

## Forecasting The Price And Value At Risk of Iranian Pistachios In The World Market Using Stochastic Differential Equations

Somayeh Mousavi<sup>1\*</sup>, Abbasali Jafari-Nodoushan<sup>2</sup>, Mohammad Hamidpour-Bedouei<sup>3</sup>

1, Assistant professor, Department of Industrial Engineering,  
Meybod University, Meybod, Iran

2, Assistant professor, Department of Industrial Engineering,  
Meybod University, Meybod, Iran

3, MsC student, Department of Industrial Engineering,  
Meybod University, Meybod, Iran

(Received: Dec. 21, 2021- Accepted: Aug. 16, 2022)

### ABSTRACT

Due to the increasing competition of US America with Iran in the pistachio's global market, US share in global exports is increased and replaces the Iran's share. On the other hand, in the oligopoly market structure, changes in global product prices strongly depends on a competitor that holds a major share of the global market. To predict the risk and price of the product using stochastic differential equations, it is necessary to estimate the statistical parameters of the price. According to the market trend and the change in the global pistachio market, there is no sufficient historical data in the new market approach. In this paper, the statistical parameters are estimated from a similar product's price series in the similar world market to predict the price of the Iran's pistachio in the global market using the geometric Brownian motion (GBM). Our investigations in the 1992-2018 period, revealed that the statistical parameters of almond export price can perform a framework for predicting the export price of pistachio and its corresponding risk in a quasi-Monopoly market. Based on our experimental results, the performance of the GBM has been improved to Theil's index of 0.05 using the almond price series in the new market approach. Furthermore, according to the Coppock index and value at risk measures, the price fluctuation of Iran's pistachio will be decreased in 2019-2023, and the minimum price of pistachios in 2023 will be 4461 dollars per ton at 99.9% confidence level.

**Keywords:** Price Forecast, Iran's Pistachio, Stochastic differential equations, Geometric Brownian Motion, Value at Risk.

### Extended Abstract

#### Objectives

Approximately one third of Iran's non-oil exports belongs to crude products and Iranian pistachio is among the four products with the highest exports in this category. Considering the competitors growth in the global pistachio market, remaining in this market requires strong dynamic planning and coherent coordination. Pistachio's export price prediction and its risk estimation is one of the priorities of this planning. Now, the world price of this product is highly competitive and Iran's export trend is decreasing.

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the expert's predictions, the global pistachio market structure is changing from competitive to quasi-monopoly market. In the present paper, the global pistachio's market is divided into three periods with different market approaches; before 2008 when Iran was predominant firm in the world market, 2009-2018 when Iran's export had been reduced and the market was duopoly and after 2018 when the market is changing to US quasi-monopoly.

In this paper, the pistachio's export price is modelled using geometric Brownian motion (GBM) to predict the future price of Iranian pistachios. However, the lack of statistical data on pistachio in the US quasi-monopoly market has led to the statistical limitations and reduced confidence levels in its trend forecasting. Regarding the export market segmentation, in this article the statistics of

one of the most similar products in the US quasi-monopoly market, i.e. almonds, have been studied. Also, the future fluctuation of the product's export price is predicted based on Coppock index and value at risk measure.

### Methods

Pistachio and almond's global price fluctuations analysis shows a strong correlation between the price series of these two products. In this paper, the world price series of almonds and pistachios have been extracted from the portal of the FAO during 1966-2018. The historical data is adopted with the statistics reported by ministry of agriculture Jihad and the data is preprocessed in Microsoft Excel. Then, the historical data were statistically evaluated and the simulations were done using Eviews8.

According to the geometric Brownian motion, if the assets logarithmic return follows the normal distribution, the product price can be predicted for time  $t + \Delta t$ , using the Wiener process. The drift and the variance rate of the stochastic process can be estimated from the product's historical data.

The Coppock index (CI) is one of the logarithmic standard deviation indices. This index is independent of the price trend and gives more weight to the tails of the distribution. Value at risk (VaR) represents the maximum expected loss of an asset or portfolio over a given time horizon at a pre-defined confidence level under normal market conditions. In our model, VaR is estimated using Monte Carlo simulation approach.

In this article, the price and fluctuations of pistachios is examined and forecasted using the data of the whole interval, 1992-2018. Then the time series of pistachios price is divided into three price groups, according to the pistachio's market structures defined in the previous section. Due to the lack of data in the third market structure, the GBM statistical parameters are modified using almond price time series in the third period.

### Results

The statistical characteristics of pistachio and almond price series and their logarithmic returns is investigated. According to the Jarque-Bera test, the product's logarithmic returns are normal at a high level of confidence. Therefore, the logarithmic returns are used to model and forecast the price by GBM. The almond's mean return (1.65%) is higher than the pistachio's return (0.62%) in the whole period, significantly. However, almond's price fluctuation (23.55%) is less in 1992-2018, when the almond was in the US quasi-monopoly market. Moreover, standard deviation of Iranian pistachio's world price in the competitive market (2009-2018) is 22.74% which is less than 26.24%, the standard deviation in the first period 1992-2008.

The performance of the GBM for pistachio's price forecasting is evaluated based on the Theil-U statistic. According to our simulation results, GBM could appropriately forecast the future pistachio's price and considering the market structure could improve the predictability of the model.

The Coppock index for the almond and pistachio's price in the investigated period are 1.276 and 1.28, respectively. The almond's price instability was 1.216 at the beginning of US quasi-monopoly market (1992-2008). Therefore, the pistachio's price instability may be decreased in the following period, i.e., 2018-2023. The 1-month value at risk of Iranian pistachio's trading at 90%, 99% and 99.9% confidence levels is predicted for 2019-2023 using different statistical parameters. According to our simulations, the risk of the Iranian pistachio's price will be decreased in the quasi-monopoly market in terms of the minimum pistachio's price and maximum loss.

### Discussion

According to the database published by FAO, the global market structure of Iranian pistachio is changing to US quasi-monopoly market. According to the numerical results, the performance of the GBM has been improved by taking into account the market approach, in terms of Theil-U index. Based on the Coppock index and value at risk measures, it is predicted that the Iranian pistachio market in the third period will have lower fluctuations and less risk than the first period. Therefore, it seems necessary to take into account the global market approach in forecasting pistachio's price and its risk.

## پیش‌بینی قیمت و ارزش در معرض ریسک پسته ایران در بازار جهانی با استفاده از معادلات دیفرانسیل تصادفی

سمیه السادات موسوی<sup>۱\*</sup>، عباسعلی جعفری ندوشن<sup>۲</sup>، محمد حمیدپوربدوئی<sup>۳</sup>

۱، استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه میبد، میبد، ایران

۲، استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه میبد، میبد، ایران

۳، دانشجوی کارشناسی ارشد سیستم‌های مالی، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی،

دانشگاه میبد، میبد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۳۰ - تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۵/۲۵)

