

سنجش میزان شدت تبعیت از نظریه گام تصادفی در شاخص‌های صنایع مختلف بورس  
تهران با استفاده از مدل مارکف سوئیچینگ<sup>۱</sup>

مقاله پژوهشی

سعید تاجدینی<sup>۲</sup>، رضا تهرانی<sup>۳</sup>، عزت اله عباسیان<sup>۴</sup> و سید مجتبی میرلوحی<sup>۵</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۱۵

چکیده

این مطالعه به جستجوی وجود یا عدم وجود استقلال در سری‌های بازده در ۹ شاخص صنایع مختلف و شاخص ۵۰ شرکت برتر و شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران و شاخص اس اند پی بورس اوراق بهادار نیویورک و میزان تبعیت آن‌ها از مدل گشت تصادفی در دو رژیم کم‌نوسان و پر نوسان با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ می‌پردازد. نمونه پژوهش، شامل اطلاعات قیمت‌های روزانه تمامی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس تهران در قالب شاخص کل و ۵۰ شرکت برتر و همچنین ۹ شاخص صنایع مختلف بانک، سیمان، فراورده‌های نفتی، ماشین‌آلات، شیمیایی، خودرو، قند و شکر، غذایی به جز قند، کانه‌های فلزی در بورس اوراق بهادار تهران و شاخص اس اند پی بورس اوراق بهادار نیویورک برای بازه زمانی ۱۳۹۰/۰۱/۰۵ تا ۱۳۹۷/۱۲/۲۸ بود. نتایج مدل مارکوف سوئیچینگ و آریما نشان داد فقط در رژیم پر نوسان شاخص‌های اس اند پی بورس اوراق بهادار نیویورک، با ماندگاری ۳۲ درصد و شاخص فراورده‌های نفتی بورس اوراق بهادار تهران با ماندگاری ۶ درصد، مدل آریما معنادار نیست و در مابقی موارد مدل آریما معنادار می‌باشد.

واژگان کلیدی: آریما، شکل ضعیف کارایی، گام تصادفی، مارکوف سوئیچینگ.

طبقه‌بندی موضوعی: F65, G14

DOI مقاله: 10.22051/jfm.2019.19604.1626

۲. دکترای مدیریت مالی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران. Email:saeidtajdini@ut.ac.ir

۳. استاد مدیریت مالی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. Email:rtehrani@ut.ac.ir

۴. دانشیار اقتصاد، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. نویسنده مسئول، Email:e.abbasian@ut.ac.ir

۵. استادیار مدیریت مالی، دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران. Email:mirloughism@shahroodut.ac.ir

## مقدمه

بازار کارا را بازاری تعریف کردند که به سرعت با اطلاعات جدید تطبیق پیدا می‌کند. گرچه تطبیق با اطلاعات جدید یک مشخصه مهم در بازار کاراست، اما تنها مشخصه آن نیست. در یک بازار کارای اطلاعاتی، اگر انتظارات و اطلاعات همه مشارکت‌کنندگان در بازار به خوبی توسط قیمت‌ها منعکس شود، تغییر قیمت‌ها غیر قابل پیش‌بینی هستند (فاما و دیگران<sup>۱</sup>، ۱۹۶۹). بر اساس فرضیه بازار کارا<sup>۲</sup> قیمت سهام در بورس اوراق بهادار از فرآیند گام تصادفی پیروی می‌کند. اگر قیمت‌ها از گشت تصادفی<sup>۳</sup> تبعیت کنند، تغییرات قیمت در طول زمان تصادفی (مستقل) خواهد بود (فاما<sup>۴</sup>، ۱۹۷۰). به طور کلی یافته‌های ناشی از مطالعات تبعیت یا عدم تبعیت از گام تصادفی در بورس‌های اوراق بهادار نوظهور کاملاً متناقض هستند و نتایج به دست آمده یکسان نیستند اما مشاهده کارایی بیشتر بورس اوراق بهادار در کشورهای توسعه یافته نسبت به بازارهای نوظهور به علت تقارن اطلاعاتی بیشتر و عمق بیشتر بورس اوراق بهادار و نجارت غنی و مدرن در کشورهای توسعه یافته تعجب‌آور نیست (چن و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۰۶). این ایده اساسی که نباید امکان به دست آمدن سود سیستماتیک غیرعادی به طوری که بیش از هزینه‌های معاملاتی و ریسک اضافی را پوشش دهد، وجود داشته باشد؛ و بنابراین بازده‌ها باید قابل پیش‌بینی نباشند (فاریس<sup>۶</sup>، ۱۹۹۶). در بازار کارا، تعدیل قیمت‌ها به سرعت انجام می‌شود و قیمت‌ها بلافاصله به اطلاعات جدید واکنش نشان می‌دهند و تورش‌های رفتاری مانند بیش واکنشی یا کم واکنشی وجود ندارد و همچنین در بازار کارا سهام همواره بر مبنای قیمت منصفانه و ارزش واقعی‌شان دادوستد می‌شوند و غیرممکن است یک سرمایه‌گذار بتواند سهامی را با قیمت پایین‌تر از ارزش واقعی‌اش بخرد یا با قیمتی بالاتر از ارزش واقعی‌اش بفروشد (راس و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۰۹).

سه شکل از کارایی اطلاعاتی بازار سرمایه که توسط (فاما، ۱۹۷۰ و ساموئلسون<sup>۸</sup>، ۱۹۶۵) ارائه شد عبارتند از:

**کارایی ضعیف:** در این نوع بازار قیمت سهام به شکل تصادفی تعیین می‌شود و مطالعه روند گذشته کمکی به سرمایه‌گذاری برای کسب بازدهی بیشتر نمی‌کند، در شکل کارایی ضعیف همه اطلاعات مربوط به گذشته دارای در قیمت کنونی منعکس شده است و دیگر تحلیل‌های تکنیکال جهت کسب سود کارساز نیستند (کویلارد و داویسون<sup>۹</sup>، ۲۰۰۵).

