اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۱/شماره ۴/صفحه های ۱۰۵-۸۱

گزینش پرتفوی بهینه سهام شرکت‌های صنایع غذایی در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش پیش‌بینی ترکیبی: کاربرد الگوی میانگین– واریانس– چولگی

سید هادی حسینی کاسگری، سید علی حسینی یکانی، سمانه عابدی[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۱٤

چکیده

هدف از انجام این تحقیق، ارائه روشی برای گزینش پرتفوی (سبد دارایی‌ها) بهینه سهام شرکت‌های صنایع‌غذایی در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوی میانگین- واریانس- چولگی با شش تابع هدف می‌باشد. جامعه آماری این بررسی شامل ۱۴ شرکت از گروه محصولات غذایی و آشامیدنی به جز قند و شکر و داده‌های مورد نیاز نیز شامل قیمت‌های روزانه سهام این شرکت‌ها منتهی به بهمن سال ۱۳۹۴ می‌باشد. برای این منظور در آغاز از سه روش مختلف پیش‌بینی برای برآورد قیمت سهام شرکت‌های صنایع‌غذایی استفاده شده و با توجه به خطای پیش‌بینی، به هر روش وزنی متناسب با توان برآورد آن داده شده است. برای اطمینان از بهینه بودن وزن‌های به دست آمده، قیمت‌های به دست آمده از روش ترکیبی با قیمت‌های به دست آمده از هر یک روش‌های پیش‌بینی با معیارهای سنجش خطا مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نتایج گویای برتری روش ترکیبی در پیش‌بینی قیمت‌ها با رتبه‌ی ۱/۷۱ می‌باشد. در ادامه بر پایه وزن‌های به دست آمده شش معیار میانگین، واریانس و چولگی مرتبط با بازده و خطای پیش‌بینی ترکیبی به دست آمده است. الگوی میانگین- واریانس- چولگی ساخته شده بوسیله برنامه‌ریزی آرمانی حل شده است. در پایان پرتفوی به دست آمده از الگوی میانگین- واریانس- چولگی با پرتفوی به دست آمده از الگوی میانگین- واریانس مقایسه شده است. نتایج نشان‌دهنده کارایی بالای الگوی میانگین- واریانس- چولگی در ایجاد یک سبد سهام بهینه با بازده بالایی نسبت به الگوی میانگین- واریانس می‌باشد. به‌طوری‌که میانگین بازدهی روزانه در طول یک ماه برای الگوی میانگین- واریانس- چولگی ۰/۵۲ درصد و برای الگوی میانگین- واریانس ۰/۳۲ درصد می‌باشد.

طبقه‌بندی JEL: C53, G11, Q1, Q17

واژگان کلیدی: بهینه‌سازی سبد سهام، شبیه‌سازی‌مونت کارلو، شبکه عصبی، برنامه‌ریزی آرمانی، بازار سرمایه

[1] به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار(نویسنده مسئول) اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و استادیار دانشکده اقتصاد ،دانشگاه علامه طباطبائی،تهران،ایران

Email: hosseiniyekani@gmail.com

مقدمه

بخش کشاورزی یکی از بخش‌های مهم اقتصادی در هر جامعه‌ای به‌شمار می‌آید که کشورها با توجه به آن می‌توانند به رشد و توسعه پایدار و مطلوبی دست پیدا کنند و توانایی رقابت با دیگر کشورها را داشته باشند. گذشته از اهمیت بخش کشاورزی در رشد اقتصادی می‌توان به نقش این بخش در تامین غذای جامعه نیز اشاره کرد. از سویی دیگر با توجه به افزایش جمعیت نمی‌توان به روش سنتی غذای مورد نیاز جامعه را تامین کرد، به همین منظور شرکت‌هایی اقدام به تامین غذا با روش‌های صنعتی می‌کنند.

شرکت‌های صنایع غذایی از جمله شرکت‌هایی هستند که با توجه به افزایش جمعیت وظیفه تامین غذای مورد نیاز مردم را بر عهده دارند. به‌علت پایین بودن قیمت مواد خام محصولات کشاورزی، ارزبری کمتر صنایع تبدیلی و غذایی و همچنین نیروی کار ارزان و سرمایه‌بری کمتر، احداث و توسعه‌ی صنایع غذایی و تبدیلی در کشورهای در حال توسعه سبب چند برابر شدن ارزش افزوده محصولات کشاورزی می‌شود. از دیگر برتری و سودمندی‌های ایجاد و توسعه صنایع غذایی و تبدیلی در کشورهای در حال توسعه این است که با ایجاد چنین صنایعی، ضمن تضمین خرید محصولات کشاورزی و حذف نوسان‌های فصلی، از ضایعات آن‌ها نیز جلوگیری می‌کند و عرضه فصلی محصولات و فرآورده‌های غذایی را به عرضه دائمی آن‌ها تبدیل می‌کند (ترکمانی و ذوقی‌پور، ۱۳۸۷).

شرکت‌های صنایع غذایی در کشور از لحاظ تامین بودجه مورد نیاز برای ادامه‌ی فعالیت دچار ضعف می‌باشند و نیازمند حمایت بیشتری در این زمینه هستند. یکی از راه‌های تامین بودجه مورد نیاز برای تقویت صنایع غذایی کشور، بورس اوراق بهادار می‌باشد، که می‌تواند بخشی از منابع مالی برای صنایع وابسته به امور کشاورزی را تامین کند. کسب بودجه مورد نیاز برای ادامه حیات شرکت‌ها را می‌توان از مهم‌ترین برتری‌های بورس برای سرمایه‌پذیران دانست، زیرا در غیر این‌صورت شرکت‌ها برای تامین بودجه مورد نیاز خود ناچار به استقراض از بانک‌ها و یا دیگر مؤسسه‌های پولی و مالی می‌باشند که این خود نیازمند زمان زیاد و پذیرش هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم بیشتری می‌باشد (فنایی، ۱۳۸۸).

