



A Meta-Analysis of the Efficiency of Options Market and the Arbitrage Strategies

Saeed Fathi * 

*Corresponding Author, Associate Prof., Department of Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran. E-mail: s.fathi@ase.ui.ac.ir

Zeinab Fazelian 

MSc., Department of Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran. E-mail: fazelian.zeinab@gmail.com

Abstract

Objective: While inefficiencies in the financial markets are the leading cause of capital misallocation, options market efficiency is a major area of interest within this field of study. Since arbitrage efforts to take advantage of arbitrage profit opportunities in the options market lead the market to efficiency, the current study seeks to explore arbitrage strategies that can be used in this regard.

Methods: In the literature, there are two strategies to do the options market efficiency tests. The first strategy is to compare the market price with the implied price derived from theoretical models such as the Black-Scholes model. The second strategy is no-arbitrage options pricing relations violation test based on the hypothesis that there is no arbitrage opportunity in the market (i.e., the selected approach in this research). The advantage of examining no-arbitrage options pricing relations is that they can provide a simple way of testing the efficiency of the options market without imposing restrictions on the preferences of investors or distributional assumptions on the return of the underlying asset. The description of variables measured in empirical studies changes over time and between the different countries and research conditions. The meta-analysis approach (based on studies published from 1978 to 2019) was used to identify arbitrage strategies and the amount of profit from each strategy. In addition, the analysis of variance and a

one-sample t-test was used to rank and compare the strategies. In total, 54 empirical studies with the support of more than 3.7 million options transactions and 1,315 effect sizes (research sample) were meta-analyzed.

Results: The results showed that in the whole sample, the options market is always efficient. This means that the cumulative effect size for the whole sample (empirical tests performed in different countries and different time periods) is significantly different from zero. In addition, in combined strategies (which include both buy and sell options), there is more arbitrage profit opportunity than in simple strategies. The reliability of the tests was evaluated by applying 26 experimental conditions.

Conclusion: In all cases, the superiority of combined strategies was confirmed. On the other hand, the reasons for the divergence of efficiency in the options market were discovered. First, combined strategies in which options are traded simultaneously have made the options market inefficient. Accordingly, it is argued that market efficiency is underestimated in cases where no-arbitrage relations are based on trading strategies including simultaneous trading of put and call. On the other hand, in such strategies, investors earn more arbitrage profit. It was pointed out that the most likely reason for this result is the complexity of these strategies, which requires the simultaneous efficiency of the call market, the put market, and the spot market. For example, in different countries, assuming transaction costs in the presence of dividends and etc., the research results remain robust.

Keywords: Arbitrage strategy, Market efficiency, Meta-analysis, Options market.

Citation: Fathi, Saeed & Fazelian, Zeinab (2022). A Meta-analysis of the efficiency of options market and the arbitrage strategies. *Financial Research Journal*, 24(3), 329-352. <https://doi.org/10.22059/FRJ.2022.334373.1007265> (in Persian)

Financial Research Journal, 2022, Vol. 24, No.3, pp. 329-352
Published by University of Tehran, Faculty of Management
<https://doi.org/10.22059/FRJ.2022.334373.1007265>
Article Type: Research Paper
© Authors

Received: November 28, 2021
Received in revised form: February 26, 2022
Accepted: April 06, 2022
Published online: October 17, 2022



فرا تحلیلی بر کارایی بازار قراردادهای اختیار و استراتژی‌های آربیتراژ

سعید فتحی *

* نویسنده مسئول، دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: s.fathi@ase.ui.ac.ir

زینب فاضلیان

کارشناس ارشد، گروه مدیریت، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. رایانامه: fazelian.zeinab@gmail.com

چکیده

هدف: تلاش آربیتراژگران برای بهره‌مندی از فرصت‌های سود آربیتراژی در بازار اختیارات، بازار را به سمت کارایی سوق می‌دهد. هدف از انجام این مقاله، کشف استراتژی‌های آربیتراژ است که می‌تواند در این راستا استفاده شود.

روش: برای شناسایی استراتژی‌های آربیتراژ و میزان سود حاصل از هر استراتژی، از رویکرد فرا تحلیلی بر اساس مطالعات منتشر شده در سال‌های ۱۹۷۸ تا ۲۰۱۹ استفاده شد. همچنین، برای رتبه‌بندی و مقایسه استراتژی‌ها، تحلیل واریانس و آزمون t تک نمونه‌ای به کار گرفته شد. در مجموع از ۵۴ مقاله با پشتوانه بیش از ۳/۷ میلیون معامله اختیار، ۱۳۱۵ اندازه اثر (نمونه پژوهش) استخراج شد.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش حکایت دارد از اینکه در کل نمونه پژوهش، بازار معاملات اختیارات ناکاراست. از سوی دیگر، در بازار معاملات در استراتژی‌های ترکیبی که شامل هر دو معامله اختیار خرید و اختیار فروش می‌شود، نسبت به استراتژی‌های ساده، فرصت سود آربیتراژی بیشتری وجود دارد. پایایی آزمون‌های آماری با اعمال بیست‌وشش شرط تجربی ارزیابی شد.

نتیجه‌گیری: در همه شرایط پژوهش، برتری استراتژی‌های ترکیبی تأیید می‌شود. برای مثال، در کشورهای مختلف با فرض هزینه مبادله، در شرایطی که سود تقسیمی وجود دارد، نتایج آزمون فرضیه‌های پژوهش پایا و پایدار باقی مانده است.

کلیدواژه‌ها: فرا تحلیلی، استراتژی آربیتراژ، کارایی بازار، بازار اختیارات.

استناد: فتحی، سعید و فاضلیان، زینب (۱۴۰۱). فرا تحلیلی بر کارایی بازار قراردادهای اختیار و استراتژی‌های آربیتراژ. *تحقیقات مالی*، ۳(۳)، ۳۲۹-۳۵۲.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۷

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۱۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۷/۲۵

doi: <https://doi.org/10.22059/FRJ.2022.334373.1007265>

تحقیقات مالی، ۱۴۰۱، دوره ۲۴، شماره ۳، صص. ۳۲۹-۳۵۲

ناشر: دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

نوع مقاله: علمی پژوهشی

© نویسندگان

مقدمه

کارایی بازار مشتقه نه تنها برای سرمایه‌گذاران به جهت آربیتراژگری، سفته‌بازی و پوشش ریسک اهمیت دارد؛ بلکه برای قانون‌گذاران، در راستای سیاست‌گذاری نیز مهم است (لای و آلفای^۱، ۲۰۰۶). به همین دلیل در جامعه دانشگاهی مطالعات تجربی زیادی در سنجش آن انجام شده است. در بازار کارا فرض می‌شود که اگر به دلیل رفتارهای غیرحرفه‌ای برخی سرمایه‌گذاران، فرصت آربیتراژ ایجاد شود، بی‌درنگ آربیتراژگران وارد بازار شده و با معاملات خود، قیمت‌گذاری نادرست را از بین می‌برند (روآر، لارس و بجاتی^۲، ۲۰۲۱؛ المار، ارنست و جیالی^۳، ۲۰۲۲؛ لای، نیشیمورا و مین^۴، ۲۰۱۶؛ هال^۵، ۲۰۱۲). در برخی موارد، به دلیل اصطکاک‌ها (ناکارایی‌ها) بی‌نظیر محدودیت سرمایه (آکرت و تیان^۶، ۲۰۰۱)، عدم تقارن اطلاعاتی (اسکندری، سعیدی و فلاح شمس، ۱۴۰۰) و یا هزینه مبادله، آربیتراژ در بازار اختیارات محدود می‌شود و با وجود معاملات آربیتراژ همچنان فرصت‌های سودآوری حاصل از قیمت‌گذاری اشتباه در بازار باقی می‌ماند. یعنی شدت ناکارایی در بازار آنقدر زیاد است که معاملات آربیتراژ فرصت کسب سود را از بین نمی‌برد. بازار اختیارات در ایران نیز بسیار جوان بوده و به دلیل دانش ناکافی، حتی در برخی نهادهای مالی، ناکارایی زیادی بر بازار حاکم است. معرفی فرصت‌های آربیتراژ به سرمایه‌گذاران و هدایت آن‌ها به سمت انجام معاملات آربیتراژی زمینه ارتقای کارایی بازار اختیارات را فراهم می‌کند. کارایی بازار اختیارات در شکل قیمت‌گذاری صحیح به این معناست که قیمت اختیار شروط مربوط به روابط قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ (ماتوس^۷، ۲۰۲۱؛ یانگ و بروکس^۸، ۲۰۲۲) را که بر مبنای استراتژی‌های آربیتراژ شکل گرفته است، حمایت کند (دیکسیت، یاداو و جین^۹، ۲۰۰۹؛ وانگ، ژانگ و تان^{۱۰}، ۲۰۰۸؛ اونین و رود^{۱۱}، ۱۹۸۵). به عبارتی عدم حمایت بازار از روابط قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ (به دلیل نواقص حاکم بر بازار اختیارات) فرصت کسب سود آربیتراژی را برای سرمایه‌گذاران فراهم می‌کند.

روابط قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ اختیار معامله مبنای تعریف استراتژی‌های آربیتراژ است و شامل استراتژی‌های حداقل^{۱۲} و حداکثر^{۱۳} قیمت اختیار خرید/ اختیار فروش (شاستری و تاندون^{۱۴}، ۱۹۸۵؛ اونین و رود، ۱۹۸۵؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱؛ بودورتا و کورتادون^{۱۵}، ۱۹۸۶؛ ویلسون و فانگ^{۱۶}، ۱۹۹۱)، تعادل اختیار خرید - فروش^{۱۷} (وانگ و همکاران، ۲۰۰۸؛

1. Li & Alfay
2. Roar, Lars & Bjarte A
3. Elmar, Ernst & Jiali
4. Li, Nishimura & Men
5. Hull
6. Ackert & Tian
7. Matus
8. Yang & Om
9. Dixit, Yadav & Jain
10. Wang, Zhang & Tan
11. Evnine & Rudd
12. Lower Boundary
13. Upper Boundary
14. Shastry & Tandon
15. Bodurtha & Courtadon
16. Wilson & Fung
17. Put-Call Parity

شاستری و تاندون، ۱۹۸۵؛ کاوالو و مامولا^۱، ۲۰۰۰؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱؛ کامارا و میلر^۲، ۱۹۹۵؛ ژانگ و لای^۳، ۲۰۰۶، شکاف خرید و فروش^۴ (آگاروال و گوپتا^۵، ۲۰۰۹؛ بیون و پارک^۶، ۲۰۱۵؛ چنس^۷، ۱۹۸۸؛ شاستری و تاندون، ۱۹۸۵؛ برونٹی و تورچلی^۸، ۲۰۰۷)، شکاف پروانه‌ای^۹ (بیون و پارک، ۲۰۱۵؛ آگاروال و گوپتا، ۲۰۰۹؛ بال، توروس و تسوگل^{۱۰}، ۱۹۸۵) و شکاف جعبه‌ای^{۱۱} (ژانگ و واتادا^{۱۲}، ۲۰۱۹؛ فونگ، موک و ونگ^{۱۳}، ۲۰۰۴؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱؛ هملر و میلر^{۱۴}، ۱۹۹۷) می‌شود.