**کارایی نیمه قوی:** در این نوع بازارها نه تنها اطلاعات مربوط به قیمت‌های گذشته هیچ برتری در مورد انتخاب سرمایه‌گذاری ایجاد نمی‌کند، بلکه آگاهی از تمامی اطلاعات عمومی نیز برتری و مزیتی در

1. Fama et al
2. Efficient-market hypothesis
3. Random walk
4. Fama
5. Chen et al
6. Forbes
7. Ross et al
8. Samuelson
9. M. Couillard, & M. Davison, 2005

مورد انتخاب سرمایه‌گذاری محسوب نمی‌شود. به عبارتی دیگر در این شکل از کارایی علاوه بر تحلیل‌های تکنیکال، تحلیل‌های بنیانی نیز در کسب سود کارساز نیستند. (اسکجراتروپ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰).

**کارایی قوی:** در این نوع بازارها نه تنها اطلاعات مربوط به قیمت‌های گذشته و اطلاعات عمومی بلکه آگاهی از اطلاعات محرمانه یا اطلاعاتی که هنوز از طریق جراید پخش نشده است نیز برتری و مزیتی در مورد انتخاب سرمایه‌گذاری محسوب نمی‌شود.

هدف این پژوهش بررسی شکل ضعیف کارایی در دو رژیم کم نوسان و پر نوسان بازدهی با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ می‌باشد. برای رسیدن به این هدف به بررسی فرضیه گام تصادفی در بورس اوراق بهادار تهران از طریق روند حرکت ۱۱ شاخص مختلف در بورس تهران شامل شاخص کل، ۵۰ شرکت برتر و همچنین ۹ شاخص صنایع مختلف بانک، سیمان، فراورده‌های نفتی، ماشین‌آلات، شیمیایی، خودرو، قند و شکر، غذایی به جز قند، کانه‌های فلزی در بورس اوراق بهادار تهران بعلاوه شاخص اس اند پی بورس اوراق بهادار نیویورک در دوره‌های زمانی ۱۳۹۰/۰۱/۰۵ تا ۱۳۹۷/۱۲/۲۸ با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ<sup>۲</sup> به منظور اندازه‌گیری میزان تبعیت یا عدم تبعیت از نظریه گام تصادفی در دو رژیم کم‌نوسان و پر نوسان و با هدف امکان‌پذیری مقایسه دقیق‌تر میزان شدت تبعیت از نظریه گام تصادفی شاخص‌های مختلف نسبت به یکدیگر مورد بررسی قرار گرفته است. نوآوری این پژوهش نسبت به پژوهش‌های قبلی مبتنی بر روش این پژوهش یعنی استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ برای اندازه‌گیری دقیق‌تر و امکان مقایسه میزان شدت تبعیت از نظریه گام تصادفی و با سرعت گردش اطلاعات در شاخص‌های مختلف نسبت به یکدیگر است.

### مروری بر پیشینه پژوهش

گرایب و رییز<sup>۳</sup> (۱۹۹۹) شرکت‌های شخصی و شاخص‌های مشارکتی وجود گشت تصادفی در قیمت سهام در کشورهای برزیل و مکزیک در دوره زمانی ۱۹۸۸-۱۹۹۵ را با استفاده از آزمون نسبت واریانس مورد بررسی قرار دادند آن‌ها شواهد قوی دال بر وجود بازگشت به میانگین در هر دو کشور یافتند و در نتیجه وجود گشت تصادفی را رد کردند. هابر<sup>۴</sup> (۱۹۹۷) به این نتیجه رسید که فرضیه گشت تصادفی را نمی‌توان رد کرد. کلاسنس و همکاران<sup>۵</sup> (۱۹۹۵) همبستگی پیاپی قابل توجهی را در بازده ای سهام ۱۹ بازار نوظهور را گزارش دادند و نشان دادند که قیمت‌های سهام در بازارهای نوظهور کارایی بازار را در شکل ضعیف نقض می‌کنند یافته‌های مشابهی توسط هاروی<sup>۶</sup> (۱۹۹۴) در بازارهای نوظهور گزارش شده است.

1. J. A. Skjeltorp, 2000
2. Markov Switching
3. T.A.Grieb, and M.G.Reyes
4. P. Huber
5. Claessens et al
6. C.R. Harvey



خبا<sup>۱</sup> (۱۹۹۸) رفتار قیمت‌های سهام در بازار سرمایه عربستان مورد بررسی قرار داد و شواهدی مبنی بر عدم کارایی در شکل ضعیف ارائه داد. تاس و گول اغلو<sup>۲</sup> (۲۰۱۹) با استفاده از آزمون دیکی فولر و آزمون ران<sup>۳</sup> نشان دادند شاخص ISE30 بورس استانبول از نظریه گام تصادفی تبعیت نمی‌کند. تاس و گول اغلو (۲۰۱۹) به این نتیجه رسیدند که با استفاده از آزمون دیکی فولر بورس استانبول از گام تصادفی تبعیت نمی‌کند اما با استفاده از آزمون ران در بعضی از شاخص‌ها بورس استانبول از گام تصادفی تبعیت می‌کند. حسن و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۶) نشان دادند بازار سهام کویت در شکل ضعیف ناکارآمد است و در مطالعه مشابه آبراهام و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۲) با استفاده از آزمون نسبت واریانس نشان دادند بازار سهام بحرین، عربستان سعودی و کویت از نظریه گام تصادفی تبعیت نمی‌کنند. گویدی و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۰) دریافتند که بازارهای سهام کشورهای اروپای مرکزی و شرقی از نظریه گام تصادفی تبعیت نمی‌کنند.