### چکیده

رقابت روزافزون آمریکا با ایران در بازار جهانی پسته، سبب شده است سهم این کشور در صادرات جهانی افزایش یابد و جایگزین سهم ایران شود. از طرفی در ساختار بازار انحصار چند جانبه، تغییرات قیمت جهانی محصول، وابستگی قوی نسبت به رقیبی دارد که سهم عمده‌ای از بازار جهانی را در دست دارد. برای پیش‌بینی ریسک و قیمت محصول با استفاده از معادلات دیفرانسیل تصادفی، نیاز به تخمین پارامترهای آماری قیمت است. با توجه به پیش‌بینی روند بازار و تغییر رفتار بازار جهانی پسته در سال‌های اخیر، سوابق اطلاعاتی مناسب و کافی در وضعیت جدید بازار وجود ندارد. در این مطالعه، برای پیش‌بینی قیمت پسته ایران در بازار جهانی، از الگوی حرکت براونی هندسی با پارامترهای تخمینی از سری قیمتی محصول مشابه در وضعیت مشابه بازار جهانی استفاده شده است. بررسی‌های انجام‌شده در بازه ۲۰۱۸-۱۹۹۲ نشان داد که پارامترهای آماری قیمت صادراتی بادام می‌تواند چارچوبی برای پیش‌بینی قیمت صادراتی پسته و ریسک قیمت آن در رویکرد شبه‌انحصاری بازار فراهم کند. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، عملکرد الگوی براونی هندسی در پیش‌بینی قیمت جهانی پسته با احتساب رفتار بازار، از نظر شاخص تایل به متوسط ۰/۰۵ بهبود می‌یابد. همچنین، بر مبنای سنجش‌های ریسک از جمله ارزش در معرض ریسک و شاخص بی‌ثباتی کوپاک، نوسان قیمت پسته در بازه ۲۰۲۳-۲۰۱۹ کاهش خواهد یافت و در سطح اطمینان ۹۹٫۹٪ حداقل قیمت هر تن پسته در سال ۲۰۲۳، ۴۴۶۱ دلار خواهد بود. واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی قیمت، پسته ایران، معادلات دیفرانسیل تصادفی، الگوی حرکت براونی هندسی، ارزش در معرض ریسک.

### مقدمه

۲۰۱۶ مبلغی بالغ بر ۲،۸۱۱ میلیارد دلار بوده است؛ که آمریکا با سهم ۳۲/۲۲٪، درآمدی حدود ۱،۰۸۴ میلیارد دلار کسب کرده و ایران با سهم ۲۴/۴٪، درآمدی بالغ بر ۶۸۶ میلیون دلار داشته است (FAO, 2021). در سال ۲۰۱۷، کشورهایی که بیشترین سطح زیر کشت پسته را در جهان داشتند، به ترتیب عبارتند از ایران با سطح زیر کشت ۴۳۰ هزار هکتار و بهره‌وری ۱/۳۳ تن در

تقریباً یک سوم صادرات غیرنفتی ایران محصولات خام هستند و پسته ایران جزء چهار قلم اصلی با بیشترین میزان صادرات در این دسته است (Adeli et al. 2020). این محصول ارزشمند و ارزآور در اوج و نزول خود ۱٪ الی ۲/۵٪ ارز غیر نفتی اقتصاد ایران را تامین می‌کند. همچنین، کل صادرات جهانی پسته در سال

حاضر، برای تخمین پارامترهای آماری فرایند، از سری قیمتی محصول مشابه با رویکرد بازار جهانی مشابه بازار پسته استفاده می‌شود. سپس به مدل‌سازی و پیش‌بینی قیمت جهانی پسته ایران و سنجش نوسان و ریسک قیمت پسته صادراتی در سال‌های آینده پرداخته می‌شود.

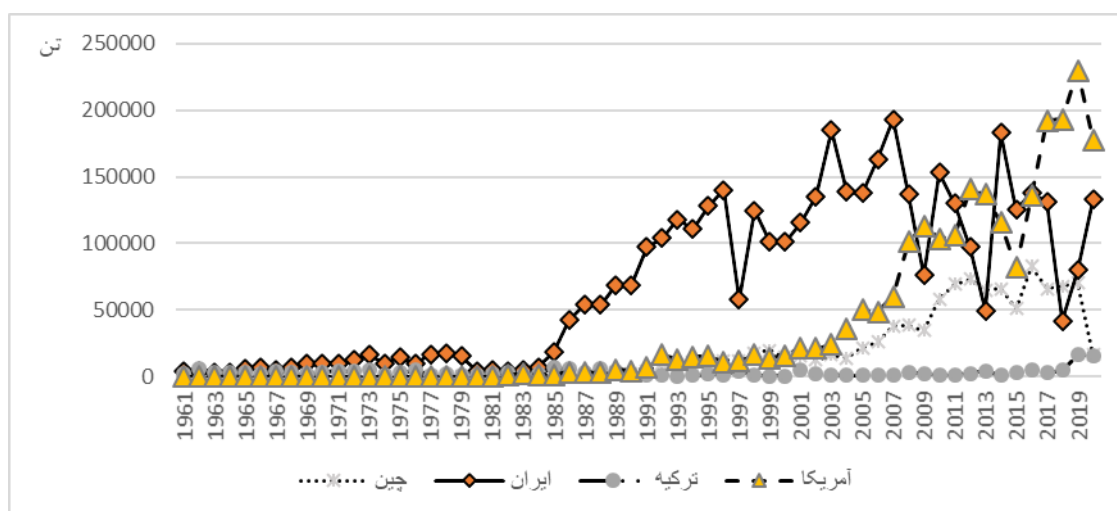
### پیشینه تحقیق

میزان صادرات چهار کشور ایران، ترکیه، آمریکا و چین در بازه ۲۰۱۹-۱۹۶۱ (شکل ۱) نشان‌دهنده این است که تا سال ۲۰۱۶، روند میزان صادرات جهانی پسته وابستگی نزدیکی با میزان صادرات ایران داشته است، ولی اخیراً این وابستگی به سرعت در حال از بین رفتن توسط رقبا است و به مرور نقش ایران در این بازار کمرنگ می‌شود. آمارهای جهانی فائو و انجمن پسته ایران نمایانگر آن است که سه دوره را می‌توان برای رفتار بازار جهانی پسته ایران ترسیم کرد. در ادامه این بخش، دسته‌بندی دوره‌ها بر اساس رفتار بازار جهانی به همراه برخی تحقیقات در خصوص پارامترهای تأثیرگذار بر قیمت پسته و نوسانات آن در بازار جهانی در هر دوره گزارش شده است.

هکتار و آمریکا با سطح زیر کشت ۲۷۲ هزار هکتاری و بهره‌وری ۲/۶۹ تن در هکتار (Askan, 2019).

در بازار بین‌المللی پسته، رقابتی با سیاست صادراتی منظم و دقیق بین رقبای ایران یعنی آمریکا، چین و ترکیه در جریان است. با وجود مزیت نسبی ایران در میان رقبا و نرخ رشد تولید بسیار بالای آن (Nikravesht et al. 2017)، برتری ایران در سال‌های اخیر روند کاهشی دارد که نشان از عدم وجود تمهیدات مناسب در استراتژی صادراتی است (Liaghati et al. 2017). حضور در این بازار رو به رشد جهانی نیازمند برنامه‌ریزی قدرتمند پویا و هماهنگی‌های منسجم است که پیش-بینی قیمت صادراتی پسته و برآورد ریسک از اولویت‌های این برنامه‌ریزی است (Biabani et al. 2013). متأسفانه کم‌توجهی به این عرصه موجب شده که بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده پسته جهان (ایران)، سنگرهای اقتصادی این محصول را در بازار جهانی یکی پس از دیگری از دست داده و رقبا این بازارها را تسخیر نمایند (Mirakbari et al, 2020).

