Financial Research Journal

Print ISSN: 1024-8153
Online ISSN: 2423-5377

Application of Stochastics Dominance via Quantile Regression in Analysis of Arbitrage Opportunities Market Efficiency and Investors Preferences

Moslem Peymany Foroushany
*Corresponding Author, Assistant Prof., Department of Finance, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: m.peymany@atu.ac.ir

Meysam Amiri
Assistant Prof., Department of Financial and Banking, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: amiry@atu.ac.ir

Fatemeh Shirazi
M.Sc. Student, Department of Finance Engineering, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: shima_shirazi92@yahoo.com

Abstract

Objective: The stochastic dominance theory has extensively employed in various financial fields because it is not necessary to assume a specific distribution of returns, such as normal distribution. In this research, one of its new applications has been used to identify arbitrage opportunities and consequently, to evaluate the efficiency of the market and also to analyse the investor preferences.

Methods: To this end, a new approach of estimating stochastic dominance, the quantile regression method is utilized to perform the stochastic dominance test on the daily returns of the Tehran Stock Exchange total index close values over a period of 19 years (from September 1999 to February 2019) that contains different bullish and bearish market conditions.

Results: Data analysis suggests that no evidence has been found to reject the dominance of cumulative distribution of returns between the two periods. Thus, the non-rejection of the statistical hypothesis of the first-order stochastic dominance indicates the possibility of obtaining arbitrage profit and on the other hand, the second-order stochastic dominance test rejects the market efficiency hypothesis. The existence of a third-order stochastic dominance can also be seen as a sign of the herd behavior of investors during the upward market conditions.

Conclusion: The results indicate the existence of arbitrage opportunities in the Tehran Stock Exchange between bullish and bearish market conditions. Other results of this study, do not confirm the Tehran Stock Exchange efficiency hypothesis, which is consistent with most previous research about the market efficiency of the Tehran Stock Exchange. These findings also imply that risk-averse investors tend to invest in market growth cycles and suggest the existence of herd behavior during these periods.

Keywords: Stochastics dominance, Quantile regression, Arbitrage, Market efficiency, Investor preference

Citation: Peymany Foroushany, Moslem; Amiri, Meysam and Shirazi, Fatemeh (2021). Application of Stochastics Dominance via Quantile Regression in Analysis of Arbitrage Opportunities Market Efficiency and Investors Preferences. *Financial Research Journal*, 23(2), 172-195. https://doi.org/10.22059/FRJ.2021.301157.1007014 (*in Persian*)

Financial Research Journal, 2021, Vol. 23, No.2, pp. 172-195
DOI: 10.22059/FRJ.2021.301157.1007014
Received: April 27, 2020; Accepted: April 13, 2021
Article Type: Research-based
© Faculty of Management, University of Tehran

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شاپا چاپی: ۸۱۵۳-۱۰۲۴
شاپا الکترونیکی: ۵۳۷۷-۲۴۲۳
تحقیقات مالی

کاربرد تسلط تصادفی مبتنی بر رگرسیون چندک در تحلیل فرصت‌های آربیتراژی، کارایی بازار و ترجیحات سرمایه‌گذاران

مسلم پیمانی فروشانی
* نویسنده مسئول، استادیار، گروه مالی و بانکداری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. رایانامه: m.peymany@atu.ac.ir

میثم امیری
استادیار، گروه مالی و بانکداری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. رایانامه: amiry@atu.ac.ir

فاطمه شیرازی
کارشناسی ارشد، گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. رایانامه: shima_shirazi92@yahoo.com

چکیده

هدف: رویکرد تسلط تصادفی با توجه به عدم نیاز به مفروض دانستن توزیعی خاص مانند توزیع نرمال برای بازدهی، در حوزه‌های مختلف مالی کاربرد فراوانی یافته است. در این پژوهش نیز، یکی از کاربردهای جدید تسلط تصادفی برای تشخیص فرصت‌های آربیتراژی و به‌تبع آن، ارزیابی کارایی بازار و همچنین، تحلیل ترجیحات سرمایه‌گذاران به‌کار گرفته شده است.

روش: بدین منظور، از روش رگرسیون چندکی برای تخمین آزمون تسلط تصادفی استفاده شده است. روش یادشده روی بازدهی روزانه شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران، طی دوره ۱۹ساله (از ابتدای مرداد سال ۱۳۷۸ تا پایان سال ۱۳۹۷) و طی شرایط صعودی و نزولی مختلف به اجرا درآمد.

یافته‌ها: تحلیل داده‌ها حاکی از این است که شواهدی مبنی بر تأیید عدم تسلط توزیع تجمعی بازدهی‌ها در قبل و بعد از نقاط بازگشتی بین هر دو دوره یافت نشد. بدین ترتیب، عدم رد فرضیه آماری تسلط دوران رونق بر دوران رکود در تسلط تصادفی مرتبه اول، حاکی از امکان کسب سود آربیتراژی بوده و در آزمون تسلط تصادفی مرتبه دوم، گویای نقض فرضیه کارایی بازار است. وجود تسلط تصادفی مرتبه سوم را نیز می‌توان دلیلی بر رفتار جمعی و توده‌وار سرمایه‌گذاران در دوران صعودی بازار دانست.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش دال بر وجود فرصت‌های آربیتراژی در بازار و عدم تأیید کارایی بورس اوراق بهادار تهران بین دوره‌های صعودی و نزولی بازار است که با بیشتر تحقیقات قبلی انجام شده این خصوص هم‌خوانی دارد. همچنین نتایج بررسی‌های بیشتر، بر تمایل رفتاری سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز به سرمایه‌گذاری در چرخه‌های رشدی بازار و وجود رفتار توده‌وار در این دوره‌ها دلالت دارد.

کلیدواژه‌ها: تسلط تصادفی، رگرسیون چندک، آربیتراژ، کارایی بازار، ترجیحات سرمایه‌گذاران

استناد: پیمانی فروشانی، مسلم؛ امیری، میثم و شیرازی، فاطمه (۱۴۰۰). کاربرد تسلط تصادفی مبتنی بر رگرسیون چندک در تحلیل فرصت‌های آربیتراژی، کارایی بازار و ترجیحات سرمایه‌گذاران. *تحقیقات مالی*، ۲۳(۲)، ۱۷۲- ۱۹۵.

تحقیقات مالی، ۱۴۰۰، دوره ۲۳، شماره ۲، صص. ۱۷۲- ۱۹۵
DOI: 10.22059/FRJ.2021.301157.1007014
دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۰۸، پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۴
نوع مقاله: عملی پژوهشی
© دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

مقدمه

بورس اوراق بهادار تهران، به‌عنوان قدیمی‌ترین بورس ایران، یکی از ارکان اصلی بازار متشکل سرمایه کشور است که وظیفه دارد پس‌اندازهای راکد را جذب کرده و آنها را به مسیر بهینه هدایت کند و برای آنکه بتواند رسالت خویش را به‌درستی انجام دهد، باید از کارایی لازم برخوردار باشد. اهمیت این موضوع در آن حد است که در قانون بازار اوراق بهادار مصوب آذرماه ۱۳۸۴، وظیفهٔ اصلی نهاد ناظر بازار سرمایه، ایجاد بازاری کارا، شفاف و منصفانه عنوان شده است. از این رو، ارزیابی کارایی بازار، به‌عنوان معیاری از توانمندی بازار سرمایه در دستیابی به اهداف خود، همواره مهم بوده و روند تکامل روش‌های بررسی آن، در توسعه و تعمیق علم مالی تأثیری زیادی دارد. همچنین بسیاری از مدل‌ها و نظریه‌ها در مالی کلاسیک، بر پایهٔ مفروضاتی از جمله عدم وجود فرصت‌های آربیتراژی و کارا بودن بازار بنا نهاده شده است. بنابراین در هنگام پیاده‌سازی آنها باید ابتدا به بررسی صحت برقراری این مفروضات پرداخته شود.

تجزیه و تحلیل وجود فرصت‌های آربیتراژی در بازار، علاوه بر اینکه خود مفهومی جذاب برای کسب ثروت است، به‌عنوان یکی از روش‌های ارزیابی کارایی بازار نیز کاربرد دارد. وجود فرصت آربیتراژ موجب می‌شود که قیمت‌ها به‌طور معناداری از ارزش منصفانهٔ خود در درازمدت منحرف شوند. بنابراین، وجود چنین فرصت‌هایی، سرمایه‌گذاران را به معامله اوراق بهادار ترغیب می‌کند و این امر قیمت این اوراق را به سمت ارزش فعلی جریان‌های نقدی آتی سوق می‌دهد و قیمت‌ها را به‌گونه‌ای تغییر می‌دهد که نشان‌دهندهٔ ارزش واقعی این اوراق باشند (عبادی، ۱۳۹۴). از سوی دیگر با برآمدن پارادایم مالی رفتاری و به چالش کشیده‌شدن مبانی نظریه‌های سنتی مالی (مانند عدم وجود فرصت‌های آربیتراژ و کارا بودن بازارها)، به‌دلیل ناتوانی نظریه‌های سنتی در تبیین ناهنجاری‌های مشاهده شده در بازار، مطالعه و پژوهش درباره موضوع‌های رفتاری و روانی سرمایه‌گذاران، مانند ترجیحات سرمایه‌گذاری آنها در زمان‌های مختلف و ناهنجاری‌های منتج از آن، اهمیت خاصی یافته است؛ زیرا عامل اصلی بروز این قبیل ناهنجاری‌ها در بازار سرمایه می‌تواند مربوط به مسائل رفتاری و روانی سرمایه‌گذاران باشد (محمدی، راعی، قالیباف‌اصل و گل‌ارضی، ۱۳۸۹).

علی‌رغم اهمیت بسیار مباحث سه‌گانهٔ مطرح شدهٔ فوق، تاکنون تحقیقات جامع اندکی دربارهٔ این موضوعات انجام شده و تحقیقات صورت‌گرفته نیز با مشکلات اساسی همراه بوده است. برای نمونه، در خصوص مبحث کارایی بازار سرمایهٔ ایران تحقیقات زیادی اجرا شده است؛ اما در تمامی این پژوهش‌ها، از روش‌های ساده‌ای برای آزمون کارایی بازار استفاده شده یا خود این روش‌ها بر مدل‌هایی با فرض اساسی تعادل بازار مبتنی بوده‌اند. مانند استفاده از مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای برای استخراج بازدهی غیرنرمال، به‌عنوان ورودی اولیهٔ روش‌های آزمون کارایی بازار که فرض اساسی این مدل کارایی بازار است!). اکثر بررسی‌های انجام شده در ارتباط با کارایی بورس تهران، وجود گونهٔ ضعیف آن را رد می‌کند، موضوعی که ناکارایی اطلاعاتی ناشی از معامله‌گران با اطلاعات نهانی از دلایل اصلی آن شمرده شده است (ابراهیم‌نژاد، برکچیان و کریمی، ۱۳۹۹). از این رو، در پژوهش حاضر سعی شده است با استفاده از رویکرد تسلط تصادفی که اولاً جزء روش‌های پرقدرت تصمیم‌گیری در فضای ریسک است و ثانیاً بر فرض کارایی بازار مبتنی نیست، وجود فرصت‌های آربیتراژی و کارایی بازار تحلیل شود. در این راستا نیز، از روش جدید رگرسیون چندکی

برای اجرای تخمین‌های لازم بهره جسته و تسلط تصادفی بر مبنای این روش و توزیع‌های ناپارامتریک محاسبه شده است. همچنین با بهره‌گیری از توانایی تسلط تصادفی در تحلیل ترجیحات سرمایه‌گذاران، این موضوع نیز در دوره‌های صعودی و نزولی بازار بررسی شده است. شایان ذکر است که منظور از دورهٔ صعودی وضعیتی است که در آن میانگین بازدهی روزانـهٔ شرطی، به‌طور چشمگیری بزرگ‌تر از صفر بوده و درصد بازدهی مثبت از درصد بازدهی منفی بزرگ‌تر است و منظور از دورهٔ نزولی، وضعیتی است که در آن میانگین بازدهی روزانهٔ شرطی کمتر از صفر بوده و درصد بازدهی منفی، بزرگ‌تـر از بازدهی مثبت است (رافعی و شکری، ۱۳۹۸).