مطالعات تجربی مختلفی (استول^{۱۵}، ۱۹۶۹؛ گولد و گالای^{۱۶}، ۱۹۷۴؛ گالای^{۱۷}، ۱۹۷۸؛ کلمکسکی و رسنیک^{۱۸}، ۱۹۷۹ و ۱۹۸۰؛ بتاکاریا^{۱۹}، ۱۹۸۳؛ اونین و رود، ۱۹۸۵؛ بال و همکاران، ۱۹۸۵؛ بودورتا و کورتادون^{۲۰}، ۱۹۸۶؛ بلومیر و بوید^{۲۱}، ۱۹۸۸؛ فولویل و هلمس^{۲۲}، ۱۹۹۰؛ میتنیک و ریکن^{۲۳}، ۲۰۰۰؛ کاپل-بلانکر و چادهوری^{۲۴}، ۲۰۰۱؛ هوک، چن و منزور^{۲۵}، ۲۰۰۸؛ کرمرز و وینام^{۲۶}، ۲۰۱۰؛ دیکسیت و همکاران، ۲۰۱۱؛ موهانتی و پریان^{۲۷}، ۲۰۱۵) در شرایط خاص و در قالب محدودیت‌های پژوهش‌های تجربی به آزمون استراتژی‌های آربیتراژ در بازار اختیارات پرداخته و به نتایج متناقض و ناهمگونی^{۲۸} نیز دست یافته‌اند. دستیابی به نتایج متفاوت یعنی اینکه برخی فرصت‌های کسب سود توسط استراتژی‌های آربیتراژ را غیرمعنادار (وانگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ برونٹی و تورچلی، ۲۰۰۷؛ ژانگ و لای، ۲۰۰۶؛ کاوالو و مامولا، ۲۰۰۰؛ بیکرز^{۲۹}، ۱۹۸۴) و برخی معنادار (موهانتی و پریان، ۲۰۱۵؛ بیون و پارک، ۲۰۰۹؛ ویپول^{۳۰}، ۲۰۰۸؛ لای و آلفای، ۲۰۰۶؛

1. Cavallo & Mammola
2. Kamara & Miller
3. Zhang & Lai
4. Call and Put Spread
5. Aggarwal & Gupta
6. Byoun & Park
7. Chance
8. Brunetti and Torricelli
9. Butterfly Spread
10. Ball, Torous & Tschoegl
11. Box Spread
12. Zhang & Watada
13. Fung, Mok & Wong
14. Hemler & Miller
15. Stoll
16. Gould & Galai
17. Galai
18. Klemkosky & Resnick
19. Bhattacharya
20. Bodurtha & Courtadon
21. Blomeyer & Boyd
22. Followill & Helms
23. Mittnik & Rieken
24. Capelle-Blancard & Chaudhury
25. Hoque, Chan & Manzur
26. Cremers & Weinbaum
27. Mohanti & Priyan
28. Heterogeneity
29. Beckers
30. Vipul

شاستری و تاندون، ۱۹۸۵) تعبیر می‌کنند. این ناهمگونی‌ها انگیزه اصلی انجام این پژوهش بوده است. به بیان دیگر، موضوعات زیر، به دلیل ماهیت تجربی و میدانی آن‌ها در مطالعات گذشته، احصا نشده و به آن‌ها بی‌توجهی شده است:

- استفاده از کدام استراتژی آربیتراژ فرصت کسب سود در بازار اختیارات را فراهم می‌کند؟
 - چه ترکیبی از معاملات اختیار عامل ناکارایی بازار بوده است؟
 - آیا در بازار اختیارات تفاوتی در فرصت‌های کسب سود با استفاده از استراتژی‌های مختلف آربیتراژ وجود دارد؟
- انگیزه دوم انجام این پژوهش این است که توصیف متغیرها آن‌گونه که در مطالعات تجربی سنجش می‌شود، در طول زمان و بر اساس درجه توسعه‌یافتگی کشورها به دلایلی نظیر روند توسعه، تحولات اقتصادی، جهانی‌شدن و آزادسازی مالی تغییر می‌کند (کاپون و همکاران، ۱۹۹۰ و محمدی و همکاران، ۲۰۱۹). به علاوه به اعتقاد فیدرومک و لیند^۱ (۲۰۱۸) نتایج فرا تحلیلی در مقایسه با مطالعات فردی که بسیار انتخابی و تورش‌دار هستند، قابل اطمینان‌تر است.
- یکی از کاربردهای فرا تحلیلی کارایی بازار اختیارات، کشف ناهمگونی در فرصت‌های سود آربیتراژ است. فتحی و سیدیان هاشمی (۱۳۹۹) یکی از دلایل این ناهمگونی را بررسی کرده‌اند که متغیرهای کلان اقتصادی است. در این پژوهش یکی دیگر از دلایل ناهمگونی بررسی می‌شود که تفاوت در استراتژی‌های آربیتراژ است. ضمن اینکه در مطالعه مذکور از ۱۵ مطالعه در فاصله ۱۹۷۴ تا ۲۰۱۳ بررسی شده است اما در این مطالعه از ۵۴ مقاله در بازه زمانی ۱۹۷۸ تا ۲۰۱۹ استفاده شده است. از آنجایی که در رویکرد فرا تحلیلی صرفاً به نتایج یک پژوهش تکیه نمی‌شود و از نتایج مطالعات متعدد برای توصیف پدیده‌ها استفاده می‌شود (شلی و واسک؛ ۲۰۰۸)، از این رویکرد برای کشف دلایل ناهمگونی استفاده شده است. بنابراین شناسایی نقش استراتژی‌های معاملاتی در کارایی بازار اختیارات و تفاوت بین استراتژی‌های مختلف نوآوری این پژوهش است که هم در سطح داخلی و هم در سطح بین‌المللی مورد بی‌توجهی قرار گرفته است. از دلایل اهمیت این نوآوری، معرفی فرصت‌های کسب سود آربیتراژ به بازیگران بازار سرمایه است تا با اقبالی که به این موضوع در بازار شکل می‌گیرد و افزایش حجم معاملات آربیتراژ، بازار اختیارات در ایران به سمت کارایی بیشتر سوق پیدا کند. در ادامه این مقاله مبانی نظری و ادبیات موضوع شامل استراتژی‌های معاملات آربیتراژ و آزمون آن، روش‌شناسی پژوهش، یافته‌ها و در نهایت تفسیر و نتیجه‌گیری از آزمون‌ها گزارش می‌شود.

پیشینه نظری پژوهش

ناکارایی بازار مالی (نظیر بازار اختیارات) نشان می‌دهد که پوشش اطلاعات در قیمت آن گونه که باید، محقق نمی‌شود (موهانتی و پریان، ۲۰۱۵؛ دیکسیت و همکاران، ۲۰۰۹). در بررسی کارایی بازار اختیارات دو رویکرد وجود دارد. رویکرد اول مقایسه قیمت اختیار معامله با قیمت ضمنی حاصل از مدل‌های نظری مانند بلک - شولز^۲ (۱۹۷۳) یا مدل دو جمل‌ای (پورحیدری، ۱۳۷۸) است که به خاطر پیش فرض اصلی آن در مورد معتبر بودن مدل قیمت‌گذاری، مشکل تشخیص

1. Fidrmuc & Lind
2. Shelby & Vaske
3. Black & Scholes

بهترین تخمین‌زننده نوسان قیمت (مک کنزی^۱، ۲۰۲۲) و نااطمینانی از هم‌زمانی^۲ داده‌های قیمت دارایی پایه^۳ و قیمت اختیار سهام مورد انتقاد قرار می‌گیرد (موهانتی و پریان، ۲۰۱۵). جایگزین آزمون‌های مبتنی بر مدل، آزمون‌های مبتنی بر فرضیه عدم وجود فرصت آربیتراژ در بازار است (تاکور^۴، ۲۰۲۱). مزیت این رویکرد آن است که احتیاجی به اعمال فرضیه مشخصی در مورد توزیع بازده دارایی پایه و اعتبار مدل‌های قیمت‌گذاری وجود ندارد (وانگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ میتنیک و ریکن، ۲۰۰۰؛ هوک و همکاران، ۲۰۰۸). مبانی نظری موضوع در حوزه معرفی نقش استراتژی‌های معاملاتی در کارایی بازار اختیارات بررسی می‌شود.

استراتژی‌های معاملاتی در بازار اختیارات سبدهای معاملاتی (شامل ترکیبات تکی و چندتایی از اختیارهای مختلف، معاملات نقد، قرض‌دهی و قرض‌گیری، معاملات آتی و غیره) را شامل می‌شود که با هدف پوشش ریسک، کسب سود آربیتراژ یا سفته‌بازی تشکیل می‌شود (دابوفسکی^۵، ۱۹۹۲). روابط قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ^۶ بر مبنای استراتژی‌های معاملاتی اختیارات شکل می‌گیرد و شامل معادلات/ نامعادلاتی است که انتظار می‌رود در بازار کارا توسط قیمت‌های بازاری اختیار و دارایی پایه نقض نشود. این روابط کف و سقف قیمت اختیار معامله، تعادل اختیار خرید/اختیار فروش، شکاف اختیار خرید و فروش، شکاف جعبه‌ای و شکاف پروانه‌ای را شامل می‌شود. حداقل قیمت اختیار یا کف قیمت اولین دسته از استراتژی‌های آربیتراژ است که اولین بار توسط مرتون^۷ (۱۹۷۳) مطرح و سپس توسط گالای (۱۹۷۸) گسترش داده شد. طبق حداقل قیمت اختیار ارزش یک اختیار هیچ‌گاه نباید کمتر از ارزش ذاتی آن باشد (هوک و همکاران، ۲۰۰۸؛ بروتی و تورچلی، ۲۰۰۵). این حدهای قیمتی باید برآورده شود تا استدلال نبود آربیتراژ و کارایی بازار فراهم شود (دیکسیت و همکاران، ۲۰۰۹). یکی از این روابط سقف قیمت اختیار خرید است:

$$C \leq S \quad \text{رابطه ۱}$$

که در آن C قیمت اختیار خرید و S قیمت دارایی پایه است. تا زمانی که این معادله در بازار اختیارات برقرار باشد، از این لحاظ بازار کاراست و فرصت کسب سود آربیتراژی وجود ندارد. به منظور رعایت اختصار، امکان بررسی تفصیلی سایر استراتژی‌ها وجود ندارد و روابط بدون آربیتراژ مربوط به حداقل و حداکثر قیمت اختیار به همراه استراتژی آربیتراژ مربوط به آن به‌طور خلاصه در جدول ۱ گزارش شده است.

در توضیح جدول ۱، باید گفت که در این نامعادلات، p قیمت اختیار فروش، k قیمت توافقی، r نرخ بهره بدون ریسک، T زمان انقضای اختیار و t زمان تشکیل سبد است.

