



ارائه مدل پیشنهادی برای سنجش پایداری مالی شرکت با استفاده از روش اکونوفیزیک و

شبکه عصبی مصنوعی

مولود سلیمانی^۱

فائق احمدی^۲

محمدحسین رنجبر^۳

حمیدرضا وکیلی فرد^۴

تاریخ دریافت مقاله: ۹۹/۰۱/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۰۵/۱۹

چکیده

مفهوم پایداری مالی نزدیک به دو دهه است که در متون اقتصادی وارد شده است. در ادبیات نظری مالی، 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 می‌باشد بیان نمود. لذا مطابق با استدلال فوق، هدف از پژوهش حاضر ارائه مدل پیشنهادی برای سنجش پایداری مالی شرکت با استفاده از روش اکونوفیزیک و شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از یک نمونه متشکل از ۱۳۲ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ است. نتایج بدست آمده از فرضیه اول نشان می‌دهد که پیش‌بینی پایداری مالی مبتنی بر روش اکونوفیزیک می‌تواند نتایج بهتری را ارائه دهد. همچنین بر اساس نتیجه فرضیه دوم پیش‌بینی پایداری مالی مبتنی بر روش بیزی می‌تواند نتایج بهتری را ارائه دهد. در نهایت، با مقایسه روش اکونوفیزیک و روش بیزی در خصوص پیش‌بینی پایداری مالی شرکت، می‌توان به این نتیجه دست یافت که پیش‌بینی پایداری مالی مبتنی بر روش اکونوفیزیک نتایج بهتری را نسبت به روش بیزی ارائه می‌دهد.

کلمات کلیدی

پایداری مالی، اکونوفیزیک، شبکه عصبی مصنوعی.

۱- گروه حسابداری، واحد قشم، دانشگاه آزاد اسلامی، قشم، ایران. soleimani.moloud@yahoo.com

۲- گروه مدیریت مالی و حسابداری، واحد قشم، دانشگاه آزاد اسلامی، قشم، ایران. (نویسنده مسئول) faeyhahmadi@gmail.com

۳- گروه حسابداری و مدیریت، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران. mhranjbar54@gmail.com

۴- گروه حسابداری و مدیریت مالی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. wakilifard.phd@gmail.com

سلامت و ثبات نظام‌های مالی مفهومی است که در بیشتر موارد به‌منظور توصیف توانمندی واکنش و مقابله در برابر رویدادهای نامطلوب و پیش‌بینی‌نشده به کار می‌رود. باین‌حال، دستیابی به اجماع و وحدت نظر در مورد مفهوم این واژه در عرصه مالی چندان آسان نیست و بر همین اساس می‌توان معیارهایی را به‌عنوان نشانه‌هایی از برقراری و وجود یک نظام مالی برخوردار از ثبات و پایداری، معین ساخت و آنگاه بر پایه مطالعه و کنکاش در آن‌ها به ارزیابی و اظهارنظر درباره وضعیت موجود در مقاطع زمانی مختلف اقدام کرد (بجاریسی و همکاران، ۱۳۹۵؛ برزیده و همکاران، ۱۳۸۸). اطلاعات پایداری به سازمان‌ها کمک می‌کند که اهدافشان را تعیین کنند، عملکردشان را اندازه‌گیری کرده و در مقابل تغییرات انعطاف‌پذیری و مدیریت لازم را داشته باشند تا بتوانند عملیاتشان را هرچه بیشتر پایدار سازند (هوگیمسترا، ۲۰۰۰). تمرکز بر موضوع ثبات و پایداری مالی شرکت‌ها از دیدگاه پژوهشگران بسیار حائز اهمیت است (بیک و همکاران، ۲۰۱۴؛ سیچتی و خاروبی، ۲۰۱۲). به‌طور نمونه، فلوود و همکاران (۲۰۱۶) بر این باورند که تجزیه‌وتحلیل اطلاعات برای شناسایی، درک و پاسخ به تهدیدات ثبات سیستم‌های مالی با استفاده از روش‌ها و مدل‌های دقیق می‌تواند به ایجاد نظارت بر ثبات مالی با طیف گسترده‌ای از منابع و اطلاعات و همچنین تهدیدات و مدل‌های بالقوه جهت روبرویی با این تهدیدات منجر گردد. لذا؛ 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 تبدیل شده است (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۹). به‌طور مثال، مانگنا و استنلی (۲۰۰۰) سری‌های زمانی مالی را با استفاده از تئوری احتمال، پدیده بحرانی و آشفتگی کامل مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند و دریافتند که توزیع مالیات قادر به توصیف ویژگی‌های آماری بازده قیمت هستند.

با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه پایداری مالی شرکت‌ها؛ بی‌ثباتی مالی نه تنها بر سیستم‌های مالی بانک‌ها، بورس اوراق بهادار، بازارهای بدهی و زیرساخت‌های مالی، بلکه از طریق تغییر ناگهانی قیمت‌ها یا هزینه‌های مختلف مالی تأثیرگذار است (کاینر، ۲۰۱۳؛ دی جیورجیو و راتوندی، ۲۰۱۱؛ قسان و همکاران، ۲۰۱۶). باوجود اهمیت بحث پایداری مالی، تعریف واحد و پذیرفته‌شده‌ای در مورد پایداری مالی وجود ندارد. مطابق با یافته‌های علاودی و صدیک (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

