نشریـه علمـی
دانش مالی تحلیل اوراق بهادار
سال چهاردهم، شماره چهل‌و نهم
بهار ۱۴۰۰

ارائه مدل پیشنهادی پیش‌بینی پایداری مالی شرکت با استفاده از روش اکونوفیزیک

مولود سلیمانی[۱]
فائق احمدی[۲]
حمیدرضا وکیلی فرد[۳]
محمدحسن رنجبر[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۰۹

چکیده

هر مجموعه از ضرایب موجک بخشی از سری زمانی را در مقیاس‌های زمانی متفاوت در بردارد. پیاده‌سازی تبدیل موجک، با بهره‌گیری از بهترین موجک‌ها در سطوح مناسب تأثیر بسزایی در نتایج تحلیل‌های مالی خواهد داشت؛ بنابراین در پژوهش حاضر در پی ارائه مدل پیشنهادی برای پیش‌بینی پایداری مالی شرکت با استفاده از روش اکونوفیزیک با استفاده از یک نمونه متشکل از ۸۶ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ است. نتایج به‌دست‌آمده از فرضیه پژوهش نشان می‌دهد که پیش‌بینی پایداری مالی مبتنی بر روش اکونوفیزیک می‌تواند نتایج بهتری را ارائه دهد. مطابق با یافته‌های پژوهش می‌توان اظهار داشت دندروگرام مشاهده‌شده در موجک دابشیز دقت بیشتری را در نوفه‌زدایی و به‌تبع آن خوشه‌بندی داشته است.

واژه‌های کلیدی: پایداری مالی، روش اکونوفیزیک، نوفه‌زدایی.

۱- دانشجوی دکتری حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات پردیس بین الملل قشم، قشم، ایران.
soleimani.moloud@yahoo.com
۲- استادیار مدیریت مالی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بین الملل قشم، قشم، ایران (نویسنده مسئول) faeyhahmadi@ymail.com
۳- دانشیار مدیریت مالی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران . vakilifard.phd@gmail.com
۴- استادیار حسابداری و مدیریت، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، بندرعباس، ایران. mhranjbar54@gmail.com

۱- مقدمه

مفهوم پایداری مالی نزدیک به دو دهه است که در متون اقتصادی واردشده است. در متون اقتصادی، پایداری مالی زمانی تحقق می‌یابد که نسبت بدهی‌های دولت به تولید ناخالص ملی، ساکن پذیر و با کل تقاضای اوراق قرضه دولتی سازگار باشد. در خصوص پایداری مالی در بین بانک مرکزی و محققان دانشگاهی هیچ‌گونه اجماعی وجود ندارد (اوزیلی، ۲۰۱۸). همچنین؛ در ادبیات نظری مالی، تعاریفی برای پایداری مالی وجود دارد. پایداری مالی شرکت را می‌توان به‌عنوان یک سیستم مالی که متشکل از واسطه‌گری‌های مالی، بازارها و زیرساخت‌های بازار که قادر به تحمل ریسک شوک‌ها و برطرف کردن عدم تعادل‌های مالی است بیان نمود که درنتیجه احتمال ایجاد اختلال در فرآیند واسطه‌گری مالی را کاهش می‌دهد. برخی از محققان نظیر باریو (۲۰۰۶) پایداری مالی را عدم وجود بحران‌های مالی بیان کرده و از دیدگاه کلان، محدود ساختن خطرات (ریسک‌های) ناشی از زیان واقعی در گسترده سیستم مالی تعریف می‌کند. از دیدگاه شبکه‌های مالی، ثبات مالی با اطمینان از ثبات مؤسسات مالی که توسط وب‌سایت‌های پیچیده مطالبات و تعهدات قراردادی به یکدیگر متصل هستند، حاصل می‌گردد. به‌عنوان‌مثال؛ در سطح یک سیستم، پایداری مالی در بین مؤسسات مالی به‌طور سیستماتیک در سیستم‌های مالی قابل‌دسترسی است (اوزیلی و سانکام، ۲۰۱۸). پایداری مالی را می‌توان از طریق شبکه در بخش مالی شرکت‌ها درک نمود. شبکه‌ها به‌سادگی گره‌هایی به‌هم‌پیوسته هستند که گره‌ها برای اشخاصی مانند بنگاه‌های اقتصادی قرار دارند، درحالی‌که پیوندهای پیونددهنده در شبکه‌ها نشان‌دهنده جریان قراردادی از مطالبات و تعهدات بین شرکت‌ها در شبکه است (مارکوز و همکاران، ۲۰۱۲). در شبکه‌های مالی، گره‌ها مؤسسات مالی مانند بانک‌ها و سایر واسطه‌گری‌های مالی هستند و درحالی‌که پیوندهای پیونددهنده، جریان نقدینگی و یا تعهدات مربوط به دریافت و پرداخت وجه نقد را منعکس می‌کنند (مارکوز و همکاران، ۲۰۱۲؛ اوزیلی، ۲۰۱۷). مطابق با تعریف مالی و حسابداری، پایداری مالی شرکت‌ها هنگامی رخ خواهد داد که ریسک‌های ناشی از زیان واقعی در سیستم مالی به حداقل برسد. باوجود اهمیت بحث پایداری مالی، تعریف واحد و پذیرفته‌شده‌ای در مورد پایداری مالی وجود ندارد بنا برگرفته علاوه و صادق (۲۰۰۸) دو گرایش عمده در زمینه تعریف پایداری مالی وجود دارد. مؤسسات مالی اصلی موجود در سیستم مالی، زمانی پایدار هستند که اعتماد زیادی به آن‌ها وجود داشته باشد، طوری که این مؤسسات مالی بتوانند بودن مشکل و کمک خارجی، تعهدات و وظایف اصلی خود را انجام دهند و بازارهای مالی زمانی پایدارند که طرفین بازار بتوانند با اعتماد به یکدیگر مبادلات خود را در قیمت‌های واقعی بازار انجام دهند (خوشنودی و صادقی، ۱۳۹۴). مطابق با تعریف مالی و حسابداری، پایداری مالی شرکت‌ها هنگامی رخ خواهد داد که ریسک‌های ناشی از زیان واقعی در سیستم مالی به حداقل برسد. بااین‌حال، با توجه به بررسی‌های صورت‌گرفته در عمده مطالعات داخلی انجام‌شده، این موضوع نادیده انگاشته شده و فضایی خالی در ادبیات حسابداری و مالی برای تحقیق در موضوع به چشم می‌خورد که خود، انگیزه‌ای برای اجرای پژوهش حاضر است. چراکه یک سیستم پایدار مالی، روشی است که عملکرد اقتصادی و انباشت ثروت را افزایش می‌دهد و همچنین می‌تواند مانع از ایجاد اختلال‌های سوء تأثیر مخرب بر سیستم‌های مالی گردد.

کاربرد روش‌های فیزیکی برای بررسی رفتارهای دینامیکی سیستم‌های مالی، ویژگی‌های پیچیده غیرخطی و استقرار مدل اقتصادسنجی به یک پدیده رایج در زمینه بین‌رشته‌ای فیزیک و اقتصاد تبدیل‌شده است. به‌عنوان نمونه، زانین و همکاران (۲۰۱۲) بازارهای مالی را با استفاده از تئوری‌های آنتروپی موردمطالعه قراردادند. همچنین، کاستیلانو و همکاران (۲۰۰۷) از طریق مدل‌سازی به بررسی و تحلیل نظریه نمایندگی و سیستم پیچیده قیمت سهام شرکت با

