

# استفاده از ابزارهای مشتقه مالی در بازار سنگ‌های نما و ساختمانی لرستان

مجتبی مرادی پور<sup>۱</sup>، محمد حیاتی<sup>۲\*</sup>

۱- گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

۲- هیات علمی گروه معدن دانشگاه لرستان

\*عهده‌دار مکاتبات: mohammad\_hayaty@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۶

DOI: [10.22034/ANM.2022.2892](https://doi.org/10.22034/ANM.2022.2892)

این نسخه "پذیرفته شده پیش از انتشار" مقاله است که در نشریه روش‌های تحلیلی و عددی در مهندسی معدن، پس از طی فرایند داوری، برای چاپ، قابل پذیرش تشخیص داده شده است. این نسخه پس از اعلام پذیرش و قبل از فرایند ویراستاری به صورت آنلاین منتشر می‌شود. مقاله پس از طی فرایند آماده‌سازی و انتشار نهایی، از نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار خارج و در شماره‌های مشخص در وب سایت نشریه منتشر می‌شود. صفحه آرایی و ویراستاری فنی باعث ایجاد تغییرات صوری در مقاله خواهد شد.

## چکیده

در صنعت سنگ‌های ساختمانی و تزئینی، تلاطم قیمت سنگ، علاوه بر اینکه مصرف‌کنندگان را با ریسک و عدم قطعیت مواجه می‌سازد، برای تولیدکنندگان، تجار و کارگران شاغل در صنعت سنگ نیز مشکلاتی به وجود می‌آورد. یکی از راه‌های کنترل ریسک قیمتی، استفاده از قراردادهای پیش‌خرید-پیش‌فروش و یا استفاده از قراردادهای اختیار معامله است. در این مقاله قراردادهای اختیار خرید و فروش از نوع اروپایی و هم چنین آسیایی را بر روی سنگ‌های نما و ساختمانی لرستان تعریف می‌کنیم. سپس قیمت اختیارات معامله خرید و فروش را به صورت منصفانه به دست می‌آوریم. از آنجا که قیمت سنگ‌های ساختمانی و نما معمولاً با جهش‌های شدیدی همراه است، پارامتر تغییرپذیری برای این فراورده‌ها عدد نسبتاً بزرگی است و این باعث می‌شود قیمت اختیارات معامله اروپایی افزایش یافته و به تبع آن جذابیت این قراردادها برای فعالین این حوزه کاهش یابد. استفاده از اختیارات معامله آسیایی دارای این مزیت است که به جای قیمت‌های لحظه‌ای، میانگین قیمت‌ها را در بازه‌های زمانی مشخص مورد استفاده قرار می‌دهد؛ لذا ریسک قراردادهای آسیایی نسبت به نوع اروپایی پایین تر بوده و این قراردادها برای محصولات دارای جهش قیمتی مناسب تر هستند. محاسبه قیمت اختیارات اروپایی با استفاده از فرمول بلک شولز و به آسانی صورت می‌گیرد در حالی که تعیین قیمت اختیارات آسیایی مستلزم به کارگیری برخی روش‌های پیچیده عددی است. در این پژوهش از روش شبیه‌سازی مونت کارلو با ۵۰۰۰ مسیر برای محاسبه قیمت اختیارات آسیایی با تاریخ انقضای یک سال استفاده می‌کنیم. نرخ بهره بانکی را ۲۰ درصد در نظر گرفته و برای محاسبه تلاطم تاریخی قیمت سنگ قیمت، از جدول سوابق ۴۸ ماهه سنگ‌های چینی کوپ مستخرج از یکی از معادن شهرستان دورود در بازه فرورین ۹۶ تا اسفند ۹۹ استفاده می‌کنیم. اختیارات معامله را به ازای قیمت‌های اعمال مختلف محاسبه می‌کنیم. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد اختیارات خرید معامله آسیایی نسبت به نوع اروپایی خود قیمت پایین‌تری داشته و لذا برای سرمایه‌گذاران جذابیت بیشتری خواهند داشت.

## کلمات کلیدی

اختیارات معامله آسیایی، سنگ‌های ساختمانی، مدیریت ریسک.

## ۱- مقدمه

تحولات اقتصاد جهانی طی سال‌های اخیر و توسعه اقتصادی موجب ابداع یا تکامل ابزارهای متعدد مالی شده است. یکی از مهم‌ترین ابزارهای مالی، ابزار مشتقه<sup>۱</sup> نامیده می‌شود. اوراق مشتقه، دسته‌ای از اوراق بهادار هستند که ارزش آنها از یک دارایی دیگر گرفته (مشتق) می‌شود. اختیارهای معامله<sup>۲</sup>، قراردادهای آتی<sup>۳</sup> و قراردادهای معاوضه‌ای<sup>۴</sup> مهم‌ترین نمونه‌های اوراق مشتقه هستند [۱]. از کاربردهای اساسی و مهم این ابزارها می‌توان به پوشش ریسک قیمتی، اشاره کرد. تاریخچه شکل‌گیری قراردادهای اختیار معامله به دوران یونان باستان برمی‌گردد. ارسطو در کتاب سیاست نقل می‌کند که تالس ریاضیدان معروف، با مطالعه اوضاع جوی پیش‌بینی کرد که محصول زیتون در سال آینده فراوان خواهد بود؛ لذا با پرداخت مبلغی به واحدهای تولیدکننده روغن زیتون، حق اجاره دستگاه‌های روغن‌کشی را به نرخ معین برای خود خریداری نمود. با گذشت زمان و با افزایش محصول زیتون، قیمت اجاره دستگاه‌های روغن‌کشی افزایش یافت و تالس توانست به همان نرخ تعیین‌شده، دستگاه‌ها را اجاره کند و با نرخ بالاتر به متقاضیان اجاره دهد و سود ببرد. در واقع تالس با پرداخت مبلغی، «اختیار» معامله دستگاه‌ها را خریداری کرده بود و در صورتی که پیش‌بینی وی به وقوع نمی‌پیوست، مجبور به اجرای معامله نبود [۱]. در قرن هفدهم میلادی این‌گونه قراردادها برای خرید و فروش پیازهای لاله هلندی در بازار آمستردام رواج پیدا کرد. در چهار دهه گذشته قراردادهای اختیار معامله در بورس‌های بزرگ دنیا مورد توجه ویژه قرار گرفته‌اند به طوری که در سال ۲۰۰۵ ارزش کل اختیارهای معامله دادوستد شده به همراه سایر اوراق مشتقه<sup>۵</sup> بالغ بر ۵۰ تریلیون دلار بوده است [۲].

در بورس کالای ایران نیز، قرارداد اختیار خرید بر سکه طلا در ۲۴ آذر ۱۳۹۵، قرارداد اختیار فروش سکه طلا در ۸ دی ماه ۱۳۹۵ و قرارداد اختیار خرید و فروش زعفران نگین از ۱۳۹۷ راه اندازی شده و تاکنون در جریان است. اخیراً مطالعات زیادی در حوزه مشتقات مالی و نقش آنها در مدیریت ریسک محصولات

مختلف انجام شده است. در مطالعه [19] Bruce L. Gardner به بررسی قراردادهای اختیارهای معامله بر محصولات کشاورزی پرداخته شده است. کتاب Purcell W.D., and Koontz S.R. [20] یک مرجع مهم برای آشنایی با قراردادهای اختیار معامله و قراردادهای آتی بر روی محصولات کشاورزی است. در مقاله Zhang X. [21] کاربرد اختیارهای معامله در پوشش ریسک محصولات کشاورزی مورد پژوهش قرار گرفته است. در مطالعه Adanacioglu H. [22] نگرش کشاورزان نسبت به قراردادهای آتی بر محصولات کشاورزی ترکیه مورد ارزیابی قرار گرفته شده است.

در ایران نیز در سال‌های گذشته پژوهش‌های مختلفی در این حوزه انجام شده است. در مطالعه امجدی و همکاران (۱۳۹۴) نقش بورس کالا در محصولات کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مطالعه نشان داد که اجرای قراردادهای آتی در بازار بورس وال استریت آمریکا، ریسک محصولات کشاورزی را برای سویا، گندم و پنبه به ترتیب ۸۸ درصد، ۸۳ درصد و ۷۹ درصد کاهش داده است. بنابراین توسعه بورس محصولات کشاورزی به خصوص قراردادهای آتی می‌تواند دغدغه کشاورزان در زمینه ریسک را به حداقل برساند [۳].

در مطالعه شرافتمند و همکاران (۱۳۹۲) مدیریت ریسک محصول خرما با استفاده از قراردادهای آتی بررسی شد. نتایج مطالعه نشان داد در صورتی که قراردادهای آتی بر محصول خرما در ایران اجرایی شود ریسک قیمت این محصول در حدود ۷۰ درصد پوشش داده خواهد شد [۴].

تعمیدی و همکاران (۱۳۹۴) به تحلیل و بررسی قراردادهای اختیار معامله و قیمت‌گذاری آنها در محصولات کشاورزی پرداختند [۵].

کشیری کلایی و حسینی یکانی (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای تأثیر وجود بورس کالا بر رقابت عرضه‌کنندگان پسته در ایران را مورد پژوهش قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد در صورت ایجاد بورس کالا، میزان صادرات استان‌هایی که هزینه ترابری و صادرات در آنها کمتر است افزایش پیدا می‌کند [۶].

<sup>۴</sup> Swap

<sup>۱</sup> Derivatives

<sup>۲</sup> Options

<sup>۳</sup> Future contract

بازاری بکر، با ظرفیت‌هایی بالقوه برای سرمایه‌گذاری در عرصه تولید و فرآوری انواع سنگ‌های ساختمانی و نما شناخته می‌شود. این استان با دارا بودن ۲۱/۵ درصد ذخایر سنگ‌های تزئینی کشور (۳ درصد ذخایر جهانی) و ۲۲ درصد تولیدات کشور (۲/۵ تا ۳ میلیون تن)، دارای ظرفیت‌ها و قابلیت‌های بالایی در صنعت سنگ است. واضح است که این بخش در صورت رسیدگی به مسائل و مشکلات و رفع موانع موجود می‌تواند جایگاه عمده‌ای در سطح داخلی و خارجی به خود اختصاص دهد. در سال‌های گذشته نوسانات شدید قیمت سنگ، منجر به بروز مشکلات فراوانی برای فعالین این حوزه در کشور و به طور خاص در لرستان شده است. وضع کردن اختیار معامله بر محصول سنگ استان، می‌تواند ریسک قیمتی را پوشش داده و کارگران، تجار و صنعتگران این حوزه را از پیامدهای ناگوار تلاطم قیمتی دور نگه دارد.

در این پژوهش سعی بر آن است امکان برقراری قراردادهای اختیار معامله بر صنعت سنگ، به ویژه صنعت سنگ لرستان بررسی گردد. بررسی مطالعات گذشته نشان می‌دهد که رویکرد ارائه شده در این تحقیق در حوزه مسائل معدنی و بویژه سنگ ساختمانی جدید می‌باشد.

## ۲. معرفی قراردادهای اختیار معامله اروپایی و آسیایی

در ابتدا لازم است قرارداد آتی تعریف شود. قرارداد آتی توافقنامه‌ای مبتنی بر خرید یا فروش دارایی در زمان معین در آینده و با قیمت مشخص است. در اینجا هر دو طرف قرارداد ملزم به اجرای آن در تاریخ ذکر شده می‌باشند و هیچ‌کدام از طرفین بابت بستن قرارداد به دیگری پولی نمی‌پردازد. بنابراین قرارداد آتی را می‌توان پیش‌خرید (یا پیش‌فروش) یک کالای خاص دانست.

### ۲.۱ - اختیارات معامله اروپایی

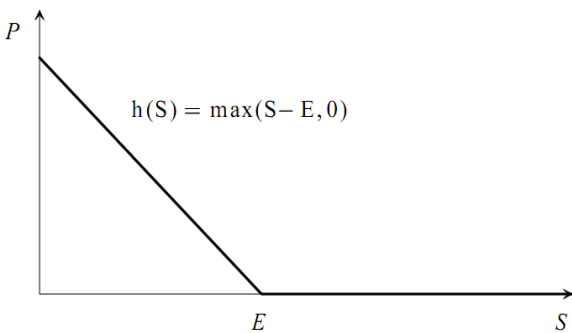
قرارداد «اختیار معامله خرید» قراردادی است که به دارنده (خریدار) این اختیار را می‌دهد که دارایی مورد قرارداد را با قیمت معین E در زمان تعیین‌شده T خریداری کند. قرارداد «اختیار معامله فروش» قراردادی است که به دارنده (خریدار)، این اختیار را می‌دهد که دارایی مورد قرارداد را با قیمت معین E در زمان تعیین‌شده T بفروشد. قیمت معین ذکر شده در قرارداد (E) را قیمت اعمال و زمان تعیین‌شده (T) را تاریخ انقضای قرارداد می‌نامند.

در پژوهش امیری و همکاران (۱۳۹۸) استراتژی‌های سرمایه‌گذاری مختلف در قراردادهای اختیار معامله سکه طلا در بورس کالای ایران با روش قیمت‌گذاری بلک شولز مورد تحقیق قرار گرفت. همچنین مقایسه‌ای بین قیمت‌های تئوریک اختیار معامله به دست آمده از روش بلک شولز و قیمت‌های واقعی بازار در بازه زمانی دی ماه ۹۵ تا شهریور ۹۶ صورت گرفت [۷].

در مطالعه نجفی و عزت‌آبادی (۱۳۸۶) احتمال مشارکت کشاورزان و تجار پسته در بازارهای آتی و اختیار معامله مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد بیش از ۹۳ درصد از کشاورزان و پسته کاران قادر به درک نحوه کارکرد بازارهای آتی و اختیار معامله هستند. همچنین مشخص شد در صورتی که این معاملات اجرایی شود، بیش از نیمی از کشاورزان و تجار پسته از آن استقبال خواهند کرد. همچنین در این مطالعه پیشنهاداتی برای افزایش مشارکت در بازارهای آتی و اختیار معامله ارائه شد [۸].

بصیری و همکاران (۱۳۹۶)، به بررسی ارزش‌گذاری طرح فولاد میانه به روش اختیارات حقیقی پرداختند [۹]. سرحدی و طاهری (۱۳۹۴)، با استفاده از اختیارات حقیقی، معدن مس چشمه رضایی را در شرایط عدم قطعیت قیمت مورد ارزیابی اقتصادی قراردادند [۱۰]. امیری و همکاران (۱۳۹۷)، استراتژی سرمایه‌گذاری در قراردادهای اختیار معامله تعریف شده بر سکه طلا با روش قیمت‌گذاری بلک-شولز مورد بحث و بررسی قراردادند [۱۱]. کیمیگر و آفریده (۱۳۸۷)، یک روش تلفیقی جهت قیمت‌گذاری اختیار معامله مبتنی بر دو مدل بلک شولز و درخت دوتایی ارائه دادند [۱۲]. نجفی و همکاران (۱۳۹۷)، الگویی برای قیمت‌گذاری اوراق سلف موازی نفتی بر اساس مدل قیمت‌گذاری اختیار معامله بلک شولز ارائه نمودند [۱۳]. رحمانی و جعفریان (۱۳۹۶) مدل بلک شولز کسری با توان هرسست روی اختیار معامله اروپایی با هزینه‌های معاملاتی را بررسی کردند [۱۴].

بررسی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که استفاده از ابزارهای مشتقه مالی در بسیاری از کشورها در خرید و فروش صنایع و محصولات مختلف انجام می‌گیرد اما در ایران نیز مطالعات و تحقیقات محدودی نیز انجام شده است. از جمله صنایعی که می‌توان از این ابزار برای بحث خرید و فروش آن استفاده کرد محصولات معدنی به ویژه سنگ‌های ساختمانی هستند که نقش مهمی در اقتصاد کشور دارند. در این راستا استان لرستان با داشتن منابع غنی سنگ ساختمانی، به عنوان



شکل ۱. تابع عایدی یک اختیار فروش اروپایی

اختیارهای معامله در هر زمان تا تاریخ انقضا در بازار قابل خرید و فروش هستند. ارزش اختیار معامله در هر لحظه وابسته به قیمت نقدی یک دارایی پایه است که اختیار معامله بر روی آن تعریف شده است. حال پرسش اساسی این است که قیمت یک قرارداد اختیار معامله چقدر باشد که خریدار اختیار و نویسنده اختیار (منتشر کننده اوراق اختیار) هیچ کدام متضرر نشوند. برای پاسخ به این پرسش مدل‌های ریاضی مختلفی ارائه شده است. مهم‌ترین مدل‌های قیمت‌گذاری اختیار معامله عبارتند از مدل دوجمله‌ای و مدل بلک شولز.

مدل دوجمله‌ای که اولین بار توسط کاکس و همکاران (۱۹۷۹) معرفی شد یکی از مرسوم‌ترین روش‌ها برای تعیین قیمت اختیارهای معامله است. در مدل دوجمله‌ای فرض می‌کنیم که تعداد حالات ممکن برای قیمت دارایی پایه دو حالت است. از خرید تعدادی سهام و فروش یک اختیار خرید یک سبد مالی بدون ریسک تشکیل می‌دهیم (یعنی یک سبد مالی که سود ثابتی را صرف نظر از بالا یا پایین رفتن قیمت سهام نصیب ما سازد) سپس قیمت اختیار را با استفاده از مفروضات یاد شده به دست می‌آوریم [۱۵].

در مدل بلک-شولز که اولین بار توسط فیشر بلک و همکاران (۱۹۷۴) معرفی شد، یک فرض اساسی این است که قیمت دارایی پایه مورد نظر از فرایند تصادفی «حرکت براونی با رانش»<sup>۲</sup> پیروی کند. سایر مفروضات اساسی مدل بلک-شولز که به شرایط بازار کامل معروف هستند عبارتند از [۱۶].

۱- فرصت آربیتراژی وجود نداشته باشد (آربیتراژ یا سود بدون ریسک به معنای یافتن اختلاف قیمت برای یک کالا در دو بازار مختلف و استفاده از این اختلاف قیمت است).

لازم به ذکر است که یک ورقه‌ی اختیار معامله به دارنده آن حق یا اختیار انجام کاری را می‌دهد نه اینکه او را ملزم به انجام کاری کند. دارنده (خریدار) اختیار بابت به دست آوردن این حق پولی می‌پردازد که ارزش قرارداد اختیار نامیده می‌شود. معمولاً سهام‌داران به منظور پوشش ریسک وارد این گونه معاملات می‌شوند و سفته‌بازان برای سود بیشتر (و در نتیجه تحمل ریسک بیشتر) مبادرت به خرید و فروش این اوراق می‌کنند. در بازار اختیار معامله چهار نوع معامله‌گر وجود دارد:

الف. خریداران اختیار خرید

ب. فروشندگان اختیار خرید

ج. خریداران اختیار فروش

د. فروشندگان اختیار فروش

اختیارهای خرید و فروش، هر کدام به دو نوع آمریکایی و اروپایی تقسیم می‌شوند. اختیار اروپایی فقط در تاریخ انقضا قابل اعمال است در حالی که اختیار آمریکایی در هر زمانی قبل از تاریخ انقضا یا در تاریخ انقضا قابلیت اعمال دارد. بنابراین یک اختیار آمریکایی نسبت به یک اختیار اروپایی مشابه اختیار بیشتری به دارنده خود می‌دهد؛ لذا ارزش یک اختیار آمریکایی بیشتر از ارزش یک اختیار اروپایی مشابه است.

یک اختیار خرید اروپایی با تاریخ انقضای  $T$  و قیمت اعمال  $E$  در نظر می‌گیریم. اگر در تاریخ انقضا، قیمت نقدی دارایی پایه برابر  $S_T$  باشد و  $S_T > E$  آنگاه دارنده اختیار آن را اعمال می‌کند (دارایی پایه را باقیمت  $E$  می‌خرد و بلافاصله با قیمت  $S_T$  می‌فروشد) و عایدی او برابر  $S_T - E$  خواهد بود. اگر  $S_T < E$  اعمال کردن اختیار به صرفه نخواهد بود و عایدی برابر صفر است. بنابراین ارزش یک اختیار خرید در زمان انقضا ( $T$ ) برابر است با  $\max\{S_T - E, 0\}$  به طور مشابه ارزش یک اختیار فروش در زمان سررسید برابر است با  $\max\{E - S_T, 0\}$  تابع  $h(S) = \max\{E - S, 0\}$  که در شکل ۱ نشان داده شده است، «تابع عایدی»<sup>۱</sup> نامیده می‌شود و ارزش اختیار فروش در زمان انقضا را بر حسب قیمت نقدی دارایی پایه نشان می‌دهد.

<sup>۲</sup> Brownian motion with drift

<sup>۱</sup> Payoff function

قیمت دارایی در تمام یا بخشی از طول مدت زمان عمر اختیار معامله بستگی دارد. از آنجا که نوسان میانگین قیمت یک دارایی کمتر از نوسان قیمت لحظه‌ای دارایی است، این اختیارها نسبت به اختیارهای استاندارد اروپایی و آمریکایی با ریسک کمتری همراه بوده و اغلب نسبت به آنها قیمت پایین‌تری دارند و این یکی از عوامل جذابیت این گونه قراردادهاست. یک مزیت دیگر این قراردادهای آسیایی نسبت به انواع اروپایی و آمریکایی این است که در قراردادهای آسیایی امکان دست‌کاری قیمت اعمال در تاریخ انقضا وجود ندارد زیرا تابع عایدی اختیار وابسته به کل مسیر (نه در یک زمان خاص) است. اختیارهای آسیایی برای بازارهای دارای نوسان پذیری بالا و همچنین برای بازارهای با حجم معاملات اندک (نقدشوندگی کم) مناسب هستند. اختیارهای معامله آسیایی در حالت کلی به دو نوع تقسیم بندی می‌شوند:

الف. اختیارهای آسیایی با قیمت اعمال ثابت

در این نوع اختیارهای معامله، تابع عایدی قرارداد (برای اختیارفروش) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$h(S) = \max\{E - \bar{S}, 0\}$$

که در آن  $\bar{S}$  میانگین قیمت دارایی مورد نظر تا زمان سررسید است. این اختیار زمانی اجرا می‌شود که قیمت اعمال اختیار  $E$  از میانگین قیمت دارایی در طول بازه  $\bar{S}$  بیشتر باشد. در این صورت عایدی اختیار برابر  $E - \bar{S}$  می‌باشد. در صورتی که قیمت اعمال  $E$  کمتر از  $\bar{S}$  باشد، اختیار اجرا نمی‌شود و تنها ضرر دارنده اختیار همان مبلغ اولیه خرید اختیار می‌باشد.

ب. اختیارهای آسیایی با قیمت اعمال شناور

در این نوع اختیارهای معامله، تابع عایدی قرارداد (برای اختیارفروش) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$h(S) = \max\{\bar{S} - S_T, 0\}$$

این اختیار زمانی اجرا می‌شود که قیمت نقدی دارایی پایه در زمان سررسید یعنی  $S_T$  از میانگین قیمت دارایی در طول بازه  $\bar{S}$  کمتر باشد. در این صورت عایدی اختیار برابر  $\bar{S} - S_T$  می‌باشد. در غیر این صورت اختیار اجرا نمی‌شود و تنها ضرر دارنده اختیار همان مبلغ اولیه خرید اختیار می‌باشد.

۲- در هر لحظه  $t$  بتوان اقدام به خرید و فروش دارایی کرد و قیمت‌ها می‌توانند هر عدد حقیقی مثبتی را اختیار کنند.

۳- نرخ بهره مرکب بدون ریسک  $r$  وجود دارد؛ به این معنی که یک سپرده بانکی به ارزش  $P$ ، بعد از گذشت زمان  $t$  دارای ارزش  $Pe^{rt}$  خواهد بود.

یک مثال واضح از حرکت براونی با رانش، حرکت ذره‌های دود در فضا است که تحت یک جریان ملایم نسیم قرار دارند. ذره‌های دود می‌توانند در جهت‌های مختلف به طور تصادفی به این سو و آن سو بروند ولی در نهایت انتظار داریم در جهت نسیم رانده شوند. اگر قیمت یک دارایی را به ذره‌های دود تشبیه کنیم آنگاه نرخ بهره بدون ریسک همانند نسیم مورد نظر عمل می‌کند. به بیان ریاضی در مدل بلک شولز فرض می‌شود که قیمت دارایی پایه در معادله دیفرانسیل تصادفی حرکت براونی با رانش صدق می‌کند.

در مدل بلک شولز همانند روش دو جمله‌ای یک استراتژی خنثی نسبت به ریسک تشکیل داده‌عامل تصادفی ریسک را حذف نموده و به یک معادله دیفرانسیل با مشتقات جزئی به نام معادله بلک شولز دست می‌یابیم. جواب معادله بلک شولز عبارت است از [۲]:

$$P(S, t) = E e^{-r(T-t)} N(-d_2) - S N(-d_1),$$

که در آن  $N(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{w^2}{2}} dw$  تابع توزیع تجمعی توزیع نرمال استاندارد است و نیز:

$$d_1 = \frac{1}{\sigma\sqrt{T-t}} \left[ \ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t) \right],$$

$$d_2 = \frac{1}{\sigma\sqrt{T-t}} \left[ \ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t) \right].$$

در فرمول فوق  $P(S, t)$  قیمت اختیار در زمان  $t$  و در حالتی است که نقدی قیمت دارایی پایه برابر  $S$  باشد.  $T$  تاریخ انقضای قرارداد و  $E$  قیمت اعمال است.  $r$  نرخ بهره بدون ریسک و پارامتر  $\sigma$  تغییر پذیری قیمت دارایی پایه می‌باشد.

## ۲.۲- اختیارهای معامله آسیایی

اختیار معامله آسیایی که به اختیار میانگین نیز معروف است، نوعی اختیار معامله است که در آن عایدی اختیار، به میانگین

از آنجا که نمو‌های فرایند تصادفی  $W(t)$  دارای توزیع احتمال نرمال هستند؛ در زمان  $t = 0$  رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$S(T) = S(0) \exp\left(\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \sigma\sqrt{T}X\right)$$

که در آن  $X$  یک متغیر تصادفی با توزیع نرمال استاندارد می‌باشد. در یک اختیار (خرید) اروپایی تابع عایدی به صورت  $h(S) = \max(S - E, 0)$  است. از آنجا که ارزش یک اختیار معامله در واقع تنزیل مقدار مورد انتظار عایدی آن می‌باشد؛ لذا قیمت یک اختیار خرید اروپایی در زمان  $t = 0$  به صورت زیر بیان می‌گردد [۱۸]:

$$e^{-rT} - \sum_{i=1}^n \max(E - S_i^n)$$

که در آن  $S_i^n$  از رابطه فوق و با جایگزاری نمونه تصادفی  $X_n$  به جای  $X$  به دست آمده است. الگوریتم فوق در نرم افزار متلب به صورت زیر پیاده‌سازی می‌شود:

```
clear all
format long g
S0=4000; K=4600; T=1; r=0.2; sigma=0.3;
n=50000;
Z=sqrt(T)*randn(n,1);
ST=S0*exp((r-(sigma^2)/2)*T+sigma*Z);
Payoff=exp(-r*T)*max(0,ST-K);
European_Call=mean(Payoff)
```

در این الگوریتم با افزایش تعداد نمونه‌ها یعنی  $n$ ، دقت تخمین افزایش پیدا می‌کند. در یک اختیار خرید آسیایی با قیمت اعمال ثابت، تابع عایدی در حالت میانگین حسابی به صورت زیر می‌باشد:

$$h(S) = \max\left(\frac{1}{T} \int_0^T S(t) dt - E, 0\right)$$

فرض کنیم میانگین‌گیری قیمت‌ها در  $m$  زمان هم‌فاصله  $\frac{T}{m}, \frac{2T}{m}, \dots, T$  انجام شود. در این صورت الگوریتم مونت کارلو برای محاسبه قیمت یک اختیار خرید آسیایی با میانگین حسابی و قیمت اعمال ثابت به صورت زیر خواهد بود: به ازای هر  $n$ ، با استفاده از رابطه فوق تعداد  $m$  نمونه  $S\left(\frac{T}{m}\right), S\left(\frac{2T}{m}\right), \dots, S(T)$  را انتخاب کنید.

در هر دو حالت بالا، میانگین  $\bar{S}$  می‌تواند به مفهوم هندسی یا حسابی در نظر گرفته شود. همچنین میانگین مورد نظر می‌تواند روی تمام طول عمر اختیار معامله یا بخشی از آن تعریف شود. در پژوهش حاضر یک اختیار آسیایی با میانگین حسابی و با قیمت اعمال ثابت بر سنگ‌های تزئینی و ساختمانی لرستان تعریف شده است.

## ۲-۳-۲ - روش شبیه‌سازی مونت کارلو برای تعیین قیمت اختیارهای معامله

روش مونت کارلو یک الگوریتم محاسباتی است که برای تخمین برخی پارامترها از نمونه‌گیری تصادفی استفاده می‌کند. فرض کنیم برای یک متغیر تصادفی همچون  $X$  و تابع دلخواه  $g$  می‌خواهیم امید ریاضی زیر را (در صورت وجود) تخمین بزنیم:

$$\theta = E(g(X))$$

در روش شبیه‌سازی مونت کارلو تعداد  $n$  مشاهده مستقل  $X_1, X_2, \dots, X_n$  را از توزیع احتمال  $X$  انتخاب می‌کنیم و پارامتر  $\theta$  را به صورت زیر تخمین می‌زنیم:

$$\hat{\theta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g(X_i)$$

با افزایش اندازه نمونه  $n$ ، دقت این تخمین بهبود پیدا می‌کند. روش مونت کارلو اولین بار توسط بویل [۱۷] برای قیمت‌گذاری اختیارهای معامله مورد استفاده قرار گرفت. در این بخش ابتدا روش شبیه‌سازی مونت کارلو را برای اختیارهای اروپایی توضیح می‌دهیم، سپس آن را برای اختیارهای آسیایی تشریح خواهیم کرد.

همان‌طور که اشاره شد در مدل بلک شولز فرض می‌شود که قیمت دارایی پایه در معادله دیفرانسیل تصادفی «حرکت براونی با رانش» صدق می‌کند. این معادله دیفرانسیل به صورت زیر بیان می‌شود:

$$dS(t) = \mu S(t) dt + \sigma S(t) dW(t)$$

که در آن  $S(t)$  بیان‌کننده قیمت دارایی مورد نظر،  $W(t)$  حرکت براونی استاندارد و  $\sigma$  و  $\mu$  دو ثابت معین هستند. می‌توان جواب معادله فوق را با رابطه زیر بیان کرد:

$$S(T) = S(t) \exp\left(\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T - t) + \sigma(W(T) - W(t))\right)$$

ج) با توجه به اصل عدم آربیتراژ، لازم است در خصوص یک محصول مشخص سنگ هیچ گونه اختلاف قیمتی در بازار وجود نداشته باشد.

د) هزینه انجام معاملات باید ناچیز بوده و هر اندازه از کالای مورد تقاضا موجود و قابل عرضه باشد.

ح) شرکت های بیمه خصوصی یا دولتی از این قراردادها استقبال کرده و بتوانند به عنوان نویسنده قراردادها وارد عمل شوند.

#### ۴-۱-۳- مزایای وضع قراردادهای اختیار معامله بر سنگ های ساختمانی و تزئینی

در صورت برقراری شرایط فوق، صنعت سنگ های ساختمانی می تواند از مزایای زیر بهره مند شود:

- ایجاد بازار اختیارهای معامله تا حد بسیار زیادی موجب پوشش ریسک قیمت سنگ برای معدنکاران، صنعتگران و تجاری این بخش خواهد شد.

- ایجاد بازار اختیار معامله باعث جذب سرمایه های خرد در بازار سنگ خواهد شد و این خود منجر به رونق تولید در این بخش خواهد شد.

- ایجاد بازار اختیار معامله می تواند توجه شرکت های بیمه را به بخش سنگ جلب نموده و از این طریق مدیریت ریسک را برای فعالان بخش سنگ تسهیل کند.

- در صورت ایجاد بازار متمرکز سنگ، فعالین این صنعت از مزایای جانبی آن بهره مند خواهند شد. از جمله این مزایا می توان به شفافیت در قیمت گذاری، بازاریابی، برند سازی و توسعه صادرات اشاره کرد.

با توجه به اینکه ابزار های مالی مطرح شده در این پژوهش در چند سال گذشته در بازار طلا و زعفران در کشور با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته اند می توان پیش بینی کرد این ابزارها به زودی در بازارهای مختلف محصولات کشاورزی و در صنایع گوناگون معدنی از جمله صنعت سنگ تعریف شوند؛ لذا استان لرستان می تواند به عنوان پایلوت در این طرح مطرح شده و فعالان سنگ استان از مزایای آن بهره مند گردند.

به ازای هر  $n$ ، عایدی اختیار را برای نمونه های فوق محاسبه کنید؛ یا به بیان دیگر عبارت زیر را حساب کنید:

$$\text{payoff}^n = \max\left(0, \frac{\sum_{i=1}^m S\left(\frac{iT}{m}\right)}{m} - E\right)$$

حال امید ریاضی عبارت فوق را به زمان حال تنزیل کنید یعنی عبارت زیر را به دست آورید:

$$\text{Asian}_{\text{call}} = e^{-rT} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{payoff}^i$$

پیاده سازی الگوریتم فوق در نرم افزار متلب به صورت زیر است:

```
clear all
format long g
S0 = 4000; K = 5000; sigma = 0.3; r = 0.2; T = 1;
Dt = 1/12; m = T/Dt; n = 5000;
ranvec = randn(n,m);
Spath = S0*[ones(n,1), ...
cumprod(exp((r-0.5*sigma^2)*Dt+sigma*sqrt(Dt)*ranvec),2)];
ESpath =
S0*[ones(n,1),cumprod(exp(r*Dt)*ones(n,m),2)];
arithave = mean(Spath,2);
Parith = exp(-r*T)*max(arithave-K,0);
Pmean = mean(Parith)
```

#### ۳-۳- وضع قرارداد اختیار معامله بر سنگ های ساختمانی و نما لرستان

ایجاد بازار قراردادهای اختیار معامله مستلزم شرایطی است که در زیر به مهم ترین آنها اشاره می شود:

الف) فعالین بازار سنگ قادر به درک سازوکار قراردادهای اختیار معامله هستند و اکثر آنها از این قراردادها استقبال خواهند کرد.

ب) ایجاد بازار متمرکز (بورس) سنگ از ملزومات قراردادهای اختیار معامله است. امکان ایجاد بازار متمرکز سنگ به صورت استانی و یا منطقه ای وجود دارد.

## ۳،۲ - محاسبه قیمت منصفانه اختیاراتهای معامله

در این بخش قراردادهای اختیار معامله اروپایی و آسیایی تعریف شده بر سنگ های ساختمانی و نما لرستان تعریف کرده و با استفاده از مدل بلک شولز قیمت منصفانه این قراردادها محاسبه شده است. پارامترهای مورد نیاز برای محاسبه قیمت اختیار عبارتند از:

نرخ بهره بدون ریسک ( $r$ ): در این پژوهش مقدار نرخ بهره بانکی سالانه برابر ۲۰ درصد در نظر گرفته شده است.

$$r = 20\%$$

تغییر پذیری قیمت محصول ( $\sigma$ ): تاریخچه قیمت هر تن سنگ را در یک دوره چهارساله بررسی کرده و تغییر پذیری را در مدت مذکور به دست می آوریم. سنگ ها از نوع چینی کوپ بوده و از یکی از معادن شهرستان دورود استحصال شده اند. قیمت های مذکور در جدول ۱ نشان داده شده اند.

جدول ۱ - هر تن سنگ بر حسب هزار تومان

سال / ماه	۹۶	۹۷	۹۸	۹۹
فروردین	۶۰۰	۸۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰
ادبیهشت	۶۰۰	۸۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰
خرداد	۶۰۰	۸۰۰	۲۵۰۰	۳۰۰۰
تیر	۶۵۰	۹۵۰	۲۵۰۰	۳۵۰۰
مرداد	۶۵۰	۹۵۰	۲۵۰۰	۳۸۰۰
شهریور	۷۰۰	۱۰۰۰	۲۵۰۰	۳۸۰۰
مهر	۷۰۰	۱۰۰۰	۲۵۰۰	۳۸۰۰
آبان	۷۰۰	۱۰۰۰	۳۲۰۰	۳۸۰۰
آذر	۸۰۰	۱۲۰۰	۳۲۰۰	۴۰۰۰
دی	۸۰۰	۱۳۰۰	۳۲۰۰	۴۰۰۰
بهمن	۸۰۰	۱۵۰۰	۳۲۰۰	۴۰۰۰
اسفند	۸۰۰	۱۵۰۰	۳۲۰۰	۴۰۰۰

تغییر پذیری سالانه قیمت سنگ به صورت زیر به دست می آید:

$$\sigma = \sqrt{n} \sqrt{\text{var}\left(\frac{S_{i+1}}{S_i}\right)}$$

کسر  $\frac{S_{i+1}}{S_i}$  نسبت تغییرات ماهانه قیمت سنگ و  $n = 12$  (تعداد ماه های سال) می باشد. با محاسبه عبارت فوق میزان تغییر پذیری برابر با  $\sigma = 30\%$  به دست می آید.

قیمت کنونی سنگ ( $S$ ): قیمت یک تن سنگ معامله شده در پایان اسفند ۹۹ به عنوان قیمت نقدی سنگ در نظر گرفته شده است.

تاریخ اعمال ( $T$ ): با انتخاب  $T = 1$  قراردادهای با تاریخ انقضای یک ساله تعریف شده است.

قیمت اعمال اختیار ( $E$ ): در این تحقیق قراردادهای اختیار معامله متنوعی با قیمت های اعمال متفاوت زیر تعریف شده است:

$$E = 4000, 4200, 4400, 4600, 4800, 5000$$

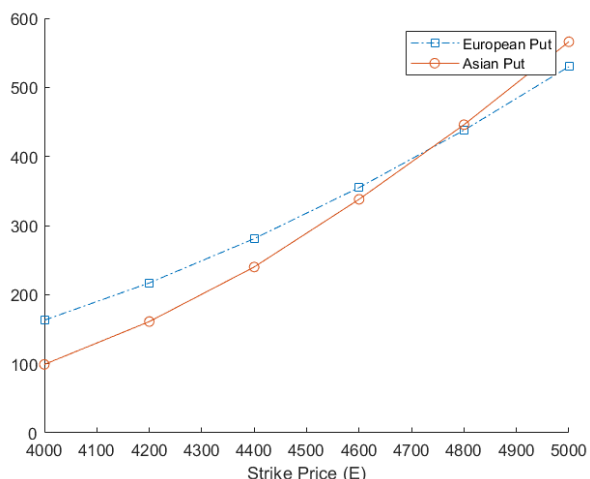
خریدار یا فروشنده سنگ می تواند با توجه به پیش بینی خود از آینده قیمت سنگ اقدام به خرید اختیار مورد نظر کند. از مدل بلک شولز معرفی شده استفاده کرده، قیمت اختیار با استفاده از پارامترهای فوق به دست می آید. در جدول ۲ قیمت اختیاراتهای معامله اروپایی خرید و فروش به ازای قیمت های اعمال مختلف که با استفاده از فرمول بلک شولز محاسبه شده اند نمایش داده شده است.

جدول ۲ - قیمت قراردادهای اختیار معامله اروپایی خرید و فروش به دست آمده توسط مدل بلک شولز

ارزش اختیار خرید	ارزش اختیار فروش	قیمت اعمال اختیار ( $E$ )
۸۸۸	۱۶۳	۴۰۰۰
۷۷۸	۲۱۷	۴۲۰۰
۶۷۹	۲۸۱	۴۴۰۰
۵۸۹	۳۵۵	۴۶۰۰
۵۰۸	۴۳۸	۴۸۰۰
۴۳۷	۵۳۰	۵۰۰۰

از آنجا تغییر پذیری قیمت محصول مورد نظر عدد نسبتاً بزرگی است، می توان انتظار داشت قراردادهای اختیار اروپایی از قیمت بالایی برخوردار باشند و این موجب دوری سرمایه گزاران از این گونه قراردادهای می شود. این در حالی است که قراردادهای آسیایی مشکل مذکور را نداشته و از جذابیت بالاتری برای سرمایه گزاران برخوردار خواهند بود. در جدول ۳ قیمت اختیارات خرید و فروش آسیایی مشابه، با میانگین حسابی و با قیمت اعمال ثابت نمایش داده شده است. قیمت ها از روش شبیه سازی مونت کارلو و با ۵۰۰۰ مسیر شبیه سازی شده به دست آمده اند.





شکل ۳- مقایسه قیمت اختیارات معامله اروپایی و آسیایی فروش نسبت به قیمت‌های اعمال متفاوت

در خصوص اختیاراتی فروش هم می‌توان نتیجه گرفت که در بیشتر موارد قیمت اختیار آسیایی، از نوع اروپایی مشابه، پایین‌تر است. در جدول ۴ قیمت یک اختیار آسیایی با قیمت اعمال شناور با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت کارلو محاسبه و نمایش داده شده است.

جدول ۴. قیمت قرارداد آسیایی با قیمت اعمال شناور

ارزش اختیار خرید	ارزش اختیار فروش
۴۷۹	۱۰۶

#### ۴-۵- جمع بندی و نتیجه گیری

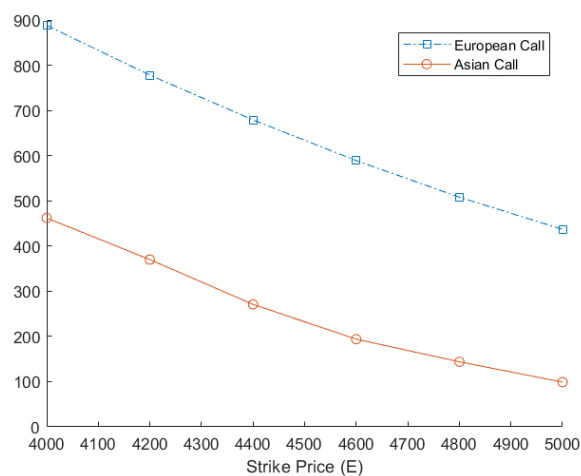
قراردادهای اختیار معامله را می‌توان نوعی بیمه دانست که به دارنده یک دارایی مانند سنگ، این امکان را می‌دهد که از افزایش قیمت دارایی خود در آینده بهره‌مند شود و همزمان ضرر ناشی از کاهش احتمالی قیمت در آینده را به صفر برساند. از طرف دیگر ایجاد بازار اختیار معامله می‌تواند باعث جذب سرمایه‌های خرد در بازار سنگ شده و این خود منجر به رونق تولید در این بخش خواهد شد. تعیین قیمت قرارداد (حق بیمه) از سازوکاری پیچیده تبعیت می‌کند که از موضوعات علم ریاضیات مالی است. در این پژوهش برخی قراردادهای اختیار معامله از نوع اروپایی و آسیایی را بر سنگ‌های ساختمانی و نما لرستان تعریف کردیم. سنگ‌ها از جنس چینی کوپ بوده که از یکی از معادن شهرستان دورود استخراج شده‌اند. تغییر پذیری (تلاطم) تاریخی قیمت سنگ را از تاریخچه ۴۸ ماهه معدن

جدول ۳- قیمت قرارداد آسیایی با قیمت اعمال ثابت و محاسبه

میانگین قیمت به صورت ماهانه

ارزش اختیار خرید	ارزش اختیار فروش	قیمت اعمال اختیار (E)
۴۶۲	۹۹	۴۰۰۰
۳۷۰	۱۶۱	۴۲۰۰
۲۷۱	۲۴۰	۴۴۰۰
۱۹۴	۳۳۸	۴۶۰۰
۱۴۴	۴۴۶	۴۸۰۰
۹۹	۵۶۶	۵۰۰۰

در شکل ۲ ارزش اختیاراتی خرید اروپایی و آسیایی مورد مقایسه قرار گرفته است. این مقایسه نشان می‌دهد اختیاراتی خرید آسیایی همواره نسبت به نوع اروپایی خود قیمت پایین‌تری دارند و لذا نسبت به نوع اروپایی برای سرمایه‌گذاران جذاب‌تر خواهند بود. در شکل ۳ ارزش اختیاراتی فروش اروپایی و آسیایی با هم مقایسه شده است.



شکل ۲- مقایسه قیمت اختیاراتی معامله اروپایی و آسیایی خرید نسبت به قیمت‌های اعمال متفاوت

[۱۰] سرحدی، ا. و طاهری مقدر، م.، "ارزیابی اقتصادی معدن مس چشمه رضایی در شرایط عدم قطعیت قیمت با استفاده از اختیارات حقیقی"، سومین کنفرانس معادن روباز ایران، کرمان، ۱۳۹۴.

[۱۱] امیری م.، میرزاپورباجان ا. و اکبری مقدم ب. "بررسی استراتژی سرمایه گذاری در قراردادهای اختیار معامله با روش قیمت گذاری بلک-شولز (مطالعه موردی: قراردادهای اختیار معامله سکه طلا در بورس کلای ایران)". دانش مالی تحلیل اوراق بهادار (مطالعات مالی)، دوره ۱۱، شماره ۴۰، زمستان ۱۳۹۷، ص ۴۷-۶۶.

[۱۲] کیمیاگر، ع.، آفریده ثانی، ا.، "ارائه یک روش تلفیقی جهت قیمت گذاری اختیار معامله مبتنی بر دو مدل بلک شولز و درخت دوتایی (مطالعه موردی بازار بورس سهام ایران)". نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، دوره ۱۹، شماره ۴، ۱۳۸۷، ص ۱۱۹-۱۲۷.

[۱۳] نجفی ح.، نیکجو ق.، سلمانی ک.، "ارائه الگویی برای قیمت گذاری اوراق سلف موازی نفتی بر اساس مدل قیمت گذاری اختیار معامله بلک شولز"، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۹، شماره ۳۶، پاییز ۱۳۹۷، ۳۳۷-۳۲۳.

[۱۴] رحمانی، م.، جعفریان ن.، "بررسی مدل بلک شولز کسری با توان هرست روی اختیار معامله اروپایی با هزینه های معاملاتی"، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۸، شماره ۳۲، پاییز ۱۳۹۶، ۶۲-۴۳.

[15] Cox, John C.; Ross, Stephen A.; Rubinstein, Mark (1979). Option pricing: A simplified approach, Journal of Financial Economics, Volume 7, Issue 3, September 1979, pp. 229-263.

[16] Black, Fischer; Scholes, Myron (1973). The Pricing of Options and Corporate Liabilities, Journal of Political Economy. 81 (3), pp. 637-654.

[17] Phelim Boyle, Mark Broadie and Paul Glasserman, Monte Carlo methods for security pricing, Journal of Economic Dynamics and Control, 1997, vol. 21, issue 8-9, pp. 1267-1321

[18] P Wilmott, Paul Wilmott Introduces Quantitative Finance, Wiley; 2nd edition, 2007.

[19] Bruce L. Gardner, Commodity Options for Agriculture, American journal of agricultural Economics, 59(5), December 1997, pp. 986-992.

[20] Purcell W.D., and Koontz S.R. Agricultural futures and options, principle and strategies, Second editions, Prentice Hall, New York, 2003.

[21] Zhang X. Study on venture capital investment risk avoiding base on option pricing in agricultural production and processing enterprises. Physics Procedia, 33, 2012, pp. 1580-1587.

[22] Adanacioglu H., The futures market in agricultural products and an evaluation of the attitude of farmers: A case study of cotton producers in Aydin Province in Turkey. Journal of Agricultural Economics, 1, 2011, pp. 58-64.

مذکور در بازه زمانی ابتدای ۹۶ تا پایان ۹۹ مورد استفاده قرار دادیم. از فرمول بلک شولز برای قیمت گذاری اختیارهای اروپایی و از روش شبیه سازی مونت کارلو برای محاسبه قیمت اختیارهای آسیایی استفاده کردیم. ارزش اختیار را به ازای قیمت های اعمال متنوع محاسبه نمودیم. مقایسه قیمت اختیارها نشان می دهد اختیارهای آسیایی نسبت به نوع اروپایی خود دارای قیمت پایین تر و در نتیجه جذابیت بیشتر برای سرمایه گذاران است.

## مراجع

[1] Aristotle (1999). Politics. Kitchener: Batoche Books.

[۲] هال، ج.، "مهندسی مالی و مدیریت ریسک"، (۲۰۱۴). ترجمه صالح آبادی، ع.، سیاح، س.، انتشارات کارگزاری مفید، ۱۳۹۷.

[۳] امجدی، ا.، حسینی یکانی، ع.، اهودی کلیجی، س.، "نقش بورس محصولات کشاورزی در پوشش ریسک (مطالعه موردی: محصولات کشاورزی منتخب)"، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و پنجم، شماره ۹۸، تابستان ۱۳۹۶.

[۴] شرافتمند، ح.، و همکاران، "مدیریت ریسک قیمت محصول خرما با استفاده از بازار آتی"، تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۴۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۶۰۱-۶۱۱.

[۵] تعمیدی، ه. و حمیدی، ت.، "تحلیل و بررسی قرارداد اختیار معامله در محصولات کشاورزی"، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۹۴-۱۰۵.

[۶] کشیری کلایی، ف. و حسینی یکانی، ع.، "بررسی اثرات وجود بورس کالا بر رقابت عرضه کنندگان پسته در ایران"، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۲-۴۷، شماره ۳ (۱۳۹۵)، ۵۸۱-۵۸۷.

[۷] امیری م.، و رضایی، "تحلیل سودآوری استراتژی معامله در بازار قرارداد اختیار معامله (مطالعه موردی: قرارداد اختیار معامله سکه طلا در بورس کلای ایران)"، فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه گذاری، سال هشتم، شماره سی ام، تابستان ۱۳۹۸، ص. ۹۴-۱۱۴.

[۸] عبدالهی عزت آبادی، م.، نجفی، ب.، "بررسی احتمال مشارکت و تجار در بازار آتی و اختیار معامله محصولات کشاورزی در ایران (مطالعه موردی: پسته)"، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال پانزدهم، شماره ۵۷، بهار ۱۳۸۶، ص. ۱۰۵-۱۳۰.

[۹] بور، م.، بصیری، م.، و خدایاری، ع. (۱۳۹۶). "ارزش گذاری طرح فولاد میانه به روش اختیارات حقیقی". مهندسی معدن، دوره ۱۲، شماره ۲۳، بهار ۱۳۹۶، ص ۱-۱۲.