Agricultural Economics and Development

Vol. 33, No. 131, Autumn 2025

The Effect of Integrated Scheduling of Production and Distribution on the Profit of Tomato Farms: A Case Study of Beyza County of Iran

H. Dabiri [1], Z. Shokoohi [2], M. Zibaei [3], M.H. Tarazkar [4]

Received: 4 January, 2025 Accepted: 1 July, 2025

Introduction: Price fluctuations in the agricultural sector are influenced by various factors, such as low shelf life, high degree of perishability, large volume, seasonality, and dependence on weather conditions. These characteristics make the agricultural sector more susceptible to price changes compared to the industrial sector. Managing price fluctuations of agricultural products is crucial for increasing the profitability of farmers. This can be achieved through integrated planning of production and distribution within the sector. Making separate decisions in production and distribution does issues not necessarily lead to optimal profit maximization. Neglecting the integrated planning of production and distribution in the supply chain of agricultural products with special features can result in a decrease in product quality, low profitability for farmers, and consumer dissatisfaction. The concept of integrated production and distribution planning is a strategic approach that aims to improve competitiveness in the production and distribution of goods and services. This involves making coordinated and coherent decisions to meet customer needs and satisfaction, while also optimizing other supply chain objectives such as costs and profits. By utilizing a mathematical programming model, businesses can identify the most profitable market and make informed decisions about the flow of materials, goods, and financial information throughout the supply chain. This includes suppliers, manufacturers, warehouses, and retailers, with the goal of optimizing production and supply in terms of quantity, time, and location. Therefore, this study aimed at investigating the

1. MSc. Student in Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
2. Corresponding Author and Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran (z_shokoohi@shirazu.ac.ir).
3. Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.
4. Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

DOI: 10.30490/aead.2025.367359.1649

impact of integrated scheduling of production and distribution on the profitability of tomato farmers in Beyza (County) region of Iran.

Materials and Methods: In this study, a mathematical programming model was utilized to achieve the above-mentioned goal. Then, according to the average temperature information and the harvesting limitations of the region, a different strategy for planting and harvesting tomatoes was extracted. To accurately determine the expected price, it is necessary to consider both the trend component and the seasonal behavior of the price. This can be achieved by first calculating the actual price and then, incorporating the lowest, highest, and average prices for each week into the model. These three scenarios, representing optimistic, pessimistic, and average expectations, will provide a comprehensive understanding of the expected price. So, the markets analyzed in this study were selected based on the availability of price information in each county. These markets included West Azerbaijan, Ilam, Bushehr, Razavi Khorasan, Sistan and Baluchistan, Kurdistan, Kerman, Kermanshah, Lorestan, Mazandaran, Markazi, Hormozgan, Hamadan, Fars, and Tehran provinces.

Results and Discussion: The study results showed that for small farms, the profit varied greatly depending on the price scenarios. In the pessimistic scenario, the farmer could earn 600 million IRI rials per hectare by using the third tomato strategy and selling both harvests in the Bushehr market. However, in the optimistic scenario, the farmer could earn 3690 million IRI rials per hectare by using the first strategy and selling the first and second harvests in Bushehr and Kermanshah markets, respectively. The selected small farmer with one hectare of land earned a realized profit of 14650 million IRI rials per hectare by selling at the farm gate in 2023. Comparing the optimization results of the model with the average expected price scenario, it was evident that the potential profit increased by 40 percent. In the group of large farmers, it was determined that the most profitable harvesting strategy would be on a weekly basis. In the pessimistic price scenario, the estimated profit for choosing tomato strategy 18 was 8450 million IRI rials per hectare. In the moderate and optimistic scenarios, the estimated profit for choosing tomato strategy 16 was 2560 and 4776 million IRI rials per hectare, respectively.

Conclusion and Suggestions: The study results showed that there were significant differences in profits among the three groups of farmers, depending on the price scenarios; for instance, small farms had much higher profits in the optimistic scenario compared to the pessimistic one, with a difference of over six

times. This could be attributed to varying price expectations, which in turn would influence planting and harvesting strategies. Other factors such as yield, harvest time, and price levels also contributed to the differences in profitability. This highlighted the high volatility of profits in the market for this particular product. However, due to the nature of agricultural production, especially for products like tomatoes, it is not always possible to make optimal decisions based on real market prices. As a solution, it is recommended to implement various types of income insurance to manage market risk for this group of farmers. This is crucial, because fluctuations in net income can decrease farmers' motivation to improve production technologies. In addition, agricultural extension workers may play a crucial role in facilitating communication with farmers, particularly those who own large farms. Through this collaboration, the findings of studies might be effectively disseminated and the strategies for utilizing them could be implemented. This connection between production and research centers has the potential to significantly increase farmers' income and promote sustainable development.

Keywords: *Expected Prices, Planting and Harvesting Strategies, Selected Markets, Supply Chain*.

JEL Classification: C61, M31, C02, D20

اقتصاد کشاورزی و توسعه

سال ۳۳، شماره ۱۳۱، پاییز ۱۴۰۴

مقاله پژوهشی

اثر زمان‌بندی یکپارچه تولید و توزیع بر سود مزارع گوجه‌فرنگی: مطالعه موردی شهرستان بیضا

حدیث‌السادات دبیری[۱]، زینب شکوهی[۲]، منصور زیبایی[۳]، محمدحسن طرازکار[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۱۰

چکیده

یکی از چالش‌های پیش روی کشاورزان، به‌ویژه تولیدکنندگان محصولات فسادپذیر، تغییرات درآمد در نتیجهٔ نوسان‌های بالای قیمت این محصولات است. کشاورزان، بیشتر برای رسیدن به حداکثر سودآوری، تمرکز بر بیشینه‌سازی تولید دارند، در حالی که با توجه به نوسان‌های موجود در بازار، حداکثر تولید لزوماً منتج به حداکثر سودآوری نمی‌شود. بنابراین، هدف مطالعهٔ حاضر بررسی اثر مدیریت هم‌زمان تولید و نوسان‌های قیمت در بازار با استفاده از الگوی یکپارچه تولید و توزیع بر سود گوجه‌فرنگی‌کاران در نظر گرفته شد. داده‌های مورد نیاز از مزارع گوجه‌فرنگی منطقه (شهرستان) بیضا در استان فارس در سال ۱۴۰۲ از طریق پرسشنامه جمع‌آوری شد. سپس، با توجه به متوسط دما در منطقه، راهبردهای مختلف کاشت و برداشت گوجه‌فرنگی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

۲- نویسندهٔ مسئول، استادیار اقتصاد کشاورزی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. (z_shokoohi@shirazu.ac.ir)

۳- استاد اقتصاد کشاورزی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

۴- دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

DOI: 10.30490/aead.2025.367359.1649

استخراج و با به‌کارگیری مدل برنامه‌ریزی خطی با سناریوهای مختلف قیمت انتظاری، سودآورترین راهبرد به‌همراه بازار مناسب شناسایی شد. نتایج پژوهش نشان داد که تفاوت سود میان سناریوهای مختلف قیمتی برای هر سه گروه کشاورزان بالاست، به‌گونه‌ای که سودآوری در نتیجه زمان‌بندی یکپارچه تولید و توزیع به‌طور متوسط برای کشاورزان کوچک، متوسط و بزرگ‌مقیاس، به‌ترتیب، چهل، ۲۵ و ۵۵ درصد نسبت به سود تحقق‌یافتهٔ کشاورزان نماینده افزایش می‌یابد؛ و حتی در شرایطی که با فرض دسترسی به یک بازار (بازار شیراز)، کشاورزارن فقط به انتخاب بهینه در میان راهبرد های تولید بپردازند، می‌توانند از سود بیشتری نسبت به راهبرد انتخابی خود بهره‌مند شوند. از این‌رو، پیشنهاد می‌شود که با کمک مروجان کشاورزی، ضمن ارتباط با کشاورزان به‌ویژه کشاورزان بزرگ‌مقیاس، نتایج حاصل از پژوهش‌های صورت‌گرفته و چگونگی بهره‌مندی از آن تبیین شود تا از این رهگذر، با پیوند میان مراکز تولید و پژوهش، بتوان به سطح درآمد کشاورزان و توسعه پایدار این بخش کمک کرد. همچنین، با توجه به نتایج پژوهش حاضر مبنی بر نوسان بالای سود در سناریوهای مختلف قیمت انتظاری و در نتیجه، مخاطره (ریسک) بالای درآمدی برای کشاورزان، پیشنهاد می‌شود که با به‌کارگیری مدل‌های مختلف هماهنگی عمودی در زنجیره عرضه گوجه‌فرنگی از جمله استفاده از کشاورزی قراردادی، به مدیریت این مخاطره کمک شود.