بدین منظور در ادامه، به مرور مبانی نظری مربوطه پرداخته و پس از آن، مطالعات تجربی داخلـی و خارجی مرتبط با موضوع پژوهش ارائه می‌شود. بخش بعد، به تشریح روش‌شناسی پژوهش و برآورد مدل اختصاص دارد و سپس، یافته‌های پژوهش تجزیه و تحلیل می‌شوند. در انتها نیز نتیجه‌گیری و جمع‌بندی پژوهش بیان خواهد شد.

پیشینه نظری

بازار کارا و آربیتراژ

مفهوم کارایی بازار و مدل‌سازی کمّی آن، برای نخستین بار در دههٔ ۱۹۶۰ وارد ادبیات مالی شد و فاما به گردآوری، مقایسه و دسته‌بندی روش‌های مطالعهٔ کارایی بازار پرداخت که دسته‌بندی سطوح کارایی بازار، بـه سـه سطح ضـعیف، نیمه‌قوی و قوی نیز برگرفته از آن مقاله است (فاما[1]، ۱۹۷۰). این محقق در سال ۱۹۶۵ مطرح کرده است که کارایی بازار سرمایه، در صورتی تحقق خواهد یافت که در تنظیم قیمت‌ها در طول زمان، بازار از اطلاعات موجود به بهترین نحو استفاده کند. او بازاری را کارا نامید که با توجه به اطلاعاتی که در بازار وجود دارد، بازده مورد انتظار غیرعادی از استراتژی‌های مختلف بر اساس آن اطلاعات برابر صفر باشد. او این موضوع را بازی منصفانه[2] نامید. بر اساس فرضیهٔ کارایی بازار، بازار کارا بازاری است که در آن بسیاری از اشخاص فعال، به‌شکل عقلایی با هدف افزایش سود به رقابت می‌پردازند و هر یک تلاش می‌کنند ارزش‌های آتی اوراق بهادار در بازار را پیش‌بینی کنند. اگر سرمایه‌گذار بتواند به هر روشی، روند بازار را به‌خوبی پیش بینی کند و از طریق فروش دارایی در زمان رکود و خرید دارایی در شرایط رونق، بازده غیرعادی به‌دست آورد، آن بازار ناکاراست (فاما، ۱۹۷۰). همان طور که قبلاً اشاره شد، دو مفهوم کارایی بازار و آربیتراژ با یکدیگر ارتباط تنگاتنگی دارند. آربیتراژ به‌معنای کسب بازده اضافه بر بازده بدون ریسک بدون متحمل شدن ریسک اضافه است. بنابراین، تعریف معمول آربیتراژ که به‌صورت کسب بازده بدون تحمل ریسک مطرح می‌شود، تنها در صورتی صحیح خواهد بود که نقش زمان را حذف کنیم و معاملاتی که به ایجاد بازده منجر می‌شوند، در یک لحظهٔ زمانی صورت بگیرند. در غیر این صورت، اگر بین معاملات فاصلهٔ زمانی باشد، سود حاصل از معاملات بدون ریسک آربیتراژی، باید با نرخ بازده بدون ریسک در آن دورهٔ زمانی مقایسه شود. حامیان نظریهٔ آربیتراژ معتقدند که در بازار کارا با قیمت‌گذاری منطقی، قیمت‌گذاری نادرست فقط در کوتاه‌مدت اتفاق می‌افتد و با یک آربیتراژ، به حالت قبل بازمی‌گردد (فیشر و

1. Fama
2. Fair Game Model

مرتون[1]، ۱۹۸۴) یا پاداشی معقول برای ریسک‌های سیستماتیکی است که در مدل‌های قیمت‌گذاری لحاظ نمی‌شود (فاما، فرنچ[2]، ۱۹۹۳).

البته مسئله‌ای که فاما به‌عنوان بنیان‌گذار اصلی نظریهٔ کارایی بازار، به آن اشاره‌ای نکرد، نحوهٔ تشخیص بین بازده عادی و غیرعادی و مرز باریک بین آن دو، به‌ویژه با توجه به مفاهیمی چون هزینه‌های معاملاتی، ریسک و... بود که در کانون توجه منتقدان بسیاری قرار گرفت. برای نمونه، گروسمن و استیگلیتز[3] (۱۹۸۰) با غیرواقعی دانستن فرض صفربودن هزینهٔ کسب اطلاعات و هزینه‌های معاملات، تأکید کردند که به‌دلیل مثبت‌بودن هزینه‌های معاملات، نسخهٔ افراطی[4] فرضیهٔ کارایی، بازار قطعاً مصداق واقعی ندارد. آنان در قالب مدل انتظارات عقلایی مشوش[5] نشان دادند که مدل معقول تعادلی بازار، باید قادر باشد که برای تحلیلگران انگیزه‌های لازم را جهت کسب اطلاعات و تحلیل آن ایجاد کند. لذا در دنیای واقعی، اطلاعاتی در قیمت‌ها منعکس می‌شوند که منافع حاصل از اِعمال آنها در تصمیم‌های سرمایه‌گذاری، بیش از هزینه‌های مبادلهٔ ناشی از آن باشد و نفع خالص سرمایه‌گذاران آگاه را به همراه آورد (گروسمن و استیگلیتز[6]، ۱۹۸۰).

بر اساس انتقادهای صورت‌گرفته به نظریهٔ کارایی بازار، فاما در پژوهش دیگری که سال ۱۹۹۱ انجام داد، ضمن مرور پیشرفت‌های صورت‌گرفته در خصوص کارایی بازار تا آن زمان، مطالعات کارایی بازار را به دو گروه عمدهٔ شناسایی اطلاعات و هزینه‌های کسب اطلاعات و همچنین، مسئلهٔ فرضیهٔ مشترک دسته‌بندی کرد. مشکل اول را می‌توان تأیید مسئله‌ای دانست که گروسمن و استیگلیتز به آن اشاره کرده‌اند. مشکل دوم نیز این بود که تقریباً در تمامی آزمون‌های تجربی ارائه شده برای بررسی کارایی بازار، جهت تشخیص بازدهی عادی از غیرعادی بر اساس ریسک هر دارایی، از یک مدل تعادلی استفاده شده است که این مدل، دو فرضیهٔ در تعادل‌بودن بازار و کارایی بازار را به‌صورت هم‌زمان آزمون می‌کند و تشخیص این نکته که منشأ ردشدن احتمالی فرضیهٔ کارایی بازار، از رد کدام یک از دو فرضیه بوده، دشوار است. اگرچه فاما معتقد بود که در چارچوب فرضیهٔ مشترک، دو بحث کارایی بازار و قیمت‌گذاری دارایی جدا از هم نیست و باید کارایی بازار مشروط به یک مدل قیمت‌گذاری دارایی آزمون شود یا اینکه مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی، مشروط به وجود کارایی بازار آزمون شوند. با این حال، بعضی انتقادها و اصلاح‌های اعمال شده بر آزمون‌های اولیهٔ کارایی بازار باعث شد که فاما تقسیم‌بندی اولیهٔ خود را از آزمون‌های ارائه‌شده تعدیل کند و آزمون‌های قابلیت پیش‌بینی را جایگزین آزمون‌های ضعیف، مطالعه وقایع را جایگزین آزمون‌های نیمه‌قوی و آزمون اطلاعات خصوصی را جایگزین آزمون‌های قوی کارایی بازار نماید (احمدزاده و همکاران، ۱۳۹۳).

دستهٔ دیگری از انتقادهای مطرح شده در خصوص نظریهٔ کارایی بازار، بر موارد نقض سیستماتیک آن متمرکزند. حقایق آشکار شده، مؤید وجود ناهنجاری‌های مختلفی است که بر تغییرات فصلی و پیش‌بینی‌پذیر بازده سهام

1. Fischer and Merton
2. Fama and French
3. Grossman & Stieglitz
4. Extreme Version
5. Noisy Rational Expectation
6 .Grossman, Stieglitz & Sanford

(مغایرکارایی بازار) دلالت دارند. عمدهٔ این ناهنجاری‌ها عبارت‌اند از: اثر ژانویه، اثر آخر هفته (قبل از روز تعطیل)، آخر ماه، اثر بنگاه‌های کوچک، رجحان سهام صندوق‌های سرمایه‌گذاری با عمر محدود بر ترکیب پرتفوی آنها، معمای خط ارزش[1] و بلای برنده[2]. دلایل مختلفی برای بروز هر کدام از ناهنجاری‌های فوق بیان شده و در مواردی، توصیه‌هایی برای رفع آنها نیز صورت گرفته است که می‌تواند به ارتقای کارایی بازار کمک کند. در مجموع، پیشرفت‌های حاصل‌شده در خصوص آزمون‌های کارایی بازار، از یک طرف به تغییر و تکامل فروض اولیه این آزمون‌ها و نزدیک‌ترشدن به دنیای واقعی انجامید و از طرف دیگر، سبب توسعهٔ مدل‌های قیمت‌گذاری تعادلی دارایی شد.

پیشینهٔ تجربی

در این قسمت، به مرور و بررسی پیشینهٔ پژوهش‌های صورت‌گرفته در دو حوزهٔ کارایی بازار سرمایه و پارادایم جدید تسلط تصادفی در داخل و خارج از کشور پرداخته می‌شود.

تسلط تصادفی برای نخستین بار در ریاضی توسط یومان و ویتنی[3] (۱۹۴۷) و لمن[4] (۱۹۵۵) معرفی شد؛ ولی مدت‌ها طول کشید که این روش راه خود را به حوزهٔ مالی باز کند. ردپای ورود و گسترش رویکرد تسلط تصادفی به بحث انتخاب پرتفوی را در تحقیقاتی مانند پژوهش راسل و سئو[5] (۱۹۸۰) می‌توان یافت. این دو محقق مفهوم تسلط تصادفی مرتبه دوم را برای مسئله انتخاب پرتفوی به‌کار بردند.

این روند پژوهشی در تحقیقات پست[6] (۲۰۰۳) ادامه یافت. این محقق به آزمون کارایی تسلط تصادفی یک پرتفوی موجود در مقایسه با همهٔ پرتفوی‌های ممکن ساخته‌شده از یک گروه دارایی پرداخت. وی دریافت که این آزمون‌ها می‌توانند به‌کمک برنامه‌ریزی خطی مستقیم حل شوند. همچنین روش‌های بوت استرپینگ و نظریهٔ توزیع مجانبی نیز می‌توانند ویژگی‌های نمونه‌گیری نتایج آزمون را تقریب زده و استنباط آماری در این خصوص را مقدور سازند. نتایج این تحقیق، توانست زمینهٔ به‌کارگیری بیشتر تسلط تصادفی در مسئله انتخاب و ارزیابی پرتفوی را فراهم کند.