سرمایه‌گذاری در بورس را می‌توان یکی از راه‌های مطمئن و کارا برای بهبود اقتصاد جامعه و همچنین یک منبع درآمدی برای فرد سرمایه‌گذار در نظر گرفت (فنایی، ۱۳۸۸). گذشته از این، موضوع تامین مالی برای شرکت‌های پذیرفته شده در بورس می‌باشد. اما نکته قابل تامل اینجاست که اگر این سرمایه‌گذاری در شرکت‌های صنایع‌غذایی باشد نه تنها موجب رونق و توسعه در کسب و کار این نوع شرکت‌ها می‌شود بلکه این خود یکی از عامل‌های مهم برای پیشرفت و توسعه بخش کشاورزی کشور نیز به‌شمار می‌آید. زیرا همان‌طوری که اشاره شد، رابطه تنگاتنگی بین توسعه شرکت‌های صنایع غذایی و توسعه پایدار و پیشرفت در بخش کشاوری یک کشور وجود دارد. داده-های دریافت شده از سازمان بورس اوراق بهادار تهران نشان‌دهنده رشد اقتصادی مناسب این شرکت‌ها می‌باشد، بنابراین می‌تواند منبع درآمد خوبی برای فرد سرمایه‌گذار باشد به گونه‌ای که شاخص این گروه در سال ۱۳۹۲ دارای ۱۳۸/۳۸ درصد رشد، در سال ۱۳۹۳، ۱۲/۶۱- درصد رشد و در سال ۱۳۹۴ ۳۵/۷۴ درصد رشد بوده‌است.

از آنجایی‌که بازار سرمایه کشور ما کارایی لازم را ندارد و برای کسب بازده منطقی نمی‌توان تنها به اطلاعات موجود اکتفا کرد، به همین دلیل خطرپذیری (ریسک) ورود و سرمایه گذاری در این بازار زیاد می‌باشد. یکی از راه‌های مدیریت و مهار و کاهش خطرپذیری سرمایه‌گذاری، پیش‌بینی روند قیمت‌ها می‌باشد. برخی از دانشمندان باور دارند که آینده را نمی‌توان پیش‌بینی کرد، بلکه باید آن را ساخت. از این رو موفقیت در امر پیش‌بینی مستلزم مداخله در تشکیل واقعیت‌ها به نحو مطلوب است (پیردزیوخ و کریستف، ۲۰۱۲). هدف اساسی در پیش‌بینی قیمت سهام، کمک به سرمایه‌گذار در انتخاب پرتفوی بهینه است، چرا که پرتفوی بهینه میزان خطرپذیری را تا حد زیادی کاهش داده و سود سرمایه فرد را تضمین و بیشینه می‌کند. هدف از تشکیل سبد سهام، تقسیم کردن خطرپذیری سرمایه‌گذاری بین چند سهم است؛ سود یک سهم می‌تواند زیان سهام دیگر را جبران کند (خدامرادی و همکاران، ۱۳۹۲).

روش‌های گوناگونی برای تعیین سبد بهینه سهام در بورس اوراق بهادار وجود دارد یکی از این روش‌ها استفاده از الگوی میانگین- واریانس- چولگی است. الگوی میانگین-واریانس در آغاز توسط مارکویتز معرفی شد که برمبنای کمینه‌سازی خطرپذیری برای سطح مشخصی از درآمد و یا بر پایه بیشینه‌سازی درآمد انتظاری برای سطح مشخصی از خطرپذیری مورد بررسی قرار می‌گیرد

(مارکویتز، ۱۹۵۲). اگرچه پیش از مارکویتز سرمایه‌گذاران با مفهوم خطرپذیری آشنا بودند، ولی به‌طور معمول نمی‌توانستند آن را اندازه‌گیری کنند. الگوی میانگین- واریانس مارکویتز مشهورترین و متداول‌ترین رویکرد در مسئله انتخاب سرمایه‌گذاری است. از برجسته‌ترین نکات مورد توجه در مدل مارکویتز، توجه به خطرپذیری سرمایه‌گذاری، نه‌تنها برپایه انحراف معیار یک سهم، بلکه برپایه ریسک مجموعه سرمایه گذاری است (رمضان‌زاده، ۱۳۸۹). او به‌صورت کمی نشان داد، چرا و چگونه تنوع‌سازی سبد سهام می‌تواند باعث کاهش ریسک مجموعه سرمایه‌گذاری یک سرمایه‌گذار شود (قجر و همکاران، ۱۳۹۴).

پرسشی که مطرح می‌شود این است، آیا گشتاور بالاتر باید در انتخاب سبد سهام در مطالعات مورد بررسی قرار گیرد؟ نادیده گرفته شدن گشتاور مرتبه بالاتر توسط بسیاری از محققان دانشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است و به این نتیجه رسیده‌اند که نمی‌توان این نوع گشتاور را از محاسبات حذف کرد مگر اینکه بازده سرمایه دارای توزیع نرمال بوده و یا تابع مطلوبیت درجه دوم باشد و یا گشتاور بالاتر با تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذار نامربوط باشد (کونو و سوزوکی، ۱۹۹۵). در نتیجه در بعضی از پژوهش‌های اخیر، الگوی میانگین-واریانس بسط داده شده است تا شامل چولگی بازدهی نیز بشود. به‌عبارت دیگر از یک الگوی میانگین- واریانس- چولگی برای خرید یک سبد سهام استفاده شده است (اشرف‌زاده و همکاران، ۲۰۱۶؛ باتاچاریا و همکاران، ۲۰۱۴).

یک مشکل در الگوی میانگین- واریانس- چولگی برای انتخاب سبد سهام، پیدا کردن سهام مناسب بین این سه هدف است، زیرا این یک مسئله بهینه‌سازی چند هدفه غیریکنواخت می‌باشد. تاکنون، روش‌های زیادی برای حل این مشکل با محدود کردن الگو با روش و فن برنامه‌ریزی هدف[1] و یا برنامه‌ریزی خطی[2] مورد استفاده قرار گرفته‌اند. برای مثال لایی (۱۹۹۱)، از یک روش برنامه‌ریزی هدف برای انتخاب سبد سهام بر پایه هدف‌های مختلف با بیشینه کردن بازده انتظاری و چولگی و کمینه کردن ریسک (واریانس) استفاده کرده است.

روحی و ریاضی (۱۳۸۷) روش نوین ارزیابی عملکرد سبد اوراق‌بهادار شرکت‌های سرمایه‌گذاری پذیرفته شده در بورس اوراق‌بهادار تهران با الگوی میانگین- واریانس- چولگی را ارائه دادند. تحلیل

[1] Goal Programming
[2] Linear Programming

پوششی داده‌ها یکی از فنون ریاضی ارزیابی عملکرد است که محققان از آن در بررسی‌های خود استفاده کردند. نتایج به دست آمده از این بررسی، بیانگر آن بود که الگوی میانگین-واریانس-چولگی در ارزیابی عملکرد سبد اوراق بهادار شرکت‌های سرمایه گذاری منتخب بهتر از الگوی میانگین-واریانس است.