کلیدواژه‌ها: *راهبردهای کاشت و برداشت، بازارهای منتخب، زنجیره تأمین گوجه‌فرنگی، قیمت‌های انتظاری.*

طبقه‌بندی JEL : C61, M31, C02, D20

مقدمه

نوسان‌های قیمت در بخش کشاورزی، به‌علت ویژگی‌های محصولات کشاورزی از جمله درجه فسادپذیری بالا، حجم زیاد، فصلی بودن، وابستگی تولید به شرایط آب‌وهوایی و منطقه‌ای بودن، بیش از بخش صنعت است (Tomek & Kaiser, 2014). همچنین، رقابت‌های بین‌المللی بر سر کاهش قیمت‌ها و نیز افزایش هم‌زمان قیمت نهاده‌های تولیدی و حمل‌نقل موجب توسعه کاربرد مدیریت زنجیره تأمین در محصولات کشاورزی برای افزایش مزیت رقابتی این محصولات شده و برنامه‌ریزی تولید و توزیع این محصولات را به یکی از چالش‌های مهم در این حوزه تبدیل کرده است (Taşkıner & Bilgen, 2021) و این موضوع با محدود کردن دایره محصولات کشاورزی به بخش میوه‌ها و سبزی‌های تازه با درجه فسادپذیری بالا و عمر کوتاه، بحرانی‌تر می‌شود. همچنین، تفاوت بالای قیمت محصولات کشاورزی در زمان‌ها و مکان‌های مختلف می‌تواند موجب تشدید نوسان‌های سودآوری برای کشاورزان شود. بنابراین، تصمیم‌گیری در مواردی چون سطح زیر کشت محصولات، زمان کاشت و برداشت و چگونگی فناوری تولید در این بخش بسیار دشوارتر و دارای حساسیت و اهمیت بالاتر است.

اتخاذ تصمیمات مجزا در زمینه تولید و توزیع متضمن نیل به مقادیر بهینه برای حداکثرسازی سود نیست (Ullrich, 2013). بنابراین، مدیریت نوسان‌های بازار محصولات کشاورزی در راستای

افزایش سودآوری کشاورز می‌تواند با برنامه‌ریزی یکپارچه تولید و توزیع در این بخش صورت پذیرد (Ahumada & Villalobos, 2011; Flores et al., 2019 Chandra & Fisher, 1994;). بی‌توجهی به برنامه‌ریزی یکپارچه تولید و توزیع در زنجیره تأمین کالاها و خدمات، به‌ویژه در بخش کشاورزی که محصولات بعد از برداشت باید سریعاً مصرف یا فرآوری شوند، منجر به کاهش کیفیت محصولات، سودآوری پایین کشاورزان و نارضایتی مصرف‌کنندگان می‌شود. همچنین، یکپارچه‌سازی تولید و توزیع به‌صورت هم‌زمان منجر به انعطاف‌پذیری زنجیرهٔ تأمین می‌شود و هماهنگی تولید و توزیع به افزایش قدرت پاسخ‌گویی زنجیرهٔ تأمین به تقاضا در نتیجه تغییر در قیمت و کیفیت محصول می‌انجامد (Esmaeilikia et al., 2014; Arab Momeni et al., 2019).

مفهوم «برنامه‌ریزی یکپارچه تولید و توزیع»، به تعبیری، عبارت است از راهبردی برای اتخاذ تصمیمات هماهنگ و منسجم به‌منظور افزایش توان (پتانسیل) رقابت‌پذیری در فرآیند تولید و توزیع کالاها و خدمات در راستای تأمین نیازها و رضایت مشتریان در شرایط بهینه‌سازی سایر اهداف زنجیره تأمین مانند هزینه‌ها و سود (Kazemi et al., 2014 Flores et al., 2019;). با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی، می‌توان بهترین و سودآورترین بازار را تشخیص داد و با توجه بدین راهبرد، تصمیمات مربوط به جریان‌های مواد، کالاها و نیز اطلاعات مالی در طول زنجیره تأمین متشکل از تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، انبارها و خرده‌فروشان را به‌گونه‌ای اتخاذ کرد که مقدار، زمان و مکان تولید و عرضه بهینه شود (Kazemi et al., 2014; Flores et al., 2019; Chopra & Meindle, 2007).

وجود مخاطرات قیمتی و عدم دسترسی کشاورزان به آمار و ابزارهای مناسب تحلیل موجب شده است که تصمیمات این گروه متمرکز بر بهینه‌سازی تولید و بدون ارزیابی منافع سناریوهای مختلف کاشت و برداشت با لحاظ نوسان‌های قیمت محصول باشد. این در حالی است که حداکثر سودآوری، با توجه به نوسان‌های قیمت در زمان‌ها و مکان‌های مختلف، الزاماً با حداکثر تولید محقق نخواهد شد (Flores & Villalobos, 2018). بنابراین، پرسش‌های پژوهش عبارت‌اند از: «راهبرد بهینه تولید و توزیع با لحاظ مخاطرات قیمتی در بازارهای در دسترس کدام است؟» و «این راهبرد به چه میزان می‌تواند بر سودآوری کشاورزان اثرگذار باشد؟».

در بین محصولات کشاورزی با درجه فسادپذیری بالا، ایران در تولید و صادرات گوجه‌فرنگی از جایگاه ویژه برخوردار بوده و سهم این محصول در سبد صادرات غیرنفتی بالاست (Modarresi et al., 2020). همچنین، گوجه‌فرنگی از جمله محصولات کشاورزی است که به دو صورت تازه‌خوری و فرآوری‌شده مصرف می‌شود و با توجه به ارزش اقتصادی بالا و وجود شرایط آب‌وهوایی مناسب در

کشور، تولید و مصرف آن در تمام فصول صورت می‌گیرد. در بسیاری از شهرستان‌های کشور، گوجه‌فرنگی به‌عنوان یک محصول عمده کشت می‌شود. با توجه به آمارهای وزارت جهاد کشاورزی، استان فارس، با تولید سی درصد از کل تولیدات گوجه‌فرنگی کشور، در جایگاه نخست تولید این محصول در کشور در سال ۱۴۰۲-۱۴۰۱ قرار دارد. همچنین، با توجه به قرار داشتن شهرستان بیضا به‌عنوان یکی از تولیدکنندگان اصلی گوجه‌فرنگی در استان فارس و دسترسی کم‌هزینه‌تر به کشاورزان منطقه برای جمع‌آوری پرسشنامه، این شهرستان به‌عنوان مورد مطالعه برای جمع‌آوری اطلاعات انتخاب شد. در این راستا، هدف از مطالعه کنونی استخراج راهبردهای مختلف کاشت، برداشت و بازاررسانی محصول گوجه‌فرنگی فضای باز و تعیین راهبرد حداکثر سود با لحاظ قیمت انتظاری بوده است.