چاکرادهارا و ناراسیمهان<sup>۷</sup> (۲۰۰۶) با بررسی بورس بمبئی از طریق مدل آریما و شبکه‌های عصبی مصنوعی نشان دادند بورس بمبئی از مدل گشت تصادفی تبعیت نمی‌کند. نیو دا بی و مایکل بارین<sup>۸</sup> (۲۰۱۴) در پژوهشی تحت عنوان بررسی گام تصادفی کارایی در بورس اوراق بهادار نیجریه با استفاده از داده‌های روزانه طی دوره زمانی ژانویه ۲۰۰۰ تا دسامبر ۲۰۱۲ و با آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته پرون به این نتیجه رسیدند که بورس سهام نیجریه از فرضیه گام تصادفی تبعیت نمی‌کند و در شکل ضعیف کارا نیست. همچنین سیتارام پاندی و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۱۶) به بررسی تبعیت از گام تصادفی در بورس‌های اوراق بهادار هند و کراچی برای تأیید شکل ضعیف کارایی بازار سهام با استفاده از داده‌های روزانه پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بورس هند و پاکستان در شکل ضعیف ناکارآمد است و می‌توان به بازده اضافه با استفاده از استراتژی‌های سرمایه‌گذاری مبتنی بر اطلاعات قیمت‌های گذشته دست یافت. لیم<sup>۱۰</sup> (۲۰۰۹) در پژوهشی تحت عنوان بازار کارا در شکل ضعیف و با استفاده از مدل‌های غیرخطی با بررسی بازارهای سهام در خاورمیانه و آفریقا به این نتیجه رسید که فرضیه بازار کارا برای کشورهای خاورمیانه و آفریقایی که شامل مؤلفه‌های قابل پیش‌بینی است. لذا نتیجه گرفت که بازارهای این کشورها ناکارآمد است. اکینسلر و همکاران<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۱) با بررسی امکان پیش‌بینی ارزش لیره ترکیه در برابر دلار، یورو و پوند با استفاده از مدل آریما به این نتیجه رسیدند که مدل مذکور از قدرت پیش‌بینی خوبی برخوردار است همچنین ایکپل و همکاران<sup>۱۲</sup>

1. Khababa
2. O. Tas, C. Guleroglu Atac
3. Run test
4. Hassan et al
5. Abraham et al
6. F. Guidi, R. Gupta, S. Maheshwa
7. P. Chakradhara, V. Narasimhan
8. Nwidobie, M. Barine
9. Sitaram Pandey et. al.
10. Lim
11. Akincilar et al
12. Ayekple et al

(۲۰۱۵) با مطالعه مشابه برای پیش‌بینی ارزش سیدی کشور غنا در برابر دلار آمریکا با استفاده از مدل آریما به همین نتیجه رسیدند. حمید و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۰) با بررسی امکان وجود کارایی بازار در شکل ضعیف در بازار سهام کشورهای پاکستان، هند، سریلانکا، چین، کره، هنگ‌کنگ، اندونزی، مالزی، فیلیپین، سنگاپور، تایلند، تایوان، ژاپن و استرالیا در دوره زمانی ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۹ با استفاده از آزمون ریشه واحد و نسبت واریانس به این نتیجه رسیدند که بازده سهام در این کشورها از گشت تصادفی تبعیت نکرده در نتیجه بازار سهام در این کشورها در شکل ضعیف کارا نیست. هوالدر اقبال و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) با استفاده از آزمون‌های خودهمبستگی و کولموگروف - اسمیرنوف به این نتیجه رسیدند که بازده سهام در کشور بحرین در دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ از نظریه گشت تصادفی تبعیت نمی‌کند.

نوربخش و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی اطلاعات قیمتی روزانه ۵۰ شرکت برتر بورس و شرکت‌های سرمایه‌گذاری بورس تهران بین سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۷ بود. نتایج آزمون‌های ناپارامتریک (کولموگوروف - اسمیرنوف و آزمون گردش) آزمون‌های پارامتریک (مدل اتورگرسیو، مدل آریما) با مردود دانستن هر دو فرضیه نشان داد که قیمت‌های اوراق بهادار از مدل گشت تصادفی تبعیت نکرده و سری‌های قیمتی شرکت‌های سرمایه‌گذاری، سری‌های تصادفی نیست. در واقع شکل کارایی ضعیف در بورس اوراق بهادار تهران رد می‌شود. به بیان دقیق‌تر سرمایه‌گذاران با استفاده از اطلاعات مربوط به قیمت‌ها و بازده‌های گذشته می‌توانند بازدهی بیشتری به دست آورند همچنین و تهرانی و همکاران (۱۳۸۷) با استفاده از آزمون نسبت واریانس و در دوره‌های زمانی گوناگون و با استفاده از داده‌های هفتگی نشان دادند که در بیشتر دوره‌های زمانی در دو شاخص قیمت و شاخص بازده نقدی - قیمت بورس اوراق بهادار تهران از گشت تصادفی تبعیت نکرده است و فقط در شاخص ۵۰ شرکت برتر در دوره ۸۴-۸۷ از فرایند گشت تصادفی پیروی کرده است. به عبارت دیگر کارایی این شاخص در دوره مذکور را می‌توان پذیرفت. شاید بتوان گفت حجم بالای معاملات و نقد شوندگی زیاد شرکت‌های فعال تر بورس بر کارایی این شاخص در دوره مذکور مؤثر بوده است همچنین الهیاری (۱۳۸۷) و درامامی (۱۳۶۹) و فاستر و خرازی (۱۳۸۵) ناکارایی و قابلیت پیش‌بینی بورس اوراق بهادار تهران را تأیید کردند. مطالعه قالیباف و ناطقی (۱۳۸۵) در سطح ضعیف کارایی نیز نشان داد هرچند کارایی در سطح ضعیف رد می‌شود، اما قابلیت پیش‌بینی سهام شرکت‌های بزرگ بر اساس داده‌های گذشته به صورت اندک وجود دارد. همچنین قابلیت پیش‌بینی در بین صنعت‌ها نیز باهم متفاوت هستند. نادمی و سالم (۱۳۹۵) در پژوهشی با بررسی فرضیه کارایی ضعیف در دو رژیم پر نوسان و کم نوسان بازدهی بازار سهام تهران با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ گارچ در بازه زمانی مهرماه ۱۳۷۶ تا شهریور ۱۳۹۰ به این نتیجه رسیدند که بازار سهام تهران در هر دو رژیم پر نوسان و کم نوسان بازدهی از کارایی در شکل ضعیف برخوردار نیست. صالحی و زمانی مقدم (۱۳۹۳) طی مطالعه‌ای نشان دادند که شاخص‌های بیمه، بانک، فراورده‌های نفتی، منسوجات، شیمیایی و زراعت در بورس اوراق بهادار تهران دارای حافظه بلندمدت

1. Hamid et al

2. Iqbal et al

هستند. وجود حافظه بلندمدت در این شاخص‌ها، نشان‌دهنده وابستگی بازده‌های قبلی آن‌ها و قابلیت پیش‌بینی در دینامیک سری زمانی می‌باشد.

