسیب می‌رساند (Attitu4) (In addition to human health, chemical fertilizers also damage on topsoil, water and the environment)	
				معتقدم پسته ارگانیک بهتر از پسته معمولی است (Attitu5) (I believe that organic pistachios are better than ordinary pistachios)	
کنترل رفتار درک شده	Behave_con	0.824	صفا و همکاران، (Safa et al.,)	من احساس می‌کنم که تصمیم به استفاده از روش‌های غیرشیمیایی برای تولید پسته ارگانیک در کنترل و اختیار من قرار دارد (Behave_con 1)	کاملاً مخالف تا کاملاً موافق (Strong)

[illegible]

(compatibility)	Mokhtari) Hesari et al., :(2020		organic pistachios is more in line with my financial situation)
			با توجه به نوع بافت خاکی که درخت پسته را در آن کاشته‌ام، بکارگیری
			کودهای غیرشیمیایی برای تغذیه درختان پسته مناسب‌تر است
			(Compa2)
			(Due to the type of soil texture in which I planted the
			pistachio tree, it is more appropriate to use non-
			chemical fertilizers to feed the pistachio trees)
			با توجه به فرهنگ مصرف مردم، استفاده از روش‌های غیرشیمیایی و مواد
			بیولوژیکی در فرایند تولید پسته بهتر است (Compa3)
			(Due to the consumption culture of the people, it is
			better to use non-chemical methods and biological
			substances in the pistachio production process)
			با توجه به نوع رقم پسته‌ای که کاشته‌ام، بکارگیری روش‌های غیرشیمیایی
			در مبارزه با افات بهتر است (Compa4)
			(Due to the type of pistachio cultivar that I have
			planted, it is better to use non-chemical methods to
			control pests)
			با توجه به کیفیت آب آبیاری، بکارگیری کودهای غیرشیمیایی برای باغ
			خودم با مشکلات کمتری مواجه می‌شوم (Compa5)
			(Due to the quality of irrigation water, using non-
			chemical fertilizers for my garden I face less problems)
			دولت برای بکارگیری از مواد غیرشیمیایی به اندازه کافی از من و سایر
			کشاورزان حمایت می‌کند (Facil1)
			(The government supports me and other farmers enough
			in order to use non-chemicals)
			قبل و بعد از بکارگیری روش‌های تولید ارگانیک و در مواقع ضروری به
			خدمات مشاوره‌ای و آموزشی کارشناسان دسترسی کافی دارم (Facil2)
			(I have sufficient access to expert consulting and
			training services before and after using organic
			production methods)
			من به راحتی می‌توانم مواد غیرشیمیایی و لوازم لازم برای انجام روش‌های
			تولید پسته ارگانیک را خریداری و تهیه کنم (Facil3)
شرایط تسهیل درک	facility	0.746	(I can easily buy non-chemical materials for organic
شده			pistachio production)
Perceived)			در صورت نیاز می‌توانم از اعتبارات و تسهیلات بانکی برای خرید لوازم و
facilitation			اقدامات لازم جهت اجرای روش‌های تولید پسته ارگانیک در باغ استفاده
conditions)			کنم (Facil4)
			(If necessary, I can use bank credits and facilities to
			purchase supplies in order to implement organic
			pistachio production methods in the garden)
			کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی تخصصی و فنی برای آشنایی با روش‌های
			تولید پسته ارگانیک برای من در دسترس است (Facil5)
			(Specialized workshops and training courses are
			available for me for producing organic pistachios)
			من دسترسی کافی به خدمات لازم برای اجرای روش‌های تولید ارگانیک
			مانند وجود کودهای دامی و آفت کش‌های غیرشیمیایی دارم (Facil6)
			(I have sufficient access to the necessary services to
			implement organic production methods such as the
			presence of animal manures and non-chemical
			pesticides)

مختاری حصار
و همکاران،
Mokhtari)
Hesari et al.,
:(2020

کاملاً مخالفم تا کاملاً موافق (Strongly agree to strongly disagree)	قصد رفتاری (Behavioral) (intention)	Inten	0.649	بوعذار و همکاران، (Boazar et al., 2019) صفا و همکاران، (Safa et al., 2019) صندوقی و راحلی، (Sandoghi and Raheli, 2016) مختاری حصاری و همکاران، (Mokhtari Hesari et al., 2020) پیرمؤذن (Bagheri and Pirmoazzen, 2020) رنجبر و همکاران، (Ranjbar et al., 2020)	قصد دارم در آینده بجای استفاده از سموم و کود شیمیایی برای سلامت محیط، جامعه، خودم و خانواده از روش های بیولوژیکی و کودهای دامی استفاده کنم (Inten1) (In the future, I plan to use biological methods and animal manures instead of using pesticides and chemical fertilizers for the health of the environment, community, myself and family) من به طور جدی در حال برنامه ریزی برای استفاده از روش های بیولوژیکی برای کنترل آفات در باغ خود می باشم (Inten2) (I am seriously planning to use biological methods to control pests in my garden) من قویا استفاده از روش های دوستار با محیط زیست و انسان را برای کنترل آفات و سلامت خاک و آب را به دیگر پسته کاران توصیه خواهم کرد (Inten3) (I would strongly recommend to other pistachio growers to use Eco- friendly and human-friendly methods to control pests and soil and water health)
				بیشتر افرادی که برای من مهم هستند، از من می خواهند که پسته ارگانیک تولید کنم (Norm1) (people who are important to me want me to make organic pistachios) اطرافیان من فکر می کنند که من باید در فعالیت های حفاظت از محیط زیست مشارکت کنم (Norm2) (People around me think that I should be involved in environmental protection activities) اگر پسته بدون مواد شیمیایی تولید کنم، افرادی که نظر آنها برای من مهم است، مرا مورد تأیید قرار می دهند (Norm3) (If I make pistachios without chemicals, people who care about me will approve of me) اطرافیان من بر این باور هستند هر کاری که می توانم انجام دهم تا از آلودگی آب، خاک و محیط زیست جلوگیری کنم (Norm4) (People around me believe that I can do everything I can to prevent water, soil and environmental pollution) پسته کارانی که من به آنها بیشترین احترام را می گذارم، برای کنترل آفات از روش های غیر شیمیایی استفاده می کنند (Norm5) (Pistachio growers, whom I respect them, use non-chemical methods to control pests) من احساس می کنم از سوی دوستان و سایر پسته کاران برای تولید پسته عاری از مواد شیمیایی تحت فشار هستم (Norm6) (I feel pressured by friends and other pistachio growers to produce chemical-free pistachios) احساس می کنم، این انتظار از سوی کارشناسان جهاد کشاورزی وجود دارد که من از روش های تولید ارگانیک در باغ پسته استفاده کنم (Norm7) (I feel that Jihad-e-Agriculture experts expect me to use organic production methods in pistachio orchards)	
کاملاً مخالفم تا کاملاً موافق (Strongly agree to strongly disagree)	هنجار ذهنی (subjective) (norms)	Norm	0.836	حاجی و همکاران، (Haji et al., 2021) صفا و همکاران، (Safa et al., 2019) مختاری حصاری و همکاران، (Mokhtari Hesari et al., 2020) رنجبر و همکاران، (Ranjbar et al., 2020)	

کاملاً مخالفم تا کاملاً موافقم

(Strongly agree to strongly disagree)

کاملاً مخالفم تا کاملاً موافقم

(Strongly agree to strongly disagree)

خودکارآمدی (Self-Efficacy)	Self_effi	0.791	مطمئنم اگر خودم بخواهم به راحتی می‌توانم پسته ارگانیک تولید کنم (Self_effi1) (Of course, I can easily produce organic pistachios if I want to)	کاملاً مخالفم تا کاملاً موافقم (Strongly agree to strongly disagree)
			حتی زمانی که بکارگیری اصول تولید ارگانیک در باغ پسته دشوار و پیچیده می‌شود، من به خوبی و بدون هیچ مشکلی می‌توانم آن را در باغ اجرا کنم (Self_effi2) (Even when applying the principles of organic production in the pistachio orchards becomes difficult and complicated, I can implement it well in the orchards without any problems)	
سهولت کاربرد درک شده (Perceived ease of use)	Use	0.794	من به دانش، مهارت‌ها و توانایی‌ام برای تولید بدون مواد شیمیایی برای کنترل آفات و بهداشت آب و خاک در باغ خود اطمینان دارم (Self_effi3) (I am confident in my knowledge, skills and ability to produce chemical-free)	کاملاً مخالفم تا کاملاً موافقم (Strongly agree to strongly disagree)
			من می‌توانم مشاوره فنی برای تولید پسته ارگانیک برای کنترل آفات و سلامت آب و خاک به سایر پسته‌کاران ارائه دهم (Self_effi4) (I can provide technical advice to other pistachio farmers to produce organic pistachios, to control pests and also soil and water health)	
			یادگیری روش‌های تولید پسته ارگانیک راحت است (Use1) (It is easy to learn how to produce organic pistachios)	کاملاً مخالفم تا کاملاً موافقم (Strongly agree to strongly disagree)
			بکارگیری روش‌های تولید پسته ارگانیک در باغ آسان است (Use2) (It is easy to use organic pistachio production methods in the garden)	
			هر کشاورزی می‌تواند اصول و روش‌های تولید پسته ارگانیک را در باغ بکارگیرد (Use3) (Every farmer can apply the principles and methods of producing organic pistachios in the garden)	

Source: Research finding

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج و بحث

سه بخش برازش مدل اندازه‌گیری، برازش مدل ساختاری و برازش کلی مدل انجام شد.

ارزیابی روایی و پایایی بخش اندازه‌گیری مدل: برای اندازه‌گیری پایایی مدل اندازه‌گیری از معیارهای آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی و برای بررسی روایی از مقادیر بارعاملی و میانگین واریانس استخراجی استفاده شد. در تحلیل‌های عاملی تأییدی، مقادیر بارهای عاملی بالاتر از ۰/۵ لازم است و بیانگر آن است که سازه خوب تعریف شده است (Abasi, 2017). همچنین در روش‌شناسی مدل معادلات ساختاری ضریب پایایی ترکیبی (CR) بالاتر از ۰/۷ و میانگین واریانس استخراجی (AVE) بالای ۰/۵ ضروری است (Abasi, 2017; Asadi and delavar, 2015). بر اساس نتایج جدول ۴، تمامی سازه‌ها از ضریب بارهای عاملی، پایایی ترکیبی و میانگین واریانس استخراجی مناسبی برخوردار هستند.

یافته‌های توصیفی نشان داد که ۳۵۸ نفر پاسخ دهنده ۳۳۶ نفر مرد و ۲۲ نفر زن بودند. از میان آنها ۴۸ نفر در روستا و ۳۱۰ نفر در شهر سکونت داشتند. نتایج آماری پژوهش حاضر نشان داد که متوسط سن پاسخگویان ۵۳ سال بود که از لحاظ تحصیلات به طور میانگین ۹ سال از آموزش رسمی بهره برده بودند. در زمینه پسته‌کاری به طور متوسط ۱۵ سال تجربه داشتند و تقریباً ۳۰ درصد درآمد خانوارها وابسته به تولید پسته بود. بر اساس نمونه آماری پژوهش به لحاظ سنی، بیشترین فراوانی (۱۳۷ نفر) در طبقه ۴۱ تا ۵۰ سال قرار داشتند. از جنبه میزان سطح زیرکشت پسته ۲۰۴ نفر کمتر از ده قفیز^۱ در اختیار داشتند که ۵۹/۹ درصد از نمونه مورد مطالعه را تشکیل می‌دادند (جدول ۳).

بررسی مدل تحقیق: برای آزمون مدل مفهومی پژوهش با روش معادلات ساختاری از نرم‌افزار Smart PLS₂ استفاده شد. تحلیل‌ها در

۱- هر قفیز معادل ۰/۱ هکتار است.

جدول ۳- توزیع فراوانی ویژگی‌های فردی پاسخگویان

Table 3- Frequency distribution of respondents' personal characteristics

ویژگی‌های جمعیت شناختی Demographic characteristics	گروه‌ها Group	فراوانی Frequency	درصد Percentage
جنسیت Gender	مرد Male	336	93.8%
	زن Female	22	6.2%
محل سکونت Residence	شهر City	310	86.5%
	روستا Rural	48	13.5%
سن Age	20-30 years	18	5%
	20-30 years	18	5%
	31-40 years	77	21.5%
	41-50 years	137	38.2%
	51-60 years	79	22.1%
	61-70 years	39	10.8%
	More than 71 years	8	2.1%
	بیسواد Illiterate	28	8.5%
وضعیت تحصیلی Education Level	زیردیپلم High School	187	58.2%
	دیپلم Diploma	23	7.1%
	فوق دیپلم و لیسانس Post-diploma and Bachelor	59	18.4%
	فوق لیسانس و بالاتر MSc and higher	25	7.8%
	کمتر از ده قفیز Less than ten Ghafiz	204	59.9%
	۱۰ تا کمتر از ۲۰ قفیز 10 to less than 20 Ghafiz	73	21.3%
	۲۰ تا کمتر از ۳۰ قفیز 20 to less than 30 Ghafiz	15	4.3%
	۳۰ تا کمتر از ۴۰ قفیز 30 to less than 40 Ghafiz	12	3.5%
میزان سطح زیرکشت The amount of cultivated area	۴۰ تا کمتر از ۵۰ قفیز 40 to less than 60 Ghafiz	9	2.8%
	۵۰ تا کمتر از ۶۰ قفیز 50 to less than 60 Ghafiz	7	2.1%
	بیش از ۶۰ قفیز More than 60 Ghafiz	20	6%
	بله Yes	242	70.2%
	خیر No	103	29.8%

Source: Research finding

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۴- نتایج معیارهای برازش مدل اندازه‌گیری تحقیق
Table 4- Model fit Summary for the research measurement

متوسط واریانس استخراج شده	پایایی ترکیبی	معناداری	مقدار تی	بارعاملی	ساختارهای انعکاسی	سازه‌ها
AVE	CR	(Significant)	t- (value)	(Load factor)	(Reflective structures)	(Component)
0.60	0.88	معنی‌داری	13.21	0.768	Attitu 1 <- Attitu	Attitu
		معنی‌داری	14.65	0.775	Attitu 2<- Attitu	
		معنی‌داری	5.46	0.693	Attitu 3 <- Attitu	
		معنی‌داری	13.26	0.842	Attitu 4 <- Attitu	
		معنی‌داری	9.28	0.789	Attitu 5 <- Attitu	
0.53	0.87	معنی‌داری	6.11	0.751	Behave_con 1 <- Behave_con	Behave_con
		معنی‌داری	14.24	0.816	Behave_con 2 <- Behave_con	
		معنی‌داری	24.77	0.742	Behave_con 3 <- Behave_con	
		معنی‌داری	12.95	0.787	Behave_con 4 <- Behave_con	
		معنی‌داری	13.87	0.716	Behave_con 5 <- Behave_con	
		معنی‌داری	10.86	0.560	Behave_con 6 <- Behave_con	
0.49	0.85	معنی‌داری	9.46	0.778	Benefi 1 <- Benefi	Benefi
		معنی‌داری	20.48	0.809	Benefi 2 <- Benefi	
		معنی‌داری	4.99	0.620	Benefi 3 <- Benefi	
		معنی‌داری	11.59	0.783	Benefi 4 <- Benefi	
		معنی‌داری	7.08	0.645	Benefi 5<- Benefi	
		معنی‌داری	4.05	0.528	Benefi 6 <- Benefi	
0.52	0.84	معنی‌داری	6.09	0.633	Compa1 <- compa	Compa
		معنی‌داری	4.93	0.663	Compa2 <- compa	
		معنی‌داری	15.25	0.780	Compa3 <- compa	
		معنی‌داری	6.56	0.716	Compa4 <- compa	
		معنی‌داری	14.46	0.810	Compa5 <- compa	
0.43	0.82	معنی‌داری	6.54	0.554	Facil1 <- facility	Facility
		معنی‌داری	5.82	0.622	Facil2 <- facility	
		معنی‌داری	20.61	0.820	Facil3 <- facility	
		معنی‌داری	4.09	0.494	Facil4 <- facility	
		معنی‌داری	6.40	0.652	Facil5 <- facility	
		معنی‌داری	12.06	0.774	Facil6 <- facility	
0.58	0.81	معنی‌داری	7.67	0.746	Inten1 <- inten	Inten
		معنی‌داری	7.44	0.694	Inten2 <- inten	
		معنی‌داری	32.15	0.853	Inten3 <- inten	
0.52	0.88	معنی‌داری	9.31	0.752	Norm1 <- norm	Norm
		معنی‌داری	26.99	0.862	Norm2 <- norm	
		معنی‌داری	11.83	0.763	Norm3 <- norm	
		معنی‌داری	33.09	0.872	Norm4 <- norm	
		معنی‌داری	15.07	0.744	Norm5 <- norm	
		معنی‌داری	3.81	0.409	Norm6 <- norm	
		معنی‌داری	5.06	0.552	Norm7 <- norm	

self_effi	Self_effi1 <- self_effi	0.789	20.63	معنی‌داری	0.86	0.61
	Self_effi2 <- self_effi	0.822	22.83	معنی‌داری		
	Self_effi3 <- self_effi	0.789	14.48	معنی‌داری		
	Self_effi4 <- self_effi	0.734	10.18	معنی‌داری		
Use	Use1 <- use	0.802	9.33	معنی‌داری	0.87	0.70
	Use2 <- use	0.867	18.23	معنی‌داری		
	Use3 <- use	0.845	26.52	معنی‌داری		

Source: Research finding

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۵- نتایج معیار روایی واگرا در بررسی مدل اندازه‌گیری تحقیق

Table 5- Results of discriminant validity criteria in examining the research measurement model

ساختار (Structure)	Attitu	Behav_Con	Benefi	Compa	Facility	Inten	Norm	Self_Effi	Use
Attitu	0.78								
Behav_Con	0.31	0.72							
Benefi	0.67	0.45	0.7						
Compa	0.59	0.57	0.52	0.72					
Facility	0.18	0.45	0.24	0.31	0.65				
Inten	0.43	0.46	0.48	0.40	0.36	0.76			
Norm	0.41	0.56	0.53	0.57	0.28	0.55	0.72		
Self_Effi	0.24	0.67	0.38	0.44	0.37	0.44	0.51	0.78	
Use	0.49	0.61	0.52	0.58	0.32	0.31	0.40	0.56	0.83

Source: Research finding

منبع: یافته‌های تحقیق

***مقادیر روی قطر (پررنگ) ریشه دوم AVE هستند، در حالی که بقیه مقادیر همبستگی بین متغیرهای نهفته هستند.

(2019). با توجه به جدول ۶ و جایگزینی آن در فرمول ذیل، مقدار ۰/۵۴۹ به دست آمد که برازش مناسب مدل کلی تحقیق برای آزمون فرضیه‌ها تأیید شد. ساختار برازش یافته مدل ساختاری در شکل ۳ ارائه گردید.

$$GOF = \sqrt{R^2 * Communality} = 0.549$$

آزمون فرضیه‌ها

پس از برازش مدل، با بررسی ضرایب معناداری Z (مقادیر t) هر یک از مسیرها و ضرایب استاندارد شده مربوط به مسیرها، فرضیه‌های تحقیق آزمون شد. در صورتی که ضریب مسیرها بیش از ۱/۹۶ باشد، مسیر مربوطه در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار و فرضیه مرتبط با آن تأیید می‌شود. همانطور که در جدول ۷ و شکل ۴ مشاهده می‌شود، نتایج این مطالعه نشان داد که به جز رابطه بین متغیر نگرش با قصد رفتاری تولید پسته ارگانیک و متغیرهای سازگاری درک شده و سهولت کاربرد درک شده با نگرش، بقیه مسیرها معنی‌دار شده است. با توجه به فرضیه‌های مرتبط با متغیر قصد رفتاری تولید پسته ارگانیک (فرضیه‌های ۱، ۲ و ۶) یافته‌های این پژوهش نشان داد که متغیر هنجارذهنی با ضریب ۰/۳۶۲ و متغیر کنترل رفتار درک شده با ضریب ۰/۱۸۵ تأثیر معنادار و مثبتی بر قصد رفتاری تولید ارگانیک پسته داشته است؛ بنابراین مهمترین

بر اساس نتایج جدول ۵ بخش اندازه‌گیری مدل بر اساس معیار فورنل و لارکر (Fornell and Larcker, 1981) از روایی تشخیصی لازم برخوردار است. این معیار اشاره به این موضوع دارد که ریشه دوم مقادیر واریانس شرح داده شده هر سازه، بزرگتر از مقادیر همبستگی آن سازه با سازه‌های دیگر است. در واقع مقادیر موجود در روی قطر اصلی ماتریس، باید از کلیه مقادیر موجود در ستون مربوطه بزرگتر باشد (Fornell and Larcker, 1981). بنابراین بر اساس نتایج جدول ۵ سوالات یک سازه با سوالات سایر سازه‌ها متفاوت است و مدل اندازه‌گیری برازش لازم را دارد.

برازش مدل ساختاری: برای برازش مدل‌های ساختاری PLS از R^2 استفاده شد. برای قضاوت در این خصوص سه مقدار ۰/۱۹، ۰/۳۳ و ۰/۶۷ به عنوان ملاک برای مقادیر ضعیف، متوسط و قوی در نظر گرفته شد (Hosseini et al., 2019). با توجه به مقادیر بدست آمده تمامی متغیرهای مدل از برازش قابل قبولی برخوردارند (جدول ۶).

آزمون نیکویی برازش مدل کلی: برای برازش کلی مدل از معیار (GOF: Goodness of Fit) و برای محاسبه آن از فرمول ذیل استفاده شد (Henseler and Sarstedt, 2013). مقدار این معیار بین صفر و یک است و هر چه به یک نزدیک‌تر باشد، برازش مدل مناسب‌تر است. برخی از محققین برای برازش خوب مقداری بالاتر از ۰/۳۶، مدل با برازش متوسط مقداری بین ۰/۱۹ تا ۰/۳۶ دارد (Hosseini et al., 2019).

به این باور رسیده بودند که بکارگیری روش‌های تولید ارگانیک از رفتارهای مورد قبول افراد مهم و برجسته در شبکه اجتماعی مورد قبول آن‌ها است.

عامل در قصد رفتار تولید پسته ارگانیک به‌ترتیب متغیرهای هنجار ذهنی و کنترل رفتار درک شده است. در واقع مسئله حفاظت از محیط‌زیست و اقدامات برای جلوگیری از آلودگی آب، خاک و محیط از رفتارهای محبوب و مورد قبول در منطقه مورد مطالعه بود و پسته‌کاران

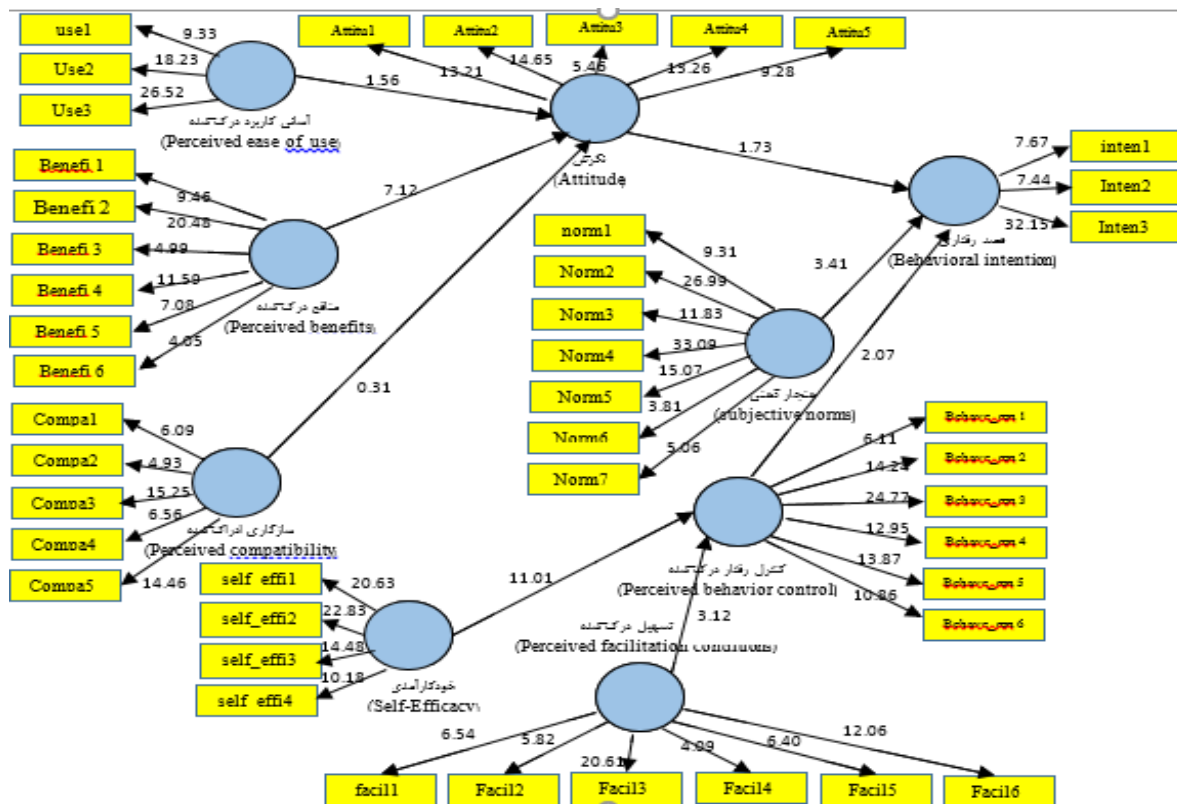
جدول ۶- مقادیر ضریب تعیین و نسبت واریانس توضیحی هر متغیر توسط عامل

Table 6- Values of the R² and communality

مؤلفه (Components)	ضریب تعیین (R Square)	نسبت واریانس توضیحی هر متغیر توسط عامل (Communality)
Attitu	0.60	0.60
Behav_Con	0.61	0.53
Inten	0.38	0.58

Source: Research finding

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۳- مدل ساختاری (مقادیر t) قصد رفتاری تولید پسته ارگانیک

Figure 3- Structural model (t values) of behavioral intention to produce organic pistachios

ارگانیک با ارزش‌ها و نیازهای فعلی آن‌ها و همچنین عدم رابطه معنادار بین درک کشاورزان از سهولت کاربرد روش‌های تولید پسته در باغ با متغیر نگرش را نشان می‌دهد؛ بنابراین متغیر نگرش بر قصد رفتاری تأثیرگذار نشد. هر چند بر اساس نتایج فرضیه ۳ رابطه مثبت و معناداری بین متغیر منافع درک شده با نگرش با ضریب ۰/۶۸۵ وجود دارد؛ به عبارتی کشاورزان درک نموده بودند که بکارگیری روش‌های تولید

همچنین یافته‌ها نشان دهنده آن بود که از دیدگاه پسته‌کاران بکارگیری روش‌ها و عملیات تولید ارگانیک در کنترل و اختیار کشاورز است و وی می‌تواند آن را در باغ خود بکارگیرد از این رو کنترل رفتار درک شده نیز یکی از متغیرهای مؤثر بر قصد رفتاری تولید ارگانیک پسته بود. اما بر اساس یافته‌های فرضیه ۴ و ۸ که به‌ترتیب عدم رابطه معنادار بین درک کشاورزان از قابلیت سازگاری روش‌ها و اصول تولید

بکارگیری روش‌های غیرشیمیایی برای تولید پسته ارگانیک ندارند و این امر یکی از چالش‌های عمده در مسیر تولید ارگانیک در این شهرستان می‌باشد.

ارگانیک در سطح باغ می‌تواند امنیت بیشتری را برای آن‌ها در مقابله در برابر بیماری‌های ناشی از بکارگیری مواد شیمیایی ایجاد نماید، هزینه‌های آن‌ها را در فرایند تولید کاهش دهد و همچنین نوعی سمبل و نماد اجتماعی از اقدامات کشاورزی پیشرفته است اما در کل یافته‌های پژوهش حاضر بیان کننده آن است که کشاورزان ارزیابی مثبتی را از

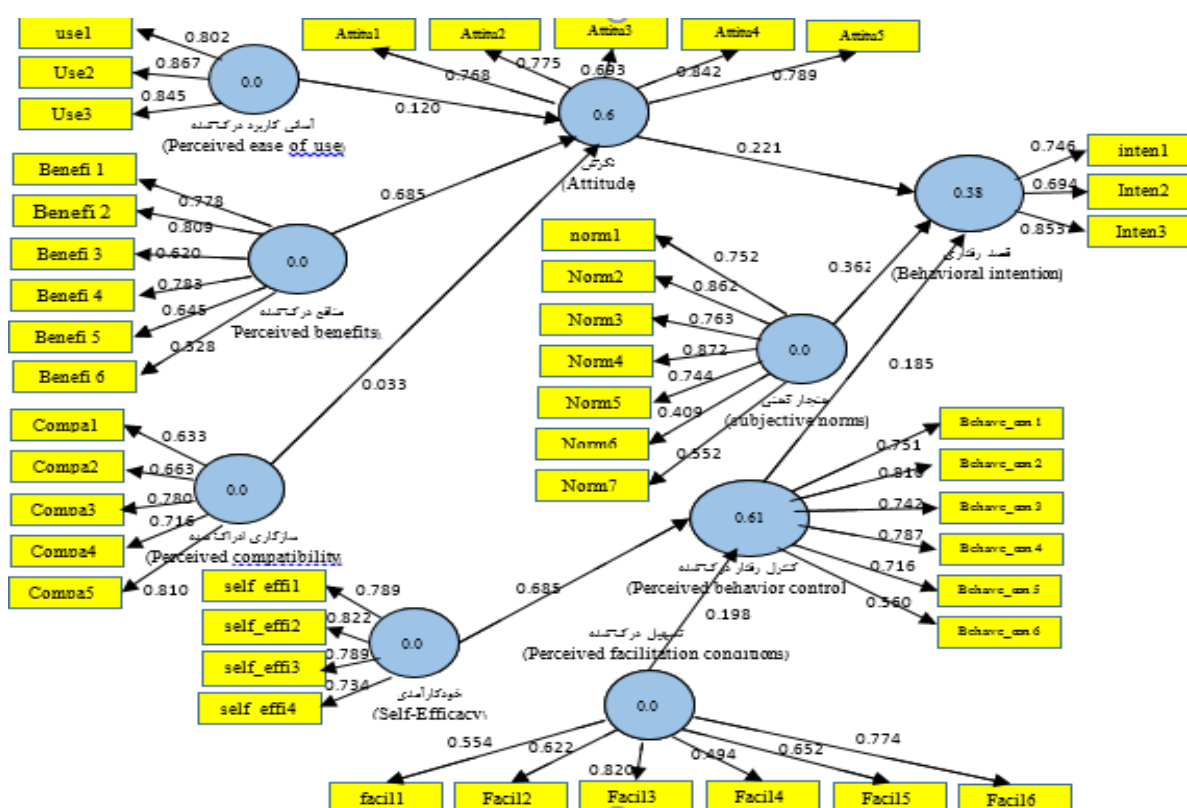
جدول ۷- مقدار ضریب مسیر، مقدار t بین متغیرهای مکنون مدل تحقیق

Table 7- Path coefficient value, t value between latent variables of the research model

فرضیات (Hypothesis)	ساختارها (Structure)	ضرایب مسیر (Path coefficients)	مقدار تی (T-value)	نتیجه فرضیه (The result of the hypothesis)
فرضیه ۱ (H1)	Attitu -> inten	0.221	1.73	عدم تایید (Not confirmed)
فرضیه ۲ (H2)	Behav_con -> inten	0.185	2.07	تایید (Confirmed)
فرضیه ۳ (H3)	Benefi -> attitu	0.685	7.12	تایید (Confirmed)
فرضیه ۴ (H4)	Compa -> attitu	0.033	0.31	عدم تایید (Not confirmed)
فرضیه ۵ (H5)	Facility -> behav_con	0.198	3.12	تایید (Confirmed)
فرضیه ۶ (H6)	Norm -> inten	0.362	3.41	تایید (Confirmed)
فرضیه ۷ (H7)	Self_effi -> behav_con	0.685	11.01	تایید (Confirmed)
فرضیه ۸ (H8)	Use -> attitu	0.120	1.56	عدم تایید (Not confirmed)

Source: Research finding

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۴- مدل تحلیل مسیر قصد رفتاری تولید پسته ارگانیک

Figure 4- path analysis model of behavioral intention to produce organic pistachios

مطابق با نتایج جدول ۷ یافته‌های فرضیه‌های ۵ و ۷ این مطالعه حاکی از تأثیر معنادار، مستقیم و مثبت شرایط تسهیل درک شده با ضریب ۰/۱۹۸ و خودکارآمدی با ضریب ۰/۶۸۵ بر مؤلفه کنترل رفتار درک شده است. درک پسته‌کاران از قابلیت‌های فناوری، اصول و روش‌های تولید ارگانیک دارد و می‌تواند تا حدی در باغات پسته بکار گرفته شود و همچنین وجود شرایط تسهیل‌کنندگی دولت از طریق ارائه حمایت‌های آموزشی، تسهیلاتی و خدماتی نظر تقریباً مساعدی داشتند؛ اما متغیر شرایط تسهیل درک شده در مقایسه با متغیر خودکارآمدی دارای میزان شدت تأثیر کمتری بر کنترل رفتار درک شده است و این امر وجود چالش‌هایی را در زمینه درک وجود شرایط مناسب برای اجرای تولید ارگانیک پسته را از دیدگاه پسته‌کاران نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه چارچوب مفهومی برگرفته از مدل تجزیه رفتار برنامه‌ریزی شده تیپور و تاد به‌منظور تبیین عمیق قصد رفتاری تولید پسته ارگانیک در شهرستان اردکان استان یزد بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مؤلفه‌های تأثیرگذار بر قصد رفتار کشاورزان برای تولید محصول پسته ارگانیک، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتاری درک شده بود. یافته‌های این پژوهش با نتایج یادآور و همکاران (Yadavar et al., 2018) هم‌راستا بود چرا که آنان نیز به تأثیر معنادار این دو عامل کلیدی در قصد رفتاری پی برده بودند.

یافته‌های این مطالعه عدم وجود رابطه معنادار بین نگرش و قصد رفتاری را بیان نمود که با نتایج مطالعاتی صافی و همکاران (Safi et al., 2020)، فاطمی و همکاران (Fatemi et al., 2018)، یادآور و همکاران (Yadavar et al., 2018) هم‌راستا نبود؛ همه محققان تأثیر نگرش بر قصد رفتاری را مورد تأیید قرار داده بودند. با توجه به مدل تحقیق و به‌منظور پاسخگویی به این عدم تطابق بین یافته‌های پژوهش حاضر و سایر محققین، مؤلفه‌های تأثیرگذار بر نگرش مورد توجه قرار گرفت که نتایج حاکی از آن بود که به‌ترتیب درک پسته‌کاران اردکانی از عدم قابلیت سازگاری رفتار جدید یعنی بکارگیری روش و اصول تولید ارگانیک در باغات پسته با ارزش‌ها و نیازهای فعلی آن‌ها و همچنین عدم سهولت کاربرد روش‌های تولید ارگانیک در باغ منجر به ارزیابی منفی از بکارگیری این نوع روش در باغ شده است؛ در واقع یکی از چالش‌های عمده در این زمینه عبارتند از عدم سازگاری تولید پسته ارگانیک با شرایط پسته‌کاران اردکانی است چرا که از دیدگاه آن‌ها فرهنگ مصرف‌کنندگان به سمت خرید پسته ارگانیک نیست و مصرف‌کنندگان در مصرف تولیدات ارگانیک با موانعی مواجه هستند و از این رو هزینه‌های مالی اقدام به اجرای تولید ارگانیک پوشش داده نمی‌شود و از طرفی پسته‌کاران بر این عقیده می‌باشند که بکارگیری روش‌های تولید ارگانیک با شرایط بافت خاک و نوع آب، رقم پسته و

نیازهای کنونی آن‌ها ناسازگار است و نمی‌توان برای دستیابی به محصول تنها از روش‌های ارگانیک استفاده کرد. همچنین کشاورزان مورد مطالعه بر این عقیده هستند که بکارگیری روش‌های ارگانیک در سطح باغات پسته به گونه‌ای نیست که بدون اقدام جمعی پسته‌کاران، هر فرد بتواند به نتیجه مطلوب برسد، هر چند که ممکن است موفقیت‌های موقتی را بدست آورد اما این موفقیت‌ها به دلیل ارتباط باغات با یکدیگر و انتقال مواد شیمیایی از طریق هوا، آب و سایر ابزارآلات پایدار نیست. در این راستا اگر کشاورزی بخواد روش‌های ارگانیک را در سطح باغ اجرا نماید نیازمند همکاری جمعی سایر پسته‌کاران برای تغذیه، مبارزه با آفات و بیماری‌های پسته است. از این رو، به آسانی هر کشاورزی نمی‌تواند در سطح باغات اصول تولید ارگانیک را اجرا نماید و به موفقیت برسد. یافته‌های پژوهش با نتایج کشاورز و موسوی (Keshavarz and Mousavi, 2018)، هاتفی و همکاران (Hatefi et al., 2017)، یعقوبی و جوادی (Yaghoubi and Soltani et al., 2018)، (Javadi, 2014) و (Wijaya and Purwoko, 2018) هم‌راستا است. به عبارتی نبود بازارهای مشخص برای فروش محصولات ارگانیک در مطالعه کشاورز و موسوی (Keshavarz and Mousavi, 2018) و (Soltani et al., 2013)؛ وجود موانع در مصرف محصولات ارگانیک در مطالعات (Wijaya and Purwoko, 2018)؛ موانع ترغیبی در مطالعات یعقوبی و جوادی (Yaghoubi and Javadi, 2014) و عدم وجود زیرساخت‌های نهادی و ساختاری در مطالعات هاتفی و همکاران (Hatefi et al., 2017) به‌عنوان مهمترین موانع کشت ارگانیک معرفی شدند.

براساس نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌شود:

از آنجایی که تعیین‌کننده اصلی قصد رفتاری تولید پسته ارگانیک هنجارهای ذهنی بود؛ لذا پیشنهاد می‌گردد که بخش ترویج مدیریت جهادکشاورزی اردکان با برگزاری جلسات متنوع با محوریت کشاورزان پیشرو در امر تولید ارگانیک از داخل و خارج از شهرستان، شبکه‌سازی‌های مؤثری را برای مواجهه، تماس و ارتباط بیشتر پسته‌کاران را فراهم سازد تا فرایند تصمیم‌گیری آن‌ها برای ورود به تولید پسته ارگانیک تسهیل گردد. همچنین پیشنهاد می‌گردد که بخش ترویج به منظور افزایش سیاست‌های تشویقی کشاورزان در زمینه تولید ارگانیک، همکاری مشترکی را با پسته‌کاران ارگانیک‌کار در سایر مناطق پسته‌خیز داشته باشند تا بتوانند فرهنگ‌سازی لازم و مؤثری در زمینه افزایش مقبولیت و عمومی نمودن بکارگیری روش‌های تولید ارگانیک در سطح جامعه را افزایش دهند تا این امر به‌صورت یک هنجار فراگیر در سطح جامعه مطرح گردد.

با توجه به اینکه دومین عامل مؤثر بر قصد رفتاری تولید پسته ارگانیک متغیر کنترل رفتار درک شده بود، بنابراین پیشنهاد می‌گردد که بخش ترویج مدیریت جهادکشاورزی شهرستان اردکان حمایت‌های آموزشی، تسهیلاتی و خدماتی مورد نیاز پسته‌کاران را همچنان ادامه

خاک و رقم، سهولت بکارگیری این نوع روش‌ها و مدیریت آن را در باغ درک نمایند.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی شماره ۹۹/۱۱۶۲۹ دانشگاه پیام نور استان یزد است و مؤلفان این مقاله بر خود لازم می‌دانند که از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه پیام نور تشکر و سپاسگزاری نمایند.

داده و در این راستا برنامه‌ریزی و خدماتی را در راستای تغییر نگرش مصرف‌کننده به سمت خرید محصولات ارگانیک از طرّوق مختلف مانند جشن‌ها، نمایشگاه‌ها و تولید برنامه‌های رسانه‌ای انجام دهد. با توجه به اهمیت رفع موانع اجرای تولید ارگانیک در باغات پسته پیشنهاد می‌گردد که تدابیر لازم حمایتی از طرف دولت در زمینه پوشش هزینه‌های اجرایی تولید پسته ارگانیک تا مرحله دستیابی پسته‌کاران به بازارهای محصولات ارگانیک در داخل و خارج کشور ایجاد گردد. همچنین در این راستا پیشنهاد می‌گردد بخش ترویج دوره‌های آموزش را به گونه‌ای برگزار نماید تا کشاورزان ضمن ارتقا و بهبود دانش در خصوص نحوه تولید محصول ارگانیک با توجه به تنوع در کیفیت آب،

منابع

1. Abasi, H. (2017). Designing the model for commercialization of university research using structural Equation modeling- partial least squares method (SEM-PLS). *Iranian Journal of Trade Studies*, 21(82), 1-21. (In Persian)
2. Aghdaie, S.F. (2009). Investigating effective factors on Iran's Pistachio exportation. *International Journal of Marketing Studies*, 1(2), 35-40. <https://doi.org/10.5539/ijms.v1n2p35>
3. Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Journal of Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179-211.
4. Altarawneh, M. (2016). Determine the barriers of organic agriculture implementation in Jourdan, Bulgarian, *Journal of Agricultural Science*, 22(1), 10-15.
5. Akbari, M., Badri, S., Shamanian, M., & Amini, S. (2019). Objectives, motivations and barriers of organic agriculture development in Ravansar city. *Environmental Education and Sustainable Development*, 7(2), 63-76. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.30473/ee.2019.5603>
6. Aronson, E., Wilson, T.D., Akert, R.M., & Sommers, S.R. (2016). *Social Psychology*. 9th (ed.). Tehran, Published by Arasbaran.
7. Asadi, R., & delavar, A. (2015). Use of partial least square structural equation modeling in explanation of demographic variables effect on spiritual intelligence with the mediating of well-being. *Quarterly of Educational Measurement*, 6(22), 1-39. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22054/jem.2017.9044.1274>
8. Azadi, Y., Yazdanpanah, M., Forozani, M., & Mahmoodi, H. (2019). Identification of factors influencing wheat growers' adaptation behaviors under climate change conditions (Case study: Kermanshah County). *Geography and Development*, 17(56), 39-56. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22111/gdj.2019.4882>
9. Bagheri, A., Emami, N., Damalas, C.A., & Allahyari, MS. (2019). Farmers' knowledge, attitudes, and perceptions of pesticide use in apple farms of northern Iran: impact on safety behavior. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 9343-9351. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04330-y>
10. Bagheri, A., & Pirmoazzen, S. (2020). Intention and application behavior of farmers towards pesticides' labels and pictograms in Ardabil County: Application of theory of planned behavior. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, 16(2), 109-123. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22034/iaeej.2020.230548.1525>
11. Bénard, M., Baudry, J., Méjean, C., Lairon, D., Giudici, K.V., Etilé, F., Reach, G., Hercberg, S., Kesse-Guyot, E., & Péneau, S. (2018). Association between time perspective and organic food consumption in a large sample of adults. *Nutrition Journal*, 17, 1.
12. Boazar, M., Yazdanpanah, M., & Abdeslahi, A. (2019). Determinants of change the pattern of rice cultivation in Shushtar County using theory of interpersonal behavior models and health belief model. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, 14(2), 125-141. (In Persian with English abstract)
13. Contzen, N., & Mosler, H.-J. (2015). *RANAS (Risks, Attitudes, Norms, Abilities, and Self-regulation) methodological fact sheets - 6 methodological fact sheets on behavior change*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Dübendorf, Switzerland
14. Davis, F.D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
15. Eshraghi Samani, R., Alizadeh, M., & Vahedi, M. (2018). Challenges of developing organic agriculture in Ilam province from the viewpoint of agricultural Jihad's Experts. *Economic Growth and Development Research*, 6(23(2)), 72-65. (In Persian with English abstract)
16. European Commission. Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on Organic Production and Labelling

- of Organic Products and Repealing Regulation (EEC) No 2092/91; European Commission: Brussels, Belgium, 2007; Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32007R0834>
17. Eyhorn, F., Muller, A., Reganold, J.P., Frison, E., Herren, H.R., Luttikholt, L., Mueller, A., Sanders, J., Scialabba, N., Seufert, V., & Smith, P. (2019). Sustainability in global agriculture driven by organic farming. *Nature Sustainability*, 2, 253-255. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0266-6>
 18. Fatemi, M., Rezaei-Moghaddam, K., Monfared, N., & Moghaddas Farimani, S. (2018). Factors affecting behavioral change toward organic agriculture (The case of farmers of Bushehr Province). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 49(4), 779-796. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2018.245092.668515>
 19. FiBL (2021). *Organic farming – Basic principles and good practices*. Dossier, No. 1141 Available at: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1141-organic-farming-principles.pdf>
 20. FiBl & IFOAM. (2021). The word of organic agriculture, statistics & emerging trends 2021. Available: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1150-organic-world-2021.pdf>
 21. Fornell, C., & Larcker, D.F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39–50. <https://doi.org/10.2307/3151312>
 22. Ghosh, Mithun, K., Sohel, M., Hashan, Nazmin, A., Fatima, Tuj, Z., Sajid, Bin, N., & Hasan, Md. (2019). Farmers attitude towards organic farming: A case study in Chapainawabganj district. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 10(2), 1-7.
 23. Haji, L., Momenpor, Y., & Karimi, H. (2021). Analysis of behavioral intention to use solar irrigation systems in agricultural sector of Naghadeh County: The convergence of TPB and TAM models. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, 17(1), 37-52. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22034/iaeej.2021.275508.1602>
 24. Hatefi, M., Mohammadzadeh, M., & Shabanali Fami, H. (2017). Analysis of barriers and limitations of organic agriculture from the perspective of experts from the ministry of agricultural Jihad. *Journal OF Agricultural Science and Sustainable Production*, 27(4), 233-245. (In Persian with English abstract)
 25. Henseler, J., & Sarstedt, M. (2013). Goodness-of-fit indices for partial least squares path modeling. *Computational Statistics*, 28(2), 565-580.
 26. Hosseini, H., Kamali Moghaddam, S., & Harandi, A. (2019). Designing a model for medical students empowerment of value creating university. *Education Strategies in Medical Sciences*, 11(6), 129-138. (In Persian)
 27. Irianto, Heru (2015). Consumer's attitude and intention towards organic food purchase: An extension of theory of planned behavior in gender perspective. *International Journal of Management, Economics and Social Sciences*, 4(1), 17-31.
 28. Karacan, E., & Ceylan, R.F. (2020). Factors affecting pistachio exports in Turkey, Iran and the USA. *International Journal of Agriculture Forestry and Life Science*, 4(2), 255-262.
 29. Keshavarz, S., & Mousavi, M. (2018). Study of the problems and factors affecting the development of organic farming Case Study: kitchen garden city Marvdasht. *Agricultural Economics Research*, 10(39), 151-172. (In Persian with English abstract)
 30. Lilje, J., Kessely, H., & Mosler, H.J. (2015). Factors determining water treatment behavior for the prevention of cholera in Chad. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 93(1), 57–65. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.14-0613>
 31. Mokhtari Hesari, A., Rezaei, R., & Shabanali fami, H. (2020). Analysis of factors affecting farmers' behavior in using low-pressure irrigation system in the East Azerbaijan Province. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, 16(2): 125-143. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22034/iaeej.2020.228394.1520>
 32. Ranjbar, B., Naeimi, A., & Badsar, M. (2020). Identifying the intention of employing good agriculture practices among strawberry growers in Marivan and Sarvabad Counties: Application of the theory of planned behavior. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, 16(2), 77-91. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22034/iaeej.2020.225386.1515>
 33. Rogers, R.W. (1983). *Cognitive and physiological processes in fear appeals and attitude change: A revised theory of protection of motivation*. In J. Cacioppo & R. Petty (Eds.), *Social psychophysiology* (pp. 153-177). New York, NY: Guilford Press.
 34. Safa, L., Rezaei, R., Salahi Moghadam, N., & Karbasioun, M. (2019). Factors affecting farmers' intention to use habrobracon hebetor to control tomato Budworm (*Heliothis* spp.) in Tarom County. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, 15(2): 205-222. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22034/iaeej.2019.96423>
 35. Safi Sis, Y., Joodi Damirchi, M., & Maleki, M. (2020). Analysis of factors affecting the behavioral intentions of organic crops technology from the viewpoint of agricultural experts of east Azarbaijan province. *Agricultural Extension and Education Research*, 13(1): 1-14. (In Persian with English abstract)
 36. Sandoghi, A., & Raheli, H. (2016). Extending the model of planned behavior to predict the intention of producing organic products among Isfahan cucumber greenhouse owners by Moral norm variable. *Iranian Journal of*

- Agricultural Economics and Development Research*, 47(4), 961-974. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2016.61469>
37. Seydi, M., & Rezaei, R. (2019). Factors affecting farmers' safety behavior in the use of personal protective equipments in working with pesticides in Zanjan County: An application of health belief model. *Iranian Agricultural Extension and Education Journal*, 15(2), 45-63. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22034/iaeej.2019.95290>
38. Sharif Sharifzadeh, M., Abdollahzadeh, GH., Damalas., CH.A., & Rezaei, R. (2018). Farmers' criterial for pesticide selection and use in the pest control process. *Agriculture*, 8, 24. <https://doi.org/10.3390/agriculture8020024>
39. Soltani, Sh., Azadi, H., Mahmoudi, H., & Witlox, F. (2014). Organic agriculture in Iran: Farmer's barriers to and factors influencing adoption, *Renewable Agriculture and Food Systems*, 29(2), 126-134.
40. Statistics Center of Iran, (2014). *Results of the survey of horticulture*. (In Persian)
41. Taylor, S., & Todd, P. (1995). Understanding information technology usage: A test of competing models. *Information Systems Research*, 6(2), 144-176.
42. Tudi, M., Daniel Ruan, H., Wang, L., Lyu, J., Sadler, R., Connell, D., Chu, C., & Phung, D.T. (2021). Agriculture development, pesticide application and its impact on the environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1112. <https://doi.org/10.3390/ijerph18031112>
43. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2019). *World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423)*.
44. Ung, M., Luginaah, I., Chuenpagdee, R., & Campbell, G. (2015). Perceived self-efficacy and adaptation to climate change in coastal Cambodia. *Climate*, 4(1), 1-16
45. WHO (2021). Draft who global strategy for food safety 2022-2030, Towards stronger food safety systems and global cooperation. Available: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/food-safety/public-consultation/draft-who-global-strategy-for-food-safety-13may2021.pdf?sfvrsn=ac480bb9_5
46. Wijaya, T., & Purwoko, P. (2018). Exploration of Motives and Barriers on Indonesian organic products consumption, *Global Journal of Health Sciences*, 10(9), 66-73.
47. Yadavar, H., Nami, M., & Zarifiyan, S. (2018). Applying the analysis of planned behavior theory on adoption of organic farming. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 28(1), 169-183. (In Persian with English abstract)
48. Yaghoubi, J., & Javadi, A. (2014). Barriers to production of organic crops from viewpoint of agricultural Jihad experts. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 24(1), 57-68. (In Persian with English abstract)



Determining the Optimal Cultivation Pattern and Energy Consumption Portfolio Required for Irrigation Water Pumping (Case Study: Arable Lands in North Iran)

Kh. Abdi Rokni¹, S. Shirzadi Laskookalayeh^{ID 2*}, H. Amirnejad³

Received: 30-07-2022

Revised: 16-09-2022

Accepted: 10-01-2023

Available Online: 10-01-2023

How to cite this article:

Abdi Rokni, KH., Shirzadi Laskookalayeh, S., & Amirnejad, H. (2023). Determining the optimal cultivation pattern and energy consumption portfolio required for irrigation water pumping (Case study: arable lands in north Iran). *Journal of Agricultural Economics & Development*, 37(3), 253-269. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jead.2023.77437.1145>

Introduction

The growing importance of energy resources in the formation and growth of economic processes, as well as the need to exploit these resources based on environmental considerations and sustainable economic development, the issue of energy saving as an important issue in all economic infrastructures, including industry. Global warming, declining crop yields, climate change and acid rain are the result of fossil fuel consumption. Hence, in recent years, there has been a growing global emphasis on renewable energy across both developed and developing nations. The primary objective is to decrease reliance on conventional energy sources, mitigate environmental pollution, and attain sustainable energy practices.

Materials and Ways

In the present study, a multi-objective mathematical planning model was designed, in which the optimal crop cultivation model in the southern grove area of Babol city, taking into account the maximum profit from the sale of crops, relying on expanding the use of renewable energy sources in the supply basket Irrigation water and reduction of fossil energy consumption used in irrigation water supply were determined. The objective functions of the study are in the form of two objectives: profit maximization and minimization of greenhouse gas emissions. The amount of profit considered in the present study is equal to the difference between income from crop production and total costs, including irrigation, planting and harvesting costs, seed costs, fertilizers and pesticides, and labor costs. The greenhouse gases considered in this study encompass CO₂, N₂O, and CH₄, with the objective of minimizing their emissions for the determination of an optimal crop pattern. The study endeavors to resolve the proposed nonlinear multi-objective pattern utilizing the constraint epsilon method. Subsequently, employing the energy link indexes (E), the optimal solution is identified among the proposed alternatives through the TOPSIS multi-criteria decision model. The statistical population for this investigation comprises farmers in the southern forest area of Babol city. The analysis of results has been conducted using Matlab, Lingo, and Excel software.

Results and Discussion

In this study, a multi-objective model with objective functions of profit maximization and minimization of greenhouse gas emissions subject to energy, energy flow, water, fertilizer, and capital and land constraints using the method the constraint is resolved and eventually the study decision variables are obtained. In terms of recyclable energy, the model suggests that four types of Tarom rice, Shiroodi rice, soybean, and corn be grown

1, 2 and 3- Ph.D. Student, Assistant Professor and Professor of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, respectively.

(*- Corresponding Author Email: s.shirzadi@sanru.ac.ir)

<https://doi.org/10.22067/jead.2023.77437.1145>

with 0.40, 0.34, 0.14 and 0.12 ha / ha, respectively. As can be seen, in accordance with the outputs of the optimal model in terms of renewable energy, most of the cultivated land is allocated to Tarom and Shiroodi rice. The total amount of energy required in the optimal model in terms of renewable energy was 2518 kWh, of which fossil energy is 79% and solar energy is 21%. According to the calculations made in Equation 3, to provide 21% (518 kWh) of solar electricity required by the irrigation system in order to irrigate one hectare of the proposed model of the optimal model in the study area, a solar panel with a capacity of 0.22 kW will be required. The results of the model show that in terms of renewable energy, with the implementation of the proposed model, the profit of farmers in the region per hectare increases from 14776.21 to 14778.18 million rials compared to the situation of non-renewable energy in the entire growing season. In other words, in the current situation, people cultivate crops regardless of energy consumption and production costs (traditional method of rice production by local farmers), while by choosing the right model, the farmer's economic benefits can be increased by 0.013%. At the same time, it saved a significant amount of fossil energy consumption. The minimum emission target of the model in terms of renewable energy states that for the cultivation of 0.40 hectares of Tarom rice, 0.34 hectares of Shiroodi, 0.14 hectares of soybean and 0.12 hectares of corn, at the rate of 2836 kg equivalent to CO₂ pollution Fertilizers, pesticides and fossil fuel consumption will be released, which is 9% less than the current situation where only fossil fuels are used to irrigate crops.

Conclusion

In the present study, the interests of farmers were considered by considering the maximum profit from the sale of agricultural products by relying on the use of renewable energy sources in the energy basket of the agricultural sector (by reducing the fuel consumption of fossil energy sources used) in determining the cultivation pattern. Optimally calculated and compared with current conditions. The results show that the optimal model in terms of renewable energy, shows a more appropriate achievement of goals than in the absence of renewable energy. To this end, it is suggested that agricultural policy makers, by promoting the use of solar energy in irrigation and the use of this large capacity in the country, justify farmers to the potential benefits of solar energy (in the agricultural sector) and its widespread use, reduce current agricultural subsidies in the energy sector. Fossilization and subsidizing solar energy, encouraging the private sector to invest in solar projects can help power irrigation projects.

Keywords: Fossil energy, Greenhouse gas emissions, Optimal cultivation pattern, Solar energy

مقاله پژوهشی

جلد ۳۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، ص ۲۶۹-۲۵۳

تعیین الگوی کشت و سبد بهینه مصرف انرژی مورد نیاز در پمپاژ آب آبیاری (مطالعه موردی: اراضی شمال ایران)

خدیدجه عبدی رکنی^۱ - سمیه شیرزادی لسکوکلایه^{۲*} - حمید امیرنژاد^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۶/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۰

چکیده

محدود بودن منابع انرژی فسیلی و مشکلات ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای حاصل از آن، ضرورت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را بر همگان روشن ساخته است. بر همین اساس در تحقیق حاضر سعی شده است، با استفاده از مدل چندهدفه، الگوی کشت بهینه زراعی و سبد بهینه مصرف انرژی در اراضی کشاورزی به گونه‌ای که منافع حاصل از تولید محصولات زراعی کشاورزان با تکیه بر استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و کاهش مصرف سوخت منابع انرژی فسیلی مورد استفاده در سیستم آبیاری، تعیین شود. جامعه آماری پژوهش، زارعین منطقه بیشه جنوبی شهرستان بابل می‌باشند. داده‌های مربوطه از طریق اداره جهاد کشاورزی منطقه و سازمان ساتبا، در سال ۱۴۰۰ به صورت خام جمع‌آوری شد. نتایج مطالعه، در وضعیت ترکیب انرژی تجدیدپذیر با انرژی فسیلی در پمپاژ آب آبیاری، کشت محصولات شالی طارم، شالی شیروودی، سویا، و ذرت به ترتیب با سطح کشت ۰/۴۴، ۰/۳۰، ۰/۱۶ و ۰/۱۰ در هکتار را به عنوان مقادیر بهینه پیشنهاد می‌کند. با اجرای الگوی پیشنهادی، سود زارعین منطقه به ازای هر هکتار از ۵۳۶/۴۹ به ۵۳۸/۴۱ میلیون ریال نسبت به وضعیت عدم لحاظ انرژی تجدیدپذیر در الگوی جاری، افزایش می‌یابد. سبد بهینه مصرف انرژی به صورت ترکیب به کارگیری انرژی خورشیدی و انرژی فسیلی، ۲۶۹۰ کیلووات ساعت به دست آمد، که از این مقدار، ۸۲ درصد به انرژی فسیلی و ۱۸ درصد به انرژی خورشیدی اختصاص دارد. همچنین، براساس نتایج، با انتخاب سیستم پمپ ترکیبی فسیلی-خورشیدی و همچنین کاهش سطح کشت شیروودی و افزایش سطح طارم، سویا و ذرت نسبت به الگوی فعلی منطقه در شرایط عدم استفاده از انرژی تجدیدپذیر به عنوان منبع سوخت آبیاری، ۱۸ درصد از میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای صرفه جویی خواهد شد. لذا، تشویق و حمایت دولت از کشاورزان در زمینه استفاده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در تأمین سوخت کشاورزی می‌تواند در کاهش زیان‌های محیط‌زیستی ناشی از کشاورزی نقش به سزایی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت بهینه، انتشار گازهای گلخانه‌ای، انرژی خورشیدی، انرژی فسیلی، شهرستان بابل

مقدمه

می‌کند (Omran, 2013). استفاده بهینه از منابع انرژی یک روش ممکن برای کاهش زیان‌های محیط‌زیستی در تولید مواد غذایی محسوب می‌شود که صرفه جویی مالی، حفظ منابع فسیلی و کاهش آلودگی هوا را به ارمغان می‌آورد (Pormohamad et al., 2008). گرم شدن کره زمین، کاهش عملکرد محصولات کشاورزی، تغییرات آب و هوایی و باران‌های اسیدی نتیجه مصرف سوخت‌های فسیلی می‌باشد.

اهمیت روزافزون منابع انرژی در شکل‌گیری و رشد فرآیندهای اقتصادی و همچنین ضرورت بهره‌برداری از این منابع برپایه ملاحظه‌های محیط‌زیستی و توسعه پایدار اقتصادی، موضوع صرفه‌جویی در مصرف انرژی را به عنوان مسأله‌ای مهم در همه زیر ساخت‌های اقتصاد اعم از صنعت، خدمات و کشاورزی جهان مطرح

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، استادیار و استاد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(Email: s.shirzadi@sanru.ac.ir)

(*)- نویسنده مسئول:

طی چند دهه گذشته محیط‌زیست و حفاظت از آن از مهمترین مسئله‌ای است که جوامع با آن روبرو می‌باشند (Safaei et al., 2019).

بخش کشاورزی نیز به دلیل وسعت زیاد در ایران و جهان، یکی از مهم‌ترین مصرف‌کننده‌های انرژی می‌باشد (Sharifimoghadam et al., 2014). با توجه به گسترش مکانیزاسیون در سال‌های اخیر و گسترش برداشت آب زیرزمینی، بخش کشاورزی اثرات جبران ناپذیری را به انرژی کشور وارد کرده است. برای برقراری تولیدی پایدار در بخش کشاورزی و دستیابی به غذای مناسب، لازم است که اصلاحاتی در تامین نوع انرژی مورد نیاز بخش کشاورزی و میزان به کارگیری انرژی صورت گیرد (Baghrian et al., 2007). به همین دلیل، در سال‌های اخیر کشورهای مختلف اعم از پیشرفته و در حال توسعه، جهت کاهش وابستگی به یک حامل انرژی، کاهش آلودگی محیط‌زیستی و دستیابی به پایداری انرژی، توجه فزاینده‌ای به انرژی تجدیدپذیر داشته‌اند. انرژی تجدیدپذیر عبارت است از هر نوع منبع انرژی که بدون آنکه مخزن تأمین‌کننده آن رو به زوال رود، مورد استفاده قرار گیرد که به طور مستقیم یا غیرمستقیم از انرژی خورشیدی مشتق می‌گردند. انرژی نو شامل انرژی خورشیدی، باد، بیومس، زمین گرمایی و انرژی آبی می‌باشد. از مزایای انرژی‌های تجدیدپذیر در مقایسه با انرژی‌های تجدیدناپذیر می‌توان به عدم تولید گازهای آلاینده، قطع وابستگی به سایر کشورها، استهلاک کم و عمر زیاد، عدم نیاز به متخصص بعد از نصب و فرصت توسعه تکنولوژی‌های پایدار اشاره کرد (Faryadi, 2004). در این بین انرژی خورشیدی، باد و آبی بیش از سایر انرژی‌های نو مورد توجه قرار گرفته است. زیرا دریافتی انرژی خورشیدی، بادی و آبی در ایران بالا و تکنولوژی استفاده از آن نیز موجود می‌باشد، به طوری که می‌توان بسیاری از نیازهای کشور را با استفاده از آفتاب و آب تامین کرد (Sharifi et al., 2012). جهت عملیاتی نمودن مناسب مدیریت مصرف انرژی در بخش کشاورزی، تعیین الگوی بهینه مصرف انرژی و الگوی بهینه کشت به عنوان یکی از مهم‌ترین راهکارها می‌باشد. در این راستا، مدل‌سازی الگوی کشتی که بتواند بطور همزمان به مدیریت مصرف انرژی، کاهش آلودگی محیط‌زیست، حداکثرسازی بازده زارعین توجه نماید، یکی از مهم‌ترین تصمیمات پیش‌روی کشاورزان خواهد بود. ایران نیز به عنوان کشوری که به سمت توسعه گام بر می‌دارد با عمل به این مهم می‌تواند با مشکلات و محدودیت‌ها آسانتر مقابله کند (Karamoz et al., 2006).

در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای مطالعات فراوانی انجام گرفته است، الهامی و همکاران (Elhami et al., 2015) بهینه‌سازی انرژی مصرفی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید عدس آبی استان اصفهان با استفاده از روش تحلیل

پوششی داده‌ها^۱ مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد مقادیر کل انتشار گازهای گلخانه‌ای در شرایط واقعی و بهینه در یک هکتار زمین زراعی، به ترتیب، ۹۳۰/۴۵ و ۸۸۲/۱۷ کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن (۵ درصد) کاهش در انتشار گازهای گلخانه‌ای محاسبه شدند. نهاده‌های الکتریسیته و سوخت دیزل به ترتیب ۳۷ درصد و ۳۲ درصد از کل کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص دادند. صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2017) از مبنای الگوی خود رگرسیون ساختاری^۲ برای تحلیل تأثیر افزایش سهم منابع انرژی تجدیدپذیر در تولید انرژی الکتریسیته بر روی تولید ناخالص داخلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای استفاده نمودند. نتایج حاکی از آن است که بروز شوکی مثبت در مصرف انرژی تجدیدپذیر، منجر به افزایش رشد اقتصادی و کاهش انتشار CO₂ می‌شود. همچنین در این پژوهش توصیه شده است که سهم این نوع انرژی از کل انرژی تولیدی کشور افزایش یابد. میرزایی و همکاران (Mirzaie et al., 2017) با هدف حداکثرسازی میزان سود خالص کشاورزان با استفاده از الگوریتم ژنتیک به تعیین الگوی کشت بهینه در شبکه آبیاری سد گلستان پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد الگوی کشت فعلی منطقه بهینه نبوده و در صورت استفاده از الگوی کشت پیشنهادی در این تحقیق میزان سود در کشت پاییزه و تابستانه، به ازای هر هکتار زمین به ترتیب ۴۷ و ۵۷ درصد نسبت به الگوی کشت فعلی افزایش یافته است. پرورش‌ریزی و اشرف‌زاده (Parvashrizi and Ashrafzadeh, 2018) جهت تحلیل هزینه‌های دوره عمر در سامانه‌های پمپاژ خورشیدی و دیزلی در مورد محصول انگور در منطقه کاشمر به طراحی و انتخاب پمپ آب کشاورزی در یک سیستم فتوولتائیک^۳ با توجه به شرایط بومی پرداختند. طبق نتایج، پمپ خورشیدی در این طرح آبیاری می‌تواند فقط برای توان کمتر از ۴/۵ وات با پمپ دیزلی رقابت کند، مگر اینکه بارانه متعلق به سوخت دیزل کاهش یابد. تقی‌نژاد و همکاران (Taghinazhad et al., 2019) مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و انتشار گازهای گلخانه‌ای نهاده‌های مصرفی برای تولید گندم آبی در استان اردبیل مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد کل انتشار CH₄، N₂O و CO₂ از مزرعه‌های گندم آبی به ترتیب ۵۱۷/۱۴، ۱/۶۵ و ۱۲۷۱/۲۵ کیلوگرم در هکتار بود. سود خالص حاصل از تولید گندم آبی نیز ۲۳۶۹۱۲۹۹ ریال بود که نشان دهنده توجیه اقتصادی تولید گندم آبی در استان اردبیل بود. خوش نواز (Khoshnavaz, 2019) به منظور حداکثر نمودن سود و حفظ منابع آب، الگوی کشت شبکه آبیاری میان‌آب دشت شوشتر را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد کاربرد برنامه بهینه موجب کاهش سالانه ۷ میلیون متر مکعب در تخصیص آب و افزایش بیش از پنج میلیارد تومان در سود خالص کل الگوی دشت می‌گردد. تحلیل فازی سیستم توسعه

مصرف انرژی، (با استفاده از افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد مصرف انرژی)، و تأثیر آن بر الگوی بهینه کشت در ایران با لحاظ اهداف اقتصادی و محیط‌زیستی تأکید شده باشد، صورت نگرفته است. بنابراین هدف اصلی در این مطالعه بهینه‌سازی همزمان انرژی مصرفی (کاهش اثرات گلخانه‌ای) و حداکثرسازی سود حاصل از فروش، تولید بهینه محصولات در منطقه بیشه جنوبی شهرستان بابل می‌باشد. عمده محصولات زراعی این منطقه شامل شالی طارم و شیروزی، گندم، سویا، سبزیجات و ذرت می‌باشد. بیش از ۸۰ درصد کشت غالب اراضی محدوده مطالعاتی، شالی می‌باشد. سایر محصولات کشاورزی نسبت به شالیکاری درصد سطح زیرکشت پایینی دارند (Slami et al., 2018). با توجه به فاصله زیاد اراضی زراعی از برق شهری، بخش قابل ملاحظه‌ای از موتور پمپ‌ها، از سوخت فسیلی جهت تامین آب کشاورزی استفاده می‌کنند. همچنین به لحاظ قیمت بالای انرژی فسیلی (بنزین)، کمبود حامل‌های انرژی (نفت) در منطقه و شرایط مناسب جایگزینی و استفاده از انرژی تجدیدپذیر همچون انرژی خورشیدی (به لحاظ اینکه فصل کشت و تولید زراعت محصولات انتخابی در فصل گرم سال با تعداد روزهای آفتابی بالا است) در زراعت منطقه می‌تواند از جمله ملزومات و اهمیت بهبود مدیریت مصرف انرژی در منطقه مذکور و مدیریت تولید محصولات باشد (Agriculture Jihad of babol city, 2021). شهرستان بابل یکی از مناطق عمده تولید شالی در استان مازندران با متوسط سطح زیرکشت حدود ۴۵۷۹۸ هکتار می‌باشد، که شالی در آن به‌صورت نشاکاری و تحت آبیاری غرقابی کشت می‌شود. محصولات ذرت و سویا به لحاظ پایداری کشاورزی منطقه، امنیت غذایی، مشکلات کمتر به‌لحاظ مصرف آب، می‌توانند جایگزین مناسبی برای محصول شالی باشند. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه جزو مناطق مستعد کشور در تولید این محصولات می‌باشد، توسعه سطح کشت این محصولات می‌تواند به‌عنوان راهکاری تعیین‌کننده در نظر گرفته شود (Agriculture Jihad of babol city, 2021).