مطالعات گوناگون در زمینه طراحی و مدل‌سازی مسئله یکپارچه‌سازی تولید و توزیع و برنامه‌ریزی یکپارچه زنجیره تأمین کشاورزی صورت گرفته است (Glen, 1987; Lowe & Preckel, 2004; Lucas & Chhajed, 2004; Ahumada & Villalobos, 2009; Shukla & Jharkharia, 2013). رویکردهای مدل‌سازی و روش‌های مورد استفاده از جمله وجوه تمایز مطالعات از یکدیگرند و بر اساس آنها، می‌توان مطالعات را طبقه‌بندی کرد (Taşkıner & Bilgen, 2021). از آنجا که زنجیره تأمین مواد غذایی کشاورزی شامل فعالیت‌های مختلف است، در مطالعات گوناگون، متغیرهای تصمیم متنوع نیز معرفی شده، که عبارت‌اند از: برنامه‌ریزی کاشت (تصمیم در مورد انتخاب محصول و زمین)، برنامه‌ریزی برداشت (تصمیم در مورد برنامه‌ریزی و مسیریابی)، برنامه‌ریزی تولید (تصمیم در مورد فرآوری و بسته‌بندی)، برنامه‌ریزی توزیع (تصمیم در مورد حمل‌ونقل) و برنامه‌ریزی موجودی (تصمیم در مورد مدیریت موجودی). همچنین، افق‌های برنامه‌ریزی (کوتاه مدت، میان‌مدت و بلندمدت)، توابع هدف (حداکثر سود، حداقل هزینه و اهداف دیگر) و انواع محصولات (یک یا چندمحصولی، محصولات فاسدشدنی و فاسدنشدنی) از دیگر وجوه تمایز میان مطالعات مختلف است. هدف بسیاری از مطالعات بررسی‌شده در پژوهش حاضر حداکثرسازی تابع هدف از جمله سود کشاورز و یا تولیدکننده بوده که با استفاده از یکپارچه‌سازی تولید و توزیع بدان پرداخته شده است. برای نمونه، مولینوس سنانته و همکاران (Molinos Senante et al., 2014)، با در نظر گرفتن شرایط واقعی‌تر از جمله محدودیت آب و تقاضای بازار، به حداکثرسازی سود کشاورز و بررسی مسئله برنامه‌ریزی کاشت محصول پرداختند. حداکثرسازی سود کشاورز هدف مطالعه اهومادا و ویلالوبوس (Ahumada & Villalobos, 2011) نیز بوده و در این مطالعه، با استفاده از همین تابع، به بررسی تصمیمات برنامه‌ریزی کوتاه‌مدت برای صنعت

محصولات تازه و فاسدشدنی پرداخته شده است. این تصمیمات برنامه‌ریزی به کشاورزان کمک می‌کند که با تصمیم‌گیری در مورد تولید و توزیع در طول فصل برداشت، درآمد خود را به حداکثر برسانند.

در مطالعات مختلف، زنجیره تأمین محصولات کشاورزی به شیوه‌های مختلف دسته‌بندی شده‌اند، که تقسیم‌بندی به دو گروه محصولات فسادپذیر (مثل سبزی‌ها و میوه‌ها) و غیرفسادپذیر (مثل غلات) از پرکاربردترین آنها به‌شمار می‌رود (Albornoz & Vera, 2023). علاوه بر نوع محصول، پژوهش‌های پیشین در برنامه‌ریزی زنجیره تأمین محصولات کشاورزی از جنبه‌های مختلف تفاوت دارند، که این جنبه‌ها عبارت‌اند از: سطح برنامه‌ریزی (راهبردی، مقطعی و عملیاتی)، ابعاد مورد بررسی (اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی)، مدل‌های مورد بررسی (بهینه‌سازی، شبیه‌سازی، مخاطراتی یا قطعی) و حوزه تصمیم‌گیری (مکان‌یابی، برنامه‌ریزی تولید، توزیع و موجودی).

در گروه محصولات فسادپذیر، یکی از موضوعات به‌ویژه مورد توجه در دهه اخیر برنامه‌ریزی تولید و توزیع و یکپارچه‌سازی آن بوده، به‌گونه‌ای که در بین سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۰، مطالعات صورت گرفته در این حوزه رشد چشمگیر داشته است (Albornoz & Vera, 2023)؛ و دلیل آن را می‌توان در تشدید رقابت، جهانی شدن بازارها و انتظارات مصرف‌کنندگان جست (Sel & Bilgen, 2014).

مروری بر ادبیات برنامه‌ریزی برای تولید و توزیع در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی نشان می‌دهد که برخی از مطالعات فقط بر الگوی برداشت محصولات کشاورزی تمرکز داشتند (Ferrer et al., 2008; Jiao et al., 2005)، در حالی که برخی به‌دنبال بهینه‌سازی الگوی کاشت و برداشت محصولات بودند (Vitoriano, et al., 2003 Tan & Çömden, 2012). برای نمونه، در مطالعه ویشون و همکاران (Wishon et al., 2015)، تصمیم‌گیری برای کاشت و برداشت سبزی با تأکید بر نیازمندی به نیروی کار صورت گرفته و به موضوع توزیع محصول پرداخته نشده است. همچنین، در گروه دیگری از مطالعات، برنامه‌ریزی برای تولید و توزیع به‌طور هم‌زمان صورت پذیرفته است. برای نمونه، در مطالعه آن و اویانگ (An & Ouyang, 2016)، برنامه‌ریزی برای زمان برداشت، توزیع و ذخیره‌سازی در زنجیره تأمین غلات بررسی شده و البته، تمرکز این مطالعه بر ضایعات پس از برداشت و انتخاب بازار بوده است. در مطالعاتی محدود همچون مطالعهٔ فلورس و ویلالبوس (Flores & Villalobos, 2018) نیز برنامه‌ریزی برای کاشت، برداشت و توزیع به‌طور هم‌زمان صورت گرفته است. در این پژوهش که بر زنجیره تأمین گوجه‌فرنگی، فلفل و کلم در کشور بلژیک صورت گرفته، راهبردهای مختلف کاشت، برداشت و توزیع ضمن در نظر گرفتن شرایط آب‌وهوایی با حداکثرسازی سود مورد تأکید بوده و البته، مخاطرات قیمت و عملکرد لحاظ نشده است.

مطالعات متعدد در داخل کشور نیز به بهینه‌سازی زنجیره تأمین و برنامه‌ریزی یکپارچه تولید و توزیع در محصولات مختلف کشاورزی و غذایی پرداخته‌اند (Tabrizi et al., 2017; Gholamian & Taghanzadeh, 2019; Jabarzadeh et al., 2020; Torabi et al., 2022, Fasihi et al., 2022; Pirtaj & Mousazadeh, 2023). در مطالعه غلامیان و طاغان‌زاده (Gholamian & Taghanzadeh, 2019) در زمینهٔ بهینه‌سازی زنجیره تأمین آرد گندم، ضمن در نظر گرفته شدن واردات، شبکه بهینه تولید و توزیع آرد گندم نیز طراحی شده است. همچنین، در مطالعه تبریزی و همکاران (Tabrizi et al., 2017)، ضمن بهینه‌سازی زنجیره تأمین ماهیان گرمابی در کشور، یک الگوریتم بهینه‌سازی دوسطحی با هدف حداکثرسازی سود مزارع پرورش و غرفه‌های فعال در بازار توسعه داده شده است. حاجی‌میرزاجان و همکاران (Hajimirzajan et al., 2015) نیز با بررسی زنجیره تأمین محصولات فسادپذیر همچون گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی و پیاز، تنها به مطالعهٔ توزیع این محصولات با هدف حداقل‌سازی هزینه‌ها پرداخته‌اند.

مروری بر پیشینهٔ پژوهش نشان می‌دهد که با وجود اهمیت برنامه‌ریزی کاشت، برداشت و توزیع محصولات فسادپذیر کشاورزی نسبت به سایر حوزه‌های زنجیره تأمین، انجام این‌گونه مطالعات در داخل کشور محدود بوده است. در این راستا، هدف پژوهش حاضر بررسی اثر زمان‌بندی یکپارچه تولید (شامل کاشت و برداشت) و توزیع بر سود گوجه‌فرنگی‌کاران با تأکید بر مخاطره‌آمیز بودن قیمت بوده و بدین منظور، نخست، راهبردهای مختلف کاشت و برداشت با توجه به شرایط دمایی و شیوه‌های مدیریت مزرعه در منطقه (شهرستان) بیضا در استان فارس استخراج شده است. سپس، با جمع‌آوری قیمت گوجه‌فرنگی در بازارهای مختلف، سه سناریوی خوش‌بینانه، بدبینانه و واقع‌بینانه برای قیمت انتظاری مد نظر قرار گرفته و سرانجام، به بهینه‌سازی مدل برای انتخاب راهبرد بهینه کاشت و برداشت و همچنین، انتخاب بهترین بازار برای حداکثرسازی سود کشاورزان پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

در مطالعهٔ حاضر، برای دستیابی به اهداف یادشده، از مدل برنامه‌ریزی بدین ترتیب استفاده شد: در این مدل، تابع هدف (Z) از حداکثرسازی تابع سود کشاورز با لحاظ راهبردهای متفاوت کاشت و برداشت گوجه‌فرنگی و امکان انتخاب بازار در قالب روابط زیر در نظر گرفته شد:

$$Z = \sum_{j=0}^{14}\sum_{w=0}^{14} X_{jw} * P_{sjw} - \sum_{j=0}^{14}\sum_{w=0}^{14} C_j * X_{jw} - \sum_{t=0}^{14} XX_t * AC - \sum_{t=0}^{14} XX_t * LC_t \quad (۱)$$

توابع محدودیت‌ها:

$$\sum_{j=0}^{14}\sum_{w=0}^{14} X_{jw} = \sum_{t=0}^{14} XX_t * Y_t \quad (۲)$$

$$\sum_{j=0}^{14}\sum_{w=0}^{14} X_{jw} = \sum_{t=0}^{14} V_{tw} * XX_t * Y_t \quad (۳)$$

$$\sum_{t=0}^{14} ad_t = 1 \quad (۴)$$

$$XX_t \leq Land * ad_t \quad (۵)$$

تابع هدف رابطه (۱) از کسر کردن هزینهٔ حمل‌ونقل، هزینهٔ تولید (کلیه هزینه‌های کاشت، داشت و برداشت) و هزینه نیروی کار از درآمد ناخالص کشاورز به‌دست آمده، که شرح متغیرهای آن در جدول ۱ قابل ملاحظه است.