در مقایسه با مطالعات انجام‌شده در این حوزه، می‌توان به این نکته اشاره کرد که در این مقاله علاوه بر استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ برای اندازه‌گیری دقیق‌تر فرضیه گام تصادفی به‌منظور آزمون کارایی در بورس اوراق بهادار تهران، امکان مقایسه میزان شدت تبعیت از نظریه گام تصادفی و یا سرعت گردش اطلاعات در شاخص‌های مختلف نسبت به یکدیگر نیز مورد بررسی قرار گرفته است که بر اساس جستجوی به‌عمل‌آمده در پیشینه پژوهش این مطالعه در بازار سرمایه ایران صورت نگرفته است.

### روش‌شناسی پژوهش

جامعه آماری این پژوهش داده‌های قیمت روزانه تمامی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در قالب شاخص ۵۰ شرکت بر تر و شاخص کل و همچنین شاخص صنایع مختلف شامل بانک، سیمن، فرآورده‌های نفتی، ماشین‌آلات، شیمیایی، خودرو، قند و شکر، غذایی به‌جز قند و کانه‌های فلزی و همچنین داده‌های شاخص اس‌اند پی بورس اوراق بهادار نیویورک می‌باشد که در مجموع تعداد مشاهدات پژوهش ۲۳۷۳۶ می‌باشد. از نظر زمانی داده‌های روزانه سهام بورس اوراق بهادار تهران برای بازه زمانی ۱۳۹۰/۰۱/۰۵ تا ۱۳۹۷/۱۲/۲۸ در نظر گرفته شده است که از سایت کدال بازار بورس اوراق بهادار تهیه شده است. داده‌های مربوط به شاخص اس‌اند پی هم از سایت بازار بورس نیویورک<sup>۱</sup> جمع‌آوری شده است. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار ایویوز ۸ استفاده شده است.

در رابطه با داده‌های استفاده شده در مدل پژوهش بر اساس نظریه گشت تصادفی، قیمت امروز برابر قیمت دیروز بعلاوه بازده مورد انتظار فردا بعلاوه جزء اخلاقی که بر اساس نظریه بازار کارا بایستی نوفه سفید باشد (راس، ۲۰۱۱).

$$P_t \cong P_{t01} . Expectedreturn . Randomerror \quad (1)$$

با توجه به اینکه پارامترهای مدل‌های اقتصادسنجی معمولاً دارای تغییرات عمده در طول دوره مورد بررسی هستند، برای تعیین کارایی بازار در شکل ضعیف بر اساس مدل‌های مارکوف سوئیچینگ و با استفاده از مدل باکس جنکینز<sup>۲</sup> در دو رژیم کم نوسان و پر نوسان از روش اتورگرسیون، برای بررسی وجود رابطه معنادار غیر صفر بین سری‌های بازده فعلی با مقادیر بازده دوره‌های قبل استفاده شود تفاوت معنادار صفر، قابلیت پیش‌بینی بازده سهام از بازده‌های گذشته را نشان می‌دهد. در فرمول شماره ۲،  $y_t$  قیمت امروز  $y_{t-1}$  قیمت روز قبل و  $\varepsilon_t$  مقدار خطای تصادفی امروز است که بر اساس فرضیه بازار کارا بایستی نوفه سفید<sup>۳</sup>

1. [us.spindices.com/indices/equity/sp-500](http://us.spindices.com/indices/equity/sp-500)

2. Box-Jenkins methodology

3. White noise



باشد  $\Phi_1$  و  $\Phi_2$  به ترتیب ضرایب خودهمبستگی در رژیم‌های یک و دو است که بر اساس فرضیه بازار کارا بایستی در هیچ‌یک از دوره‌های قبل معنادار نباشد.

$$y_t \cong \begin{cases} \sim_{t_1 y_{t01}} \cdot \eta_t & \text{if } S_t \cong 1 \\ \sim_{t_2 y_{t01}} \cdot \eta_t & \text{if } S_t \cong 2 \end{cases} \quad (2)$$

### یافته‌های پژوهش

تحلیل داده‌های ۹ شاخص صنایع مختلف و شاخص ۵۰ شرکت برتر و شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران و شاخص اس اند پی بورس اوراق بهادار نیویورک در دوره‌های زمانی ۱۳۹۰/۰۱/۰۵ تا ۱۳۹۷/۱۲/۲۸ با انجام سه معیار یا سنجه نوفه سفید بودن جزء اخلاص ۱- آماره دوربین واتسون ۲- فرضیه ضرایب خود-همبستگی ساده و جزئی ۳- آزمون ضریب لاگرانژ همبستگی پیاپی یافته‌های زیر حاصل شد.

۱- بر اساس آماره دوربین-واتسون و بر طبق فرضیه گام تصادفی بایستی بین باقیمانده‌ها یا جزء اخلاص، همبستگی متوالی وجود نداشته باشد در نتیجه مقدار این آماره در آماره دوربین واتسون باید به عدد ۲ نزدیک باشد با توجه به ستون ۴ جدول ۱ و فاصله زیاد اعداد این ستون با عدد ۲ به جز شاخص اس اند پی بورس اوراق بهادار نیویورک با مقدار ۲/۰۱ و در بورس تهران شاخص فرآورده‌های نفتی با آماره دوربین-واتسون ۱/۷۶ بهترین وضعیت را داشت.