صباغیان‌طوسی و مسعودی‌مقدم (۱۳۹۱)، الگوی میانگین- واریانس- چولگی را برای انتخاب سبد سهام بهینه مورد ارزیابی قرار دادند. برای حل الگو از الگوریتم ژنتیک[1] بر پایه شبیه‌سازی فازی استفاده کردند و آن‌گاه سبد سهام به دست آمده از این الگو را با سبد بهینه به دست آمده از الگوی میانگین- واریانس با ارائه چند مثال عددی مقایسه کردند. نتایج گویای بازده بالای سبد معرفی شده توسط الگوی میانگین- واریانس- چولگی نسبت به الگوی میانگین- واریانس بوده است. همچنین کارایی الگوریتم ارائه شده برای حل الگو نیز مورد تایید قرار گرفته است.

سارانیا و کریشناپراسانا (۲۰۱۴) برای انتخاب سبد سهام بهینه در بورس اوراق بهادار بمبئی، الگوی میانگین- واریانس مارکویتز را بسط داده و دو گشتاور چولگی و کشیدگی را به آن اضافه کرده و در قالب مدل برنامه‌ریزی چند هدفه پرتفوی بهینه را تعیین کردند. نتایج نشان داد، الگوی میانگین-واریانس- چولگی- کشیدگی و الگوی میانگین- واریانس- چولگی نسبت به الگوی میانگین-واریانس سبد کاراتری را ارائه می‌دهند. در نتیجه وارد کردن گشتاورهای بیشتر در الگو، سرمایه‌گذار را به یک سبد سهام با بازدهی بیشتری هدایت خواهد کرد.

هدف از انجام این بررسی ارائه روشی برای ایجاد سبد سهام بهینه در بورس اوراق بهادار تهران در گروه محصولات غذایی و آشامیدنی به جز قند و شکر می‌باشد. بسیاری از مقاله‌هایی که در این حوزه مورد بررسی قرار گرفته‌اند، بازده‌های خود را از طریق قیمت‌های واقعی در گذشته به دست آورده‌اند؛ اما یکی از ویژگی‌های این بررسی این است که، بر خلاف این گونه بررسی‌ها، از بازده‌هایی بر پایه مقادیر برآورد شده برای تعیین پرتفوی بهینه، استفاده کرده است. زیرا تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری به سوی آینده حرکت می‌کند و در آینده عمل خرید و فروش سهام انجام خواهد شد.

[1] Genetic Algorithm

روش تحقیق

روش به کارگرفته شده برای انجام این بررسی شامل چهار مرحله‌ی پیش‌بینی قیمت با سه روش مختلف، اختصاص وزن به هر یک از روش‌ها بر پایه پیش‌بینی انجام شده، ایجاد الگوی برنامه‌ریزی هدف با شش تابع هدف و در نهایت حل الگوی مطرح شده می‌باشد.

پیش از اینکه الگوی برنامه‌ریزی چند هدفه ساخته شود، می‌بایست پیش‌بینی‌هایی با کاربرد روش‌های مختلف انجام شود. یک بررسی بسیار گسترده که تاثیرگذاری ترکیب کردن پیش‌بینی‌ها با روش و فن‌های مختلفی را جستجو می کند، بررسی ماکریداکیس و وینکلر (۱۹۸۳) می‌باشد. این دو محقق، هزار و یک دوره زمانی که زیرمجموعه ۱۱۱ دوره می‌باشند را با ۱۴ روش و فن پیش‌بینی خاص مورد آزمایش قرار دادند. آنان دریافتند، با افزایش شمار روش‌های پیش‌بینی، واریانس و درصد خطای میانگین مطلق به صورت نمایی کاهش پیدا می‌کند. برابر با نتایج عددی آنان، یک رشد مؤثری در دقت پیش‌بینی هنگامی که تعداد روش و فن‌های استفاده شده در ترکیب‌های پیش‌بینی از دو به چهارتا افزایش یابد، صورت می‌گیرد.

این پژوهش، از سه روش و فن برای تولید دوره‌های پیش‌بینی استفاده کرده است. در ادامه به طور خلاصه به تشریح هر یک از سه روش و فن پرداخته و پس از آن برای ترکیب پیش‌بینی‌ها از الگوی میانگین مطلق خطای پیش‌بینی استفاده شده است.

روش میانگین متحرک خود رگرسیون انباشته (ARIMA)[1]

فرآیند ARIMA دارای چهار مرحله می‌باشد. مرحله اول، شناسایی الگو است. نخستین گام در شناسایی الگو، آزمون مانا (ایستا) بودن داده‌هاست که اگر داده‌ها مانا نباشند، آنها را باید ایستا کرد و پس از ایستا کردن داده‌ها، گام دوم استفاده از تابع‌های خود همبستگی [2]و خود همبستگی جزیی[3] و تشخیص مدل‌های مختلف ARIMA می‌باشد. در مرحله دوم یعنی مرحله برآورد، با شناسایی الگوهای مناسب در مرحله پیش، برای مقایسه چند الگو و انتخاب بهترین آن‌ها می‌توان از معیار آکائیک (AIC)[4] و معیار شوآرتز (SBC)[5] استفاده کرد. الگویی که کمترین میزان از این دو

[1] Autoregressive integrated moving average (ARIMA) technique
[2] Auto correlation Function
[3] Partial Auto correlation Function
[4] Akaike information criterion
[5] Schwarz's Bayesian Criterion

معیار را دارا باشد، بهترین الگو برای پیش‌بینی می‌باشد. در مرحله سوم مهار تشخیص صورت می‌گیرد. برای درستی مدل، باقی‌مانده‌ها از نظر عادی (نرمال) بودن و ایستایی ارزیابی می‌شوند و در مرحله نهایی، پیش‌بینی بر پایه مدل ARIMA که ساخته شده و مهار شده است صورت می‌گیرد (باکس و جنکینز، ۱۹۷۸).

