

**Research Paper**

**Causality Assessment between Prices in Potato Supply Chain in Tehran**

*H. Najafi Alamdarloo<sup>1</sup>, S. S. Abbas-Miri<sup>2</sup>, M. Kalantaripour<sup>3</sup>*

Received: 20 October, 2024    Accepted: 3 February, 2025

**Introduction:** In the current world, supply chains play a critical role in the functioning of various markets, particularly in agriculture. Fresh agricultural products, such as fruits and vegetables, are highly perishable, i.e. they have a limited shelf life. Furthermore, unlike other products, their quality continuously deteriorates throughout the various activities of the supply chain. Consequently, managing the supply chain network for these products is highly complex rather than other products. Supply chain management refers to all activities involving the flow of commodities and information from manufacturing to consumption. These products are easily contaminated by environmental causes and spoil during distribution and movement along the supply chain. As a result, the supply chain for perishable agricultural products aims to transport the product from the farm to consumer in the shortest amount of time, at the lowest cost, and in the best possible condition and quality. Over recent years, the importance of fresh fruits and vegetables has grown significantly with the increasing demand from health-conscious consumers. This has made the quality and availability of fruits and vegetables throughout the year a major concern. Price variations and volatility are major issues in the agricultural supply chain, and they are driven by a variety of factors including meteorological conditions, government policies, domestic and overseas production and demand as well as transportation and storage costs. Potatoes are a vital product in Iran, playing an important role in providing food security and employment due to their nutritional and economic value. Iran is ranked thirteenth in the world for potato production, with about 5,500 thousand tons grown on more than 149 thousand hectares. Given the significance of this product, determining and analyzing the causation between different prices along

- 
1. Corresponding Author and Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran (hamed\_najafi@modares.ac.ir).
  2. PhD Graduate in Agricultural Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
  3. PhD Student in Agricultural Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

DOI: 10.30490/aead.2025.367297.1635

its supply chain, from production to consumption, is a basic problem in agricultural economics. Since potatoes are a product with high consumer demand in the country, assessing the factors influencing the price changes might provide useful information to agricultural policy and decision makers. Overall, past research indicates that assessing the causality between prices in the agricultural supply chain, particularly potatoes in Iran, is a critical problem in the agricultural economics. Therefore, this study aimed at investigating the causal relationship between pricing differences in Iran's potato supply chain.

**Materials and Methods:** In this study, the causal relationship between prices in the potato supply chain was investigated using econometric techniques and to determine if changes in one price level would cause changes in others, the Granger causality test was specifically used to investigate the directionality and causation linkages between these price levels. Using the Vector Error Correction Model (VECM), the dynamic relationships and short- and long-term impacts were further examined. When examining cointegrated time series data, the VECM model is very helpful, since it sheds light on both the short-term dynamics and long-term equilibrium correlations between prices. Over a predetermined time period, data for the study was gathered from a variety of sources, including farm-gate pricing, wholesale prices, and retail prices. These econometric methods made it possible to thoroughly examine the mechanisms by which prices were transmitted, to pinpoint causal relationships as well as to evaluate the scope and velocity of the price changes at various supply chain stages.

**Results and Discussion:** The weekly potato price chart for Tehran (2016-2023) showed a large price discrepancy between the retail and farm-gate levels; as indicated, market margins were also inequitable, and in some circumstances, an increase in farm-gate prices reduced the market margins. Specifically, the prices in 2019 and 2022 were greater than those in the previous years. According to the Granger causality test, the farm-gate prices had a unidirectional causal relationship with all subsequent price levels. This suggests that the farm-gate price is the most important element in determining pricing for the remaining links in the supply chain. The VECM empirical model also revealed that the farm-gate price had the greatest impact on explaining the forecast inaccuracy of other price levels.

**Conclusion and Suggestions:** The study findings showed that the farm-gate prices were a crucial determinant of pricing across the potato supply chain, influencing all subsequent price levels (wholesale and retail); also, the farm-gate

price had a one-way causal relationship with both retail and wholesale prices, whereas the changes in lower-level prices rarely had an impact on the farm-gate price. This indicates an imbalance in the market margins and increased bargaining power at lower levels of the supply chain, emphasizing the importance of effective monitoring and policymaking. Thus, the policymakers should prioritize cost reduction and price optimization at the point of origin (farm-gate) over final market prices. Furthermore, given the importance of the farm-gate pricing, creating favorable conditions to promote output and increase supply at this level can help reduce the price fluctuations and strengthen the supply chain. Although wholesalers' collaboration has allowed them to keep a portion of the consumer price, their effect is smaller than that of farm-gate prices. To increase the supply chain's efficiency and sustainability, proper farm-level supply and demand management policies must be developed. Identifying these causal links might help farmers and other stakeholders make better decisions to reduce the risks associated with the price changes.

**Keywords:** *Potato, Vector Error Correction Model (VECM), Granger Causality, Tehran.*

**JEL Classification:** Q11, C32, C22, R11



## اقتصاد کشاورزی و توسعه

سال ۳۲، شماره ۱۲۸، زمستان ۱۴۰۳

### مقاله پژوهشی

## ارزیابی علیت بین قیمت‌ها در زنجیره تأمین محصول سیب‌زمینی در تهران\*

حامد نجفی علمدارلو<sup>۱</sup>، سیده سمانه عباس‌میری<sup>۲</sup>، مهناز کلاتتری پور<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۵

### چکیده

در بخش کشاورزی، زنجیره تأمین نقشی حیاتی در رساندن محصول باکیفیت و به‌موقع به‌دست مصرف‌کننده دارد. این زنجیره با چالش‌هایی مانند نوسان‌های قیمت، فسادپذیری محصول و تغییرات آب‌وهوایی مواجه است. در این راستا، تحلیل علیت بین قیمت‌های مختلف در این زنجیره از اهمیت زیادی برخوردار است، چراکه به کمک این تحلیل، می‌توان میزان تأثیرپذیری بخش‌های مختلف زنجیره از تغییرات قیمت در سایر بخش‌ها را شناسایی و در نتیجه، راهکارهایی برای بهبود کارایی و پایداری زنجیره تأمین ارائه داد. هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی رابطه علیت بین قیمت‌ها در زنجیره تأمین سیب‌زمینی بود. بدین منظور، با استفاده از علیت گرنجر و مدل تصحیح خطای برداری (VECM)، تأثیر قیمت‌های سرمرزعه، عمده‌فروشی و خرده‌فروشی در سطح میادین و خرده‌فروشی در سطح شهر تهران با استفاده از داده‌های هفتگی طی دوره زمانی ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۲ مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج مطالعه نشان داد که قیمت سرمرزعه به‌عنوان

\* مقاله حاضر بخشی از نتایج طرح پژوهشی با عنوان «مطالعات جامع زنجیره تأمین محصولات کشاورزی منتخب با محوریت سازمان میادین میوه و تره‌بار» و شماره قرارداد ۱۳۷/۱۳۷۴۳۹۸ است، که به سفارش مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران انجام شده است.

