مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره سی‌وچهارم / بهار ۱۳۹۷

طراحی سبد سهام با قابلیت پیروی از بازده بازار با استفاده از رویکرد نظریه ماتریس‌های تصادفی*

نفیسه سادات صفوی مبرهن[۱]
غلامرضا جعفری[۲]
علی سعیدی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۱۲

چکیده

هدف این مقاله طراحی سبد سهام با قابلیت پیروی از بازده بازار با استفاده از روش نظریه ماتریس‌های تصادفی می باشد. در این پژوهش، با استناد به مطالعات پیشین درخصوص مشارکت تمامی سهم‌ها در بزرگترین ویژه‌مقدار که نشان‌دهنده روند بازار است، با استفاده از کمیت *ST*، میزان مشارکت هر سهم در روند بازار را استخراج نموده و سبدی از گروه‌های مختلف (سهام دارای بیشترین میزان مشارکت در روند،مشارکت متوسط و مشارکت کم) تشکیل دادیم. داده های مورد استفاده مربوط به سهام هشت شاخص از بورس‌های دنیا شامل بازارهای کارا و نوظهور(S&P500 و DJ آمریکا، DAX آلمان،FTSE100 انگلستان و HSI هنگ‌کنگ به عنوان بازارهای کارا، TSE ایران، MXX مکزیک و SSE180 چین به عنوان بازارهای نوظهور) و متعلق به ۷۳۰ روز کاری این بازارها از می ۲۰۱۲ تا اکتبر ۲۰۱۴ و برای ایران از آبان ۹۲ تا ۹۴ می‌باشد. مقایسه نتایج بازدهی سه سبد حاکی از آن است که سهم‌های دارای بیشترین میزان مشارکت در روند بازار، قابلیت کسب بازدهی مطلوب‌تری نسبت به بازده بازار را دارند.

واژه‌های کلیدی: سیستم‌های پیچیده، شبکه، نظریه ماتریس‌های تصادفی، سبد سهام، بازده بازار، ماتریس همبستگی.

---

* این مقاله با راهنمایی‌های آقای دکتر فریدون رهنمای رودپشتی تهیه گردیده است.

۱- دکترای مدیریت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران n.safavi@ific.org.ir
۲- دانشیار دانشگاه شهید بهشتی، گروه فیزیک، اوین، تهران، ایران (نویسنده مسئول) gjafari@gmail.com
۳- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، گروه حسابداری، تهران، ایران a_saeedi@iau-tnb.ac.ir

۱- مقدمه

تاثیرپذیری قیمت سهام از عوامل مختلفی نظیر عوامل سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و همچنین ارتباط بین سهام موجود در بازار، موجب می‌شود بازارهای مالی به مثابه یک سیستم پیچیده عمل کنند. وضعیت این سیستم تحت کنترل روابط میان اجزای آن (معامله‌گران و یا سهم‌ها) است. (۱۰،۴و۱۵) یکی از روش‌های شناسایی نوع ارتباط و تحلیل رفتار بازار و سنگ بنای نظریه مدرن سبد سهام، تحلیل همبستگی است که می‌تواند منجر به تحلیل روند بازار شود. شناخت و اندازه‌گیری دقیق همبستگی بین واحدهای مختلف شکل‌دهنده بازار به دلیل کاربرد آن در اندازه‌گیری ریسک سبد سهام و تخصیص دارایی از اهمیت زیادی برخوردار است. اما مساله مهم در اندازه‌گیری همبستگی بین سهام، مشخص نبودن ماهیت تعاملات و عدم وجود الگوریتم مشخص برای محاسبه شدت تعاملات بین شرکت‌ها است. برخلاف اکثر سیستم‌های فیزیکی که می‌توان همبستگی بین زیرمجموعه‌ها را به تعاملات اصلی مرتبط ساخت، تعاملات موجود در بازار سهام ناشناخته است. نظریه ماتریس تصادفی نیز، نشأت گرفته از نیاز به شناخت تعامل بین اجزای سازنده سیستم‌های پیچیده تعاملی است. تحقیقات انجام شده با استفاده ازنظریه ماتریس تصادفی در زمینه همبستگی داده‌های مالی (۱۴و۱۵)، همبستگی بازارهای مالی (۳و۸) و همبستگی بین بازارهای مالی پس از بحران (۲۰۰۸)، همگی دلالت بر اهمیت موضوع و نیز توانایی مدل‌های سیستم‌های پیچیده در تبیین رفتار بازارهای مالی دارد.

مقاله حاضر درصدد است با بکارگیری مفاهیم و روش‌های نظریه ماتریس‌های تصادفی ضمن شناسایی سهم‌های اثرگذار در بازار سهام اقدام به تشکیل سبدی از سهام با تعداد اندکی سهم و با قابلیت پیروی از بازده بازار، نماید.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

یکی از مشکلات مدل تک عاملی، مدل بازار و یا مدل های مارکویتز، وجود داده‌های همراه نویز می‌باشد. این داده‌ها این مشکل را با خود به همراه دارد که نمی‌تواند واقعیت بازار را پیش‌بینی نماید. بلکه همواره با نوعی عدم اطمینان و وجود داده‌های غیرقابل اطمینان همراه است. جهت حذف این داده‌های غیرقابل اطمینان از روش‌های گوناگونی استفاده می‌شود. یکی از این روش‌ها استفاده از تئوری ماتریس‌های تصادفی می‌باشد.

نظریه ماتریس‌های تصادفی با تمرکز دانشمندان فیزیک هسته‌ای درتوضیح آماری سطوح انرژی سیستم‌های کوانتومی پیچیده به بلوغ خویش رسید. موفقیت این نظریه در رژیم های حاکم بر مقادیرویژه آن نهفته است.(۱۴)

مطالعه خواص آماری ماتریس‌های با عناصر مستقل دارای تاریخچه غنی در فیزیک هسته‌ای می‌باشد. در فیزیک هسته‌ای، درک سطوح انرژی هسته‌ها که مدل‌های متعدد از توضیح آن قاصر بودند، پژوهشگران را به استفاده از روش‌هایی چون ماتریس‌های تصادفی کشاند. نظریه ماتریس‌های تصادفی در این حوزه و با کارهای افرادی همچون وینر، مهتا، و... به توضیح آماری رفتار سطوح انرژی می‌پردازد. آن‌ها درحقیقت همیلتونین توضیح دهنده رفتار هسته‌های سنگین را با یک ماتریس H که عناصر آن کاملا مستقل و تصادفی از یک توزیع احتمال می‌باشند، جایگزین نمودند. براساس این فرض، پیش‌بینی‌های دقیقی که با پیش‌بینی‌های تجربی همخوانی داشت، به دست آمد. برای سیستم‌های کوانتومی پیچیده، پیش‌بینی تئوری ماتریس‌های تصادفی به ارائه یک میانگین حول همه اندرکنش‌ها می‌پردازد. انحراف از پیش‌بینی‌های همه گیر و جامع تئوری ماتریس‌های تصادفی و خصوصیات غیرتصادفی سیستم تحت نظر به ارائه نشانه‌ها و ویژگیهایی درمورد تعاملات سیستم می‌پردازد.(۲)

تحقیقات جدید درمورد به کارگیری روش ماتریس‌های تصادفی‌دررابطه با ماتریس همبستگی نشان داده است تا ۹۸ درصد مقادیرویژه این ماتریس با پیش‌بینی‌های ماتریس تصادفی همخوانی داشته و این مطلب نشان‌دهنده درجه خاصی از تصادفی بودن ماتریس همبستگی می‌باشد. درضمن مشخصا حدود۲ درصد از بزرگترین مقادیر ویژه از پیش بینی‌های ماتریس‌های تصادفی‌انحراف دارد.(۲)

ستوده و پوردرویش(۲۰۱۶)، با استفاده از تئوری ماتریس‌های تصادفی همبستگی نوسانات قیمت سهام ۲۰ شرکت بورس تهران را تحلیل کردند.(۱۷) نمکی و دیگران (۲۰۱۱) با استفاده از مدل شبکه و ماتریس تصادفی، بازارهای مالی نوظهور (بورس تهران) و بازارهای بالغ (شاخص داوجونز) را در زمان وقوع بحران‌های جهانی با یکدیگر مقایسه کردند(۱۱). نمکی و دیگران(۲۰۱۱)، با استفاده از نظریه ماتریس تصادفی بزرگترین ویژه بردار ماتریس همبستگی را به عنوان جو بازار برای شبکه سهام مشخص کردند و با حذف اثر بازار اقدام به بررسی اطلاعات باقی مانده کردند(۱۳). نمکی، راعی و جعفری(۲۰۱۱)، همبستگی متقاطع بین نوسانات سهام در بازارهای نوظهور را با استفاده از نظریه ماتریس تصادفی تحلیل کردند و ویژه مقادیر ماتریس همبستگی C را در بورس تهران به عنوان بازار نوظهور با بازار پیشرفته آمریکا مقایسه کردند(۱۲). راعی و همکاران(۱۳۸۹)، جهت تحلیل بازار سهام تهران از روش شبکه‌های پیچیده استفاده کردند(۱). اروما، ازپو و نانوا(۲۰۱۷)،با استفاده از تئوری ماتریس‌های تصادفی ویژگی‌های طیفی نوسانات قیمت سهام بورس آفریقای جنوبی و نیجریه را بررسی و مقایسه کردند.(۱۹) آلاویی(۲۰۱۵) با استفاده از تئوری ماتریس‌های تصادفی و تحلیل ویژه مقادیر، وجود اطلاعات مرتبط را با استفاده از توزیع

مارکنکو پاسچر مورد بررسی قرار داد.(۶) جیانگ و چنگ و ژنگ (۲۰۱۴) با استفاده از روش شبکه و ماتریس تصادفی، ساختار تعاملی جوامع در بازارهای مالی را بررسی کردند(۷). کوشدیانتو (۲۰۱۱) با استفاده از MST یکپارچگی بازار سهام را مورد بررسی قرار داد.(۸) سن سوی و دیگران(۲۰۱۳) شاخص‌های بازارهای مالی مهم را پس از بحران ۲۰۰۸ با استفاده از RMT مورد تحلیل قرار دادند(۱۶).

مسئله اصلی تحقیق حاضر با توجه به تفاوت تاثیر سهام مختلف در روند بازار این است که آیا می‌توان با استفاده از رویکرد و نظریه ماتریس‌های تصادفی، سبدی از سهام با قابلیت پیروی از بازده بازار تشکیل داد؟

۳- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف پژوهش، کاربردی و از نظر روش پژوهش، توصیفی و از نظر نوع، تحلیل همبستگی سری‌های زمانی است. این پژوهش به دنبال کاربرد مفاهیم و روش‌های نظریه ماتریس‌های تصادفی و شبکه‌های پیچیده، جهت بررسی روند بازاراست. در این مقاله به بررسی میزان تاثیر هر یک از سهم‌ها در روند بازار، با استفاده از نظریه ماتریس‌های تصادفی در بازارهای مورد مطالعه پرداخته شده است. قلمرو مکانی پژوهش، شامل شرکت‌های موجود در ۸ شاخص از بورس‌های دنیا، شامل S&P500 و داوجونز آمریکا، DAX آلمان، HSI هنگ کنگ، FTSE100 انگلستان، به عنوان بازارهای کارا و شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و MXX مکزیک، SSE180 چین به عنوان بازارهای نوظهور می باشند. بازده روزانه قیمت سهام شرکت‌های موجود در شاخص‌های نام‌برده به جز تهران از ماه می ۲۰۱۲ تا اکتبر ۲۰۱۵ (۷۳۰روز کاری) مورد بررسی قرار گرفته‌اند و بازده روزانه قیمت سهام شرکت‌های موجود در شاخص تهران از آبان ۱۳۹۱ تا آبان ۱۳۹۴ (۷۳۰روز کاری) مورد بررسی قرار گرفته است.

در جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز برای پژوهش از روش کتابخانه‌ای استفاده شده است. اطلاعات مربوط به بازده قیمت سهام شرکت‌های موجود در بورس تهران از بانک اطلاعاتی ره‌آورد نوین و داده‌های مربوط به سایر بورس‌ها از سایت یاهو فاینانس[۱] ، بلومبرگ[۲]، اینوستیگ دات کام[۳]، فاینانشال تایمز[۴] استخراج شده است. نرم‌فزار مورد استفاده در تجزیه و تحلیل داده‌های این پژوهش، نرم افزار Matlab می‌باشد.

۴- فرضیه پژوهش

رویکرد نظریه ماتریس تصادفی در طراحی سبد سهام با قابلیت پیروی از بازده بازار توان تبیین دارد.

۵- مدل پژوهش

تجزیه و تحلیل داده‌ها مشتمل بر دو بخش زیر است: توصیف داده‌ها(آمار توصیفی) تحلیل داده‌ها(آمار استنباطی).

جدول ۱- آماره‌های توصیفی سری بازدهی روزانه قیمت سهام طی دوره نمونه

آماره	سری بازدهی قیمت سهام TSE	سری بازدهی قیمت سهام MXX	سری بازدهی قیمت سهام SSE180	سری بازدهی قیمت سهام FTSE100	سری بازدهی قیمت سهام DAX	سری بازدهی قیمت سهام HSI	سری بازدهی قیمت سهام DJ	سری بازدهی قیمت سهام S&P500
Mean	-۰,۰۶۷	۰,۰۱۶	۰,۰۰۹	-۰,۰۰۳	۰,۰۲۵	-۰,۰۰۹	۰,۰۲۴	-۰,۰۷۴
Max	۴,۲۳	۳,۴۴	۴,۴۵	۳,۷۱۹	۴,۱۵۴	۳,۱۰۳	۴,۰۳۱	۴,۱۷۰
Min	-۱,۸۹	-۲,۱۵	-۶,۵۷	-۳,۰۵	-۳,۳۱۵	-۲,۱۱۲	-۳,۷۷۶	-۷,۳۹۵
S.D	۱,۰۵۸	۰,۶۳	۱,۱۵۷	۰,۷۳۹	۰,۸۲۷	۰,۶۵۱	۰,۶۶۱	۱,۲۵۸
Skewness	۰,۴۲۵	۰,۵۴۵	-۱,۱۷۴	۰,۰۰۲	-۰,۱۴۳	۰,۱۵۳	۰,۱۰۳	-۰,۲۰۷
Kurtosis	۵,۲۳۴	۶,۹۵۲	۱۱,۲۶	۸,۰۰۸	۶,۲۷	۴,۹۷۰	۹,۳۹۴	۶,۸۴۲
Jarque- Bra	۷۸,۹۹ (۰,۰۰۰)	۷,۶۶۸ (۰,۰۰۰)	۱۳۹۷,۷ (۰,۰۰۰)	۴۷۴,۵۰ (۰,۰۰۰)	۲۰۴,۷ (۰,۰۰۰)	۷۵,۲۴ (۰,۰۰۰)	۷۷۴,۳۸ (۰,۰۰۰)	۲۸۲,۵ (۰,۰۰۰)

آزمون نرمال بودن توزیع سری مذکور (آزمون جارک- برا) بیانگر غیرنرمال بودن تابع توزیع چگالی احتمال این سری‌ها و نیز، ضرایب چولگی و کشیدگی آن نیز به ترتیب بیانگر چوله به راست بودن و کشیدگی نسبتاً بیشتر از توزیع نرمال داشتن این سری‌ها می‌باشد.

در ادامه، به منظور مشاهده همبستگی بین حرکات قیمت‌های سهام، ابتدا نوسانات قیمت را در دوره مورد مطالعه، اندازه می‌گیریم. به گونه‌ای که نتایج مستقل از مقیاس اندازه‌گیری باشد. از این رو از بازده لگاریتمی قیمت‌ها استفاده می‌کنیم. سپس ماتریس‌های غیر همبسته زوجی (ماتریس‌های تصادفی) در دوره مورد مطالعه تشکیل می‌دهیم. در ادامه، ویژگی‌های ماتریس همبستگی با ماتریس تصادفی را مقایسه می‌کنیم.

بر اساس مطالعات پیشین، بزرگترین ویژه مقدار که خارج از بازه انبوه قرار دارد، اثر بازار را نشان می‌دهد و ویژه بردار متناظر با آن، حاصل مشارکت تمامی سهم‌های بازار است. پژوهش حاضر:
با استفاده از فرمول نسبت مشارکت:

۱) میزان تاثیر هر یک از شرکت ها را در بزرگترین ویژه مقدار (روند بازار) تعیین نموده است.
۲) با رتبه‌بندی سهم‌ها، از بیشترین سهم اثرگذار در روند تا کمترین سهم اثرگذار، سه سبد شامل سهام دارای بیشترین اثرگذاری در روند (سهام رهبر)، سهام دارای تاثیر میانه (سهام میانه) و سهام دارای کمترین تاثیر (سهام خنثی) تشکیل داده است و روند هر سبد را با روند شاخص مورد مقایسه قرار داده است.

آزمون ریشه واحد، خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی

در این قسمت از مقاله به منظور جلوگیری از بروز رگرسیون کاذب در مدل به بررسی وجود ریشه واحد در متغیر تحقیق پرداخته شده است. همانطور که در جدول (۱) ملاحظه می‌گردد، مطابق نتایج حاصل از آزمون‌های ریشه واحد دیکی فولر افزوده (ADF) و فیلیپس پرون (PP) شاخص بازده قیمت سهام به دلیل بزرگتر بودن قدر مطلق مقادیر آماره آزمون از مقادیر بحرانی در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد، فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در این متغیر رد شده و این متغیرها در سطح مانا می باشند علاوه بر این بر طبق آماره آزمون KPSS فرضیه صفر مبنی بر مانا بودن متغیر بوده رد نشده و این متغیرها در سطح با عرض از مبداء و روند ریشه واحد نداشته‌اند، در جدول ۲ به بررسی نتایج این آزمون‌ها پرداخته شده است:

جدول ۲- آماره‌های آزمون ریشه واحد، خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی سری بازدهی قیمت متغیرها طی دوره نمونه

آماره	TSE	MXX	SSE180	FTSE	DAX	HSI	DJ	S&P500
ADF	-۱۸,۳۴	-۱۸,۳۲	-۸,۳۹	-۱۸,۳۴	-۱۰,۴۳	-۱۳,۲۴	-۸,۴۵	-۹,۴۵
Phillips-Perron	-۱۸,۱۲	-۱۹,۲۳	-۹,۹۰	-۱۷,۵۹	-۱۱,۲۰	-۱۲,۲۰	-۹,۶۶	-۱۰,۳۴
KPSS	۰,۰۴۲	۰,۰۴۷	۰,۱۰۹	۰,۰۷۸	۰,۰۸۴	۰,۰۵۵	۰,۰۹۱	۰,۰۳۵
Box- Ljung Q(10)	۴۵,۲۴ (۰,۰۰۰)	۲۳,۳۲ (۰,۰۰۰)	۲۸,۳۴ (۰,۰۰۵)	۴۵,۳۴ (۰,۰۰۰)	۵۵,۳۰ (۰,۰۰۴)	۲۹,۵۴ (۰,۰۰۰)	۱۲,۳۹ (۰,۰۰۷)	۲۸,۸۸ (۰,۰۰۰)
McLeod-Li $Q^2(10)$	۲۱,۲۵ (۰,۰۰۰)	۱۹,۵۳ (۰,۰۱۰)	۲۰,۳۴ (۰,۰۰۰)	۲۳,۴۵ (۰,۰۰۴)	۱۹,۴۵ (۰,۰۰۰)	۲۲,۵۴ (۰,۰۰۰)	۲۸,۵۶ (۰,۰۰۰)	۱۹,۴۸ (۰,۰۰۰)
ARCH (10)	۲۸,۴۵ (۰,۰۰۱)	۱۸,۴۸ (۰,۰۰۰)	۱۸,۳۴ (۰,۰۰۰)	۱۴,۴۹ (۰,۰۲۳)	۱۶,۷۸ (۰,۰۱۰)	۱۱,۲۳ (۰,۰۰۰)	۱۵,۳۴ (۰,۰۰۰)	۱۹,۰۸ (۰,۰۰۹)

منبع: یافته‌های تحقیق

با مشاهده جدول فوق می‌توان دریافت که آماره لیانگ- باکس (با ده دوره وقفه) برای بازدهی قیمت سهام، نیز ضمن رد فرضیه صفر این آزمون مبنی بر «عدم وجود خودهمبستگی سریالی میان جملات سری»، بالا بودن مقدار این آماره، وجود خودهمبستگی میان وقفه‌های مختلف این سری را می‌رساند. همچنین، آماره مک‌لئود لی نیز فرضیه صفر (مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی سریالی میان مجذور بازده سری) را رد نموده، که در واقع بیانگر وجود اثرات غیرخطی در این سری و نیز مؤید واریانس ناهمسان بودن آن، می‌باشد. گفتنی است که نتایج آزمون آرچِ انگل (آزمون وجود اثرات ARCH) نیز با نتایج آزمون مک‌لئود- لی سازگار بوده و بر فرضیه واریانس ناهمسان بودن سری قیمت سهام و بازدهی آن صِحِه می‌گذارد.

در این پژوهش به منظور مشاهده همبستگی بین حرکات قیمت‌های سهام، ابتدا نوسانات قیمت را اندازه می‌گیریم. به گونه‌ای که نتایج مستقل از مقیاس اندازه‌گیری باشد. اگر $P_{i(t)}$، قیمت سهام $i=1,2,...,N$ در زمان t باشد، آنگاه بازده(لگاریتمی) قیمت سهم i ام در فاصله زمانی Δt را می توان بصورت زیر اندازه‌گیری نمود:

$$R_{i(t,\Delta t)} \equiv \ln p_i(t+\Delta t) - \ln p_i(t) \qquad (۱)$$

به دلیل نوسانات قیمت سهام، لگاریتم بازده قیمت ها را محاسبه می‌کنیم:

$$r_i(t,\Delta t) \equiv \frac{R_i - \langle R_i \rangle}{\sigma_i} \qquad (۲)$$

بطوری که σ_i انحراف معیار R_i است، بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\sigma_i \equiv \sqrt{\langle R_i^2 \rangle - \langle R_i \rangle^2} \qquad (۳)$$

بنابراین، ماتریس همبستگی C برحسب $r_i(t)$ با عناصر زیر بیان می‌شود:

$$C_{ij} \equiv \langle r_i r_j \rangle \qquad (۴)$$

که نشان دهنده همبستگی بین سهم‌های i و j است. ماتریس C ماتریسی متقارن است و دامنه C_{ij} بین ۱ و ۱- است. به‌طوری که $C_{ij}=$ ۱ به معنای همبستگی کامل مثبت، $C_{ij}=$ ۱- همبستگی کامل منفی و $C_{ij}=$ ۰ عدم وجود هرگونه همبستگی است. به علاوه، زمانی که $C_{ij} = C_{ji}$ باشد، یعنی ماتریس متقارن است.

برای تعیین متوسط همبستگی سهم‌ها در دوره زمانی مورد مطالعه، باید ملاک آزمون C را در مقابل فرضیه مخالف یعنی ماتریس همبستگی تصادفی (ماتریس همبستگی ساخته شده از

سری‌های زمانی غیر همبسته دو تایی) مورد آزمون قرار دهیم. اگر ویژگی‌های C با ویژگی‌های ماتریس همبستگی تصادفی تطابق داشته باشد، تایید می‌شود که محتوای C اندازه‌گیری شده بطور تجربی، تصادفی است. بالعکس، انحراف ویژگی‌های C از ماتریس همبستگی تصادفی، اطلاعاتی در مورد درستی همبستگی منتقل می‌کند. بنابراین، هدف ما مقایسه ویژگی‌های C و ویژگی‌های ماتریس همبستگی تصادفی و تقسیم‌کردن محتوای C به دو بخش است:

- بخشی از C که با ویژگی‌های ماتریس‌های همبستگی تصادفی مطابقت دارد. (نویز)
- بخشی از C که انحراف دارد.(اطلاعات)

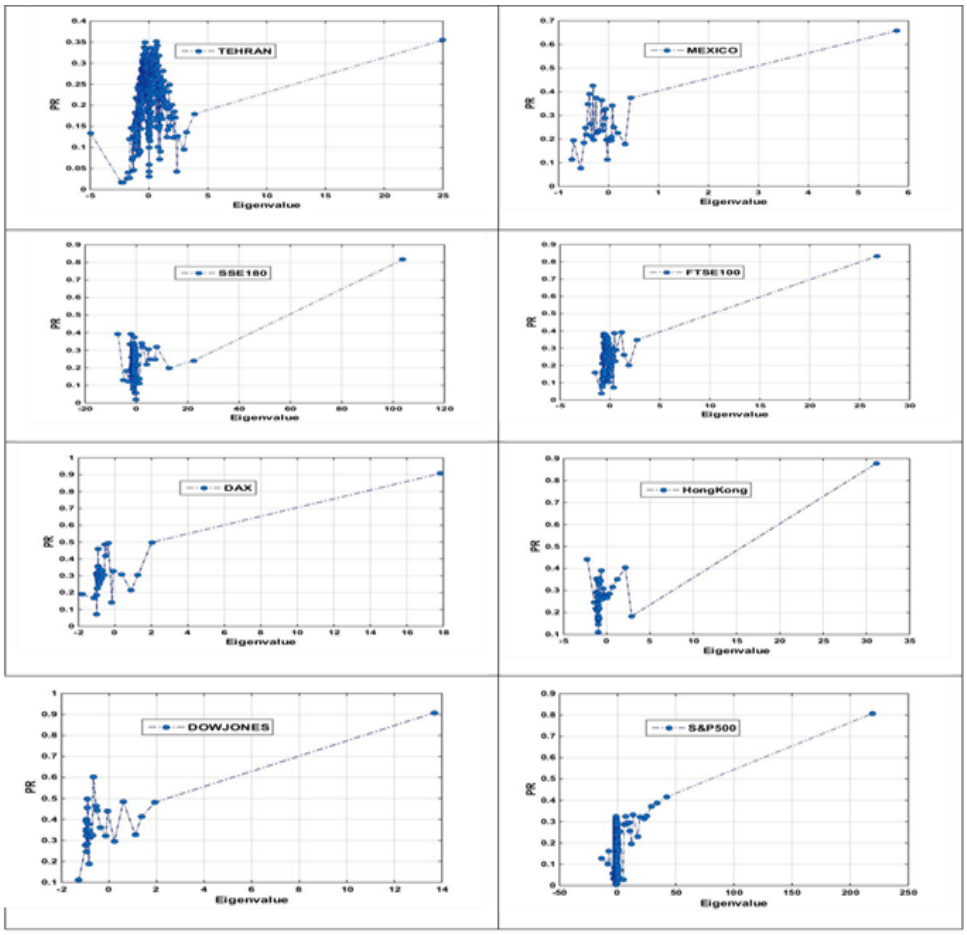
در نظریه ماتریس تصادفی، انحراف از پیش‌بینی‌های معمول RMT، ویژگی‌های خاص سیستم را نشان می‌دهد. در ماتریس‌های واقعی معمولاً تعداد ویژه مقادیری که در داخل بازه انبوه قرار می‌گیرند، بسیار زیاد است که این موضوع نشان‌دهنده درجه بالای تصادفی بودن ماتریس همبستگی است. به‌طور خاص، بزرگترین ویژه مقداری که شدیداً غیرگوسی است و تمایل به یکپارچگی[۵] دارد، نشان از مشارکت تمام شرکت‌ها دارد. (به عبارت دیگر، بزرگترین ویژه مقدار اثرکل بازار را نشان می‌دهد). این مفهوم را می‌توان به‌طور دقیق با مفهوم نسبت مشارکت معکوس اندازه‌گیری کرد. به این معنا که نشان داد تمامی اجزا در بزرگترین ویژه مقدار، مشارکت دارند. این موضوع دلالت بر این امر دارد که هر شرکتی با شرکت‌های دیگر در ارتباط است. در مورد بازار سهام، ویژه بردار منطبق با بزرگترین ویژه بردار، این حقیقت که تمام بازار با هم حرکت می‌کنند را منتقل می‌کند و حاکی از وجود یک نوع همبستگی است که برکل سیستم سایه افکنده است.

روند بازار؛ شرکت‌های رهبر، دنباله رو وخنثی

مطالعات پیشین، نشان دادند که بزرگترین ویژه مقدار ماتریس‌های همبستگی، اثر کل شرکت‌های موجود در بازار و به عبارتی روند بازار را نشان می‌دهد. حال این سوال مطرح می‌شود که از کجا می‌توان به اطلاعات مربوط به روند بازار دست پیدا کرد؟ درحقیقت، اطلاعات مورد نیاز در ویژه بردار مربوط به بزرگترین ویژه مقدار نهفته است. هر جزء ویژه بردار، سنجه‌ای برای اندازه‌گیری مشارکت هر سهم در روند بازار(ST) است. کمیت (ST) را به روش زیر می‌توان اندازه‌گیری کرد:

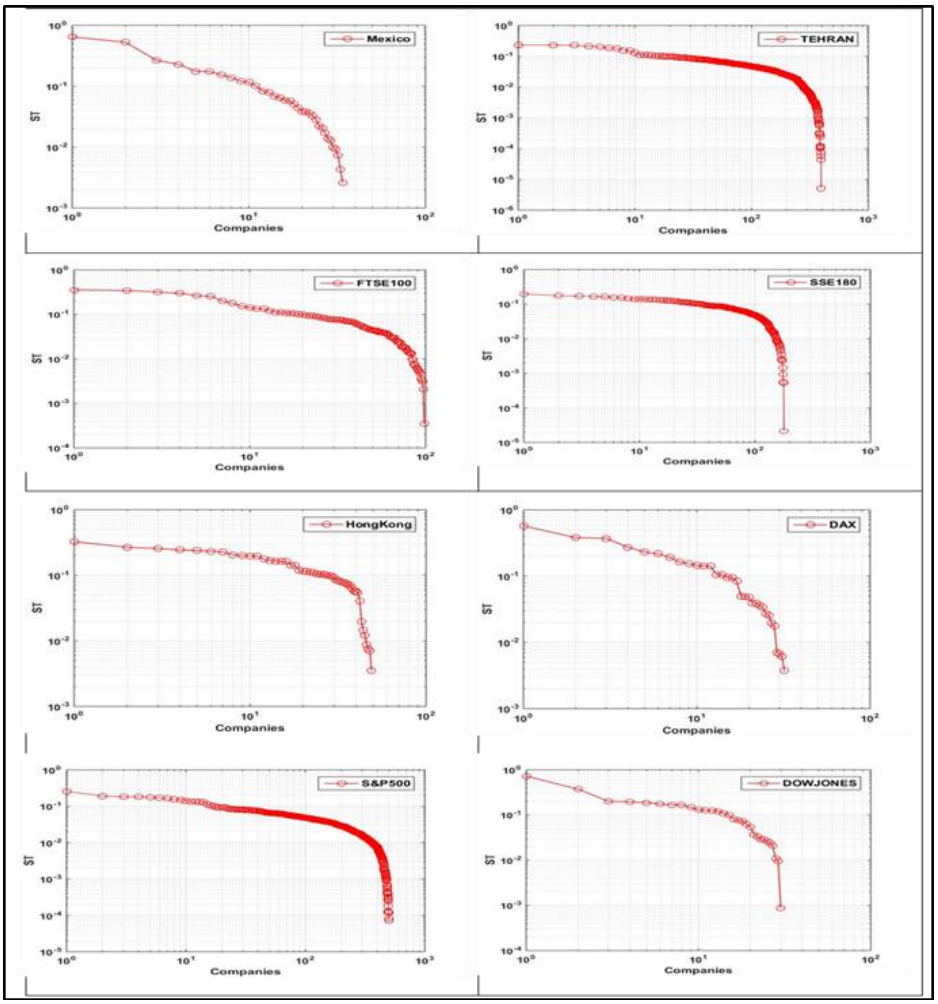
$$ST = \left(u_l^h\right)^4 \qquad (۵)$$

که $h = \lambda_{max,} u^h$ ویژه بردار منطبق با بزرگترین ویژه مقدار مربوط به بازار است و $u_l^h = 1, \dots, N$ ، lامین عنصر $\mathbf{u}^h$ است. بزرگترین ویژه مقدار بورس‌های ۸ گانه مورد مطالعه در اشکال زیر نمایان است. همانطور که مشاهده می‌شود، بزرگترین ویژه مقادیر انحراف بسیارزیادی از بازه انبوه دارد.



شکل ۱- بزرگترین ویژه مقدار در بورس های مورد بررسی

ویژه بردار متناظر با بزرگترین ویژه مقدار، حاصل مشارکت تمامی سهم‌های موجود در بازار است و محاسبه کمیت ST، میزان مشارکت هر سهم در روند بازار را نشان می‌دهد. سهم‌های قرار گرفته در گوشه سمت چپ، بیشترین سهم مشارکت در روند را دارند و سهم‌های قرار گرفته در گوشه سمت راست، کمترین میزان مشارکت در روند را دارند. اشکال زیر روند هر بازار را نشان می‌دهند.



شکل ۲- روند بازارهای بورس مورد مطالعه

همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، سهم شرکت‌ها در روند بازار به یک میزان نیست. به عبارت دیگر شرکت‌ها را از لحاظ میزان مشارکت در روند بازار می‌توان به سه گروه طبقه‌بندی کرد. گوشه بالایی سمت چپ، شرکت‌های با تاثیر بالا را نشان می‌دهد که می‌توان آن‌ها را به عنوان شرکت‌های رهبر قلمداد کرد. شرکت‌های قرار گرفته در قسمت میانی، شرکت‌هایی با تاثیر نسبی هستند که تحت گروه شرکت‌های دنباله‌رو قابل نام‌گذاری هستند. در ادامه به محاسبه نسبت‌های مشارکت هر سهم در روند پرداخته شده است. نتایج محاسبه کمیت نسبت مشارکت هر سهم در

روند(ST)، حاکی از آن است که تعدادی از شرکت‌ها میزان مشارکت بالایی در روند دارند، برخی دیگر مستقل هستند و عده‌ای در میان این دو طیف قرار می‌گیرند. به منظور بررسی صحت این فرضیه، سه سبد سهام براساس نتایج حاصل از کمیت ST برای بازار سهام تهران تشکیل داده و بازده هر یک از سبدها را با بازده سبد بازار مقایسه کردیم، خلاصه نتایج در جدول ۳ قابل مشاهده است.

جدول ۳- مقایسه بازدهی سهام با اثرات بالا، متوسط و کم در روند

	شرکت‌های دارای تاثیر بالا در روند	شرکت‌های دارای تاثیر متوسط در روند	شرکت‌های دارای تاثیر کم در روند
بازده سبد	۰,۹۱۳	۰,۶۹۲	۰,۲۴۵
آلفای جنسن	۰,۰۴۵	۰,۰۲۵	۰,۳۴۲
بازده بازار	۰,۶۹۸	۰,۶۹۸	۰,۶۹۸

نتایج حاصل از بازدهی سبد با توجه به مقدار آلفای جنسن در سطح ۹۵٪ و مقایسه آن با بازدهی بازار، این فرضیه که رویکرد شبکه و نظریه ماتریس‌های تصادفی در طراحی سبد سهام جهت کسب بازدهی با قابلیت پیروی از بازده بازار دارای توان تبیین است را تایید می‌کند. جدول ۴ سبدی از نمونه سهم‌های هر یک از سه گروه در بورس اوراق بهادار تهران را نشان می‌دهد.

جدول ۴- سبدی از نمونه سهم‌های دارای تاثیر بالا، متوسط و کم در روندبازار

شرکتهای تاثیر بالا	بازدهی	سهم از سبد	شرکتهای تاثیر متوسط	بازدهی	سهم از سبد	شرکت‌های تاثیر کم	بازدهی	سهم از سبد
پترو مبین	۱,۲۴۳	۰,۱۵۶	شکر شاهر	۰,۸۲۱	۰,۱۰۲	ایرا پوپلین	۰,۲۹۸	۰,۱۵۶
پترو اصفهان	۱,۱۲۹	۰,۱۴۹	حفارس	۰,۸۱۰	۰,۰۹۹	لا البرز	۰,۲۹۲	۰,۱۴۹
سرصنایع سیما	۱,۱۲۰	۰,۱۴۴	کربن ایرا	۰,۷۹۸	۰,۰۹۴	لا دنا	۰,۲۹۰	۰,۱۴۴
پترو آبادان	۱,۰۴۳	۰,۱۳۹	دارویی سینا	۰,۷۸۹	۰,۰۸۹	لیف سهند	۰,۲۸۳	۰,۱۳۹
شیشه قزوین	۱,۰۳۲	۰,۱۳۶	آرتاویل	۰,۷۷۸	۰,۰۸۸	مخمل کا	۰,۲۷۹	۰,۱۳۶
مس باهنر	۱,۰۲۲	۰,۱۲۷	سیمان درود	۰,۷۵۶	۰,۰۸۳	ملی شیمی ک	۰,۲۷۳	۰,۱۲۷
سرگروه بهشهر	۱,۰۰۹	۰,۱۲۱	داروپخش	۰,۷۴۱	۰,۰۷۹	مرتب	۰,۲۶۸	۰,۱۲۱
سیمان داراب	۱,۰۰۲	۰,۱۱۸	گل‌گهر	۰,۷۳۴	۰,۰۷۴	نساجی بابکان	۰,۲۶۰	۰,۱۱۸
سر غدیر	۰,۹۸۳	۰,۱۰۹	حمل توکا	۰,۷۲۱	۰,۰۷۰	نساجی غرب	۰,۲۵۷	۰,۱۰۹
فیبرایران	۰,۹۷۸	۰,۱۰۳	پترو فارس	۰,۷۱۴	۰,۰۶۵	نساجی خوی	۰,۲۵۱	۰,۱۰۳

شرکتهای تاثیر بالا	بازدهی	سهم از سبد	شرکتهای تاثیر متوسط	بازدهی	سهم از سبد	شرکت‌های تاثیر کم	بازدهی	سهم از سبد
ساختمانی نوی	۰,۹۴۳	۰,۰۹۷	ایران ارقام	۰,۶۹۷	۰,۰۶۱	نسا مازندران	۰,۲۴۹	۰,۰۹۷
نیرو محرکه	۰,۹۱۲	۰,۰۹۴	ایران کابل	۰,۶۸۸	۰,۰۵۶	نورد اهواز	۰,۲۴۱	۰,۰۹۴
سر ملی	۰,۹۰۲	۰,۰۸۹	جوشکاب یزد	۰,۶۷۵	۰,۰۵۳	پارسیولن	۰,۲۳۸	۰,۰۸۹
بانک سینا	۰,۸۹۸	۰,۰۸۳	قند شیروان	۰,۶۶۹	۰,۰۴۹	پایساز	۰,۲۳۱	۰,۰۸۳
بیمه آسیا	۰,۸۷۸	۰,۰۷۸	بانک ملت	۰,۶۴۷	۰,۰۴۵	پیچک	۰,۲۲۷	۰,۰۷۸
پتروکرمانشاه	۰,۸۶۶	۰,۰۷۳	اشتاد ایران	۰,۶۲۳	۰,۰۴۱	روغن پارس	۰,۲۲۴	۰,۰۷۳
سر امید	۰,۸۴۳	۰,۰۶۹	سیمان کارون	۰,۶۱۴	۰,۰۳۸	روغن جهان	۰,۲۲۱	۰,۰۶۹
آما	۰,۸۳۱	۰,۰۶۲	قند اصفهان	۰,۶۱۱	۰,۰۳۳	ص خابرات	۰,۲۱۸	۰,۰۶۲
پترو خراسان	۰,۸۲۸	۰,۰۵۶	سر معدن	۰,۵۹۸	۰,۰۲۸	شهداب	۰,۲۱۱	۰,۰۵۶
کاشی سینا	۰,۸۱۳	۰,۰۵۰	سولیران	۰,۵۹۱	۰,۰۲۳	سوپر رنگ	۰,۲۰۱	۰,۰۵۰
بازده سبد	۰,۹۱۳	-	بازده سبد	۰,۶۹۹	-	بازده سبد	۰,۲۴۵	-

۶- نتیجه گیری و بحث

مقاله حاضر به منظور طراحی سبد سهام با قابلیت پیروی از بازده بازار بود. نتایج تحقیقات پیشین حکایت از آن داشت که بزرگترین ویژه مقدار که خارج از بازه انبوه قرار می‌گیرد، اثر کل یا روند بازار را نشان می‌دهد. با محاسبه کمیت ST، میزان مشارکت هر سهم را در روند بازار محاسبه نمودیم. نتایج حاصل حاکی از آن بود که اکثر شرکت‌ها تاثیری متوسط بر روند بازار دارند، اما تعدادی از شرکت‌ها تاثیر زیاد و تعداد دیگر تاثیری اندک بر روند دارند و یا تاثیری ندارند. این نتیجه ما را به تشکیل سبدی از سهام دارای بیشترین میزان مشارکت در روند بازار رهنمون ساخت. با مقایسه بازدهی سبد انتخابی با بازدهی بازار و با توجه به مقدار آلفای جنسن این نتیجه حاصل شد که:

رویکرد شبکه و نظریه ماتریس‌های تصادفی در طراحی سبد سهام جهت کسب بازدهی با قابلیت پیروی از بازده بازار قابل تبیین است و این فرضیه به عنوان فرضیه صحیح پذیرفته می‌شود.

به عبارت دیگر، شرکت‌ها را از لحاظ میزان مشارکت در روند بازار می‌توان به سه گروه طبقه‌بندی کرد: (۱) شرکت‌های رهبر که میزان مشارکت بالایی در روند دارند، (۲) شرکت‌های دنباله‌رو که تاثیر متوسطی بر روند دارند، (۳) شرکت‌های مستقل که بی تاثیر و یا دارای تاثیری بسیار ناچیز در روند بازار هستند.

با توجه به این‌که سهم شرکت‌ها در روند بازارهای سهام به یک میزان نیست و ازآنجا که تعداد اندکی از شرکت‌ها تاثیر زیادی بر بازار دارند، پیشنهاد می‌شود دولت‌ها در زمان رکود و وقوع بحران‌ها، توجه بیشتری به این شرکت‌ها داشته باشند. زیر حمایت از این شرکت‌ها، تاثیر بیشتری بر عملکرد بازار خواهد داشت.

هرچند سهم‌های تاثیرگذار بر روند بازار در دوره‌های مختلف متفاوت خواهد بود، اما توجه به صنایع تاثیرگذار در هر دوره جهت کاهش اثرات منفی برروند بازار بسیار مهم است.

همچنین با توجه به اینکه نتایج حاصل از فرضیه مبنی براینکه "رویکرد شبکه و نظریه ماتریس تصادفی در طراحی سبد سهام جهت کسب بازدهی با قابلیت پیروی از بازده بازار دارای توان تبیین است " مورد قبول واقع شده است، پیشنهاد می‌شود، صندوق‌های شاخصی در کنار سایر روش‌های سنتی از این روش نیز در انتخاب سبد سهام بهینه جهت کسب بازدهی با قابلیت پیروی از بازده بازار استفاده کنند.

فهرست منابع

* راعی رضا، جعفری غلامرضا، نمکی علی، تحلیل بازار بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های پیچیده مبتنی بر روش حد آستانه، دوره ۱۷، شماره ۶۲، بهار ۱۳۹۰، صص ۳۳-۸۰
* نمکی علی، ۱۳۸۹، تحلیل بازار بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه های پیچیده و تئوری ماتریس تصادفی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران
* AkihikoUtsugi, Kazusumi Ino, Masaki Oshikawa, Random matrix theory analysis of cross correlation in financial markets, physical Review. E. 2004, 70,026110.
* Bouchaud J.P., Potters M., Financial Applications of Random Matrix Theory: a short review, arXiv:0910.1205v1 [q-fin.ST] 7 Oct 2009
* Colon,T. Ruskin H.J., Crane M., Random matrix theory and fund of funds portfolio optimization, journal of physics, 2010, 221,012003
* El Alaoui Marwane, Random Matrix Theory and portfolio optimization in Moroccan stock exchange, Physica A, 2015,433,92-99
* Jiang X.F. Chen T.T. and Zheng B. Structure of local interactions in complex financial dynamics, Scientific Reports, 2014,4,5321
* Kusdhianto Setiawan, Global stock market landscape: an application of minimum spanning tree technique, International journal of operational research, 2014,Vol.20,issue1
* Lalux l., Cizeau P. and Potters M., Random Matrix Theory AND Financial Correlation, Int.j.Theor.Appl.Finan. 2000, Vol.3. 03.391.
* Mantegna R. N., Stanley H. E., INTRODUCTION TO ECONOPHYSICS Correlations and Complexity in Finance, Cambridge university press,2000
* Namaki,a. G.R. Jafari , R. Raei, Comparing the structure of an emerging market with a mature one under global perturbation, Physica A , 2011, 390 3020–3025
* Namaki,A. , Raei,R., Jafari G. R., Comparing Tehran stock exchange as an emerging market with a mature market by random matrix approach , International Journal of Modern Physics C, 2011, Vol. 22, No. 4, 371_383
* Namaki,a, A.H. Shirazi, R. Raei, G.R. Jafari ,Network analysis of a financial market based on genuine correlation and threshold method, Physica A 2011, 390, 3835–3841
* Plerou V, et al., A random matrix theory approach to financial cross-correlations, Physica A, 2000, 287 ,374-382
* Plerou V, et al., Random matrix approach to cross correlations in financial data, Physical Review E,2002, Volume 65,066126
* Sensoy A., Yuksel S., Erturk M., Analysis of cross-correlation between financial markets after the 2008 crisis, Phisyca A, 2013, 392(20),5022-5024
* Sotude Vanolyia F. Pourdarvish Heydari A. Application of the random matrix theory on the cross-correlation of stock prices, International Journal of Mathematical Modelling & Computationc,2016,Vol.06,No. 03211-219

* Tabak B. M, Serra T.R., Cajuerio D. o., Topological properties of stock market networks: The case of Brazil, Physica A, 2010,Vol389,issue 16,3240-3249
* Urama Thomas C., Ezepue Patrick O., Nnanwa Chimeize P., Analysis of cross-correlations in emerging markets using random matrix theory, Journal of Mathematical Finance,2017,7,291-307

یادداشت‌ها

[1] Yahoo Finance
[2] Bloomberg
[3] Investing.com
[4] Financial Times
[5] uniform