جدول ۱- شرح علائم مدل بهینه‌سازی

اندیس‌ها	تقاضاکنندگان (بازارهای مقصد) هفته‌های برداشت انواع راهبردهای کاشت و برداشت گوجه‌فرنگی سناریوهای مختلف قیمتی (قیمت‌های انتظاری خوش‌بینانه، بدبینانه و میانگین)	j=1, 2, ….15 w=1, …, 14 t=1,2,…,22 s=1,….,3
متغیرهای تصمیم	مقدار گوجه‌فرنگی ارسالی به مقصد j در هفته w (تن) متغیر صفر و یک (یک در صورت انتخاب گوجه‌فرنگی tام و صفر عدم انتخاب) سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی tام (هکتار)	X_{jw} ad_t XX_t
ضرایب	قیمت sام گوجه‌فرنگی در مقصد jام و هفته w (ریال) هزینه حمل‌ونقل به مقصد j (ریال) هزینه تولید گوجه‌فرنگی (ریال در هکتار) هزینه نیروی کار گوجه‌فرنگی tام (ریال در هکتار) عملکرد گوجه‌فرنگی tام (تن در هکتار) درصد برداشت گوجه‌فرنگی tام در هفته w کل زمین در دسترس (هکتار) سود کشاورز (ریال)	P_{sjw} C_j AC LC_t Y_t V_{tw} Land Z

مأخذ: یافته‌های پژوهش

برای حداکثرسازی سود کشاورزان مورد مطالعه، محدودیت‌های زیر در نظر گرفته شد. در محدودیت رابطه (۲)، تعادل بین مقدار تولید و مقدار ارسالی ارائه شده است. محدودیت رابطه (۳) برقراری تعادل میان الگوی برداشت گوجه‌فرنگی با ارسال آن به مقاصد مختلف را نشان می‌دهد که بداین منظور، از متغیر V_{tw} استفاده شده است. دو محدودیت آخر یعنی، محدودیت‌های روابط (۴) و (۵)، علاوه بر اعمال محدودیت هکتار زمین در دسترس، با تعریف متغیر صفر و یک (ad_t)، مدل بهینه‌سازی را به انتخاب یک نوع گوجه‌فرنگی برای حداکثرسازی سود مزارع مقید می‌کند.

از مدل بهینه‌سازی ارائه‌شده در روابط (۱) تا (۵) برای گروه کشاورزان کوچک‌مقیاس یا همان خرده‌پا استفاده شده و اما برای کشاورزان متوسط و بزرگ‌مقیاس، به‌جای دو محدودیت آخر روابط (۴) و (۵)، رابطه (۶) به‌کار رفته است:

$$\sum_{t=1}^{14} XX_t \quad \leq Land \qquad (۶)$$

که در آن، Land برابر با کل سطح زیر کشت در دسترس کشاورز است. در واقع، با حذف دو محدودیت آخر و جایگزینی آن با رابطه (۶)، به مدل این امکان داده می شود که در صورت لزوم، چندین نوع گوجه‌فرنگی به‌طور هم‌زمان انتخاب شود. همچنین، سطح زیر کشت کشاورز برابر با زمین در دسترس است، بدین معنی که کل زمین در دسترس کشت می‌شود.

برای بهینه‌سازی مدل ارائه‌شده در روابط (۱) تا (۶)، لازم است که راهبردهای مختلف کاشت و برداشت گوجه‌فرنگی استخراج شود. بدین منظور، با استفاده از مطالعات موجود (Flores & Villalobos, 2018; Adams et al., 2001)، ارتباط بین متوسط دما و عملکرد گوجه‌فرنگی به‌صورت دو معادله خطی، با استفاده از سه نقطه شکست استخراج شده و در این مطالعات، نشان داده شده است که ارتباط بین دما و عملکرد ابتدا به‌صورت صعودی و پس از رسیدن به حد بهینه، به‌صورت نزولی و کاهشی خواهد بود. میانگین دمای مطلوب شبانه‌روز برای این محصول ۲۲ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شده است که در آن، عملکرد این محصول در حداکثر مقدار خود خواهد بود. همچنین، اگر میانگین دما از متوسط دمای مطلوب چهار درجه افزایش و یا کاهش یابد، متوسط عملکرد، به‌ترتیب، ۲۱ و هجده درصد از حد مطلوب خود کاهش می‌یابد (Adams et al., 2001)، علاوه بر این، دمای متوسط کمتر از یازده درجه سانتی‌گراد (Criddle et al., 1997) و بالاتر از ۲۸ درجه سانتی‌گراد (Vanthoor et al., 2011) موجب از بین رفتن محصول خواهد شد. بررسی‌های صورت‌گرفته در منطقه نشان می‌دهد که برداشت محصول گوجه‌فرنگی در طول شانزده هفته پس از کاشت صورت می‌گیرد. در این راستا،

می‌توان با ترکیب اطلاعات به‌دست‌آمده از ارتباط دما و عملکرد و دوره زمانی برداشت، بازده مورد انتظار را بر اساس راهبردهای مختلف کاشت محصول و نحوه برداشت آن مشخص کرد (Flores & Villalobos, 2018). در مطالعهٔ حاضر، برای کشاورزان، بسته به مقیاس تولید (سطح زیر کشت)، چهارده تا بیست راهبرد کاشت و برداشت گوجه‌فرنگی استخراج شده، که جزییات آن در نتایج پژوهش قابل ملاحظه است.

همان‌گونه که پیش‌تر نیز گفته شد، در زمان تصمیم‌گیری برای کاشت، کشاورز با قیمت انتظاری روبه‌روست. به دیگر سخن، فاصله بین زمان کاشت و برداشت موجب می‌شود که کشاورزان از انتظارات قیمتی خود برای انتخاب راهبرد بهینه کاشت بهره گیرند. برای محاسبه قیمت انتظاری با استفاده از داده‌های هفتگی قیمت محصول طی پنج سال و با توجه به وجود جزء روند و رفتار فصلی قیمت، ابتدا قیمت واقعی محاسبه و برای هر هفته در طول پنج سال مورد بررسی، کمترین، بیشترین و متوسط قیمت به‌عنوان سه سناریوی خوش‌بینانه، بدبینانه و واقع‌بیانه قیمت انتظاری در مدل لحاظ شد. بازارهای مورد بررسی در مطالعهٔ حاضر، با توجه به سطح دسترسی به اطلاعات قیمتی در کشور، تعیین شدند که به‌ترتیب، عبارت‌اند از مراکز استان‌های آذربایجان غربی، ایلام، بوشهر، خراسان رضوی، سیستان و بلوچستان، کردستان، کرمان، کرمانشاه، لرستان، مازندران، مرکزی، هرمزگان، همدان، فارس و تهران.