فونگ، ونگ و لین[7] (۲۰۰۳) به بررسی استراتژی‌های معاملاتی مومنتوم بر مبنای نظریهٔ تسلط تصادفی پرداختند. هدف اصلی این پژوهش، پاسخ به این سؤال بود که آیا وجود اثر مومنتوم واقعی است یا در اثر تصریح نادرست مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی‌ها اتفاق می‌افتد و اینکه آیا می‌توان برای بررسی اثر مومنتوم، از مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی مبتنی بر مفروض‌های استاندارد، در زمینهٔ ترجیح‌های سرمایه‌گذاران از قبیل ریسک‌گریزی، استفاده کرد؟ نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اثر مومنتوم در مقیاس جهانی وجود دارد. همچنین مدل‌های منطقی قیمت‌گذاری دارایی‌هایی که مبتنی بر فرض ریسک‌گریزی و سیری‌ناپذیر سرمایه‌گذاران است، قادر نیستند رفتار مومنتومی را توضیح دهند.

1. Value Line enigma
2. Winner curse
3. Yu Man and Whitney
4. Lehmann
5. Russell and Seo
6. Post
7. Fong, Wong & Lean

میر، لی و رز[1] (۲۰۰۴) از تسلط تصادفی برای بررسی اثرهای متنوع‌سازی بین‌المللی استفاده کردند. این پژوهشگران دریافتند که برخلاف یافته‌های گذشته مبتنی بر روش میانگین ـ واریانس، یک پرتفوی کاملاً داخلی، به‌طور تصادفی بر ۴ پرتفوی متنوع شده بین‌المللی در طی همهٔ دوره‌های در نظر گرفته شده، برتری دارد. به‌طور مشابه، پرتفوی‌ای که کمتر از سایرین متنوع‌سازی بین‌المللی شده است، بر پرتفوهای متنوع‌سازی شده دیگر برتری دارد.

چو، لینتون و وانگ[2] (۲۰۰۶) به بررسی اثر روز دوشنبه بر شاخص‌های مختلف سهام بر مبنای تسلط تصادفی جهت کارایی بازار پرداختند. نتایج این پژوهش، وجود اثر دوشنبه را در بعضی مواقع با استفاده از این رهیافت تأیید کرد؛ اما با وجود انطباق این پژوهش با پژوهش‌های قبلی مبنی بر وجود اثر بیشتر در نیمهٔ دوم ماه و روزهای جمعه، این اثر با بازدهی منفی معکوس شد. نتیجهٔ کلی این پژوهش، شواهد ضعیفی از وجود اثر دوشنبه را نشان داد.

آبهایانکر، یوهو و ژائو[3] (۲۰۰۸) به بررسی استراتژی سرمایه‌گذاری رشدی ـ ارزشی از منظر تسلط تصادفی پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که سهام ارزشی دارای تسلط تصادفی مراتب اول، دوم و سوم، بر سهام رشدی در تمامی دوره‌های رونق بازار است؛ اما در دوره‌های رکود، هیچ‌گونه تسلط تصادفی معناداری وجود ندارد.

فونگ، لین و ونگ (۲۰۰۸) با استفاده از تئوری تسلط تصادفی، میزان ریسک‌پذیری سرمایه‌گذاران را طی دوران رکود و رونق اقتصادی بررسی کردند. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که در دوران رونق اقتصادی، تمایل سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر به سرمایه‌گذاری در سهام‌های صنایع مدرن (اینترنت) در مقایسه با سهام صنایع قدیمی مسلط است؛ به‌گونه‌ای که در دوران رکود اقتصادی، تمایل سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز به سهام صنایع قدیمی افزایش یافته و تمایل سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر به سهام صنایع مدرن کاهش چشمگیری داشته است که این نتایج با نظریه دورنما در تناقض است و نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاران از الگوی مطلوبیت یوشکل (U) معکوس پیروی می‌کنند.

فونگ در سال ۲۰۰۹ با استفاده از تئوری تسلط تصادفی به بررسی این موضوع پرداخت که تفاوت در تابع توزیع احتمال دو گروه از سهام بازار بورس اوراق بهادار چین، چقدر با فرضیهٔ کارایی بازار سازگار است. استفاده از آزمون تسلط تصادفی (ناپارامتریک) در بررسی کارایی بازار، مسئلهٔ فرضیهٔ مشترک برخاسته از مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی را مرتفع کرده است. نتایج پژوهش حاکی از آن است که عملکرد بهتر سهام طبقهٔ اول را نمی‌توان به ریسک متناسب با آن نسبت داد که این موضوع نشان‌دهنده ناکارایی بازار است و به احتمال زیاد وجود سفته‌بازی‌های فراوان در بین سرمایه‌گذاران خُرد، به نتایج نادرست منجر شده است.

کلارک و کاسیماتیس[4] (۲۰۱۴) در پژوهشی پرتفوی‌هایی با هزینهٔ صفر ایجاد کردند که دارای تسلط تصادفی از مراتب دوم و سوم بودند. محققان دریافتند که این پرتفوی‌ها، به‌طور سیستماتیک، بازده‌های غیرعادی ایجاد کرده‌اند و این بازده‌ها با توجه به مدل‌های تک‌شاخصی CAPM، مدل سه‌عاملی فاما و فرنچ، مدل چهارعاملی کارهارت و مدل پنج عاملی نقدشوندگی معنادار است.

1. Meyer, Li & Rose
2. Cho, Linton & Whang
3. Abhyankar, Yu Ho & Zhao
4. Clark & Kassimati

نگ، ونگ و شیائو[1] در سال (۲۰۱۷) با استفاده از معیار تسلط تصادفی مدل‌سازی‌شدهٔ مبتنی بر مفاهیم آماری رگرسیون چندک، تسلط تصادفی بین بازده‌های دوران رکود و رونق را به‌طور مجزا، روی دو شاخص اس اند پی[2] و نزدک[3] برای ارزیابی کارایی بازار سهام آمریکا و فرصت آربیتراژی موجود بررسی کردند. یافته‌های پژوهش حاکی از عدم وجود فرصت آربیتراژی بین دوران رکود و رونق اقتصادی بوده است. همچنین نتایج پژوهش بر ناکارایی بازار سرمایه دلالت دارد.

ترجمان و راعی (۱۳۹۰) به محاسبهٔ ریسک با معیار تسلط تصادفی و مقایسهٔ آن با سنجه‌های انحراف معیار و بتا در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نتایج این تحقیق نشان‌دهندهٔ این موضوع است که سه معیار تسلط تصادفی، انحراف معیار و بتا در محاسبهٔ ریسک با هم انطباق دارند و بیشترین انطباق بین دو معیار تسلط تصادفی و انحراف معیار است.

زمانیان و جمشیدی (۱۳۹۴) به ارزیابی عملکرد شرکت‌های فرابورسی با استفاده از معیار تسلط تصادفی و مقایسهٔ آن با معیارهای رایج نظریه‌های مدرن و فرامدرن پرتفوی و بهینه‌سازی بازده همان شرکت‌ها با مدل ترکیبی الگوریتم‌های فراابتکاری PSO و ANN پرداختند. نتایج از وجود تسلط تصادفی مراتب اول، دوم و سوم بین شرکت‌های مدنظر حکایت می‌کند. افزون بر این، با توجه به نرمال‌نبودن برخی توزیع‌ها، رتبه‌بندی‌های حاصل بین معیار تسلط تصادفی و نسبت‌های شارپ و سورتینو معنادار است؛ اما شدت این رابطه در حد متوسط بوده و ضریب هم‌بستگی بین معیارهای تسلط تصادفی و شارپ، بیش از ضریب هم‌بستگی بین معیارهای تسلط تصادفی و سورتینو است.

الهی (۱۳۹۲) به بررسی تسلط تصادفی و کاربرد آن در مدیریت ریسک پرداخته است. در این پژوهش برای تخمین مدیریت ریسک موجود در بازده سهام، روش جدیدی با استفاده از آزمون‌های موجود در مدل تسلط تصادفی، همچون آزمون دیویدسون و داگلاس، گشتاور جزئی پایین و آزمون کولموگروف اسمیرنف ارائه شده است تا در کنار سایر معیارهای سنتی محاسبهٔ ریسک، از جمله انحراف معیار، بتواند به‌عنوان عامل راهنما، در تصمیم‌های سرمایه‌گذاری استفاده شود.

حمیدی‌زاده، پیمانی، ارضا و اصغرزاده (۱۳۹۶) با استفاده از معیارهای ارزیابی عملکرد شارپ، ترینر، سورتینو و امگا، به مقایسهٔ عملکرد دو روش بهینه‌سازی پرتفوی مارکویتز و تسلط تصادفی مرتبهٔ دوم در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نتایج این تحقیق، گویای برتری معنادار عملکرد روش تسلط تصادفی مرتبهٔ دوم نسبت به روش مارکویتز است.

در خصوص مطالعات انجام‌شده در رابطه با ارزیابی کارایی بازار سرمایه، می‌توان به کار عبادی (۱۳۹۴) اشاره کرد. وی با استفاده از معیار سنجش ثبات و پایداری عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک، کارایی بازار سرمایه را در سطح قوی سنجیده است که نتایج آن به رد فرضیهٔ کارایی بازار بر مبنای کسب بازدهی بیشتر توسط مدیران صندوق‌ها (مطابق نظریهٔ گام تصادفی) منجر شد.

یاوری و همکارانش (۱۳۹۳) علاوه بر تحلیل روش‌های صورت‌گرفته در زمینه ارزیابی کارایی بازار، به معرفی آماره هینیچ به‌جای روش‌های قدیمی صورت‌گرفته پرداختند. نتایج پژوهش از ناکارایی بازار در سطح ضعیف حکایت می‌کند؛ ولی بر مبنای این معیار، کارایی مشخصه‌ای است که همواره می‌کند..

1. Ng, Wong and Xiao
2. S&P
3. NASDAQ

محمدپور و رضازاده (۱۳۹۸) به بررسی کارایی متغیر طی زمان در بازارهای طلا و ارز ایران در دورهٔ زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۷ پرداختند. نتایج نشان داد که بر اساس آزمون ریشهٔ واحد خطی، در هر دو بازار ارز و طلا کارایی وجود دارد، در حالی که بر اساس آزمون ریشهٔ واحد غیرخطی مارکوف ـ سویچینگ، کارایی در هر دو بازار به‌صورت متغیر در زمان برقرار است، به بیان دیگر، در برخی دوره‌ها کارایی ضعیف است و در برخی دوره‌ها ضعیف نیست.

روش شناسی پژوهش

تسلط تصادفی

رویکرد تسلط تصادفی، روش جامعی برای انتخاب سهام و بهینه‌سازی پرتفوی است که مطلوبیت مورد انتظار را حداکثر کرده و مفروضات محدودکنندهٔ نرمال‌بودن توزیع احتمال بازده یا مقعربودن شکل تابع مطلوبیت در همه جا را ندارد. در این معیار، به‌جای نشان‌دادن ویژگی‌های یک توزیع با پارامترهای آماری، از کل تابع چگالی احتمال استفاده می‌کند. معیار تسلط تصادفی، یکی از ابزارهای مفید تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان، برای رتبه‌بندی و تعیین تسلط سرمایه‌گذاری‌ها بر یکدیگر است (ونگ و چان[1]، ۲۰۰۸). به عبارتی معیار تسلط تصادفی بر اساس مطلوبیت، چارچوبی برای ارزیابی و انتخاب در شرایط نامطمئن فراهم می‌کند (فونگ، ۲۰۱۰). معیار تسلط تصادفی، بر اساس قواعد اقتصاد خُرد بنا شده و اصول اصلی این معیار به شرح زیر است (ورسیپ[2]، ۲۰۰۷):

- سیری‌ناپذیری[3]: سرمایه‌گذاران بیشتر را به کمتر ترجیح می‌دهند (تابع مطلوبیت نهایی مثبت است).
- ریسک‌گریزی[4]: سرمایه‌گذاران یک درآمد مطمئن را بر یک درآمد مورد انتظار نامطمئن و برابر با آن ترجیح می‌دهند (مطلوبیت نهایی کاهشی است).
- تقارن[5]: سرمایه‌گذاران توزیع با چولگی مثبت را ترجیح می‌دهند (مطلوبیت نهایی محدب است).