استفاده از ویژگی‌های آماری در بازارهای مالی پرداختند؛ بنابراین، یکی از روش‌های جدیدی که در چند دهه اخیر، روزبه‌روز از اهمیت بیشتری برخوردار شده است، روش تبدیلات موجکی است که توجه اندیشمندان زیادی را در زمینه‌های متفاوتی از قبیل فیزیک، اقتصاد، مهندسی، پردازش سیگنال، ریاضی کاربردی، آمار و پزشکی به خود اختصاص داده است. ویژگی استثنایی این روش این است که تجزیه‌وتحلیل موجکی دو حوزه زمان و فرکانس را باهم ترکیب می‌کند و به ما این اجازه را می‌دهد که سری‌های زمانی را توأم در دامنه زمان و فرکانس مطالعه نماییم. یک حوزه استفاده از موجک‌ها این است که از آن‌ها به‌عنوان یک ابزار پیش‌پردازش برای هموارسازی استفاده شود. وقتی‌که سری‌های زمانی مالی و اقتصادی به اجزای موجکی خود تجزیه می‌شوند، درواقع به‌طور هم‌زمان به ساختار طبیعی خود تجزیه می‌شوند که می‌تواند منجر به یافتن نویز و حذف آن شود. البته کاربردهای دیگری را نیز دارد که خارج از حیطه موضوع این پژوهش است. دلیل استفاده از این روش، قابلیت بالا در تحلیل پویایی رابطه علیت بین سری‌های زمانی است. ازآنجایی‌که در این روش طول موجک به‌طور بهینه در مقیاس‌های مختلف زمانی تغییر می‌کند، امکان بررسی هم‌زمان علیت کوتاه‌مدت و علیت بلندمدت بین سری‌های زمانی اقتصادی فراهم می‌شود. تحلیل موجک از سایر روش‌های ریاضی متعارف بسیار متفاوت‌تر است. برخلاف روش‌های مبتنی بر زمان (تحلیل همبستگی و علیت گرنجر[1] و غیره) که نمی‌توانند ارتباط کوتاه‌مدت و بلندمدت میان سری‌های زمانی را شناسایی کنند و یا مدل‌های مبتنی بر فرکانس (مانند تحلیل فوریه[2]) که نمی‌تواند نشان دهد چگونه چنین ارتباطی در طول زمان تغییر می‌کند، تحلیل موجک موجب می‌شود تا سری‌های زمانی را به فضای زمان- فرکانس بسط داده و در آن همبستگی موضعی و ارتباط‌های پس رو-پیش رو میان سری‌های زمانی را ارائه دهیم، بنابراین با استفاده از رهیافت موجک می‌توان ضمن بررسی هم‌زمان علیت کوتاه‌مدت و بلندمدت بین سری‌های زمانی متغیرهای موردنظر، شدت ارتباط بین آن‌ها را در افق‌های زمانی مختلف، با توجه به فرکانس‌های متفاوت موردبررسی قرارداد. بر همین اساس هدف پژوهش حاضر ارزیابی سنجش پایداری مالی شرکت‌ها با استفاده از مدل‌های روش اکونوفیزیک و روش بیزی است که این روش‌ها برای اولین بار در حوزه مالی مطرح می‌شود. چراکه اکثر این روش‌ها در زمینه اقتصادی مطرح‌شده است. انتظار می‌رود با به‌کارگیری این روش‌ها بتوان حوزه جدیدی از مباحث مالی را مطرح و ایجاد انگیزه‌ای برای محققان داخلی در این زمینه باشد. لذا پژوهش حاضر با طرح این مسئله آغاز می‌گردد که آیا می‌توان با استفاده از روش‌های دیگری مانند اکونوفیزیک به سنجش پایداری مالی شرکت‌ها رسید.

۲- مبانی نظری و فرضیه‌های پژوهش

اصطلاح پایداری، از مفهوم وسیع‌تری با نام توسعهٔ پایدار گرفته‌شده است. ازآنجاکه سازمان‌های تجاری هنوز از اهمیت افشای اطلاعات به‌صورت داوطلبانه آگاهی نداشته، عدم تقارن اطلاعات در اقتصادها و بازارهای نوظهور بسیار زیاد است (محمود و اورازالین، ۲۰۱۷). بنابراین از نظریه نمایندگی و نظریه مشروعیت برای توجیه کارایی شرکت‌ها برای بهبود عملکردی پایدار و ثبات مالی در تحقیقات مالی استفاده‌شده است.

مطابق با دیدگاه نظریه نمایندگی، مدیران از افشای مسئولیت اجتماعی در راستای بهبود شفافیت اطلاعات، کاهش عدم تقارن اطلاعاتی و درنهایت حداقل سازی ریسک‌های مالی استفاده می‌کنند (جنسن و مکلینگ، ۱۹۷۶). راجگوپال و وینکاتاچالما (۲۰۱۱) معتقدند که سطوح بالاتر شفافیت در گزارشگری مالی شرکت‌ها باعث کاهش عدم تقارن اطلاعات و ریسک مالی در شرکت‌ها می‌گردد و هرچه ریسک‌های مالی در شرکت‌ها در سطح پایینی قرار داشته باشد، شرکت‌ها از ثبات مالی بالاتری برخوردارند. همچنین بر اساس نظریه مشروعیت،

شرکت‌هایی که روش‌های اخلاقی و مسئولیت پاسخگویی را نسبت به اجتماع دارند اطلاعات را با شفافیت بالا ارائه می‌دهند تا مطابق با قوانین، مقررات و موازین اخلاقی یکسان باشد و این شفافیت بالای اطلاعاتی در شرکت‌ها ریسک مالی را کاهش داده و شرکت‌ها در یک سطح پایداری مالی قرار خواهند گرفت (چیونگ و همکاران، ۲۰۱۰).

از سویی، روش اکونوفیزیک[۳] که یک روش مالی آماری در علم فیزیک است به تجزیه سری‌های زمانی در مقیاس‌های زمانی مختلف می‌پردازد و این امر منجر به قدرت تحلیل بیشتر و قدرت پیش‌بینی بهتری خواهد شد. همچنین، کاربرد روش‌های فیزیکی برای بررسی رفتارهای دینامیکی سیستم‌های مالی، ویژگی‌های پیچیده غیرخطی و استقرار مدل اقتصادسنجی به یک پدیده رایج درزمینه بین‌رشته‌ای فیزیک و اقتصاد تبدیل‌شده است. آنالیز موجک، شیوه‌ای مؤثر در جهت بررسی مجموعه‌ای از ویژگی‌های نا ایستای فرآیندهای تصادفی است. این تکنیک با استفاده از توابع پایه‌ای سری‌های زمانی را به فضای فرکانس منتقل می‌کند، آنگاه هر سری زمانی به بردارهایی در زمان- مقیاس‌های مختلف تجزیه می‌شود. بر اساس این، هر سیگنال به‌صورت ترکیب خطی از توابع موجک نشان داده می‌شود (سیفتر و اوزن، ۲۰۰۸). هر بردار از ضرایب موجک بخشی از ویژگی‌های سری زمانی را در مقیاس‌های زمانی مختلف در بردارد. تجزیه موجک شامل مجموعه بی‌نهایت از توابع است که بر پایه آن دسترسی سریع به اطلاعات برخلاف سایر روش‌ها وجود دارد. بر پایه آنالیز فوریه، آنالیز موجک قادر به تجزیه سری‌های زمانی در مقیاس‌های زمانی مختلف یا افق‌های سرمایه‌گذاری متفاوت است (این و همکاران، ۲۰۰۸). لذا تبدیل موجک ابزاری جدید برای پردازش سیگنال است که می‌تواند به‌طور هم‌زمان اطلاعات زمان و فرکانس سیگنال را فراهم کند. علاوه بر این قادر است برخی از محدودیت‌های تبدیل فوریه را نیز برطرف کند. لذا حل مسائل مرتبط با سری‌های زمانی با این روش، پیش‌بینی دقیق‌تری را ارائه خواهد کرد. از سویی، ثبات و پایداری مالی شرکت‌ها یکی از موضوعات مهمی است که در دو دهه اخیر به‌طور فزاینده‌ای موردتوجه بسیاری از پژوهشگران در حوزه مالی قرارگرفته است (آقایی و همکاران، ۱۳۹۷). برخی از پژوهشگران ثبات مالی را در بانک‌های مختلف در سطح جهان موردبررسی قرار داده‌اند. به‌طور نمونه؛ یوشجیانتارو و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود نشان دادند که ادغام بانک‌ها به‌طورکلی برای ثبات مالی بسیار حائز اهمیت است. همچنین؛ میرباقری هیر و همکاران (۱۳۹۵) بر این استدلال هستند که عوامل متعددی بر ثبات مالی اثرگذار است که ازجمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به شرایط ویژه بانک‌ها اشاره کرد. آن‌ها نشان دادند که ثبات مالی بر عملکرد مؤسسات مالی و بانک‌ها تأثیر مثبتی دارد و کارایی فعالیت‌های آن‌ها را ارتقا می‌دهد. برخی از محققان اثرات زمان و مقیاس را بر متغیرهایی نظیر قیمت سهام و نرخ ارز (خوچیانی، ۱۳۹۷)، بازده بازار (رستمی و همکاران، ۱۳۹۵) و بازدهی سهام (مشیری و همکاران، ۱۳۸۹)، پایداری مالی (یان ژانگ و همکاران، ۲۰۱۹) موردبررسی قراردادند. به‌طور مثال، افشان و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود با عنوان علیت زمان مقیاس بین قیمت سهام و نرخ ارز شواهد بیشتری از تحلیل هم جمعی و موجک؛ با استفاده از همدوسی موجک و موجک پیوسته وجود رابطه بلندمدت بین قیمت سهام و نرخ ارز در پاکستان را اثبات کرده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در بلندمدت علیت دوطرفه بین دو متغیر وجود دارد. به‌طور مشابه، بیدگلی و همکاران (۱۳۸۸) و قنبری و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی زمان-مقیاس برای مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای برای چند بورس عمده و بورس ایران انجام دادند و نشان دادند که با استفاده از تحلیل موجک پیش‌بینی مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای در چارچوب چند مقیاسی در افق‌های کوتاه‌مدت و میان‌مدت کاراتر است. به‌طورکلی کاربردهای موجک در مالی را در سه دسته عمده

می‌توان طبقه‌بندی نمود. در دسته اول، تحلیل موجک برای تجزیه‌وتحلیل چندبعدی به کار می‌رود. در دسته دوم برای پیش‌بینی متغیرهای ناشناخته در مدل استفاده می‌گردد. در دسته سوم توجه اصلی معطوف به نوفه‌زدایی در داده‌ها جهت افزایش صحت پیش‌بینی است (جنکاری و همکاران، ۲۰۰۲).