مدل ARIMA را به صورت رابطه (۱) می‌توان نوشت:

$$\gamma_t = \alpha_0 + \alpha_1 \gamma_{t-1} + \ldots + \alpha_p \gamma_{t-p} + \varepsilon_t + b_1 \varepsilon_{t-1} + \ldots + b_q \varepsilon_{t-q} \quad (۱)$$

که در آن γ_t قیمت پیش‌بینی شده در روز t و ε_t باقی‌مانده (جزءاخلال) در روز t می‌باشد. α_i و b_j ضریب‌های عبارت‌های AR و MA برای $i=1,\ldots,p$ و $j=1,\ldots,q$ می‌باشند (اوستون و کاسیمبیلی، ۲۰۱۲).

رهیافت شبیه‌سازی مونت کارلو

این روش مبنی بر آن است که الگوی رفتار قیمتی مورد نظر مشخص شود. پس از مشخص شدن این مدل، مقدار جزء اخلال تصادفی را با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو تعیین کرده و در نهایت قیمت در روزهای آینده پیش‌بینی می‌شود. این روش از تولید اعداد تصادفی برای انتخاب رویدادهای معین با توجه به توزیع احتمالی رخداد آن رویداد استفاده می‌کند. برای تولید اعداد تصادفی روش‌های گوناگونی مورد استفاده قرار می‌گیرد که رایج‌ترین آن‌ها جدول اعداد تصادفی می‌باشد که در آن اعداد به طور تصادفی و بدون ترتیب و الگوی خاص توزیع شده‌اند. اما همان‌طور که گفته شد، در گام نخست لازم است که مدل رفتار قیمتی در چارچوب شبیه‌سازی مورد استفاده مشخص شود. به این منظور، بسته به فرض‌های در نظر گرفته شده در ارتباط با شکل توزیع جمله اخلال تصادفی، مدل‌های مختلفی مانند فرآیند مارکوف[۱]، فرآیند واینر[۲]و فرآیند واینر تعمیم یافته[۳] استفاده می‌شود. در این بررسی و به منظور شبیه‌سازی قیمت‌ها از فرآیند هندسی جنبش براون[۴]،که مدل توسعه یافته‌ای از فرآیند مارکوف به‌شمار می‌آید، استفاده شده است. مدل گسسته زمانی[۵] این فرآیند به صورت رابطه (۲) تعریف می‌شود(هول،۲۰۰۰):

$$\Delta S = \mu.S.\Delta t + \sigma.S.\varepsilon.\sqrt{\Delta t} \quad (۲)$$

---

[1] Markov process
[2] Wiener process
[3] Generalized wiener process
[4] Geometric Brownian motion
[5] Discrete-time Version

که در رابطه (۲)، ΔS تغییرپذیری‌های قیمت روزانه، در دوره‌هایی کوتاه از زمان (Δt) را نشان داده و ε هم جزء اختلال تصادفی را نشان می‌دهد که دارای توزیع نرمال استاندارد (توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس یک) می‌باشد. فراسنجه‌های μ و σ هم به‌ترتیب مقادیر میانگین و انحراف معیار تغییرپذیری‌های قیمت روزانه قیمت‌ها را نشان می‌دهند. لازم به یادآوری است که در ادبیات موضوع میزان انحراف معیار روزانه قیمت را با استفاده از رابطه (۳) تعیین می‌کنند (کشتکار و همکاران، ۲۰۱۲):

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}(u_{n-i} - \bar{u})^2 \qquad (۳)$$

که در آن u_i تغییرپذیری‌های قیمت روز i ام را نشان می‌دهد که با رابطه (۴) به دست می‌آید (کشتکار و همکاران، ۲۰۱۲):

$$u_i = \frac{S_i - S_{i-1}}{S_{i-1}} \qquad (۴)$$

در رابطه بالا S_i ، قیمت در روز i ام می‌باشد.

با داشتن مقدار قیمت و مقادیر میانگین و انحراف معیار تغییرپذیری‌های قیمت روزانه قیمت‌ها، لازم است که برآوردی مناسب از Δt را هم در نظر داشت. به این منظور، نسبت معکوس بارهای تغییر قیمت (شمار روزهای معامله در طول دوره) به‌عنوان فاصله‌های تغییر قیمت در نظر گرفته شده است. پس از این مرحله کافی است که به بارهای دلخواه شبیه‌سازی مونت کارلو در نظر گرفته شود (کشتکار و همکاران، ۲۰۱۲).

شبکه عصبی مصنوعی[۱]

یکی از ساده‌ترین و در عین حال کارآمدترین و پرکاربردترین چیدمان‌های پیشنهادی برای استفاده در مدل‌سازی شبکه‌های عصبی، مدل پرسپترون چند لایه[۲] می‌باشد که در بیش از نیمی از تحقیقات انجام گرفته در بازارهای مالی و اقتصاد استفاده شده است (سرینی واسان و همکاران،۲۰۰۲). تحقیقات روی شبکه‌های عصبی چند لایه پیشخور به کارهای اولیه فرانک روزنبلات روی شبکه عصبی پرسپترون تک لایه و کارهای اولیه برناردویدور و ماریان هوف برمی-گردد (ونگ و همکاران، ۱۹۷۷).

برای انتقال خروجی‌های هر لایه به لایه‌های بعدی از تابع‌های انتقال[۳] استفاده می‌شود. تابع انتقال در واقع به عنوان یک تقویت‌کننده غیر خطی برای نرون به‌شمار می‌آید. این تابع می‌تواند به صورت تابع سیگموئیدی[۴]، خطی[۵]، آستانه‌ای[۶]، تانژانت هیپربولیک[۷] و یا گوسی[۸] باشد که بسته به نوع شبکه و الگوریتم آموزش به کارگرفته شده، تعیین می‌شود (کریینس و همکاران، ۱۹۹۳).

لازم به یادآوری است در این پژوهش نیز از الگوی پرسپترون برای پیش‌بینی قیمت استفاده شده است. همچنین برای مدل‌سازی پیش‌بینی با استفاده از شبکه‌های عصبی، نرم افزار مناسب و قابل اطمینانی[۹] به کار برده شده است.