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر جهت مدیریت پایدار منابع انرژی، و دستیابی به راهحل توافقی پایداری اقتصادی و محیط‌زیستی، الگوی برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه^۱ طراحی شد و در آن، الگوی کشت بهینه زراعی در منطقه بیشه جنوبی شهرستان بابل با در نظر گرفتن حداکثر سود حاصل از فروش محصولات زراعی با تکیه برگسترش استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در سبد انرژی مصرفی تأمین آب آبیاری و کاهش مصرف انرژی فسیلی مورد استفاده در تأمین آب آبیاری، تعیین شد. توابع هدف

داده شده نشان داد با کاهش ۲۵ درصدی آبیاری بهینه، بهره‌وری اقتصادی آب حداقل ۳۰ درصد افزایش خواهد یافت. یوسفی و همکاران (Yousefi et al., 2020) به بررسی الگوهای مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در مزارع چغندرقد روستای حسین آباد شهرستان شیروان، پرداخته‌اند. نتایج نشان داد، که انرژی ورودی و خروجی مزارع چغندرقد به‌ترتیب ۶۶۸۷۹/۵۲ و ۱۳۱۵۷۱/۵۰ مگاژول در هکتار است. میزان انتشار گازهای CO₂، N₂O و CH₄ به‌ترتیب ۲۱/۲۴۶۳، ۱۰/۰۴ و ۳/۲۶ کیلوگرم در هکتار بود و میزان پتانسیل گرمایش جهانی این گازها ۹۰۴۸ معادل کیلوگرم CO₂ محاسبه گردید.

از مطالعات خارجی، بارتزاس و کمیتساس (Bartzas and Komnitsas, 2018) با هدف ارزیابی عملکرد انرژی تولید پسته آبی در یونان از نظر تقاضای انرژی بر اساس این نتایج، افزایش ۱۰ درصدی انرژی مصرفی از کودهای معدنی و ماشین آلات کشاورزی به‌ترتیب منجر به افزایش ۳/۸ درصدی و ۲/۴ درصدی در عملکرد پسته خواهد شد. در حالی که افزایش ۱۰ درصدی نیروی کار انسانی و سوخت دیزل منجر به کاهش تولید به‌ترتیب ۰/۹ درصد و ۰/۴ درصد می‌شود. نیروی انسانی و سوخت دیزل نشان می‌دهد تلاش بیشتر انسان و مصرف سوخت دیزل منجر به کاهش عملکرد پسته می‌شود. آلام و همکاران (Alam et al., 2019) بررسی میزان کاهش گازهای گلخانه‌ای در اثر تغییر تولید شالی غرقابی به نشاء غیرپوک‌های پرداختند. ارزیابی نتایج نشان داد انتشار گازهای گلخانه‌ای ۳۱ درصد در مقایسه با نشاء غرقابی فعلی کاهش خواهد یافت. همچنین صرف‌نظر از شیوه‌های استقرار شالی، CH₄ شایع‌ترین انتشار گازهای گلخانه‌ای بود که ۶۳ تا ۶۷ درصد از کل گازهای گلخانه‌ای را شامل می‌شود. مدینا و همکاران (Medina et al., 2020) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی غیرخطی چندهدفه با هدف عملکرد بهینه سیستم‌های آب، انرژی و غذا و کاهش انتشار برای جوامع کشاورزی مکزیکی که از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر برای تولید محصولات غذایی و انرژی استفاده می‌کنند مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از بهبود قابل قبولی در ابعاد اجتماعی و زیست‌محیطی با حفظ شاخص اقتصادی می‌باشد. آداما و همکاران (Adama et al., 2020) به‌منظور تخصیص بهینه آب برای به حداکثر رساندن بهره‌وری و افزایش تولید محصول با استفاده از الگوریتم ژنتیک به تعیین الگوی بهینه کشت پرداختند. نتایج نشان داد الگوی کشت پیشنهادی دارای عملکرد بالاتری نسبت به شرایط فعلی می‌باشد. همچنین میزان مصرف آب از ۵/۱ به ۴/۹۶ کاهش یافته است. بررسی پیشینه پژوهش نشان داد تحقیقات در زمینه مصرف انرژی در کشاورزی ایران و تعیین الگوی بهینه کشت بصورت مجزا و گسترده انجام شده است، اما می‌توان اشاره کرد که برطبق بررسی مطالعات انجام شده، تحقیقی که در آن بر بهینه‌سازی

در رابطه ۳، Y_i عملکرد محصول i ، A_i سطح کشت محصول i و $P_{i,t}$ قیمت محصول i در زمان t می‌باشد. $\omega^{PV}, \omega^{BS}, \omega^{INV}, \omega^{DG}, \omega^{PS}$ هزینه‌های ثابت سرمایه‌گذاری برای سیستم‌های خورشیدی، باتری، اینورتر، سیستم فسیلی و سیستم پمپ آبیاری می‌باشد. $k_t^{v,PV}, k_t^{v,BS}, k_t^{v,INV}, k_t^{v,DG}, k_t^{v,PS}$ به ترتیب هزینه‌های متغیر تعمیر و نگهداری برای سیستم‌های خورشیدی، باتری، اینورتر، سیستم فسیلی و پمپ آبیاری در زمان t می‌باشد. $C^{PV}, C^{DG}, C^{BS}, C^{INV}, C^{PS}$ ظرفیت تولید انرژی در تکنولوژی خورشیدی، فسیلی، باتری، اینورتر و سیستم پمپ می‌باشد. $p^{PV}, p^{DG}, p^{BS}, p^{INV}, p^{PS}$ میزان تولید انرژی در تکنولوژی خورشیدی، فسیلی، باتری، اینورتر و میزان مصرف سیستم پمپ می‌باشد. η_{DG} ضریب عملکرد سیستم فسیلی در زمان t و میزان راندمان سیستم فسیلی می‌باشند. و در نهایت $C_{i,t}^{product}$ هزینه کاشت هر محصول i (شالی طارم، شالی شیرودی، سویا و ذرت)، در زمان t (در این مطالعه ده ساله در نظر گرفته شد) می‌باشد. جهت تعیین یک تابع هدف مناسب از نظر اقتصادی، لازم است تمامی هزینه‌ها و درآمدها با لحاظ نرخ بهره و نرخ تورم یکسان‌سازی شوند، تا قابلیت جمع جبری با یکدیگر را داشته باشند. لذا در این مطالعه همه هزینه‌ها و درآمدها بر حسب ارزش فعلی محاسبه شدند. نرخ بهره استفاده شده در پژوهش حاضر با استفاده از نرخ بهره اسمی سالانه و نرخ تورم سالانه تعیین شد که اثرات گذشت زمان بر روی هزینه‌ها و درآمد جاری را حذف و با توجه به روابط مربوطه به سال پایه تنزیل داده شد (Saidi et al., 2012). که در رابطه ۴، l نرخ بهره اسمی سالانه (درصد) و f نرخ تورم سالانه (درصد) می‌باشد.

$$r = \frac{l - f}{1 + f} \quad (4)$$

هدف دوم: حداقل‌سازی انتشار گازهای گلخانه‌ای

دومین هدف موردنظر مطالعه حاضر حداقل‌سازی انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. جهت تامین این هدف، از ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در نتیجه مصرف نهاده‌های سوخت فسیلی، کود و سموم شیمیایی استفاده شد. که با ضرب مقادیر هر یک از نهاده‌های مصرفی ذکر شده در ضرایب انتشار مربوط به آن نهاده در هر هکتار محاسبه گردید (ضرایب انتشار از مطالعات مختلف استخراج شدند (Elhami et al., 2015)). گازهای گلخانه‌ای مورد نظر در این مطالعه شامل CO_2 ، CH_4 و N_2O می‌باشند. ضرایب انتشار هر یک از نهاده‌ها در جدول ۱، نشان داده شده‌اند.

لازم به توضیح است که بار انتشار CO_2 توسط فعالیت‌های کشاورزی، از طریق استفاده از کود، سموم دفع آفات، ماشین‌آلات

مطالعه در قالب دو هدف حداکثر سازی سود (F_{profit}) و حداقل‌سازی انتشار گازهای گلخانه‌ای ($-F_{Greenhouse Gas}$) می‌باشد که در روابط ۱ تا ۴ ارائه شده است (Medina et al., 2020).

$$\max\{F_{profit}, (-F_{Greenhouse Gas})\} \quad (1)$$

هدف اول: حداکثر سازی سود

با توجه به توضیحات ارائه شده، یکی از اهداف مطالعه حاضر حداکثر سازی سود می‌باشد، که مقدار آن از تفاوت درآمد (حاصل از تولید محصولات زراعی) و کل هزینه‌ها (شامل هزینه آبیاری، کاشت و برداشت، هزینه بذر، کودها و سموم دفع آفات و هزینه نیروی کار) بدست خواهد آمد. که در روابط ۲ و ۳ به نمایش درآمده است (Medina et al., 2020).

$$\max F_{profit} = TR^{crops} - C^{Energy} - C^{Water} - C^{product} \quad (2)$$

در رابطه ۲، F_{profit} مقدار حداکثر سود، TR^{crops} درآمد حاصل از فروش محصولات، C^{Energy} هزینه فن‌آوری‌های تولید برق، C^{Water} هزینه سیستم پمپاژ آب و $C^{product}$ هزینه کاشت محصولات زراعی را نشان می‌دهد. لازم به توضیح است در رابطه شماره ۲، فن‌آوری‌های تولید برق شامل تکنولوژی‌های فتوولتائیک و موتورهای دیزلی (سیستم فسیلی) در سیستم آبیاری مزارع می‌باشد. سیستم فتوولتائیک شامل سه بخش پنل‌های خورشیدی، باتری و اینورتر جهت تبدیل مستقیم انرژی خورشیدی به برق مورد استفاده در سیستم آبیاری می‌باشد (Medina et al., 2020).

$$\begin{aligned} \max F_{profit} &= \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t} \left\{ \left(\sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T (A_i \cdot Y_i) \cdot P_{i,t} \right) \right. \\ &\quad - \left(\sum_{t=1}^T \left(([\omega^{PV} \cdot C^{PV}] + [k_t^{v,PV} \cdot p^{PV}]) \right. \right. \\ &\quad + [\omega^{BS} \cdot C^{BS}] + [k_t^{v,BS} \cdot p^{BS}] + [\omega^{INV} \cdot C^{INV}] \\ &\quad + [k_t^{v,INV} \cdot p^{INV}]) \left. \right) \\ &\quad + \left([\omega^{DG} \cdot C^{DG}] + [k_t^{v,DG} \cdot p^{DG}] \right. \\ &\quad + \left. \left. \left[\frac{PF_t^{DG} \cdot p^{DG}}{\eta_{DG}} \right] \right) \right. \\ &\quad + ([\omega^{PS} \cdot C^{PS}] + [k_t^{v,PS} \cdot p^{PS}]) \left. \right) \\ &\quad - \left(\sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T A_i \cdot C_{i,t}^{product} \right) \left. \right\} \end{aligned} \quad (3)$$

همچنین انتشار گاز N_2O ناشی از مصرف کود شیمیایی و CH_4 منتشر شده از زمین‌های کشت شالی مدنظر قرار گرفته است. حداقل سازی میزان انتشار می‌تواند به صورت روابط ۵ تا ۸ بیان شود (Yue et al., 2020).

کشاورزی و آبیاری حاصل می‌شود. بار انتشار N_2O عمدتاً از طریق استفاده از کود و بار انتشار CH_4 عمدتاً از شالیزار حاصل می‌گردد (Taghinazhad et al., 2019). که در این مطالعه به حداقل‌رساندن انتشار گازهای گلخانه‌ای CO_2 ناشی از مصرف سوخت فسیلی، کود و سموم شیمیایی و روغن مورد استفاده در موتور پمپ کشاورزی،

جدول ۱- ضرایب انتشار گازهای گلخانه‌های نهاده‌های کشاورزی

Table 1- Greenhouse gas emission coefficients of agricultural inputs

مرجع Reference	ضریب انتشار گلخانه‌ای Greenhouse gas emission (kg CO ₂ eq unit ⁻¹)	نهاده (واحد) Inputs
(Lai, 2004)	1.3	کود نیتروژن (کیلوگرم) Nitrogen Fertilizers
(Lai, 2004)	0.2	کود فسفات (کیلوگرم) Phosphorus Fertilizers
(Lai, 2004)	0.2	کود پتاسیم (کیلوگرم) Potassium Fertilizers
(Dyer and Desjardins, 2003)	2.76	سوخت (لیتر) Fuel
(Dyer and Desjardins, 2003)	0.071	روغن (لیتر) Oil
(Lai, 2004)	5.1	سموم شیمیایی (لیتر) Chemical poisons

محدودیت انرژی

$$P^{PS} \leq (1 - EL)[P^{PV} + P^{DG} + P^{BS}] \quad (9)$$

لازم به ذکر است که رابطه ۹، محدودیت مربوط به تأمین انرژی الکتریکی موردنیاز سیستم آبرسانی (پمپ) می‌باشد که باید توسط فن‌آوری‌های پنل خورشیدی و سیستم فسیلی، با در نظر گرفتن میزان انرژی ذخیره شده در باتری تأمین شود. لذا مجموع خالص انرژی تولیدی در سیستم خورشیدی، فسیلی و ذخیره در باتری با در نظر گرفتن $(1 - EL)$ تلفات انتقال انرژی (ناشی از سیستم کابل کشی) باید از میزان انرژی موردنیاز سیستم آبرسانی بیشتر باشد (Medina et al., 2020).

محدودیت جریان انرژی

$$P^{PV} \leq C^{PV} \cdot PY^{PV} \quad (10)$$

$$PF^{PV} = CF_{PV} \cdot h \quad (11)$$

$$P^{DG} \leq C^{DG} \cdot PY^{DG} \quad (12)$$

$$PF^{DG} = CF_{DG} \cdot h \quad (13)$$

که CF ، PY و h به ترتیب برابر ضریب عملکرد، ضریب ظرفیت تکنولوژی تولید انرژی (پنل فتوولتائیک و سیستم فسیلی) و زمان کارکرد فن‌آوری‌های مذکور جهت تولید برق سالانه می‌باشند. روابط (۱۰) و (۱۲)، محدودیت‌های مربوط به میزان تولید انرژی به ترتیب از

$$\min F_{Greenhouse\ Gas} = GE^{CO_2} + GE^{N_2O} + GE^{CH_4} \quad (5)$$

$$GE^{CO_2} = \sum_{i=1}^I A_i ((\varepsilon_{DG} \cdot P^{DG}) + (\varepsilon_{oil} \cdot OIL_{mh}) + (\varepsilon_{FT} \cdot FT_i) + (\varepsilon_{PE} \cdot PE_i)) \quad (6)$$

$$GE^{N_2O} = \sum_{i=1}^I A_i \cdot FT_i \cdot \vartheta_{FT} \quad (7)$$

$$GE^{CH_4} = \sum_{i=1}^2 A_i \cdot \sigma^{CH_4} \quad (8)$$

در رابطه ۵، GE^{CO_2} ، GE^{N_2O} ، GE^{CH_4} به ترتیب میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای CO_2 ، N_2O و CH_4 می‌باشد. ε_{DG} ، ε_{oil} ، ε_{FT} ، ε_{PE} ، به ترتیب میزان انتشار گاز گلخانه‌ای CO_2 ناشی از مصرف سوخت فسیلی و مصرف روغن در ماشین‌آلات مزارع و ناشی از مصرف کود شیمیایی و مصرف سموم شیمیایی در سطح مزارع می‌باشند. مقادیر P^{DG} ، OIL_{mh} ، FT_i ، PE_i ، به ترتیب میزان مصرف انرژی فسیلی، روغن مورد استفاده ماشین‌آلات در زمین‌های زراعی، کود مورد استفاده در زمین‌های زراعی برای محصول i و سم مورد استفاده در زمین‌های زراعی برای هر محصول i می‌باشند. ϑ_{FT} و σ^{CH_4} ضریب انتشار گاز گلخانه‌ای N_2O ناشی از مصرف کود شیمیایی در سطح مزارع و بار انتشار CH_4 در سطح شالیزاری می‌باشد.

محدودیت‌های مدل نیز شامل انرژی، جریان انرژی، آب، کود، سرمایه و زمین می‌باشند که در ادامه معرفی خواهند شد.

که در رابطه مذکور، A_i و A_{TOT} به ترتیب میزان سطح کل کشت محصولات کشاورزی و میزان سطح کشت محصول λ_m می باشد (Yue et al., 2020).

بطور خلاصه چارچوب کلی در این مطالعه، مدل چندهدفه با توابع هدف حداکثرسازی سود و حداقل سازی انتشار گازهای گلخانه‌ای (ناشی از مصرف کود و سموم شیمیایی و مصرف سوخت فسیلی) مشروط به محدودیت‌های انرژی، جریان انرژی، آب، کود، سرمایه و زمین، با استفاده از روش اپسیلون محدودیت حل خواهد شد. متغیرهای تصمیم مطالعه شامل متغیر ظرفیت تولید برای انرژی‌های فسیلی، خورشیدی پنل، خورشیدی باتری و خورشیدی اینورتر، ظرفیت تولید انرژی سیستم پمپ، میزان تولید برای انرژی‌های سوخت فسیلی، خورشیدی پنل، خورشیدی باتری، خورشیدی اینورتر، سیستم پمپ و سطح زیرکشت محصولات تخصیص داده می‌باشند که در قالب مجموعه جواب‌ها بدست خواهد آمد. با حل این مدل، ۱۰ نقطه بهینه پارتو به دست خواهد آمد. که با استفاده از روش چندمعیاره تاپسیس و براساس شاخص انرژی که در ادامه توضیحات آن ارائه شده است، جواب بهینه انتخاب خواهد شد.

روش اپسیلون محدودیت^۱ به کارگرفته شده در مطالعه حاضر، به عنوان یکی از روش‌های کارآمد برای حل مسائل چندهدفه مطرح است و کارایی بالاتری نسبت به روش‌های سنتی همچون روش وزنی دارد. با توجه به اینکه در این روش، مجموعه‌ای از راه‌حل‌های پارتو ایجاد می‌شود، از این رو سیاست‌گزاران می‌توانند در انتخاب بهترین راه‌حل، آزادی عمل بیشتری داشته باشند (Radmehr et al., 2020). در این روش، برای حل مدل، لازم است با انتقال تمامی توابع هدف به جز یکی از اهداف به بخش محدودیت‌ها، اقدام به حل مدل نمود. سرانجام با توجه به مجموعه جواب‌های پارتو به دست آمده از روش حل مدل چندهدفه و با استفاده از شاخص‌های پایداری انرژی جهت دستیابی به راه حلی که بتواند مدیریت پایدار منابع انرژی منطقه را به خوبی نتیجه دهد تصمیم‌گیری نهایی انجام خواهد شد. بر اساس یافته‌های ال گافی (۲۰۱۷)، شاخص‌های پیوند انرژی (E) به عنوان ابزاری کارآمد برای ارزیابی مدیریت پایدار مورد استفاده قرار می‌گیرد. از اینرو، در این پژوهش، شاخص مصرف انرژی، شاخص‌های بهره‌وری اقتصادی انرژی، بهره‌وری فیزیکی انرژی و بهره‌وری زیست‌محیطی انرژی مورد استفاده قرار گرفت (Radmehr et al., 2020).

شاخص مصرف انرژی^۲: این شاخص کل انرژی مصرف شده را نشان می‌دهد. واحد این شاخص کیلووات ساعت می‌باشد. علامت قطبیت این شاخص منفی می‌باشد (هرچه کمتر باشد، بهتر است) (Radmehr et al., 2020).

فن‌آوری‌های تولید انرژی پنل فتوولتائیک و سیستم فسیلی می‌باشد که قسمت چپ روابط مذکور بیانگر حداکثر تولید انرژی عملیاتی است. هر فن‌آوری تولید انرژی دارای یک ظرفیت اسمی (عدد ثبت شده در پلاک نصبی تجهیز) است که در حالت عملیاتی درصدی از این ظرفیت بالفعل شده و قابل عملیاتی شدن است و این درصد با توجه به ضریب عملکرد آن تعیین می‌شود. روابط (۱۱) و (۱۳) نیز مربوط به محدودیت تعیین میزان ضریب عملکرد فن‌آوری‌های تولید انرژی به ترتیب پنل فتوولتائیک و سیستم فسیلی می‌باشد که با توجه به ظرفیت اسمی و زمان عملکرد هر فن‌آوری تعیین می‌شود (Medina et al., 2020).

محدودیت آب

$$\sum_{i=1}^I Wa_i \cdot A_i \leq Wa_{TOT} \quad (14)$$

که در رابطه ۱۴، Wa_i نیاز آبی محصول i و Wa_{TOT} میزان کل آب مورد نیاز می‌باشد.

محدودیت کود

$$\sum_{i=1}^I FT_i \cdot A_i \leq [FTT]_{TOT} \quad (15)$$

در رابطه ۱۵، FT_i مقدار کود مورد نیاز برای یک هکتار محصول λ_m و $[FTT]_{TOT}$ کل کود موجود می‌باشد (Yue et al., 2020).

محدودیت سرمایه

$$\sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T Ca_{i,t} \cdot A_i \leq Ca_{TOT} \quad (16)$$

در رابطه ۱۶، $Ca_{i,t}$ مقدار سرمایه مورد نیاز برای کشت یک هکتار محصول λ_m در زمان t و Ca_{TOT} کل سرمایه موجود می‌باشد. منظور از سرمایه، کل هزینه‌های نهاده‌های به کار گرفته شده که شامل هزینه‌های کود، نیروی کار، ماشین‌آلات، سموم شیمیایی، آب و سایر نهاده‌های مورد نیاز برای کشت هر محصول را نشان خواهد داد (Yue et al., 2020).

محدودیت زمین

$$\sum_{i=1}^I A_i \leq A_{TOT} \quad (17)$$

تجدیدپذیر کشور (سازمان ساتبا)، دفتر طرح ملی تغییر آب و هوا و آمارهای بین‌المللی انرژی در سال ۱۴۰۰ تأمین شد. همچنین جهت برآورد نتایج مدل چندهدفه با روش اپسیلون محدودیت، از نرم‌افزار Matlab و برای برآورد نتایج بخش تصمیم‌گیری چندمعیاره تاپسیس از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس مطالب از پیش ارائه شده در این مطالعه برای تعیین الگوی بهینه کشت و سبد بهینه مصرف انرژی از مدل برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه استفاده شده است، که در گام نخست، مجموعه‌ی نقاط بهینه پارتو (ماتریس تاوان^۴)، با لحاظ دو هدف حداکثرسازی منافع اقتصادی و حداقل‌سازی انتشار محاسبه گردید. برای محاسبه راه‌حل‌های پارتو، در ابتدا حداقل و حداکثر مقادیر توابع هدف اقتصادی و محیط‌زیستی محاسبه شدند که در **جدول ۲** قابل مشاهده می‌باشد.

در ادامه، با بکارگیری روش اپسیلون محدودیت^۵ الگوی چندهدفه حل و نقاط پارتو تعیین شد (منافع اقتصادی حاصل از کشت محصولات به‌عنوان هدف مطالعه و تابع محیط‌زیستی به‌عنوان یک محدودیت با مقادیر سمت راست اپسیلون لحاظ شده است). دامنه بین دو مقدار حداکثر و حداقل تابع هدف محیط‌زیستی در **جدول ۲** برای بدست آوردن ارزش‌های اپسیلون، به ده نقطه تقسیم شده است. الگوی بهینه با هدف حداکثرسازی منافع اقتصادی با در نظر گرفتن مقادیر مختلف ارزش اپسیلون، حل شده و نقاط پارتو به دست آمده است. ماتریس Pay-off بین دو هدف اقتصادی و محیط‌زیستی در جدول ۳ ارائه شد. راه‌حل‌های A1 و A10 به ترتیب نشان‌دهنده حداقل انتشار گازهای گلخانه‌ای و حداکثر سود اقتصادی می‌باشد.

نتیجه مهمی که می‌توان از جدول ۳، به دست آورد این است که میزان خسارت محیط‌زیستی با افزایش منافع اقتصادی افزایش می‌یابد. این نتیجه با مطالعه کل استد (۱۹۹۳) مبنی بر اینکه رشد اقتصادی مستلزم استفاده بیشتر از منابع طبیعی و انرژی به‌ویژه سوخت‌های فسیلی که آن هم به‌نوبه خود تخریب محیط‌زیست را به دنبال دارد، همسو می‌باشد.

با توجه به اینکه اهداف مطالعه حاضر، همسو با یکدیگر نیستند، بنابراین برای انتخاب بهترین جواب از میان راه‌حل‌های پارتو از روش رتبه‌بندی چند معیاره TOPSIS استفاده شد. در تشریح گام‌های روش حل تاپسیس بیان شد که در قدم اول یک ماتریس تصمیم برای n گزینه و m معیار بنا می‌شود (n نشان دهنده تعداد شاخص‌ها و m راه‌حل‌های پارتو می‌باشد). در این مطالعه از شاخص‌های پیوند انرژی

شاخص بهره‌وری اقتصادی انرژی^۱: این شاخص مقدار منفعت اقتصادی به دست آمده به ازای یک واحد انرژی مصرف شده را نشان خواهد داد. واحد این شاخص ریال به کیلووات ساعت است. علامت قطبیت این شاخص مثبت می‌باشد (هرچه بیشتر باشد، بهتر است) (Radmehr et al., 2020).

شاخص بهره‌وری فیزیکی انرژی^۲: این شاخص مقدار تولید حاصل شده به یک واحد انرژی مصرف شده را نشان می‌دهد. واحد این شاخص کیلوگرم به کیلووات ساعت می‌باشد. علامت قطبیت این شاخص مثبت می‌باشد (هرچه بیشتر باشد، در تصمیم‌گیری بهتر است) (Radmehr et al., 2020).

شاخص بهره‌وری محیط‌زیستی^۳: این شاخص مقدار تولید حاصل شده به انتشار گاز گلخانه‌ای را نشان خواهد داد. واحد این شاخص کیلوگرم به تن CO₂ می‌باشد. علامت قطبیت این شاخص مثبت می‌باشد (هرچه بیشتر باشد، در تصمیم‌گیری بهتر است) (Radmehr et al., 2020).

در ادامه از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره تاپسیس^۴ برای انتخاب بهترین جواب از میان مجموعه پارتو بر اساس شاخص‌های پیوند انرژی استفاده خواهد شد. این راه‌حل در هفت مرحله اصلی انجام می‌شود (Radmehr et al., 2021):

- ✓ ساختن ماتریس تصمیم
 - ✓ محاسبه ماتریس نرمال شده ماتریس تصمیم
 - ✓ محاسبه ماتریس وزنی نرمال شده
 - ✓ معرفی گزینه‌های ایده‌آل مثبت (A+) و ایده‌آل منفی (A-)
 - ✓ محاسبه فاصله هر درایه از هر یک از راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی
 - ✓ محاسبه یک شاخص Ci برای محاسبه بهترین راه‌حل از میان راه‌حل‌های موجود
 - ✓ رتبه‌بندی راه‌حل‌ها
- راه‌حلی که بالاترین ارزش Ci را داشته باشد، به‌عنوان بهترین راه‌حل انتخاب می‌شود.

جامعه آماری موردنظر در این مطالعه، زارعین منطقه بیشه جنوبی شهرستان بابل می‌باشند. داده‌های مربوط به بخش زراعی پژوهش حاضر از جمله سرمایه، زمین، آب، کود و..... از طریق اداره جهاد کشاورزی منطقه، در سال ۱۴۰۰ به صورت خام جمع‌آوری شد. اطلاعات فنی و اقتصادی نیز به صورت عمده از مراجع معتبر داخلی همانند دفتر برنامه‌ریزی جامع انرژی وزارت نیرو، برنامه‌ریزی کلان انرژی کشور در قسمت حامل‌های انرژی وزارت نفت، برنامه جامع انرژی‌های

4- Multi-criteria decision making of TOPSIS

5- Pay-off Matrix

6- Epsilon Constraint Method

1- Economic Energy Productivity

2- Physical Energy Productivity

3- Environmental Productivity

انرژی را در هر یک از راه‌حل‌های پارتو نشان می‌دهد که مجموع این شاخص‌ها ماتریس تصمیم‌گیری برای انتخاب بهترین راه‌حل را ارائه می‌دهد.

شامل ۴ شاخص: مصرف انرژی (ENG)، بهره‌وری اقتصادی انرژی (ECOEP)، بهره‌وری فیزیکی انرژی (PHEP) و بهره‌وری محیط‌زیستی (EN)، برای راه‌حل‌های ده‌گانه پارتو استفاده گردید، و ماتریس تصمیم تشکیل شد. جدول ۴، مقدار هریک از شاخص‌های

جدول ۲- حداکثر و حداقل اهداف اقتصادی و محیط‌زیستی

Table 2- Pay-off matrix of economic and environmental goals for each solution

هدف اقتصادی (میلیون ریال) Economic goal (million Rials)	هدف محیط‌زیستی (کیلوگرم CO ₂) Environmental purpose (kg CO ₂)	
559. 68	1608	حداکثر مقدار Maximum amount
529. 19	1419	حداقل مقدار Minimum amount

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۳- ماتریس Pay-off هدف اقتصادی و محیط‌زیستی به ازای هر راه‌حل

Table 3- Pay-off matrix of economic and environmental goals for each solution

راه‌حل Solution	هدف اقتصادی Economic goal (million Rials)	هدف محیط‌زیست Environmental purpose (kg CO ₂)
A ₁	529. 19	1419
A ₂	532. 80	1440
A ₃	538. 41	1461
A ₄	540. 02	1482
A ₅	543. 63	1503
A ₆	545. 23	1524
A ₇	548. 85	1545
A ₈	552. 46	1566
A ₉	556. 07	1587
A ₁₀	559. 68	1608

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۴- ماتریس تصمیم شاخص‌های نقاط پارتو

Table 4- Indicator decision matrix Pareto points

راه‌حل Solution	بهره‌وری محیط‌زیستی Environmental productivity (kg/kg CO ₂)	بهره‌وری فیزیکی انرژی Physical energy productivity (kg/kWh)	بهره‌وری اقتصادی انرژی Economic energy productivity (Rials/kWh)	مصرف انرژی Energy consumption (kwh)
A ₁	3.83	2.57	2.51E+05	2110
A ₂	3.94	2.62	2.50E+05	2133
A ₃	4.00	2.67	2.49E+05	2157
A ₄	4.06	2.72	2.48E+05	2180
A ₅	4.11	2.76	2.47E+05	2204
A ₆	4.16	2.81	2.45E+05	2227
A ₇	4.21	2.85	2.44E+05	2251
A ₈	4.26	2.89	2.43E+05	2274
A ₉	4.31	2.94	2.42E+05	2298
A ₁₀	4.36	2.98	2.41E+05	2321

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

شاخص تقسیم شده، که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است. در گام سوم، وزن‌دهی به ماتریس نرمال شده انجام و مجموعه وزن‌ها در

در گام دوم روش تاپسیس جهت نرمال‌سازی شاخص‌های موجود در ماتریس تصمیم هر یک از مقادیر بر اندازه بردار مربوط به همان

ماتریس نرمالایز شده ضرب شده است. لازم به توضیح است که در مطالعه حاضر، اهمیت یکسان به دو هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (صرفه‌جویی در مصرف انرژی فسیلی) و افزایش سود در تصمیم‌گیری، وزن یکسانی معادل با ۲۵ درصد برای هر یک از معیارها در نظر گرفته شده است.

در گام بعدی راه‌حل‌های ایده‌آل و غیرایده‌آل برای هریک از شاخص‌ها محاسبه شده است. و در نهایت رتبه‌بندی گزینه‌ها که در **جدول ۵** مقدار شاخص C_i را نشان می‌دهد. هرچه مقدار این شاخص بالاتر باشد، راه‌حل پارتو موردنظر دارای رتبه بالاتری بر اساس پیوند انرژی است.

جدول ۵- ماتریس تصمیم نرمال برای نقاط پارتو
Table 5- Normal decision matrix for Pareto points

راه‌حل Solution	بهره‌وری محیط‌زیستی Environmental productivity (kg / kg CO ₂)	بهره‌وری فیزیکی انرژی Physical energy productivity (kg/kWh)	بهره‌وری اقتصادی انرژی Economic energy productivity (Rials/kWh)	مصرف انرژی Energy consumption (kwh)
A ₁	0.293	0.292	0.322	0.301
A ₂	0.302	0.297	0.321	0.304
A ₃	0.306	0.303	0.319	0.3071
A ₄	0.310	0.308	0.318	0.311
A ₅	0.314	0.313	0.317	0.314
A ₆	0.318	0.318	0.314	0.317
A ₇	0.322	0.323	0.313	0.321
A ₈	0.326	0.328	0.312	0.324
A ₉	0.330	0.333	0.311	0.327
A ₁₀	0.333	0.338	0.310	0.331

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۶- رتبه‌بندی راه‌حل‌ها
Table 6- Ranking of solutions

راه‌حل Solutions	رتبه Ranking	C_i
A ₁	2	0.58
A ₂	4	0.50
A ₃	1	0.59
A ₄	3	0.54
A ₅	5	0.43
A ₆	6	0.36
A ₇	7	0.31
A ₈	10	0.27
A ₉	9	0.28
A ₁₀	8	0.29

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

که علت آن می‌تواند به دلیل همواره فراهم بودن بازار خرید و فروش این رقم و عملکرد بالای این محصول نسبت به سایر ارقام باشد. با توجه به اینکه در سال جاری قیمت آن با رقم مرغوب اختلاف زیادی نداشته و کشاورز همواره به دنبال حداکثر سود می‌باشد، انگیزه برای کشت این رقم افزایش یافته است (بدون توجه به آسیب‌های محیط‌زیستی به دلیل سنتی بودن شیوه تولید شالی در منطقه). هم‌چنین، شالی طارم به دلیل کیفیت بیشتر این نوع شالی و مصرف خانگی این محصول، رتبه بعدی در کشت محصولات را به خود اختصاص داد.

بر اساس نتایج **جدول ۶**، راه‌حل هشتم A₃ دارای بالاترین مقدار در مقایسه با سایر راه‌حل‌ها می‌باشد، زیرا کمترین فاصله با راه‌حل ایده‌آل و بیشترین فاصله را از نامناسب‌ترین گزینه داشته است. از این رو، راه‌حل A₃ به عنوان بهترین راه‌حل از بین ده راه‌حل پارتو بر اساس شاخص پیوند انرژی انتخاب می‌شود. نتیجه نهایی مدل بهینه در شرایط لحاظ انرژی تجدیدپذیر جدول ۷ قابل مشاهده است.

همان گونه که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، در شرایط عدم لحاظ انرژی تجدیدپذیر (شرایط فعلی)، از میان محصولات مورد مطالعه، شالی شیروودی بیش‌ترین سهم را در الگوی کشت جاری به خود اختصاص داد.

جدول ۷- سبد مصرف انرژی و الگوی بهینه محصولات

Table 7- Energy consumption basket and optimal product pattern

راه حل A8 Solution A8	محصولات Products	الگوی فعلی در شرایط عدم لحاظ انرژی تجدیدپذیر The current pattern in the absence of recyclable energy	الگوی بهینه در شرایط لحاظ انرژی تجدیدپذیر Optimal pattern in terms of renewable energy	درصد تغییرات Percentage of changes
سطح زیرکشت Area under cultivation	شالی طارم (h) Tarom rice (h)	0.41	0.44	
	شالی شیروودی (h) Shiroodi rice (h)	0.48	0.30	
	سویا (h) Soybean (h)	0.05	0.16	
	ذرت (h) Corn (h)	0.05	0.10	
	ظرفیت تولید انرژی خورشیدی پنل (kw) Solar panel production capacity (kw)	0	0.83	
	میزان تولید انرژی خورشیدی پنل (kwh) Solar panel production rate (kwh)	0	500	
	ظرفیت تولید انرژی خورشیدی باتری (kw) Battery solar power generation capacity (kw)	0	1.32	
	میزان تولید انرژی خورشیدی باتری (kwh) Battery solar power generation (kwh)	0	300	
	ظرفیت تولید انرژی خورشیدی اینورتر (kw) Inverter solar power generation capacity (kw)	0	0.60	
	میزان تولید انرژی خورشیدی اینورتر (kwh) Inverter solar energy production rate (kwh)	0	466	
	ظرفیت تولید انرژی فسیلی (kw) Fossil energy production capacity (kw)	1.5	1.08	
	میزان تولید انرژی سوخت فسیلی (kwh) Fossil fuel energy production (kwh)	3159	2190	

ظرفیت مصرف انرژی سیستم پمپ (kw) Pump system power consumption capacity (kw)	0.57	0.50	
میزان مصرف انرژی سیستم پمپ (kwh) Pump system energy consumption (kwh)	2812	2394	
هدف حداکثر سود Maximum profit goal (million rials)	536.49	538.41	+0.35
هدف حداقل انتشار گازهای (CO ₂) کیلوگرم گلخانه ای Minimum greenhouse gas emissions goal (kg CO ₂)	1790	1461	-18

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

میزان کشت را به‌خود اختصاص دادند، این در حالی است که این ارقام مصرف انرژی (جهت برداشت آب زیرزمینی) بالاتری نسبت به محصولات سویا و ذرت دارند. ولی از آنجا که کشاورزان منطقه چندسالی است که به‌دلیل بالا بودن نسبی سود این رقم نسبت به سایر محصولات، این محصول را به‌عنوان رقم غالب در الگوی کشت خود منظور نمودند، لذا مسلماً کشاورزان به‌دلیل ماهیت ریسک‌گریزی که دارند، اگر بخواهند در راستای کاهش مصرف انرژی قدمی بردارند، در درجه‌ی اول به درآمد گذشته‌ی خود می‌نگرند و رقمی را انتخاب می‌کنند که منفعتی همانند گذشته حاصل کند. لذا باقی‌ماندن این محصولات در الگوی کشت حتی با وجود تأکید بر کاهش مصرف انرژی، منطقی به‌نظر می‌رسد. لذا، مدل در جهت بهینه نمودن جواب نهایی سعی بر حداکثرسازی سطح کشت محصول طارم و شیروودی داشته است.

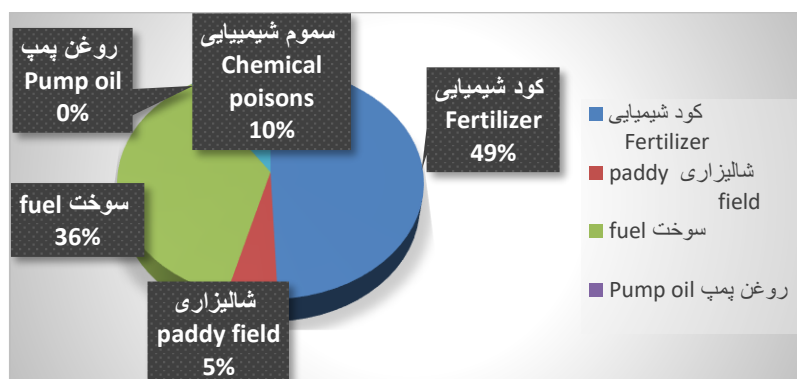
با توجه به تابع سود (رابطه ۳) یکی از متغیرهای تصمیم، کل انرژی موردنیاز سیستم پمپ بوده است، که در الگوی بهینه در شرایط لحاظ انرژی تجدیدپذیر برابر ۲۶۹۰ کیلووات ساعت به‌دست آمد است. از ۲۶۹۰ کیلووات ساعت انرژی بدست آمده، ۸۲ درصد آن را انرژی فسیلی و ۱۸ درصد آن را، انرژی خورشیدی به‌خود اختصاص دادند. طبق محاسبات انجام شده در رابطه ۳، برای تأمین ۱۸ درصد (۵۰۰ کیلووات ساعت) برق خورشیدی موردنیاز سیستم آبیاری به‌منظور آبیاری یک هکتار، الگوی پیشنهادی مدل بهینه در منطقه مورد مطالعه، پنل خورشیدی با ظرفیت ۰/۸۳ کیلووات موردنیاز خواهد بود. ۵۰۰ کیلووات ساعت انرژی تولیدی توسط پنل در مواقع استفاده از پمپ مستقیماً مصرف می‌گردد، و در شرایطی که پمپ خاموش باشد توسط باتری‌ای با ظرفیت ۱/۳۲ کیلووات ذخیره می‌شود، و در مواقع لزوم (با فرض راندمان ۶۰ درصدی باتری)، ۳۰۰ کیلووات ساعت انرژی به سیستم پمپ منتقل می‌کند. با توجه به نتایج در شرایط بهینه برای

ذرت و سویا با سطح کشت ۰/۰۵ و ۰/۰۵ هکتار رتبه بعدی را به‌خود اختصاص دادند (باقی محصولات که سطح کشت ناچیزی داشتند و محصولاتی که بصورت دیم کشت می‌شوند، از مطالعه حذف شدند). نتیجه دیگری که می‌توان از بررسی وضعیت فعلی منطقه به‌دست آورد این است که کشت محصولات در این منطقه متکی بر انرژی تجدیدناپذیر می‌باشد، که می‌تواند در صورت مدیریت ناصحیح، محیط‌زیست منطقه را تهدید کند. این مسئله نشان‌دهنده اهمیت برنامه‌ریزی در خصوص مدیریت انرژی در این منطقه می‌باشد.

با توجه به اینکه در مطالعه حاضر تعیین الگوی کشت بهینه با تأکید بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش سود موردبررسی قرار گرفت، مدل در وضعیت لحاظ انرژی تجدیدپذیر، پیشنهاد می‌کند که چهار نوع محصول شالی طارم، شالی شیروودی، سویا، و ذرت به‌ترتیب با سطح کشت ۰/۴۴، ۰/۳۰، ۰/۱۶ و ۰/۱۰ در هکتار کشت شوند همان‌طور که مشاهده می‌شود مطابق با خروجی‌های مدل بهینه با لحاظ انرژی تجدیدپذیر، بخش عمده زمین‌های تحت کشت، به شالی رقم طارم و شیروودی اختصاص می‌یابد. کاهش سطح کشت رقم شیروودی بیشتر از کاهش سطح کشت شالی طارم است. شالی شیروودی جزء ارقام پرمحصول می‌باشد، که به پمپاژ آب و کود بیشتر نیاز دارد، بنابراین وقتی مدل حداکثرسازی سود و کاهش انتشار گاز حاصل سوخت فسیلی و کود مدنظر باشد، طبیعی است که سطح کشت شیروودی بیشتر از سطح کشت رقم طارم کاهش یابد. اما به دلیل اینکه در پمپاژ آب آبیاری، انرژی خورشیدی جایگزین سوخت فسیلی شده است، درصد کاهش سطح کشت رقم شیروودی نسبت به رقم طارم چندان چشمگیر نیست و به نوعی مدل علاوه بر حفاظت انتشار گازهای گلخانه‌ای، سودآوری زارعین منطقه را نیز مورد توجه قرار داده است. با مشاهده شرایط عدم لحاظ انرژی تجدیدپذیر وضعیت فعلی، شالی طارم و شیروودی بیشترین

فعلی، افراد بدون توجه به میزان مصرف انرژی و هزینه‌های تولید، محصولات را کشت می‌کنند (سنتی بودن شیوه تولید شالی توسط کشاورزان منطقه) در صورتی که با انتخاب الگوی درست، می‌توان منافع اقتصادی کشاورز را ۳۵٪ درصد افزایش داد و هم‌زمان میزان قابل توجهی در مصرف انرژی فسیلی صرفه‌جویی کرد. با توجه به اینکه هدف دوم مطالعه کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در مدل بهینه می‌باشد، در شکل ۱ به تفکیک منابع ایجادکننده آلودگی نشان داده شد.

آبیاری ۴۴٪ هکتار شالی طارم، ۳۰٪ هکتار شیروودی، ۱۶٪ هکتار سویا و ۱٪ هکتار ذرت به پمپی با قدرت موتور حدود ۲/۳ کیلووات ساعت با ترکیب ۸۲ درصد انرژی فسیلی و ۱۸ درصد انرژی خورشیدی نیاز خواهد بود. با توجه به اینکه یکی از اهداف مطالعه حداکثرسازی سود می‌باشد، نتایج مدل در وضعیت لحاظ انرژی تجدیدپذیر نشان می‌دهد، که با اجرای الگوی پیشنهادی سود زارعین منطقه به‌ازای هر هکتار از ۵۳۶/۴۹ به ۵۳۸/۴۱ میلیون ریال نسبت به وضعیت عدم لحاظ انرژی تجدیدپذیر در کل فصل زراعی، افزایش می‌یابد. یعنی در شرایط



شکل ۱- میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در شرایط لحاظ انرژی تجدیدپذیر به تفکیک نهاده‌ها
Figure 1- Emission rate of greenhouse gases in terms of renewable energy by input

CO₂ در هکتار معادل ۱۰ درصد و ۵ درصد در جایگاه بعدی قرار گرفتند. نهایتاً روغن مورد استفاده پمپ کشاورزی با انتشار نزدیک یک کیلوگرم در رتبه آخر قرار گرفته است.

با توجه به نتایج مدل بهینه (در راستای دستیابی به هدف کاهش انتشار) در مطالعه که کاهش ۱۸ درصدی سهم انرژی فسیلی در سبد مصرف انرژی مورد نیاز پمپ آب آبیاری را به‌همراه داشته است، الگوی کشت بهینه نیز به‌صورت ۷ درصد افزایش سطح کشت طارم، ۳۷ درصد کاهش سطح کشت شیروودی، افزایش ۲۲۰ درصد سطح کشت سویا و افزایش ۱۰۰ درصدی کشت ذرت و کاهش ۱۸ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای نسبت به شرایط عدم لحاظ انرژی تجدیدپذیر تغییر یافت. در واقع، با کاهش سطح کشت ارقام شالی (با توجه به سنتی بودن شیوه تولید شالی و مصرف بالای نهاده‌های تولید) و سوق‌دادن سطح کشت به‌سمت محصولات سویا و ذرت، از میزان انتشار کاسته و در نتیجه منطقه را از شرایط بحرانی انتشار خارج کرد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این بخش، انتخاب الگوی پیشنهادی از نظر اقتصادی و محیط‌زیستی مقرون به‌صرفه و در راستای توسعه پایدار است.

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر سعی شد منافع کشاورزان با در نظر گرفتن حداکثر سود زراعی با تکیه بر استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در سبد

نتایج مطالعه نشان داد که به‌ازای کشت ۴۴٪ هکتار شالی طارم، ۳۰٪ هکتار شیروودی، ۱۶٪ هکتار سویا و ۱٪ هکتار ذرت، به‌میزان ۱۴۶۱ کیلوگرم معادل CO₂ آلودگی ناشی از مصرف کود، سموم و مصرف سوخت فسیلی منتشر خواهد شد، که نسبت به حالت فعلی در شرایطی که تنها از سوخت فسیلی جهت آبیاری محصولات استفاده می‌کنند ۱۸ درصد کاهش یافته است. در این حالت هر دو هدف یعنی افزایش سود و کاهش انتشار نسبت به شرایط فعلی تامین خواهد شد که نشان‌دهنده برتری مدل پیشنهادی می‌باشد. سهم هریک از نهاده‌های ورودی در انتشار گازهای گلخانه‌ای در شکل ۱ قابل مشاهده است. سهم هر یک از نهاده‌ها از طریق ضرب مقدار نهاده‌های مصرفی در ضریب‌های انتشار مربوط به نهاده‌ها و سطح کشت محصولات به‌دست آمد. در بین فعالیت‌های مختلف، مصرف کود با میانگین ۷۲۰ کیلوگرم CO₂ در هکتار معادل ۴۹ درصد، بیشترین مقدار را از نظر انتشار دی‌اکسید کربن به‌خود اختصاص داد. در واقع به‌ازای کشت ۴۴٪ هکتار شالی طارم، ۳۰٪ هکتار شیروودی، ۱۶٪ هکتار سویا و ۱٪ هکتار ذرت، با مصرف مقدار مشخصی کود، ۷۲۰ کیلوگرم CO₂ در هکتار منتشر خواهد شد. سوخت مصرفی برای پمپ آب آبیاری با میانگین ۵۳۱ کیلوگرم CO₂ در هکتار معادل ۳۶ درصد از کل انتشار، در رتبه دوم انتشار دی‌اکسیدکربن قرار گرفت. سموم شیمیایی و زمین‌های شالیزار به‌ترتیب با میانگین ۱۳۷ کیلوگرم و ۷۲ کیلوگرم

در میزان مصرف سوخت‌های فسیلی باعث تقلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود، مطابقت دارد. در بخش دیگر نتایج میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ۱۴۶۱ کیلوگرم معادل CO₂ در هکتار به دست آمد، که با مطالعه دستان و همکاران (Dastan et al., 2013) مبنی بر متوسط انتشار ناشی از تولید شالی را برابر ۲۳۰۷ کیلوگرم CO₂ در هکتار محاسبه نمودند، همسو می‌باشد. همچنین، عامل اصلی ایجادکننده انتشار گازهای گلخانه‌ای در این پژوهش مربوط به کود و سپس سوخت فسیلی می‌باشد، که با مطالعه سلطانی و همکاران (Soltani et al., 2013)، در بررسی خود به این نتیجه دست یافتند که سوخت‌های فسیلی و کودهای شیمیایی به ترتیب با ۴۵/۸ و ۲۲/۵ درصد باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شوند، هم راستا می‌باشد.

بدیهی است پایان‌پذیری منابع فسیلی انرژی و ضرورت افزایش ارزش منابع خورشیدی و تبدیل آن به مواد با ارزش افزوده بالا ضرورت استفاده از این منابع انرژی در تأمین برق مورد نیاز بخش‌های کشاورزی بالاخص در مواردی که نیازها فصلی بوده و بیشتر به فصل‌های آفتابی سال محدود می‌شود، محرز می‌نماید. به همین منظور، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران کشاورزی از طریق ترویج استفاده انرژی خورشیدی در آبیاری و استفاده از این ظرفیت بزرگ در کشور، توجه کشاورزان نسبت به مزایای بالقوه انرژی خورشیدی (در بخش کشاورزی) و استفاده وسیع از آن، کاهش یارانه‌های فعلی کشاورزی در بخش انرژی فسیلی و تعلق یارانه به انرژی خورشیدی، تشویق بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در پروژه‌های خورشیدی به تأمین انرژی طرح‌های آبیاری کمک نمایند.

انرژی‌های مصرفی بخش کشاورزی (با کاهش میزان مصرف سوخت منابع انرژی فسیلی مورد استفاده)، در قالب تعیین الگوی کشت بهینه محاسبه و با شرایط فعلی مقایسه خواهد شد. نتایج نشان داد الگوی بهینه در شرایط لحاظ انرژی تجدیدپذیر، نسبت به شرایط عدم لحاظ انرژی تجدیدپذیر، برتری نسبی در دستیابی به اهداف مورد نظر مطالعه دارد، که با نتایج مطالعه کالتساس و همکاران (Kaltsas et al., 2007) مبنی بر بیشتر بودن مقادیر پتانسیل گرمایش جهانی در نظام کاشت ارگانیک نسبت به نظام کاشت رایج، مطابقت دارد. همچنین، مشاهده شد که در حالت بهینه، رقم طارم بیشترین سطح کشت را به خود اختصاص داده که این امر می‌تواند سود بیشتر و آلاینده‌گی کمتر این محصول در مقایسه با سایر محصولات را نتیجه دهد. با توجه به نتایج الگوی چندهدفه، پیشنهاد می‌شود رقم طارم بیشترین سطح کشت را به خود اختصاص دهد و کشاورزان منطقه بهتر است با توجه به میزان منابع در اختیارشان، این محصول را جایگزین دیگر ارقام نمایند. نتایج این مطالعه با نتیجه‌ی اندک مطالعات مشابه انجام شده، مطابقت دارد. به عنوان مثال نتیجه مطالعه پرورش ریزی و اشرف زاده (Parvareshrizi and Ashrafzadeh, 2018) با هدف تحلیل فنی- اقتصادی آبیاری خورشیدی (مقایسه با منابع متداول انرژی در آبیاری)، نشان داد شرایط فعلی بهینه نبوده است و استفاده از ترکیب انرژی فسیلی و خورشیدی علاوه بر افزایش سود مقدار انتشار را کاهش می‌دهد. هدف کاهش انتشار گاز گلخانه‌ای نیز در وضعیت استفاده از انرژی تجدیدپذیر ۱۸ درصد کاهش خواهد یافت. همچنین با مطالعه دایر و دسجاردینز (Dayer and Desjardins, 2003) مبنی بر کاهش

منابع

- Adama, G., Jimoh, D., & Otache, M. (2020), Optimization of irrigation water allocation framework based on genetic algorithm approach. *Journal of Water Resource and Protection*, 12, 316-329.
- Agriculture Jihad of babol city, (2021). <https://doi.org/10.4236/jwarp.2020.124019>
- Alam, M., Bell, R., & Biswas, W. (2019), Increases in soil sequestered carbon under conservation agriculture cropping decrease the estimated greenhouse gas emissions of wetland rice using life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 224, 72-87. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.215>
- Ameri, M., Magdsabeti, A., & Norozi, M. (2005). *Economic feasibility study of using solar pumps in Kerman province*. 13th Annual Conference on Mechanical Engineering, Isfahan University of Technology. (In Persian)
- Bartzas, G., & Komnitsas, K. (2018). Energy flow analysis in agriculture; the case of irrigated pistachio production in Greece. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 2, 73-80. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2018.06.007>
- Baghrian, A., Saleh, A., & Pikani, Gh. (2007). *Optimization of cultivation pattern in Kazerun region using linear programming method*. The sixth biennial conference of the Iranian Agricultural Economics Association. Mashhad. 8 and 9 November. (In Persian)
- Dayer, J., & Desjardins, L. (2003). The impact of farm machinery management on the greenhouse gas emissions from Canadian agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 22, 59-74. https://doi.org/10.1300/J064v22n03_07
- Dastan, S., Soltani, A., Noor Mohammadi, G.H., & Madani, H. (2013), Global warming potential of carbon dioxide emissions and energy consumption in the paddy planting. *Journal of Agricultural Ecology*, 6(4), 823-835. (In Persian with English abstract)
- El-Gafy, I. (2017). Water-food-energy nexus index: analysis of water-energy-food nexus of crop's production system applying the indicators approach. *Applied Water Science*, 7(6), 2857-2868. <https://doi.org/10.1007/s13201-017-0551-3>
- Elhami, B., Akram, A., & Khanali, M. (2015). Optimization of energy consumption and reduction of greenhouse gas

- emissions in the production of blue lentils using data envelopment analysis method. *Iran Biosystem Engineering*, 47(4), 701-710. (In Persian)
11. Faryadi, Sh. (2004). Proposing the principles and rules of sustainable urban design in the process of globalization. *Journal of Environmental Science*, 99. (In Persian)
 12. Karamoz, M., Ahmadi, A., & Nazif, S. (2006). *Challenges and opportunities of applying models for optimal operation of water resources systems*. The first regional conference of exploiters of water resources in Karun and Zayandehrud basins, Shahrekord University. (In Persian)
 13. Khoshaghlagh, R., Sharifi, A., & Kochakzade, M. (2005). Economic evaluation of solar energy use compared to diesel energy. *Iranian Journal of Economic Research*, 7(24), 171-192. (In Persian)
 14. Khoshnavaz, S. (2019). Uncertainty analysis of water distribution planning in mian-ab irrigation network in shooshtar plain: application of genetic algorithm and simulated annealing. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 52(1), 152-163. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/IJSWR.2019.281948.668217>
 15. Kaltsas, AM., Mamolos, AP., Tsatsarelis, CA., Nanos, GD., & Kalburtji, KL. (2007). Energy budget in organic and conventional olive groves. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 122(2), 243-251. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.01.017>
 16. Mirzaie, Sh., Zakerinia, M., Shahabifar, M., & Sharifan, H. (2017). Determining optimum cropping pattern using genetic algorithm (case study: Golestan dam irrigation and drainage network). *Irrigation Sciences and Engineering*, 40(3), 181-190. (In Persian) <https://doi.org/10.22055/JISE.2017.13261>
 17. Medina, A., Flores, F., Cardenas, L., & Fuentes, L. (2020). Optimal design of the water-energy-food nexus for rural communities. *Computers and Chemical Engineering*, 143, 107-120. <https://doi.org/10.3390/en15239045>
 18. Omrani, A. (2013). Implementation of the cultivation model is an opportunity to address sustainable development and food security. Agricultural Jihad of Sari city. (In Persian)
 19. Parvareshrizi, A., & Ashrafzadeh, A. (2018). Technical-economic analysis of solar irrigation: Comparison with Conventional Energy Sources in Irrigation. *Journal of Energy Policy and Planning Research*, 4(11), 201-228. (In Persian)
 20. Pormohamad, Y., Mosavibaigi, M., Alizadeh, A., & Ziay, A. (2017). Estimation of water productivity of major crops in Neishabour plain and optimization of crop area. *Journal of Water and Soil*, 1(31), 112-126. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/JWSD.V8I1.88854>
 21. Radmehr, R., Ghorbani, M., & Ziaei, A.N. (2020). Quantifying and managing the water-energy-food nexus in dry regions food insecurity: New methods and evidence. *Agricultural Water Management*, 119. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106588>
 22. Sadeghi, K., Sojodi, S., & Ahmadzadh, F. (2017). The impact of renewable energy on economic growth and environmental quality in Iran". *Journal of Energy Policy and Planning Research*, 6, 171-202. (In Persian)
 23. Safaee, V., Davary, K., & Pourmohammad, Y. (2019). Necessity water, energy, and food nexs based on the strategic plan for sustainable development. *Journal of Water and Sustainable Development*, 6(2), 9-14. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/JWSD.V6I2.72591>
 24. Saidi, P., Mazhari, R., & Valian, H. (2012). Invektstigating the relationship between inflation rate and interest rate based on Fisher's theory in Iranian economy. *Journal of Financial Knowledge, Securities Analysis*, 5(13), 83-97. (In Persian)
 25. Sharifi, A., Kiani, Gh., Khoshakhlagh, R., & Bagheri, M. (2012). Evaluating the replacement of renewable energy instead of fossil fuels in Iran: An optimal control approach. *The Journal of Economic Modeling Research*, 11, 123-140. (In Persian)
 26. Sharifimoghadam, A., Sadeghi, H., Delavar, M., & Zarghami, M. (2014). *Water-food-energy Nexs in agricultural water resources management in Shazand watershed*. 14th National Conference on Watershed Management Science and Engineering of Iran. (In Persian)
 27. Slami, G., Darzi, A., & Emadi, A. (2018). *Assessment of water resources and agricultural water consumption in Babol plain*. The Second National Conference on Science and Technology of Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment of Iran.
 28. Soltani, A., Rajabi, M.H., Zeinali, E., & Soltani, E. (2013). Energy inputs and greenhouse gases emissions in wheat production in Gorgan. 50, 54-61.
 29. Taghinazhad, J., Vahedi, A., & Ranjbar, F. (2019). E assessment of energy consumption and greenhouse gas emissions from wheat ductionpro in Ardabil Provience. *Journal of Environmental Sciences*, 17(3), 137-150. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.29252/envs.17.3.137>
 30. Yousefi, Z., Vahedi, A., & Askari-Bozayeh, F. (2020). Energy consumption analysis and environmental impact evaluation of rice production by life cycle assessment (LCA) in Guilan province. *Agricultural Mechanization and Systems Research*, 22(78), 55-72. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22092/erams.2020.343427.1359>
 31. Yue, G., Zhang, F., Wang, Y., Zhang, X., & Guo, P. (2020). Fuzzy multi-objective modelling for managing water-food-energy-climate change-land nexus towards sustainability. *Journal of Hydrology*, 1-47.

<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125704>



Determining the Eco-Efficiency of Major Crops in Selected Regions of Khuzestan Province

M. Mardani Najafabadi^{1*}, A. Abdeslahi², E. Ahani³

Received: 18-09-2022

Revised: 30-01-2023

Accepted: 13-02-2023

Available Online: 13-02-2023

How to cite this article:

Mardani Najafabadi, M., Abdeslahi, A., & Ahani, E. (2023). Determining the eco-efficiency of major crops in selected regions of Khuzestan province. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 37(3), 271-287. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jead.2023.78856.1158>

Introduction

The relationship between economic development and the environment is known as one of the most important issues facing societies. If in the context of sustainable development, economic and environmental activities are considered together, the environment and economic development are two complementary factors and, as a result, it will lead to ecological balance. In this case, economic activities will not disturb this balance. Presently, the imperative of safeguarding the environment and attaining sustainable development has ascended to a prominent position on the agendas of diverse societies, Iran included. This commitment is underscored by the execution of comprehensive economic, social, and cultural initiatives aimed at fostering long-term ecological resilience and balanced societal progress. Therefore, to preserve the environment and meet the goals of sustainable development, as well as to guide and rationally manage plans and projects, especially in the agricultural sector, serious measures should be taken. Therefore, this study was carried out to evaluate the operational, environmental, and eco-efficiency of the major agricultural products of the irrigation and drainage networks of Gotvand.

The irrigation and drainage network of Gotvand is located in the southwest of Iran in Khuzestan province. This network is designed to irrigate lands located in three regions of Gotvand, Aghili, and Dimcheh, enclosed between two rivers, Karun and Lor. According to the official statistics of government organizations, the consumption of fertilizers and chemical poisons in the lands covered by this network is 3.6 times the average limit in Iran. The excess irrigation water in this network is returned to the rivers by the built-in drains and causes water pollution downstream of the network. Therefore, considering that environmental protection is one of the most important aspects of sustainable development, it is very important to investigate the effects of the use of pesticides and chemical fertilizers in agriculture and to introduce solutions to improve the efficiency of the environment in the study area.

Materials and Methods

Eco-efficiency includes operational and environmental impacts, which are presented as the ratio of the weighted sum of outputs to the weighted sum of inputs (operational inputs + environmental inputs). However, since agricultural activities are carried out in uncertain environmental conditions, there is uncertainty regarding inputs and outputs. The uncertainty in some of the effective input and output parameters in the ranking of networks, and as a result, the inaccuracy of the model calculation results, and the need to pay attention to the use of uncertainty models, make it more obvious. Therefore, in the present study, to include the conditions of uncertainty

1 and 2- Associate Professors of Agricultural Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Engineering and Rural Development, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

(*- Corresponding Author Email: m.mardani@asnrukh.ac.ir)

3- Lecturer in the Department of Accounting and Economics at Bozorgmehr Qaenat and Torbat Heydarieh University
<https://doi.org/10.22067/jead.2023.78856.1158>

and risk, the robust data envelopment analysis (RDEA) model was used, which is one of the most powerful and useful models in conditions of uncertainty. The required data were collected by completing a questionnaire of the Gotvand, Aghili, and Dimche regions using a simple random sampling method in 2019.

Results and Discussion

The alfalfa producers in the Gotvand region assigned the highest environmental and Eco-efficiency by obtaining points in the range of 81 to 89 percent and 90 to 96 percent, respectively. The rice crop in the Aghili region had the highest types of operational efficiency based on different levels of deviation probability in the range of 77-87%, environmental efficiency in the range of 80-90%, and environmental-economic efficiency in the range of 87-95%. Dimanche sugarcane region has the highest average of efficiency types for different levels of deviation probability by obtaining points in the range of 78 to 90, 80 to 89, and 87 to 95 respectively for operational, environmental, and Eco-efficiency. Comparing the results of technical efficiency with environmental efficiency shows the lack of attention and skill of farmers in the correct and optimal use of production inputs. Therefore, it is necessary to hold educational and promotional classes to empower farmers to improve production methods and optimal consumption of inputs to improve farmers' income and increase their profits. Given that a substantial portion of energy consumption within the agricultural sector is attributed to fuels and diesel, optimizing energy usage and promoting the adoption of newer, less polluting energy sources emerge as crucial imperatives. Enhancing environmental efficiency in this context involves a strategic focus on reducing reliance on traditional, environmentally taxing energy forms in favor of more sustainable alternatives.

Conclusion

The average operating efficiency in all different probability levels for the studied products in Goutvand , Aghili, and Dimche areas, except for beans in the Gatund area, was estimated to be lower than the average environmental efficiency. This shows the lack of ability and skill of farmers to produce a certain product with the lowest amount of input, while the farmers of these areas pay great attention and care to environmental issues.

Keywords: Khuzestan, Operational efficiency, Robust data envelopment analysis, Undesirable output, Undesirable input

مقاله پژوهشی

جلد ۳۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، ص ۲۸۷-۲۷۱

تعیین کارایی محیط‌زیستی محصولات عمده زراعی مناطق منتخب استان خوزستان

مصطفی مردانی نجف آبادی^{۱*} - عباس عبدشاهی^۲ - الهه آهنی^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۷

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۴

چکیده

تجزیه و تحلیل نظام‌های کشاورزی به‌منظور تعیین کارایی و بررسی اثرات محیط زیستی- اقتصادی، موجب ارتقاء کیفی مدیریت و توسعه پایدار کشاورزی می‌گردد. توسعه پایدار بخش کشاورزی از اولویت‌های مهم مورد توجه کشورها بوده و نقش و اهمیت کارایی محیط‌زیستی همواره مورد تأکید بوده است. در این راستا، مطالعه حاضر با توجه به مزیت نسبی اقتصادی استان خوزستان و با هدف تعیین کارایی محیط‌زیستی- اقتصادی، کارایی عملیاتی و کارایی محیط‌زیستی محصولات عمده زراعی با استفاده از تلفیق مدل بهینه‌سازی با پارامترهای کنترل‌کننده میزان محافظه‌کاری و تحلیل پوششی داده‌ها انجام گرفت. داده‌های مورد نیاز با تکمیل پرسشنامه از کشاورزان مناطق گتوند، عقیلی و دیمچه استان خوزستان و با روش نمونه‌گیری تصادفی در سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ جمع‌آوری گردید. نتایج نشان داد، یونجه‌کاران منطقه گتوند با کسب امتیاز در محدوده ۸۱-۸۹ و ۹۶-۹۰ درصد به‌ترتیب بالاترین میزان کارایی محیط‌زیستی و محیط‌زیستی-اقتصادی را به خود اختصاص دادند. در منطقه عقیلی، محصول برنج بالاترین میزان کارایی عملیاتی به ازای سطوح مختلف احتمال انحراف در محدوده ۸۷-۷۷ درصد، کارایی محیط‌زیستی در محدوده ۹۰-۸۰ درصد و کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی در محدوده ۹۵-۸۷ درصد را کسب نمود. در منطقه دیمچه، محصول نیشکر بالاترین میانگین انواع کارایی را به ازای سطوح مختلف احتمال انحراف با کسب امتیازات در محدوده ۷۸ تا ۹۰، ۸۰ تا ۸۹ و ۸۷ تا ۹۵ به‌ترتیب برای کارایی عملیاتی، محیط‌زیستی و محیط‌زیستی-اقتصادی را به خود اختصاص داد. به طور کلی، میانگین کارایی عملیاتی در همه سطوح احتمال برای محصولات مورد بررسی در مناطق گتوند، عقیلی و دیمچه به استثنای (لوبیا در منطقه گتوند)، کمتر از میانگین کارایی محیط‌زیستی برآورد گردید. این امر، بیانگر عدم قابلیت‌ها و مهارت‌های کشاورزان در به کارگیری میزان مناسب نهاده‌ها جهت تولید محصولات کشاورزی بوده، در حالی که کشاورزان مناطق مورد بررسی، بر مسائل محیط‌زیستی تمرکز بیشتری دارند. لذا پیشنهاد می‌شود در زمینه به کارگیری مناسب نهاده‌های تولید، آموزش‌های ترویجی صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌های استوار، خوزستان، ستاده نامطلوب، کارایی عملیاتی، نهاده نامطلوب

مقدمه

در نتیجه، تعادل و توازن اکولوژیکی را به‌دنبال خواهد داشت Kazemi (et al., 2016; Besharatdeh et al., 2019). همچنین اقتصاد و محیط‌زیست از طریق دو جریان با یکدیگر در ارتباط هستند. از یک سو، منابع تجدیدپذیر و پایان‌پذیر از محیط‌زیست به سوی اقتصاد انتقال می‌یابند و از سوی دیگر، اغلب پسماندهای محصولات که به وسیله فعالیت‌های اقتصادی تولید می‌شوند، در حال حرکت از اقتصاد به

ارتباط بین توسعه اقتصادی و محیط‌زیست از جمله مهمترین مسائل پیش‌رو در جوامع شناخته شده است. چنانچه در بستر توسعه پایدار، فعالیت‌های اقتصادی و محیط‌زیستی به‌صورت توأمان در نظر گرفته شود، محیط‌زیست و توسعه اقتصادی دو عامل مکمل یکدیگر بوده و

۱ و ۲- دانشجویان گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی و عمران روستایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

(*)- نویسنده مسئول: (Email: m.mardani@asnrukh.ac.ir)

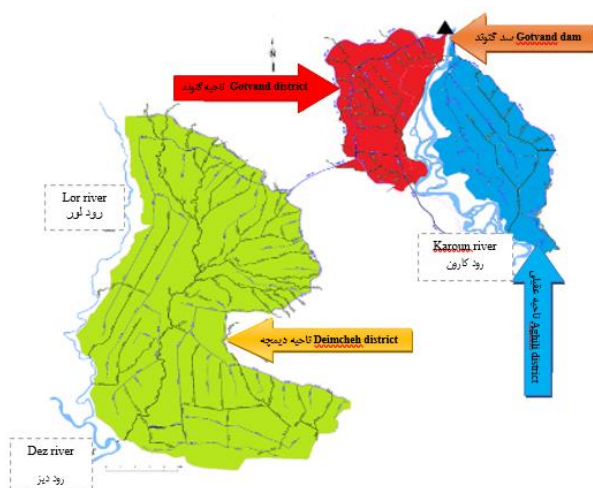
۳- مدرس گروه حسابداری و اقتصاد دانشگاه بزرگمهر قائنات و تربت حیدریه

کنترل‌کننده میزان محافظه‌کاری و تحلیل پوششی داده‌ها برای محصولات زراعی مناطق گنوم، دیمچه و عقیلی استفاده گردید. هرچند در زمینه بررسی و ارزیابی شاخص کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی در تولید محصولات کشاورزی، پژوهش‌های مختلفی انجام گرفته، اما تنها معدودی از مطالعات به برآورد کارایی محیط‌زیستی مبادرت نموده‌اند (Nabavi-Pelesaraei et al., 2016; Mardani and Taki, 2020). در پژوهشی به‌منظور بهینه‌سازی انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید گندم، میزان بهینه انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید گندم در شهر اهواز را ۳۴۰ کیلوگرم در هکتار محاسبه نمودند. (Karimi et al., 2012) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به تعیین کارایی تولید گندم در ۸ استان بزرگ کشور پرداختند. برای اعمال شرایط عدم اطمینان در داده‌های ورودی و خروجی، از روش تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای (IDEA) استفاده گردید. (Mardani et al., 2011) کارایی مزارع گندم سیستان را با استفاده از روش تلفیق مدل بهینه‌سازی با پارامترهای کنترل‌کننده (RDEA) برآورد کردند. نتایج مطالعه نشان داد که میانگین کارایی مزارع نمونه در مدل پیشنهادی، در سطح ثابت عدم اطمینان معین و با افزایش میزان احتمال هر محدودیت از کران خود (P)، کاهش می‌یابد. در پژوهشی دیگر، ماسودا (Masuda, 2016) بررسی کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی تولید گندم در ژاپن نشان داد که کاهش آفت‌های گندم ناشی از استفاده بیش از حد کود نیتروژن عامل مهمی در کارایی اقتصادی تولید گندم و در نتیجه توسعه کشت پایدار گندم در ژاپن بود. به‌عبارتی، در فرآیند تولید در کنار محصول خوب (ستاده مطلوب)، محصول بد (ستاده نامطلوب) نظیر نیتروژن، فسفر و سایر آلاینده‌ها تولید می‌شود. فورلئو و همکاران (Forleo et al., 2018) با استفاده از میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌عنوان شاخص اندازه‌گیری اثر محیط‌زیستی، به اندازه‌گیری کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی کلزا و آفتابگردان برای یک مگاژول از زیست‌توده به‌عنوان ارزش‌افزوده مبادرت نمودند. نتایج نشان داد که مقادیر کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی مزارع آفتابگردان بیشتر از کلزا بود. در پژوهشی دیگر، اوزالپ و همکاران (Ozalp et al., 2018) متوسط مقدار کربن دی‌اکسید منتشر شده در تولید انار در آنتالیای ترکیه ۸۸/۱ کیلوگرم کربن دی‌اکسید در هکتار در تولید انار گزارش شد که نهاده‌های الکتریسیته و کودهای شیمیایی بیشترین سهم را در انتشار گازهای گلخانه‌ای داشتند. در حال حاضر، توجه به محیط‌زیست، یکی از مؤلفه‌های اصلی در سیاست‌های کلان جهانی بوده که بسیاری از مؤلفه‌های دیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لذا، مهمترین عامل و پیش‌نیاز بسیاری از فعالیت‌ها در سطح کلان، سازگاری با محیط‌زیست است (Beshartadeh et al., 2021). بنابراین هدف پژوهشگران در این زمینه، کمینه کردن یا حذف پیامدهای جانبی منفی برای دستیابی

محیط‌زیست هستند. زمانی که جریان مواد و ضایعات از ظرفیت و قابلیت واقعی تجاوز نماید، ظرفیت منابع طبیعی و محیط‌زیست کاهش می‌یابد. جریان سریع منابع پایان‌پذیر به درون چرخه اقتصادی می‌تواند به تخلیه سریع ذخیره این دسته از منابع منجر شود (Barghi et al., 2016; Mardani Najafabadi et al., 2020). هنگامی که جریان منابع تجدیدپذیر نیز به‌سوی چرخه اقتصادی، از نرخ تجدیدپذیری و احیای این منابع تجاوز کند، باعث کاهش بهره‌وری منابع شده و احتمال نابودی آن‌ها افزایش می‌یابد. از این‌رو، لزوم رسیدن به سود بیشتر در کنار اهمیت به مسائل محیط‌زیستی و توسعه پایدار سبب شده است تا ضمن تعریف مفهوم کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی و محیط‌زیستی، استفاده از آن به‌عنوان شاخص مناسبی به‌منظور ارزیابی پایداری نظام‌های تولید کشاورزی مورد توجه قرار گیرد (Boucekine et al., 2011).