هدف از این مطالعه مدل‌سازی قیمت جهانی پسته ایران با فرایندهای تصادفی بر اساس وضعیت اخیر بازار جهانی محصول است. نظر به تغییر رفتار بازار جهانی پسته و عدم دسترسی به سوابق آماری کافی در وضع



شکل ۱- میزان صادرات سالیانه کشورهای تولیدکننده عمده پسته در بازه زمانی ۱۹۶۱-۲۰۱۹

به خود اختصاص داده و بر اساس شاخص هرفیندال-هیرشمن، بازار پسته در این دوره از نوع بنگاه مسلط بوده است (Mehrabi & Javdan, 2012؛ Liaghati et al.

طی دوره اول، بازار جهانی پسته از سال ۱۹۶۱ تا سال ۲۰۰۸ در انحصار ایران بوده است. در این دوره ایران به طور متوسط بیش از ۵۰٪ سهم بازار صادرات را

پرداختند و تاکنون تحقیقات کمی به پیش‌بینی ریسک و قیمت صادراتی این محصول پرداختند. از جمله تحقیقات می‌توان به پیش‌بینی قیمت پسته ایران با توجه به فاکتورهای عرضه و تقاضا، روش‌های رگرسیون و آریما اشاره کرد (Sedaghat, 2011). سلامی و مافی نیز با توجه به وجود چرخه، اثرات فصلی و شکست ساختاری سری قیمتی پسته ایران، یک الگوی سری زمانی ساختاری اجزاء مشاهده نشده (UCM) برای پیش‌بینی قیمت پسته صادراتی ایران پیشنهاد دادند (Salami & Mafi, 2018). همچنین عملکرد روش‌های محاسبات نرم و هیبرید در پیش‌بینی قیمت محصول، خوب ارزیابی شده است (Unesi & Godarzi, 2016; Heydari et al., 2017; Heydari et al., 2016). یونسوی و گودرزی (۲۰۱۶) عملکرد سیستم‌های فازی-عصبی را در پیش‌بینی قیمت صادراتی پسته بهتر از مدل خود رگرسیونی آریما ارزیابی کردند. در پژوهشی دیگر کارایی الگوریتم‌های ازدحام ذرات، رقابت استعماری و ژنتیک و ترکیب هر یک با شبکه‌های عصبی مصنوعی بازگشتی المان، در پیش‌بینی قیمت پسته ارزیابی شد و طبق نتایج، الگوریتم ترکیبی المان-ازدحام ذرات کمترین خطای پیش‌بینی را ارائه می‌دهد (Heydari et al., 2017). در زمینه اندازه‌گیری و پیش‌بینی ریسک قیمتی پسته تنها یک مطالعه یافت شد که با شاخص بی‌ثباتی کوپاک، ضریب تغییرات و مدل‌های آریما و گارچ به اندازه‌گیری ریسک قیمت پسته ایران به تفکیک استان-های تولید کننده پرداختند (Tahamipour et al., 2019). در همین راستا در پژوهش حاضر به پیش‌بینی قیمت جهانی پسته ایران با استفاده از معادلات دیفرانسیل تصادفی و با توجه به رفتار بازار جهانی و برآورد و پیش‌بینی ریسک با معیار ارزش در معرض ریسک پرداخته می‌شود.

### روش تحقیق

پسته و بادام از باارزش‌ترین و مهم‌ترین محصولات کشاورزی در اقتصاد صادرکنندگان و واردکنندگان محصول به شمار می‌روند. در بازار جهانی هر دو

در این دوره عواملی از جمله قیمت جهانی محصول، نرخ واقعی ارز، سهم تولید و انبار در بازارهای محلی، سیاست‌های دولت و مسائل مربوط به بازاریابی و حاشیه سود در نوسان قیمت بسیار موثر شناخته شد و با روش ضریب تغییرات و رگرسیون نمایی به بررسی و پیش‌بینی قیمت پسته پرداخته شد (Najafi & Abdollahi, 2000). در پایان این دوره، ثابت شد که با کاهش سهم ایران در بازار جهانی، تاثیر عوامل داخلی بر نوسان قیمت در ایران کمتر شده و در مقابل تغییرات قیمت جهانی تاثیر بیشتری بر قیمت داخلی می‌گذارد (Farajzadeh & Esmaeili, 2010).

پس از دوره اول سهم ایران در صادرات جهانی به طور متوسط روند ثابت رو به کاهشی داشته است به طوری که در دوره دوم (۲۰۱۷-۲۰۰۹)، بازار انحصاری دوآپولی بین ایران و آمریکا بود (Ghorbanian & Aminizadeh et al., 2014; Esmaeili, 2009). در این دوره سه پارامتر افلاتوکسین (Salami & Sdafi, 2019) Abkenar, 2019)، بسته‌بندی و مبانی صادراتی پارامترهای موثر بر قیمت صادراتی پسته (Amiri, 2009)، و نوسان قیمت پسته وابسته به نوسان نرخ ارز، تحریم‌های جهانی، نوسان تولید، عدم حمایت از تولید و پدیدار شدن رقیب قدرتمند در بازار شناخته شد (Unesi & Godarzi, 2016).

دوره سوم دوره‌ای است که در آن میزان تولید و صادرات ایران با روند نزولی پیش‌بینی شده و روند تولید و صادرات رقبا به خصوص آمریکا رشد سریع را در پیش گرفته‌است. در این دوره که از سال ۲۰۱۸ شروع شده- است، رفتار بازار این محصول تغییر کرده و کشور آمریکا در حال به انحصار درآوردن بازار جهانی پسته است. طبق بررسی‌های عادل و همکاران، صادرات غیرنفتی ایران تقاضامحور است و عواملی مانند قیمت جهانی محصول، درآمد سایر کشورها و تحریم‌ها بیشتر از عوامل طرف عرضه مانند سرمایه‌گذاری یا بهره‌وری در میزان صادرات موثرند (Adeli et al., 2020). بنابراین قیمت جهانی پسته از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر آینده صادرات این محصول است.

اکثر مطالعات صورت گرفته در بازار جهانی پسته به بررسی ساختار بازار و عوامل موثر بر صادرات محصول

ارزیابی و تحلیل نوسانات آینده قیمت محصول معرفی می‌شوند.

### الگوی قیمتی حرکت براونی هندسی

فرایندهای تصادفی بطور گسترده‌ای در الگوسازی انواع دارایی‌های مالی بکار می‌روند (Raei & Falahtalab, 2013). فرایند حرکت براونی هندسی (GBM) از متداول‌ترین فرایندهای تصادفی با قابلیت خوب در مدلسازی و پیش‌بینی قیمت دارایی‌های مالی محسوب می‌شود (Farida Agustini et al., 2018; Stojkoski et al., 2020; Bastian-Pinto et al., 2021). از دلایل عمومیت استفاده از این فرایند، قابلیت آن در مدل‌سازی پویایی‌های غیرارگودیک است (Stojkoski et al., 2019). البته این فرایند در مدل‌سازی متغیرهای با توزیع دم پهن قابلیت کمتری دارد و از این رو توسعه‌هایی از این فرایند پیشنهاد شده است (Angstmann et al., 2017; Basnarkov et al., 2019; Angstmann et al., 2020; Stojkoski et al., 2020).