الگویی برای ترکیب پیش‌بینی‌ها بر پایه فرمول میانگین مطلق خطای پیش‌بینی (MAFE)[۱۰]

روش مطرح شده در این قسمت ترکیب بهینه‌ای از داده‌هایی است که با روش و فن‌های پیش‌بینی مختلفی ایجاد شده است. وزن‌هایی که برای ایجاد ترکیب بهینه به دست آمدند، با کمینه‌سازی

---

[1] Artificial Neural Network
[2] Multi-Layer Perceptron
[3] Transfer Functions
[4] Sigmoid Function
[5] linear Function
[6] Threshold Function
[7] Hyperbolic Tangent Function
[8] Gaussian Function
[9] Forecaster XL
[10] Mean Absolute Forecast Error

میانگین مطلق خطای پیش‌بینی محاسبه شده‌اند. ساختن سبد سهام بهینه از این طریق باعث افزایش دقت پیش‌بینی نسبت به الگوهای رایج می‌شود (استاک و واتسون، ۲۰۰۴).

دیدگاه ترکیب پیش‌بینی در آغاز توسط باتس و گرانچر (۱۹۶۹) مطرح شد. در بررسی‌های اولیه‌ی آنان، محققان یک ترکیب خطی از دو روش پیش‌بینی را مطرح کردند. وزن‌های انتخاب شده با کمینه‌سازی واریانس خطای پیش‌بینی به دست آمده است. این بررسی بعدها توسط نیوبلد و گرانچر (۱۹۷۴) بسط داده شد به‌طوری‌که محققان بیش از دو روش پیش‌بینی را در ارزیابی خود مورد بررسی قرار دادند.

در این پژوهش، خطای پیش‌بینی به صورت $\mathcal{E}$ معرفی شده است که نشان‌دهنده‌ی تفاوت قیمت واقعی با قیمت پیش‌بینی شده است. به‌همین ترتیب فراسنجه ε_{itk} خطای پیش‌بینی تولید شده با روش پیش‌بینی k در دوره زمانی t برای سهام i می‌باشد. الگوی کمینه‌سازی میانگین مطلق خطای پیش‌بینی به‌صورت رابطه (۵) نوشته می‌شود (اوستون و کاسیمبیلی،۲۰۱۲):

$$(MAFE_i)\min \sum_{t=1}^{T}\sum_{k=1}^{M}\lambda_{ik}\left|\varepsilon_{itk}\right|/T \qquad (۵)$$

$$\text{Subject to} \quad \sum_{k=1}^{M}\lambda_{ik}=1 \qquad \lambda_{ik}\geq 0 \quad , \quad \text{K=1, 2…, M}$$

این الگو، به شمار سهام شرکت‌های صنایع غذایی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران (۱۴ بار) حل خواهد شد. متغیر تصمیم الگوی بالا، λ_{ik} بوده که وزن روش پیش‌بینی روش K برای سهام i می‌باشد. T طول دوره پیش‌بینی (یک ماه) و M شمار روش‌های پیش‌بینی (۳ روش) خواهد بود. الگوی MAFE دقت پیش‌بینی را به طور متوسط از طریق خطاهای پیش‌بینی هر روش (ارزش مطلق هر خطا) محاسبه می‌کند (اوستون و کاسیمبیلی،۲۰۱۲). با در اختیار داشتن λ_{ik} ها، می‌توان نتایج پیش‌بینی‌های دوباره‌ای را که در پایان دوره یک‌ماهه گذشته انجام می‌شود با یکدیگر ترکیب کرد و قیمت‌های پیش‌بینی شده و بازده دوره یک ماهه جدید(یک ماهه دوم) را بر پایه روش پیش-بینی ترکیبی به دست آورد. برای ارزیابی قیمت‌های به دست آمده در روش پیش‌بینی ترکیبی با هر

یک از سه روش دیگر از معیارهای میانگین قدر مطلق خطا (MAE)[1]، میانگین مجذور خطا (MSE)[2] و میانگین قدر مطلق درصد خطا (MAPE)[3] به شرح زیر استفاده شده است:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |e_i|}{n} \quad (۶)$$

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{n} \quad (۷)$$

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{n} \left| \frac{e_i}{Y_i} \right| .100 \quad (۸)$$

در رابطه‌های بالا، n شمار پیش‌بینی‌ها و e_i خطای پیش‌بینی است که از تفاوت مقادیر واقعی و مقادیر پیش‌بینی شده به دست می آید (شایگان و همکاران، ۱۳۸۶).

الگوی میانگین- واریانس- چولگی

در این پژوهش، به منظور انتخاب پرتفوی بهینه سهام شرکت‌های صنایع‌غذایی بر مبنای قیمت‌های به دست آمده از روش پیش‌بینی ترکیبی، از الگوی میانگین- واریانس- چولگی استفاده شده است. الگوی میانگین- واریانس- چولگی ایجاد شده در این بررسی شامل شش تابع هدف بوده که در ادامه به شرح هر یک پرداخته شده است.

کارایی انتظاری در آینده

کارایی انتظاری $(\bar{R}_i)$ برای سهام مورد نظر (i) از میانگین بازده دارایی سرمایه‌گذاری شده در دوره پیش‌بینی یک ماهه دوم به دست آمده است. بازده انتظاری در آینده را می‌توان به عنوان مجموع وزن‌های بازده انتظاری برای یک سهام خاص به دست آورد. x_i متغیر تصمیم الگوی نهایی بوده و سهم هر یک از شرکت‌ها در سبد بهینه سهام را نشان می‌دهد. با توجه به این توضیح‌ها نخستین تابع مدل میانگین- واریانس- چولگی به‌صورت رابطه (۹) نوشته شده است:

$$f_1(x) = \sum_{i=1}^{n} x_i \bar{R}_i \quad (۹)$$

[1] Mean of Absolute Error
[2] Mean of Square Error
[3] Mean of Absolute Percent Error

$\bar{R}_i$ میانگین بازدهی روزانه پیش بینی شده سهم iام با استفاده از روش پیش‌بینی ترکیبی است که به صورت رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود:

$$\overline{R_i} = (1/P)\sum_{t=T+1}^{T+P} R_{it} \quad (۱۰)$$

R_{it} بازدهی روزانه پیش‌بینی شده سهم iام در روز tام با استفاده از روش پیش‌بینی ترکیبی است و به صورت رابطه (۱۱) محاسبه می‌شود:

$$R_{it} = \sum_{k=1}^{M} \lambda_{ik} R_{itk} \quad (۱۱)$$

i=1,2,…,N ; t=T+1,…., T+P

R_{itk} بازده پیش‌بینی شده توسط روش پیش‌بینی k در روز $T+P$ و برای سهام i می‌باشد. P بر دوره پیش‌بینی یک ماهه دوم دلالت دارد(اوستون و کاسیمبیلی،۲۰۱۲).