به‌دلیل اینکه بخش کشاورزی بیشترین و نزدیکترین ارتباط را با محیط‌زیست دارا بوده و همچنین بخش عمده‌ای از آلودگی‌های محیط‌زیستی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد، لذا تکنولوژی‌های نوین دامنه اثرات منفی کشاورزی بر محیط‌زیست را کاهش داده‌اند (Taate et al., 2013). مطابق آمار سازمان محیط‌زیست، در سال ۱۳۹۸ ایران رتبه ۱۱۶ را در مصرف کود شیمیایی در بین کشورهای جهان به‌خود اختصاص داده است. در ایران به‌ازای هر هکتار زمین کشاورزی، ۸۹ کیلوگرم کود شیمیایی مصرف می‌شود. در حالی‌که، میانگین جهانی مصرف کود شیمیایی ۱۰۱ کیلوگرم در هکتار است (Department of Environment, 2019). همچنین، طبق آمار رسمی وزارت جهاد کشاورزی، میزان مصرف سموم شیمیایی از ۱۹۳ هزار لیتر در سال ۱۳۹۹ به ۳۸۳ هزار لیتر در سال ۱۴۰۰ رسیده است. مصرف بیش از حد کودها و سموم شیمیایی، علاوه بر افزایش فرسایش خاک و آلودگی منابع آب، کیفیت محصولات را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. در استان خوزستان، بخش وسیعی از اراضی کشاورزی در محدوده رودخانه‌های دز و کارون و در بخش جلگه‌ای منطقه که از دیرباز به‌عنوان قطب بزرگ کشاورزی در کشور مطرح بوده، واقع شده است. گستردگی حجم فعالیت‌های کشاورزی در این منطقه، بر حجم بار آلودگی آب و خاک این منطقه افزوده است (Hossemi Zare et al., 2016). با توجه به این موارد و از آن‌جا که بر اساس گزارش سازمان برنامه و بودجه استان خوزستان، میزان مصرف کودها و سموم شیمیایی در اراضی تحت پوشش آبیاری و زهکشی گنوم در سال ۹۹-۱۳۹۸، حدود ۳/۶ برابر متوسط مصرف نهاده‌ها در ایران است (Reports of program organization, 2016)، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی کارایی عملیاتی، محیط‌زیستی و محیط‌زیستی-اقتصادی محصولات عمده اراضی پایاب شبکه‌های آبیاری و زهکشی گنوم انجام شده است. برای این منظور، از تلفیق مدل‌های بهینه‌سازی با پارامترهای

تعبیه شده به رودخانه‌ها بازگشته و باعث آلوده شدن آب در پایین دست شبکه می‌گردد (Reports of program organization, 2016). از این رو، با توجه به اینکه حفاظت از محیط‌زیست از جمله مهمترین ابعاد توسعه پایدار است، لذا بررسی آثار ناشی از کاربرد سموم و کودهای شیمیایی در کشاورزی و معرفی راهکارهایی به منظور بهبود کارایی محیط‌زیست در منطقه مورد مطالعه، جزو ضروری‌ترین مسائل در منطقه مطرح گردیده است.



شکل ۱- شماتیک کلی شبکه آبیاری و زهکشی گتوند
Figure 1- General schematic of irrigation and drainage network of Gotvand

از آن‌جا که فعالیت‌های کشاورزی در شرایط نامطمئن محیط‌زیستی انجام می‌شود، لذا در رابطه با نهاده‌ها و ستاده‌ها عدم قطعیت‌هایی وجود دارد. عدم قطعیت موجود در برخی از داده‌ها به‌عنوان نهاده و ستاده مؤثر در رتبه‌بندی مدل‌ها و دقیق نبودن نتایج حاصل از محاسبه مدل، ضرورت به کارگیری عدم قطعیت را در بخش کشاورزی آشکارتر می‌سازد. از این رو، در مطالعه حاضر به‌منظور لحاظ شرایط عدم قطعیت، از مدل تحلیل پوششی داده‌های استوار (RDEA) که یکی از مدل‌های بسیار قوی و مفید در شرایط عدم حتمیت است، بهره گرفته شد. ادغام مدل‌های برنامه‌ریزی استوار با مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، یکی از مهمترین روش‌های اعمال شرایط عدم حتمیت جهت دستیابی به نمرات کارایی پایدار و رتبه‌بندی قابل اطمینان بوده که مورد استقبال پژوهشگران قرار گرفته است (Ohadi et al., 2020). از جمله مزایای کاربرد این روش، می‌توان به دستیابی به نتایج بهینه نقطه‌ای بدون نیاز به آگاهی از توزیع داده‌ها اشاره کرد.

تحلیل پوششی داده‌های استوار (RDEA)

به محیط‌زیست پاک برای نسل‌های آینده با هدف افزایش بهره‌وری و کارایی با استفاده از فناوری‌های نوین می‌باشد (Nikkhah et al., 2015). در بخش کشاورزی، کودها و سموم شیمیایی مهمترین نهاده‌هایی هستند که در صورت مدیریت نامناسب مصرف آن‌ها، آلودگی زیست‌محیطی در بخش کشاورزی را به دنبال دارند. بررسی مطالعات گذشته، نشان داد که در اکثر آن‌ها، اثر ستاده نامطلوب در کنار ستاده مطلوب محاسبه شده است. در مطالعه حاضر، با رویکردی متفاوت از سایر مطالعات انجام شده، نهاده‌های نامطلوب (کود، سموم شیمیایی و غیره) در کنار نهاده‌های مطلوب (مانند، آب، نیروی کار و غیره) در برآورد کارایی محیط‌زیستی مورد بررسی قرار گرفت. قابل ذکر است که به‌کارگیری کودها و سموم شیمیایی را نمی‌توان تماماً نهاده نامطلوب تلقی نمود. این نهاده‌ها فقط در صورتی که منجر به افزایش خروجی‌های نامطلوبی چون نیترات و غیره شوند، تماماً نامطلوب به شمار می‌روند.

مواد و روش‌ها

در این بخش ابتدا به معرفی منطقه مورد مطالعه پرداخته می‌شود. سپس مدل تحلیل پوششی داده‌های استوار که برای اعمال شرایط عدم اطمینان بکار می‌رود، معرفی شده است. بعد از آن، مدل اصلی DEA که برای تفکیک کارایی عملیاتی و زیست‌محیطی است معرفی می‌گردد. در نهایت، جامعه آماری و روش نمونه‌گیری معرفی شده است.

شبکه آبیاری و زهکشی گتوند در جنوب غربی ایران در استان خوزستان واقع شده است. این شبکه، جهت آبیاری اراضی واقع در سه منطقه گتوند، عقیلی و دیمچه، محصور بین دو رودخانه کارون و لور طراحی گردیده است (شکل ۱). کل اراضی تحت پوشش این شبکه ۴۳۹۳۰ هکتار بوده و به‌طور خالص، ۳۴۱۴۴ هکتار در بیش از ۴۳۰۰ قطعه زمین از آن استفاده می‌کنند (Agricultural, 2019). مناطق گتوند و عقیلی آب آبیاری مورد نیاز خود را از سد گتوند که روی رودخانه کارون احداث گردیده، دریافت می‌نمایند. بیشترین میزان زیرساخت این شبکه آبیاری و زهکشی، در منطقه دیمچه واقع است. منطقه دیمچه علاوه بر سد گتوند، به‌طور مستقیم توسط چند سد انحرافی از رودخانه لور که انشعابی از رودخانه دز است نیز تغذیه می‌نماید (Reports of program organization, 2016).

براساس گزارشات سازمان برنامه و بودجه استان خوزستان، میزان مصرف کودها و سموم شیمیایی در اراضی تحت پوشش آبیاری و زهکشی گتوند در سال ۹۹-۱۳۹۸ معادل ۳/۶ برابر متوسط مصرف نهاده‌ها در ایران است (Reports of program organization, 2016). بنابراین، مازاد آب‌آبیاری در این شبکه توسط زهکش‌های

که y, z, P متغیرهای اضافی غیرمنفی برای لحاظ عدم حتمیت در مدل هستند. در مدل بهینه‌سازی با پارامترهای کنترل کننده میزان محافظه‌کاری، دو جمله اضافی نسبت به حالت استاندارد برنامه‌ریزی خطی وجود دارد $(Z_i \Gamma_i + \sum_{r=1}^s P_{rj})$. شایان ذکر است که محاسبه پارامتر Γ_i براساس سطح احتمال انحراف هر محدودیت از کران خود و تعداد منابع عدم حتمیت در این محدودیت محاسبه می‌شود (Mardani, Najafabadi and Abdeshahe, 2018).

رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) یکی از مهمترین روش‌های ناپارامتریک است که با کمک برنامه‌ریزی خطی به تعیین کارایی آن دسته از واحدهای تصمیم‌گیر که دارای ستانده‌ها و نهاده‌های مشابهی هستند، می‌پردازد و هیچگونه فرض اولیه‌ای مبنی بر ارتباط تبعی بین نهاده‌ها و ستانده‌ها را در نظر نمی‌گیرد. از آنجا که تمام ارقام و اطلاعات پوشش می‌دهد، به آن تحلیل فراگیر داده‌ها اطلاق می‌شود. مبدأ این روش به مطالعه فارل در سال ۱۹۵۷ بر می‌گردد و بر اساس رهیافت فارل، (Charles and Cooper, 1962) اولین مدل برنامه‌ریزی خطی DEA برای محاسبه کارایی با بازده ثابت نسبت به مقیاس را توسعه داد (Besharatdeh et al., 2019).

مدل‌های سنتی DEA در صورت وجود متغیرهای مهمی که تأثیری منفی بر محیط‌زیست دارند، قادر به ارائه نتایج دقیقی نیستند. یکی از شاخص‌هایی که می‌توان با بهره‌گیری از آن به طور همزمان، کارایی عملیاتی و محیط‌زیستی را اندازه‌گیری نمود، کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی است که برای اندازه‌گیری آن از مدل DEA اصلاح شده بهره گرفته می‌شود.

کارایی عملیاتی

کارایی عملیاتی بر اساس نسبت خروجی‌ها به ورودی‌ها در یک سیستم محاسبه می‌شود. بنابراین با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس CRS و با وجود ورودی‌های عملیاتی x_{ij} ($i = 1, \dots, m$) و خروجی y_{rj} ($r = 1, \dots, s$) برای هر واحد تصمیم‌گیرنده^۲ یا به عبارتی DMU_j ($j = 1, \dots, n$) کارایی عملیاتی از طریق رابطه (۳) محاسبه می‌شود (Charles and Cooper, 1962).

با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیر که ارزش نهاده‌ها و ستاده‌های مبهم آن‌ها به ترتیب با مجموعه‌های J_j^y و J_j^x نشان داده می‌شود، می‌توان پارامترهای γ_j^y و γ_j^x را به گونه‌ای تعریف نمود که بتوانند مقادیری را در فواصل محدود $[0, J_j^y]$ و $[0, J_j^x]$ اختیار نمایند. این پارامترها از این جهت که مدل DEA را در برابر تغییرات ناشی از شرایط عدم حتمیت در داده‌های ورودی و خروجی استوار می‌سازند، دارای اهمیت هستند. مدل عمومی RDEA در رابطه (۱) ارائه شده است (Shokouhi et al., 2010).

$$\begin{aligned} \max \quad & \theta_p = \sum_{r=1}^s u_r y_{rp}^U - \beta_p^y, \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^m v_i x_{ip}^L + \beta_p^x = 1 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U + \beta_j^y + \beta_j^x \leq 0, \quad \forall j \neq p, \\ & \theta_p \leq 1, \end{aligned} \quad (1)$$

که دو متغیر $\beta_j^x(x, \gamma_j^x)$ و $\beta_j^y(y, \gamma_j^y)$ جهت اعمال شرایط عدم اطمینان در مدل DEA مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Despotis et al., 2006). همچنین، θ بیانگر مقیاس کارایی، y_{rj} مقدار خروجی (محصول) کنترل شده r برای واحد زراعی j و x_{ij} مقدار ورودی (نهاده) کنترل شده i در واحد زراعی j می‌باشد. مدل نهایی RDEA در رابطه ۲ آمده است.

$$\begin{aligned} \max \quad & \theta_p = \sum_{r=1}^s u_r y_{rp}^U - z_p^y \gamma_p^y - \sum_{r=1}^s p_{rp}, \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^m v_i x_{ip}^L + z_p^x \gamma_p^x - \sum_{r=1}^m q_{rp} = 1 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj}^L - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}^U + z_j^y \gamma_j^y + \sum_{r=1}^s p_{rj} + \sum_{r=1}^m q_{rj} \leq 0 \quad \forall j \neq p, \\ & z_j + p_{rj} \geq u_r (y_{rj}^U - y_{rj}^L), \quad \forall r, j \\ & z_j + q_{ij} \geq v_i (x_{ij}^U - x_{ij}^L), \quad \forall i, j \\ & \theta_p \leq 1, \\ & v_i, u_r \geq \varepsilon, \quad \forall i, r \\ & z_j, q_{ij}, p_{rj} \geq 0, \quad \forall i, j, r \end{aligned} \quad (2)$$

محیط‌زیستی است. ارتقا و بهبود کارایی اقتصادی نیز بهبود منابع مالی یا درآمد خالص برای بهبود کیفیت محیط‌زیست را به دنبال دارد (Forleo et al., 2018). در این راستا، شاخص کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی در تولید محصولات کشاورزی به عنوان مناسب‌ترین شاخص برای ارزیابی پایداری تولید محصولات مورد بررسی قرار گرفت. این شاخص از طریق نسبت مجموع وزنی خروجی‌ها به مجموع وزنی ورودی‌ها (ورودی‌های عملیاتی + ورودی‌های محیط‌زیستی) براساس رابطه (۵) محاسبه گردید. δ بیانگر درجه حساسیت محیط‌زیستی بوده و هر چه مقدار آن کوچکتر باشد، نشان‌دهنده بهتر بودن کارایی عملیاتی است. در مقابل، هر چه δ بزرگتر باشد، دلالت بر حساسیت بیشتر نسبت به محیط‌زیست است. مقدار اولیه این پارامتر بسته به حساسیت تصمیم‌گیرندگان نسبت به مسایل زیست‌محیطی تعیین می‌شود. به عبارت دیگر، این پارامتر یک موازنه بین حساسیت این تصمیم‌گیران نسبت به موازنه کارایی زیست‌محیطی و عملیاتی ایجاد می‌نماید. البته می‌توان در مدل‌های دارای عدم اطمینان این پارامتر را طوری در نظر گرفت که سهم یکسانی (مقدار ۰/۵) برای هر دو نوع کارایی مد نظر قرار دهد و به عنوان یک منبع عدم اطمینان لحاظ نمود (Han et al., 2015). به این طریق می‌توان یک تحلیل حساسیت از به صورت ضمنی ایجاد کرد. در مطالعه حاضر نیز با این علت که مدل RDEA مورد کاربرد قرار گرفته است، این مورد بکار گرفته شده است. با افزودن این محدودیت به مدل اصلی، می‌توان شدت آلودگی را به صورت متوالی در نظر گرفت. بنابراین، این محدودیت‌ها به عنوان محدودیت‌های دقیق محیط‌زیستی بیان می‌شوند.

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \delta \sum_{k=1}^p w_k z_{kj} \leq 0 \\ & \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} + \delta \sum_{k=1}^p w_k z_{k0} = 1 \\ & v_i \geq 0 \\ & u_r \geq 0 \\ & w_k \geq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

جامعه‌ی آماری مورد مطالعه کشاورزان مناطق گتوند، عقیلی و دیمچه در استان خوزستان که بیشترین سطح زیرکشت هر محصول را دارا بودند، به عنوان نمونه انتخاب شدند. داده‌های مورد نیاز از طریق تکمیل پرسشنامه از بین کشاورزان با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی با انتساب متناسب برای هر منطقه در سال ۱۳۹۸-۹۹ جمع‌آوری گردید. به عبارت دیگر، با توجه به مشخص بودن هر منطقه

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \\ & \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \\ & v_i \geq 0 \\ & u_r \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

اگر در رابطه بالا مقدار بهینه برابر با یک باشد، واحد تحت بررسی کاملاً کارا و روی مرز کارایی قرار دارد.

کارایی محیط‌زیستی

کارایی محیط‌زیستی و محیط‌زیستی-اقتصادی به معنی افزایش ستاده با مصرف بهینه نهاده می‌باشد. به عبارتی، کارایی محیط‌زیستی و محیط‌زیستی-اقتصادی بیانگر استفاده بهینه از منابع، هزینه‌ها و در نهایت، کاهش اثرات محیط‌زیستی می‌باشد. چنانچه فعالیت‌های اقتصادی از کارایی محیط‌زیستی لازم برخوردار نباشند، دستیابی به توسعه پایدار با مشکل مواجه خواهد شد (Kazemi et al., 2016). به‌طور کلی، کارایی محیط‌زیستی ملاک سنجش کارایی تولید است. کارایی زیست‌محیطی بر اساس نسبت خروجی‌ها به ورودی‌های زیست‌محیطی محاسبه می‌شود (Lertworasirikul et al., 2003). اگر فرض شود p ورودی محیط‌زیستی ($k = 1, \dots, p$)، z_{kj} برای هر DMU_j ($j = 1, \dots, n$) وجود دارد. کارایی محیط‌زیستی بر اساس رابطه (۴) محاسبه می‌شود.

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{k=1}^p w_k z_{kj} \leq 0 \\ & \sum_{k=1}^p w_k z_{k0} = 1 \\ & w_k \geq 0 \\ & u_r \geq 0 \end{aligned} \quad (4)$$

کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی

کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی دربرگیرنده کارایی عملیاتی و

و همچنین نیاز به نمونه جداگانه، برای هر منطقه به صورت جداگانه از فرمول کوکران استفاده شد. محصولات مورد بررسی در منطقه گتوند شامل یونجه، لوبیا، باقلا، برنج، سبزیجات و گندم در منطقه عقیلی محصولات برنج، سبزیجات، گندم و در منطقه دیمچه ذرت، نیشکر و گندم بودند.

نوع سوالات پرسشنامه بر اساس متغیرهای ورودی و خروجی مورد

نیاز برای مدل RDEA تنظیم شد. متغیرهای مورد استفاده در محاسبه کارایی عملیاتی و کارایی محیط زیستی در جدول ۱ آمده اند. قابل ذکر است که نهاده انرژی و خروجی نامطلوب انتشار گاز CO₂، از طریق انجام محاسبات معادل این متغیرهای حاصل خواهند شد (Mardani, Najafabadi and Abdeshahe, 2018).

جدول ۱- تجزیه متغیرهای ورودی در اندازه گیری کارایی محیط زیستی-اقتصادی

Table 1- Analysis of input variables in measuring environmental-economic efficiency

نیروی کار، ماشین آلات، آب، بذر	نهاده های سنتی	کارایی عملیاتی
Labor, machinery, water, seeds	Traditional inputs	Operational efficiency
سوخت دیزلی، انرژی الکتریکی	نهاده های انرژی	
Diesel fuel, electrical energy	Energy inputs	
پتاس، نیتروژن، فسفات	کود	
Potash, nitrogen, phosphate	Fertilizer	
علف کش، حشره کش، قارچ کش	سموم	
Herbicide, insecticide, fungicide	Pesticides	
انتشار گاز CO ₂		کارایی محیط زیستی
CO ₂ emissions		Environmental efficiency
	خروجی نامطلوب (انتشار مستقیم گازهای گلخانه ای)	
	Undesirable output (direct emission of greenhouse gases)	

ماخذ: یافته های تحقیق

Source: Research findings

نتایج و بحث

با توجه به نتایج به دست آمده از توصیف آماری متغیرهای در جدول ۲، ملاحظه می گردد که در منطقه گتوند از بین محصولات مورد مطالعه، بیشترین مصرف نهاده آب با ۱۲۷۹۳ متر مکعب در هکتار و نیروی کار با ۵۸ نفر به محصول یونجه اختصاص دارد. از نظر مصرف کودهای شیمیایی، سبزیجات با میانگین مصرف ۶۳ کیلوگرم پتاس در هکتار، گندم با میانگین مصرف ۴۵۲ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار و یونجه با مصرف متوسط ۲۴۱ کیلوگرم فسفات در هکتار، بیشترین میزان مصرف کود شیمیایی را دارا هستند. برنج با مصرف متوسط ۱، ۰/۶۸ و ۰/۵۳ لیتر در هکتار به ترتیب برای علف کش، حشره کش و قارچ کش، بالاترین مقدار مصرف سموم شیمیایی را داراست. سبزیجات با انتشار ۳۹۶۸۵ کیلوگرم گاز CO₂ در هکتار، بالاترین مقدار انتشار ستانده نامطلوب را در بین محصولات مختلف به خود اختصاص داده است. اگرچه سبزیجات بیشترین میزان آلودگی خاک و آب را در بین محصولات دارا بودند، اما از مزایای کشت آن ها این است که CO₂ هوا را جذب نموده و در فرآیند ترسیب کربن نیز نقش اساسی ایفا می نمایند. به این دلیل، توجیه قطعی بر نامطلوب بودن این ستاده نیست. به عبارتی، با توجه به هدف مطالعه، ستاده نامطلوب از جنبه ای دیگر می تواند ستاده مطلوب به شمار رود.

بر اساس نتایج جدول ۳، در منطقه عقیلی، سبزیجات بیشترین میزان متوسط مصرف نهاده ها را به خود اختصاص داده اند. به طوری که، میانگین مصرف آب ۹۴۲۱ متر مکعب در هکتار، انرژی الکتریکی ۲۷۴۰ کیلووات ساعت در هکتار، پتاس ۶۲ کیلوگرم در هکتار، فسفات ۱۴۹ کیلوگرم در هکتار و انتشار گاز دی اکسید کربن معادل ۳۹۳۷۴ کیلوگرم در هکتار برآورد است. همچنین گندم با میانگین مصرف ۲۹ نفر نیروی کار، ۱۲۲ لیتر در هکتار سوخت دیزل، ۹۵ کیلوگرم بذر در هکتار ۴۴۸ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۱ لیتر در هکتار علف کش، بیشترین میانگین در مصرف این دسته از نهاده ها را دارد. محصول برنج با میانگین مصرف علف کش، حشره کش و قارچ کش به ترتیب برابر با ۱، ۰/۶۷ و ۰/۶۲ لیتر در هکتار بیشترین میانگین مصرف سموم شیمیایی را به خود اختصاص داده است. به طور کلی، لازم است که در کشت این محصولات با توجه کارایی محیط زیستی و اقتصادی بودن محصول به لحاظ صرف هزینه، تجدید نظر شود. در منطقه عقیلی، محصول برنج در بین سایر محصولات از کارایی محیط زیستی مطلوبی برخوردار نبود. به عبارت دیگر، میزان ستاده نامطلوب محصول برنج در این منطقه نسبت به سایر محصولات بیشتر بوده و نشان دهنده افزایش کارایی عملیاتی نسبت به کارایی محیط زیستی می باشد.

Table 2- Statistical description of study variables in the Goutvand region

محصول Product	آماره Statistics	گاز CO ₂ CO ₂ gas (kg)	فانج کش Fungicide (liter)	حشره کش Nsecticide (liter)	علف کش Herbicide (liter)	فسفات Phosphate (kg)	نیتروژن Nitrogen (kg)	پتاس Potassium (kg)	بذر Seeds (kg)	انرژی الکتریکی Electric energy (kWh)	سوخت دیزلی Diesel fuel (liters)	نیروی کار Labor (people)	ماشین آلات Machinery (hours)	آب Water (cubic meter)
یونجه Alfalfa	حداکثر Max	28698	0.1	0.98	0.97	424	29	29	129	2838	40	83	51	18274
	حداقل Min	20249	0	0	0	74	6	6	50	0	10	33	19	7590
	میانگین Average	24297	0.05	0.44	0.55	241	17	17	90	1199	24	58	36	12793
	انحراف معیار Standard deviation	2602	0.03	0.3	0.27	112	7	7	23	998	9	16	10	3233
	لوبیا Beans	حداکثر Max	17755	0	0.01	0	202	305	0	120	4824	50	50	48
حداقل Min		11025	0	0	0	95	127	0	41	0	10	25	30	6337
میانگین Average		14416	0	0.004	0	147	214	0	81	2537	31	38	40	7946
انحراف معیار Standard deviation		1982	0	0.002	0	33	56	0	24	1304	13	8	5	1036
باقلا Beans		حداکثر Max	21523	0.1	0.01	0	78	41	82	90	2783	40	39	46
	حداقل Min	15097	0.005	0	0	42	12	12	40	0	10	19	19	7924
	میانگین Average	18218	0.05	0.005	0	60	26	50	64	1179	25	29	28	4589
	انحراف معیار Standard deviation	1840	0.03	0.003	0	11	9	22	16	964	9	6	6	6158
	برنج Rice	حداکثر Max	41669	2	2	2	138	586	12	121	4838	80	31	48
حداقل Min		26294	0	0	0.01	77	287	5	41	0	20	16	12	6771
میانگین Average		34192	0.053	0.68	1	108	443	9	81	2652	49	24	29	8114
انحراف معیار Standard deviation		4587	0.62	0.67	0.6	19	85	2	22	1178	17	5	11	768
سبزیجات Vegetale		حداکثر Max	45766	0.1	0.01	1	205	444	82	30	4838	120	39	39
	حداقل Min	33033	0.001	0	0	96	253	44	10	0	50	19	19	7264
	میانگین Average	39685	0.05	0.005	0.59	150	355	63	20	2584	89	29	30	9191
	انحراف معیار Standard deviation	3745	0.03	0.003	0/50	31	50	12	6	1407	21	6	6	1320

deviation														
گندم Wheat	حداکثر Max	32729	0.5	0.99	2	138	588	12	121	3637	196	19	38	5461
	حداقل Min	19012	0.01	0	0.01	76	288	5	67	979	47	6	21	3774
	میانگین	25995	0.26	0.49	0.91	109	452	8	93	2319	126	12	29	4643
	Average	4111	0.14	0.29	0.57	17	85	2	16	802	47	4	5	488
	انحراف معیار Standard deviation													

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

جدول ۳- توصیف آماری متغیرهای مطالعه در منطقه عقیلی
Table 3- Statistical description of study variables in the Aghili region

محصول Product	آماره Statistics	گاز CO ₂ CO ₂ gas (kg)	قارچ کش Fungicide (liter)	حشره کش Insecticide (liter)	علف کش Herbicide (liter)	فسفات Phosphate (kg)	نیتروژن Nitrogen (kg)	پتاسی Potassium (kg)	بذر Seeds (kg)	انرژی الکتریکی Electric energy (kWh)	سوخت دیزلی Diesel fuel (liters)	نیروی کار Labor (people)	ماشین آلات Machinery (hours)	آب Water (cubic meter)
برنج Rice	حداکثر Max	41767	2	2	2	138	586	12	121	4820	79	31	48	9476
	حداقل Min	26028	0	0	0/1	76	290	5	41	0	20	16	12	6775
	میانگین	33717	0.62	0.67	1	108	444	9	86	2649	49	24	29	8035
	Average	4833	0.62	0.67	0/58	18	87	2	22	1360	17	4	10	822
	انحراف معیار Standard deviation													
سبزیجات Vegetable	حداکثر Max	45585	0.1	0.01	1.1	203	443	82	30	4864	120	39	39	11531
	حداقل Min	32985	0.001	0	0	95	251	43	10	0	50	19	19	7286
	میانگین	39374	0.05	0.005	0.47	149	347	62	20	2740	83	29	29	9421
	Average	3519	0.03	0.003	0.5	31	57	12	6	1398	19	6	6	1221
	انحراف معیار Standard deviation													
گندم Wheat	حداکثر Max	32680	0.49	1	2	138	587	12	121	3639	198	19	38	5439
	حداقل Min	19035	0	0.01	0.02	76	287	5	68	1013	46	6	21	3770
	میانگین	25895	0.24	0.49	1	109	448	7	95	2299	122	13	30	4560
	Average	3779	0.13	0.28	0.58	18	87.9	2.3	15	748	47	47	5	506
	انحراف معیار Standard deviation													

مأخذ: یافته‌های تحقیق
Source: Research findings

جدول ۴- توصیف آماری متغیرهای مطالعه در منطقه دیمچه

Table 4- Statistical description of study variables in the Dimche region

محصول Product	آماره Statistics	گاز CO ₂ CO ₂ gas (kg)	قارچ‌کش Fungicide (liter)	حشره‌کش Insecticide (liter)	علف‌کش Herbicide (liter)	فسفات Phosphate (kg)	نیترژن Nitrogen (kg)	پتاس potassium (kg)	بذر Seeds (kg)	انرژی الکتریکی Electric energy (kWh) Electric energy (kWh)	سوخت دیزلی Diesel fuel (liters)	نیروی کار Labor (people)	ماشین‌آلات Machinery (hours)	آب Water (cubic meter)
ذرت Maize	حداکثر Max	48662	1	1	0.96	150	80	12	200	2834	89	50	109	18443
	حداقل Min	20066	0.004	0.01	0.03	72	21	5	81	0	10	32	30	7447
	میانگین Average	33862	0.49	0.46	0.5	108	51	8	135	1219	45	42	69	12677
	انحراف معیار Standard deviation	8189	0.27	0.3	0.29	24	17	2	33	989	23	6	24	33921
نیشکر Sugar cane	حداکثر Max	95557	2	1	4	891	700	82	30	4860	120	39	80	11511
	حداقل Min	33012	0.01	0.01	0.04	98	251	43	10	0	50	19	19	7334
	میانگین Average	62211	1	0.52	2	498	479	62	20	2563	83	28	48	9488
	انحراف معیار Standard deviation	17019	0.58	0.29	0.96	235	136	12	6	1316	21	6	18	1283
گندم Wheat	حداکثر Max	62594	0.49	0.99	2	138	588	12	121	3646	196	19	38	5479
	حداقل Min	29015	0.01	0	0.05	76	288	5	67	1035	46	6	21	3768
	میانگین Average	47222	0.24	0.46	1	107	437	8	95	2301	106	13	30	4646
	انحراف معیار Standard deviation	10185	0.14	0.29	0.58	18	91	2	17	804	45	4	6	497

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

یک نهاده نامطلوب تبدیل خواهد شد.

برآورد کارایی محیط‌زیستی - اقتصادی

پس از بررسی اولیه داده‌های ورودی و خروجی و تفکیک آن‌ها به نهاده‌های مطلوب و نامطلوب، به محاسبه مدل RDEA و تحلیل کارایی حاصل از اجرای این مدل پرداخته شد. به‌طوری‌که، با در نظر گرفتن نهاده‌های مطلوب شامل آب، نیروی کار، سوخت و سایر عوامل، کارایی عملیاتی برآورد گردید. سپس با در نظر گرفتن نهاده‌های نامطلوب از جمله کودهای شیمیایی، سموم کشاورزی و خروجی

توصیف آماری متغیرهای منطقه دیمچه در جدول ۴ نشان داد که ذرت با متوسط مصرف ۱۲۶۷۷ متر مکعب آب در هکتار، ۶۹ ساعت ماشین‌آلات در هکتار، ۴۲ نفر نیروی کار و ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار بذر و نیشکر با متوسط مصرف ۲۵۶۳ کیلووات ساعت در هکتار انرژی الکتریکی، ۶۲ کیلوگرم در هکتار پتاس، ۴۷۹ کیلوگرم در هکتار نیترژن، ۴۹۸ کیلوگرم در هکتار فسفات، ۰/۵۲ لیتر در هکتار علف‌کش، ۱ لیتر در هکتار قارچ‌کش و انتشار ۶۲۲۱۱ کیلوگرم در هکتار گاز دی اکسید کربن، بیشترین میانگین در مصرف این دسته از نهاده‌ها را دارا می‌باشند. به‌طور کلی، هر نهاده‌ای که به میزان بهینه استفاده نشود به

نامطلوب گاز CO₂، به برآورد کارایی محیط‌زیستی پرداخته شد. پس از آن، با تلفیق نهاده‌های مطلوب و نامطلوب، کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی برآورد گردید. در جداول (۵، ۶ و ۷) نتایج حاصل از برآورد کارایی عملیاتی، محیط‌زیستی و محیط‌زیستی-اقتصادی به ترتیب برای مناطق گتوند، عقیلی و دیمچه با استفاده از مدل RDEA در سطح عدم اطمینان ۰/۱، ۰/۵، ۰/۸ و ۱ و سطوح متفاوت P برای مزارع تحت بررسی ارائه شده است. بنابراین با افزایش انحراف هر محدودیت از کران خود (P)، سطح مطلوب نهاده یا ستاده تغییر می‌نماید.

شایان ذکر است در سطح احتمال انحراف از محدودیت ۱، مدل RDEA تبدیل به مدل DEA متداول گردید. همان‌طور که در جداول (۵، ۶ و ۷) ملاحظه می‌شود، در سطح $P=1$ (کمترین میزان حفاظت سیستم در مقابل داده‌های غیردقیق و به عبارت دیگر مدل DEA)، میانگین نهاده‌های مورد استفاده مزارع بیشتر و میانگین ستانده‌های حاصله کمتر از میانگین سطح مطلوب نهاده‌ها و ستاده‌ها است. نتایج حاصل از برآورد کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی با نتایج مطالعات مردانی نجف‌آبادی و ضیایی (Mardani Najafabadi and Ziaee, 2015; Mardani Najafabadi and Abdeshahe, 2018) مطابقت داشت. همچنین نتایج نشان داد به استثنای لوبیا در منطقه گتوند، برای کلیه محصولات در هر سه منطقه و به ازای سطوح مختلف احتمال انحراف، میانگین کارایی محیط‌زیستی بیشتر از کارایی عملیاتی بوده است. این امر بیانگر عدم مهارت کافی کشاورزان در تولید محصولات مورد بررسی بوده است. به عبارت دیگر، نداشتن و یا کم‌بودن دانش فنی کشاورزان در مدیریت استفاده از نهاده‌ها، به عنوان مهمترین علت پایین بودن کارایی عملیاتی می‌باشد.

نتایج برآورد میانگین کارایی در جدول ۵، نشان می‌دهد که بیشترین کارایی محیط‌زیستی و محیط‌زیستی-اقتصادی به یونجه‌کاران منطقه گتوند اختصاص دارد. متوسط کارایی محیط‌زیستی و محیط‌زیستی-اقتصادی به ترتیب از ۸۱ تا ۸۹ درصد و ۹۰ تا ۹۶ درصد در نوسان است. با توجه به اینکه میزان مصرف نهاده‌ها برای محصول یونجه در منطقه گتوند بیشتر از سایر محصولات بوده، این امر بیانگر عدم توجه کشاورزان به مسائل محیط‌زیستی یا به عبارتی، نادیده گرفتن اثرات محیط‌زیستی ناشی از مصرف بیش از حد نهاده‌ها بوده است. همچنین شالیکاران با کسب امتیاز کارایی در محدوده ۷۵ تا ۸۶ درصد، در سطوح مختلف احتمال انحراف، بالاترین سطح کارایی عملیاتی را به خود اختصاص داده‌اند که بیانگر قابلیت و مهارت شالیکاران منطقه گتوند در افزایش تولید برنج می‌باشد. در نهایت، کمترین میزان کارایی عملیاتی، محیط‌زیستی و محیط‌زیستی-اقتصادی در منطقه، متعلق به محصول لوبیا بوده است.

مطابق نتایج جدول ۶، برآورد متوسط کارایی در منطقه عقیلی نشان داد که بیشترین و کمترین میزان انواع کارایی به ترتیب متعلق به محصول برنج و گندم بوده است. به طوری که، برای محصول برنج به ازای سطوح مختلف احتمال انحراف، کارایی عملیاتی در محدوده ۷۷-۸۷ درصد، کارایی محیط‌زیستی در محدوده ۸۰-۹۰ درصد و کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی در محدوده ۸۷ تا ۹۵ درصد متغیر است. این امر بیانگر توان بالای مدیریتی شالیکاران این منطقه در استفاده بهینه از نهاده‌ها بوده است. بنابراین، بدون تغییر در سطح تکنولوژی و با میزان نهاده موجود، می‌توان سطح فعلی محصول را تا رسیدن به مرز کارایی افزایش داد. کارایی عملیاتی، محیط‌زیستی و محیط‌زیستی-اقتصادی گندم کاران منطقه به ترتیب در محدوده ۶۷ تا ۷۹ درصد، ۷۰ تا ۸۱ درصد و ۷۷ تا ۸۶ درصد نوسان دارد. به عنوان مهمترین دلایل کاهش کارایی مدیریتی گندمکاران در منطقه عقیلی می‌توان به افزایش ضایعات، ضعف آگاهی کمباین‌داران و انبارداران، عدم آشنایی صحیح کشاورزان با اصول مدیریت آفات و اصول اولیه علمی کشت گندم، عدم هماهنگی بین زمان صحیح برداشت گندم و شرایط مناسب محصول گندم در مرحله برداشت، عدم آشنایی صحیح کشاورزان با اصول مبادله، بازاریابی و حمل و نقل صحیح محصول اشاره نمود.

نتایج میانگین کارایی منطقه دیمچه در جدول ۷ نشان داد که محصول نیشکر بالاترین میانگین انواع کارایی را به ازای سطوح مختلف احتمال انحراف با کسب امتیازات در محدوده ۷۸ تا ۹۰، ۸۰ تا ۸۹ و ۸۷ تا ۹۵ به ترتیب برای کارایی عملیاتی، محیط‌زیستی و محیط‌زیستی-اقتصادی به خود اختصاص داده است. این امر نشان‌دهنده استفاده بهینه تر کشاورزان از منابع موجود و توجه به مسائل محیط‌زیستی بوده است. کمترین میزان متوسط انواع کارایی منطقه دیمچه متعلق به محصول ذرت با کسب امتیازات در محدوده ۶۶ تا ۷۵، ۷۰ تا ۷۹ و ۷۹ تا ۸۵ به ترتیب برای کارایی عملیاتی، محیط‌زیستی و محیط‌زیستی-اقتصادی بوده است.

به طور کلی، چهار سطح متفاوت احتمال انحراف هر محدودیت از کران خود (P) برای بررسی تأثیر داده‌های غیردقیق بر نتایج مسئله مورد ارزیابی قرار گرفت. بیشترین سطح محافظه کاری در مناطق مورد بررسی در مقابل داده‌های نامطمئن در سطح $P=1$ و کمترین آن در سطح $P=0/1$ می‌باشد. کارایی محیط‌زیستی-اقتصادی در سطوح ۰/۵ و ۰/۸ برای محصولات یونجه، لوبیا و باقلا در منطقه گتوند، سبزیجات در منطقه عقیلی و در نهایت دو محصول ذرت و گندم در منطقه دیمچه یکسان بود. بنابراین می‌توان نهاده‌های مورد استفاده را بدون کاهش در تولید محصول تا حد زیادی کاهش داد.

جدول ۵- نتایج برآورد میانگین انواع کارایی محصولات در منطقه گتوند

Table 5- The results of estimating the average efficiency of products in the Goutvand Region

سطوح احتمال انحراف انواع کارایی Deviation probability levels of efficiency types		P=1	P=0.8	P=0.5	P=0.1
یونجه Maize					
کارایی عملیاتی Operational efficiency		0.86	0.76	0.74	0.73
کارایی محیط‌زیستی Environmental efficiency		0.89	0.83	0.82	0.81
کارایی محیط‌زیستی - اقتصادی Environmental-economic efficiency		0.96	0.91	0.91	0.90
لوبیا Beans					
کارایی عملیاتی Operational efficiency		0.63	0.6	0.58	0.57
کارایی محیط‌زیستی Environmental efficiency		0.59	0.53	0.52	0.51
کارایی محیط‌زیستی - اقتصادی Environmental-economic efficiency		0.65	0.61	0.61	0.6
باقلا Beans					
کارایی عملیاتی Operational efficiency		0.83	0.78	0.75	0.74
کارایی محیط‌زیستی Environmental efficiency		0.86	0.81	0.79	0.78
کارایی محیط‌زیستی - اقتصادی Environmental-economic efficiency		0.91	0.86	0.86	0.85
برنج Rice					
کارایی عملیاتی Operational efficiency		0.86	0.79	0.76	0.75
کارایی محیط‌زیستی Environmental efficiency		0.87	0.8	0.78	0.77
کارایی محیط‌زیستی - اقتصادی Environmental-economic efficiency		0.95	0.90	0.89	0.88
سبزیجات Vegetables					
کارایی عملیاتی Operational efficiency		0.84	0.76	0.74	0.72
کارایی محیط‌زیستی Environmental efficiency		0.85	0.76	0.75	0.73
کارایی محیط‌زیستی - اقتصادی Environmental-economic efficiency		0.91	0.83	0.82	0.81
گندم Wheat					
کارایی عملیاتی Operational efficiency		0.78	0.71	0.68	0.67
کارایی محیط‌زیستی Environmental efficiency		0.83	0.77	0.75	0.73
کارایی محیط‌زیستی - اقتصادی Environmental-economic efficiency		0.88	0.81	0.8	0.79

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

جدول ۶- نتایج برآورد میانگین انواع کارایی محصولات تحت مطالعه منطقه عقیلی

Table 6- The results of estimating the average efficiency of types of products under the study of the Aghili Region

سطوح احتمال انحراف انواع کارایی Deviation probability levels of efficiency types		P=1	P=0.8	P=0.5	P=0.1
کارایی عملیاتی Operational efficiency	برنج Rice	0.87	0.80	0.78	0.77
		0.90	0.83	0.81	0.80
		0.95	0.89	0.80	0.87
کارایی محیط‌زیستی Environmental efficiency	سبزیجات Vegetables	0.86	0.78	0.75	0.74
		0.88	0.81	0.79	0.78
		0.94	0.87	0.87	0.86
کارایی محیط‌زیستی - اقتصادی Environmental-economic efficiency	گندم Wheat	0.79	0.71	0.69	0.67
		0.81	0.73	0.71	0.70
		0.86	0.79	0.78	0.77

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

نتیجه‌گیری

هر سه منطقه به استثنای لوبیا در منطقه گتوند، پایین‌تر از میانگین کارایی محیط‌زیستی آن برآورد شده است. این امر نشان‌دهنده عدم قابلیت و مهارت کشاورزان برای تولید محصول مشخص با کمترین میزان به کارگیری نهاده توجیه‌پذیر بود. بنابراین در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران در راستای بهبود کارایی محیط‌زیستی محصولات، توصیه می‌شود که ساختارهای تولید و فناوری و به کارگیری هر چه بیشتر از فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست به‌جای فناوری‌های مخرب و آلاینده مورد توجه ویژه قرار گیرد. همچنین در بخش‌های مختلف، جهت کاهش آلاینده‌گی، نظارت دقیق‌تری بر فرآیند تولید محصول اعمال شود.

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد:

مقایسه نتایج کارایی عملیاتی و کارایی محیط‌زیستی بیانگر کم‌توجهی و عدم مهارت کافی کشاورزان در کاربرد صحیح و بهینه نهاده‌های تولیدی بود. لذا ضروری است کلاس‌های آموزشی و ترویجی در راستای توانمندسازی کشاورزان جهت بهبود شیوه‌های تولید و

در مطالعه حاضر با توجه به اهمیت غلات بخصوص گندم، یونجه، ذرت و سایر محصولات مورد بررسی در مناطق گتوند، عقیلی و دیمچه استان خوزستان، به تعیین کارایی مزارع پرداخته شد. نوآوری این مطالعه ارائه روش تحلیل پوششی داده‌ها با پارامترهای کنترل‌کننده میزان محافظه‌کاری (RDEA) بود. نتایج حل این مدل برای منطقه مورد مطالعه نشان داد که در سطوح ثابت عدم اطمینان معین و با افزایش میزان احتمال انحراف هر محدودیت از کران خود (P)، مقدار کارایی واحدهای تصمیم‌گیری کاهش می‌یابد. همچنین با کاربرد روش مذکور نسبت به روش DEA، نتایج قابل اعتمادتری در رابطه با کارایی به دست خواهد آمد. دلیل این امر انطباق قابل ملاحظه رتبه‌بندی در مدل DEA و RDEA است. بنابراین می‌توان از این روش برای برآورد مقدار کارایی واحدهای تصمیم‌ساز استفاده نمود.

نتایج محاسبه امتیازات کارایی در سطوح احتمال انحراف هر محدودیت از کران به میزان ۰/۱، ۰/۵، ۰/۸ و ۱ نشان داد که میانگین کارایی عملیاتی در تمام سطوح احتمال P، برای کلیه محصولات در

مصرف انرژی و افزایش استفاده از انرژی‌های نو و کمتر آلاینده در جهت افزایش کارایی محیط‌زیستی، امری ضروری خواهد بود.

در راستای حفاظت از محیط‌زیست و افزایش عملکرد محصول، پیشنهاد می‌شود که دولت در کنار آموزش کشاورزان، در راستای توانمندسازی آن‌ها به استفاده بهینه از نهاده‌های شیمیایی با اتخاذ سیاست‌های حمایتی آنان را به سمت کشت محصولات ارگانیک سوق دهد.

جهت افزایش کارایی عملیاتی کشاورزان، می‌توان با استفاده از تکنولوژی موجود و استفاده مطلوب از تکنولوژی فعلی کارایی را تا رسیدن به مرز کارایی تولید ارتقاء داد.

مصرف بهینه نهاده‌ها با هدف بهبود درآمد کشاورزان و افزایش سود آن‌ها برگزار شود. در این راستا، سازمان‌ها و دولت بایستی از طریق آموزش مروجان بومی و استقرار آن‌ها در منطقه، علاوه بر رفع مشکلات آموزشی و ترویجی کشاورزان، زمینه مشارکت کشاورزان در برنامه‌های ترویجی و انتقال تجربیات و ارتباط کشاورزان موفق در روش‌های مورد استفاده آنان برای سایر کشاورزان جهت کاهش ناکارایی در مدیریت مصرف نهاده‌ها و خسارات محیط‌زیستی ناشی از مصرف بیش از حد نهاده‌ها را فراهم آورد.

با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از مصرف انرژی در بخش کشاورزی مربوط به سوخت‌های فسیلی و دیزلی است، بهینه‌سازی

جدول ۷- نتایج برآورد میانگین انواع کارایی محصولات تحت مطالعه منطقه دیمچه

Table 7- The results of estimating the average efficiency of different types of products under the study of the Dimche region

سطوح احتمال انحراف انواع کارایی Deviation probability levels of efficiency types	P=1	P=0.8	P=0.5	P=0.1
ذرت Maize				
کارایی عملیاتی Operational efficiency	0.75	0.68	0.67	0.66
کارایی محیط‌زیستی Environmental efficiency	0.79	0.73	0.71	0.70
کارایی محیط‌زیستی - اقتصادی Environmental-economic efficiency	0.85	0.8	0.8	0.79
نیشکر Sugar cane				
کارایی عملیاتی Operational efficiency	0.90	0.82	0.79	0.78
کارایی محیط‌زیستی Environmental efficiency	0.89	0.83	0.80	0.80
کارایی محیط‌زیستی - اقتصادی Environmental-economic efficiency	0.95	0.90	0.89	0.87
گندم Wheat				
کارایی عملیاتی Operational efficiency	0.81	0.74	0.72	0.70
کارایی محیط‌زیستی Environmental efficiency	0.87	0.81	0.80	0.79
کارایی محیط‌زیستی - اقتصادی Environmental-economic efficiency	0.91	0.85	0.85	0.84

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

1. Agricultural Jihad Organization, Khuzestan. (2019).
2. Barghi, H., Hosni-nejad, A., & Shayan, M. (2016). Evaluation of the effects of agricultural chemicals on the environment of villages (case study: villages of Zarin-Dasht city), *Natural Hazards Management*, 4(3), 247-262. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22059/JHSCI.2018.248113.306>
3. Boucekkin, R., Jacek, K., & Thomas, V. (2011). "Environmental quality versus economic performance: a dynamic game approach". *Optimal Control Applications and Methods*, 32(1), 29-46. <https://doi.org/10.1002/oca.927>
4. Beshartadeh, M., Nowrozi, A., & Faizabadi, Y. (2021). Evaluation of economic-environmental efficiency of tangerine production in Mazandaran province with the approach of rural economic development, *Space Economy and Rural Development Quarterly*, 4, 195-219. (In Persian with English abstract)
5. Charles, A., & Cooper, W.W. (1962). Programming with linear fractional functionals. *Naval Res. Logistics. Q*, 9, 181-186. <https://doi.org/10.1002/nav.3800100123>.
6. Despotis, D.K., Maragos, E.K., & Smirlis, Y.G. (2006). Data envelopment analysis with missing values: An interval DEA approach. *European Journal of Operational Research*, 140, 24-36. <https://doi.org/10.1016/j.amc.2005.10.028>
7. Department of Environment Environmental Organization. (2019).
8. Forleo, M.B., Palmieri, N., & Salimei E. 2018. The Eco-Efficiency of the Dairy Cheese Chain: an Italian case study, *Italian Journal of Food Science*, 30(2), 112-128. <https://doi.org/10.14674/IJFS-1077>
9. Han, Y., Geng, Z., Zhu, Q., & Qu, Y. (2015). Energy efficiency analysis method based on fuzzy DEA cross-model for ethylene production systems in the chemical industry. *Energy*, 83, 685-695. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.02.078>
10. Lertworasirikul, S., Shu-Cherng, F., Joines, J.A., & Nuttle, H.L.W. (2003). Fuzzy data envelopment analysis (DEA): A possibility approach. *Fuzzy Sets and Systems*, 139, 379-394. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(02\)00484-0](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(02)00484-0)
11. 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. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.10.010>
12. Karimi, F., Pirasteh, H., & Zahedi, K. (2012). Determining the efficiency of wheat farming according to the two factors of time and risk using coverage analysis Open data and windowed data coverage analysis, *Agricultural economics and development*.
13. Mardani, M., Sakhdari, H., & Sabouhi, M. (2011). Application of multi-objective programming and Controller parameters of conservatism in agricultural planning, Case study: Mashhad city. *Journal of Agricultural Economics Research*, 2, 161-187. <https://doi.org/20.1001S.1.20086407.1390.3.10.10.7>
14. Mardani Najafabadi, M., & Ziaee, S. (2015). Determining the efficiency of irrigated wheat fields in Neishabur city under conditions of uncertainty, *Economics and Agricultural Development*, (2) 30, pp. 136-147. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/JEAD2.V30I2.49099>
15. Mardani Najafabadi, M., & Abdshahi, A. (2018). Evaluating the efficiency of groves in Ahvaz city under conditions of uncertainty: the application of robust data coverage analysis and Monte Carlo simulation, *Agricultural Economics and Development*, 33(2): 191-204. (In Persian with English abstract)
16. Masuda, K. (2016). Measuring eco-efficiency of wheat production in Japan: a combined application of life cycle assessment and data envelopment analysis. *Journal of Cleaner Production*, 17(22), 373-381. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.090>
17. Nikkhah, A., Khojastehpour, M., Emadi, B., Taheri-Rad, A., & Khorramdel, S. (2015). Environmental impacts of peanut production system using life cycle assessment methodology, *Journal of Cleaner Production*, 92, 84-90. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.048>
18. Nabavi-Pelesaraei, A., Rafiee, S., Hosseinzadeh-Bandbafha, H., & Shamshirband, S. (2016). Modeling energy consumption and greenhouse gas emissions for kiwifruit production using artificial neural networks, *Journal of Cleaner Production*, 133, 924-931. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.188>
19. Ohadi, N., Ahani, E., & Moradi, E. (2020). Determination of technical efficiency in dairy farms of Sirjan city using fuzzy data envelopment analysis method, *Journal of Agricultural Economics Research*, Volume 12, Number 47, pp. 252-237. (In Persian). <https://doi.org/20.1001.1.20086407.1399.12.47.10.4>
20. Ozalp, A., Yilmaz, S., Ertekin, C., & Yilmaz, I. (2018). Energy Analysis and Emissions of Greenhouse Gases of Pomegranate Production in Antalya Province of Turkey, *ErwerbsObstbau*, 1-9 <https://doi.org/10.1007/s10341-018-0380-z>
21. Reports of Khuzestan Province Program Organization, (2016).
22. Rasakhis. S., Shahrazi, M., Shidaei, Z., Jafari, M., & Dehghan, Z. (2015). The relationship between economic efficiency and environmental efficiency: new evidence for developing and developed countries, *Economic Research and Policy Quarterly*, No. 78, Year 24, 31-56. (In Persian with English abstract)
23. Sabouhi, M., & Mardani, M. (2010). Investigating the effect of rainfall on cropping pattern and total gross margin in the right irrigation network of nekouabad diversion dam. *Journal of Agricultural Economics Research*, 5, 202-

- 221.
24. Sabouhi, M., & Mardani, M. (2013). Application of robust optimization approach for agricultural water resource management under Uncertainty. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 139, 571-581. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)IR.1943-4774.0000578](https://doi.org/10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000578)
25. Shokouhi, A.H., Hatami-Marbini, A., Tavana, M., & Saati, S. (2010). A robust optimization approach for imprecise data envelopment analysis. *Computers and Industrial Engineering*, 59, 387-397. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2010.05.011>
26. Taate, H., Khosravi, B., Berghae Khatebe, N. (2013). *Investigating the effects of technology and its consequences on the environment*, the third environmental planning and management conference.
27. Ullah, A., Perreta, R.S., Gheewala, SH., & Sonia, P. (2015). Eco-efficiency of cotton-cropping systems in Pakistan: an integrated approach of life cycle assessment and data envelopment analysis. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.10.112>
28. Mardani, M., & Taki, M. (2020). Robust data envelopment analysis with Monte Carlo simulation model for optimization the energy consumption in agriculture. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/15567036.2020.1777221>
29. Mardani Najafabadi, M., Mirzaei, A., Abdeslahi, A., & Azarm, H. (2020). Determining the efficiency of broiler chicken units in Sistan region, using interval data envelopment analysis and Mont Carlo simulation approach. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 51(2), 179-194. <https://doi.org/10.22059/IJAEDR.2019.273150.668695>



Applying Hybrid Models Based on Deep Machine Learning in Smart Agriculture (Case study: Forecasting the Future Price of Pistachios)

M.R. Haj-Seyedjavadi¹, R. Heydari^{ID 2*}

Received: 11-11-2022

Revised: 13-03-2023

Accepted: 10-04-2023

Available Online: 02-05-2023

How to cite this article:

Haj-Seyedjavadi, M.R., & 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 & Development*, 37(3), 289-307. (In Persian with English abstract).
<https://doi.org/10.22067/jead.2023.79545.1165>

Introduction

The agricultural sector is one of the most basic and vital component in the social and economic structures of any country. Today, with increasing in the world's population and needing to provide food on the other hand, and increasing in the price fluctuations of agricultural products on the other hand, traditional agriculture is no longer responsible for the sustainable food security of the world population. In recent years, the occurrence of two incidents of the spread of the corona virus and the outbreak of war in Ukraine, have made the price of agricultural products extremely unstable. Today, even many farmers and agricultural associations in developing countries are not aware of the changes in market prices and the latest technological developments in the field of agricultural product prices, and they do not have the ability to discover the optimal price for selling their products. In such a situation, the use of intelligent models in order to accurately forecast the price of agricultural goods is vitally important for farmers and agricultural sector activists.

Smart agriculture is an emerging concept that involves the integration of advanced technologies to collect and analyze data in order to solve the challenges and problems of the agricultural sector. In the meantime, forecasting the price of agricultural products involves with some basic challenges; including: 1) Data of agricultural product price is mostly non-linear, unstable, non-normal, and noisy and follows chaotic behavior, 2) There is uncertainty in the forecasted data obtained from different models, 3) In the studies related to price forecasting, the "publishable base model" is not provided in order to provide the forecasted price values. Therefore, the aim of this study is to provide a non-linear hybrid intelligent model for accurate forecasting of the future price of pistachios in the field of smart agriculture through managing the multidimensional nature of data, considering uncertainty in the forecasting data and finally building a publishable base model in the field of product price prediction.

The hybrid model proposed in this study has the following innovations; 1) the deep learning neural network model and the Auto-Encoder network have been used to forecast the agricultural product price and determine the optimal lag of price as an input variable simultaneously, 2) The Monte Carlo method has been used as a non-parametric method to provide a confidence interval and calculate the most likely price that can happen, 3) The practical application of price forecasting models, i.e., "publishable base model" is presented in order to provide forecasted price values.

Materials and Methods

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

2- Assistant Professor, Agricultural Planning, Economics and Rural Development Research Institute (APERDRI), Tehran, Iran

(*- Corresponding Author Email: rezaheidari3631@gmail.com)

<https://doi.org/10.22067/jead.2023.79545.1165>

The implementation of the proposed hybrid model in this study includes the steps of "data preparation", "data feature engineering", "training and testing the final deep learning neural network model", "building the optimal base model", "creating the most likely price scenarios" using the Monte Carlo method and "inferring new prices or making out-of-sample forecasting" with new data sets" by feeding new price data into the deep learning neural network model. In the proposed hybrid model, data mining techniques are used, including Wavelet Transform (WT), Long-Short Term Memory (LSTM), Auto-Encoder network (AE), Monte Carlo-Markov chain (MCMC) simulation method and the concept of "inferring new prices".

In the data preparation stage, using methods such as data smoothing, data rebuilding, correction of duplicate data in several consecutive days, and correction of missing data, the continuous set of pistachio future price time series is prepared to enter the primary model. Also, the wavelet transform function has been used for de-noising the data, the Auto-Encoder network has been used to determine the optimal lag, the Monte Carlo-Markov chain simulation has been used to create the most probable price scenarios, and the deployment concept has been used for out-of-sample forecasting with new data sets. The data used in this study is the time series of the daily price of pistachio futures on the Iran Commodity Exchange in the period from 10/13/2019 to 12/14/2021 in Rials per kilogram.

Results and Discussion

The results of this study showed that 1) by using the wavelet theory to de-noise the data, the error rate of the price data was reduced and the data had a stable trend, 2) the results of the implementation of the Auto-Encoder network showed that the optimal lag of one can be used as an input variable to forecast the future price of pistachios, 3) The outcomes derived from employing Monte Carlo-Markov chain simulation, coupled with out-of-sample forecasting using the new dataset, reveal compelling insights into the future pricing of pistachios on the Iranian Commodity Exchange. According to the analysis, the most probable and sanguine projection places the future price at the price ceiling of 213 thousand Tomans. Impressively, the forecasted price exhibits a minimal variance of merely 0.7% from the actual observed price, attesting to the precision of the proposed model. The overall accuracy of the model stands commendably high at approximately 93%.

Conclusion

Based on the results, firstly, the forecasted price has a small error with the actual price and this small error shows the power of the built model in forecasting the future price trend of pistachios. Secondly, the alignment of the price resulting from the Monte Carlo simulation with the new price can also be used as a confidence index in risk management for traders and market participants. Thirdly, the process set is the most complete value chain in the production of price forecasting models. Therefore, the use of the proposed hybrid model and the use of the components used in it, i.e. wavelet transform function, Auto-Encoder network, deep learning neural network, Monte Carlo simulation and the concept of inferring new prices; are suggested.

Keywords: Datamining, Deep learning neural network, Future price forecast, Monte Carlo-Markov chain, Wavelet theory

مقاله پژوهشی

جلد ۳۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، ص ۲۸۹-۳۰۷

به کارگیری مدل‌های هیبریدی مبتنی بر یادگیری عمیق ماشین در کشاورزی هوشمند (مطالعه موردی: پیش‌بینی قیمت آتی پسته)*

سید محمدرضا حاج سیدجواد^۱ - رضا حیدری^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۲۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۲۱

چکیده

امروزه بسیاری از کشاورزان و فعالان بخش کشاورزی از تغییرات قیمت‌های بازار و آخرین پیشرفت‌های فناوری در حوزه قیمت محصولات کشاورزی آگاهی‌های لازم را ندارند؛ بنابراین بهره‌گیری از مدل‌های هوشمند برای پیش‌بینی دقیق قیمت کالاهای کشاورزی در حوزه کشاورزی هوشمند برای آنها اهمیت حیاتی دارد. لذا هدف از این مطالعه، ارائه یک مدل هوشمند بر پایه داده‌کاوی از نوع هیبریدی غیرخطی برای پیش‌بینی دقیق قیمت آتی پسته به منظور رفع محدودیت‌های موجود شامل ماهیت چندبعدی داده‌ها، عدم قطعیت در داده‌های پیش‌بینی شده و نهایتاً ارائه و ساخت مدل پایه قابل انتشار در زمینه به کارگیری الگوریتم‌های یادگیری عمیق ماشین برای پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی است. داده‌های مورد استفاده در این مطالعه سری زمانی قیمت روزانه سررسید قراردادهای آتی پسته فندقی در بورس کالای ایران در دوره زمانی ۱۳۹۸/۰۷/۲۱ تا ۱۴۰۰/۰۹/۲۳ است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که (۱) با بکارگیری تئوری موجک برای نوفه‌زدایی داده‌ها، میزان خطای داده‌های قیمت کاهش یافته و داده‌ها از یک روند باثبات برخوردار شدند، (۲) نتایج حاصل از اجرای شبکه کدکننده خودکار منتج به انتخاب وقفه بهینه یک، به عنوان متغیر ورودی برای پیش‌بینی قیمت آتی پسته تشخیص داده شد، (۳) نتایج حاصل از بکارگیری شبیه‌سازی مونت کارلو-زنجیره مارکف و نیز پیش‌بینی خارج از نمونه با مجموعه داده‌های جدید، بیانگر این است که محتمل‌ترین و خوشبینانه‌ترین قیمت قابل وقوع برای قیمت آتی پسته فندقی در بورس کالای ایران، در سقف قیمتی ۲۱۳ هزار تومان قرار دارد و قیمت پیش‌بینی شده با قیمت واقعی دارای اختلاف اندکی است (میزان خطا ۰/۷ درصد است). بر اساس نتایج حاصل شده، استفاده از مدل هیبریدی پیشنهاد شده و بکارگیری اجزای بکار برده شده در آن یعنی تابع تبدیل موجک، شبکه کدکننده خودکار، شبکه عصبی یادگیری عمیق، شبیه‌سازی مونت کارلو و استنتاج قیمت‌های جدید به عنوان کامل‌ترین زنجیره ارزش دو بخشی تحت یک مدل مرجع و پایه قابل انتشار برای پیش‌بینی و آزمون سایر محصولات کشاورزی با امکان به کارگیری تواترهای زمانی مختلف پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی قیمت آتی پسته، تئوری موجک و شبیه‌سازی مونت کارلو-زنجیره مارکف، داده‌کاوی، یادگیری شبکه عصبی عمیق

۱- پژوهشگر، مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، تهران، ایران

۲- استادیار پژوهشی، مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، تهران، ایران

(*)-نویسنده مسئول: rezaheidari3631@gmail.com (Email:)

مقدمه

امروزه با افزایش جمعیت جهان و نیاز به تأمین غذا از یک طرف و افزایش قیمت نهاده‌های تولید و به تبع آن نوسانات شدید قیمت بازار محصولات کشاورزی، کشاورزی سنتی دیگر پاسخگوی امنیت پایدار غذایی جمعیت جهان نیست. تأمین غذای کافی و سالم برای جمعیت رو به رشد جهان از یک طرف و بی‌ثباتی بازار محصولات اساسی کشاورزی از طرف دیگر، همواره چالشی اساسی برای دولت‌ها، سیاست‌گذاران و اقتصاددانان بخش کشاورزی بوده است (Liu et al., 2020). در این میان، قیمت محصولات کشاورزی به عنوان یکی از مولفه‌های مهم بخش کشاورزی، همواره ماهیتی ناپایدار داشته و توانسته است با افزایش یا کاهش خود بر اقتصاد کشاورزی تأثیرگذار باشد (Vohra et al., 2019). طی سال‌های اخیر نیز وقوع دو رخداد انتشار ویروس کرونا و وقوع جنگ اوکراین، قیمت کالاهای کشاورزی را شدیداً ناپایدار کرده است (Heydari and Haj Seyed Javadi, 2022).

فارغ از بحران‌های جهانی موثر بر قیمت محصولات کشاورزی، امروزه حتی بسیاری از کشاورزان و انجمن‌های کشاورزی در کشورهای در حال توسعه از تغییرات قیمت‌های بازار و آخرین پیشرفت‌های فناوری در حوزه قیمت محصولات کشاورزی آگاهی‌های لازم را نداشته و توانایی کشف قیمت مطلوب برای فروش محصولات خود را ندارند (Joshi and Patel, 2022; Hegde et al., 2021). بنابراین، ارائه آخرین دستاوردهای پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی به شرکت‌ها، کشاورزان و کسب‌وکارهای کشاورزی کمک می‌نماید تا به اهداف قابل قبول خود دست یافته و با افزایش آگاهی آنان می‌توان تا حدودی ریسک قیمتی را کاهش داد. جدای از ضرورت و اهمیت پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی، ابزارها و تکنیک‌های مورد نیاز برای اجرای یک پیش‌بینی دقیق خود به یک مسئله و چالش واقعی برای کشاورزان تبدیل شده است (Joshi and Patel, 2022; Paul and Garai, 2021; Mitra and Paul, 2020; Vohra et al., 2019).