۱- نویسنده مسؤل و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

(hamed\_najafi@modares.ac.ir)

۲- دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

۳- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

DOI: 10.30490/aead.2025.367297.1635

محرک اصلی عمل می‌کند و تغییرات قیمت در این سطح تأثیر مستقیم و قابل توجه بر قیمت‌های سایر سطوح زنجیره دارد؛ به دیگر سخن، هرگونه تغییر در قیمت سیب‌زمینی در مزرعه، به‌طور مستقیم بر قیمت‌های عمده‌فروشی و خرده‌فروشی تأثیر می‌گذارد. در این راستا، توجه به سیاست‌های کنترل قیمت در سطح بازار خرده‌فروشی چندان اثربخش نیست، چراکه این سطح از تغییرات قیمتی در سرمزرعه تأثیر می‌پذیرد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذاران، به‌جای تمرکز بر کنترل قیمت‌ها در سطح خرده‌فروشی، روی کاهش هزینه‌های تولید و قیمت‌های سرمزرعه تمرکز کنند. این سیاست‌ها می‌توانند شامل حمایت‌های مالی برای کشاورزان، بهبود فناوری‌های تولید، یا کاهش هزینه‌های ورودی باشند که به نوبه خود، می‌توانند به کاهش قیمت‌های عمده‌فروشی و خرده‌فروشی کمک کنند. در این صورت، انتقال قیمت از سرمزرعه به سایر سطوح به‌گونه‌ای مؤثر کنترل خواهد شد و نوسان‌های قیمتی در بازار کاهش می‌یابد.

**کلیدواژه‌ها:** سیب‌زمینی، مدل تصحیح خطای برداری (VECM)، علیت گرنجر، تهران.

طبقه‌بندی JEL: Q11, C32, C22, R11

## مقدمه

در دنیای امروز، مدیریت زنجیره تأمین به‌عنوان یک عامل کلیدی در عملکرد بازارهای مختلف، به‌ویژه در بخش محصولات کشاورزی، نقش حیاتی ایفا می‌کند. محصولات کشاورزی تازه مانند میوه‌ها و سبزی‌ها بسیار فسادپذیرند، بدین معنی که عمر مفید آنها محدود است. علاوه بر این، برخلاف سایر محصولات، کیفیت آنها پیوسته در طول فعالیت‌های مختلف زنجیره تأمین کاهش می‌یابد. بنابراین، مدیریت شبکه زنجیره تأمین این محصولات نسبت به سایر کالاها پیچیده‌تر است (Mousavi & Bozorgi-Amiri, 2017). هدف مدیریت زنجیره تأمین محصولات کشاورزی فسادپذیر عبارت است از رساندن محصول از مزرعه به مصرف‌کننده نهایی در کوتاه‌ترین زمان، با کمترین هزینه و در بهترین حالت و کیفیت ممکن (Reynolds et al., 2014). در سال‌های اخیر، موضوع میوه‌ها و سبزی‌های تازه، با افزایش تقاضای مشتریانی که به رژیم غذایی سالم اهمیت می‌دهند، بیش از پیش درخور اهمیت شده، به‌گونه‌ای که هم‌اینک باکیفیت و در دسترس بودن میوه و سبزی در تمام ماه‌های سال در کانون توجه همگان قرار گرفته است (Reynolds et al., 2014). البته، این تنها در ده سال گذشته بوده که به‌طور کلی، صنعت مواد غذایی کشاورزی و به‌ویژه بخش میوه‌های تازه به رسمیت شناخته شده و در زنجیره تأمین، به‌عنوان یک مفهوم کلیدی برای رقابت‌پذیری مورد بحث قرار گرفته است (Tsolakis et al., 2014; Lucas & Chhajed, 2004).

با این همه، یکی از چالش‌های اصلی در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی نوسان‌ها و بی‌ثباتی در قیمت‌هاست که از عوامل مختلف نظیر شرایط اقلیمی، سیاست‌های دولتی، میزان

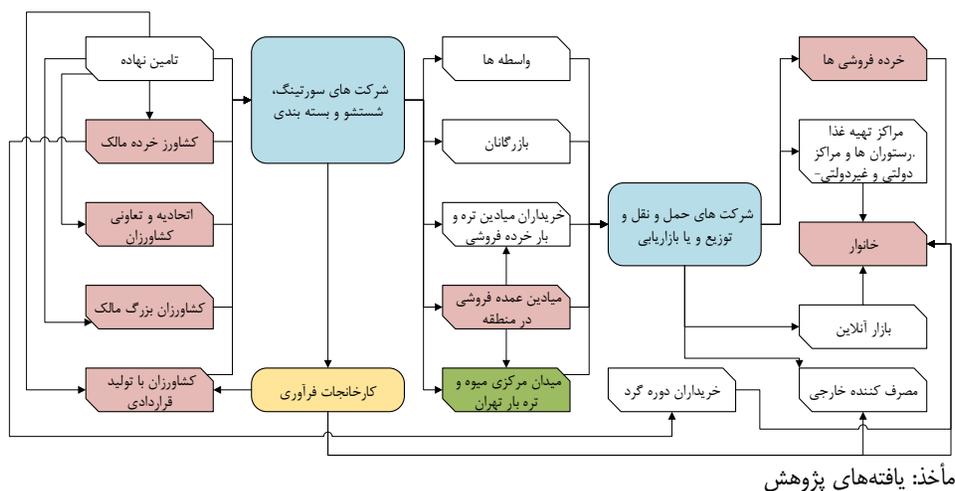
تولید و تقاضای داخلی و خارجی، هزینه‌های حمل‌ونقل و ذخیره‌سازی ناشی می‌شود (Najafi & Kazemnejad, 2005; Mirzaei et al., 2021). در این راستا، تحلیل علیت بین قیمت‌های مختلف در این زنجیره از اهمیت زیادی برخوردار است، چراکه به کمک این تحلیل، می‌توان میزان تأثیرپذیری بخش‌های مختلف زنجیره از تغییرات قیمت در سایر بخش‌ها را شناسایی و در نتیجه، راهکارهایی برای بهبود کارایی و پایداری زنجیره تأمین ارائه کرد.

سیب‌زمینی یکی از محصولات راهبردی در ایران است که به دلیل ویژگی‌های تغذیه‌ای و اقتصادی، نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی و اشتغال‌زایی در کشور ایفا می‌کند. این محصول پس از گندم، ذرت و برنج، چهارمین محصول در سبد غذایی جوامع بشری است (Vojdani, 2022). بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی (FAO)، در سال ۲۰۲۲، ایران، با تولید ۴/۷ میلیون تن سیب‌زمینی در بیش از ۱۳۱ هزار هکتار، در رتبه هفدهم تولیدکنندگان جهان قرار دارد. تولید این محصول در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ به میزان ۵/۲۵ میلیون تن و سطح زیر کشت آن نیز ۱۴۱/۶ هزار هکتار بود. بر همین مبنای میزان عملکرد محصول سیب‌زمینی در این سال ۳۷ تن در هکتار برآورد می‌شود. مقدار صادرات سیب‌زمینی در سال ۱۴۰۲ برابر با ۴۵۳ هزار تن به ارزش ۱۶۵ میلیون دلار بود. به‌طور کلی، ضایعات بیست تا ۲۵ درصدی این محصول یکی از مشکلات تولید آن در کشور است (MAJ, 2023).

