

ISSN (Print): 2008-6407 ISSN (Online): 2423-7248

## Research Paper

# Investigation the Reciprocal Effects of Saffron warehouse Receipt and Saffron Future Contracts in Iran Mercantile Exchange (IME)

Seyed Meysam Jalili<sup>1</sup>, Akbar Mirzapour Babajan<sup>2\*</sup>, Beitollah Akbari Moghadam<sup>2</sup>, Arash Hadizade Miyarkolae<sup>2</sup>

1- PH.D. Student, Accounting & Management, Qazvin Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

2- Assistant Professor, Faculties Accounting & Management, Qazvin Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

Received: 2020/09/13

Accepted: 2021/01/27

PP:1-12

Use your device to scan and read  
the article online



DOI:

10.30495/JAE.2023.25973.2189

### Keywords:

warehouse Receipt, Futures, Price Fluctuations, Non-Linear Granger Causality, Neural Network

### Abstract

**Introduction:** The Present article examines factors that have effect on saffron warehouse receipt and on saffron futures in Iran commodity exchange. This study tries to identify the import of saffron future price and the two-way communication between these two financial instruments (saffron warehouse receipt and saffron futures) to saffron market.

**Materials and Methods:** In this regard, this study seeks to answer the existence of the relationship between linear and non-linear causality between these two financial instruments. The data were obtained daily in the period from June 2018 to July 2019 using price fluctuations in saffron warehouse receipt and saffron futures. Descriptive – analytical research methods and library data collection methods, regression models and the concept of neural networks with the help of Eviews software and R Economic Statistical Software were used. The price fluctuations of saffron warehouse receipt have been extracted using Arch family models.

**Findings:** Results indicate that there is a two linear causality relationship between warehouse receipt's price fluctuation and future's price fluctuation. To investigate the existence of non-linear causality between the two under studied, variables VAR model residual was used. The BDS test result show the existence of a non-linear relationship between the mentioned variables. The results of the non-linear granger causality test based on neural network show that futures price are the cause for price fluctuations in saffron warehouse receipt.

**Conclusion:** It can be stated that price discovery is formed in saffron future market and saffron warehouse receipt market follows the futures market.

**Citation:** Jalili SM, Mirzapour Babajan A, Akbari Moghadam B, Hadizade Miyarkolae A. Investigation the Reciprocal Effects of Saffron warehouse Receipt and Saffron Future Contracts in Iran Mercantile Exchange (IME): Journal of Agricultural Economics Research. 2023; 14 (4):1-12

\* **Corresponding Author:** Akbar Mirzapour babajan

**Address:** Assistant Prof, Faculties Accounting & Management, Qazvin Islamic Azad University, Qazvin, Iran.

**Tell:** 09126025647

**Email:** Akbar.Mirzapour@gmail.com

## Extended Abstract

### Introduction

Receipt in Iran Commodity Exchange, This study tries to identify the import of saffron future price and the two-way communication between these two financial instruments (saffron warehouse receipt and saffron futures) to saffron market. Warehouse receipt is a financial instrument by which the producer delivers his product to one of the accepted warehouses of the commodity exchange and receives its certificate and then sells his product with this certificate in the commodity exchange. In fact, this certificate is a security document that proves the owner's ownership of a certain amount of goods, and its support is the governor's warehouse bill, which is issued by warehouses approved by the stock exchange organization. Compulsory standards of warehouses for production storage will increase product quality and at the same time reduce the risks of granting facilities to producers. This research aims to strengthen the studies of financial economics in the field of commodity exchange and considering the lack of internal studies regarding the commodity deposit certificate instrument, it examines the mutual effects of saffron futures on this important financial instrument in the Iranian commodity exchange.

### Materials and Methods

In order to use non-linear tests, including Granger's non-linear causality test, it is necessary to ensure the existence of non-linear relationships between the variables, for this purpose, the BDS test is used. The BDS test, which was introduced by Brock et al., is based on the concept of integral correlation (an interval probability estimator over time) to test the assumption of certainty and independence of the distribution of error sentences in time series. This test tests well the existence of a non-linear process in a time series considering the m-dimensional time series  $X_t$  and its observations  $(X_t, X_{t+1}, \dots, X_{t+m-1})$ , the correlation integral can be defined as follows (21).

$$C_m(T, e) = \frac{\sum_{t=1}^{T-m} \sum_{s=t+1}^T I(X_t^m \cdot X_s^m \cdot e)}{T_m(T_m-1)}$$

$$I(X_t^m \cdot X_s^m \cdot e) = f(x) = \begin{cases} 1 & \|X_t^m \cdot X_s^m\| < 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Therefore, the BDS test statistic is defined as follows:

$$W_m(T, e) = \frac{\sqrt{T}[C_m(T, e) - C_1(T, e)^m]}{\sigma_m(e)}$$

BDS is based on the hypothesis that if our series are in fact i.i.d., with a sample of size T, the joint probability of each pair of points  $C_m(T, e)$  that estimate the distance condition e in dimensions m on two time series is simply E is the product of individual probabilities of each pair of points  $C_1(T, e)$  on each of the series. In other words, if the observations are independent,  $C_m(T, e) = C_1(T, e)$  will be established and the rejection of this hypothesis shows the possibility of a non-linear relationship. The limited ability to find non-linear behavior is a problem associated with linear causality test methods. In other words, linear causality tests, such as the Granger test, cannot cover nonlinear predictive power.

### Findings

Results indicate that there is a two linear causality relationship between warehouse receipt's price fluctuation and future's price fluctuation. To investigate the existence of non-linear causality between the two under studied, variables VAR model residual was used. The BDS test result show the existence of a non-linear relationship between the mentioned variables. The results of the non-linear granger causality test based on neural network show that futures price are the cause for price fluctuations in saffron warehouse receipt.

### Discussion

The data used in this research was obtained and used daily from June 2017 to the end of July 2018. These data include daily price of saffron commodity deposit certificate (WR) and saffron futures price (FU) in the desired period. First, he investigated the significance of the time series of commodity deposit certificates and saffron futures, the results showed that both time series were at the level of 90% significance, and then by drawing the variable chronogram of the certificate of

deposit, the type of ARMA process was identified and using The ordinary least squares method was identified as the best ARMA model corresponding to the lowest amount of Schwarz criterion statistics. Examining the squared chronogram of the residuals showed the existence of GARCH(1,1) effect, which again regressed the model regressed with ordinary least squares method with GARCH(1,1) method to extract the time series of price fluctuations of the certificate of deposit (WR) and the series Its time fluctuations (FOFWR) were extracted. The results of the Granger causality test, as described in the table below, show that there is a two-way causality between the fluctuations in the price of certificates of deposit and saffron futures in the Iran Commodity Exchange.

### Conclusion

It can be stated that price discovery is first formed in the saffron futures market and the saffron commodity deposit certificate market follows the futures market. Also, considering that the futures price in the market is the cause of fluctuations in the price of certificates of deposit, it can be stated that futures have played a destabilizing role in the commodity certificate of deposit market in the period in question.

