مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره سیزدهم / زمستان ۱۳۹۱

بکارگیری مدل‌های پیش‌بینی خاکستری و نمو هموار ساده جهت پیش‌بینی جریان نقد آزاد شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۲۰

شکراله خواجوی[۱]
زهرا نجفی[۲]
سارا زین الدین زاده[۳]

چکیده

هدف این پژوهش، پیش‌بینی جریان نقد آزاد، به عنوان یکی از معیارهای ارزیابی عملکرد مالی، با کمترین اطلاعات ممکن است. جامعه آماری این پژوهش، از کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تشکیل شده است که با در نظر گرفتن محدودیت‌هایی در نهایت ۶۴ شرکت در بازه زمانی ۱۳۸۸-۱۳۷۸، مورد بررسی قرار گرفت. جهت پیش‌بینی جریان نقد آزاد از مدل‌های نمو هموار ساده و مدل خاکستری استفاده شده است. سپس به مقایسه دقت پیش‌بینی مدل‌های مذکور بر اساس میانگین مجذور خطاها پرداخته شده است. نتایج پژوهش نشان داد دقت پیش‌بینی مدل خاکستری از مدل نمو هموار ساده بیشتر است و در سطح اطمینان ۹۵٪، بین میانگین معیار میانگین مجذور خطاها، در دو مدل نمو هموار ساده و مدل خاکستری تفاوت معناداری وجود ندارد، در حالی‌که در سطح اطمینان ۹۰٪ بین دقت دو مدل پیش‌بینی تفاوت معناداری وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: جریان نقد آزاد، مدل نمو هموار ساده، مدل خاکستری.

۱- دانشیار و عضو هیات علمی دانشگاه شیراز
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد حسابداری دانشگاه شیراز
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت دانشگاه شیراز

۱- مقدمه

جریان نقد آزاد یکی از ابزارهای تعیین انعطاف‌پذیری مالی شرکت است و معیار مناسبی جهت ارزیابی قدرت سودآوری گذشته، حال و آینده شرکت محسوب می‌شود. به دلیل اهمیت بسزای جریان‌های نقدی در موفقیت واحدهای اقتصادی و ضرورت آن برای ادامه بقای آن‌ها، پیش‌بینی جریان‌های نقدی یکی از موضوعات مهم در برنامه‌ریزی مالی محسوب می‌شود. امروزه جهت پیش‌بینی از تکنیک‌های مختلفی استفاده می‌شود. هر چه اطلاعات بیشتری در دسترس باشد، پیش‌بینی‌ها دقیق‌تر خواهد بود. اما جمع‌آوری اطلاعات نیازمند صرف زمان و هزینه است. صرف زمان بیشتر اگر چه منجر به افزایش دقت پیش‌بینی‌ها می‌شود اما از میزان مربوط بودن و به موقع بودن اطلاعات می‌کاهد. از طرف دیگر، تمام اطلاعات مورد نیاز، همواره در دسترس نیست. بنابراین استفاده از تکنیک‌هایی که بتواند با کمترین اطلاعات، پیش‌بینی‌های دقیقی را ارائه نماید، حائز اهمیت است. روش پیش‌بینی نمو هموار ساده و روش خاکستری از جمله روش-های پیش‌بینی هستند که با کمترین اطلاعات، می‌توانند پیش‌بینی‌های نسبتاً دقیقی را ارائه دهند. در این روش‌ها جهت پیش‌بینی یک متغیر، لازم است اطلاعات مربوط به سال‌های گذشته همان متغیر را داشته باشیم و بر اساس آن پیش‌بینی را انجام دهیم، در حالی که در روش‌های دیگر پیش‌بینی نظیر شبکه‌های عصبی، حجم بالایی از اطلاعات مورد نیاز است.

با توجه به اهمیت پیش‌بینی جریان نقد آزاد و همچنین اهمیت بکارگیری تکنیک‌های پیش‌بینی که با کمترین اطلاعات بتوانند پیش‌بینی‌های نسبتاً دقیقی را ارائه دهند، در این پژوهش به پیش‌بینی جریان نقد آزاد شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش‌های نمو هموار ساده و روش خاکستری پرداخته شده است، همچنین دقت پیش-بینی مدل‌های مذکور مورد مقایسه قرار گرفته است.

۲- ادبیات پژوهش و مروری بر پیشینه

در ادبیات حسابداری و مالی، مقوله ارزیابی عملکرد مدیران، از دیدگاه سهامداران، اهمیت فراوانی یافته است. جریان نقد آزاد، امروزه به عنوان یکی از معیارهای ارزیابی عملکرد معرفی شده است، که اهمیت و ضرورت بکارگیری آن را می‌توان در رابطه نمایندگی و مشکلات ناشی از آن،