پراکنش مکانی تولید سیب‌زمینی در نقشه ۱ نشان می‌دهد که جنوب استان کرمان یکی از قطب‌های مهم تولید این محصول است، اما بیشترین تولید آن در سال ۱۴۰۰ در شهرستان بهار استان همدان و در سال ۱۴۰۱ در شهرستان اردبیل اتفاق افتاده است. پراکنش مکانی تولید سیب‌زمینی حاکی از آن است که غالب تولید این محصول در محدوده زاگرس میانی است، به‌گونه‌ای که از اقلید در استان فارس شروع شده، به سلطانیه در استان زنجان می‌رسد. اگرچه برخی از شهرستان‌های استان اردبیل نیز از تولید قابل توجه این محصول برخوردارند، اما بیشترین میزان تولید آن در سال ۱۴۰۰ در شهرستان‌های بهار، اقلید، رزن، منوجان، همدان، اردبیل، عنبرآباد و دهگلان و در سال ۱۴۰۱ در شهرستان‌های اردبیل، اقلید، بهار، عنبرآباد و دهگلان اتفاق افتاده است.



از آنجا که سیب‌زمینی یک محصول با تقاضای بالای مصرفی در کشور به‌شمار می‌آید، همواره ارزیابی و تحلیل علیت بین قیمت‌های مختلف در زنجیره تأمین آن، از تولید تا مصرف، به‌عنوان یکی از موضوعات اساسی در حوزه اقتصاد کشاورزی مطرح می‌شود. با بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات قیمتی این محصول، می‌توان مجموعه‌ای از اطلاعات ارزشمند را برای سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران بخش کشاورزی فراهم آورد. این فرآیند می‌تواند به بهبود سیاست‌های حمایت از تولیدکنندگان، تنظیم مناسب‌تر قیمت‌ها و جلوگیری از بروز نوسان‌های شدید در بازار کمک کند. علاوه بر این، شناسایی روابط علی بین قیمت‌ها در زنجیره تأمین، به کشاورزان و سایر فعالان این حوزه کمک می‌کند تا با اتخاذ تصمیمات بهتر، از مخاطرات ناشی از نوسان‌های قیمتی جلوگیری کنند و سودآوری فعالیت‌های خود را افزایش دهند. با توجه به آنچه گفته شد، می‌توان زنجیره تأمین و ارزش فعلی زنجیره تأمین محصول سیب‌زمینی را به‌صورت شکل ۱ ترسیم کرد. بر اساس بررسی‌های صورت‌گرفته، تولیدکنندگان این محصول عمدتاً به چهار گروه تقسیم می‌شوند، که عبارت‌اند از: گروه اول شامل کشاورزان خرده‌مالک، که معمولاً عملکرد محصول آنها پایین است و بیشتر در استان‌های غیرعمده تولید قرار دارند؛ گروه دوم شامل اتحادیه‌ها و شرکت‌های تعاونی؛ گروه سوم شامل کشاورزان بزرگ‌مالکی که از فناوری مناسب تولیدی برخوردارند؛ و در نهایت، گروه چهارم شامل افرادی که با استفاده از تولید قراردادی، برای برخی از صنایع تبدیلی و تکمیلی و با ارقام یا همان وارسته‌های خاص، اقدام به کشت سیب‌زمینی می‌کنند. بعد از تولید، محصول وارد فرآیند مرتب‌سازی و جداسازی (سورتینگ)، شست‌وشو و بسته‌بندی شده، مسیرهای بازاریابی آن در حلقه‌های مختلف طی می‌شود تا به دست مصرف‌کننده نهایی برسد. جریان حرکت این محصول در نمودار ۱ نشان داده شده است.



### نمودار ۱- زنجیره تأمین محصول سیب زمینی در ایران

در مطالعات مختلف در سطح بین‌المللی، روابط علی بین قیمت‌ها در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی بررسی شده است. برای نمونه، در مطالعه دمیر (Demir, 2022) با عنوان «بررسی رابطه نامتقارن بین قیمت‌های مصرف‌کننده و تولیدکننده در ترکیه» که با استفاده از روش‌های هم‌انباشتی پنهان و تحلیل علیت نامتقارن صورت گرفت، نتایج نشان داد که رابطه بین این دو نوع قیمت به صورت نامتقارن است، به گونه‌ای که افزایش قیمت‌های تولیدکننده تأثیر بیشتری بر قیمت‌های مصرف‌کننده دارد، در حالی که تأثیر کاهش قیمت‌ها کمتر است. این یافته‌ها بر اهمیت علیت در زنجیره تأمین تأکید دارد و نشان می‌دهد که عدم تقارن در واکنش‌های قیمتی می‌تواند اثرات معنی‌دار بر سیاست‌گذاری اقتصادی داشته باشد. همچنین، گیزاو و همکاران (Gizaw et al., 2021)، در مطالعه «انتقال نامتقارن قیمت در یک زنجیره تأمین مواد غذایی در حال تغییر»، با بررسی تأثیرات نوسان‌های قیمت در زنجیره تأمین غذایی، به ویژه به تحلیل انتقال نامتقارن قیمت‌ها بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان در شرایط متغیر بازار و تأثیرات آن بر رفتار مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که تغییرات قیمت‌ها بر بخش‌های مختلف زنجیره تأمین تأثیرات متفاوت می‌گذارد و در نتیجه، نیاز به راهبردهای بهینه برای مدیریت این نوسان‌ها احساس می‌شود. از این مطالعه می‌توان به عنوان مبنایی خوب برای درک چگونگی تأثیر قیمت‌ها بر زنجیره تأمین مواد غذایی و ایجاد راهکارهای مؤثر در مواجهه با چالش‌های بازار استفاده کرد. دب و همکاران (Deb et al., 2020)، در مطالعه‌ای با عنوان «ادغام بازار و انتقال قیمت در زنجیره تأمین عمودی برنج: شواهدی از بنگلادش»،

با استفاده از داده‌های مربوط به قیمت‌ها در سطوح مختلف زنجیره تأمین، به بررسی تعاملات بازار و انتقال قیمت‌ها در زنجیره تأمین عمودی برنج در بنگلادش پرداختند تا چگونگی تأثیر نوسان‌های قیمت در یک بخش بر بخش‌های دیگر را تحلیل کند. نتایج نشان می‌دهند که نهادهای اقتصادی و سیاست‌های تجاری می‌توانند تأثیر زیادی بر یکپارچگی بازار و مکانیسم‌های انتقال قیمت در زنجیره تأمین داشته باشند. این مقاله می‌تواند به درک بهتری از چالش‌های موجود در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی کمک کند و راهکارهایی برای بهبود کارایی و کاهش نوسان‌های قیمتی ارائه دهد. رزیتیس (Rezitis, 2018) در مطالعه‌ای با عنوان «تحلیل تجربی روابط قیمت در طول زنجیره تأمین محصولات گوشت، لبنیات و تخم مرغ انتخابی فنلاند: یک رویکرد داده پانل پویا»، به تحلیل روابط قیمتی در زنجیره تأمین محصولات یادشده در فنلاند پرداختند. در این تحقیق، با استفاده از یک رویکرد داده‌های پانل پویا، تعاملات قیمتی بین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان بررسی شد و شناسایی الگوهای قیمتی در طول زنجیره تأمین صورت گرفت. نتایج مطالعه نشان داد که تغییرات قیمت در یک بخش زنجیره تأمین می‌تواند به سرعت بر دیگر بخش‌ها تأثیر بگذارد، که خود نشان‌دهنده اهمیت تحلیل‌های علیت و روابط قیمتی در فهم بهتر پویایی‌های بازار و تصمیم‌گیری‌های اقتصادی است. این مطالعه به پژوهشگران و تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا با درک بهتری از سازوکارهای قیمتی، راهکارهایی برای بهبود کارایی و پایداری زنجیره‌های تأمین کشاورزی ارائه دهند.