### Ethical Considerations

#### Compliance with Ethical Guidelines

All subjects fulfill the informed consent.

### Funding

No funding is received in conducting this study.

### Authors' Contributions

Akbar Mirzapour babajan, Beitollah Akbari Moghadam, Arash Hadizade Miyarkolae.

### Conflicts of Interest

The authors declared no conflict of interest

## مقاله پژوهشی

## بررسی اثرات متقابل گواهی سپرده کالایی و آتی زعفران در بورس کالای ایران

سید میثم جلیلی<sup>۱</sup>، اکبر میرزاپور باباجان<sup>۲\*</sup>، بیت الله اکبری مقدم<sup>۲</sup>، آرشی هادی زاده میارکلائی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.  
۲- استادیار اقتصاد، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

## چکیده

**مقدمه و هدف:** با معرفی گواهی سپرده کالایی در بورس کالای ایران، این پژوهش با عنایت به فقدان مطالعه در حوزه گواهی سپرده زعفران، سعی در شناخت عوامل موثر بر آن و از جمله تأثیر قیمت آتی زعفران با استفاده از بررسی وجود رابطه علیت خطی و غیر خطی در راستای شناخت مکانیسم کشف قیمت در بازار زعفران می‌کند.

**مواد و روش‌ها:** داده‌های روزانه در بازه زمانی خرداد ماه ۱۳۹۷ تا پایان تیرماه ۱۳۹۸ اخذ شده و از نوسانات قیمتی گواهی سپرده کالایی و قیمت آتی ها استفاده شده است. روش پژوهش توصیفی-تحلیلی و روش گردآوری داده‌ها کتابخانه ای با استفاده از روشهای اقتصادسنجی، مدل های رگرسیونی و مفهوم شبکه‌های عصبی به کمک نرم افزارهای R و Eviews صورت گرفته است.

**یافته‌ها:** نتایج نشان می‌دهد که رابطه علیت خطی بین نوسانات قیمت گواهی سپرده و قیمت آتی وجود دارد و این رابطه دوطرفه است. برای بررسی وجود علیت غیرخطی با استفاده از پسماند بدست آمده مدل VAR بین دو متغیر مورد بررسی و استفاده از آزمون BDS وجود یک رابطه غیر خطی بین متغیرها اثبات شد.

**بحث و نتیجه‌گیری:** با توجه به جهت علیت قیمت‌ها از آتی ها به بازار نقد، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بازار آتی نقشی تعیین کننده در قیمت بازار نقد دارد و بنابراین، کشف قیمت در بازار آتی‌ها شکل می‌گیرد و بازار گواهی سپرده از بازار آتی تبعیت می‌کند.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۰۸

شماره صفحات: ۱-۱۲

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید



DOI: 10.30495/JAE.2023.25973.2189

## واژه‌های کلیدی:

گواهی سپرده کالایی، آتی‌ها، نوسانات قیمت، شبکه عصبی، علیت گرنجر غیرخطی.

\* نویسنده مسئول: اکبر میرزاپور باباجان

نشانی: استادیار اقتصاد، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران.

تلفن: ۰۹۱۲۶۰۲۵۶۴۷

پست الکترونیکی: Akbar.Mirzapour@gmail.com

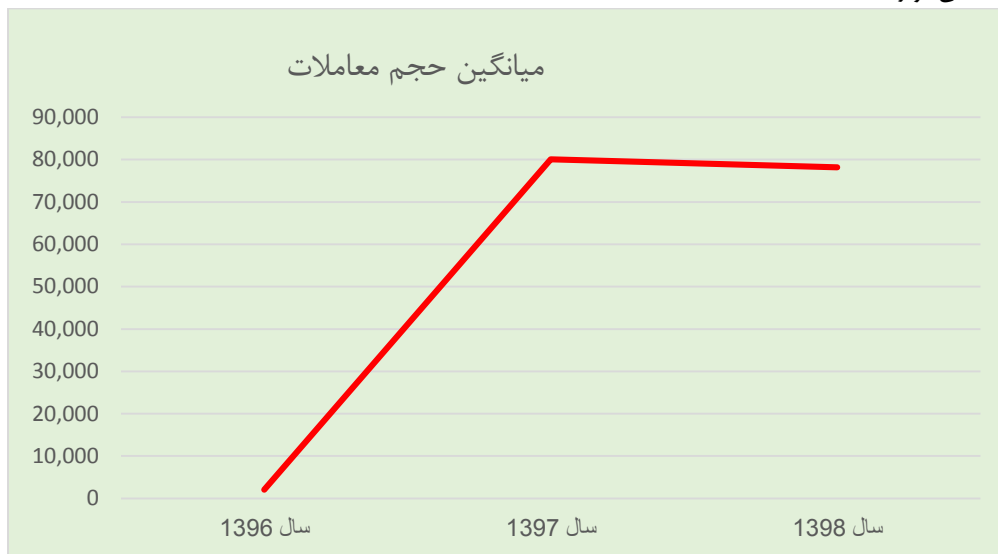
## مقدمه

یکی از مهم‌ترین کارکردهای بورس‌های کالایی نسبت به بازارهای کالایی کاهش هزینه‌های مبادله می‌باشد (۱۵). تولیدکنندگان خرده پا معمولاً برای مشارکت در بازار با سنگین‌ترین هزینه‌های مبادله روبه‌رو هستند که این مسئله ناشی از عواملی همچون ضعف زیرساخت‌های حمل و نقل، انبارسازی و ارتباطات، فقدان دسترسی به اطلاعات و تجربیات و دسترسی محدود به منابع تأمین مالی به علت نبود تضامین کافی بوده است (۱۵). از دیگر مزایای بورس‌های کالایی می‌توان به مواردی همچون تجاری‌سازی تولیدکنندگان خرده پا به عنوان محورهای کاهش فقر در کشور (۱۷)، کشف قیمت، توسعه بخش خصوصی به عنوان عامل اصلی تحقق تجاری‌سازی تولیدکنندگان خرده پا، امکان افزایش رشد بازار داخلی، امکان خرید کارآمدتر و ارزان‌تر، بهبود انبارداری و افزایش کیفیت محصولات اشاره کرد (۲). بورس کالا در دنیا از طرف سرمایه‌گذاران نیز با اقبال روبه‌روست به گونه‌ای که بر اساس داده‌های فرابورس آمریکا، کالاها از لحاظ سود سالیانه بر همه گروه‌های دارایی، به جز بازار دیون پیشی گرفته اند (۱۴). دولت‌ها نیز از مزایای بورس کالا بی‌بهره نبوده‌اند، به گونه‌ای که مطالعات اداره ملی پژوهش‌های اقتصادی آمریکا نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در بازارهای آتی کالا به مصونیت بالقوه در برابر تورم می‌انجامد (۱۴).