داده‌های پژوهش

داده‌های مطالعه با ذکر منابع در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- داده‌ها و منابع پژوهش

داده‌ها	منابع/ مآخذ
قیمت عمده فروشی گوجه‌فرنگی در مراکز استان‌ها طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۹۷	سازمان برنامه‌ریزی و بودجه استان فارس بانک مرکزی میدان تره بار شهرستان شیراز
شاخص تورم طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۹۷	سازمان صنعت و معدن استان فارس بانک مرکزی
هزینه حمل‌ونقل در سال ۱۴۰۲	آمارنامه‌های حمل‌ونقل
متوسط دمای منطقه در سال ۱۴۰۲	سازمان هواشناسی استان فارس
هزینه تولید گوجه‌فرنگی در سال ۱۴۰۲	جمع‌آوری پرسشنامه در شهرستان بیضا

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به پرسشنامه‌های تکمیل‌شده از کشاورزان در منطقه بیضا، حمل‌ونقل اکثراً با کامیون خاور روباز به گنجایش چهار و نیم تن برای محصول گوجه‌فرنگی صورت می‌گیرد که هزینه آن به هر مقصد از آمارنامه‌های حمل‌ونقل به ازای هر تن دریافت شد. هزینه تولید نیز با استفاده از پرسشنامه گردآوری‌شده از کشاورزان در منطقه مورد مطالعه محاسبه شد، که شامل هزینه‌های کاشت و داشت بوده است. مراحل کاشت محصول گوجه‌فرنگی، به‌ترتیب، شامل شخم، دیسک، لولر، خط‌کشی، کودپاشی، مرزکشی، نوارکشی و نشاکاری بوده، که هزینه هر کدام به‌صورت مجزا و با اجاره زمین و آب به ازای هر هکتار هزینه تولید محاسبه شده است. کودهای مورد استفاده برای کشت گوجه‌فرنگی شامل کود ازت، فسفات، پتاس، کود حیوانی، علف‌کش و قارچ‌کش بوده، که جزئی از هزینه‌های داشت است و محاسبهٔ ان نیز به‌صورت مجزا انجام شده است. برداشت گوجه‌فرنگی در چین‌های مختلف و با توجه به بازار و «به رنگ رسیدن» محصول انجام می‌شود. تعداد نیروی کار در هر چین، با توجه به میزان برداشت، متغیر بوده که هزینهٔ آن نیز بررسی شده است.

در مطالعهٔ حاضر، با توجه به اطلاعات جمع‌آوری‌شده از منطقه، برای همگن‌سازی، کشاورزان گوجه‌فرنگی‌کار در سه دسته شامل کشاورزان کوچک، متوسط و بزرگ‌مقیاس تقسیم‌بندی شدند. کشاورزان کوچک‌مقیاس از سطح زیر کشت کمتر از دو هکتار برخوردارند؛ و با توجه به سطح زیر کشت کوچک، امکان تولید چند نوع گوجه‌فرنگی با راهبردهای مختلف کاشت و برداشت در یک دوره مشخص را ندارند و با توجه به محدودیت‌های حمل‌ونقلی، برداشت را در دو چین انجام می‌دهند. این گروه از کشاورزان، به‌دلیل قدرت چانه‌زنی کمتر، هزینه‌های حمل‌ونقل، نیروی کار و اجاره زمین بیشتر نسبت به کشاورزان بزرگ‌مقیاس می‌پردازند.

سطح زیر کشت کشاورزان متوسط‌مقیاس دو تا هفت هکتار است و این دسته از کشاورزان از امکان کاشت چند نوع گوجه‌فرنگی به‌طور هم‌زمان برخوردارند و به‌طور متوسط، در مقایسه با کشاورزان کوچک‌مقیاس، پنج درصد هزینه نیروی کار، حمل‌ونقل و اجاره کمتر می‌پردازند. همچنین، برداشت محصول این کشاورزان در اکثر راهبردهای استخراج‌شده برای گوجه‌فرنگی با الگوی سه چین صورت می‌گیرد.

کشاورزان بزرگ‌مقیاس سطح زیر کشت بیش از هفت هکتار دارند؛ از امکان تولید چند نوع گوجه‌فرنگی با راهبردهای مختلف کاشت و برداشت در یک فصل کاشت برخوردارند؛ و در مقایسه با کشاورزان کوچک‌مقیاس، به‌طور متوسط، ده درصد کمتر هزینه‌های نیروی کار، حمل‌ونقل و اجاره می‌پردازند. همچنین، الگوی برداشت این کشاورزان مشابه کشاورزان متوسط‌مقیاس است، با این تفاوت که برای این گروه، هشت راهبرد جدید برداشت وجود دارد که در آن، برداشت در شش چین به‌صورت هفتگی نیز امکان‌پذیر است.

نتایج و بحث

همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، برای بهینه‌سازی تابع سود کشاورزان با در نظر گرفتن تولید و توزیع به‌طور هم‌زمان، لازم است راهبردهای مختلف کاشت، برداشت و عملکرد برای محصول گوجه‌فرنگی در منطقه مورد مطالعه استخراج شود. در ادامه، راهبردهای مختلف کاشت و برداشت گوجه‌فرنگی برای کشاورزان کوچک‌مقیاس در جدول ۳ آمده است. بازه زمانی کاشت برای گوجه فرنگی در منطقه (شهرستان) بیضا می‌تواند از هفته اول فروردین تا هفته دوم تیر باشد و با توجه به بررسی‌های انجام‌شده در منطقه مورد مطالعه، برای کشاورزان کوچک‌مقیاس، برداشت این محصول برای همه راهبردها به‌جز راهبردهای سیزدهم و چهاردهم در دو چین و در فاصله یک ماه صورت می‌پذیرد و به‌علت کاهش دما در هفته‌های اول و دوم مهر که زمان برداشت در این دو راهبرد است، این راهبردها یک چین دارند، زیرا دمای منطقه در نیمه مهرماه به کمتر از یازده درجه سانتی‌گراد می‌رسد، که موجب یخ زدن و از بین رفتن بوته گوجه‌فرنگی خواهد شد.

جدول ۳- راهبردهای مختلف کاشت و برداشت گوجه‌فرنگی برای کشاورزان کوچک

راهبرد	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت	تعداد چین	متوسط عملکرد (تن/هکتار)	راهبرد	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت	تعداد چین	متوسط عملکرد (تن/هکتار)
۱	هفته اول فروردین	هفته اول تیر	دو چین	۱۳۲/۵	۸	هفته‌چهارم اردیبهشت	هفته چهارم مرداد	دو چین	۱۰۰/۸۱
۲	هفته دوم فروردین	هفته دوم تیر	دو چین	۱۴۴/۴۸	۹	هفته اول خرداد	هفته اول شهریور	دو چین	۱۰۳/۹
۳	هفته سوم فروردین	هفته سوم تیر	دو چین	۱۴۴/۴۵	۱۰	هفته دوم خرداد	هفته دوم شهریور	دو چین	۹۶/۴
۴	هفته چهارم فروردین	هفته‌چهارم تیر	دو چین	۱۳۴/۰۳	۱۱	هفته‌سوم خرداد	هفته سوم شهریور	دو چین	۹۴/۴
۵	هفته اول اردیبهشت	هفته اول مرداد	دو چین	۱۲۴/۰۶	۱۲	هفته‌چهارم خرداد	هفته چهارم شهریور	دو چین	۹۴/۴۲
۶	هفته دوم اردیبهشت	هفته دوم مرداد	دو چین	۱۱۵/۱	۱۳	هفته اول تیر	هفته اول مهر	یک چین	۹۶/۱۳
۷	هفته سوم اردیبهشت	هفته سوم مرداد	دو چین	۱۰۷/۱۸	۱۴	هفته دوم تیر	هفته دوم مهر	یک چین	۹۹/۲۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش

برای کشاورزان متوسط‌مقیاس همانند گروه کشاورزان کوچک‌مقیاس، چهارده راهبرد کاشت و برداشت در نظر گرفته شده، با این تفاوت که با توجه به متوسط دمای منطقه مورد مطالعه، از راهبرد یک تا ده، سه چین، برای راهبردهای یازدهم و دوازدهم، دو چین و برای راهبردهای سیزدهم و چهاردهم، یک چین در نظر گرفته شده است. برای کشاورزان بزرگ‌مقیاس، از راهبردهای اول تا چهاردهم مشابه کشاورزارن متوسط‌مقیاس در نظر گرفته شده است؛ و البته، با توجه به داشتن نیروی کار دائمی، امکان برداشت هفتگی نیز لحاظ شده، که راهبردهای پانزدهم تا بیست‌ودوم در جدول ۴ آمده است.