میانگین خطای پیش‌بینی

$\bar{\varepsilon}_i$ میانگین خطای پیش‌بینی سهم iام با استفاده از روش پیش‌بینی ترکیبی است و به صورت رابطه (۱۲) محاسبه می‌شود:

$$f_2(x) = \sum_{i=1}^{N} x_i \overline{\varepsilon_i} \quad (۱۲)$$

$\bar{\varepsilon}_i$ میانگین خطای پیش‌بینی روزانه سهم iام در روز tام با استفاده از روش پیش‌بینی ترکیبی است و به صورت رابطه (۱۳) محاسبه می‌شود:

$$\overline{\varepsilon_i} = (1/T)\sum_{t=1}^{T} \varepsilon_{it} \quad (۱۳)$$

در رابطه‌های بالا، ε_{it} خطای پیش‌بینی سهم iام در روز tام با استفاده از روش پیش‌بینی ترکیبی است.

$$\varepsilon_{it} = \sum_{k=1}^{M} \lambda_{ik} \varepsilon_{itk} \quad (۱۴)$$

i=1,2,…,N ; t=1,2,…,T

ε_{itk} خطای پیش‌بینی شده روش پیش‌بینی k در روز t و برای سهام i می‌باشد. T بر دوره پیش‌بینی یک ماهه اول دلالت دارد (اوستون و کاسیمبیلی،۲۰۱۲).

تابع واریانس

سومین تابع هدف تابع ریسک بوده که مرتبط با کوواریانس بازده‌ها بر پایه پیش‌بینی ترکیبی در دوره پیش‌بینی یک ماهه دوم می‌باشد:

$$f_3(x)=\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}x_i x_j \sigma_{ij} \quad (۱۵)$$

σ_{ij} کوواریانس بین بازدهی شرکت i و j با استفاده از روش پیش‌بینی ترکیبی:

$$\sigma_{ij}=(1/P)\sum_{t=T+1}^{T+P}(R_{it}-R_i)(R_{jt}-R_j) \quad (۱۶)$$

چهارمین تابع هدف نیز تابع ریسک بوده که مرتبط با کووارایانس خطای پیش‌بینی بر پایه پیش-بینی ترکیبی در دوره پیش‌بینی یک ماهه اول می‌باشد:

$$f_4(x)=\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N}x_i x_j \hat{\sigma}_{ij} \quad (۱۷)$$

$\hat{\sigma}_{ij}$ کوواریانس بین خطای پیش‌بینی ترکیب شده شرکت i و j (اوستون و کاسیمبیلی،۲۰۱۲):

$$\hat{\sigma}_{ij}=(1/T)\sum_{t=1}^{T}(\varepsilon_{it}-\varepsilon_i)(\varepsilon_{jt}-\varepsilon_j) \quad (۱۸)$$

تابع چولگی

به همین ترتیب پنجمین و ششمین تابع هدف نیز چولگی مرتبط با بازده و خطای پیش‌بینی ترکیبی سبد سهام می‌باشد:

$$f_5(x)=\sum_{i=1}^{N}x_i^3 s_i^3+3\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1(j\neq i)}^{N}(x_i^2 x_j s_{iij}+x_i x_j^2 s_{ijj}) \quad (۱۹)$$

$$f_6(x)=\sum_{i=1}^{N}x_i^3 \hat{s}_i^3+3\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1(j\neq i)}^{N}(x_i^2 x_j \hat{s}_{iij}+x_i x_j^2 \hat{s}_{ijj}) \quad (۲۰)$$

چولگی بازده شرکت i با استفاده از روش پیش‌بینی ترکیبی (s_i^3) به‌صورت رابطه ۲۱ بیان می‌شود:

$$s_i^3=(1/P)\sum_{t=T+1}^{T+P}(R_{it}-\overline{R}_i)^3 \quad (۲۱)$$

s_{iij} و s_{ijj} چولگی بین بازده شرکت i و j با استفاده از روش پیش‌بینی ترکیبی به‌ترتیب برابر با رابطه‌های ۲۲ و ۲۳ قابل محاسبه است:

$$s_{iij} = (1/P)\sum_{t=T+1}^{T+P}(R_{it}-\overline{R}_i)^2(R_{jt}-\overline{R}_j) \quad (۲۲)$$

$$s_{ijj} = (1/P)\sum_{t=T+1}^{T+P}(R_{it}-\overline{R}_i)(R_{jt}-\overline{R}_j)^2 \quad (۲۳)$$

چولگی خطای پیش بینی شرکت i با استفاده از روش پیش‌بینی ترکیبی ($\hat{s}_i^3$) در قالب رابطه ۲۴ بیان می‌شود:

$$\hat{S}_i^3 = (1/T)\sum_{t=1}^{T}(\varepsilon_{it}-\varepsilon_i)^3 \quad (۲۴)$$

$\hat{s}_{iij}$ و $\hat{s}_{ijj}$ چولگی‌های بین خطاهای پیش بینی شرکت i و j با استفاده از روش پیش‌بینی ترکیبی به‌ترتیب در رابطه‌های ۲۵ و ۲۶ ارائه شده است:

$$\hat{S}_{iij} = (1/T)\sum_{t=1}^{T}(\varepsilon_{it}-\overline{\varepsilon}_i)^2(\varepsilon_{jt}-\overline{\varepsilon}_j) \quad (۲۵)$$

$$\hat{S}_{ijj} = (1/T)\sum_{t=1}^{T}(\varepsilon_{it}-\overline{\varepsilon}_i)(\varepsilon_{jt}-\overline{\varepsilon}_j)^2 \quad (۲۶)$$

چولگی مثبت خطاهای پیش‌بینی شده نشان‌دهنده این است که چولگی درآمدهای واقعی از چولگی برآورد شده بیشتر می‌باشد. بنابراین، سرمایه‌گذار می‌خواهد با بیشینه کردن چولگی خطای پیش-بینی ترکیبی، درآمد سبد سهام خود را افزایش دهد.