جستجو کرد. جنسن و مکلینگ (۱۹۷۶)، با معرفی مبانی تئوری نمایندگی، هدف اولیه در رابطه نمایندگی را، افزایش ثروت سهامداران عنوان کردند. چنانچه هدف سازمان حداکثرسازی ثروت در نظر گرفته شود، باید از معیاری جهت ارزیابی عملکرد مدیران استفاده کرد که با خلق ارزش در بلندمدت هم‌تراز و هم‌سو باشد (رضایی، مولودی، ۱۳۸۹: ۲). اگرچه سهامداران، به این دلیل که اطلاعات کافی در خصوص وضعیت داخلی شرکت‌ها را در اختیار ندارند، به اجبار از معیارهای حسابداری جهت ارزیابی عملکرد استفاده می‌کنند (ایزدی‌نیا، ۱۳۸۴: ۶۵)، اما، ارزش، به عنوان جریان‌های نقدی آزاد تنزیل شده، بهترین مبنا و مقیاسی است که شفافیت ایجاد می‌کند و بین منافع کلیه گروه‌های ذینفع، تعادل برقرار می‌سازد، زیرا در این شیوه، ادعای هر ذینفعی بر حسب پول نقد، ارزش‌گذاری می‌شود (ایزدی‌نیا، ۱۳۸۴: ۷۱). جریان نقد آزاد، از این حیث دارای اهمیت است که زمینه را برای استفاده شرکت از فرصت‌های سرمایه‌گذاری که منجر به افزایش ثروت سهامدار می‌شود، فراهم می‌نماید (غلام‌زاده‌لداری، ۱۳۸۸: ۱۰). بنابراین پیش‌بینی جریان نقد آزاد، به عنوان یکی از معیارهای ارزیابی عملکرد که مبتنی بر خلق ارزش در بلندمدت می‌باشد، برای فعالان در بازار سرمایه حائز اهمیت است. اما تمامی گروه‌های ذینفع از مهارت و دانش کافی جهت بکارگیری تکنیک‌های پیچیده پیش‌بینی نظیر شبکه‌های عصبی برخوردار نیستند. از این رو، استفاده از یک روش، که جهت پیش‌بینی به داده‌های کمی نیاز داشته باشد، ساده و قابل فهم باشد، نیازمند صرف زمان اندک باشد و از دقت نسبی مناسبی برخوردار باشد، کاملاً مشهود است، تئوری خاکستری، که برای اولین بار در سال ۱۹۸۲ توسط دنگ ارائه شد به عنوان یک روش بسیار مؤثر جهت حل مسائل نامعلوم با اطلاعات ناقص و داده‌های گسسته معرفی شده است. نام سیستم خاکستری، بر اساس رنگ موضوع پژوهش انتخاب شده است. در این سیستم واژه "سیاه" به معنی اطلاعات نامشخص، واژه "سفید" به معنی اطلاعات کاملاً مشخص و واژه "خاکستری" مربوط به اطلاعاتی می‌شود که قسمتی از آن مشخص و قسمتی دیگر نامشخص باشد (لیو[۱] و لین[۲]، ۲۰۰۶:۳).

در رابطه با مدل خاکستری، در مقایسه با تکنیک‌های هوش مصنوعی، که نیازمند صرف تلاش و وقت زیادی جهت مشخص نمودن پارامترها و مدل‌سازی مراحل هستند، ویژگی کاربردی‌تر بودن و سهولت استفاده برشمرده شده است. مدل پیش‌بینی خاکستری، با استفاده از یک معادله دیفرانسیل برای توصیف یک سیستم نامشخص، با داده‌های اندک، مورد استفاده قرار می‌گیرد (هیوآنگ و همکاران[۳]، ۲۰۰۷: ۱۱۶۷).

روش نمو هموار ساده، نیز یکی از ساده‌ترین روش‌های پیش‌بینی است که مبنایی برای دیگر مدل‌های پیش‌بینی به شمار می‌رود. در این روش، پیش‌بینی بر اساس میانگین موزون مقادیر

جاری و گذشته صورت می‌گیرد و به اطلاعات بیشتری نیاز نیست (آذر و مؤمنی، ۱۳۸۷: ۳۴۲). در ادامه به ارائه توضیحات مختصری درباره روش خاکستری و روش نمو هموار ساده پرداخته شده است.

محمدی (۱۳۸۷) با استفاده از رابطه خاکستری، فرایند ارزیابی تأمین‌کنندگان را با استفاده از شاخص‌های کمی و کیفی، مورد بررسی قرار داد. او، پنج تأمین‌کننده مواد شیمیایی، را با توجه به شاخص‌های قیمت، تاریخ تحویل، کمیت و خدمات پس از فروش مقایسه نمود. در این پژوهش، درجه رابطه خاکستری، به عنوان عملکرد کلی هر تأمین‌کننده در نظر گرفته شد.

دباغی و ملک (۱۳۸۷) به ارائه مدلی جهت ارزیابی چشم‌انداز سازمان پرداختند. با استخراج معیارهای مؤثر در ارزیابی چشم‌انداز، اهمیت (وزن) هر یک از این معیارها را با استفاده از اعداد خاکستری تعیین و بوسیله تکنیک درجه امکان خاکستری، مدلی جهت ارزیابی و رتبه‌بندی چشم‌انداز ارائه نمودند. آنها مدل خود را در ارزیابی و رتبه‌بندی چشم‌انداز سازمان صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران در مقایسه با چهار سازمان مطرح دنیا بکار بردند.

اکبرپورشیرازی و اسدزاده (۱۳۸۷) با استفاده از سه تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره، شامل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، آنالیز رابطه‌ای خاکستری، و برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه، یک مدل تلفیقی را به منظور انتخاب تأمین‌کننده ارائه نمودند. در مدل ارائه شده، بدلیل برخورداری از محاسن هر یک از تکنیک‌های یاد شده، کیفیت تصمیمات اتخاذ شده بهبود یافته و خریدار در انتخاب خود، اطمینان بیشتری خواهد داشت.

کاظمی و همکاران (۱۳۸۹)، میزان تقاضای انرژی بخش حمل و نقل در ایران را با استفاده از مدل زنجیره مارکوف خاکستری، مدل خاکستری و مدل رگرسیون مورد مقایسه قرار دادند. نتایج بدست آمده حاکی از آن بود که مدل پیش‌بینی مارکوف خاکستری، نسبت به مدل‌های خاکستری و رگرسیون، از دقت بیشتری برخوردار است. آنها با استفاده از این مدل، تقاضای انرژی بخش حمل و نقل در ایران، را تا سال ۱۴۰۰ پیش‌بینی کردند.