در ایران نیز تحقیقات مختلف در زمینه تحلیل علیت بین قیمت‌ها در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی انجام شده است. چرخ‌تاییان و همکاران (Charkhtabian et al., 2023) به بررسی چالش‌ها و موانع (عوامل بازدارنده) توسعه زنجیره ارزش سیب‌زمینی در استان همدان از دیدگاه تولیدکنندگان پرداختند. این تحقیق نشان داد که عوامل مختلف از جمله مشکلات زیرساختی، نوسان‌های قیمت، و عدم ارتباط مؤثر بین تولیدکنندگان و بازارها مانع از توسعه و بهبود زنجیره ارزش سیب‌زمینی می‌شوند و در آن، با استفاده از نظرسنجی از تولیدکنندگان محلی، عوامل کلیدی مؤثر بر کارایی زنجیره تأمین شناسایی و راهکارهایی برای تقویت این زنجیره ارائه شد. این مطالعه می‌تواند به سیاست‌گذاران و محققان در زمینه کشاورزی کمک کند تا راهکارهای بهتری برای بهبود زنجیره تأمین محصولات کشاورزی، به‌ویژه سیب‌زمینی، طراحی کنند. در مطالعه حاجی‌میرزاجان و همکاران (Haji-Mirzajan et al., 2015) نیز چالش‌ها و فرصت‌های موجود در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی فسادپذیر بررسی و مدلی برای بهینه‌سازی زنجیره تأمین طراحی شده که شامل مراحل مختلفی از جمله تولید، ذخیره‌سازی، حمل‌ونقل و توزیع محصولات است. این مدل به منظور کاهش ضایعات و افزایش کارایی

زنجیره تأمین ایجاد شده است و نتایج آن می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های بهتر در حوزه کشاورزی و بهبود عملکرد زنجیره‌های تأمین کمک کند. این مطالعه اهمیت طراحی و اجرای مدل‌های کارآمد در مدیریت زنجیره تأمین محصولات کشاورزی را نمایان و بر افزایش پایداری و کارایی در این حوزه اشاره می‌کند. با این حال، همچنان نیاز به بررسی‌های جامع‌تر و دقیق‌تر در زمینه تعاملات قیمتی در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی وجود دارد. همچنین، پیمان دوست و همکاران (Peymandooost et al., 2013) به کنترل موجودی و قیمت‌گذاری توأم کالاهای فسادپذیر در زنجیره تأمین دوسطحی شامل تولیدکننده و یک خرده‌فروش پرداختند. در این پژوهش، تقاضا قطعی و به‌صورت تابعی خطی از قیمت فروش و نمایی بر حسب زمان فرض شده بود. مدل، به‌منظور تعیین سیاست بهینه کنترل موجودی و قیمت‌گذاری برای حداکثرسازی سود زنجیره در دو حالت یکپارچگی و عدم یکپارچگی اعضای زنجیره تأمین، بررسی و برای تعیین جواب بهینه در هر دو حالت «الگوریتم حل» ارائه شد. در نهایت، برای اثبات کارایی مدل و الگوریتم‌های ارائه‌شده، مثال عددی حل شده که بیانگر افزایش سود کل زنجیره تأمین در حالت یکپارچی بوده است.

در مجموع، تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که تحلیل علیت بین قیمت‌ها میان همه حلقه‌های زنجیره تأمین محصولات کشاورزی بسیار اهمیت دارد. از این‌رو، در مطالعه حاضر، چهار حلقه قیمتی در «سرمزعه»، «عمده‌فروشی میدان مرکزی تهران»، «خرده‌فروشی میادین شهرداری در شهر تهران» و «خرده‌فروشی در سطح شهر تهران» به‌صورت هفتگی از سال ۱۳۹۸ بدین سو تحلیل شده و در این راستا، با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی و تحلیل‌های آماری، شناسایی روابط علی بین قیمت‌های مختلف در زنجیره تأمین از مرحله تولید تا مصرف نهایی صورت گرفته است.

## مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر، به‌منظور تحلیل روابط قیمتی و بررسی علیت بین سطوح مختلف قیمت در زنجیره تأمین محصول سیب‌زمینی در تهران، از دو رویکرد اصلی در تحلیل داده‌های سری زمانی شامل آزمون علیت گرنجری<sup>۱</sup> و مدل تصحیح خطای برداری<sup>۲</sup> استفاده شده است. در ادامه، جزییات هر کدام از این روش‌ها و مراحل انجام تحلیل تشریح می‌شود.

1. Granger causality test
2. Vector Error Correction Model (VECM)

## علیت گرنجری

رهیافت علیت گرنجر (Granger, 1969)، در واقع، پاسخی بدین پرسش است که «آیا  $x$  علیت  $y$  است یا خیر؟». در این روش، محقق به دنبال این است که دریابد «چه میزان از تغییرات جاری متغیر  $y$  را می‌توان از راه مقادیر با وقفه خود این متغیر توضیح داد؟» و «آیا اضافه کردن مقادیر با وقفه  $x$  می‌تواند منجر به بهبود توضیح‌دهندگی شود؟». از این رو،  $y$  علیت گرنجری از  $x$  است اگر متغیر  $x$  بتواند به پیش‌بینی متغیر  $y$  کمک کند؛ یعنی، ضرایب متغیرهای با وقفه  $x$  به لحاظ آماری معنی‌دار باشند. برای آزمون علیت گرنجری، از رگرسیون‌های روابط زیر استفاده می‌شود:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \dots + \alpha_l y_{t-l} + \beta_1 x_{t-1} + \dots + \beta_l x_{t-l} + \epsilon_t \quad (1)$$

$$x_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_{t-1} + \dots + \alpha_l x_{t-l} + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_l y_{t-l} + u_t \quad (2)$$

که در این روابط،  $y_t$  و  $x_t$  متغیرهای مورد بررسی در دوره  $t$ ،  $\alpha_j$  و  $\beta_j$  ضرایب مدل برای مقادیر با وقفه متغیرها،  $l$  تعداد وقفه‌های در نظر گرفته شده و  $\epsilon_t$  و  $u_t$  خطای تصادفی است؛ و فرض می‌شود که همگی واریانس ثلثت و توزیع نرمال دارند. آماره‌های  $F$ ، در واقع، آماره ولد<sup>۱</sup> برای آزمون فرضیه  $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_l = 0$  در هر معادله هستند. فرضیه صفر در این آزمون، در رگرسیون اول، بدین معنی است که  $x$  علیت گرنجری از  $y$  نیست و در رگرسیون دوم، بدین معنی است که  $y$  علیت گرنجری از  $x$  نیست. با توجه به دستاوردهای مطالعات مهنانتی و همکاران (Mohanty et al., 1995) و اسمیت و گودوین (Smith & Goodwin, 1995) که از روش علیت گرنجری برای قیمت‌گندم در بازار کشورهای آمریکا و کانادا استفاده کرده‌اند، در مطالعه حاضر نیز از این روش کمک گرفته شده است.