مقیاس‌جدول ۴- راهبردهایی با برداشت هفتگی گوجه‌فرنگی برای کشاورزان بزرگ

راهبرد	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت	تعداد چین	متوسط عملکرد (تن/هکتار)
۱۵	هفته اول فروردین	هفته اول تیر	هفت مرحله برداشت هفتگی	۱۳۷/۱۳
۱۶	هفته دوم فروردین	هفته دوم تیر	هفت مرحله برداشت هفتگی	۱۴۹/۵
۱۷	هفته سوم فروردین	هفته سوم تیر	هفت مرحله برداشت هفتگی	۱۴۹/۵
۱۸	هفته چهارم فروردین	هفته چهارم تیر	هفت مرحله برداشت هفتگی	۱۳۸/۸
۱۹	هفته اول اردیبهشت	هفته اول مرداد	هفت مرحله برداشت هفتگی	۱۲۸/۴۴
۲۰	هفته دوم اردیبهشت	هفته دوم مرداد	هفت مرحله برداشت هفتگی	۱۱۹/۶
۲۱	هفته سوم اردیبهشت	هفته سوم مرداد	هفت مرحله برداشت هفتگی	۱۱۱
۲۲	هفته‌چهارم‌اردیبهشت	هفته چهارم مرداد	هفت مرحله برداشت هفتگی	۱۰۴/۲۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

پس از تعیین راهبردهای مختلف کاشت و برداشت و در نتیجه، عملکرد آنها، تابع سود گوجه‌فرنگی‌کاران منطقه در چهار سناریوی قیمتی شامل قیمت خوش‌بینانه، قیمت بدبینانه، قیمت واقع‌بیانه انتظاری و قیمت واقعی و برای سه گروه از کشاورزان کوچک، متوسط و بزرگ‌مقیاس مطابق روابط (۱) تا (۵) حداکثر شده و خروجی مدل، انتخاب راهبرد بهینه کاشت و برداشت (t)، مقصد (j) و میزان محصول ارسالی (X_{jw}) است.

نتایج مدل بهینه‌سازی سود با زمان‌بندی یکپارچه تولید و توزیع برای کشاورز کوچک‌مقیاس در جدول ۵ آمده است. در سناریوهای مختلف قیمت، میزان سود تفاوت معنی‌دار دارد. در سناریوی قیمت انتظاری در حالت بدبینانه، سود کشاورز با انتخاب راهبرد سوم گوجه‌فرنگی و ارسال هر دو چین محصول به بازار بوشهر معادل شصت میلیون تومان در هکتار است. سود کشاورز در سناریوی قیمت انتظاری واقع‌بیانه و تغییر راهبرد به انتخاب راهبرد دوم به ۲۰۵/۹ میلیون تومان در هکتار می‌رسد. در سناریوی

خوش‌بینانه با انتخاب راهبرد اول و ارسال چین‌های اول و دوم محصول، به‌ترتیب، به بوشهر و کرمانشاه، سود کشاورز معادل ۳۶۹ میلیون تومان در هکتار است. در سناریوی قیمت خوش‌بینانه، سود کشاورز بیش از شش برابر سناریوی قیمت بدبینانه است. این اختلاف از آنجا ناشی می‌شود که انتظارات متفاوت قیمتی موجب انتخاب راهبردهای مختلف کاشت و برداشت می‌شود. تفاوت عملکرد، زمان برداشت و سطح قیمت‌ها موجب انتخاب مقاصد مختلف و در نهایت، سودآوری متفاوت خواهد شد. همچنین، این تفاوت نشان‌دهنده نوسان بالای سود در بازار این محصول است. لازم به توضیح است که کشاورز نمونه با یک هکتار زمین در سال ۱۴۰۲ به میزان ۱۴۶/۵ میلیون تومان در هکتار با انتخاب راهبرد پنجم گوجه‌فرنگی و فروش سر مزرعه سود کسب کرده است که مقایسه آن با نتایج جدول ۵ در سناریوی قیمت واقع‌بیانه نشان می‌دهد که میزان سود چهل درصد توان (پتانسیل) سودآوری افزایش داشته و این اختلاف ناشی از تفاوت راهبرد انتخابی در تاریخ کاشت و انتخاب بازار فروش بوده است.

جدول ۵- نتایج مدل بهینه‌سازی سود با زمان‌بندی یکپارچه تولید و توزیع برای کشاورزان کوچک‌مقیاس

کشاورز کوچک‌مقیاس	سناریوی قیمت بدبینانه	سناریوی قیمت واقع‌بینانه	سناریوی قیمت خوش‌بینانه
سود (میلیون تومان/هکتار)	۶۰	۲۰۵/۹	۳۶۹
بازارهای منتخب	بوشهر- بوشهر	بوشهر - بوشهر	بوشهر -کرمانشاه
راهبرد کاشت و برداشت منتخب	گوجه فرنگی ۳	گوجه‌فرنگی ۲	گوجه‌فرنگی ۲

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج جدول ۶، میزان سود در بین سناریوهای مختلف قیمت برای کشاورزان متوسط‌مقیاس تفاوت معنی‌دار دارد. در سناریوی قیمت انتظاری بدبینانه راهبرد سوم گوجه‌فرنگی به‌عنوان بهترین راهبرد انتخاب شده و بازارهای بوشهر، بوشهر و بندرعباس، به‌ترتیب، برای ارسال محصول چین‌های اول، دوم و سوم برای حداکثر شدن سود انتخاب شدند. در این شرایط، سود کشاورز معادل ۴۵/۲ میلیون تومان در هکتار است. در سناریوی قیمت انتظاری واقع‌بیانه، بار دیگر راهبرد سوم گوجه‌فرنگی انتخاب شده و بازارهای هدف برای محصول چین‌های اول و دوم، بوشهر و برای چین سوم، بندرعباس با سودی معادل ۱۹۶/۱ میلیون تومان انتخاب شده است. در سناریوی قیمت خوش‌بینانه، فقط با تغییر بازار هدف چین سوم به کرمانشاه، سود انتظاری معادل ۴۰۲/۴ میلیون تومان در هکتار برآورد شده است. سود، در سناریوی قیمت خوش‌بینانه نسبت به بدبینانه، تقریباً به نه برابر افزایش می‌یابد. این اختلاف ناشی از انتظارات متفاوت قیمتی و انتخاب راهبردهای مختلف کاشت و برداشت و در نهایت، تفاوت در بازارهای منتخب است.

جدول ۶- نتایج مدل بهینه‌سازی سود با زمان‌بندی یکپارچه تولید و توزیع برای کشاورزان متوسط‌مقیاس

کشاورز متوسط‌مقیاس	سناریوی قیمت بدبینانه	سناریوی قیمت واقع‌بینانه	سناریوی قیمت خوش‌بینانه
سود (میلیون تومان/هکتار)	۴۵/۲	۱۹۶/۱	۴۰۲/۴
بازارهای منتخب	بوشهر –بوشهر–بندرعباس	بوشهر– بوشهر – بوشهر	بوشهر– بوشهر– کرمانشاه
راهبرد کاشت و برداشت منتخب	گوجه فرنگی ۳	گوجه فرنگی ۳	گوجه فرنگی ۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در ادامه، نتایج مدل بهینه‌سازی سود با زمان‌بندی یکپارچه تولید و توزیع برای کشاورز بزرگ‌مقیاس در جدول ۷ آمده است. همان‌گونه که قابل ملاحظه است، میزان سود در بین سناریوهای مختلف قیمتی برای کشاورزان بزرگ‌مقیاس تفاوت معنی‌دار دارد. بوشهر به‌عنوان تنها بازار هدف در سناریوی متفاوت قیمتی و برای چین‌های مختلف محصول انتخاب شده و همچنین، راهبردهای منتخب همگی دارای برداشت هفتگی بوده است. نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که سود برآوردشده در سناریوی قیمت بدبینانه، با انتخاب راهبرد هجدهم گوجه‌فرنگی، معادل ۸۴/۵ میلیون تومان و در سناریوهای واقع‌بیانه و خوش‌بینانه با انتخاب راهبرد شانزدهم گوجه‌فرنگی، به‌ترتیب، معادل ۲۵۶ و ۴۷۷/۶ میلیون تومان به ازای هر هکتار است.