کشاورزی هوشمند، مفهومی نو ظهور است که شامل تلفیق فن‌آوری‌های پیشرفته مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و الگوریتم‌های یادگیری برای جمع‌آوری داده‌ها برای تجزیه و تحلیل بیشتر به فعالان بخش کشاورزی مطرح می‌گردد، تا اطلاعات دقیق را برای تصمیم‌گیری بهتر جهت کسب نتایج دقیق از محصول ارائه دهد. در این میان، تکنیک‌های یادگیری ماشین و الگوریتم‌های داده‌کاوی می‌تواند به عنوان یکی از گزینه‌های مطلوب در مسیر حل مسائل و مشکلات کشاورزی هوشمند (از جمله ارائه پیش‌بینی دقیق قیمت محصولات کشاورزی) مطرح شود؛ چرا که در دنیای امروز، کشاورزی

با تولید حجم زیادی از داده‌ها روبرو است و به کمک محاسبات نرم می‌تواند با کشف الگوهای پنهان در ماهیت چندبعدی داده‌های سری زمانی کشاورزی به پیش‌بینی دقیق قیمت محصولات کشاورزی کمک نماید (Hirapara and Vanjara, 2022; Vohra et al., 2019).

عموماً مجموعه داده‌های سری زمانی کشاورزی از جمله قیمت، ممکن است ماهیت چندبعدی داشته باشند. به بیان دیگر، عمدتاً داده‌های سری زمانی کشاورزی ماهیت غیرخطی، ناپایستا، غیر نرمال، نویزدار داشته و از رفتار آشوبناک تبعیت می‌کند. 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 پیش‌بینی را فراهم نموده است. علاوه بر این، توسعه تکنیک‌های مرسوم با استفاده از رویکرد هیبریدی از طریق مطالعات مختلف، بیانگر این واقعیت غیرقابل انکار است که مدل‌های هیبریدی با بهره‌گیری از مزیت‌های چندین مدل در قالب یک مدل، نه تنها امکان رفع محدودیت‌هایی مانند ویژگی‌های غیرخطی، ناپایستایی، غیر نرمال، نویزدار و رفتار آشوبناک موجود در مجموعه داده‌ها را به طور همزمان مدیریت می‌نماید، بلکه در نظر گرفتن ویژگی عدم قطعیت در داده‌های پیش‌بینی شده در مدل‌های هیبریدی نیز امکان‌پذیر است (Joshi and Patel, 2022; Paul, 2015; Paul and Garai, 2021). همچنین بررسی مطالعات مختلف در حوزه پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی هم در مدل‌های سنتی و هم در مدل‌های هیبریدی بیان می‌کند که یکی از چالش‌های مطرح در مدل‌های پیش‌بینی قیمت این است که اکثر این مطالعات تنها مدل مناسب برای پیش‌بینی را معرفی کرده‌اند، اما کاربرد عملی آن یعنی ارائه یک «مدل پایه قابل انتشار» به منظور ارائه مقادیر پیش‌بینی شده قیمت برای کشف قیمت و روند آینده را ارائه نداده‌اند. لذا با توجه به وجود چند چالش اساسی در پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی شامل ماهیت چندبعدی داده‌های سری زمانی قیمت، وجود عدم قطعیت در داده‌های پیش‌بینی شده و عدم ارائه یک مدل پایه قابل انتشار، این سوال مطرح می‌گردد که در مواجهه و رفع چالش‌هایی محدودکننده‌ی فوق، کدام مدل دقیق‌ترین پیش‌بینی را ارائه می‌دهد؟ پسته یکی از مهم‌ترین محصولات صادراتی ایران در بخش کشاورزی است و سهم قابل توجهی از تولید، سطح زیر کشت، مقدار و ارزش صادرات جهانی این محصول را به خود اختصاص داده است. قیمت آتی پسته در طی سال‌های اخیر با نوسانات قیمتی همراه بوده و در نتیجه نوسانات درآمدی پسته کاران ایران بالاست، به طوری که کشاورزان توانایی پیش‌بینی و مقابله با آن را ندارند. بنابراین، بازار پسته همانند دیگر محصولات کشاورزی با ریسک قیمتی و عدم قطعیت همراه است؛ لذا توجه به نوسان‌های قیمتی آن و اندازه‌گیری این نوسان‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به اهمیت بازار آتی پسته در بورس

گیو و ووژنیاک (Guo and Wozniak, 2021)، وو و همکاران (Wu et al., 2021)، گائو و همکاران (Gao et al., 2021)، لی و همکاران (Li et al., 2020)، پل و همکاران (Paul et al., 2020)، لیو و همکاران (Liu et al., 2020)، لی و وانگ (Li and Wang, 2020)، و وانگ و لی (Wang and Li, 2018) نشان داد که استفاده از تابع موجک در ترکیب با شبکه‌های عصبی برای نویززدایی مجموعه داده‌ها، می‌تواند پیش‌بینی حاصل از داده‌ها را بهبود بخشد. در برخی دیگر از مطالعات، مدل شبکه عصبی عمیق برای پیش‌بینی قیمت‌ها برای کالاهای مختلف استفاده شده و دقت پیش‌بینی آن با سایر مدل‌های آماری مقایسه شده است. برای مثال مطالعه نصار و همکاران (Nassar et al., 2020)، سابو و کومار (Sabu and Kumar, 2020)، وانگ و همکاران (Wang et al., 2018)، کاراکویون و همکاران (Karakoyun et al., 2018)، صیامی نمینی (Siami Namini, 2018)، کامیلاریس و همکاران (Kamilaris et al., 2018) نشان داد که دقت پیش‌بینی مدل یادگیری عمیق از مدل‌های سنتی مرسوم بیشتر است. همچنین یکی از موارد مهمی که بر خلاف مدل‌های آماری در مدل‌های شبکه عصبی، کمتر به آن پرداخته شده است، تحلیل عدم قطعیت در هنگام ارائه نتایج می‌باشد. در این نوع مدل‌ها، بدیهی است که پیش‌بینی‌ها قطعی نیستند و تحلیل مذکور می‌تواند استفاده از نتایج مدل‌های پیش‌بینی را کارآمدتر سازد. ادبیات نظری نشان می‌دهد که روش مونت کارلو به دلیل جدید بودن و عملکرد مناسب گزارش شده از آن، رایج‌ترین روش برای بررسی عدم قطعیت است. موارد متعددی در استفاده از این روش تاکنون گزارش شده است. برای نمونه، مطالعه اخباری (Akhbari, 2018)، پابلو و همکاران (Pablo et al., 2016)، پوررضا بیلندی و خاشعی سیوکی (Pourreza Bilondi and Maiti and Tiwari, 2015) و مایتی و تایواری (Khashei Siuki, 2015) نشان داده است که استفاده از روش مونت کارلو دقت پیش‌بینی مدل‌های پیش‌بینی را افزایش داده است.

به‌طور کلی، در زمینه پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی مطالعات مختلفی انجام شده است که به برخی از آنها اشاره می‌شود. از جمله مطالعات داخلی در حوزه پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی می‌توان به مطالعات حاج سیدجوادی و حیدری (Haj Seyed Javadi and Heydari, 2022)، حسینی و همکاران (Hoseyni et al., 2021)، قادرزاده و همکاران (Ghaderzadeh et al., 2019)، قهرمان‌زاده و رشیدغلامی (Ghahremanzadeh and Rashidghalam, 2015)، توحیدی و همکاران (Touhidly et al., 2015) و مقدسی و ژاله رجبی (Moghadasl and Zhaleh Rajabi, 2013) اشاره نمود. از جمله مطالعات خارجی با تمرکز بر استفاده از

کالای ایران و لزوم بکارگیری ابزارهای مناسب برای جلوگیری از نوسانات قیمت، هدف از این مطالعه، در مرحله اول شناخت رفتار قیمتی پسته در بورس و در نهایت انتخاب یک مدل هوشمند هیبریدی غیر خطی برای پیش‌بینی دقیق قیمت آتی پسته در حوزه کشاورزی هوشمند از طریق مدیریت ماهیت چندبعدی داده‌ها، لحاظ نمودن عدم قطعیت در داده‌های پیش‌بینی شده و نهایتاً ساخت مدل پایه قابل انتشار در زمینه پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی است.

پر واضح است که نوآوری‌های فناوری اطلاعات به طور مداوم در حال ظهور هستند و منجر به توسعه محصولات جدید و برنامه‌های کاربردی نوآورانه می‌شوند که به نوبه خود، می‌توانند منافع و ارزش‌هایی را هم برای دولت و هم برای کشاورزان به ارمغان آورند. در واقع، پیشرفت‌های فناوری و رویکردهای مدرن، فرصتی را برای پیش‌بینی و بررسی اطلاعات از داده‌های چند بعدی فراهم نموده است (Joshi and Patel, 2022; Raflesia et al., 2021). در این میان، برخی از تکنیک‌های داده‌کاوی دارای کاربردهای سودمندی برای بهبود پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی هستند که از جمله آنها می‌توان به کاربرد تابع تبدیل موجک^۱، شبکه عصبی عمیق^۲ و شبیه‌سازی مونت کارلو^۳ اشاره کرد؛ به‌عنوان نمونه، برای پیش‌پردازش مجموعه داده‌ها و حذف نویز اطلاعات سری زمانی تابع تبدیل موجک به‌عنوان یک تکنیک ناپارامتریک قدرتمند بسیار کارآمد بوده و روز به روز محبوبیت بیشتری پیدا می‌کند (Anjoy et al., 2017). شبکه‌های عصبی عمیق نیز به دلیل عملکرد فوق‌العاده‌ای که توسط فناوری‌های جدید ایجاد می‌شود، بسیاری از فعالیت‌های بخش کشاورزی را متحول کرده است. اکثر تحقیقات انجام شده در استفاده از مدل یادگیری عمیق مربوط به بعد از سال ۲۰۱۵ است و نشان می‌دهد که اخیراً به عنوان یک ابزار پیشرفته و قدرتمند برای پیش‌بینی متغیرها و حتی رتبه‌بندی آنها از نظر درجه اهمیت مورد توجه قرار گرفته است (Aworka et al., 2022; Rasheed et al., 2021; Liu et al., 2020; Wojtas and Chen, 2020). شبیه‌سازی مونت کارلو نیز از رایج‌ترین و بهترین تکنیک‌ها برای بررسی عدم قطعیت موجود در جنبه‌های مختلف یک سیستم پیش‌بینی است که صریحاً و به صورت کمی، عدم قطعیت را در نظر می‌گیرد (Pourreza Bilondi and Khashei Siuki, 2015). در مطالعات مختلف کارایی تابع تبدیل موجک، شبکه عصبی عمیق و شبیه‌سازی مونت کارلو برای بهبود نتایج پیش‌بینی تایید شده است. بر اساس نتایج چندین مطالعه، استفاده از تجزیه و تحلیل تبدیل موجک به‌طور موثر می‌تواند نویزهای موجود در سری زمانی را حذف کند، به‌طوری‌که بتوان از سری‌های زمانی تجزیه شده در مدل‌های پیش‌بینی مناسب برای بهبود عملکرد آنها استفاده کرد؛ برای مثال، بررسی مطالعه

در شکل ۱، ساختار مدل هیبریدی پیشنهادی برای پیش‌بینی قیمت آتی پسته در بورس کالای ایران آمده است. اجرای مدل هیبریدی پیشنهادی براساس یک رویه استاندارد تعریف شده در مطالعات جهانی شامل مراحل «تعریف و ابعاد مسئله»، «جمع‌آوری و آماده‌سازی داده‌ها»، «تجزیه و تحلیل داده‌ها (مهندسی ویژگی‌های داده)»، «توسعه و آزمون مدل پیشنهادی»، «ارزیابی مدل پیشنهادی»، «مانیتورینگ (ساخت و ثبت مدل پیشنهادی)» و «استنتاج قیمت‌های جدید (پیش‌بینی خارج از نمونه با مجموعه داده‌های جدید)» از طریق ورود داده‌های جدید قیمت به مدل شبکه عصبی یادگیری عمیق است. در مدل هیبریدی پیشنهادی، از تکنیک‌های داده‌کاوی شامل تابع تبدیل موجک (WT)، شبکه عصبی یادگیری عمیق (LSTM)، شبکه کدکننده خودکار^۳ (AE) در شبکه یادگیری عمیق، روش شبیه‌سازی مونت کارلو-زنجیره مارکف (MCMC) و مفهوم «استنتاج قیمت‌های جدید» یا «پیش‌بینی خارج از نمونه با مجموعه داده‌های جدید» (DE) استفاده شده است. در ابتدا و در مرحله «تعریف و ابعاد مسئله»، مسئله پیش‌بینی قیمت آتی پسته در بورس کالای ایران مورد توجه قرار می‌گیرد. پس از روشن شدن ابعاد مسئله، نوبت به مرحله «جمع‌آوری و آماده‌سازی داده‌ها» می‌رسد. در مرحله آماده‌سازی داده‌ها، با استفاده از روش‌هایی مانند هموارسازی داده‌ها (استخراج سری زمانی پیوسته قیمت از سررسیدهای منتخب بازار آتی)، بازسازی داده‌ها (یکسان نمودن فرمت داده‌ها)، اصلاح داده‌های تکراری در چند روز متوالی و اصلاح داده‌های گم شده، مجموعه پیوسته سری زمانی قیمت آتی پسته برای ورود به مدل اولیه آماده می‌شود. روش هموارسازی و بازسازی داده‌ها از طریق فرمول نویسی و انجام محاسبات آماری مربوطه در اکسل انجام می‌شود. اصلاح داده‌های تکراری نیز با استفاده از روش‌های رفع دپلیکیت در نرم‌افزار کلمنتاین (مرتبط با شرکت IBM) انجام می‌شود. در مرحله سوم، یعنی «تجزیه و تحلیل داده‌ها» یا (مهندسی ویژگی‌های داده)، نوفه‌زدایی داده‌ها (حذف نویزها) و تعیین وقفه بهینه قیمت آتی پسته است. در واقع، در این مرحله از تابع تبدیل موجک برای پیش‌پردازش اطلاعات و نوفه‌زدایی سری زمانی قیمت استفاده شده و تعداد وقفه بهینه به وسیله فرآیند بهره‌گیری از شبکه کدکننده خودکار شبکه عصبی عمیق به طور همزمان با یادگیری شبکه عمیق تعیین می‌شود. مرحله بعد شامل «توسعه و آزمون مدل پیشنهادی» است. این مرحله شامل تفکیک ثابت حجم داده‌ها، آزمون ساختارهای مختلف مدل و مقایسه آنهاست. در قسمت تفکیک ثابت حجم داده‌ها، تعداد داده‌های مورد نیاز به‌ترتیب برای بخش‌های آموزش، اعتبارسنجی و آزمون مشخص می‌شود. در قسمت آزمون ساختارهای مختلف مدل نیز با استفاده از شاخص‌های نیکویی برازش، ابتدا ساختارهای متفاوت مدل مورد نظر با

شبکه عصبی عمیق در پیش‌بینی بخصوص قیمت محصولات کشاورزی می‌توان به مطالعه جوشا و پاتل (Joshi and Patel, 2022)، شارما و راجاوات (Sharma and Rajawat, 2022)، پول و گارای (Paul and Garai, 2021)، هاویلودین و همکاران (Haviluddin et al., 2021)، رافلسیا و همکاران (Raflesia et al., 2021)، هجد و همکاران (Hegde et al., 2021)، رشید و همکاران (Rasheed et al., 2021)، مهتاب و همکاران (Mehtab et al., 2021)، میترا و پول (Mitra and Paul, 2020)، لیو و همکاران (Liu et al., 2020)، ون و همکاران (Wen et al., 2020) و روندیوالا و همکاران (Roondiwala et al., 2017) اشاره کرد. در مجموع، بررسی ادبیات نظری پیرامون پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی در این مطالعه نشان داد که ۱) تحقیقات کاربردی بسیار کمی از الگوریتم‌های مناسب هیبریدی بر پایه مدل‌های یادگیری عمیق برای پیش‌بینی قیمت کالاهای کشاورزی استفاده نموده‌اند و به نظر می‌رسد در مطالعات داخلی تاکنون به‌طور همزمان، از مدل شبکه عصبی عمیق و شبکه کدکننده خودکار آن برای پیش‌بینی قیمت کالا و رتبه‌بندی مهمترین متغیرها (تعداد وقفه بهینه در این مطالعه) استفاده نشده باشد، ۲) گرچه در مطالعات داخلی از روش مونت کارلو برای تولید نمونه اولیه و به نوعی افزایش تعداد نمونه استفاده شده، اما در انجام این مطالعه از روش مونت کارلو به عنوان یک روش ناپارامتریک به منظور محاسبه و ارائه فاصله اطمینان (مانند مدل‌های آماری برای داده‌های پیش‌بینی شده) در ترکیب یک الگوی متعالی به همراه الگوریتم‌های یادگیری ماشین استفاده می‌شود و ۳) در بسیاری از مطالعات داخلی و خارجی، تنها مدل مناسب برای پیش‌بینی قیمت معرفی شده و کاربرد عملی آن یعنی معرفی «ساخت مدل پایه و قابل انتشار» برای شناخت قیمت محصولات کشاورزی ارائه نشده است؛ به بیان دیگر، قابلیت تحلیل (منتج از مفهوم دیپلومنت^۱ یا پیش‌بینی خارج از نمونه^۲) برای مجموعه داده‌های جدید میسر نشده است. در واقع، نوآوری این مطالعه در مرحله اول، کالیبره و هماهنگی شرایط واقعی در ساختار مدل و در مرحله نهایی، ساخت یک مدل هیبریدی قوی با حداکثر دقت به منظور پیش‌بینی قیمت آتی پسته در بورس کالای کشاورزی است. بی‌شک، دستیابی به میزان حداقل خطا در اجرای مدل پیشنهادی از طریق گردآوری ابزارهای کارا مانند تابع تبدیل موجک، شبکه عصبی عمیق، کدکننده خودکار، شبیه‌سازی مونت کارلو و پیش‌بینی خارج از نمونه با مجموعه داده‌های جدید میسر می‌شود.

مواد و روش‌ها

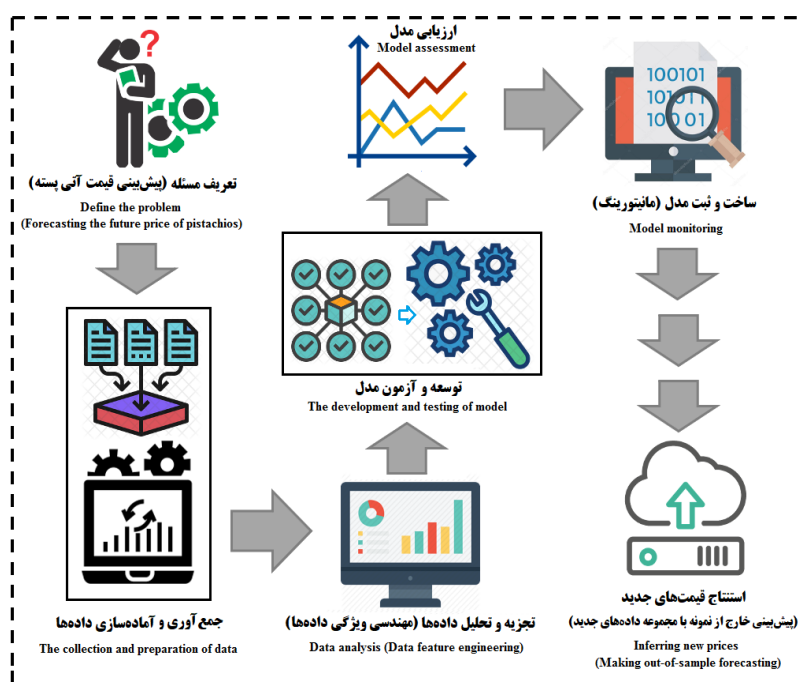
3- Auto-Encoder (AE)

1- Deployment

2- Scoring new data

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه سری زمانی قیمت روزانه سرسید قراردادهای آتی پسته در بورس کالای ایران در دوره زمانی ۱۳۹۸/۰۷/۲۱ تا ۱۴۰۰/۰۹/۲۳ بر حسب ریال در کیلوگرم است. ارقام پسته معامله شده در باز آتی بورس کالای ایران در دوره مورد مطالعه شامل فندقی ناخندان، کله قوچی ناخندان، فندقی طبیعی خندان و کله قوچی خندان می‌باشد. اندازه هر قرارداد معادل ۱۰۰ کیلوگرم پسته بوده و بازه تغییر قیمت در معاملات قراردادهای آتی پسته در هر روز معاملاتی نسبت به قیمت تسویه روز معاملاتی قبل حداکثر مثبت و منفی ۵ درصد است. همچنین حداکثر حجم هر سفارش در قراردادهای آتی پسته ۲۵ قرارداد می‌باشد؛ بدین معنی که مشتری در هر سفارش می‌تواند حداکثر ۲۵ قرارداد (معادل ۲۵۰۰ کیلوگرم پسته) را در سیستم ثبت کند. لازم به ذکر است که در شروع معاملات قراردادهای آتی پسته به‌منظور حمایت از کالای کشاورزی، تخفیف کارمزد برای فعالان در نظر گرفته شده است و مشتریان از پرداخت کارمزد معاملات بورس کالا و حق نظارت سازمان بورس و اوراق بهادار معاف هستند (Iran Mercantile Exchange, 2022).

یکدیگر مقایسه می‌شود. در مرحله «ارزیابی مدل پیشنهادی» از بین مدل‌های آزمون شده، بهترین ساختار مدل انتخاب شده و پارامترهای بهینه مدل از طریق فرایند کالیبراسیون مشخص می‌شود. در مرحله «مانیتورینگ یا ساخت و ثبت مدل پیشنهادی»، مدل پایه قابل انتشار از قابلیت انتقال و باز نشر برخوردار می‌شود. مدل پایه قابل انتشار، مدلی است که می‌تواند به عنوان مدل اصلی در پیش‌بینی قیمت در دوره‌های آتی مورد استفاده قرار گیرد. در واقع بهترین مدل انتخاب شده در قالب یک ساختار فایل استاندارد تبدیل می‌شود، به‌طوری‌که قابل اجرا در نرم‌افزارهای مختلف باشد. به‌طور معمول، مدل پایه قابل انتشار به‌صورت فرمت XML تهیه می‌شود. مرحله انتهایی شامل «استنتاج قیمت‌های جدید» است. در این مرحله، از شبیه‌سازی مونت کارلو برای ارائه محتمل‌ترین احتمال قیمت استفاده می‌شود. به بیان دیگر، روش مونت کارلو برای خروجی شبکه عصبی عمیق، قیمتی با بالاترین سطح اطمینان و کمترین ریسک را محاسبه می‌کند. در بخش نهایی این مرحله نیز با استفاده از روابط و معادلات محاسبات پیچیده نرم، «پیش‌بینی خارج از نمونه با مجموعه داده‌های جدید» انجام می‌شود. در ادامه، هر یک از اجزای مدل پیشنهادی معرفی می‌شوند.



شکل ۱- ساختار مدل هیبریدی پیشنهادی برای پیش‌بینی قیمت آتی پسته در بورس کالای ایران

Figure 1- The structure of the proposed hybrid model for forecasting the future price of pistachios in the Iranian Commodity Exchange

در مطالعه حاضر، برای غلبه بر ماهیت رفتار نامنظم و آشفته سری

تابع موجک

۱- برای آگاهی از ویژگی‌های کامل قراردادهای آتی پسته به آدرس <https://ime.co.ir/peste.html> مراجعه شود.

$$x(t) = T + \sum_{m=1}^M \sum_{n=0}^{M-m-1} w_{m,n} 2^{-\frac{m}{2}} \Psi(2^{-m}t - n) \quad \text{رابطه (۳)}$$

شکل ساده رابطه (۳) عبارتند از:

$$x(t) = A_M(t) + \sum_{m=1}^M D_M(t) \quad \text{رابطه (۴)}$$

در رابطه (۴)، $A_M(t)$ بیانگر بخش تقریبات یا به بیان دیگر جزء هموار شده سری زمانی است و $D_M(t)$ ($m=1,2,\dots,M$) بیانگر جزئیات و یا نوفه موجود در سری زمانی است (Shabri et al., 2014).

انتخاب وقفه بهینه با استفاده از شبکه کدکننده خودکار در

شبکه عصبی یادگیری عمیق

نتایج مطالعات مختلف نشان نیز داده است که مدل شبکه عصبی یادگیری عمیق ابزار قدرتمندی برای رتبه‌بندی اهمیت متغیرها یا ویژگی‌های یک مجموعه داده است (Samek et al., 2017; Weston et al., 2003). بنابراین، در این مطالعه بر اساس توانایی شبکه عصبی یادگیری عمیق در روش رتبه‌بندی متغیرها، وقفه‌های بهینه قیمت آتی پسته تعیین می‌شود. توضیح آنکه متغیرهای توضیحی ورودی به شبکه عصبی یادگیری عمیق برای سری زمانی تک متغیره قیمت، همان وقفه‌های قیمت است. بنابراین، رتبه‌بندی متغیرهای ورودی به شبکه عصبی به معنای تعیین وقفه‌های بهینه قیمت آتی پسته است که با استفاده از شبکه کدکننده خودکار موجود در ساختار شبکه عصبی یادگیری عمیق تعریف می‌شود. در شکل ۲ نمایشی از فرآیند رتبه‌بندی متغیرها یا ویژگی‌ها بر اساس مدل‌های یادگیری عمیق نشان داده شده است (Wojtas and Chen, 2020).

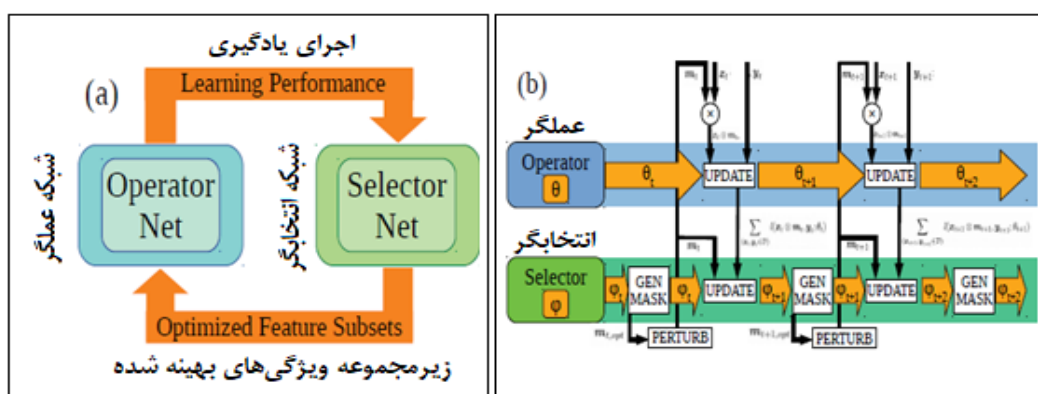
زمانی قیمت آتی بورس کالای کشاورزی، ابتدا داده‌ها با استفاده از تبدیل موجک نوفه‌زدایی شده و سپس داده‌های نوفه‌زدایی شده به عنوان داده‌های ورودی برای پیش‌بینی به شبکه عصبی یادگیری عمیق منتقل می‌شود. تابع تبدیل موجک یک ابزار قوی ریاضی است که یک سری زمانی را به فضای فرکانس می‌برد و سپس سری زمانی را در زمان و مقیاس‌های مختلف نشان می‌دهد. تبدیل موجک قابلیت استفاده برای هر دو سری‌های زمانی پیوسته و گسسته را دارد. زمانی که سری زمانی گسسته باشد، باید از موجک گسسته مادر استفاده کرد. از جمله توابع مهم تبدیل موجک گسسته می‌توان به توابع هار، داییشز، سیملت، کوپفلت و میر اشاره کرد. به‌طور کلی، موجک گسسته مادر به صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود:

$$\Psi_{m,n} \left(\frac{t-u}{s} \right) = \frac{1}{\sqrt{s_0^{\frac{m}{2}}}} \Psi \left(\frac{t-nu_0s_0^{\frac{m}{2}}}{s_0^{\frac{m}{2}}} \right) \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه (۱)، n بیانگر مکان موجک و m بیانگر اندازه موجک است. معمولاً برای ساده‌تر شدن مقادیر $u=1$ و $s_0=2$ در نظر گرفته می‌شود. در این حالت، تابع موجک گسسته مادر به‌صورت رابطه (۲) در می‌آید.

$$w_{m,n} = 2^{-\frac{m}{2}} \sum_{t=0}^{N-1} \Psi(2^{-m}t - n)x(t) \quad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه (۲)، $w_{m,n}$ نشان‌دهنده ضرایب حاصل از استفاده از تابع موجک برای سری زمانی گسسته در حالت $u=2m \times n$ و $s=2m$ است. بر اساس نظریه ملات (۱۹۹۸)، یک سری زمانی $x(t)$ می‌تواند به دو بخش تقریبات و جزئیات تجزیه شود. بنابراین، سری زمانی اصلی یک تابع گسسته با استفاده از معکوس تابع موجک از رابطه (۳) به دست می‌آید:



شکل ۲- مدل رتبه‌بندی متغیرها (ویژگی‌های یک مجموعه داده): (a) معماری شبکه عملگر و انتخابگر. (b) چرخه همزمانی و بروزرسانی متغیرها
Figure 2- The ranking model of variables (Characteristics of a dataset): (a) The architecture of Operator and Selector; (b) Synchronization and update cycle of variables

انتخاب وقفه بهینه، آموزش شبکه و یافتن پارامترهای بهینه برای

در شبکه عصبی یادگیری عمیق، رتبه‌بندی اهمیت متغیرها، سهم متغیرهای ورودی به مدل شبکه عصبی را در عملکرد یک مدل یادگیری نظارت شده اندازه‌گیری می‌کند. در مدل شبکه عصبی عمیق با هدف

خروجی و دروازه فراموشی تشکیل شده است. دروازه فراموشی مسئول نشان دادن مقادیر قبلی است که ممکن است در آینده مورد نیاز باشد و بنابراین آنها را حفظ می‌کند. دروازه ورودی برای تعیین اطلاعاتی است که باید به روز شوند، بنابراین وظیفه‌اش ارائه ورودی‌های جدید به سلول است. دروازه خروجی تعیین‌کننده اطلاعات خروجی است (Wen et al., 2020; Greff et al., 2017).

شبیه‌سازی مونت کارلو- زنجیره مارکوف^۳

شبیه‌سازی مونت کارلو یکی از رایج‌ترین روش‌های مربوط به عدم قطعیت است. در شبیه‌سازی مونت کارلو برای قیمت، تحت شرایط عدم قطعیت فرض می‌شود که تغییرات قیمت به طور تصادفی با یک توزیع آماری تعیین می‌شود. بنابراین، با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو می‌توان تعداد قابل توجهی از سناریوها و شرایط را که ممکن است طی زمان برای متغیر قیمت رخ دهد، بر اساس توزیع آماری ایجاد کرد (Akhbari, 2018).

روش‌های زیادی برای انتقال عدم قطعیت‌ها وجود دارند که در بین آنها، الگوریتم‌های زنجیره مارکف بسیار حائز اهمیت است. زیرا روشی ساده و شهودی برای شبیه‌سازی داده‌ها از یک توزیع ناشناخته و استفاده از مقادیر شبیه‌سازی شده برای انجام تحلیل‌های بعدی است (Speagle, 2020). همچنین روش مونت کارلو-زنجیره مارکوف به‌عنوان یکی از ابزارهای قدرتمند در نمونه‌گیری از توابع توزیع پیچیده، حیطه وسیعی از علوم مختلف از جمله اقتصاد را تحت تأثیر قرار داده است. در واقع، روش‌های مونت کارلو-زنجیره مارکوف با ارائه یک رویکرد ساده برای تخمین عددی عدم قطعیت‌ها در پارامترهای یک مدل با استفاده از دنباله‌ای از نمونه‌های تصادفی، به سنگ بنای بسیاری از تحلیل‌های علمی پیشرفته تبدیل شده‌اند (Hogg et al., 2013). در زنجیر مارکوف اگر Θ^t به ازای $t=1,2,\dots,T$ دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی باشد، آنگاه این دنباله یک فرآیند مارکف است هرگاه داشته باشیم:

پیش‌بینی به طور همزمان توسط دو شبکه عملگر^۱ و انتخابگر^۲ انجام می‌شود. هر دو شبکه عملگر و انتخابگر به صورت متناوب و به طور مشترک آموزش می‌بینند (Wojtas and Chen, 2020). در این مطالعه، متغیرهای ورودی مدل شامل وقفه‌های قیمت آتی پسته است که انتخاب وقفه بهینه همزمان با آموزش شبکه در مدل یادگیری عمیق از بالاترین وقفه (۶ وقفه) تا پایین‌ترین وقفه (یک وقفه) همزمان با کالیبره‌سازی ساختار مدل انجام می‌شود.

شبکه عصبی یادگیری عمیق

طی سال‌های اخیر، مدل‌های شبکه عصبی یادگیری عمیق به یکی از دقیق‌ترین روش‌های در دسترس برای پیش‌بینی داده‌ها در سراسر جهان تبدیل شده است. شبکه عصبی عمیق، شکلی از یادگیری ماشین است که به شدت با شبکه‌های عصبی مرتبط است (Liu et al., 2020). پس از مشاهده کاستی‌هایی در کاربرد شبکه عصبی بازگشتی (RNN)، مفهومی تحت عنوان حافظه بلندمدت و کوتاه‌مدت در شبکه عصبی به وجود آمد که به اختصار LSTM نامیده شد (Goodfellow et al., 2016). در واقع، حافظه کوتاه‌مدت و بلندمدت، نوعی شبکه عصبی بازگشتی است که می‌تواند وابستگی‌های بلندمدت را بیاموزد و اطلاعات را برای مدت زمان طولانی به یاد آورد. حافظه کوتاه‌مدت به حالت پنهان اشاره دارد، در حالی که حافظه بلندمدت به حالت سلول اشاره دارد. در واقع، سلول حافظه واحدی از محاسبات است که جایگزین نوروهای مصنوعی سنتی در لایه پنهان شبکه می‌شود. با استفاده از این سلول‌های حافظه، شبکه‌ها می‌توانند به طور موثر حافظه‌ها را به هم مرتبط نموده و داده‌ها را به صورت پویا در طول زمان با ظرفیت بالایی پیش‌بینی نمایند (Roondiwala et al., 2017).

مدل LSTM شکل اصلاح‌شده یک شبکه عصبی بازگشتی برای عملکرد بهتر است. یکی از مشکلات مدل‌های شبکه عصبی بازگشتی، محو شدن گرادینان^۳ در هنگام آموزش است که بین لایه‌ها پخش می‌شود؛ مسئله این است که در برخی موارد، گرادینان به‌طور ناگهانی کوچک می‌شود و از تغییر مقدار وزن جلوگیری می‌کند. در بدترین حالت، این مشکل ممکن است به‌طور کامل شبکه عصبی را از مرحله آموزش بهتر باز دارد. مدل LSTM برای حل مسئله محو شدن گرادینان، بر اساس اصل دروازه‌ها عمل می‌کند. به‌طوری‌که، به شبکه اجازه می‌دهد در حین آموزش وزن‌های مناسب برای باقی ماندن یا حذف شدن را انتخاب کند. یک ساختار سلولی LSTM در شکل ۳ نشان داده شده است. سلول‌های LSTM با یکدیگر انباشته شده و تشکیل شبکه می‌دهند (Rasheed et al., 2021).

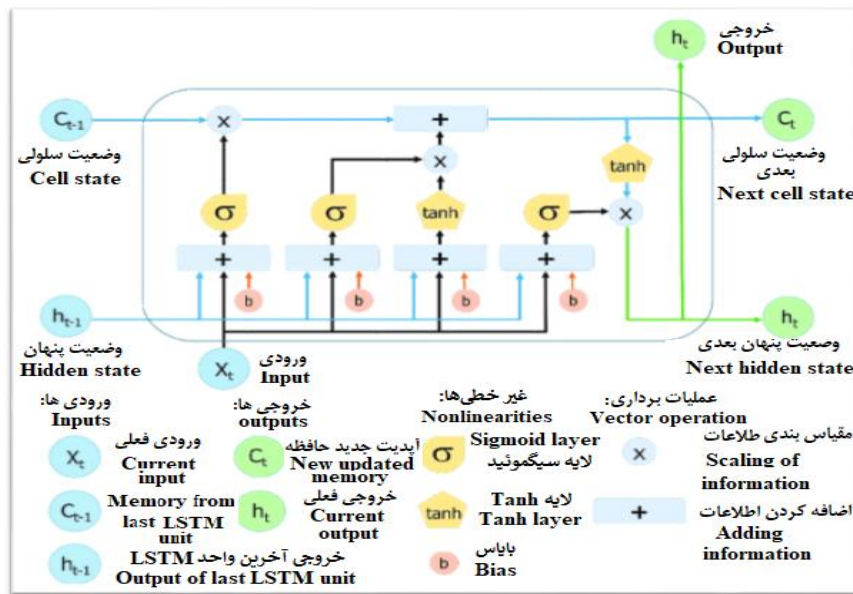
هر سلول شبکه LSTM از سه دروازه شامل دروازه ورودی، دروازه

3- Vanishing Gradient

4- Markov Chain Monte Carlo (MCMC)

1- Operator

2- Selector



شکل ۳- ساختار داخلی مدل حافظه کوتاه و بلندمدت
Figure 3- The internal structure of LSTM model

نمونه با مجموعه داده‌های جدید)

مراحل تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل شناخت فعالیت، شناخت داده‌ها، آماده‌سازی داده‌ها، ساخت و طراحی مدل، ارزیابی مدل و در نهایت مرحله پیش‌بینی با داده‌های جدید است. در واقع، استفاده از روابط و معادلات محاسبات پیچیده نرم برای انجام مرحله «استنتاج قیمت‌های جدید» یا «پیش‌بینی خارج از نمونه با مجموعه داده‌های جدید» یکی از موارد مورد تاکید در این مطالعه است. در واقع، مطالعات مربوط به مقوله پیش‌بینی، تنها مدل مناسب برای پیش‌بینی را معرفی کرده‌اند، اما کاربرد عملی آن یعنی ارائه مقادیر پیش‌بینی برای آینده را ارائه ندادند. مرحله پیش‌بینی با داده‌های جدید آنقدر مهم است که شکست در مدیریت دقیق و مؤثر این مرحله می‌تواند حتی بهترین و مؤثرترین مدل‌های پیش‌بینی را بی‌اهمیت نماید. مفهوم پیش‌بینی با داده‌های جدید در داده‌کاوی به معنای انجام فعالیتی است که فرایند آن در مدل طی شده باشد (North, 2012). در تعریفی دیگر استنتاج داده‌های جدید، مجموعه‌ای از مدل‌ها است که داده‌های ورودی را توصیف می‌کنند. در ساده‌ترین شکل می‌توان استنتاج داده‌های جدید را «فرایند انجام عملیات روی داده‌های جدید» در شرایط مشخص تعریف نمود. مفهوم استنتاج داده‌های جدید در این مطالعه شامل فرایند پیش‌بینی روی داده‌های خارج از نمونه تحت شرایط خاص است. هدف اصلی مرحله استنتاج داده‌های جدید، انجام فرایند پیش‌بینی با داده‌های جدید (خارج از نمونه) است. در مرحله پیش‌بینی روی داده‌های خارج از نمونه،

رابطه (۵) $P(\theta^{t+1}|\theta^t, \dots, \theta^0) = P((\theta^{t+1}|\theta^t)$ با توجه به رابطه (۵)، در فرایند مارکف تنها اطلاعات موجود در زمان حال برای پیش‌بینی کافی است. در واقع، زنجیره مارکف دنباله‌ای از متغیرهای تصادفی تولید شده از فرایند مارکف است. از زنجیره مارکف می‌توان برای محاسبه روش مونت کارلو استفاده کرد. در محاسبه روش مونت کارلو اگر فرض شود که هدف محاسبه انتگرال به صورت $\int_a^b h(\theta)d\theta$ باشد؛ این انتگرال به راحتی قابل محاسبه نیست. برای حل این انتگرال، بایستی بتوان تابع $h(\theta)$ را به یک تابع $f(\theta)$ و یک تابع چگالی $\pi(\theta)$ تعریف شده بر (a,b) تجزیه کرد، آنگاه می‌توان نوشت:

رابطه (۶) $\int_a^b h(\theta)d\theta = \int_a^b f(\theta)\pi(\theta)d\theta = E_{\pi(\theta)}(f(\theta))$ با توجه به (۶) بدان معنی است که حاصل انتگرال معادل است با امید ریاضی از $f(\theta)$ تحت توزیع $\pi(\theta)$ ، بنابراین اگر نمونه $\Theta^{(1)}$ تا $\Theta^{(t)}$ از توزیع رابطه (۶) تولید شود آنگاه:

رابطه (۷) $\int_a^b h(\theta)d\theta \approx \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T f(\theta^t)$ با توجه به رابطه (۷)، انتگرال مورد هدف در روش مونت کارلو قابل محاسبه خواهد بود و هر چه مقدار T بزرگتر باشد، حاصل انتگرال به امید ریاضی نزدیک‌تر می‌شود (David and Spade, 2020; Ebrahimi et al., 2017).

مرحله استنتاج قیمت‌های جدید آینده (پیش‌بینی خارج از

یاد شده شامل ۶۵۴ داده روزانه قیمت است که ۷۵ درصد از داده‌ها برای مراحل آموزش و اعتبارسنجی (۳۹۰ عدد) و ۲۵ درصد داده‌ها (۱۶۴ عدد) برای مرحله آزمایش استفاده شد. همچنین برای آماده‌سازی داده‌ها فرآیندهای بازسازی (به منظور یکسان‌سازی فرمت داده‌ها)، اصلاح داده‌های تکرار شده در چند روز متوالی و اصلاح داده‌های گم شده انجام پذیرفت. مشخصات داده‌های مورد بررسی پس از مرحله آماده‌سازی در **جدول ۱** آمده است. همچنین نمودار توزیع نرمال داده‌ها در **شکل ۴** آمده است. نتایج حاصل از دو آزمون کولموگروف و شاپیرو در **جدول ۱** و مشاهده **شکل ۴** نشان می‌دهد که داده‌های قیمت آتی پسته از توزیع نرمال برخوردار نیست. نتایج حاصل از آزمون مقادیر بحرانی سررسید قراردادهای آتی پسته نیز در **جدول ۲** آمده و نتایج حاصله نشان داد که سری زمانی داده‌های قیمت آتی پسته در ابتدای دوره دارای کمترین مقدار و در اواخر دوره دارای بیشترین مقدار است. لذا قیمت آتی پسته در دوره منتخب دارای نوسان بالایی بوده و پیش‌بینی قیمت برای نمونه‌های خارج از نمونه از روابط غیر خطی و رفتار نامنظم تبعیت می‌نماید.

نوفه‌زایی داده‌های قیمت آتی پسته با استفاده از تابع تبدیل موجک

در این مطالعه برای نوفه‌زایی داده‌ها از تبدیل موجک در نرم‌افزار متلب استفاده شد. همچنین، به‌منظور پیدا کردن نوع و طول موجک مناسب، در مرحله اول، نوع و طول موجک مناسب از میان انواع متنوع از خانواده موجک انتخاب شده و پس از آن عملیات تجزیه و بازسازی برای رسیدن به حداقل خطا چندین مرتبه تکرار شد. توابع موجک مورد استفاده سیملت، هار، دابشیز و کوپفلت می‌باشد. نتایج حاصل از مرحله نوفه‌زایی (بازسازی قیمت آتی پسته) و به انضمام میزان خطای موجود در نوفه در **شکل ۵** نشان داده شده است. در **شکل ۵**، نمودار پیوسته با رنگ قرمز و آبی به‌ترتیب نشان‌دهنده قیمت آتی پسته بدون نوفه‌زایی و نوفه‌زایی شده است و اختلاف دو نمودار قرمز و آبی به‌عنوان نوفه محسوب می‌شود و نشان می‌دهد که میزان خطا در یک دامنه-کم-تلاطم جریان داشته و به نوعی داده‌ها از نوفه (نویز) کمی برخوردار بوده و دارای خطای اندکی می‌باشند. در **شکل ۶** نیز نمودار تراکم داده‌های نوفه‌زایی شده برای قیمت آتی پسته در دوره مورد بررسی آمده است و نشان می‌دهد که بیشترین خطا و اختلاف نوفه‌زایی شده، در دامنه توزیع قیمت‌های بالا بوده که ناشی از وجود شرایط تلاطمی و شرایط تورمی بازار (به‌عنوان مثال اثرات تغییرات نرخ ارز) است (بیشترین مقدار نوفه‌زایی داده‌ها با رنگ خاکستری مشخص شده است).

مدل‌های منتخب داده‌های جدید را به‌عنوان ورودی دریافت می‌کنند و پیش‌بینی خارج از نمونه انجام می‌شود. نکته مهم در این مرحله این است که داده‌های انتخاب شده برای پیش‌بینی خارج از نمونه از نظر مقیاس و نوع داده (برای نمونه داده‌های پیوسته یا گسسته) باید مشابه داده‌های اولیه باشند. نکته مهم دیگر این است که توزیع داده‌های پیش‌بینی خارج از نمونه با توزیع داده‌های اولیه یکسان باشد که در مرحله رانش مورد بررسی قرار می‌گیرد ([RapidMiner Manual](#), 2021).

نتایج و بحث

در این بخش بررسی ویژگی داده‌ها، نوفه‌زایی داده‌ها با استفاده از تئوری موجک، انتخاب وقفه بهینه با استفاده از شبکه کدکننده خودکار در مدل شبکه عصبی عمیق، تعیین مدل بهینه در شبکه عصبی یادگیری عمیق، و در نهایت پیش‌بینی خارج از نمونه با داده‌های جدید برای قیمت آتی پسته در بورس کالای کشاورزی ارائه شده است.

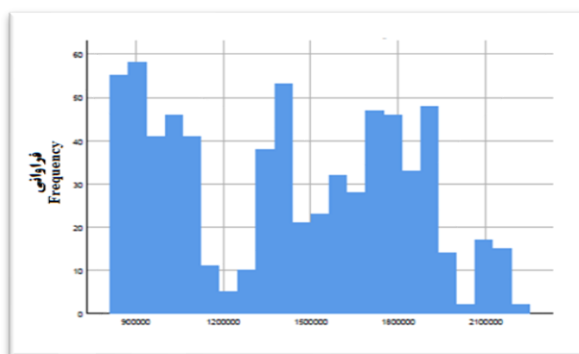
ویژگی مجموعه داده‌های قیمت آتی پسته در بورس کالای کشاورزی

تعداد سررسید قراردادهای آتی پسته مورد مطالعه شامل ۱۴ دوره است. معمولاً با پایان یافتن یک سررسید و فرا رسیدن تاریخ سررسید بعدی، شاهد یک جهش غیر عادی در قیمت‌های آتی پسته هستیم. برای مقابله با این مشکل از راه‌حل «هموار نمودن داده‌ها» در فرآیند انتقال سررسیدها استفاده می‌شود. در این مطالعه برای همواسازی داده‌ها از روش میانگین موزون استفاده شد، به‌طوری‌که براساس قیمت تسویه ۹ روز پایانی هر سررسید و ۹ روز معادل همان تاریخ در سررسید بعدی میانگین وزنی گرفته می‌شود. در میانگین‌گیری موزون در ۹ روز مانده به انتهای سررسید، به قیمت تسویه اولین سررسید وزن ۰.۹ و به قیمت تسویه سررسید بعدی در همان تاریخ وزن ۰.۱ داده می‌شود؛ به همین ترتیب از وزن سررسید رو به اتمام یک دهم واحد کاسته شده و بر وزن قیمت تسویه سررسید بعدی یک دهم واحد اضافه می‌شود تا جایی که به آخرین قیمت تسویه سررسید اول وزن ۰.۱ اختصاص می‌یابد و وزن قیمت تسویه سررسید بعدی، در همان روز به ۰.۹ می‌رسد. برای قیمت تسویه در روز بعدی که سررسید اول منقضی گردیده و دیگر داده‌ای ندارد تماماً از قیمت تسویه سررسید بعدی استفاده می‌شود و این فرآیند به همین گونه برای حرکت به سررسیدهای دیگر ادامه می‌یابد. با این روش یک سری زمانی از قیمت‌های آتی پسته صرف نظر از طول مدت هر سررسید قرارداد آتی ایجاد می‌گردد؛ سری

جدول ۱- ویژگی‌های داده‌های روزانه سررسید قراردادهای آتی پسته در دوره مورد بررسی

Table 1- Specifications of daily maturity data of pistachio futures contracts in the period under review

آزمون نرمالیتی شاپیرو Shapiro normality test		آزمون نرمالیتی کولموگوروف Kolmogorov normality test		حداکثر Maximum	حداقل Minimum	انحراف معیار Standard deviation	میانگین Average	تعداد داده‌ها Number of data
آماره Statistics	سطح معنی‌داری Prob	آماره Statistics	سطح معنی‌داری Prob					
0.932	0.00	0.131	0.00	2207000	824236	393777	1412824	654



شکل ۴- توزیع نرمالیتی داده‌های روزانه سررسید قراردادهای آتی پسته در دوره مورد بررسی

Figure 4- Normality distribution of daily data of pistachio futures contracts maturity in the period under review

جدول ۲- نتایج آزمون مقادیر بحرانی سررسید روزانه قراردادهای آتی پسته در دوره مورد بررسی

Table 2- Test results of daily maturity critical values of pistachio futures contracts in the period under review

مقدار قیمت Price values	تاریخ Date	ردیف Raw	کمترین مقادیر The lowest values	مقدار قیمت Price values	تاریخ Date	ردیف Raw	بیشترین مقادیر The maximum values
824236	1398/12/27	1		2207000	1400/09/25	1	
837230	1399/01/04	2		2207000	1400/09/27	2	
837230	1399/01/03	3		2154000	1400/08/29	3	
837230	1399/01/02	4		2150000	1400/09/15	4	
837230	1398/12/29	5		2150000	1400/09/16	5	

ماخذ: یافته‌های پژوهش

Source: Research findings

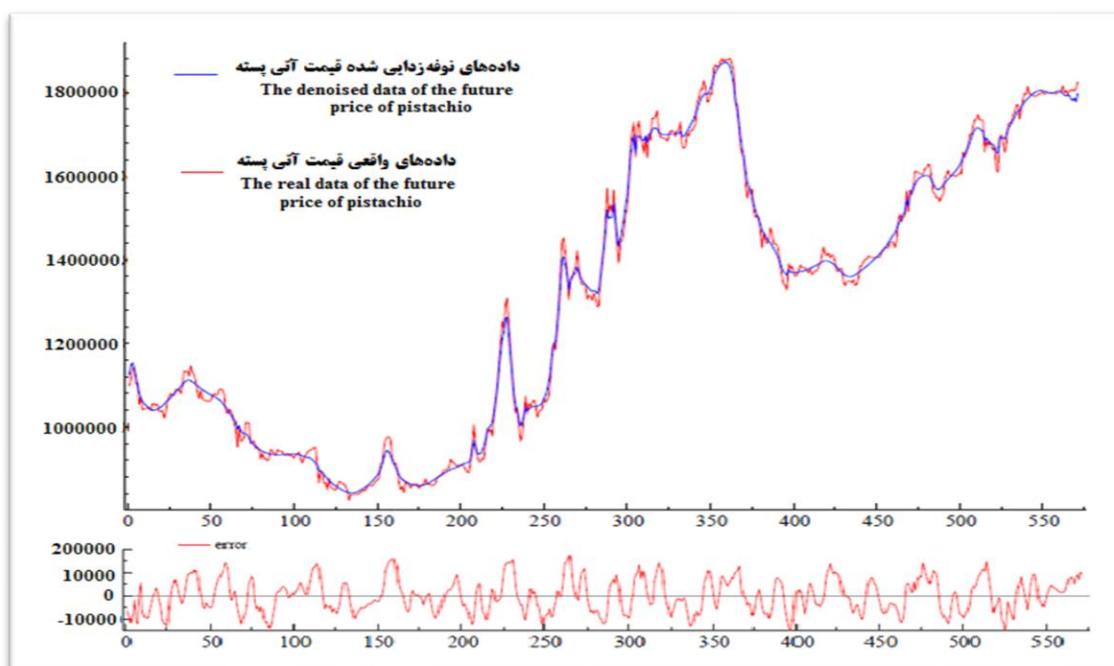
می‌تواند بر روند پیش‌بینی آن موثر باشد. برای اطمینان از وقفه انتخاب شده از مدل الگوریتم ژنتیک نیز استفاده شد و نتایج آن تایید وقفه بهینه یک برای قیمت آتی پسته می‌باشد.

ساخت مدل پایه بهینه مبتنی بر شبکه عصبی یادگیری عمیق

برای راه‌اندازی مدل شبکه عصبی عمیق از الگوریتم آموزشی H_2O استفاده شد. در روش آموزش H_2O تعداد گره‌ها و تعداد لایه‌های پنهان نقش موثری در دستیابی به دقت بالای پیش‌بینی مدل دارند. تعداد لایه‌های پنهان و گره‌های مدل شبکه عصبی از طریق کاهش گرادیان و کاهش میزان خطا محاسبه می‌شود.

انتخاب وقفه بهینه با استفاده از روش کدکننده خودکار در شبکه عصبی عمیق

پس از پردازش داده‌های قیمت آتی پسته با استفاده از تابع موجک، از داده‌های نوفه‌زدایی شده برای ورودی مدل شبکه عصبی هوشمند عمیق استفاده شد. اما یکی از مراحل مهم قبل از ساخت مدل پایه و پیش‌بینی قیمت آتی پسته، تعیین تعداد وقفه‌های بهینه قیمت است. در این مطالعه برای یافتن تعداد وقفه بهینه از «کدکننده خودکار در شبکه عصبی عمیق» استفاده شد، که یکی از نقاط قوت این مطالعه می‌باشد. نتایج حاصل از اجرای شبکه انتخابگر نشان داد که وقفه بهینه یک، بهترین متغیر ورودی (مابین ۴ وقفه انتخابی) برای پیش‌بینی قیمت آتی پسته در دوره مورد بررسی است. بنابراین، قیمت آتی پسته با یک وقفه

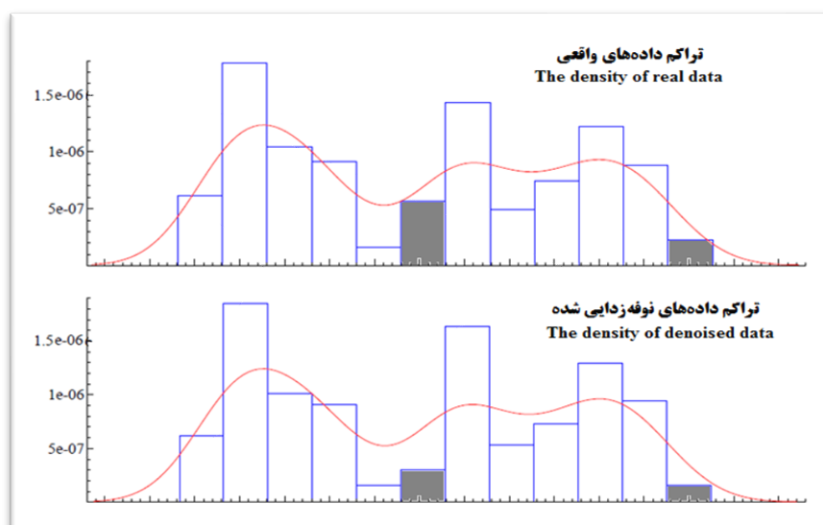


شکل ۵- سری زمانی قیمت آتی پسته و مولفه‌های تجزیه شده توسط موجک دابشیز ۲

Figure 5- The time series of the future price of pistachio and its components analyzed by Dabshiz wavelet 2

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Source: Research findings



شکل ۶- نمودار تراکم داده‌های نوفه‌زدایی شده برای قیمت آتی پسته در دوره مورد بررسی

Figure 6- Density diagram of denoised data for the future price of pistachios in the period under review

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Source: Research findings

آموزشی) انجام می‌شود. در این راستا، تعیین تعداد گره‌ها در لایه‌های پنهان توسط روش Epoch انجام شد. روش Epoch به صورت خودکار چند مرتبه داده‌های ورودی را وارد می‌کند تا حالت بهینه به دست آید.

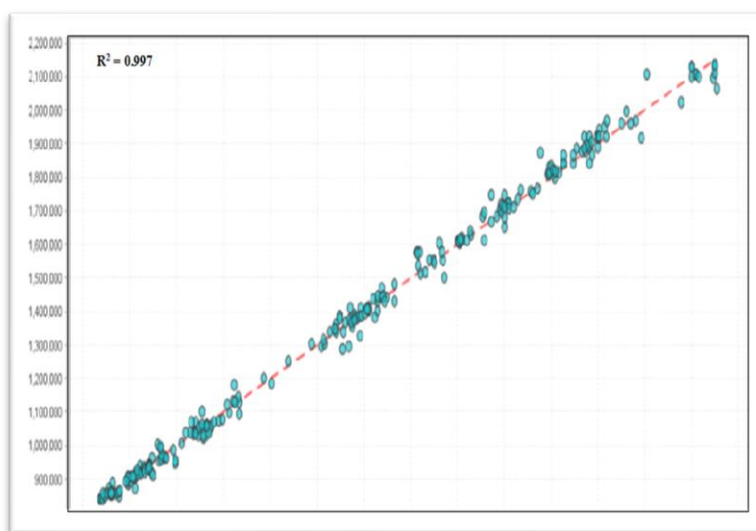
در این مطالعه، افزایش دقت پیش‌بینی از طریق تغییر و کالیبره‌سازی بهترین ساختار (تغییر تعداد گره‌ها، تعداد لایه‌ها، نوع توابع انتقال‌دهنده و میزان پارامترهای مربوط به آموزش و الگوریتم‌های

بایونومیال، توزیع پویسن و ...) با استفاده از آزمون‌های ناپارامتریک (مانند آزمون والیس و ویلکاکسن) مشخص شده و سپس بر اساس انتخاب تعداد تکرار مورد نظر (در این مقاله ۱۰۰۰۰ مرتبه) نسبت به ایجاد بهترین کران (فاصله اطمینان قیمتی با میزان ۹۹ درصد اطمینان محاسبه می‌شود. با توجه به اینکه مدل تک متغیره است، نیازمند ثابت کردن سایر متغیرها وجود ندارد، لذا می‌توان در مرحله پیشرفته‌تر با تغییر میزان درجه اطمینان مورد نظر از طریق تغییر میزان میانگین و واریانس موجود متغیر قیمت نسبت به سناریوسازی اقدام نمود.

از میزان وزن محاسبه شده در مرحله کدکننده خودکار برای افزایش پذیرش صحت نتایج پیش‌بینی از شبیه‌سازی مونت کارلو (الگوریتم زنجیره مارکوف) استفاده شده است. به علاوه، این موضوع به ارائه یک فاصله اطمینان در دامنه بیشترین احتمال قیمتی برای شبکه عصبی عمیق، کمک می‌نماید. در واقع، ارائه یک فاصله اطمینان در دامنه بیشترین احتمال قیمتی، خود تکمیل‌کننده زنجیره ارزش مدل‌های پیش‌بینی هوشمند یادگیری ماشین است و به تبع آن می‌تواند به عنوان یکی دیگر از نقاط قوت این مطالعه مطرح شود. در روش مونت کارلو بر اساس توزیع احتمال وقفه‌ها، برای مقادیر پیش‌بینی شده به دفعات زیاد شبیه‌سازی تکرار شده و میانگین آنها که دارای بیشترین احتمال است، به عنوان مقدار پیش‌بینی شده مدل در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، نقش روش مونت کارلو در مدل پیشنهادی این است که با محتمل‌ترین حالت، مقدار پیش‌بینی شده قیمت را مشخص می‌کند.

حالت بهینه نیز از طریق logloss مشخص می‌شود. در واقع، زمانی که logloss حالت نزولی پیدا کرد، حالت بهینه به دست آمده است. در این پژوهش از تابع فعالساز بسیار کارای Maxout استفاده شده است. تابع فعالساز Maxout مشخص‌کننده‌ی حد آستانه بهینه شده از طریق تغییر تعداد خطا می‌باشد. این حد آستانه در دامنه (۱، -۱) تغییر می‌کند. در پژوهش حاضر، حد آستانه برای ورودی‌های مختلف، متفاوت بود و نهایتاً پس از چندین بار آزمایش، به نقطه بهینه رسیده و کاراترین مدل بدست آمد. در مرحله اول از آموزش مدل شبکه عمیق، میزان وزن محاسباتی از طریق فرآیند کدکننده خودکار برای انتخاب وقفه یک برابر ۰.۹۹ بدست آمد و بیانگر میزان همبستگی بالای قیمت آتی پسته در روز قبل با روز جاری است.

همواره مدل‌های هوشمند بر خلاف مدل‌های آماری دارای یک نقیصه هستند که آن عدم ارائه فاصله اطمینان برای نقطه پیش‌بینی شده می‌باشد؛ به عنوان مثال در مقاله حاضر پس از اطمینان از کالیبره شدن صحیح مدل شبکه عمیق، این سوال مطرح است که مقدار پیش‌بینی شده قیمت پسته با چه درجه اطمینانی قابل پذیرش است و در واقع با افزودن آزمون مونت کارلو به شبکه عمیق این نقیصه رفع خواهد شد. پس از اینکه بهترین ساختار در مدل شبکه عمیق بواسطه کمترین میزان خطا انتخاب شد، با حفظ آن در قالب فایل‌های استاندارد شده (xml) به منظور تشخیص میزان احتمال قیمت پیش‌بینی شده وارد مرحله شبیه‌سازی مونت کارلو می‌شویم. در آنجا ابتدا توزیع متغیر قیمت ما بین توزیع‌های مختلف آماری (از قبیل توزیع نرمال، توزیع



شکل ۷- نمودار عملکرد مدل «تابع تبدیل موجک-کدکننده خودکار-شبکه عصبی یادگیری عمیق-مونت کارلو» برای پیش‌بینی قیمت آتی پسته
Figure 7- Performance chart of model of "Wavelet Transform Function-Auto Encoder-Deep Learning Neural Network-Monte Carlo" for predicting the future price of pistachios

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Source: Research findings

جدول ۳- پیش‌بینی خارج از نمونه با استفاده از مدل «تابع موجک-کدکننده خودکار-شبکه عصبی عمیق-مونت کارلو» برای قیمت آتی پسته (ریال در کیلوگرم)

Table 3- Out-of-sample forecasting using the model of "Wavelet Transform Function-Auto Encoder-Deep Learning Neural Network-Monte Carlo" for the future price of pistachios (Riyals per kg)

تاریخ آینده Future date	سناریوهای داده‌های جدید قیمت (ریال) New price data scenarios (Rials)	مقادیر پیش‌بینی قیمت خارج از نمونه (ریال) Forecasted price values outside the sample (Rials)	مقادیر قیمت واقعی (ریال) Actual price values (Rials)	درصد اختلاف Percentage difference
1400/09/24	2150000	2136703	2152314	% 0.7
1400/09/25	2155000	2136703	2152314	% 0.7
1400/09/26	2160000	2136703	2152314	% 0.7
1400/09/27	2170000	2136703	2152314	% 0.7
1400/09/28	2207000	2136703	2152314	% 0.7
1400/09/29	2210000	2136703	2152314	% 0.7
1400/09/30	2116000	2124870	2152314	% 1.3
1400/10/01	2140000	2124870	2152314	% 1.3
1400/10/02	2120000	2124870	2152314	% 1.3

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Source: Research findings

در این مطالعه، محتمل‌ترین قیمت آتی پسته با سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر ۲۱۳۵۳۷۰ ریال می‌باشد. نمودار برازش عملکرد مدل هیبریدی «تابع موجک-کدکننده خودکار-شبکه عصبی عمیق-مونت کارلو» نیز در شکل ۷ نشان داده شده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف از پژوهش حاضر، ارائه یک مدل هوشمند هیبریدی غیر خطی برای پیش‌بینی دقیق قیمت آتی پسته در حوزه کشاورزی هوشمند از طریق درک محدودیت‌های موجود در داده‌ها شامل ماهیت چندبعدی داده‌ها، لحاظ نمودن عدم قطعیت در داده‌های پیش‌بینی شده و نهایتاً ارائه و ساخت مدل پایه قابل انتشار در زمینه پیش‌بینی قیمت است. این مدل هیبریدی متشکل از مجموعه مدل‌های غیر خطی تبدیل موجک، شبکه کدکننده خودکار، شبکه عصبی عمیق و شبیه‌سازی مونت کارلو بوده و دارای ویژگی‌های زیر است: (۱) یک مدل هیبریدی بر پایه مدل یادگیری عمیق و شبکه کدکننده خودکار است که در آن پیش‌بینی قیمت و رتبه‌بندی مهمترین متغیرها (تعداد وقفه بهینه قیمت در این مطالعه) به طور همزمان صورت می‌گیرد، (۲) در مدل پیشنهادی از تابع تبدیل موجک برای نوفه‌زدایی و از شبیه‌سازی مونت کارلو برای محاسبه و ارائه فاصله اطمینان در ترکیب یک الگوی متعالی به همراه الگوریتم‌های یادگیری ماشین استفاده می‌شود، (۳) مدل پیشنهادی دارای کاربرد عملی یعنی معرفی «ساخت مدل پایه و قابل انتشار» به منظور پیش‌بینی خارج از نمونه با مجموعه داده‌های جدید است.

نتایج حاصل از بررسی ویژگی‌های داده نشان داد که داده‌ها از نرمال برخوردار نبوده و از ماهیت غیر خطی و رفتار آشوبناک تبعیت می‌نماید. نتایج حاصل از بکارگیری تئوری موجک نشان داد که بعد از نوفه‌زدایی داده‌ها، میزان خطا می‌تواند با شناخت نقاط تلاطمی و تصحیح آنها در یک دامنه-کم-تلاطم جریان داشته و با خطای کمتر به دقت بالاتر دست یافت. همچنین نتایج حاصل از انجام اجرای شبکه

پیش‌بینی خارج از نمونه با مجموعه داده‌های جدید

همان‌طور که ذکر شد، مرحله «پیش‌بینی خارج از نمونه با مجموعه داده‌های جدید»^۱ یکی دیگر از نقاط قوت این مطالعه است. پیش‌بینی خارج از نمونه با مجموعه داده‌های جدید مبتنی بر تعیین «سناریوهای داده‌های قیمت» و «روند تغییرات قیمت در سناریوهای تعیین شده» می‌باشد. نتایج حاصل از پیش‌بینی خارج از نمونه با مجموعه داده‌های جدید در جدول ۳ آمده است. دوره مورد نظر برای پیش‌بینی خارج از نمونه از ۲۴ ام تا ۳۰ ام آبان‌ماه ۱۴۰۰ است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی مونت کارلو نشان داد که مقدار واقعی قیمت آتی پسته فندقی در وقفه اول برابر ۲۱۵۲۳۱۴ ریال است و مقدار پیش‌بینی شده قیمت آتی پسته فندقی حاصل از بالاترین احتمال مونت کارلو برابر ۲۱۳۵۷۰۷ ریال است (تنها با اختلاف ۱۶۵۷ ریال). به بیان دیگر، محتمل‌ترین و خوشبینانه‌ترین قیمت قابل وقوع برای قیمت آتی پسته فندقی در بورس کالای ایران در سقف قیمتی ۲۱۳ هزار تومان است. با رجوع به قیمت‌های بازاری، پس از یک دوره از محاسبه مدل مربوطه (شواهد قوی برای سنجش دقت پیش‌بینی مدل فوق)، قیمت قراردادهای سررسیده‌های قیمت آتی پسته در حدود ۲۱۵ هزار تومان در بورس معامله شده که به نوعی فاقد قدرت تداوم بازار در این قیمت حداکثری بوده و زمینه خروج بسیاری از معامله‌گران را فراهم نموده است.

۱- مدل هیبریدی پیشنهادی می‌تواند به‌عنوان یک مدل پایه قابل انتشار برای پیش‌بینی قیمت آتی پسته در بورس کشاورزی مطرح شود، چرا که قیمت محاسباتی توسط این مدل به‌عنوان یک ابزار محاسباتی ضروری در راستای اصلاح و اعلام قیمت صحیح (مرجع قیمتی) در ابتدای شروع بازار در رینگ معاملاتی پسته می‌تواند زمینه کاهش ریسک برای فعالین بازار بورس و نیز افزایش کارایی و توسعه حجم و تعداد عقد قراردادهای آتی را در یک دوره زمانی به همراه داشته باشد.

۲- با توجه به خصوصیات هر یک از محصولات کشاورزی منتخب قابل معامله در بورس می‌توان اجزاء متشکل در مدل هیبریدی پیشنهاد شده را برای دستیابی به یک مدل پایه قابل انتشار در طی زمانی کوتاه تغییر داد. به بیان دیگر، در مدل هیبریدی از روش تبدیل موجک برای نوفه‌زدایی داده‌ها، از شبکه کدکننده خودکار برای پیدا کردن بیشترین تاثیر وقفه‌های متغیرهای موثر، از شبیه‌سازی مونت کارلو و پیش‌بینی خارج از نمونه نیز برای یافتن محتمل‌ترین قیمت قابل وقوع در آینده استفاده می‌شود.

۳- برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود که با به کارگیری تحلیل فازی نسبت به افزایش دقت داده‌های ورودی (قیمت) و از سایر الگوریتم‌های یادگیری ماشین مانند مدل ماشین بردار پشتیبان (SVM)، مدل جنگل تصادفی (Random Forest)، مدل گرادیان تقریب یافته درختی (XGB) به‌منظور مقایسه نتایج و کاهش خطا استفاده نمود.

