



مقاله پژوهشی

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

مجتبی مرادی پور^۱، محمد حیاتی^{۲*}

۱- گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

۲- گروه مهندسی معدن، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

(دریافت: مرداد ۱۴۰۱، پذیرش: آذر ۱۴۰۱)

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 هم‌چنین آسیایی را بر روی سنگ‌های نما و ساختمانی لرستان تعریف می‌کنیم. سپس قیمت اختیارهای معامله خرید و فروش را به صورت منصفانه به دست می‌آوریم. از آنجاکه 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 اختیارهای معامله اروپایی افزایش یافته و به تبع آن جذابیت این قراردادها برای فعالین این حوزه کاهش یابد. استفاده از اختیارهای 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 پایین‌تر بوده و این قراردادها برای محصولات دارای جهش قیمتی مناسب‌تر هستند. محاسبه قیمت اختیارهای اروپایی با استفاده از فرمول بلک شولز و به آسانی صورت می‌گیرد در حالی که تعیین قیمت اختیارهای آسیایی مستلزم به‌کارگیری برخی روش‌های پیچیده عددی است. در این پژوهش از روش شبیه‌سازی مونت کارلو با ۵۰۰۰ مسیر برای محاسبه قیمت اختیارهای 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 فروردین ۹۶ تا اسفند ۹۹ استفاده می‌کنیم. اختیارهای معامله را به ازای قیمت‌های اعمال مختلف محاسبه می‌کنیم. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد اختیارهای خرید معامله آسیایی نسبت به نوع اروپایی خود قیمت پایین‌تری داشته، بنابراین برای سرمایه‌گذاران جذابیت بیشتری خواهند داشت.

کلمات کلیدی

اختیارهای معامله آسیایی، سنگ‌های ساختمانی، مدیریت ریسک

*عهده‌دار مکاتبات: hayati.m@lu.ac.ir

DOI: 10.22034/ANM.2022.2892

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^۱ نامیده می‌شود. اوراق مشتقه، دسته‌ای از اوراق بهادار هستند که ارزش آنها از یک دارایی دیگر گرفته (مشتق) می‌شود. اختیارات مالی معامله^۲، قراردادهای آتی^۳ و قراردادهای معاوضه‌ای^۴ مهم‌ترین نمونه‌های اوراق مشتقه هستند [۲]. 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 [۱] 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. باگذشت 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. درواقع 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. در قرن هفدهم میلادی این‌گونه قراردادهای 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 اختیارات مالی معامله دادوستد شده به همراه سایر اوراق مشتقه 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 دی‌ماه ۱۳۹۵ و قرارداد اختیار خرید و فروش زعفران نگیں از ۱۳۹۷ راه‌اندازی 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 بروس ال. گاردنر [۵] به بررسی قراردادهای اختیارات مالی معامله بر محصولات کشاورزی پرداخته شده است. کتاب Purcell W.D., and Koontz S.R. [۲۰] یک

مرجع مهم برای آشنایی با قراردادهای اختیار معامله و قراردادهای آتی بر روی محصولات کشاورزی است. در مقاله Zhang X. [۲۱] کاربرد اختیارات مالی معامله در پوشش ریسک محصولات کشاورزی مورد پژوهش قرار گرفته است. در مطالعه Adanacioglu H. [۲۲] 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 پژوهش نشان داد در صورت ایجاد بورس کالا، میزان صادرات استان‌هایی که هزینه ترابری و صادرات در آنها کمتر است افزایش پیدا می‌کند [۶].

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 دی‌ماه 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

این حوزه در کشور و به‌طور 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، به‌ویژه صنعت سنگ لرستان بررسی گردد. بررسی مطالعات گذشته نشان می‌دهد که رویکرد ارائه‌شده در این تحقیق در حوزه مسائل معدنی و به‌ویژه سنگ ساختمانی جدید است.

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 (پیش‌فروش) یک کالای خاص دانست.

۲-۱ - اختیاراتهای 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.

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 به‌منظور پوشش ریسک وارد این‌گونه معاملات می‌شوند و سفته‌بازان برای سود بیشتر (و در نتیجه تحمل ریسک بیشتر) مبادرت به خریدوفروش این اوراق می‌کنند. در بازار اختیار معامله چهار نوع معامله‌گر وجود دارد:

الف: خریداران اختیار خرید

۹۳ درصد از کشاورزان و پسته کاران قادر به درک نحوه کارکرد ابزارهای 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 پیشنهادهایی برای افزایش مشارکت در ابزارهای 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 تعریف‌شده بر سکه طلا با روش قیمت‌گذاری بلک-شولز مورد بحث و بررسی قراردادند [۱۱]. کیمیاگر 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 هرست 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 خریدوفروش 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 خریدوفروش آن استفاده کرد محصولات معدنی به‌ویژه سنگ‌های ساختمانی هستند که نقش مهمی در اقتصاد کشور دارند. در این راستا استان لرستان با داشتن منابع غنی سنگ ساختمانی، به‌عنوان 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 مشکلات فراوانی برای فعالین

ارائه شده است. مهم‌ترین مدل‌های قیمت‌گذاری اختیار معامله عبارت‌اند 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 (یک سبد مالی که سود ثابتی را صرف‌نظر از بالا یا پایین رفتن قیمت سهام نصیب ما سازد) سپس قیمت اختیار را با استفاده از مفروضات یادشده 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 موردنظر از فرایند تصادفی «حرکت براونی با رانش» پیروی کند. سایر مفروضات اساسی مدل بلک-شولز که به شرایط بازار کامل معروف هستند عبارت‌اند 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).

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 به‌طور 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 موردنظر 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 دوجمله‌ای یک استراتژی خنثی نسبت به ریسک تشکیل داده‌عامل تصادفی ریسک را حذف نموده و به یک معادله دیفرانسیل با مشتقات

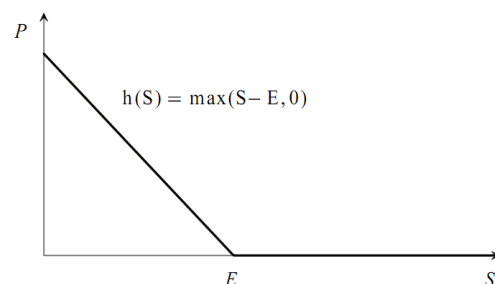
ب: فروشندگان اختیار خرید

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 قابل‌اعمال 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 با قیمت 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 به‌صرفه نخواهد بود و عایدی برابر صفر است؛ بنابراین ارزش یک اختیار خرید در زمان انقضا (T) برابر است با $\max\{S_T - E, 0\}$ به‌طور 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» نامیده می‌شود و ارزش اختیار فروش در زمان انقضا را بر حسب قیمت نقدی دارایی پایه نشان می‌دهد.



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. پرسش اساسی این است که قیمت یک قرارداد اختیار معامله چقدر باشد که خریدار اختیار و نویسنده اختیار (منتشرکننده اوراق اختیار) هیچ‌کدام متضرر نشوند. برای پاسخ به این پرسش مدل‌های ریاضی مختلفی

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

ب: اختیارهای آسیایی با قیمت اعمال شناور

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

$$h(S) = \max\{\bar{S} - S_T, 0\} \quad (5)$$

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 $\bar{S} - S_T$ است. در غیر این صورت اختیار اجرا نمی‌شود و تنها ضرر دارنده اختیار همان مبلغ اولیه خرید اختیار است. در هر دو حالت بالا، میانگین \bar{S} می‌تواند به مفهوم هندسی یا حسابی در نظر گرفته شود. همچنین میانگین موردنظر 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.

۳- 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:

$$\theta = E(g(X)) \quad (6)$$

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 θ را به صورت زیر تخمین می‌زنیم:

$$\hat{\theta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g(X_i) \quad (7)$$

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

جزئی به نام معادله بلک شولز دست می‌یابیم. جواب معادله بلک شولز عبارت است از [۲]:

$$P(S, t) = E e^{-r(T-t)} N(-d_2) - S N(-d_1) \quad (1)$$

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:

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

$$d_2 = \frac{1}{\sigma\sqrt{T-t}} \left[\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t) \right] \quad (3)$$

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

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 قیمت دارایی در تمام یا بخشی از طول مدت زمان عمر اختیار معامله بستگی دارد. از آنجاکه 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 قراردادها 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 تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف: اختیارهای آسیایی با قیمت اعمال ثابت

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

$$h(S) = \max\{E - \bar{S}, 0\} \quad (4)$$

که \bar{S} میانگین قیمت دارایی موردنظر تا زمان سررسید است. این اختیار زمانی اجرا می‌شود که قیمت اعمال اختیار

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 است:

$$h(S) = \max\left(\frac{1}{T} \int_0^T S(t) dt - E, 0\right) \quad (12)$$

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

$$\text{payoff}^n = \max\left(0, \frac{\sum_{i=1}^m S\left(\frac{iT}{m}\right)}{m} - E\right) \quad (13)$$

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

$$\text{Asian}_{\text{Call}} = e^{-rT} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{payoff}^i \quad (14)$$

پایاده‌سازی الگوریتم فوق در نرم‌افزار 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)
```

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:

$$dS(t) = \mu S(t)dt + \sigma S(t)dW(t) \quad (8)$$

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

$$S(T) = S(t) \exp\left(\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t) + \sigma(W(T) - W(t))\right) \quad (9)$$

از آنجاکه نمونه‌های فرایند تصادفی $W(t)$ دارای توزیع احتمال نرمال هستند؛ در زمان $t = 0$ رابطه (۱۰) را داریم:

$$S(T) = S(0) \exp\left(\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \sigma\sqrt{T}X\right) \quad (10)$$

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

$$e^{-rT} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \max(E - S_T^i) \quad (11)$$

که در آن S_T^i از رابطه فوق و با جایگذاری نمونه تصادفی X_n به جای X به دست آمده است. الگوریتم فوق در نرم‌افزار متلب به صورت زیر پایاده‌سازی 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)
```

۴- وضع قرارداد اختیار معامله بر سنگ‌های ساختمانی و نما لرستان

ایجاد بازار قراردادهای اختیار معامله مستلزم شرایطی است که در زیر به مهم‌ترین آنها اشاره می‌شود:
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 منطقه‌ای وجود دارد.

ج) با توجه به اصل عدم آربیتراژ، لازم است در خصوص یک محصول مشخص سنگ هیچ‌گونه 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) شرکت‌های بیمه خصوصی یا دولتی از این قراردادها استقبال کرده و بتوانند به‌عنوان نویسنده قراردادها وارد عمل شوند.

۴-۱- مزایای وضع قراردادهای اختیار معامله بر سنگ‌های ساختمانی و تزئینی

در صورت برقراری شرایط فوق، صنعت سنگ‌های ساختمانی می‌تواند از مزایای زیر بهره‌مند شود:

- ایجاد بازار اختیارهای معامله تا حد بسیار زیادی موجب پوشش ریسک قیمت سنگ برای معدنکاران، صنعتگران و تجار این بخش خواهد شد.
 - ایجاد بازار اختیار معامله باعث جذب سرمایه‌های خرد در بازار سنگ خواهد شد و این خود منجر به رونق تولید در این بخش خواهد شد.
 - ایجاد بازار اختیار معامله می‌تواند توجه شرکت‌های 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 بهره‌مند خواهند شد. از جمله این مزایا می‌توان به شفافیت در قیمت‌گذاری، بازاریابی، برند سازی و توسعه صادرات اشاره کرد.
- با توجه به اینکه ابزارهای مالی مطرح شده در این پژوهش در چند سال گذشته در بازار طلا و زعفران در کشور با

موفقیت مورد استفاده قرار گرفته‌اند می‌توان پیش‌بینی کرد این ابزارها به زودی در بازارهای مختلف محصولات کشاورزی و در صنایع گوناگون معدنی از جمله صنعت سنگ تعریف شوند؛ لذا استان لرستان می‌تواند به‌عنوان پایلوت در این طرح مطرح شده و فعالان سنگ استان از مزایای آن بهره‌مند گردند.

۴-۲- محاسبه قیمت منصفانه اختیارهای معامله

در این بخش قراردادهای اختیار معامله اروپایی و آسیایی تعریف شده بر سنگ‌های 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 عبارت‌اند از:

نرخ بهره بدون ریسک (r): در این پژوهش مقدار نرخ بهره بانکی سالانه برابر ۲۰ درصد در نظر گرفته شده است (r = ۰.۲۰).

تغییرپذیری قیمت محصول (σ): تاریخچه قیمت هر تن سنگ را در یک دوره چهارساله بررسی کرده و تغییرپذیری را در مدت مذکور به دست می‌آوریم. سنگ‌ها از نوع چینی کوپ بوده و از یکی از معادن شهرستان دورود استحصال شده‌اند. قیمت‌های مذکور در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.

جدول ۱: هر تن سنگ برحسب هزار تومان

سال ماه	۹۶	۹۷	۹۸	۹۹
فروردین	۶۰۰	۸۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰
اردیبهشت	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

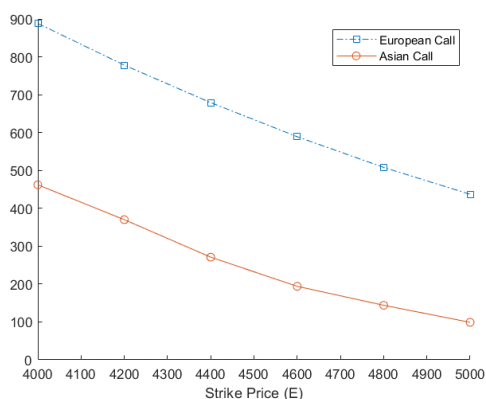
تغییرپذیری سالانه قیمت سنگ به صورت زیر به دست می‌آید:

است. قیمت‌ها از روش شبیه‌سازی مونت کارلو و با ۵۰۰۰ مسیر شبیه‌سازی شده به دست آمده‌اند.

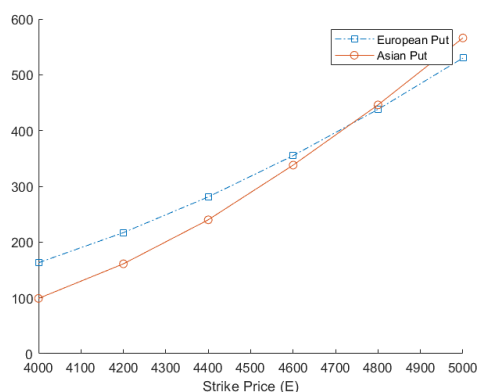
جدول ۳: قیمت قرارداد آسیایی با قیمت اعمال ثابت و محاسبه میانگین قیمت به صورت ماهانه

ارزش اختیار خرید	ارزش اختیار فروش	قیمت اعمال اختیار (E)
۴۶۲	۹۹	۴۰۰
۳۷۰	۱۶۱	۴۲۰
۲۷۱	۲۴۰	۴۴۰
۱۹۴	۳۳۸	۴۶۰
۱۴۴	۴۴۶	۴۸۰
۹۹	۵۶۶	۵۰۰

در شکل ۲ ارزش اختیارهای خرید اروپایی و آسیایی مورد مقایسه قرار گرفته است. این مقایسه نشان می‌دهد اختیارهای 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 اختیارهای فروش اروپایی و آسیایی با هم مقایسه شده است.



شکل ۲: مقایسه قیمت اختیارهای معامله اروپایی و آسیایی خرید نسبت به قیمت‌های اعمال متفاوت



شکل ۳: مقایسه قیمت اختیارهای معامله اروپایی و آسیایی فروش نسبت به قیمت‌های اعمال متفاوت

$$\sigma = \sqrt{n} \sqrt{\text{var}\left(\frac{S_{i+1}}{S_i}\right)} \quad (15)$$

کسر $\frac{S_{i+1}}{S_i}$ نسبت تغییرات ماهانه قیمت سنگ و $n = 12$ (تعداد ماه‌های سال) است. با محاسبه عبارت فوق میزان تغییرپذیری برابر با $\sigma = 30\%$ به دست می‌آید.

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 قیمت‌های اعمال متفاوت زیر تعریف شده است:

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

خریدار یا فروشنده سنگ می‌تواند با توجه به پیش‌بینی خود از آینده قیمت سنگ اقدام به خرید اختیار موردنظر کند. از مدل بلک شولز معرفی شده استفاده کرده، قیمت اختیار با استفاده از پارامترهای فوق به دست می‌آید. در جدول ۲ قیمت اختیارهای معامله اروپایی خرید و فروش به ازای قیمت‌های اعمال مختلف که با استفاده از فرمول بلک شولز محاسبه شده‌اند نمایش داده شده است.

جدول ۴: 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	۴۰۰
۷۷۸	۲۱۷	۴۲۰
۶۷۹	۲۸۱	۴۴۰
۵۸۹	۳۵۵	۴۶۰
۵۰۸	۴۳۸	۴۸۰
۴۳۷	۵۳۰	۵۰۰

از آنجا تغییرپذیری قیمت محصول موردنظر عدد نسبتاً بزرگی است، می‌توان انتظار داشت قراردادهای اختیار اروپایی از قیمت بالایی برخوردار باشند و این موجب دوری سرمایه‌گذاران از این گونه قراردادها می‌شود. این در حالی است که قراردادهای آسیایی مشکل مذکور را نداشته و از جذابیت بالاتری برای سرمایه‌گذاران برخوردار خواهند بود. در جدول ۳ قیمت اختیارهای خرید و فروش آسیایی مشابه، با میانگین حساسی و با قیمت اعمال ثابت نمایش داده شده

Commodities Exchange in Risk Hedging (Case Study: Selected Agricultural Products). *Journal of Agricultural Economics and Development*. 25(98): 1-18 (In Persian).

[4] Sharafatmand, H., et al., (2014). Price Risk Management of Date Products Using Futures Market. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*. 45(4): 601-611 (In Persian).

[5] Ta'midi, H., Hamidi, T., (2015). Analysis and Study of Option Contracts in Agricultural Products. *Agricultural and Development Economics*. 29(1): 94-105, (In Persian).

[6] Kashiri Kalai, F., Hosseini Yekani, A., (2016). The Effect of the Existence of a Commodity Exchange on the Competition of Pistachio Suppliers in Iran. *Agricultural Economics and Development Research in Iran*. 47-2(3): 581-587 (In Persian).

[7] Amiri, M., and Rezaei, H. (2019). Profitability analysis of trading strategy in the options market (Case study: Gold coin options contract on Iran Commodity Exchange). *Journal of Investment Knowledge*. 8(30):94-114 (In Persian).

[8] Abdollahi Ezzatabadi, M., and Najafi, B. (2007). Investigation of the probability of participation of traders in the futures and options market for agricultural products in Iran (Case study: Pistachio). *Agricultural Economics and Development*, 15(57):105-130 (In Persian).

[9] Boor, M., Basiri, M., and Khodayari, A. (2017). Valuation of the Steel Mid-project using Real Options Approach. *Mining Engineering* 12(23):12-21 (In Persian).

[10] Sarhadi, A., and Taheri Moghaddam, M. (2015). Economic Evaluation of Cheshme Rezaei Copper Mine under Price Uncertainty using Real Options. 3rd Iranian Open Pit Mining Conference. Kerman (In Persian).

[11] Amiri, M., Mirzapour Babajani, A., and Akbari Moghadam, B. (2018). Investment Strategy Evaluation in Commodity Options Contracts Using Black-Scholes Pricing (Case Study: Gold and Silver Options Contracts on the Iran Commodity Exchange). *Financial Securities Analysis (Financial Studies)*, 11(40):47-66 (In Persian).

[12] Kimiagar, A., Afrideh Sani, A., (2008). Proposing a Hybrid Method for Pricing Options Contracts Based on the Black-Scholes and Binomial Tree Models (Case Study: The Iranian Stock Market). *International Journal of Industrial Engineering and Production Management*, Vol. 19(4), 119-127, (In Persian).

[13] Najafi, H., Nikjoo, G., Salmani, K., (2018). A Model for Pricing Parallel Crude Oil Futures Based on the Black-Scholes Options Pricing Model.

در خصوص اختیارهای 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

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

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. تغییرپذیری (تلاطم) تاریخی قیمت سنگ را از تاریخچه ۴۸ ماهه معدن مذکور در بازه زمانی ابتدای ۹۶ تا پایان ۹۹ مورد استفاده قرار دادیم. از فرمول بلک شولز برای قیمت‌گذاری اختیارهای اروپایی و از روش شبیه‌سازی مونت کارلو برای محاسبه قیمت اختیارهای آسیایی استفاده کردیم. ارزش اختیار را به ازای قیمت‌های اعمال متنوع محاسبه نمودیم. مقایسه قیمت اختیارها نشان می‌دهد اختیارهای آسیایی نسبت به نوع اروپایی خود دارای قیمت پایین‌تر و در نتیجه جذابیت بیشتر برای سرمایه‌گذاران است.

مراجع

- [1] Aristotle (1999). *Politics*. Kitchener: Batoche Books .
- [2] Hull, J., (2018). *Financial engineering and risk management*. Translated by Salehabadi A., and Sayyah, S. Mofid Broker Publications, (In Persian).
- [3] Amjadi A, Hosseini Yekani, A., Ahvadi Kaliji, S., (2017). *The Role of Agricultural*

security pricing, *Journal of Economic Dynamics and Control*. 21(8-9):1267-1321

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

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

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

[21] Adanacioglu H., (2011). 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*, 1:58-64,.

Financial Engineering and Securities Management. 9(36): 323-337 (In Persian).

[14] Rahmani, M., Jafarian, N., (2017). Investigating the Heston Fractional Black-Scholes Model on European Option with Transaction Costs. *Financial Engineering and Securities Management*. 8(32): 43-62 (In Persian).

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

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

[17] Phelim Boyle, Mark Broadie and Paul Glasserman (1997). Monte Carlo methods for

⁴ Swap

⁵ Payoff function

⁶ Brownian motion with drift

¹ Derivatives

² Options

³ Future contract