جدول ۷- نتایج مدل بهینه‌سازی سود با زمان‌بندی یکپارچه تولید و توزیع برای کشاورزان بزرگ‌مقیاس

کشاورز بزرگ‌مقیاس	سناریوی قیمت بدبینانه	سناریوی قیمت واقع‌بینانه	سناریوی قیمت خوش‌بینانه
سود (میلیون تومان/هکتار)	۵/۸۴	۲۵۶	۴۷۷/۶
بازارهای منتخب	بوشهر — بوشهر — بوشهر - بوشهر — بوشهر — بوشهر - بوشهر	بوشهر — بوشهر — بوشهر - بوشهر — بوشهر — بوشهر - بوشهر	بوشهر — بوشهر — بوشهر - بوشهر — بوشهر — بوشهر - بوشهر
راهبرد کاشت و برداشت منتخب	گوجه‌فرنگی۱۸	گوجه‌فرنگی ۱۶	گوجه‌فرنگی ۱۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

برای بررسی اثر تصمیم‌گیری کشاورز برای توزیع محصول یا همان انتخاب بازار مناسب بر سودآوری، مدل با لحاظ تنها یک مقصد و آن هم بازار شیراز برای سه گروه کشاورزان مورد مطالعه بهینه‌سازی شده، که نتایج آن در جدول ۸ قابل ملاحظه است.

در گروه کشاورزان کوچک‌مقیاس، راهبردهای منتخب نسبت به حالت قبل تغییری نداشته، ولی حداکثر سود مورد انتظار، به‌ترتیب، در هر سه سناریوی قیمتی معادل ۱۵/۹۸، ۱۶۲/۵ و ۲۷۶/۳ میلیون تومان در هکتار به‌دست آمده است. مقایسه نتایج جدول ۵ با جدول ۸ نشان می‌دهد که با حذف توزیع از مدل حداکثر سود مورد انتظار کشاورزان کوچک‌مقیاس در سه سناریوی قیمت بدبینانه، واقع‌بینانه و خوش‌بینانه، به‌ترتیب، ۷۳، ۲۱ و ۲۵/۱ درصد کاهش می‌یابد.

جدول ۸- نتایج مدل بهینه‌سازی سود بدون توزیع برای کشاورزان کوچک، متوسط و بزرگ‌مقیاس (میلیون تومان در هکتار)

کشاورزان	سناریوی قیمت بدبینانه	سناریوی قیمت واقع‌بینانه	سناریوی قیمت خوش‌بینانه
کوچک‌مقیاس	۱۵/۹۸	۱۶۲/۵	۲۷۶/۳
متوسط‌مقیاس	۱۲/۲۴	۱۷۲/۸	۳۲۵/۸
بزرگ‌مقیاس	۲۵/۶	۱۶۵/۲۶۶	۳۱۵/۸۶۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول ۸ بهینه‌سازی سود بدون توزیع برای کشاورزان بزرگ‌مقیاس (چنانچه شیراز تنها بازار هدف باشد) را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج این جدول، در صورتی که کشاورز محصول خود را تنها به بازار شیراز ارسال کند، سود کشاورز در هر سه سناریو کاهش می‌یابد، بدین ترتیب که حداکثر سود در سناریوی قیمت انتظاری بدبینانه معادل ۲۵/۶، سناریوی قیمت انتظاری واقع‌بینانه ۱۶۵/۲ و سناریوی قیمت انتظاری خوش‌بینانه ۳۱۵/۸ میلیون تومان در هکتار برآورد شده است. بنابراین، با انتخاب شیراز به‌عنوان تنها مقصد ارسالی، سود کشاورز در هر سه سناریو نسبت به مدل قبل، به‌ترتیب، ۶۹/۷، ۳۵/۴ و ۳۳/۸ درصد کاهش یافته است که در مقایسه با کشاورزان کوچک‌مقیاس و متوسط‌مقیاس، کاهش بیشتری را تجربه می‌کند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

برنامه‌ریزی یکپارچه تولید و توزیع یکی از چالش‌های مهم در مدیریت زنجیره تأمین محسوب می‌شود. در این نوع برنامه‌ریزی سعی بر آن است که با اتخاذ تصمیمات هماهنگ، ضمن بهبود توان رقابت‌پذیری، اهدافی همچون حداکثرسازی سودآوری و یا کاهش هزینه‌ها نیز برآورده شود. در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی به‌ویژه محصولات فسادپذیر همچون گوجه‌فرنگی، به‌دلیل فصلی بودن تولید و وابستگی آن به شرایط آب‌وهوایی، نوسان بالای قیمت این محصولات و راهبردهای مختلف در کاشت و برداشت محصول، برنامه‌ریزی یکپارچه تولید و توزیع اهمیتی دوچندان می‌یابد. بنابراین، در مطالعهٔ حاضر، با استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی، اثر برنامه‌ریزی یکپارچه تولید و توزیع بر سودآوری تولیدکنندگان گوجه‌فرنگی در منطقه (شهرستان) بیضا با لحاظ قیمت‌های انتظاری ارزیابی شده و نتایج مطالعه نشان داده است که تفاوت سود میان سناریوهای مختلف قیمتی برای هر سه گروه از کشاورزان بالاست. از طرف دیگر، ماهیت تولید محصولات کشاورزی و وجود فاصله زمانی بین کاشت و برداشت محصولات از جمله گوجه‌فرنگی به تشدید مخاطرات قیمتی می‌انجامد. در این راستا، به‌کارگیری مدل‌های مختلف هماهنگی عمودی در زنجیره عرضه گوجه‌فرنگی از جمله استفاده از کشاورزی قراردادی و انواع بیمه‌های درآمدی به‌منظور مدیریت مخاطرات بازار برای این گروه از کشاورزان پیشنهاد می‌شود، چراکه نوسان بالا در درآمد خالص و مواجه غیره‌منتظره با آن موجب کاهش انگیزه کشاورزان در بهبود فناوری‌های تولید می‌شود. همچنین، حتی در شرایطی که فقط کشاورزان انتخاب بهینه در میان راهبردهای تولید را انجام بدهند، می‌توانند از سود بیشتری نسبت به راهبرد پیشین خود بهره‌مند شوند، که این نکته از دیگر نتایج مطالعه حاضر است. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که اگرچه نبود سازوکار شفاف در میادین میوه و تره‌بار و پیچیدگی‌های موجود در آن امکان حضور کشاورزان در آن را به‌ویژه برای خارج از استان فارس سخت می‌کند، اما عدم انگیزه در بهره‌مندی از روش‌های علمی در بهینه‌سازی انتخاب، خود نیز عاملی مهم در کسب حداکثر سودآوری برای کشاورزان مورد مطالعه است، که می‌توان آن را جزو چالش‌های بنیادی شناسایی‌شده در مطالعه حاضر دانست، در حالی که بر اساس نتایج مطالعه، انتخاب راهبردهای بهینه کاشت و برداشت حتی بدون انتخاب بازار مناسب بر سودآوری کشاورزان به‌ویژه کشاورزان بزرگ‌مقیاس تأثیر معنی‌دار دارد. در واقع، اعداد محاسبه‌شده در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که در شرایط کنونی، توسعه مدیریت هوشمند مزارع با استفاده از شرکت‌های فناور کشاورزی می‌تواند در این زمینه، جذابیت لازم را داشته باشد، اما به پذیرش آن توسط کشاورزان تنها به‌شرط معرفی مناسب می‌توان امیدوار بود. از این‌رو، شایسته است که با کمک مروجان کشاورزی، ضمن

برفراری ارتباط با کشاورزان به‌ویژه کشاورزان بزرگ‌مقیاس، تبیین نتایج پژوهش‌های پیشین و چگونگی بهره‌مندی از آن صورت گیرد تا از این رهگذر، با پیوند میان مراکز تولید و پژوهش، به سطح درآمد کشاورزان و توسعه پایدار این بخش کمک شود. همچنین، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که کشاورزان، حتی با فرض داشتن یک راهبرد مشخص در تولید، می‌توانند با انتخاب بازار مناسب سود خود را افزایش دهند؛ دسترسی به بازارها و اطلاعات قیمتی آن نیز می‌تواند در بستر تجارت الکترونیک، برای کشاورزان فراهم شود. در این راستا، پیشنهاد می‌شود که با ایجاد سگوهای تجارت الکترونیک، فاصله مزرعه تا سفره را کوتاه‌تر کرد و ضمن انتفاع عادلانه‌تر کشاورزان خرده‌مالک یا همان کوچک‌مقیاس از بازار، موجب بهبود کارآیی بازاریابی شد. علاوه بر این، بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، هرگونه برنامه‌ریزی در راستای مدیریت زنجیره تأمین گوجه‌فرنگی و دیگر محصولات فسادپذیر کشاورزی، بدون در نظر گرفتن راهبردهای مختلف کاشت و برداشت و تنها با تکیه بر بهینه‌سازی شبکه توزیع، موجب حذف چشمگیر فرصت‌های پیش روی کشاورزان در راستای حداکثرسازی سود می‌شود.