۲- آزمون فرضیه ضرایب خودهمبستگی ساده و جزئی که ناپستی هیچ مقادیر همبستگی از فاصله اطمینان ۹۵ درصد بیرون زده باشد یعنی ضریب خودهمبستگی آن معنادار نباشد با توجه به ستون ۳ جدول ۱ سطح معناداری در شاخص‌های صنایع مختلف بورس تهران نزدیک صفر است و فقط در شاخص اس اند پی نیویورک که فاصله زیادی از صفر با مقدار ۰/۸۲ وجود دارد که نشان‌دهنده شرایط ایده آل برای نوفه سفید بودن جزء اخلاص در شاخص اس اند پی بورس نیویورک بود.

۳- آزمون ضریب لاگرانژ همبستگی پیاپی<sup>۱</sup> که فرضیه  $H_0$  آن عدم وجود خودهمبستگی است که prob آن بایستی بالای ۰/۰۵ باشد. این بدان معناست که در ابتدا با بررسی بازده روزانه برای تأیید کارایی بازار بایستی  $\epsilon_t$  یا جزء اخلاص امروز نوفه سفید باشد در غیر این صورت سطح سری یا قیمت‌ها دارای چسبندگی است. این یافته‌ها نشان‌دهنده نوفه سفید نبودن جزء اخلاص در شاخص ۵۰ شرکت برتر و شاخص کل و همچنین شاخص صنایع مختلف شامل بانک، سیمان، فرآورده‌های نفتی، ماشین‌آلات، شیمیایی، خودرو، قند و شکر، غذایی به جز قند و کانی‌های فلزی بود.

همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شد شاخص اس اند پی با آزمون‌های خودهمبستگی ساده و جزئی ۰/۸۲ و ضریب دوربین واتسون ۲/۰۱ کاملاً از فرضیه گام تصادفی تبعیت کرد اما در بورس تهران به‌طور کلی

جزء اخلاص در ۹ شاخص صنایع بانک، سیمان، فرآورده‌های نفتی، ماشین‌آلات، مواد شیمیایی، خودرو، قند و شکر، غذایی به جز قند، کانی‌های فلزی و شاخص ۵۰ شرکت برتر و شاخص کل نوفه سفید نیست در نتیجه مدل آریمما، برای این ۱۱ شاخص معنادار شد.

۴- یافته‌های آزمون ضریب لاگرانژ همبستگی پیاپی نیز دو آزمون فرضیه دیگر را تأیید می‌کند همان‌طور که در ستون ۵ جدول ۱ نشان داده شده است پی-ولیو آزمون ضریب لاگرانژ همبستگی پیاپی در شاخص اس‌اندپی نیویورک ۰/۱۱ است که نشان‌دهنده نوفه سفید نبودن جز اخلاص در این شاخص است اما مقدار پی ولیو آزمون ضریب لاگرانژ همبستگی پیاپی در شاخص کل و شاخص‌های صنایع مختلف بورس تهران عدد صفر را نشان می‌دهد که حاکی از نوفه سفید نبودن جز اخلاص در این شاخص‌ها است.

**جدول ۱. ضرایب دوربین واتسون، سطح معناداری خودهمبستگی ساده و پیاپی**

نام شاخص	میانگین بازده	معناداری آزمون فرضیه ضرایب خودهمبستگی ساده	ضریب دوربین-واتسون	آزمون ضریب لاگرانژ همبستگی پیاپی
بانک	۰/۰۰۰۵۸	صفر	۱/۴۸	صفر
سیمان	۰/۰۰۰۸۱	صفر	۱/۱۰۷	صفر
فرآورده‌های نفتی	۰/۰۰۱۴۶	صفر	۱/۷۶	صفر
ماشین‌آلات	۰/۰۰۱۹	صفر	۱/۵۳	صفر
شیمیایی	۰/۰۰۱۱	صفر	۱/۳۵	صفر
خودرو	۰/۰۰۰۴	صفر	۱/۴۷	صفر
قند و شکر	۰/۰۰۰۵۳	صفر	۱/۴۴	صفر
غذایی به جز قند	۰/۰۰۱۰۶	صفر	۱/۳۶	صفر
کانه فلزی	۰/۰۰۱۲۴	صفر	۱/۳۸	صفر
شاخص کل	۰/۰۰۱۰۲	صفر	۱/۳۱	صفر
۵۰ شرکت برتر	۰/۰۰۱۳۴	صفر	۱/۲۳	صفر
شاخص اس‌اندپی	۰/۰۰۰۴۱	۰/۸۲	۲/۰۱	۰/۱۱

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شد شاخص اس‌اندپی با آزمون‌های خودهمبستگی ساده و جزئی ۰/۸۲ و ضریب دوربین واتسون ۲/۰۱ و عدم معناداری ضریب  $AR(1)$  کاملاً از فرضیه گام تصادفی تبعیت کرد اما در بورس تهران به‌طور کلی بهترین نتیجه برای نزدیکی تقریبی به فرضیه گام تصادفی و کارایی در شکل ضعیف مربوط به شاخص فرآورده‌های نفتی با آزمون‌های خودهمبستگی ساده و جزئی صفر و ضریب خودهمبستگی یا  $AR(1)$  به میزان ۰/۱۲ بود. در این مطالعه با توجه به یافته‌های پژوهش مشخص شد جزء اخلاص در ۹ شاخص صنایع بانک، سیمان، فرآورده‌های نفتی، ماشین‌آلات، مواد شیمیایی، خودرو، قند و شکر، غذایی به جز قند، کانی‌های فلزی و شاخص ۵۰ شرکت برتر و شاخص کل نوفه سفید نیست در نتیجه مدل آریمما، برای این ۱۱ شاخص معنادار شد.