ارائه مدل پیشنهادی برای سنجش پایداری مالی.../سلیمانی، احمدی، رنجبر و وکیلی فرد

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. با این حال، با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در عمده مطالعات داخلی انجام شده، 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 (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین، مطابق با استدلال‌های فوق، پایداری مالی از مفاهیم مورد بحث در حوزه‌های مالی است که برای اندازه‌گیری آن پژوهش‌های مختلفی صورت گرفته و نتایج متفاوتی نیز به دست آمده است. لذا انجام پژوهشی که بتواند نتایج قابل اتکایی را برای تحلیل‌گران و سایر ذی‌نفعان بازار ایجاد نماید؛ موضوع مهم و اساسی است. بنابراین، یافته‌های پژوهش حاضر می‌تواند برای سرمایه‌گذاران و تحلیل‌گران جهت تحلیل و شناخت بهتر شرکت‌ها مفید واقع شود. اغلب روش‌های مورد مطالعه با استفاده از مدل‌های آماری و رگرسیونی و غیره بوده است که گاه به دلیل خطای مدل کاربرد چندانی نداشته‌اند و نتایج قابل اتکایی را استخراج ننموده‌اند. لذا پژوهش حاضر با طرح این مسئله آغاز می‌گردد که آیا می‌توان با استفاده از روش‌های دیگری مانند اکونوفیزیک و بیژی به سنجش پیش‌بینی دقیق پایداری مالی شرکت‌ها رسید.

مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

ثبات و پایداری مالی شرکت‌ها یکی از موضوعات مهمی است که در دو دهه اخیر به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه بسیاری از پژوهشگران در حوزه مالی قرار گرفته است (آقایی و همکاران، ۱۳۹۷). برخی از پژوهشگران ثبات مالی را در بانک‌های مختلف در سطح جهان مورد بررسی قرار داده‌اند. به‌طور نمونه؛ یوشجیان‌تارو و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود نشان دادند که ادغام بانک‌ها به‌طور کلی برای ثبات مالی بسیار حائز اهمیت است. از طرفی؛ میرباقری هیر و همکاران (۱۳۹۵) بر این استدلال هستند که عوامل متعددی بر ثبات مالی اثرگذار است که از جمله 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 دیگر از پژوهشگران بر این باورند که پایداری سیاست مالی با فعالیت‌های اقتصادی کشور در مرتبط است (زوبیدی بهرام شاه و همکاران، ۲۰۱۷). به‌طور مشابه، دوی و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش خود نشان دادند که پایداری مالی بر عوامل سیاسی کشور ژاپن تأثیرگذار است. آن‌ها دریافتند که پایداری سیاست مالی ابتدا نرخ مالیات را تثبیت و افزایش می‌دهد. فلاحتی و همکاران

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و ششم / بهار ۱۴۰۰

(۱۳۹۶) پایداری مالی و شوک‌های مالی گذرا در اقتصاد ایران را مورد بررسی قرار داده و بر این نتیجه دست یافتند که سیاست‌های مالی در ایران ناپایدار است.

برخی دیگر از پژوهشگران اخیراً موضوعی را مورد بحث و تحلیل قرار دادند که موجب رویکرد جدیدی جهت بررسی پایداری مالی شرکت‌ها گردید. آن‌ها با استفاده از به‌کارگیری مدل‌های بین‌رشته‌ای فیزیک و مالی آماری به تجزیه و تحلیل اطلاعات مالی پرداختند. به‌طور مثال؛ 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 تجزیه و تحلیل سیگنال‌ها و سیستم‌ها در راستای حذف نویز، فیلترها و روش‌های تبدیلی و نگاشتی متفاوتی را مورد بررسی قرار داده‌اند و همواره در راستای بهبود کارکرد این فیلترها و روش‌های تبدیلی و نگاشتی متفاوتی را مورد بررسی قرار داده‌اند و همواره در راستای بهبود کارکرد این فیلترها و روش‌ها، مطالعات مختلفی را انجام داده‌اند. همچنین؛ لوکاسچو (۲۰۱۵) به بررسی پایداری مالی ایالات متحده آمریکا با استفاده از تحلیل موجکی پرداخته و نشان داد که زمانی که سطح بدهی‌ها بالا است دولت‌ها تمایل بیشتری به کسری بودجه دارند.

فرضیه‌های پژوهش

فرضیه اول: پیش‌بینی پایداری مالی مبتنی بر روش اکونوفیزیک می‌تواند نتایج بهتری را ارائه دهد.
فرضیه دوم: پیش‌بینی پایداری مالی مبتنی بر روش بیزی می‌تواند نتایج بهتری را ارائه دهد.
فرضیه سوم: پیش‌بینی پایداری مالی مبتنی بر روش اکونوفیزیک نتایج بهتری را نسبت به روش بیزی ارائه می‌دهد.

پیشینه تجربی پژوهش

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 ایالات متحده طی سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۵ به این نتیجه دست یافتند که ارتباطات بانکی از طریق واسطه‌های غیرمستقیم تأثیر قابل توجهی بر ثبات مالی دارد. همچنین آن‌ها دریافتند که بانک‌های متصل به واسطه‌های غیرمستقیم به خوبی ریسک‌های اعتباری و ورشکستگی خود را نیز کاهش می‌دهند. ژانگ و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود به بررسی اندازه‌گیری پایداری مالی با استفاده از روش اکونوفیزیک و

ارائه مدل پیشنهادی برای سنجش پایداری مالی.../سلیمانی، احمدی، رنجبر و وکیلی فرد

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 (بالتر 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 تأیید می‌گردد. لوکاسچو (۲۰۱۵) در مقاله‌ای تحت عنوان تحلیل موجک پایداری مالی ایالات متحده آمریکا از تحلیل موجک جهت بررسی پایداری مالی آمریکا 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 تا حد امکان سعی گردیده که پژوهش‌های مرتبط با پایداری مالی مورد بررسی قرار گیرد. به طور 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. به طوری که 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 به دست آمده 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

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و ششم / بهار ۱۴۰۰

تأیید نظریه رقابت-شکنندگی می‌باشد 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 هم‌جمعی انگل-گرینجر نشان می‌دهد که با افزایش درآمدها، مخارج بیشتر افزایش پیدا می‌کند. همچنین نتایج حاصل از آزمون‌های هم‌جمعی، حاکی از آن است که سیاست مالی در ایران ناپایدار است