وانگ[۴] و هسو[۵] (۲۰۰۸)، با توجه به تغییرات زیاد بازار تکنولوژی، به مشکل بودن پیش‌بینی در این بازار اشاره کرده و مدل جدیدی را با تلفیق مدل خاکستری و الگوریتم ژنتیک، معرفی نمودند. با بکارگیری این مدل در صنعت مدارهای تایوان، قدرت این مدل تأیید شد.

هانگ[۶] و جین[۷] (۲۰۰۹)، با ترکیب مدل پیش‌بینی میانگین متحرک درونی کاهشی و تئوری سیستم خاکستری و تئوری داده‌های خام، سعی در ارائه مدلی جدید جهت پیش‌بینی در بازار بورس نمودند. بر اساس مدل جدید به پیش‌بینی تغییرات قیمت سهام الکترونیک در تایوان پرداختند. نتایج نشان‌دهنده دقت بالای مدل پیش‌بینی بود.

هاسان[۸] (۲۰۰۹)، مدل جدیدی را با استفاده از ترکیب مدل مارکوف پنهان و مدل‌های فازی، به منظور پیش‌بینی بازار سهام ارائه نمود. او در پژوهش خود، از مدل مارکوف پنهان، جهت شناسایی الگوی داده‌های گذشته و از منطق فازی جهت پیش‌بینی ارزش سهام در بخش هواپیمایی و فنآوری اطلاعات استفاده نمود. نتایج بدست آمده، حاکی از قدرت بالای مدل بود.

هسو (۲۰۰۹) مدل خاکستری الگوریتم ژنتیک[۹]را معرفی نمود. او در این مدل جهت محاسبه پارامترها از الگوریتم ژنتیک استفاده کرد و ضمن اشاره به این موضوع که سطح خطای ۵ درصد در همه موارد مناسب نیست و سطح خطا باید بر اساس دنباله اطلاعات و مشخصات آن تعیین شود، مدل خاکستری الگوریتم ژنتیک بهینه شده[۱۰] را معرفی می‌کند. با بررسی مدل خاکستری یک و یک[۱۱]، مدل خاکستری یک و شش[۱۲]، مدل خاکستری الگوریتم ژنتیک و مدل خاکستری الگوریتم ژنتیک بهینه شده در کارخانه مدارهای الکتریکی تایوان، به این نتیجه رسید که در تعیین مدل، مدل خاکستری یک و یک، کمترین خطا را دارد و در مورد نحوه عملکرد پیش‌بینی، مدل خاکستری الگوریتم ژنتیک دارای کمترین میزان خطا است.

ایکسی[۱۳] و فنگ‌لیو[۱۴](۲۰۰۹) اذعان داشتند که در مدل خاکستری یک و یک، پارامترها با استفاده از یک تابع گسسته محاسبه می‌شوند، این در حالی است که محاسبه مقادیر پیش‌بینی بر اساس تابع پیوسته صورت می‌گیرد، که این موضوع می‌تواند منجر به بروز خطا در پیش‌بینی شود. آنها جهت حل این مشکل، از مدل خاکستری گسسته، شامل مدل خاکستری بهینه شده نقطه شروع[۱۵]، مدل خاکستری بهینه شده نقطه وسط[۱۶]، و مدل خاکستری بهینه شده نقطه پایان[۱۷] استفاده کردند. نتایج پژوهش توانایی و دقت مدل‌های پیش‌بینی جدید را تأیید کرد.

کیاکن و همکاران[۱۸] (۲۰۱۰) دقت مدل‌های مختلف خاکستری، شامل مدل‌های تعدیل شده با استفاده از سری‌های فوریه[۱۹] و مدل خاکستری ورهالست[۲۰] را مقایسه کردند. به منظور بررسی عملکرد مدل‌ها، نرخ مبادله دلار آمریکا و اروپا را از ابتدای سال ۲۰۰۵ تا پایان سال ۲۰۰۷ جمع‌آوری کردند. نتایج پژوهش آنها حاکی از این بود که مدل خاکستری تعدیل شده که از سری فوریه در حوزه زمان استفاده می‌کند، عملکرد بهتری را از نظر دقت نشان می‌دهد.

محمدی و زین‌الدین‌زاده (۲۰۱۱)، با مطالعه و بررسی بازده ماهانه سهام ۵۰ شرکت فعال بورس طی دوره زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۹، به پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از مدل خاکستری، و ۴ مدل سری زمانی شامل مدل نایو، مدل میانگین ساده، مدل میانگین متحرک و مدل نمو هموار ساده پرداختند. نتایج پژوهش انجام شده نشان داد که مدل خاکستری، نسبت به مدل‌های سری زمانی از دقت بیشتری برخوردار است.

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف، از نوع پژوهش‌های کاربردی است. طرح این پژوهش، از نوع شبه‌تجربی و پس‌رویدادی است. جامعه آماری این پژوهش، کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است که بر اساس محدودیت‌های زیر، در نهایت ۶۴ شرکت مورد بررسی قرار گرفته است:

۱) سال مالی شرکت منتهی به پایان اسفند ماه باشد و سال مالی در طی دوره پژوهش تغییر نکرده باشد.

۲) نوع فعالیت شرکت از نوع شرکت‌های سرمایه‌گذاری، بیمه، لیزینگ، بانک و صندوق سرمایه‌گذاری نباشد.

۳) در طی دوره پژوهش توقف فعالیت نداشته باشد.

٤) اطلاعات مالی شرکت از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۸ در دسترس باشد.

لازم به ذکر است که داده های مربوط به شرکت های مورد بررسی از طریق نرم افزار تدبیرپرداز و سایت اینترنتی www.rdis.irجمع آوری شده است. متغیر پژوهش، که بر اساس داده‌های خام جمع‌آوری شده از صورت‌های مالی شرکت‌ها محاسبه گردیده ، به‌صورت زیر تعریف و محاسبه شده است:

$FCF_{i,t}$: جریان نقد آزاد شرکت i در دوره t.

جریان نقد آزاد شرکت i در دوره t : جریان نقد عملیاتی شرکت i در دوره t + خالص مبلغ دریافتی بابت فروش دارایی‌های ثابت شرکت i در دوره t - خالص وجوه نقد پرداختی بابت خرید دارایی‌های ثابت شرکت i در دوره t.

۴- مدل‌های پژوهش

جهت مدل‌سازی پیش‌بینی‌ها، در مدل نمو هموار ساده از نرم‌افزارهای Excel و Spss و در مدل خاکستری از نرم‌افزارهای Excel و Minitab استفاده شده است.

۴-۱- مدل نمو هموار ساده

جهت پیش‌بینی براساس سری‌های زمانی، از مدل‌های کمی پیش‌بینی شامل مدل ساده، مدل میانگین متحرک، مدل نمو هموار ساده، مدل نمو هموار هلت، مدل باکس- جنکینز و مدل-های اقتصادسنجی استفاده می‌شود (آذر و مؤمنی،۱۳۸۷: ۳۲۸). از میان مدل‌های ذکر شده، در بسیاری از موارد،از مدل نمو هموار ساده، استفاده می‌شود. در این روش، پیش‌بینی بر اساس میانگین موزون مقادیر جاری و گذشته، صورت می‌گیرد. در شکل‌گیری این میانگین، بیشترین وزن به جدیدترین مشاهده، و کمترین وزن به قدیمی‌ترین مشاهده داده می‌شود:

$$\overline{X}_n = (1-\propto)X_n + \propto (1-\propto)X_{n-1} + \propto^2 (1-\propto)X_{n-2} + \cdots$$

$\overline{X}$ نشان‌دهنده مقدار پیش‌بینی و Xنشان‌دهنده مشاهدات واقعی است (آذر و مؤمنی،۱۳۸۷:۳۲۸).

۴-۲- مدل خاکستری

جهت استفاده از مدل پیش بینی خاکستری بایستی مراحل زیر را دنبال نمود:

۱. معرفی سری داده‌های اصلی(در این مرحله بایستی از داده‌های مربوط به جریان نقد آزاد در سال‌های قبل استفاده نمود): $x^{(0)} = (x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \ldots, x^{(0)}(n))$

۲. تولید داده های تجمعی: $x^{(1)}(k) = \sum_{m=1}^{k} x^{(0)}(m),\ k = 1,2,\ldots,n$

۳. تولید سری $z^{(1)}(k)$: $z^{(1)}(k)$ سری تولید شدهٔ همسایگان پیوستهٔ $x^{(1)}$ می باشد.

$$Z^{(1)} = (Z^{(1)}(1), z^{(1)}(2), \ldots, z^{(1)}(n),$$

در صورتیکه:

$$z^{(1)}(k) = 0.5x^{(1)}(k) + 0.5x^{(1)}(k-1),$$

چنانچه $\hat{a} = [a, b]^T$ سری پارامترهای مدل باشد و

$$Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ . \\ . \\ . \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} -z^{(1)}(2)1 \\ -z^{(1)}(3)1 \\ . \quad . \\ . \quad . \\ . \quad . \\ -z^{(1)}(n)1 \end{bmatrix},$$

باشد آنگاه برای $x^{(0)}(K) + az^{(1)}k = b$ خواهیم داشت: $\hat{a} = \left[B^T B\right]^{-1} B^T Y.$ در صورت فرض $X^{(0)} \geq 0$ k=1,2,3,….,n به عنوان یک سری غیر منفی، که در آن $X^{(1)}$سری تجمعی $X^{(0)}$ و

$z^{(1)}(k)$ سری تولید شدهٔ همسـایگان پیوسـتهٔ $x^{(1)}$ باشـد. اگـر $[a,b]^T = \left[B^T B\right]^{-1} B^T Y,$ باشد،انگاه معادلهٔ $\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = b$ را معادله سفیدسازی تابع دیفرانسیل خاکستری می نامیم.

حل این معادله به صورت زیر خواهد بود:

$$x^{(1)}(t) = \left[x^{(1)}(0) - \frac{b}{a} \right] e^{-at} + \frac{b}{a}$$

پاسخ زمانی به GM(1,1) برابر است با:

$$\hat{x}^{(1)}(x+1) = \left[x^{(1)}(0) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a}, k = 1,2,\ldots,n.$$

در صورت قرار دادن $x^{(1)}(0) = x^{(0)}(1),$ آنگاه خواهیم داشت:

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a}, k = 1,2,\ldots n.$$

مقدار شبیه سازی شدهٔ $x^{(0)}$ را توسط معادله زیر می‌توان محاسبه کرد:

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \alpha^{(1)} \hat{x}^{(1)}(k+1) = \hat{x}^{(1)}(k+1) - \hat{x}^{(1)}(k),$$

۵- نتایج تجربی پژوهش

بر اساس هر یک از روش‌های پیش‌بینی خاکستری و نمو هموار ساده، میزان جریان نقـد آزاد ۶۴ شرکت مورد بررسی پیش‌بینی و سپس بر اساس معیار میانگین مجذور خطـاهـا، بـه مقایسـه دقت روش‌های پیش‌بینی پرداخته شده است. از آنجا که هر یک از روش‌های پیش‌بینی، به‌صورت جداگانه برای هر یک از شرکت‌ها به‌کار گرفته شده است، ارائه تمامی نتایج برای همه شرکت‌های مورد بررسی، از حوصله این مقاله خارج است، از این‌رو صرفاً به ارائه خلاصه نتایج برای ۴ شرکت، به‌صورت نمونه بسنده شده است.

شرکت سایپا دیزل					
سال	مقدار واقعی	پیش بینی ES	پیش بینی G	مجذور خطا ES	مجذور خطاG
۷۹	-۲۳۴۱۵۱	۱۰۰۶۱۹۷/۵۴	۲۱۱۶۴۹/۳۹۳	+۱۲E۱/۵۳۸۴۶	+۱۱E۱/۹۸۷۴
۸۰	۴۲۰۴۵۰	۸۷۰۹۴۲/۰۷	۲۶۵۳۹۸/۱۳۶۱	+۱۱E۲/۰۲۹۴۳	+۱۰E۲/۴۰۴۱
۸۱	۷۳۶۲۳۱	۸۲۱۸۱۷/۵۶	۳۳۲۷۹۶/۴۶۹	۷۳۲۵۰۵۹۲۵۳	+۱۱E۱/۶۲۷۶
۸۲	۲۴۳۳۴۵۹	۸۱۲۴۸۴/۶۶	۴۱۷۳۱۰/۷۲۹۴	+۱۲E۲/۶۲۷۵۶	+۱۲E۴/۰۶۴۹
۸۳	۴۷۷۲۲۳	۹۸۹۲۴۵/۹۸	۵۲۳۲۸۷/۵۳۸	+۱۱E۲/۶۲۱۶۸	۲۱۲۱۹۴۱۶۶۱
۸۴	-۱۴۹۶۸۵۶	۹۳۳۴۱۱/۷۵	۶۵۶۱۷۷/۳۴۷۳	+۱۲E۵/۹۰۶۲	+۱۲E۴/۶۳۵۶
۸۵	-۲۳۳۱۳۹۹	۶۶۸۳۹۹/۹۵	۸۲۲۸۱۴/۷۶۲	+۱۲E۸/۹۹۸۷۹	+۱۲E۹/۹۴۹۱
۸۶	۳۱۹۴۷۵۵	۳۴۱۲۸۲/۸۶	۱۰۳۱۷۷۰/۰۴۷	+۱۲E۸/۱۴۲۳	+۱۲E۴/۶۷۸۵

۸۷	۹۷۵۳۱۲	۶۵۲۴۴۳/۵۴	۱۲۹۳۷۸۹/۹۰۲	+۱۱E۱/۰۴۲۴۴	+۱۱E۱/۰۱۴۳
۸۸	۲۰۵۷۹۸۰	۶۸۷۶۵/۱۷	۱۶۲۲۳۵۰/۱۶۹	+۱۲E۱/۸۷۷۸	+۱۱E۱/۸۹۷۷
میانگین مجذور خطاها				+۱۲E۲/۹۶۶۷۸	+۱۲E۲/۴۰۰۷

شرکت بیسکویت گرجی					
سال	مقدار واقعی	پیش بینی ES	پیش بینی G	مجذور خطا ES	مجذور خطاG
۷۹	۳۲۹۶	۴۸۰۶/۶۲	۳۹۹۴/۹۷۸۳۸۷	۲۲۸۱۹۷۲/۷۸۴	۴۸۸۵۷۰/۷۸۵
۸۰	۹۸۶۴	۴۶۱۷/۳۵	۳۲۵۸/۰۸۰۳۴	۲۷۵۲۷۳۳۶/۲۲	۴۳۶۳۸۱۷۴/۶
۸۱	۲۴۴۴	۵۲۷۴/۶۹	۲۶۵۷/۱۰۷۶۱۷	۸۰۱۲۸۰۵/۸۷۶	۴۵۴۱۴/۸۵۶۴
۸۲	۷۷۹۸	۴۹۲۰/۰۴	۲۱۶۶/۹۸۷۹۶۶	۸۲۸۲۶۵۳/۷۶۲	۳۱۷۰۸۲۹۶/۵
۸۳	۸۱۳۱	۵۲۸۰/۶۱	۱۷۶۷/۲۷۳۸۶۳	۸۱۲۴۷۲۳/۱۵۲	۴۰۴۹۷۰۱۰/۳
۸۴	-۲۹۴۲	۵۶۳۷/۷۳	۱۴۴۱/۲۸۹۴۵۷	۷۳۶۱۱۷۶۶/۸۷	۱۹۲۱۳۲۲۶/۵
۸۵	۲۷۱۶	۴۵۶۲,۸	۱۱۵۷/۴۳۴۸۵۶	۳۴۱۰۶۷۰/۲۴	۲۳۷۳۳۴۰/۹۶
۸۶	۹۷	۴۳۳۱/۴۲	۹۵۸/۶۱۸۷۵۱۷	۱۷۹۳۰۳۱۲/۷۴	۷۴۲۳۸۶/۸۷۳
۸۷	-۸۴۲۱	۳۸۰۰/۹	۷۸۱/۷۹۵۶۹۶	۱۴۹۳۷۴۸۳۹/۶	۸۴۶۹۱۴۴۸/۶
۸۸	۷۴۱۰	۲۲۶۹/۶۵	۶۳۷/۵۸۸۷۲۷۷	۲۶۴۲۳۱۹۸/۱۲	۴۵۸۶۵۵۵۴/۴
میانگین مجذور خطاها				۳۲۴۹۸۰۲۷/۹۴	۲۶۹۲۶۳۴۲/۴

شرکت نفت پارس					
سال	مقدار واقعی	پیش بینی ES	پیش بینی G	مجذور خطا ES	مجذور خطاG
۷۹	۷۰۸۳۶	۲۷۴۲۴۸	۲۲۴۷۳۱/۸۷۱۳	۴۱۳۷۶۴۴۱۷۴۴	+۱۰E۲/۳۶۸۴
۸۰	۱۴۹۹۰۸	۲۷۰۳۲۱	۲۲۶۷۸۶/۲۶۴۶	۱۴۴۹۹۴۹۲۸۶۴	۵۹۱۰۲۶۷۵۷۳
۸۱	۱۲۹۱۳۴	۲۶۷۹۹۷/۶۷	۲۲۸۸۵۹/۴۳۸۳	۱۹۲۸۳۱۱۸۸۴۶	۹۹۴۵۱۶۳۰۴۰
۸۲	۲۹۳۴۶۸	۲۶۵۳۱۷/۳۹	۲۳۰۹۵۱/۵۶۳۹	۷۹۲۴۵۶۸۴۳/۴	۳۹۰۸۳۰۴۷۸۳
۸۳	۴۸۶۷۱۲	۲۶۵۸۶۰/۷۴	۲۳۳۰۶۲/۸۱۴۸	۴۸۷۷۵۲۷۹۰۴۴	+۱۰E۶/۴۳۳۸
۸۴	۳۹۶۴۴۶	۲۷۰۱۲۳/۵	۲۳۵۱۹۳/۳۶۵۷	۱۵۹۵۷۳۷۴۰۰۶	+۱۰E۲/۶۰۰۲
۸۵	۶۰۹۹۶۷	۲۷۲۵۶۱/۷۲	۲۳۷۳۴۳/۳۹۳۱	+۱۱E۱/۱۳۸۴۲	+۱۱E۱/۳۸۸۵
۸۶	-۷۵۲۱۳	۲۷۹۰۷۴/۱۶	۲۳۹۵۱۳/۰۷۵	+۱۱E۱/۲۵۵۱۹	+۱۰E۹/۹۰۵۳
۸۷	-۲۴۲۶۱	۲۷۲۲۳۵/۸۸	۲۴۱۷۰۲/۵۹۱۲	۸۷۹۱۰۳۹۹۸۵۰	+۱۰E۷/۰۷۳۷
۸۸	۲۸۳۴۷۳	۲۶۶۵۱۳/۰۳	۲۴۳۹۱۲/۱۲۲۹	۲۸۷۶۴۰۵۸۲/۴	۱۵۶۵۰۶۲۹۹۵
میانگین مجذور خطاها				۴۶۸۲۴۳۹۱۸۴۹	+۱۰E۴/۴۳۹۹

شرکت نوش مازندران					
سال	مقدار واقعی	پیش بینی ES	پیش بینی G	مجذور خطا ES	مجذور خطاG
۷۹	۱۲۹۵۴	۱۴۵۸۴/۲۸	۱۷۷۳۴/۹۹۷۳	۲۶۸۷۲۳۸/۹۱۸	۲۲۹۴۴۰۷۴/۱
۸۰	۱۳۶۵۰	۱۴۳۵۷/۸۴	۱۷۲۴۳/۵۸۰۶۱	۵۰۱۰۳۷/۴۶۵۶	۱۲۹۱۳۸۲۱/۶
۸۱	۱۹۰۶۱	۱۴۲۶۰/۰۷۱	۱۶۷۶۵/۷۸۰۵۳	۲۳۰۴۸۹۲۸/۸۶	۵۲۶۸۰۳۲/۴۳
۸۲	۲۳۴۹۴	۱۴۹۲۳/۲۳	۱۶۳۰۱/۲۱۹۷۴	۷۳۴۵۸۰۹۸/۳۹	۵۱۷۳۶۰۸۷/۹
۸۳	۱۲۵۵۶	۱۶۱۰۷/۱۴	۱۵۸۴۹/۵۳۱۴۱	۱۲۶۱۰۵۹۵/۳	۱۰۸۴۷۳۴۹/۱
۸۴	۲۳۸۶۷	۱۵۶۱۶/۶۱	۱۵۴۱۰/۳۵۸۸۵	۲۹۷۵۷۵۹۵۵/۲	۳۰۴۷۳۴۳۲۰
۸۵	۱۴۶۲۵۱	۱۷۹۹۹/۴۶	۱۴۹۸۳/۳۵۵۲۶	۱۱۳۸۶۹۸۰/۲۹	۱۲۸۴۱۸/۴۹۴
۸۶	۱۱۷۶۲	۱۷۵۳۳/۳۳	۱۴۵۶۸/۱۸۳۴۶	۳۳۳۰۸۲۴۹/۹۷	۷۸۷۴۶۶۵/۶۲
۸۷	۱۲۸۵۰	۱۶۷۳۶/۱۲	۱۴۱۶۴/۵۱۵۶	۱۵۱۰۱۹۲۸/۶۵	۱۷۲۷۹۵۱/۲۶
۸۸	۷۹۲۴	۱۶۱۹۹/۳۲	۱۳۷۲۲/۰۳۲۹۲	۶۸۴۸۰۹۲۱/۱	۳۴۱۹۹۴۸۹
میانگین مجذور خطاها				۵۳۸۱۵۹۹۳/۴۱	۴۵۲۳۷۴۲۱

نتایج کلی مربوط به مقایسه دقت مدل‌های پیش‌بینی در جدول شماره ۱ آورده شده است (اعداد جدول، بیانگر تعداد شرکت‌هایی است که بر اساس مدل پیش‌بینی مربوطه، دقت بیشتری داشته است):

جدول ۱: مقایسه نتایج پیش‌بینی مدل نمو هوار ساده و خاکستری

مدل پیش‌بینی	تعداد شرکت‌ها
مدل نمو هموار ساده	۲۹ شرکت
مدل خاکستری	۳۵ شرکت

همان‌طور که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است، بر اساس معیار میانگین مجذور خطا، تعداد شرکت‌هایی که مدل خاکستری، پیش‌بینی دقیق‌تری برای آن‌ها ارائه نموده است، بیشتر از مدل نمو هموار ساده است، به عبارت دیگر در ۵۴٪ موارد، مدل خاکستری جریان نقد آزاد را دقیق‌تر پیش‌بینی کرده است.

پس از مقایسه دقت مدل‌های پیش‌بینی، به آزمون معناداری تفاوت بین دقت مدل‌های پیش‌بینی پرداخته شده است. بدین منظور از آزمون تی استیودنت[۲۱]استفاده شده است. نتایج آزمون در جدول شماره ۲، ارائه شده است.

بر اساس نتایج بدست آمده در جدول شماره ۲، میانگین معیار میانگین مجذور خطا در روش نمو هموار ساده و روش خاکستری، به ترتیب برابر با ۳/۲۱۹۸ و ۱/۲۵۴۶ می‌باشد. از آنجا که میانگین MSE(میانگین مجذور خطا) روش نمو هموار ساده بیشتر از روش خاکستری است، می‌توان نتیجه گرفت که به‌طور متوسط خطای پیش‌بینی روش نمو هموار ساده از روش خاکستری بیشتر است، یا به عبارت دیگر روش پیش‌بینی خاکستری دقیق‌تر است. با توجه به اینکه سطح معناداری مربوط به آماره F آزمون لوین کوچکتر از ۵٪ می‌باشدفرض برابری واریانس‌ها رد می‌شود. بنابراین آزمون مقایسه میانگین معیار میانگین مجذور خطای دو روش پیش‌بینی، با فرض عدم برابری واریانس‌هاانجام می‌گیرد.

جدول ۲: آزمون معناداری تفاوت بین MSE روش نمو هموار ساده و روش خاکستری

مدل پیش‌بینی	تعداد شرکت‌ها	میانگین MSE	انحراف معیار MSE
نمو هموار ساده	۶۴	۳/۲۱۹۸	۱/۴۶۳۷۳
خاکستری	۶۴	۱/۲۵۴۶	۴/۰۶۶۲۴
آزمون لوین - برابری واریانس‌ها		**آزمون t- برابری میانگین‌ها**	
آماره F	سطح معناداری	آماره t	سطح معناداری
۱۱/۱۷۸	۰/۰۰۱	-۱/۷۲۷	۰/۰۸۷
		-۱/۷۲۷	۰/۰۸۸

نتایج آزمون t، با فرض عدم برابری واریانس‌ها نشان می‌دهد که در سطح خطای ۵٪ تفاوت معناداری بین میانگین MSE دو روش پیش‌بینی وجود ندارد، زیرا سطح معناداری مربوط به آماره t، بزرگتر از ۵٪ می‌باشد. اما در سطح خطای ۱۰٪، اختلاف معناداری بین میانگین MSE روش نمو هموار ساده و روش خاکستری وجود دارد، که با توجه به بزرگ‌تر بودن میانگین MSEروش نمو هموار ساده، می‌توان نتیجه گرفت که دقت پیش‌بینی روش خاکستری به‌طور معناداری بیشتر از روش نمو هموار ساده است.

۵- نتیجه‌گیری و بحث

هدف اصلی این پژوهش، بکارگیری روش‌های پیش‌بینی است که با کمترین اطلاعات بتوانند پیش‌بینی‌های دقیقی را ارائه دهند. در این راستا روش‌های پیش‌بینی نمو هموار ساده و روش خاکستری، جهت پیش‌بینی جریان نقد آزاد شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بکار گرفته شد. نتایج بدست آمده نشان داد دقت مدل پیش‌بینی خاکستری، از مدل نمو هموار ساده بیشتر است. همچنین، نتایج نشان دهنده وجود تفاوت معنادار (در سطح خطای ۱۰٪) بین دقت مدل‌های پیش‌بینی بود، به‌طوری‌که میانگین خطاها در روش خاکستری به‌طور معناداری کمتر از روش نمو هموار ساده بود. نتایج بدست آمده از نظر دقت پیش‌بینی مدل خاکستری، با نتایج پژوهش‌های کاظمی و همکاران (۱۳۸۹)،وانگو هسو (۲۰۰۸)، هانگ و جین (۲۰۰۹) و محمدی و زین‌الدین‌زاده (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

با تأیید دقت روش خاکستری بر اساس نتایج بدست آمده، به آن دسته از فعالان بازار بورس اوراق بهادار تهران، که به اطلاعات زیادی دسترسی ندارند و یا توان استفاده از سایر تکنیک‌های پیچیده پیش‌بینی را ندارند، پیشنهاد می‌شود از روش خاکستری در زمینه پیش‌بینی جریان نقد آزاد شرکت‌ها و همچنین سایر زمینه‌ها استفاده نمایند.