کدکننده خودکار نشان داد که وقفه بهینه یک، بهترین متغیر ورودی برای پیش‌بینی قیمت آتی پسته در دوره مورد بررسی است. نتایج حاصل از بکارگیری شبیه‌سازی مونت کارلو-زنجیره مارکف نشان داد که محتمل‌ترین قیمت آتی پسته با سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر ۲۱۳۵۳۷۰ ریال می‌باشد. در نهایت نتایج حاصل از پیش‌بینی خارج از نمونه با مجموعه داده‌های جدید بیانگر آن است که قیمت آتی پیش‌بینی شده یا محتمل‌ترین و خوشبینانه‌ترین (حداکثر) قیمت قابل وقوع برای قیمت آتی پسته در بورس کالای ایران، در سقف قیمتی ۲۱۳ هزار تومان است. در مجموع می‌توان بیان داشت که اولاً، قیمت پیش‌بینی شده با قیمت واقعی دارای خطای اندکی است (۰/۷ درصد) و این خطای اندک بیانگر قدرت مدل ساخته شده در پیش‌بینی روند قیمت آتی پسته می‌باشد. ثانیاً، همسو بودن قیمت حاصل از شبیه‌سازی مونت کارلو با قیمت داده‌های جدید نیز می‌تواند به‌عنوان یک شاخص اطمینان (حتمیت) به عنوان یک ابزار محاسباتی کارا در مدیریت ریسک برای معامله‌گران و فعالین این بازار به جد مطرح شود. ثالثاً، مجموعه فرآیند انجام شده به عنوان کامل‌ترین زنجیره ارزش در تولید مدل‌های پیش‌بینی قیمت، تحت عنوان مدل هیبریدی دو بخشی بواسطه یک مرحله تغییر در داده‌های ورودی (انضمام تابع موجک پیوسته) و مرحله استنتاج نتایج (انضمام مدل ناپارامتریک مونت کارلو) مبتنی بر ادبیات نظری مطرح شده در خصوص الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌باشد. با توجه به نتایج حاصل شده، موارد به شرح ذیل پیشنهاد می‌شود:

منابع

1. Akhbari, M. (2018). Project time and cost forecasting using Monte Carlo simulation and artificial neural networks. *International Journal of Industrial Engineering and Production Research*, 29(2), 231-239. <http://doi.org/10.22068/ijiepr.29.2.223>
2. Anjoy, P., & Paul, R.K. (2017). Wavelet based hybrid approach for forecasting volatile potato price. *Journal of the Indian Society of Agricultural Statistics*, 71(1), 7-14. <http://www.isas.org.in/jsp/volume/vol/>
3. Aworka, R., Cedric, L.S., Hamilton Adoni, W.Y., Zoueu, J.T., Mutombo, F.K., Mberi Kimpolo, Ch. L., Nahhal, T., & Krichen, M. (2022). Agricultural decision system based on advanced machine learning models for yield prediction: Case of East African countries. *Journal of Smart Agricultural Technology*, 2 100048, 1-9. <http://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100048>
4. Cemgil, A.T. (2014). A tutorial introduction to Monte Carlo methods, Markov Chain Monte Carlo and particle filtering. Academic press library in signal processing, 1: 1065-1114, ISBN: 978-0-12- 396502-8. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-396502-8.00019-X>
5. David, A., & Spade, D.A. (2020). *Markov chain Monte Carlo methods: theory and practice*. Handbook of Statistics, 43. <http://doi.org/10.1016/bs.host.2019.06.001>
6. Ebrahimi, M., Talebnia, Gh., Vakilifard, H.R., & Nikuomaram, H. (2017). Application of Monte Carlo simulation - Markov chain in explaining working capital management strategy. *Iranian Journal Quarterly Financial Accounting*, 9(33), 1-22. (In Persian with English abstract)
7. Gao, R., Du, L., Duru, O., & Yuen, K.F. (2021). Time series forecasting based on echo state network and empirical wavelet transformation. *Journal of Applied Soft Computing*, 102, 107111. <http://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107111>
8. Ghaderzadeh, H., Ahmadzadeh, Kh., & Ganji, S. (2019). Determine the appropriate model to predict the price of Agricultural crops: A case of wheat, Alfa-Alfa and Potato crops. *Iranian Journal of Agricultural Economics Research*, 11(3), 23-40. (In Persian with English abstract)
9. Ghahremanzadeh, M., & Rashid Ghalam, M. (2015). Seasonal forecasting of meat prices in Iran: Application of periodic autoregressive model. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 46(3), 469-480. <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2015.55520>

10. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. <https://www.amazon.com/>
11. Greff, K., Srivastava, R.K., & Koutnik, J., Steunebrink, B.R., & Schmidhuber, J. (2017). LSTM: A Search Space Odyssey. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 28(10): 2222-2232. <http://doi.org/10.48550/arXiv.1503.04069>
12. Guo, L., & Wozniak, M. (2021). An image super-resolution reconstruction method with single frame character based on wavelet neural network in internet of things. *Journal of Mobile Networks and Applications*, 26, 390-403. <http://doi.org/10.1007/s11036-020-01681-6>.
13. Haj Seyed Javady, M.R., & Heydari, R. (2022). Designing the most suitable hybrid model for forecasting the future price of saffron in the agricultural commodity bourse. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 53-2(4), 1023-1041. <http://doi.org/10.22059/IJAEDR.2022.336850.669122>
14. Haviluddin, S., Khosyi, T., & et al. (2021). A backpropagation neural network algorithm in agricultural product prices prediction. 3rd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIConCIT), ISTTS Surabaya, Indonesia. <http://doi.org/10.1109/EIConCIT50028.2021.9431897>
15. Hegde, J., Hulipalled, V.R., & Simha, J.B. (2021). Price prediction of agriculture commodities using machine learning and NLP. Second International Conference on Smart Technologies in Computing, Electrical and Electronics (ICSTCEE 2021), <http://doi.org/10.1109/ICSTCEE54422.2021.9708582>
16. Heydari, R., & Haj Seyed Javady, M.R. (2022). The application of hybrid data mining model (genetic algorithm-wavelet-deep neural network-Monte Carlo method) for the price forecasting of agricultural products (Case study: future price of saffron in agricultural commodity exchange). *Iranian Journal of Agricultural economics and Development*, 30(120), 73-105. <http://doi.org/10.30490/AEAD.2023.357440.1412>
17. Hirapara, J., & Vanjara, D.P. (2022). A comparative study of data mining techniques for agriculture crop price prediction. 7th International conference for Convergence in Technology (I2CT), Pune, India. Apr 2022, 1-6. <http://doi.org/10.1109/I2CT54291.2022.982453>
18. Hogg, D.W., & Foreman-Mackey, D. (2018). Data analysis recipes: using Markov chain Monte Carlo. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 236(1), 1-54. <http://doi.org/10.3847/1538-4365/aab76e>
19. Hoseini, S.M., Mazandarani zadeh, H., & Nazari, B. (2021). Simultaneously management of surface and groundwater resources and increasing farmers' resilience to water scarcity by predicting the price of agricultural products and using GA (case study of irrigation and drainage network of Qazvin plain). *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 52(2), 563-576. <https://doi.org/10.22059/ijswr.2021.313809.668805>
20. Joshi, A.M., & Patel, S. (2022). A CNN-Bidirectional LSTM approach for price forecasting of agriculture commodities in Gujarat. The International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC 2022), 266-272. <http://doi.org/10.1109/ICAAIC53929.2022.9793154>
21. Kamilaris, A., Francesc, X., & Boldu, P. (2018). Deep learning in agriculture: A survey. *Journal of Computers and Electronics in Agriculture*, 147, 70-90. <http://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.016>
22. Karakoyun, E.S., & Cibikdiken, A.O. (2018). Comparison of ARIMA time series model and lstm deep learning algorithm for bitcoin price forecasting. The 13th Multidisciplinary Academic conference in Prague (the 13th MAC 2018).
23. Li, J., & Wang, J. (2020). Stochastic recurrent wavelet neural network with EEMD method on energy price prediction. *Journal of Soft Computing*, 24, 17133-17151. <https://doi.org/10.1007/s00500-020-05007-2>
24. Li, P., Hua, P., Gui, D., Niu, J., Pei, P., Zhang, J., & Krebs, P. (2020). A comparative analysis of artificial neural networks and wavelet hybrid approaches to long-term toxic heavy metal prediction. *Journal of Scientific Reports*, 10, 13439. <http://doi.org/10.1038/s41598-020-70438-8>
25. Liu, J.; Xu, L., Cao, X., Zhang, K., Zhang, Q., & Cai, Y. (2020). Review on the architectures and applications of deep learning in agriculture. 7th International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE), 1234-1240. <http://doi.org/10.1109/ICISCE50968.2020.00250>
26. Liu, X., Liu, H., Guo, Q., & Zhang, C. (2020). Adaptive wavelet transform model for time series data prediction. *Journal of Soft Computing*, 24, 5877-5884. <http://doi.org/10.1007/s00500-019-04400-w>
27. Maiti, S., & Tiwari, R.K. (2009). A hybrid Monte Carlo method based artificial neural networks approach for rock boundaries identification: a case study from the KTB Bore Hole. *Journal of Pure and Applied Geophysics*, 166, 2059-2090. <http://doi.org/10.1007/s00024-009-0533-y>
28. Mehtab, S., Sen, J., & Dutta, A. (2021). Stock price prediction using machine learning and LSTM-based deep learning models. Machine Learning and Metaheuristics Algorithms, and Applications, 88-106. Springer, http://doi.org/10.1007/978-981-16-0419-5_8
29. Mitra, D., & Paul, R.K. (2020). Forecasting of price of rice in India using long-memory time series model. *Springer: National Academy Science Letters*, 44, 289-293. <http://doi.org/10.1007/s40009-020-01002-1>
30. Moghadasi, R., & Jaleh Rajabi, M. (2013). Comparison of combined and conventional models in forecasting prices of wheat, corn and sugar. *Iranian Journal of Agricultural Economics Research*, 5(2), 1-22. (In Persian with English abstract)
31. Nassar, L., Okwuchi, I.E., Saad, M., Karray, F., & Ponnambalam, K. (2020). Deep learning based approach for

- fresh produce market price prediction*. In 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) (pp. 1-7). IEEE. <http://doi.org/10.1109/IJCNN48605.2020.9207537>
32. North, M. (2012). Data Mining for the Masses. [https://www. Amazon.com](https://www.amazon.com). <https://docs.rapidminer.com>.
 33. Pablo, B. J., Hilda, C., & et al. (2016). Artificial neural network and Monte Carlo simulation in a hybrid method for time Series forecasting with generation of L-scenarios. 2016 Intl IEEE Conferences on Ubiquitous Intelligence and Computing, Advanced and Trusted Computing, Scalable... (UIC/ATC/ScalCom/CBDCom/IoP/SmartWorld). <http://doi.org/10.1109/UIC-ATC-ScalCom-CBDCom-IoP-SmartWorld.2016.0110>
 34. Paul, R.K., Paul, A.K., & Bhar, L.M. (2020). Wavelet-based combination approach for modeling sub-divisional rainfall in India. *Journal of Theoretical and Applied Climatology*, 139(3-4), 949-963. <http://doi.org/10.1007/s00704-019-03026-0>
 35. Paul, R.K. (2015). ARIMAX-GARCH-WAVELET model for forecasting volatile data. *Journal of Model Assisted Statistics and Applications*, 10(3), 243–252. <http://doi.org/10.3233/MAS-150328>
 36. Paul, R.K., & Garai, S. (2021). Performance comparison of wavelets-based machine learning technique for forecasting agricultural commodity prices. *Journal of Soft Computing*, 25, 12857–12873. <http://doi.org/10.1007/s00500-021-06087-4>
 37. Pourreza Bilondi, M., & Khashei Siuki, A. (2015). Uncertainty analysis of artificial neural networks in simulation of saturated hydraulic conductivity using Monte-Carlo simulation. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 4(9), 655-664. (In Persian with English abstract)
 38. Rafflesia, S.P., Taufiqurrahman, T., Iriyani, S., & Lestarini, D. (2021). Agricultural commodity price forecasting using PSO-RBF neural network for farmers exchange rate improvement in Indonesia. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics*, 9(3), 784-792. <http://doi.org/10.52549/ijeel.v9i3.2723>
 39. RapidMiner Manual. (2021). Deployments. <https://docs.rapidminer.com>.
 40. Rasheed, A., Younis, M.S., Ahmad, F., Qadir, J., & Kashif, M. (2022). District wise price forecasting of wheat in Pakistan using deep learning. *Journal of arXiv-CS-Artificial Intelligence*. <http://doi.org/arxiv-2103.04781>
 41. Roondiwala, M., Patel, H., & Varma, Sh. (2017). Predicting stock prices using LSTM. *International Journal of Science and Research*, 6(4): 1753-1756.
 42. Sabu, K.M., & Kumar, T.M. (2020). Predictive analytics in agriculture: forecasting prices of Arecanuts in Kerala. *Journal of Procedia Computer Science*, 171, 699-708. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.076>
 43. Samek, W., Wiegand, T., & Muller, K. R. (2017). Explainable artificial intelligence: Understanding, visualizing and interpreting deep learning models. arXiv preprint arXiv:1708.08296. <http://doi.org/10.48550/arXiv.1708.08296>
 44. Shabri, A., & Samsudin, R. (2014). *Daily crude oil price forecasting using hybridizing wavelet and artificial neural network model*. Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems Engineering, Volume 2014, Article ID 201402, 10 pages. <http://doi.org/10.1155/2014/201402>
 45. Sharma, A.K., & Rajawat, A.S. (2022). *Crop yield prediction using hybrid deep learning algorithm for smart agriculture*. The Second International Conference on Artificial Intelligence and Smart Energy (ICAIS-2022), <http://doi.org/10.1109/ICAIS53314.2022.9743001>
 46. Siami Namini, S., & Siami Namin, K. (2018). Forecasting economics and financial time series: ARIMA vs. LSTM. arXiv preprint arXiv:1803.06386. <http://doi.org/10.48550/arXiv.1803.06386>
 47. Speagle, J. (2020). A conceptual introduction to Markov chain Monte Carlo methods. arXiv:1909.12313. <http://doi.org/10.48550/arXiv.1909.12313>
 48. Tohidi, A. (2015). Evaluation of artificial neural network-panel data hybrid model in predicting Iran's dried fruits export prices. *Quarterly Journal of Economics Quarterly*, 12(3), 95-116. (In Persian with English abstract)
 49. Vohra, A., Pandey, N., & Khatri, S.K. (2019). *Decision making support system for prediction of Prices in agricultural commodity*. International Conference on Artificial Intelligence (AICAI 2019), Dubai (United Arab Emirates), 345-348. <http://doi.org/10.1109/AICAI.2019.8701273>
 50. Wang, J., & Li, X. (2018). A combined neural network model for commodity price forecasting with SSA. *Journal of Soft Computing*, 22, 5323-5333.
 51. Wang, J., et al. (2018). *Gaussian Process Kernels for Noisy Time Series: Application to Housing Price Prediction*. International Conference on Neural Information Processing. Springer, Cham. http://doi.org/10.1007/978-3-030-04224-0_8
 52. Wen, Y., Lin, P., & Nie, X. (2020). *Research of stock price prediction based on PCA-LSTM model*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 790 (2020) 012109. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/790/1/012109>.
 53. Weston, J., Elisseeff, A., & Scholkopf, B. (2003). Use of zero-norm with linear models and kernel methods. *Journal of Machine Learning Research*, 3(5), 1439-1461.
 54. Wojtas, M.A., & Chen, K. (2020). *Feature importance ranking for deep learning*. 34th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2020), Vancouver, Canada, 5105–5114. <http://doi.org/10.5555/3495724.3496153>
 55. Wu, D., Wang, X., & Wu, S. (2021). A hybrid method based on extreme learning machine and wavelet transform de-noising for stock prediction. *Journal of Entropy*, 23(4), 440. <http://doi.org/10.3390/e23040440>.

56. Iran Mercantile Exchange. (2022). <https://www.ime.co.ir>.



Measuring Market Behavior in the Dairy Products Industry Using the Profit-Oriented Function

H. Shahbazi ^{*}

Received: 11-01-2023

Revised: 20-08-2023

Accepted: 30-08-2023

Available Online: 10-09-2023

How to cite this article:

Shahbazi, H. (2023). Measuring market behavior in the dairy products industry using the profit-oriented function. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 37(3), 309-323. (In Persian with English abstract).
<https://doi.org/10.22067/JEAD.2023.80560.1175>

Introduction

The market and the conditions governing it, especially the food industry, are always important issues for policymakers, decision makers and planners in the public and private sectors. Because market conditions are important in terms of the level of competition or monopoly on access to goods from the point of view of government decision-makers and the price from the point of view of production and private sector suppliers. In addition, both access and price factors greatly impact the amount of consumption and, consequently, the level of consumer's welfare. Dairy products, especially milk and cheese, from the consumer's point of view, in addition to being good for health, from the point of view of agricultural producers, it is a strategic product, and from the point of view of government decision-makers, it is a factor in changing the level of social welfare. Of course, the market behavior has an important effect on the price and the motivation to produce and finally consume milk and cheese. However, factors such as encouraging consumption through public advertising can have a great effect on consumption motivation (Shahbazi, 2015). But the lack of competitive conditions in the production of products can reduce the consumption of milk and cheese and, as a result, create lost welfare for consumers and society. In other words, having a large share of the milk market by a small number of companies and production companies has made the market of dairy products a monopoly market and the existence of a monopoly in the market is considered one of the most important factors that cause lost welfare for consumers. (Gisser, 1982; Shahbazi, et al., 2009).

Materials and Methods

In this research, an attempt has been made to provide a structural framework for examining the performance of the dairy industry, especially milk and cheese (in terms of measuring the level of competition or monopoly). Based on the theory of NEIO, it is possible to quantify firms' market behavior in the absence of marginal cost data. The choice of demand model is of key importance in this type of analysis, since modeling a firm's market behavior relies on correct representation of consumer preferences (Hovhannisyan & Bozic, 2013). In explaining consumer behavior, the functions selected for demand should be compatible with consumer theory, satisfy its theoretical characteristics, be easy to estimate, and have high predictive power. If, as the research shows, there is a non-linear relationship between demand and income, using a linear expenditure model will lead to an error and provide incorrect parameters. Recently, discrete choice demand models, such as the Logit specification, have increased in popularity in applied industrial organization research (Werden & Froeb, 1994). The random coefficient logit demand model is of particular interest, which allows for product differentiation and consumer heterogeneity. Finally, in this study, like some leading studies in the field of estimating the demand function of goods such as Hovhannisyan and Bozic (2013), uses an inverse demand system to create a structural framework of market

1- Assistant Professor, Agricultural Economics, Sayyed Jamaledin Asadabadi University, Asadabad, Hamedan, Iran

(*- Crossponding Author Email: shahbazi@sjau.ac.ir)

<https://doi.org/10.22067/JEAD.2023.80560.1175>

behavior. In this approach, prices are endogenous. To model the inverse demand function and supply function, Leunberger's profit function approach (Luenberger, 1992) is used. Also, using the CV approach based on the study of Hovhannisyan & Bozic (2013), the amount of markup due to the existence of market power at the retail level is estimated for the years 2015-2021 in 7 selected provinces.

Results and Discussion

The choice of demand specification may significantly affect the estimation of structural coefficients. Therefore, several demand determination tests are performed using the Bewley likelihood ratio test (Bewley, 1986). The results show that there are quadratic utility effects in inverse demand functions. By using this feature, it is shown that the regional heterogeneity, i.e., $\delta_{jz} = 0$, is the same as the lagged quantity, i.e., $\theta_{mz} = 0$, the lagged price, i.e., $\theta_m = 0$ and non-linear time effects, i.e., $\sigma_{tt} = 0$, are significant effects regarding the demand for milk and cheese. But seasonality, i.e., $\rho_{js} = 0$, has a negligible effect on the market for milk and cheese. The final demand relationship is estimated based on the results of the tests of various constraints on the model. The estimation of the complete model is done using the FIML method. Based on Hovhannisyan and Gould (2012), the constraint $\tau_j \in [0,1]$ is applied. The estimation results indicate the presence of nonlinearity effects (effects) in utility function. Also, regional heterogeneity (δ_{jz}), and the lagged quantity (θ_{mz}), lagged price (θ_m) and nonlinear time effects (σ_{tt}) have essential effects on milk and cheese demand. The results show that in the case of the milk industry, retailers have received the most mark up in B1 brand milk (milk produced by Iranian Dairy Industries Co.-IDIC) during the studied years. In such a way that on average they have received a markup equal to 4.8%, while this markup for milk produced by other brands is equal to 3.9%. Regarding the cheese industry, retailers receive a higher price markup for B2 cheese compared to cheese produced by competing companies of IDIC, averaging at 4.0%. However, the price markup for cheese produced by IDIC is only slightly lower, averaging at 3.9%. Also, the results show that there is a lot of regional heterogeneity among the provinces of the country (the studied provinces) in the dairy products industry that the variation in the degree of advancement of dairy industries across various provinces may be regarded as the foremost contributing factor. So that the surcharge at the retail level is different in different provinces. The price increase in B1 brand milk has changed from 3.3% in East Azarbaijan province to 7% in Razavi Khorasan province. But the retailers have received markup for milk produced by other brands, i.e. B2, from 3% in West Azarbaijan province to 6.9% in Isfahan province. In the case of cheese, the surcharge received by competing companies of IDIC has changed from 2% in Fars province to 6.5% in East Azarbaijan province. However, the retailers have received additional price from 1.5% in East Azarbaijan province to 6.7% in Fars province for the cheese produced in IDIC.

Conclusion

As anticipated, the market dynamics have exerted a significant influence on pricing, thereby shaping the incentives for milk and cheese production and, ultimately, consumption. The lack of competitive conditions in the production of milk and cheese (which has been mentioned in some studies such as Shahbazi et al., 2009 and Shahbazi & Faryadras, 2018 can reduce the consumption of milk and cheese and in the result of creating lost welfare for consumers and society. In other words, the possession of a large share of the milk market by a small number of companies (especially IDIC) and production companies makes the milk market a monopoly market, and the existence of a monopoly in the market is considered one of the most important factors that cause lost welfare for consumers. One of the processes that create competition is the development of the industry in terms of increasing the number of production companies by encouraging people to create dairy companies by providing incentive facilities from the government. Planning and investing in product advertising, especially in brands with a small market size, can help increase competition and transparency in the market. Acknowledging regional disparities in the branding and marketing of milk and cheese commodities is a crucial factor that demands attention. Additionally, factoring in market share dynamics and evolving consumer presumptions can provide valuable insights for making informed decisions regarding production and management strategies.

Keywords: Conjectural variation, Market behavior, Markup, Market power, Profit function

مقاله پژوهشی

جلد ۳۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، ص ۳۰۹-۳۲۳

سنجش رفتار بازار در صنعت محصولات لبنی با استفاده از تابع سود محور

حبیب شهبازی^{۱*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۸

چکیده

بازار و شرایط حاکم بر آن به‌ویژه صنعت مواد غذایی همواره یکی از مسائل مهم پیشروی تصمیم‌گیران می‌باشد. زیرا شرایط بازار به لحاظ سطح رقابت برای دسترسی به کالا از منظر تصمیم‌سازان دولتی و به لحاظ قیمت برای تولید و عرضه‌کنندگان بخش خصوصی اهمیت دارد. محصولات لبنی به‌ویژه شیر و پنیر از منظر مصرف‌کننده یک کالای سلامتی‌بخش، از منظر تولیدکنندگان یک کالای تولیدی راهبردی و از منظر تصمیم‌گیرندگان دولتی یک عامل در تغییر سطح رفاه اجتماعی می‌باشد. بنابراین رفتار بازار اثر مهمی بر قیمت و از آن رو بر انگیزه تولید و در نهایت مصرف شیر و پنیر دارد. در این پژوهش سعی شده است یک چارچوب ساختاری برای بررسی رفتار صنعت محصولات لبنی به ویژه شیر و پنیر (به لحاظ سنجش سطح رقابت یا انحصار) با استفاده از تابع سود ارائه شود. همچنین با استفاده از رویکرد تغییرات حدسی (CV)^۲ بر اساس مطالعه هوانیسیان و بوزیک (Hovhannisyan and Bozic, 2013) میزان اضافه‌بهای ناشی از وجود قدرت بازاری در سطح خرده‌فروشی برای سال‌های ۱۳۹۵-۱۴۰۰ در ۷ استان منتخب برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد در مورد صنعت شیر، خرده‌فروشان بیشترین سود را در شیر برند B1 (شیر تولیدی شرکت صنایع شیر ایران) در طول سال‌های مورد مطالعه دریافت کرده‌اند. به‌گونه‌ای که بطور متوسط اضافه‌بهایی معادل ۴/۸ درصد دریافت کرده‌اند در حالی که این اضافه‌بها برای شیر تولیدی سایر برندها معادل ۳/۹ درصد می‌باشد. در مورد پنیر، اگرچه اضافه‌بها دریافتی خرده‌فروشان از پنیر B2 (پنیر تولیدی در شرکت‌های رقیب شرکت صنایع شیر ایران- بطور متوسط ۴/۰ درصد-) بیشتر است، اما تفاوت زیادی با اضافه‌بهایی دریافتی پنیر تولیدی شرکت صنایع شیر ایران (بطور متوسط ۳/۹ درصد) ندارد. همچنین نتایج بیانگر آن است که ناهمسانی منطقه‌ای زیادی در بین استان‌های کشور (استان‌های مورد مطالعه) در صنعت محصولات لبنی وجود دارد بطوری که اضافه‌بها در سطح خرده‌فروشی در استان‌های مختلف متفاوت است که مهمترین دلیل آن می‌تواند تفاوت در سطح توسعه یافتگی در صنایع لبنی در استان‌های مختلف باشد. اضافه‌بها در شیر برند B1 از ۳/۳ درصد در استان آذربایجان شرقی تا ۷ درصد در استان خراسان رضوی تغییر داشته است. اما خرده‌فروشان برای شیر تولیدی سایر برندها یعنی B2 از ۳ درصد در استان آذربایجان غربی تا ۶/۹ درصد در استان اصفهان اضافه‌بها دریافت کرده‌اند. در مورد پنیر، اضافه‌بهایی دریافتی شرکت‌های رقیب شرکت صنایع شیر ایران از ۲ درصد در استان فارس تا ۶/۵ درصد در استان آذربایجان شرقی تغییر داشته است. اما خرده‌فروشان برای پنیر تولیدی در شرکت صنایع شیر ایران از ۱/۵ درصد در استان آذربایجان شرقی تا ۶/۷ درصد در استان فارس اضافه‌بها دریافت کرده‌اند. توجه به تفاوت‌های منطقه‌ای در برندینگ و بازاریابی محصولات شیر و پنیر، اهمیت دارد. همچنین، در نظر گرفتن عوامل سهم بازاری و تغییرات حدسی نیز می‌تواند در تعیین استراتژی‌های تولید و بازاریابی مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: اضافه‌بها، تابع سود، تغییرات حدسی، رفتار بازار، قدرت بازاری

۱- استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سید جمال‌الدین اسدآبادی، اسدآباد، همدان، ایران

(*)- نویسنده مسئول: Email: shahbazi@sjau.ac.ir

مقدمه

بازار و شرایط حاکم بر آن به‌ویژه صنعت مواد غذایی همواره یکی از مسائل مهم پیشروی سیاست‌گذاران، تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان در بخش دولتی و خصوصی می‌باشد. زیرا شرایط بازار به لحاظ سطح رقابت یا انحصار در دسترسی به کالا از منظر تصمیم‌سازان دولتی و قیمت از منظر تولید و عرضه‌کنندگان بخش خصوصی اهمیت دارد. علاوه بر آن، هر دو عامل دسترسی و قیمت بر میزان مصرف و به تبع آن سطح رفاه مصرف‌کنندگان تأثیر بسزایی دارد. محصولات لبنی به‌ویژه شیر و پنیر از منظر مصرف‌کنندگان علاوه بر اینکه یک کالای سلامتی‌بخش، از منظر تولیدکنندگان بخش کشاورزی یک کالای تولیدی راهبردی و از منظر تصمیم‌گیرندگان دولتی یک عامل در تغییر سطح رفاه اجتماعی می‌باشد. بر اساس بررسی و گزارش موسسه ملی بهداشت ایالات متحده (NIH)^۱، میزان کلسیم مورد نیاز هر انسان در روز ۱۳۰۰-۱۰۰۰ میلی‌گرم می‌باشد در حالی که متوسط مصرف روزانه در دنیا ۶۲۹ میلی‌گرم می‌باشد (World Population Review, 2023). مصرف سرانه شیر در سال ۲۰۲۰ در کشورهای پیشرو مانند فنلاند ۴۳۱، سوئد ۳۴۱، سوئیس ۳۱۹، قزاقستان ۲۸۸، آلمان ۲۵۹، ایالات متحده ۲۲۵، ترکیه ۲۳۲ و پاکستان ۱۸۳ کیلوگرم می‌باشد. در حالی که مصرف سرانه شیر در ایران در سال ۲۰۲۰، ۴۵ کیلوگرم است که تفاوت زیادی با مصرف سرانه شیر در کشورهای پیشرو دارد (World Population Review/milkconsumption by-country, 2023). در مورد پنیر، مصرف سرانه در ایران در سال ۲۰۲۰، ۴/۶ کیلوگرم است که تفاوت زیادی با مصرف سرانه پنیر در کشورهای پیشرو دارد. مصرف سرانه پنیر در سال ۲۰۲۰ در کشورهای پیشرو مانند فرانسه ۲۶/۳، آلمان ۲۴/۱، لوگزامبورگ ۲۴/۱، ایسلند ۲۴/۱، یونان ۲۳/۴، فنلاند ۲۲/۵، ایتالیا ۲۱/۷ و سوئیس ۲۱/۷ کیلوگرم می‌باشد (World Population Review/cheeseconsumption by-country, 2023). در بیشتر این کشورها ارتباط معنی‌داری بین درآمد سرانه و مصرف لبنیات (به‌ویژه شیر و پنیر) وجود دارد بطوری‌که کشورهای ثروتمندتر نسبت به کشورهای کم درآمد، شیر بیشتری در رژیم غذایی خود داشتند یعنی افراد در کشورهای ثروتمند به‌طور متوسط روزانه ۵/۸ اونس شیر می‌نوشیدند در حالی‌که مصرف شیر در کشورهای کم درآمد به‌طور متوسط ۲/۴ اونس بوده است (World Population Review/milkconsumption by-country, 2023). رفتار بازار اثر مهمی بر قیمت و از آن رو بر انگیزه تولید و در نهایت مصرف شیر و پنیر دارد. اگرچه عواملی مانند تشویق به مصرف از طریق تبلیغات عمومی می‌تواند اثر بسزایی در مصرف داشته باشد (Shahbazi,

2015)، اما نبود شرایط رقابتی در تولید محصولات لبنی، می‌تواند باعث کاهش مصرف شیر و پنیر و در نتیجه ایجاد رفاه از دست‌رفته برای مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان و جامعه شود. به‌عبارت دیگر، داشتن سهم زیادی از بازار توسط تعداد اندکی از بنگاه‌ها و شرکت‌های تولیدکننده محصولات لبنی، بازار محصولات لبنی را بازاری شبه انحصاری نموده و وجود حالت‌هایی از انحصار در بازار از مهمترین عوامل ایجادکننده رفاه از دست‌رفته برای مصرف‌کنندگان محسوب می‌شود (Gisser, 1982; Shahbazi et al., 2009).

در این پژوهش سعی شده است یک چارچوب ساختاری برای بررسی رفتار بازار در صنعت محصولات لبنی به‌ویژه شیر و پنیر ارائه شود. براساس نظریه سازمان‌های صنعتی تجربی جدید (NEIO)^۲ امکان کمی‌سازی رفتار بازاری بنگاه‌ها در غیاب داده‌های هزینه نهایی وجود دارد. انتخاب الگوی تقاضا در این نوع تحلیل از اهمیت کلیدی برخوردار است، زیرا الگوسازی رفتار بازاری بر نمایش صحیح ترجیحات مصرف‌کننده متکی است (Hovhannisyanyan and Bozic, 2013).

در گذشته، مطالعات زیادی با هدف بررسی رفتار بازار محصولات مختلف در ایران و جهان انجام شده است. برای مثال می‌توان به مطالعات حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2008)، برای بازار واردات شکر، حسینی و همکاران (Hosseini et al., 2008)، برای بازار گوشت قرمز، شهبازی و حسینی (Shahbazi and Hosseini, 2009) برای سطوح مختلف تولید گوشت گاو و گوسفند، شیهکی تاش و قلی‌پور (Sheyhaki-Tash and Gholipour, 2013) برای بازار صنایع غذایی و آشامیدنی، با رویکرد سازمان صنعتی جدید، خداداکاشی و مرادی (Khodadad-Kashi and Moradi, 2017) برای صنعت باندکاری، خداداداکاشی و همکاران (Khodadad-Kashi et al., 2016) برای بخش صنعت و زراعت کیش و امیدوار (Zeraat-Kish and Omidvar, 2016)، برای بازار ماهی قزل‌آلای پرورشی ایران، اشاره کرد. در بیشتر این مطالعات از شاخص‌های مانند هرفیندال-هیرشمن و یا تغییرات حدسی استفاده شده است. اما در خارج از کشور مطالعات فراوانی به سنجش قدرت بازاری پرداخته‌اند که از آن‌ها می‌توان به ون و سکستون (Wann and Sexton, 1992)، اودنل (O'Donnell, 1999)، پیگوت و همکاران (Piggott et al., 2000)، گودوین و ارپر (Goodwin and Harper, 2000)، اودنل و همکاران (O'Donnell et al., 2007)، برگس-سمنو (Bergès-Sennou, 2006)، ویلاس-بواس (Villas-Boas, 2007)، ونگ و همکاران (Wang et al., 2012)، هوانسیان و استیگرت (Hovhannisyanyan and Stiegert, 2011)، کوتلو و سیکلس (Kutlu and Sickles, 2012)، هوانسیان و گولد (Hovhannisyanyan and Gould, 2012)، دانیسمن و دمیرل

1- National Institutes of Health

2- New Empirical Industrial Organization

کاربردی سازمان صنعتی، محبوبیت الگوهای تقاضای انتخاب گسسته، مانند الگوی لاجیت، افزایش یافته است (Werden and Froeb, 1994). الگوی تقاضای لاجیت ضریب تصادفی مورد توجه خاص است که امکان تمایز محصول و ناهمگونی مصرف کننده را فراهم می کند (Berry, 1994). در این مطالعه بر اساس مطالعه هوانیسیان و بوزیک (Hovhannisyann & Bozic, 2013)، رویکرد تابع سود برای الگوسازی تابع تقاضا توسط لئونبرگر (Luenberger, 1992) مطرح گردید و توسط باجیو و چاوارس (Baggio and Chavas, 2009) شکل خاصی از آن بکار رفت. لئونبرگر (Luenberger, 1992) تابع سود را بصورت زیر تعریف کرد:

$$\pi(x, u, r) = \max_b \{b: U(x - br) \geq u, x \geq br\} \quad (1)$$

که در آن، $U(x)$ تابع مطلوبیت بیان کننده ترجیحات مصرف کننده، $\pi(x, u, r)$ حداکثر تعداد سبد کالایی مرجع $-r(x)$ است که مصرف کننده تمایل به خرید آن را دارد. چنانچه فرض شود قیمت، واحد است، تابع سود می تواند بصورت «تمایل به پرداخت» برای سبد کالایی x نشان داده شود. مشتق جزئی رابطه (۱)، تمایل به پرداخت نهایی برای کالای x خواهد بود که معادل تابع تقاضای معکوس جبران شده (رابطه ۲) بوده (Hovhannisyann and Bozic, 2013) و با استفاده از قاعده دوگان، قیمت تعدیل شده لئونبرگر (Luenberger, 1992) بدست می آید از این قیمت می توان برای بدست آوردن معادله تقاضا استفاده نمود (Luenberger, 1992):

$$Price_i^L(x, u) = \frac{\partial D}{\partial x_i} \quad (2)$$

که در آن، $Price_i^L$ قیمت لئونبرگر و بیانگر سود نهایی کالای x_i می باشد. چنانچه از سیستم تقاضای پیشنهادشده باجیو و چاوارس (Baggio and Chavas, 2009) استفاده شود (که هم سازگارتر و هم انعطاف پذیرتر است)، تابع مطلوبیت بیان کننده ترجیحات مصرف کننده زیر وجود خواهد داشت:

$$\pi(x, u) = \theta(x) - \frac{u\gamma(x)}{1 - u\mu(x)} \quad (3)$$

که در آن، $\theta(x)$ ، $\gamma(x)$ و $\mu(x)$ شاخص های مقداری برای تأمین محدودیت ها $\pi(x) > 0$ و $1 - u\mu(x) > 0$ بوده و بصورت رابطه زیر می باشند.

$$\theta(x) = \theta_0 + \sum_{m=1}^N \theta_m x_m + 0.5 \sum_{j=1}^N \sum_{m=1}^n \theta_{jm} x_j x_m \quad (4)$$

(Danisman and Demirel, 2018)، کوالری و همکاران (Cavalleri et al., 2019)، ییلدریم و کسمن (Yildirim and Kasman, 2021)، کوپ و سکستون (Kopp and Sexton, 2021) و مک هاگ و همکاران (McHugh et al., 2021)، اشاره کرد که با رویکرد سازمان صنعتی جدید صورت گرفته است. در این مطالعات، کمی سازی رفتار بازار برای محصولات مختلف غذایی در سطوح بازاریابی منظر بوده است.

پژوهش حاضر همانند برخی مطالعات پیشرو در زمینه برآورد تابع تقاضای کالاها مانند هوانیسیان و بوزیک (Hovhannisyann & Bozic, 2013) از یک سیستم تقاضای معکوس برای ایجاد چارچوب ساختاری رفتار بازار استفاده می شود. توابع تقاضای معکوس در تحلیل تقاضای کاربردی برای مواد فاسدشدنی مانند کالاهای کشاورزی رایج بوده است. در این رویکرد قیمت ها به صورت درونزا هستند. برای الگوسازی تابع تقاضای معکوس و تابع عرضه، از رویکرد تابع سود لئونبرگر (Luenberger, 1992) استفاده می شود. در پایان با استفاده از رویکرد تغییرات حدسی (CV)¹ بر اساس مطالعه هوانیسیان و بوزیک (Hovhannisyann and Bozic, 2013) میزان اضافه بهای ناشی از وجود انحصار در سطح خرده فروشی برآورد می شود.

مواد و روشی ها

در این مطالعه به منظور سنجش رفتار بازار محصولات لبنی (شیر و پنیر) در ایران از رویکرد تابع سود برای الگوسازی تابع تقاضا و عرضه بنگاه ها استفاده گردید.

الگوی تقاضا تابع سود محور: انتخاب شکل تابعی برای تبیین رفتار مصرف کننده و تولیدکننده سابقه طولانی در علم اقتصاد دارد. در تبیین رفتار مصرف کنندگان، توابع انتخاب شده برای تقاضا بایستی سازگار با نظریه مصرف کننده باشد و ویژگی های نظری آن را برآورده سازد، تخمین آن آسان باشد و قدرت پیش بینی بالایی داشته باشد. در راستای رسیدن به این اهداف، اشکال تابعی مختلفی مانند سیستم های تقاضای مخارج خطی، روتردام، AIDS و ترانسلوگ توسعه داده شده اند. برخی از توابع دارای ویژگی های محدودکننده ای می باشند. برای مثال در سیستم تقاضای مخارج خطی، مقدار تقاضا به صورت رابطه خطی با درآمد بیان می شود و قادر نیست روابط غیرخطی را بازگو کند. اگر آن چنان که تحقیقات نشان می دهند رابطه ای غیرخطی بین تقاضا و درآمد وجود داشته باشد، استفاده از الگوی مخارج خطی موجب بروز خطای تصریح می شود و پارامترهای غیرصحیحی را ارائه می دهد. برای رفع این مشکل، الگوی سیستم تقاضای مستقیم جمع پذیر ضمنی (AIDADS)² شکل تعمیم یافته الگوی سیستم تقاضای مخارج خطی است و در آن درآمد رابطه غیرخطی با مقدار تقاضا دارد، ارائه شده است (Salami and Shahbazi, 2009). در دهه های اخیر تحقیقات

$$\begin{aligned} \theta_{mz} &= \theta_{m0} + \sigma_{mt}t + \sigma_{tt}t^2 \\ &+ \sum_{m=1}^N \theta_{mzl} x_{mz,t-1} \\ &+ \theta_m Price_{mz,t-1} \end{aligned} \quad (11)$$

که در آن، $x_{mz,t-1}$ و $Price_{mz,t-1}$ وقفه یک دوره‌ای در مقدار و قیمت است. معرفی یک متغیر جدید در سیستم، یک محدودیت جدیدی با مجموع وزنی ضرایب برابر صفر با وزن r ایجاد می‌کند. انتخاب r با انگیزه تجربی در تحلیل تقاضا مرتبط است و از قالب ساختاری مورد نیاز که متضمن قیمت غیر ثابت برای تمامی کالاها است، استفاده می‌شود.

یک نکته مهم در کاربردهایی که از تابع سود استفاده می‌کنند، انتخاب سید مرجع است. در این مطالعه فرض می‌شود که سید مرجع فقط شامل کالاهای خصوصی‌ای است که در بین مصرف‌کنندگان ثابت هستند. همچنین به دلایلی که قبلاً توضیح داده شد، یک بسته مرجع غیر صفر نیز از یک سید که شامل یک واحد از هر محصول است (Hovhannisyann and Bozic, 2013)، ساخته می‌شود سپس توابع قیمت لئونبرگر (Luenberger, 1992) در این زمینه به عنوان تمایل مصرف‌کننده به پرداخت برای واحدهای اضافی از محصول در نمونه تفسیر می‌شود. در نهایت، شناسایی پارامترهای ساختاری بر اساس تغییرات زمانی و مقطعی متغیرها است. به طور خاص، انتقال‌دهنده تابع تقاضا شامل اثرات منطقه‌ای (استان‌های کشور) و همچنین سایر متغیرها از جمله قیمت وقفه‌ای می‌باشد که برون‌زا هستند. علاوه بر این، از قیمت شیر در سطح مزرعه به عنوان یک انتقال‌دهنده تابع عرضه استفاده می‌شود، با این فرض که ذائقه عمومی برای محصولات لبنی (شیر و پنیر)، برون‌زا است.

تابع عرضه: برای بدست آوردن تابع عرضه، از هزینه و درآمد نهایی بنگاه‌ها استفاده می‌شود. درآمد نهایی با استفاده از رویکرد CV با استفاده از روابط کشش قیمت از سیستم تقاضای معکوس بدست می‌آید (Hyde and Perlof, 1998). ضرایب CV، درجه رقابت را با استفاده از «حدس یا انتظارات»^۱ بنگاه بر واکنش جمعی رقبا به تغییر در متغیر راهبردی مورد سنجش قرار می‌دهد (Bewley, 1986). با وجود مزایای این روش، انتقاداتی مانند «عدم انعکاس رفتار بازار» و «عدم امکان برآورد آثار پویایی با الگوهای بازارانحصار چندجانبه ایستا» به آن وارد است (Corts, 1999). در مقابل گنسو و مولین (Genesove and Mullin, 1998)، دقت الگوی CV را با استفاده از داده‌های تاریخی و الگوی هزینه نهایی نشان داد. رویکرد منو^۲ (که بر اساس الگوی تقاضای انتخاب گسسته ایجاد شده است)، مبنایی را برای مطالعات NIEO جدید ایجاد کرد (برای مثال، Berry, 1994; Villas-

$$\gamma(x) = \exp \left[\sum_{m=1}^N \gamma_m x_m \right] \quad (5)$$

$$\mu(x) = \sum_{m=1}^N \mu_m x_m \quad (6)$$

با ترکیب روابط (۲) و (۳)، معادله قیمت لئونبرگر (Luenberger, 1992) بدست می‌آید.

$$\begin{aligned} Price^L(x, u) &= \frac{\partial \theta}{\partial x} - \frac{\partial \gamma}{\partial x} \left[\frac{u}{1 - u\mu(x)} \right] \\ &- \frac{\partial \mu}{\partial x} \left[\frac{\gamma(x)u^2}{[1 - u\mu(x)]^2} \right] \end{aligned} \quad (7)$$

بخش تقاضای مارشالی سیستم تقاضای معکوس جبران‌شده در رابطه (۷)، می‌تواند بوسیله رابطه دوگان بدست آید:

$$\begin{aligned} Price^{LL}(x, u) &= \frac{Price^{LL}(x)}{Price^{LL}(x)'r} \\ &= \frac{\partial \theta}{\partial x} - \frac{\partial \gamma}{\partial x} \frac{\theta(x)}{\gamma(x)} \\ &- \frac{\partial \mu}{\partial x} \frac{\theta(x)^2}{\gamma(x)} \end{aligned} \quad (8)$$

که در آن، $Price^{LL}(x)$ بیانگر قیمت واقعی است. در نهایت، جایگزینی روابط (۴)–(۶) در رابطه (۸)، سیستم تقاضای زیر را ایجاد می‌کند.

$$\begin{aligned} Price_j(x) &= \theta_0 + \sum_{m=1}^N \theta_{jm} x_m \\ &+ \gamma_j \theta(x) \\ &- \mu_j \frac{\theta(x)^2}{\gamma(x)} \end{aligned} \quad (9)$$

که در آن، $\sum_{m=1}^N \theta_{jm} r_m = 0$ ، $\sum_{m=1}^N \theta_m r_m = 1$ و $\sum_{m=1}^N \mu_m r_m = 0$ و $\sum_{m=1}^N \gamma_m r_m = 0$ خواهد بود. برای محاسبه ناهمسانی فضایی رابطه (۴) بصورت زیر تبدیل می‌شود:

$$\begin{aligned} \theta(x_z) &= \theta_0 + \sum_{m=1}^N \theta_{mz} x_{mz} + \\ &\sum_{z=1}^Z \sum_{m=1}^N \delta_{jz} D_z x_{mz} + \\ &0.5 \sum_{j=1}^N \sum_{m=1}^N \theta_{jm} x_{jz} x_{mz} + \\ &+ \sum_{s=1}^S \rho_{js} V_{js} x_j \end{aligned} \quad (10)$$

که در آن، D_z اثرات ثابت (متغیر موهومی) فضایی با پارامتر δ_{jz} و V_{js} اثرات فصلی (متغیر موهومی) با پارامتر ρ_{js} می‌باشد. در ضمن الگوی اثر وقفه‌ای با تبدیل θ_{mz} در رابطه (۱۰)، که وقفه بالقوه در اثر قیمت و مقدار را نشان می‌دهد، لحاظ می‌شود.

$$\frac{\partial Price_j}{\partial x_i} = \theta_{ji} + \gamma_i \left[\theta_j + \sum_{j=1}^N \theta_{jt} x_t \right] - \frac{\mu_j \theta(x)}{\gamma(x)} \left[2 \left[\theta_j + \sum_{j=1}^N \theta_{jt} x_t \right] - \mu_j \theta(x) \right] \quad (14)$$

در نهایت با جایگزینی رابطه (۱۳) در رابطه (۱۲)، تابع عرضه بدست می‌آید:

$$Price_j = MC_j(x_j) - \tau_j \sum_{i=1}^N \theta_{ji} + \gamma_i \left[\theta_j + \sum_{j=1}^N \theta_{jt} x_t \right] - \frac{\mu_j \theta(x)}{\gamma(x)} \left[2 \left[\theta_j + \sum_{j=1}^N \theta_{jt} x_t \right] - \mu_j \theta(x) \right] x_i \quad (15)$$

پرسش باقیمانده آن است که چگونه تابع هزینه نهایی در رابطه (۱۵) برآورد شود. هاید و پرلوف (Hyde and Perlof, 1998)، از شکل تابع خطی اجزاء هزینه خرده‌فروشی و عمده‌فروشی استفاده کردند که بصورت زیر می‌باشد:

$$MC_j(x_j) = C_j - a_j FP_j + RW b_j \quad (16)$$

که در آن، FP_j قیمت نهاده اولیه (شیر) و RW دستمزد است. در حالت کلی، رابطه (۱۵) می‌بایست اجزاء هزینه‌ای باشد که از یک نشان تجاری (برند) به نشان تجاری دیگر تغییر می‌کند و بیانگر تغییرات بین اضافه‌بها در سطوح مزرعه و خرده‌فروشی باشد. با این وجود، پژوهشگران به ندرت دسترسی به اطلاعات دقیق برای تأمین تغییرات هزینه بر اساس نشان تجاری را دارند. بنابراین، تنها راه، عوامل برونزایی مانند قیمت نهاده اولیه و دستمزد برای تولید کالای نهایی می‌باشد. ضریب CV یعنی τ_j اهمیت زیادی در تحلیل دارد. بنابراین تغییرات این ضریب برای سال‌ها و شهرهای مختلف در نظر گرفته می‌شود.

$$\tau_{ji} = \tau_{j1} + d_{ji} D_i + e_{ji} D_i t \quad (17)$$

این رویکرد (Boas, 2007; Cohen and Cotterill, 2011). سناریوهای مختلف عرضه را مقایسه و بهترین را انتخاب می‌کند. دار و همکاران (Dhar et al., 2005) و وانگ و همکاران (Wang et al., 2010)، رویکرد CV را رویکردی مناسب‌تر در مقایسه با دیگر الگوها معرفی کردند. در نهایت، رویکرد CV به اندازه کافی انعطاف‌پذیری برای لحاظ نمودن پویایی در مطالعاتی نظیر فریدمن و مزرتی (Friedman and Mezzett, 2002)، دیکسون و سوما (Dixon and Somma, 2003) و کوتلو سیکس (Kutlu and Sickles, 2012) شناخته شده است. برای بدست آوردن تابع عرضه، ابتدا فرض می‌شود که تابع سود برای تعدادی از بنگاه‌ها بصورت زیر می‌باشد:

$$\pi(x) = \max_x \left[\sum_{j=1}^N x_i (Price_j(x) - MC_j) \right] \quad (12)$$

که در آن، x_i مقدار، $Price_j(x)$ قیمت و MC_j هزینه نهایی محصول می‌باشد. شرایط تعادل بازار با رویکرد CV بصورت زیر خواهد بود.

$$MC_j(x_j) = Price_j + \tau_j \sum_{i=1}^N \frac{\partial Price_i}{\partial x_i} x_j \quad (13)$$

که در آن، طرف راست رابطه، درآمد نهایی «مؤثر» برای محصول و τ_j ضریب CV می‌باشد. با لحاظ نمودن حساسیت قیمت برای تمامی محصولات در رابطه (۱۳) (یعنی $\sum_{i=1}^N \frac{\partial Price_i}{\partial x_i} x_j$ بجای $\frac{\partial Price_i}{\partial x_i} x_j$)، تمامی محصولات بازار در نظر گرفته می‌شود. چنانچه τ_j برابر یک باشد، نشان‌دهنده انحصار کامل و چنانچه برابر صفر باشد، نشان‌دهنده رقابت کامل می‌باشد. همچنین چنانچه $\tau_j = \frac{1}{n}$ باشد (n تعداد بنگاه‌های بازار است)، بازار بصورت الگوی کورنات می‌باشد. در این مطالعه τ_j بصورت شاخص تعدیل‌شده لرنر تعریف می‌شود یعنی $\tau_j = -L\epsilon = - \left[\frac{Price - MC}{Price} \right] \left[\frac{\partial Price}{\partial x} \frac{x}{Price} \right]$. به منظور توسعه تابع عرضه، حساسیت قیمت با استفاده از برآورد رابطه (۹) و جایگزینی آن در رابطه (۱۳) بدست می‌آید. با دیفرانسیل‌گیری از دو طرف رابطه (۹)، رابطه حساسیت قیمت بدست می‌آید که بصورت زیر می‌باشد:

که در آن، τ_{ji} ضریب CV برای محصول Z در بازار (شهر یا استان) i است. τ_{j1} ضریب محصول در بازار مرجع، d_{ji} اثر شهر و e_{ji} اثر زمان را نشان می‌دهد. از رابطه (۱۷) برای محاسبه τ_{ji} ، از شاخص لرنر تعدیل شده با کشش، با استفاده از تخمین‌های τ_{j1} و d_{ji} و e_{ji} در میانگین متغیرهای موهومی شهر و زمان استفاده می‌شود. در نهایت، متغیرهای انتقال‌دهنده تقاضا، شامل اثر استان، وقفه مقدار و قیمت است. همچنین در تابع عرضه قیمت شیر در سطح مزرعه بعنوان متغیر انتقال‌دهنده عرضه تعیین می‌شود.

مقادیر تجربی چارچوب ساختاری در یک تحلیل اقتصادسنجی از رقابت خرده‌فروشی ایران در بازاریابی محصولات لبنی (شیر و پنیر) بررسی خواهد شد. این مطالعه بر اساس داده‌های ماهانه فروش محصولات لبنی (شیر و پنیر) و ارزش واحد از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ (۶ سال) است. انتخاب محصول به دلیل افزایش علاقه دولت و وزارت جهاد کشاورزی برای کسب اطلاعات نسبت به رقابت در بازارهای لبنیات به ویژه شیر ایران است. شیر بزرگترین گروه کالاهای خوراکی به ویژه لبنیات در سطح خرده‌فروشی است. صنعت تولید محصولات لبنی (شیر و پنیر) در سطح تولید (کارخانجات) شبیه به یک بازار شبه انحصاری است. از مجموع ۵۷۰ شرکت تولیدکننده محصولات لبنی، که در قالب ۱۰۳ نشان تجاری (برند) عضو انجمن صنایع فراورده‌های لبنی ایران فعالیت می‌کنند، ۸ برند (شامل دامداران، روزانه، پاک، میهن، کالبر، پگاه، کاله و هراز) سهم بیشتری در تولید و بازار را دارند. از میان این شرکت‌ها، بر اساس مطالعه شهبازی و همکاران (Shahbazi et al., 2009) در دهه گذشته، یک تولیدکننده بزرگ (شرکت صنایع شیر ایران-پگاه) ۵۰ درصد از کل سهم بازار را به خود اختصاص داده است. اما با وجود اینکه در سال‌های اخیر این سهم کاهش چشمگیری داشته است، بطوری‌که در سال ۱۴۰۰، از ۷/۸۵ میلیون تن شیر خام تولیدی کشور (Food and Agricultural organization, 2023) (faostat/en/#data/QI, 2023)، میزان شیر خام مصرفی این شرکت حدود ۱/۲۸ میلیون تن بوده است (سهم ۱۶/۳ درصدی)، و از ۳/۹۸ میلیون تن شیر مصرفی کشور (World Population Review/milkconsumption by-country, 2023)، ۰/۴۰۶ میلیون تن (Stock Exchange Organization, 2023) شیر توسط ۸ شرکت بورسی این برند تولید می‌شود (سهم ۱۰/۲ درصدی)، هنوز سهم بالایی از مصرف شیر خام کشور و از آن رو سهم بالایی از برند این شرکت در سبد شیر مصرفی خانوارها مشاهده می‌شود. بنابراین، بزرگترین شرکت

صنعتی ایران در صنعت شیر است. به همین دلیل، یک تجزیه و تحلیل در سطح نام تجاری انجام می‌شود و محصولات را به عنوان ترکیبی از برند ۱ (B1) یعنی شیر برند ۱ و پنیر برند ۱ تعریف می‌شود. شرکت صنایع شیر ایران از مجموع ۳۲ شرکت تابعه، ۸ شرکت بورسی دارد که در ۷ استان پراکنده هستند. این استان‌ها شامل آذربایجان غربی و شرقی، فارس، اصفهان، خراسان، گلپایگان (اصفهان)، گلستان و گیلان می‌باشند که ۱/۲ ارزش کل بازار بورس را در اختیار دارد. نگاهی به تولید و فروش این شرکت در بین سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ نشان می‌دهد که حدود ۱۲/۹ درصد مجموع تولید وزنی این شرکت‌ها کاهش داشته است. البته مجموع وزنی تولید شیر کشور بر اساس آمار سازمان خواروبار (Food and Agricultural organization, 2023) (faostat/en/#data/QI, 2023)، ۶/۳۱ درصد کاهش داشته است. بنابراین سهم بازاری شرکت صنایع شیر ایران در بین سال ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰، ۷/۰۱ درصد کاهش داشته است.^۱ بنابراین به عنوان مبنای تجزیه و تحلیل استفاده شده است. این آمارها یک مسئله ایجاد می‌کند که در آن می‌توان رابطه بین رفتار بازار و قدرت بازار خرده‌فروشی را مشاهده کرد. با توجه به دوره نمونه ۶ ساله (ماهانه)، (۷ استان،^۲ هر کدام با ۱۲۰ مشاهده برای ۲ محصول شیر و پنیر)، ۸۴۰ مشاهده^۳ وجود دارد. همچنین تولید سایر شرکت‌ها را تحت عنوان برند ۲ (B2) یعنی شیر برند ۲ و پنیر برند ۲ قرار می‌گیرد. جدول ۱ آمار تولید و فروش شرکت‌های بورسی شرکت صنایع شیر ایران را نشان می‌دهد. داده‌های مورد نیاز این مطالعه، میزان تولید (فروش) و قیمت خرده‌فروشی ماهانه شیر و پنیر شرکت صنایع شیر ایران به عنوان (B1) در ۷ استان آذربایجان غربی و شرقی، فارس، خراسان اصفهان، گلستان، گیلان و میزان تولید (فروش) و قیمت خرده‌فروشی ماهانه شیر و پنیر سایر برندها به عنوان (B2) یعنی شیر برند ۲ و پنیر برند ۲ می‌باشد. قیمت شیر خام در سطح مزرعه و دستمزد نیروی کار از دیگر داده‌های مورد نیاز است. این اطلاعات از شرکت صنایع شیر ایران، انجمن صنایع فرآورده‌های لبنی ایران، شرکت پشتیبانی امور دام کشور و مرکز آمار ایران بدست می‌آید.

نتایج و بحث

در این مطالعه از نرم‌افزار GAUSS برای برآورد الگو (روابط ۱۱، ۱۶ و ۱۷) استفاده شده است. انتخاب مشخصات تقاضا ممکن است

۲- آمار شرکت صنایع شیر گلپایگان و شرکت صنایع شیر اصفهان در استان اصفهان جمع می‌شود.

۳- اگرچه با احتساب ۶ سال داده ماهانه برای ۷ استان، می‌بایست برای ۲ محصول، ۱۰۰۸ مشاهده وجود داشته باشد اما به دلیل فقدان برخی آمارها در برخی از ماه‌ها به این تعداد مشاهده تقلیل یافته است.

۱- اگر میزان تولید شرکت صنایع شیر ایران، Z و اگر Y کل عرضه بازاری شیر در سال ۱۳۹۹ باشد، میزان تولید شرکت صنایع شیر ایران به $(1 - 0.129)Z$ و عرضه کل بازار $(1 - 0.631)Y$ واحد در سال ۱۴۰۰ خواهد بود. اگر سهم از بازار در سال ۱۳۹۹ برابر $\frac{Z}{Y}$ باشد، سهم بازاری در سال ۱۴۰۰، معادل $\frac{(1-0.129)*Z}{(1-0.631)Y}$ خواهد بود که میزان کاهش سهم بازاری برابر $0.0701 = 1 - \frac{(1-0.129)}{(1-0.631)}$ خواهد بود.

نشان می‌دهد که اثرات مطلوبیت درجه دوم در توابع تقاضای معکوس وجود دارد. با استفاده از این ویژگی، نشان داده می‌شود که ناهمسانی منطقه‌ای یعنی $\delta_{jz} = 0$ (در رابطه ۱۰)، همانند وقفه مقدار یعنی $\theta_{mz} = 0$ (در رابطه ۱۱)، وقفه قیمت یعنی $\theta_m = 0$ (در رابطه ۱۱) و اثرات زمانی غیرخطی یعنی $\sigma_{tt} = 0$ (در رابطه ۱۱) اثرات مهمی با توجه به تقاضای شیر و پنیر هستند. بنابراین، از این مشخصات تقاضا در برآورد الگوی کامل استفاده می‌شود.

تأثیر زیادی بر برآورد ضرایب ساختاری داشته باشد. بنابراین، چندین آزمون تعیین تقاضا را با استفاده از آزمون نسبت درستمایی بولی (Bewley, 1986) انجام می‌شود. یک مزیت مهم آزمون نسبت درستمایی بولی نسبت به آزمون نسبت درستمایی سنتی این است که هیچ فرض مجانبی برای انتخاب الگو مورد نیاز نیست. جدول ۲ نتایج آزمون تقاضای مشترک را نشان می‌دهد. در ابتدا برای اثرات مطلوبیت غیرخطی یعنی $\mu_j = 0$ (در رابطه ۹) آزمون می‌شود. نتایج آزمون χ^2

جدول ۱- آمار تولید و فروش شرکت‌های بورسی شرکت صنایع شیر ایران (۱۳۹۹ و ۱۴۰۰)

Table 1- Production and sales statistics of Stock exchange companies of Iranian Dairy Industries Co. (2020 and 2021)

نام شرکت Company	فروش خالص سال ۱۴۰۰ Sales in 2021 (Mil RLS)	فروش خالص سال ۱۳۹۹ Sales in 2020 (Mil RLS)	فروش وزنی سال ۱۴۰۰ Production in 2021 (tons)	فروش وزنی سال ۱۳۹۹ Production in 2020 (tons)	متوسط قیمت فروش سال ۱۴۰۰ Price Mean in 2021 (10 RLS)	سود خالص Gross Margin (Mil RLS)
آذربایجان غربی (W. Azerbaijan)	655786	4259021	52179	50941	125.7	366180
آذربایجان شرقی (E. Azerbaijan)	10610993	6037799	54669	52909	194	364603
فارس (Fars)	9866892	6974751	67449	78572	164.3	184552
اصفهان (Esfahan)	18651716	13339160	80795	123757	230.8	861070
خراسان (R. Khorasan)	6211749	4233243	46186	45549	134.5	322517
گلپایگان (Golpaigan)	8375643	6224937	39068	42230	211.5	474540
گلستان (Golestan)	6164061	4002241	29084	30791	211.9	364439
گیلان (Guilan)	4193286	2685077	35889	36905	116.8	152499
جمع (Total)	70634126	47756219	405859	461654	174	3072400

مأخذ: سازمان بورس اوراق بهادار (۱۴۰۱)

Source: Stock Exchange Organization, 2023

جدول ۲- نتایج آزمون تقاضای مشترک

Table 2- Result of joint demand model test

الگوی تقاضا Demand Model	فرضیه Hypothesis	تعداد قیود و درجه آزادی Restriction and DF	نسبت درستمایی Likelihood Ratio
الگوی ۱ Model 1	مطلوبیت غیرخطی Nonlinear Utility $\mu_j = 0$	4	47.32**
الگوی ۲ Model 2	ناهمسانی منطقه‌ای Regional heteroscedasticity $\delta_{jz} = 0$	18	192.50***
	وقفه مقدار Lagged Quantity $\theta_{mz} = 0$	4	68.92**
	وقفه قیمت Lagged Price $\theta_m = 0$	4	82.35**
	فصلی بودن Seasonality $\rho_{js} = 0$	18	4.2
	زمان غیرخطی Nonlinear time $\sigma_{tt} = 0$	6	38.2*

مأخذ: محاسبات تحقیق

***، ** و * معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد

Source: Research finding

***, ** and * Significant in 1, 5 and 10 percent

جدول ۳- برآورد الگوی تقاضای معکوس مقید (رابطه ۱۰)

Table 3- Estimation of restricted inverse demand model (Equation 10)

ضریب	برآورد	خطای استاندارد	آماره t	ضریب	برآورد	خطای استاندارد	آماره t
Coefficient	Estimator	S.E	t Statics	Coefficient	Estimator	S.E	t Statics
θ_1	0.6280***	0.090230	6.96	θ_{31L}	-0.0010***	-0.000130	7.71
θ_2	0.1120***	0.019823	5.65	θ_{32L}	-0.0006***	-0.000113	5.33
θ_3	0.0020***	0.000267	7.50	θ_{33L}	0.0080***	0.002204	3.63
θ_4	0.2420	0.166897	1.45	θ_{34L}	-0.00005**	-0.000025	2.02
θ_{11}	-0.0050***	-0.001094	4.57	θ_{41L}	-0.0009***	-0.000183	4.91
θ_{12}	0.0010***	0.000202	4.95	θ_{42L}	-0.0006**	-0.000258	2.33
θ_{13}	0.0006*	0.000321	1.87	θ_{43L}	-0.0006***	-0.000153	3.91
θ_{14}	0.0040*	0.002367	1.69	θ_{44L}	0.0090***	0.001243	7.24
θ_{22}	-0.0230**	-0.010952	2.10	σ_1	0.0100***	0.002959	3.38
θ_{23}	0.0010***	0.000147	6.81	σ_2	-0.0210***	-0.003116	6.74
θ_{24}	0.0060***	0.001829	3.28	σ_3	0.0160***	0.002130	7.51
θ_{33}	-0.0300***	-0.004800	6.25	σ_4	-0.0050***	-0.000781	6.40
θ_{34}	0.0020***	0.000415	4.82	σ_{11}	0.0032	0.002388	1.34
θ_{44}	-0.0050***	-0.000698	7.16	σ_{22}	0.0006***	0.000079	7.58
γ_1	-0.0260***	-0.006566	3.96	σ_{33}	-0.0009	-0.000703	1.28
γ_2	-0.0220***	-0.003051	7.21	σ_{44}	-0.0029***	-0.000592	4.90
γ_3	0.0130***	0.002265	5.74	δ_{12}	0.0020***	0.000590	3.39
γ_4	0.0350***	0.009235	3.79	δ_{13}	-0.0010***	-0.000137	7.28
μ_1	0.0002*	0.000081	2.47	δ_{14}	0.0005	0.000391	1.28
μ_2	-0.0001***	-0.000014	7.27	δ_{15}	0.00065***	0.000104	6.28
μ_3	-0.0001***	-0.000017	5.97	δ_{16}	0.00065***	0.000132	4.94
μ_4	0.0002***	0.000029	6.98	δ_{17}	-0.0010***	-0.000169	5.92
θ_{1L}	1.2650	0.816129	1.55	δ_{23}	0.0060***	0.001422	4.22
θ_{2L}	-0.0350***	-0.004575	7.65	δ_{24}	0.0060***	0.001049	5.72
θ_{3L}	0.2870***	0.042582	6.74	δ_{25}	-0.0008***	-0.000187	4.27
θ_{4L}	-1.5170**	-0.656710	2.31	δ_{26}	-0.0010***	-0.000233	4.30
θ_{11L}	0.0320***	0.010526	3.04	δ_{27}	0.00072***	0.000095	7.57
θ_{12L}	-0.0030***	-0.000824	3.64	δ_{34}	-0.0010***	-0.000141	7.09
θ_{13L}	-0.0010***	-0.000198	5.04	δ_{35}	0.0005***	0.000084	5.94
θ_{14L}	-0.0080***	-0.001798	4.45	δ_{36}	0.0020*	0.001099	1.82
θ_{21L}	-0.0060***	-0.000828	7.25	δ_{37}	0.0005***	0.000203	2.46
θ_{22L}	0.0160***	0.002698	5.93	δ_{45}	0.0020***	0.000392	5.10
θ_{23L}	-0.0005**	-0.000189	2.65	δ_{46}	0.0007***	0.000100	7.02
θ_{24L}	0.0008***	0.000100	7.97	δ_{47}	-0.00085***	-0.000130	6.52

مأخذ: محاسبات تحقیق

***، ** و * معنی داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد

Source: Research finding

***, ** and * Significant in 1, 5 and 10 percent

الگو وجود اثرات مطلوبیت غیرخطی یعنی μ_j مشاهده می شود. همچنین ناهمسانی منطقه ای یعنی δ_{jz} ، وقفه مقدار یعنی θ_{mz} ، وقفه قیمت یعنی θ_m (و اثرات زمانی غیرخطی یعنی σ_{tt}) اثرات مهمی بر تقاضای شیر و پنیر دارند.

در جدول ۴، نتایج برآورد الگوی عرضه محصول بر اساس رابطه (۱۶) آمده است. همانطور که در رابطه (۱۶) اشاره شده است، b_j ضریب متغیر FP_j یعنی قیمت نهاده اولیه (شیر)، a_j ضریب متغیر RW یعنی دستمزد و G_j عرض از مبدا است. همانطور که مشاهده می شود، بیشتر ضرایب در سطح ۱ و ۵ درصد معنی دار هستند. در این الگو، سطح معنی داری متغیر دستمزد (b_j) برای هر دو محصول و برند از قیمت نهاده اولیه (شیر خام - a_j) در هر دو محصول و برند بیشتر است. با توجه به اینکه قیمت شیر خام توسط دولت تعیین می شود (و

بر اساس نتایج آزمون های قیود مختلف بر الگو، رابطه نهایی تقاضا (رابطه ۱۰) برآورد می گردد و برآورد الگوی کامل با استفاده از روش حداکثر درستنمایی اطلاعات کامل (FIML^۱) صورت می گیرد. لازم به ذکر است که بر اساس هوانسیان و گولد (Hovhannisyan and Gould, 2012)، قید $\tau_j \in [0,1]$ نیز اعمال می شود. مزیت روش FIML نسبت به رگرسیون های به ظاهر نامرتبط (SURE^۲)، حداکثر درستنمایی اطلاعات محدود، یا سایر روش های تخمین مشابه این است که ماهیت واقعی همزمانی بین معادلات عرضه و تقاضا را توضیح می دهد. بنابراین، روش FIML تخمین بی طرفانه و ثابتی از ضرایب ارائه می دهد. نتایج برآورد در جدول ۳، ارائه شده است. این الگو برازش خوبی از داده ها را ارائه می دهد و اکثر تخمین های ضرایب از نظر آماری در سطوح ۱ یا ۵ درصد خطا، معنی دار هستند. در این

معمولاً کمتر از قیمت مورد رضایت دامداران است)، قیمت شیر خام، عامل کمتر معنی‌داری در عرضه محصول است.