بنابراین، با توجه به تابع‌های هدف معرفی شده به‌منظور انتخاب پرتفوی بهینه سهام شرکت‌های صنایع غذایی بر مبنای قیمت‌های به دست آمده از روش پیش‌بینی ترکیبی، از مدل میانگین-واریانس- چولگی به شرح رابطه ۲۷ استفاده شده است:

$$Max\ f_1(x) = \sum_{i=1}^{n} x_i \overline{R}_i \quad (۲۷)$$

$$Max\ f_2(x) = \sum_{i=1}^{N} x_i \overline{\varepsilon}_i$$

$$Min\ f_3(x) = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} x_i x_j \sigma_{ij}$$

$$Min\ f_4(x) = \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} x_i x_j \hat{\sigma}_{ij}$$

$$Max\ f_5(x) = \sum_{i=1}^{N} x_i^3 s_i^3 + 3\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1(j\neq i)}^{N}(x_i^2 x_j s_{iij} + x_i x_j^2 s_{ijj})$$

$$Max\ f_6(x) = \sum_{i=1}^{N} x_i^3 \hat{s}_i^3 + 3\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1(j\neq i)}^{N}(x_i^2 x_j \hat{s}_{iij} + x_i x_j^2 \hat{s}_{ijj})$$

$$\text{S.T. } h(x) = \sum_{i=1}^{N} x_i - 1 = 0$$

$x_i \in [0,1]$, i=1 , . . . , N

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، مدل بالا دارای ۶ تابع هدف است که برای حل این الگو از روش برنامه‌ریزی آرمانی[1] استفاده خواهد شد. متغیر تصمیم مدل بالا x_i می‌باشد که نشانگر سهم هر یک از سهام شرکت‌ها در پرتفوی بهینه است.

در پایان با حذف تابع‌های پنجم و ششم از مدل برنامه‌ریزی می‌توان سبد سهامی بر پایه الگوی میانگین- واریانس به دست آورد و بازده آن را با الگوی میانگین- واریانس- چولگی مقایسه کرد.

بعضی از تابع‌های هدف مطرح شده در این بررسی توسط نویسنده‌های مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است. برای مثال، نخستین (کارایی انتظاری در آینده)، سومین (واریانس) و پنجمین تابع هدف (چولگی بازدهی) بوسیله یو (۲۰۰۸) و دومین (میانگین خطای پیش‌بینی)، چهارمین (واریانس خطای پیش‌بینی) و ششمین (چولگی خطای پیش‌بینی) توسط اوستون و کاسیمبیلی (۲۰۱۲) مطرح شده‌اند. یکی از ویژگی‌های اصلی روش ارائه شده، این است که، در ضمیمه تابع‌های هدف الگو، خواص پراکندگی پیش‌بینی‌های خطا (دومین، چهارمین و ششمین تابع هدف) آورده شده است. ارگات (۲۰۰۴) از چولگی درآمد و خطای پیش‌بینی چشم‌پوشی کرده است که در این بررسی این نقض برطرف شده است.

داده‌های این بررسی شامل قیمت پایانی روزانه دو ساله ۱۴ شرکت از صنایع‌غذایی و آشامیدنی بورس اوراق بهادار تهران منتهی به آبان سال۱۳۹۴ می‌باشد که از سازمان بورس و اوراق بهادار تهران دریافت شده است. لازم به یادآوری است که همه‌ی شرکت‌هایی که در گروه صنایع‌غذایی و آشامیدنی قرار دارند و دارای کمترین قیمت روزانه دوساله منتهی به تاریخ یاد شده می‌باشند، در

[1] Goal Programming

نظر گرفته شده‌اند. با استفاده از مدل پیشنهاد شده در تعیین سبد سهام بهینه در بورس اوراق بهادار تهران در گروه مواد غذایی و آشامیدنی به جز قند و شکر، کارایی آن مورد آزمایش قرار گرفته است.

نتایج و بحث

نخستین گام پیش‌بینی قیمت‌های روزانه توسط سه روش معرفی شده می‌باشد. نخستین روش، الگوی ARIMA می‌باشد. با توجه به اینکه اطلاعات از نوع دوره زمانی می‌باشند، لازم است در آغاز ایستایی آن‌ها بررسی شود. ایستایی دوره با استفاده از آزمون دیکی فولر (DF) و دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) بررسی شده است. داده‌های همه‌ی چهارده شرکت در سطح ایستا نبوده و با یکبار تفاضل‌گیری ایستا، و در سطح یک درصد معنی‌دار شده‌اند. پس از بررسی نمودارها و همچنین آماره‌های آکائیک و شوارتز، نوع الگو برای همه‌ی چهارده شرکت، ARIMA تشخیص داده شده است. به همین ترتیب از دو روش دیگر نیز برای پیش‌بینی قیمت استفاده شده است. برآورد روش رگرسیونی ARIMA با نرم‌افزار EVIEWS، مدل شبیه‌سازی مونت کارلو با نرم‌افزار Excel و شبکه عصبی مصنوعی نیز با نرم‌افزار ForecasterXL محاسبه شده است.

پس از پیش‌بینی قیمت در دوره یک ماهه اول (قیمت ۳۰روز کاری در ماه اول) با سه روش، خطای پیش‌بینی هر یک از سه روش با مقایسه با داده‌های واقعی به دست آمده است. سپس با استفاده از مدل میانگین مطلق خطای پیش‌بینی (MAFE) به هر یک از سه روش یک وزنی با توجه به توان پیش‌بینی آن روش داده شده است که نتایج در جدول (۱) مشاهده می‌شود.

مدل میانگین مطلق خطای پیش‌بین با نرم‌افزار GAMS/CPLEX، برنامه‌ریزی خطی مختلط با اعداد صحیح (MIP)[1] حل شده است.