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر جزء پژوهش‌های توصیفی، به لحاظ هدف، کاربردی و طرح پژوهش مورد استفاده از نوع پس‌رویدادی است. بدین‌صورت که با استفاده از تکنیک آنالیز موجک به منظور مدل‌سازی داده‌های مالی به تخمین مدل پایداری مالی در مقیاس زمانی مختلف پرداخته شده است. جامعه آماری در این پژوهش شامل تمامی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار هستند که دوره زمانی پژوهش در بورس اوراق بهادار تهران فعالیت دارند. نمونه آماری شامل ۱۳۲ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. دوره زمانی انجام پژوهش از ابتدای سال ۱۳۹۳ تا پایان سال ۱۳۹۷ است. روش نمونه‌گیری به صورت قضاوتی است. برای ایجاد مدل جهت پیش‌بینی پایداری مالی شرکت‌ها، در این پژوهش از ۶۶۰ داده استخراج شده از وبسایت بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. در نهایت تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار متلب جهت طراحی و پیش‌بینی پایداری مالی شرکت صورت گرفته است. برخی از محدودیت‌های پژوهش جهت اعمال نمونه مورد نظر عبارت است از:

۱- شرکت‌هایی که از ابتدای سال ۱۳۹۳ تا انتهای سال ۱۳۹۷ در عضویت بورس اوراق بهادار باشند (دلیل این امر فرض اصل تداوم فعالیت شرکت است و شرکت‌هایی مورد بررسی قرار گرفته‌اند که فعالیت آن‌ها به طور مستمر تداوم داشته است).

۲- به منظور افزایش قابلیت مقایسه، سال مالی آن‌ها منتهی به پایان اسفندماه باشد.

۴- جزء شرکت‌های سرمایه‌گذاری و واسطه‌گری مالی نباشند (دلیل این امر ماهیت و عملیات متفاوت آن‌ها است).

متغیر پژوهش و روش محاسبه اکونوفیزیک و روش بیزی

متغیر پژوهش

برای ارزیابی متغیر پایداری مالی نیز شاخص‌های معرفی شده در تحقیق بزرگ اصل و همکاران (۱۳۹۷) که به شاخص Z معروف شده است استفاده شده است که در آن پایداری مالی شامل مجموع

ارائه مدل پیشنهادی برای سنجش پایداری مالی.../سلیمانی، احمدی، رنجبر و وکیلی فرد

کفایت سرمایه^۱ و مقدار سودآوری حاصل از معیار نرخ بازده دارایی تقسیم بر انحراف استاندارد درآمدها است. در این بررسی هر اندازه این معیار افزایش یابد مقدار احتمال ناپایداری (شکست) کاهش یافته و به بیان دیگر شرایط مالی شرکت پایدارتر خواهد بود.

رابطه (۱):

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

در معادله فوق، Z-score شاخص پایداری مالی است که عکس آن نشان‌دهنده ناپایداری شاخص

مالی شرکت i در زمان t می‌باشد

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 به‌طور کلی از دیدگاه تاریخی آنالیز موجک روش جدیدی در مباحث مالی محسوب می‌شود. نخستین بار عبارت موجک در سال ۱۹۰۹ در پایان‌نامه آلفرد هار ثبت شده است. تئوری موجک برای رفع محدودیت‌ها و مشکلات تبدیل فوریه ارائه شده 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 در نهایت نتیجه حاصل به صورت مجموعه‌ای از اطلاعات آرگومان-فرکانس به دست می‌آید. موجک‌ها^۲ توابع ریاضی‌اند که داده‌ها را به مؤلفه‌های فرکانسی تشکیل‌دهنده آن‌ها تفکیک کرده و هر مؤلفه را با قدرت تفکیک یا رزولوشن متناسب با مقیاس آن مؤلفه مورد مطالعه 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 مورد مطالعه بزرگ باشد ویژگی‌های کلی سری زمانی دیده می‌شود و اگر پنجره مورد مطالعه کوچک باشد جزئیات مورد توجه بیشتری خواهند بود. در این تبدیل با استفاده از موجک پایه و با مقیاس کردن و انتقال زمانی آن، داده‌ها تجزیه و تحلیل می‌گردند. هرچه مقیاس مورد استفاده بزرگ‌تر باشد موجک پایه بیشتر کشیده شده و تجزیه و تحلیل بر روی مؤلفه‌های فرکانس پایین انجام خواهد شد. برعکس هرچه مقیاس مورد استفاده کوچک‌تر باشد موجک پایه بیشتر فشرده شده و تجزیه و تحلیل بر روی مؤلفه‌های فرکانس بالا انجام می‌گردد. تبدیل موجک تجزیه یک تابع بر مبنای توابع موجک می‌باشد.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و ششم / بهار ۱۴۰۰

موجک‌ها (که به‌عنوان موجک‌های دختر شناخته می‌شوند) نمونه‌های انتقال یافته و مقیاس شده یک تابع (موجک مادر) با طول متناهی و نوسانی شدیداً میرا هستند (عباسی نژاد و همکاران، ۱۳۹۱).

همان‌گونه که تبدیل فوریه، یک شکل 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):

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

در رابطه بالا $\Psi_{S,T}(t)$ موجک مادر تغییر مقیاس یافته به‌اندازه S و انتقال یافته در زمان به‌اندازه T می‌باشد. نتیجه تبدیل موجک پیوسته، ضرایب موجک C می‌باشند که تابعی 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 تشکیل دهنده سیگنال اصلی را به دست آورد (شایگانی و همکاران، ۱۳۹۳).

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

رابطه (۳):

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

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

رابطه (۴):

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

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.