در جدول ۵ نتایج حاصل از برآورد رابطه (۱۷)، یعنی رابطه هزینه نهایی نشان داده شده است. اکثر ضرایب در این الگو معنی‌دار هستند.

جدول ۴- برآورد الگوی عرضه محصول (رابطه ۱۶)

Table 4- Estimation of supply model (Equation 16)

ضریب	برآورد	خطای استاندارد	آماره t	ضریب	برآورد	خطای استاندارد	آماره t
Coefficient	Estimator	S.E	t Statics	Coefficient	Estimator	S.E	t Statics
C_1	0.125**	0.050607	2.47	a_3	-0.021***	-0.00334	6.29
C_2	0.267**	0.105534	2.53	a_4	0.006***	0.001051	5.71
C_3	0.068***	0.013737	4.95	b_1	0.002***	0.000548	3.65
C_4	0.159	0.123256	1.29	b_2	0.006***	0.001442	4.16
a_1	0.019***	0.002691	7.06	b_3	-0.025***	-0.00417	6.00
a_2	0.011*	0.00567	1.94	b_4	0.0001**	0.00368	2.72

مأخذ: محاسبات تحقیق

***، ** و * معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد

Source: Research finding

***, ** and * Significant in 1, 5 and 10 percent

جدول ۵- برآورد ضرایب هزینه نهایی (رابطه ۱۷)

Table 5- Estimation of marginal cost coefficient (Equation 17)

ضریب	برآورد	خطای استاندارد	آماره t	ضریب	برآورد	خطای استاندارد	آماره t
Coefficient	Estimator	S.E	t Statics	Coefficient	Estimator	S.E	t Statics
τ_{11}	0.041***	0.013141	3.12	τ_{31}	0.039***	0.009028	4.32
d_{12}	0.001***	0.000256	3.9	d_{32}	0.015***	0.002344	6.4
d_{13}	0.015***	0.00297	5.05	d_{33}	0.024**	0.009023	2.66
d_{14}	-0.001***	-0.00028	3.53	d_{34}	-0.029***	-0.00572	5.07
d_{15}	0.047***	0.012208	3.85	d_{35}	-0.032**	-0.01429	2.24
d_{16}	0.097***	0.019284	5.03	d_{36}	-0.07***	-0.01872	3.74
e_{11}	-0.075***	-0.01724	4.35	e_{31}	0.039**	0.013311	2.93
e_{12}	0.064***	0.008579	7.46	e_{32}	0.041***	0.010705	3.83
e_{13}	0.042***	0.007131	5.89	e_{33}	0.098	0.062025	1.58
e_{14}	-0.054***	-0.00969	5.57	e_{34}	0.046**	0.019247	2.39
e_{15}	-0.029***	-0.00527	5.5	e_{35}	0.092***	0.030164	3.05
e_{16}	-0.034***	-0.00637	5.34	e_{36}	-0.025*	-0.01214	2.06
τ_{21}	0.006***	0.000888	6.76	τ_{41}	0.003**	0.001288	2.33
d_{22}	0.004**	0.001347	2.97	d_{42}	-0.061***	-0.01552	3.93
d_{23}	0.087***	0.01392	6.25	d_{43}	0.057**	0.026761	2.13
d_{24}	0.075**	0.033937	2.21	d_{44}	-0.045	-0.04369	1.03
d_{25}	-0.064***	-0.00974	6.57	d_{45}	0.054*	0.029189	1.85
d_{26}	0.04	0.023669	1.69	d_{46}	-0.003***	-0.00054	5.58
e_{21}	0.022**	0.007407	2.97	e_{41}	0.079***	0.012461	6.34
e_{22}	0.033	0.024444	1.35	e_{42}	-0.061**	-0.02337	2.61
e_{23}	0.018***	0.005357	3.36	e_{43}	0.081***	0.01514	5.35
e_{24}	-0.019***	-0.0031	6.13	e_{44}	-0.064***	-0.01502	4.26
de_{25}	0.026***	0.004037	6.44	de_{45}	-0.061	-0.03675	1.66
e_{26}	0.085**	0.03972	2.14	e_{46}	-0.08**	-0.03306	2.42

مأخذ: محاسبات تحقیق

***، ** و * معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد

Source: Research finding

***, ** and * Significant in 1, 5 and 10 percent

جدول ۶- برآورد شاخص کشش تعدیل شده لرنر

Table 6- Adjusted Lerner Elasticity Index

استان	شیر برند ۱	پنیر برند ۱	شیر برند ۲	پنیر برند ۲
Province	B1 Milk	B1 Cheese	B2 Milk	B2 Cheese
آذربایجان غربی (W. Azerbaijan)	0.045***	0.053***	0.03***	0.04***
آذربایجان شرقی (E. Azerbaijan)	0.033***	0.015**	0.057***	0.065***
فارس (Fars)	0.015***	0.067***	0.052***	0.02**
اصفهان (Esfahan)	0.045***	0.027*	0.069***	0.047
خراسان (R. Khorasan)	0.07**	0.026***	0.019**	0.016**
گلستان (Golestan)	0.067***	0.023	0.015**	0.031***
گیلان (Guilan)	0.061***	0.064	0.034*	0.063***
متوسط استان‌ها	0.048	0.039	0.039	0.040
آذربایجان غربی (W. Azerbaijan)	0.00775	0.01157	0.00490	0.00533
آذربایجان شرقی (E. Azerbaijan)	0.00752	0.00485	0.01418	0.01522
فارس (Fars)	0.00202	0.01591	0.00773	0.00662
اصفهان (Esfahan)	0.00619	0.01399	0.02110	0.04123
خراسان (R. Khorasan)	0.02527	0.00349	0.00785	0.00721
گلستان (Golestan)	0.00946	0.01901	0.00475	0.00440
گیلان (Guilan)	0.01023	0.05818	0.01878	0.00873
آذربایجان غربی (W. Azerbaijan)	5.81	4.58	6.12	7.5
آذربایجان شرقی (E. Azerbaijan)	4.39	3.09	4.02	4.27
فارس (Fars)	7.42	4.21	6.73	3.02
اصفهان (Esfahan)	7.27	1.93	3.27	1.14
خراسان (R. Khorasan)	2.77	7.44	2.42	2.22
گلستان (Golestan)	7.08	1.21	3.16	7.04
گیلان (Guilan)	5.96	1.1	1.81	7.22

مأخذ: محاسبات تحقیق

***، ** و * معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد

Source: Research finding

***, ** and * Significant in 1, 5 and 10 percent

درصد در اصفهان اضافه‌بها دریافت کرده‌اند. بنابراین وجود اضافه‌بها در سطح خرده‌فروشی نشان از انتقال قدرت بازاری از سطح تولید به سطح خرده‌فروشی دارد. یعنی نه‌تنها نشانه‌هایی از رهبری بازار توسط شرکت صنایع شیر ایران در سطح تولیدکننده وجود دارد (بر اساس سهم بازاری بالا در تولید و فروش) بلکه در سطح خرده‌فروشی موجب ایجاد اضافه‌بها نیز گشته است. اضافه‌بهای بالاتر برای خرده‌فروش می‌تواند ناشی از ضعف در رقابت با سایر برندها باشد، اما چون پیشتر نشان داده شد که شرکت صنایع شیر ایران، سهم بازاری بالاتری از سایر برندها دارد، احتمالاً اضافه‌بها بالاتر در سطح خرده‌فروشی ناشی از قدرت بازاری این شرکت است (نه ضعف رقابت آن). در مورد پنیر، اگرچه اضافه‌بها دریافتی خرده‌فروشان از پنیر B2 (پنیر تولیدی در شرکت‌های رقیب شرکت صنایع شیر ایران - بطور متوسط ۴/۰ درصد-) بیشتر است، اما تفاوت زیادی با اضافه‌بهای دریافتی پنیر تولیدی شرکت صنایع شیر ایران (بطور متوسط ۳/۹ درصد) ندارد. البته این اضافه‌بها در استان‌های

براساس نتایج جدول ۳، ۴ و ۵، شاخص کشش تعدیل شده لرنر (تغییرات حدسی) قابل برآورد است. در جدول ۶ نتایج مربوط به برآورد تغییرات حدسی، خطای استاندارد و آماره t آمده است. معنی‌داری این پارامتر به روش دلتا در نرم‌افزار GAUSS بدست آمده است. تمام تخمین‌های شاخص لرنر به جز ۳ مورد از نظر آماری معنی‌دار هستند. همانطور که مشاهده می‌شود ناهمسانی منطقه‌ای زیادی در برند شیر و پنیرهای گوناگون در سطح استان‌های منتخب وجود دارد. در مورد شیر، به نظر می‌رسد خرده‌فروشان بیشترین اضافه‌بها را در شیر B1 (شیر تولیدی شرکت صنایع شیر ایران) دریافت کرده‌اند. به گونه‌ای که این اضافه‌بها بطور متوسط ۴/۸ درصد است، در حالیکه برای شیر تولیدی سایر شرکت‌ها ۳/۹ درصد می‌باشد. البته این اضافه‌بها در استان‌های مختلف متفاوت است بطوریکه از ۳/۳ درصد در آذربایجان شرقی تا ۷ درصد در خراسان رضوی تغییر داشته است. اما خرده‌فروشان بابت شیر تولیدی سایر شرکت‌ها از ۳ درصد در آذربایجان غربی تا ۶/۹

علاقه‌مندی به محصولات شیری، تفاوت در فرهنگ مصرفی و ... باشد. همچنین درجه توسعه یافتگی صنایع لبنی در استان‌های مختلف متفاوت است. بر اساس مطالعه فرونی اردکانی و همکاران (Fozouni Ardekani et al., 2016)، با مرور آمارهای رسمی و دریافت نظرات کارشناسان این صنعت بر اساس تعداد دام تولیدکننده شیر، میزان تولید شیرخام، قیمت عرضه شیر در بازار، تعداد واحدهای فرآوری در حال بهره‌برداری، میزان کل فرآوری انواع شیر مایع، ماست، پنیر، دوغ و بستنی، می‌توان دریافت که سطح توسعه یافتگی در صنایع لبنی در استان‌های مختلف متفاوت است به گونه‌ای که به ترتیب استان‌های خراسان رضوی، اصفهان، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، خوزستان، فارس دارای بیشترین و ایلام و سمنان کمترین ضریب توسعه‌یافتگی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه همانند برخی مطالعات پیشرو در زمینه برآورد تابع تقاضای کالاها، از یک سیستم تقاضای معکوس برای ساخت چارچوب ساختاری استفاده شد. در این رویکرد قیمت‌ها به صورت درون‌زا هستند. در نهایت، استفاده از سیستم‌های تقاضای معکوس (یعنی قیمت به عنوان متغیر وابسته به جای مقدار)، استخراج توابع عرضه را به طور قابل ملاحظه‌ای ساده می‌کند. از رویکرد تابع سود لئونبرگر (Luenberger, 1992) برای الگوسازی توابع تقاضای معکوس استفاده گردید. همچنین با استفاده از رویکرد تغییرات حدسی بر اساس مطالعه هوانیسیان و بوزیک (Hovhannisyan and Bozic, 2013) میزان اضافه‌بهای ناشی از وجود قدرت بازاری در سطح خرده‌فروشی برآورد شد. بر اساس نتایج، ناهمسانی منطقه‌ای زیادی در برند شیر و پنیرهای گوناگون در سطح استان‌های مورد بررسی منتخب وجود دارد. در مورد شیر، به نظر می‌رسد خرده‌فروشان بیشترین سود را در شیر B1 (شیر تولیدی شرکت صنایع شیر ایران) دریافت کرده‌اند. به گونه‌ای که این اضافه‌بها بطور متوسط ۴/۸ درصد است در حالیکه برای شیر تولیدی سایر شرکت‌ها ۳/۹ درصد می‌باشد. در مورد پنیر، اگرچه اضافه‌بها دریافتی خرده‌فروشان از پنیر B2 (پنیر تولیدی در شرکت‌های رقیب شرکت صنایع شیر ایران - بطور متوسط ۴/۰ درصد) بیشتر است، اما تفاوت زیادی با اضافه‌بهای دریافتی پنیر تولیدی شرکت صنایع شیر ایران (بطور متوسط ۳/۹ درصد) ندارد. بنابراین، همانطور که انتظار می‌رفت رفتار بازار اثر مهمی بر اضافه‌بهای دریافتی توسط خرده‌فروشان و از آن رو بر انگیزه تولید و در نهایت مصرف شیر و پنیر داشته است. با توجه به نتایج این مطالعه، می‌توان پیشنهاد کرد که در برندینگ و بازاریابی محصولات شیر و پنیر، توجه به ناهمسانی‌های منطقه‌ای، سطح توسعه‌یافتگی صنعت، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات دستگاه‌های تولیدی، توانایی رقابت با شرکت‌های رقیب، تفاوت در هزینه‌های حمل و نقل و دسترسی به

منتخب مختلف متفاوت است. بطوری‌که اضافه‌بهای دریافتی خرده‌فروشان بابت پنیر تولیدی شرکت‌های رقیب شرکت صنایع شیر ایران از ۲ درصد در فارس تا ۶/۵ درصد در آذربایجان شرقی تغییر داشته است. اما بابت پنیر تولیدی در شرکت صنایع شیر ایران از ۱/۵ درصد در آذربایجان شرقی تا ۶/۷ درصد در فارس اضافه‌بها دریافت کرده‌اند. در مورد پنیر به دلیل تنوع زیاد محصول در شرکت‌های رقیب، توانایی رقابت برای شرکت صنایع شیر ایران کمتر است. بنابراین شرکت‌های رقیب توانایی فروش به قیمت بالاتر در سطح خرده‌فروشی را دارند. چنین نتیجه‌ای (دریافت اضافه‌بها به واسطه وجود توانایی رقابت و فروش بیشتر) در سایر محصولات در کشورهای مختلف نیز دیده شده است. برای مثال، ویلاس-ویاس (Villas-Boas, 2007)، در مطالعه‌ای در مورد تعاملات عمودی بین تولیدکنندگان و خرده‌فروشان محصول ماست بیان می‌کند که حاشیه خرده‌فروشی بطور متوسط در سناریوی حاشیه بازاریابی صفر برای سطح عمده‌فروشی، حدود ۲۱/۱ درصد، در سناریوی وجود تبانی در سطح عمده‌فروشی، ۷۲/۸ درصد و در سناریوی وجود تبانی در سطح خرده‌فروشی، ۶۹/۹ درصد از ارزش عرضه برآزش شده است. هوانیسیان و گولد (Hovhannisyan and Gould, 2012)، برآورد شاخص کشش تعدیل شده لرنر را برای سه برند ماست اسکیم و پرچرب، برای ۵ شهر ایالات متحده بدست آورد. در مورد ماست اسکیم، خرده‌فروشان بیشترین سود را در شیر برند ۲ دریافت کرده‌اند. به گونه‌ای که این اضافه‌بها بطور متوسط ۷/۷۶ درصد است در حالیکه برای ماست اسکیم برند ۱ و ماست اسکیم سایر برندها به ترتیب ۵/۱۴ و ۲/۵۴ درصد می‌باشد. در مورد ماست پرچرب، خرده‌فروشان بیشترین سود را در شیر برند ۱ دریافت کرده‌اند زیرا این اضافه‌بها بطور متوسط ۷/۶۸ درصد است در حالیکه برای ماست اسکیم برند ۲ و ماست اسکیم سایر برندها به ترتیب ۴/۵۰ و ۳/۴۸ درصد می‌باشد. البته این اضافه‌بها در شهرهای مختلف متفاوت است بطوریکه برای ماست اسکیم از به ۱/۴ درصد در شهر ۴ تا ۱۲/۵ درصد در شهر ۲ و برای ماست پرچرب از ۳/۲ درصد در شهر ۵ تا ۱۱/۱ درصد در شهر ۲ اضافه‌بها دریافت کرده‌اند. دلایل مختلفی برای وجود ناهمسانی منطقه‌ای در برند شیر و پنیرهای گوناگون در سطح استان‌های منتخب برای دریافت اضافه‌بها می‌توان شمرد که بخشی به ساختار تولید و عرضه محصولات و برخی به ویژگی مصرف مرتبط است. عواملی چون تفاوت در هزینه‌های نگهداری و تغذیه دام‌ها، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات دستگاه‌های تولیدی و ...، تفاوت در سطح بازاریابی و توانایی رقابت با شرکت‌های رقیب، تفاوت در هزینه‌های حمل و نقل به دلیل تفاوت در فاصله جغرافیایی به نقاط مختلف استان و دسترسی به شبکه حمل‌ونقل، تفاوت در سیاست‌های دولتی و قوانین مربوط به تولید و فروش محصولات شیری در استان‌های مختلف که ممکن است به دلیل تفاوت در سیاست‌های تولید و صادرات، تعرفه‌های وارداتی و نهایت تفاوت در تقاضای محصولات شیری به دلیل تفاوت در سطح آگاهی و

فرایندهای ایجادکننده رقابت، توسعه صنعت به لحاظ افزایش تعداد شرکت‌های تولیدی با ترغیب افراد به ایجاد شرکت لبنی با ارائه تسهیلات انگیزشی توسط دولت است. برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری در تبلیغات محصولات به ویژه در برندهای با وسعت بازار کم، می‌تواند به افزایش رقابت و شفافیت در بازار یاری رساند.

شبکه حمل‌ونقل، سیاست‌های دولتی و قوانین مربوط به تولید و فروش محصولات شیری و در نهایت تفاوت در سطح آگاهی و علاقه‌مندی به محصولات شیری، تفاوت در فرهنگ مصرفی و ... اهمیت دارد. همچنین، در نظر گرفتن عوامل سهم بازاری و تغییرات حدسی نیز می‌تواند در تعیین استراتژی‌های تولید و بازاریابی مؤثر باشد. یکی از

منابع

1. Baggio, M., & Chavas, J. (2009). On the consumer value of complementarity: A benefit function approach. *American Journal of Agricultural Economics*, 91, 489–502.
2. Bergès-Sennou, F. (2006). Store loyalty, bargaining power and the Private Label production Issue. *European Review of Agricultural Economics*, 33, 315–355.
3. Berry, S. (1994). Estimating discrete-choice models of product differentiation. *RAND Journal of Economics*, 25, 242–262.
4. Bewley, R. (1986). *Allocation Models: Specification, Estimation, and Applications*. Cambridge, MA: Ballinger.
5. Cavalleri, M., Eliet, A., Mcadam, P., Petroulakis, F., Soares, A., & Vansteenkiste, I. (2019). *Concentration, Market Power and Dynamism In. Frankfurt and Main: European Central Bank (ECB)*.
6. Cohen, M., & Cotterill, R. (2011). Assessing the impact of retailer store brand presence on manufacturer brands in an equilibrium framework. *Journal of Industrial Economics*, 59, 372–395.
7. Corts, K. (1999). Conduct parameters and the measurement of market power. *Journal of Econometrics*, 88, 227–250.
8. Danisman, G., & Demirel, O. (2018). Bank risk-taking in developed countries: The influence of market power and bank regulations. *Journal of International Financial Markets, Institutions And Money*, 59, 202–217. <http://doi.org/10.1016/J.Intfin.2018.12.007>
9. Dhar, T., Chavas, P., Cotterill, R., & Gould, B. (2005). An econometric analysis of brand level strategic pricing between Coca-Cola company and Pepsico. *Journal of Economics and Management Strategy*, 14, 905–931.
10. Dixon, G., & Somma, E. (2003). The evolution of consistent conjectures. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 51, 523–536.
11. Food and Agricultural Organization. (2023, January 9). *Faostat*. Retrieved From [Http:// www.Faostat.org](http://www.Faostat.org).
12. Fozouni Ardekani, Z., Farhadian, H., & Pezeshkirad, Gh.R.. (2017). Determine the degree of dairy industry development in Iran provinces; Using numerical taxonomy technique. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 14(64), 51–60. (In Persian with English abstract)
13. Friedman, J., & Mezzetti, C. (2002). Bounded Rationality, Dynamic Oligopoly, and Conjectural Variations. *Journal of Economic Behavior and Organization*, 49, 287–306.
14. Genesove, D., & Mullin, W. (1998). Testing static Oligopoly models: Conduct and cost in the sugar industry, 1890–1914. *RAND Journal Of Economics*, 29, 355–377.
15. Gisser, M. (1982). Welfare implications of Oligopoly in U.S. food manufacturing. *American Journal of Agricultural Economics*, 64(4), 616–624. <http://doi.org/10.2307/1240570>
16. Goodwin, B., & Harper, D. (2000). Price transmission, threshold behavior, and asymmetric adjustment in the U.S. Pork sector. *Journal Of Agricultural and Applied Economics*, 32(3), 543–553.
17. Hosseini, S., Abbasifar, A., & Shahbazi, H. (2008). Study of market power in Iranian red meat marketing chain. *Agricultural Economics and Development Journal*, 16(1), 105–120. [In Persian with English Abstract]
18. Hosseini, S., Shahbazi, H., & Abbasifar, A. (2008). Measuring the market power in the sugar imports market in Iran. *Iranian Economic Research*, 10(34), 145–160. (In Persian with English abstract)
19. Hovhannisyan, V., & Bozic, M. (2013). A benefit-function approach to studying market power: an application to the U.S. yogurt market. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 38(2), 159–173.
20. Hovhannisyan, V., & Gould, B. (2012). A structural model of the analysis of retail market power: The case of fluid milk. *American Journal of Agricultural Economics*, 94, 67–79.
21. Hovhannisyan, V., & Stiegert, K. (2011). Vertical channel analysis of the U.S. milk market. *Agricultural & Applied Economics Association's 2011 AAEA & NAREA Joint Annual Meeting*. Pittsburg: Available Online At [Http://Ageconsearch.Umn.Edu/Bitstream/103631/2/Paper_1_AAEA2011.Pdf](http://Ageconsearch.Umn.Edu/Bitstream/103631/2/Paper_1_AAEA2011.Pdf).
22. Hyde, C., & Perlof, J. (1998). Multimarket market power estimation: The Australian retail meat sector. *Applied Economics*, 30, 1169–1176.
23. Khodadad-Kashi, F., & Moradi, M. (2017). Comparing market power, cost efficiency and conjectural elasticity of Iran's banking sector: Pre and post banking sanctions. *Quarterly Journal of Economic Research and Policies*, 24, 7–32. (In Persian with English abstract)

24. Khodadad-Kashi, F., Noraniazad, S., & Eshaghi Gorji, M. (2016). The extent of competition, monopoly and behavioral pattern in Iran's industries using non-structural approach. *Iranian Journal of Trade Studies*, 21(1), 1-30. (In Persian with English abstract)
25. Kopp, T., & Sexton, R. (2021). Farmers, traders and processors: Buyer market power and double marginalization in Indonesia. *American Journal of Agricultural Economics*, 103(2), 543-568. <http://doi.org/10.1111/Ajae.12149>
26. Kutlu, L., & Sickles, R. (2012). Estimation of market power in the presence of firm level inefficiencies. *Journal of Econometrics*, 168, 141-155.
27. Luenberger, D. G. (1992). Benefit functions and duality. *Journal of Mathematical Economics*, 21, 461-481.
28. Mchugh, C., Coleman, S., & Kerr, D. (2021). Technical indicators for energy market trading. *Machine Learning with Applications*, 6, 100182. <http://doi.org/10.1016/J.Mlwa.2021.100182>
29. O' Donnell, C. J. (1999). Marketing margins and market power in the Australian dairy processing and retailing sectors. *Annual Conference of The Australian Agricultural and Resource Economics Society*. Christchurch.
30. O'Donnell, C., Griffith, G., Nightingale, J., & Piggott, R. (2007). Testing for market power in the Australian grains and oilseeds industries. *Agribusiness*, 23(3), 349-376. <http://doi.org/10.1002/Agr.20128>
31. Piggott, R., Griffith, R., & Nightingale, J. (2000). *Market power in the Australian food chain: Towards a Research Agenda*. No. UNE-67A: RIRDC Project.
32. Salami, H., & Shahbazi, H. (2009). Application of the implicitly directly additive demand system (AIDADS) in modeling consumption behavior of the Iranian households for selected food commodities. *Journal Of Economics And Agricultural Development*, 23(1), 108-118. (In Persian with English abstract). <http://doi.org/10.22067/JEAD2.V1388I1.2074>.
33. Sheyhaki-Tash, M., & Gholipour, E. (2013). Relationship between product market structure and intensity of labor market flexibility: Case study of Iranian manufacturing industries. *The Journal of Planning and Budgeting*, 8(3), 67-86. (In Persian with English abstract)
34. Shahbazi, H. (2015). Generic advertising optimum budget for Iran's milk industry. *Journal Of Agricultural Economics and Development*, 29(4), 389-400. (In Persian with English abstract). <http://doi.org/10.22067/JEAD2.V29I4.49202>.
35. Shahbazi, H., & Hosseini, S. (2009). An economic model of red meat marketing margin behavior in Iran. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 40(1), 74-65. (In Persian with English abstract)
36. Shahbazi, H., Kavooosi, M., Peikani, G., Erfanian, Z., & Abedi, S. (2009). Estimation of monopoly Welfare loss in Iranian milk production industry. *Agricultural Economics and Development*, 17(1), 39-53. (In Persian with English abstract)
37. Stock Exchange Organization. (2023, January 9). Retrieved from [Https://Tse.Ir/](https://Tse.Ir/).
38. Villas-Boas, S. (2007). Vertical relationships between manufacturers and retailers: Inference with limited data. *Review of Economic Studies*, 74, 625-652.
39. Wang, S., Stiegert, K., & Dhar, T. (2010). Strategic pricing behavior under asset value maximization. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 58, 151-170.
40. Wann, J.J., & Sexton, R. (1992). Imperfect competition in multiproduct food industries with application to pear processing. *American Journal of Agricultural Economic*, 74(4), 980-999.
41. Werden, G., & Froeb, L. (1994). The effects of mergers in differentiated products industries: Logit demand and merger policy. *Journal of Law, Economics, and Organization*, 94, 407-426.
42. World Population Review. (2023, January 9). *Milk Consumption By Country*. Retrieved from [Https://Worldpopulationreview.Com/Country-Rankings/Milk-Consumption-By-Country](https://Worldpopulationreview.Com/Country-Rankings/Milk-Consumption-By-Country).
43. Yildirim, C., & Kasman, A. (2021). Market Power Evolution And Convergence in European Banking: an Empirical Note. *Bulletin of Economic Research*, 73, 535-544. <http://doi.org/10.1111/Boer.12262>
44. Zeraat-Kish, S., & Omidvar, Z. (2016). Evaluation of rainbow trout market power in Iran. *Breeding and Aquaculture Sciences Quarterly*, 9(3), 27-52. (In Persian with English abstract)



Material and Energy Flow Cost Accounting (MEFCA) of Grape Production in Malayer City

M. Dekamin^{1*}, K. Kheiralipour²

Received: 16-01-2023

Revised: 21-10-2023

Accepted: 25-10-2023

Available Online: 28-10-2023

How to cite this article:

Dekamin, M., & Kheiralipour, K. (2023). Material and energy flow cost accounting (MEFCA) of grape production in Malayer city. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 37(3), 325-340. (In Persian with English abstract). <https://doi.org/10.22067/jead.2023.80448.1174>

Introduction

Grape (*Vitis vinifera* L.) is one of the most important agricultural products in the Mediterranean. Today, grapes are grown in a large area of the world's gardens. The world production of grapes was about 77.8 million tons in 2018, of which 1.3 million tons were converted into raisins. According to the latest data of FAO, Iran has an annual production of 24.45 million tons of grapes in an area of 213 thousand hectares, accounting for 3% of the world's grape production. The average yield per hectare of vineyard is reported to be 15.5 tons. The purpose of this study is to determine hot spots in terms of energy and cost in the production of Malayer grapes with the approach of material and energy flow costing (MEFCA). The primary focus of material and energy flow cost accounting is on waste (waste of energy, materials and potential human capacity).

Materials and Methods

Material flow cost accounting was introduced in the late 1990s in Augsburg, Germany as a tool for green productivity management. This is known as a tool to increase productivity by reducing the use of materials, energy and human resources. Unlike life cycle assessment, which only weighs the environmental impacts of production and does not provide a solution for simultaneously reducing environmental impacts and increasing economic profit, material flow costing is recognized as an efficient tool for managing resources, wastes, and environmental impacts, and has covered the shortcomings of life cycle assessment. Material flow cost accounting helps to discover hidden costs and waste by objectifying the flow of materials in the production process. Based on ISO 14051 material flow analysis occurs in quantitative centers (QCs). In general, each quantitative center divides the production process into several parts. The basis of material flow and energy costing is material flow balance. This means that the inputs must be the same as the outputs. Based on this balance, positive inputs (i.e. consumable inputs) and positive outputs (i.e. product performance) and negative outputs (i.e. wastes and emissions during production) should be equal. The primary focus of material and energy flow costing is on waste (e.g. waste of energy, materials and potential human capacity). Allocation of costs to positive and negative products in each quantitative center is done in the following way:

- Material cost (including raw and industrial materials used in the production process)
- Energy costs (including electricity or buying diesel fuel)
- System costs (including labor costs, transportation costs and system maintenance)
- Waste cost (including waste management costs)

The system boundary included the background processes that the farmer was directly involved in using and managing. Grape data was collected in the crop year of 2020-2021 from Malayer vineyards.

1- Plant Production and Genetics Department, Malayer University, Malayer, Hamadan, Iran

(*- Corresponding Author Email: Dekamin@malayeru.ac.ir)

2- Department of Mechanical Engineering of Biosystems, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran
<https://doi.org/10.22067/jead.2023.80448.1174>

Results and Discussion

Based on the results of the study, the average energy input including renewable, non-renewable, direct and indirect energy for grape production was 42234 MJ ha^{-1} . The negative energy resulting from the wastage of chemical fertilizers, grapes, irrigation water and pesticides was 28650 MJ ha^{-1} . The total positive output energy was calculated as $296180 \text{ MJ ha}^{-1}$. Nitrogen fertilizer with 27% and animal manure with 19% had the largest share in input energy for grape production. In terms of negative energy, grape waste accounted for the largest share with 82% and the Irrigation water wastage was the next with 16%. Energy indices including energy efficiency (6.33), energy productivity (0.59 kgMJ^{-1}), energy intensity (1.68 MJkg^{-1}) and net energy gain ($1225295 \text{ MJha}^{-1}$) were calculated for grape production. The cost of grape production per hectare was \$2,779. The highest input costs were related to labor and irrigation water, which cost the farmer 1644 and 680 dollars per hectare, respectively. The calculated negative production in grape production was equal to 2560 dollars per hectare. The main negative production in grape was related to wastage of grapes and irrigation water, which brought hidden costs of 2108 and 442 dollars to the farmer, respectively. The economic indicators of gross income ($13954 \text{ \$ha}^{-1}$) and cost-benefit ratio (4.5) were calculated.

Conclusion

Transitioning from flood irrigation to drip irrigation is anticipated to enhance irrigation efficiency by 50%, resulting in an incremental addition of \$221 to the farmer's income while concurrently reducing labor costs. Additionally, emphasizing training for workers can prove pivotal in minimizing grape yield wastage within the region.

Keywords: Energy accounting, Energy efficiency, Energy productivity, Environmental management, ISO 14051 standard

مقاله پژوهشی

جلد ۳۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، ص ۳۲۵-۳۴۰

هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی (MEFCA) تولید انگور در شهرستان ملایر

مجید دکامین^{۱*} - کامران خیرعلی پور^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۳

چکیده

به منظور دستیابی به تولید پایدار در بوم‌سازگان‌های کشاورزی، داشتن درک درستی از اقتصاد تولید، اثرات محیط‌زیستی و نحوه استفاده از انرژی در تولید محصول کشاورزی ضروری است. هدف از این مطالعه تعیین نقاط بحرانی از نظر انرژی و هزینه در تولید انگور ملایر با رویکرد هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی است. تمرکز اولیه هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی بر روی هدررفت‌ها (هدررفت انرژی، مواد و ظرفیت بالقوه انسانی) است. براساس استاندارد ایزو ۱۴۰۵۱ واحد کارکردی در این مطالعه، فرایند تولید انگور در واحد سطح یک هکتار در یک سال انتخاب شد. مرز سامانه شامل فرایندهای پیش‌زمینه‌ای بود که کشاورز دخالت مستقیم در استفاده و مدیریت آن‌ها داشت. داده‌های انگور در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰ و از تاکستان‌های ملایر جمع‌آوری شد. بر اساس نتایج مطالعه، میانگین انرژی ورودی شامل انرژی تجدیدپذیر، تجدیدنپذیر، مستقیم و غیرمستقیم برای تولید انگور 42234 MJ ha^{-1} به دست آمد. انرژی منفی حاصل از هدررفت کودهای شیمیایی، انگور، آبیاری و آفت‌کش‌ها برابر با 28650 MJ ha^{-1} به دست آمد. کل انرژی خروجی مثبت برابر با $296180 \text{ MJ ha}^{-1}$ محاسبه شد. کود نیتروژن با ۲۷ درصد و کود دامی با ۱۹ درصد بیشترین سهم را در انرژی ورودی و برای تولید انگور در اختیار داشتند. از نظر انرژی‌های منفی هدررفت انگور با ۸۲ درصد بیشترین سهم را به خود اختصاص داد. هدررفت آب آبیاری با ۱۶ درصد در رتبه بعدی قرار داشت. شاخص‌های انرژی شامل کارایی مصرف انرژی (۶/۳۳)، بهره‌وری انرژی (0.59 kg MJ^{-1})، انرژی مخصوص ($68/1 \text{ MJ kg}^{-1}$) و بهره انرژی خالص ($225295 \text{ MJ ha}^{-1}$) برای تولید انگور محاسبه شد. هزینه تولید انگور در سطح یک هکتار، ۲۷۷۹ دلار (با قیمت آزاد) به دست آمد. بیشترین هزینه‌های ورودی مربوط به نیروی کار و آب آبیاری بود که به ترتیب برابر با ۱۶۴۴ و ۶۸۰ دلار در هکتار برای کشاورز هزینه داشتند. تولید منفی محاسبه شده در تولید انگور معادل ۲۵۶۰ دلار در هکتار بود. اصلی‌ترین تولید منفی در تولید انگور مربوط به هدررفت انگور و آب آبیاری بود که به ترتیب برای کشاورز هزینه‌های پنهان ۲۱۰۸ و ۴۴۲ دلاری به همراه داشت. مقادیر شاخص‌های اقتصادی درآمد ناخالص $13954 \text{ \$ ha}^{-1}$ و نسبت فایده به هزینه (۵/۴) محاسبه شد. با اصلاح روش آبیاری از غرقابی به قطره‌ای می‌توان انتظار داشت که کارایی آبیاری تا ۵۰ درصد افزایش یابد که به واسطه آن ۲۲۱ دلار به درآمد کشاورز اضافه و هزینه‌های کارگری کاهش می‌یابد. آموزش کارگران نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش هدررفت عملکرد انگور در منطقه می‌تواند داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: استاندارد ایزو ۱۴۰۵۱، انگور، بهره‌وری انرژی، حسابداری انرژی، کارایی انرژی، مدیریت محیط‌زیستی

۱- استادیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

* - نویسنده مسئول: (Email: Dekamin@malayeru.ac.ir)

۲- دانشیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی در مدیترانه است. امروزه انگور در سطح وسیعی از باغات دنیا پرورش داده می‌شود. تولید جهانی انگور در حدود ۷۷/۸ میلیون تن در سال ۲۰۱۸ بوده است که ۱/۳ میلیون تن آن تبدیل به کشمش شده است. بر اساس آخرین داده‌های سازمان خواروبار جهانی (فائو)، ایران با تولید سالانه ۲/۴۵ میلیون تن انگور در مساحت ۲۱۳ هزار هکتار، ۳ درصد از تولید انگور جهان را به خود اختصاص داده است. میانگین عملکرد در هکتار تاکستان ۱۱/۵ تن گزارش شده است (Elhami et al., 2019). به‌طور متوسط ۴۰ درصد از انگور تولیدشده در ایران تبدیل به کشمش می‌شود. ارومیه، ملایر، قزوین، شاهرود و یاسوج عمده‌ترین مناطق تولیدکننده انگور ایران به‌شمار می‌آیند. ایران دهمین تولیدکننده انگور دنیا (۲/۳ میلیون تن) و چهارمین تولیدکننده کشمش (۱۵۰ هزارتن) بعد از کشورهای ایالات متحده آمریکا، ترکیه و چین است. استان همدان از نظر سطح تاکستان‌های انگور، در رتبه ششم و از نظر تولید انگور و کشمش سومین استان تولیدکننده کشور است. در این میان ملایر با ۱۱۰۰۰ هکتار از سطح کل تاکستان‌های انگور استان و تولید ۴۰ هزار تن کشمش قطب تولید کشمش استان همدان و یکی از مناطق تولید عمده کشمش کشور محسوب می‌شود.

اخیراً، تولید پایدار به‌عنوان یک مسیر راهبردی در همه فعالیت‌های تولیدی مطرح است. این راهبرد علاوه بر جنبه فنی تولید، دارای جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی، و زیت محیطی است (Kheiralipour, 2022). همچنین پایداری انرژی به‌عنوان اصل کلیدی توسعه پایدار بیان می‌شود (Prashar, 2019). افزایش کارایی انرژی و تولید پاک‌تر دستورالعمل اقتصاد چرخشی^۱ است. اقتصاد چرخشی به‌دنبال حداکثر استفاده از منابع در فرایند تولید است (Barros et al., 2021). در واقع در اقتصاد خطی هدف تولید دستیابی به حداکثر سود است، اما در اقتصاد چرخشی علاوه بر دستیابی به حداکثر سود، مدیریت ضایعات و رفاه اجتماعی بین نسلی جزء ارکان اساسی قلمداد می‌شود. به‌کارگیری اقتصاد چرخشی در تولید محصولات کشاورزی منجر به افزایش حاشیه سود، صرفه‌جویی در هزینه‌ها، کاهش اثرات محیط‌زیستی تولید و حفظ منابع طبیعی می‌شود.

امروزه مبنای اقتصاد خطی که نامحدودبودن منابع و ظرفیت محیط برای جذب ضایعات و آلودگی‌های محیط‌زیستی است، در دنیا مردود شده است. با اجرای اقتصاد چرخشی در حوزه کشاورزی می‌توان مصرف انرژی (به‌خصوص سوخت‌های فسیلی)، مواد خام طبیعی و به‌ویژه مصرف آب را به‌شدت کاهش داد و درعین‌حال تولیدی پاک‌تر را به

ارمغان آورد. درحالی‌که، هزینه‌یابی جریان مواد یک ابزار مدیریت محیط‌زیستی است، که در خدمت اقتصاد چرخشی است.

باتوجه‌به رشد روزافزون کشت انگور در شهرستان ملایر، و همچنین مصرف انگور به‌صورت تازه‌خوری و کشمش ضروری است که تولید انگور از منظر اثرات محیط‌زیستی، اقتصادی و مصرف انرژی مورد بررسی قرار گیرد. به‌منظور سنجش پایداری بوم‌سازگان‌های کشاورزی، ابزارهای تحلیلی مختلفی وجود دارند. ارزیابی چرخه حیات یکی از کاربردی‌ترین ابزارها در این زمینه است (Guinée, 2002; Dekamin and Barmaki, 2018; Dekamin et al., 2018). در روش ارزیابی چرخه حیات اثرات محیط‌زیستی نهاده‌های مصرفی در کشاورزی و عملیات مرتبط با آن از گهواره تا گور مورد مورد تحلیل قرار می‌گیرد (Dekamin et al., 2019; Dekamin, 2017). تکنیک دیگری که در مطالعات مورداستفاده قرار گرفته است تقاضای انرژی تجمعی^۲ است. تاکنون مطالعات مختلفی در رابطه با جریان انرژی و اثرات محیط‌زیستی تولید انگور انجام شده است (Hamedani et al., 2011; Marras et al., 2015; Mohseni et al., 2018; Vázquez-Rowe et al., 2012). در مطالعه‌ای باهدف ارزیابی مصرف انرژی تولید انگور در آذربایجان غربی انجام شد، نتایج نشان داد که کل انرژی ورودی و خروجی به‌ترتیب برابر با ۳۹۹۹۶۸/۴۹ و ۲۱۸۷۱۳ مگاژول در هکتار گزارش شده است. به ازای هر هکتار کشت انگور در آذربایجان غربی معادل ۸۵۸ کیلوگرم دی‌اکسید کربن در هکتار منتشر می‌شود (Mardani and Taghavifar, 2016). در مطالعه‌ای که به ارزیابی چرخه حیات و کارایی انرژی در اراک پرداخته است، انرژی ورودی و خروجی به تاکستان‌ها به‌ترتیب ۳۳۲۶۴ و ۲۱۱۷۱۵ مگاژول در هکتار به دست آمد. نتایج این مطالعه نشان داد که ۲۲/۴۱ درصد از تاکستان‌ها از منظر انرژی به صورت کارا عمل می‌کنند. در ارزیابی انرژی مشخص شد که کودهای پتاسه، پتانسیل ۲۷ درصدی برای کاهش انرژی ورودی برای تاکستان‌ها را دارا می‌باشند. از منظر اثرات محیط‌زیستی نیز کود مرغی بیشترین اثر محیط‌زیستی را به خود اختصاص داده است. در مطالعه ارزیابی پایداری انگور در قزوین مشخص شد که انرژی خروجی در تولید انگور به شیوه سنتی و نیمه مکانیزه، به‌ترتیب ۲۵۳۱۱۰ و ۲۸۴۳۸۰ مگاژول در هکتار است. در بین سامانه‌های مورد مطالعه کود نیتروژن بیشترین سهم را از انرژی ورودی داشت (۳۲ تا ۴۷ درصد). کارایی استفاده از انرژی تولید به شیوه سنتی و نیمه مکانیزه، به‌ترتیب ۹/۶۶ و ۱۱/۲۶ به‌دست آمد (Rahmani et al., 2022). با بررسی این مطالعات مشخص می‌شود که هیچ کدام هدررفت‌ها و انتشارها را از بعد هزینه و انرژی مورد بررسی قرار نداده‌اند.

استاندارد ایزو ۱۴۰۵۱ یک استاندارد محیط‌زیستی است. در

1- Circular economy (CE)

2- Cumulative exergy demand (CExD)

و انرژی تولید انگور در شهرستان ملایر پرداخته می‌شود. هدف از این مطالعه، تعیین نقاط بحرانی از نظر انرژی و هزینه در تولید انگور ملایر با رویکرد هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی است. در این روش، تولیدات منفی سامانه (انتشارها و هدررفت‌ها) در محاسبات شاخص‌های انرژی و هزینه لحاظ می‌شوند و درک بهتری از هدررفت‌های پنهان هزینه و انرژی در اختیار قرار می‌دهد.

مواد و روش‌ها

هزینه‌یابی جریان مواد در اواخر دهه ۱۹۹۰ در آگزبورگ آلمان به‌عنوان ابزاری برای مدیریت بهره‌وری سبز معرفی شد (Wagner, 2015). این رویکرد به‌عنوان ابزاری برای افزایش بهره‌وری از طریق کاهش استفاده از مواد، انرژی و منابع انسانی شناخته می‌شود. هزینه‌یابی جریان مواد با عینی‌سازی جریان مواد در فرایند تولید به کشف هزینه‌ها و هدررفت‌های پنهان کمک می‌کند. براساس استاندارد ایزو ۱۴۰۵۱ تحلیل جریان مواد در مراکز کمی اتفاق می‌افتد. مرکز کمی بخش یا بخش‌های منتخب از فرایندی که برای آن درون‌دادها و برون‌دادها، برحسب واحدهای فیزیکی و پولی کمی می‌شوند (Sahu et al., 2021). به‌طور کلی هر مرکز کمی فرایند تولید را به چند قسمت تقسیم‌بندی می‌کند. مبنای هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی موازنه جریان مواد است. به این معنی که باید ورودی‌ها با خروجی‌ها یکسان باشد. براساس این موازنه باید ورودی‌های مثبت (نهاده‌های مصرفی) و خروجی‌های مثبت (عملکرد محصول) و منفی (هدررفت‌ها و انتشارها در حین تولید) برابر باشد. تمرکز اولیه هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی بر روی هدررفت‌ها (هدررفت انرژی، مواد و ظرفیت بالقوه انسانی) است. تخصیص هزینه‌ها به محصولات مثبت و منفی در هر مرکز کمی، به شیوه زیر انجام می‌شود: (Standardization, 2011):

- هزینه مواد (شامل مواد خام و صنعتی مورداستفاده در فرایند تولید)
 - هزینه‌های انرژی (شامل انرژی برق یا خرید سوخت دیزل)
 - هزینه‌های سامانه (شامل هزینه‌های نیروی کار، هزینه‌های حمل‌ونقل و نگهداری سامانه)
 - هزینه پسماند (شامل هزینه‌های مدیریت پسماند)
- برخلاف ابزارهای سنتی حسابداری، در هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی هزینه‌های هدررفت ماده و انرژی محاسبه می‌شود (Afshar and Dekamin, 2022; Fakoya and van der Poll, 2013). هزینه‌یابی جریان مواد به کشاورز کمک می‌کند که همان محصول را به‌ازای نهاده مصرفی کمتری تولید کند، یا به‌ازای نهاده‌های مصرفی کنونی، محصول بیشتری را تولید کند. با اجرای هزینه‌یابی جریان مواد، کشاورز قادر خواهد بود که کارایی فرایندهای تولیدی خود را از نظر استفاده از انرژی، مواد افزایش داده و هزینه مدیریت پسماند خود را

استاندارد ایزو ۱۴۰۴۰ (ارزیابی چرخه حیات) تنها میزان انتشارهای محیط‌زیستی گزارش می‌شد و به آنها وزن اقتصادی و انرژی داده نمی‌شد. در استاندارد ایزو ۱۴۰۵۱ علاوه بر محاسبه هدررفت‌ها، به آنها وزن اقتصادی و انرژی هم داده می‌شود. در روش ارزیابی چرخه حیات، اجبار در کاهش اثرات بر تولیدکننده بود، بدون اینکه برای او مشخص شود که کاهش اثرات محیط‌زیستی چه نفع اقتصادی برای او دارد. اما در روش هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی، به‌صورت منطقی بیان می‌شود که منفعت اقتصادی تولیدکننده و کاهش اثرات محیط زیست همراستا هستند. هر مطالعه هزینه‌یابی جریان مواد و انرژی یک مطالعه ارزیابی محیط‌زیستی نیز هست. هزینه‌یابی جریان مواد بر اساس رویکرد موازنه مواد، پیشنهاد شده توسط کمیسیون اروپا شکل گرفته است و ابزاری کارآمد برای مدیریت منابع و جریان‌های هدررفتی در تولید محصول است (Kokubu and Kitada, 2015). بر اساس استاندارد ایزو ۱۴۰۵۱، هزینه‌یابی جریان مواد به‌عنوان ابزاری تعریف شده است که به ردیابی جریان مواد در یک سازمان تولیدی و یا واحد اقتصادی می‌پردازد (Standardization, 2011). بر خلاف ارزیابی چرخه حیات که تنها به وزن‌دهی اثرات محیط‌زیستی تولید می‌پردازد و راه‌حلی برای کاهش هم‌زمان اثرات محیط‌زیستی و افزایش سود اقتصادی ارائه نمی‌دهد، هزینه‌یابی جریان مواد به‌عنوان ابزاری کارآمد برای مدیریت منابع، هدررفت‌ها و اثرات محیط‌زیستی شناخته می‌شود و نقص ارزیابی چرخه حیات را پوشش داده است (Allesch and Brunner, 2015).

هزینه‌یابی جریان مواد اخیراً در ارزیابی صنایع نساجی (Ariefiati et al., 2021)، خدمات بهداشتی (Dechampai et al., 2021)، تصفیه آب فاضلاب (Ho et al., 2021)، بخش هتلداری (Nyide, 2016) و تولید گوشت (Bux and Amicarelli, 2022) به کار گرفته شده است. هزینه‌یابی جریان مواد از این جهت با دیگر ابزارهای مدیریت محیط‌زیستی متفاوت است که قدرت اتصال محیط‌زیست و اقتصاد را داشته و با درک عمیقی که از فرایند تولید و هدررفت‌ها با زبان اقتصادی ارائه می‌دهد، به ابزاری کارآمد تبدیل شده است (Kokubu and Kitada, 2015). ازآنجا که این ابزار به کارایی استفاده از منابع از طریق کاهش هزینه‌های تولید کمک می‌کند، چالش جدی را در به‌کارگیری دیگر ابزارهای محیط‌زیستی مانند ارزیابی چرخه حیات و یا ردپاهای اکولوژیک ایجاد کرده است (Bierer et al., 2015). در بخش کشاورزی و غذا، ابزار هزینه‌یابی جریان مواد نیز به صورت محدودی به کار گرفته شده است. از جمله این مطالعات می‌توان به آب توت سیاه (May and Guenther, 2020)، سویا (Dekamin and Barmaki, 2019)، صنایع تخمیری (Michael and Breggie, 2012)، ذرت (Afshar and Dekamin, 2022)، کلزا (Dekamin, 2021)، و گشنیز (Dekamin et al., 2022) اشاره کرد. علی‌رغم پتانسیل بالای این ابزار در ارزیابی پایداری، پژوهشگران زیادی از این ابزار اطلاع ندارند. بر همین اساس، در مطالعه حاضر به ارزیابی اقتصادی

کاهش دهند (Sahu et al., 2021).

در این مطالعه به بررسی تولید انگور در شهرستان ملایر پرداخته شد. از آنجاکه انگور درختی چندساله است، فرایند یک سال از برداشت سال قبل تا برداشت سال بعد را در برمی گیرد. این مطالعه باهدف دستیابی به سود مالی و ارتقای عملکرد محیط زیستی تولید انگور انجام شد. مراحل اجرای هزینه یابی جریان مواد و انرژی در ادامه آورده شده است.

تعیین مسئولیت ها و نکات مدنظر مدیریت

از آنجاکه هزینه های تولید نسبت به فروش انگور در تاکستان بالا است، بنابراین لازم است که هزینه یابی جریان مواد در تاکستان های شهرستان ملایر اجرا شود. گروه اجرایی تشکیل شده نقش ها و مسئولیت های مختلفی را برای دستیابی به منابع تحقیق، فرایند پایش، بررسی نتایج و مشارکت در بهبود عملکرد تاکستان های انگور بر عهده گرفتند.

انتخاب حوزه و هدف مطالعه برای اجرای هزینه یابی جریان

مواد

مرحله بعد برای اجرای هزینه یابی جریان مواد، تعریف اهداف و حوزه مطالعه است. هدف اصلی مطالعه حاضر، یافتن نقاط بحرانی هدررفت هزینه و انرژی در فرایند تولید انگور در شهرستان ملایر بود. با یافتن این نقاط بحرانی (نقاطی که بیشترین هدررفت ماده و انرژی را دارند) می توان راهکارهای منطقی و کارآمد برای افزایش درآمد و کاهش اثرات محیط زیستی به کشاورز ارائه داد که موارد زیر را در برمی گیرد:

- بیان هزینه های تولید انگور
- تعیین نقاط بحرانی هزینه ای در تولید و ارائه راهکارهای جایگزین برای کاهش هزینه و مصرف انرژی
- کمی سازی هدررفت مواد و انرژی در واحدهای پولی

جمع آوری داده ها و تخصیص هزینه ها و انرژی و مرز

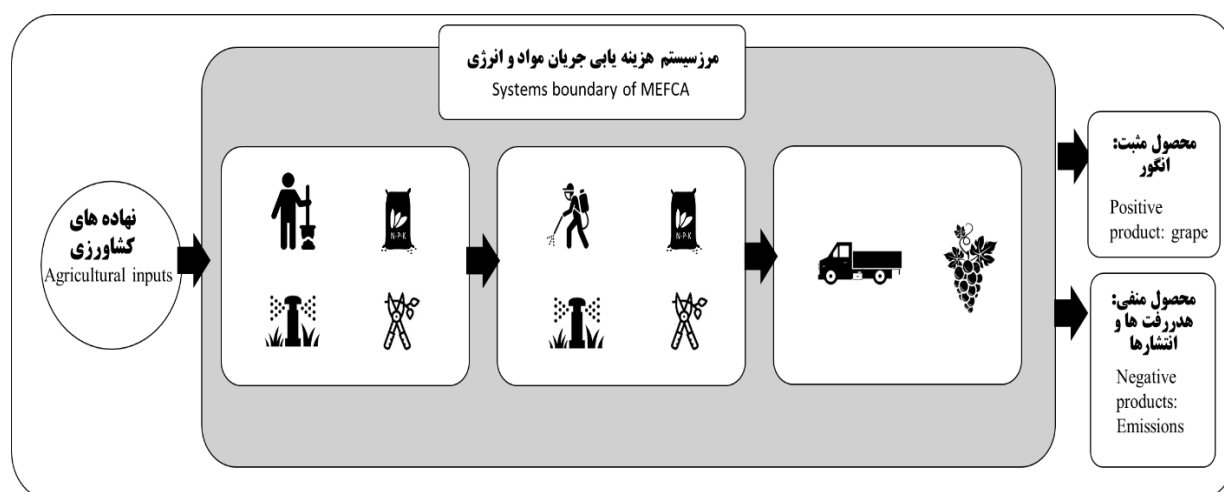
سامانه

بر اساس استاندارد ایزو ۱۴۰۵۱، دو عامل واحد کارکردی^۱ و مرز سامانه^۲ نقش انکارنشدنی در نتایج دارند. واحد کارکردی یک واحد پایه است که مقادیر ورودی و خروجی بر مبنای آن محاسبه شده و مورد ارزیابی قرار می گیرند. تعیین واحد کارکردی به محصول تولیدی بستگی داشته و می تواند به شکل های مختلفی مثل جرم، انرژی، سطح و یا تعداد در نظر گرفته شود (Kheiralipour, 2020). در اینجا واحد کارکردی تولید انگور در سطح یک هکتار مدنظر قرار گرفت. حوزه ای

که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است، حدود به هزینه های تولید می شود و زیرساخت های تولید مثل هزینه زمین و سازه ها در آن لحاظ نشده است. هزینه های تولید شامل تمام نهاده های ورودی به مزرعه و هدررفت های مزرعه (که به عنوان خروجی در نظر گرفته می شود) است. هزینه های مرتبط با تعمیر و نگهداری در مرحله تولید لحاظ نشدند.

در رابطه با مرز سامانه، اگر در شهرستان ملایر یک سال را از اول فروردین در نظر بگیریم به طور خلاصه موارد زیر اتفاق می افتد. در فروردین ماه بیرون آوردن از خاک، هرس خشک، چال کود، لایروبی نهر و شخم اجرا می شود. در اردیبهشت ماه هرس خشک، شخم با بیل یا کولتیواتور، مبارزه با خوشه خوار، گوگرد پاشی علیه سفیدک، هرس سبز، آبیاری و در صورت لزوم سله شکنی در باغ انجام می شود. خرداد ماه مرحله دوم مبارزه با خوشه خوار بوده، مبارزه علیه تریس، هرس سبز، مدیریت علف های هرز و آبیاری انجام می شود. در تیرماه هرس سبز، کود سرک، سله شکنی و آبیاری انجام می شود. فعالیت های مرداد ماه شامل هرس سبز، آبیاری، برداشت غوره و آماده سازی بارگاه است. در شهریور ماه بعد از برداشت انگور، محلول پاشی با فروت ست، تهیه کشمش، انتقال کشمش به انبار اتفاق می افتد. در مهرماه تقریباً کاری انجام نمی شود و در اواخر آبان ماه و اوایل آذرماه اقدام به خاک کردن تنه ها می شود. طی ماه های دی و بهمن یخ آب زمستانه انجام می شود. اسفندماه هرس خشک، چال کود و شخم با بیل در برخی باغات اجرا می شود.

مرز سامانه نقش تعیین کننده ای در نتایج دارد. در این مطالعه مرز سامانه شامل تولید انگور از انتهای برداشت سال قبل تا انتهای برداشت سال بعد است (شکل ۱). داده های انگور در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ و از تاکستان های ملایر (منطقه جوراب) جمع آوری شد. برای جمع آوری داده ها از رابطه کوکران برای محاسبه اندازه نمونه استفاده شد. جزییات محاسبه و اندازه نمونه در جدول ۱ آورده شده است. داده ها از طریق مصاحبه مستقیم و پرسش نامه جمع آوری شد. نهاده های مختلفی که در فرایندهای مختلف تولید انگور مورد استفاده قرار گرفتند، سیاه برداری و توسط متخصصین پژوهشکده انگور و کشمش ملایر صحت سنجی و اصلاح شد.



شکل ۱- مرز سامانه و جریان مواد در تولید انگور

Figure 1- System boundary and materials flow in garpe production

جدول ۱- جزئیات اندازه نمونه

Table 1- Details of sample size

گیاه Plant	تعداد جمعیت آماری The number of statistical population	اندازه نمونه بر اساس فرمول کوکران Sample size based on Cochran's formula	تعداد واحد بررسی شده Number of checked units
انگور Grape	205	139	140

$$IEU = \frac{\delta * g * H * Q}{\eta_1 + \eta_0} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در اینجا IEU انرژی مورد استفاده در آبیاری بر حسب δ چگالی آب (1000 kg m^{-3})، g جاذبه زمین (9.8 ms^{-2})، H مجموع سر پویا، Q کل میزان آب ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)، η_1 کارایی پمپ آب مورد استفاده (که در اینجا بین ۷۰ تا ۹۰ درصد در نظر گرفته می‌شود)، η_0 کارایی کل تولید قدرت است (که بین ۱۸ تا ۲۲ درصد در نظر گرفته شد). برای تخمین انرژی ماشین‌ها مورد استفاده در تولید انگور، عمر اقتصادی ماشین مدنظر قرار گرفت، میانگین سطح و وزن ماشین‌ها کشاورزی لحاظ شد. رابطه ۲ نحوه محاسبه انرژی را نشان می‌دهد (Afshar and Dekamin, 2022).

$$\text{TME (MJ ha}^{-1}\text{)} = ((\text{MW (kg)} + \text{IW (kg)}) \times \text{ME (MJ kg}^{-1}\text{)} \text{TMU (h ha}^{-1}\text{)}) / \text{MEL (h)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در معادله فوق، TME کل انرژی ماشین آلات بر حسب مگاژول، MW وزن تراکتور مورد استفاده بر حسب کیلوگرم، IW وزن ادوات کشاورزی مورد استفاده بر حسب کیلوگرم، ME انرژی واحد ماشین آلات بر حسب مگاژول بر کیلوگرم، TMU زمان استفاده از ماشین بر حسب ساعت در هکتار و MEL عمر اقتصادی تراکتور بر حسب ساعت است. در رابطه با هدررفت کودهای شیمیایی که به مصرف تاک نمی‌رسد،

جریان انرژی بر اساس هزینه‌یابی جریان مواد

در مطالعه حاضر، به بررسی جریان انرژی برای تولید انگور در یک هکتار پرداخته شد. برای این منظور، باید تمام مقادیر نهاده‌های ورودی را تبدیل به معادل انرژی کرد تا بتوان این جریان را کمی کرد. بر اساس هزینه‌یابی جریان مواد باید خروجی‌های منفی در نظر گرفته شود. در حسابداری سنتی، این خروجی‌ها لحاظ نمی‌شوند. خروجی‌های منفی شامل هدررفت آب آبیاری، هدررفت کودهای شیمیایی و همچنین هدررفت آفت‌کش‌ها است. دیگر هدررفت که در حسابداری سنتی لحاظ نمی‌شود اتلاف عملکرد در حین برداشت انگور است که عمدتاً به دلیل عدم به‌کارگیری کارگر ماهر در حین چیدن، حمل و نقل غیراصولی و گاهی دیر چیدن محصول انگور اتفاق می‌افتد.

برای محاسبه نهاده‌های مختلف ورودی و خروجی به شیوه‌های مختلفی اقدام شد. نهاده‌هایی که به‌صورت مستقیم مصرف می‌شوند در محاسبات لحاظ شد. برخی از نهاده‌ها نیازمند محاسبه بودند. آب آبیاری، ماشین‌ها، نیروی کار، هدررفت محصول، هدررفت کودهای شیمیایی و سموم شامل این محاسبات شدند. انرژی مستقیم سامانه آبیاری مورد استفاده بر اساس معادله ۱ محاسبه شد (Afshar and Dekamin, 2022).

1- Total dynamic head (TDH)

اما به شکل آمونیاک (NH_3) هدر می‌رود. بر همین اساس باید ضرایب متفاوتی برای محتوای انرژی آنها استفاده شود. برای محاسبه محتوای انرژی هدررفت‌ها از آنتروپی استاندارد تشکیل استفاده شد (جدول ۲).

باید ضرایب متفاوتی استفاده شود. شکل شیمیایی هدررفت کودهای شیمیایی با فرمول شیمیایی مورد استفاده در تاکستان متفاوت است. به‌عنوان مثال کود نیتروژن به شکل اوره ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) مصرف می‌شود.

جدول ۲- آنتروپی استاندارد تشکیل انتشار کودهای شیمیایی (Afshar and Dekamin, 2022)

Table 2- Fertilizers emissions standard enthalpy of formation (Afshar and Dekamin, 2022)			
نوع انتشار	جرم مولی	معادل انرژی مولی	معادل انرژی
Emissions type	Molar mass(g mole ⁻¹)	Molar mass eq. (kJ mole ⁻¹)	Energy eq. (MJ kg ⁻¹)
N_2O	44	82.5	1.88
NH_3	17.03	46	2.70
NO_3	62	206	3.32

و خروجی‌ها دارای واحد مختص به خود هستند. مثلاً به منظور مقایسه انرژی نیروی کارگری که بر حسب ساعت است و کود شیمیایی که بر حسب کیلوگرم است، بایستی هرکدام از آنها در ضریب انرژی مختص خود ضرب شوند تا هم واحد شده و قابل مقایسه باشند. در تولید انگور در ملایر، بیشترین مصرف انرژی مربوط به کودهای نیتروژنی به‌صورت آمونیوم و نترات است. کود دامی و آب آبیاری در رتبه‌های بعدی قرار دارند. بر اساس داده‌های جدول ۶ میانگین انرژی ورودی شامل انرژی تجدیدپذیر، تجدیدناپذیر، مستقیم و غیرمستقیم برای تولید انگور برابر با 42234 MJha^{-1} به دست آمد. انرژی منفی حاصل از هدررفت کودهای شیمیایی، انگور، آب آبیاری و آفت‌کش‌ها 28650 MJha^{-1} است. کل انرژی خروجی مثبت 296180 MJha^{-1} محاسبه شد. شکل ۲، درصد انرژی‌های مثبت و منفی را در تولید انگور نشان می‌دهد. برای انرژی‌های ورودی کود نیتروژنی با ۲۷ درصد و کود دامی با ۱۹ درصد بیشترین سهم را در انرژی ورودی برای تولید انگور در اختیار دارند. ماشین‌ها با ۸ درصد و نیروی کار با ۶ درصد در رتبه‌های بعدی قرار دارند. از نظر انرژی‌های منفی هدررفت انگور با ۸۲ درصد بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است. هدررفت آب آبیاری با ۱۶ درصد در رتبه بعدی قرار دارد. جدول ۷ نسبت‌های انرژی در تولید انگور بر اساس هزینه‌یابی جریان مواد و حسابداری رایج را نشان می‌دهد. در این جدول به‌منظور درک بهتر کارکرد حسابداری بر مبنای هزینه‌یابی جریان مواد، نتایج به دو صورت حسابداری رایج و هزینه‌یابی جریان مواد ارائه شده‌اند. تفاوت حسابداری بر مبنای هزینه‌یابی جریان مواد با حسابداری رایج در لحاظ کردن مقدار انرژی هدررفت‌ها (یا همان انرژی منفی) در فرمول‌های محاسبه شاخص‌های انرژی است. در شاخص‌هایی که انرژی منفی لحاظ شده است مقادیر به دست آمده از هزینه‌یابی جریان مواد با حسابداری رایج متفاوت است.

انتشار ناشی از مصرف کودهای نیتروژن بر اساس بانک اطلاعاتی اکواینونت^۱ محاسبه شد. انتشار دی‌نیتروژن اکسید (N_2O) با استفاده از فاکتور انتشار معرفی‌شده توسط بومن (Bouwman, 1995) محاسبه شد. انتشار نترات با استفاده از ضریب آن انجام شد. انتشار فسفر بر اساس روش معرفی‌شده توسط نمیکیک و همکاران (Nemecek et al., 2007) انجام پذیرفت. جدول ۳ ضرایب و فرمول‌های مورد استفاده را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های خام به دست آمده از مصرف کودهای شیمیایی، می‌توان مقدار کودمصرفی به صورت خالص یا N_{in} را به‌دست آورد، سپس با ضرب مقدار N_{in} در ضرایب مربوطه مقدار هدررفت کودشیمیایی به هوا و آب مشخص می‌شود. کودهای نیتروژنی که به انگور داده می‌شود، به شکل N_2O به هوا و به شکل NO_3^- به آب وارد می‌شوند. به‌منظور محاسبه میزان انتشار این مواد به آب و هوا ضرایبی در نظر گرفته شده است که این ضرایب تعیین کننده میزان انتشار است. با ضرب این ضرایب در میزان محتوای نیتروژن کود یا همان N_{in} می‌توان میزان هدررفت را به‌دست آورد. نتیجه به دست آمده به‌صورت نیتروژن نترات $\text{NO}_3^- - \text{N}$ یا اکسید نیتروژن N_2O است. نیتروژن نترات برای اینکه تبدیل به نترات شود، باید در ضرایب تبدیل انتشار ضرب شود تا مقدار نهایی انتشار به‌صورت NO_3 به‌دست آید.

با استفاده از ورودی‌ها و خروجی‌های محاسبه‌شده مقادیر شاخص‌های اقتصادی و انرژی تولید انگور در شهرستان ملایر را محاسبه شد (جدول ۴ و ۵).

نتایج و بحث

معادل‌های انرژی برای ورودی‌ها/خروجی‌های مختلف در تولید انگور (مگاژول در هکتار) در جدول ۶ و شکل ۲ نشان داده شده است. به‌منظور مقایسه مصرف انرژی ورودی‌ها و خروجی‌ها باید همه آن‌ها به یک واحد انرژی یعنی MJha^{-1} تبدیل شوند. چرا که هرکدام از ورودی‌ها

جدول ۳- ضرایب مورد استفاده برای محاسبه انتشارها در مزرعه برای تولید انگور (Eggleston, 2006)

Table 3- Coefficients used to calculate on-farm emissions for grape production (Eggleston, 2006)

انتشارها و فرمول‌های محاسبه	ضرایب
Emissions and calculation formulas	Coefficients
انتشار ناشی از کودهای شیمیایی نیتروژنی	$\frac{kg N_2O - N}{0.12}$ به هوا
Emissions from nitrogen fertilizers	$\frac{kg N_{in}}{0.12}$ to air
	$\frac{kg NO_3^- - N}{0.3}$ به آب
	$\frac{kg N_{in}}{0.3}$ to water
ضریب تبدیل انتشارها	
Emission conversion factor	
to $kg NH_3$ $kg NH_3 - N$	$\frac{14}{17}$
to $kg NO_3$ $kg NO_3 - N$	$\frac{14}{62}$
to $kg phosphorus$ $kg P_2O_5$	$\frac{62}{142}$

جدول ۴- رابطه‌های مورد استفاده برای تعیین شاخص‌های انرژی تولید انگور (Afshar and Dekamin, 2022)

Table 4- Equations used to calculate the energy indicators of grape production (Afshar and Dekamin, 2022)

شاخص‌های انرژی	واحد	فرمول
Energy indicators	Unit	Equation
بهره‌وری انرژی	$kg MJ^{-1}$	$EP = \frac{Y (kg ha^{-1})}{IE (MJ ha^{-1})}$
Energy productivity		
کارایی استفاده از انرژی		$EUE (ER) = \frac{OE (MJ ha^{-1})}{IE (MJ ha^{-1})}$
Energy use efficiency		
بهره خالص انرژی	$MJ ha^{-1}$	$NE = OE (MJ ha^{-1}) - IE (MJ ha^{-1})$
Net energy gain		
شدت انرژی	$MJ kg^{-1}$	$SE = \frac{IE (MJ ha^{-1})}{Y (kg ha^{-1})}$
Energy intensity		

* در معادلات IE معادل انرژی ورودی بر حسب $MJ ha^{-1}$ ، OE معادل انرژی خروجی بر حسب $MJ ha^{-1}$ و Y عملکرد انگور در سطح یک هکتار است.