## مدل تصحیح خطای برداری (VECM)

مدل تصحیح خطای برداری (VECM)، به دلیل توانایی آن در بررسی روابط هم‌زمان و پویای میان متغیرهای اقتصادی، دارای کاربرد فراوان است. البته، از این‌گونه مدل‌ها در جایی استفاده می‌شود که متغیرها مانا نباشند. مدل VECM بر اساس مفهوم هم‌انباشتگی است؛ این مفهوم نشان می‌دهد

1. Wald statistic

که سری‌های زمانی غیرمانا می‌توانند ترکیبات خطی مانا داشته باشند (Lütkepohl, 2005). نمایش عمومی فرم VAR که توسط سیمز (Sims, 1980) پیشنهاد شده، به صورت روابط زیر است:

$$X_t = \alpha + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{t-j} + \sum_{i=1}^k \gamma_j Y_{t-i} + u_{1t} \quad (3)$$

$$Y_t = \beta + \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{t-j} + \sum_{i=1}^k \rho_j Y_{t-i} + u_{2t} \quad (4)$$

که در این روابط،  $X_t$  و  $Y_t$  متغیرهای قیمت و  $n$  و  $k$  تعداد وقفه‌هاست و ضرایب  $\beta_j$ ،  $\gamma_j$ ،  $\lambda_j$  و  $\rho_j$  روابط پویا میان متغیرها را توضیح می‌دهند؛ همچنین،  $u_{1t}$  و  $u_{2t}$  اجزای خطای تصادفی هستند که فرض می‌شود مانا و بدون همبستگی سریالی باشند. بر اساس این روابط، یک مدل VECM به صورت رابطه زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \Gamma_j \Delta y_{t-j} + u_t \quad (5)$$

Where  $\Gamma_j = -(A_{j+1} + \dots + A_p)$  for  $j = 1, \dots, p-1$ .

در مدل تجربی مورد استفاده، نماد FARMC برای قیمت در سطح سرمرزعه، WHOLC برای قیمت در سطح عمده‌فروشی، RETAICM برای قیمت خرده‌فروشی در میدین و RETAIC برای قیمت خرده‌فروشی سطح شهر در نظر گرفته شده است. در مدل‌های یادشده، با استفاده از اطلاعات هفتگی قیمت در دوره زمانی ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۲ در چهار سطح سرمرزعه، عمده‌فروشی، خرده‌فروشی میدین و خرده‌فروشی سطح شهر، رگرسیون‌های بالا به منظور بررسی رفتار قیمتی محصول سیب‌زمینی بررسی و تحلیل شده است.

## نتایج و بحث

قبل از اجرای مدل‌های VECM و آزمون علیت، برای اطمینان از صحت تحلیل‌ها، آزمون مانایی با استفاده از آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته<sup>۱</sup> روی تمام سری‌های قیمت‌های هفتگی محصول

1. Augmented Dicky-Fuller (ADF)

ارزیابی علیت بین قیمت‌ها در.....

سیب‌زمینی انجام شد. بر اساس نتایج این آزمون، متغیرهای مورد استفاده با یک سطح تفاضل‌گیری معنی‌دار شده‌اند؛ از این‌رو، استفاده از مدل تصحیح خطا بلا مانع خواهد بود. در جدول ۱، مشخصات داده‌های مورد استفاده به همراه مقادیر آزمون مانایی دیکی-فولر تعمیم‌یافته (ADF) آمده است.

جدول ۱- مشخصات آماری داده‌های مورد استفاده (قیمت‌ها به ریال)

متغیر	میانگین	حداکثر	حداقل	آماره ADF	درجه مانایی
قیمت سرمزرعه	۵۰۶۰۴	۱۱۵۶۸۹	۱۸۸۴۱	-۱۶/۱۵	I(1)
قیمت خرده‌فروشی سطح شهر	۱۰۱۱۸۰	۱۸۱۹۶۷	۵۹۷۳۷	-۶/۲۲	I(1)
قیمت خرده‌فروشی میداین	۸۰۳۹۹	۱۴۴۰۸۲	۴۳۵۱۷	-۱۴/۴	I(1)
قیمت عمده‌فروشی	۶۵۳۹۵	۱۳۲۴۲۸	۳۳۱۹۴	-۱۵/۰۲	I(1)

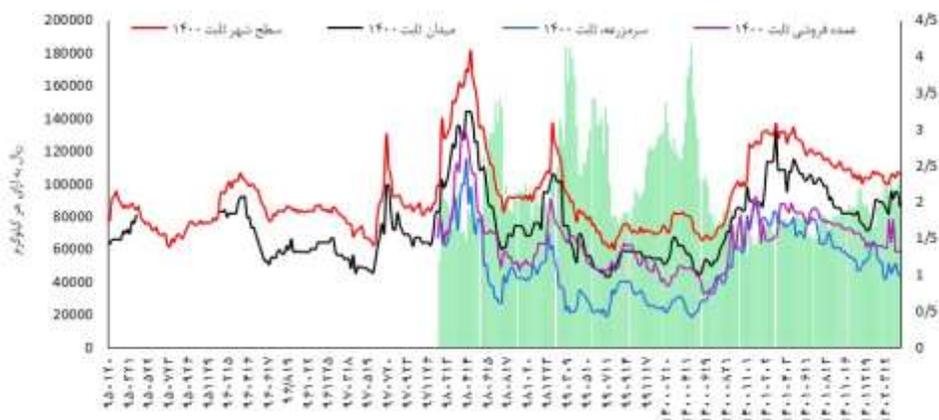
مأخذ: یافته‌های پژوهش

### رفتار قیمتی

برای درک کارایی و اثربخشی زنجیره تأمین محصول سیب‌زمینی، تحلیل رفتار قیمتی بسیار مهم است. در نمودار ۲، روند هفتگی قیمت سیب‌زمینی در بازار شهر تهران به قیمت ثابت سال ۱۴۰۰، در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۱، در چهار سطح «خرده‌فروشی سطح شهر تهران»، «خرده‌فروشی میداین میوه و تره‌بار»، «عمده‌فروشی میداین مرکزی تهران» و «سرمزرعه» نشان داده شده است. همان‌گونه که این نمودار نشان می‌دهد، اختلاف بین قیمت‌های خرده‌فروشی سطح شهر و سرمزرعه در مورد محصول سیب‌زمینی قابل توجه بوده که به دلیل وجود هزینه‌های حمل‌ونقل، فرآوری، و سود عمده‌فروشان، به قیمت سرمزرعه اضافه شده است.