فرایند حرکت براونی هندسی اساساً یک حرکت براونی و همان فرایند گام تصادفی با زمان پیوسته است که به موجب آن نوسانات قیمت در آینده را تنها با توجه به شرایط فعلی و با دقت بالا برآورد می‌کند. طبق این فرایند بازده لگاریتمی مورد انتظار دارایی در طول زمان به صورت خطی تغییر می‌کند (Angstmann et al., 2019). برای الگوسازی قیمت با حرکت براونی هندسی، سری زمانی باید از فرایند وینر با سه ویژگی تصادفی بودن، نمونه‌های مستقل از زمان و تغییرات (dw) دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس dt پیروی کند. فرایند وینر را می‌توان به صورت  $dw = \varepsilon \sqrt{dt}$  بیان کرد که در آن  $\varepsilon$ ، جزء خطای معادله و دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس یک است.

بر اساس الگوی حرکت براونی هندسی، زمانی که پارامترهای میانگین قیمت ( $\mu$ ) و انحراف استاندارد قیمت ( $\sigma$ ) مشخص باشند، می‌توان توزیع احتمال قیمت در آینده را پیش‌بینی کرد. در صورتی که لگاریتم بازده قیمت دارایی از توزیع نرمال پیروی کند، با استفاده از رابطه (۱) می‌توان قیمت محصول در زمان  $t + \Delta t$  ( $P_{t+\Delta t}$ ) را با داشتن قیمت در زمان  $t$  ( $P_t$ )، محاسبه کرد.

محصول، آمریکا و ایران مهم‌ترین صادرکنندگان تولیدکننده هستند و آمریکا اولین رقیب ایران در این دو بازار محسوب می‌شود (Mehrabi, 2002). ساختار بازار صادراتی بادام ایران شبه انحصاری و بازار جهانی نزدیک به انحصار کامل است (Zare, 2008). آمریکا بیش از سهم خود در تولید بادام جهان (۴۰ درصد)، صادرات جهانی (بیش از ۷۰ درصد) را به خود اختصاص داده است و بر اساس پیش‌بینی روند بازار صادراتی پسته در بخش قبل، در آینده نزدیک، بازار جهانی پسته مشابه بازار بادام خواهد بود. از طرفی تحلیل نوسانات قیمت جهانی پسته و بادام، وابستگی زیادی بین سری قیمتی این دو محصول نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های مستخرج از فائو در بازه ۲۰۱۸-۱۹۹۲، ضریب همبستگی سری زمانی قیمت صادراتی این دو محصول ۰/۹۳ است. بنابراین می‌توان بادام را مشابه‌ترین محصول به پسته در بازار جهانی و صادرات برشمرد.

در این پژوهش، ابتدا قیمت پسته در کل بازه، به صورت یک سری زمانی قیمتی بررسی می‌شود و پیش‌بینی قیمت و محاسبه ریسک بر مبنای کل بازه انجام می‌گیرد. سپس سری زمانی قیمت پسته، با توجه به رفتار بازار جهانی پسته، به سه دوره تقسیم‌بندی شده و ریسک قیمت در این دوره‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به کمبود داده در دوره سوم، برای پیش‌بینی و محاسبه نوسانات قیمت پسته از پارامترهای آماری تخمینی از سری زمانی قیمت جهانی بادام در رویکرد مشابه بازار جهانی استفاده می‌شود.

در این مطالعه، آمارهای مربوط به قیمت جهانی بادام و پسته طی سال‌های ۲۰۱۸-۱۹۶۶ از درگاه مربوط به سازمان خواروبار جهانی فائو استخراج شده و پس از برازش و مقایسه با آمار موجود در سایت وزارت جهاد کشاورزی، فرایند پیش‌پردازش و پاکسازی داده‌ها صورت‌گرفته است. سپس با استفاده از نرم‌افزارهای میکروسافت اکسل و ایویوز، داده‌های استخراج شده مورد ارزیابی آماری قرار گرفتند و به پیش‌بینی قیمت پسته، شبیه‌سازی مونت کارلو و نهایتاً ارزیابی ریسک قیمت پسته پرداخته شده است. در ادامه این بخش، ابتدا مدل مورد استفاده برای پیش‌بینی قیمت محصول شرح داده می‌شود و سپس سنج‌های پیشنهادی برای

دوره زمانی (N) و سطح اطمینان X% است. میزان ارزش در معرض ریسک که برحسب واحد پول بیان می‌شود، مقدار زیانی است که معادل با صدک (100-X)ام منحنی توزیع احتمال تغییرات ارزش دارایی در طی N روز آینده است.

یکی از روش‌های برآورد VaR استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو است (Raei & Falahtalab, 2013). در این روش بر مبنای تابع چگالی قیمت دارایی، سناریوهای مختلف برای قیمت دارایی در آینده شبیه‌سازی می‌شود. سپس بازده دارایی با توجه به سناریوها محاسبه و بازده‌ها از کوچک به بزرگ مرتب شده و در نهایت بر اساس سطح اطمینان و تعداد سناریوها، ارزش در معرض ریسک بازده قیمت دارایی محاسبه می‌شود.

### نتایج و بحث

در این بخش پس از بررسی‌های آماری، مدل‌سازی و پیش‌بینی قیمت جهانی و ریسک محصول یک بار بدون در نظر گرفتن رفتار بازار جهانی و بار دیگر با توجه به رفتار بازار و بر اساس پارامترهای آماری قیمت محصول مشابه، انجام شده است.

#### تحلیل آماری قیمت سالیانه پسته و بادام

پارامترهای آماری قیمت جهانی پسته ایران در بازه ۱۹۹۲-۲۰۱۸ در جدول (۱) نشان داده شده است. طبق نتایج این جدول قیمت پسته بیش‌ترین مقدار چولگی و لگاریتم قیمت و بازده کم‌ترین چولگی را دارا است. در بررسی کشیدگی، تمامی متغیرهای مورد بررسی دارای مازاد کشیدگی هستند که از بین آن‌ها قیمت سالیانه بیش‌ترین کشیدگی را دارد. در مجموع با توجه به خصوصیات آماری، قیمت سالیانه با توجه به انحراف معیار، چولگی و کشیدگی زیاد، مناسب بررسی نیست.

جدول ۱- ویژگی‌های آماری قیمت جهانی پسته ایران (۱۹۹۲-۲۰۱۸)

متغیر مورد بررسی	میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	انحراف استاندارد	چولگی	کشیدگی	آزمون جاکر برا	احتمال
قیمت	۶۱۱۰/۱	۵۱۹۹/۵	۱۳۹۵۰	۲۲۵۲/۵	۳۰۲۸/۷	۱/۰۸۳۳	۳/۴۷۹۷	۵/۵۳۹	۰/۰۶۲
لگاریتم قیمت	۸/۶۰۹۴	۸/۵۵۶۳	۹/۵۴۳۲	۷/۷۱۷۹	۰/۴۷۰۰	۰/۱۹۳۷	۲/۴۰۴۰	۰/۵۶۸۴	۰/۷۵
بازده لگاریتمی	۰/۰۰۶۲	۰/۰۱۴۰	۰/۵۲۲۸	-۰/۵۵۱	۰/۲۵۷۳	۰/۳۰۸۴	۳/۰۵۰	۰/۱۴۱	۰/۸۱۳
درصد تغییرات قیمت	۰/۰۳۹۶	۰/۰۱۳۶	۰/۶۸۶۸	-۰/۴۲۴	۰/۲۸۱۵	۰/۹۵۵۳	۳/۳۵	۴/۰۸۸۹	۰/۱۲۹

(۱)

$$P_{t+\Delta t} = P_t * \exp \left[ \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) \Delta t + \sigma \epsilon \sqrt{\Delta t} \right]$$

جهت تخمین پارامترهای مدل GBM (μ و σ<sup>2</sup>) با استفاده از داده‌های تاریخی، از روابط (۲-۳) استفاده می‌شود (Salehnia et al. 2015).

$$\sigma^2 = \text{var}(d \ln p) / dt \quad (۲)$$

$$\mu = E(d \ln p) / dt \quad (۳)$$

که در آن‌ها d ln p بازده لگاریتمی قیمت محصول، var(.) نماد واریانس و E(.) نشانه امید ریاضی است.