ارائه مدل پیشنهادی برای سنجش پایداری مالی.../سلیمانی، احمدی، رنجبر و وکیلی فرد

رابطه (۵):

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

طیف توان موجک: طیف توان موجک به صورت $|W_X(u, s)|^2$ تعریف می‌شود. که واریانس موضعی سری زمانی $X(t)$ در مقیاس‌های زمانی مختلف S را نشان می‌دهد. بنابراین تجزیه واریانس با یک موضعی‌سازی قابل توجه سری زمانی، از نتایج طیف توان موجک است (تورنس و کمپو، ۱۹۹۸).

در نمودار طیف توان موجک^۳، 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 خطوط 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 به راحتی امکان پذیر نیست و با احتیاط 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 به صورت نسبت طیف بسامدی متقاطع دو سری زمانی به ضرب طیف بسامدی هر یک از سری‌های زمانی تعریف کرد (آگوریا 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 دست یافت. همدوسی موجکی به صورت زیر تعریف می‌شود.

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 به جای طیف بسامدی متقاطع دو سری زمانی متمرکز می‌شویم. چراکه همدوسی در حقیقت همان طیف بسامدی متقاطع نرمال‌سازی شده است (تورنس و وبستر، ۱۹۹۹).

روش بیزی

توسعه شبکه عصبی گذشته یک روش بسیار عمومی در زمینه ANN بوده که وابسته به آموزش تحت نظارت است و استفاده از روش شیب نزولی برای کاهش یک تابع خطای بسته (مثل خطای مربع) نمونه‌ای از آن می‌باشد. مطابق شکل ۱ معماری عمومی برای شبکه عصبی قلبی شامل سه لایه مدل درونی، پنهان، خروجی است. رابطه بین نورون‌ها در شکل نشان داده شده است. در هر لایه یک رابطه آمده است. این رابطه به عنوان حجم سنجیده و ذخیره شده است که مقیاس رابطه بین دو گره (گارسون، ۱۹۹۱) را ارزیابی می‌کند. آموزش تحت نظارت این وزن‌ها، به خاطر کاهش تابع خطای انتخاب شده است و به طور عمومی نمونه‌های شناخته شده می‌باشند. دلیل اصلی برای بیان این روش‌ها مواردی است که منجر به مناسب‌سازی یک اختلال شده و تعمیم شبکه را از بین می‌برد.

رابطه (۷):

$$F = \beta E_D + \alpha E_W$$

F یک تابع مشاهده است و E_D مقدار خطاهای مربع شده و E_W مقدار مربع وزن‌های شبکه و α و β پارامترهای تابع قابل مشاهده هستند (مکی، ۱۹۹۲). در شبکه بیزی تصادفی اندازه‌ها متغیر در نظر گرفته شده است و بنابراین تابع بر طبق قانون بیزی نوشته می‌شود (فورسی و هاگان، ۱۹۹۷).

رابطه (۸):

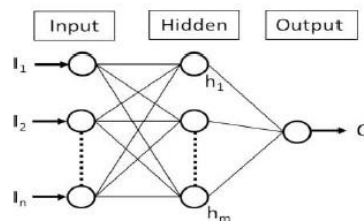
$$P(W/D, \alpha, \beta, M) = \frac{P(D/W, \beta, M)P(W, \alpha, M)}{P(D|\alpha, \beta, M)}$$

W بردار سنگینی وزنه و D داده‌های بردار را ارائه می‌دهد و M مدل شبکه عصبی مورد استفاده قرار گرفته شده است. فورسی و هاگان (۱۹۹۷) تصور می‌کردند که اختلال در داده‌های گوسی قادرند احتمال تابع برای وزنه‌ها را تعیین کنند. بهینه‌سازی پارامترهای ترتیبی (مرتب شده) α و β نیاز به حل کردن ماتریس هسن $F(W)$ در حداقل نقطه W^{MP} دارد

فورسی و هاگان (۱۹۹۷) با تقریب گاس-نیوتن الگویی را پیشنهاد دادند که برای قرار دادن حداقل‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت. این روش رسیدن احتمالی به حداقل مقدار را کاهش داده و بنابراین تعمیم دهی شبکه را افزایش می‌دهند. نوظهوری این روش، ماهیت احتمالی وزن‌های شبکه در ارتباط با مجموعه داده‌های قالب مدل را ارائه داده است. یک شبکه عصبی در اندازه‌ای از لایه‌های مخفی اضافی، آماده شدن اختیاری را به طور چشمگیری افزایش می‌دهند و بر تائید مجموعه برای تعیین نقطه توقف تأکید دارد. در

ارائه مدل پیشنهادی برای سنجش پایداری مالی.../سلیمانی، احمدی، رنجبر و وکیلی فرد

شبکه‌های تعیین شده بیزی، مدل‌های پیچیده‌تری به‌عنوان پیوندهای غیرضروری که به‌طور مؤثر از صفر منشأ گرفته‌اند، جریمه شده‌اند. شبکه محاسبه شده و وزن‌های غیر جزئی به‌عنوان تعداد پارامترهای مؤثر شناخته شده‌اند که با شبکه‌های پیوسته همگرایند (باردن و وینکلر، ۲۰۰۸). اختلال اصلی بازارهای سرمایه احتمال تحلیل و تمرین برای توسعه شبکه‌های عمومی را نشان می‌دهد. این شبکه‌های صرفه‌جو فرصت زیاد تمرین کردن را کاهش دادند درحالی‌که نیاز به مرحله تأیید را حذف می‌کنند، بنابراین اطلاعات در دسترس را برای آموزش افزایش می‌دهند.



یافته‌های پژوهش

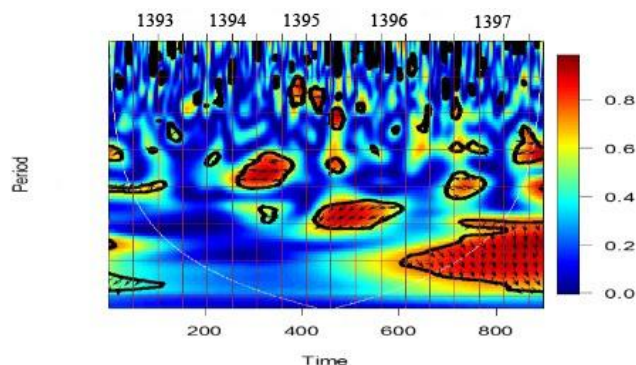
توصیف داده‌ها

برای بررسی هم حرکتی متغیر پایداری مالی شرکت، در این پژوهش از داده‌های سالانه سری زمانی طی سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ استفاده شده 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.

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

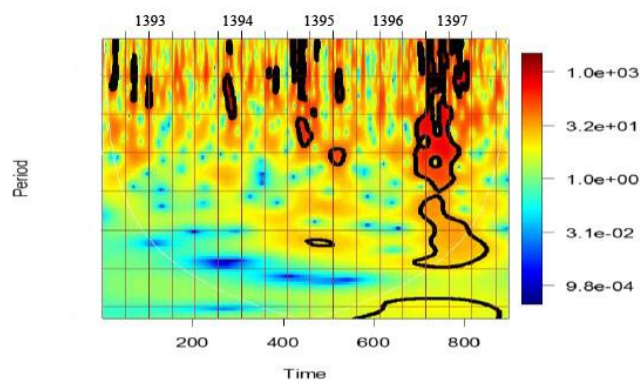
نتایج تجربی و تفسیر آن

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 به حساب می‌آید، نشان می‌دهد.



شکل ۱: نمودار همدوسی پایداری مالی شرکت

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



شکل ۲: نمودار توان (انرژی) پایداری مالی شرکت

نمودار توان (انرژی) پایداری مالی شرکت در نمودار (۲) نیز نشانگر نکات جالبی برای ثبات مالی شرکت‌های پذیرفته شده 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

ارائه مدل پیشنهادی برای سنجش پایداری مالی.../سلیمانی، احمدی، رنجبر و وکیلی فرد

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 کاهش یافته است و جهت پیکان‌ها به سمت پایین و نزولی است. اما در سال ۱۳۹۵ با توجه به رشد بازار سرمایه پایداری مالی شرکت نیز افزایش یافته 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 به وضوح در نمودار توان (انرژی) از طریق حذف نویزها و سیگنال‌ها مشخص شده است، می‌توان اظهار داشت که فرضیه اول پژوهش مبنی بر پیش‌بینی پایداری مالی مبتنی بر روش اکونوفیزیک می‌تواند نتایج بهتری را ارائه دهد مورد تأیید واقع گردید.

آزمون پایداری شرکت با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

پیش‌بینی با شبکه MLP

به منظور دستیابی به بهترین خطای پیش‌بینی در شبکه MLP^۴، باید آموزش بر روی داده‌ها با پارامترها و ویژگی‌های مختلف شبکه انجام گیرد تا به خطای بهینه دست پیدا کرد. برای این منظور، این تحقیق، با آموزش بیش از صد الگوی مختلف به خطای قابل قبول رسید. یعنی آنکه نرم‌افزار با یادگیری هر بار که داده‌ها را دریافت می‌کند خروجی مناسب‌تری ارائه می‌دهد که به واقعیت نزدیک‌تر است و این اثر یادگیری است. پارامترهای ساختار شبکه نهایی که منجر به خطای بهینه شده، در جدول (۱) نشان داده شده است.

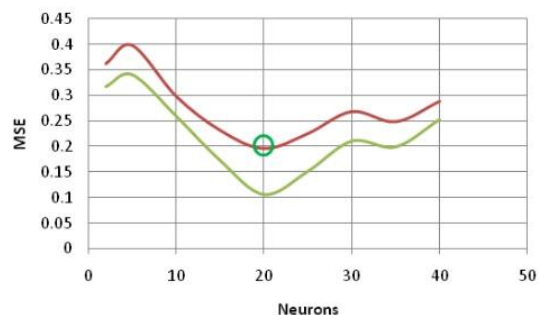
جدول ۱: پارامترهای ساختار شبکه نهایی MLP

تابع فعال سازی	نرخ یادگیری	تعداد نرون‌های لایه پنهان	تعداد تکرار	شتاب شبکه
غیرخطی سیگموئید	۰/۲۰	۲۰	۱۷۸۶۰	۰/۳۰

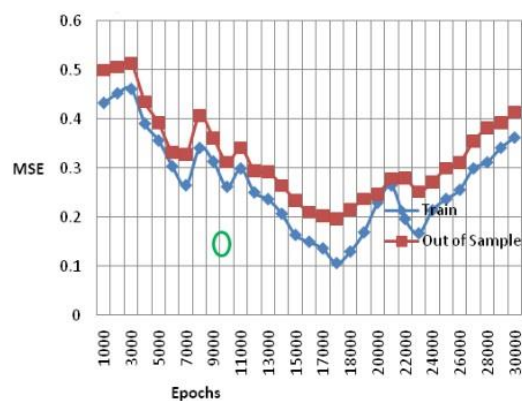
به منظور بررسی دقت پیش‌بینی شبکه، از روش‌های ارزیابی عملکرد فوق استفاده شده و نتایج در جدول شماره (۲) آورده شده است. همچنین خطای کلی پیش‌بینی شبکه MLP نسبت به تغییرات در تعداد تکرار در شکل (۲) و (۳) به نمایش درآمده است.