اما نکته مهمی که بررسی نمودارهای قیمت نشان می‌دهد، حاشیه بازار ناعادلانه در قیمت پرداختی مصرف‌کننده و قیمت دریافتی تولیدکننده است. همچنین، در مواقعی که به هر دلیل (مثلاً کمبود عرضه)، قیمت در سرمزرعه افزایش می‌یابد، درصد حاشیه بازار کاهش می‌یابد، اما در مواقعی که قیمت مزرعه افت می‌کند (به دلیل بیش‌بود عرضه)، درصد حاشیه بازار کاهش نمی‌یابد. در واقع، رفتار بازیگران بعد از مزرعه به‌گونه‌ای است که سعی در به تعادل رساندن عرضه و تقاضا دارد. بر این اساس، سطوح قیمتی سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۴۰۱ در دوره پنج‌ساله مورد مطالعه، نسبت به ادوار دیگر، بالاتر بوده است و این اختلاف قیمتی قابل توجه بوده، که نشان‌دهنده تغییرات در ساختار بازار و قدرت

حلقه‌های مختلف زنجیره تأمین است. این افزایش‌ها ممکن است به دلایلی مانند کمبود عرضه، افزایش هزینه‌های حمل‌ونقل، یا تغییرات در سیاست‌های اقتصادی باشد.



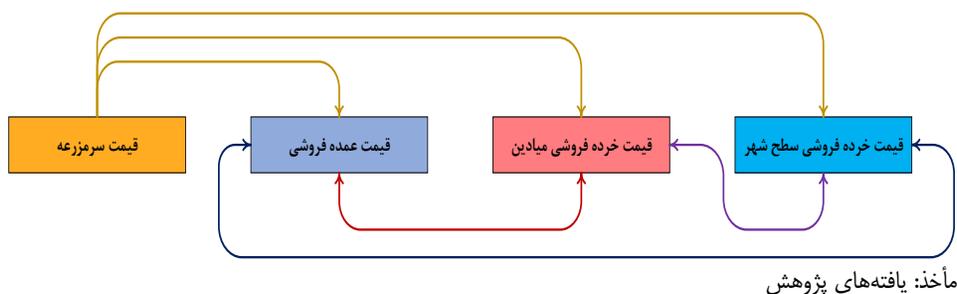
مأخذ: یافته‌های پژوهش، برگرفته از داده‌های بانک مرکزی (CBI, 2024) و وزارت جهاد کشاورزی (MAJ, 2024)  
**نمودار ۲- روند زمانی قیمت محصول سیب‌زمینی به صورت هفتگی در چهار سطح به قیمت ثابت سال ۱۴۰۰**

نتایج علیت: در مطالعه حاضر، از روش علیت گرنجری برای یافتن مهم‌ترین قیمت در چهار سطح «سرمزرعه»، «عمده‌فروشی میدان مرکزی تهران»، «خرده‌فروشی میدان تهران» و «خرده‌فروشی سطح شهر» استفاده شده است. با توجه به نتایج آزمون علیت گرنجری، رابطه علی بین متغیرها به شرح زیر بوده است:

- علیت یک‌طرفه از قیمت سرمزرعه به قیمت خرده‌فروشی سطح شهر وجود دارد.
- رابطه علی از قیمت خرده فروشی به قیمت سرمزرعه وجود ندارد.
- علیت یک‌طرفه از قیمت سرمزرعه به قیمت خرده‌فروشی میدان وجود دارد.
- رابطه علی از قیمت خرده‌فروشی میدان به قیمت سرمزرعه وجود ندارد.
- علیت یک طرفه از قیمت سرمزرعه به قیمت عمده‌فروشی وجود دارد.
- رابطه علی از قیمت عمده‌فروشی میدان به قیمت سرمزرعه وجود ندارد.
- رابطه علی از قیمت خرده‌فروشی میدان به قیمت خرده‌فروشی سطح شهر وجود دارد.
- رابطه علی از قیمت خرده‌فروشی سطح شهر به قیمت میدان وجود دارد.

- رابطه علی از قیمت عمده‌فروشی به قیمت خرده‌فروشی سطح شهر وجود دارد.
- رابطه علی از قیمت خرده‌فروشی سطح شهر به قیمت عمده‌فروشی وجود دارد.
- رابطه علی از قیمت عمده‌فروشی به قیمت خرده‌فروشی میادین دارد.
- رابطه علی از قیمت خرده‌فروشی میادین به قیمت عمده‌فروشی وجود دارد.

در نمودار ۳، علیت گرنجری بین قیمت‌های مختلف نشان داده شده است. بر اساس نتایج یادشده، قیمت سرمزرعه رابطه علی با همه قیمت‌های پس از آن دارد. این یافته بدین معنی است که قیمت سرمزرعه مهم‌ترین عامل در تعیین قیمت برای حلقه‌های بعدی به‌شمار می‌رود، چراکه فرآیند زنجیره تأمین در ادامه به‌صورت درصدی و یا حق‌العمل‌کاری عمل می‌کند و همین فرآیند باعث می‌شود که هرگونه افزایش قیمت یا کاهش قیمت در مبدأ منجر به تغییر در حلقه‌های بعدی شود. این روابط علی به معنی وقوع فرآیند تورم بر مبنای فشار هزینه در مبادی تولید است. در نتیجه، هرگونه سیاست‌گذاری به‌منظور کاهش و کنترل قیمت، به‌جای تمرکز بر حلقه‌های پایانی زنجیره تأمین، باید معطوف به کاهش قیمت تمام‌شده در مبدأ باشد.