مدل‌های محاسبه و تحلیل نوسانات قیمت

شاخص بی ثباتی کوپاک (CI<sup>2</sup>) (Coppock, 1962) یکی از شاخص‌های انحراف لگاریتمی است (رابطه ۴).

(۴)

$$CI = \text{Anti log} \left( \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{t=1}^{n-1} [\log(P_{t+1}/P_t) - m]^2} \right)$$

که در آن n تعداد دوره‌های مورد بررسی است و m از رابطه (۵) محاسبه می‌شود.

$$m = \frac{1}{n-1} * \sum_{t=1}^{n-1} \log(P_{t+1}/P_t) \quad (۵)$$

شاخص کوپاک مستقل از روند است (Pishbahar et al., 2015) و به دلیل لگاریتمی بودن به انتهای توزیع وزن بیشتری می‌دهد (Tahamipour et al., 2019).

ارزش در معرض ریسک (VaR) بیانگر حداکثر زیان مورد انتظار دارایی یا سبب دارایی در طول زمان معین در شرایط عادی بازار و در سطح اطمینان معین است (Hull, 2009). ارزش در معرض ریسک دارای دو پارامتر

1. Value at Risk
2. Coppock index

جدول ۲- ویژگی‌های آماری قیمت جهانی بادام ایران (۲۰۱۸-۱۹۹۲)

متغیر مورد بررسی	میانگین	میانه	حداکثر	حداقل	انحراف استاندارد	چولگی	کشیدگی	آزمون جارک‌برا	احتمال
قیمت	۲۳۹۴/۵۹	۱۸۱۰/۸	۵۱۱۱/۲	۷۷۴/۲	۱۴۱۳/۰۱	۰/۷۱۴۲	۲/۰۱۹۶	۳/۳۷۹۹	۰/۱۸۴
لگاریتم قیمت	۷/۶۱۵۰	۷/۵۰۱۵	۸/۵۳۹۱	۶/۵۶۱۸	۰/۵۸۸۶	۰/۱۴۸۴	۱/۸۳۳۳	۱/۶۰۴۲	۰/۴۴۸۴
بازده لگاریتمی	۰/۰۱۶۵۰	-۰/۰۰۹	۰/۵۵۳۲	-۰/۳۵۰	۰/۲۳۵۴	۰/۳۸۶۹	۲/۳۸۶۶	۱/۰۵۶	۰/۵۸۹۶
درصد تغییرات قیمت	۰/۰۳۹۶	-۰/۰۰۹	۰/۷۳۸۹	-۰/۲۹۶	۰/۲۵۷۷	۰/۸۴۶۴	۳/۲۲	۳/۱۵۹۶	۰/۲۰۶۰

جدول ۳- تعیین پارامترهای آماری بازده لگاریتمی پسته و بادام در بازه‌های زمانی متفاوت

پارامترهای آماری	قیمت بادام (۲۰۱۸-۱۹۹۲)	قیمت پسته (۲۰۱۸-۱۹۹۲)	قیمت پسته (۲۰۰۸-۱۹۹۲)
$\mu$	۱/۱۶۵	۰/۱۶۲	۰/۱۸
$\sigma$	۲۳/۵۵	۲۵/۷۳	۲۷/۶

محصول پسته در بازار رقابتی بر نوسان قیمت‌ها مرتبط دانست (Mohammadi & Bahrami Nasab, 2014).

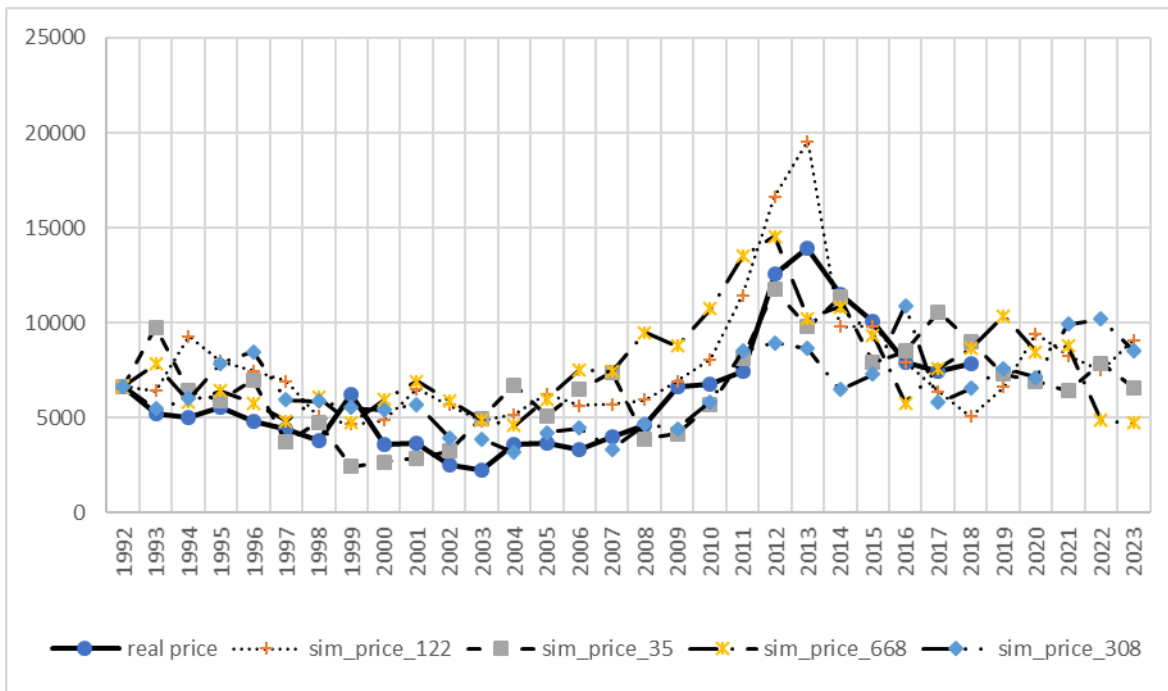
#### پیش‌بینی قیمت جهانی پسته ایران

به منظور پیش‌بینی قیمت جهانی پسته ایران با الگوی حرکت براونی هندسی، با افزایش تعداد اجراهای شبیه‌سازی از ۱۰۰ به ۱۰۰۰ مورد، دامنه نوسان مقادیر پیش‌بینی کاهش می‌یابد و شیب خط پیش‌بینی به شیب خط مقادیر واقعی نزدیک می‌شود (Salehnia et al., 2015). در این مقاله با اجرای ۱۰۰۰ مرتبه شبیه‌سازی، قیمت جهانی پسته در دوره سوم پیش‌بینی شده و سری زمانی قیمت به صورت میانگین اجراها ثبت شده است. شکل ۲ سری زمانی قیمت‌های پیش‌بینی شده توسط چهار اجرا از الگوی براونی هندسی با پارامترهای برگرفته از قیمت جهانی پسته در بازه ۲۰۲۳-۱۹۹۲ به همراه سری زمانی قیمت واقعی پسته در بازه ۲۰۱۸-۱۹۹۲ را نشان می‌دهد. شکل ۳ نتایج پیش‌بینی قیمت جهانی پسته توسط ۴ اجرا را با در نظر گرفتن رفتار بازار جهانی و با استفاده از پارامترهای آماری قیمت جهانی بادام نشان می‌دهد. چنان‌که از شکل‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود، الگوهای حرکت براونی هندسی با پارامترهای آماری برگرفته از سری زمانی قیمتی پسته و بادام تا حد زیادی قادر به پیش‌بینی قیمت پسته هستند. اما به نظر می‌رسد با در نظر گرفتن رفتار بازار جهانی الگو توانا تر باشد.