نوسانات قیمتی باعث می‌شود که کشاورزان در مورد قیمت محصول در زمان فروش مردد باشند و همین آسیب‌پذیری در برابر نوسانات قیمت، کشاورزان را تشویق می‌کند تا راهبردهای کاهش ریسک را اتخاذ نمایند (۱۵). مشکلات مطرح شده در خصوص بازارهای کالایی در بورس‌های کالا توسط ابزارهای گوناگونی مرتفع می‌شود. قراردادهای اختیار فروش، قراردادهای آتی و گواهی سپرده کالایی نمونه‌هایی از این ابزارها هستند. گواهی سپرده کالایی ابزاری مالی است که بواسطه آن تولیدکننده محصول خود را به یکی از انبارهای پذیرش شده بورس کالا تحویل داده و گواهی آنرا دریافت می‌کند و سپس محصول خود را با این گواهی در بورس کالا بفروش می‌رساند. در واقع، این گواهی، اوراق بهاداری است که مویده مالکیت دارنده آن بر مقدار معینی کالا است و پشتوانه آن قبض انباری استاندارد است که توسط انبارهای مورد تأیید سازمان بورس صادر می‌شود (۲). این ابزار افزون بر اینکه می‌تواند به عنوان وثیقه دریافت تسهیلات کوتاه مدت و یا تأمین نهاده‌های کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد تولیدکننده را قادر می‌سازد که فروش محصولات خود را در فصل برداشت با قیمت‌های پایین به تعویق انداخته و محصول را در زمان مناسب شدن قیمت‌ها ارائه دهد، در واقع گواهی سپرده کالایی خصوصاً در بخش کشاورزی عاملی برای بهبود تجارت است. تولیدکننده پس از تولید در پی الگوی مصرف بهینه از راه استقراض یا به تأخیر انداختن مصرف از راه نگهداری در انبار و عرضه به موقع در بازار است، ولی طبق ادبیات مالی نگهداری اوراق گواهی سپرده کالا یا هر گونه سهام به دریافت بازدهی‌های فوق‌العاده ناشی از حوادث آتی بستگی دارد که هنوز در قیمت‌های بازاری منعکس نشده است، در واقع فرد در تصمیم‌گیری به چشم انداز آینده توجه دارد و با نااطمینانی روبروست که این مدیریت نااطمینانی فرآیندی پویاست (۱). استاندارد‌های اجباری انبارها جهت ذخیره‌سازی تولید

موجب افزایش کیفیت محصول می‌شود و در ضمن ریسک‌های اعطای تسهیلات به تولیدکنندگان را کاهش می‌دهد (۲۰). قرارداد آتی به طور کلی، قراردادی است که در آن خریدار و فروشنده توافق می‌کنند، مقدار معینی کالای مشخص را با کیفیت مشخص، قیمت معلوم و در زمان مشخص معامله کنند. در این قرارداد فروشنده متعهد تحویل کالا در تاریخ تعیین شده در زمان عقد قرارداد و هم‌چنین، خریدار متعهد به پرداخت وجه در تاریخ مذکور می‌باشد. سرمایه‌گذاران معمولاً از این نوع قرارداد برای پوشش ریسک خود استفاده می‌کنند (۱۵). یکی از کالاهای مهم کشاورزی و صادراتی ایران زعفران می‌باشد که از نظر تولید، سطح زیر کشت و اشتغال‌زایی از اهمیت بالایی برخوردار است. زعفران یک گیاه مهم و استراتژیک در اقتصاد ایران و جهان می‌باشد که ایران با بیش از چهارپنجم تولید جهانی و سه پنجم سهم بازارهای جهانی بزرگترین تولیدکننده و صادرکننده زعفران جهان می‌باشد (۲۰). در سال ۱۳۹۶ حجم تولید زعفران ایران ۳۳۶ تن و حجم جهانی تولید آن ۳۷۸ تن و سطح زیر کشت این محصول بالغ بر ۱۰۵،۲۷۰ هکتار بوده است (۲۲). نگهداری ایمن و با کیفیت مناسب محصول کشاورزان، امکان استفاده از تسهیلات بانکی در قبال توثیق گواهی سپرده کالایی و فروش محصول در شرایط قیمتی مناسب، کاهش هزینه معاملات و دریافت خدمات انبارهای ذخیره‌سازی از جمله ذخیره‌سازی و حفظ کیفیت محصول از یکسو و بهبود کیفیت محصول با توجه به استانداردهای اجباری ذخیره‌سازی و در نتیجه افزایش میزان صادرات، موجب اقبال کشاورزان خرد و سایر سرمایه‌گذاران به سوی این ابزار جدید شده است (۳). از اینرو مطالعه در خصوص این ابزار جدید و عوامل موثر بر آن با توجه به فقدان پژوهش در این زمینه ضروری بنظر می‌رسد. به گزارش بانک مرکزی قیمت یک گرم محصول زعفران در سال ۱۳۹۰ در خراسان ۳۷۵۰۰۰ ریال و قیمت آن در لرستان که مصرف‌کننده زعفران است ۴۱۳۱۳ ریال بوده که نشان از اختلاف قیمت در بازارهای گوناگون است (۱۸). از آنجا که یکی از کارکردهای بورس کالا و معاملات گواهی سپرده کالایی زعفران دسترسی خریداران به قیمت و کیفیت یکسان می‌باشد این امر نیز موجب افزایش معاملات این ابزار در بورس کالای ایران گردیده است. نمودار شماره ۱ که بر اساس داده‌های آماری شرکت بورس کالای ایران استخراج شده بیانگر این موضوع است. معاملات گواهی سپرده کالایی زعفران از مهر ماه سال ۱۳۹۶ و معاملات آتی زعفران از خرداد ماه ۱۳۹۷ در بورس کالای ایران مورد داد و ستد قرار می‌گیرد، افزون بر آن گواهی سپرده خرمای مضافتی، پسته، زیره، کشمش و سکه بهار آزادی فعال است و به صورت روزانه معامله می‌شوند. از جمله موانع و مشکلات افزایش کاربرد ابزار گواهی سپرده کالایی در ایران کمبود انبارهای استاندارد نگهداری زعفران در ایران است. تعداد انبارهای موجود مورد تأیید بورس کالای ایران ۸ انبار بوده که از این تعداد ۵ انبار در مشهد، ۲ انبار در تربت حیدریه و ۱ انبار در بیرجند تأسیس گردیده است (۲۲). توزیع جغرافیایی انبارها محدود به استان‌های خراسان رضوی و جنوبی می‌باشد و افزون بر مشکل دسترسی کشاورزان سایر شهرستان‌ها به این انبارها، امکان دسترسی آسان سایر استان‌هایی که در تولید زعفران مشارکت دارند به

این انبارها وجود ندارد که این امر در کاهش استقبال کشاورزان از گواهی سپرده کالایی موثر است.