برخی دیگر از پژوهشگران اخیراً موضوعی را موردبحث و تحلیل قراردادند که موجب رویکرد جدیدی جهت بررسی پایداری مالی شرکت‌ها گردید. آن‌ها با استفاده از به‌کارگیری مدل‌های بین‌رشته‌ای فیزیک و مالی آماری به تجزیه‌وتحلیل اطلاعات مالی پرداختند. به‌طور مثال؛ یان ژانگ و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود به بررسی اندازه‌گیری پایداری مالی با استفاده از روش اکونوفیزیک پرداختند. آن‌ها با استفاده از مدل اندازه‌گیری پایداری مالی به توصیف وضعیت مالی شرکت نیز پرداختند و میانگین زمان وقفه برای اندازه‌گیری ثبات مالی را در شرکت‌ها پیشنهاد دادند.

متخصصین حوزه تجزیه‌وتحلیل سیگنال‌ها و سیستم‌ها در راستای حذف نویز، فیلترها و روش‌های تبدیلی و نگاشتی متفاوتی را موردبررسی قرار داده‌اند و همواره در راستای بهبود کارکرد این فیلترها و روش‌های تبدیلی و نگاشتی متفاوتی را موردبررسی قرار داده‌اند و همواره در راستای بهبود کارکرد این فیلترها و روش‌ها، مطالعات مختلفی را انجام داده‌اند. همچنین؛ لوکاسچیو (۲۰۱۵) به بررسی پایداری مالی ایالات‌متحده آمریکا با استفاده از تحلیل موجکی پرداخته و نشان داد که زمانی که سطح بدهی‌ها بالا است دولت‌ها تمایل بیشتری به کسری بودجه دارند؛ بنابراین، فرضیه پژوهش مطابق با استدلال‌های فوق، به‌صورت زیر تدوین‌شده است.

۳- فرضیه پژوهش

پیش‌بینی پایداری مالی مبتنی بر روش اکونوفیزیک نتایج بهتری را ارائه می‌دهد.

۴- پیشینه خارجی

اشرف ابدالبادی و سالاما (۲۰۱۹) در پژوهشی به بررسی ارتباط بین حاکمیت شرکتی و پایداری مالی در بانک‌های آمریکایی پرداختند. آن‌ها با استفاده از یک نمونه متشکل از ۱۶۸ بانک تجاری ایالات‌متحده طی سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۵ به این نتیجه دست یافتند که ارتباطات بانکی از طریق واسطه‌های غیرمستقیم تأثیر قابل‌توجهی بر ثبات مالی دارد. همچنین آن‌ها دریافتند که بانک‌های متصل به واسطه‌های غیرمستقیم به‌خوبی ریسک‌های اعتباری و ورشکستگی خود را نیز کاهش می‌دهند. یان ژانگ و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود به بررسی اندازه‌گیری پایداری مالی با استفاده از روش اکونوفیزیک و بیزی پرداختند. آن‌ها با استفاده از مدل اندازه‌گیری پایداری مالی به توصیف وضعیت مالی شرکت نیز پرداختند و میانگین زمان وقفه برای اندازه‌گیری ثبات مالی را در شرکت‌ها پیشنهاد دادند. پارامترهای مدل با استفاده از رویکرد مدل بیزی با داده‌های مالی شرکت برآورد شد. نتایج تجربی نشان می‌دهد که اولاً، افزایش ریسک سیستم مربوط به کاهش ثبات مالی شرکت است و ثانیاً وضعیت مالی بهینه اولیه ثبات شرکت را در حداکثر میزان خود افزایش می‌دهد و ثالثاً، از طریق شرایط مالی بهینه اولیه می‌توان پارامترهای بهینه سیستم و قدرت ریسک سیستم را مشاهده نمود. زوبیدی بهرام شاه و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله‌ای تحت عنوان پایداری مالی در یک اقتصاد بازار در حال ظهور: چه زمانی بدهی عمومی بد محسوب می‌شود؟ از مدل مارکوف – سوئیچینگ جهت دستیابی به پایداری سیاست مالی در مالزی برای دوره ۲۰۱۴-۱۹۸۰ استفاده می‌کند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که زمانی که بدهی عمومی از یک حد آستانه خاص بیشتر می‌شود (بالاتر از ۵۵ درصد تولید ناخالص داخلی)، با فعالیت‌های اقتصادی همبستگی منفی پیدا می‌کند. علاوه بر اثر آستانه، وجود یک رابطه علی دوطرفه نیز مابین بدهی و رشد تائید می‌گردد. لوکاسچیو (۲۰۱۵) در مقاله‌ای تحت

عنوان تحلیل موجک پایداری مالی ایالات‌متحده امریکا از تحلیل موجک جهت بررسی پایداری مالی امریکا استفاده می‌کند. رویکرد همبستگی موجک، پایداری مالی بلندمدت در آمریکا را تا سال ۱۹۹۵ نشان می‌دهد، همچنین نشان داده می‌شود که زمانی که سطح بدهی‌ها بالا است دولت‌ها تمایل بیشتری به کسری بودجه دارند. در ایران نیز پژوهش‌های متعددی در مورد پایداری مالی شرکت‌ها صورت نگرفته است، لذا تاحدامکان سعی گردیده که پژوهش‌های مرتبط با پایداری مالی موردبررسی قرار گیرد. به‌طور نمونه، بزرگ اصل و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهش خود به بررسی تأثیر ریسک نقدینگی و ریسک اعتباری بر پایداری مالی در صنعت بانکداری ایران با استفاده از رهیافت رگرسیون چندک پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که ریسک‌های نقدینگی و اعتباری بر پایداری مالی تأثیر منفی و معنی‌داری دارد. به‌طوری‌که با افزایش در پایداری مالی تأثیر این دو ریسک بر پایداری کاهش می‌یابد. نظری و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به بررسی تأثیر سرمایه فکری بر عملکرد مالی و پایداری مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش آن‌ها نشان داد که سرمایه فکری بر عملکرد مالی تأثیر مثبت دارد. همچنین نتایج دربرگیرنده آن است که سرمایه فکری می‌تواند منجر به پایداری مالی شرکت‌ها گردد. نارمنجی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهش خود به بررسی نقش رقابت و تمرکز بر پایداری مالی در صنعت بانکداری ایران با در نظر گرفتن ۸ بانک فعال در صنعت بانکداری طی دوره ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴ پرداختند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که با افزایش رقابت، پایداری سیستم بانکی کاهش می‌یابد و این موضوع مبین تأیید نظریه رقابت-شکنندگی است و با افزایش تمرکز پایداری مالی افزایش می‌یابد. فلاحتی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهش خود به بررسی پایداری مالی و شوک‌های مالی گذرا در اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۳ پرداختند. بررسی رابطه‌ی بین درآمدها و مخارج دولت با استفاده از آزمون هم جمعی انگل- گرینجر نشان می‌دهد که با افزایش درآمدها، مخارج بیشتر افزایش پیدا می‌کند. همچنین نتایج حاصل از آزمون‌های هم جمعی، حاکی از آن است که سیاست مالی در ایران ناپایدار است.

۵- روش پژوهش، جامعه و نمونه آماری

پژوهش حاضر جزء پژوهش‌های توصیفی، به لحاظ هدف، کاربردی و طرح پژوهش مورداستفاده از نوع پس رویدادی است. بدین‌صورت که با استفاده از تکنیک آنالیز موجک به‌منظور مدل‌سازی داده‌های مالی به تخمین مدل پایداری مالی در مقیاس زمانی مختلف پرداخته‌شده است. جامعه آماری در این پژوهش شامل تمامی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار هستند که دوره زمانی پژوهش در بورس اوراق بهادار تهران فعالیت دارند. نمونه آماری شامل ۸۶ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران است. دوره زمانی انجام پژوهش از ابتدای سال ۱۳۹۳ تا پایان سال ۱۳۹۷ است. روش نمونه‌گیری به‌صورت قضاوتی است. برای ایجاد مدل جهت پیش‌بینی پایداری مالی شرکت‌ها، در این پژوهش از ۴۳۰ داده استخراج‌شده از وب‌سایت بورس اوراق بهادار تهران استفاده‌شده است. درنهایت تجزیه‌وتحلیل اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار متلب جهت طراحی و پیش‌بینی پایداری مالی شرکت صورت گرفته است. نمونه آماری با اعمال شرایط زیر انتخاب گردید.