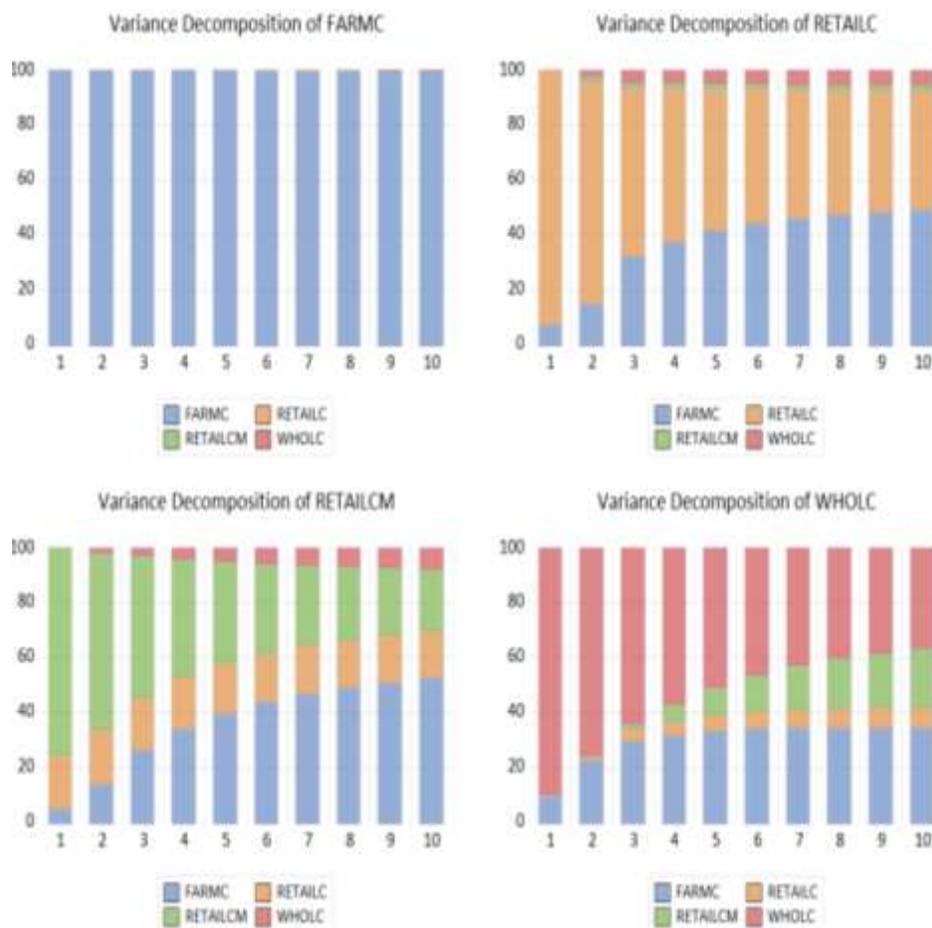


مأخذ: یافته‌های پژوهش

### نمودار ۳- روابط علی بین قیمت‌های مختلف در زنجیره تأمین محصول سیب زمینی

#### تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که چه مقدار از واریانس پیش‌بینی‌شده یک متغیر مشخص به شوک‌ها یا همان تکانه‌های واردشده از متغیرهای دیگر مربوط می‌شود. این تجزیه می‌تواند به شناسایی روابط معنی‌دار بین متغیرها کمک کند و این امکان را می‌دهد که تأثیرات متغیرهای مختلف بر یکدیگر بهتر درک شود. بر اساس آنچه پیش‌تر گفته شد، مدل تجربی تصحیح خطای برداری (VECM) با یک وقفه برای چهار سطح قیمتی تدوین شده و پس از تخمین آن، نتایج تجزیه واریانس به‌صورت نمودارهای ۴ نشان داده شده است.



مأخذ: یافته‌های پژوهش

#### نمودار ۴- تجزیه واریانس مدل تصحیح خطای برداری (VECM) بین قیمت‌های مختلف در زنجیره تأمین محصول سیب‌زمینی

در نمودار ۴، ستون‌های آبی برای متغیر قیمت سرمرعه، نارنجی برای قیمت خرده‌فروشی سطح شهر، سبز برای قیمت خرده‌فروشی میادین و قرمز برای قیمت عمده‌فروشی ترسیم شده است. در نمودار تجزیه واریانس پیش‌بینی خطای قیمت سرمرعه (FARMC)، در ده دوره، تقریباً تمامی آن توسط تکانه‌های خود متغیر پیش‌بینی می‌شود. تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی متغیر خرده‌فروشی سطح شهر (RETAILC) نشان می‌دهد که در دوره اول، در حدود ۹۳ درصد خطای آن توسط خود

متغیر و هفت درصد آن توسط متغیر قیمت سرمزرعه پیش‌بینی می‌شود که در دوره دهم، این نسبت، به ترتیب، به ۴۴ و ۴۹ درصد می‌رسد. خطای پیش‌بینی قیمت خرده‌فروشی میادین (RATAILCM) نیز در دوره اول، ۷۶ درصد و سهم قیمت سرمزرعه ۴/۹ درصد است که در دوره دوم، به ۲۳ و ۵۳ درصد می‌رسد. در مورد قیمت عمده‌فروشی، در دوره اول، نود درصد خطای پیش‌بینی آن توسط خود متغیر و ۹/۲ درصد توسط قیمت سرمزرعه است که در دوره دهم، این نسبت ۳۷ به ۳۴ درصد می‌شود. در مورد این متغیر، سهم متغیر قیمت خرده‌فروشی میادین به ۲۱ درصد در دوره دهم خواهد رسید. بنابراین، مشخص می‌شود که نقش قیمت سرمزرعه در توضیح خطای پیش‌بینی خود این متغیر و سایر سطوح قیمتی بعدی از بالاترین سهم برخوردار بوده است. لازم به ذکر است که اثرگذاری قیمت سرمزرعه بر قیمت خرده‌فروشی‌های سطح شهر، به ترتیب، از قیمت‌های خرده‌فروشی میادین و قیمت‌های عمده‌فروشی بالاتر است. از این رو، تمرکز عمده‌فروشان در میدان مرکزی شهر تهران تا حدودی توانسته قدرت آنها را در سهم‌بری از قیمت پرداختی مصرف‌کننده حفظ کند؛ اما به‌طور کلی، قدرت اثرگذاری آنها کمتر از تأثیر قیمت‌هایی است که در سطح مزرعه اتفاق می‌افتد.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مطالعه حاضر، به‌منظور بررسی روابط علی رفتار قیمتی محصول سیب‌زمینی در چهار حلقه قیمتی از سرمزرعه تا خرده‌فروشی‌های سطح شهر تهران، از روش علیت گرنجری و مدل تصحیح خطای برداری (VECM) استفاده شده است. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، مشخص شد که قیمت سرمزرعه به‌عنوان عامل کلیدی در تعیین قیمت‌ها در زنجیره تأمین سیب‌زمینی عمل می‌کند و بر تمام سطوح قیمتی دیگر (عمده‌فروشی و خرده‌فروشی‌ها) تأثیرگذار است. همچنین، علیت یک‌طرفه از قیمت سرمزرعه به قیمت‌های خرده‌فروشی و عمده‌فروشی وجود دارد، در حالی که تغییرات قیمت در سطوح پایین‌تر به‌ندرت بر قیمت سرمزرعه تأثیر می‌گذارد. این موضوع نشان‌دهنده عدم تعادل حاشیه بازار و وجود قدرت چانه‌زنی بیشتر در سطوح پایین‌تر زنجیره تأمین است که نیاز به نظارت و سیاست‌گذاری مؤثر در این زمینه را مطرح می‌کند. این یافته‌ها با نتیجه‌گیری یورکنایت و پاپاراس (Yurkenaitè & Paparas, 2018) هم‌خوانی دارد، که با بررسی انتقال عمودی قیمت در امتداد زنجیره تأمین سیب‌زمینی در لیتوانی، بدین نتیجه رسیدند که بهتر است سیاست‌گذاران، به‌جای کنترل قیمت‌ها در خرده‌فروشی، بر کاهش هزینه‌ها در مبدأ (یعنی، در سطح مزرعه) تمرکز کنند؛ به‌دیگر سخن، اولویت در اجرای سیاست‌هایی است که به کاهش هزینه تولید کمک می‌کنند. علاوه بر این، توسعه زیرساخت‌های اساسی مانند شبکه‌های حمل‌ونقل کارآمد، امکانات انبار سرد، و سیاست‌های

تجاری شفاف می‌تواند انتقال قیمت‌ها از مزرعه به خرده‌فروشی را روان‌تر کرده، به کاهش نوسان‌های قیمتی کمک کند و سرانجام، به افزایش درآمد تولیدکنندگان منجر شود.