بعد از انجام تخمین‌های مدل آریما در ۱۲ شاخص موردبررسی در این پژوهش همان‌طور که در ستون‌های ۳ و ۴ جدول ۲ نشان داده شده است مقدار آماره‌های F-statistic و t-statistic فقط در شاخص اس اند پی نیویورک معنادار نشد و در ۱۱ شاخص دیگر آماره‌های T و F معنادار شد و به‌عنوان یک الگوی قابل‌مشاهده نتایج این پژوهش نشان داد که رابطه مستقیم بین مقدار ضریب AR(1) و مقدار آماره‌های T و F وجود دارد.

جدول ۲. مدل آریما با استفاده از رگرسیون ساده

نام شاخص	ضریب AR(1) بدون در نظر گرفتن تغییر رژیم	آماره t-statistic	آماره F- statistic	(F- Prob statistic)
بانک	۰/۲۶	۱۱/۹	۱۴۲/۲	۰۰۰۰
سیمان	۰/۴۵	۲۲/۱۵	۴۹۰/۶	۰۰۰۰
فرآورده‌های نفتی	۰/۱۲	۵/۳	۲۸/۷	۰۰۰۰
ماشین‌آلات	۰/۳۲	۱۵/۲	۲۳۲/۷	۰۰۰۰
شیمیایی	۰/۳۵	۱۶/۴	۲۷۰	۰۰۰۰
خودرو	۰/۲۶	۱۲/۲	۱۴۸	۰۰۰۰
قند و شکر	۰/۳۲	۱۵/۸	۲۴۸/۹	۰۰۰۰
غذایی به‌جز قند	۰/۳۲	۱۵	۲۲۵	۰۰۰۰
کانه‌های فلزی	۰/۳۱	۱۴/۵	۲۱۰	۰۰۰۰
شاخص کل	۰/۳۴	۱۶/۳	۲۶۷	۰۰۰۰
۵۰ شرکت برتر	۰/۳۸	۱۸/۳	۳۳۶/۲	۰۰۰۰
شاخص اس اند پی	معنادار نشد	-۰/۲۳	۰/۰۵	۰/۸۲

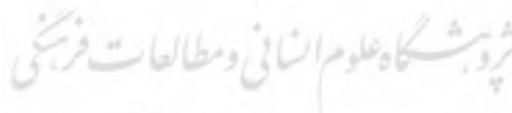
منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در ستون ۳ جدول ۳ نشان داده شده است ضریب AR(1) فقط برای رژیم پرتلاطم شاخص اس‌اندپی بورس نیویورک و شاخص فرآورده‌های نفتی بورس تهران معنادار نشد و همان‌طور که در ستون ۵ جدول ۳ نشان داده شده است، بازده قیمت‌ها در رژیم پرتلاطم شاخص اس‌اندپی بورس نیویورک با ماندگاری ۳۲ درصد و در رژیم پرتلاطم شاخص فرآورده‌های نفتی بورس تهران با ماندگاری ۶ درصد از نظریه گام تصادفی تبعیت کرد. همچنین بر اساس یافته‌های ستون ۵ جدول ۳ مشخص شد که شاخص‌های فرآورده‌های نفتی، ۵۰ شرکت برتر، شیمیایی، کانه‌های فلزی، بانک داری بیشترین طول رژیم رکود نسبی و در همین دوره زمانی شاخص‌های کل، خودرو، ماشین‌آلات، قند و شکر، سیمان و غذایی به‌جز قند داری بیشترین طول رژیم رونق بودند.

جدول ۳. داده‌های به‌دست‌آمده از نرم‌افزار ایویوز با استفاده از مدل‌های مارکوف سوئیچینگ و آریما

نام شاخص	نوع رژیم	ضریب AR(1) با در نظر گرفتن تغییرات رژیم	LOG(SIGMA)	درصد ماندگاری رژیم
بانک	رژیم ۱، کم تلاطم	۰/۳۱	-۶	۰/۵۲
	رژیم ۲، پرتلاطم	۰/۲۵	-۴/۱	۰/۴۸
سیمان	رژیم ۱، کم تلاطم	۰/۳۷	-۵/۵	۰/۴۹۶
	رژیم ۲، پرتلاطم	۰/۴۳	-۴/۵	۰/۵۰۴
فراورده‌های نفتی	رژیم ۱، پرتلاطم	معنادار نشد	-۲/۷	۰/۰۶
	رژیم ۲، کم تلاطم	۰/۲۸	-۴/۴	۰/۹۴
ماشین‌آلات	رژیم ۱، پرتلاطم	۰/۳۱	-۴/۱	۰/۳۷
	رژیم ۲، کم تلاطم	۰/۳	-۵/۱	۰/۶۳
شیمیایی	رژیم ۱، کم تلاطم	۰/۲۲	-۵/۸	۰/۵۵
	رژیم ۲، پرتلاطم	۰/۳۴	-۴/۲	۰/۴۵
خودرو	رژیم ۱، کم تلاطم	۰/۲	-۴/۷	۰/۳۶
	رژیم ۲، پرتلاطم	۰/۲۶	-۳/۸	۰/۶۴
قند و شکر	رژیم ۱، کم تلاطم	۰/۴۳	-۵/۱	۰/۴۲
	رژیم ۲، پرتلاطم	۰/۲۹	-۴	۰/۵۸
غذایی به‌جز قند	رژیم ۱، کم تلاطم	۰/۳۱	-۵/۵	۰/۵۶
	رژیم ۲، پرتلاطم	۰/۳۱	-۴/۱	۰/۴۴
کانه‌های فلزی	رژیم ۱، کم تلاطم	۰/۳۲	-۵/۵	۰/۵۲
	رژیم ۲، پرتلاطم	۰/۲۸	-۳/۹	۰/۴۸
شاخص کل	رژیم ۱، کم تلاطم	۰/۲۷	-۵/۹	۰/۳۶
	رژیم ۲، پرتلاطم	۰/۳۴	-۴/۵	۰/۷۳
شاخص ۵۰ شرکت برتر	رژیم ۱، کم تلاطم	۰/۳۴	-۵/۷	۰/۶۲
	رژیم ۲، پرتلاطم	۰/۳۶	-۴/۴	۰/۳۸
شاخص S&P	رژیم ۱، کم تلاطم	-۰/۰۸	-۵/۲	۰/۶۷
	رژیم ۲، پرتلاطم	معنادار نشد	-۴/۲	۰/۳۲

منبع: یافته‌های پژوهش



### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف این پژوهش بررسی شکل ضعیف کارایی در دو رژیم کم نوسان و پر نوسان بازدهی با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ در ۹ شاخص صنایع مختلف بانک، سیمان، فراورده‌های نفتی، ماشین‌آلات، شیمیایی، خودرو، قند و شکر، غذایی به‌جز قند، کانه‌های فلزی و شاخص ۵۰ شرکت برتر و شاخص کل در بورس اوراق بهادار تهران بعلاوه شاخص اس‌اندپی بورس نیویورک در بازه زمانی ۱۳۹۰/۰۱/۰۵ تا ۱۳۹۷/۱۲/۲۸ می‌باشد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار ایویوز ۸ انجام شد و نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از مدل‌های مارکوف سوئیچینگ و آریما نشان داد در رژیم پرتلاطم شاخص اس‌اندپی بورس نیویورک با ماندگاری ۳۲ درصد و از میان ۱۱ شاخص موردبررسی بورس تهران در این مطالعه فقط در رژیم پر نوسان شاخص فراورده‌های نفتی با ماندگاری ۶ درصد، مدل آریما معنادار نبود و در مابقی موارد مدل آریما معنادار

شد؛ بنابراین با مقایسه عملکرد شاخص اس‌اندپی بورس نیویورک با شاخص فرآورده‌های نفتی، نتایج این پژوهش نشان داد شاخص اس‌اندپی بورس نیویورک بیش از ۵ برابر شاخص فرآورده‌های نفتی بورس تهران در وضعیت تبعیت از نظریه گام تصادفی قرار دارد (همان‌طور که در ستون ۵ جدول ۳ نشان داده شده است، بازده قیمت‌ها در رژیم پرتلاطم شاخص اس‌اندپی بورس نیویورک با ماندگاری ۳۲ درصد و در رژیم پرتلاطم شاخص فرآورده‌های نفتی بورس تهران با ماندگاری ۶ درصد از نظریه گام تصادفی تبعیت کرد). همچنین نتایج این مطالعه نشان داد شاخص‌های فرآورده‌های نفتی و بعد ماشین‌آلات، کانی‌های فلزی، بانک و مواد شیمیایی بیشترین رکود نسبی را در این دوره زمانی دارند. این مطالعه با تأیید مطالعات قبلی اله یاری (۱۳۸۷)، نوربخش و همکاران (۱۳۸۹)، صالحی و زمانی مقدم (۱۳۹۳) و نادمی و سالم (۱۳۹۵) ناکارایی بورس تهران در شکل ضعیف تأیید می‌کند؛ که عدم تبعیت از نظریه گام تصادفی در بورس تهران نشان‌دهنده این است که در بورس تهران می‌توان به بازده اضافه با استفاده از استراتژی‌های سرمایه‌گذاری مبتنی بر اطلاعات قیمت‌های گذشته دست یافت. این مطالعه با تأیید مطالعات قبلی مبنی بر ناکارایی در شکل ضعیف بورس تهران دارای برتری‌های از قبیل فراهم ساختن امکان سنجش میزان شدت تبعیت از نظریه گام تصادفی با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ و امکان مقایسه دقیق شاخص‌های بورس تهران با شاخص اس‌اندپی بورس نیویورک با استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ و همچنین حجم بالای شاخص‌های موردبررسی در این پژوهش بود.

نتایج تکنیک‌های سنجش میزان شدت تبعیت از نظریه گام تصادفی در خصوص قدرت پیش‌بینی، حاکی از کارایی ضعیف بازار شاخص‌های مورد مطالعه در این پژوهش در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. نتایج تحقیقاتی از این دست برای تحلیل گران مالی بازار سرمایه، سرمایه‌گذاران بالقوه و بالفعل، بانک‌ها، اعتباردهندگان و دستگاه‌های قانون‌گذاری حیاتی بوده و آن‌ها را در تصمیم‌گیری‌های خود برای بهبود شرایط تصمیم‌سازی بهینه یاری می‌دهد. با توجه به کارایی ضعیف بازار، مشکلات مربوط به سیستم اطلاع‌رسانی در بورس اوراق بهادار تهران و همچنین وجود رانت اطلاعاتی برای عده‌ای از فعالین بازار سرمایه نیاز به سیاست‌گذاری‌های جدید دارد تا به ارتقای کارایی بازار کمک کند. همچنین به قانون‌گذاران پیشنهاد می‌گردد با ایجاد مقررات لازم برای جلوگیری از فریب‌کاری و ایجاد قیمت‌های کاذب از طریق انتشار اطلاعات نادرست به ارتقای کارایی بازار کمک کند.