۱) همه داده‌های لازم پژوهش برای شرکت‌های در حال بررسی موجود و در دسترس باشد.
۲) سال مالی شرکت منتهی به پایان اسفندماه باشد.
۳) در قلمرو زمانی پژوهش تغییر سال مالی نداشته باشند.
۴) جزء شرکت‌های سرمایه‌گذاری، واسطه‌گری مالی، بانک‌ها و لیزینگ نباشند.

۶- متغیر پژوهش و روش‌های محاسبه اکونوفیزیک

۶-۱- متغیر پژوهش

برای ارزیابی متغیر پایداری مالی نیز شاخص‌های معرفی‌شده در تحقیق بزرگ اصل و همکاران (۱۳۹۷) که به شاخص Z معروف شده است استفاده‌شده است که در آن پایداری مالی شامل مجموع کفایت سرمایه[۴] و مقدار سودآوری حاصل از معیار نرخ بازده دارایی تقسیم بر انحراف استاندارد درآمدها است. در این بررسی هراندازه این معیار افزایش یابد مقدار احتمال ناپایداری (شکست) کاهش‌یافته و به‌بیان‌دیگر شرایط مالی شرکت پایدارتر خواهد بود.

رابطه (۱):

$$Financial\ Stability_{i,t} = \ln(Z-score)_{i,t} = \ln(\frac{ROA_{i,t} + Capital\ Ratio_{i,t}}{\sigma(ROA)_{i,t}})$$

در معادله فوق، Z-score شاخص پایداری مالی است که عکس آن نشان‌دهنده ناپایداری شاخص مالی شرکت i در زمان t است.

۶-۲- روش محاسبه اکونوفیزیک

زمینه ریاضی آنالیز موجک به کار جوزف فوریه (قرن نوزدهم) بر می‌گردد. فوریه با تئوری آنالیز فرکانس اساس کار را پایه‌گذاری کرد، ولی به‌طورکلی از دیدگاه تاریخی آنالیز موجک روش جدیدی در مباحث مالی محسوب می‌شود. نخستین بار عبارت موجک در سال ۱۹۰۹ در پایان‌نامه آلفرد هار ثبت‌شده است. تئوری موجک برای رفع محدودیت‌ها و مشکلات تبدیل فوریه ارائه‌شده است. در این روش مسئله تقسیم سیگنال به بخش‌های مختلف با استفاده از دو تکنیک مقیاس‌گذاری و انتقال یک تابع حل می‌شود (برای رفع محدودیت‌های تبدیل فوریه پنجره‌ای) این تابع در طول سری اطلاعاتی انتقال پیدا می‌کند و برای هر موقعیت آن، طیف سری اطلاعاتی محاسبه می‌شود. این مراحل برای توابعی با مقیاس‌های مختلف تکرار می‌شود و درنهایت نتیجه حاصل به‌صورت مجموعه‌ای از اطلاعات آرگومان-فرکانس به دست می‌آید. موجک‌ها[۵] توابع ریاضی‌اند که داده‌ها را به مؤلفه‌های فرکانسی تشکیل‌دهنده آن‌ها تفکیک کرده و هر مؤلفه را باقدرت تفکیک یا رزولوشن متناسب با مقیاس آن مؤلفه موردمطالعه قرار می‌دهند. مزیت اصلی تبدیل موجک نسبت به تبدیل فوریه توان بالای تحلیل آن در شرایطی است که داده‌ها دارای گسستگی و جهش‌های سریع باشند (انصاری، ۱۳۸۶). در نظریه موجک‌ها اگر پنجره موردمطالعه بزرگ باشد ویژگی‌های کلی سری زمانی دیده می‌شود و اگر پنجره موردمطالعه کوچک باشد جزئیات موردتوجه بیشتری خواهند بود. در این تبدیل با استفاده از موجک پایه و با مقیاس کردن و انتقال زمانی آن، داده‌ها تجزیه‌وتحلیل می‌گردند. هرچه مقیاس مورداستفاده بزرگ‌تر باشد موجک پایه بیشتر کشیده شده و تجزیه‌وتحلیل بر روی مؤلفه‌های فرکانس پایین اطلاعات انجام خواهد شد. برعکس هرچه مقیاس مورداستفاده کوچک‌تر باشد موجک پایه بیشتر فشرده‌شده و تجزیه‌وتحلیل بر روی مؤلفه‌های فرکانس بالا انجام می‌گردد. تبدیل موجک تجزیه یک تابع بر مبنای توابع موجک است. موجک‌ها (که به‌عنوان موجک‌های دختر شناخته می‌شوند) نمونه‌های انتقال‌یافته و مقیاس شده یک تابع (موجک مادر) با طول متناهی و نوسانی شدیداً میرا هستند (عباسی نژاد و همکاران، ۱۳۹۱).

همان‌گونه که تبدیل فوریه، یک‌شکل موج را به مجموعه‌ای از سیگنال‌های سینوسی تبدیل می‌کند، تبدیل موجک نیز عملکردی تقریباً مشابه دارد. سیگنال اصلی در طول زمان توسط توابع موجک تغییر مقیاس یافته که در طول زمان جابجا می‌شوند، ضرب می‌شود و سپس انتگرال‌گیری می‌شود.

رابطه (۲):

$$C(S,T) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t).\Psi_{S,T}(t)dt$$

در رابطه بالا$\Psi_{S,T}(t)$ موجک مادر تغییر مقیاس یافته به‌اندازه S و انتقال‌یافته در زمان به‌اندازه T است. نتیجه تبدیل موجک پیوسته، ضرایب موجک C می‌باشند که توابعی از مقیاس و ضریب جابجایی می‌باشند. با ضرب کردن هرکدام از این ضرایب در موجک‌های مادر تغییر مقیاس یافته و جابجا شده در زمان می‌توان موجک‌های تشکیل‌دهنده سیگنال اصلی را به دست آورد (شایگانی و همکاران، ۱۳۹۳).

روش بکارگیری مدل پایداری مالی در تابع موجک فوق بدین صورت است که S همان شرکت و t بازه زمانی مورد نظر (به طور مثال شرکت ایران خودرو[۶] در سال ۱۳۹۴) در سنجش پایداری مالی است که پس از ورود به تابع فوق در نرم‌افزار با استفاده از انتگرال‌گیری از تابع مورد محاسبه (f(t)) و ضرب آن با تابع موجک مادر منجر به تغییر مقیاس و ضرایب جدید خواهد شد.

تبدیل موجک پیوسته: تبدیل موجک پیوسته Wx(u,s) طبق رابطه زیر با طرح‌ریزی موجک خاص $\Psi(\cdot)$ بر روی سری زمانی $x(t)\epsilon L^2(R)$ به ت می‌آید. تبدیل موجک پیوسته به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

رابطه (۳):

$$W_X(\mathrm{u},\mathrm{s}) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{s}} . \overline{\Psi(\frac{t-u}{s})} dt$$

که$\frac{1}{\sqrt{s}}$ عامل نرمال‌سازی است. جنبه بااهمیت تبدیل موجک، توانایی آن در تجزیه و متعاقباً بازسازی کامل تابع $x(t)\epsilon L^2(R)$ است

ازآنجایی‌که داده‌های پایداری مالی طی سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ و به صورت پیوسته می‌باشد؛ لذا برای تبدیل‌سازی آن به صورت تابع موجک پیوسته با استفاده از فرمول فوق، که در بازه سال و شرکت در بحث مالی مطرح و تعریف شده است از طریق انتگرال‌گیری با تابع موجک و نرمال‌سازی داده‌ها از طریق ضرب ۱/√s با موجک مربوطه استفاده خواهد شد.

رابطه (۴):

$$X(t) = \frac{1}{C_\Psi} \int_0^\infty [\int_{-\infty}^{+\infty} W_X(u,s).\Psi_{u,s}(t)du] \frac{ds}{s^2} \quad , \quad s>0$$

یکی از ویژگی‌های اصلی تبدیل موجک، حفظ انرژی سری‌های زمانی موردبررسی است. این ویژگی برای تحلیل طیف قدرت و توان موجک استفاده می‌شود. توان موجک به‌صورت رابطه زیر تعریف می‌شود.

رابطه (۵):

$$||X||^2 = \frac{1}{C_\Psi} \int_0^\infty [\int_{-\infty}^{+\infty} |W_X(u,s)|^2 \, du] \frac{ds}{s^2}$$

طیف توان موجک: طیف توان موجک به‌صورت$|W_X(u,s)|^2$ تعریف می‌شود که واریانس موضعی سری زمانی X(t) در مقیاس‌های زمانی مختلف S را نشان می‌دهد. بن؛ راین تجزیه واریانس با یک موضعی سازی قابل‌توجه سری زمانی، از نتایج طیف توان موجک است (تورنس و کمپو، ۱۹۹۸).