جدول ۵- رابطه‌های مورد استفاده برای محاسبه شاخص‌های اقتصادی تولید انگور (Afshar and Dekamin, 2022)

Table 5- Equations used to calculate the economic indicators of grape production (Afshar and Dekamin, 2022)

شاخص‌های اقتصادی	واحد	فرمول محاسبه
Economic indicators	Unit	Equation
ارزش کل تولید	$\$ ha^{-1}$	$GVP = Y (kg ha^{-1}) \times P (\$ kg^{-1})$
Total value of production		
بازده ناخالص	$\$ ha^{-1}$	$GR = GVP (\$ ha^{-1}) - Variable Costs (\$ ha^{-1})$
Gross return		
نسبت منفعت به هزینه		$CBR = GVP (\$ ha^{-1}) / TC (\$ ha^{-1})$
Benefit to cost ratio		
بهره‌وری اقتصادی	$kg \$^{-1}$	$EP = Y (kg) / Variable Costs (\$)$
Economic productivity		

* در جدول Y عملکرد انگور ($kg ha^{-1}$)، P قیمت محصول انگور ($\$ kg^{-1}$)، VC هزینه‌های متغیر ($\$ ha^{-1}$) و TC کل هزینه تولید ($\$ ha^{-1}$)

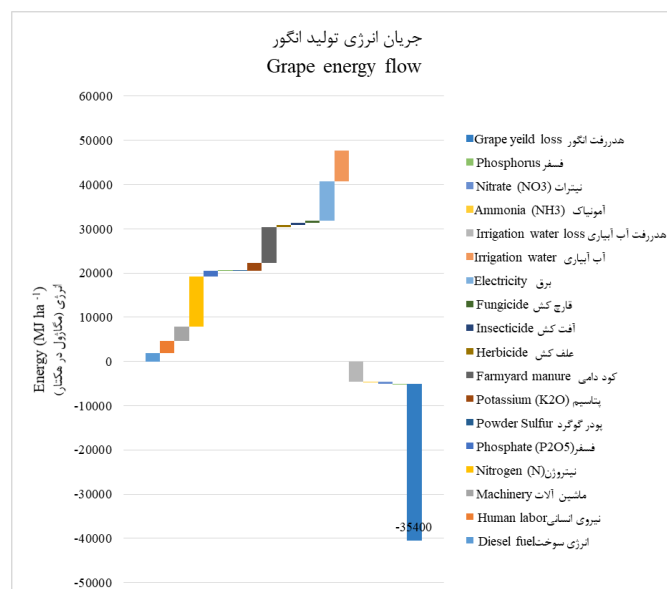
مشاهده می‌شود که کارایی مصرف انرژی و انرژی خالص در حسابداری بر مبنای هزینه‌یابی جریان مواد از حسابداری رایج کمتر است. دلیل این امر لحاظ کردن محتوای انرژی محصولات منفی در محاسبات است که تاکنون در نظر گرفته نمی‌شدند و تصور بر این بود که سامانه با کارایی بالاتری در حال کار است.

شاخص‌های انرژی که در محاسبه آنها محصولات منفی نقشی ندارند، مقدار برای هر دو روش حسابداری یکسان است. شاخص‌های انرژی شامل کارایی مصرف انرژی ($6/33$)، بهره‌وری انرژی ($kg MJ^{-1}$)، شدت انرژی ($68/1 MJ kg^{-1}$) و بهره خالص انرژی ($MJ ha^{-1}$) برای تولید انگور محاسبه شد. بر اساس نتایج به دست آمده 225295^1

جدول ۶- معادل‌های انرژی برای ورودی‌ها/خروجی‌های مختلف در تولید انگور (مگاژول در هکتار)

Table 6- Energy equivalents for different inputs/outputs in Grape production (MJ ha⁻¹)

جریان ورودی و خروجی Input and output flow	واحد Unit	انرژی هر واحد Energy coefficients(MJunit ⁻¹)	تولید انگور Grape production	معادل انرژی جریان ورودی و خروجی Grape production Energy(MJha ⁻¹)
سوخت Diesel fuel	l	47.8	41	1960
نیروی کار Human labor	h	1.96	1370	2671
ماشین‌ها Machinery	h	62.7	23	3282
نیترژن Nitrogen (N)	kg	75.4	106	7011
فسفات Phosphate (P ₂ O ₅)	kg	13.07	78	970
پتاس Potassium (K ₂ O)	kg	11.15	120	134
گوگرد Sulfure	kg	1.12	75	836
علف‌کش Herbicide	kg	238	8	1904
آفت‌کش Insecticide	kg	101.2	5	506
قارچ‌کش Fungicide	kg	216	4	864
کود دامی (جامد) Manure	kg	0.3	27000	8100
برق Electricity	kWh	11.93	756	9019
آب آبیاری Irrigation water	m ³	1.02	6800	6936
جمع انرژی‌های ورودی Total input				42234
خروجی‌های منفی Negative outputs				
آب آبیاری Irrigation water	m ³	1.02	4420	4508
آمونیاک Ammonia (NH ₃)	kg	2.70	19.3	52.1
نیترات Nitrate (NO ₃)	kg	12.44	31.6	392.7
فسفات Phosphate (P ₂ O ₅)	kg	3.32	0.8	2.8
هدررفت انگور Grape loss	kg	11.8	2008	23694
جمع انرژی‌های خروجی منفی Total negative outputs				28650
خروجی مثبت Positive output				
عملکرد Yield	kg	11.8	25100	296180



شکل ۲- جریان انرژی مثبت و منفی در تولید انگور

Figure 2- Positive and negative energy flow in grape production

جدول ۷- شاخص‌های انرژی در تولید انگور بر اساس هزینه‌یابی جریان مواد و حسابداری رایج

Table 7-Conventional and MFCFA Energy ratios in prape production

شاخص‌های انرژی	هزینه‌یابی جریان مواد	حسابداری رایج
Energy indexes	MFCFA	Conventional accounting
انرژی ورودی	42234	42234
Input energy		
انرژی خروجی	267530	296180
Output energy		
انرژی مثبت	296180	296180
Positive energy		
انرژی منفی	-28650	0
Negative energy		
کارایی مصرف انرژی	6.33	7.01
Energy use efficiency		
بهره‌وری انرژی	0.59	0.59
Energy productivity		
شدت انرژی	1.68	1.68
Energy intensity		
بهره خالص انرژی	225295	253945
Net energy gain		

معادل‌های هزینه‌ای برای ورودی‌ها و خروجی‌های مختلف در تولید انگور در جدول ۸ ارائه شده است. به‌منظور به دست آوردن معادل هزینه‌ای برای ورودی‌ها و خروجی‌ها لازم است که مقدار مصرف هر نهاده و یا محصول (چه مثبت و چه منفی) در هر هکتار تاکستان را داشته باشیم. مقادیر کمی ورودی‌ها و خروجی‌های حاصل از پژوهش در ستون سوم جدول ۸ آورده شده است. با ضرب این مقادیر در معادل دلاری هر واحد از ورودی/خروجی در زمان انجام پژوهش (ستون چهارم جدول ۸)، معادل هزینه‌ای ورودی‌ها و خروجی‌ها به‌دست آمد. معادل هزینه‌ای تولید انگور در سطح یک هکتار ۲۷۷۹ دلار است. بیشترین

هزینه‌های ورودی مربوط به نیروی کار و آب آبیاری بود که به‌ترتیب ۱۶۴۴ و ۶۸۰ دلار در هکتار برای کشاورز هزینه دارند. تولید منفی محاسبه‌شده در تولید انگور معادل ۲۵۶۰ دلار در هکتار بود. اصلی‌ترین تولید منفی در کشت انگور مربوط به هدررفت انگور و آب آبیاری بود که به‌ترتیب برای کشاورز هزینه‌های پنهان ۲۱۰۸ و ۴۴۲ دلاری به همراه داشت. عملکرد انگور در واحد سطح یک هکتار ۲۵۱۰۰ کیلوگرم بود که ۱۷۵۷۰ دلار ارزش داشت. بخش زیادی از ارزش تولیدات منفی می‌تواند به این درآمد ناخالص کشاورز اضافه شود (شکل ۳). کاهش مصرف آب آبیاری که معمولاً با آبیاری قطره‌ای در مقابل آبیاری غرقابی

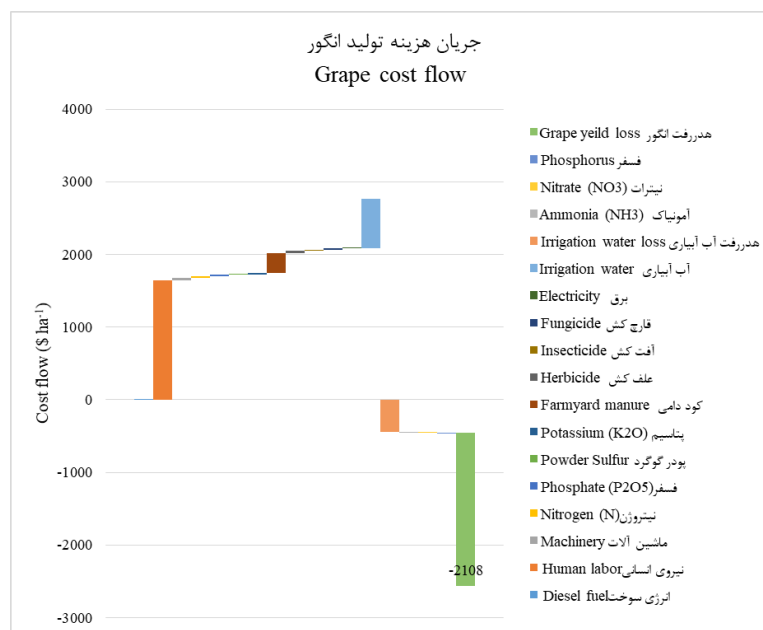
همراه است، تأثیر منفی بر عملکرد ندارد (Roth et al., 1995; Sharmasarkar et al., 2001). مطالعات مختلف گزارش کرده‌اند که با تغییر سامانه آبیاری از غرقابی به قطره‌ای می‌توان انتظار داشت که کارایی آبیاری تا ۵۰ درصد افزایش یابد (Eranki et al., 2017). با اصلاح روش آبیاری از غرقابی به قطره‌ای می‌توان انتظار داشت که کارایی آبیاری تا ۵۰ درصد افزایش یابد که در این مورد می‌توان انتظار داشت ۲۲۱ دلار (نیمی از ارزش هدررفت آب آبیاری) به درآمد کشاورز در هکتار اضافه شود. به عبارت دیگر، هدررفت آب آبیاری ۴۴۲ دلار در هکتار محاسبه شده است. اگر کارایی آبیاری را ۵۰ درصد افزایش دهیم یعنی نصف این پول را صرفه جویی کرده‌ایم. علاوه بر این، می‌توان از این طریق هزینه نیروی کار را نیز کاهش داد. زیرا در سامانه قطره‌ای کافی است که پخش آب تنظیم گردیده و سامانه به کار انداخته شود. این تنظیم‌ها توسط وسایل خودکاری انجام می‌گیرد که نیاز به کارگر چندانی ندارد. از آنجاکه بیشتر سطح خاک هرگز با آبیاری قطره‌ای خیس نمی‌شود، رشد علف هرز کاهش می‌یابد. در نتیجه هزینه نیروی کار (که بیشترین هزینه ورودی در سامانه را به خود اختصاص داد) و مواد شیمیایی برای کنترل علف هرز را پایین آورد. همچنین از آنجاکه با آبیاری قطره‌ای خاک کمتری خیس می‌شود، عملیات زراعی دیگر در تاکستان را می‌توان مداوم ادامه داد. در این حالت برنامه‌ریزی‌های تاکستان را می‌توان با سهولت بیشتری انجام داد. کودها را می‌توان در آب آبیاری تزریق نمود که با این کار نیازی به نیروی کارگر برای پخش آنها روی زمین و بنه‌ها نیست. برای این منظور کودهای محلولی در بازار موجود است که می‌توان آنها را از طریق سامانه قطره‌ای مورد استفاده قرارداد. در این روش به علت کنترل بیشتر روی محل و زمان پخش کود با سامانه قطره‌ای، کارایی کودپاشی افزایش یافته و هدررفت‌های منفی کود شیمیایی و نیاز به نیروی کار کاهش خواهد یافت. هدررفت انگور دیگر خروجی منفی سامانه تولیدی انگور است. عدم کنترل یکپارچه آفات و بیماری‌ها در منطقه، استفاده از کارگران غیرماهر و خسارت پرنده‌گان از اصلی‌ترین عوامل هدررفت عملکرد انگور در منطقه است. شیوع آفات و بیماری‌ها در منطقه در تمامی باغات اتفاق می‌افتد. اما کنترل آفات و بیماری‌ها در منطقه توسط هر کشاورز به صورت فردی انجام می‌شود، در نتیجه استفاده از سموم کشاورزی در کنترل آفات و بیماری‌ها چندان موفق عمل نمی‌کند و سرایت بیماری‌ها و آفات از تاکستان‌های همجوار به راحتی اتفاق می‌افتد و کشاورز مجبور به استفاده از مقادیر بیشتری سم (نسبت به مقادیر توصیه شده) می‌شود. همین امر باعث افزایش هزینه‌های تولید از جانب کشاورز می‌شود. از طرف دیگر جهاد کشاورزی منطقه زمان اوج پرواز آفات در منطقه را تعیین نکرده و به کشاورزان اطلاع رسانی نمی‌کند تا آنها بتوانند به صورت همزمان سمپاشی کرده و جمعیت آفت به زیر آستانه اقتصادی برسد. سامانه آبیاری در منطقه به صورت غرقابی است و همین امر سرایت بیماری‌ها و آفت را تشدید می‌کند. بالا بودن هزینه کارگر فصلی

در منطقه و کمبود آن در زمان اوج نیاز به نیروی کار، باعث شده است که کشاورز مجبور به استفاده از نیروی کار غیرماهر برای برداشت و جمع‌آوری انگور شود.

نسبت منفعت به هزینه در هزینه‌یابی جریان مواد نسبت به حسابداری رایج کمتر محاسبه شده است (جدول ۹). اختلاف درآمد ناخالص در روش حسابداری رایج (۱۶۵۱۵ دلار) با روش حسابداری جریان مواد (۱۳۹۵۴ دلار) در لحاظ تولید منفی سامانه مورد ارزیابی بوده، که دقیقاً برابر با تولیدات منفی سامانه است. در حسابداری جریان مواد و انرژی نسبت منفعت به هزینه کمتر از حسابداری رایج محاسبه می‌شود که به علت لحاظ کردن تولیدات منفی در محاسبات است. ارزیابی اقتصادی، انرژی و محیط زیستی تولید انگور در شهرستان ملایر با استفاده از روش هزینه‌یابی جریان مواد (استاندارد ایزو ۱۴۰۵۱) انجام شد. نتایج مطالعه نشان داد که تولید انگور دارای دو نقطه داغ از نظر هزینه و انرژی است. کودهای شیمیایی به عنوان ورودی و هدررفت انگور به عنوان خروجی منفی اصلی‌ترین نقاط بحرانی تولید انگور از منظر انرژی بودند. نیروی انسانی و هدررفت انگور به ترتیب به عنوان نقاط بحرانی تولید انگور از منظر هزینه بودند. تولید انگور در شهرستان ملایر به میزان ۶۶٪ انرژی ورودی، هدررفت انرژی داشت. از طرف دیگر، تولید انگور به میزان ۹۲٪ از هزینه تولید هدررفت به همراه داشت. در کنار استفاده کارآمد از نهاده‌های تولید مثل کودهای شیمیایی و آب آبیاری، کشاورز می‌تواند با کاهش هدررفت‌های منفی، هزینه‌های تولید را کاهش داده و به سود نهایی خود از تولید اضافه نماید. هزینه‌هایی که در حسابداری رایج نشان داده نمی‌شوند و برای کشاورز به صورت پنهان باقی می‌مانند. نتایج این مطالعه نشان داد که راهبردهای مدیریتی باید برای بهینه‌سازی تولید انگور به کار گرفته شود تا مصرف انرژی و هزینه در فرایند تولید و هدررفت‌های آن کاهش یابد. تولید انگور در شهرستان ملایر به صورت سنتی و با اتکای زیاد به نیروی کار انجام می‌شود. بخش زیادی از هزینه‌های تولید نیز به نیروی کار اختصاص دارد که در دو برهه خاک کردن و برداشت محصول اثر خود را نشان می‌دهد (زمانی که نیروی کار کمتری در دسترس کشاورز است). داربستی کردن انگور، استفاده از آبیاری قطره‌ای به جای آبیاری غرقابی که از طریق آن می‌توان کودآبیاری انجام داد و علاوه بر افزایش راندمان آبیاری، کارایی استفاده از کودهای شیمیایی را افزایش داد به عنوان اصلی‌ترین راه‌حل‌های کاهش هزینه‌های تولید و افزایش پایداری تاکستان‌های شهرستان ملایر به حساب می‌آیند. سیاست‌های احتمالی در جهت ارتقای سطح پایداری و تولید تاکستان‌های انگور بایستی به ترتیب متمرکز بر اصلاح شیوه آبیاری، فرایند برداشت و سپس مدیریت تغذیه آن باشد.

جدول ۸- معادل‌های هزینه برای ورودی‌ها/خروجی‌های مختلف در تولید انگور (دلار در هکتار)
 Table 8- Cost equivalents for different inputs/outputs in grape production (\$ ha⁻¹)

جریان ورودی و خروجی Input and output flow	واحد Unit	مقدار در واحد سطح انگور Grape production	هزینه هر واحد (دلار در هکتار) Cost (\$ unit ⁻¹)	معادل هزینه انگور (دلار در هکتار) Grape production cost (\$ ha ⁻¹)
سوخت Diesel fuel	l	41	0.03	1.23
نیروی کار Human labor	h	1370	1.2	1644
ماشین‌ها Machinery	h	23	1.3	29.9
نیترژن Nitrogen (N)	kg	106	0.2	21.2
فسفات Phosphate (P ₂ O ₅)	kg	78	0.3	23.4
پتاس Potassium (K ₂ O)	kg	45	0.1	4.5
گوگرد Sulfure	kg	120	0.3	36
علف‌کش Herbicide	kg	8	3.6	28.8
آفت‌کش Insecticide	kg	5	3.6	18
قارچ‌کش Fungicide	kg	4	3.6	14.4
کود دامی (جامد) Manure	kg	27000	0.01	270
برق Electricity	kWh	756	0.01	7.56
آب آبیاری Irrigation water	m ³	6800	0.1	680
جمع انرژی‌های ورودی Total inputs				2779
خروجی‌های منفی Negative outputs				
آب آبیاری Irrigation water	m ³	0.1	4420	442
آمونیاک Ammonia (NH ₃)	kg	0.2	19.28	3.86
نیترات Nitrate (NO ₃)	kg	0.2	31.57	6.31
فسفات Phosphate (P ₂ O ₅)	kg	0.3	0.84	0.25
هدررفت انگور Grape loss	kg	0.7	3012	2108
جمع انرژی‌های خروجی منفی Total negative outputs				2560.8
خروجی‌های مثبت Positive output				
عملکرد Yield	kg	0.7	25100	17570



شکل ۳- جریان هزینه در تولید انگور
Figure 3- Cost flow of grape production

جدول ۹- تحلیل اقتصادی تولید انگور

Table 9- Economic analysis of grape production

اجزای هزینه و درآمد	واحد	هزینه‌یابی جریان مواد MFCA	حسابداری رایج Conventional
Cost and return components	Unit		
ارزش کل تولید	\$ ha ⁻¹	15009	17570
Gross value of production			
تولید مثبت	\$ ha ⁻¹	17570	17570
Positive			
تولید منفی	\$ ha ⁻¹	-2560	0
Negative			
درآمد ناخالص	\$ ha ⁻¹	13954	16515
Gross return			
نسبت فایده به هزینه	-	5.4	6.3
Benefit to cost ratio			

سیاسگزاری

از همه کشاورزانی که در جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز تحقیق

همکاری نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌شود. از دانشگاه ملایر در قالب طرح پژوهشی در اجرای تحقیق حاضر حمایت مالی داشته است قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

1. Afshar, R.K., & Dekamin, M. (2022). Sustainability assessment of corn production in conventional and conservation tillage systems. *Journal of Cleaner Production*, 351, 131508. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131508>
2. Allesch, A., & Brunner, P.H. (2015). Material flow analysis as a decision support tool for waste management: A literature review. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 753-764. <https://doi.org/10.1111/jiec.12354>
3. Arieftiara, D., Theresa, R.M., & Sari, R. (2021). Sustainability in health service industry: The implementation of material flow cost accounting (MFCA) as an eco-efficient analysis. *Journal Southeast Asian Research*, 2021, 747009.
4. Barros, M.V., Salvador, R., do Prado, G.F., de Francisco, A.C., & Piekarski, C.M. (2021). Circular economy as a driver to sustainable businesses. *Cleaner Environmental Systems*, 2, 100006.
5. Bierer, A., Götze, U., Meynerts, L., & Sygulla, R. (2015). Integrating life cycle costing and life cycle assessment

- using extended material flow cost accounting. *Journal of Cleaner Production*, 108, 1289-1301. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.036>
6. Bux, C., & Amicarelli, V. (2022). Material flow cost accounting (MFCA) to enhance environmental entrepreneurship in the meat sector: Challenges and opportunities. *Journal of Environmental Management*, 313, 115001. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115001>
7. Bouwman, A.F., Van der Hoek, K.W., & Olivier, J.G.J. (1995). Uncertainties in the global source distribution of nitrous oxide. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 100(D2), 2785-2800.
8. Dechampai, D., Homrossukon, S., Wongthatsanekorn, W., & Ekkachai, K. (2021). Applying material flow cost accounting and two-dimensional, irregularly shaped cutting stock problems in the lingerie manufacturing industry. *Applied Sciences*, 11(7), 3142. <https://doi.org/10.3390/app11073142>
9. Dekamin, M. (2021). A New Approach to Material and Energy Flow Accounting of Agricultural Systems: A Case Study of Canola in Ardabil Province. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 51(4), 757-768. <https://doi.org/10.22059/ijbse.2020.298532.665286>
10. Dekamin, M., & Barmaki, M. (2019). Implementation of material flow cost accounting (MFCA) in soybean production. *Journal of Cleaner Production*, 210, 459-465. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.057>
11. Dekamin, M., Kheiralipour, K., & Afshar, R. K. (2022). Energy, economic, and environmental assessment of coriander seed production using material flow cost accounting and life cycle assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-14.
12. Dekamin, M., & Barmaki, M. (2018). Selecting the best environmental friendly oilseed crop by using Life Cycle Assessment, water footprint and analytic hierarchy process methods. *Journal of Cleaner Production*, 198, 1239-1250.
13. Dekamin, M., Barmaki, M., Kanooni, A., & Meshkini, S.R.M. (2018). Cradle to farm gate life cycle assessment of oilseed crops production in Iran. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 11(4), 178-185.
14. Dekamin, M., Barmaki, M., Kanooni, A., & Mosavi, R. (2019). Environmental impact assessment of Soybean cultivation in Ardabil farms. *Journal of Environmental Science and Technology*, 21(8), 175-184.
15. Dekamin, M. (2017). Environmental Impact Assessment in Aquaculture: Life Cycle Assessment Meta-analysis. *Environmental Researches*, 7(14), 103-144.
16. Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories.
17. Elhami, B., Raini, M.G.N., & Soheili-Fard, F. (2019). Energy and environmental indices through life cycle assessment of raisin production: A case study (Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province, Iran). *Renewable Energy*, 141, 507-515. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.04.034>
18. Fakoya, M.B., & van der Poll, H.M. (2013). Integrating ERP and MFCA systems for improved waste-reduction decisions in a brewery in South Africa. *Journal of Cleaner Production*, 40, 136-140. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.013>
19. Eranki, P.L., El-Shikha, D., Hunsaker, D.J., Bronson, K.F., & Landis, A.E. (2017). A comparative life cycle assessment of flood and drip irrigation for guayule rubber production using experimental field data. *Industrial Crops and Products*, 99, 97-108.
20. Guinée, J.B. (2002). *Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards* (Vol. 7). Springer Science & Business Media.
21. Hamedani, S.R., Keyhani, A., & Alimardani, R. (2011). Energy use patterns and econometric models of grape production in Hamadan province of Iran. *Energy*, 36(11), 6345-6351. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.09.041>
22. Ho, J.Y., Ng, D.K., Wan, Y.K., & Andiappan, V. (2021). Synthesis of wastewater treatment plant based on minimal waste generation cost: A material flow cost accounting (MFCA) approach. *Process Safety and Environmental Protection*, 148, 559-578. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.10.013>
23. Kheiralipour, K. (2022). *Sustainable Production: Definitions, Aspects, Elements*. 1st Ed., Nova Science Publishers, New York, USA.
24. Kheiralipour, K. (2020). *Environmental Life Cycle Assessment*. 1st Ed., Ilam University Publication. Ilam, Iran.
25. Kheiralipour, K., Rafiee, S., Karimi, M., Nadimi, M., & Paliwal, J. (2023). The environmental impacts of commercial poultry production systems using life cycle assessment: a review. *World's Poultry Science Journal*, <https://doi.org/10.1080/00439339.2023.2250326>
26. Kokubu, K., & Kitada, H. (2015). Material flow cost accounting and existing management perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 108, 1279-1288. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.037>
27. Mardani, A., & Taghavifar, H. (2016). An overview on energy inputs and environmental emissions of grape production in West Azerbaijan of Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 918-924.
28. Marras, S., Masia, S., Duce, P., Spano, D., & Sirca, C. (2015). Carbon footprint assessment on a mature vineyard.

- Agricultural and Forest Meteorology*, 214, 350-356. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.08.270>
29. May, N., & Guenther, E. (2020). Shared benefit by Material Flow Cost Accounting in the food supply chain–The case of berry pomace as upcycled by-product of a black currant juice production. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118946. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118946>
 30. Michael, B. F., & Breggie, v. d. P. (2012). The feasibility of applying material flow cost accounting as an integrative approach to brewery waste-reduction decisions. *African Journal of Business Management*, 6(35), 9783-9789.
 31. Mohseni, P., Borghei, A.M., & Khanali, M. (2018). Coupled life cycle assessment and data envelopment analysis for mitigation of environmental impacts and enhancement of energy efficiency in grape production. *Journal of Cleaner Production*, 197, 937-947. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.243>
 32. Nemecek, T., Kägi, T., & Blaser, S. (2007). Life cycle inventories of agricultural production systems. *Final report ecoinvent v2. 0 No, 15*, 1-360.
 33. Nyide, C.J. (2016). Material flow cost accounting as a tool for improved resource efficiency in the hotel sector: A case of emerging market. *Risk governance & control: financial markets & institutions (Online)*.
 34. Prashar, A. (2019). Towards sustainable development in industrial small and Medium-sized Enterprises: An energy sustainability approach. *Journal of Cleaner Production*, 235, 977-996.
 35. Rahmani, A., Parashkoohi, M.G., & Zamani, D.M. (2022). Sustainability of environmental impacts and life cycle energy and economic analysis for different methods of grape and olive production. *Energy Reports*, 8, 2778-2792. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.01.197>
 36. Roth, R. L., Sanchez, C. A., & Gardner, B. R. (1995). Growth and yield of mature ‘Valencia’ oranges converted to pressurized irrigation systems. *Applied Engineering in Agriculture*, 11(1), 101-105.
 37. Sahu, A. K., Padhy, R., Das, D., & Gautam, A. (2021). Improving financial and environmental performance through MFCA: A SME case study. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123751.
 38. Sharmasarkar, F.C., Sharmasarkar, S., Miller, S.D., Vance, G.F., & Zhang, R. (2001). Assessment of drip and flood irrigation on water and fertilizer use efficiencies for sugarbeets. *Agricultural Water Management*, 46(3), 241-251.
 39. Standardization, I. O. f. (2011). *Environmental management-Material flow cost accounting-General framework*. ISO. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123751>
 40. Vázquez-Rowe, I., Villanueva-Rey, P., Iribarren, D., Moreira, M. T., & Feijoo, G. (2012). Joint life cycle assessment and data envelopment analysis of grape production for vinification in the Rías Baixas appellation (NW Spain). *Journal of Cleaner Production*, 27, 92-102. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.039>
 41. Wagner, B. (2015). A report on the origins of Material Flow Cost Accounting (MFCA) research activities. *Journal of Cleaner Production*, 108, 1255-1261. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.020>



Analysis of Factors Influencing Rice Farm Management Improvement in Rudbar County

H. Shabanali Fami^{1*}, S.M.S. Teymoori Sendesi², N. Motee³, M. Motaghed⁴

Received: 23-05-2023

Revised: 16-07-2023

Accepted: 24-07-2023

Available Online: 24-07-2023

How to cite this article:

Shabanali Fami, H., Teymoori Sendesi S.M.S., Motee, N., & Motaghed, M. (2023). Analysis of factors influencing rice farm management improvement in Rudbar county. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 37(3), 341-364. (In Persian with English abstract)

<https://doi.org/10.22067/jead.2023.82560.1195>

Introduction

In order to meet the increasing demands of the growing population, it is essential to boost rice production. This not only ensures food security but also helps maintain environmental well-being. To achieve these goals, it is crucial for crop management research to focus on increasing rice yields while minimizing water usage. In Iran, particularly in the Rudbar region, recognizing the significance of rice cultivation in agriculture is of utmost importance. To improve rice field management, various aspects such as water and soil resource management, pest and disease control, nutrition management, sales and marketing strategies, human resources and social capital management, as well as technical and agricultural improvements need to be addressed. Therefore, the aim of the present study was to identify more effective methods for managing the rice fields in Rudbar county, Iran. Materials and Methods Initially, the researchers conducted a comprehensive analysis of available national and international databases to gather background information for the study. This analysis aimed to establish an initial list of components that could contribute to improving the management of rice fields. The statistical population of the study consisted of all 850 rice farmers in Rudbar City. Using the Karjesi-Morgan table, a statistical sample size of 265 participants was estimated, which corresponded to the size of the population. Eventually, 252 questionnaires were collected after distributing them to the participants, resulting in an 88% response rate. The opinions of faculty members from Tehran University's Department of Agricultural Management and Development were sought to assess the content validity of the questionnaire which was finally confirmed. To assess the reliability or internal consistency of the questionnaire, Cronbach's alpha coefficient was calculated for each of its components. All coefficients were found to be above 0.7, indicating good reliability of the study tool. The data obtained from the questionnaires was subjected to statistical analysis using the LISREL 8.8 software. A confirmatory factor analysis model was applied to examine the data. The reliability of the indicators loaded on each structure was evaluated using the t statistic. Indicators with values exceeding the critical limit of 1.96 were considered to have the required precision for measuring the relevant structure. Additionally, significant factor loadings were determined by extracting values greater than 0.5 from the factor loadings. It is important to note that Cronbach's alpha (with values higher than 0.7) was utilized to assess the reliability of the constructs.

Results and Discussion

The research findings highlighted several significant factors that have a substantial impact on improving the management of rice farms. These factors encompassed various aspects, including water and soil management, human resources and social capital, nutrition management, pest, disease, and weed management, technical and agricultural

1, 2, 3 and 4- Professor, M.Sc. Graduate, Assistant Professor and Ph.D. Graduate, College of Agriculture, Department of Agricultural Management and Development, University of Tehran, Karaj, Iran, respectively.

(*- Corresponding Author Email: hfami@ut.ac.ir)

<https://doi.org/10.22067/jead.2023.82560.1195>

management, as well as sales and marketing management. Regarding water and soil management, the study emphasized the importance of optimal application of water resources, consideration of water quality, sediment control, and prevention of toxins and sewage from entering rice fields. Given the submerged nature of some rice stalks and the perpetually swampy conditions of rice fields, it is crucial to ensure the quality of incoming water and prevent the presence of mud and sediments. In terms of nutrition management, the research findings stressed the significance of using fertilizers effectively to enhance rice productivity. This involved post-planting strengthening, adherence to appropriate fertilizer consumption guidelines, and the utilization of plant and animal residues. Nutrition management, along with pest and disease control, played a vital role in successful rice field management. Another factor contributing to effective rice field management was the control of pests, diseases, and weeds. The study highlighted the benefits of employing an integrated approach to manage rice plant diseases and pests, which yielded better outcomes. The research findings also emphasized the role of technical and agricultural management in enhancing rice field operations. This included the use of transplanting machinery and improved seeds, mechanization of cultivation activities, and the application of fertilizer spraying machinery. These measures underscored the need for innovation in rice fields, emphasizing the importance of mechanization and the utilization of modern agricultural instruments. It was recommended that rice producers embrace technological advancements to optimize their technical and agricultural practices. Furthermore, the management of human resources and social capital played a significant role in rice field management. This encompassed fostering the growth of social capital, enhancing knowledge and skills, and utilizing mass media for skill and career development. The findings suggested that increasing cooperation, trust, and organization among rice farmers could be a strategy to revive social capital and enhance management practices. Lastly, the study highlighted important features of rice sales and marketing, such as employing an appropriate distribution system, excluding profit-seekers from the marketing cycle, and establishing regular customer relationships. Overall, the research findings emphasized the importance of addressing various factors, including water and soil management, nutrition management, pest and disease control, technical and agricultural management, human resources and social capital, as well as sales and marketing management, in order to effectively manage rice fields. Implementing these strategies would contribute to improved productivity and sustainable management practices in rice cultivation.

Conclusion

The findings of the study indicated the significance of several measures to improve the management of rice fields. These measures included the utilization of additional fertilizers and adherence to fertilizer usage guidelines, as well as the adoption of mechanized planting and harvesting equipment. It was also recommended to provide skill training programs for rice farmers and introduce online marketing platforms to facilitate the sale of rice. Furthermore, the study highlighted the importance of establishing specialized communication channels and implementing a contract system for rice production and sales through dedicated local organizations. This approach would ensure efficient coordination and enhance the management of rice fields. Additionally, private businesses were recognized for introducing new technologies, while the government played a crucial role in providing the necessary infrastructure and platforms to support rice field management. Improving the skills of rice farmers, especially in terms of market innovations, was identified as a key factor in enhancing the management of rice fields. This aspect should be considered alongside institutional and policy-making advancements to ensure comprehensive improvements in rice field management.

Keywords: Farm management, Rice, Rudbar county, Rice grower

مقاله پژوهشی

جلد ۳۷، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، ص ۳۶۴-۳۴۱

تحلیل مؤلفه‌های تأثیرگذار بر بهبود مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار

حسین شعبانعلی فمی^{۱*} - سید محمد صادق تیموری سندسی^۲ - ناصر مطیعی^۳ - مهسا معتقد^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۰۲

چکیده

هدف این مطالعه، بررسی مؤلفه‌های تأثیرگذار بر بهبود مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار بود که در قالب پارادایم کمی حاکم بر این پژوهش انجام شد. حجم نمونه تحقیق ۲۵۲ نفر از کشاورزان شهرستان رودبار بودند که به روش تصادفی ساده موردبررسی قرار گرفتند. باتوجه به شاخص‌های محاسبه شده، پایایی و روایی مدل تایید گردید. به منظور بررسی مؤلفه‌های تأثیرگذار بهبود مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار از یک مقیاس با ۴۸ گویه که باطیف پنج گزینه‌ای لیکرت مشتمل بر دو بخش کلی شامل ویژگی‌های فردی-حرفه‌ای شالی‌کاران و گویه‌های مربوط به بهبود مدیریت سنجیده شد، استفاده گردید. داده‌های گردآوری شده با روش تحلیل عاملی تاییدی با نرم‌افزار LISREL8.8 تحلیل شدند. نتایج نشان داد مدیریت تغذیه، مدیریت آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز، مدیریت فنی زراعی، مدیریت فروش و بازاریابی، مدیریت آب و خاک و مدیریت نیروی انسانی و سرمایه‌های اجتماعی از جمله مؤلفه‌هایی هستند که بهبود مدیریت مزارع برنج را تبیین می‌کنند. بر مبنای نتایج می‌توان این گونه استنباط نمود که کشاورزان می‌بایست عوامل فنی و اجتماعی را در بهبود مدیریت مزارع خود موردتوجه قرار دهند. در راستای نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود شرکت‌های فنی خدماتی با مشارکت شرکت‌های خصوصی اقدام به معرفی محلول‌های تغذیه‌ای مناسب برای دوره‌های مختلف رشد و نمو برنج نماید تا شالیکاران بتوانند با مدیریت تغذیه شالیزارهای خود، کمیت و کیفیت محصول خود را بهبود بخشند. همچنین می‌توان از طریق معرفی ماشین‌های جدیدی که با شرایط منطقه و ارقام موردکشت در مزارع سازگار است، بهره‌وری را افزایش داد. در همین راستا، برگزاری نمایشگاه‌های سالانه مرتبط با معرفی فناوری‌های نوین مانند ماشین‌آلات تولید و فرآوری برنج می‌تواند مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: برنج، شهرستان رودبار، شالیکار، مدیریت مزارع

مقدمه

۶۰۰ هزار هکتار است که حدود ۷۰ درصد از این مساحت در مناطق مرطوب شمال کشور (استان‌های گیلان و مازندران) به شالیزارها قرار دارد (Karimi Fard et al., 2019). استان گیلان با مساحت زیرکشت حدود ۲۳۰۰۰۰ هکتار، یکی از مناطق تولید برنج مهم است که کشت برنج در آن به صورت نشاکاری و تحت آبیاری انجام می‌شود (Ahmadi et al., 2018). شهرستان رودبار در استان گیلان یکی از مناطق تولیدکننده برنج باکیفیت است و سالانه به‌طور میانگین ۷۰۰۰ تن برنج سفید در این شهرستان تولید می‌شود (ISNA, 2022). این

تولید برنج نقش بسیار مهمی در تأمین نیازهای غذایی جمعیت کشور دارد و برای رشد و توسعه این جمعیت، تولید بیشتر این محصول ضروری است. برای دستیابی به این هدف، استفاده بهینه از منابع تولیدی و مدیریت صحیح در بخش کشاورزی الزامی است (Soltani, 2016). کشت برنج در ایران، پس از گندم، به‌عنوان دومین غله مهم در سیدغذایی مردم، اهمیت اقتصادی و اجتماعی بالایی دارد (Rahimi Pol et al., 2022). مساحت زیرکشت برنج در حدود

۱، ۲ و ۴- به‌ترتیب استاد، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت کشاورزی، استادیار (بازنشسته) و دانش‌آموخته دکتری توسعه کشاورزی، دانشکده کشاورزی، گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، کرج، دانشگاه تهران

(Email: hfami@ut.ac.ir)

(*) - نویسنده مسئول:

شهرستان با وسعت ۲۵۷۴ کیلومتر مربع دومین شهرستان استان گیلان به لحاظ وسعت است که در کرانه سفیدرود و در منطقه‌ای کوهستانی قرار گرفته است و آب و هوای آن تحت تأثیر هوای خشک و نیمه خشک ناحیه مرکزی قرار دارد. از نظر آب و هوایی این منطقه دارای آب و هوای مدیترانه‌ای می‌باشد و در مسیر بادهای دائمی دره سفیدرود قرار گرفته که بادهای منجیل آن معروف است. جمعیت شهرستان رودبار طبق سرشماری سال ۱۳۹۵، ۹۴۷۲۰ نفر بوده که ۵۸۳۵۵ نفر در نقاط شهری و ۳۶۳۶۵ نفر در نقاط روستایی ساکن هستند. این شهرستان از نظر تقسیمات کشوری دارای ۴ بخش است. اقتصاد این منطقه بعلت شرایط خاص اقلیمی بر پایه کشاورزی و دامداری استوار است. منابع آبی شهرستان شامل رودخانه‌ها، چشمه‌ها و سد سفید رود است. این آب‌ها کیفیت خوبی داشته و شیرین هستند. در شهرستان رودبار باتوجه به ظرفیت‌ها توسعه کشاورزی از اولویت‌های سرمایه‌گذاری است. در بین محصولات کشاورزی کشت برنج جایگاه خوبی دارد و در قالب دو الگوی کشت اول و دوم مورد توجه کشاورزان منطقه است. برنج یکی از محصولات اصلی است که در شهرستان به مساحت حدود ۳۳۷۵ هکتار به‌عنوان محصول اول کشت می‌شود. برداشت برنج در این شهرستان به‌صورت مکانیزه انجام می‌شود و علاوه بر کاهش سختی کار، به‌طور قابل توجهی باعث کاهش ضایعات برنج می‌شود (Ebrahimi, 2021; Meidoun, 2023). این موضوع در نهایت منجر به افزایش درآمد برنج‌کاران می‌شود. به‌همین دلیل، باتوجه به شرایط آب و هوایی، توسعه و بهبود مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار بسیار اهمیت دارد که در این تحقیق به آن پرداخته شده است.

بهبود مدیریت در بخش کشاورزی، به‌ویژه در مزارع برنج، از جمله موضوعات مهمی است که با استفاده از یکپارچه‌سازی اراضی، مدیریت آفات و مدیریت حاصلخیزی، می‌توان به این هدف دست یافت. به‌ویژه در نظر گرفتن اینکه هر ساله مزارع برنج در معرض حمله حشرات زیان‌آور و کرم ساقه‌خوار برنج قرار می‌گیرند، اهمیت این موضوع بیشتر می‌شود (Khosravi et al., 2018). مدیریت درست و صحیح مزارع برنج براساس اصول پایداری، بهره‌وری (Ismaili Nejad et al., 2019) و نظام‌مندسازی راهکاری راهبردی و اقدامی اساسی جهت دستیابی به منابع و توسعه پایدار تلقی می‌گردد. لذا ضرورت بهبود مدیریت مزارع برنج بستری برای مشارکت شالیکاران و روشی برای تبیین مسیر توسعه تلقی شده است. مدیریت صحیح زراعی مزارع برنج از جمله روش‌های اثربخش در افزایش حاصلخیزی اراضی و به‌دست آوردن محصول بیشتر (افزایش تولید برنج) است (Agricultural jihad, 2016). مدیریت مزرعه یا کشاورزی، فعالیتی است که در آن تلاش می‌شود تا به بهترین شکل ممکن، محصولات کشاورزی به‌دست آید. در همین راستا، بسیاری از عوامل باید مدیریت شوند، از جمله آب، خاک، آفات و بیماری‌ها،

نیروی انسانی، بازاریابی و... با مدیریت درست این عوامل، مزرعه‌داران می‌توانند به محصولات بهتر و باکیفیت بالاتر کمک کنند. مدیریت مزرعه شامل مجموعه‌ای از روش‌ها و استراتژی‌هایی است که بهبود عملکرد مزرعه و افزایش بهره‌وری را به دنبال دارد (Nazari et al., 2021). بنابراین مدیریت درست عوامل مذکور، منجر به رشد کشاورزی، بهبود مدیریت مزارع برنج و همچنین رشد اقتصادی رودبار خواهد شد که در ادامه به تشریح آنها پرداخته شده است.

مدیریت منابع آب: برنج بیشترین مقدار مصرف آب را در بین محصولات کشاورزی دارا بوده و حدود ۸۰ درصد کل منابع آب شیرین آسیا را شامل می‌شود (Sedaghat et al., 2015). باتوجه به اینکه ۷۰ درصد از ۲۵ درصد آب‌های شیرین جهان در بخش کشاورزی مصرف می‌شود و ۲۵-۳۰ درصد از این مقدار آب به زراعت برنج اختصاص دارد، آب به‌عنوان عامل اساسی در تولید در مناطق برنج‌خیز به‌شمار می‌آید. این منبع آب نقش حیاتی در تولید محصولات کشاورزی دارد و در صورت عدم مدیریت صحیح، محدودیت‌های قابل توجهی در مصرف آب شرب و کشاورزی به‌وجود خواهد آمد. از سوی دیگر، افزایش تبخیر-تعرق ناشی از افزایش دما، باعث افزایش تقاضای آب آبیاری و کمبود آب خواهد شد که به‌طور مستقیم چالش‌هایی در تولید برنج در کشور ایجاد می‌کند. بنابراین برای رفع مشکل کنونی، چاره‌ای جز اصلاح و بهبود مدیریت منابع آب از طریق بکارگیری روش‌های متنوع مانند آبیاری غرقابی (Safrian Zangir et al., 2015)؛ سیستم برنج هوازی (Ishfaq et al., 2020)؛ آبیاری تناوبی (Asghari et al., 2019)؛ استفاده بهینه از آب‌هایی باکیفیت پائین (Darzi Naft Chali et al., 2015)؛ تغییر الگوی کشت (Boazar et al., 2017)؛ تولید برنج با استفاده از آب کمتر شامل کشت در بستر گل خراب‌نشده (Kar et al., 2018)؛ مرطوب و خشک کردن متناوب (He et al., 2020)؛ کشت مستقیم برنج (Carrijo et al., 2017)؛ وجود ندارد. مدیریت مصرف آب در بخش کشاورزی به‌ویژه مزارع برنج، می‌تواند بسیار مؤثر و راهگشا باشد. بدیهی است که برای دستیابی به این مهم، اولین اقدام شناسایی شاخص‌های اصلی مدیریت مصرف آب و تعیین این شاخص‌ها با روش‌های مناسب است. راندمان آبیاری، مقدار آب مصرفی در بخش کشاورزی و توسعه پایدار روش‌های نوین آبیاری از مهمترین شاخص‌های کلیدی و رویکردهای اساسی در برنامه‌ریزی‌های کلان مربوط به تأمین، تخصیص و مصرف اصولی از آب در بخش‌های مختلف از جمله بخش کشاورزی است (Abbasi et al., 2016). نتایج بررسی (Stuart et al., 2016) نشان داد که با بهبود عملکرد پایدار (پایداری تولید برنج) میزان بهره‌وری از آب نیز افزایش می‌یابد.

مدیریت آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز: علف‌های هرز و

مبارزه بیولوژیک نمایند (Berari and Berimani, 2015). نتایج یک تحقیق نیز نشان داد که مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کاربرد عملیات مبارزه بیولوژیکی آفات توسط کشاورزان در مزارع برنج ساری؛ سازگاری، درک مفیدبودن و درک سهولت استفاده است که تأثیر مستقیم معنی‌داری بر قصد استفاده دارند. شرایط تسهیل‌کننده نیز تأثیر قوی ولی غیرمستقیمی بر قصد رفتاری استفاده، از طریق متغیرهای واسطه‌ای؛ درک مفید بودن، درک سهولت استفاده و خودکارآمدی در کاربرد عملیات مبارزه بیولوژیک داشته است. باوجود این فرضیات مربوط به تأثیر خودکارآمدی در کاربرد عملیات مبارزه بیولوژیک بر درک مفیدبودن تأیید نشد در حالی که تأثیر آن بر سهولت استفاده تأیید شد (Abdullahzadeh et al., 2012). نتایج بررسی اسچورت و همکاران (Stuart et al., 2016) نشان داد که استفاده از استانداردهای خوب کشاورزی می‌تواند موجب پایداری تولید برنج از طریق کاهش استفاده از کود و سموم شیمیایی گردد.

مدیریت نیروی انسانی و سرمایه اجتماعی^۱: مدیریت سرمایه اجتماعی و نیروی انسانی تأثیر بسزایی در افزایش بهره‌وری مزارع برنج خواهد داشت (Amini et al., 2014). شناسایی عواملی که می‌توانند بر ظرفیت‌های شناختی کشاورزان در زمینه به‌کارگیری شیوه‌های صحیح مدیریت مزارع، شامل آزمون خاک، تناوب زراعی، واگذاری مدیریت شبکه‌های آبیاری، تحقق یکپارچه‌سازی و یکجاکشتی و نیز تحقق برنامه‌های الگوی کشت و غیره تأثیر داشته باشند، ضروری است؛ برای اینکه مدیران بخش کشاورزی راهکارهای مؤثر برنامه طولانی مدت را برای ارتقای عملکرد، کیفیت محصول و مدیریت پایدار خاک زراعی مدنظر قرار دهند. همچنین ارتقای دانش فنی کشاورزان در کنار سایر عوامل و امکانات تولید موجب می‌گردد که آنها با بهره‌گیری مناسب و به‌جا از تکنولوژی، در روند تولید، به سطحی معقول و مطلوب دست پیدا کنند (Prayitno et al., 2022). تنها با ایجاد تغییرات مطلوب در کشاورزان به‌عنوان یگانه واحدهای متفکر تولیدکننده در بخش کشاورزی می‌توان انتظار داشت که در نظام تولید کشاورزی، تغییر مناسب ایجاد گردد و این تغییری است که قادر خواهند بود نظام کشاورزی را به توسعه پایدار رهنمون سازد. این نقش‌ها مستقیماً "بازتاب اهداف‌گایی بخش کشاورزی و مداخله‌گری‌های توسعه‌گرایانه حاکمیتی در عرصه کشاورزی می‌باشد (Agricultural jihad, 2016). در این راستا نتایج تحقیق سرائی و افراخته (Sarai and Afarakhte, 2016) نشان داد که بین سطح سواد، میزان درآمد حاصل از کشت برنج، نوع نظام بهره‌برداری، صرفه‌جویی در مصرف نهاده، میزان دانش بومی شالیکاران، میزان دانش فنی شالیکاران و سطح دانش کشاورزی پایدار با کشاورزی پایدار، رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد ولی بین سن شالیکاران، جنسیت، سابقه کار کشاورزی، تعداد افراد خانوار، میزان زمین

مدیریت آنها، مهمترین عامل محدودکننده عملکرد در زراعت برنج می‌باشد (Weerakoon et al., 2011). کاهش عملکرد برنج ناشی از رقابت علف‌های هرز ممکن است بسته به روش‌های کاشت برنج، نوع علف‌های هرز، درجه اهمیت علف‌های هرز، عملیات کشاورزی و شرایط آب و هوایی متفاوت باشد (Jabran et al., 2015). در ایران نیز علف‌های هرز به‌عنوان یکی از مهمترین چالش‌ها برای تولید برنج در نظر گرفته می‌شوند (Tshewang et al., 2016). همچنین بهبود سرعت جوانه‌زنی بذر و ارتقاء ویژگی‌های مرفولوژیک به‌خصوص طول‌بوته، سرعت ظهور و زوال برگ و قدرت پنجه‌زنی و صفات فیزیولوژیکی ارقام برنج مانند سرعت رشد محصول، میزان رشد و توسعه سطح برگ و تولید ماده خشک در استقرار سریع‌تر و ایجاد پوشش گیاهی مطلوب در سطح خاک و درنهایت کنترل و کاهش جمعیت علف‌های هرز تعیین‌کننده می‌باشد. بنابراین کنترل علف‌های هرز از طریق دقت در آماده‌سازی زمین، تسطیح آن، شخم مناسب، غرقاب و پادلینگ دومرحله‌ای زمین، پوشاندن پلاستیک روی مرزها، استفاده از بذر بوجاری شده، تنظیم عمق آب و وجین امری حیاتی است (Dalili et al., 2019). در همین راستا نتایج مطالعه (Ahmadikhatir et al., 2022) نشان داد که تداخل علف‌های هرز در کشت مستقیم می‌تواند بین ۷۳ تا ۹۱ درصد افت عملکرد دانه برنج را موجب شود که لزوم کنترل مؤثر علف‌های هرز در این سیستم کشت را نشان می‌دهد و بنظر می‌رسد در بین ارقام، رقم شیروودی درصورت کنترل علف‌های هرز رقم مناسب‌تری برای کشت مستقیم برنج باشد. همچنین ارقام با بنه اولیه بالاتر و سبزشدن سریع‌تر می‌توانند به‌عنوان یک جلوگیری‌کننده در روش کنترل علف‌هرز برنج در سیستم‌های کشت استفاده شوند. علاوه‌بر موارد مذکور بهره‌گیری از فناوری‌های نوین کشاورزی شامل طیف وسیعی از فعالیت‌ها نظیر مدیریت آفات، شخم‌حفاظتی، کنترل بیولوژیکی و تغذیه تلفیقی خاک، یکی از ارکان اساسی تحقق کشاورزی پایدار هستند (Lu et al., 2022). از میان این فناوری‌ها، مدیریت آفات به‌علت تأثیرگذاری بالا بر سلامت اکوسیستم‌های زراعی و تولید محصولات سالم‌تر جایگاه خاصی در فعالیت‌ها و برنامه‌های کشاورزی پایدار در این زمینه دارد. استفاده بیش از حد از سموم شیمیایی برای کنترل کرم ساقه‌خوار برنج در مزارع و رواج مصرف آفت‌کش‌ها در نظام تولید کشاورزی علاوه بر ایجاد انواع بیماری‌های گوارشی و تهدید سلامت انسانی، بیشتر حشرات مفید و شکارگر در سطح مزرعه را از بین برده و منجر به طغیان جمعیت کرم ساقه‌خوار برنج شده است (Tabari et al., 2011). به‌علت همین پیامدهای منفی است که عملیات مبارزه بیولوژیکی آفات توسط دست‌اندرکاران بخش کشاورزی جهت کاهش مصرف سموم شیمیایی مطرح شده و سعی گردیده تا با ارائه خدمات مکمل و آموزش‌های مرتبط کشاورزان را تشویق به استفاده از روش

است که در نظام‌های زراعی مقدار نسبتاً زیادی از عناصر غذایی از طریق برداشت محصول از سیستم خارج می‌شود. بنابراین در صورت استفاده مداوم از نظام‌های مذکور لازم است که عناصر غذایی مصرف‌شده در آنها به طریقی جایگزین شوند. در سیستم‌های فعلی چرخه عناصر غذایی به‌طور کامل بسته نمی‌شوند، زیرا این عناصر دائماً به چرخه یادشده اضافه شده و یا از آن خارج می‌شوند. به‌علاقه‌رساندن تلفات عناصر غذایی در چرخه مذکور و تأمین نهاده‌های ضروری برای گیاه رمز موفقیت حاصل‌خیزی خاک در نظام‌های کشاورزی پایدار است (Zhang et al., 2022).

در این بررسی مدیریت پایدار مزارع برنج اشاره به بکارگیری عملیات و فعالیت‌های کشاورزی دارد که بین پایایی اقتصادی، حفاظت منابع محیطی و مسئولیت‌پذیری اجتماعی کشاورزان تعادل ایجاد می‌کند. در این رویکرد مدیریتی ضمن توجه به شاخص پایداری مزرعه در دراز مدت به ارتباط متقابل زیربخش‌های سلامت اکولوژیکی، سودآوری اقتصادی، استفاده بهینه از منابع، کاهش مخاطرات زیست‌محیطی، بهبود تاب‌آوری، توسعه فعالیت‌های اشتراکی و جمعی، متنوع‌سازی درآمد و رفاه اجتماعی توجه دارد. با لحاظ نمودن این شاخص‌های اصلی از راهکارهای بهبود مدیریت مزارع برنج بهبود مؤلفه‌های مدیریت منابع آب و خاک؛ مدیریت آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز؛ مدیریت تغذیه؛ مدیریت فروش و بازاریابی؛ مدیریت نیروی انسانی و سرمایه اجتماعی و مدیریت ویژگی‌های فنی-زراعی مدنظر قرار گرفتند. بر این اساس در تحقیق حاضر بهبود مدیریت مزارع برنج در شش بعد به شرح **شکل مفهومی ۱** مورد بررسی قرار گرفتند. همانطور که مدل نشان می‌دهد، این ابعاد شامل مدیریت فنی-زراعی (رعایت فاصله کاشت، انتقال به‌موقع نشاها و ...)، مدیریت آب و خاک (کنترل ورود سموم به آب، یکپارچه‌سازی اراضی و ...)، مدیریت نیروی انسانی و سرمایه اجتماعی (توسعه سرمایه اجتماعی، افزایش دانش و مهارت آموزی و ...)، مدیریت تغذیه (مصرف کود، تقویت خاک و ...)، مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز (کنترل بیولوژیک، کنترل مکانیکی، روش‌های کشت تلفیقی و ...) و مدیریت فروش و بازاریابی (فروش برنج، حذف دلال‌ها، بسته‌بندی و ...) است.

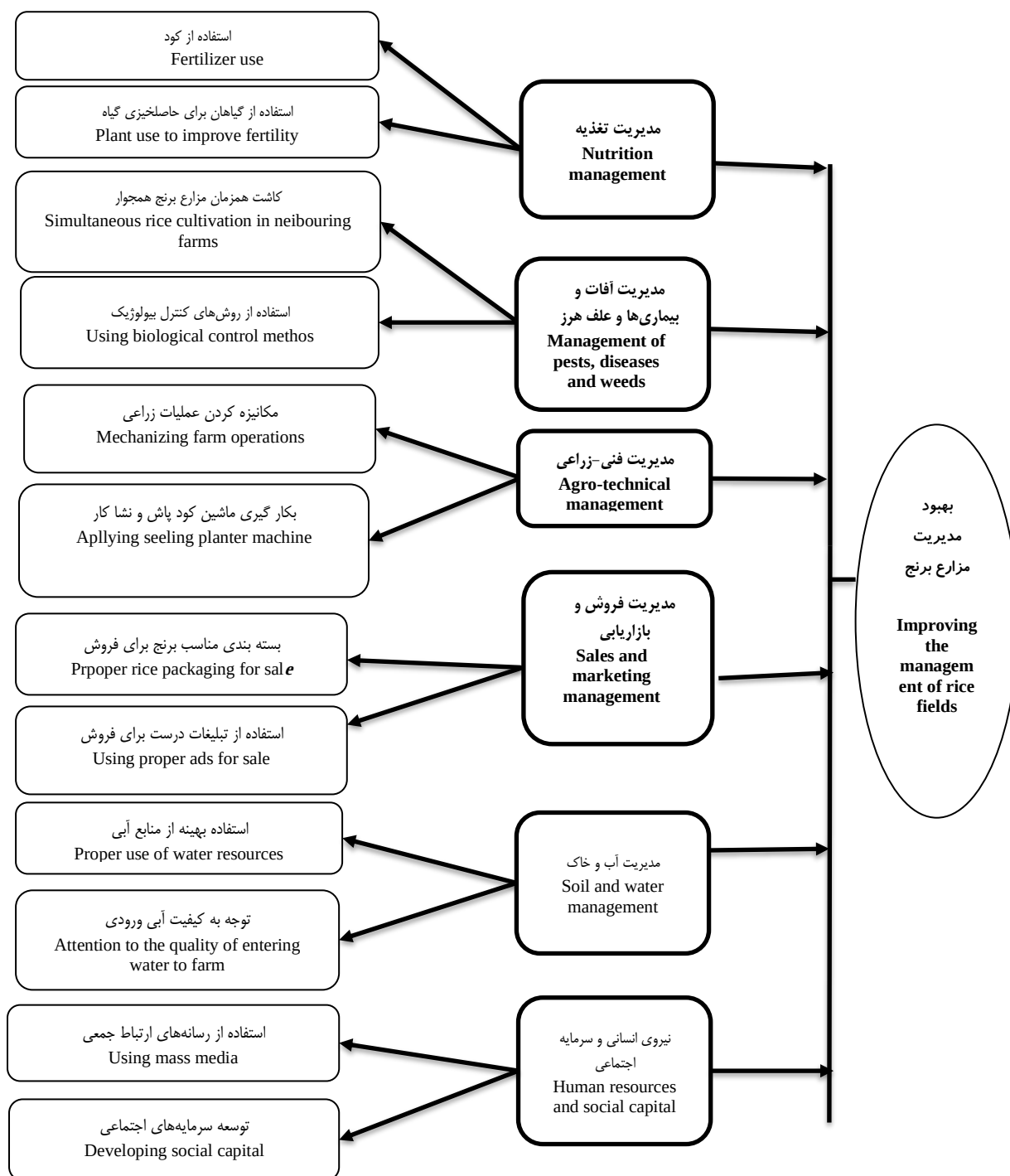
مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر با هدف شناسایی مؤلفه‌های بهبود مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار به‌صورت پیمایشی انجام گرفته است. در مرحله اول تحقیق و برای شناسایی فهرست اولیه مؤلفه‌های بهبود مدیریت مزارع برنج، پیشینه پژوهش مرور شده است.

شالیکاری، داشتن شغل غیرکشاورزی، شرکت در کلاس‌های آموزشی و ترویجی، دسترسی به تسهیلات و اعتبارات با کشاورزی پایدار رابطه معنی‌داری مشاهده نگردید. نتایج مطالعه (Jamshidi et al., 2014) نیز نشان داد که کشاورزی پایدار یکی از مهمترین جنبه‌های توسعه پایدار است. بین پایداری کشت برنج و متغیرهایی مانند: سن، وسعت اراضی تحت‌تملک، وسعت اراضی زیرکشت برنج، مشارکت اجتماعی، دانش کشاورزی پایدار، نگرش نسبت به کشاورزی پایدار، میزان تماس‌های ترویجی و میزان تحصیلات یک رابطه مثبت معنی‌دار وجود دارد.

مدیریت فروش و بازاریابی: بازاریابی از نقطه‌نظر اجتماعی به تخصص مؤثر منابع، ایجاد ثروت و توسعه رشد اقتصادی، بهبود درآمد از طریق بخش‌های مختلف و نگهداری ثبات در عرضه و تقاضا برای فروش کالاها کمک می‌نماید. بازاریابی برای یک مصرف‌کننده یا تولیدکننده افزایش منابع در دسترس و گسترش عملیات بازاریابی برای افزایش ثروت می‌باشد (Martin, 2022). فروش و بازاریابی مجموعه‌ای از خدمات است که حرکت یک کالا را از محل تولید به محل مصرف دربردارد. باتوجه به سهم بخش کشاورزی در تولید ناخالص داخلی کشور، سطح اشتغال، صادرات غیرنفتی و رسالتی که این بخش در تأمین امنیت غذایی، تأمین منابع لازم برای صنایع، بهبود سطح زندگی روستاییان و درکل فراهم‌آوردن زمینه ثبات سیاسی و اقتصادی کشور بر دوش دارد، هرگونه بهبود عملکرد در این بخش تأثیری فراگیر، فزاینده و ملی خواهد داشت. تأثیر جریان‌های سیاسی-اقتصادی بر تجارت بین‌المللی کالاهای کشاورزی و موادغذایی مانند پیوستن به سازمان جهانی تجارت، حذف موانع گمرکی و محدودیت‌های تجاری، توجه به اصول موافقت‌نامه عمومی تعرفه و تجارت و ایجاد امنیت غذایی، اهمیت بررسی قانون قیمت‌های واحد و همگرایی قیمت‌های جهانی و داخلی را روشن می‌سازد (Lu et al., 2022).

مدیریت حاصلخیزی خاک^۲ و تغذیه: خاک‌ها جایگاه رویش گیاهانی می‌باشند که انرژی خورشیدی را برای تولید غذا، فیبر و اخیراً "سوخت به دام می‌اندازند. غذا و فیبر دو عامل اساسی در بقاء تمدن‌ها می‌باشند. کشاورزی منبع اصلی هردو بوده و وابسته به خاک‌های بارور است. برای اینکه خاک‌ها بطور اقتصادی تولیدکنند بایستی حاصلخیز باشند. بنابراین، حاصلخیزی خاک‌های هر کشور، شاخص سلامت کشاورزی و ظرفیت تولید غذا، فیبر و سوخت آن کشور می‌باشد. حاصل‌خیزی پایدار خاک به‌مفهوم قابل دسترس بودن دائمی عناصر غذایی برای گیاه است. حاصل‌خیزی پایدار هنگامی تحقق می‌یابد که تمامی عناصر غذایی جذب شده توسط گیاهان به خاک برگردد؛ به‌طوری‌که این عناصر بتوانند مجدداً مورد استفاده این گیاهان قرار گیرند (He et al., 2020). در چنین وضعیتی است که چرخه عناصر غذایی شکل می‌گیرد. تفاوت اساسی نظام‌های طبیعی و زراعی در آن



شکل ۱- مدل مفهومی پژوهش

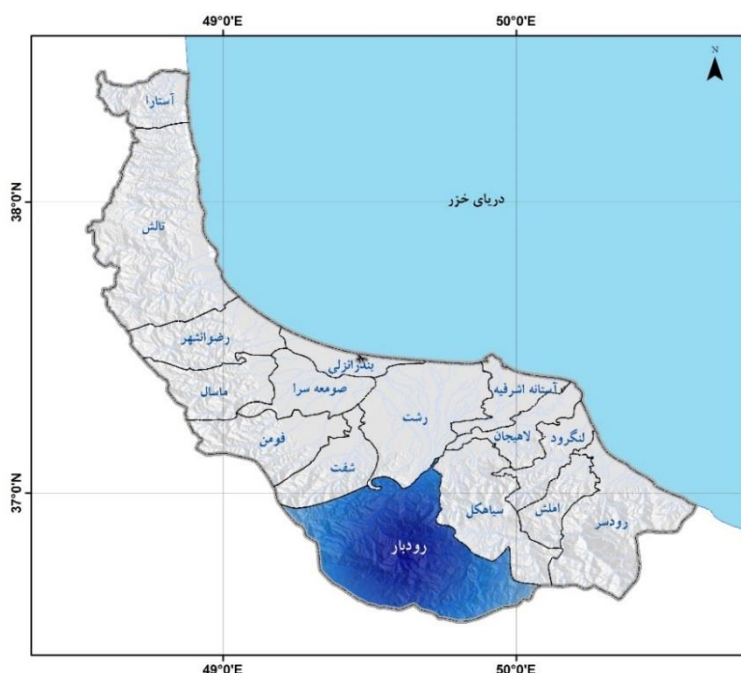
Figure 1- The conceptual framework of the research

شهرستان رودبار برابر ۸۵۰ نفر بود که با استفاده از جدول کرجسی - مورگان حجم نمونه‌آماري متناظر با حجم جامعه برابر ۲۶۵ نفر برآورد شده بود که پس از توزیع پرسشنامه‌ها در نهایت ۲۵۲ مورد از آن‌ها (نرخ بازگشت ۸۸ درصدی) جمع‌آوری گردید و برای تحلیل مورد استفاده

ابزارهای مورد استفاده برای گردآوری داده‌ها در این مرحله کتب، مقالات، گزارشات پژوهشی داخلی و خارجی مرتبط با موضوع هستند که از طریق پایگاه‌های داده داخلی و خارجی قابل دسترسی هستند. لازم به ذکر است که جامعه آماری این مطالعه شامل کلیه شالیکاران

به‌شمار می‌روند) انتخاب گردید. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در شکل ۲ آمده است.

قرارگرفت. اعضای نمونه‌آماری از میان شالی‌کاران بخش‌های رحمت آباد و بلوکات (که از نظر وسعت بزرگترین بخش‌های این شهرستان



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی رودبار در استان گیلان (GSMEI, 2019)

Figure 2- Geographical location of Rudbar county in Gilan province

می‌گیرد و میزان اثرگذاری هر گویه در مؤلفه مربوطه گویه را تبیین می‌کند. در تحلیل عاملی تأییدی محقق مطالعه خود را بر مبنای ساختار عاملی مجموعه‌ای از متغیرهای پیش‌تعیین‌شده دنبال می‌کند و درصد است تا صحت و سقم ساختار عاملی مجموعه‌ای از متغیرهای مشاهده‌شده را مورد آزمون قرار دهد. در واقع، این روش اجازه می‌دهد تا محقق به آزمون فرضیات مربوط به یک ساختار عاملی خاص بپردازد در این پژوهش مؤلفه‌های مدیریت مزارع برنج به‌عنوان متغیر مکنون در نظر گرفته شد و تأثیر هر یک از آن‌ها بر مجموعه‌ای از متغیرهای آشکار که همان سوالات پرسشنامه بودند، در قالب یک مدل تحلیل عاملی تأییدی مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی پایایی نشانگرهای بارگذاری شده بر هر سازه از آماره t استفاده شد. مقادیر بالاتر از حد بحرانی $1/96$ برای این آماره بیانگر آن است که نشانگر موردنظر دارای دقت لازم برای اندازه‌گیری سازه متناظر خود می‌باشد. همچنین، بارهای عاملی بالاتر از $0/5$ به‌عنوان بارهای عاملی معنی‌دار استخراج شدند. لازم به ذکر است که پایایی سازه‌ها با استفاده از آلفای کرونباخ (مقادیر بالاتر از $0/7$) موردتوجه قرار گرفت. برای سنجش برازش مدل به‌دست آمده از سنجش‌های برازش مدل استفاده شد. همچنین به‌منظور تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار LISREL8.8 استفاده شد.

پرسشنامه از دو بخش ویژگی‌های فردی-حرفه‌ای شالی‌کاران و باتوجه به نتایج پیشینه پژوهش چندین گویه مربوط به مؤلفه‌های بهبود مدیریت مزارع برنج تشکیل شده که شالیکاران با استفاده از مقیاس لیکرت به هر گویه امتیاز داده‌اند. به‌منظور سنجش روایی پرسشنامه و تعیین مؤثر بودن عوامل شناسایی‌شده در مرحله مطالعه کتابخانه‌ای و روایی محتوایی مقیاس مورد استفاده، از نظرات اساتید گروه مدیریت و توسعه کشاورزی دانشگاه تهران استفاده گردید و اصلاحات لازم بر اساس آن انجام گردید. سپس بعد از گردآوری داده‌ها از طریق روایی سازه مجدداً اعتبار ابزار تحقیق تأیید شد. برای ارزیابی پایایی یا انسجام درونی پرسشنامه نیز، ضریب آلفای کرونباخ برای هریک از مؤلفه‌ها بررسی شد که نتایج آن در جدول ۱ آمده است که اعتمادپذیری ابزار تحقیق را تأیید می‌کند.

پس از طراحی پرسشنامه پژوهش و تأیید آن در گام سوم، جمع‌آوری داده‌ها انجام شده و در گام چهارم تجزیه و تحلیل اطلاعات و یافته‌ها به‌منظور استخراج پیشنهادات کاربردی انجام گرفت. مهمترین روش پردازش داده‌ها در این تحقیق، تحلیل عاملی تأییدی بوده است، زیرا تحلیل عاملی یک تکنیک آماری است که به‌منظور دستیابی به مجموعه کوچکی از متغیرهای مشاهده‌نشده که به آن متغیرهای نهفته یا عامل می‌گویند از طریق کوواریانس بین مجموعه‌ای وسیع‌تر از متغیرهای مشاهده‌شده که آن را متغیرهای آشکار نیز می‌نامند مورد استفاده قرار

جدول ۱- میزان پایایی ابعاد مقیاس اصلی تحقیق بر اساس آلفای کرونباخ

Table 1- Reliability of main research scale dimensions: Cronbach's Alpha analysis

مقیاس اصلی Mani scale	مؤلفه‌ها Components	تعداد گویه No. of items	آلفای کرونباخ Cronbach alpha coefficient
بهبود مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار Improving the management of rice fields in Rudbar County	مدیریت آب و خاک Soil and water management	25	0.76
	نیروی انسانی و سرمایه اجتماعی Human resources and social capital	18	0.78
	مدیریت تغذیه Nutrition management	11	0.81
	مدیریت آفات و بیماری‌ها و علف هرز Management of pests, diseases and weeds	12	0.77
	مدیریت فنی-زراعی Agro-technical management	10	0.84
	مدیریت فروش و بازاریابی Sales and marketing management	11	0.75

Source: Research findings مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج و بحث

یافته‌های توصیفی

و فقط ۴/۷ درصد در گروه سنی ۶۱ سال و بیشتر قرار دارند. توزیع فراوانی شالیکاران برحسب نوع برنج کشت شده نشان می‌دهد که ۴۷/۶ درصد آنها در زمان مطالعه برنج رقم هاشمی کشت کرده بودند و ۲۷ درصد زیر یک هکتار زمین زیرکشت داشتند. درضمن اکثر افراد مورد مطالعه (۶۹/۸ درصد) مرد بودند.