روش تسلط تصادفی، به چند مدل مجزا دسته‌بندی می‌شود که هر یک برگرفته از مفروضاتی برای رفتار سرمایه‌گذاران است (التون، گروبر، براون و گوتزمن[6]، ۲۰۰۹)؛ ولی پرکاربردترین آنها تسلط تصادفی مرتبه‌های اول، دوم و سوم است.

در معیار تسلط تصادفی مرتبهٔ اول[7]، فرض بر این است که تصمیم‌گیرنده صرف نظر از ریسک‌پذیر، ریسک‌گریز یا بی‌تفاوت‌بودن به ریسک، ثروت بیشتر را به کمتر ترجیح می‌دهد و مطلوبیت نهایی بازده، شیب مثبت دارد (فونگ، ۲۰۱۰). برای توضیح بهتر این موضوع، دو فرصت سرمایه‌گذاری F و G را در نظر بگیرید که تابع توزیع تجمعی آنها به‌ترتیب F(x) و G(x) است. هر فرصت سرمایه‌گذاری، نرخ‌های بازده متفاوتی با احتمال‌های منحصربه‌فرد خود را دارد. برای همهٔ توابع مطلوبیت، F بر اساس تسلط تصادفی مرتبهٔ اول بر G مسلط است، اگر سرمایه‌گذاران بیشتر را به کمتر

1.Wong, Chan
3. Versijp
3. Non-Satiation
4. Risk Averse
5. Skewness Preference
6. Elton, Gruber, Brown & Geotzmann
7. First order Stochastic Dominance (FSD)

ترجیح دهند و تابع توزیع تجمعی سرمایه‌گذاری F هیچ وقت بزرگ‌تر از تابع توزیع تجمعی سرمایه‌گذاری G نباشد و در برخی مواقع کمتر نیز باشد. برای توضیح بهتر تسلط تصادفی مرتبهٔ اول، مثال عددی نمایش داده شده در جدول ۱ را در نظر بگیرید. اگر سرمایه‌گذار بیشتر را به کمتر ترجیح دهد، بنابراین سرمایه‌گذاری در دارایی F به سرمایه‌گذاری در دارایی G برای وی ارجحیت دارد؛ زیرا جدای از اینکه کدام یک از سناریوها رخ دهد، سرمایه‌گذاری F همواره بازدهی بیشتری نسبت به G به همراه دارد.

جدول ۱. خروجی‌های مرتبط با شرایط بازار

شرایط بازار	خروجی	
	F	G
خوب	۱۰	۹
متعادل	۹	۸
ضعیف	۸	۷

به بیان عمومی‌تر، بر اساس تسلط تصادفی مرتبهٔ اول، F بر G مسلط است، اگر و تنها اگر رابطهٔ $F(X) \leq G(X)$ برای تمام مقادیر x برقرار باشد و همچنین، تعدادی x وجود داشته باشد که به ازای آنها، نامساوی به‌طور قطع برقرار باشد. به عبارتی برای همه مقادیر x داشته باشیم:

رابطه ۱) $E_f U(x) \geq E_G U(x) \leftrightarrow \mathrm{F(x)} \leq \mathrm{G(x)}$

همچنین نامعادله، قطعاً به ازای حداقل یک x برقرار باشد.

با تعریف $\mathrm{G(x)} - \mathrm{F(x)} = I_1(x)$ شرایط FSD برای F در قبال G این است که برای تمام xها $I_1(x) \geq 0$ بوده و $I_1(x) > 0$ برای برخی xها برقرار باشد (لوی[1]، ۲۰۰۶).

شواهد زیادی وجود دارد که بیشتر سرمایه‌گذاران علاوه‌بر زیان‌گریزی، ریسک‌گریز هم باشند، از این رو، این موضوع نیز باید در رویکرد تسلط تصادفی مدنظر قرار گیرد. بر این اساس، راسل و هادر[2] (۱۹۶۹) بر نیاز به معیاری کاراتر و جامع‌تر برای تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران در شرایط عدم اطمینان تأکید کرده‌اند که به تسلط تصادفی مرتبهٔ دوم[3] معروف است. بر اساس آنچه بیان شد، F بر اساس تسلط تصادفی مرتبهٔ دوم بر G مسلط است اگر:

- سرمایه‌گذاران بیشتر را به کمتر ترجیح دهند (اولین مشتق تابع مطلوبیت مثبت باشد).
- سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز باشند (مشتق دوم تابع مطلوبیت منفی باشد).
- جمع احتمالات تجمعی برای همهٔ بازده‌ها، هیچ‌گاه برای F بزرگ‌تر از G نبوده و در مواقعی کمتر نیز باشد.

بار دیگر برای توضیح این موضوع، فرض کنید G وF دو سرمایه‌گذاری با تابع توزیع تجمعی G(x) و F(x) باشند.

1. Levy
2. Russell and Hadar
3. Second order Stochastic Dominance (SSD)

F بر اساس معیار تسلط تصادفی مرتبهٔ دوم بر G مسلط است، اگر و تنها اگر شرایط زیر برای همه $x \in [a,b]$ برقرار باشد:

رابطه ۲) $$I_{2(x)} = \int_a^x [G(x) - F(x)]dt \geq 0$$

و حداقل یک x وجود داشته باشد که به ازای آن این نامعادله به‌صورت قطعی برقرار باشد. اگر U را تابع مطلوبیت در نظر بگیریم، این قاعده به‌صورت رابطهٔ ۳ هم بیان می‌شود:

رابطه ۳) $$E_f U(x) - E_G U(x) \geq 0$$

و حداقل یک U وجود داشته باشد که به ازای آن نامعادله قطعاً برقرار باشد.

با دقت در رابطهٔ ۲ می‌توان دریافت که شرط $I_{2(x)} \geq 0$ در تسلط تصادفی مرتبه دوم، حاکی از این است که محدودهٔ بستهٔ بین دو توزیع تحت نظر، باید تا هر نقطه x نامنفی باشد. به عبارت دیگر هنگامی که تسلط F بر G را بررسی می‌کنیم، اگر تابع G بالای تابع F قرار گیرد با علامت مثبت و هنگامی‌که تابع G زیر تابع F قرار گیرد با علامت منفی نشان داده می‌شود و در صورتی F بر G مسلط است که مساحت ناحیه مثبت بزرگ‌تر از ناحیه منفی باشد (لوی، ۲۰۰۶).

همچنین، بر اساس تسلط تصادفی مرتبه اول (دوم) F برG مسلط است، اگر کمترین پیشامد متغیر تصادفی F از بیشترین پیشامد متغیر تصادفی G بزرگ‌تر باشد. به‌طور کلی، اگر رابطه زیر بین دو متغیر تصادفی برقرار باشد، آنگاه می‌توان نتیجه گرفت که F برG مسلط است:

$$min_f(x) \geq max_G(x) \rightarrow f \succcurlyeq_n G \; n = 1,2$$

که در این رابطه $f \succcurlyeq_n G$، نشان‌دهنده تسلط تصادفی مرتبهٔ n ام F بر G است.

برای توضیح بهتر موضوع، دو سرمایه‌گذاری فرضی به همراه چهار خروجی با احتمالات برابر برای هر یک در جدول ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۲. خروجی‌ها و احتمالات مرتبط با آن برای دو سرمایه‌گذاری جایگزین

سرمایه‌گذاری F		سرمایه‌گذاری G	
احتمال	خروجی	احتمال	خروجی
۴/۱	۶	۴/۱	۵
۴/۱	۸	۴/۱	۹
۴/۱	۱۰	۴/۱	۱۰
۴/۱	۱۲	۴/۱	۱۲

اگر هر دو سرمایه‌گذاری بدترین نتیجه ممکن را داشته باشد، سرمایه‌گذار با سرمایه‌گذاری در F بازدهی بیشتری نسبت به سرمایه‌گذاری در G کسب می‌کند. اگر دومین سناریو بازدهی رخ دهد، سرمایه‌گذار در عوض کسب بازده ۹درصد از G، بازده ۸درصد از F کسب می‌کند. در این حالت سرمایه‌گذار بازده مازاد ۱درصدی را از دست خواهد داد. برای انتخاب بین این دو سهم، باید به ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران نیز توجه کرد، اگر سرمایه‌گذار ریسک‌گریز باشد مایل خواهد بود که ۱درصد بازده بیشتر را در سطوح بالاتر بازدهی از دست بدهد و به بازده در سطوح کمتر بسنده کند؛ زیرا ریسک متناسب با آن کاهش می‌یابد. این امر دقیقاً ایدهٔ مبنای تسلط تصادفی مرتبه دوم است.

نظریه تسلط تصادفی مرتبه سوم[1] توسط وایت مور[2] (۱۹۷۰) توسعه یافت. وی با این معیار تلاش کرد که با افزودن مفروضاتی جدید به مدل مرتبه دوم، قانون کاراتری برای تصمیم‌گیری ایجاد کند. مفروضات جدید مربوط به شکل تابع مطلوبیت است و فرض می‌کند که سرمایه‌گذاران، ریسک‌گریزی مطلق کاهشی دارند. ریسک‌گریزی مطلق، میزانی را که سرمایه‌گذار برای یک سطح معین ثروت ریسک‌گریز است، نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، تسلط تصادفی مرتبه سوم مطابق با یک سری توابع مطلوبیت است که در آنها $u' > 0$ و $u'' < 0$ و $u''' > 0$ است. فرض اضافه شده در تسلط تصادفی مرتبه سوم که به‌واسطه آن مشتق سوم تابع مطلوبیت باید مثبت باشد، به چولگی توزیع مربوط است.

علت اضافه‌شدن این فرض آن است که نرخ بازده سهام، عموماً دارای چولگی مثبت است؛ زیرا قیمت سهم می‌تواند به صفر کاهش یابد (۱۰۰درصد منفی) اما قیمت سهم از بالا نامحدود است. لذا توزیع نرخ بازده ممکن است یک چولگی مثبت ایجاد کند. البته باید به این نکته توجه کرد که هرچند چولگی نقش تأثیرگذاری در تعیین تسلط تصادفی مرتبه سوم دارد، اما بیان‌کننده همه مطلب نیست؛ زیرا ممکن است یک توزیع بر دیگری مسلط باشد، در حالی که فاقد چولگی مثبت است بر این اساس F بر اساس تسلط تصادفی مرتبه سوم برG مسلط است اگر:

- سرمایه‌گذاران بیشتر را به کمتر ترجیح دهند (اولین مشتق تابع مطلوبیت مثبت باشد).
- سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز باشند (مشتق دوم تابع مطلوبیت منفی باشد).
- سرمایه‌گذاران ریسک‌گریزی مطلق کاهشی داشته باشند (مشتق سوم تابع مطلوبیت مثبت باشد).
- جمع مجموع احتمالات تجمعی برای همه بازده‌ها، هیچ‌گاه برای F بزرگ‌تر از G نباشد و در مواقعی کمتر هم باشد.

برای مثال فرض کنید G وF دو سرمایه‌گذاری با تابع توزیع تجمعی G(x) و F(x) است. F بر اساس معیار تسلط تصادفی مرتبه سوم برG مسلط است، اگر و فقط اگر شرایط زیر برای همه x ∈[a,b] برقرار باشد:

$$I_3 = \int_a^x \int_a^z [G(x) - F(x)dtdz] \geq 0 \qquad \text{(رابطه ۴}$$

از خواص دیگر معیار تسلط تصادفی مرتبه سوم، قابلیت این مقیاس برای اندازه‌گیری تمایلات اشخاص به

1. Third order Stochastic Dominance (TSD)
2. Whitmore

سرمایه‌گذاری در دوران رونق و رکود است که در کنار دو معیار تسلط تصادفی مرتبه اول و دوم، به محققان و تحلیلگران کمک شایانی برای کسب قدرت بررسی و تجزیه و تحلیل ارائه می‌دهد.