جدول ۲: نتایج ارزیابی عملکرد شبکه MLP

R2 تعدیل شده	R2	MAPE	MSE	
۰/۸۴۳۲	۰/۸۳۵۶	۰/۲۲۶۷	۰/۱۸۳۴	داده‌های خارج از نمونه
۰/۸۷۶۶	۰/۹۰۷۳	۰/۲۳۴۰	۰/۱۰۵۲	داده‌های آموزشی



شکل ۲: خطای کلی شبکه MLP نسبت به تعداد نرون‌های شبکه



شکل ۳: خطای کلی شبکه MLP نسبت به تعداد تکرار شبکه

پیش‌بینی با شبکه RBF

نتایج ارزیابی پیش‌بینی توسط شبکه RBF در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳. نتایج ارزیابی عملکرد شبکه RBF

R2 تعدیل شده	R2	MAPE	MSE	
۰/۸۲۹۶	۰/۸۳۳۸	۰/۳۹۰۶	۰/۲۸۵۶	داده‌های خارج از نمونه
۰/۸۸۳۴	۰/۸۹۰۸	۰/۳۱۵۷	۰/۲۲۵۳	داده‌های آموزشی

ارائه مدل پیشنهادی برای سنجش پایداری مالی.../سلیمانی، احمدی، رنجبر و وکیلی فرد

هدف کلی، ارائه مدلی مناسب برای پیش‌بینی پایداری مالی شرکت‌ها می‌باشد. با توجه به نتایج تحقیقات گذشته که برتری مدل‌های غیرخطی را در پایداری مالی تأیید می‌کردند، در این پژوهش از شبکه MLP و RBF استفاده شده است. نتایج این پژوهش ضمن تأیید دوباره برتری مدل‌های غیرخطی در پایداری مالی شرکت، نشان می‌دهد که مدل شبکه MLP نسبت به شبکه RBF عملکرد بهتری را در پیش‌بینی پایداری مالی شرکت از خود به‌جا گذاشته است. جدول (۴) مقایسه نتایج ارزیابی عملکرد دو مدل را نشان می‌دهد.

جدول ۴. مقایسه عملکرد شبکه MLP و RBF

R2 تعدیل شده	R2	MAPE	MSE	
۰/۸۴۳۲	۰/۸۳۵۶	۰/۲۲۶۷	۰/۱۸۳۴	MLP
۰/۸۲۹۶	۰/۸۳۳۸	۰/۳۹۰۶	۰/۲۸۵۶	RBF

مبنای تصمیم‌گیری در خصوص دقت پیش‌بینی دو شبکه، عملکرد شبکه‌ها در پایداری مالی شرکت داده‌های آزمایشی است. در بین معیارهای ارزیابی عملکرد، دو معیار MSE و MAPE مربوط به میانگین خطای استاندارد است و هرچه مقدار آن‌ها کمتر باشد به این معنا است که شبکه، پیش‌بینی را با خطای کمتری انجام داده است در نتیجه کارایی مدل بیشتر خواهد بود. دو معیار ضریب تعیین و ضریب تعدیل‌شده همبستگی بین پایداری مالی شرکت واقعی و پیش‌بینی‌شده را بررسی می‌کند. مقدار ضریب تعیین بین صفر و یک است و مقدار یک بیان‌کننده تطابق کامل داده‌هاست، در نتیجه هرچه مقدار ضریب تعیین به یک نزدیک‌تر باشد، مطلوب‌تر خواهد بود. با توجه به توضیحات فوق، همانطوریکه در جدول فوق نشان داده شده است، شبکه MLP نسبت به شبکه RBF برتری دارد. در دو معیار MSE و MAPE شبکه MLP نسبت به شبکه RBF میانگین خطای کمتری دارد، از طرفی دیگر مقدار ضریب تعیین محاسبه شده حاکی از همبستگی بالا بین پایداری مالی واقعی و پیش‌بینی‌شده توسط شبکه MLP است، به‌گونه‌ای که نزدیک به ۸۴ درصد همبستگی بین پایداری مالی واقعی و پیش‌بینی‌شده توسط شبکه MLP تعریف و تفسیر می‌شود، درحالی‌که این مقدار برای شبکه RBF، ۸۲ درصد است. بنابراین فرضیه دوم پژوهش مبنی بر اینکه پیش‌بینی پایداری مالی مبتنی بر روش بیزی می‌تواند نتایج بهتری را ارائه دهد مورد تأیید واقع گردید.

مقایسه آزمون پیش‌بینی پایداری شرکت با استفاده از روش اکونوفیزک و بیزی

همان‌طور که در نتایج پژوهش در هر روش بیان شده است، روش بیزی با استفاده از شبکه MLP به

پیش‌بینی بهتری از پایداری مالی شرکت را نشان داده است. همچنین، با استفاده از روش اکونوفیزیک با توجه به حذف نویزها و سیگنال‌ها و خطاهای موجود در سری‌های زمانی، پیش‌بینی پایداری مالی با دقت بیشتری صورت گرفته است و کلیه خطاهای موجود در فرکانس مقیاس و زمان حذف و پیش‌بینی دقیق‌تری را ارائه کرده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با حذف نویزها و خطاهای سری زمانی، روش اکونوفیزیک نتایج بهتری را نسبت به روش بیزی نشان می‌دهد. بنابراین، فرضیه سوم مبنی بر پیش‌بینی پایداری مالی مبتنی بر روش اکونوفیزیک نتایج بهتری را نسبت به روش بیزی ارائه می‌دهد مورد تأیید واقع گردید.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش پیش‌بینی یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار در تصمیمات مدیران و سرمایه‌گذاران است که پایداری مالی شرکت موردبررسی قرار گرفت. بدین منظور، روش‌های غیرخطی برای پیش‌بینی انتخاب شد و سعی گردید تا با شبکه عصبی MLP و مجموعه استخراج‌شده از آن با کمک الگوریتم ژنتیک، پیش‌بینی مطلوبی از پایداری مالی شرکت انجام شد. به‌طور کلی نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر در قالب‌بندهای زیر ارائه می‌شود:

(۱) یک نتیجه مهم و کلی که در این پژوهش به‌دست‌آمده با توجه به شکل (۱) و (۲) این است که مدل مربوط به پایداری مالی شرکت در پیش‌بینی پایداری مالی دارای رابطه غیرخطی هستند و مدل‌های غیرخطی در پیش‌بینی آن عملکرد مطلوبی داشته‌اند.

