

قیمت گذاری قراردادهای اختیار معامله با روش های بلک- شولز، بونس و دو جمله‌ای (مطالعه موردی: قراردادهای اختیار معامله سکه طلا در بورس کالای ایران)

مهدیه امیری^۱

چکیده

هدف این پژوهش، بررسی قیمت گذاری قراردادهای اختیار معامله سکه طلا بر اساس مدل های "بلک - شولز"، بونس و دو جمله‌ای در بازه زمانی دی‌ماه ۱۳۹۵ تا شهریورماه ۱۳۹۶ به تفکیک هر سررسید و مقایسه آن با قیمت اختیار معامله در بورس کالای ایران، به منظور تصمیم گیری سرمایه گذاران مبنی بر اخذ موقعیت خرید یا فروش اختیار معامله می‌باشد.

به منظور محاسبه قیمت اختیار معامله سکه طلا در بورس کالای ایران، نوسان قیمت سکه در بازار به روش گارچ برآورد و به‌عنوان یک متغیر در مدل های قیمت گذاری مذکور لحاظ شده است. مقایسه قیمت گذاری قراردادهای اختیار معامله خرید نیز نشان می‌دهد، در تمامی قیمت‌های اعمال مذکور در تمامی روزهای سرمایه گذاری، قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز بالاتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس بر مدل بونس بوده است.

مقایسه قیمت گذاری قراردادهای اختیار معامله فروش حاکی است، در سطوح مختلف قیمت اعمال، در سطح قیمت اعمال ۱۲۷۵۰۰۰۰ ریال، در تمامی روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز کمتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس بر مدل دو جمله‌ای بوده است.

واژگان کلیدی: اختیار معامله، مدل بلک - شولز، مدل بونس، مدل دو جمله‌ای، مدل

بونس

طبقه‌بندی موضوعی: G11

۱- مقدمه

فعالان بازارهای سرمایه به دلیل شرایط حاکم بر بازارها، نوسانات و عدم اطمینان از وضعیت آتی بازار، همواره با ریسک‌هایی مواجه هستند که ممکن است آنها را در معرض زیان قرار دهد. برای این منظور همواره تلاش بر این بوده است که راهکارهای مناسبی برای پوشش ریسک‌های ناشی از نوسان قیمت‌ها، اتخاذ شود و به عبارتی ریسک‌های پیش‌روی فعالان بازار سرمایه مدیریت شوند. یکی از ابزارهایی که در دنیا، در راستای این هدف ایجاد شده، اوراق مشتقه است و یکی از مهم‌ترین ابزارهای مشتقه در بازارهای مالی، قراردادهای آتی^۲ و قراردادهای اختیار معامله^۳ می‌باشند.

طی سال‌های اخیر تا حدود زیادی به ابزارهای مشتقه در بازار سرمایه ایران نیز، توجه شده و در همین راستا معاملات قراردادهای آتی سکه طلا در بورس کالا از تاریخ ۱۳۸۷/۹/۵ آغاز گردید و همچنین در مورخ ۱۳۹۵/۹/۲۴، بورس کالای ایران برای نخستین بار در بازار سرمایه، ابزار معاملات قراردادهای اختیار معامله را بر روی سکه طلا راه اندازی کرد که البته در ابتدا تنها قراردادهای اختیار معامله خرید سکه طلا فعال شد و به دنبال استقبال فعالان بازار از این ابزار مشتقه، قرارداد اختیار معامله فروش سکه نیز در مورخ ۱۳۹۵/۱۰/۸ همانند قرارداد اختیار خرید با سبک اعمال اروپایی راه‌اندازی گردید.^۴

با توجه به نو پا بودن بازار اختیار معامله در ایران، تاکنون، پژوهشی در خصوص قیمت‌گذاری در بازار قراردادهای اختیار معامله صورت نگرفته است و نیاز به انجام پژوهش در این حوزه کاملاً احساس می‌گردد. لذا مقاله حاضر به دنبال این است که قیمت‌های تئوریک اختیار معامله را تحت مدل‌های "بلک - شولز"، بونس و دو جمله‌ای، محاسبه نماید.

در این راستا، در این مقاله، ضمن بررسی مبانی نظری و مدل قیمت‌گذاری، قیمت‌های تئوریک اختیار معامله در بورس کالا را به تفکیک قراردادهای اختیار معامله خرید و فروش و به تفکیک سطوح مختلف قیمت‌های اعمال هر اختیار معامله تحت مدل‌های "بلک - شولز"، بونس و دو جمله‌ای محاسبه می‌نماید و در نهایت قیمت‌های مذکور با قیمت اختیار معامله سکه طلا در بورس کالا مقایسه می‌گردد.

2. Futures contract

3. Options contract

۴. دارای پایه قرارداد اختیار معامله همانند دارایی پایه قراردادهای آتی، سکه طلای بورس کالای ایران، سکه امامی ضرب سال ۸۶ در نظر گرفته شده است.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش:

۱-۲- مبانی نظری:

در این بخش، ضمن تبیین انواع قرارداد های اختیار معامله، مدل قیمت گذاری بلک- شولز معرفی می گردد.

۲-۱-۱- قرارداد اختیار معامله

به طور کلی دو نوع قرارداد اختیار معامله وجود دارد:

۲-۱-۱-۱- قرارداد اختیار خرید^۵: این قرارداد به دارنده آن، این حق را می دهد تا دارایی را در تاریخ معینی و با قیمت مشخصی خریداری نماید.

۲-۱-۱-۲- قرارداد اختیار فروش^۶: این قرارداد به دارنده آن، حق فروش یک دارایی در تاریخ معین و با قیمت مشخص را می دهد. تاریخی را که قرارداد معین می کند، به "تاریخ انقضا"، "تاریخ اعمال"، "تاریخ توافقی" یا "سررسید"^۷ معروف است. قیمت تعیین شده در قرارداد تحت عنوان "قیمت اعمال" یا "قیمت توافقی"^۸ نامیده می شود.

اختیار معامله می تواند آمریکایی یا اروپایی باشد. تفاوت این دو نوع اختیار معامله ربطی به منطقه جغرافیایی ندارد. اختیار معامله آمریکایی^۹ در هر زمان از طول دوره عمر قرارداد تا تاریخ انقضا یا در تاریخ سررسید قابل اعمال است، ولی اختیار معامله اروپایی^{۱۰} تنها در تاریخ انقضای آن قابل اعمال است. (هال، ۱۳۸۴: ص ۳۰۴)

در هر یک از قراردادهای اختیار فروش و اختیار خرید، فروشنده اختیار معامله مبلغی را تحت عنوان قیمت اختیار^{۱۱} از طرف مقابل بابت اختیاری که به او می دهد دریافت می کند.

در بازارهای اختیار معامله چهار نوع معامله گر وجود دارد:

-
5. Call Option
 6. Put Option
 7. Exercise date or expiration date or maturity
 8. Exercise price (strike price)
 9. American option
 10. European option
 11. Premium

- خریدار اختیار خرید
- فروشنده اختیار خرید
- خریدار اختیار فروش
- فروشنده اختیار فروش

منظور از خریداران، معامله گرانی هستند که موقعیت خرید و منظور از فروشندگان، افرادی هستند که موقعیت فروش اتخاذ کرده اند. فروش یک اختیار را "صدور حق اختیار معامله" نیز می گویند. (هال، ۱۳۸۴: ص ۳۴-۳۵)

۲-۲- پیشینه پژوهش:

با توجه به نوپا بودن ابزار مشتقه اختیار معامله در ایران، تاکنون پژوهشی با موضوع این تحقیق در ایران صورت نگرفته است. اما تعدادی از تحقیقاتی که در حوزه های مشابه در خارج و داخل ایران صورت گرفته است، به شرح ذیل می باشد:

الف) مطالعات خارجی:

- هریس^{۱۲} در سال ۲۰۱۸ در مقاله ای تحت عنوان "قیمت گذاری قراردادهای اختیار معامله به سبک اروپایی" به بررسی قیمت گذاری قراردادهای اختیار معامله به سبک اروپایی تحت مدل بلک شولز پرداخته است. در این مقاله تنها به بررسی معادلات و روابط ریاضی و پارامترهای قیمت گذاری در مدل بلک شولز پرداخته است. همچنین در قیمت گذاری اختیار معامله به جای توابع چگالی احتمال از توابع احتمال بیزی استفاده گردیده است.
- لونیس پاپانتونیس^{۱۳} در سال ۲۰۱۶ در مقاله ای تحت عنوان "بررسی نوسانات در قیمت گذاری اختیار معامله به روش گارچ"، به بررسی نوسان قیمت اختیار در قراردادهای اختیار معامله به سبک اروپایی به روش گارچ پرداخته است.
- رودیگر کیسل^{۱۴} و همکاران در سال ۲۰۱۷ در مقاله ای تحت عنوان "قیمت گذاری قراردادهای اختیار معامله و پیش بینی ریسک" به بررسی قیمت گذاری اختیار معامله، تحت مدل های هستون و بلک شولز، ریسک نوسانات قیمت اختیار سهام در بورس آلمان و

12 Harris

13 Ioannis Papantonis

14 Rüdiger Kiesel

پیش‌بینی نوسانات به روش گارچ، بر اساس آمار سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۹ (با فرض ریسک‌گریز بودن سرمایه‌گذاران) پرداخته‌اند.