باتوجه به یافته‌های تحقیق و براساس اطلاعات مندرج در جدول ۲ اکثر شالیکاران (۳۱/۸ درصد) در گروه سنی ۴۱-۵۰ سال واقع شده‌اند

جدول ۲- توزیع فراوانی پاسخگویان بر اساس ویژگی‌های فردی-حرفه‌ای

Table 2- Frequency distribution of personal and professional characteristics among respondents

متغیر Variable	بعد/طبقه Level/Class	فراوانی Frequency	درصد Percent	Descriptive statistics
سن (سال) Age (Year)	< 31	52	20.7	Mean= 45.5 میانگین=۴۵/۵
	31-40	44	17.5	
	41-50	80	31.8	
	51-60	64	25.3	
	> 60	12	4.7	
نوع برنج کشت شده Types of cultivated rice	Hashemi هاشمی	120	47.6	Mode=Hashemi نما=هاشمی
	Kazemi کاظمی	56	22.3	
	Both هر دو	76	30.1	
زمین زیرکشت (هکتار) Land under cultivation (Ha)	<1	68	27	Mode= <1 نما= زیر یک
	1-2	62	24.6	
	2.1-3	50	19.8	
	3.1-4	42	16.7	
	4.1-5	30	11.9	

Source: Research findings مأخذ: یافته‌های تحقیق

۸۸ گویه که باطیف پنج گزینه‌ای لیکرت که براساس نوع مؤلفه‌ها در شش دسته مدیریت آب و خاک، مدیریت نیروی انسانی و سرمایه

مؤلفه‌های بهبود مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار به‌منظور بررسی مؤلفه‌های بهبود مدیریت مزارع برنج از یک‌مقیاس با

اجتماعی، مدیریت تغذیه، مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف‌هرز، مدیریت فنی- زراعی و مدیریت فروش و بازاریابی طبقه‌بندی شده بودند، استفاده‌گردید. همان‌گونه که در **جدول ۳** ملاحظه می‌شود از بین گویه‌های مؤلفه مدیریت آب و خاک گویه "انجام عملیات تکمیلی آبیاری در دوره رشد برنج" باکمترین ضریب‌تغییرات (۰/۱۶۲)، دارای بیشترین اهمیت بوده و در اولویت اول قرار گرفته است. همچنین گویه‌های "تخلیه روان‌آب‌های اضافی از سطح شالیزار در زمان مناسب" و "به‌کارگیری تجربیات محلی و دانش بومی مناسب در آبیاری شالیزار" به‌ترتیب در اولویت‌های دوم و سوم مؤلفه مدیریت آب و خاک قرار دارند. از بین گویه‌های مؤلفه مدیریت نیروی انسانی و سرمایه اجتماعی گویه "استفاده از نیروی کار محلی باتجربه در مزرعه" باکمترین ضریب تغییرات (۰/۱۷۱)، دارای بیشترین اهمیت بوده و در اولویت اول قرار گرفته است. همچنین گویه‌های "افزایش اعتماد و احترام شالیکاران به یکدیگر در مراودات کاری" و "گذار از نظام سنتی و عرفی کشت به نظام مدرن" به‌ترتیب در اولویت‌های دوم و سوم مدیریت سرمایه- انسانی- اجتماعی قراردارند. از بین گویه‌های مؤلفه مدیریت تغذیه گویه "مصرف کود تقویتی بعد از نشاء کاری" با کمترین ضریب‌تغییرات (۰/۱۷۵)، دارای بیشترین اهمیت بوده و در اولویت اول قرار گرفته است. همچنین گویه‌های "بکارگیری شیوه‌های ایجاد حاصلخیزی خاک در

مزرعه" و "مدیریت استفاده از کود دامی در شالیزار" به‌ترتیب در اولویت‌های دوم و سوم مؤلفه مدیریت تغذیه قرار دارند. از بین گویه‌های مؤلفه مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز گویه "کاشت همزمان مزارع برنج همجوار" باکمترین ضریب‌تغییرات (۰/۱۷۵)، دارای بیشترین اهمیت بوده و در اولویت اول قرار گرفته است. همچنین گویه‌های "وجین کردن علف‌های هرز اطراف مزرعه و روی مرزها" و "استفاده درست از سموم در کنترل آفات و بیماری‌های برنج" به‌ترتیب در اولویت‌های دوم و سوم مؤلفه مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز قرار دارند. از بین گویه‌های مؤلفه مدیریت فنی-زراعی گویه "رعایت فاصله کاشت بوته‌ها" باکمترین ضریب‌تغییرات (۰/۱۷۴)، دارای بیشترین اهمیت بوده و در اولویت اول قرار گرفته است. همچنین گویه‌های "استفاده از بذور اصلاح‌شده در مزرعه" و "دسترس‌ی به بذور باکیفیت محلی" به‌ترتیب در اولویت‌های دوم و سوم مؤلفه مدیریت فنی-زراعی قرار دارند. از بین گویه‌های مؤلفه مدیریت فروش و بازاریابی گویه "فروش محصول برنج توسط دوستان و آشنایان" باکمترین ضریب‌تغییرات (۰/۱۶۹)، دارای بیشترین اهمیت بوده و در اولویت اول قرار گرفته است. همچنین گویه‌های "فروش برنج توسط مشتریان ثابت" و "حذف افراد سودجو از چرخه بازاریابی برنج" به‌ترتیب در اولویت‌های دوم و سوم مؤلفه مدیریت فروش و بازاریابی قرار دارند.

جدول ۳- ادراک پاسخگویان نسبت به اولویت نشانگرها در مؤلفه‌های مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار

Table 3- Perceived priority of management component indicators in rice fields: respondents' perspective in Rudbar county

انواع مولفه Components	گویه‌ها Indicators/items	میانگین Mean	انحراف معیار SD	ضریب تغییرات CV	اولویت Rank
مدیریت آب و خاک Soil and water management	انجام عملیات تکمیلی آبیاری در دوره رشد برنج Carrying out additional irrigation operations during the rice growth period	4.048	0.654	0.162	1
	تخلیه روان‌آب‌های اضافی از سطح شالیزار در زمان مناسب Draining excess runoff from the paddy field at the right time	4.984	0.884	0.177	2
	مشارکت در لای‌روبی کانال‌های عمومی انتقال آب Participation in the dredging of public water transfer channels	4.270	0.782	0.183	3
	به‌کارگیری تجربیات محلی و دانش بومی مناسب در آبیاری شالیزار Applying local experiences and local knowledge in paddy field irrigation	4.095	0.772	0.189	4
	تسطیح مناسب زمین برای افزایش راندمان آبیاری Proper land leveling to increase irrigation efficiency	3.968	0.757	0.191	5
	توجه به کیفیت آب در تولید برنج Attention to water quality in rice production	4.302	0.849	0.197	6
	فراهم کردن شرایط بهتری از نظر نرم بودن خاک در زمان کاشت Providing better conditions in terms of soil softness at the time of planting	4.143	0.835	0.201	7
	جلوگیری از ورود فاضلاب شهری و خانگی به رودخانه‌های تغذیه‌کننده شالیزارها Preventing urban and domestic sewage from entering the rivers that feed rice fields	4.302	0.886	0.206	8

	یکپارچه کردن زمین برای بهبود عملیات خاک‌ورزی Integrating land to improve tillage operations	4.079	0.843	0.207	9
	همکاری با دیگر کشاورزان در برداشت از منابع آب اشتراکی مانند آب رودخانه Cooperating with other farmers in harvesting from shared water sources such as river water	4.016	0.865	0.215	10
	کنترل ورود گل و لای حاصل از سیلاب بصورت مستقیم به مزرعه Controlling the entry of mud from flood directly into the farm	4.095	0.905	0.221	11
	تنظیم میزان آب ورودی به شالیزار Adjusting the amount of water entering the paddy field	4.095	0.957	0.234	12
	جلوگیری از ورود سموم شیمیایی به آب آبیاری Preventing chemical poisons from entering irrigation water	4.095	0.989	0.242	13
	مدیریت آب ورودی به شالیزار و صرفه‌جویی آن Management of incoming water to the paddy field and saving it	3.778	0.969	0.256	14
	پوشش انهار اصلی انتقال آب به مزرعه در جهت کاهش اتلاف آب Covering the main reservoir to transfer water to the farm in order to reduce water loss	3.556	0.990	0.279	15
	بکارگیری فناوری‌های جدید مدیریت صحیح منابع آب Applying new technologies for proper management of water resources	3.66	1.101	0.300	16
	توجه به نوآوری و خلاقیت در بهبود بهره‌وری آب شالیزار Paying attention to innovation and creativity in improving the water productivity of paddy fields	3.603	1.094	0.304	17
	استفاده از آب‌های فصلی و سرریز برای آبیاری مزرعه Using seasonal and overflow waters for field irrigation	3.048	0.968	0.318	18
	مشارکت در طرح‌های جهاد کشاورزی در زمینه ارتقای بهره‌وری آب کشاورزی Participation in agricultural-Jihad projects in the field of improving agricultural water productivity	3.429	1.167	0.340	19
	آب‌دهی مناسب در دوران خزانه‌گیری Proper watering during seedling nursery	3.508	1.222	0.348	20
	آشنایی با روش‌های مقابله با مخاطرات کمبود آب Knowing the methods of dealing with the risks of water shortage	3.540	1.260	0.356	21
	شرکت در دوره‌های آموزش مهارت‌های بهره‌وری آب در کشاورزی Participation in training courses on water efficiency skills in agriculture	3.302	1.232	0.373	22
	ایجاد مخزن ذخیره آب برای کنترل نوسانات آبی Creating a water storage pool to control water fluctuations	3.254	1.275	0.392	23
	استفاده از آب‌های زیر زمینی برای آبیاری شالیزار Use of underground water for paddy field irrigation	3.016	1.354	0.449	24
	استفاده مناسب از آب باران در کشت برنج Proper use of rainwater in rice cultivation	2.952	1.551	0.525	25
نیروی انسانی و سرمایه اجتماعی Human resources and social capital	استفاده از نیروی کار محلی باتجربه در مزرعه Using experienced local labor in the farm	4.079	0.698	0.171	1
	افزایش اعتماد و احترام شالیکاران به یکدیگر در مراودات کاری Increasing the trust and respect of rice farmers to each other in business relations	4.206	0.802	0.191	2
	گذار از نظام سنتی و عرفی کشت به نظام مدرن Transition from the traditional and conventional cultivation system to the modern system	3.968	0.757	0.191	3
	افزایش عزت‌نفس کشاورزان و آگاهی آنان از توانمندی‌های خودشان Increasing the self-esteem of farmers and their awareness of their own capabilities	3.873	0.747	0.193	4
	آموزش شیوه‌های نوین شالیکاری به کشاورزان Teaching new rice farming methods to farmers	4.222	0.846	0.200	5

	همیاری و همکاری شالیکاران در کارهای مزرعه Assistance and cooperation of rice farmers in field work	4.111	0.858	0.209	6
	بهبود سطح سلامتی جسمی شالیکاران از طریق ارائه خدمات بهداشتی مناسب Improving the physical health of rice farmers by providing appropriate health services	4.000	0.893	0.223	7
	آموزش شالیکاران برای استفاده از نوآوری‌ها و تجهیزات و ماشین‌آلات کشاورزی جدید Training rice farmers to use innovations and new agricultural equipment and machinery	3.952	0.882	0.223	8
	ارتباط موثر شالیکاران با کارشناسان جهاد کشاورزی Effective communication between paddy farmers and agricultural Jihad experts	3.905	0.957	0.245	9
	ایجاد شبکه همکاری بین شالیکاران Creating a cooperation network between rice farmers	3.857	0.959	0.249	10
	اعطای وام‌های بلندمدت با بهره کم جهت خرید ادوات کشاورزی به شالیکاران Granting long-term low-interest loans to rice farmers for the purchase of agricultural equipment	4.032	1.009	0.250	11
	توسعه تعاونی‌های تولید کشاورزی در بین شالیکاران Development of agricultural production cooperatives among rice farmers	3.683	0.942	0.256	12
	افزایش مهارت و دانش فنی برنجکاری Increasing the skill and technical knowledge of rice farming	3.794	0.980	0.258	13
	توسعه نهادهای حمایتی دولتی از کشاورزان Development of government support institutions for farmers	3.921	1.015	0.259	14
	شرکت در دوره‌های آموزشی شالیکاری Participation in rice farming training courses	3.714	0.985	0.265	15
	ایجاد شغل برای جوانان در شالیکاری Creating jobs for young people in rice farming	3.651	0.980	0.269	16
	تولید و توزیع نشریات و کتاب‌های مرتبط با مدیریت مزرعه برنج Production and distribution of publications and books related to rice farm management	3.571	1.207	0.338	17
	استفاده از شبکه‌های اجتماعی در ارتقای دانش فنی کشاورزان Using social networks to improve the technical knowledge of farmers	3.476	1.235	0.355	18
مدیریت تغذیه Nutrition management	مصرف کود تقویتی بعد از نشاءکاری Use of complementary fertilizer after seedling planting	4.365	0.764	0.175	1
	بکارگیری شیوه‌های ایجاد حاصلخیزی خاک در مزرعه Using the methods of creating soil fertility in the field	3.825	0.748	0.195	2
	مدیریت استفاده از کود دامی در شالیزار Management of fertilizer use in paddy fields	3.825	0.769	0.201	3
	برجای گذاشتن بقایای گیاهی در مزرعه و مخلوط کردن آن با خاک Leaving plant residues in the field and mixing it with soil	3.810	0.908	0.238	4
	افزایش میزان ماده آلی موجود در خاک شالیزار Increasing the amount of organic matter in paddy field soil	3.651	0.947	0.259	5
	استفاده از کودهای سبز در افزایش محصول Use of green fertilizers to increase the yield	3.730	0.981	0.263	6
	رعایت مصرف مناسب کود ازته و فسفات Compliance with the proper use of nitrogen and phosphate fertilizers	3.667	1.026	0.280	7
	استفاده از کلش در مزارع خود Use straws in your fields	3.540	0.991	0.280	8
	بکارگیری چرخه برنج ماهی در مزرعه Applying the rice-fish cycle in the farm	3.318	1.260	0.380	9

	پرورش توام ماهی و کشت برنج Integrated fish farming and rice cultivation	3.032	1.347	0.444	10
	استفاده از گیاه آزولا (نوعی جایگزین برای کود شیمیایی برای بهبود حاصلخیزی خاک) Using Azolla plant (an alternative to chemical fertilizer to improve soil fertility)	2.984	1.411	0.473	11
مدیریت آفات و بیماری‌ها و علف هرز Management of pests, diseases and weeds	کاشت همزمان مزارع برنج همجوار Simultaneous planting of neighboring rice fields	3.905	0.685	0.175	1
	وجین کردن علف‌های هرز اطراف مزرعه و روی مرزها Weeding around the farm and on the borders	4.111	0.760	0.185	2
	استفاده درست از سموم در کنترل آفات و بیماری‌های برنج Proper use of pesticides in controlling rice pests and diseases	4.429	0.832	0.188	3
	آشنایی با روش مبارزه با کرم ساقه‌خوار Knowledge to control stem worm	4.016	0.808	0.201	4
	تقسیم کودهای ازته و استفاده از آن در مقدار مناسب در چند نوبت Distribution of nitrogen fertilizers and its use in the right amount in several occasions	3.937	0.816	0.207	5
	وجین کردن و کندن ساقه و پنجه‌های آلوده Weeding and plucking infected stems	3.683	0.834	0.226	6
	بازدید منظم از خزانه برنج Regular visit to the rice nursery	3.587	0.886	0.247	7
	وجین زمین در جهت کاهش آلودگی آفات Weeding the land to reduce pest infestation	3.746	0.961	0.257	8
	استفاده از روش تلفیقی مبارزه با آفات Use of Integrated Pest Management (IPM)	3.619	0.935	0.258	9
	استفاده از روش‌های کنترل بیولوژیک مبارزه با آفات برنج Use of biological control methods to control rice pests	3.667	1.010	0.275	10
	استفاده از روش تلفیقی مبارزه با علف‌های هرز Use of Integrated weed management	3.492	0.992	0.284	11
	ضدعفونی کردن بذور مصرفی Disinfection of used seeds	3.540	1.069	0.302	12
مدیریت فنی-زراعی Agro-technical management	رعایت فاصله کاشت بوته‌ها Compliance with the planting distance of plants	4.286	0.745	0.174	1
	استفاده از بذور اصلاح شده در مزرعه Use of improved seeds in the field	4.079	0.721	0.177	2
	دسترسی به بذور با کیفیت محلی Access to local quality seeds	4.254	0.798	0.188	3
	استفاده از ماله در عملیات تهیه زمین Using land leveler in preparation operations	4.048	0.826	0.204	4
	انتقال به موقع نشاء از خزانه به داخل کرت‌ها Timely transfer of seedlings from the nursery to the interior of plots	4.000	0.893	0.223	5
	مکانیزه کردن عملیات زراعی در مزرعه Mechanization of agricultural operations in the field	3.889	0.912	0.235	6
	استفاده از دیسک در عملیات تهیه زمین Use of disk in land preparation operations	4.048	0.985	0.243	7
	رعایت تاریخ کاشت مناسب محصول Compliance with suitable time of product cultivation	3.857	1.023	0.265	8
	استفاده از ماشین‌های نشاکار Use of seedling planting machines	3.905	1.067	0.273	9
	بکارگیری ماشین کودپاش Using a fertilizer spraying machine	3.825	1.178	0.308	10
مدیریت فروش و	فروش محصول برنج توسط دوستان و آشنایان	4.444	0.753	0.169	1

بازاریابی Sales and marketing management	Selling rice products by friends and relatives				
	فروش برنج توسط مشتریان ثابت Selling rice by regular customers	4.095	0.751	0.183	2
	حذف افراد سودجو از چرخه بازاریابی برنج Removing profiteers from the rice marketing cycle	4.191	0.925	0.221	3
	بسته‌بندی مناسب برنج برای فروش Suitable packaging of rice for sale	3.365	0.999	0.297	4
	استفاده از تبلیغات درست برای فروش Use the right ads to sell	3.349	1.200	0.358	5
	استفاده از فضای مجازی برای فروش و بازاریابی برنج Using virtual space to sell and market rice	3.254	1.210	0.372	6
	استفاده از سیستم توزیع مناسب در فروشگاه‌ها Use of proper distribution system in stores	3.206	1.200	0.374	7
	آشنایی با برندسازی در عرصه فروش Familiarity with branding in the field of sales	3.206	1.289	0.402	8
	حفظ کیفیت برنج در بازاریابی و فروش Profit margin management for better competition in the market(ma10)	3.203	1.306	0.408	9
	مدیریت حاشیه سود برای رقابت‌پذیری در بازار Profit margin management for better competition in the market(ma10)	3.202	1.322	0.413	10
	تنوع بخشی به کانال‌های بازاریابی Diversification of marketing channels(ma11)	3.200	1.328	0.415	11

بارهای عاملی نیز در شکل ۲ نشان داده شده است. مقادیر این شاخص نشان می‌دهد همه متغیرهای نهفته (سازه‌ها) در مدل پیشنهادی از پایایی و روایی مناسبی برخوردارند. همچنین نتایج ارائه شده در این جدول نشان می‌دهد بار عاملی استاندارد شده تمامی نشانگرهای منتخب برای سازه‌های موردنظر بیش از ۰/۵ بوده و از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بودند. این نتیجه حاکی از انتخاب درست و موثر نشانگرها در معرفی سازه‌های مربوطه هستند.

- مدل بهبود مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار

نتایج ارزیابی نیکویی برازش مدل بهبود مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار در جدول ۴ و جدول ۶ ارائه شده است که نشان می‌دهد مدل برازش مناسبی دارد. چنانچه در قسمت قبل اشاره شد، برای ارزیابی پایایی مدل ضریب آلفای کرونباخ ارزیابی گردید. جدول ۴ مقادیر این معیار را برای سازه‌های مدل معادلات ساختاری بالاتر از حد آستانه ۰/۷ نشان می‌دهد که بر اساس آن پایایی مدل تایید می‌شود. مقادیر

جدول ۴- نتایج ارزیابی روایی و پایایی مدل بهبود مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار

Table 4- Validity and Reliability Evaluation of Rice Farm Management Improvement Model in Rudbar County

مؤلفه‌های بهبود مدیریت مزارع COMPONENTS OF FARM MANAGEMENT IMPROVEMENT	INDICATORS	FACTOR LOADINGS	"T" VALUE	CRONBACH ALPHA(A)	AVE	CR
مدیریت آب و خاک Soil and water management (SO)	مدیریت آب ورودی به شالیزار و صرفه‌جویی آن Management of incoming water to the paddy field and (sof1) saving it	0.700	9.33	0.79	0.481	0.782
	کنترل ورود گل و لای حاصل از سیلاب بصورت مستقیم به مزرعه Controlling the entry of mud from flood directly into the (sof2) farm	0.685	9.15			

	جلوگیری از ورود سموم شیمیایی به آب آبیاری Preventing chemical poisons from entering irrigation (sof3) water	0.657	8.18			
نیروی انسانی و سرمایه اجتماعی Human resources and social capital (HS)	ایجاد شبکه همکاری بین شالیکاران Creating a cooperation network between rice (hsh1) farmers	0.699	9.32	0.95	0.460	0.721
	افزایش مهارت و دانش فنی برنجکاری Increasing the skill and technical knowledge of rice (hsh2) farming	0.684	8.66			
	استفاده از شبکه‌های اجتماعی در ارتقای دانش فنی کشاورزان Using social networks to improve the technical (hsh3) knowledge of farmers	0.656	8.40			
مدیریت تغذیه Nutrition management (NU)	مصرف کود تقویتی بعد از نشاءکاری Use of complementary fertilizer after seedling (nu1) planting	0.718	10.25	0.92	0.471	0.858
	رعایت مصرف مناسب کود ازته و فسفات Compliance with the proper use of nitrogen and (nu2) phosphate fertilizers	0.696	9.91			
	برجای گذاشتن بقایای گیاهی در مزرعه و مخلوط کردن آن با خاک Leaving plant residues in the field and mixing it with soil (nu4)	0.639	9.15			
	مدیریت استفاده از کود دامی در شالیزار Management of fertilizer use (nu7) in paddy fields	0.677	9.67			
	استفاده از کلش در مزارع خود Use straws in your fields (nu8)	0.694	9.88			
	استفاده از گیاه آزولا (نوعی جایگزین برای کود شیمیایی برای بهبود حاصلخیزی خاک) Using Azolla plant (an alternative to chemical fertilizer to improve soil (nu9) fertility)	0.695	10.05			
	بکارگیری چرخه برنج-ماهی در مزرعه Applying the rice-fish cycle (nu10) in the farm	0.646	9.25			

مدیریت آفات، بیماریها و علفهای هرز Management of pests, diseases and weeds (PE)	وجین کردن و کندن ساقه و پنجه‌های آلوده Weeding and plucking (pe5) infected stems	0.706	11.55	0.84	0.443	0.798
	کاشت همزمان مزارع برنج همجوار Simultaneous planting of (pe9) neighboring rice fields	0.624	9.87			
	آشنایی با روش مبارزه با کرم ساقه‌خوار Knowledge to control stem (pe10) worm	0.572	8.90			
	وجین زمین در جهت کاهش آلودگی آفات Weeding the land to reduce (pe11) pest infestation	0.707	11.51			
	استفاده از روشهای کنترل بیولوژیک مبارزه با آفات برنج Use of biological control methods to control rice pests (pe12)	0.707	11.52			
مدیریت فنی-زراعی Agro-technical management (TE)	مکانیزه کردن عملیات زراعی در مزرعه Mechanization of agricultural operations in the (te6) field	0.553	7.82	0.86	0.352	0.680
	بکارگیری ماشین کودپاش Using a fertilizer spraying (te7) machine	0.518	7.29			
	استفاده از ماشین‌های نشاکار Use of seedling planting (te8) machines	0.675	9.60			
	استفاده از بذور اصلاح شده در مزرعه Use of improved seeds in the (te9) field	0.625	8.90			
مدیریت فروش و بازاریابی Sales and marketing management (MA)	فروش محصول برنج توسط دوستان و آشنایان Selling rice products by (ma1) friends and relative	0.696	9.58	0.96	0.444	0.890
	فروش برنج توسط مشتریان ثابت Selling rice by regular (ma2) customers	0.674	9.54			
	بسته‌بندی مناسب برنج برای فروش Suitable packaging of rice (ma3) for sale	0.631	9.31			
	استفاده از فضای مجازی برای فروش و بازاریابی برنج Using virtual space to sell (ma4) and market rice	0.629	9.29			
	حفظ کیفیت برنج در بازاریابی و فروش Maintaining the quality of rice in marketing and sales (ma5)	0.685	10.07			

حذف افراد سودجو از چرخه بازاریابی برنج Removing profiteers from the rice marketing cycle (ma6)	0.701	10.29			
آشنایی با برندسازی در عرصه فروش Familiarity with branding in (ma7) the field of sales	0.664	9.78			
استفاده از سیستم توزیع مناسب در فروشگاه‌ها Use of proper distribution (ma8) system in stores	0.707	10.38			
استفاده از تبلیغات درست برای فروش Use the right ads to sell (ma9)	0.659	9.70			
مدیریت حاشیه سود برای رقابت ذیری در بازار Profit margin management for better competition in the market(ma10)	0.641	9.46			
تنوع بخشی به کانال های بازار یابی Diversification of marketing channels(ma11)	0.694	10.19			

Source: Research findings

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مصدق ندارد (بارهای عاملی کمتر از ۰/۶). حفظ این نشانگرها در مدل صرفاً به این دلیل است که حذف آن‌ها منجر به بهبود شاخص‌های برازش مدل نگردد. به‌طور کلی، اصلاح مدل تحلیل عاملی تأییدی منجر به افزایش ضرایب آلفای کرونباخ و بهبود پایایی سازگاری درونی سازه‌ها شد. سازه‌های مزبور فاقد همبستگی قابل توجه جهت بارگذاری بر یک سازه سطح بالاتر می‌باشند. همچنین مقادیر بارهای عاملی در سازه مدیریت تغذیه بالاتر از مقدار ۰/۶ بوده و در سطح خطای ۵ درصد معنی‌دار هستند. در این پژوهش از مؤلفه مدیریت آب و خاک؛ سه نشانگر و از مؤلفه مدیریت تغذیه؛ چهار نشانگر؛ از مؤلفه مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز؛ هفت نشانگر و از مؤلفه مدیریت فنی-زراعی؛ شش نشانگر حذف شدند که نتایج نهایی آن در **جدول ۴** آمده است.

مقادیر پایایی ترکیبی محاسبه شده در **جدول ۴** حاکی از پایایی مناسب مدل توسعه‌یافته است. با عنایت به اینکه برخی از مقادیر AVE کمتر از ۰/۵ به‌دست آمده بود، لذا از معیار فورنل لارکر به‌عنوان آزمون تعقیبی برای اعتبارسنجی اندازه‌گیری مدل به‌شیوه روایی تشخیصی استفاده شد که نتایج نشان داده مقدار ریشه دوم AVE قطری از تمام ضرایب همبستگی مشاهده شده بین سازه‌های تحقیق بزرگتر و اثبات‌کننده روایی تشخیصی است.

در **جدول ۵** شاخص‌های برازش مدل ارائه شده است. مقادیر

ارزیابی مدل دردوگام انجام شد. باتوجه به اینکه مقادیر ضریب آلفای کرونباخ برای اغلب نشانگرها بیانگر پایایی و سازگاری درونی است؛ در گام اول این ضریب برای سازه مدیریت آب و خاک (۰/۵۸) کمتر از مقدار ۰/۷۵ به‌دست آمد که نشان می‌داد این سازه فاقد پایایی است. باتوجه به اینکه مقادیر آماره t برای تمامی نشانگرها بالاتر از حد بحرانی ۱/۹۶ بود و بارهای عاملی در سطح خطای ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با مقدار صفر داشتند و بارهای عاملی استاندارد نیز کمتر از مقدار ۰/۵ بود، سازه‌های موردنظر قادر به تبیین واریانس قابل‌توجهی از نشانگر متناظر خود نبودند. بنابراین مدل اولیه، نیازمند اصلاح بود و باتوجه به اینکه برخی از نشانگرهایی که فاقد بارعاملی قابل‌توجه بودند از مدل حذف شدند و کوواریانس خطاهای میان نشانگرها باقی‌مانده در جهت بهبود برازش مدل آزاد شدند و مقدار آلفای کرونباخ به ۰/۷۹ ارتقا یافت. در گام دوم بارهای عاملی مربوط به نشانگرهای مرتبط با سازه مدیریت تغذیه بالاتر از ۰/۶۳ بودند. مقدار t برای این نشانگرها بالاتر از حد بحرانی ۱/۹۶ است. بنابراین، بارهای عاملی موجود در این سازه اختلاف معنی‌داری با صفر داشتند. مقدار آلفای کرونباخ برای این سازه بعد از حذف نشانگرهای ضعیف‌تر برابر ۰/۹۲ به‌دست آمد که نشانگر پایایی‌درونی آن می‌باشد. بارهای عاملی متناظر با سایر نشانگرهای مرتبط با پنج سازه دیگر دارای مقادیری بالاتر از ۰/۶ می‌باشند. این موضوع برای برخی از نشانگرهای مربوط به سازه مدیریت فنی - زراعی

عاملی موجود، مولفه‌های مؤثر بر بهبود مدیریت مزارع برنج را به خوبی تبیین می‌کند. نمادها یا علائم اختصاری مولفه‌ها و نشانگرها این مدل در جدول ۴ تبیین گردیده‌اند.

محاسبه‌شده برای این شاخص‌ها در آستانه مقادیر مطلوب قرار دارد. بنابراین می‌توان دریافت که مدل به‌دست‌آمده بر داده‌ها برازش دارد. براساس شکل ۳ کلیه بارهای عاملی در سطح اطمینان ۹۵ درصد، معنادار هستند. این حاکی از تبیین بالایی بهبود مدیریت کل مزارع برنج در شهرستان رودبار توسط سازه‌های منتخب است. به عبارت دیگر ساختار

جدول ۵- شاخص‌های برازش مدل

Table 5- Model fit indices

شاخص Indicator	حد مطلوب Optimal limit	مقدار محاسبه‌شده Calculated limit
میانگین مجذور پس‌ماندها (RMR)Root Mean Square Residual	نزدیک به صفر Close to zero	0.096
میانگین مجذور پس‌ماندها استاندارد شده Standardized Root Mean Square (SRMR)Residual	نزدیک به صفر Close to zero	0.0182
شاخص برازندگی (GFI) goodness-of-fit index	۰/۸۵ و بالاتر 0.85 and greater	0.98
شاخص نرم‌شده برازندگی (NFI) Normed fit index	۰/۹ و بالاتر 0.90 and greater	0.98
شاخص برازندگی تطبیقی (CFI) index comparative fit	۰/۹ و بالاتر 0.90 and greater	0.98
ریشه دوم برآورد واریانس خطای تقریب Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	۰/۰۸ و کمتر 0.08 and lower	0.0001

Source: Research findings

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۶- روایی تشخیصی مدل بر اساس معیار فورنل-لارکر

Table 6- Discriminant validity assessment of the model using Fornell-Larcker criterion

مؤلفه Component	1	2	3	4	5	6
مدیریت آب و خاک (SO) Soil and water management	0.693					
نیروی انسانی و سرمایه اجتماعی (HS) Human resources and social capital	0.248	0.678				
مدیریت تغذیه (NU) Nutrition management	0.375	0.574	0.686			
مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز (PE) Management of pests, diseases and weeds	0.228	0.475	0.178	0.665		
مدیریت فنی-زراعی (TE) Agro-technical management	0.248	0.478	0.378	0.408	0.593	
مدیریت فروش و بازاریابی (MA) Sales and marketing management	0.578	0.405	0.247	0.378	0.450	0.666

Source: Research findings

ماخذ: یافته‌های تحقیق

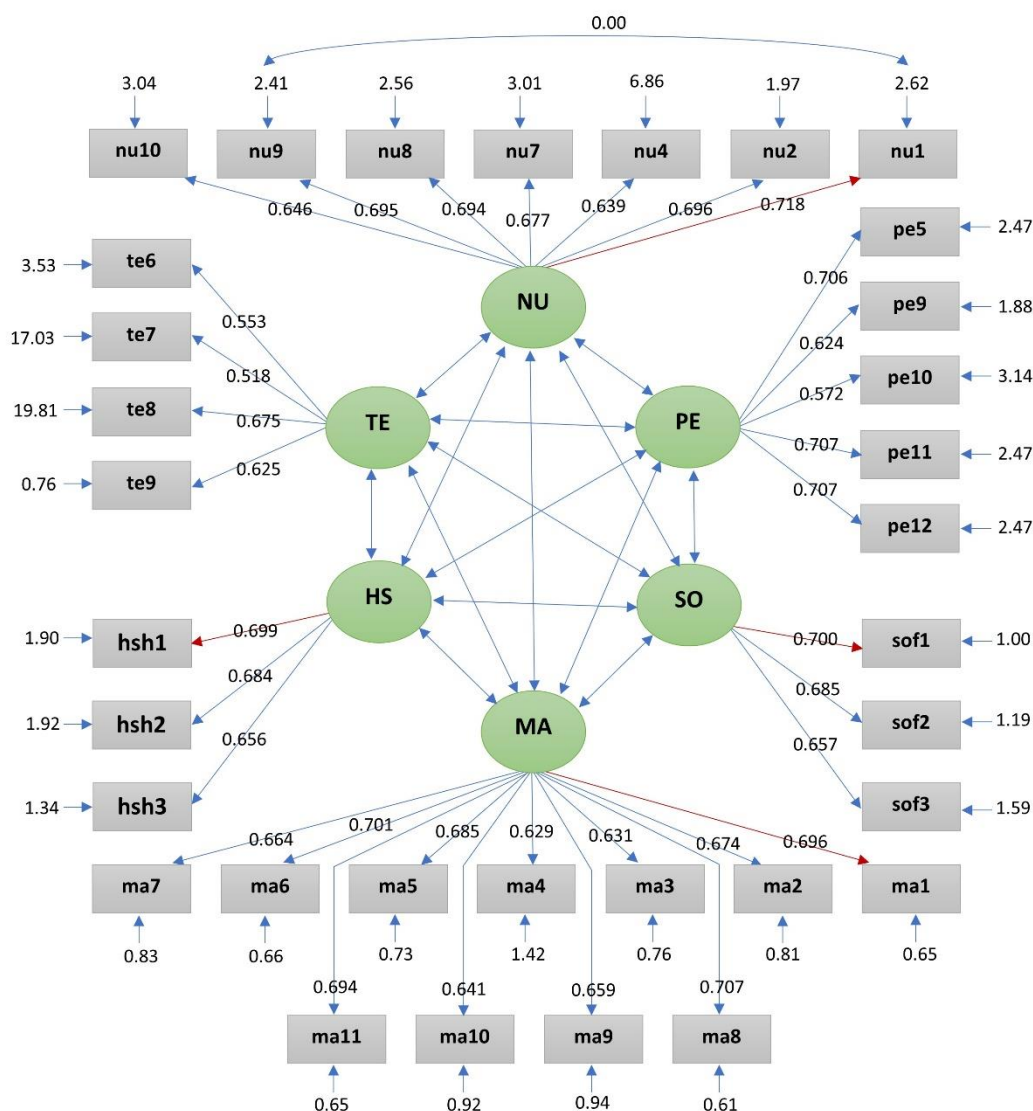
نتایج و بحث

فزاینده به مواد غذایی، پرداختن به توسعه این بخش به‌ویژه در مورد محصولات اساسی مانند برنج بسیار مهم و ضروری است. این تحقیق با هدف تحلیل مؤلفه‌های مؤثر بر مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار انجام شده است. بدین‌منظور با اتکاء بر مطالعات کتابخانه‌ای و پیمایشی، مدل مؤلفه‌های مؤثر بر بهبود مدیریت مزارع برنج طراحی و

در عصر حاضر کشاورزی، مهم‌ترین و حیاتی‌ترین فعالیت بشر در جهت تأمین پایداری، توسعه و امنیت غذایی جامعه است. باتوجه به- رشد روزافزون جمعیت، ضرورت پرداختن به الزامات پایداری و تقاضای

و مدیریت فروش و بازاریابی مهم‌ترین مؤلفه‌های اثرگذار بر بهبود مدیریت مزارع برنج هستند.

تأیید شد. برای اعتبارسنجی مدل، دیدگاه ۲۵۲ نفر شالیکار فعال در شهرستان رودبار گردآوری شد. باتوجه به شاخص‌های محاسبه شده، پایایی و روایی مدل تأیید گردید. باتوجه به نتایج تحقیق سازه‌های مدیریت آب و خاک؛ مدیریت نیروی انسانی و سرمایه اجتماعی؛ مدیریت تغذیه؛ مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز؛ مدیریت فنی-زراعی



شکل ۳- مدل استاندارد مؤلفه‌های مؤثر بر بهبود مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار

Figure 3- Standardized model of effective components for improving rice field management in Rudbar county

(Takeshima and Mano, 2023). درواقع، برنج از جمله محصولاتی است که نیازهای آبی بالایی دارد و باتوجه به محدودیت‌های منابع آب لازم است مدیریت بهینه منابع آبی به‌عنوان یک ضرورت در تولید این محصول مدنظر قرار گیرد (Pan et al., 2019). همچنین، نظر به اینکه مزارع برنج به‌طور مستمر باتالاقی بوده و مقداری از ساقه برنج در آب قرار دارد، می‌بایست به کیفیت منابع آب ورودی و عاری بودن

برخی مطالعات گذشته بسیاری نیز بر بهبود مدیریت مزارع برنج تاکید نموده‌اند (Larijani et al., 2019; Hajjar et al., 2023; Sharma et al., 2022). نتایج اولویت‌بندی مؤلفه‌های مدیریت مزارع برنج نشان داد که مدیریت آب و خاک مشتمل بر ابعادی همچون استفاده بهینه از منابع آب، توجه به کیفیت آب ورودی و کنترل رسوبات، و جلوگیری از ورود سموم و فاضلاب‌ها به مزارع می‌باشد

از گل‌ولای و رسوبات توجه شود. زیرا عدم توجه به این موضوع می‌تواند منجر به انباشت رسوبات شود و در شرایط ویژه‌ای که چرخه برنج-ماهی به‌عنوان گزیداری برای کنترل آفات و بیماری‌ها مدنظر است، عملکرد کلی هر دو محصول را کاهش دهد.

مدیریت تغذیه نیز به‌عنوان یکی از جنبه‌های فنی مدیریت مزارع برنج در شهرستان رودبار مورد شناسایی قرار گرفت. همان‌گونه که نتایج تحقیق نشان داد، مصرف کودهای تقویتی یا مکمل بعد از نشاءکاری، رعایت مصرف انواع کودها و استفاده از بقایای گیاهی و حیوانی در فرآیند کاشت و داشت به‌عنوان ابعاد مهم مدیریت تغذیه شالیزارها به-شمار می‌روند و استفاده از شیوه‌های نوین حاصلخیزی خاک در راستای افزایش بهره‌وری تولید در بین شالی‌کاران اهمیت بسزایی دارد (Raisi, 2019; Lyu et al., 2021; Monfared and Yavari, 2019). علاوه بر موارد مذکور به‌نظر می‌رسد مدیریت تغذیه می‌تواند در کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی نقش چشمگیری داشته باشد که این موضوع در خصوص مزارع برنج نیز مصداق دارد.

مدیریت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز از جمله ابعاد دیگری است که بهبود مدیریت مزارع برنج را تداعی می‌کند. براساس نتایج تحقیق؛ مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاه برنج مبتنی بر رویکرد ی روش تلفیقی به نتایج مطلوب‌تری می‌رسد. به‌این دلیل که کاشت همزمان مزارع در ایجاد یکپارچگی بین مزارع کمک می‌کند و بدین ترتیب دفع آفات به سهولت و با مشارکت سایر شالیکاران انجام می‌شود (He et al., 2020; Motamed et al., 2022). بنابراین این‌گونه می‌توان استنباط نمود که تلفیق شیوه‌های مبارزه فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک از جمله روش‌های مناسب برای مدیریت آفات و بیماری‌های مزارع برنج به‌شمار می‌رود و موجب پایداری بیشتر مزارع می‌شود (Amooghli and Nasiri, 2019). البته موفقیت این طرح‌ها مستلزم مشارکت همه جانبه همه کشاورزان است (Motamed et al., 2022). باید توجه داشت در وهله اول روش‌های مزبور مکمل یکدیگر هستند و به‌طور هم‌افزا می‌توانند اثربخش باشند و در وهله بعد، پایداری زیست‌محیطی، حفاظت از منابع آب و تنوع زیستی موجود در خاک از طریق این شیوه‌ها به‌نحو مطلوب‌تری تضمین می‌شود. در شهرستان رودبار، استفاده از آفت‌کش و علف‌کش‌های شیمیایی به‌عنوان راهکارهای مدیریت آفات و بیماری‌های برنج مطرح نیست. یکی از دلایل احتمالی آن است که هزینه‌های مصرف این آفت‌کش‌ها نسبتاً بالا می‌باشد و در بلندمدت نسبت به آن‌ها مقاومت ایجاد می‌شود. بدین معنا که مصرف بیش از حد آن‌ها نمی‌تواند جمعیت آفات و بیماری‌ها را کاهش دهد و صرفاً منجر به آلودگی منابع آب، خاک و افزایش هزینه‌های متغیر شالی‌کاران می‌شود.

در حوزه ویژگی‌های فنی-زراعی؛ نتایج نشان داد که استفاده از ماشین نشاءکار و بذور اصلاح‌شده، مکانیزه‌کردن عملیات کشت و بکارگیری ماشین کودپاش از جمله ابعاد مهمی هستند که مدیریت

ویژگی‌های فنی-زراعی مزارع برنج را تبیین می‌کنند. این ابعاد به‌وضوح بیانگر این موضوع هستند که مزارع برنج نیازمند نوعی نوآوری برای مکانیزه‌سازی و استفاده یهینه از ادوات کشاورزی مدرن می‌باشند (Vahedi et al., 2018) و بطور همزمان بهبود زیر ساخت‌های مکانیزاسیون، ارایه خدمات پشتیبانی و پس از فروش بهتر و تجمیع واحدهای کوچک در صورت امکان (Yousefzadeh and Firouzi, 2016). درواقع، شالی‌کارها می‌بایست برای مدیریت عملیات فنی و زراعی خود به‌سوی استفاده از نوآوری‌هایی در زمینه مکانیزاسیون گام بردارند. این موضوع با این حقیقت پیوند خورده است که عملیات کاشت برنج به‌لحاظ شرایط نیروی کار و عملیات فنی به‌شدت کاربر و طاقت-فرساست. بنابراین، استفاده از ماشین‌های کاشت نشاء و کودپاش می-تواند فرآیندهای کاشت را تسهیل نماید. هرچند کارایی مقیاس در مزارع کوچک برنج بیشتر است، کارایی فنی در مزارع بزرگتر بالاتر است (Shahbazi and Samdeliri, 2017) که می‌تواند به‌دلیل کارایی بالاتر مکانیزاسیون در این واحدها باشد. لازم به ذکر است که مدیریت فنی - زراعی مزارع با مدیریت تغذیه دارای رابطه هم‌وابستگی بالایی هستند. از این رو این دو سازه در قالب دو بعد مدیریتی مرتبط مطرح هستند که می‌بایست رابطه آن‌ها در چرخه مدیریت تولید برنج مدنظر قرار گیرد. بدین معنا که بهبود عملیات زراعی (بذور اصلاح‌شده) و فنی (استفاده از ماشین‌آلات) با عملیات تغذیه در ارتباط است.

براساس نتایج تحقیق، مدیریت نیروی انسانی و سرمایه اجتماعی مشتمل بر ابعادی همچون توسعه سرمایه‌های اجتماعی، افزایش دانش و مهارت‌ها و استفاده از رسانه‌های ارتباط جمعی برای توسعه مهارت‌ها و توسعه شغلی است. درواقع نتایج حاکی از آن است که توسعه همکاری‌های شالی‌کاران، اعتمادسازی و ایجاد تشکلهای (Jamshidi et al., 2014) به‌عنوان رهیافتی در جهت احیای سرمایه‌های اجتماعی این تولیدکنندگان مدنظر قرارگیرد. در این زمینه توجه به قابلیت‌های رسانه‌ها، دانش و مهارت‌آموزی و آموزش‌های ترویجی (Gebre et al., 2021) و استفاده از منابع اطلاعاتی مختلف در مدیریت ریسک مزارع برنج (Charmchian Langerodi, 2015) می‌تواند حائز اهمیت باشد. در واقع، قابلیت‌های رسانه‌ای در عصر جدید می‌تواند منجر به بهبود زمینه‌ای اعتمادسازی و توسعه همکاری‌ها گردد. به‌طور کلی، تشکلهای و بهره‌گیری از قابلیت‌های رسانه‌ای می‌تواند اعتمادسازی و توسعه همکاری‌ها را برای بهبود سرمایه اجتماعی شالی‌کاران تسهیل نماید.

مدیریت فروش و بازاریابی به‌عنوان آخرین بعد از مدیریت مزارع برنج مطرح است. نتایج نشان داد که استفاده از سیستم توزیع مناسب در فروشگاه‌ها، حذف افراد سودجو از چرخه بازاریابی، فروش برنج توسط مشتریان ثابت و مواردی از این قبیل به‌عنوان ابعاد فروش و بازاریابی برنج مطرح هستند. بدین معنا که تسهیل بازاریابی و فروش برنج در گرو نوعی نظام توزیعی مناسب است که هم از نظر کمی و هم از نظر کیفی

تشکل‌های صنفی محلی با محوریت محصول برنج و فعالیت شالیکاران در منطقه ایجاد گردد و در زمینه‌های زیر به تولیدکنندگان خدمات ارائه دهند:

الف: فراهم کردن خدمات مشاوره‌ای و فنی و آموزشی درخصوص چالش‌های پیش‌روی تولیدکنندگان مانند روش‌های کنترل آفات و بیماری‌ها؛

ب: تامین نهاده‌ها و فناوری‌های نوین تولیدی با قیمت مناسب و با کارایی بالا (مانند نشاء کار و ...)

ج: برگزاری دوره‌های آموزشی برای شالی کاران و مهارت‌آموزی آن‌ها درخصوص بکارگیری عملیات خوب مدیریتی درون مزرعه‌ای؛
د: بهبود عملیات پس از برداشت محصول شامل فرآوری، انبارداری و عرضه به بازار.

- استقرار یک نظام قراردادی تولید و فروش برنج توسط تشکل‌های محلی تخصصی به‌عنوان یک ضرورت برای بهبود مدیریت مزارع برنج و فراهم کردن نهاده‌های ضروری برای کشاورزان فقیر مطرح است. زیرا این نظام قراردادی می‌تواند ضمن فراهم‌آوری منابع تولید، الزامات کشت و خدمات حمایتی و مشاوره‌ای، نظام بازاریابی و فروش محصول را نیز ساماندهی نماید. بنابراین، به نظر می‌رسد یک نظام کشاورزی قراردادی به‌عنوان راهکار برون‌رفت از چالش‌های نظام تولید برنج ضرورت دارد.

- راه‌اندازی کانال‌های تخصصی مرتبط با تولید برنج در شبکه‌های مجازی و عضویت شالی کاران در جهت توسعه مهارت‌های فنی آن‌ها. در این زمینه می‌تواند با ارائه محتوای فنی به توسعه مهارت‌های شالی کاران کمک نماید.

- راه‌اندازی پلتفرم‌های بازاریابی مجازی برای تسهیل بازاریابی و فروش برنج توسط شالی کاران که می‌تواند از طریق نهادهای دولتی ذی‌ربط حمایت شود و از طریق تشکل‌های تخصصی ساماندهی، پیاده‌سازی و مدیریت گردد. لازم به ذکر است که طراحی الگوی کسب‌وکار مناسب در این زمینه ضرورت دارد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه تهران در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت کشاورزی به اجرا در آمده است که از این نهاد محترم تشکر و قدردانی بعمل می‌آید.

دارای پاسخگویی لازم باشد و بتواند به کاهش نقش نظام دلالی منجر شود (Mataia et al., 2020). بدین ترتیب، این نظام توزیعی و مدیریت بازار می‌تواند از دوستان و آشنایان و مشتریان ثابت آغاز شود و از طریق تبلیغات صحیح، برندسازی همزمان با تعیین یک قیمت منطقی (Aghasafari and Karbasi, 2017) و توسعه سیاست‌های رفاهی حمایتی از خانوارهای روستایی (Hosseini Kiani et al., 2017) به یک بازار وسیع‌تر و کارآمدتر توسعه یابد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به‌منظور برآورد نیاز غذایی جمعیت رو به رشد ضروری است تولید برنج به‌عنوان یک ماده غذایی اساسی افزایش یابد. بررسی مؤلفه‌های مدیریت زراعی برای تولید بیشتر این محصول در ازای مصرف آب کمتر به‌منظور تامین امنیت غذایی و حفظ سلامت محیط‌زیست حیاتی است. بنابراین باتوجه به اهمیت گیاه‌برنج در کشاورزی، به‌ویژه در ایران و در منطقه رودبار کوشیده شد تا بهترین روش‌های توسعه مزارع برنج همچون بهبود مؤلفه‌های مدیریت منابع آب و خاک؛ مدیریت آفات و بیماری‌ها و علف‌های هرز؛ مدیریت تغذیه؛ مدیریت فروش و بازاریابی؛ مدیریت نیروی انسانی و سرمایه اجتماعی و مدیریت ویژگی‌های فنی - زراعی معرفی شوند. براساس نتایج حاصل از مطالعه و زمینه‌های انجام پژوهش، پیشنهادهای زیر مدنظر قرار می‌گیرد:

- باتوجه به اهمیت مصرف کودهای تقویتی و رعایت مصرف مناسب کودها، پیشنهاد می‌شود، شرکت‌های خدمات فنی-مهندسی با مشارکت شرکت‌های خصوصی اقدام به معرفی کودهای آلی و محلول - های تغذیه‌ای مناسب و ارزان قیمت برای دروهای مختلف رشد و نمو برنج نمایند تا شالیکاران بتوانند با مدیریت تغذیه شالیزارهای خود، کمیت و کیفیت محصول خود را بهبود بخشند.

- باتوجه به نقش مکانیزه کردن فرآیندهای کاشت، داشت و برداشت محصول، پیشنهاد می‌شود از طریق معرفی فناوری‌ها و ماشین‌های جدیدی که با شرایط منطقه و ارقام مورد کشت در مزارع سازگار است، بهره‌وری را افزایش داد. در همین راستا، حمایت از ایده‌های نوآورانه در مراکز رشد و پارک‌ها برای توسعه فناوری‌های نوین مرتبط و برگزاری نمایشگاه‌های سالانه مرتبط با ماشین‌آلات می‌تواند مفید باشد.

- باتوجه به اهمیت سرمایه‌های اجتماعی در بهره‌گیری از ماشین‌آلات مدرن و روش‌های جدید در تولید برنج لازم است

منابع

1. Abbasi, F., Abbasi, N., & Tavakoli, A. (2016). Water efficiency in the agricultural sector; Challenges and prospects, *Water and Sustainable Development Journal*, 4(1), 141-144. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jwsd.v4i1.67121>
2. Abdullahzadeh, Gh., Sharifzadeh, M., & Ahmadi Gurji, H. (2012). Factors affecting the use of biological pest control operations by farmers in rice fields in Sari city. *Journal of Economic Research and Agricultural Development of Iran*, 2-46(4), 688-655. (In Persian). <https://doi.org/20.1001.1.20081758.1394.11.1.14.8>

3. Aghasafari, H., & Karbasi, A. (2017). The impact of attitudes toward branded products on consumer purchase behavior (Case study: rice). *Journal of Agricultural Economics and Development*, 31(2), 149-156. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jead2.v31i2.59724>
4. Agricultural jihad. (2016). *Agricultural management of rice reserves*. Published by the Ministry of Agriculture. (In Persian). https://agrilib.areeo.ac.ir/book_9573.pdf
5. Ahmadi Khatir, M., Ismaili, M.A., Abbasi, R., & Kaveh, M. (2022). Evaluation of morphological traits, yield and yield components of different rice cultivars in direct cultivation in competition with weeds. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 32(2), 18. (In Persian). <https://doi.org/10.22034/saps.2021.44978.2650>
6. Ahmadi, H., Ebadzadeh, H., Hatami, F., Abdshah, H., & Kazemian, A. (2018). Agricultural statistics of the 1396-1397 crop year, first volume: Crops. Planning and Economic Deputy of the Ministry of Jihad Agriculture, p. 95. (In Persian). <https://www.gisoom.com/book>
7. Amini, A., Nouri, H., & Aslani-Sangdeh, B. (2014). Evaluating and measuring the sustainability of rice farming using multi-criteria decision-making methods (case study: Razvanshahr city). *Journal of Agricultural Promotion and Education Sciences of Iran*, 11(1), 101-126. (In Persian). <https://doi.org/20.1001.1.20081758.1394.11.1.8.2>
8. Amoogholi Tabari, M., & Nasiri, M. (2019). Integrated pest management of important rice's pests and canola seed in rotated cultivation system, *Magazine of Rice Farm*, 2(1), 14-21, (In Persian)
9. Asghari Lalami, H., Voladabadi, A., Yazdani, M.R., Zakrin, H., & Qalipour, M. (2019). Evaluating the effect of periodic irrigation management on the physiological indicators of growth and the amount of water consumption of four-digit rice in Gilan province. *Journal of Agricultural Ecology*, 12(4), 595-612. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/agry.2020.37569>
10. Berari, H., & Berimani, H. (2015). Entomology and rice pests. Applied Scientific Higher Education Institute of the Ministry of Jihad Agriculture. P. 176. (In Persian). https://press-extension.areeo.ac.ir/book_85.html
11. Bhandaria, S., Khanala, S., & Dhakalb, S. (2020). Adaption of direct seeded rice over puddled-transplanted rice for resource conservation and increasing wheat yield. *Rev. Food Agriculture*, 1(2), 44-51. <https://doi.org/10.26480/rfna.01.2020.59.66>
12. Boazar, M., Yazdanpanah, M., & Abdshahi, A. (2017). Determinants of rice cultivation pattern change in Shushtar city using interpersonal behavioral theory and health belief models. *Science of Agricultural Promotion and Education of Iran*, 2(14), 18. (In Persian). <http://doi.org/20.1001.1.20081758.1397.14.2.8.5>
13. Carrijo, D.R., Lundy, M.E., & Linquist, B.A. (2017). Rice yields and water use under alternate wetting and drying irrigation: A meta-analysis. *Field Crops Research*, 203, 173-180. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.12.002>
14. Charmchian Langerodi, M. (2015). An investigation of factors affecting the management of risk for the rice cultivating women in Sari town with LISREL application. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 29(2), 126-138. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jead2.v0i0.34739>
15. Dalili, A., Berari, H., Ramzanpour, M., Hosseini Chalashtri, M., Mahmoudi, M., Bahadri, M., Nur Alizadeh, M., Cherati, A., Shahabian, M., Berari, H., & Farhadi, A. (2019). Management of organic rice production. *Rice Promotion Journal*, 2(1), 3. (In Persian)
16. Darzi Naft Chali, A., & Karandish, F. (2015). Management of rice cultivation in Mazandaran province under climate change conditions. *Journal of Water Research in Agriculture*, 30(3), 346-333. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/jwra.2016.107154>
17. Devkota, K.P., Khanda, C.M., Beebout, S.J., Mohapatra, B.K., Singleton, G.R., & Puskur, R. (2020). Assessing alternative crop establishment methods with a sustainability lens in rice production systems of Eastern India. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118835. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118835>
18. Ebrahimi, S. (2021). The first Mechanized harvesting of rice product in Rudbar county, Mehrnews Agency, News Code: 5274875, Available at: <https://www.mehrnews.com/news/5274875>.
19. Gebre, G.G., Isoda, H., Rahut, D.B., Amekawa, Y., & Nomura, H. (2021). Gender differences in agricultural productivity: Evidence from maize farm households in southern Ethiopia. *GeoJournal*, 86, 843-864. <https://doi.org/10.1007/s10708-019-10098>
20. Geological Survey & Mineral Exploration of Iran. (GSMEI). (2019). Rudbar County, Available at: <https://gsi.ir/guilan/fa/page/3527>
21. Hajjar, M.J., Ahmed, N., Alhudaib, K.A., & Ullah, H. (2023). Integrated insect pest management techniques for rice. *Sustainability*, 15(5), 4499. <https://doi.org/10.3390/su15054499>
22. He, G., Wang, Z., & Cui, Z. (2020). Managing irrigation water for sustainable rice production in China. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118928.
23. Hosseini Yekani, S.A., Nematollahi, Z., & Hosseinzadeh, M. (2017). The welfare effects of rising of domestic rice price on Mazandaranian households. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 31(3), 228-239. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jead2.v31i3.62855>
24. Ishfaq, M., Akbar, N., Anjum, S.A., & ANWAR-IJL-HAQ, M. (2020). Growth, yield and water productivity of dry direct seeded rice and transplanted aromatic rice under different irrigation management regimes. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(11), 2656-2673. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62876-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62876-5)

25. Ismaili-Nejad, I., & Davari, K. (2019). Water allocation management in Iran, a path in the passage of time. *Water and Sustainable Development Quarterly*, 7(2), 23-32. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jwsd.v7i2.85262>
26. ISNA. (2022). It is less economical to grow rattan than to grow wheat in Rudbar. Available at: <https://www.isna.ir/news/1401042819336>. (In Persian)
27. Jabran, K., & Chauhan, B.S. (2015). Weed management in aerobic rice systems. *Crop Protection*, 78, 151-163. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.09.005>
28. Jamshidi, A., Nouri-Zaman-Abadi, H.A., Gemini, D., & Spring, J. (2014). Investigation and evaluation of effective structures on sustainable agriculture (case study: rice farmers of Shirvan city, Cherdavel, Ilam province). *Geographical Research Quarterly*, 30(3), 118. (In Persian)
29. Kar, I., Mishra, A., Behera, B., Khanda, C., Kumar, V., & Kumar, A. (2018). Productivity trade-off with different water regimes and genotypes of rice under non-puddled conditions in Eastern India. *Field Crops Research*, 222, 218-229. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.10.007>
30. Karimi Fard, M., Zakirinia, M., Kayani, A.R., & Faiz Bakhsh, M.T. (2019). The effect of drip and rain irrigation systems on rice yield and water efficiency in two methods of seed cultivation and direct seed cultivation. *Water and Soil Journal*, 4(5), 1019-1032. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jsw.v34i5.84952>
31. Khosravi, A., Naimi, S., Rostami, M., & Nabipour, A. (2018). Management of rice seedling diseases to produce healthy seedlings. *Rice Promotion Magazine*, 1, 19-13. (In Persian)
32. Larijani, M.R., Asli-Ardeh, E.A., Kozegar, E., & Loni, R. (2019). Evaluation of image processing technique in identifying rice blast disease in field conditions based on KNN algorithm improvement by K-means. *Food Science & Nutrition*, 7(12), 3922-3930. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1251>
33. Lu, Q.Q., Song, Y.F., Pan, K.Q., Yun, L.I., Tang, M.X., Zhong, G.H., & Jie, L.I.U. (2022). Improved crop protection and biodiversity of the agroecosystem by reduced tillage in rice paddy fields in southern China. *Journal of Integrative Agriculture*, 21(8), 2345-2356. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(21\)63802-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(21)63802-9)
34. Lyu, T., Shen, J., Ma, J., Ma, P., Yang, Z., Dai, Z.,... & Li, M. (2021). Hybrid rice yield response to potted-seedling machine transplanting and slow-release nitrogen fertilizer application combined with urea topdressing. *The Crop Journal*, 9(4), 915-923. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2020.08.013>
35. Martin, S. (2022). A study on brand positioning of keerthi nirmal rice.
36. Mataia, A.B., Beltran, J.C., Manalili, R.G., Catudan, B.M., Francisco, N.M., & Flores, A.C. (2020). Rice value chain analysis in the Philippines: Value addition, constraints, and upgrading strategies. *Asian Journal of Agriculture and Development*, 17(1362-2020-1834), 19-42. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.307976>
37. Meidoun. (2023). Rudbar, Available at: <https://meidoun.ir/home/landuseitem/347>
38. Motamed, M.K., Qorbani Pir Alidehi, F., & Alizadeh Azbari, Kh. (2022). The effect of rice farmers' participation in integrated rice pest management plans with an emphasis on environmental criteria (Wakawi case: Fuman city, Gilan province). *Environmental Science Quarterly*, 20(1), 199-220. (In Persian). <https://doi.org/10.52547/envs.2021.1025>
39. Nazari, Sh., Hosseini Chaleshtari, M., Elah Qolipour, M., Ebadi, A.A. (2021). Management of rice fields using accurate data. *Rice Extension Journal*, 1(5), 41-38. (In Persian)
40. Pan, H., Huang, H., Zhang, L., Ma, S., Yang, H., & Wang, H. (2019). "Adjusting internal organs and dredging channel" electroacupuncture treatment prevents the development of diabetic peripheral neuropathy by downregulating glucose-related protein 78 (GRP78) and caspase-12 in streptozotocin-diabetic rats. *Journal of Diabetes*, 11(12), 928-937.
41. Prayitno, G., Hayat, A., Efendi, A., Tarno, H., & Fauziah, S.H. (2022). Structural model of social capital and quality of life of farmers in supporting sustainable agriculture (Evidence: Sedayulawas Village, Lamongan Regency-Indonesia). *Sustainability*, 14(19), 12487. <https://doi.org/10.3390/su141912487>
42. Rahimi Pol, M., Akbari Naudhi, D., Asadi, R., Bagheri, A., & Shirdel Shahamiri, F. (2022). The effect of intermittent and flood irrigation methods on the performance and water efficiency of rice irrigation in Amol city. *Iranian Water Research Journal*, 16(4), 102-93. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/JWRA.2022.356658.899>
43. Raisi Monfared, A., & Yavari, A. (2019). Investigating the status of nutrients in the soil and plants of some natural habitats of the medicinal plant Mariam Galli Gulf. *Plant Process and Performance Quarterly*, 9(39), 229-217. (In Persian). <https://doi.org/20.1001.1.23222727.1399.9.39.2.1>
44. Safrian Zangir, V., Shokri, F., Rouhi, F., & Naderi, B. (2015). *Investigating the role of climatic parameters and the risks of cultivation, rice yield in Gilan province, a case study: (Rodsar city)*. International Conference on Innovation in Science and Technology, Barcelona-Spain. (In Persian)
45. Sarai, S., & Afarakhte, H. (2016). The sustainability of Gilan paddy fields and the factors affecting it (Case: Rasht city). *Agricultural Promotion and Education Research Quarterly*, 10(4), 57-68. (In Persian)
46. Sedaghat, N., Pirdashti, H., Asadi, R., & Mousavi-Taghani, Y. (2015). Effect of different irrigation methods on rice water productivity. *Journal of Water Research in Agriculture*, 28(1), 1-9. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/JWRA/2019.119115>
47. Shahbazi, H., & Samdeliri, A. (2017). Assessment of rice production total factor productivity in several province: application of separable stochastic frontier function. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 30(3),

- 207-217. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jead2.v30i3.57530>
48. Sharma, P., Baidya, S., Kandel, S., Chaudhary, S., & Magar, P.B. (2022). Management of bacterial leaf blight disease of rice in farmer's field condition at Bhaktapur district of Nepal. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 5(1), 105-112.
49. Soltani Nejad, H., Naserpour, A., Fallah, J., & Naroi, M. (2016). Supporting policies of the agricultural sector with a focus on market-based approaches, Iran Commodity Exchange Publications. Second edition. (In Persian)
50. Stuart, A.M., Pame, A.R.P., Silva, J.V., Dikitanan, R.C., Rutsaert, P., Malabayabas, A.J.B., Lampayan, R.M., Radanielson, A.M., & Singleton, G.R. (2016). Yield gaps in rice-based farming systems: Insights from local studies and prospects for future analysis. *Field Crops Research*, 194, 43-56. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.04.039>
51. Tabari, M., Qahari, H., & Dadpourmaghanlou, H. (2011). Rice banded stem borer, technical-scientific publication of the Iran Rice Research Institute, p. 39. (In Persian)
52. Takeshima, H., & Mano, Y. (2023). Intensification of rice farming: The role of mechanization and irrigation. *Rice Green Revolution in Sub-Saharan Africa*, 143-160.
53. Tshewang, S., Sindel, B.M., Ghimiray, M., & Chauhan, B.S. (2016). Weed management challenges in rice for food security in Bhutan. *Crop Protection*, 90, 117-124.
54. Vadehi, A., Younesi-Alamouti, M., & Sharifi Malvajerdi, A. (2018). Assessment of current status and determination of rice mechanization indices (Case study in Mazandaran province). *Journal of Agricultural Engineering Research*, 19(70), 25-40. (In Persian). <https://doi.org/10.22092/erams.2017.106975.1114>
55. Weerakoon, W.M.W., Mutunayake, M.M.P., Bandara, C., Rao, A.N., Bhandari, D.C., & Ladha, J.K. (2011). Direct-seeded rice culture in Sri Lanka. *Field Crops Research*, 121, 53-63. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.11.009>
56. Yousefzadeh, S., & Firouzi, S. (2016). The study of the factors affecting the development of mechanization of rice cultivation in Guilan province by Delphi technique. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 47(1), 83-92. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/ijbse.2016.58480>
57. Zhang, S., Lu, J., Zhu, Y., Fang, Y., Cong, R., Li, X., & Ren, T. (2022). Rapeseed as a previous crop reduces rice N fertilizer input by improving soil fertility. *Field Crops Research*, 281, 108487. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108487>

Contents

Analyzing the Behavioral Intention of Pistachio Growers in Ardakan County towards Organic Production: Applying the Analysis of Planned Behavior Theory	231
T. Sharghi, M. Rezaee Ahmadabadi	
Determining the Optimal Cultivation Pattern and Energy Consumption Portfolio Required for Irrigation Water Pumping (Case Study: Arable Lands in North Iran)	253
Kh. Abdi Rokni, S. Shirzadi Laskookalayeh, H. Amirnejad	
Determining the Eco-Efficiency of Major Crops in Selected Regions of Khuzestan Province	271
M. Mardani Najafabadi, A. Abdeshahi, E. Ahani	
Applying Hybrid Models Based on Deep Machine Learning in Smart Agriculture (Case Study: Forecasting the Future Price of Pistachios)	289
M.R. Haj-Seyedjavadi, R. Heydari	
Measuring Market Behavior in the Dairy Products Industry Using the Profit-Oriented Function	309
H. Shahbazi	
Material and Energy Flow Cost Accounting (MEFCA) of Grape Production in Malayer City	325
M. Dekamin, K. Kheiralipour	
Analysis of Factors Influencing Rice Farm Management Improvement in Rudbar County	341
H. Shabanali Fami, S.M.S. Teymoori Sendesi, N. Motee, M. Motaghed	

Agricultural Economics & Development

(AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)

Vol. 37

No.3

2023

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	Asso Prof. University of Tabriz.
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.
Rastegari Henneberry, Sh	Agricultural Economics	Prof. Oklahoma State University.
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.
Sabouhi sabouni, M	Agricultural Economics	Prof. Ferdowsi University of Mashhad.
Saghaian, S.H	Agricultural Economics	Prof. Department of Agricultural Economics, University of Kentucky, UK.
Zibaei, M	Agricultural Economics	Prof. Shiraz University.
Robert Reed, M	Agricultural Economics	University of Kentucky.

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

Analyzing the Behavioral Intention of Pistachio Growers in Ardakan County towards Organic Production: Applying the Analysis of Planned Behavior Theory	231
T. Sharghi, M. Rezaee Ahmadabadi	
Determining the Optimal Cultivation Pattern and Energy Consumption Portfolio Required for Irrigation Water Pumping (Case Study: Arable Lands in North Iran)	253
Kh. Abdi Rokni, S. Shirzadi Laskookalayeh, H. Amirnejad	
Determining the Eco-Efficiency of Major Crops in Selected Regions of Khuzestan Province	271
M. Mardani Najafabadi, A. Abdeslahi, E. Ahani	
Applying Hybrid Models Based on Deep Machine Learning in Smart Agriculture (Case study: Forecasting the Future Price of Pistachios)	289
M.R. Haj-Seyedjavadi, R. Heydari	
Measuring Market Behavior in the Dairy Products Industry Using the Profit-Oriented Function	309
H. Shahbazi	
Material and Energy Flow Cost Accounting (MEFCA) of Grape Production in Malayer City	325
M. Dekamin, K. Kheiralipour	
Analysis of Factors Influencing Rice Farm Management Improvement in Rudbar County	341
H. Shabanali Fami, S.M.S. Teymoori Sendesi, N. Motee, M. Motaghed	