1. McKenzie
2. Simultaneous
3. Underling Asset
4. Thakoor
5. Dubofsky
6. No-arbitrage pricing relations
7. Merton

جدول ۱. روابط قیمت‌گذاری حداقل و حداکثر قیمت اختیار

رابطه قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ	نامعادله	استراتژی آربیتراژ
کف قیمت اختیار خرید (اروپایی و آمریکایی)	$C \geq \max(0, S_t - Ke^{-r(T-t)})$	خرید اختیار خرید فروش استقراضی دارایی پایه قرض‌گیری ارزش فعلی قیمت توافقی
کف قیمت اختیار فروش (اروپایی)	$P \geq Ke^{-r(T-t)} - S_t$	خرید اختیار فروش قرض‌گیری ارزش فعلی قیمت توافقی خرید نقد دارایی پایه
کف قیمت اختیار فروش (آمریکایی)	$P \geq \max(0, K - S_t)$	خرید اختیار فروش قرض‌گیری قیمت توافقی خرید نقد دارایی پایه
سقف اختیار خرید اروپایی و آمریکایی	$C \leq S$	فروش اختیار خرید خرید نقد دارایی پایه
سقف اختیار فروش (اروپایی)	$P \leq Ke^{-rT}$	فروش اختیار فروش قرض‌دهی ارزش فعلی قیمت توافقی
سقف اختیار فروش (آمریکایی)	$P \leq K$	فروش اختیار فروش قرض‌دهی قیمت توافقی

در تشکیل نامعادلات برخی مفروضات نظیر نوع دارایی پایه، شکاف قیمتی^۱، هزینه مبادله، سود تقسیمی و غیره می‌تواند نامعادله را تغییر دهد. در ادبیات در مورد حداقل قیمت این نامعادلات ارائه شده که در جدول ۲ مشاهده می‌شود.

جدول ۲. نامساوی حداقل قیمت اختیار با در نظر گرفتن برخی مفروضات

نامعادله	توضیحات
$C + T_c \geq \max [0, (S_t - T_s - Ke^{-r(T-t)})]$	حداقل قیمت اختیار خرید مدل آمریکایی / اروپایی با در نظر گرفتن هزینه معامله
$C \geq \max (0, S_t - Ke^{-r(T-t)} - \sum_{j=1}^n D_j e^{-r(T-t_j)})$	حداقل قیمت اختیار خرید مدل اروپایی با در نظر گرفتن سود تقسیمی (دابوفسکی، ۱۹۹۲)
$C \geq \max \begin{cases} 0 \\ S_t - Ke^{-rt_1} \\ S_t - D_1 e^{-rt_1} - Ke^{-rt_2} \\ S_t - D_1 e^{-rt_1} - D_2 e^{-rt_2} - Ke^{-rT} \end{cases}$	حداقل قیمت اختیار خرید آمریکایی با در نظر گرفتن سود تقسیمی (دابوفسکی، ۱۹۹۲)
$C^a + T_c \geq \max [0, (S^b - T_s - Ke^{-r(T-t)})]$	حداقل قیمت اختیار خرید مدل (آمریکایی / اروپایی) با در نظر گرفتن هزینه معامله و شکاف قیمتی خرید و فروش (کاپل - بلانکر و چادهوری، ۲۰۰۱؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱)
$C \geq \max (0, S_t e^{-r_d(T-t)} - Ke^{-r_f(T-t)})$	حداقل قیمت اختیار خرید مدل اروپایی روی ارز (هووک و همکاران، ۲۰۰۸)
$C \geq \max [0, (F(T, t) - k)]$	حداقل قیمت اختیار خرید آمریکایی روی آتی (اگدن و توکر ^۲ ، ۱۹۸۷)

1. Price Spread
2. Ogden & Tucker

ادامه جدول ۲

نامعادله	توضیحات
$P + T_p \geq \max [0, (K - S_t - T_s)]$	حداقل قیمت اختیار فروش مدل آمریکایی با در نظر گرفتن هزینه معامله
$P + T_p \geq (Ke^{-r(T-t)} - S_t - T_s)$	حداقل قیمت اختیار فروش مدل اروپایی با در نظر گرفتن هزینه معامله
$P \geq \begin{cases} 0 \\ K - S \\ Ke^{-rT} - s + D_1 e^{-rt_1} \\ Ke^{-rT} - s + D_1 e^{-rt_1} + D_2 e^{-rt_2} \end{cases}$	حداقل قیمت اختیار فروش آمریکایی با در نظر گرفتن سود تقسیمی (دابوفسکی، ۱۹۹۲، ۱۱۰)
$P \geq \max [0, Ke^{-r(T-t)} - S_t + \sum_{j=0}^n D_j e^{-r(T-t_j)}]$	حداقل قیمت اختیار فروش اروپایی با در نظر گرفتن سود تقسیمی (دابوفسکی، ۱۹۹۲، ۱۰۹ و ۱۴)
$P^a + T_c \geq \max [0, Ke^{-r(T-t)} - S^a - T_s - \sum_{j=0}^n D_j e^{-r(T-t_j)}]$	حداقل قیمت اختیار خرید اروپایی با در نظر گرفتن هزینه معامله و سود تقسیمی و شکاف قیمتی خرید و فروش (کاپل - بلانکر و چادهوری، ۲۰۰۱؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱)
$P \geq \max [0, Ke^{-ra(T-t)} - S_t e^{-r_f(T-t)}]$	حداقل قیمت اختیار فروش مدل اروپایی روی ارز (هوک و همکاران، ۲۰۰۸)
$P \geq \max [0, (K - F(T, t))]$	حداقل قیمت اختیار فروش مدل اروپایی روی آتی (اگدن و توکر، ۱۹۸۷)

معرفی نمادهای جدول ۲ بدین صورت است. T_C هزینه معامله اختیار خرید؛ T_S هزینه معامله دارایی پایه؛ b قیمت پیشنهادی فروش؛ T زمان سررسید؛ r نرخ بهره بدون ریسک؛ r_f نرخ بهره بدون ریسک ارز خارجی؛ D مبلغ سود تقسیمی؛ T_P هزینه معامله اختیار فروش؛ a قیمت پیشنهادی خرید؛ t_1 زمان پرداخت سود نقدی؛ r_d نرخ بهره بدون ریسک ارز داخلی؛ $F(T, t)$ قیمت آتی در زمان t که در T سررسید می شود و $(T > t)$ است.

دسته دوم استراتژی‌های آربیتراژ بر پایه تعادل اختیار خرید-فروش شکل می‌گیرد. این معادله روابط بدون آربیتراژی را شامل می‌شود که باید بین قیمت اختیار خرید و اختیار فروش صادر شده روی دارایی پایه یکسان با قیمت توافقی و زمان تا سررسید برابر صادق باشد تا از آربیتراژ جلوگیری شود (برونتی و تورچلی، ۲۰۰۵؛ هوک و همکاران، ۲۰۰۸؛ آلپرت^۱، ۲۰۰۹). این معادله نیز رابطه مفیدی است که استراتژی کارایی برای سرمایه‌گذاری روی اختیارات، در اختیار معامله‌گران قرار می‌دهد (هیلارد و هیلارد، ۲۰۲۱). این شرط نیز مانند شرط حداقل قیمت اختیار برای بررسی کارایی بین دو بازار دارایی پایه و اختیارات تعریف شده است (کاپل - بلانکر و چادهوری، ۲۰۰۱). استول (۱۹۶۹) با فرض اینکه اختیار از نوع اروپایی است و دارایی پایه تا زمان سررسید سود نقدی پرداخت نمی‌کند، رابطه را به صورت رابطه ۲ تعریف کرد:

$$C - P = S - Ke^{-rT} \quad \text{رابطه ۲}$$

معادله تعادل اختیار خرید/اختیار فروش برای نوع آمریکایی اختیار به صورت رابطه ۳ است.

$$S - K \leq C - P \leq S - Ke^{-rT} \quad \text{رابطه ۳}$$

طبق پیشنهاد استول (۱۹۶۹) زمانی که اختیار خرید قیمت بالاتری^۱ نسبت به اختیار فروش متناظر با خود داشته باشد، اختیار فروش می‌تواند از طریق خرید اختیار فروش و خرید سهام موضوع قرارداد و قرض‌گیری مقدار قیمت توافقی با نرخ بدون ریسک، به اختیار خرید تبدیل^۲ شود و سود آربیتراژ حاصل شود و بالعکس (مک کنزی، ۲۰۲۲؛ گرای^۳، ۱۹۸۹؛ کلمکسکی و رسنیک، ۱۹۷۹؛ میتنیک و ریکن، ۲۰۰۰). به عبارتی، اگر بر اساس قیمت بازاری اختیار فروش، اختیار خرید و دارایی پایه انحراف قابل توجهی از تساوی فوق ایجاد شود، فرصتی سود آربیتراژی ایجاد می‌شود (کلمکسکی و رسنیک، ۱۹۷۹). این معادله برای زمانی که دارایی پایه قرارداد آتی (لی و نیار^۴، ۱۹۹۳؛ موهانتی و پریان، ۲۰۱۵) یا ارز خارجی (هوک و همکاران، ۲۰۰۸؛ دروسا^۵، ۲۰۰۰) باشد، نیز طراحی شده است. در جدول ۳ فهرست معادلات مربوط به تعادل اختیار خرید/اختیار فروش، با مفروضاتی نظیر شکاف قیمتی، هزینه مبادله، دارایی پایه و غیره گزارش شده است.

جدول ۳. محدودیت تعادل اختیار خرید - فروش با مفروضات مختلف

معادله	توضیحات
$S_t - D_1 e^{-r(T-t_1)} - K \leq C_t - P_t \leq S_t - \min\{Ke^{-r(T-t)} + D_1 e^{-r(T-t_1)}, Ke^{-r(T-t)}\}$	تعادل اختیار خرید - فروش مدل آمریکایی که دارایی پایه در دوره نگهداری یک بار سود پرداخت می‌کند (برگ، برویک و سائتم ^۶ ، ۱۹۹۶)
$Fe_t^{-rT} - K \leq C_t - P_t \leq F_t - Ke^{-rT}$	تعادل اختیار خرید - فروش مدل آمریکایی روی آتی (وانگ و همکاران، ۲۰۰۸)
$C^b - P^a - F^a e^{-rT} + K \geq 0$ $P^a - C^a + F^b - Ke^{-rT} \geq 0$	تعادل اختیار خرید - فروش مدل آمریکایی روی آتی با لحاظ کردن شکاف قیمتی خرید و فروش
$P_t - C_t = Ke^{-r(T-t)} + Fe^{-r(T-t)} \pm TC$	تعادل اختیار خرید - فروش مدل اروپایی روی آتی با هزینه معامله (موهانتی و پریان، ۲۰۱۵)
$C_t - P_t = S_t e^{-rfT} - Ke^{-rdT}$	تعادل اختیار خرید - فروش اروپایی روی ارز (هوک و همکاران، ۲۰۰۸)
$C^b - P^a - Ke^{-rT} - S^b + D + TC \geq 0$ $P^b - C^a + S^b - Ke^{-rT} - D + TC \geq 0$	تعادل اختیار خرید - فروش اروپایی با شکاف قیمت خرید و فروش و سود تقسیمی و هزینه معامله (کاپل - بلانکر و چادهوری، ۲۰۰۱؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱)

1. Overpriced
2. Conversion
3. Gray
4. Lee & Nayar
5. Derosa
6. Berg, Brevik & Saaettem

دسته سوم استراتژی‌ها، شکاف اختیار خرید، ترکیبی از دو اختیار خرید (فروش) با قیمت های توافقی متفاوت، اما سررسیدهای یکسان است. به عبارتی شکاف صعودی اختیار خرید شامل خرید یک اختیار خرید با قیمت توافقی K_1 و همزمان فروش یک اختیار خرید با قیمت توافقی K_2 است؛ به طوری که $K_2 > K_1$. از طرفی شکاف نزولی اختیار فروش شامل خرید یک اختیار فروش با قیمت توافقی K_2 و همزمان فروش اختیار فروش با قیمت توافقی K_1 است (کاپل - بلانکر و چادهوری، ۲۰۰۱؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱؛ جونگسایاکول^۱، ۲۰۱۶). تفاوت در قیمت دو اختیاری که در همه جوانب به جز قیمت اعمال با هم متفاوت هستند، باید کمتر از تفاوت در قیمت اعمال آن‌ها باشد (شاستری و تاندون، ۱۹۸۵). آزمون شکاف اختیار خرید (فروش) با هدف بررسی کارایی داخلی بازار اختیارات انجام می‌شود (کاپل - بلانکر و چادهوری، ۲۰۰۱). این شرط با فرض عدم وجود آربیتراژ برای شکاف صعودی اختیار خرید و شکاف نزولی اختیار فروش به ترتیب به صورت زیر بیان می‌شود:

$$C_1 - C_2 \leq K_2 - K_1 \quad \text{رابطه ۴}$$

$$P_2 - P_1 \leq K_2 - K_1 \quad \text{رابطه ۵}$$

دسته چهارم، شکاف جعبه‌ای، مشابه تعادل اختیار خرید - فروش است با این تفاوت که در آن جفت اختیار خرید و فروش مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارایی پایه از رابطه حذف می‌شود (آکرت و تیان، ۲۰۰۱). بلینگرلی و چانس^۲ (۱۹۸۵) و رونا و رونا^۳ (۱۹۸۹) اولین بار از رابطه آربیتراژی شکاف جعبه‌ای برای آزمون کارایی بازار اختیارات استفاده کردند. برای ساخت شکاف جعبه‌ای، به چهار اختیار معامله اروپایی با این ویژگی‌ها نیاز است: ۱. دارایی پایه یکسان؛ ۲. تاریخ سررسید یکسان؛ ۳. دو قیمت اعمال با شرط $K_1 < K_2$. بنابراین استراتژی شکاف جعبه‌ای به صورت ترکیبی از شکاف صعودی اختیار خرید^۴ (یعنی خرید اختیار خرید با قیمت توافقی K_1 و فروش اختیار خرید با قیمت توافقی K_2) و شکاف نزولی اختیار فروش^۵ (شامل خرید اختیار فروش با قیمت توافقی K_2 و خرید اختیار فروش با قیمت توافقی K_1) است. طبق روابط قیمتی مربوط به شکاف جعبه‌ای در صورت نقض رابطه^۶ فرصت آربیتراژ ایجاد می‌شود (آکرت و تیان، ۲۰۰۱).

$$(C_1 - C_2) + (P_2 - P_1) = (K_2 - K_1)e^{-r(T-t)} \quad \text{رابطه ۶}$$

دسته پنجم، استراتژی شکاف پروانه‌ای (تحدب)^۷، نیز مانند شکاف جعبه‌ای به منظور بررسی کارایی داخلی بازار اختیارات طراحی شده است (کاپل - بلانکر و چادهوری، ۲۰۰۱). شرط تحدب اختیار خرید (فروش) که به‌عنوان شکاف پروانه‌ای نیز شناخته می‌شود، متضمن داشتن موقعیت در قراردادهای اختیار معامله‌ای است که سه قیمت توافقی متفاوت دارند. با فرض این که $K_1 < K_2 < K_3$ ، اگر سرمایه‌گذار دو قرارداد اختیار خرید را با قیمت‌های توافقی K_1 و K_3 بخرد و دو قرارداد اختیار خرید دیگر با قیمت توافقی K_2 (یعنی میانگین K_1 و K_3) را بفروشد، از استراتژی شکاف پروانه‌ای

1. Jongadsayakul
2. Billingsley & Chance
3. Ronn & Ronn
4. Bullish Call Spread
5. Bearish Put Spread
6. Convexity

استفاده کرده است. طبق این استراتژی (کاکس و رابینستین^۱، ۱۹۸۵: ۳۸۵؛ کاپل - بلانکر و چادهوری، ۲۰۰۱؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱):

$$C_2 \leq wC_1 + (1 - w)C_3 \quad \text{رابطه ۷}$$

$$w = \frac{(K_3 - K_2)}{(K_3 - K_1)} \quad \text{رابطه ۸}$$

این استراتژی با کمک اختیار فروش نیز صورت می‌گیرد. به عبارتی سرمایه‌گذار دو اختیار فروش با قیمت توافقی K_1 و K_3 را خریداری می‌کند و دو اختیار فروش با میانگین دو قیمت توافقی دیگر K_2 را می‌فروشد. معادله این استراتژی به صورت زیر است:

$$P_2 \leq wP_1 + (1 + w)P_3 \quad \text{رابطه ۹}$$

البته در صورتی که دارایی پایه ارزش خارجی (هوک و همکاران، ۲۰۰۸) یا قرارداد آتی (اگدن و توکر، ۱۹۸۷) باشد یا فرض وجود شکاف قیمتی (کاپل - بلانکر و چادهوری، ۲۰۰۱؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱)، سود تقسیمی (دابوفسکی، ۱۹۹۲) و یا هزینه معامله (کاپل - بلانکر و چادهوری، ۲۰۰۱؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱) پذیرفته شود تعدیلاتی در برخی روابط ایجاد می‌شود که از حوصله این مقاله خارج است.

در صورتی که سرمایه‌گذاران دانش و اطلاعات کافی در مورد دارایی پایه و اختیار نداشته باشند، این موضوع منجر به ناکارایی بازار و در نتیجه نقض بیشتر محدودیت‌های آربیتراژ می‌شود. طبیعتاً هر اندازه استراتژی مورد استفاده از پیچیدگی بالاتری برخوردار باشد، به تحلیل و تخصص بیشتری نیاز است. اما از آنجایی که تعداد افراد متخصص و توانمند در حوزه تحلیل و بررسی استراتژی‌ها محدود است، و برای افراد غیرمتخصص صرفه اقتصادی ندارد که از خدمات تحلیلگران معاملات اختیار استفاده کنند، امکان بروز خطا در تحلیل‌ها و معاملات و در نتیجه نقض روابط قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ وجود دارد. به علاوه، در برخی استراتژی‌ها مانند استراتژی تعادل خرید و فروش و شکاف جعبه‌ای، هر دو نوع اختیار خرید و فروش وجود دارد، یعنی برای آزمون نقض روابط قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ در استراتژی تعادل اختیار خرید و فروش و شکاف جعبه‌ای، باید قیمت هم‌زمان دو اختیار خرید و فروش با سررسیدهای یکسان انتخاب و مورد آزمون قرار گیرد (بیون و پارک، ۲۰۰۹). شاید دلیل این امر آن است که جریان اطلاعات بین دو نوع اختیار با تاخیر اتفاق می‌افتد؛ بنابراین احتمال نقض بیشتر در استراتژی‌های ذکر شده بیشتر است. به این ترتیب استراتژی تعادل اختیار خرید و فروش و شکاف جعبه‌ای که از پیچیدگی بیشتری برخوردار است (یعنی لازم است قیمت دو اختیار خرید و فروش به‌طور هم‌زمان مد نظر قرار گیرد)، استراتژی ترکیبی نامیده می‌شود. سایر استراتژی‌ها که صرفاً شامل معاملات اختیار خرید یا اختیار فروش به تنهایی هستند از پیچیدگی کمتر برخوردارند و در این مطالعه با عنوان استراتژی ساده نام‌گذاری شده‌اند. از طرفی از آنجایی که قیمت‌ها به‌طور مداوم در حال تغییر است، موضوع فاصله زمانی برای انتخاب قیمت اختیارات

اهمیت می‌یابد، و باید سرمایه‌گذاران از هوشیاری کامل برخوردار باشند تا چنین فرصت‌هایی را شناسایی کنند (فولویل و هلمس، ۱۹۹۰). بنابراین انتظار می‌رود کارایی بازار در نامعادلات پیچیده ضعیف‌تر از نامعادلات ساده تشخیص داده شود.

پیشینه تجربی

آزمون‌های تجربی روابط قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ، خالص‌ترین رویکرد برای بررسی کارایی بازار اختیارات است. زیرا نه نیازی به مدل ارزش‌گذاری دارد و نه فرضی در مورد رفتار سرمایه‌گذاران به غیر از ترجیح بیشتر به کمتر برخوردار است (چنس، ۱۹۸۸). برای اجرای این آزمون‌ها، معاملات نقد (یا آتی) و اختیار به‌عنوان نمونه پژوهشی گردآوری می‌شود و سپس برقراری یا برقرار نبودن نامعادلات حدی (معادلات) بررسی می‌شود. اگر تعداد معاملات نقض‌کننده (ژانگ و واتادا، ۲۰۱۹؛ وانگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱؛ کوالو و مامولا، ۲۰۰۰؛ اونین و رود، ۱۹۸۵)، یا میانگین سود حاصل از نقض (گوپتا و جیتندرانان،^۱ ۲۰۱۰؛ ویپول، ۲۰۰۸؛ ژانگ و لای، ۲۰۰۶؛ فولویل و هلمس، ۱۹۹۰؛ بیکرز، ۱۹۸۴) روابط قیمت‌گذاری بزرگ باشد، در اصطلاح فرصت آربیتراژی وجود دارد و برعکس. در این آزمون‌ها ملاحظات متعددی در نظر گرفته می‌شود که از آن جمله می‌توان به وقفه آزمون (هملر و میلر، ۱۹۹۷؛ نیسبت^۲، ۱۹۹۲؛ هالپرن و تورنبال^۳، ۱۹۸۵)، نوع قیمت (بودورتا و کورتادون، ۱۹۸۶؛ بهارداوا و ویگنز^۴، ۲۰۰۱؛ فونگ و همکاران، ۲۰۰۴) و هزینه معامله (وانگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ کوالو و مامولا، ۲۰۰۰؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱) اشاره کرد. به منظور کسب شناخت نسبت به جزئیات آزمون‌های تجربی و آثار آن در این فرائتحلیل، جزئیات بیشتری در مورد ملاحظات مرتبط با آزمون‌های نقض محدودیت‌های آربیتراژ ارائه می‌شود.

آزمون‌های با وقفه و بدون وقفه

در آزمون با وقفه از اطلاعات موجود در آزمون بدون وقفه به‌عنوان سیگنالی برای هدایت تصمیمات سرمایه‌گذاری استفاده می‌شود، و سبب دقایقی بعد از دریافت سیگنال (و طبیعتاً با قیمت‌های جدید) تشکیل می‌شود. به بیان بهتر قیمت‌های ایجادکننده نقض به‌عنوان سیگنالی از وجود نقض مطرح است نه قیمت‌هایی جهت تشکیل سبب آربیتراژ (کلمکسکی و رسنیک، ۱۹۸۰). کارایی نباید به صورت بدون وقفه آزمون شود، چرا که در آزمون بدون وقفه فرض می‌شود که آربیتراژگر در قیمت‌های غالب^۵ (وجود یک دارایی غالب یه این معناست که با موقعیت سرمایه‌گذاری صفر، بتوان بازده غیرمنفی و نه لزوماً ثابت، برای تمام حالات کسب کرد) زمان t ، قادر به تحصیل چنین سودی است و چون در بازار کارا انتظار اصلاحات قیمتی مداوم وجود دارد، وجود سود آربیتراژ در آزمون بدون وقفه نمی‌تواند دال بر ناکارایی بازار باشد. (کلمکسکی و رسنیک، ۱۹۸۰؛ گالای، ۱۹۷۸؛ فولویل و هلمس، ۱۹۹۰؛ بلومیر و بوید، ۱۹۸۸).

1. Gupta & Jithendranathan
2. Nisbet
3. Halpern & Tournbull
4. Bharadwaj & Wiggins
5. Dominant

نوع قیمت مورد استفاده در آزمون

از آنجایی که قیمت‌های پایانی لزوماً قیمت معامله محسوب نمی‌شود، هماهنگی بین قیمت اختیار و قیمت دارایی پایه را نشان نمی‌دهد؛ بنابراین تضمینی وجود ندارد که این قیمت‌ها ارزیابی‌های هم‌زمان از دارایی‌های مرتبط را نشان دهد. از طرفی ممکن است بازار به اندازه کافی عمیق^۱ نباشد (عمق بازار، یعنی تعداد قراردادهای اختیار که در قیمت معین معامله می‌شوند) که بتوان اجرای استراتژی‌های معاملاتی با قیمت‌های پایانی را انجام داد. در نتیجه هر نوع نقض ممکن است بیشتر فرصتی گذرا باشد تا فرصتی برای کسب سود آربیتراژ (گالای، ۱۹۷۸؛ شاستری و تاندون، ۱۹۸۵؛ بتاکاریا، ۱۹۸۳). انتظار می‌رود با استفاده از داده‌های درون روزی^۲ (همچون داده‌های معاملاتی^۳ و قیمت‌های پیشنهادی) آزمون‌های کارایی بهبود پیدا کند؛ چرا که احتمال ثبت سفارش‌های سهام و اختیار غیرهم‌زمان است و اجرای آربیتراژ بین بازاری ممکن است به شدت وقت‌گیر و پرهزینه باشد (کاپل - بلانکر و چادهوری، ۲۰۰۱).

هزینه معامله

هزینه معامله در تشخیص سود آربیتراژ اهمیت زیادی دارد، چرا که انحراف از شرایط تعادلی نظری، به میزانی که سود حاصل فراتر از هزینه معامله باشد بستگی دارد (فولویل و هلمس، ۱۹۹۰). به خصوص در آزمون‌های با وقفه سود آربیتراژ با هزینه معامله کاهش می‌یابد. از طرفی همچنان که در نظر گرفتن هزینه معامله (شکاف قیمتی خرید و فروش، کمسیون، هزینه‌های معاملاتی، هزینه‌های تسویه و غیره) مهم است، تخمین دقیق هزینه‌های واقعی برای استراتژی‌های مختلف کاملاً چالش برانگیز است. زیرا نه تنها هزینه معاملات در طول زمان تغییر می‌کند، بلکه ممکن است به استراتژی خاص و اندازه معاملات نیز وابسته باشد (کاپل - بلانکر و چادهوری، ۲۰۰۱).

روش‌شناسی پژوهش

فرا تحلیلی در این پژوهش در هفت مرحله اجرا شده است. مرحله اول فرا تحلیلی تعریف موضوع است. موضوع پژوهش حاضر بررسی وجود ناکارایی و فرصت آربیتراژ در بازار اختیارات و عوامل ناهمگونی آن در آزمون‌های گذشته با رویکرد نقض روابط قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ است. بررسی نقض روابط قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ در قالب تعداد معاملاتی که منجر به نقض شده است (برونتی و تورچلی، ۲۰۰۵؛ کاوالو و مامولا، ۲۰۰۰؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱؛ هملر و میلر، ۱۹۹۷؛ شاستری و تاندون، ۱۹۹۷؛ بتاکاریا، ۱۹۸۳)، میانگین سود آربیتراژی حاصل از نقض (بیون و پارک، ۲۰۰۹؛ گوپتا و جیتندراتنان، ۲۰۱۰؛ لای و آلفای، ۲۰۰۶؛ فونگ، چنگ و چان^۴، ۱۹۹۷) و یا معادله رگرسیونی تعادل اختیار خرید - فروش (ژانگ و لای، ۲۰۰۶؛ میتنیک و ریکن، ۲۰۰۰؛ هوک و همکاران، ۲۰۰۸) صورت می‌گیرد.

1. Deep
2. Intra-Day Data
3. Transaction Price
4. Fung, Cheng & Chan

مرحله دوم، گردآوری مطالعات است. برای یافتن مطالعات مرتبط با موضوع فوق از کلید واژه‌های^۱ مرتبط در گوگل اسکولار^۲ استفاده و ۱۰۱ مطالعه که شامل آزمون‌های مذکور بود دانلود شد. البته در برخی پایگاه مقالات دیگر نیز جست‌وجو انجام شد که به دلیل نیافتن مطالعه جدید ذکر نام نمی‌شود.

در مرحله سوم، غربال و گزینش مطالعات، صورت گرفت. مطالعات گردآوری شده در مرحله دوم، صرفاً بر اساس عنوان و چکیده انتخاب شد، در مرحله سوم مقالات منتشر شده در نشریاتی که در پایگاه اطلاعاتی اسکپوس نمایه نشده بود و مقالاتی که تعداد مشاهدات را گزارش نکرده بود، از فهرست مقالات حذف شد و ۵۴ مقاله (نشر ۱۹۷۸ الی ۲۰۱۹) باقی ماند. تعداد آزمون‌های استخراج شده از مقالات ۱۳۱۵ آزمون (نمونه پژوهش) و مجموع مشاهدات مقالات مذکور ۳/۷ میلیون مشاهده بود.

در مرحله چهارم اطلاعات عمومی (عنوان مقاله، مقدار شاخص H، نام نویسنده(ها) و سال انتشار)، اطلاعات لازم برای محاسبه اندازه اثر (میانگین سود آربیتراژ، انحراف معیار سود آربیتراژ، درصد (تعداد) نقض‌های مشاهده شده، آماره t مرتبط با ضرایب رگرسیون، تعداد مشاهدات)، و اطلاعات محاسبه متغیرهای مربوط به فرضیه‌ها (زمان آزمون، نوع استراتژی، وقفه آزمون و نوع قیمت) و اطلاعات مربوط به محاسبه متغیرهای مربوط به آزمون پایایی^۳ (کشور مورد مطالعه، نوع اختیار، دارایی پایه، لحاظ کردن هزینه معامله و لحاظ کردن سود تقسیمی) از مقالات استخراج شد.

مرحله پنجم برای انجام فراتحلیل، این نتایج به یک متغیر هم‌مقیاس (اندازه اثر) تبدیل می‌شود تا امکان مقایسه بین نتایج فراهم شود. اندازه اثر معیار استاندارد است که به واسطه آن قوت نتایج هر آزمون اندازه‌گیری می‌شود (کوهن^۴، ۱۹۷۷). اندازه اثر محاسبه شده در این پژوهش اندازه اثر τ است. روش پژوهش، رویکرد تحلیل داده‌ها و آماره مورد استفاده برای استخراج اندازه اثر در هر یک از مطالعات، و نیز فرمول تبدیل آماره به اندازه اثر τ در جدول ۴ گزارش شده است، به طوری که N تعداد مشاهدات مربوط به مطالعه تجربی است.

جدول ۴. طریقه محاسبه اندازه اثر در رویکردهای مختلف تحلیل داده‌ها در مطالعات تجربی

ردیف	روش پژوهش	رویکرد تحلیل	آماره	فرمول محاسبه τ
۱	همبستگی	معادله رگرسیون	t مرتبط با هر بتا و آلفا	$\sqrt{\frac{t^2}{t^2 + (N - 2)}}$
۲	میانگین سود	آزمون محدودیت آربیتراژ	$\frac{M}{\sigma/\sqrt{N}}$	$\sqrt{\frac{t^2}{t^2 + (N - 2)}}$
۳	تعداد (درصد) نقض	آزمون محدودیت آربیتراژ	$\frac{P}{\sqrt{P(1 - P)/N}}$	$\sqrt{\frac{t^2}{t^2 + (N - 2)}}$

1. These keywords include: arbitrage profitability, options market efficiency, efficiency test and options market, boundary condition and option market, index options and arbitrage, future options and arbitrage, currency options and arbitrage, gold options and arbitrage, put-call parity, box spread and efficiency, lower boundary, no arbitrage conditions, no arbitrage relations.

2. Google scholar

3. Robustness check

4. Cohen

در مرحله ششم اندازه اثر مشترک برای کل آزمون‌ها و هر طبقه متناسب با نیاز محاسبه شد. اندازه اثر مشترک یک گروه از آزمون‌ها، به پیروی از لیپسای و ویلسون^۱ (۲۰۰۱) با استفاده از میانگین وزنی اندازه اثرهای تخمینی آزمون‌های داخل گروه و با استفاده از رابطه ۱۰ برآورد شد. وزن هر اندازه اثر نیز برابر یک به خطای استاندارد آن در نظر گرفته شد. دلیل وزن‌دهی آن است که آزمون‌های دقیق‌تر تأثیر بیشتری در میانگین داشته باشد. اگر اندازه اثر، واریانس نمونه‌گیری کمی داشته باشد، احتمالاً مقادیر آماره به پارامتر جامعه نزدیک‌تر است (هجیز و الکین^۲، ۱۹۸۵؛ هانتر و اشمیت^۳، ۱۹۹۰). بنابراین دقت تا حد زیادی تابع اندازه نمونه است.

$$\bar{r} = \frac{\sum_i w_i r_i}{\sum_i w_i} \quad \text{رابطه ۱۰}$$

به طوری که اندازه اثر هر مطالعه و w_i معکوس واریانس نمونه‌گیری است و با رابطه $w_i = \frac{1}{\hat{\sigma}_{e_i}^2}$ محاسبه می‌شود و $\sigma_{e_i}^2 = \frac{1}{n_i - 3}$ و $\hat{\sigma}_{e_i}^2$ واریانس نمونه‌گیری و n تعداد مشاهدات هر مطالعه است. اندازه اثر مشترک در فراتحلیل را می‌توان با یکی از دو مدل اثرهای ثابت^۴ یا اثرهای تصادفی^۵ محاسبه کرد. در مدل اثرهای ثابت فرض می‌شود یک اندازه اثر واقعی وجود دارد که زیر بنای تمام مطالعات موجود در نمونه است و تفاوت در تخمین‌ها تنها ممکن است به دلیل خطای نمونه‌گیری باشد (بایاکوفسکی و پیررا^۶، ۲۰۱۸). در مدل اثرهای تصادفی نیز فرض می‌شود که اندازه اثر در واقعیت متعدد و متفاوت است و علاوه بر خطای نمونه‌گیری، عوامل زمینه‌ای دیگری نیز باعث تفاوت در اندازه اثر می‌شود.

مرحله هفتم آزمون ناهمگونی اندازه اثرها یا تفاوت بین آنهاست (هیجینز، تامپسون، دیکس و آلتمن^۷، ۲۰۰۳). به پیروی از موریس و دیشون^۸ (۲۰۰۲) و هجیز (۱۹۸۲) ناهمگونی اندازه اثرها و بر مبنای مقایسه واریانس مشاهده شده بین اندازه اثرها با واریانس نظری ناشی از خطای نمونه‌گیری و به کمک رابطه ۱۱ به دست آمده است. آماره آزمون مربوطه که از توزیع کای مربع پیروی می‌کند.

$$Q = \frac{k \hat{\sigma}_r^2}{\hat{\sigma}_e^2} \quad \text{رابطه ۱۱}$$

که در آن $\hat{\sigma}_r^2 = \frac{\sum_{i=1}^k w_i (r_i - \bar{r})^2}{\sum_{i=1}^k w_i}$ و $\hat{\sigma}_e^2 = \frac{\sum_{i=1}^k w_i \hat{\sigma}_{e_i}^2}{\sum_{i=1}^k w_i} = \frac{k}{\sum_{i=1}^k \frac{1}{\hat{\sigma}_{e_i}^2}}$ است. K نیز تعداد اندازه اثرها و w وزن هر اندازه اثر است.

1. Lipsey and Wilson
2. Hedges & Olkin
3. Hunter & Schmidt
4. Fixed Effects Model
5. Random Effects Model
6. Bialkowski & Perera
7. Higgins, Thompson, Deeks & Altman
8. Morris & Deshon

در نرم‌افزار سی‌ام‌ای نیز این آزمون با آماره Q گزارش می‌شود، به طوری که مقدار بالای Q (و به تبع آن مقدار پایین سطح معناداری) حاکی از ناهمگونی مطالعات است. مقدار آزمون Q در زمانی که اندازه‌های نمونه بزرگ است، ممکن است ناهمگونی را معنی‌دار نشان دهد، حتی اگر تفاوت بین اندازه‌ها کوچک باشد؛ ضمن اینکه در بسیاری موارد، این آزمون دارای قدرت کمتری است و در رد فرضیه صفر ممکن است خطا ایجاد شود (ایگر، اسمیت و آلمن، ۲۰۰۱). به پیروی از هیجینز و همکاران (۲۰۰۳) با توجه به مشکلات آزمون Q، در کنار آن آماره‌ای به نام I^2 برای تشخیص ناهمگونی استفاده می‌شود که عبارت است از نسبت تغییراتی که به علت ناهمگونی ایجاد شده است نه به علت شانس. بالا بودن مقدار این آماره دال بر وجود ناهمگونی است و از رابطه ۱۲ به دست می‌آید:

$$I^2 = \frac{(Q - df)}{Q} \times 100 \quad \text{رابطه ۱۲}$$

مقدار I^2 بین صفر و ۱۰۰ درصد قرار دارد. به طور کلی مقادیر I^2 اگر ۲۵ درصد، ۵۰ درصد و ۷۵ درصد باشد، به ترتیب ناهمگونی پایین، متوسط و بالا تعبیر و تفسیر می‌شود. مقدار بالای ناهمگونی به این معناست که مقدار اندازه اثر مشترک شاخص مناسبی برای تشخیص کارایی بازر نیست. بنابراین لازم است دلایل ناهمگونی در نتایج کشف شود. مرحله هشتم پایایی سنجی نتایج است. در صورتی که با تغییر شرایط یعنی در طبقات مختلف، نتایج آزمون فراتحلیل تغییر نکند، نتایج پایا بوده و قابلیت اتکای بیشتری دارد. تفاوت بین اندازه اثر مشترک طبقات مختلف با استفاده از آماره آزمون بین گروهی Q_B با درجه آزادی $J-1$ به شرح رابطه ۱۳ آزمون می‌شود (موریس و دیشون، ۲۰۰۲):

$$Q_B = Q_T - \sum_{j=1}^J Q_j \quad \text{رابطه ۱۳}$$

به طوری که Q_T آماره کل نمونه و Q_j آماره درون گروهی طبقات مربوط به آزمون پایایی و J تعداد طبقات است. برای تشکیل طبقات پایایی سنجی از مبناهای مختلفی شامل نوع استراتژی (کف / سقف قیمت اختیار خرید/فروش، تعادل اختیار خرید - فروش، شکاف اختیار خرید/فروش، شکاف پروانه‌ای و شکاف جعبه‌ای)، نوع قیمت (پایانی، معامله یا پیشنهادی)، دارایی پایه (شاخص، ارز، سهام، آتی، طلا)، سود تقسیمی (با/بدون در نظر گرفتن سود تقسیمی)، هزینه معامله (با/بدون در نظر گرفتن هزینه معامله)، دخالت وقفه آزمون (با/بدون در نظر گرفتن وقفه در آزمون نقض)، سال آزمون (دهه ۱۹۷۰ تا دهه ۲۰۱۰)، توسعه یافتگی کشور (توسعه یافته و در حال توسعه) و شاخص نقض (میانگین سود یا نسبت معاملات ناقص رابطه) استفاده شده است.

یافته‌های پژوهش

برای تعیین اندازه اثر مشترک کلیه مطالعات برای هر عضو نمونه (یعنی هر آزمون نقض روابط بدون آربیتراژ)، یک اندازه

اثر محاسبه شده است که قوت و شدت نقض روابط (میزان ناکارایی بازار اختیارات) را در شرایط خاص آزمون مذکور در پژوهش میدانی نشان می‌دهد. نتایج تخمین فرصت‌های آربیتراژ بر اساس کل نمونه و آزمون معناداری تفاوت آن با صفر در جدول ۵ گزارش شده است.

جدول ۵. نتایج تخمین اندازه اثر مشترک کل نمونه و معناداری تفاوت آن با صفر

تعداد مشاهده	مدل	میانگین وزنی اندازه اثر	فاصله اطمینان		آزمون فرض صفر	
			حد پایین	حد بالا	آماره Z	سطح معناداری
۱۳۱۵	اثرهای تصادفی	۰/۴۳	۰/۴۲	۰/۴۵	۴۶/۴۲	۰/۰۰

در جدول ۵ به دلیل سطح معناداری قریب به صفر آماره Q از روش اثرات تصادفی در تخمین اندازه اثر مشترک استفاده می‌شود. اندازه اثر مشترک برای کل نمونه برابر ۰/۴۳ به دست آمد و مقدار قریب به صفر معناداری آماره Z مرتبط با میانگین بدین معناست که در سطح خطای ۱ درصد مقدار اندازه اثر مشترک تفاوت معناداری با صفر دارد. در نتیجه بر اساس کل نمونه، روابط قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ در اختیار معامله نقض می‌شود و بازار اختیارات ناکاراست.

نقش استراتژی‌های معاملاتی در فرصت‌های آربیتراژ

در مطالعات، شش استراتژی برای تشکیل روابط قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ مورد استفاده قرار گرفته است که عبارت‌اند از: کف و سقف اختیار خرید، کف و سقف اختیار فروش، تعادل اختیار خرید و فروش، شکاف قیمتی، شکاف پروانه‌ای و شکاف جعبه‌ای. پس از دسته‌بندی آزمون‌ها در استراتژی‌های ساده و پیچیده، برای آزمون تفاوت کارایی بازار در این دو طبقه، از تحلیل واریانس یک عامله با آماره آزمون Q بین گروهی استفاده و نتایج مرتبط با آن در جدول ۶ گزارش شده است.

جدول ۶. تفاوت کارایی بازار اختیارات ناشی از تفاوت استراتژی معاملاتی

نوع استراتژی	تعداد مشاهدات	سطح معناداری Q بین گروهی	میانگین وزنی	مقدار آماره آزمون Z	معناداری آماره Z	حد پایین	حد بالا
استراتژی ساده	۴۶۴	۰/۰۰	۰/۲۷	۱۸/۶۱۱	۰/۰۰	۰/۲۴۱	۰/۲۹۴
استراتژی ترکیبی	۸۵۰		۰/۵۱	۵۱/۶۸۱	۰/۰۰	۰/۴۹۶	۰/۵۲۷

بر اساس نتایج جدول ۶، میانگین وزنی اندازه اثر برای استراتژی ساده ۰/۲۷ و برای استراتژی ترکیبی ۰/۵۱ است و آماره Z و معناداری آن نیز نشان می‌دهد که اندازه اثر هر دو گروه از استراتژی‌ها، به طور معناداری در سطح خطای یک درصد با صفر تفاوت دارد. با توجه به این که آماره Q بین گروهی در سطح خطای ۱ درصد معنادار است، فرضیه خنثی رد می‌شود و تفاوت معناداری بین کارایی بازار محاسبه شده توسط دو گروه از استراتژی‌ها وجود دارد. به عبارت بهتر، با ۹۹ درصد اطمینان می‌توان گفت فرصت سود آربیتراژ با استراتژی‌های ترکیبی بیشتر از استراتژی‌های ساده است.

همان‌طور که در جدول ۷ ملاحظه شد، در تمام شرایط، فرصت سود آربیتراژی استراتژی‌های ترکیبی به‌طور معناداری بیشتر از استراتژی‌های ساده است و هنگام استفاده از این استراتژی‌ها، کارایی بازار اختیارات کمتر ارزیابی می‌شود. این نتایج پژوهش با نتایج بیون و پارک (۲۰۰۹)، آگاروال و گوپتا (۲۰۰۹)، کاپل - بلانکر و چادهوری (۲۰۰۱)، آکرت و تیان (۲۰۰۱) مشابه است که مشاهده کردند نقض در استراتژی‌های شکاف جعبه‌ای نسبت به استراتژی‌های شکاف پروانه‌ای، شکاف اختیار خرید و شکاف اختیار فروش حتی با وارد کردن هزینه معامله بالاتر است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش کارایی بازار اختیارات به کمک رویکرد روابط قیمت گذاری بدون آربیتراژ فراتحلیل شد تا درجه ناکارایی در بازار اختیارات به دست آید. همچنین دلایل واگرایی نتایج در کارایی بازار اختیارات نیز بررسی و مشخص شد بازار اختیارات در چه شرایطی کارتر ارزیابی می‌شود. برای آزمون پایداری نتایج مربوط به ناکارا بودن بازار اختیارات و هر کدام از دلایل واگرایی در میزان ناکارایی، فرضیه‌ها با تغییر شرایط (کشور، زمان آزمون، نوع دارایی پایه، استراتژی تشکیل روابط قیمت گذاری بدون آربیتراژ، و رویکردهای متفاوت متدولوژیک نظیر وقفه آزمون، شاخص کارایی و اعمال هزینه معامله، شکاف قیمت پیشنهادی خرید و فروش و سود تقسیمی در روابط) مجدداً مورد آزمون قرار گرفت. در مطالعات تجربی متعددی، کارایی بازار اختیارات به کمک روابط قیمت گذاری بدون آربیتراژ آزمون شده است. اما به دلیل محدودیت‌های حاکم بر مطالعات تجربی نظیر زمان، مکان و روش، امکان ایجاد درک جامع از نتایج وجود ندارد. اندازه اثر مشترک کل نمونه را محاسبه و اندازه اثر مشترک نمونه‌های فرعی را برای کشف دلایل واگرایی اندازه‌گیری شد. برای تشکیل نمونه‌های فرعی از نوع استراتژی (ترکیبی و ساده)، شاخص کارایی (میانگین سود آربیتراژی و نسبت نقض روابط)، نوع قیمت (قیمت معامله، قیمت پایانی و قیمت پیشنهادی خرید و فروش)، و زمان انجام آزمون (قبل و بعد از سال ۲۰۰۰) استفاده شد و معناداری تفاوت کارایی بازار در نمونه‌های فرعی با رویکرد تحلیل واریانس یک عامله تحلیل شد.

با توجه به رویکرد فراتحلیل این پژوهش، داده‌های لازم برای اندازه‌گیری کارایی و کشف دلایل واگرایی آن از مطالعات منتشر شده در نشریات با نمایه SCOPUS استخراج شد. هر مطالعه حاوی آزمون‌های مختلفی است که در شرایط متفاوت برای سنجش کارایی بازار اختیار به کار رفته است. نمونه پژوهش شامل کلیه این آزمون‌هاست که اطلاعات لازم برای محاسبه اندازه اثر در مقاله حاوی آزمون گزارش شده باشد. نتایج آزمون به کمک فرمول‌ها و قواعد فراتحلیل به یک ضریب بی‌مقیاس به نام اندازه اثر تبدیل شده و ضریب مذکور به‌عنوان معیار عدم کارایی بازار اختیارات پذیرفته می‌شود. اطلاعات مربوط به متغیرهای دیگر نظیر کشور مورد مطالعه، نوع آزمون، نوع قیمت، نوع رابطه بدون آربیتراژ و غیره نیز از متن مقالات منتشر شده استخراج شد.

نتایج پایا و معتبری که در این مطالعه حاصل شد، نشان از آن دارد که در کل نمونه (آزمون‌های تجربی گذشته) روابط قیمت گذاری بدون آربیتراژ به‌طور معناداری نقض شده و ناکارایی بازار اختیارات را نشان می‌دهد. اغلب مطالعات در آزمون‌های تجربی کارایی بازار اختیارات نیز این ناکارایی‌ها را گزارش کرده‌اند (جونگسایاکول، ۲۰۱۶؛ بیون و پارک،

۲۰۰۹؛ دیکسیست و همکاران، ۲۰۰۹؛ ویپول، ۲۰۰۸؛ لای و آلفای، ۲۰۰۶؛ شاستری و تاندون، ۱۹۸۵). در واقع اگر بازارها را در طول تاریخ و در کشورها و شرایط مختلف به عنوان کل واحد در نظر بگیریم، کسانی که در این بازار فعالیت می کنند به دلیل ناکارایی بازار امکان کسب سود آربیتراژ دارند. پایایی سنجی نتایج مربوطه نیز حاکی از استواری بودن یافته های مذکور است. این نتایج با نتایج حاصل از پژوهش لای و آلفای (۲۰۰۶)، آکرت و تیان (۲۰۰۱)، کاپل-بلانکر و چادهوری (۲۰۰۱)، کاولو و مامولا (۲۰۰۰)، شاستری و تاندون (۱۹۸۵)، اونین و رود (۱۹۸۵) سازگار و با مطالعات فونگ و همکاران (۲۰۰۴)، بیلی^۱ (۱۹۸۷)، اگدن و توکر (۱۹۸۷)، بال و همکاران (۱۹۸۵) متناقض است. تناقضی که وجود دارد به نظر طبیعی می آید؛ چرا که مطالعات تجربی در شرایط و محدودیت های زمانی و محیطی خاص خود اجرا شده و ممکن است بازار را کارا فرض کرده باشند. البته در فراتحلیل نیز واگرایی حاکم بر نتایج نشان می دهد که در برخی شرایط بازار کاراست. نتایج آزمون ناهمگونی نیز حاکی از آن است که اندازه اثرها نسبت به هم ناهمگون هستند و در مورد تورش در تعمیم میانگین به کل نمونه ها نگرانی وجود دارد. یعنی مقادیر متفاوتی از اندازه اثر وجود دارد و در هر آزمون تجربی یکی از آن ها اندازه گیری می شود. به عبارتی تفاوت بین اندازه اثرها ناشی از خطای نمونه گیری به علاوه نوسانات مربوط به جامعه اثرات است.

نتایج مهم دیگری که لازم به ذکر است به کشف دلایل واگرایی کارایی در بازار اختیارات مربوط می شود. اول اینکه استراتژی های ترکیبی که در آن به طور هم زمان اختیار خرید و فروش معامله می شود باعث ناکارا شدن بازار اختیارات شده است. بر این اساس استدلال می شود در مواردی که روابط بدون آربیتراژ بر پایه استراتژی های معاملاتی شامل معامله هم زمان اختیار خرید و اختیار فروش باشد، کارایی بازار کمتر ارزیابی می شود. از طرف دیگر در این گونه استراتژی ها، سرمایه گذاران سود آربیتراژی بیشتری کسب می کنند. اشاره شد که به احتمال زیاد دلیل این نتیجه، پیچیدگی استراتژی های مذکور باشد که نیازمند کارایی هم زمان بازار اختیار خرید، بازار اختیار فروش و بازار نقد است. در برخی مطالعات تجربی (آگاروال و گوپتا ۲۰۰۹، کاپل-بلانکر و چادهوری، ۲۰۰۱؛ آکرت و تیان، ۲۰۰۱) نیز بر این امر تاکید شده است که در روابط قیمت گذاری بدون آربیتراژ حاصل از استراتژی های معاملاتی پیچیده (که معاملات هم زمان اختیار خرید و فروش را شامل می شود)، نقض روابط قیمتی بدون آربیتراژ به مراتب بیشتر است.

پایایی سنجی این نتیجه در ۲۶ حالت مختلف انجام شد که در همه شرایط میانگین اندازه اثر استراتژی ترکیبی بالاتر از استراتژی ساده است. در راستای ارتقای کارایی بازار اختیارات پیشنهاد می شود: ۱. از حضور جدی تر آربیتراژگران در حذف فرصت های آربیتراژ در بازار اختیارات حمایت شود؛ ۲. جهت بهره برداری از فرصت های آربیتراژ در هر شرایطی از استراتژی های ترکیبی استفاده شود. به عنوان یک نوآوری با کاربرد اقتصادی این پیشنهادات و بهره برداری از سایر نتایج این پژوهش کمک می کند حضور جدی تر آربیتراژگران برای بهره برداری از فرصت های آربیتراژی، بازار را به سمت کارایی سوق دهد. بر این اساس در پژوهش های آتی پیشنهاد می شود برای آزمون کارایی بازار اختیارات به طور هم زمان از استراتژی های مختلف و به طور هم زمان از هر دو رویکرد میانگین سود و نسبت نقض روابط، استفاده شود. به علاوه

استفاده از قیمت پیشنهادی به جای قیمت پایانی و معامله نتایج بهتری به بار می‌آورد. از طرفی علت اینکه هزینه معامله مانع رشد کارایی بازار نمی‌شود را می‌توان به صورت تجربی بررسی کرد. البته قابل ذکر است که وقتی آربیتراژگران جای خود را به بازیگران ناآگاه می‌دهند به نحوی که سوگیری‌های رفتاری چابگزین رفتارهای عقلایی می‌شود می‌توان انتظار داشت که ناکارایی ایجاد شده در بازار منجر به نقض روابط قیمت‌گذاری بدون آربیتراژ و ایجاد فرصت سود آربیتراژی بشود. بنابراین به پژوهشگران آتی پیشنهاد می‌شود ارتباط بین کارایی بازار اختیارات را با سوگیری‌های رفتاری مطالعه کنند.

منابع

- اسکندری، مهدی؛ سعیدی، علی و فلاح شمس، میرفیض (۱۴۰۰). مقایسه کارایی اطلاعاتی بین بازارهای نقد و آتی سکه طلا. *تحقیقات مالی*، ۲۳(۲)، ۱۹۶-۲۲۱.
- پورحیدری، امید (۱۳۷۸). الگوی قیمت‌گذاری برگ‌های اختیار معامله اوراق بهادار. *تحقیقات مالی*، ۴(۱۳)، ۹۷-۱۲۴.
- فتحی، سعید؛ سیدیان هاشمی، سیده حوریه (۱۳۹۹). تأثیر متغیرهای منتخب کلان بر کارایی بازار اختیارات؛ رویکرد فراتحلیل نقض محدودیت‌های آربیتراژ قیمت‌گذاری اختیارات. *چشم‌انداز مدیریت مالی*، ۱۰(۳۰)، ۸۱-۹۸.

References

- Ackert, L. F., & Tian, Y. S. (2001). Efficiency in index options markets and trading in stock baskets. *Journal of banking & finance*, 25(9), 1607-1634.
- Aggarwal, N., & Gupta, M. (2009). Empirical Evidence on the Efficiency of Index Options Market in India. *Asia Pacific Business Review*, 5(3), 106-116.
- Alpert, K. (2009). The effects of taxation on put call parity. *Accounting & Finance*, 49(3), 445-464.
- Bailey, W. (1987). An empirical investigation of the market for Comex gold futures options. *The Journal of Finance*, 42(5), 1187-1194.
- Ball, C. A., Torous, W. N., & Tschoegl, A. E. (1985). An empirical investigation of the EOE gold options market. *Journal of Banking & Finance*, 9(1), 101-113.
- Beckers, S. (1984). On the efficiency of the gold options market. *Journal of Banking & Finance*, 8(3), 459-470.
- Berg, E., Brevik, T., & Saettem, F. (1996). An examination of the Oslo Stock Exchange options market. *Applied financial economics*, 6(2), 103-113.
- Bharadwaj, A., & Wiggins, J. B. (2001). Box spread and put-call parity tests for the S&P 500 index LEAPS market. *The Journal of Derivatives*, 8(4), 62-71.
- Bhattacharya, M. (1983). Transactions data tests of efficiency of the Chicago Board Options Exchange. *Journal of Financial Economics*, 12(2), 161-185.

- Billingsley, R. S., & Chance, D. M. (1985). Options market efficiency and the box spread strategy. *Financial Review*, 20(4), 287-301.
- Blomeyer, E. C., & Boyd, J. C. (1988). Empirical tests of boundary conditions for options on treasury bond futures contracts. *The Journal of Futures Markets* (1986-1998), 8(2), 185.
- Bodurtha Jr, J. N., & Courtadon, G. R. (1986). Efficiency tests of the foreign currency options market. *The Journal of Finance*, 41(1), 151-162.
- Brunetti, M., & Torricelli, C. (2005). Put-call parity and cross-markets efficiency in the index options markets: Evidence from the Italian market. *International Review of Financial Analysis*, 14(5), 508-532.
- Brunetti, M., & Torricelli, C. (2007). The internal and cross market efficiency in index option markets: an investigation of the Italian market. *Applied Financial Economics*, 17(1), 25-33.
- Byoun, S., & Young Park, H. (2009). Arbitrage opportunities and efficiency of an option market at its initial stage: The case of KOSPI 200 options in Korea. In *Research in Finance* (pp. 269-301). Emerald Group Publishing Limited.
- Capelle-Blancard, G., & Chaudhury, M. (2001). Efficiency tests of the French index (CAC 40) options market. In *EFMA 2002 London Meetings*.
- Capon, N., Farley, J. U., & Hoenig, S. (1990). Determinants of financial performance: A Meta-Analysis. *Management Science*, 36(10), 1143-1159.
- Cavallo, L., & Mammola, P. (2000). Empirical tests of efficiency of the Italian index options market. *Journal of Empirical Finance*, 7(2), 173-193.
- Chance, D. M. (1988). Boundary condition tests of bid and ask prices of index call options. *Journal of Financial Research*, 11(1), 21-31.
- Cohen, J. (1977). *Statistical Power Analysis for the Behavioural Sciences*. New York: Academic Press.
- Cox, J.C., Rubinstein, Mark. (1985). *Options Markets*. Englewood Claiiffs, NJ: Prentice Hall.
- Cremers, M., & Weinbaum, D. (2010). Deviations from put-call parity and stock return predictability. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 45(2), 335-367.
- DeRosa, D. F. (2000). *Option on foreign exchange*, John Wiley & Sons, Inc.
- Dixit, A., Yadav, S. S., & Jain, P. K. (2009). Violation of lower boundary condition and market efficiency: An investigation into the Indian options market. *Journal of Derivatives & Hedge Funds*, 15(1), 3-14.
- Dubofsky, D. A. (1992). *Options and financial futures*, INC: McGraw-Hill.
- Egger, M. Smith, G.D. & Altman, D.G. (2001). Systematic Reviews in Health Care-Meta-analysis in context. BMJ publishing Group
- Elmar, S.L, Ernst, J. F., & Jiali, D. (2022). Empirical Analysis of Potential Put-Call Parity Arbitrage Opportunities with Particular Focus on the Shanghai Stock Exchange 50 Index, *Journal of Financial Risk Management*, 11(1).

- Eskandari, M., Saeedi, A. & Fallah Shams, M. (2021). Comparison of Efficiency In Cash And Future Market Of Gold Coin, *Financial Research Journal*, 23(2), 196-221. (in Persian)
- Evnine, J., & Rudd, A. (1985). Index options: The early evidence. *The Journal of Finance*, 40(3), 743-756.
- Fathi, S., Hashemi S. H. S. (2020). The effect of selected macro economic variables on the options market efficiency; Meta-analysis of the violation of options arbitrage restrictions, *Journal of Financial Management Perspective*, 30, 81-98. (in Persian)
- Fidrmuc, J., & Lind, R. (2018). Macroeconomic impact of Basel III: Evidence from a meta-analysis. *Journal of Banking & Finance*, 105359.
- Followill, R. A., & Helms, B. P. (1990). Put-call-futures parity and arbitrage opportunity in the market for options on gold futures contracts. *The Journal of Futures Markets* (1986-1998), 10(4), 339.
- Fung, J. K., Cheng, L. T., & Chan, K. C. (1997). The intraday pricing efficiency of Hong Kong Hang Seng Index options and futures markets. *The Journal of Futures Markets* (1986-1998), 17(7), 797.
- Fung, J. K., Mok, H. M., & Wong, K. C. (2004). Pricing efficiency in a thin market with competitive market makers: box spread strategies in the Hang Seng index options market. *Financial Review*, 39(3), 435-454.
- Galai, D. (1978). Empirical tests of boundary conditions for CBOE options. *Journal of Financial Economics*, 6(2-3), 187-211.
- Gould, J. P., & Galai, D. (1974). Transactions costs and the relationship between put and call prices. *Journal of Financial Economics*, 1(2), 105-129.
- Gray, S. F. (1989). Put call parity: An extension of boundary conditions. *Australian Journal of Management*, 14(2), 151-169.
- Gupta, R., & Jithendranathan, T. (2010). Short-sales Restrictions and Efficiency of Emerging Option Market: A Study of Indian Stock Index Options. *International Research Journal of Finance and Economics*, 46, 99-109.
- Hall, J. C. (2012). *Options, Futures and other Derivatives*, Prentice Hall.
- Halpern, P. J., & Turnbull, S. M. (1985). Empirical tests of boundary conditions for Toronto Stock Exchange options. *The Journal of Finance*, 40(2), 481-500.
- Hedges, L. V. (1982). Estimation of effect size from a series of independent experiments. *Psychological Bulletin*, 92, 490-499.
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. San Diego, CA: Academic Press.
- Hemler, M. L., & Miller, T. W. (1997). Box spread arbitrage profits following the 1987 market crash: real or illusory? *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 32(1), 71-90.
- Higgings, J.P., Thompson, S.G., Deeks, J.J. & Altman D.G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ*, 3(27), 557-560.

- Hilliard, J. E., & Hilliard, J. (2021). *The GameStop Short Squeeze: Put-Call Parity and the Effect of Frictions Before, During and After the Squeeze*. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3911491>
- Hoque, A., Chan, F., & Manzur, M. (2008). Efficiency of the foreign currency options market. *Global Finance Journal*, 19(2), 157-170.
- Hunter, J. E., & Schmidt, F. L. (1990). *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings*. Newbury Park, CA: Sage.
- Jongadsayakul, W. (2016). A Box Spread Test of the SET50 Index Options Market Efficiency: Evidence from the Thailand Futures Exchange. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 6(4), 1744-1749.
- Kamara, A. & Miller, T. W. (1995). Daily and intradaily tests of European put-call parity. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 30(4), 519-539
- Klemkosky, R. C., & Resnick, B. G. (1979). Put-call parity and market efficiency. *The Journal of Finance*, 34(5), 1141-1155.
- Klemkosky, R. C., & Resnick, B. G. (1980). An ex ante analysis of put-call parity. *Journal of Financial Economics*, 8(4), 363-378.
- Lee, J. H., & Nayar, N. (1993). A transactions data analysis of arbitrage between index options and index futures. *The Journal of Futures Markets* (1986-1998), 13(8), 889.
- Li, D., Nishimura, Y., & Men, M. (2016). Why the long-term auto-correlation has not been eliminated by arbitrageurs: Evidences from NYMEX. *Energy Economics*, 59, 167-178.
- Li, S., & Alfay, E. (2006). Evidence on the arbitrage efficiency of SPI index futures and options markets. *Asia-Pacific Financial Markets*, 13(1), 71-93.
- Lipsey, M. W., Wilson, D. B. (2001). *Practical Meta-Analysis*, Sage Publications.
- Matus, M. (2021). Quantile LASSO in arbitrage-free option markets. *Econometrics and Statistics*, 18, 106-116.
- McKenzie, M. M., Michael, R. T., Mechael, K. A. (2022). Characterizing implied volatility functions from agricultural options markets. *American Journal of agricultural economics*, 1-20. <https://doi.org/10.1111/ajae.12288>
- Merton, R. C. (1973). Theory of rational option pricing. *The Bell Journal of economics and management science*, 141-183.
- Mitnik, S., & Rieken, S. (2000). Put-call parity and the informational efficiency of the German DAX-index options market. *International Review of Financial Analysis*, 9(3), 259-279.
- Mohammadi, P., Fathi, S., & Kazemi, A. (2019). Differentiation and financial performance: A Meta-Analysis. *Competitiveness Review*, 29(5): 573-591.
- Mohanti, D., & Priyan, P. K. (2015). An Empirical Test of Cross-Market Efficiency of Indian Index Options Market Using Put-Call Parity Condition. *Drishtikon: A Management Journal*, 6(2).
- Morris, S. B., & DeShon, R. P. (2002). Combining effect size estimates in meta-analysis with

- repeated measures and independent-groups designs. *Psychological methods*, 7(1), 105.
- Nisbet, M. (1992). Put-call parity theory and an empirical test of the efficiency of the London traded options market. *Journal of Banking & Finance*, 16(2), 381-403.
- Ogden, J. P., & Tucker, A. L. (1987). Empirical tests of the efficiency of the currency futures options. *The Journal of Futures Markets (1986-1998)*, 19(4), 695.
- Poorheidari, O. (1999). Option contracts pricing models, *Financial Research Journal*, 4(13). 97-124. (in Persian)
- Roar, A., Lars, E. A. & Bjarte A. (2021) Statistical arbitrage in the freight options market, *Maritime Policy & Management*, DOI: 10.1080/03088839.2021.1975055
- Ronn, A. G., & Ronn, E. I. (1989). The box spread arbitrage conditions: theory, tests, and investment strategies. *Review of Financial Studies*, 2(1), 91-108.
- Shastri, K., & Tandon, K. (1985). Arbitrage tests of the efficiency of the foreign currency options market. *Journal of International Money and Finance*, 4(4), 455-468.
- Shelby, L. B., & Vaske, J. J. (2008). Understanding meta-analysis: A review of the methodological literature. *Leisure Sciences*, 30(2), 96-110.
- Stoll, H. R. (1969). The relationship between put and call option prices. *The Journal of Finance*, 24(5), 801-824.
- Thakoor, N. (2021). Localized radial basis functions for no-arbitrage pricing of options under stochastic alpha-beta-rho dynamics. *The ANZIAM Journal*, 63(2), 203-227. doi:10.1017/S1446181121000237.
- Vipul, V. (2008). Cross-market efficiency in the Indian derivatives market: A test of put-call parity. *Journal of Futures Markets*, 28(9), 889-910.
- Wang, C., Zhang, W., & Tan, W. K. (2008). American futures options arbitrage: evidence from the Nikkei 225 options market. *Quantitative Finance*, 8(3), 313-320.
- Wilson, W. W., & Fung, H. G. (1991). Put-call parity and arbitrage bound for options on grain futures. *American Journal of Agricultural Economics*, 73(1), 55-65.
- Yang, L. & Brooks, R. (2022). Evidence of arbitrage trading activity: The case of Chinese metal futures contracts. *Emerging Markets Review*, <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2022.100885>.
- Zhang, H., & Watada, J. (2019). An analysis of the arbitrage efficiency of the Chinese SSE 50ETF options market. *International Review of Economics & Finance*, 59, 474-489.
- Zhang, Z., & Lai, R. N. (2006). Pricing efficiency and arbitrage: Hong Kong derivatives markets revisited. *Applied Financial Economics*, 16(16), 1185-1198.