نتایج نشان می‌دهد که اگرچه عمده‌فروشان میدان مرکزی میوه و تره‌بار تهران تا حدودی توانسته‌اند قدرت خود را در سهم‌بری از قیمت پرداختی مصرف‌کننده حفظ کنند، اما توان اثرگذاری آنها کمتر از قیمت‌هایی است که در سطح مزرعه اتفاق می‌افتد. با توجه به نکات یادشده، پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذاران، به‌جای تمرکز بر قیمت‌های نهایی در بازار (کنترل قیمت در سطح تقاضا)، بر کاهش هزینه‌ها در مبدأ (سرمزرعه) تمرکز کنند. در واقع، اجرای سیاست‌هایی که منجر به کاهش قیمت تمام‌شده محصول شوند، نسبت به سایر سیاست‌ها ارجح خواهند بود. همچنین، با توجه به قدرت اثرگذاری بالای قیمت سرمزرعه، ایجاد بسترهای مناسب برای بهبود تولید و افزایش عرضه در این سطح می‌تواند به کاهش نوسان‌های قیمتی و بهبود وضعیت زنجیره تأمین کمک کند. بهبود کارایی و پایداری زنجیره تأمین نیاز به طراحی سیاست‌های مناسب برای مدیریت تولید و عرضه در مبدأ وجود دارد.

شایان یادآوری است که شناسایی روابط علی می‌تواند به کشاورزان و سایر ذی‌نفعان زنجیره تأمین کمک کند تا با اتخاذ تصمیمات بهتر، از مخاطرات ناشی از نوسان‌های قیمتی جلوگیری کنند. علاوه بر این، تحقیقات بیشتری برای بررسی روابط علی بین قیمت‌ها در زنجیره تأمین دیگر محصولات کشاورزی و تحلیل چالش‌های موجود در زنجیره تأمین سیب‌زمینی پیشنهاد می‌شود. همچنین، بررسی عواملی مانند تغییرات جوی و سیاست‌های تجاری می‌تواند به درک بهتر پویایی‌های بازار و توسعه راهبردهای مناسب برای بهبود کارایی زنجیره تأمین کمک کند. در نهایت، ارتقای شفافیت در اطلاعات قیمتی و ارتباطات مؤثر بین تولیدکنندگان، عمده‌فروشان و خرده‌فروشان می‌تواند به کاهش اختلافات قیمتی و بهبود کارایی آن مساعدت نماید.

## منابع

1. CBI (2024). Trend of potato prices, 2019-2023. Central Bank of Iran (CBI), Tehran. [In Persian]
2. Charkhtabian, M., Mojarad, M., Gabersanat, S., & Girma, B. (2023). Inhibiting factors for the development of the potato value chain in Hamadan province from the perspective of producers. *Entrepreneurship Studies*, 12(4), 45-60. [In Persian]

3. Deb, L., Lee, Y., & Lee, S. H. (2020). Market integration and price transmission in the vertical supply chain of rice: evidence from Bangladesh. *Agriculture*, 10(7), 271. DOI: 10.3390/agriculture10070271.
4. Demir, F. (2022). Investigation of asymmetric relationship between consumer and producer prices in Turkey: evidence from hidden cointegration and asymmetric causality analyses. *Alanya Akademik Bakış*, 6(2), 2051-2067.
5. Gizaw, D., Myrland, Ø., & Xie, J. (2021). Asymmetric price transmission in a changing food supply chain. *Aquaculture Economics & Management*, 25(1), 89-105. DOI:10.1080/13657305.2020.1810172
6. Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37(3), 424-38. DOI: 10.2307/1912791.
7. Haji-Mirzajan, H., Peyravi, M., & Dehghanian, A. (2015). Presenting a supply chain planning model for perishable agricultural products. *Research in Production and Operations Management*, 6(1), 35-60. [In Persian]
8. Lucas, M. T., & Chhajed, D. (2004). Applications of location analysis in agriculture: a survey. *Journal of the Operational Research Society*, 55(6), 561-578.
9. Lütkepohl, H. (2005). New introduction to multiple time series analysis. Springer.
10. MAJ (2024). Yearbook of agriculture: trend of potato prices, 2019-2023. Ministry of Agriculture-Jahad (MAJ), Tehran. [In Persian]
11. MAJ (2023). Yearbook of agriculture, 2022. Ministry of Agriculture-Jahad (MAJ), Tehran. [In Persian]
12. Mirzaei, A., Azarm, H., Noshad, M., & Alizadeh, B. (2021). Identifying barriers and problems in the sustainable supply chain of the chicken meat industry using grounded theory. *Iran Biosystem Engineering*, 52(2), 271-285. [In Persian]
13. Mohanty, S., Peterson, E. W. F., & Kruse, N. C (1995). Price asymmetry in the international wheat market. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 43, 355-366.

14. Mousavi, M., & Bozorgi-Amiri, A. (2017). A multi-objective sustainable hub location-scheduling problem for perishable food supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 113, 766-778. [In Persian]
15. Najafi, B., & Kazemnejad, M. (2005). Marketing of agricultural products in Iran. Ministry of Agriculture-Jahad (MAJ), Agricultural Planning, Economics and Rural Development Research Institute (APERDRI), Tehran. [In Persian]
16. Peymandoost, F., Nakhei, A., & Mihami, R. (2013). Simultaneous inventory control and pricing of perishable goods in a two-echelon supply chain. *Supply Chain Management Scientific Journal*, 40, 56-66. [In Persian]
17. Reynolds, C., Buckley, J., Weinstein, P., & Boland, J. (2014). Are the dietary guidelines for meat, fat, fruit, and vegetable consumption appropriate for environmental sustainability? A review of the literature. *Nutrients*, 6(6), 2251-2265.
18. Reztis, A. N. (2018). Empirical analysis of price relations along the Finnish supply chain of selected meat, dairy, and egg products: a dynamic panel data approach. *Agribusiness*, 34(1), 1-13. DOI: 10.1002/agr.21504.
19. Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48, 1-48.
20. Smith, V. H., & Goodwin, B. K. (1995) An empirical analysis of dynamic price relationships in the international wheat market. Paper Presented at the Annual Conference of American Agricultural Economics Association.
21. Tsolakis, N. K., Keramydas, Ch. A., Toka, A. K., Aidonis, D. A., & Iakovou, E. T. (2014). Agrifood supply chain management: a comprehensive hierarchical decision-making framework and a critical taxonomy. *Biosystems Engineering*, 120, 47-64.
22. Vojdani, H. (2022). An analysis of potato production in Iran and the world and its role in food security. *Applied Potato Sciences*, 5(1), 35-44. [In Persian]
23. Yurkenaitė, N., & Paparas, D. (2018). Vertical price transmission along the potato supply chain in Lithuania. Proceedings of the Annual 24<sup>th</sup> International Scientific Conference on Research for Rural Development 2018, 2, 216-223.