بیان تسلط تصادفی بر مبنای رگرسیون چندک

برخلاف آنکه تقریباً ۴ دهه از عمر روش تسلط تصادفی می‌گذرد، در دهه‌های اخیر آزمون‌های متنوعی برای معیار تسلط تصادفی معرفی شده است که به دو دسته عمده طبقه‌بندی می‌شود. گروه اول، آزمون‌های مبتنی بر توابع مینیمم و ماکزیمم (مک‌فادن[1]، ۱۹۸۹) و گروه دوم، آزمون‌های مبتنی بر مقایسه توابع توزیع مورد بررسی در یک محدوده مشخص روی مجموعه‌ای از نقاط جداکننده[2] است (لین، ونگ و جوانگ[3]، ۲۰۰۸). در ادامه، آزمون تسلط تصادفی بر مبنای رگرسیون چندک شرح داده می‌شود.

اگر y_1 وy_2 را متغیر تصادفی پیوسته با تابع احتمال تجمعی F_1 و F_2 در نظر بگیریم، تابع چندک متغییر تصادفی y_i برابر است با:

رابطه ۵)
$$Q_1 = F_1^{-1}$$
$$Q_2 = F_2^{-1}$$

بر این اساس y_1 بر y_2 مسلط است، اگر و تنها اگر برای همه $\tau \in (0،1)$ رابطه $Q_1^1(t) \geq Q_2^1(t)$ برقرار باشد. حال تصور کنید که $\{Y_{11}، \dots ،Y_{n1}\}$و $\{Y_{21} \dots Y_{n2}\}$ متغیرهای تصادفی مستقل و با توزیع یکسان (iid) باشند. به‌منظور آزمون تسلط تصادفی بین این دو ابتدا تمام داده‌های دو نمونه را با هم ترکیب می‌کنیم، سپس متغیر تصادفی y_t را روی متغیر مجازی D_t رگرسیون می‌زنیم که در آن $D_t = 1 \; for \; t = 1, \dots, n_1$ و $D_t = 1 \; for \; t = 1, \dots, n_1$ برقرار است.

از آنجایی که روش‌های رگرسیونی رایج، نمی‌توانند میزان اثرپذیری متغیر وابسته از متغیر توضیحی را در سطوح مختلف توزیع نشان دهند و فقط با پارامتر میانگین مرتبط هستند، مدل رگرسیون چندکی را جایگزین رگرسیون حداقل مربعات معمولی می‌کنیم (کونکر و باست[4]، ۱۹۷۸):

رابطه ۶)
$$Q_{yt}(\tau|D_t) = \alpha\,(\tau) + \beta(\tau)D_t$$

در معادله رگرسیونی بالا، α برابر با میانگین متغیر تصادفی y_2 و ضریب β به‌دست‌آمده از برازش رگرسیون چندک y_t روی متغیر D_t برابر است با اختلاف بین تابع چگالی احتمال متغیرهای تصادفی که همان بیان کننده مفهوم معیار تسلط تصادفی خواهد بود. تخمین زننده β براساس مدل رگرسیون چندک از رابطهٔ ۷ زیر به‌دست می‌آید (بروکز[5]، ۲۰۰۲):

1.McFadden
2. Grid Point
3. Lint, Wong and Zhuang
4. Koenker & Bassett
5. Brooks

$$\hat{\beta}_{LAD} = argmin_{\beta} \sum_{t=1}^{n} \rho_{\tau}(y_t - \alpha - \beta D_t)$$ رابطه ۷)

به بیان بهتر، معیار تسلط تصادفی کل تابع چگالی احتمال متغیر تصادفی را بررسی می‌کند؛ اما استفاده از تسلط تصادفی تخمینی با استفاده از رگرسیون چندک، این امکان را فراهم می‌آورد که به جای بررسی کل تابع چگالی احتمال، فقط چندک‌های مدنظر بررسی شود (باتور، چوبینه[1]، ۲۰۱۲). سپس به‌منظور تحلیل معادله رگرسیون فوق، آزمونی فرضی مبنی بر عدم اختلاف بین توابع احتمال تجمعی را به‌شکل زیر در نظر می‌گیریم که فرض صفر آن مبنی بر عدم وجود تسلط تصادفی بین متغیرهای Y_1 و Y_2 تعریف می‌شود:

$$H_0: \begin{cases} sup\beta(\tau) = 0 \text{ ، } \tau \in (0{،}1) \rightarrow F_1(y) = F_2(y) \text{ یا } Q_1(\tau) = Q_2(\tau) \\ inf\beta(\tau) = 0 \qquad\qquad\qquad\qquad \tau \in (0{،}1) \end{cases}$$ رابطه ۸)

جهت آزمون فرض فوق می‌توان از آزمون کولموگروف ـ اسمیرنف[2] استفاده کرد. این آزمون که از نوع آزمون‌های آماری ناپارامتری و توزیع آزاد است، برای بررسی حداکثر تفاوت بین دو توزیع و معناداری تفاوت بین آنها به کار می‌رود. اما از آنجا که توزیع حدی $\beta(\tau)$ دارای پارامتر جزء اخلال است، آزمون آماره$\beta(\tau)$ بر مبنای آزمون کولموگروف ـ اسمیرنف به‌عنوان آماره آزمون تسلط تصادفی امکان‌پذیر نیست و لازم است برای استاندارد کردن آماره آزمون $\beta(\tau)$ از رابطه زیر استفاده شود:

$$V_1(\tau) = \sqrt{n} f\left(F^{-1}(\tau)\right)[R\Omega_n^{-1}R']^{-1/2}\, \beta(\tau)$$ رابطه ۹)

که در این رابطه، R یک بردار افقی (۰،۱) و $f\left(F^{-1}(\tau)\right)$ تابع برآوردکننده چگالی احتمال متغیر تصادفی y است (پورتنوی و کونکر[3]، ۱۹۸۷). بدین ترتیب، آماره استاندارد شده $V_i(\tau)$ را جایگزین $\beta(\tau)$ کرده و خواهیم داشت:

$$sup\beta(\tau) \rightarrow supV_1 \;\; inf\beta(\tau) \rightarrow infV_1$$ رابطه ۱۰)

با استانداردسازی آماره آزمون تسلط تصادفی، تخمین مقادیر بحرانی جدید با توجه به آماره به‌دست‌آمده ضرورت پیدا می‌کند (تسه، جوانگ[4]، ۲۰۰۴). در این پژوهش مقادیر آماره$V_i(\tau)$ با توجه به مقادیر بحرانی استخراجی مقاله نگ و همکاران (۲۰۱۷) تحلیل و ارزیابی می‌شود که در آن آمارهٔ V_1 به‌دست‌آمده، از فرایند پل براونی یک‌طرفه پیروی می‌کند.

همچنین آماره تسلط تصادفی مرتبه دوم بر اساس تابع چندک $Q_1 = F_1^{-1}$ و $Q_2 = F_2^{-1}$ و بر مبنای انتگرال $\beta(\tau)$ یا به عبارت دقیق‌تر انتگرال $V_i(\tau)$ از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$V_2 = \int_0^{\tau} V_1(t)dt = \sqrt{n}\,[R\Omega_n^{-1}R']^{-1/2} \int_0^{\tau} f(F^{-1}(t))\;\beta(t)d$$ رابطه ۱۱)

1. Batur & Choobineh
2. Kolmogorov–Smirnov test (K-S Test)
3. Portnoy, Koenker
4. Tse & Zhuang

بر این اساس تسلط تصادفی مرتبه سوم بر اساس متغیر استاندارد شده $V_i(\tau)$ برابر است با:

$$V_3(\tau) = \int_0^{\tau} V_2(\tau)dt \quad \text{رابطه ۱۲)}$$

بر اساس موارد پیش‌گفته، به‌طور کلی برای هر سه نوع تسلط تصادفی مرتبه اول، دوم و سوم، اگر آماره $infv_i(\tau) > 0$ بزرگ‌تر از ناحیهٔ بحرانی باشد، فرضیهٔ H_0 رد و فرض $H_1: y_1 \succ_i y_2$ پذیرفته می‌شود و در حالتی که آماره $supv_i(\tau) < 0$ کوچک‌تر از ناحیهٔ بحرانی باشد، فرضیهٔ H_0 رد و فرضیهٔ مقابل آن $H_1: y_2 \succ_i y_1$ پذیرفته می‌شود. شایان ذکر است که در این روابط، i برابر ۱، ۲ و ۳ برای نمایش تسلط تصادفی نوع اول، دوم یا سوم است.

تصریح مدل و معرفی متغیرها

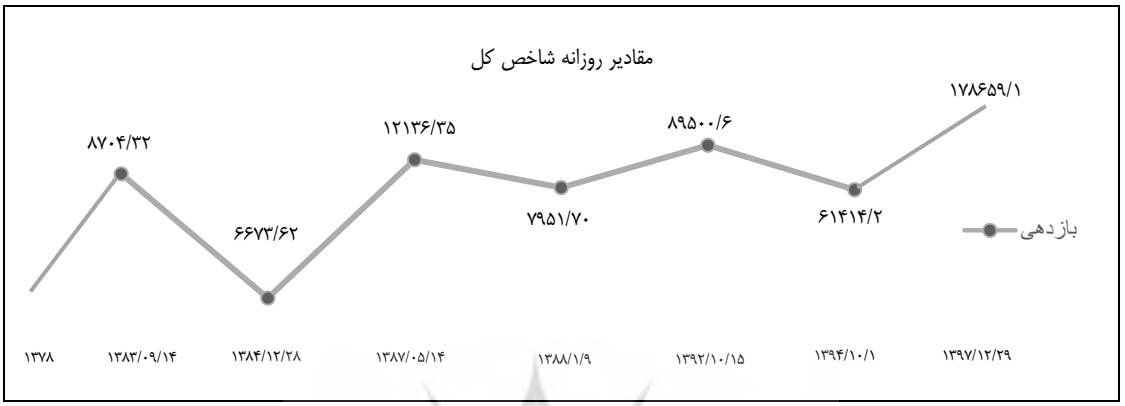
در پژوهش حاضر، تلاش شده است که با استفاده از روش تسلط تصادفی تخمینی و به‌کمک رگرسیون چندک، کارایی بازار سرمایه ارزیابی شود، لذا این پژوهش را می‌توان در زمرهٔ پژوهش‌های کاربردی و از نوع هم‌بستگی (رگرسیون) قرار داد. همچنین از منظر ماهیت و روش و شیوه گردآوری اطلاعات، در زمره پژوهش‌های توصیفی قرار می‌گیرد که در آن به توصیف اطلاعات گردآوری‌شده بسنده می‌شود.

جامعه آماری پژوهش بورس اوراق بهادار تهران است و برای آزمون مدل از بازده لگاریتمی روزانه شاخص کل بازار بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. قلمرو زمانی پژوهش نیز، فاصله زمانی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۷ را شامل می‌شود که با توجه به تغییرات نحوهٔ محاسبهٔ بازدهی شاخص از سال ۱۳۸۷ به بعد، از روش هم‌مقیاس‌سازی بازدهی قبل و بعد از سال ۱۳۸۷ و همچنین، روش نیسی و پیمانی (۱۳۹۴) استفاده شده است.