(۲) در پژوهش حاضر شبکه عصبی MLP با یک نرون در لایه خروجی و همچنین نرخ یادگیری ۰.۲۵ درصد و تابع فعال‌سازی سیگموئید به‌عنوان شبکه نهایی برای آموزش داده‌ها و پیش‌بینی پایداری مالی شرکت انتخاب شد.

(۳) ضریب همبستگی و ضریب تعیین بالا و همچنین میانگین خطای پایین میان پایداری مالی شرکت واقعی و پایداری مالی شرکت پیش‌بینی‌شده با شبکه عصبی MLP نشان می‌دهد که این شبکه با پارامترهای فوق‌به‌خوبی قادر به پیش‌بینی پایداری مالی شرکت سالانه است، بنابراین فرضیه دوم مبنی بر پیش‌بینی پایداری مالی مبتنی بر روش بیزی می‌تواند نتایج بهتری را ارائه دهد موردقبول واقع گردید. با توجه به اهمیت پایداری مالی شرکت‌ها در بازار سرمایه ایران برای سهامداران، در این پژوهش با روش همدوسی موجه که از روش‌های اکونوفیزیک محسوب می‌شود در بازه زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۷ موردبررسی قرار گرفت. نتایج تفسیر نمودارهای همدوسی موجه نشان داده است که:

ارائه مدل پیشنهادی برای سنجش پایداری مالی.../سلیمانی، احمدی، رنجبر و وکیلی فرد

در بازه‌های زمانی متفاوت نتایج به دست آمده 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) قابل ملاحظه 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 پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران) در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ دچار انرژی بسیار بالا (نوسانات شدیدی) شده است.

منابع

- ۱) 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.
- ۲) آقایی، مجید؛ کوهبر، محمدمبین و احمدی‌نژاد، حسین. (۱۳۹۷). ثبات مالی و عملکرد اقتصادی: مطالعه موردی کشورهای عضو اوپک. اقتصاد و الگوسازی، دوره ۹، شماره ۲، صص ۶۵-۲۹.
- ۳) برزیده، فرخ و عیسی پرزادی. (۱۳۸۸). نسبت‌های مالی و متغیرهای اقتصادی مؤثر در ارزیابی سلامت و ثبات مالی شرکت‌های بیمه در ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی، دانشکده حسابداری و مدیریت
- ۴) 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.
- ۵) خوشنودی، عبدالله، صادقی، حسین. (۱۳۹۴). بررسی اثر افزایش نرخ ارز روی ناپایداری مالی بخش بانکی با استفاده از نگرش ترازنامه‌ای، دومانه‌نامه بررسی‌های بازرگانی، سال ۱۳، شماره ۷.
- ۶) شایگانی، بیتا؛ سلامی، امیربه‌داد و رامین، خوجیانی. (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.
- ۷) عباسی نژاد، حسین؛ گودرزی، یگانه و مشتری دوست، شیوا. (۱۳۹۱). آیا نوسانات حجم پول دارای اثرات حقیقی بر اقتصاد می‌باشد؟ فاصله تحقیقات اقتصادی راه‌اندیشه. شماره ۵، دوره ۲، صص ۱-۲۳.
- ۸) 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.
- ۹) مطیعی بجارپسی، علی؛ اسماعیل‌زاده، علی و جهان‌شاد، آریتا. (۱۳۹۵). بررسی پایداری مالی شرکت‌های بیمه با تأکید بر توانگری مالی آن‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده اقتصاد و حسابداری، تهران مرکز.
- ۱۰) 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 ۲۳-۴۲.

ارائه مدل پیشنهادی برای سنجش پایداری مالی.../سلیمانی، احمدی، رنجبر و وکیلی فرد

۱۱) نارمنجی، مرضیه؛ زمانیان، غلامرضا؛ یعقوبی، نورمحمد و پورشهبابی، فرشید. (۱۳۹۶). نقش رقابت و تمرکز بر پایداری مالی در صنعت بانکداری ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، مدیریت، مدیریت بازرگانی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی.

۱۲) نظری، سودابه؛ اسماعیلی کیا، غریبه و اوشنی، محمد. (۱۳۹۶). تأثیر سرمایه فکری بر عملکرد مالی و پایداری مالی. پایان نامه کارشناسی ارشد حسابداری، موسسه آموزش عالی باختر ایلام، دانشکده مدیریت و حسابداری.

13) Abbasi Nejad, Hossein; Goodarzi, Yegane and Moshtaridost, Shiva. (2013). Does Money Volatility Have Real Effects on the Economy? The Economics of Road Research of Andisheh. Issue 5, Volume 2, pp. 1-23 [In Persian].

14) Aghaei, Majid ; Koohbar, Mohammad Amin and Ahmadinejad, Hossein. (2019). Financial Stability and Economic Performance: A Case Study of OPEC Member States. Economics and Modeling, Volume 9, Number 2, pp. 29-65[In Persian].

15) Aguiar-Conraria, L., &Soares, M.J. (2014). The continuouswavelet transform: Moving beyond uni- and bivariate analysis. Journal of Economic Surveys, 28, 344-375.

16) Alawode, A., Sadek, M. Al (2008). "What is Financial Stability". Financial stability paper series, 1, 2-26.

17) Ansari, Hojat Allah. (2008). Investigating the Effect of Using Different Time Scales on Calculating Value at Risk Using Wavelet Theory. Master thesis. Faculty of Management, University of Tehran [In Persian].

18) 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.