- پیتر کارر^{۱۵} و همکاران در سال ۲۰۱۶ در مقاله‌ای تحت عنوان "تجزیه و تحلیل نوسانات ریسک قیمت اختیار در بازار معاملات قراردادهای اختیار معامله"، به بررسی یک چارچوب جدید برای قیمت گذاری قیمت اختیار در بازار معاملات قراردادهای اختیار معامله بورس نیویورک، به منظور پوشش ریسک سرمایه‌گذاران در این بازار در برابر نوسانات قیمت‌ها پرداخته‌اند. در این مقاله قراردادهای اختیار معامله به سبک اروپایی مورد بررسی قرار گرفته است.
- زیاتیان وانگ^{۱۶} در سال ۲۰۱۵ در مقاله‌ای تحت عنوان "قیمت گذاری قراردادهای اختیار و پوشش ریسک از طریق اتخاذ استراتژی‌های ترکیبی" به بررسی قیمت گذاری و اتخاذ سیاست‌های ترکیبی قراردادهای اختیار معامله سهام و همچنین رابطه بین مقیاس پرتفوی سهام و پوشش ریسک در بورس چین پرداخته است و نتایج حاکی است که اتخاذ سیاست‌های ترکیبی نسبت به سیاست‌های ساده و بدون پوشش، موجب کاهش ریسک می‌گردد.
- محمد شراز^{۱۷} و همکاران در سال ۲۰۱۳، در مقاله‌ای تحت عنوان "بررسی نوسانات ضمنی در مدل "بلک- شولز"، نوسانات ضمنی در قیمت گذاری اختیار معامله تحت مدل "بلک - شولز" را، به روش گارچ بررسی نموده‌اند.

ب) مطالعات داخلی :

- فاطمه قاسمی در سال ۱۳۹۳ در مقاله‌ای تحت عنوان "ارائه مدل قیمت گذاری قرارداد اختیار خرید در مالی اسلامی"، به بررسی ارائه مدلی برای قیمت گذاری قرارداد اختیار خرید در حوزه دین اسلام پرداخته شده است. برای ورود به بحث قیمت گذاری این قرارداد در مدل "بلک - شولز" ابتدا به بررسی روش ریاضی استخراج "مدل بلک- شولز" و فلسفه ورود نرخ بهره در این مدل پرداخته است. سپس مشخص گردید فرض پوشش کامل ریسک که

15 Peter Carr

16 Xiao-Tian Wang

17 Muhammad Sheraz

در این مدل در نظر گرفته شده است، توجیهی برای ورود نرخ بهره بوده است. با نقض این فرض و بررسی مدل‌های قیمت‌گذاری قبل از بلک شولز، مدل مناسب قیمت‌گذاری برای این قرارداد مطابق با مدل بونس ارائه گردید.

- میرزا پور و بهرامی در سال ۱۳۹۲ در مقاله‌ای تحت عنوان " اثر سررسید در قراردادهای آتی سکه بهار آزادی مورد معامله در بورس کالای ایران (IME)", با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) و روش داده‌های تلفیقی (Panel Data)، در فاصله زمانی ۱۳۸۷/۰۹/۰۵ تا ۱۳۹۱/۰۶/۳۱، فرضیه ساموئلسون، موسوم به اثر سررسید را برای قراردادهای آتی سکه بهار آزادی مورد معامله در بورس کالای ایران، آزمون نموده‌اند. بر اساس این فرضیه، نوسان قیمت قراردادهای آتی با نزدیک شدن به سر رسید آن‌ها بیشتر می‌شود. نتایج حاکی از آن است که اثر سررسید در قراردادهای آتی مورد بررسی، بسیار ضعیف می‌باشد و از ۲۹ قرارداد آزمون شده، فقط در ۵ قرارداد وجود چنین اثری قابل پذیرش است.
- احمدپور و نیکزاد در سال ۱۳۹۰ در مقاله‌ای تحت عنوان "بررسی رابطه بین قیمت‌های نقد و آتی سکه طلا در بورس کالای ایران"، به بررسی رابطه بین دو بازار نقد و آتی سکه طلا در ایران به دوروش گارچ دو متغیره و آزمون یوهانسون با استفاده از داده‌های آذر ۸۷ تا اسفند ۸۸ پرداخته‌اند و با توجه به نتایج آزمون یوهانسون، وجود یک رابطه بلند مدت بین قیمت‌های بازار نقد و قیمت‌های بازار آتی سکه طلا در ایران و همچنین شواهدی مبنی بر اینکه، بازار آتی هدایت‌کننده بازار نقد می‌باشد، به دست آمده است.
- کیمیاگری و آفریده ثانی در سال ۱۳۸۷ در مقاله‌ای تحت عنوان " ارائه یک روش تلفیقی جهت قیمت‌گذاری اختیار معامله مبتنی بر دو مدل "بلک-شولز" و "درخت دوتایی"، به بررسی قیمت‌گذاری اختیار معامله تحت مدل "بلک-شولز" و درخت دوتایی پرداخته‌اند. آنالیز مدل‌ها در مقاله نشان می‌دهد که مدل "بلک - شولز" مدلی مناسب، جهت قیمت‌گذاری اختیار معامله سهم‌های با volatility پایین و مدل درخت دوتایی، مدلی مناسب جهت قیمت‌گذاری سهم‌ها با volatility بالا می‌باشد.
- پورحیدی در سال ۱۳۷۸ در مقاله‌ای تحت عنوان " الگوی قیمت‌گذاری برگه‌های اختیار معامله"، سه مدل قیمت‌گذاری اختیار معامله اوراق بهادار، شامل مدل توزیع یکنواخت قیمت سهام، مدل توزیع دو جمله‌ای قیمت سهام و مدل توزیع نرمال لگاریتمی را بررسی نموده است، در این مقاله به تبیین و تشریح مدل‌های مذکور پرداخته است.

- اسلامی بیدگلی و اردکانی در سال ۱۳۷۵ در مقاله ای تحت عنوان "تئوری قیمت گذاری اختیار معامله"، به بررسی مفروضات و مباحث ریاضی مدل "بلک- شولز" در قیمت گذاری قراردادهای اختیار معامله و کاربرد آن در بازارهای مالی پرداخته اند.
- با توجه به اینکه در دوره زمانی مربوط به مطالعات مذکور، قراردادهای اختیار معامله در ایران وجود نداشته است، لذا داده های مربوط به قیمت حق اختیار در ایران موجود نبوده و تحقیقی در این خصوص صورت نگرفته است. در این تحقیق، داده های مربوط به قیمت حق اختیار سکه طلا در بورس کالا ایران برای اولین بار در این کشور به منظور قیمت گذاری قراردادهای اختیار معامله تحت مدل های بلک- شولز، بونس و دو جمله ای، مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد.

۳- روش شناسی پژوهش :

در این پژوهش، با توجه به قیمت پایانی اختیار معامله سکه طلا در بورس کالا در بازه زمانی ۸ دی ماه ۱۳۹۵ تا ۲۰ شهریور ماه ۱۳۹۶ (۲۰۰ روز کاری بورس کالای ایران)، قیمت تئوریک اختیار معامله سکه طلا برای قراردادهای اختیار معامله خرید و هم قراردادهای اختیار معامله فروش به تفکیک هر سطح از قیمت اعمال تحت مدل "بلک- شولز" می گردد و در نهایت، با قیمت بازار مقایسه می شود. بدین منظور نوسان پذیری قیمت سکه در بورس به روش گارچ (واریانس ناهمسانی شرطی خود توضیحی تعمیم یافته (GARCH)) برآورد و به عنوان یک متغیر در مدل "بلک- شولز" لحاظ می گردد.