در نمودار طیف توان موجک[۷]، نواحی که به لحاظ اهمیت آماری در سطح اهمیت ۵ درصد می‌باشند با خطوط پررنگ مشکی مشخص خواهد شد؛ بنابراین در نمودار طیف توان موجک، نقاطی که با رنگ قرمز و با خطور پررنگ مشکی مشخص خواهند شد، نواحی هستند که در مقیاس زمانی مربوطه خود، بیشترین واریانس و یا نوسانات را دارا بوده‌اند. همچنین نواحی خارج از منحنی‌های مخروطی شکل، نقاطی هستند که تفسیر آن‌ها به‌راحتی امکان‌پذیر نیست و بااحتیاط بیشتری می‌بایست تفسیر شوند.

همدوسی موجک: همبستگی موجکی اگرچه همبستگی را در مقیاس‌های زمانی مختلف نشان می‌دهد. با توجه به روش تبدیل طیف بسامدی فوریه، همدوسی موجکی را می‌توان به‌صورت نسبت طیف بسامدی متقاطع دو سری زمانی به ضرب طیف بسامدی هر یک ازسری‌های زمانی تعریف کرد (آگویرا و کونراریا و همکاران، ۲۰۱۴). به عبارت ساده‌تر،

خودهمبستگی در فضای زمانی سری زمانی تعریف می‌شود و همدوسی، همان خودهمبستگی اما در فضای بسامدی سری زمانی تعریف می‌شود. در همدوسی می‌توان به خودهمبستگی در مقاطع زمانی خاص و هم‌زمان به مقیاس‌های زمانی خاص دست‌یافت. هَمدوسی موجکی به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

بنابراین می‌توان جهت خودهمبستگی پایداری مالی شرکت از طریق فرمول زیر که درروش اکونوفیزیک به هَمدوسی معروف است، استفاده نمود. بدین‌صورت که همدوسی را می‌توان به‌عنوان همبستگی خطی موضعی بین دو سری زمانی مانا و مشابه ضریب همبستگی در رگرسیون خطی دانست که در فضای فرکانسی انجام می‌شود. بنابراین باهمدوسی می‌توان بررسی کرد که چه اندازه ارتباط بین دو سری زمانی در فرکانس‌های مختلف و در طول زمان وجود دارد. همان طور که در فرمول زیر بیان شده است، در صورت کسر از نسبت طیف بسامدی متقاطع دو سری زمانی (دو سال-شرکت) در فضای همدوسی با نام‌های A و B قرار می گیرند و در مخرج کسر طیف بسامدی هر یک ازسری‌های زمانی به صورت جداگانه ضرب خواهد شد. رابطه (۶):

$$R_t^2(s) = \frac{|S(S^{-1}W_t^{AB}(S))|^2}{S|S^{-1}|W_t^A(S)||^2 S|S^{-1}|W_t^B(S)||^2}$$

که S یک همگرا هموارسازی است.

بر پایه کار آگوریا کونراریا و سوارز (۲۰۱۴) در این تحقیق بر همدوسی موجک به‌جای طیف بسامدی متقاطع دو سری زمانی متمرکز می‌شویم. چراکه همدوسی در حقیقت همان طیف بسامدی متقاطع نرمال‌سازی شده است (تورنس و وبستر، ۱۹۹۹).

۷- تجزیه‌وتحلیل و تفسیر نتایج

۷-۱- توصیف داده‌ها

برای بررسی هم حرکتی متغیر پایداری مالی شرکت، در این پژوهش از داده‌های سالانه شرکت‌ها طی سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ استفاده‌شده است. به همین منظور داده‌های مذکور از تاریخ ۱۳۹۳/۰۱/۰۱ تا ۱۳۹۷/۱۲/۲۹ از وب‌سایت سازمان بورس اوراق بهادار تهران استخراج گردید. نرخ تغییرات تمام داده‌ها طبق رابطه ذیل محاسبه و سپس همدوسی آن‌ها اندازه‌گیری شد.

$$dx\% = \frac{x_t - x_{t-1}}{x_{t-1}}$$

۷-۲- پس‌آزمایی

برای انجام پس آزمایی پایداری مالی از آزمون پوششی برنولی و استقلال تخطی استفاده شده است. در تحلیل‌های آماری برآورد پایداری مالی با استفاده از چندین رویکرد پرداخته شده است. اما سوال مهم بررسی پس آزمایی این روش ها است. برای این منظور در این قسمت برای بررسی اعتبار مدل پایداری مالی شرکت از دو آزمون پس آزمایی برنولی و استقلال خطی (دنیلسون، ۲۰۱۱) استفاده می شود.

جدول ۱. پس‌آزمایی مدل پایداری مالی شرکت در سطح اطمینان ۹۹ درصد

نوع روش پس‌آزمایی	آزمون پوشش برنولی		آزمون استقلال تخطی	
	آماره آزمون	Pvalue	آماره آزمون	Pvalue
با فرض توزیع نرمال	۰/۱۶۳۵	۰/۶۴۲۸	۰/۱۸۳۲	۰/۶۲۴۴
با فرض توزیع تی. استیودنت	۰/۰۳۲۷	۰/۸۶۳۲	۰/۷۹۱۶	۰/۱۸۲۰
با فرض VaR غیرشرطی GPD	۰/۰۵۳۴	۰/۸۱۷۵	۰/۷۲۱۳	۰/۳۹۱۵

نوع روش پس‌آزمایی	آزمون پوشش برنولی		آزمون استقلال تخطی	
	آماره آزمون	Pvalue	آماره آزمون	Pvalue
با فرض رویکرد GARCH برای توزیع نرمال	۰/۲۱۸۳	۰/۶۳۹۵	۰/۶۵۹۰	۰/۴۱۸۹
با فرض رویکرد GARCH برای توزیع تی. استیودنت	۰/۲۷۴۷	۰/۵۹۴۸	۰/۳۷۲۵	۰/۲۴۹۰
با فرض VaR شرطی GPD برای توزیع نرمال	۰/۱۶۲۷	۰/۶۸۶۲	۰/۱۸۷۰	۰/۶۷۸۰
با فرض VaR شرطی GPD برای توزیع تی. استیودنت	۰/۱۶۲۷	۰/۶۸۶۲	۰/۱۸۷۰	۰/۶۷۸۰
با توجه به این که تمام Pvalue ها بزرگ‌تر از ۵ درصد هستند. بنابراین تمام مدل‌های VaR اعتبار دارند.				

۷-۳- پایایی و مانایی مدل

یکی از عمده‌ترین مشکلات که در رگرسیون سری‌های زمانی ممکن است پیش آید، پدیده رگرسیون ساختگی است. هر سری زمانی را می‌توان نتیجه یک فرایند استوکاستیک یا تصادفی دانست. یک فرایند تصادفی هنگامی ایستا تلقی می‌شود که میانگین، واریانس و خود کوواریانس در وقفه‌های مختلف سری در طول زمان یکسان بوده و ثابت باقی بماند. لذا جهت مانایی از آزمون لوین، لین و چو و آزمون فیشر-فیلیپس، پرون استفاده شده است که نتایج آن در جدول ۲ اشاره شده است. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که متغیر پایداری مالی شرکت در یک سطح مانا است.

جدول ۲. آزمون ریشه واحد (مانایی) مدل

نوع آزمون/متغیر	لوین، لین و چو		فیشر-فیلیپس، پرون	
	آماره	احتمال	آماره	احتمال
پایداری مالی شرکت	-۱۰/۷۶۵۳	۰/۰۰۰۴	۱۲/۹۵۳۰	۰/۰۰۰۰

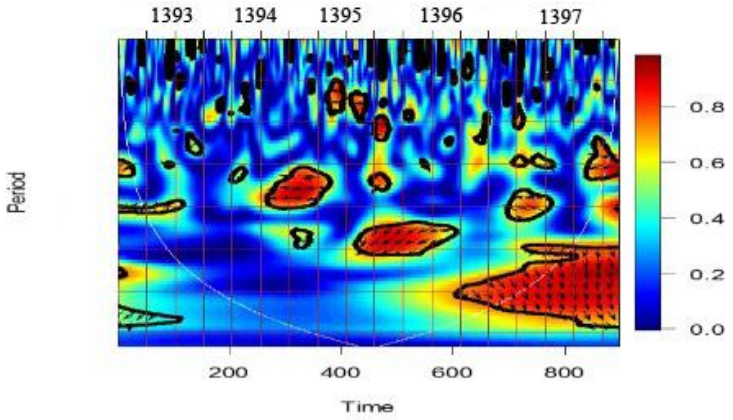
۷-۴- نتایج تجربی و تفسیر آن

در این قسمت به نتایج حاصل از تحلیل همدوسی پایداری مالی شرکت پرداخته و نمودار (۱)، نمودار همدوسی پایداری مالی شرکت را در شرایطی که متغیر ورودی به‌حساب می‌آید، نشان می‌دهد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود نمودار (۱) از سه بعد تشکیل‌شده است که شامل مؤلفه مقیاس زمانی (Period)، زمان (Time) و شدت همدوسی (رنگ‌های درون نمودار) است. مقیاس زمانی (Period) که در اینجا داده‌های مربوط به سال در زمان (Time) پایان اسفندماه هرسال است. همان‌طور که در شکل فوق نشان داده‌شده است، شدت همدوسی در طی سال‌ها متفاوت است. بدین‌صورت که مقدار احتمال ناپایداری کاهش‌یافته و شرایط مالی شرکت‌ها نیز پایدارتر است. لذا جهت نمایش پیش‌بینی پایداری مالی در شرکت از نمودار توان (انرژی) استفاده‌شده است که در شکل شماره (۲) نشان داده‌شده است.