19) Barzideh, Farokh and Parizadi, Eisa. (2010). Financial Ratios and Economic Variables Affecting the Health and Financial Stability Assessment of Insurance Companies in Iran, M.Sc., Allameh Tabatabai University, School of Accounting and Management [In Persian].

20) Beck, T., Degryse, H., Kneer, C., 2014. Is more finance better? Disentangling intermediation and size effects of financial systems. J. Financ. Stab. 10, 50–64.

21) Bozorg ASL, Mosa; Barzideh, Farokh and Samadi, Mohammad Taqi. (2019). the Impact of Liquidity Risk and Credit Risk on Financial Sustainability in Iranian Banking Industry; Quantitative Regression Approach. Financial Knowledge of Securities Analysis, Volume 11, Issue 38, pp. 1-13 [In Persian].

- 22) Burden, F., & Winkler, D. (2008). Bayesian regularization of neural networks. *Methods in Molecular Biology*, 458, 25-44.
- 23) Cecchetti, S., Kharroubi, E., (2012). Reassessing the impact of finance on growth. *BIS Working Paper* 381.
- 24) Di Giorgio G, Rotondi Z, (2011). Financial stability, interest-rate smoothing and equilibrium determinacy. *Journal of Financial Stability*, 7, 1–9.
- 25) Doi, Takero Hoshi, Takeo. Okimoto, T (2011), “Japanese government debt and sustainability of fiscal policy”, *J. Japanese Int. Economies* 25, 414–433.
- 26) Felahati, Ali; Fatahi, Shahram; Heydari Dizegrani, Ali and Shukri, Naeem. (2018). Investigation of Financial Stability and Transient Financial Shocks in Iranian Economy. *Journal of Financial Economics*. Volume 11, Number 41, pp. 154-123 [In Persian].
- 27) Flood, M.D., Lemieux, V.L., Varga, M., Wong, B.L.W. (2016). The Application of Visual Analytics to Financial Stability Monitoring, *Journal of Financial Stability*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfs.2016.01.006>
- 28) Forsee, F.D., Hagan, M. T. (1997). Gauss-Newton approximation to Bayesian learning. In 1997 IEEE international Conference on neural networks (vols. 1-4, pp 1930-1935). Houston, TX, USA, <http://dx.doi.org/10.1109/ICNN.1997.614194>.
- 29) Garson, G. D. (1991). Interpreting neural-network connection weights. *AI expert*, 6(4), 46-51.
- 30) Ghassan, H.B. & Fachin, S., Time series analysis of financial stability of banks: Evidence from Saudi Arabia, *Review of Financial Economics* (2016), doi: 10.1016/j.rfe.2016.06.007
- 31) Hooghiemstra, R., (2000). Corporate communication and impression management: New perspectives why companies engage in corporate social reporting. *Journal of Business Ethics*, no 27, 55–68.
- 32) Kainer ER, (2013). Towards a program for financial stability. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 85, 207–218.
- 33) Khoshnoodi, Abdollah, Sadeghi, Hossein. (2016). Investigating the Effect of Exchange Rates on Banking Sector Financial Instability Using Balance Sheet Approach, *Quarterly Review of Business Reviews*, Volume 13, Number 7 [In Persian].
- 34) LoCascio, Iolanda (2015). “A wavelet analysis of US fiscal sustainability”, *Economic Modeling* Volume 51, December 2015, Pages 33-37.
- 35) MacKay, D. J. C. (1992). A practical Bayesian framework for back propagation networks. *Neural computation*. 4, 448-472.

- 36) Mirbagheri Hir, Mir Nasser; Nahid Amirkhiz, Mohammad Reza and Shokouhi Fard, Siamak. (2017). Assessing financial stability and explaining factors affecting financial stability of Iranian banks. *Fiscal and Economic Policies*, Year 4, No. 15, pp. 23-42 [In Persian].
- 37) Mutie Bojarpsi, Ali; Esmailzadeh, Ali and Jahanshad, Azita. (2017). Investigate the financial sustainability of insurance companies with emphasis on their financial viability. M.Sc., Islamic Azad University, Faculty of Economics and Accounting, Tehran Center [In Persian].
- 38) Narmangi, Marzieh-Zamanian, Gholamreza-Yaghoubi, Nour Mohammad and Porshahabi, Farshid. (2018). the Role of Competition and Focus on Financial Sustainability in the Iranian Banking Industry. M.Sc., Management, Business Management, Sistan and Baluchestan University, Faculty of Literature and Humanities [In Persian].
- 39) Nazari, Sudabeh; Ismaili Kia, gharibeh and Osheni, Mohammad. (2018). the Impact of Intellectual Capital on Financial Performance and Financial Sustainability. MSc in Accounting, Western Ilam Institute of Higher Education, School of Management and Accounting [In Persian].
- 40) R. N. Mantegna, H. E. Stanley. (2000). *An introduction to econophysics: correlations and complexity in finance*, Vol. 9, Cambridge university press Cambridge, 2000.
- 41) Shayegani, Bitia; Salami, Amir Behdad and Ramin, Khuchiani. (2015). Proposed model for GDP forecasting Using ARIMA neural network models and wavelet transform. *Financial Knowledge of Securities Analysis*, Volume 7, Number 24, pp. 162-147 [In Persian].
- 42) Torrence, C. and G. P. Compo (1998). A practical guide to wavelet analysis, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79 (1): 61–78
- 43) Yusciantoro, Inka., Soedarmono, Wahyoe & Tarazi, Amine. (2019). Bank consolidation and financial stability in Indonesia. *International Economics*, Vol 159, PP 94-104.
- 44) 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* (2019), <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.121197>
- 45) 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 :

- ۱ - 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.
- ۲ - 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.
- ۳ - 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.
- ۴ - منظور از شبکه (Multi layer Perceptron)، پرسپترون چندلایه است که می‌توان الگوهای پیچیده‌تری را با درجه پیچیدگی بالاتری یاد گرفت.