روند کلی پژوهش به این صورت است که پس از انجام مطالعات لازم و جمع‌آوری داده‌های اشاره شده، ابتدا با استفاده از رگرسیون چندک، معیار تسلط تصادفی محاسبه و با آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف معناداری آن بررسی می‌شود. در این پژوهش برای اجرای تسلط تصادفی به روش رگرسیون چندک، به پیروی از نگ و همکاران (۲۰۱۷)، از رویکرد نقاط بازگشتی در روند شاخص استفاده شده است. نقاط بازگشتی نقاطی هستند که روند متغیر تصادفی در آن نقاط از وضعیت صعودی به نزولی و برعکس تغییر جهت می‌دهد. از منظر اقتصادی، نقاط بازگشتی نقاطی هستند که در آن بازار از حالت رونق[1] به رکود[2] یا برعکس تغییر ماهیت می‌دهد. ذکر این نکته در خصوص توجیه استفاده از داده‌های شاخص کل لازم است که امکان معاملهٔ شاخص در بازار سرمایه ایران مهیا نیست؛ ولی کسب بازدهی با استفاده از روش تشریح شده در این مقاله، از طرق دیگری مانند ابزارهای مبتنی بر شاخص مانند صندوق‌های شاخصی و قراردادهای آتی سبد سهام و همچنین، تشکیل پرتفوی از سهام که رفتار شاخص را دنبال می‌کنند، امکان‌پذیر است و لذا در صورتی که نتایج آزمون‌های تخمینی، دال بر وجود فرصت آربیتراژ بر اساس داده‌های شاخص کل باشد، می‌توان با استفاده از موارد مطرح شده، این فرصت آربیتراژی را در عمل نیز کسب کرد. با مطالعهٔ رفتار روند بازدهی در بازهٔ ۱۹ سال گذشته ۶ نقطه

1. Bull Market
2. Bear Market

بازگشتی شناسایی شده است که بر اساس نقاط به‌دست‌آمده، کل مدت زمان پژوهش به ۷ بازه زمانی تقسیم‌بندی می‌شود (شکل ۱). شایان ذکر است که به‌منظور نمایش بهتر دوره‌های صعوی و نزولی، مقادیر نمایش داده شده در این نمودار مقادیر نسبی بوده و از مقادیر واقعی استفاده نشده است.



شکل ۱. نمودار نقاط بازگشتی در روند بازدهی شاخص کل در بازه زمانی ۱۹ سال

به‌منظور بررسی کارایی بازار و فرصت آربیتراژی لازم است که تسلط تصادفی بین هر دو بازه زمانی متوالی (بازه‌های قبل از نقاط و بازه‌های بعد از نقاط) بررسی شود (جارو[1]، ۱۹۸۶). از این رو، بازه‌های قبل از نقطهٔ بازگشتی را متغیر تصادفی Y_1 و بازه‌های مربوط به بعد از نقطهٔ بازگشتی را متغیر تصادفی Y_2 می‌نامیم و برای شناسایی فرصت آربیتراژی در بازار از V_1 به‌عنوان آماره آزمون تسلط تصادفی مرتبه اول استفاده می‌کنیم:

$$V_1(\tau) = f\left(F^{-1}(\tau)\right)[R\Omega_n^{-1}R']^{-1/2}\,\beta(\tau) \qquad \text{رابطه ۱۳)}$$

$f\left(F^{-1}(\tau)\right)$ یکی از توابع برآوردکنندهٔ تابع احتمال متغیر تصادفی است که در این پژوهش از تابع کرنل تطبیقی[2] سیلورمن استفاده شده است (سیلورمن[3]، ۱۹۸۶). همچنین با استفاده از معیار تسلط تصادفی مرتبه دوم، کارایی بازار سرمایه سنجیده شده و برای بررسی ترجیحات سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در دوران رکود یا رونق بازار، از سنجهٔ تسلط تصادفی مرتبه سوم استفاده شده است.

یافته‌های پژوهش

در این بخش به تحلیل داده‌ها و متغیرهای محاسبه شده به روش‌های ذکر شده در بخش قبل پرداخته می‌شود. داده‌های جمع‌آوری‌شده در این پژوهش، بازده روزانهٔ شاخص کل است. در جدول ۳ بعضی از معیارهای مهم آمار توصیفی بازدهی لگاریتمی روزانهٔ شاخص کل در هر یک از دوره‌های زمانی درج شده است.

1. Jarrow
2. Adaptive Kernel Density Estimator
3. Silverman

جدول ۳. برخی از معیارهای آمار توصیفی بازدهی روزانه

دوره زمانی	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	کل دوره
میانگین	۰/۰۰۲۱	−۰/۰۰۷	۰/۰۰۱۱	−۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۲۰	−۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۱۳۶۰	۰/۰۰۱۲۴
بیشترین	۰/۰۵۱۱	۰/۰۱۷۹	۰/۰۶۴۲	۰/۰۰۴۶	۰/۰۵۲۶	۰/۰۳۵۲	۰/۰۴۲۷۱۲	۰/۰۶۴۲۳
کمترین	−۰/۰۴۴۱	−۰/۰۱۶۵	−۰/۰۲۰۶	−۰/۰۵۶۸	−۰/۰۲۵۴	−۰/۰۵۶۷	−۰/۰۴۲۵	−۰/۰۵۶۸
انحراف معیار	۰/۰۰۵۱	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۵۶	۰/۰۰۶۳	۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۸۸۰۳	۰/۰۰۶۸۲
چولگی	۱/۱۱۰۲۴	۱/۰۵۶۳۸	۵/۲۴۲۵۶	−۵/۲۳۴۰	۰/۳۹۸۶۰	−۰/۵۰۴۹	۰/۶۸۰۲۸۸	۰/۶۹۴۱۰
کشیدگی	۲۰/۳۹۹۱	۱۱/۹۲۲۴	۵۱/۷۶۰۴	۴۲/۷۱۸۷	۵/۶۷۲۵	۱۴/۵۴۹۴	۸/۷۲۲۷۸۵	۱۳/۸۲۲۵
احتمال جارگ ـ برا	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
آزمون t	۹/۳۶۶۸	−۵/۴۵۱۸	۷/۷۶۶۹	−۷/۷۸۱۴	۷/۱۶۳۵	−۵/۶۴۵۶	۴/۵۴۱۲۳۷	---

همان طور که مشاهده می‌شود، میانگین بازدهی روزانهٔ شاخص کل در ۱۹ سال گذشته برابر ۰/۱۲درصد است که در این میان، میانگین بازدهی روزانه مربوط به دوره زمانی اول با بازدهی ۰/۲۱درصد دارای بیشترین بازدهی روزانه و دوره زمانی چهارم با میانگین بازده ۰/۳−درصد دارای کمترین بازدهی روزانه است. همچنین، در رابطه با نوسان‌های بازدهی آخرین دوره زمانی، بیشترین نوسان‌ها را داشته است. بررسی چولگی بازدهی نیز نشان می‌دهد که اغلب دوره‌ها دارای چولگی مثبت است و با مباحث مطرح‌شده در خصوص مبنای نظری ضرورت استفاده از گشتاور مرتبه سوم هم‌خوانی دارد. تحلیل مقادیر چولگی در کنار مقادیر کشیدگی، مبین اختلاف این مقادیر با توزیع نرمال است. این موضوع با استفاده از آزمون جارگ ـ برا بهتر تحلیل می‌شود. با توجه به مقادیر احتمال این آزمون، می‌توان گفت که غیرنرمال بودن توزیع بازده‌ها قابل تأیید است. مقادیر ارائه شده برای آزمون t به ارزیابی این مسئله می‌پردازد که آیا میانگین بازدهی دو دوره متوالی تفاوت معناداری با هم دارند یا خیر. از مقایسهٔ مقادیر مربوط به این آزمون می‌توان نتیجه گرفت که میانگین تمامی دو گروه‌های متوالی اختلاف معناداری با یکدیگر دارند که این موضوع می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای بررسی تسلط تصادفی استفاده شود.

حال به بررسی نتایج تخمین تسلط تصادفی مرتبه‌های اول، دوم و سوم با استفاده از رگرسیون چندکی می‌پردازیم. همان گونه که قبلاً اشاره شد، وجود تسلط تصادفی مرتبهٔ اول دال بر وجود فرصت‌های آربیتراژی بوده و تسلط تصادفی مرتبه دوم حاکی از ناکارایی بازار است و همچنین، تسلط تصادفی مرتبهٔ سوم برای تحلیل رفتار سرمایه‌گذاران در دوران صعودی و نزولی کاربرد دارد.

تسلط تصادفی مرتبهٔ اول و فرصت‌های آربیتراژی

جدول ۴ نتایج آزمون تسلط تصادفی مرتبهٔ اول را برای بررسی فرصت‌های آربیتراژی احتمالی در بازار نشان می‌دهد. با توجه به نتایج جدول ۴، در نقاط بازگشتی اول، دوم و سوم، مقدار آمارهٔ ۰/۱۴۹ $< inf\ v_i(\tau)$ است که در این صورت، فرض مقابل یعنی تسلط بازدهی‌های قبل از نقاط پذیرفته می‌شود. از این رو، سرمایه‌گذار می‌تواند از طریق فروش دارایی

در دورهٔ قبل از نقطهٔ بازگشتی و خرید همان دارایی بعد از نقطهٔ بازگشتی، به آربیتراژ اقدام کند. در نقـاط بازگشـتی دوم و چهارم و ششم مقدار آماره ۰/۱۵۳ > $supv_i(\tau)$ داخل ناحیهٔ بحرانی مربوط به آن قرار مـی‌گیـرد کـه در ایـن صـورت، فرضیهٔ تسلط تصادفی مرتبهٔ اول بازدهی‌های بعد از نقاط بر بازدهی های قبل از آن پذیرفته می‌شـود. بـه عبـارت دیگـر، سرمایه‌گذار می‌تواند از طریق خرید دارایی قبل از نقطهٔ بازگشتی و فـروش همـان دارایـی بعـد از نقطـهٔ بازگشـتی سـود آربیتراژی کسب کند (فالک، لوی[1]، ۱۹۸۹). بر این اساس، به‌طور کلی، مشاهده می‌شود که در هیچ یک از نقاط بازگشتی، شواهدی دال بر تأیید فرض صفر یافت نشده است $(v_i(\tau) = ۰)$ و به بیان دیگر، توزیع تجمعی بازدهی‌ها در قبل و بعد از نقاط بازگشتی، در هیچ‌یک از نقاط برابر نیست که این امر حاکی از وجـود فرصـت‌هـای آربیتـراژی در بـین دوره‌هـای صعودی و نزولی است.

جدول٤ . نتایج آزمون تسلط تصادفی مرتبهٔ اول

متغیر	نقطه۱	نقطه۲	نقطه۳	نقطه٤	نقطه٥	نقطه٦
$inf\ V_1$	-۰/۰۰۳	-۲/۵۷۳	۰/۰۰۰۵	-۰/۴۵۶	-۰/۰۰۰۱	-۰/۵۹۵
مقادیر بحرانی	-۰/۱۴۹	-۰/۱۴۹	-۰/۱۴۹	-۰/۱۴۹	-۰/۱۴۹	-۰/۱۴۹
نتیجه آزمون	رد	رد	رد	رد	رد	رد
$Sup\ V_1$	۱/۰۸۰	-۰/۰۰۰۱	۲/۰۰۲	-۰/۰۰۰۴	۱/۰۳۵	۰/۰۰۳
مقدار بحرانی	۰/۱۵۳	۰/۱۵۳	۰/۱۵۳	۰/۱۵۳	۰/۱۵۳	۰/۱۵۳
نتیجهٔ آزمون	رد	رد	رد	رد	رد	رد

تسلط تصادفی مرتبهٔ دوم و کارایی بازار

نتایج آزمون تسلط تصادفی مرتبهٔ دوم بین توزیع بازدهی در زمان‌های متوالی، برای بررسی کارایی بازار در جدول ۵ به نمایش گذاشته شده است.