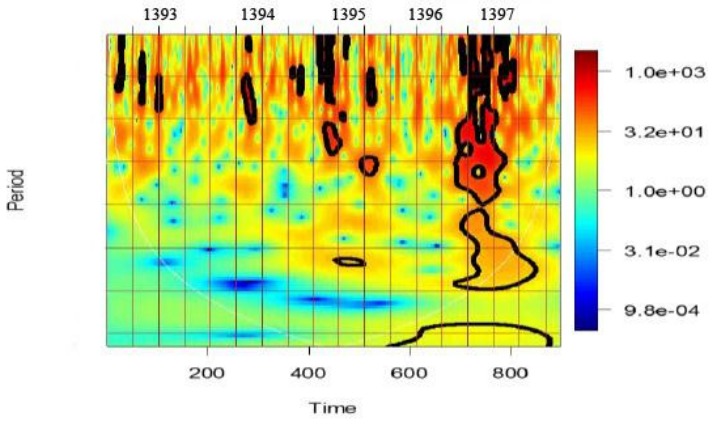
نمودار توان (انرژی) پایداری مالی شرکت در نمودار (۲) نیز نشانگر نکات جالبی برای ثبات مالی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران است. در بازه سال‌های ۱۳۹۳ الی ۱۳۹۷ شرکت‌ها از ثبات مالی بالایی نیز برخوردارند. همان‌طور که در نمودار فوق مشخص است در سال ۱۳۹۳ شرکت‌ها از ثبات مالی بالایی نیز برخوردار است و جهت پیکان‌ها به سمت بالا مبین این ادعا است. با گذر زمان و تغییر شرایط سیاسی در محیط ایران در سال ۱۳۹۴ ثبات مالی شرکت‌ها کاهش‌یافته است و جهت پیکان‌ها به سمت پایین و نزولی است؛ اما در سال ۱۳۹۵ با توجه به رشد بازار سرمایه پایداری مالی شرکت نیز افزایش‌یافته و در سال ۱۳۹۷ می‌توان ادعا کرد که ثبات مالی شرکت‌ها از سطح بالا و قابل قبولی برخوردار هستند؛ بنابراین با توجه به اینکه دقت پیش‌بینی پایداری مالی در سال‌های مختلف به‌وضوح در نمودار توان (انرژی) از طریق حذف نویزها و سیگنال‌ها مشخص‌شده است، می‌توان اظهار داشت که فرضیه اول پژوهش مبنی بر پیش‌بینی پایداری مالی

مبتنی بر روش اکونوفیزیک می‌تواند نتایج بهتری را ارائه دهد مورد تائید واقع گردید.



نمودار ۱. نمودار همدوسی پایداری مالی شرکت

منبع: محاسبات پژوهشگر- نرم‌افزار متلب



شکل ۲. نمودار توان (انرژی) پایداری مالی شرکت

(منبع: محاسبات پژوهشگر- نرم‌افزار متلب)

۷-۵- نوفه‌زدایی شاخص پایداری مالی بر مبنای همبستگی

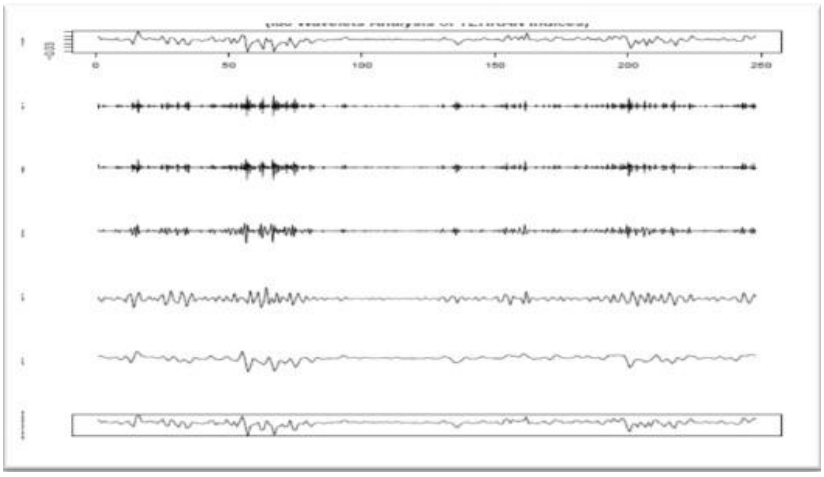
نوفه‌زدایی که عبارت است از حذف نویز، به‌طوری‌که تا حد امکان اطلاعات مفید حفظ شود. حذف نویز مبتنی بر ویولت بر اساس خواص اولیه این تبدیل استوار است. هدف از الگوریتم حذف نویز با استفاده از ویولت، حذف بخشی از نویز سیگنال s(n) به‌وسیله کنار گذاشتن نویز سیگنال به‌صورت e(n) و بازیابی سیگنال موردنظر f(n) است. این مدل به فرم کلی به شکل رابطه زیر است:

رابطه (۷)

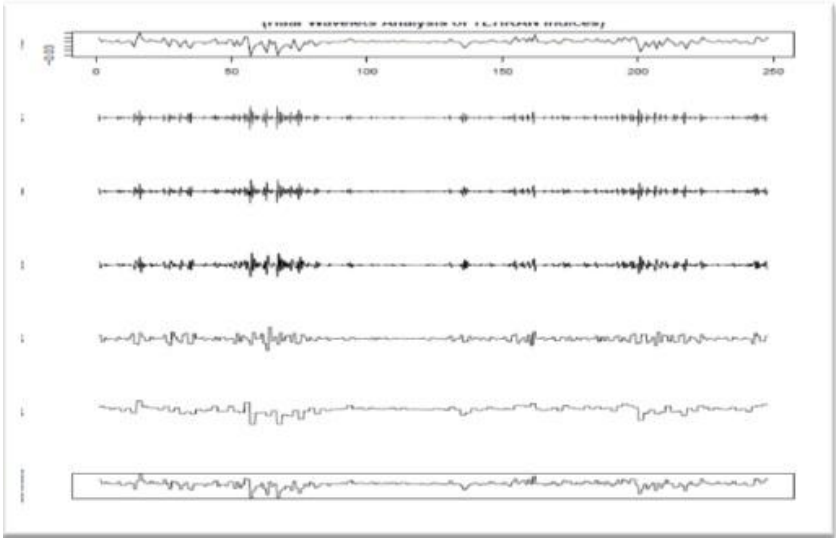
$$s(n)=f(n)+e(n)$$

به‌طورکلی روش‌های مبتنی بر ویولت برای حذف نویز از سه مرحله تشکیل‌شده است. گام اول تجزیه است یعنی انتخاب تابع ویولت و تجزیه به j سطح. گام دوم حذف نویز در ضرایب فرکانس بالای ویولت است به این صورت که برای هر سطح تجزیه، سطح آستانه انتخاب‌شده و ضرایب فرکانس بالا اعمال می‌شود و گام سوم که بازسازی سیگنال است. لذا مطابق با شکل (۳)

تجزیه تا سطح پنجم صورت گرفته است. چراکه سطوح بعدی به خطوط یکنواخت رسیده که بخشی از اطلاعات کاربردی برای ما حذف گردیده بود. در شکل زیر تصویر سمت چپ بخش حقیقی پایداری مالی، سطوح تجزیه و بخش نوفه‌زدایی شده پایداری مالی با استفاده از موجک هار را نشان می‌دهد و تصویر سمت راست بخش حقیقی پایداری مالی، سطوح تجزیه و بخش نوفه‌زدایی شده پایداری مالی با استفاده از موجک دابشیز ۸ را نشان می‌دهد. دو دندروگرام، بر اساس ضریب همبستگی و داده‌های نوفه‌زدایی شده خواهیم داشت ابتدا دندروگرام حاصل از نوفه‌زدایی داده‌ها با استفاده از موجک هار ارائه می‌شود. محور عمودی دندروگرام میزان شباهت و همبستگی را نشان می‌دهد.