## منابع

- اله‌یاری، اکبر. (۱۳۸۷). بررسی شکل ضعیف کارایی بازار سرمایه در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه بورس اوراق بهادار، ۱(۴)، صص. ۷۵-۱۰۸.
- تهرانی، رضا؛ انصاری، حجت‌اله و سارنج، علیرضا. (۱۳۸۷). بررسی وجد پدیده بازگشت به میانگین در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از آزمون نسبت واریانس. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۵(۵۴)، صص. ۱۷-۳۲.
- درامامی، علی اصغر. (۱۳۶۹). بررسی نوسان پذیری و ریسک سهام پذیرفته شده در بورس تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
- صالحی، مهدی و زمانی مقدم، سمانه. (۱۳۹۳). بررسی وجود حافظه بلندمدت در شاخصهای بورس اوراق بهادار تهران و تأثیر آن بر تئوری بازار کارا از نوع ضعیف. راهبرد مدیریت مالی، ۲(۴)، صص. ۷۱-۵۹.
- قالیباف اصل، حسن و ناطقی، محبوبه. (۱۳۸۵). بررسی کارایی در سطح ضعیف در بورس اوراق بهادار تهران (بررسی زیر بخش های بازار). تحقیقات مالی، ۸(۲۲)، صص. ۴۷ - ۶۶.
- نادمی، یونس و سالم، علی اصغر. (۱۳۹۵). بررسی فرضیه کارایی ضعیف در دو رژیم پر نوسان و کم نوسان بازدهی بازار سهام تهران. پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۲۴(۷۷)، صص. ۱۶۲-۱۳۹.
- نوربخش، عسگر؛ عسگری، غلامرضا و نصیری، روح‌الله (۱۳۸۹). کارایی در بازارهای در حال توسعه شواهد تجربی از بورس اوراق بهادار تهران. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۷(۶۲)، صص. ۱۰۳-۱۱۶.
- Abraham, A. Seyyed, F. J. & Alsakran, S. A. (2002). **Testing the random walk behavior and efficiency of the gulf stock markets.** *The Financial view*, 37(3), pp.469 - 480.
- Akincilar, Aykan Temiz, Izzettin & Sahin Erol. (2011). **An application of exchange rate forecasting in Turkey.** *Gazi University Journal of Science*, 24(4), pp.817-828.
- Ayekple, Yao E. Harris, Emmanuel Frempong, Nana K. & Amevialor, Joshua. (2015). **Time series analysis of the exchange rate of the ghanian cedi to the American dollar.** *Journal of Mathematics Research*, 7(3), pp.46-53.
- [Bilal Nawaz](#), [A. Sarfraz](#), [H. H](#) & Mohsin Altaf. (2013). **An empirical investigation on the existence of weak form efficiency: The case of Karachi stock exchange.** *Management Science Letters*, 3(1), pp.65-72.
- Chakradhara Panda & Narasimhan, v. (2006). **Predicting stock returns: an experiment of the artificial neural network in Indian stock market.** *South Asia Economic Journal*, 7(2), pp.205-218.
- Chen, G, Firth, M. Gao, D.N, Oliver, M. & Rui, O.M. (2006). **Ownership structure, corporate governance, and fraud: Evidence from China,** *Journal of Corporate Finance*, 12, pp.424-448.

Claessens, S, Susmita, D & Jack, G. (1995). **Return behavior in emerging Stock Market.** *The World Bank Economic Review*, 9(1), pp.51-131.

Coulard, M & Davison, M. (2005). **A Comment on measuring the hurst exponent of financial time series.** *physica A*, 348, pp.404-418.

Fama, E, Fisher, L, Jensen, M & Roll. R (1969). **The Adjustment of stock prices to new information.** *International Economic Review*, 10, pp.1-21.

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

Forbes W.P. (1996). Picking winners, **a survey of the mean reversion and overreaction of stock price literature.** *Journal of Economic Surveys*, 10, pp.123-158.

Foster, K.R. & Kharazi, A. (2006). **Contrarian and momentum returns on nnnn ee nnnn tt aaaaa aae.** *Journal of International Financial Markets Institutions, & Money*, 18, pp.16-30.

Grieb, T.A. & Reyes, M.G. (1999). **Random walk tests for Latin American equity indexes and individual firms.** *Journal of Financial Research*, 22, pp.371-83.

Guidi, F. Gupta, R. & Maheshwari, S. (2010). **Weak Form Market Efficiency and Calendar Anomalies for Eastern Europe Equity Markets.** *MPRA Paper No. 21984.*

Hamid K, Suleman Md. T, Ali Shah SZ, Rana, S & Imdad, A. (2010). **Testing the weak form of efficient market Hypothesis: empirical evidence from Asia-Pacific Markets.** *International Research Journal of Finance and Economics*; p.58.

Harvey, C.R. (1995). **Predictable Risk and Returns in Emerging Markets.** *The Review of Financial Studies*, 8, pp.773-816.

Hassan, K. M, Haque, M. & Lawrence, S. (2006). **An empirical analysis of emerging stock markets of Europe.** *Quarterly Journal of Business and Economics*, 45(1&2), pp.31-52.

Huber, P. (1997). **Stock market returns in thin markets: evidence from the Vienna stock exchange.** *Applied Financial Economics*, 7, pp.493-518.

Iqbal, T H, Babitha, R, Prakash Pint, O. (2017). **Testing of weak form of efficient market hypothesis: evidence from the Bahrain bourse.** *Investment Management and Financial Innovations*, 14(2), pp.376-385.

Kashif, H, Muhammad Tahir Suleman, S Z, Ali Shah , R, Imdad, A. (2010). **Testing the weak form of efficient market hypothesis: empirical evidence from Asia-Pacific markets.** *International Research Journal of Finance and Economics*, 58, pp.121-133.

Khababa, N. (1998). **Behavior of stock prices in the Saudi Arabian financial market: Empirical research findings.** *Journal of Financial Management & Analysis*, 11(1), pp.48-55.

Lim, L K. (2009). **Convergence and interdependence between ASEAN-5 stock markets,** *Mathematics and Computers in Simulation* 79(9), pp.2957-2966

Nwidobie, B. (2014). **The random walk theory: An empirical test in the Nigerian capital market.** *Asian Economic and Financial Review*, 4(12), pp.1840-1848.

Pandey, S & Amitava S. (2016). **Weak- form efficiency in Indian stock market index,** *International Journal of Management Research & Review*, Volume 6, Issue7

Ross, S.A. Westerfield, R.W & Jaffe, J. (2009). **Corporate Finance, 9th edition.** McGraw Hill Irwin, New York.

Samuelson, P. (1965). **Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly.** *Industrial Management Review*, 6, pp.41-49.

Skjeltorp, J. A. (2000). **Scaling in the Norwegian stock market.** *Physica A*. 283, pp.486-528.

Tas, O, & Guleroglu Atac, C. (2019). **Testing random walk hypothesis for Istanbul stock exchange.** *5th Global Business Research Congress*. pp.48-53.

Zhu, Z. (1998). **The random walk of stock prices: evidence from a panel of G7 countries.** *Applied Economics Letters*, 5(7), pp.411-413.