جدول ٥. نتایج آزمون تسلط تصادفی مرتبه دوم

متغیر	نقطه۱	نقطه۲	نقطه۳	نقطه٤	نقطه٥	نقطه٦
$Inf\ V_2$	۰/۰۱۲	-۳۵/۵۱۳	۰/۱۱۴	-۲۱/۳۷۴	۰/۰۷۳	-۱۸/۸۰۰
مقادیر بحرانی	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹
نتیجه آزمون	رد	رد	رد	رد	رد	رد
$Sup\ V_2$	۵۱/۰۳۰	-۰/۰۵۲	۳۴/۵۸۱	-۰/۰۴۵	۳۳/۲۴۲	-۰/۰۳۱
مقدار بحرانی	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۹
نتیجه آزمون	رد	رد	رد	رد	رد	رد

1. Falk & Levy

با بررسی مقادیر به‌دست‌آمده از فرضیه‌های آماری، مشاهده می‌شود که فرضیه کارایی بازار در تمامی دوره‌ها رد می‌شود ($v_i(\tau) \neq 0$). در نقاط بازگشتی اول، دوم و سوم مقدار آماره $inf\ v_i(\tau) > 0/009$ است که در این صورت، فرض مقابل یعنی تسلط بازدهی‌های قبل از نقاط پذیرفته می‌شود. به بیان دیگر، بازه زمانی قبل از نقاط بازگشتی مطابق با تسلط تصادفی مرتبهٔ دوم در این نقاط دارای بازدهی بیشتر و ریسک کمتر نسبت به بازه زمانی بعد از آن است که این موضوع، نقض نظریهٔ کارایی بازار (بازدهی کسب شده متناسب با ریسک تحمل شده) است. همان گونه که قبلاً در خصوص مزایای استفاده از روش تسلط تصادفی به‌عنوان روشی جدید برای آزمون کارایی بازار صحبت شد، نتایج این آزمون به صحت مفروضات مدل تعادلی خاصی وابسته نبوده و قابلیت اتکای آن در قیاس با سایر روش‌ها بیشتر است.

تسلط تصادفی مرتبهٔ سوم و ترجیحات سرمایه‌گذاران

با استفاده از معیار میانگین ـ واریانس مارکویتز، می‌توان به این موضوع پی برد که دوران رونق بازار دارای میانگین بیشتر و انحراف معیار کمتری نسبت به دوران رکود بازار است که این موضوع نیز از طریق آماره‌های توصیفی ۷ بازه زمانی به‌دست آمده در جدول ۳ به‌خوبی نمایان است. اما مسئلهٔ بهینه‌سازی مارکوویتز، یک سری فرض‌ها را در نظر می‌گیرد، از جمله اینکه توزیع بازده دارایی‌ها نرمال است که در دنیای واقعی صحیح نیست و شکل تابع توزیع احتمال دارای دو انتهای ضخیم‌تر نسبت به تابع نرمال است (تهرانی، فلاح تفتی و آصفی، ۱۳۹۷)، همچنین این معیار قادر نیست توضیحی در زمینهٔ ترجیحات سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری با درجات مختلف ریسک‌گریزی ارائه دهد. زمانی که فرد در شرایط ویژه، از توان بالای بهینه‌سازی تصمیم‌ها برخوردار است (عدم اطمینانی در مورد صحت تصمیم‌ها وجود نداشته باشد)، انعطاف‌پذیری بالایی در پاسخ به تغییر و تحولات محیطی خواهد داشت. در چنین وضعیتی، رفتار وی از الگوی مشخصی برخوردار نیست و پیش‌بینی آن دشوار است. اما وقتی در صدد تصمیم‌گیری در شرایط پیچیدهٔ اطلاعاتی است، شکافی بین توانایی وی و میزان دشواری فرایند تصمیم‌گیری به وجود می‌آید. زمانی که توانایی عامل در شناخت ماهیت واقعی اطلاعات موجود برای تصمیم‌گیری بهینه کافی نباشد، به‌دلیل عدم اطمینان به صحت تصمیم‌ها، تمایلی ندارد که به اطلاعات واکنش نشان دهد. بنابراین ترجیحات سرمایه‌گذاران در موقعیت‌های خاص بر اساس مطلوبیت آنها در قالب تصمیم‌های سرمایه‌گذاری نمایان می‌شود (لاکونی شاک، شلیفر و ویشنی[1]، ۱۹۹۴). این موضوع به‌وسیلهٔ معیار تسلط تصادفی مرتبه سوم حل می‌شود و از این معیار می‌توان برای سنجش ترجیحات سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در دوران رونق یا رکود بورس استفاده کرد (جدول ۶ را نگاه کنید).

مفروضات یادشده در تئوری تسلط تصادفی مرتبهٔ سوم، مطابق با ویژگی‌های توابع مطلوبیت سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز فارغ از درجهٔ ریسک‌گریزی آنهاست که با توجه به آماره‌های به‌دست‌آمده، این ویژگی‌ها مطابق با نظریه تسلط تصادفی مرتبهٔ سوم در دوران رونق اقتصادی تحقق بخشیده است. برای مثال در نقطهٔ بازگشتی اول، آمارهٔ $inf\ v_i(\tau)$ در داخل ناحیهٔ بحرانی واقع شده است که بیانگر عدم رد فرضیه تسلط بازدهی‌های دوران رونق اقتصادی بر دوران رکود اقتصادی است. از این رو می‌توان نتیجه گرفت سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز تمایل دارند در شرایط رونق

1. Lakonishok, Shleifer & Vishny

اقتصادی بورس سرمایه‌گذاری کنند. این موضوع را می‌توان دال بر رفتار جمعی و توده‌وار سرمایه‌گذاران در دوران صعودی بازار دانست که به‌عنوان یکی از موضوع های مهم مورد بحث در پارادایم مالی رفتاری شناخته می‌شود و وضعیتی را تبیین می‌کند که سرمایه‌گذاران در یک دورهٔ زمانی مشخص، معاملات یکنواخت و هم‌جهتی را انجام می‌دهند. این رفتار جمعی، پدیدهٔ رفتاری ناهنجاری محسوب می‌شود که می‌تواند به اختلال در روابط تعادلی بازار و در نتیجه ناکارایی آن منجر شود (گل ارضی و ضیاچی، ۱۳۹۳) که این موضوع (ناکارایی بازار) بر اساس تسلط تصادفی مرتبه سوم به تأیید رسید.

جدول ٦. نتایج آزمون تسلط تصادفی مرتبه سوم

متغیر	نقطه۱	نقطه۲	نقطه۳	نقطه٤	نقطه٥	نقطه٦
$Inf\ V_3$	۰/۰۸۷	−۱۹۱۰/۳۱۷	۰/۱۸۸	−۹۴۲/۰۶۱	۰/۱۰۲	−۱۲۴۲/۷۱۹
مقادیر بحرانی	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
نتیجه آزمون	رد	رد	رد	رد	رد	رد
$Sup\ V_3$	۲۶۲۲/۷۱۰	−۰/۱۲۷	۲۰۱۶/۵۷۰	−۰/۰۲۴	۱۴۵۸/۲۷۵	−۰/۱۹۸
مقادیر بحرانی	−۰/۰۰۱	−۰/۰۰۱	−۰/۰۰۱	−۰/۰۰۱	−۰/۰۰۱	−۰/۰۰۱
نتیجه آزمون	رد	رد	رد	رد	رد	رد

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در پژوهش حاضر برای شناسایی وجود فرصت‌های آربیتراژی در بورس اوراق بهادار تهران، ارزیابی کارایی این بازار و همچنین بررسی تمایلات سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز به سرمایه‌گذاری در دوره‌های صعودی و نزولی بازار، به‌ترتیب از رویکرد تسلط تصادفی مرتبه‌های اول، دوم و سوم تخمین زده شده با رگرسیون چندکی روی داده‌های شاخص کل سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۷ استفاده شد.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، اولاً، در بین دوره‌های صعودی و نزولی با خرید دارایی قبل از نقطهٔ بازگشتی و فروش همان دارایی بعد از نقطهٔ بازگشتی، فرصت‌های آربیتراژی وجود دارد. به عبارتی، چرخه‌های مالی (رکود و رونق) در بورس اوراق بهادار تهران، این امکان را برای سرمایه‌گذاران فراهم می‌کند تا بهترین زمان برای سرمایه‌گذاری یا خروج از بازار را تعیین کنند، به این صورت که سود اکتسابی خود را از طریق خرید دارایی در ادوار مالی مسلط (رونق) و فروش دارایی در ادوار تحت سلطه (رکود) افزایش دهند. به بیان بهتر، سرمایه‌گذاران می‌توانند با تعیین زمان ورود به بورس، بر مبنای دورهٔ رونق بازار و مشخص نمودن زمان خروج بر اساس دوره رکود، به کسب بازدهی آربیتراژی اقدام کنند. ثانیاً، بازار بورس اوراق بهادار تهران کارا نیست؛ زیرا دوران صعودی بورس همیشه بر دوران رکودی متعاقب خود مسلط است که این موضوع، ناکارایی بازار سرمایه را نشان می‌دهد که دلیل آن انطباق نداشتن بازدهی کسب شده متناسب با ریسک تحمل شده در این چرخه‌های صعودی و نزولی است. سومین نتیجه تحقیق بیانگر تسلط تصادفی مرتبهٔ سوم بازده سهام مسلط

نسبت به سهام تحت تسلط است که این موضوع به تمایل سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز (فارغ از درجهٔ ریسک‌گریزی آنها و یا خصیصه ریسک‌گریزی مطلق کاهشی این افراد) به سرمایه‌گذاری در دوران رونق منجر می‌شود که به نوعی بیانگر رفتار توده‌وار افراد در دوران صعود بازار است که در بستر پارادایم مالی رفتاری تبیین می‌شود.

نتایج به‌دست آمده با یافته‌های جارو (۱۹۸۶) و نگ و همکاران (۲۰۱۷) در زمینهٔ بررسی ترجیحات سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در دوران رکود و رونق اقتصادی و همچنین، کارایی بازار سرمایه تطابق دارد؛ اما در زمینهٔ بررسی فرصت آربیتراژی با نتایج این تحقیق مغایر است. در زمینهٔ کارایی بازار سرمایه، نتایج این پژوهش با پژوهش‌های پیشین به‌جز تحقیق صادقی (۱۳۸۴) سازگار است. بنابراین، علی‌رغم تغییراتی که در سال‌های اخیر در بورس اوراق بهادار تهران اتفاق افتاده و انتظار کارایی در سطح ضعیف را در بین مشارکت کنندگان بازار بالا برده است، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که این تغییرات، نتوانسته وضعیت بورس اوراق بهادار تهران را در جهت بالابردن شفافیت و کارایی بهبود بخشد.

در خاتمه اشاره به این موضوع ضروری است که نتایج این تحقیق علاوه بر بررسی کارایی بازار، در خصوص انتخاب سهام منفرد نیز کاربرد دارد. استفاده از روش رگرسیون چندکی برای بهینه‌سازی پرتفوی بر مبنای تسلط تصادفی، می‌تواند مبنایی برای تحقیقات آتی قرار داده شود. از آزمون تسلط تصادفی به‌دست‌آمده در این پژوهش می‌توان برای بررسی کارایی در سایر بازارها، نظیر بازار طلا، نفت یا ارز و همچنین بررسی اثر شوک‌های سیاسی ـ اقتصادی و ماندگاری این شوک‌ها در بازار استفاده کرد. از سوی دیگر، استفاده از این روش برای تحلیل رفتار توده‌وار و جمعی و عوامل مؤثر بر آن پیشنهاد می‌شود.