شکل ۳. موجک هار مربوط به پایداری مالی شرکت، سطوح تجزیه و نمودار پایداری مالی بعد از نوفه‌زدایی
(منبع: محاسبات پژوهشگر- نرم‌افزار متلب)

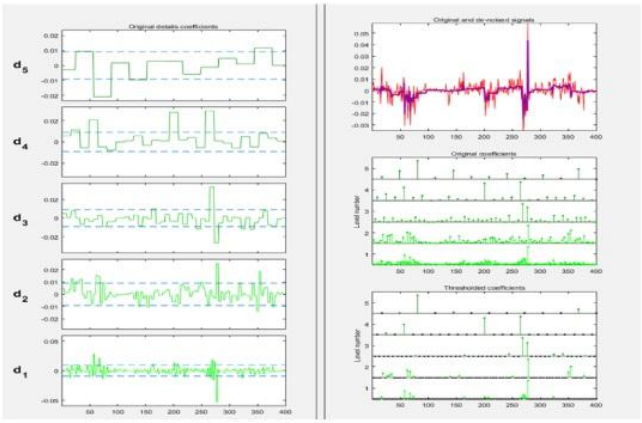


شکل ۴. موجک دابشیز مربوط به پایداری مالی شرکت، سطوح تجزیه و نمودار پایداری مالی بعد از نوفه‌زدایی
(منبع: محاسبات پژوهشگر- نرم‌افزار متلب)

باید توجه داشت که در دندروگرام میزان شباهت را در قالب فاصله نمایش داده‌شده است؛ بنابراین اگر بخواهیم دندروگرام را از پایین به بالا تحلیل نماییم، طبق شکل، در خوشه اول شاخص صنعت شیمیایی و فلزات اساسی بیشتری شباهت را با یکدیگر داشته است. در سطح بعدی این خوشه با خوشه دوم که شامل ۴۳ شرکت دیگر در صنایع مختلف است بیشترین شباهت پایداری مالی را دارند. اگر این دو خوشه را باهم یک خوشه در نظر بگیریم بیشترین شباهت پایداری مالی را به شاخص صنعت دارویی خواهند داشت و همین‌گونه تا آخر. همان‌گونه که از دندروگرام مشخص است نوفه‌زدایی با موجک هار نتوانسته است به خوشه‌بندی جامع و دقیقی برسد.

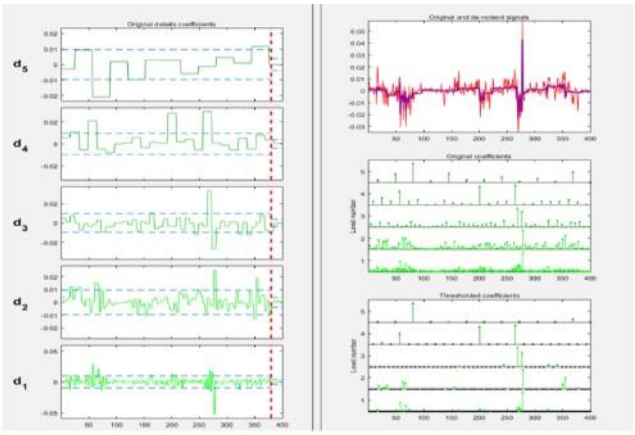
۷-۶- پیش‌بینی با استفاده از داده‌های نوفه‌زدایی شده

از ۴۳۰ داده سری زمانی پایداری مالی شرکت‌ها، ۳۰۰ داده را به‌عنوان داده آموزش در نظر گرفته و ۱۳۰ داده برای آزمون و پیش‌بینی به‌کاربرده شده است. برای پیش‌بینی یک‌بار این ۳۰۰ داده را بر مبنای موجک هار و بار دوم بر مبنای موجک دابشیز نوفه‌زدایی کرده و در مرحله بعد ۱۳۰ داده بعدی را بر اساس ۳۰۰ داده نوفه‌زدایی شده پیش‌بینی کرده‌ایم.



شکل ۵. مراحل نوفه‌زدایی پایداری مالی شرکت با استفاده از موجک هار

(منبع: محاسبات پژوهشگر- نرم‌افزار متلب)



شکل ۶. مراحل نوفه‌زدایی پایداری مالی شرکت با استفاده از موجک دابشیز

(منبع: محاسبات پژوهشگر- نرم‌افزار متلب)

۸- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت پایداری مالی شرکت‌ها در بازار سرمایه ایران برای سهامداران، در این پژوهش با روش همدوسی موجک که از روش‌های اکونوفیزیک محسوب خواهد شد و روش نوفه‌زدایی موجک، در بازه زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ موردبررسی قرار گرفت. نتایج تفسیر نمودارهای همدوسی موجک نشان داده است که:

در بازه‌های زمانی متفاوت نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که در افق‌های زمانی بلندمدت شرکت‌ها دارای ثبات مالی بیشتری نسبت به افق‌های زمانی کوتاه‌مدت است. همان‌طور که در شکل (۲) قابل‌ملاحظه است، پایداری مالی شرکت‌ها در سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ بیشتر از سال‌های ابتدایی ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ است؛ بنابراین در افق‌های زمانی بلندمدت شرکت‌ها از ثبات مالی بهتری برخوردارند. همچنین با توجه به نمودار توان (انرژی) پایداری مالی شرکت نشان می‌دهد که در بازار سرمایه ایران (شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران) در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ دچار انرژی بسیار بالا (نوسانات شدیدی) شده است.

همچنین مطابق با دندروگرام مشاهده شد که موجک دابشیز دقت بیشتری را در نوفه‌زدایی و به‌تبع آن خوشه‌بندی داشته است. چراکه نوسانات خطا در موجک دابشیز بسیار کمتر است و در نمودار خطای پیش‌بینی دامنه تغییرات خطا در موجک دابشیز ($-5*10^{-4}$) تا ($5*10^{-4}$) است و این در حالی است که توزیع این خطاها در موجک هار تقریباً نزدیک به نرمال است ولی موجک دابشیز شکل خاصی ندارد. به‌گونه‌ای که خوشه‌بندی آن مشتمل بر چهار خوشه اصلی است و این در حالی است که خوشه‌بندی حاصل از موجک هار به نتایج دقیقی نرسیده است. تعداد خوشه‌ها زیاد بوده و مسنجم نیست. تنها عامل تغییر این دو نوع خوشه‌بندی تغییر نوع موجک است؛ بنابراین اگر بتوانیم موجکی را بیابیم که در سری زمانی با تجزیه شدن، کمترین خطای پیش‌بینی را داشته باشد آن موجک برای آن سری زمانی تحلیل بهتری ارائه خواهد داد. لذا مطابق با فرضیه پژوهش می‌توان اظهار کرد که پیش‌بینی پایداری مالی با استفاده از روش اکونوفیزیک نتیجه بهتری را ارائه خواهد داد.

فهرست منابع

* انصاری، حجت الله. (۱۳۸۶). بررسی تأثیر استفاده از مقیاس‌های زمانی متفاوت در محاسبه ارزش در معرض ریسک با استفاده از تئوری موجک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
* آقایی، مجید؛ کوهبر، محمدامین و احمدی‌نژاد، حسین. (۱۳۹۷). ثبات مالی و عملکرد اقتصادی: مطالعه موردی کشورهای عضو اوپک. اقتصاد و الگوسازی، دوره ۹، شماره ۲، صص ۶۵-۲۹.
* بزرگ اصل، موسی؛ برزیده، فرخ و صمدی، محمدتقی. (۱۳۹۷). تأثیر ریسک نقدینگی و ریسک اعتباری بر پایداری مالی در صنعت بانکداری ایران؛ رهیافت رگرسیون چندک. دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، سال ۱۱، شماره ۳۸، صص ۱-۱۳.
* بیدگلی، غلامرضا؛ عبده تبریزی، حسین؛ محمدی، شاپور و شمس، شهاب الدین. (۱۳۸۸). بررسی زمان مقیاس مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای از طریق تبدیل موجک. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، دوره ۱۶، شماره ۵۸، صص ۳۵-۵۲.
* خوچیانی، رامین. (۱۳۹۷). بررسی اثرات متقابل زمان- مقیاسی میان شاخص قیمت سهام و نوسانات نرخ ارز در بورس اوراق بهادار تهران. راهبرد مدیریت مالی، دوره ۶، شماره ۲، صص ۱۹۱-۱۶۸.
* رستمی، محمدرضا؛ کلانتری بنجار، محمود و نوری جعفرآباد، دنیال. (۱۳۹۵). بررسی هم حرکتی میان بازده شاخص صنایع مختلف در بورس اوراق بهادار تهران با بازده بازارهای نفت، طلا، دلار و یورو با استفاده از تحلیل موجک. دانش

سرمایه‌گذاری، دوره ۵، شماره ۱۷، صص ۲۵۱-۲۲۷.

* شایگانی، بیتا؛ سلامی، امیربهداد و رامین، خوچیانی. (۱۳۹۳). مدل پیشنهادی برای پیش‌بینی تولید ناخالص داخلی کاربرد مدل‌های ARIMA شبکه‌های عصبی و تبدیل موجک. دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، دوره ۷، شماره ۲۴، صص ۱۶۲-۱۴۷.
* عباسی نژاد، حسین؛ گودرزی، یگانه و مشتری دوست، شیوا. (۱۳۹۱). آیا نوسانات حجم پول دارای اثرات حقیقی بر اقتصاد است؟ فصلنامه تحقیقات اقتصادی راه اندیشه. شماره ۵، دوره ۲، صص ۱-۲۳.
* فلاحتی، علی؛ فتاحی، شهرام؛ حیدری دیزگرانی، علی و شکری، نعیم. (۱۳۹۶). بررسی پایداری مالی و شوک‌های مالی گذرا در اقتصاد ایران. فصلنامه اقتصاد مالی. دوره ۱۱، شماره ۴۱، صص ۱۵۴-۱۲۳.
* قنبری، علی؛ خضری، محسن و ترکی سمایی، رقیه. (۱۳۸۸). تخمین ریسک سیستماتیک در مقیاس‌های زمانی مختلف با استفاده از تحلیل موجک برای بورس اوراق بهادار تهران. اقتصاد مقداری، دوره ۶، شماره ۴، صص ۲۹-۵۰.
* مشیری، سعید؛ پاکیزه، کامران؛ دبیریان، منوچهر و جعفری، ابوالفضل. (۱۳۸۹). بررسی رابطه میان بازدهی سهام و تورم با استفاده از تجزیه‌وتحلیل موجک در بورس اوراق بهادار تهران. پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال ۱۴، شماره ۴۲، صص ۵۵-۷۴.
* مطیعی بجارپسی، علی؛ اسماعیل‌زاده، علی و جهانشاد، آزیتا. (۱۳۹۵). بررسی پایداری مالی شرکت‌های بیمه با تأکید بر توانگری مالی آن‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده اقتصاد و حسابداری، تهران مرکز.
* میرباقری هیر، میر ناصر؛ ناهیدی امیرخیز، محمدرضا و شکوهی فرد، سیامک. (۱۳۹۵). ارزیابی ثبات مالی و تبیین عوامل مؤثر بر ثبات مالی بانک‌های کشور. سیاست‌های مالی و اقتصادی، سال ۴، شماره ۱۵، صص ۴۲-۲۳.
* نارمنجی، مرضیه؛ زمانیان، غلامرضا؛ یعقوبی، نورمحمد و پور شهابی، فرشید. (۱۳۹۶). نقش رقابت و تمرکز بر پایداری مالی در صنعت بانکداری ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مدیریت، مدیریت بازرگانی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.
* نظری، سودابه؛ اسماعیلی کیا، غریبه و اوشنی، محمد. (۱۳۹۶). تأثیر سرمایه فکری بر عملکرد مالی و پایداری مالی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد حسابداری، موسسه آموزش عالی باختر ایلام، دانشکده مدیریت و حسابداری.
* Afshan, A. Sharif, N. Loganathan, R. Jammazi. (2018). Time-frequency causality between stock prices and exchange rates: Further evidences from cointegration and wavelet analysis, Physica A, Vol 945, pp 225-244.
* Aguiar-Conraria, L., &Soares, M.J. (2014). The continuouswavelet transform: Moving beyond uni- and bivariate analysis. Journal of Economic Surveys, 28, 344-375.
* Ashraf Abdelbadie, Roba & Salama, Aly. (2019). corporate governance and financial stability in US banks: Do indirect interlocks matter? , Journal of Business Research, Vol 104, PP 85-105.
* Borio C, 2006. Monetary and financial stability: here to stay? *Journal of Banking & Finance*, 30(12), 3407–3414.
* Castellano, C, S. Fortunato, V. Loreto, Statistical physics of social dynamics, Review of Modern Physics 81 (2) (2007) 591–646.
* Cheung YL, Jiang P, Tan W. (2010). a transparency disclosure indexmeasuring disclosures: Chinese listed companies. J AccountPublic Policy 29:259–280.https://doi.org/10.1016/j. jaccpubpol.2010.02.001
* Gencary R, Selcak F & WhitcherB. (2002). an introduction to wavelets and other filtering methods in finance and economics. Academic press.2002:202-234.

* Jensen MC, Meckling WH (1976) Theory of the firm: managerial behav-ior, agency costs and ownership structure. J Financ Econ 3:305–360.
* LoCascio, Iolanda. (2015). A wavelet analysis of US fiscal sustainability. Economic Modeling Volume 51, December 2015, Pages 33-37.
* Mahmood M, Orazalin N. (2017). Green governance and sustainabilityreporting in Kazakhstan's oil, gas, and mining sector: evidence froma former USSR emerging economy. J Clean Prod 164:389–397.https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.203.
* Markose, S.M., Giansante, S., Rais Shaghaghi, A., 2012. Too interconnected to failfinancial network of US CDS market: topological fragility and systemic risk. J.Econ. Behav. Organ. 83, 627–646.
* Ozili, P. K. (2018). Banking Stability Determinants in Africa. International Journal of Managerial Finance 14 (4), 462-483
* Ozili. P.K., & Thankom, A.G. (2018). Income smoothing among European systemic and non-systemic banks. The British Accounting Review.
▪ R. N. Mantegna, H. E. Stanley, An introduction to econophysics: correlations and complexity in finance, Vol. 9, Cambridge university press Cambridge, 2000.
* Rajgopal S, Venkatachalam M. (2011). Financial reporting quality andidiosyncratic return volatility. J Account Econ 51:1–20. https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2010.06.001
* Torrence, C. and G. P. Compo (1998). A practical guide to wavelet analysis, Bulletin of the American Meteorological Society, 79 (1): 61–78
* Yusgiantoro, Inka, Soedarmono, Wahyoe & Tarazi, Amine. (2019). Bank consolidation and financial stability in Indonesia. International Economics, Vol 159, PP 94-104.
* Zanin, M, L. Zunino, O. A. Rosso, D. Papo, Permutation entropy and its main biomedical and econophysics applications: A review, Entropy 14 (8) (2012) 1553
* Zhong, Guang- Yan., Cheng Li, Jiang., Cheng Mei, Dong & Sheng Tang, Nian. (2019). An approach for measuring corporation financial stability by Econophysics and Bayesian method, Physica A, https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.121197
* Zubaidi Baharumshah, A. Soon, Siew-Voon. Lau, E (2017), "Fiscal sustainability in an emerging market economy: When does public debt turn bad?", Journal of Policy Modeling, Volume 39, Issue 1, January–February 2017, Pages 99-113

یادداشت‌ها

[1] یک آزمون فرض آماری است برای تشخیص علیت میان سری‌های زمانی. این آزمون براساس این اصل است که «علت از نظر زمانی بر معلولش مقدم است.»

[2] آنالیز فوریه در ریاضیات مطالعه چگونگی نمایش یا تخمین تابع‌های عمومی به وسیله مجموعی از تابع‌های مثلثاتی است. این تحلیل از مطالعات مربوط به سری فوریه آغاز گردید و به بزرگداشت ژوزف فوریه که نشان داد که نمایش یک تابع به کمک تابع‌های مثلثاتی به ساده شدن مسئله انتقال گرما کمک می‌کند، فوریه نام گرفت.

[3] کاربرد اکونوفیزیک در بازارهای مالی است که به‌جای استفاده از ریشه‌های هنجاری که در بیشتر حوزه‌های دانش مالی استفاده می‌شود، از چارچوبی اثبات گرایانه استفاده می‌کند که شامل نمونه‌هایی از فیزیک آماری با تأکید بر خواص برآینده یا جمعیِ بازارهای مالی می‌باشد. نقطه آغازین این روش در درک بازارهای مالی، حقایق ساده‌شده‌ای است که به‌طور تجربی، مشاهده‌شده‌اند. بنابراین، فیزیک مالی را می‌توان همان اکونوفیزیک نام برد.

[4] حاصل تقسیم سرمایه پایه به مجموع دارایی‌های موزون شده به ضرایب ریسک برحسب درصد است. نسبت کفایت سرمایه یکی از نسبت‌های سنجش سلامت عملکرد و ثبات مالی مؤسسات مالی و شرکت‌ها است.

[5] کلمه موجک همان‌گونه که از نامش بر می‌آید به معنی موج کوچک می‌باشد. با گذشت زمان دانشمندان دریافتند که با شکستن سیگنال به اجزای جداگانه، که امواج سینوسی خالص نیستند، می‌توان اطلاعات را در هر دو حوزه زمان و بسامد متمرکز کرد. این موضوع ایده بنیادینی است که به تدریج به‌عنوان موجک شناخته شد.

[6] هر یک از شرکت‌ها به‌صورت یک کد در نرم‌افزار به همراه سری‌های زمانی خود تعریف خواهند شد. که هدف در این قسمت تبدیل به موجک‌ها جهت حذف سیگنال‌هایی با خطاها و مقیاس جدید است.

[7] منظور از بیان نمودار در پاراگراف ارائه‌شده بدین معنی است که تمامی موجک‌ها در یک طیفی قرار خواهند گرفت که این طیف در یک نمودار به نمایش گذاشته خواهد شد که خطوط پررنگ مشکی حاکی از میزان سطح معناداری در سطح خطای آماری ۰/۰۵ است.