شکل ۱- میانگین حجم معاملات گواهی سپرده کالایی (گرم)

منبع: داده های بورس کالای ایران

هاچت و جیوئی فام (۹) در مقاله ای به بررسی نقش قراردادهای آتی بر قیمت‌های لحظه ای (نقد) کالاها پرداختند و هدف اصلی مقاله آنها این بود که روابط علی بین قراردادهای آتی و قیمت های نقد دارایی‌های اساسی (به عنوان نماینده ای از گواهی سپرده آن کالا) که کالاهای کشاورزی بودند برجسته کنند و برای این منظور (دست‌یابی به قراردادهای آتی) از شکاف بین موقعیت‌های خرید و موقعیت‌های فروش شرکت کنندگان در بازار آتی استفاده کردند. در این مطالعه از قیمت آتی ها و بازده محصولات کاکائو، سویا، گندم، قهوه، برنج و شکر در بازه زمانی ۲۰۱۳-۱۹۹۸ و مدل EGARCH استفاده شده است. پژوهشگران تاکید دارند که اگرچه مواردی همچون موجودی انبار، تغییرات آب و هوایی و عرضه و تقاضا بر قیمت دارایی پایه اثر گذارند، ولی برای تمرکز بیش‌تر بر عوامل مالی آنها را کنار گذاشته اند. نتایج علیت گرنجر نشان می‌دهد که سفته بازی در بازار آتی ها به گونه‌ای مثبت بر تغییرات قیمت نقد کالاها اثر دارد و بجز برنج و کاکائو قیمت باقی محصولات به طور واضح به سفته بازی در بازار آتی ها بستگی دارد.

کومار و میناکشی (۱۹) با انجام مطالعه ای بمنظور شناخت نوسانات بازار نقد گیاه روغنی در بورس کالای هند بدنبال پاسخگویی به این سؤال بودند که آیا حجم مبادلات آتی منجر به افزایش نوسانات در قیمت بازار نقد خواهد شد؟ آنها مشخصاً با استفاده از باقی‌مانده های مدل  $GARCH(1,1)$  نوسانات قیمت را بدست آورده و سپس با استفاده از روش فیلترینگ هودریک - پرسکات حجم مبادلات آتی را به دو بخش مبادلات قابل انتظار و مبادلات غیر قابل انتظار تقسیم کردند. داده‌های مورد نیاز از بورس کالای هند برای دوره زمانی ۲۰۱۱-۲۰۰۴ اخذ شده است. برای بررسی وجود ارتباط پویا بین نوسانات قیمت و حجم مبادلات غیر قابل انتظار از علیت گرنجر استفاده شده است. نتایج مدل گارچ نشان دهنده وجود رابطه مثبت بین حجم مبادلات آتی غیر قابل انتظار و

در ادبیات بازارهای مالی ارتباط بین قیمت های نقد<sup>۱</sup> و آتی‌ها<sup>۲</sup> از چند منظر بررسی می‌شود. ابتدا بر اساس تئوری ذخیره (۱۰) قیمت‌های نقد و آتی از راه تئوری آربیتراژ با هم در ارتباط هستند که شدت و سرعت این تعدیل قیمت توسط نرخ بهره تعیین می‌شود (۵). دومین رویکرد با تکیه بر تئوری تقارن اطلاعات در بازارها عنوان می‌کند که قیمت آتی ها باید سریعتر به اخبار جدید واکنش نشان دهد و به صورت یک سیگنال برای بازار نقد عمل می‌کند بنابراین، به گونه بالقوه معامله گران بازار آتی ها ممکن است مکانیسم کشف قیمت را تسریع کنند (۱۲). برخی پژوهشگران بر این باورند که تعداد زیاد سفته بازان در بازار معاملات آتی باعث افزایش نوسانات بازار نقد می‌شوند و دیدگاه دیگر این است که معاملات آتی باعث کاهش نوسانات نقد از راه هجینگ، آربیتراژ و سایر کارکردها می‌شود و بنابراین، تأثیر پایداری بر بازار نقد دارد (۱۳). در ادامه به بررسی برخی از این مطالعات که مربوط به بررسی رابطه میان معاملات نقد و آتی محصولات کشاورزی و چگونگی اثرگذاری متقابل بین آنهاست، پرداخته می‌شود.

گوپتا و وارما (۴) در مقاله ای به بررسی تأثیر مبادلات آتی بر قیمت نقد در بازار کائوچو در بورس کالای هند پرداختند. مطالعه آنها بر ارتباط بین مبادلات آتی ها و نوسانات قیمت نقدی کائوچو و فرآیند کشف قیمت تمرکز داشت. داده های روزانه را برای معاملات آتی ها و نقد بازار کائوچو بین سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۰۳ استخراج شد و این داده‌ها عموماً مربوط به زمان بسته شدن بازار ها بوده است. آنها در محاسبات ابتدا با محاسبه بازده قیمت های نقد و آتی ها و سپس با استفاده از روش کرین اقدام به محاسبه نوسانات روزانه کردند. نتایج بدست آمده آزمون علیت گرنجر نشان داده است که جهت نوسانات در دو بازار تقریباً دو سویه است به این معنی که اثر غالبی وجود ندارد و هر دو بازار بر یکدیگر اثر گذارند.

2. futures.

1. spot.

آزمون BDS که توسط براک و همکاران معرفی شده است (۶)، بر اساس مفهوم انتگرال همبستگی (یک برآوردگر احتمالات فاصله ای در طول زمان است، این برآوردگر احتمال اینکه فاصله دو نقطه از دو مسیر مختلف در فضای فازی کمتر از  $\epsilon$  باشد را اندازه می گیرد) برای آزمون فرضیه مشخص و مستقل بودن توزیع جملات خطا در سری های زمانی است. این آزمون به خوبی وجود یک فرآیند غیر خطی در یک سری زمانی را مورد ارزیابی قرار می دهد.

با در نظر گرفتن سری های زمانی  $m$  بعدی  $X_t$  و مشاهدات آن  $(X_t, X_{t+1}, \dots, X_{t+m-1})$  می توان انتگرال همبستگی را به صورت زیر تعریف کرد (۲۱):

$$C_m(T, e) = \frac{\sum_{t=1}^{T-m+1} \sum_{s=t+1}^T I(X_t^m, X_s^m, e)}{T_m(T_m-1)} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$I(X_t^m, X_s^m, e) = f(x) = \begin{cases} 1 & \|X_t^m, X_s^m\| < e \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن  $I(X_t^m, X_s^m, e)$  یک تابع مشخصه است و  $\|X_t^m, X_s^m\|$  فاصله اقلیدسی بین  $X_t^m$  و  $X_s^m$  است.  $T_m$  اندازه نمونه را نشان می دهد. در واقع  $T_m$  تعداد مجموعه های  $m$  عضوی که از نمونه ای به حجم  $T$  ساخته می شود را نشان می دهد. انتگرال همبستگی فاصله زوج داده های  $(X_t^m, X_s^m)$  را اندازه گیری می کند، بنابراین، آماره آزمون BDS به صورت زیر تعریف می شود:

$$W_m(T, e) = \frac{\sqrt{T}[C_m(T, e) - C_1(T, e)^m]}{\sigma_m(e)} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که  $T$  اندازه نمونه و  $\sigma_m(e)$  انحراف معیار نمونه است. آماره آزمون BDS، بیان می کند که  $W(T, e)$  از یک توزیع مقید نرمال استاندارد پیروی می کند. بمنظور آزمون رفتار غیرخطی، آزمون BDS بر این فرضیه استوار است که اگر سری های ما در حقیقت i.i.d باشند، با نمونه ای به حجم  $T$ ، احتمال مشترک هر جفت از نقاط  $C_m(T, e)$  که شرط فاصله  $e$  را در ابعاد  $m$  بر روی دو سری زمانی برآورد می کنند به صورت ساده ای محصول احتمالات انفرادی هر جفت از نقاط  $C_1(T, e)$  بر روی هر کدام از سری ها است. به بیان دیگر، اگر مشاهدات مستقل باشند  $C_m(T, e) = C_1(T, e)^m$  برقرار خواهد بود و رد این فرضیه احتمال وجود یک رابطه غیر خطی را نشان می دهد. توان محدود یافتن رفتار غیرخطی، مشکلی است که با روش های آزمون علیت خطی همراه است. به بیان دیگر، آزمون های علیت خطی، مانند آزمون گرنجر، نمی توانند توان پیش بینی غیرخطی را پوشش دهند.

پس از اثبات وجود روابط غیر خطی بین متغیرها (که نتایج آن در جداول ۲، ۳ و ۴ قابل مشاهده است)، در این پژوهش، برای بررسی علیت غیر خطی گرنجر از مفهوم شبکه های عصبی<sup>۱</sup> و نرم افزار R استفاده شده است. مزیت اصلی شبکه های عصبی قابلیت مدل سازی غیرخطی وانعطاف پذیری آنهاست.

نوسانات قیمت نقد می باشد و نتایج بدست آمده انجام آزمون علیت گرنجر نشان دهنده وجود جریان علیت از حجم مبادلات غیرقابل انتظار به نوسانات قیمت نقد می باشد. بنابراین اگر حجم مبادلات غیر قابل انتظار افزایش یابد نوسانات قیمت نقد نیز افزایش می یابد.

احمد و سگال (۸) در مقاله ای به بررسی علیت گرنجرخطی و غیرخطی بین نوسانات بازار های نقد و بی ثباتی بازار های آتی های کالاهای کشاورزی در بورس کالای هند شامل جو، فلفل، سیب زمینی و سویا پرداختند. داده ها برای دوره زمانی ۲۰۰۹-۲۰۱۳ گردآوری و برای محاسبه نوسانات قیمت های نقد از مدل EGARCH استفاده شده است. در این مطالعه از نقدینگی غیر منتظره به عنوان شاخصی برای بی ثباتی در بازار آتی ها استفاده شده است که با استفاده از روش فیلترینگ سه مرحله ای نقدینگی های غیر منتظره در بازار آتی ها را استخراج کرده و سپس با انجام آزمون های علیت گرنجر خطی و غیر خطی به این نتیجه رسیدند که ارتباط معنی داری بین نقدینگی غیر منتظره در بازار معاملات آتی ها و نوسانات بازده بازار نقدی وجود دارد و جهت این علیت از بازار آتی ها به بازار نقد است. به بیان دیگر، افزایش نقدینگی غیرمنتظره در بازار معاملات آتی ها موجب ایجاد نوسانات در بازار معاملات نقد محصولات کشاورزی هند شده است.

هرناندز و تورو (۱۲) به بررسی رابطه دینامیک بین قیمت لحظه ای و آتی ذرت، گندم و دانه های سویا پرداختند. آنها از یک آزمون علیت گرنجر برای تعیین جریان اطلاعات بین بازارهای معاملات نقد و آتی استفاده کرده که نتایج نشان داد که جریان اطلاعات قابل توجهی از بازارهای آتی به بازارهای نقد وجود دارد و کشف قیمت ها بطور کلی برای هر سه محصول در بازارهای آتی انجام می پذیرد. افزون بر این، آزمون علیت غیرخطی گرنجر نیز انجام شد و نتایج حاکی است که تغییر در قیمت آتی ها منجر به تغییر در قیمت معاملات نقد می شود.

یانگ و همکاران (۱۳) به بررسی تأثیر فعالیت معاملات آتی و نوسان قیمت نقدی محصولات کشاورزی در ایالات متحده پرداختند. این کالاها شامل ذرت، لوبیای سویا، شکر، گندم و پنبه بودند، آنها از آزمون علیت گرنجر برای آزمایش رابطه علیت بین فعالیت معاملات آتی و قیمت لحظه ای استفاده کردند و یافته ها به طور کلی به تأثیر بی ثبات کننده معاملات آتی ها بر قیمت در بازار محصولات کشاورزی دلالت دارد.

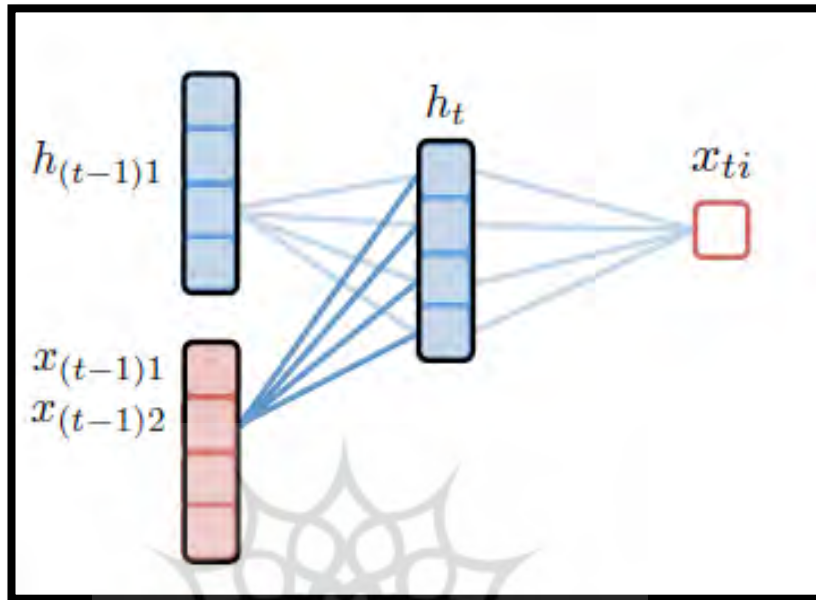
در این پژوهش از مدل های ARMA جهت تجزیه و تحلیل فرایند تولید سری های زمانی مورد بحث و سپس از مدل GARCH جهت استخراج نوسانات سری زمانی قیمت گواهی سپرده کالایی زعفران استفاده شده و سپس با استفاده از باقی مانده های مدل VAR وجود روابط غیر خطی بین متغیرها آزمون شده و از آزمون علیت گرنجر خطی و غیرخطی برای بررسی علیت استفاده شده است که جهت جلوگیری از اطاله موضوع، صرفاً به تشریح آزمون علیت گرنجر غیر خطی و مقدمات مربوط به آن پرداخته می شود.

برای استفاده از آزمون های غیر خطی از جمله آزمون علیت غیرخطی گرنجر ابتدا باید از وجود روابط غیر خطی بین متغیرها اطمینان حاصل کرد که بدین منظور از آزمون BDS بهره برده می شود.

که در آن:  $x_{<ti} = (\dots, x_{(t-2)}, x_{(t-1)})$   
 و  $g$  یک تابع اتورگرسیو غیرخطی است و نشان می‌دهد که چگونه  $k$  وقفه قبلی روی  $i$  اثر می‌گذارد. در این حالت عدم وجود گرنجر غیر خطی بین دو سری زمانی  $I$  و  $J$  به این معنی است که تابع  $g_i$  به  $x_{<tj}$  بستگی نداشته باشد.

یک شبکه عصبی را فرض کنید که در آن وقفه های  $X$  به عنوان ورودی شبکه هستند و خروجی آن خود  $X$  است بنابراین:

$$x_t = g(x_{<t1}, \dots, x_{<tp}) + e_t \quad \text{رابطه (۴)}$$



شکل ۳- چگونگی اثرگذاری وقفه ها

منبع: الکس تانک (۱۱)

در هر لایه پنهان  $h$  وزن لایه بصورت بردار زیر است:  
 $w^1 = (w^{11}, \dots, w^{1k})$   
 اگر  $J$  امین ستون ماتریس وزن لایه اول،  $w_j^{1k}$ ، برای همه مقادیر  $k$  صفر باشد، سری  $J$  علیت گرنجر سری  $I$  نیست (۱۱).  
 آماره آزمون علیت غیرخطی گرنجر به صورت زیر تعریف می‌شود:

و ارزش آن لایه پنهان برابر است با:

$$h_t^1 = \sigma(\sum_{k=1}^K w^{1k} x_{t-k} + b^1) \quad \text{رابطه (۵)}$$

$F_{test} = ((ss_1 - ss_2)/(d_1 - d_2)) / (ss_2/(T - d_2))$   
 رابطه (۷)  
 که در آن  $d_1$  و  $d_2$  به ترتیب تعداد پارامترهای مدل تک متغیره و دو متغیره است و  $SS_1$  و  $SS_2$  مجموع مجذور خطاهاست (۱۶).  
 در این پژوهش متغیرهای مورد استفاده به شرح زیر نامگذاری شده‌اند:

که در آن  $\sigma$  تابع فعال ساز (اگر مقدار مجموع محاسبه شده برای هر نورون بالاتر از یک مقدار آستانه باشد (به‌طور معمول ۰)، نورون فعال شده و مقدار فعال (به‌طور معمول ۱) را می‌پذیرد، در غیر این صورت مقدار غیرفعال (به‌طور معمول ۰) را می‌پذیرد. به نورون‌های باتابع فعال‌ساز از نوع بالا را نورون‌های مصنوعی یا واحدهای آستانه خطی می‌گوییم. اصطلاح پرسپترون اغلب اشاره به شبکه‌های متشکل از تنها یکی از این واحدها می‌کند) آن لایه و  $b$  خطا<sup>۳</sup> در آن لایه و  $w$  وزن نورون<sup>۴</sup> است.

WR: قیمت روزانه گواهی سپرده کالایی زعفران.

FU: قیمت روزانه آتی های زعفران.

FOFWR: نوسانات سری زمانی گواهی سپرده کالایی زعفران.

بر اساس تعریف قبل مدل شبکه عصبی در پی بهینه کردن و کاهش خطاست لذا، تابع بهینه به شکل زیر است:

$$\min_w \sum_{t=k}^T (x_{it} - g_i(x_{(t-1):(t-k)}))^2 + \varphi \sum_{j=1}^p \| (w_j^{11}, \dots, w_j^{1kp}) \| \quad \text{رابطه (۶)}$$

### نتایج و بحث

داده های مورد استفاده در این پژوهش به صورت روزانه در بازه زمانی خرداد ماه ۱۳۹۷ تا پایان تیرماه ۱۳۹۸ که از پایگاه اطلاع رسانی شرکت بورس کالای ایران اخذ گردیده و استفاده شده است. این داده ها شامل

<sup>۳</sup>. bias

<sup>۴</sup>. قدرت ارتباط هر نورون با نورون دیگر را وزن نورون گویند.



ها نشان از وجود اثر  $GARCH(1,1)$  داشت که دوباره برای استخراج سری زمانی نوسانات قیمت گواهی سپرده (WR) مدل برازش شده با روش حداقل مربعات معمولی را با روش  $GARCH(1,1)$  برازش نموده و سری زمانی نوسانات (FOFWR) آن استخراج شد. نتایج آزمون علیت گرنجر به شرح جدول زیر نشان می‌دهد که یک علیت دوطرفه بین نوسانات قیمت گواهی سپرده و آتی زعفران در بورس کالای ایران برقرار است.

قیمت روزانه گواهی سپرده کالایی زعفران (WR) و قیمت آتی‌های زعفران (FU) در دوره مورد نظر هستند. ابتدا به بررسی مانا بودن سری های زمانی گواهی سپرده کالایی و آتی زعفران پرداخته که نتایج نشان داد که هر دو سری زمانی در سطح ۹۰٪ مانا بوده و سپس با استفاده از ترسیم نمودار کرولوگرام متغیر گواهی سپرده نوع فرآیند ARMA آن شناسایی و با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی بهترین مدل ARMA متناسب با کمترین مقدار آماره اطلاعات آکائیک شناسایی شد. بررسی همبستگی نگار مجذور باقی‌مانده

### جدول ۱- آزمون علیت خطی گرنجر

p	آماره F آزمون	تعداد مشاهدات	فرضیه آزمون
0.0245	1.294	335	قیمت آتی‌های زعفران علیت گرنجر نوسانات قیمت گواهی سپرده کالایی زعفران نیست
0.001	3.255	335	نوسانات قیمت گواهی سپرده کالایی زعفران علیت گرنجر قیمت آتی‌های زعفران نیست

منبع: نتایج پژوهش

مدل VAR استفاده شده است. از آنجا که مدل VAR هرگونه توان پیش بینی خطی بین متغیرها را از بین می‌برد، بنابراین قدرت پیش‌بینی باقی‌مانده هر یک از سری ها برای دیگری، شاخصی از قدرت پیش بینی غیرخطی است (Y). شایان ذکر است، هرگاه در نتایج آزمون BDS، تصادفی بودن یک سری در بعدها ی بیش از دو رد شود، احتمال غیر خطی بودن آن سری زیاد است. نتایج به شرح جداول ۲ ارائه شده است:

باید وجود یک رابطه غیر خطی بین متغیرهای مورد بررسی اثبات شود. به این منظور، ابتدا به شناسایی ساختار دو سری زمانی مورد بررسی از راه فرآیندهای ARMA پرداخته و آزمون BDS را روی پسماندهای مدل انجام شده است تا وجود یا عدم وجود یک رابطه غیر خطی در دو سری گواهی سپرده و آتی زعفران اثبات شود و سپس برای بررسی وجود رابطه غیرخطی در ارتباط (علیت) بین دوسری زمانی از

### جدول ۲- نتیجه آزمون BDS برای باقی‌مانده سری زمانی نوسانات قیمت گواهی سپرده کالایی زعفران (FOFWR)

بعد آزمون	آماره آزمون BDS	خطای معیار	آماره آزمون (Z)	p
2	0.014	0.005	2.773	0.005
3	0.035	0.008	4.290	0.000
4	0.055	0.010	5.574	0.000
5	0.064	0.010	6.130	0.000
6	0.069	0.010	6.853	0.000

منبع: نتایج پژوهش

فرآیند غیر خطی تبعیت می‌کند. نتایج آزمون BDS برای متغیر قیمت آتی ها نیز در جدول زیر مشاهده می‌شود که آن سری هم از یک فرآیند غیرخطی تبعیت می‌کند.

با توجه به اینکه تمامی احتمالات کمتر از ۰.۰۵ هستند بنابراین، فرضیه صفر آزمون مبنی بر خطی بودن فرآیند سری زمانی نوسانات قیمت گواهی سپرده کالایی زعفران رد می‌شود و این سری از یک

### جدول ۳- نتیجه آزمون BDS برای باقی‌مانده سری زمانی آتی زعفران (FU)

بعد آزمون	آماره آزمون BDS	خطای معیار	آماره آزمون (Z)	p
-----------	-----------------	------------	-----------------	---

0.000	6.122	.005	.034	2
0.000	8.688	.007	.068	3
0.000	10.360	.008	.085	4
0.000	11.888	.007	.090	5
0.000	13.901	.006	.090	6

منبع: نتایج پژوهش

نشان می‌دهد که باقی‌مانده بدست آمده این مدل نیز از یک فرایند غیر خطی پیروی می‌کند و استفاده از آزمون‌های علیت گرنجر غیر خطی را توجیه می‌کند. نتیجه آزمون یاد شده روی وقفه بدست آمده مدل VAR که با متغیر  $Z_2$  مشخص شده است نشان می‌دهد که باقی‌مانده بدست آمده اثرات متقابل دو سری زمانی روی هم نیز از یک الگوی غیر خطی تبعیت می‌کنند.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود هر دو سری از یک فرایند غیر خطی تبعیت می‌کنند، اما با توجه به اینکه برای بررسی علیت گرنجر تأثیر وقفه‌های یک متغیر روی دیگری بررسی می‌شود و در واقع اثر متقابل دو سری روی هم می‌باشد، لذا، با اجرای یک مدل VAR با رعایت تمامی موارد از قبیل مانایی و تعیین وقفه بهینه پسماند بدست آمده مدل را مورد آزمون BDS قرار گرفت که نتایج به شرح جدول زیر

جدول ۴- نتیجه آزمون BDS برای باقی‌مانده بدست آمده مدل VAR

بعد آزمون	آماره آزمون BDS	خطای معیار	آماره Z آزمون	p
2	0.031	0.005	5.798	0.000
3	0.073	0.008	8.518	0.000
4	.104	0.010	10.180	0.000
5	.124	0.010	11.553	0.000
6	.136	0.010	13.080	0.000

منبع: نتایج پژوهش

پنهان در شبکه عصبی مصنوعی که به بررسی تأثیر وقفه‌های دو سری زمانی گواهی سپرده کالایی و آتی زعفران روی سری زمانی گواهی سپرده کالایی می‌پردازد نیز یک در نظر گرفته شده است. تعداد تکرار در شبکه ۱۰۰۰ بار در نظر گرفته شده و امکان استفاده از خطا در بهبود و بهینه‌سازی شبکه فعال شده است (Bias=TRUE). گفتنی است که هر دو مدل بر اساس وقفه بهینه‌ای که از مدل VAR بدست آمده بودند (lag=8) اجرا شده است که نتایج در جداول زیر ارائه می‌شود:

این آزمون در نرم افزار R با توجه به اینکه یک قاعده کلی برای تعداد لایه‌های پنهان در شبکه عصبی وجود ندارد انجام شده است (۱۶). بنابراین، با توجه به سایر مطالعات که تعداد لایه‌های پنهان را یک در نظر گرفته بودند در این پژوهش نیز این تعداد یک در نظر گرفته شد، ولی آزمون با تعداد لایه‌های دلخواه دیگر نیز انجام شده است که نتایج آن مشابه و در دسترس است. تعداد لایه‌های پنهان در شبکه عصبی که به بررسی اثر گذاری وقفه‌های سری زمانی گواهی سپرده کالایی زعفران (FOFWR) روی خودش می‌پردازد یک و تعداد لایه‌های

جدول ۵- نتایج آزمون علیت غیر خطی گرنجر قیمت های آتی روی متغیر نوسانات قیمت گواهی سپرده

وقفه انتخاب شده	آماره F	مقدار بحرانی در سطح 5%	p
8	-10.035	2.032	.۰۰۰۱

منبع: نتایج پژوهش

جدول ۶- نتایج آزمون علیت غیر خطی گرنجر نوسانات قیمت گواهی سپرده روی متغیر قیمت آتی ها

وقفه انتخاب شده	آماره F	مقدار بحرانی در سطح 5٪	p
8	-6.13891	2.463	...۰۰۰۱

منبع: نتایج پژوهش

غیرخطی گرنجر نشان از هدایت جریان اطلاعات از بازار آتی به سمت بازار گواهی سپرده و تسلط بازار آتی بر بازار گواهی سپرده کالایی زعفران دارد، لذا، می‌توان اظهار داشت که کشف قیمت ابتدا در بازار آتی‌های زعفران شکل می‌گیرد و بازار گواهی سپرده کالایی زعفران از بازار آتی تبعیت می‌نماید. همچنین، با توجه به اینکه قیمت آتی در بازار علیت نوسانات قیمت گواهی سپرده می‌باشد می‌توان اظهار داشت که آتی‌ها در دوره مورد نظر نقش بی‌ثبات کننده‌ای را در بازار گواهی سپرده کالایی بازی کرده‌اند. کشاورزان و سایر فعالان حوزه زعفران در بورس کالا با آگاهی از تسلط بازار آتی بر بازار گواهی سپرده کالایی می‌توانند به پیش بینی قیمت گواهی سپرده و مدیریت ریسک پرتفوی معاملاتی خود در حوزه این ابزار بپردازند، همچنین، با توجه به نتایج این مطالعه، شناخت الگوی قیمتی بازار آتی زعفران به شناخت الگوی قیمتی گواهی سپرده و ارزش گذاری آن برای کشاورزان، معامله‌گران و نیز بانک‌ها و موسسات اعتباری که در حوزه پرداخت تسهیلات با وثیقه این ابزار فعالیت می‌کنند، انجامیده و موجب تامین مالی بهتر و بیش‌تر و حمایت از تولید خواهد شد.

#### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این مطالعه فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

#### حامی مالی

هزینه‌های مطالعه توسط نویسندگان مقاله تامین شد.

#### مشارکت نویسندگان

اکبر میرزاپور باباجان، بیت الله اکبری مقدم، آرش هادی‌زاده  
میار کلائی

#### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

#### References

- 1- Fabozzi F, Neave E, Guofu Z. Ttranslated by: Taleblou R, Oryani B. 2015, Financial Economics.
- 2- Iran Mercantile Exchange. The World's Commodity Exchanges Past-Present-Future, a Joint Publication of: United Nations

در نتایج جدول ۶ با توجه به آماره F و مقدار بحرانی، فرضیه صفر مبنی بر اینکه سری زمانی قیمت آتی‌ها علیت غیر خطی سری زمانی نوسانات قیمت گواهی سپرده نیست رد می‌شود و می‌توان گفت که وقفه‌های قیمت آتی‌ها روی نوسانات قیمت گواهی سپرده اثر گذارند و نتایج نشان می‌دهد که نوسانات قیمت گواهی سپرده نمی‌تواند علت تغییر قیمت آتی باشد.

#### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با عنایت به نقش مهمی که گواهی سپرده زعفران به عنوان یک ابزار مالی جدید در بورس کالای ایران در بهبود فرآیند تجارت زعفران، افزایش کیفیت محصول، تنظیم قیمت زعفران و تامین مالی کشاورزان خرده‌پا دارد و نظر به وابستگی زیاد بازارهای نقد و آتی و اثرگذاری متقابل بین آنها که در مقالات و مطالعات ارائه شده به آنها اشاره شد و نظر به اهمیت شناخت مکانیسم کشف قیمت برای تجار، صادرکنندگان، فرآوری‌کنندگان و واسطه‌های فعال در بورس کالا، این پژوهش در پی بررسی ارتباط بین نوسانات قیمت گواهی سپرده و قیمت آتی زعفران به عنوان یکی از عوامل مهم تأثیر گذار بر گواهی سپرده و در نهایت شناخت مکانیسم کشف قیمت در بازار معاملات زعفران داشته است.

نتایج این پژوهش براساس آزمون خطی علیت گرنجر و با توجه به مقادیر احتمال ارائه شده در جدول ۱ که کمتر از ۵ درصد هستند، نشان داد که هم نوسانات قیمت گواهی سپرده کالایی و هم قیمت آتی‌ها علیت یکدیگر بودند و یک رابطه دوطرفه بین آنها برقرار است، به عبارت دیگر قیمت معاملات زعفران در بازار آتی موجب بی‌ثباتی بازار نقد می‌شود و بر عکس، اما وجود اثرات متقابل پاسخگوی نیاز کشاورزان، تجار و سایر سرمایه‌گذاران حوزه گواهی سپرده کالایی که به دنبال شناخت بازار مسلط و تعیین کننده در تعیین قیمت گواهی سپرده کالایی هستند، نبوده است. نتایج جداول ۳، ۲ و ۴ نشان داده است که متغیرهای نوسانات گواهی سپرده و آتی زعفران و ترکیب آنها در بازه انجام این پژوهش از فرآیند غیرخطی تبعیت کرده و نتایج آزمون علیت غیرخطی گرنجر نشان داد که قیمت‌های آتی زعفران، علیت غیرخطی نوسانات قیمت گواهی سپرده کالایی زعفران است. نتایج این پژوهش با نتایج بسیاری از مطالعات که نشان داده‌اند، علیت خطی توان شناسایی و تشخیص روابط غیر خطی بین متغیرها را ندارد، منطبق است. از سوی دیگر، نتایج بدست آمده آزمون علیت

- Conference on Trade and Development  
Swiss Futures and Options Association.2003.  
3- Soltaninejad H, Naserpour A, Fallah J, Naru M. Supportive Agriculture Sector Policies Focusing on Market-Based Approaches through Commodity Exchanges.

- Second edition. Tehran: Exchange Publications. 2016; p. 272.
- 4- Gupta A, Varma P. Impact of Futures Trading on Spot Markets: An Empirical Analysis of Rubber in India, *Eastern Economic Journal*, 2016, 42, (373-386).
  - 5- Banerjee, S, Graveline, J. Trading in derivatives when the underlying is scarce, 2014, Elsevier, *Journal of Financial Economics* 111, 589-608.
  - 6- Broock, W. A., Scheinkman, J. A., Dechert, W. D., and LeBaron, B. 1996. "A Test for Independence Based on the Correlation Dimension." *Journals in Its Journal Econometric Reviews* 15 (3): 197-235.
  - 7- BAL DP, Rath BN. Nonlinear Causality between Crude Oil Price and Exchange Rate: A Comparative Study of China and India, 2015, *Energy Economics*, 2015, 51, 149-156.
  - 8- Ahmad W, Sehgal S. The investigation of destabilization effect in India's Agriculture commodity futures market an alternative viewpoint, Emerald, *Journal of Financial Economic Policy*. 2015.
  - 9- Huchet N, Gueye FAM P. The role of speculation in international futures markets on commodity prices, science direct, *Research in International Business and Finance*. 2015.
  - 10- Geman H, Smith W. Theory of storage, inventory and volatility in the LME base metals, Elsevier, *Resources Policy*, 2013, 38, 18-28.
  - 11- Tank A, Ian C, Nicholas J, Emily B, Shojaie A. Neural Granger Causality for Nonlinear Time Series, University of Washington, [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)
  - 12- Hernandez M, Torero M. Examining the Dynamic Relationship between Spot and Future Prices of Agricultural Commodities, ResearchGate. 2010.
  - 13- Yang J, Balyeat R, Leatham D. Futures trading activity and commodity cash Price volatility. *Financ. Account.* 2005, 32, 297-323.
  - 14- Ibbotson Associates, Strategic asset allocation and commodities. 2006. Available at: <http://www.pimco.com/leftNav/Viewpoints/2006/Ibboston+Commodity+Study.htm>.
  - 15- UNCTAD. Development Impacts of Commodity Exchanges in Emerging Markets. 2009.
  - 16- Hmamouche Y. NlinTS: Models for non Linear Causality Detection in time series. URL <https://CRAN.R-project.org/package=NlinTS>. R package version, 2020, 1.4.2. [p].
  - 17- Hazell P. the future of small farms for poverty reduction and growth. 2007, IFPRI 2020 discussion paper 42. May 2007
  - 18- Agricultural Statistics. Iran's Minister of Agriculture, Department of Planning and Economy. 2018, <http://www.maj.ir/>. History and Importance of Saffron.
  - 19- Dinesh Kumar S, Meenakshi M. Impact of futures trading on volatility of spot market-a case of guar seed, *Agricultural Finance Review*, 2015, 75(3), 3, 416-431
  - 20- Ghodrati I. Estimation of the demand function of Iranian saffron exports to selected countries using panel data (for the period 2001-2008)
  - 21- Bisaglia L, Gerolimetto M. Testing for (none) linearity in economic time series: A Montecarlo comparison. *Quaderni 21 Di Statistica*, 2014, 16(16), 5-32.
  - 22- Iran Mercantile Exchange, 2020, [www.ime.co.ir/](http://www.ime.co.ir/)