منابع

ابراهیم‌نژاد، علی؛ برکچیان، سید مهدی؛ کریمی، امین (۱۳۹۹). الگوی درون روز معاملات سهام و نقش معامله‌گران مطلع از اطلاعات نهانی. *تحقیقات مالی*، ۲۲(۱)، ۱-۲۶.

احمد زاده، عزیز؛ یاوری، کاظم؛ عیسائی تفرشی، محمد؛ صالح آباد، علی (۱۳۹۳). تحلیلی بر روش های ارزیابی کارایی بازار سرمایه در ایران. *فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، ۱۷،۱-۲۸

الهی، مریم (۱۳۹۲). *تسلط تصادفی و کاربرد آن در مدیریت ریسک*. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سمنان، دانشکده ریاضی.

ترجمان، وینا؛ راعی، رضا (۱۳۹۰). محاسبه ریسک با معیار تسلط تصادفی و مقایسه آن با سایر معیارهای متداول در بورس اوراق بهادار تهران. *دو ماهنامه راهبردهای بازرگانی*، ۱۸، ۳۵۵-۳۷۰.

تهرانی، رضا؛ فلاح تفتی، سیما؛ آصفی، سپهر (۱۳۹۷). بهینه‌سازی سبد سهام به‌کمک الگوریتم فراابتکاری دسته‌های میگو با استفاده از معیارهای مختلف از ریسک در بورس اوراق بهادار تهران. *تحقیقات مالی*، ۲۰(۴)، ۴۰۹- ۴۲۶.

حمیدی‌زاده، مریم؛ پیمانی، مسلم؛ ارضا، امیرحسین؛ مهدی، اصغرزاده (۱۳۹۶). بهینه‌سازی پرتفوی به روش تسلط تصادفی در بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامه علمی مطالعات مدیریت صنعتی*، ۱۷ (۵۵)، ۱۸۵-۲۱۰.

رافعی، میثم؛ مهین، شکری (۱۳۹۸). تحلیل وضعیت‌های بازدهی در بازار سرمایه ایران: رهیافت مدل‌های نیمه‌مارکوف پنهان. *تحقیقات مالی*، ۲۱(۴)، ۵۷۰- ۵۹۲.

زمانیان، غلامرضا؛ جمشیدی، سجاد (۱۳۹۷). ارزیابی عملکرد شرکت های فرابورس ایران با استفاده از معیار تسلط تصادفی و بهینه سازی آن با الگوی ترکیبی PSO و ANN. *مجله مدیریت دارایی و تأمین مالی*، ۶ (۳)، ۱۵-۳۵.

عبادی، جواد (۱۳۹۴). سنجش کارایی *بازار سرمایه با رویکرد عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک و ارائه مدلی جهت جایگزینی صندوق شاخصی*. رساله دکتری، دانشگاه علامه طباطبایی.

گل‌ارضی، غلامحسین؛ ضیاچی، علی اصغر (۱۳۹۳). بررسی رفتار جمعی سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار تهران با رویکردی مبتنی بر حجم معاملات. *تحقیقات مالی*، ۱۶(۳)، ۳۵۹- ۳۷۱.

محمدپور، سیاوش؛ رضازاده، علی (۱۳۹۸). بررسی کارایی متغیر طی زمان در بازارهای طلا و ارز ایران. *تحقیقات مالی*، ۲۱(۳)، ۴۷۱-۴۴۸.

محمدی، شاپور؛ راعی، رضا؛ قالیباف اصل، حسن؛ گل ارضی، غلامحسین (۱۳۸۹). تجزیه و تحلیل رفتار جمعی سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل فضای حالت. *مجله پژوهش‌های حسابداری مالی*، (۲)، ۴۹-۶۰.

نیسی، عبدالساده؛ پیمانی فروشانی، مسلم (۱۳۹۴). مدل‌سازی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از معادله دیفرانسیل تصادفی هستون. *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، ۵۳، ۱۴۳-۱۶۶.

References

Abhyankar, A., Ho, KY. and Zhao, H. (2008). Value Versus Growth: Stochastic Dominance Criteria. *Quantitative finance*, 8(7), 693-704.

Batur, D., & Choobineh, F. (2012). Stochastic dominance based comparison for system selection. *European Journal of Operational Research, 220* (3), 661–672.

Brooks, C. (2002). *Introductory Econometrics for Finance*. Cambridge University Press.

Cho, Y.H., Linton, O. & Whang, Y.J. (2006). Are There Monday Effects in Stock Returns: A Stochastic Dominance Approach. *Journal of Empirical Finance*, 14(5), 736-755.

Clark, E., Kassimatis, K. (2014). Exploiting stochastic dominance to generate abnormal stock returns. *Journal of Financial Market*, 20, 20-38.

Ebadi, J. (2017). *Testing market efficiency from mutual funds performance from evidence Tehran stock exchange*. (Unpublished doctoral dissertation). Allameh Tabataba'i University. (*in Persian*)

Ebrahimnejad, A., Barakchian, S.M., Karimi, A. (2020). Insider Trading and Intraday Stock Price Behavior on the Tehran Stock Exchange. *Financial Research Journal*, 22(1), 1-26. (*in Persian*)

Elahi, M. (2013). *Stochastic dominance and its application in risk management*. Master's Thesis, Semnan university. (*in Persian*)

Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S.G., & Geotzmann, W. N. (2009). *Modern Portfolio theory and investment analysis*. John Wiley & sons.

Falk, H., & Levy, H. (1989). Market reaction to quarterly earnings' announcements: a stochastic dominance based test of market efficiency. *Management Science, 35,* 425–446.

Fama, E. (1970). Efficient capital markets: a review of theory and empirical work. *Journal of Finance,* 25, 383-417.

Fama, E., and French, K. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3-56.

Fischer, S. and Merton, R. C. (1984). Macroeconomics and finance: The role of the stock market. *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy*, 21, 57–108.

Fong, M. W. (2010). A Stochastic Dominance Analysis of Yen Carry Trade. *Journal of banking & finance*, 34(6), 1237-1246.

Fong, W.M., Lean, H. H. & Wong, W.K. (2008). Stochastic Dominance and Behavior toward Risk: The Market for Internet Stocks. *Economic Behavior & Organization*, 68(1), 194-208.

Fong, W.M., Wong, W.K. & Lean, H.H. (2003). International Momentum Strategies: A Stochastic Dominance Approach. *Working paper*. National University of Singapore.

Fong, Wai Mun. (2009). Speculative trading and stock returns: A Stochastic Dominance Analysis of the Chinese Ashare market. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 19(4), 712-727.

Golarzi, GH., Ziyachi, A.A. (2015). A Survey in Investor Herding Behavior with Trading Volume Approach in Tehran Stock Exchange. *Financial Research Journal*, 16(3), 359-371. (*in Persian*)

Grossman, S.J. & Stieglitz, J.E. (1980). On the impossibility of Informationally efficient markets, *American Economic Review*, 70(3), 393-408.

Hamidizadeh, M., Peymany, M., Erza, A.H., and Asgharzadeh, M. (2017). Portfolio Optimization Performance Evaluation by Stochastic Dominance Method in Tehran Stock Exchange. *Industrial Management Studies*, 55, 185-210. (*in Persian*)

Jarrow, R. (1986). The relationship between arbitrage and First order stochastic Dominance. *Journal of Finance, 41,* 915–921.

Koenker, R., & Bassett, G. (1978). Regression quantile. *Econometrical, 46* (1), 33–50.

Lakonishok, J., Shleifer, A. & Vishny, R. (1994). Contrarian Investment, Extrapolation and Risk. *Journal of Finance*, (44), 1541-1578.

Lean, H. H., Wong, W. K., & Zhuang, X. (2008). The size and powers of some stochastic dominance tests: A Monte Carlo study for correlated and heteroskedastic distributions. *Mathematics and Computers in Simulation, 79,* 30–48.

Levy, H. (2006). *Stochastic Dominance Investment Decision Making under Uncertainty.* Springer.

McFadden, D. (1989). Testing for stochastic dominance. *In T. Fomby, & T. Seo Studies in the economics of uncertainty.*

Meyer, T. O., Li, X., & Rose, L. C. (2004). Comparing mean variance tests with stochastic dominance when assessing international portfolio diversification benefits. *Working Paper*, No. 04.04.

Mohammadi, Sh., Raei, R., & Ghalibaf, H., Golarzi, Gh. (2009). Analysis of Herd Behaviour of Investors in Tehran Stock Exchange Using with State Space Model. *Financial Accounting Researches*, 2, 49-60. (*in Persian*)

Mohammadpoor, S., & Rezazadeh, A. (2019). The Investigation of Time Varying Efficiency in Financial Markets of Iran: Case Study of Foreign Exchange and Gold Markets. *Financial Research Journal*, 21(3), 448- 471. (*in Persian*)

Neisy, A., Peymany, M. (2011). Modeling of Tehran Stock Exchange Overal Index by Heston Stochactic Differential Equation. *Journal of Economic Research*, 53,143-168. (*in Persian*)

Ng, P., Wong, W.K. & Xiao, Z. (2017). Stochastic dominance via quantile regression with applications to investigate arbitrage opportunity and market efficiency. *European Journal of Operational Research*, 261(2), 666-678. DOI:10.1016/j.ejor.2017.02.047

Portnoy, S. & Koenker, R. (1987). *Adaptive L-Estimation of Linear Models*. College of Commerce and Business Administration University of Illinois. *BEBR Faculty Working Paper*, no. 1372.

Post, T. (2003). Empirical tests for Stochastic Dominance efficiency. *Journal of Finance*, 58, 1905-1931.

Rafei, M., Shokri, M. (2019). An Analysis of Return States in Iran Stock Market: Hidden Semi-Markov Model Approach. *Financial Research Journal*, 21(4), 570-592. (*in Persian*)

Russell, W. R, and Seo, T. K. (1980). Representative sets for stochastic dominance rules. *In Studies in the Economics of Uncertainty Springer Verlag*, New York, pp. 59–76.

Russell, W.R. & Hadar, J. (1969). Rules for ordering uncertain prospects. *The American Economic Review*, 59 (1), 25–34.

Silverman, B. W. (1986). *Density estimation for statistics and data analysis*. New York: Chapman and Hall.

Tarjoman, V., Raai, R. (2011). Calculating risk with stochastic dominance and comparing it with other common criteria in Tehran Stock Exchange. *Scientific-Research Journal of Shahed University*, 47(2). (*in Persian*)

Tehrani, R., Fallah Tafti, S., & Asefi, S. (2018). Portfolio Optimization Using Krill Herd Metaheuristic Algorithm Considering Different Measures of Risk in Tehran Stock Exchange. *Financial Research Journal*, 20(4), 409-426. (*in Persian*)

Tse, Y. K., & Zhuang, X. (2004). A Monte Carlo investigation of some tests for stochastic dominance. *Journal of Statistical Computation & Simulation*, 74, 361–378.

Versijp, P.J.P.M. (2007). *Advances in the Use of Stochastic Dominance in Asset Pricing*. PhD Thesis, Erasmus University Rotterdam.

Whitmore, G.A. (1970). Third-degree stochastic dominance. *The American Economic Review*, 60(3), 457–459.

Wong, W. K., Chan, R. H. (2008). Prospect and Markowitz Stochastic Dominance. *Annals of Finance*, 4, 105-129.

Yavari, K., Ahmadzadeh, A., & Isaee Tafreshi, M., Salehabadi, A. (2014). An Analysis on Methods of Market Efficiency Evaluation in Iran. *Journal of Economic Modelling Research*, 17, 1-28. (*in Persian*)

Zamanian, G.R., Jamshidi, S. (2015). Performance Evaluation of Iranian OTC's Companies with Emphasising on Stochastic Dominance Criteria and Optimization with PSO and ANN Hybrid Model. *Journal of Asset management and financing*, 6 (3), 15-35. (*in Persian*)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی