

رفتار سرمایه‌گذاران و اثر چرخش ماه با استفاده از تحلیل‌های زمان-مکان-فرکانس (مطالعه موردی: بورس اوراق بهادار تهران)

سامان محمدی^۱، محسن دستگیر^۲، مهرداد قنبری^۳

چکیده: بی‌قاعدگی‌ها، رویداد و وقایعی هستند که نمی‌توان با تئوری غالب آن را توضیح داد. در مورد بازار سهام، بی‌قاعدگی‌ها در مواجهه با تئوری بازار کاراً قرار می‌گیرند به طوری که در صورت وجود الگوهای از پیش تعیین شده شرایط را برای استراتژی معامله سهام با بازده‌های اضافی (بیش از مقدار ریسک معین) فراهم می‌آورد. از این‌رو در پژوهش حاضر به بررسی بی‌قاعدگی اثر چرخش ماه و اثر آن بر حجم معاملات سهام و نوسانات شاخص سهام در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۸۴ الی ۱۳۹۴ پرداخته شده است. برای بررسی این موضوع دو مدل طراحی شده و با استفاده از تحلیل‌های زمان-مکان-فرکانس (تبدیل ویولت پیوسته و تبدیل فوریه زمان-کوتاه) استفاده شده است. نتایج پژوهش بیانگر این مطلب است که بورس اوراق بهادار تهران ناکارا است و حجم معاملات سهام و نوسانات شاخص سهام در نیمه اول ماه تقویمی نسبت به نیمه دوم ماه تفاوت معناداری دارد. همچنین، نتایج حاکی از آن است که تنش بازار در نیمه اول ماه نسبت به نیمه دوم ماه تقویمی بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: بی‌قاعدگی بازار، اثر چرخش ماه، مالی رفتاری، تحلیل‌های زمان-مکان-فرکانس، تنش بازار.

JEL: G11, G14

۱. استادیار، گروه حسابداری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲. استاد، گروه حسابداری، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

۳. گروه حسابداری، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۲

E-mail: s.mohammadi@razi.ac.ir

نویسنده مسئول: سامان محمدی

نحوه استناد به این مقاله: محمدی، س.، دستگیر، م.، و قنبری، م. (۱۳۹۶). رفتار سرمایه‌گذاران و اثر چرخش ماه با استفاده از تحلیل‌های زمان-مکان-فرکانس (مطالعه موردی: بورس اوراق بهادار تهران). فصلنامه مدل‌سازی ریسک و مهندسی مالی، ۲(۲)، ۲۶۲-۲۴۲.

مقدمه

استثناءها یا بی‌قاعدگی‌ها، رویداد و وقایعی هستند که نمی‌توان با تئوری غالب آن را توضیح داد. در علوم طبیعی می‌توان تعداد زیادی از این بی‌قاعدگی‌ها را نام برد. در مورد بازار سهام، بی‌قاعدگی‌ها در مواجهه با تئوری بازار کاراً قرار می‌گیرند به طوری که در صورت وجود الگوهای از پیش تعیین شده شرایط را برای استراتژی معامله سهام با بازده‌های اضافی (بیش از مقدار ریسک معین) فراهم می‌آورد (راعی و شیرزادی، ۱۳۸۷). بی‌قاعدگی که در تئوری بازار کاراً بیان شده را می‌توان شامل دو دسته بی‌قاعدگی تقویمی و سایر بی‌قاعدگی‌ها (غیر تقویمی) دانست.

بی‌قاعدگی‌ها و بی‌نظمی‌هایی که فرضیه بازار کاراً را زیر سؤال برده و نمی‌توان آن‌ها را در غالب بی‌نظمی‌های فصلی طبقه‌بندی کرد، به بی‌قاعدگی‌های غیر تقویمی مشهور هستند. در بی‌قاعدگی‌های غیر تقویمی، زمان و مقطع زمانی عوامل برهم زننده فرضیه بازار کاراً نیست. بلکه عوامل محتوایی بازار اینگونه پدیده‌های ناهماهنگ را شکل می‌دهد (فاما و فرنچ، ۲۰۰۸). از جمله بی‌قاعدگی‌های غیر تقویمی می‌توان به مواردی چون، اثر تجزیه سهام، اثر بازده سود سهام، سود نقدی هر سهم، اثر سهام با قیمت پایین، اثر انتشار اطلاعات، اثر بیش‌واکنشی یا فرضیه فراواکنشی، اثر کم‌واکنشی، اثر خاص کشور، اثر عرضه اولیه عمومی و عرضه عمومی ثانویه، اثر شاخص و اثر تأخیر در ارائه گزارش سودآوری و ... اشاره نمود.

در مورد الگوهای مهم تقویمی یا به تعبیر دیگر بی‌قاعدگی‌های تقویمی در بازارهای مالی از جمله بازار سهام و اوراق قرضه شواهد و مدارک زیادی از نیم قرن گذشته تاکنون در دست است و در میان محافل علمی و تجربی بحث‌های زیادی پیرامون این الگوها و شناسایی، تأیید و یا رد آن‌ها انجام گرفته است. از جمله بی‌قاعدگی‌های تقویمی می‌توان به مواردی چون اثر چرخش سیاسی، اثر تابستان، اثر روزهای تعطیل یا اثر قبل از روزهای تعطیل، اثر ژانویه (اثر تغییر سال) و اثر دسامبر، اثر روزهای هفته و آخر هفته، اثر ساعات روز، اثر چرخش ماه و اثر ماه‌های خاص قمری و اثر ماه رمضان اشاره کرد. به دلیل اینکه بی‌قاعدگی اثر چرخش ماه در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد، تعریف آن در ادامه ارائه می‌شود.

آوریل (۱۹۸۷) برای اولین بار الگوی گردش ماه را برای شاخص سهام آمریکا طی سال‌های ۱۹۶۳-۱۹۸۱ آزمون نمود، او از مدل رگرسیون دارای متغیرهای مجازی برای آزمون فرضیه‌اش استفاده کرد. وی ماه‌های مبادله سهام را به دو نیمه تقسیم نمود به طوری که نیمه اول هر ماه با روز آخر کاری ماه قبل شروع می‌شد. با بررسی داده‌های مربوط به شاخص بورس نیویورک وی دریافت که برای نیمه نخست ماه‌های تقویمی متوسط بازده سهام به طور معناداری مثبت و برای نیمه دوم ماه‌های تقویمی صفر است.

رابطه دوره‌های تقویمی نظیر روزهای هفته، هفته‌های ماه و ماه‌های سال با واکنش بازار سهام از موارد استثناء در بازارهای مالی است که پژوهش‌های بسیاری در کشورهای مختلف آن‌ها را تایید کرده‌اند (شارما، سانجیو و خارانا، ۲۰۱۵ و گاوادر، آمیرا و حمید، ۲۰۱۵). این اثر ادعا می‌کند که در دوره‌های زمانی از ماه، سال و برخی از روزهای هفته در واکنش بازار سهام با سایر دوره‌های زمانی ناهمسانی وجود دارد و یا به عبارت دیگر، الگوهای منظمی در رفتار سری زمانی این متغیرها وجود دارد. بنابراین، می‌توان با تدوین استراتژی‌های سرمایه‌گذاری از این الگوها، بازدهی اضافی و غیرنرمال کسب نمود. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که حتی در طول یک ماه واکنش سرمایه‌گذاران متفاوت است، به عنوان مثال آریل (۱۹۸۷) نشان داد که برای نیمه نخست ماه‌های تقویمی متوسط بازده سهام به طور معنادار مثبت و برای نیمه دوم ماه‌های تقویمی صفر است، و از این عامل به عنوان اثر چرخش ماه، نام برد. بنابراین، روزهای ماه‌های تقویمی ممکن است بر رفتار و احساس افراد اثرگذار باشد. رفتار افراد نیز ممکن است بر قدرت تصمیم‌گیری آن‌ها به خصوص تصمیم‌های اتخاذ شده در بازار بورس، تاثیر بگذارد. بنابراین، اثر چرخش ماه از جمله عواملی است که انتظار می‌رود به صورت غیرمستقیم برواکنش بازار اثرگذار باشد.

تشخیص وجود تفاوت در واکنش بازار در زمان‌های مختلف می‌تواند به عنوان یک استراتژی برای زمان ورود و خروج به بازارها توسط شرکت‌های سرمایه‌گذاری و مدیران پرتفوی مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به اهمیت درک و پیش‌بینی رفتار سرمایه‌گذاران در روزهای مختلف ماه انجام پژوهشی در مورد بررسی اثر چرخش ماه و اثر احتمالی این چرخش بر واکنش بازار می‌تواند مبنایی برای مطالعه الگوهای رفتاری سرمایه‌گذاران و در نتیجه پیش‌بینی دقیق‌تر شاخص‌های مختلف فراهم کند. همچنین، یکی دیگر از اهداف این پژوهش بررسی و مقایسه پایداری بازار در نیمه‌های اول و دوم ماه‌های تقویمی است. به عبارت دیگر، این موضوع بررسی می‌شود که کدام نیمه از ماه بازار دچار تنش بیشتر و کدام نیمه دارای آرامش (پایداری) بیشتری است و از آنجا که مفهوم تنش در بازار متناظر با فرکانس تغییرات در سیگنال‌های حجم معاملات و نوسانات شاخص بورس است، از این‌رو استفاده از تحلیل‌های زمان-مکان-فرکانس برای دستیابی به این منظور بسیار مفید خواهند بود. به همین دلیل در این پژوهش برگرفته از رویکرد آریل (۱۹۸۷) از تحلیل‌های زمان-مکان-فرکانس^۱ برای بررسی رابطه بین اثر چرخش ماه بر واکنش بازار استفاده می‌شود. لازم به ذکر است هیچ پژوهش مشابهی (در زمینه مالی رفتاری) چه در سطح بین‌المللی و چه در سطح داخلی (در دامنه بررسی شده) با استفاده از این تحلیل‌ها انجام نشده است. از جمله مهم‌ترین مزایا و کاربرد این تحلیل‌ها در زمینه مالی رفتاری می‌توان

به این مورد اشاره نمود که این تحلیل‌ها علاوه بر بررسی وجود یا عدم وجود اثر چرخش ماه، واکنش بازار، پایداری و ناپایداری این رابطه را مورد بررسی قرار می‌دهد که در پژوهش‌های مشابه این عامل مورد بررسی قرار نگرفته است.

سایر بخش‌های مقاله به صورت زیر سازماندهی شده‌اند. در بخش دوم پیشینه پژوهش، بخش سوم داده‌های مورد استفاده و روش‌شناسی پژوهش، در بخش چهارم تجزیه و تحلیل نتایج و در بخش پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادات بیان خواهد شد.

پیشینه پژوهش

هیوآی و چان (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی اثر ژانویه و اثر هالووین در کشورهای آمریکا، مالزی، چین، هنگ‌کنگ، کانادا، آلمان، ژاپن، چین و تایلند پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که اثر هالووین تاثیر معناداری بر بازارهای مالی کشورهای آمریکا و هنگ‌کنگ دارد، ولی بر بازارهای مالی سایر کشورها اثر معناداری ندارد. همچنین، اثر ژانویه فقط در کشور هنگ‌کنگ معنادار بود.

هالاری و نانگاچ، پاور و هیلر (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی بی‌قاعدگی‌های تقویمی بر اساس تقویم هجری قمری در بورس اوراق بهادار پاکستان پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که در ماه‌های رمضان، شوال، ذی‌قعدة و ربیع‌الاول بازده مثبت و در بقیه ماه‌های سال بازده بازار منفی است، که در ماه رجب نسبت به بقیه ماه‌ها کمتر است. همچنین، نتایج نشان داد که نوسانات بازده در ماه‌های رمضان و جمادی‌الاول نسبت به بقیه ماه‌های سال کمتر و در ماه شوال نوسانات بازده نسبت به بقیه ماه‌های سال بیشتر است.

اولسن و ماسمن و چو (۲۰۱۵) در پژوهشی با استفاده از تحلیل نقطه انفصال^۱ و هم‌انباشتگی^۲، به ارزیابی اثر آخر هفته در بازار آمریکا پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن بود که واکنش بازار در آخر هفته هیچ تفاوت معناداری با سایر روزهای هفته ندارد. بنابراین، اثر آخر هفته رد شد.

شارما، سانجیو و خارانا (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی اثر بی‌قاعدگی ماه‌های سال در بازار سهام هندوستان پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که در ماه‌های آوریل و دسامبر سهامداران بازده مثبت و معناداری را به دست می‌آورند ولی در ماه‌های فوریه و اکتبر بازار دارای بازده منفی است.

گاوادر، امیرا و حمید (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی تاثیر بی‌قاعدگی‌های تقویمی از جمله؛ اثر آخر هفته، اثر آخر ماه، اثر ژانویه و اثر ماه رمضان، بر رفتار سرمایه‌گذاران پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن بود که در دو روز اول هفته (دوشنبه و سه‌شنبه) بازار دارای بازده منفی و در سه روز آخر هفته (چهارشنبه، پنج‌شنبه و جمعه) بازار دارای بازده مثبت قابل توجهی است. همچنین، در پایان ماه بازار دارای بازده مثبت است. از سوی دیگر ماه رمضان تاثیر معناداری بر بازار دارد، ولی اثر ژانویه مشاهده نشد، یعنی ماه ژانویه تاثیر معناداری بر بازار ندارد.

آبالالا و سالیس (۲۰۱۵) در پژوهشی به بررسی اثر روزهای هفته در بورس اوراق بهادار عربستان پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن بود که اثر اولین روز هفته (شنبه) در بورس این کشور وجود دارد، ولی اثرات این روز بر بازار، در تضاد با نتایج اکثر پژوهش‌هایی است که اثر اولین روز هفته را تایید کرده‌اند. چراکه در این پژوهش، اولین روز هفته با بازدهی غیرمعمول مثبت همراه است.

احمد، محمود و اسلام (۲۰۱۶) در پژوهشی به بررسی روش‌های تشخیص بی‌قاعدگی‌ها در حوزه مالی پرداختند. آن‌ها در پژوهش خود روش خوشه‌بندی مبتنی بر بی‌قاعدگی‌ها را ارائه کردند و بیان کردند که این روش نسبت به بقیه روش‌ها برای تبیین بی‌قاعدگی‌ها مناسب است. یکی از ویژگی‌های این روش نسبت به بقیه روش‌ها، توانایی پیش‌بینی این روش در شرایط وجود اطلاعات محدود مالی است.

سلطانی‌فرد (۱۳۹۰) در پژوهشی تاثیر بی‌نظمی‌های تقویمی بر تغییر قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از منظر کارکنان، کارشناسان و سهامداران را مورد بررسی قرار داد. نتایج پژوهش نشان داد که دوره نخست اجرایی یک دولت تاثیر زیادی بر تغییر قیمت بورس اوراق بهادار دارد، نتایج تجزیه و تحلیل دیگر نشان داد که بین فصل‌های مختلف، تنها فصل تابستان موجب افزایش قیمت سهام می‌شود و با رسیدن فصل پاییز، زمستان و بهار تغییری در قیمت سهام صورت نمی‌گیرد. از سویی براساس نتایج به دست آمده روزهای تعطیلات رسمی و روزهای بعد از تعطیلات رسمی بر تغییر قیمت بورس اوراق بهادار تاثیر چندانی ندارد، اما نتایج این پژوهش نشان داد که روزهای قبل از تعطیلات رسمی روی تغییر قیمت تا حدودی تاثیر دارد، تاثیر معاملات اولین روز و روزهای وسط هفته بر تغییر قیمت ناچیز است، روزهای آخر هفته بر تغییر قیمت تاثیر دارد و موجب افزایش قیمت سهام می‌شود، تاثیرات ۱۵ روز اول هر ماه با ۱۵ روز دوم آن متفاوت است و تاثیر نخستین ماه‌های سال (فروردین و اردیبهشت) با ماه‌های پایانی سال یکسان نیست، بین معاملات اولین ماه هر فصل، در ماه وسط و آخرین ماه آن تفاوت چندانی مشاهده نشد و معامله در اول فصل و معامله در آخر فصل موجب افزایش قیمت سهام

نمی‌شود، رسیدن ماه‌های خاص مانند رمضان بر تغییر قیمت تاثیر ندارد. در حالی که ماه‌های خاص مانند محرم بر تغییر قیمت بورس تاثیر دارد، ولی این تاثیر باعث افزایش قیمت سهام نمی‌شود.

بهار مقدم و کوارائی (۱۳۹۱) در پژوهشی به بررسی اثر روزها و ماه‌های سال، متغیرهای کلان اقتصادی و تورم بر بازده سهام پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که بیش‌ترین بازده سهام در روزهای هفته متعلق به چهارشنبه‌ها و کم‌ترین بازده سهام متعلق به یکشنبه‌ها است. در رابطه با ماه‌های سال، بیش‌ترین بازده سهام، متعلق به شش ماه اول و کم‌ترین بازده، متعلق به شش ماه دوم سال (به‌ویژه اسفند ماه) است. همچنین، هیچ ارتباط معناداری، بین متغیرهای کلان اقتصادی و بازده فوق‌العاده فصلی مشاهده نشد.

تحلیل‌های زمان-مکان-فرکانس

آنالیز در حوزه فرکانس

در قرن ۱۹ میلادی، یک ریاضیدان فرانسوی به نام جوزف فوریه نشان داد که هر تابع متناوب را می‌توان بر حسب مجموع نامتناهی از توابع پایه سینوسی و کسینوسی (و یا تابع نمایی متناوب مختلط) نوشت. سال‌ها بعد از کشف این خاصیت شگفت‌انگیز توابع متناوب، این ایده تحت عنوان تبدیل فوریه به سایر توابع نیز تعمیم داده شد. پس از این تعمیم بود که تبدیل فوریه به عنوان ابزاری کارآمد در محاسبات کامپیوتری وارد شد. در سال ۱۹۶۵، یعنی نزدیک به ۱۵۰ سال بعد از آنکه جوزف فوریه ایده خود را مطرح نمود، یک الگوریتم جدید با نام تبدیل فوریه زمان-کوتاه جای خود را در محاسبات کامپیوتری باز کرد. تبدیل فوریه، یک سیگنال را به مجموعی نامتناهی از تابع نمایی مختلف افراز می‌کند که هر کدام از آن‌ها دارای فرکانس‌های مختلفی هستند. طبق تعریف، تبدیل فوریه سیگنال پیوسته در زمان $x(t)$ به صورت رابطه ۱، به دست می‌آید.

$$X(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)e^{-j2\pi ft} dt \quad \text{رابطه ۱}$$

که در آن t زمان و f فرکانس است. رابطه ۱، تبدیل فوریه سیگنال $x(t)$ را نشان می‌دهد. با استفاده از تبدیل فوریه می‌توان سیگنال زمانی را به صورت یکتا به صورت رابطه ۲، تعیین کرد. که در اصطلاح، عکس تبدیل فوریه سیگنال نامیده می‌شود.

$$X(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(f)e^{+j2\pi ft} dt \quad \text{رابطه ۲}$$

با دقت در رابطه ۱، می‌توان دید که سیگنال $x(t)$ در یک جمله نمایی با فرکانس معین f ضرب شده است و سپس بر تمام زمان‌ها انتگرال گرفته شده است. باید دقت نمود که جمله نمایی را می‌توان به صورت رابطه ۳، نوشت.

$$e^{j2\pi ft} = \cos(j2\pi ft) + j\sin(j2\pi ft) \quad \text{رابطه ۳}$$

رابطه ۳، شامل یک جمله حقیقی کسینوسی با فرکانس f و یک جمله موهومی سینوسی با فرکانس f است. بنابراین، آنچه در تبدیل فوریه صورت می‌گیرد، در حقیقت ضرب نمودن سیگنال زمانی در یک تابع نمایی مختلط است که در واقع ترکیبی از دو تابع تناوبی با فرکانس f است. در گام بعد، از این حاصل ضرب انتگرال‌گیری زمانی می‌شود. به بیان بهتر، تمام نقاط این حاصل ضرب با یکدیگر جمع می‌شوند. در نهایت اگر حاصل این انتگرال‌گیری (که چیزی جز نوعی جمع نامتناهی نیست) عددی بزرگ باشد، آنگاه گفته می‌شود که سیگنال $x(t)$ یک مؤلفه فرکانسی برجسته در فرکانس f دارد. اگر حاصل مقداری کوچک باشد، گفته می‌شود مؤلفه فرکانسی f در این سیگنال غالب نیست. صفر بودن حاصل انتگرال نیز به معنای عدم وجود چنین فرکانسی در سیگنال است. برای آن که بررسی دقیق‌تری نسبت به عملکرد این انتگرال‌گیری ایجاد شود، فرض کنید سیگنال دارای مؤلفه فرکانسی غالب در فرکانس مشخص f باشد. با ضرب این سیگنال در جمله سینوسی با همان فرکانس f ، مؤلفه فرکانسی غالب و جمله سینوسی بر یکدیگر انطباق یافته و از این رو مقدار عددی حاصل ضرب نسبتاً بزرگ خواهد بود که نشان می‌دهد سیگنال در فرکانس f یک مؤلفه برجسته دارد.

شایان ذکر است، انتگرال تبدیل فوریه بر روی متغیر زمان گرفته می‌شود حال آن که سمت چپ این معادله بر حسب فرکانس است. بنابراین، رابطه ۱، باید به ازای همه مقادیر f محاسبه شود. دقت به این نکته که حدود انتگرال رابطه ۱، از $-\infty$ تا $+\infty$ است، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا با این تعبیر، هیچ تفاوتی ندارد که فرکانس f در کجای زمان حضور داشته باشد. به بیان دیگر، یک فرکانس غالب، صرف نظر از اینکه در چه زمان‌هایی در سیگنال ظاهر شود، حاصل انتگرال را به یک میزان تحت تأثیر قرار می‌دهد. این نکته، ناکارآمدی تبدیل فوریه را در آنالیز سیگنال‌هایی که فرکانس متغیر دارند نشان می‌دهد. این گونه سیگنال‌ها در اصطلاح ناپایستا^۱ نامیده می‌شود.

از بحث بالا می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تبدیل فوریه تنها بیان‌کننده این است که فرکانس f در سیگنال موردنظر وجود دارد یا خیر، اما هیچ نوع اطلاعاتی در مورد بازه زمانی

متناظر با پدیداری آن فرکانس ارائه نمی‌دهد. از این رو توجه به ایستا بودن یا نبودن سیگنال، پیش از انجام آنالیز فوریه الزامی است (ادیسون، ۲۰۰۲).

تبدیل فوریه زمان-کوتاه

همانطور که بیان شد، تبدیل فوریه در آنالیز سیگنال‌های نایستا ضعف دارد. ساده‌ترین ایده‌ای که به ذهن می‌رسد این است که می‌توان بخش کوتاهی از یک سیگنال نایستا را ایستا فرض نمود. بنابراین، می‌توان با پنجره کردن سیگنال، بخشی از سیگنال که قرار است ایستا فرض شود را استخراج نمود. البته باید دقت داشت که اندازه پنجره به نحوی انتخاب شود که فرض ایستا بودن برای تمام بخش‌های جدا شده توسط آن، برقرار باشد.

با توجه به نکات بالا می‌توان مشاهده نمود که بین تبدیل فوریه و نسخه زمان-کوتاه آن تفاوت چندانی وجود ندارد. تنها تفاوت این است که در تبدیل فوریه زمان-کوتاه، سیگنال به بخش‌های به حد کافی کوچکی تقسیم می‌شود به نحوی که بتوان این قسمت‌ها را ایستا فرض نمود. بدین منظور از یک تابع پنجره w استفاده می‌شود که طول آن برابر است با حداقل طول مورد نیاز برای آن که فرض ایستا بودن قطعات جدا شده سیگنال معتبر باشد. بدین ترتیب، تبدیل فوریه زمان-کوتاه سیگنال $x(t)$ با استفاده از پنجره زمانی $w(t)$ به صورت رابطه ۴، تعریف می‌شود.

$$STFT_x^w(\tau, f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)w^*(t - \tau)e^{-j2\pi ft} dt \quad \text{رابطه ۴}$$

که در آن f متغیر فرکانسی و τ متغیر زمانی است. در حقیقت تبدیل فوریه زمان-کوتاه، همان تبدیل فوریه سیگنال پنجره شده است. با شروع از ابتدای سیگنال، تابع پنجره در سیگنال ضرب شده و سپس تبدیل فوریه این سیگنال پنجره شده محاسبه می‌شود. در گام بعد، پنجره به میزان τ تغییر می‌یابد و روند قبل مجدد تکرار می‌شود. بنابراین، برای هر مقدار f و τ تبدیل فوریه زمان-کوتاه محاسبه می‌شود. با دقت در رابطه ۴، مشخص می‌شود که تبدیل فوریه زمان-کوتاه نوعی تبدیل زمان-فرکانس است، زیرا خروجی آن دارای دو بعد فرکانس f و جابجایی زمانی τ است. از این رو، با احتساب دامنه ضرایب تبدیل، می‌توان شکل تبدیل فوریه زمان-کوتاه را به صورت یک نمودار سه بعدی ارائه کرد.

همانطور که بیان شد، در تبدیل فوریه، در حوزه فرکانس هیچ‌گونه مشکل رزولوشن فرکانسی وجود ندارد، زیرا به طور دقیق مشخص بود چه فرکانس‌هایی در سیگنال موجود است (اما از محل زمانی آن‌ها اطلاعی در دست نیست). به طور مشابه، در حوزه زمان، مقدار سیگنال در هر نمونه زمانی مشخص است و از این رو هیچ مشکلی با رزولوشن زمانی وجود ندارد. بالعکس،

رزولوشن زمانی در حوزه فرکانس و رزولوشن فرکانسی در حوزه زمان در تبدیل فوریه صفر است، زیرا حوزه موردنظر، هیچ گونه اطلاعاتی از آن‌ها ارائه نمی‌دهد. از طرف دیگر، باید دقت داشت آنچه که باعث می‌شود در حوزه فرکانس بهترین رزولوشن فرکانسی وجود داشته باشد، در حقیقت همان هسته نمایی $\exp(-j2\pi ft)$ است که در تمام زمان‌ها، از $-\infty$ تا $+\infty$ حضور دارد. در حالی که، در تبدیل فوریه زمان-کوتاه، طول پنجره مورد استفاده متناهی است که سبب کاهش رزولوشن فرکانسی می‌شود. به همین دلیل، در تبدیل فوریه زمان-کوتاه، دقیقاً مشخص نیست چه مؤلفه فرکانسی در سیگنال موجود است، بلکه تنها یک محدوده (یک باند فرکانسی) خواهیم داشت. از این رو به دلیل محدود بودن طول پنجره، رزولوشن فرکانسی تبدیل فوریه زمان-کوتاه بهترین نخواهد بود. مشخص است که هرچه طول پنجره مورد استفاده بزرگتر باشد، به سمت تبدیل فوریه سوق پیدا می‌کند. بنابراین، با انتخاب پنجره زمانی بزرگ، رزولوشن فرکانسی افزایش می‌یابد. حال آن که رزولوشن زمانی یک پنجره بزرگ کم است. در نقطه مقابل، با انتخاب پنجره زمانی کوچک، رزولوشن زمانی خوبی وجود خواهد داشت، اما رزولوشن فرکانسی نامناسب خواهد بود. از آنجا که پنجره به کار رفته در محاسبه تبدیل فوریه زمان-کوتاه ثابت است، از این رو بر حسب سیگنال مورد تحلیل، بایستی نوعی مصالحه بین رزولوشن زمانی و فرکانسی قائل شویم، زیرا نمی‌توان همزمان هر دو را بهبود بخشید (ادیسون، ۲۰۰۲).

تبدیل ویولت پیوسته

تبدیل ویولت پیوسته به عنوان روشی جایگزین بر تبدیل فوریه زمان-کوتاه ارائه شده است و هدف آن، حل مشکلات مربوط به رزولوشن در تبدیل فوریه زمان-کوتاه است. در آنالیز ویولت، مشابه با تبدیل فوریه زمان-کوتاه، سیگنال موردنظر در یک تابع (ویولت) ضرب می‌شود که در حقیقت نقش همان تابع پنجره را دارد. همچنین، به طور مشابه با قبل، تبدیل ویولت نیز به طور جداگانه بر روی قطعه‌های زمانی مختلف سیگنال انجام می‌شود. اما به طور ذاتی دو اختلاف عمده با تبدیل فوریه زمان-کوتاه دارد که عبارتند از:

۱. در تبدیل ویولت، از سیگنال پنجره شده، تبدیل فوریه گرفته نمی‌شود و بنابراین پیک‌های منفرد متناظر با یک سینوسی، یا به عبارت دیگر فرکانس‌های منفی محاسبه نمی‌شود.
 ۲. در تبدیل ویولت، عرض پنجره به موازات تغییر مؤلفه‌های فرکانسی تغییر می‌کند که به طور حتم مهم‌ترین ویژگی تبدیل ویولت است.
- بر این اساس، تبدیل ویولت پیوسته به صورت رابطه ۵، تعریف می‌شود.

$$CWT_x^\psi(\tau, s) = \Psi_x^\psi(\tau, s) = \frac{1}{\sqrt{|s|}} \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \Psi^*\left(\frac{t-\tau}{s}\right) dt \quad \text{رابطه ۵}$$

که در آن τ و s به ترتیب پارامترهای انتقال و مقیاس هستند. مفهوم انتقال مشابه با مفهوم انتقال زمانی در تبدیل فوریه زمان-کوتاه است که میزان جابجایی پنجره را معلوم می‌کند و به وضوح، اطلاعات زمانی تبدیل را دربردارد. اما برخلاف تبدیل ویولت زمان-کوتاه، در تبدیل ویولت به طور مستقیم پارامتر فرکانس وجود ندارد. در مقابل، پارامتر مقیاس وجود دارد که به طور معکوس با فرکانس ارتباط دارد. به عبارت دیگر $(s = \frac{1}{f})$. در رابطه با مفهوم مقیاس در ادامه مطالب ارائه می‌شود. در رابطه ۵، Ψ تابع پنجره است که به اصطلاح ویولت مادر نامیده می‌شود. واژه ویولت به معنای موج کوچک است که در برخی ترجمه‌ها، تعبیر موجک برای آن آورده شده است. دلیل استفاده از واژه کوچک، محدود بودن و کوتاه بودن تابع پنجره است. علت استفاده از واژه موج نیز به دلیل ماهیت نوسانی این تابع است. واژه مادر نیز به این منظور به کار برده می‌شود که تمامی نسخه‌های انتقال یافته و مقیاس شده، همگی از روی یک تابع اولیه به دست می‌آیند که به اصطلاح ویولت مادر نامیده می‌شود. به بیان علمی، ویولت مادر، یک تابع الگو برای تولید سایر پنجره‌ها است.

آن‌چنان که پیش از این عنوان شد، در تبدیل ویولت به جای فرکانس، پارامتر مقیاس وجود دارد. همان‌گونه که از معنی این پارامتر مشخص است، نوعی مفهوم مقیاس درون آن نهفته است. درست به مانند مفهوم مقیاس در نقشه، در تبدیل ویولت نیز مقیاس‌های بزرگ، متناظر با یک دید کلی و فارغ از جزئیات به سیگنال است (متناظر با فرکانس‌های پایین) و مقیاس‌های کوچک، متناظر با نگاه به جزئیات سیگنال است و از این‌رو در تناظر با فرکانس‌های بالا خواهد بود.

مقیاس کردن، به عنوان یک اپراتور ریاضی، سیگنال را منقبض یا منبسط می‌کند. به همین دلیل، در مقیاس‌های بالا که سیگنال منبسط می‌شود، جزئیات؛ و در مقیاس‌های پایین که سیگنال منقبض می‌شود، کلیات وجود خواهد داشت. باید این موضوع را مدنظر قرار داد که متغیر مقیاس در تعریف تبدیل ویولت، در مخرج ظاهر شده است. بنابراین، به ازای $s > 1$ سیگنال منبسط شده و به ازای $s < 1$ سیگنال فشرده می‌شود (ادیسون، ۲۰۰۲).

روش‌شناسی پژوهش

جامعه آماری این پژوهش، شامل همه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است که طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۹۴ در بورس فعالیت داشته‌اند. با توجه به ویژگی تحلیل‌های

زمان-مکان-فرکانس در این پژوهش هیچ‌گونه نمونه‌گیری آماری نمی‌شود و تجزیه و تحلیل روی کل اجزای جامعه انجام است.

برای گردآوری اطلاعات نظری پژوهش نیز، از نشریات، کتب و همچنین پایگاه‌های اطلاعاتی در دسترس استفاده شده است. همچنین، داده‌های مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل، از اطلاعات مربوط به حجم معاملات و شاخص سهام بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. به این منظور، بخش عمده‌ای از اطلاعات از طریق پایگاه‌های اطلاعاتی سازمان بورس اوراق بهادار تهران، پایگاه اطلاعاتی متعلق به مرکز مدیریت پژوهش و مطالعات اسلامی سازمان بورس اوراق بهادار تهران و سایر سایت‌ها و منابعی که اطلاعات لازم را فراهم آورد، استفاده شده است.

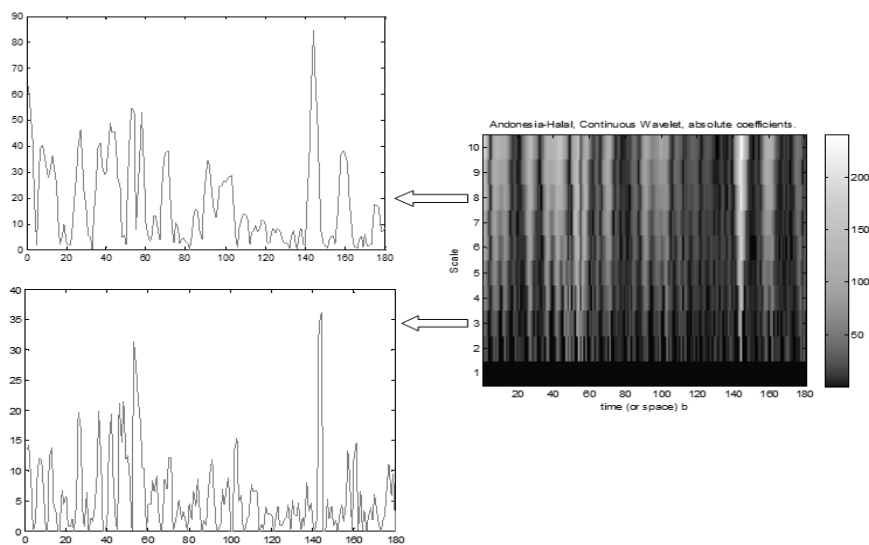
متغیرهای این پژوهش با نرم‌افزار Excel ویرایش ۲۰۱۱ محاسبه و برای تخمین مدل‌ها از نرم‌افزار مطلب ویرایش ۲۰۱۳، استفاده شده است. سپس اطلاعات حاصل از اندازه‌گیری متغیرها با استفاده از دو نوع از تحلیل‌های زمان-مکان-فرکانس (شامل تبدیل فوریه زمان-کوتاه و تبدیل ویولت پیوسته) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. در ادامه به تشریح این تحلیل‌ها پرداخته می‌شود.

بررسی نمودارهای حاصل از تبدیل ویولت پیوسته

برای نمایش توابع دو بعدی به فضای نمایش سه بعدی نیاز است. گاهی برای نمایش راحت‌تر این گونه توابع، بعد سوم با طیف رنگی نمایش داده می‌شود. نمودارهای خروجی ویولت، با یک تصویر رنگی ارائه می‌شوند که معرف دامنه سیگنال مورد بحث (در این پژوهش شاخص سهام و حجم معاملات سهام) با رزولوشن‌های (قابلیت تفکیک‌پذیری خطوط) مختلف و در طول یک بازه زمانی است. این تصویر را می‌توان به صورت یک تابع دو بعدی در نظر گرفت که بعد آن (محور عمودی) متناظر با مقیاس، بعد دوم آن (محور افقی) متناظر با زمان و رنگ‌های هر پیکسل متناظر با مقدار تابع ویولت در آن زمان و مقیاس خاص است، به طوری که رنگ‌های روشن‌تر متناظر با مقادیر بیشتر و رنگ‌های تیره‌تر متناظر با مقادیر کمتر هستند. مقیاس یا همان محور عمودی، رابطه عکس با رزولوشن دارد، به طوری که هر چقدر مقیاس افزایش یابد رزولوشن نمایش کاهش می‌یابد. به عنوان مثال مقیاس سه روزه دارای رزولوشن نمایش بیشتری نسبت به مقیاس هشت روزه است. ویژگی ویولت این است که یک آنالیز چند رزولوشن در اختیار ما قرار می‌دهد.

یک تعبیر دیگر برای ویولت نمایش نرخ تغییرات سریع و کند بازار است. به عنوان مثال، مقیاس سه روزه، تغییرات سه روز به سه روز بازار را نمایش می‌دهد و مقیاس هشت روزه تغییرات

هشت روز به هشت روز را نشان می‌دهد. بنابراین، می‌توان گفت مقیاس سه روزه متناظر با تغییرات سریع بازار است، نسبت به مقیاس هشت روزه که متناظر با تغییرات کندتر بازار است. بنابراین، نمایش ویولت قادر است نرخ تغییرات را با رزولوشن‌های متفاوت در اختیار قرار دهد و با داشتن نمایش ویولت می‌توان هم تغییرات سریع و هم تغییرات کند بازار را بررسی کرد.



شکل ۱. تصویری از خروجی ویولت پیوسته

شکل ۱، یک تصویر خروجی از ویولت پیوسته است که در مقیاس‌های یک تا ده روز و در فاصله زمانی ۱۸۰ روز مورد بررسی قرار گرفته است. فرض کنید یک مقیاس خاص (به طور مثال سه روزه) را می‌خواهیم بررسی کنیم. اگر در نمودار ویولت مقابل مقیاس سه روزه به جلو حرکت کرد و در طول زمان (به عنوان مثال ۱۸۰ روز) حرکت کرد، مشخص است که مقدار تابع ثابت نیست و نوسان دارد، به عبارت دیگر رنگ‌های نمایش‌دهنده متناظر با مقدار تابع، روشن و تیره می‌شوند. این بدان معنا است که تغییرات سه روزه به سه روزه بازار در طول زمان (مثلاً ۱۸۰ روز) ثابت نیست. در صورت بررسی این تغییرات برای بازه‌های زمانی مختلف کافی است این بازه‌های زمانی را جدا کرده و مقادیر ویولت به ازای رزولوشن خاص مورد نظر (در اینجا سه روزه) در این دو بازه را با هم مقایسه کرد. برای این کار، این مقادیر ویولت گفته شده را در طول دو بازه مورد نظر با هم جمع زده و دو حاصل جمع با هم مقایسه می‌شوند و در صورت متفاوت بودن دو مقادیر مدل پژوهش تایید و در غیر این صورت مدل رد می‌شود. نکته‌ای که باید به آن توجه

داشت این است که اعداد به دست آمده در جدول‌ها معیاری از نرخ تغییرات بازار هستند. بنابراین، به طور کامل مفهوم نسبی داشته و به تنهایی فاقد معنا هستند و فقط در مقایسه با جدول‌های دیگر قابل تحلیل هستند. به طور مثال با مقایسه نرخ تغییرات دو روز به دو روز نیمه اول و نیمه دوم ماه، می‌توان تنش‌های سریع (دو روزه) بازار را در این دو بازه زمانی مقایسه کرد و با مقایسه نرخ تغییرات ده روز به ده روز، تنش‌های کندتر بازار در این دو بازه قابل مقایسه خواهند بود.

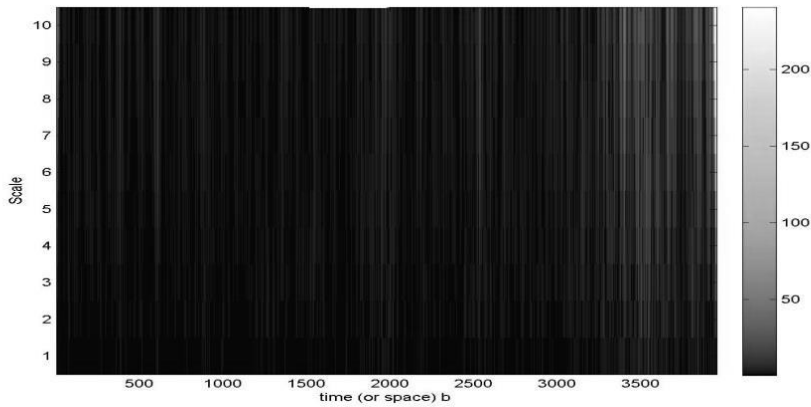
نتایج تبدیل فوریه زمان-کوتاه نیز از حیث بررسی بسیار شبیه نتایج ویولت هستند، با این تفاوت که در اینجا برخلاف ویولت که محور افقی نمایشگر زمان بود، محور عمودی زمان را نشان می‌دهد. به علاوه محور دیگر به جای نمایش مقیاس، فرکانس را نمایش می‌دهد که رابطه عکس با مقیاس دارد (فرکانس از حاصل تقسیم یک بر مقیاس به دست می‌آید). بنابراین، فرکانس‌های بزرگتر معرف رزولوشن بیشتر هستند و برعکس. پس در تبدیل فوریه زمان-کوتاه هم یک نمایش چند رزولوشن وجود دارد.

در نهایت برای دستیابی به یک نتیجه‌گیری کلی شاخص نوسان حجم معاملات و شاخص نوسان شاخص سهام نیمه اول ماه، نیمه دوم ماه و تفاوت بین شاخص نوسان نیمه اول و نیمه دوم هر ماه، در مقیاس‌های مختلف زمانی یک روزه (که معیاری هستند از تنش‌ها و نوسانات سریع) تا ده روزه (که معیاری هستند از تنش‌ها و نوسانات کندتر و ملایم‌تر) ارائه می‌شود. در صورتی که تفاوت بین شاخص نیمه اول و نیمه دوم مثبت باشد، این امر نشان‌دهنده این مطلب است که نوسانات در نیمه اول ماه بیشتر و در صورتی که این تفاوت منفی باشد نشان‌دهنده این مطلب است که نوسانات در نیمه دوم ماه بیشتر است و در صورتی که تفاوت صفر باشد این مطلب نشان‌دهنده عدم تفاوت بین دو نیمه اول و دوم ماه است.

یافته‌های پژوهش

تبیین مدل چرخش ماه بر حجم معاملات

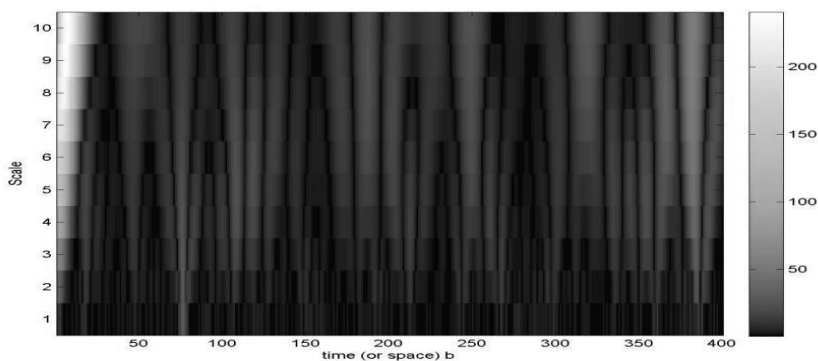
نتایج آزمون مدل چرخش ماه بر حجم معاملات، با استفاده از روش تبدیل ویولت پیوسته در شکل ۲، ارائه شده است.



شکل ۲. نتایج آزمون مدل با استفاده از تبدیل ویولت پیوسته

در شکل ۲، محور عمودی معرف مقیاس و محور افقی معرف زمان است. در شکل ۲، می‌توان مشاهده نمود که در مقیاس‌های زمانی مختلف مقدار تابع ثابت نیست و نوسان دارد. به عبارت دیگر رنگ‌های نمایش‌دهنده متناظر با مقدار تابع، روشن و تیره می‌شوند. این بدان معنا است که تغییرات حجم معاملات در مقیاس‌های مختلف زمانی ثابت نیست. پس می‌توان مدل پژوهش را تایید نمود.

به دلیل تجمیع اطلاعات دوره ده ساله و تراکم اطلاعات در شکل ۲، اطلاعات مربوط به یک سال به صورت جداگانه استخراج و در شکل ۳، بزرگنمایی شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بر مبنای شکل ۳، نیز می‌توان به این نتیجه رسید که نوسانات حجم معاملات در نیمه اول و نیمه دوم هر ماه در بورس اوراق بهادار تهران، متفاوت است.



شکل ۳. نتایج آزمون مدل با استفاده از تبدیل ویولت پیوسته برای یک سال

شاخص نوسان حجم معاملات در جدول ۱، ارائه شده است.

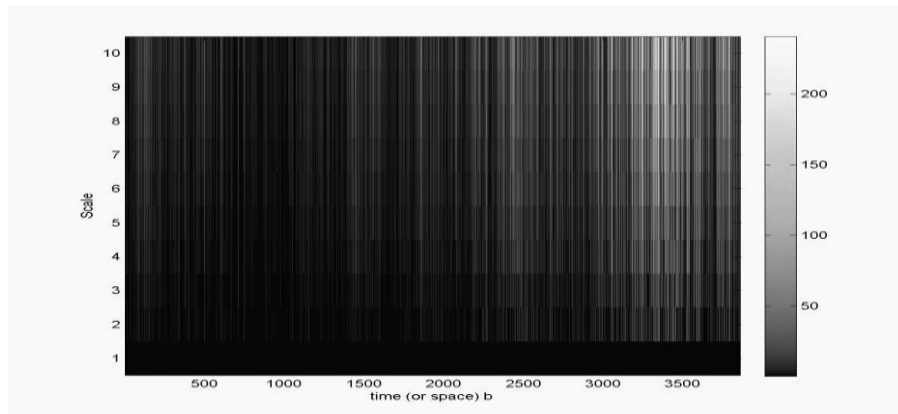
جدول ۱. نتایج آزمون تبدیل ویولت پیوسته در مقیاس‌های مختلف زمانی

مقیاس	نیمه اول ماه	نیمه دوم ماه	تفاوت
یک روز	۴/۵۹۶/۳۲۷	۴/۵۹۷/۳۷۸	(۱/۰۵۱)
دو روز	۷/۹۳۶/۰۳۱	۷/۵۲۸/۴۷۳	۴۰۷/۵۵۷
سه روز	۱۰/۳۴۲/۴۷۰	۹/۵۱۷/۱۷۵	۸۲۵/۲۹۴
چهار روز	۱۲/۷۶۷/۵۰۷	۱۱/۵۵۱/۶۷۴	۱/۲۱۵/۸۳۳
پنج روز	۱۴/۷۵۸/۶۶۲	۱۳/۳۴۹/۴۲۴	۱/۴۰۹/۲۳۸
شش روز	۱۶/۱۴۳/۹۴۱	۱۵/۰۰۵/۳۱۵	۱/۱۳۸/۶۲۵
هفت روز	۱۷/۳۴۴/۱۰۲	۱۶/۷۱۳/۶۳۳	۶۳۰/۴۶۹
هشت روز	۱۸/۸۰۱/۰۳۶	۱۸/۶۹۴/۰۶۲	۱۰۶/۹۷۳
نه روز	۲۰/۵۳۵/۸۶۵	۲۰/۹۰۵/۷۴۷	(۳۶۹/۸۸۱)
ده روز	۲۲/۵۳۴/۷۴۱	۲۳/۲۴۶/۰۳۷	(۷۱۱/۵۹۶)

در مقایسه معیارهای به دست آمده از روش تبدیل ویولت پیوسته که در جدول ۱، نشان داده شده است، می‌توان نتیجه گرفت که شاخص نوسان حجم معاملات در مقیاس‌های دو روزه تا هشت روزه که بیانگر نوسانات سریع است. در نیمه اول ماه بیشتر است، در سایر مقیاس‌ها نوسانات حجم معاملات در نیمه دوم ماه بیشتر است. در واقع با فیلتر گرفتن از مقیاس یک روزه، می‌توان بیان کرد که در نیمه دوم ماه تغییرات کندتر و ملایم‌تر (مرتبط با مقیاس‌های زمانی بزرگتر) و در نیمه اول ماه نوسانات و تغییرات به نسبت سریع در حجم معاملات وجود دارد. بنابراین، می‌توان این‌گونه بیان کرد که چرخش ماه بر حجم معاملات تأثیر معناداری دارد.

تبیین مدل چرخش ماه بر نوسانات شاخص سهام

در بررسی اثر چرخش ماه بر نوسانات شاخص سهام برای دست‌یابی به نتایج بهتر و قابل اتکاتر، علاوه بر استفاده از روش تبدیل ویولت پیوسته، از روش تبدیل فوریه زمان-کوتاه نیز استفاده شده است. نتایج آزمون مدل چرخش ماه بر نوسانات شاخص سهام با استفاده از روش تبدیل ویولت پیوسته در شکل ۴، ارائه شده است.



شکل ۴. نتایج آزمون مدل با استفاده از تبدیل ویولت پیوسته

در شکل ۵، می‌توان مشاهده نمود که در مقیاس‌های زمانی مختلف مقدار تابع ثابت نیست و نوسان دارد، به عبارت دیگر رنگ‌های نمایش‌دهنده متناظر با مقدار تابع، روشن و تیره می‌شوند. این بدان معنا است که نوسانات شاخص سهام در مقیاس‌های مختلف زمانی ثابت نیست، مدل پژوهش را تایید نمود.

شاخص نوسان شاخص سهام در جدول ۲، ارائه شده است.

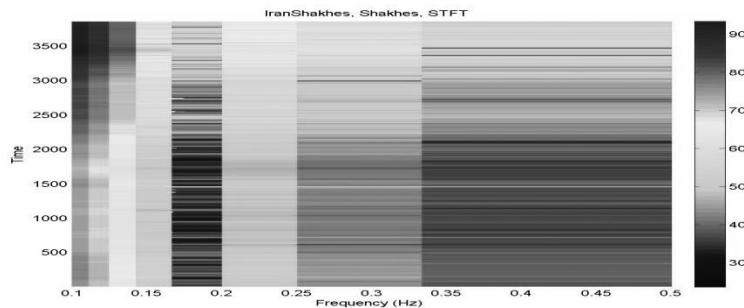
جدول ۲. نتایج آزمون تبدیل ویولت پیوسته در مقیاس‌های مختلف زمانی

مقیاس	نیمه اول ماه	نیمه دوم ماه	تفاوت
یک روز	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
دو روز	۱۱۸/۲۶۰	۱۱۹/۳۸۰	(۱/۱۲۰)
سه روز	۱۷۲/۰۰۴	۱۷۰/۵۲۳	۱/۴۸۰
چهار روز	۲۸۳/۹۹۰	۲۷۶/۰۱۰	۷/۹۷۹
پنج روز	۳۵۶/۸۱۷	۳۵۱/۳۵۱	۵/۴۶۶
شش روز	۴۷۲/۷۲۰	۴۵۷/۲۹۰	۱۵/۴۲۹
هفت روز	۵۵۷/۲۲۶	۵۴۷/۳۲۴	۹/۹۰۱
هشت روز	۶۸۰/۹۶۸	۶۵۸/۲۵۲	۲۲/۷۱۵
نه روز	۷۷۶/۸۷۳	۷۵۶/۴۶۶	۲۰/۴۰۷
ده روز	۹۰۵/۹۹۷	۸۷۰/۲۵۴	۳۵/۷۴۳

در مقایسه معیارهای به دست آمده از روش تبدیل ویولت پیوسته که در جدول ۲، نشان داده شده است، می‌توان نتیجه گرفت که شاخص نوسان شاخص سهام در مقیاس یک روزه در نیمه

اول و دوم ماه یکسان است. در مقیاس زمانی دو روزه نوسان شاخص سهام در نیمه دوم ماه بیشتر، و در سایر مقیاس‌ها نوسانات شاخص سهام در نیمه اول ماه بیشتر است. در واقع می‌توان بیان کرد که به جز تغییرات دو روزه که نوسانات شاخص سهام در نیمه دوم ماه در مقایسه با نیمه اول ماه بیشتر است. تغییرات سریع شاخص سهام (مرتبط با مقیاس‌های کوچکتر زمانی) و تغییرات کند و ملایم (مرتبط با مقیاس‌های زمانی بزرگتر) نیمه اول ماه در مقایسه با نیمه دوم ماه بیشتر است. بنابراین، می‌توان این‌گونه بیان کرد که چرخش ماه بر نوسانات شاخص سهام تأثیر معناداری دارد.

نتایج آزمون مدل با استفاده از روش تبدیل فوریه زمان-کوتاه در شکل ۵، ارائه شده است.



شکل ۵. نتایج آزمون مدل با استفاده از تبدیل فوریه زمان-کوتاه

در شکل ۵، برخلاف روش تبدیل ویولت پیوسته، محور عمودی معرف زمان و محور افقی معرف فرکانس است. در شکل ۵، می‌توان مشاهده نمود که در فرکانس‌های مختلف مقدار تابع ثابت نیست و نوسان دارد. به عبارت دیگر رنگ‌های نمایش‌دهنده متناظر با مقدار تابع، آبی و قرمز می‌شوند. این بدان معنا است که نوسانات شاخص سهام در فرکانس‌های مختلف ثابت نیست، پس می‌توان مدل پژوهش را تایید نمود.

در مقایسه معیارهای به دست آمده از روش تبدیل فوریه زمان-کوتاه که در جدول ۳، نشان داده شده است، می‌توان بیان کرد که فرکانس‌های معادل دو و شش روزه نوسان شاخص سهام در نیمه دوم ماه بیشتر و در سایر فرکانس‌ها نوسانات شاخص سهام در نیمه اول ماه بیشتر است. در واقع می‌توان بیان کرد که به جز فرکانس‌های معادل دو روز و شش روز، چه تغییرات سریع شاخص سهام (مرتبط با فرکانس‌های بزرگتر) و چه تغییرات کندتر و ملایم‌تر (مرتبط با فرکانس‌های کوچکتر)، در نیمه اول ماه بیشتر از نیمه دوم ماه است.

جدول ۳. نتایج آزمون تبدیل فوریه زمان-کوتاه در فرکانس‌های مختلف

فرکانس	نیمه اول ماه	نیمه دوم ماه	تفاوت
۰/۱ (معادل مقیاس ده روز)	۳/۸۲۶/۰۲۸	۳/۸۰۵/۸۷۵	۲۰/۱۵۳
۰/۱۵ (معادل مقیاس نه روز)	۲/۲۸۵/۰۹۳	۲/۲۷۳/۱۶۵	۱۱/۹۲۸
۰/۲ (معادل مقیاس هشت روز)	۱/۰۳۴/۷۹۸	۱/۰۲۸/۷۹۲	۶/۰۰۵
۰/۲۵ (معادل مقیاس هفت روز)	۲۶۲/۹۴۶	۲۵۹/۸۷۷	۳/۰۶۸
۰/۳ (معادل مقیاس شش روز)	۴۷/۸۶۲	۴۸/۰۹۳	(۲۳۱)
۰/۳۵ (معادل مقیاس پنج روز)	۲۰۱/۹۱۶	۲۰۰/۴۶۵	۱/۴۵۰
۰/۴ (معادل مقیاس چهار روز)	۹۹/۰۵۴	۹۷/۰۸۴	۱/۹۷۰
۰/۴۵ (معادل مقیاس سه روز)	۵۶/۰۶۵	۵۴/۱۱۸	۱/۹۴۷
۰/۵ (معادل مقیاس دو روز)	۲۵۵/۱۵۵	۲۵۷/۵۷۹	(۲/۴۲۳)

با بررسی نتایج حاصل از دو روش تبدیل ویولت پیوسته و تبدیل فوریه زمان-کوتاه، می‌توان این‌گونه بیان کرد که به جز مقیاس شش روزه (معادل فرکانس ۰/۳) که نتایج دو روش متفاوت است، نتایج حاصل از هر دو روش مؤید یکدیگر هستند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد هدف پژوهش بررسی اثر چرخش ماه بر واکنش سرمایه‌گذاران در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از تحلیل‌های زمان-مکان-فرکانس است. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل یافته‌های پژوهش، هر دو مدل پژوهش تایید شدند. مدل‌های پژوهش، انعکاسی از دیدگاه آریل (۱۹۸۷) است. به اعتقاد این پژوهشگر واکنش سرمایه‌گذاران در نیمه نخست ماه‌های تقویمی (۱۵ روز اول ماه) در مقایسه با نیمه دوم ماه‌های تقویمی (۱۵ روز دوم ماه)، متفاوت است. در حوزه پژوهش‌های داخلی نیز سلطانی‌فرد (۱۳۹۰) با استفاده از روش پیمایشی (پرسشنامه‌ای)، این نظریه را مورد آزمون قرار داد و به نتیجه مشابه پژوهش آریل (۱۹۸۷) رسید. نتایج حاصل از آزمون مدل‌های پژوهش که به دنبال بسط و توسعه مبانی نظری و معرفی مدل‌های زمان-مکان-فرکانس به عنوان راه‌کارهای متفاوت از مدل‌های سنتی است، بیانگر این مطلب است که در بورس اوراق بهادار تهران نوسانات شاخص سهام و حجم معاملات سهام در نیمه اول و نیمه دوم ماه تقویمی باهم متفاوت است. بنابراین، نتایج حاصل از بررسی اثر چرخش ماه بر نوسانات شاخص سهام، مؤید نظرات و نتایج آریل

(۱۹۸۷) و سلطانی فرد (۱۳۹۰) است. بنابراین، با توجه به نتایج حاصل از مدل‌های پژوهش می‌توان موارد ذیل را بیان نمود.

الف) بورس اوراق بهادار تهران ناکارا است (وجود بی‌قاعدگی دلیلی بر ناکارا بودن بازار است).
ب) در بورس اوراق بهادار تهران ۱۵ روز اول ماه، بازار دچار تنش و فعالیت بیشتری است هر چند که نوسانات ملایم شاخص سهام در نیمه دوم ماه مشاهده شده است.
با توجه به یافته‌های پژوهش، پیشنهادهای زیر به سرمایه‌گذاران، سازمان بورس و اوراق بهادار و شرکت‌ها ارائه می‌شود.

۱. با توجه اثرگذار بودن چرخش ماه بر واکنش سرمایه‌گذاران، به سرمایه‌گذاران پیشنهاد می‌شود در تصمیم‌گیری برای خرید و فروش سهام علاوه بر در نظر گرفتن متغیرهای مالی و غیرمالی، به قرار گرفتن در ۱۵ روز اول یا ۱۵ روز دوم ماه تقویمی نیز توجه کنند.

۲. با توجه به کارا نبودن بازار سرمایه (وجود بی‌قاعدگی بازار دلیلی بر ناکارا بودن بازار سرمایه است)، بهبود رویه‌های نظارتی، اصلاح مقررات، ثبات بیشتر در سیاست‌گذاری‌ها و ایجاد ساز و کار مناسب برای ارائه اطلاعات آگاهی‌بخش به سرمایه‌گذاران، می‌تواند به آن‌ها کمک کند تا به‌جای تصمیم‌گیری بر پایه اطلاعات مالی و غیرمالی به‌دست آمده، با مطالعه بی‌قاعدگی‌های مختلف تصمیم‌گیری خود را بهبود بخشند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که سیستم اطلاع‌رسانی جامع و مناسبی در بورس اوراق بهادار ایجاد شود، به طوری که اطلاعات مورد نیاز برای انجام تجزیه و تحلیل‌های لازم، به موقع و به نحو مطلوبی در اختیار استفاده‌کنندگان قرار گیرد و استفاده از این اطلاعات منحصر به گروه خاصی نباشد.

همچنین، به منظور انجام پژوهش‌های آتی در ارتباط با این پژوهش، موضوع‌های زیر پیشنهاد می‌شود.

۱. تکرار این پژوهش با در نظر گرفتن نوع واکنش سرمایه‌گذاران در صنایع مختلف.
۲. استفاده از تحلیل‌های زمان-مکان-فرکانس برای بررسی واکنش سرمایه‌گذاران در ساعت‌های مختلف روز.
۳. استفاده از تحلیل‌های زمان-مکان-فرکانس برای بررسی اثر حرام و غیرحرام بودن ماه بر واکنش سرمایه‌گذاران در ساعت‌های مختلف روز.
۴. بررسی روند تأثیرگذاری چرخش ماه بر واکنش سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار.

منابع

- بهارمقدم، م.، و کورائی، ط. (۱۳۹۱). ارتباط روزها و ماه‌های سال، متغیرهای کلان اقتصادی و بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران. *مجله پیشرفت‌های حسابداری*، ۴(۲)، ۱-۲۶.
- راعی، ر.، و شیرزادی، س. (۱۳۸۷). بی‌قاعدگی‌های تقویمی و غیرتقویمی در بازارهای مالی. *فصلنامه بورس اوراق بهادار*، ۱(۱)، ۱۰۱-۱۳۳.
- سلطانی‌فرد، ب. (۱۳۹۰). بی‌قاعدگی‌های تقویمی و تغییر در قیمت شرکت‌ها (در بورس اوراق بهادار تهران). *مجله مدیریت کسب و کار*، ۳(۱۱)، ۱-۲۳.

References

- Addison, P. S. (2002). *The Illustrated Wavelet Transform Handbook-Introductory Theory and Applications in Science, Engineering, Medicine and Finance*. United Kingdom, IEEE.
- Abalala, T., & Sollis, R. (2015). The Saturday Effect: An Interesting Anomaly in the Saudi Stock Market. *Applied Economics*, 47(58), 6317-6330.
- Ahmeda, M., Mahmooda, A. N., & Islam, M. R. (2016). A Survey of Anomaly Detection Techniques in Financial Domain. *Future Generation Computer Systems*, 55, 278-288.
- Ariel, R. A. (1987). A Monthly Effect in Stock Returns. *Journal of Financial Economics*, 18(1), 161-174.
- Bahar Moqaddam, M., & Kavaruee, T. (2013). The Relationship between Days of the Week and Months of the year, Macro Variables of Economic and Stock Return in Tehran Stock Exchange (TSE). *Journal of Accounting Advance*. 4(2), 1-26. (In Persian)
- Fama, E. F., & K. R. French (2008). Dissecting Anomalies. *Journal of finance*, 63, 1653-1678.
- Gouider, J. J., Amira, K., & Hmaid, A. (2015). Stock Market Anomalies: Case of Calendar Effects on the Tunisian Stock Market. *Global Journal of Management and Business Research: B Economics and Commerce*, 15(2), 26-37.

- Halari, A., Nongnuch, T., Power, D. M., & Helliard, Ch. (2015). Islamic Calendar Anomalies: Evidence from Pakistani Firm-level Data. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 58, 64-73.
- Hui, E. C. M., & Chan, K. K. K. (2015). Testing Calendar Effects on Global Securitized Real Estate Markets by Shiryayev-Zhou Index. *Habitat International*, 48, 38-45.
- Olson, D., Mossman, Ch., & Chou, N. T. (2015). The Evolution of the Weekend Effect in US Markets. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 58(1), 56-63.
- Sharma, G. D., Sanjiv, M., & Khurana, p. (2015). Month of the Year Anomalies in Stock Markets: Evidence from India, the *International Journal of Applied Economics and Finance*, 8, 82-97.
- Soltani Far, B. (2011). Changing Menstruation and Changing the Company's Price. *Journal of Business Management*. 3(11), 1-23. (In Persian)
- Raei, R., & Shirzadi, S. (2008). Calendar and Non-calendar Menstruation in Financial Markets. *Journal of Stock Exchange*. 1(1), 101-132. (In Persian)