در نهایت قیمت تخمینی به روش مدل بلک شولز با قیمت های تئوریک اختیار معامله که توسط مدل های بونس و دو جمله ای، تخمین زده شده است، مقایسه می گردد. (به تفکیک قراردادهای اختیار معامله خرید و قراردادهای اختیار معامله فروش و در سطوح قیمت های اعمال مختلف، این قیمت ها محاسبه و مقایسه می گردند.)

در این پژوهش، قراردادهای اختیار معامله به سبک اروپایی بوده و فرض بر این است سرمایه گذاران قرارداد اختیار معامله خود را اعمال نمی نمایند. یعنی قبل از اتمام سررسید اختیار معامله، با اتخاذ موقعیت معاملات معکوس، به سرمایه گذاری خود پایان می دهند.

برای بررسی نوسانات قیمت نقدی سکه، از روش گارچ و برای قیمت گذاری قرارداد اختیار معامله از روش بلک- شولز، بونس و دو جمله ای استفاده شده است. داده های مورد استفاده در این

مقاله شامل قیمت‌های نقدی و اعمال سکه بهار آزادی می‌باشد. قیمت‌های اعمال از پایگاه اطلاع رسانی بورس کالای ایران و قیمت‌های نقدی از اتحادیه صنف سازندگان و فروشندگان طلای تهران اخذ گردیده است.

همچنین به منظور قیمت گذاری تحت مدل بلک - شولز، لازم است واریانس ارزش دارایی تضمین شده (σ^2)، محاسبه گردد. بدین منظور نوسانات قیمت نقدی سکه به روش گارچ با استفاده از نرم افزار 9 views تخمین زده شده است.

همچنین قیمت گذاری اختیار معامله سکه طلا به روش بلک شولز و بونس با استفاده نرم افزار متلب ۲۰۱۶ انجام شده است.

برای قیمت گذاری قرارداد اختیار معامله به روش دو جمله ای از محیط نرم افزاری DeriveaGem2 استفاده شده است.

۴- مدل‌های قیمت گذاری اختیار معامله و روش برآورد:

۴-۱- مدل قیمت گذاری بلک - شولز:

فرمولهای بلک- شولز برای قیمت های اختیار معامله از نوع اروپایی که سود پرداخت نمی کنند، عبارت است از:

رابطه ۱

$$C = S_0 N(d_1) - Ke^{-rT} N(-d_2)$$

رابطه ۲

$$P = Ke^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$

رابطه ۳

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

رابطه ۴

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

(هال، ص ۴۴۰)

۴-۱-۱-۳- نرخ بهره بدون ریسک (r):

بازدهی مربوط به اوراق بهادار بدون ریسک (اوراق قرضه یا حسابهای سپرده) را نرخ بهره بدون ریسک می نامند. به عبارت دیگر نرخ بهره، آن بازدهی است که می تواند توسط یک سپرده گذاری بدون ریسک حاصل شود.

با توجه به اینکه نرخ بهره متعلقه به حساب های سپرده ای در بانک های ایران طی دوره مورد بررسی تحقیق ۲۰ درصد بوده است، نرخ بهره بدون ریسک ۲۰ درصد در نظر گرفته شده است.

۴-۱-۱-۴- زمان سررسید اختیار معامله یا مدت زمان باقی مانده تا زمان سررسید (T):

تعداد روز باقی مانده تا سررسید هر اختیار معامله خرید یا فروش به تفکیک هر سررسید (بر حسب سال) به عنوان متغیر زمان در این تحقیق لحاظ گردیده است.

۴-۱-۱-۵- تخمین واریانس ارزش دارایی تضمین شده (σ^2):

بدین منظور بررسی نوسان قیمت سکه در بورس کالا به روش گارچ (واریانس ناهمسانی شرطی خود توضیحی تعمیم یافته (GARCH))^{۱۸} برآورد و به عنوان یک متغیر در مدل "بلک-شولز" لحاظ می گردد.

مدل $GARCH(p, q)$ که در آن p مرتبه σ^2 (واریانس) و q مرتبه ε^2 (خطا) را در

این مدل نشان می دهد، به صورت زیر نشان داده می شود:

رابطه ۵

$$\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + \dots + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_p \sigma_{t-p}^2 = \sigma_t^2$$

حالت ساده مدل گارچ $GARCH(1, 1)$ عبارتست از:

رابطه ۶

$$\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 = \sigma_t^2$$

در رابطه ۶ چون خطاها با یک وقفه و واریانس نیز با یک وقفه وارد شده اند، آن را $GARCH$

(1,1)، نشان می دهیم. (سوری، ۱۳۹۲: ص ۵۴۶)

نتایج تخمین مدل گارچ برای قیمت سکه طلا در بازار نقدی در دوره مورد بررسی تحقیق، در

پیوست شماره ۱۱ ارائه شده است:

لذا مدل گارچ برای قیمت سکه طلا در بازار نقدی ایران به شرح ذیل می باشد:

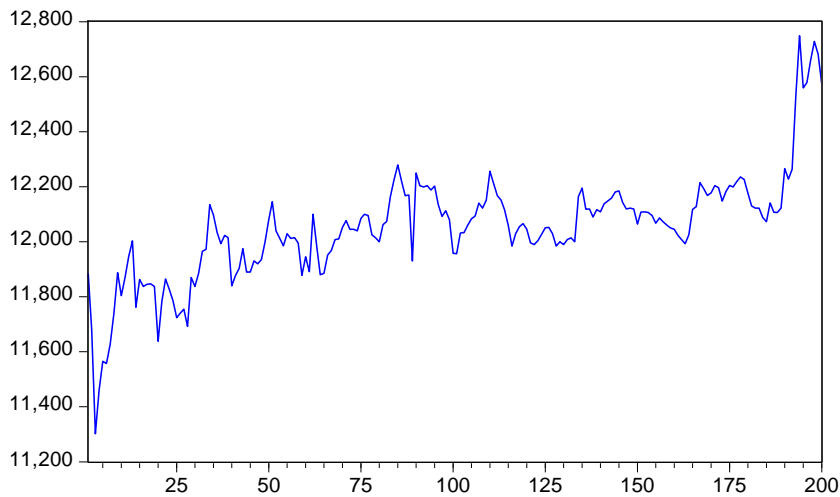
رابطه ۷

$$\sigma_t^2 = 12098.19 + 0.148949\varepsilon_{t-1}^2 + 0.778950 \sigma_{t-1}^2$$

همچنین قیمت تئوریک اختیار معامله به تفکیک اختیار معامله خرید و اختیار معامله فروش به تفکیک هر قیمت اعمال (قیمت های اعمال ۱۱۰۰۰۰۰۰ ریال، ۱۱۲۵۰۰۰۰ ریال، ۱۱۵۰۰۰۰۰ ریال، ۱۱۷۵۰۰۰۰ ریال، ۱۲۰۰۰۰۰۰ ریال، ۱۲۲۵۰۰۰۰ ریال، ۱۲۵۰۰۰۰۰ ریال و ۱۲۷۵۰۰۰۰ ریال) محاسبه و با قیمت پایانی قیمت اختیار معامله سکه طلا در بورس کالا مقایسه گردیده است که نتایج در پیوست شماره ۱ ارائه گردیده است.

همچنین تغییرات قیمت سکه طلا در بازار نقدی در دوره مورد بررسی، در نمودار شماره ۱

نشان داده شده است.



نمودار شماره ۱- تغییرات قیمت سکه طلا در بازه زمانی دی ماه ۱۳۹۵ تا شهریور ماه ۱۳۹۶

۴-۲- مدل قیمت گذاری بونس^{۱۹}:

بونس (۱۹۶۴م)، فرمولی برای قیمت گذاری قرارداد اختیار معامله ارائه داد که در آن از طریق تنزیل قیمت با استفاده از نرخ انتظاری بازدهی دارایی، ارزش زمانی پول را نیز مد نظر قرار داد. (قاسمی و همکاران، ص ۱۳۲)

فرمولهای قیمت گذاری مدل بونس به شرح ذیل می باشد:

رابطه ۸

$$C = S_0 N(d_1) - Ke^{-\rho T} N(-d_2)$$

رابطه ۹

$$P = Ke^{-\rho T} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$

رابطه ۱۰

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(\rho + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\delta \sqrt{T}}$$

رابطه ۱۱

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(\rho - \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\delta \sqrt{T}} = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

(قاسمی و همکاران، ص ۱۳۲)

مدل بونس بیشترین قرابت را با مدل بلک شولز دارد. اما روش استخراج این دو مدل متفاوت است. اما هر دو بر ساختاری یکسان اشاره دارند. تنها تفاوت میان فرمولهای قیمت گذاری بونس و بلک شولز، تعریف متغیر r است. به طوری که در مدل بونس، ρ (نرخ انتظاری بازدهی دارایی) به جای r (نرخ بهره بدون ریسک) در مدل بلک شولز مورد استفاده قرار می گیرد و در حقیقت در مدل بونس نرخ بهره وجود ندارد و شاید با شرایط بازار در ایران منطبق تر باشد.