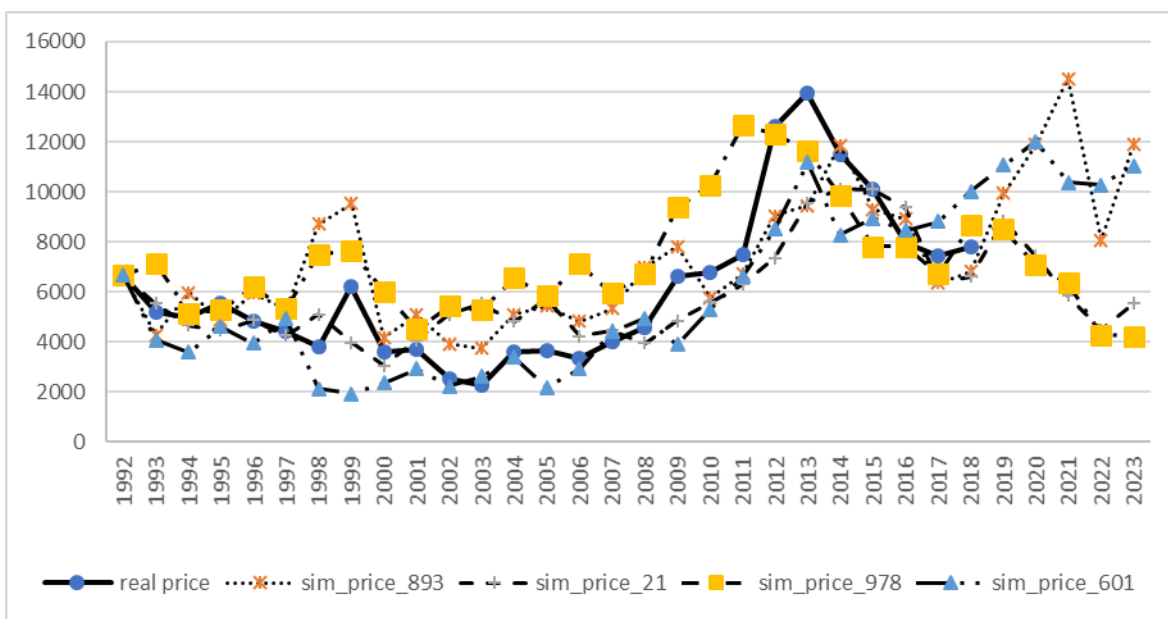
بر اساس جدول (۲)، شاخص چولگی در قیمت بادام و درصد تغییرات قیمت دارای بیش‌ترین مقدار مثبت و در بازده لگاریتمی دارای کمترین مقدار است. مقادیر کشیدگی در جدول (۲) بیانگر این است که تمامی شاخص‌های مورد بررسی دارای مازاد کشیدگی هستند. همچنین طبق مقادیر ثبت شده در ستون آزمون جارک‌برا در جدول (۱) و (۲)، فرضیه نرمال بودن بازده لگاریتمی محصولات در سطح اطمینان بالای ۵٪ رد نمی‌شود. بنابراین در ادامه، سری‌های زمانی بازده لگاریتمی قیمت پسته و بادام دارای توزیع نرمال فرض می‌شود.

با استفاده از داده‌های تاریخی و معادلات ۲ و ۳، پارامترهای آماری بازده لگاریتمی پسته ایران با توجه به رفتار بازار جهانی پسته در مقاطع زمانی مختلف و پارامترهای آماری بازده بادام در کل بازه تخمین و در جدول (۳) ثبت شد. بر اساس این جدول، میانگین بازده بادام در کل دوره با رویکرد شبه‌انحصاری بازار، مقدار ۴/۴۸٪ است که نسبت به مقدار میانگین بازده پسته در کل بازه بیشتر است ولی نوسان قیمت در بازار شبه‌انحصاری بادام کمتر از نوسان قیمت پسته است که می‌تواند بیانگر تاثیر انحصار بازار آمریکا بر قیمت محصول بادام باشد (Zare, 2008). همچنین قیمت جهانی پسته ایران در دوره دوم، نوسان کمتری نسبت به دوره انحصاری اول (۲۰۰۸-۱۹۹۲) نشان می‌دهد. علت این پدیده را می‌توان با تاثیر میزان تقاضا و عرضه





شکل ۲- پیش‌بینی قیمت جهانی پسته با الگوی حرکت براونی هندسی بدون در نظر گرفتن رفتار بازار جهانی



شکل ۳- پیش‌بینی قیمت جهانی پسته با الگوی حرکت براونی هندسی با در نظر گرفتن رفتار بازار جهانی

جدول ۴- ارزیابی عملکرد الگوهای حرکت براونی هندسی با و بدون احتساب رفتار بازار جهانی

پیش‌بینی قیمت		بدون احتساب رفتار بازار جهانی محصول								
		با احتساب رفتار بازار جهانی محصول			شبه‌سازی- ۳۰۸			شبه‌سازی- ۶۷۲		
اجراهای منتخب	۱۲۲- شبه‌سازی	۳۵- شبه‌سازی	۶۶۸- شبه‌سازی	۶۷۲- شبه‌سازی	۳۰۸- شبه‌سازی	۸۹۳- شبه‌سازی	۲۱- شبه‌سازی	۹۷۸- شبه‌سازی	۲۶۶- شبه‌سازی	۶۰۱- شبه‌سازی
Theil-U	۰/۰۵۵۷	۰/۰۵۶۳	۰/۰۶۰۰	۰/۰۶۰۰	۰/۰۶۱۸	۰/۰۴۹۶	۰/۰۵۲۲	۰/۰۵۲۲	۰/۰۵۵۰	۰/۰۵۶۱

می‌یابد. در محاسبه ارزش در معرض ریسک فرض شده است که قیمت فروش هر تن پسته صادراتی در بازار جهانی ۷۸۱۶ دلار و مدت زمان لازم برای خرید، فرآوری، بسته‌بندی، صادرات و برگشت سرمایه تقریباً یک ماه است.

مقادیر جدول (۶) حداقل قیمت پسته و حداکثر زیان را در افق یک ماه در سطوح اطمینان ۹۵٪، ۹۹٪ و ۹۹/۹٪ در سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۱۹ نشان می‌دهد. چنانکه انتظار می‌رود، با کاهش سطح اطمینان ارزش در معرض ریسک قیمت محصول کاهش می‌یابد و با افزایش افق پیش‌بینی این مقدار افزایش می‌یابد.

جدول (۷) نتایج محاسبه ارزش در معرض ریسک قیمت پسته را بدون در نظر گرفتن رفتار بازار جهانی محصول ارائه می‌دهد. از مقایسه دو جدول ۶ و ۷ می‌توان نتیجه گرفت که در بازار با رویکرد شبه-انحصاری، حداکثر زیان در افق یک ماه، کاهش محسوسی داشته است.

جدول (۴) نتایج سنجش عملکرد الگوهای پیش‌بینی قیمت را با معیار ضریب تایل (Theil-U) نشان می‌دهد. نتایج این جدول بر اساس سری پیش‌بینی شده توسط ۵ اجرای منتخب از شبه‌سازی هر الگو گزارش شده است. چنان‌که مشاهده می‌شود، الگوی حرکت براونی هندسی با متوسط ضریب تایل حدود ۰/۰۵ به خوبی قادر به پیش‌بینی قیمت جهانی پسته است. همچنین از مقایسه عملکرد دو مدل مشاهده می‌شود، با احتساب رفتار بازار در الگوی پیش‌بینی، عملکرد مدل بهبود یافته‌است. چراکه سری زمانی قیمت پیش‌بینی شده بر اساس پارامترهای برگرفته از قیمت جهانی بادام نسبت به مدل با پارامترهای قیمت پسته خطای کمتری دارد.

اندازه‌گیری ریسک قیمت جهانی پسته ایران

با توجه به نتایج جدول (۵)، شاخص بی‌ثباتی قیمت بادام در بازار با رویکرد شبه‌انحصاری در بازه ۲۰۰۸-۱۹۹۲ کم‌ترین و در بازه ۲۰۱۸-۲۰۰۹ بیش‌ترین مقدار را دارد. نتایج بررسی بیانگر آن است که در مجموع بازار شبه‌انحصاری آمریکا با نوسان قیمت کمتری مواجه گردیده ولی با افزایش زمان این شاخص افزایش یافته و نوسان قیمت نیز افزایش

جدول ۵- شاخص بی‌ثباتی کوپاک قیمت جهانی پسته و بادام

شاخص بی‌ثباتی قیمت پسته			شاخص بی‌ثباتی قیمت بادام		
۲۰۱۸-۱۹۹۲	۲۰۰۸-۱۹۹۲	۲۰۱۸-۲۰۰۹	۲۰۱۸-۱۹۹۲	۲۰۰۸-۱۹۹۲	۲۰۱۸-۲۰۰۹
۱/۲۸	۱/۳۰۱۹	۱/۲۵۵۲	۱/۲۷۵۷	۱/۲۱۶۳	۱/۳۰۴۷

جدول ۶- پیش‌بینی ارزش در معرض ریسک قیمت جهانی پسته با در نظر گرفتن رفتار بازار جهانی

سال	حداقل قیمت پسته برحسب دلار بر تن			حداکثر زیان به ازای هر تن محصول در ماه		
	% ۹۹/۹	% ۹۹	% ۹۵	% ۹۹/۹	% ۹۹	% ۹۵
۲۰۱۹	۵۹۲۰	۶۶۷۵	۶۹۶۴	۱۸۹۵	۱۱۴۱	۵۸۲
۲۰۲۰	۵۷۵۸	۶۱۹۴	۶۶۱۴	۲۰۵۸	۱۶۲۲	۱۲۰۲
۲۰۲۱	۵۴۷۰	۵۹۰۱	۶۴۳۳	۲۳۴۶	۱۹۱۵	۱۳۸۳
۲۰۲۲	۵۰۵۱	۵۴۹۷	۶۲۱۴	۲۷۶۵	۲۳۱۸	۱۶۰۲
۲۰۲۳	۴۴۶۱	۵۳۴۷	۶۰۷۸	۳۱۵۵	۲۴۶۹	۱۷۳۸

جدول ۷- پیش‌بینی ارزش در معرض ریسک قیمت جهانی پسته بدون در نظر گرفتن رفتار بازار جهانی

سال	حداقل قیمت پسته برحسب دلار بر تن			حداکثر زیان به ازای هر تن محصول در ماه		
	% ۹۹/۹	% ۹۹	% ۹۵	% ۹۹/۹	% ۹۹	% ۹۵
۲۰۱۹	۵۹۳۶	۶۵۵۶	۶۹۰۹	۱۸۸۰	۱۲۶۰	۹۰۷
۲۰۲۰	۵۱۱۹	۶۰۲۷	۶۵۹۴	۲۶۹۷	۱۷۹۰	۱۲۶۷
۲۰۲۱	۵۳۰۶	۵۸۲۵	۶۳۰۰	۲۵۱۰	۱۹۹۱	۱۵۱۶
۲۰۲۲	۴۵۸۲	۵۳۹۵	۶۰۶۵	۳۲۳۴	۲۴۲۱	۱۷۵۱
۲۰۲۳	۴۵۳۷	۵۱۳۵	۵۹۳۶	۳۲۷۹	۲۶۸۱	۱۸۸۰

#### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در سال‌های اخیر رفتار بازار جهانی پسته و سهم ایران و آمریکا در صادرات محصول تغییر کرده است. تغییرات قیمت جهانی محصول، وابستگی قوی نسبت به رقیبی دارد که سهم عمده‌ای از بازار جهانی را در دست دارد. نتایج بررسی‌های این پژوهش نشان‌دهنده آن است که رفتار بازار جهانی می‌تواند چارچوبی جهت تخمین توزیع قیمت محصول تداعی نماید.

بر اساس یافته‌های مقاله، عملکرد الگوی حرکت براونی هندسی در پیش‌بینی قیمت جهانی پسته با احتساب رفتار بازار و پارامترهای مستخرج از سری زمانی قیمت محصول مشابه در وضعیت مشابه بازار جهانی، از نظر شاخص تایل بهبود یافته‌است. بررسی سناریوهای مختلف قیمت جهانی پسته با شبیه‌سازی مونت کارلو بیان‌کننده آن است که قیمت تخمینی در سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۲۳ با تراکم زیادتری در بازه ۶۵۰۰ الی ۷۵۰۰ دلار بر تن خواهد بود. بر اساس تحلیل نتایج حاصل از محاسبه شاخص بی‌ثباتی کوپاک و ارزش در معرض ریسک، پیش‌بینی می‌شود بازار پسته ایران در دوره زمانی سوم (بعد از ۲۰۱۸) دارای نوسان قیمت و ریسک کمتری نسبت به دوره زمانی اول ۱۹۹۲-۲۰۰۸

خواهد بود. همچنین نتایج حاصل از بررسی‌ها حاکی از آن است که بازار پسته در دوره دوم که به صورت بازار دوآپولی بوده دارای بیش‌ترین نوسان و ریسک قیمت بوده است. بنابراین احتساب رفتار بازار جهانی در پیش‌بینی و محاسبه ریسک قیمت محصول ضروری به نظر می‌رسد.

این مطالعه آغازی بر پیش‌بینی قیمت جهانی پسته با فرایندهای تصادفی در ایران است و با توجه به قابلیت نسبتاً خوب الگوی حرکت براونی هندسی در مدل‌سازی و پیش‌بینی قیمت محصول، در تحقیقات آتی بررسی عملکرد توسعه‌های این الگو از جمله حرکت براونی هندسی کسری<sup>۱</sup> و حرکت براونی هندسی تعمیم‌یافته با فرایند تغییر رژیم مارکوف<sup>۲</sup> پیشنهاد می‌شود. همچنین در این مقاله سعی شده روند تغییرات و نوسانات قیمت محصول در قالب رفتار بازار جهانی گنجانده شود ولی سهم کشورهای مختلف در بازار جهانی محصول در نظر گرفته نشده است. لحاظ نمودن سهم تخمینی بازار می‌تواند الگوهای بهتر و دقیق‌تری از تغییرات و نوسانات قیمت جهانی محصول را فراهم کند.

1. Fractional Geometric brownian motion
2. Markov Regime Switching Process

## REFERENCES

1. Adeli, A. Ghafari, H. & Shaygani, B. (2020). Studying the simultaneous effects of economic sanctions shocks on Iran's economic sectors. *Applied economics studies*, 9(34): 163-189. (In Farsi)
2. Aminizadeh, M., Rafiee, H., Riahi, A. & Mehrparvar Hosseini, H. (2014). Pattern of Competitiveness of Pistachios World Premier Exporters in Iran's Importers Market. *Agricultural Economics*, 8(2): 41-68. (In Farsi)
3. Amiri, F. (2009). Investigation effective factor on Iran's pistachio exportation. *International journal of marketing studies*, 1(2): 35- 40.
4. Angstmann, C.N. Henry, B.I. & Ortega-Piwonka, I. (2017). Generalized master equations and fractional Fokker-Planck equations from continuous time random walks with arbitrary initial conditions, *Computers & Mathematics with Applications*, 73(6): 1315-1324.
5. Angstmann, C. Henry, B. & McGann, A. (2019). Time-fractional geometric Brownian motion from continuous time random walks. *Physica A*, 526, 121002.
6. Askan, E. (2019). Economic analysis and marketing margin of pistachios in Turkey. *Bulletin of the National Research Centre*, <https://doi.org/10.1186/s42269-019-0216-5>.
7. Basnarkov, L., Stojkoski, V., Utkovski, Z. & Kocarev, L. (2019). Option Pricing with Heavy-Tailed Distributions of Logarithmic Returns. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 22(7): 1950041.
8. Biabani, J., Abolhasani Hastiyani, A., Shayegani, B. & Haghgou, M. (2013). Stability of export and economic growth in Iran: estimation and predication from the perspective of GMDH neural network. *journal of economic growth and development research*, 3(9): 99-112. (In Farsi)
9. Bastian-Pinto, C.L., Teixeira Brandão, L.E., Ozorio, L.M., & Tavares do Poço A.F. (2021) A parameter based approach to single factor stochastic process selection for real options applications, *The European Journal of Finance*, 27(15), 1533-1552, DOI: 10.1080/1351847X.2021.1895859.
10. Coppel, J.T. (1962). *International Economic Instability*. MC-Grow Hill:New York.
11. Farajzadeh, Z. & Esmaeli, A. (2010). Analyzing price transmission in pistachio world market, *Agricultural Economics and Development*, 18(3): 69-98. (In Farsi)
12. Farida Agustini, W. Restu Affianti, I. & Putri, E.R.M. (2018). Stock price prediction using geometric Brownian motion, *Journal of Physics*, Conf. Ser. 974 (012047)
13. Food and Agriculture Organization (FAO) Retrieved July 1 2021 from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL>.
14. Ghorbanian, E. & Esmailie, A. (2009). Competition of Iran and America in pistachios global oligopoly market, *Agricultural economics research*, 2:225-242. (In Farsi)
15. Heydari, A. Keynia, F. Shahsavari Pour, N. & Sedaghat, R. (2016). An evolutionary hybrid method to predict pistachio price. *International Conference on Reserarch In Science And Technology*, Berlin. Germany.
16. Heydari, A., Keynia, F., Shahsavari-Pour, N. & Sedaghat, R. (2017) An evolutionary hybrid method to predict pistachio price. *Complex & Intelligent Systems*. 3, 121-132.
17. Hull, J.C. (2009). *Options, Futures, and other Derivatives*, Seventh Edition, Pearson Prentice, Hall, Inc.
18. Liaghati, H., Nazari, M. & Avazdahandeh, S. (2017). Structural evolution of the pistachio global market with emphasis on the role of Iran, *Journal of Agroecology*, 7:186-199. (In Farsi)
19. Mehrabi Boshrahadi, H. (2002). Review Of Factors Influencing Iran'S Share In The World Pistachio Market, *Journal of Agricultural Economics and Development*, 10(3): 85-102. (In Farsi)
20. Mehrabi Boshrahadi, H., & Javdan, E. (2012). Forecasting World Market Structure of Iran's Pistachio Exports, *Journal of Life Sciences*, 6:701-707.
21. Mirakbari, Z., Mojaverian, M., Rafiee, H. & Amirnezhad, H. (2020). Clustering Target Countries of Iranian Pistachio Exports Based on Hybrid Meta-Heuristic Algorithms, *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 51(3): 413-427. (In Farsi)
22. Mohammadi, H. & Bahrami Nasab, M. (2014) Assessment of Effective Factors on Supply and Demand of Iran's Pistachios Export (Vector Auto Regression Approach). *Agricultural Economics*, 7(4): 23-42. (In Farsi)
23. Najafi, B. & Abdollahi Ezzatabadi, M. (2000). Factors affecting pistachio price fluctuations and problems arising from it. *Agricultural Economics and Development*, 17: 25-42. (In Farsi)
24. Nikravesh, S., Yazdani, S., Yavari, G.R. & Kazemnejad, M. (2017). The Growth of Agricultural Sector and Marginal Propensity to Trade. *Agricultural Economics*, 11(4): 127-141. (In Farsi)
25. Pishbahar, E., Rahimi, J. Dashti, Gh. & Ghahremanzad, M. (2015). The effects of agricultural trade instability and volatility on growth of agricultural sector in Iran, *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 46(2): 299-310. (In Farsi)
26. Raei, R. & Falahtalab, H. (2013). Application of Monte Carlo simulation and random walk process to

- value at risk forecasting. *Financial engineering and securities management*, 4(16):75-92. (In Farsi)
27. Salami, H. & Mafi, H. (2018). Predicting Export prices of the Iranian Pistachio Based on Commercial Cycles: Application of Structural Time Series Model. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 49(4): 559-571. (In Farsi)
  28. Salami, H. & Sadafi Abkenar, S. (2019). A non-parametric Approach to Specifying Changes of Preferences German Consumers for the Iranian and U.S. Pistachios. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 50(1): 79-95. (In Farsi)
  29. Salehnia, N., Fallahi, M., Seifi, A. & Mahdavi Adeli, M. (2015). The estimation of natural gas daily spot prices with geometric Brownian motion model. *Journal of Economic Modeling Research*, 5(20): 7-54. (In Farsi)
  30. Sedaghat, R. (2011). FORECASTING OF THE WORLD PISTACHIO MARKET (SUPPLY, DEMAND AND PRICE). *Acta Horti (International Society for Horticultural Science)*, 912 (124): 819-826. (In Farsi)
  31. Stojkoski, V. Utkovski, Z. Basnarkov, L. & Kocarev, L. (2019). Cooperation dynamics in networked geometric Brownian motion. *Phys. Rev. E*, 99, 062312.
  32. Tahamipour, M., Varahrami, V. & Ghavidel, V. (2019). Measuring Pistachio price risk and determining effective factors on it in the main producer provinces. *Journal of Agricultural Economics researches*, 11: 237-262. (In Farsi)
  33. Unesi, M. & Godarzi, M. (2016). Pistachio export price prediction using neural-fuzzy system (ANFIS), neural network (ANN) and Autoregressive ARIMA, *3rd international conference on research in science and technology*. Berlin (2016).
  34. Zare, E. (2008). The structure of world and Iran's export market of almond. *Pajouhesh-va-sazandegi*, 21(1): 2-10. (In Farsi)