منابع

1. Adams, S. R., Cockshull, K. E., & Cave, C. R. J. (2001). Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits. *Annals of Botany*, 88, 869-877.
2. Ahumada, O., & Villalobos, J. R. (2009). Application of planning models in the agri-food supply chain: a review. *European Journal of Operational Research*, 196(1), 1-20.
3. Ahumada, O., & Villalobos, J. R. (2011). Operational model for planning the harvest and distribution of perishable agricultural products. *International Journal of Production Economics*, 133(2), 677-687.
4. Albornoz, V. M., & Vera, P. I. (2023). Coordinating harvest planning and scheduling in an agricultural supply chain through a stochastic bilevel programming. *International Transactions in Operational Research*, 30(4), 1819-1842.
5. An, K., & Ouyang, Y. (2016). Robust grain supply chain design considering post-harvest loss and harvest timing equilibrium. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 88, 110-128.

6. Arab Momeni, M., Yaghoubi, S., & Mohamad Aliha, M. R. (2019). Coordination of production-distribution in supply chain considering transportation price discount. *Sharif Journal of Industrial Engineering & Management*, 34(2.1), 21-32. DOI: 10.24200/j65.2018.20052. [In Persian]
7. Chandra, P., & Fisher, M. L. (1994). Coordination of production and distribution planning. *European Journal of Operational Research*, *72*(3), 503-517.
8. Chopra, S., & Meindl, P. (2007). Supply chain management. Strategy, Planning & Operation. In: Boersch, C., & Elschen, R. (eds) Das Summa Summarum des Management. Gabler. DOI: 10.1007/978-3-8349-9320-5_22.
9. Criddle, R. S., Smith, B. N., & Hansen, L. D. (1997). A respiration-based description of plant growth rate responses to temperature. *Planta*, 201(4), 441-445.
10. Esmaeilikia, M., Fahimnia, B., Sarkis, J., Govindan, K., Kumar, A., & Mo, J. (2014). A tactical supply chain planning model with multiple flexibility options: an empirical evaluation. *Annals of Operations Research*, Springer, 24(2), 429-454. DOI: 10.1007/s10479-013-1513-2.
11. Fasihi, M., Najafi, S. E., Tavakkoli-Moghaddam, R., & Hajiaghaei-Keshteli, M. (2022). Cold-water farmed fish chain supply chain network design considering uncertainty conditions: a case study of trout supply chain network in Mazandaran. *Journal of Industrial Management Studies*, 19(63), 1-50. DOI: 10.22054/jims.2021.60904.2657. [In Persian]
12. Ferrer, J. C., Mac Cawley, A., Maturana, S., Toloza, S., & Vera, J. (2008). An optimization approach for scheduling wine grape harvest operations. *International Journal Production Economics*, Elsevier, 112(2), 985-999.
13. Flores, H., & Villalobos, J. R. (2018). A modeling framework for the strategic design of local fresh-food systems. *Agricultural Systems*, 161, 1-15.
14. Flores, H., Villalobos, J. R., Ahumada, O., Uchanski, M., Meneses, C., & Sanchez, O. (2019). Use of supply chain planning tools for efficiently placing small farmers into high-value, vegetable markets. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157, 205-217.

15. Gholamian, M. R., & Taghanzadeh, A. (2019). An integrated bread flour supply chain model considering import, storage, production and distribution planning. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 50(1), 65-78. DOI: 10.22059/ijaedr.2018.140688.668176. [In Persian]
16. Glen, J. J. (1987). Mathematical models in farm planning: a survey. *Operations Research*, 35(5), 641-666.
17. Hajimirzajan, A., Pirayesh, M. A., & Dehghanian, F. (2015). Developing a supply chain planning model for perishable crops. *Research in Production and Operations Management*, 6(1), 35-60. [In Persian]
18. Jabarzadeh, Y. , Reyhani Yamchi, H., & Ghaffarinasab, N. (2020). A multi-objective mathematical model for managing sustainable direct and reverse supply chain of apple considering foreign markets. *Journal of International Business Administration*, 3(1), 139-166. DOI: 10.22034/jiba.2020.10384. [In Persian]
19. Jiao, Z., Higgins, A. J., & Prestwidge, D. B. (2005). An integrated statistical and optimisation approach to increasing sugar production within a mill region. *Computer Electronic Agriculture*, 48(2), 170-181.
20. Kazemi, A., Sarrafha, K., & Alinezhad, A. (2014). A model to integrated production-distribution planning in a supply chain. *Journal of Development Evolution Management*, 6(19), 61-66. [In Persian]
21. Lowe, T. J., & Preckel, P. V. (2004). Decision technologies for agribusiness problems: a brief review of selected literature and a call for research. *Manufacturing & Service Operations Management*, 6(3), 201-208.
22. Lucas, M. T., & Chhajed, D. (2004). Applications of location analysis in agriculture: a survey. *Journal of the Operational Research Society*, Palgrave Macmillan; The OR Society, 55(6), 561-578. DOI: 10.1057/palgrave.jors.2601731.

23. Modarresi, M., Afrasiabi, S., Bagheri Garbollagh, H., & Khani, F. (2020). Prioritizing export target markets of tomato of Iran using numerical taxonomy analysis. *Journal of International Business Management*, 3(2), 103-119. [In Persian]
24. Molinos Senante, M., Hernández Sancho, F., Mocholí Arce, M., & Sala Garrido, R. (2014). A management and optimisation model for water supply planning in water deficit areas. *Journal of Hydrology*, 515, 139-146.
25. Pirtaj, S., & Mousazadeh, M. (2023). Resilient distribution network design in sustainable grain supply chain: a robust-possibilistic approach. *Supply Chain Management*, 24(77), 9-21. [In Persian]
26. Sel, Ç., & Bilgen, B. (2014). Hybrid simulation and MIP based heuristic algorithm for the production and distribution planning in the soft drink industry. *Manufacturing Systems*, 33(3), 385-399.
27. Shukla, M., & Jharkharia, S. (2013). Agri-fresh produce supply chain management: a state-of-the-art literature review. *International Journal of Operations & Production Management*, 3(2), 114-158.
28. Tabrizi, S., Ghodsypour, S. H., & Ahmadi, A. (2017). A bi-level optimization modeling for perishable food supply chain: the case of a warm-water farmed fish supply chain in Iran, *Iranian Journal of Trade Studies*, 21(84), 169-204. [In Persian]
29. Tan, B., & Çömden, N. (2012). Agricultural planning of annual plants under demand, maturation, harvest, and yield risk. *European Journal of Operational Research*, 220(2), 539-549.
30. Taşkıner, T., & Bilgen, B. (2021). Optimization models for harvest and production planning in agri-food supply chain: a systematic review. *Logistics*, 5(3), 52. DOI: 10.3390/logistics5030052.
31. Tomek, W. G., & Kaiser, H. M. (2014). Agricultural product prices. Cornell University Press.
32. Torabi, S. A., Korzebor, M. R., & Doodman, M. (2022). A location-routing model for milk supply chain network design under disruption risks and data

uncertainty. *Journal of Industrial Management Perspective*, 11(4), 9-35. doi: 10.52547/jimp.11.4.9. [In Persian]

33. Ullrich, C. A. (2013). Integrated machine scheduling and vehicle routing with time windows. *European Journal of Operational Research*, 227(1), 152-165.
34. Vanthoor, B. H. E., De Visser, P. H. B., Stanghellini, C., & Van Henten, E. J. (2011). A methodology for model-based greenhouse design: Part 2, description and validation of a tomato yield model. *Biosystems Engineering*, 110(4), 378-395.
35. Vitoriano, B., Ortuño, M., Recio, B., Rubio, F., & Alonso-Ayuso, A. (2003). Two alternative models for farm management: discrete versus continuous time horizon. *European Journal of Operational Research*, 144(3), 613-628.
36. Wishon, C., Villalobos, J., Mason, N., Flores, H., & Lujan, G. (2015). Use of MIP for planning temporary immigrant farm labor force. *International Journal of Production Economics*, 170(1), 25-33.