متغیرهای مدل "بونس" عبارتست از:

- قیمت نقدی سکه طلا در بازار (S_0)
- قیمت توافقی یا قیمت اعمال (K)

¹⁹boness

- نرخ انتظاری بازدهی دارایی (ρ)
 - زمان سررسید اختیار معامله یا مدت زمان باقی مانده تا زمان سررسید (I)
 - واریانس ارزش دارایی تضمین شده (σ^2)
- همچنین به منظور قیمت گذاری تحت مدل بونس، لازم است نرخ بازدهی انتظاری سکه طلا (ρ)، محاسبه گردد. همچنین قیمت گذاری اختیار معامله سکه طلا به روش بونس با استفاده نرم افزار متلب ۲۰۱۶ انجام شده است.

۴-۲-۱- تخمین نرخ بازدهی انتظاری سکه طلا (ρ):

سرمایه گذاری در بورس مستلزم در نظر گرفتن عوامل و شرایطی است که در کنار کسب اطلاعات از حوزه بازار سرمایه کشور، نقش ویژه ای در تصمیم گیری های مالی و اقتصادی سرمایه گذاران ایفا خواهد کرد.

بازده مورد انتظار (Return Expected) عبارت است از بازده تخمینی یک دارایی، که سرمایه گذاران انتظار دارند در یک دوره آینده به دست آورند. بازده مورد انتظار با عدم اطمینان همراه است و ممکن است بر آورده نشود. سرمایه گذاری بر روی یک دارایی دارای ریسک، در بلندمدت می تواند باعث بر آورده شدن بازده مورد انتظار سرمایه گذاران شود در حالی که در کوتاه مدت این اتفاق نمی افتد.

بازده مورد انتظار $E(r)$ ، عبارت است از بازده تخمینی یک دارایی که سرمایه گذاران انتظار دارند در یک دوره آینده بدست آورند. به عبارت دیگر میزان بازده مورد انتظار یک دارایی پایه، عبارت است از میانگین تمامی نتایج مورد انتظار که به هر پیامدی با توجه به احتمال وقوع آن، وزن داده شده است. نحوه محاسبه بازده مورد انتظار در رابطه ۱۲، توضیح داده شده است.

در این پژوهش نرخ بازدهی انتظاری سکه طلا با ρ نشان داده می شود و نحوه محاسبه آن در رابطه ۱۳، توضیح داده شده است.

بازده مورد انتظار = احتمال وقوع بازده ممکن n

$i = r_i$ امین بازده ممکن

p_i = احتمال وقوع i امین بازده ممکن

n = تعداد بازده های ممکن

رابطه ۱۲

$$E(r) = \sum_{i=1}^n r_i p_i$$

رابطه ۱۳

$$\rho = \left(\frac{E(r)}{M c} \right) * 100 = ((P_1 * r_1) + (P_2 * r_2)) / M c * 100$$

در این پژوهش فرض شده است احتمال افزایش قیمت سکه طلا در بازار نقدی ۰,۵ و احتمال کاهش آن نیز ۰,۵ است.

جدول شماره ۱ متغیرهای مورد نیاز برای محاسبه نرخ بازدهی انتظاری سکه طلا و مقادیر متغیرها که با استفاده از قیمت سکه طلا در بازار نقدی طی دوره زمانی مورد بررسی، محاسبه گردیده است، را نشان می دهد.

جدول شماره ۱: متغیرهای مورد نیاز برای محاسبه نرخ بازدهی انتظاری سکه طلا

متغیرها	توضیح	مقادیر محاسبه شده (ریال)
r ₁	میانگین افزایش قیمت سکه در دوره مورد بررسی	۵۱۶۵۷.۱۴
r ₂	میانگین کاهش قیمت سکه در دوره مورد بررسی	۱۲۱۱۳۲۸۳.۴۴
M c	میانگین قیمت سکه در دوره مورد بررسی	۱۲۱۱۳۲۸۳.۴۴
P ₁	احتمال افزایش قیمت سکه در دوره مورد بررسی	۰,۵
P ₂	احتمال کاهش قیمت سکه در دوره مورد بررسی	۰,۵
E(r)	بازده مورد انتظار	۶۳۱.۷۶
ρ	نرخ بازدهی انتظاری سکه طلا	۰.۰۵

مقادیر E(r) و ρ، بر اساس روابط ۱۲ و ۱۳ به شرح ذیل محاسبه گردیده است.

$$E(r) = 631.76$$

$$\rho = ((0.5 * 51657.14) + (0.5 * -50393.62)) / 12113283.44 = 0.05$$

لذا نرخ بازدهی انتظاری سکه طلا، در دوره مورد بررسی پژوهش، ۰,۰۵ می باشد. که این نرخ به عنوان یک متغیر در مدل قیمت گذاری بونس به منظور محاسبه قیمت اختیار معامله وارد می شود.

متغیرهای مدل " بونس " عبارتست از :

- قیمت نقدی سکه طلا در بازار (S_0)
- قیمت توافقی یا قیمت اعمال (K)
- نرخ انتظاری بازدهی دارایی (ρ)
- زمان سررسید اختیار معامله یا مدت زمان باقی مانده تا زمان سررسید (T)
- واریانس ارزش دارایی تضمین شده (σ^2)

همچنین به منظور قیمت گذاری تحت مدل بونس، لازم است نرخ بازدهی انتظاری سکه طلا (ρ)، محاسبه گردد.

همچنین قیمت گذاری اختیار معامله سکه طلا به روش بونس با استفاده نرم افزار متلب ۲۰۱۶ انجام شده است .

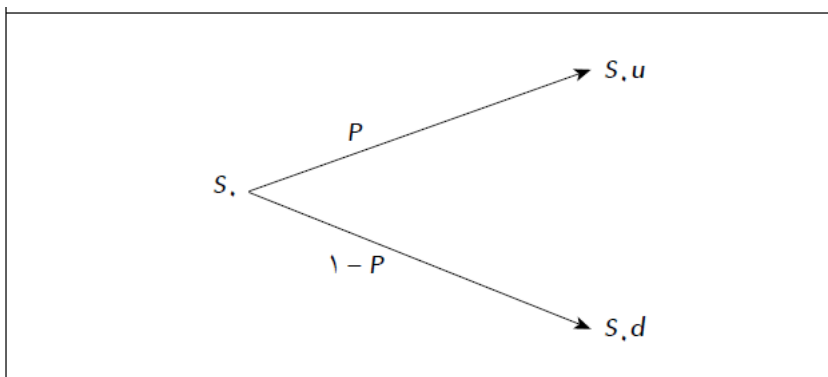
۴-۳- مدل قیمت گذاری دو جمله‌ای:

مدل درخت دو جمله ای یک تکنیک مفید و متداول برای قیمت گذاری اختیار معامله است. این مدل به صورت یک دیاگرام است که مسیرهای مختلفی را که احتمال دارد، دارایی پایه در طی عمر اختیار معامله طی کند، نشان می دهد. (هال، ص ۴۰۳)

اختیار معامله صادره روی دارایی که سود نمی پردازد، را در نظر بگیرید. در مرحله اول، طول عمر اختیار معامله مذکور را به مقدار زیادی فاصله زمانی کوتاه مدت با طول δt تقسیم می کنیم. فرض می کنیم که در هر فاصله زمانی، قیمت اولیه سهام از S_0 به یکی از دو مقدار S_0u و یا S_0d می رسد.

این مدل در شکل شماره ۱ آورده شده است. به طور کلی $u > 1$ و $d < 1$ می باشد. بنابراین حرکت قیمت سهام از S_0 به S_0u یک حرکت رو به بالا و به سمت S_0d یک حرکت رو به پایین می باشد. احتمال حرکت به سمت بالا برابر با " p " و احتمال حرکت رو به پایین $1 - p$ می باشد. (هال، ص ۶۱۲)

شکل شماره ۱: تغییرات قیمت دارایی پایه در زمان δt ، در مدل درخت دو جمله ای

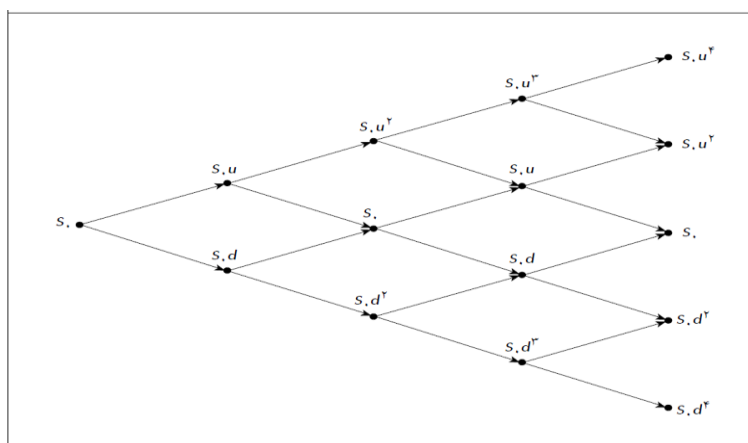


(هال، ص ۶۱۲)

درخت قیمت‌های دارایی پایه

شکل ۲ نمودار درختی کامل قیمت های دارایی پایه که در هنگام استفاده از مدل دو جمله ای در نظر گرفته می شود، را نشان می دهد. در زمان صفر، قیمت دارایی پایه S_0 ، معلوم است. در زمان δt احتمال وجود دو نوع قیمت دارایی پایه یعنی S_{0u} و S_{0d} ، در زمان $2\delta t$ سه قیمت محتمل الوقوع یعنی S_{0u^2} ، S_0 و S_{0d^2} وجود دارد.

شکل ۲ - درخت ارزش گذاری اختیار معامله



(هال، ص ۶۱۵)

حرکت عقبگرد روی درخت

قیمت گذاری اختیار معامله با شروع کار از انتهای درخت (زمان T) و با حرکت به سمت عقب ادامه پیدا می کند که به این روش "حرکت عقب گرد" می گویند. ارزش اختیار معامله در زمان T برای ما معلوم است. برای مثال قیمت یک اختیار فروش برابر با $\max(K - S_T, 0)$ و قیمت یک اختیار خرید برابر با $\max(S_T - K, 0)$ بوده که در آن S_T ، قیمت دارایی در زمان T و K قیمت اعمال آن می باشد. با توجه به اینکه فرض شده، در یک محیط بی تفاوت نسبت به ریسک قرار داریم، قیمت اختیار معامله در هر گره را در زمان t برابر با ارزش مورد انتظار در زمان T که با نرخ r و برای یک دوره زمانی تنزیل شده است، قرار می دهند. (هال، ص ۶۱۵-۶۱۶)

متغیرهای مدل " دو جمله ای " عبارتست از :

- قیمت نقدی سکه طلا در بازار (S_0)
- قیمت توافقی یا قیمت اعمال (K)
- نرخ انتظاری بازدهی دارایی (r)
- زمان سررسید اختیار معامله یا مدت زمان باقی مانده تا زمان سررسید (T)

۵- تجزیه و تحلیل داده ها مبتنی بر مدل های قیمت گذاری اختیار معامله :

۵-۱- تجزیه و تحلیل داده ها مبتنی بر مدل قیمت گذاری "بلک - شولز":

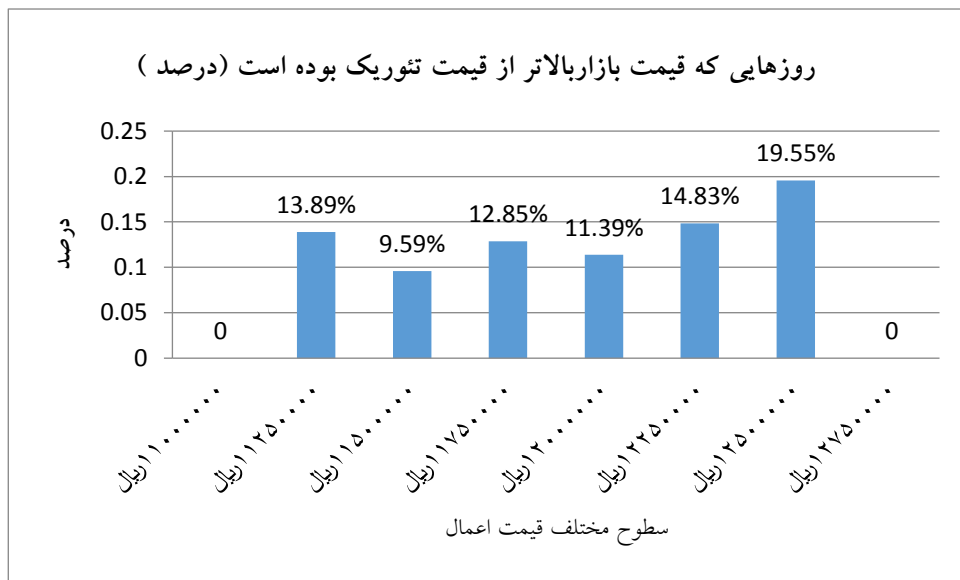
همانگونه که توضیح داده شد، قیمت گذاری اختیار معامله سکه طلا در بورس کالای ایران تحت مدل بلک - شولز با استفاده از متغیرهای مدل، شامل قیمت جاری دارایی (S_0)، قیمت اعمال (K)، نرخ بهره بدون ریسک (r)، مدت زمان باقیمانده تا زمان انقضا قرارداد اختیار معامله (T) و نوسان قیمت سکه در بازار نقدی (σ) به تفکیک قیمت اختیار معامله خرید و قیمت اختیار معامله در سطوح مختلف قیمت های اعمال قیمت محاسبه و با قیمت پایانی قیمت اختیار معامله سکه طلا در بورس کالا (قیمت بازار)، مقایسه گردیده است، که نتایج در جدول شماره ۲، ارائه گردیده است.

جدول شماره ۲- مقایسه قیمت تئوریک قراردادهای اختیار معامله با قیمت بازار به تفکیک سطوح مختلف

قیمت‌های اعمال

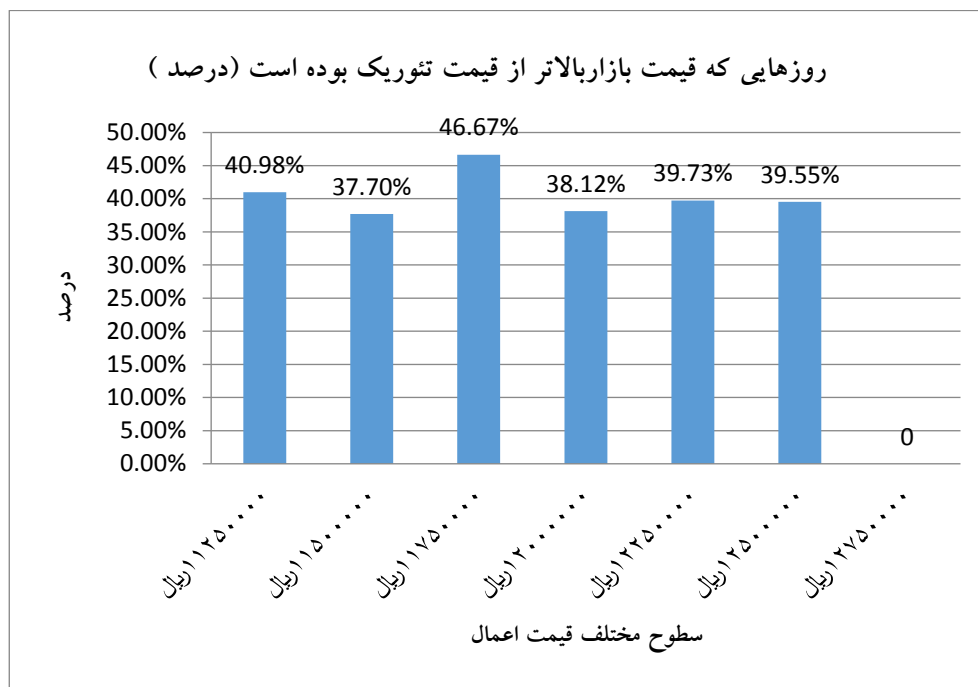
روزهایی که قیمت بازار کمتر از قیمت تئوریک بوده است (درصد)	روزهایی که قیمت بازار کمتر از قیمت تئوریک بوده است (تعداد)	روزهایی که قیمت بازار بالاتر از قیمت تئوریک بوده است (درصد)	روزهایی که قیمت بازار بیشتر از قیمت تئوریک بوده است (تعداد)	تعداد روزهای مورد معامله در بورس کالا	نوع قرارداد	قیمت اعمال (ریال)	ردیف
۱۰۰	۱۲	۰	۰	۱۲	اختیار خرید	۱۱۰۰۰۰۰۰ ریال	۱
در سطح قیمت اعمال ۱۱۰۰۰۰۰۰ ریال، اختیار فروش معامله نشده است.					اختیار فروش	۱۱۰۰۰۰۰۰ ریال	۲
۸۶/۱	۶۲	۱۳/۹	۱۰	۷۲	اختیار خرید	۱۱۲۵۰۰۰۰ ریال	۳
۵۹	۳۶	۴۱	۲۵	۶۱	اختیار فروش	۱۱۲۵۰۰۰۰ ریال	۴
۹۰/۴	۶۶	۹/۶	۷	۷۳	اختیار خرید	۱۱۵۰۰۰۰۰ ریال	۵
۶۲/۳	۳۸	۳۷/۷	۲۳	۶۱	اختیار فروش	۱۱۵۰۰۰۰۰ ریال	۶
۸۷/۲	۱۵۶	۱۲/۸	۲۳	۱۷۹	اختیار خرید	۱۱۷۵۰۰۰۰ ریال	۷
۵۳/۳	۸۸	۴۶/۷	۷۷	۱۶۵	اختیار فروش	۱۱۷۵۰۰۰۰ ریال	۸
۸۸/۶	۲۱۰	۱۱/۴	۲۷	۲۳۷	اختیار خرید	۱۲۰۰۰۰۰۰ ریال	۹
۶۱/۹	۱۳۸	۳۸/۱	۸۵	۲۲۳	اختیار فروش	۱۲۰۰۰۰۰۰ ریال	۱۰
۸۵/۲	۲۰۱	۱۴/۸	۳۵	۲۳۶	اختیار خرید	۱۲۲۵۰۰۰۰ ریال	۱۱
۶۰/۳	۱۳۵	۳۹/۷	۸۹	۲۲۴	اختیار فروش	۱۲۲۵۰۰۰۰ ریال	۱۲
۸۰/۵	۱۰۷	۱۹/۵	۲۶	۱۳۳	اختیار خرید	۱۲۵۰۰۰۰۰ ریال	۱۳
۶۰/۴	۸۱	۳۹/۶	۵۳	۱۳۴	اختیار فروش	۱۲۵۰۰۰۰۰ ریال	۱۴
۱۰۰	۶	۰	۰	۶	اختیار خرید	۱۲۷۵۰۰۰۰ ریال	۱۵
۱۰۰	۶	۰	۰	۶	اختیار فروش	۱۲۷۵۰۰۰۰ ریال	۱۶

نمودار شماره ۲: مقایسه قیمت تئوریک قراردادهای اختیار معامله خرید با قیمت بازار به تفکیک سطوح مختلف قیمت های اعمال



نمودار شماره ۲، درصد روزهایی که قیمت بازاری اختیار معامله خرید بالاتر از قیمت تئوریک بوده است را به تفکیک هر سطح از قیمت اعمال نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود، قراردادهای اختیار معامله خرید سکه طلا در بورس کالا، در قیمت اعمال ۱۲۵۰۰۰۰۰ ریال، در ۱۹،۵۵ درصد روزهای مورد معامله در بورس کالا، قیمت بازار بالاتر از قیمت تئوریک بوده است. در قیمت اعمال ۱۲۷۵۰۰۰۰ ریال نیز، در ۱۰ درصد روزهای مورد معامله در بورس کالا، قیمت بازار کمتر از قیمت تئوریک بوده است.

نمودار شماره ۳: مقایسه قیمت تئوریک قراردادهای اختیار معامله فروش با قیمت بازار به تفکیک سطوح مختلف قیمت‌های اعمال



همانطور که در نمودار شماره ۳، نشان داده شده است، قراردادهای اختیار معامله فروش سکه طلا در بورس کالا، در قیمت اعمال ۱۷۵۰۰۰۰ ریال، در ۴۶٫۶ درصد روزهای مورد معامله در بورس کالا، قیمت بازار بالاتر از قیمت تئوریک بوده است. در قیمت اعمال ۱۲۷۵۰۰۰۰ ریال، در ۱۰۰ درصد روزهای مورد معامله در بورس کالا، قیمت بازار کمتر از قیمت تئوریک بوده است.

۲-۵- تجزیه و تحلیل داده‌ها مبتنی بر مدل قیمت گذاری "بونس"

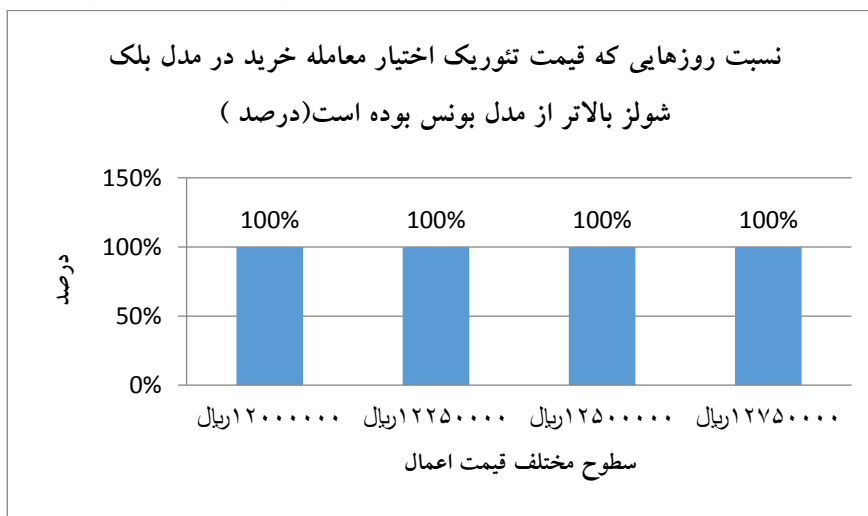
مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز با مدل بونس، در جدول شماره ۳ و نمودار شماره ۴ ارائه گردیده است.

جدول شماره ۳: مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز با بونس

ردیف	قیمت اعمال	نسبت روزهایی که قیمت تئوریک مدل بلک شولز بالاتر از مدل بونس بوده است (درصد)	نسبت روزهایی که قیمت تئوریک مدل بونس بالاتر از مدل بلک شولز بوده است (درصد)
۱	۱۲۰۰۰۰۰۰	۱۰۰	۰
۲	۱۲۲۵۰۰۰۰	۱۰۰	۰
۳	۱۲۵۰۰۰۰۰	۱۰۰	۰
۴	۱۲۷۵۰۰۰۰	۱۰۰	۰

همانطور که در جدول شماره ۳، مشاهده می شود در تمامی قیمت های اعمال مذکور و در تمامی روزهای سرمایه گذاری، قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز بالاتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس بر مدل بونس بوده است.

نمودار شماره ۴: مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز با بونس



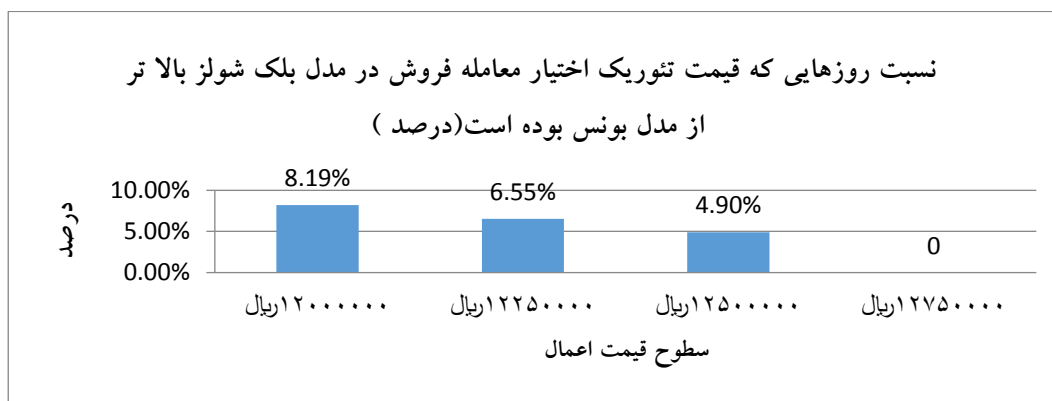
مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز با مدل بونس، در جدول شماره ۴ و نمودار شماره ۵ ارائه گردیده است. همانطور که مشاهده می شود در سطح قیمت اعمال ۱۲۷۵۰۰۰۰ ریال، در تمامی روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز کمتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس بر مدل بونس بوده است.

جدول شماره ۴: مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله فروش مبتنی بر مدل بلک شولز با بونس

ردیف	قیمت اعمال	نسبت روزهایی که قیمت تئوریک مدل بلک شولز بالاتر از مدل بونس بوده است (درصد)	نسبت روزهایی که قیمت تئوریک مدل بلک شولز کمتر از مدل بونس بوده است (درصد)
۱	۱۲۰۰۰۰۰۰	۸,۲	۹۱,۸
۲	۱۲۲۵۰۰۰۰	۶,۶	۹۳,۴
۳	۱۲۵۰۰۰۰۰	۴,۹	۹۵,۱
۴	۱۲۷۵۰۰۰۰	۰,۰	۱۰۰,۰

همانطور که در جدول شماره ۴، نشان داده شده است، در سطح قیمت اعمال ۱۲۰۰۰۰۰۰ ریال، تنها در ۸,۲ درصد روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز بالاتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بونس بوده است.

جدول شماره ۵: مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز با بونس



به عبارت دیگر می توان گفت مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز با مدل بونس نشان می دهد در سطوح مختلف قیمت اعمال بیش از ۹۱ درصد روزهای سرمایه گذاری، قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز کمتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بونس بوده است.

۳-۵- تجزیه و تحلیل داده ها مبتنی بر مدل قیمت گذاری " دو جمله ای ":

مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز با مدل دو جمله ای، در جدول شماره ۵ و نمودار شماره ۶ ارائه گردیده است.

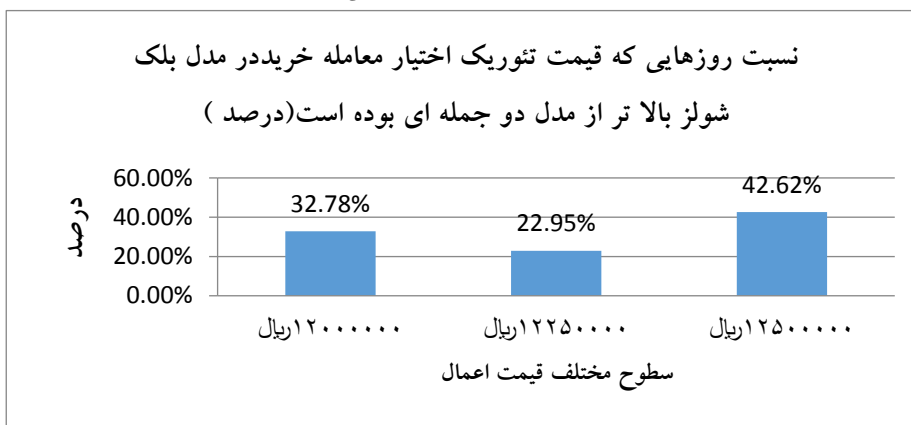
جدول شماره ۵: مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز با دو جمله ای

نسبت روزهایی که قیمت تئوریک مدل بلک شولز بالاتر از مدل دو جمله ای بوده است (درصد)	نسبت روزهایی که قیمت تئوریک مدل بلک شولز بالاتر از مدل دو جمله ای بوده است (درصد)	قیمت اعمال	ردیف
۶۷,۲	۳۲,۷	۱۲۰۰۰۰۰۰	۱
۷۷,۰	۲۲,۹	۱۲۲۵۰۰۰۰	۲
۵۷,۳	۴۲,۶	۱۲۵۰۰۰۰۰	۳
۰	۱۰۰	۱۲۷۵۰۰۰۰	۴

همانطور که در جدول شماره ۵، مشاهده می شود در سطح قیمت اعمال ۱۲۷۵۰۰۰۰ ریال، در تمامی روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز بالاتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل دو جمله ای بوده است.

همچنین در سطح قیمت اعمال ۱۲۵۰۰۰۰۰ ریال، در ۴۲,۶ درصد روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز بالاتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل دو جمله ای بوده است.

نمودار شماره ۶: مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله خرید مبتنی بر مدل بلک شولز با دو جمله ای



در سطح قیمت اعمال ۱۲۲۵۰۰۰۰ ریال، در ۷۷ درصد روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز کمتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس بر مدل دو جمله ای بوده است.

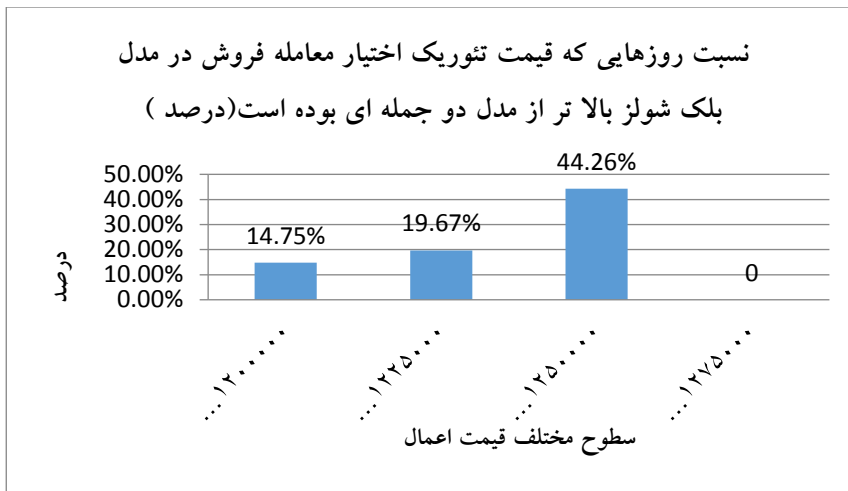
مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز با مدل دو جمله ای، در جدول شماره ۶ و نمودار شماره ۷ ارائه گردیده است.

جدول شماره ۶: مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله فروش مبتنی بر مدل بلک شولز با دو جمله ای

نسبت روزهایی که قیمت تئوریک مدل بلک شولز کمتر از مدل دو جمله ای بوده است (درصد)	نسبت روزهایی که قیمت تئوریک مدل بلک شولز بالا تر از مدل دو جمله ای بوده است (درصد)	قیمت اعمال	ردیف
۸۵,۲	۱۴,۸	۱۲۰۰۰۰۰۰	۱
۸۰,۳	۱۹,۷	۱۲۲۵۰۰۰۰	۲
۵۵,۷	۴۴,۳	۱۲۵۰۰۰۰۰	۳
۱۰۰,۰	۰,۰	۱۲۷۵۰۰۰۰	۴

همانطور که جدول شماره ۶ مشاهده می شود در سطح قیمت اعمال ۱۲۷۵۰۰۰۰ ریال، در تمامی روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز کمتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس بر مدل دو جمله ای بوده است.

نمودار شماره ۷: مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله فروش مبتنی بر مدل بلک شولز با دو جمله ای



همانطور که در نمودار ۷، نشان داده شده است، در سطح قیمت اعمال ۱۲۵۰۰۰۰۰ ریال، در ۴۴٫۳ درصد روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز بالاتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل دو جمله ای بوده است و در سطوح قیمتهای اعمال ۱۲۰۰۰۰۰ و ۱۲۵۰۰۰۰ ریال، بالغ بر ۸۰ درصد در صد روزهای سرمایه گذاری، قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز کمتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل دو جمله ای بوده است.

۶- نتیجه گیری:

- نتایج پژوهش مبتنی بر قیمت گذاری قراردادهای اختیار معامله تحت مدل " بلک - شولز":
- نتایج پژوهش حاکی است که قیمت بازاری اختیار معامله خرید و فروش سکه طلا در بورس کالا ایران در سطوح مختلف قیمت های اعمال، در ۵۳ الی ۱۰۰ درصد روزهای سرمایه گذاری، کمتر از قیمت تئوریک (قیمت گذاری اختیار معامله تحت مدل بلک - شولز) بوده است.
 - همچنین قیمت بازاری اختیار معامله خرید سکه طلا در بورس کالا ایران در سطوح مختلف قیمت های اعمال، در اغلب روزهای سرمایه گذاری (۸۰ الی ۱۰۰ درصد روزهای سرمایه گذاری)، کمتر از قیمت تئوریک بوده است و قیمت بازاری قیمت بازاری اختیار معامله فروش سکه طلا در سطوح مختلف قیمتهای اعمال، در ۵۳ الی ۶۲ درصد روزهای سرمایه گذاری، کمتر از قیمت تئوریک بوده است. این در حالی است که قیمت بازاری اختیار معامله فروش سکه طلا

در سطح قیمت اعمال ۱۲۷۵۰۰۰۰ ریال، در تمامی روزهای سرمایه گذاری، کمتر از قیمت تئوریک بوده است.

- از آنجایی که نتایج پژوهش نشان می دهد که قیمت تخمینی حاصل از مدل "بلک - شولز" هم برای قراردادهای اختیار معامله خرید و هم فروش در دوره مورد بررسی، بیشتر از قیمت بازار بوده است، لذا سرمایه گذاران در دوره مورد بررسی می بایست از خرید حق اختیار خودداری نمایند و یا موقعیت فروش را اتخاذ نمایند.

مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز با مدل بونس:

- مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز با مدل بونس، حاکی است در تمامی قیمت‌های اعمال مذکور در تمامی روزهای سرمایه گذاری، قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز بالاتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بونس بوده است.

مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز با مدل دو جمله‌ای:

- مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز با مدل دو جمله ای، نشان می دهد در سطح قیمت اعمال ۱۲۷۵۰۰۰۰ ریال، در تمامی روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز بالاتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل دو جمله ای بوده است.
- همچنین در سطح قیمت اعمال ۱۲۵۰۰۰۰۰ ریال، در ۴۲٫۶ درصد روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز بالاتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل دو جمله ای بوده است و در سطح قیمت اعمال ۱۲۲۵۰۰۰۰ ریال، در ۷۷ درصد روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل بلک شولز کمتر از قیمت تئوریک اختیار معامله خرید بر اساس مدل دو جمله ای بوده است.

مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز با مدل بونس:

- مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز با مدل بونس، نشان می دهد در سطح قیمت اعمال ۱۲۷۵۰۰۰۰ ریال، در تمامی روزهای سرمایه گذاری قیمت

تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز کمتر از قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس بر مدل بونس بوده است.

- همچنین در سطح قیمت اعمال ۱۲۰۰۰۰۰۰ ریال، تنها در ۸,۲ درصد روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز بالاتر از قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس بر مدل بونس بوده است.
- به عبارت دیگر می توان گفت مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز با مدل بونس نشان می دهد در سطوح مختلف قیمت اعمال بیش از ۹۱ درصد روزهای سرمایه گذاری، قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز کمتر از قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس بر مدل بونس بوده است.

مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز با مدل دو جمله ای:

مقایسه قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز با مدل دو جمله ای، نشان می دهد در سطح قیمت اعمال ۱۲۷۵۰۰۰۰ ریال، در تمامی روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز کمتر از قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس بر مدل دو جمله ای بوده است.

در سطح قیمت اعمال ۱۲۵۰۰۰۰۰ ریال، در ۴۴,۳ درصد روزهای سرمایه گذاری قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز بالاتر از قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس بر مدل دو جمله ای بوده است و در سطوح قیمتهای اعمال ۱۲۰۰۰۰۰۰ و ۱۲۲۵۰۰۰۰ ریال، بالغ بر ۸۰ درصد درصد روزهای سرمایه گذاری، قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس مدل بلک شولز کمتر از قیمت تئوریک اختیار معامله فروش بر اساس بر مدل دو جمله ای بوده است.

منابع و مآخذ

۱. احمد پور، احمد، نیک زاد، مرضیه. (۱۳۹۰). " بررسی رابطه بین قیمت های نقد و آتی سکه طلا، در بورس کالای ایران ". فصلنامه بورس اوراق بهادار، سال چهارم، شماره ۱۳، تهران، ص ۱۷۵-۱۹۰.
۲. اسلامی بیدگلی، غلامرضا، سرافرازدکانی، حسین. (۱۳۷۵). تئوری قیمت گذاری اختیار معامله، نشریه تحقیقات مالی، مقاله ۸، دوره ۳، شماره ۲، ص ۱۴۸-۱۷۶.
۳. پور حیدری، امید. (۱۳۷۸). الگوی قیمت گذاری بر گه های اختیار معامله، تحقیقات مالی، بهار، مقاله ۵، دوره ۴، شماره ۲، ص ۹۷-۱۲۵.
۴. سوری، علی. (۱۳۹۲). اقتصاد سنجی (جلد ۲) همراه با کاربرد Eviews8 و stata12، نشر فرهنگ شناسی.
۵. قاسمی، فاطمه، رنجبر فلاح، محمدرضا، ابوالحسنی، اصغر، موسویان، سید عباس، ندری، کامران. (۱۳۹۳). ارائه مدل قیمت گذاری قرارداد اختیار خرید در مالی اسلامی، فصلنامه مطالعات اقتصادی، مقاله ۵، دوره ۷، شماره ۱۳، ص ۱۲۱-۱۵۱.
۶. کیمیاگری علی محمد، آفریده ثانی، احسان. (۱۳۸۷). ارائه یک روش تلفیقی جهت قیمت گذاری اختیار معامله مبتنی بر دو مدل بلک شولز و درخت دوتایی (مطالعه موردی بازار بورس سهام ایران)، فصلنامه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، دوره ۱۹، شماره ۴، ص ۱۱۹-۱۲۷.
۷. میرزاپور، اکبر، بهرامی، جاوید. (۱۳۹۴). " اثر سررسید در قراردادهای آتی سکه بهار آزادی مورد معامله در بورس کالای ایران "، پژوهش های اقتصادی، دوره ۱۵، شماره ۱، ص ۱۷۵-۲۰۶.
۸. هال، جان، مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک، صالح آبادی، علی، سیاح، سجاد. (۱۳۸۴). گروه رایانه تدبیر پرداز.
9. Harris D. (2018). "Pricing European Style Options", University of rovidence, pp. 1-49
10. Kiesel, Rüdiger, Rahe, Florentin. (2017). " Option pricing under time-varying risk- aversion with applications to risk forecasting", Journal of Banking and Finance, No.76, pp. 120-138
11. Tian Wang, Xiao, Zhong, Fen Fang, Xiao. (2015). "Option pricing and portfolio hedging under the mixed hedging strategy ", No.424, p. 194-206
12. Papantonis, Ioannis. (2016). " Volatility risk premium implications of GARCH option pricing models", Economic modelling, No.58, p. 104-115

13. Sheraz, Muhammad, Preda, Vasile. (2014). " Implied volatility in black-scholes model with GARCH volatility", *Procedia Economics and Finance*, No. 8, p .658 – 663
14. Harris, David.(2018)."Pricing European Style Options", University of rovidence, pp. 1-49

Option Pricing Under Black–Scholes, Boness and Binomial Tree Models- Evidence from the Gold Coin Option Contracts in Iran Mercantile Exchange

Mahdie Amiri²⁰

Abstract:

The purpose of this research is the pricing of gold coin option contracts in Iran mercantile exchange. The price of gold coin option contracts has been estimated by the Black–Scholes, Boness and Binomial tree models. For this purpose, the theoretical prices have been compared with the Black- Scholes method for each maturity from December 2016 to November 2017. The theoretical prices of the option contracts have been compared with market prices in Iran mercantile exchange. The volatility of the gold coin in the market has been estimated by the GARCH method as a variable in the pricing models.

The comparison of pricing call options indicates that the theoretical prices of the call option based on Black- Scholes method were more than the theoretical prices on the Boness method.

The comparison of pricing put options indicates the theoretical prices of the put option based on Black- Scholes method were lower than the theoretical prices based on Binomial tree method at the level of the strike price 12750000 Rials.

Keywords: Option, Black- Scholes Method, Boness Method, Binomial Trees Method

JEL Classification: G11

¹⁵. Phd in Economic Science, Email: amiriweb@gmail.com.