با توجه به استفاده سایر پژوهشگران، از دیگر روش‌های مدل خاکستری (وانگ، ۲۰۰۴؛ ایکسی و فنگ‌لیو، ۲۰۰۹؛ کیاکن و همکاران، ۲۰۱۰) و یا ترکیب تئوری خاکستری، با سایر روش‌های پیش‌بینی (هاسان ۲۰۰۹ و هسو، ۲۰۰۹) و دستیابی به نتایجرضایت‌بخش، پیشنهاد می‌شود از سایر روش‌های مدل خاکستری جهت انجام پیش‌بینی، در بازار بورس اوراق بهادار تهران استفاده شود و نتایج بدست آمده با نتایج مدل‌های دیگر پیش‌بینی، مقایسه گردد.

فهرست منابع

۱) اکبرپورشیرازی، محسن و عبداله اسدزاده. (۱۳۸۷). " ارائه مدل تلفیقی ریاضی به منظور ارزیابی تأمین‌کنندگان" . سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت استراتژیک.

۲) ایزدی‌نیا، ناصر. (۱۳۸۴). " نقدی بر معیارهای حسابداری ارزیابی عملکرد و پیشنهاد معیار-های ارزش افزوده اقتصادی و جریان‌های آزاد نقدی برای گزارشگری ارزش‌های واحد تجاری". مجله دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان، شماره ۱، صص ۷۹-۵۷.

۳) آذر، عادل و منصور مؤمنی. (۱۳۸۷). آمار و کاربرد آن در مدیریت (جلد دوم: تحلیل آماری). چاپ یازدهم، تهران، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت) .

٤) دباغی، آزاده و امیرمهدی ملک. (۱۳۸۹). " ارائه روشی برای ارزیابی و رتبه‌بندی چشم‌انداز سازمان‌ها با استفاده از پژوهش آمیخته". مدیریت صنعتی، دوره ۲، شماره ۴، صص ۷۴-۵۷.

۵) رضایی، فرزین و سلیمان مولودی. (۱۳۸۹). " رابطه ارزش افزوده نقدی، ارزش افزوده اقتصادی، جریان‌های نقدی آزاد و سود باقیمانده با ارزش ایجاد شده برای سهامداران". مجله مطالعات مالی، شماره ۵، صص ۱۸-۱.

٦) صائبی، محمد و محمود شیرازی. (۱۳۸۸). روش‌های تحقیق در مدیریت. چاپ ششم، تهران، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.

۷) غلام‌زاده‌لداری، مسعود. (۱۳۸۸). "جریان نقد آزاد، معیاری برای اندازه‌گیری عملکرد شرکت-ها". روزنامه دنیای اقتصاد، شماره ۱۷۶۹، ص ۱۰.

۸) کاظمی، عالیه؛ مدرس، محمد؛ مهرگان، محمدرضا و امیر فروفی اصل. (۱۳۸۹). " پیش‌بینی تقاضای انرژی بخش حمل و نقل با استفاده از مدل زنجیره مارکوف خاکستری". کنفرانس بهینه سازی مصرف انرژی.

۹) محمدی، علی. (۱۳۸۷). " ارزیابی عملکرد فروشندگان زنجیره تأمین" . نشریه تخصصی مدیریت دانشگاه، شماره ۸، صص ۱۴-۳.

۱۰) نمازی، محمد.(۱۳۸۹). پژوهش‌های تجربی در حسابداری: دیدگاه روش‌شناختی. چاپ اول، شیراز، مرکز نشر دانشگاه شیراز.

11) Hassan,M. (2009). "A combination of hidden Markov model and fuzzy model for stock market forecasting". Neurocommputing,VOL.72,PP.3439-3446.

12) Hsu,L. (2009)."forecasting the output of integrated circuit industry using genetic algorithm based multivariable grey optimization models".Expert System with Application,VOL.36, PP.7898-7903.

13) Huang,K.& Ch. Jane (2009)."A hybrid model for stock market forecasting and portfolio selection based on ARX ,grey system and RS theories". Expert systems withapplication,VOL.36,PP.5387-5392.

14) Huang, M., He, Y. , Cen, H. (2007). "Predictive analysis on electric-power supply and demand in China".Renewable Energy, VOL. 32, PP. 1165-1174.

15) Kayacan,E. ;Ulutas, B.& O. Kayanak (2010). "Grey system theory-based models in time series prediction".Expert Systems with Applications, VOL.36, PP.1784-1789.

16) Liu, S. & Y. Lin(2006).Grey information, London, springer.

17) Mohammadi, A. & S. Zeinodin Zade (2011). "Appling Grey Forecasting Method to Forecast The Portfolio's Rate Of Return In Stock Market Of Iran".Australian Journal of Business and Management Research, VOL. 1, No. 7, PP. 1-16.

18) Wang, Ch. & L. Hsu (2008). "Using genetic algorithms grey theory to forecast high technology industrial output". Application Mathematics and Computation, VOL.195,PP.256-263.

19) Xie,N. &S. Fengliu (2009)."discrete grey forecasting model and its optimization". Applied Mathematical Modeling,VOL.33,PP.1173-1186

یادداشت‌ها

1. Liu
2. Lin
3. Huang et al.
4. Wang
5. Hsu
6. Huang
7. Jane
8. Hassan
9. Genetic Algorithm Gray Model
10. Modified Genetic Algorithm Gray Model
11. Gray Model (1,1)
12. Gray Model (1,6)
13. Xie
14. Fengliu
15. OSDGM Optimized Starting-Point Fixed Discrete Gray Model)
16. OMDGM Optimized Middle-Point Fixed Discrete Gray Model)
17. OEDGM Optimized End-Point Fixed Discrete Gray Model)
18. Kayacan et al
19. Fourier series
20. Verhulst model
21. T- Student