[1] Mixed Integer Programming

جدول (۱) وزن‌های بهینه (λ_{ik}) روش پیش‌بینی k برای سهام i در سبد سهام پیش‌بینی ترکیبی

نام شرکت	روشARIMA	شبیه سازی مونت کارلو	شبکه عصبی مصنوعی
بهنوش ایران	۰	۰/۲۶۷	۰/۷۳۳
بیسکویت گرجی	۰/۲	۰/۵۳۳	۰/۲۶۷
پارس مینو	۱	۰	۰
توسعه صنایع بهشهر (هلدینگ)	۰/۲۶۷	۰/۷	۰/۰۳۳
تولیدی مهرام	۰/۹	۰/۰۶۷	۰/۰۳۳
شیر پاستوریزه پگاه آذربایجان غربی	۰/۰۳۳	۰/۹۳۳	۰/۰۳۳
شیر پاستوریزه پگاه اصفهان	۰/۰۳۳	۰	۰/۹۶۷
شیر پاستوریزه پگاه خراسان	۰/۳۳۳	۰/۶۳۳	۰/۰۳۳
صنعتی بهشهر	۰/۰۳۳	۰/۲۳۳	۰/۷۳۳
کشت و صنعت پیاذر	۰/۶	۰/۲۳۳	۰/۱۶۷
کشت و صنعت چین چین	۰/۶۶۷	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷
لبنیات پاک	۰	۰	۱
لبنیات کالبر	۰	۰	۱
مارگارین	۰/۹	۰	۰/۱

منبع: یافته‌های تحقیق

برای مقایسه قیمت‌های به دست آمده از روش پیش‌بینی ترکیبی با قیمت‌های به دست آمده از سه روش پیش‌بینی دیگر، از معیارهای میانگین قدر مطلق خطا (MAE)، میانگین مجذور خطا (MSE) و میانگین قدر مطلق درصد خطا (MAPE) استفاده شده است. سپس رتبه‌ی هر یک از روش‌ها با توجه به معیارهای خطا در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۲) رتبه‌بندی روش‌های پیش‌بینی برپایه نرخ خطای به دست آمده

نام شرکت	ARIMA	شبیه سازی مونت کارلو	شبکه عصبی مصنوعی	روش ترکیبی
بهنوش ایران	۴	۳	۲	۱
بیسکویت گرجی	۴	۲	۳	۱
پارس مینو	۱	۲	۳	۱
توسعه صنایع بهشهر(هلدینگ)	۳	۱	۴	۲

ادامه جدول (۲) رتبه‌بندی روش‌های پیش‌بینی برپایه نرخ خطای به دست آمده

تولیدی مهرام	۱	۳	۴	۲
شیر پاستوریزه پگاه آذربایجان غربی	۴	۱	۳	۲
شیر پاستوریزه پگاه اصفهان	۴	۳	۱	۲
شیر پاستوریزه پگاه خراسان	۳	۱	۴	۲
صنعتی بهشهر	۴	۳	۱	۲
کشت و صنعت پیاذر	۱	۲	۴	۳
کشت و صنعت چین چین	۱	۳	۴	۲
لبنیات پاک	۳	۲	۱	۱
لبنیات کالبر	۳	۲	۱	۱
مارگارین	۱	۴	۳	۲
میانگین رتبه هر روش	۲/۶۴	۲/۲۸	۲/۷۱	۱/۷۱

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به میانگین به دست آمده از رتبه‌بندی روش‌ها، به‌ترتیب، روش پیش‌بینی ترکیبی، شبیه-سازی مونت کارلو، روش ARIMA و شبکه عصبی دارای توان پیش‌بینی بهتری می‌باشند.

پس از به دست آوردن وزن هر یک از روش‌ها با توجه به خطای پیش‌بینی، میانگین، واریانس و چولگی مرتبط با خطای پیش‌بینی هر یک از سهام‌ها بر پایه پیش‌بینی ترکیبی در دوره یک ماهه اول به دست آمده است. سپس به پیش‌بینی قیمت‌ها در دوره یک ماهه دوم اقدام شده و میانگین، واریانس و چولگی مرتبط با بازدهی سهام بر پایه پیش‌بینی ترکیبی به دست آمده است.

در جدول (۳) میانگین، واریانس و چولگی مرتبط با بازده روزانه سهام شرکت‌های مورد ارزیابی ارائه شده است. برای محاسبه فراسنجه‌های یاد شده از نرم‌افزار *Excel* استفاده شده است.

جدول (۳) میانگین، واریانس و چولگی مرتبط با بازده سهام

نام شرکت	میانگین بازدهی	واریانس بازدهی	چولگی بازدهی
بهنوش ایران	-۰/۸۳	۱/۹۲	-۲/۷۲
بیسکویت گرجی	۱/۱۲	۲/۳۳	۰/۱۸
پارس مینو	۱/۱۳	۱۹۱۲/۲۴	۲۹۲۳/۴۳
توسعه صنایع بهشهر (هلدینگ)	۰/۲۹	۱/۳۶	۰/۰۲
تولیدی مهرام	۲۶/۷	۶۵۷۹/۷۹	-۵۶۷۴۹/۵
شیر پاستوریزه پگاه آذربایجان غربی	-۰/۲۳	۱/۲۵	-۰/۱۷
شیر پاستوریزه پگاه اصفهان	-۱۴/۵۱	۱۷۶/۳۳	-۱۲۱۰/۵۴
شیر پاستوریزه پگاه خراسان	-۱/۳۹	۶۲۱/۲۲	۱۸۷۲/۶۳
صنعتی بهشهر	-۷/۶	۲۶۵/۶۲	-۱۰۷۸۰/۱
کشت و صنعت پیاذر	۰/۱۴	۲۱۰/۷۳	۱۷۸/۶۳
کشت و صنعت چین چین	۰/۳۳	۶/۴۱	۹/۰۶
لبنیات پاک	-۸/۳۳	۳۸۸۱/۶۲	-۲۶۱۹۸۶
لبنیات کالبر	۱۱/۳۶	۵۶۳/۴۳	۳۶۴۹۰/۵۴
مارگارین	۰/۳۱	۳۹/۳۲	-۱۲/۹۸

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول (۳)، ستون میانگین بازدهی روزانه نشان‌دهنده این است که هر سهم به طور میانگین چند ریال به دارایی سرمایه‌گذاری شده اضافه می‌کند. برای مثال سرمایه‌گذار با خرید یک سهم از بیسکویت‌گرجی به طور میانگین روزانه، ۱/۱۲ ریال به سرمایه‌اش افزوده خواهد شد و یا با خرید یک سهم از لبنیات پاک به طور میانگین روزانه، ۸/۳۳ ریال از دارایی وی کسر خواهد شد. در جدول (۴) میانگین، واریانس و چولگی مرتبط با خطای پیش‌بینی بر پایه پیش‌بینی ترکیبی ارائه شده است.

جدول (۴) میانگین، واریانس و چولگی مرتبط با خطای پیش‌بینی سهام

نام شرکت	میانگین خطای پیش‌بینی	واریانس خطای پیش‌بینی	چولگی خطای پیش‌بینی
بهنوش ایران	-۳۶/۲۹	۴۷۴۸/۶۲	۱۵۴۱۷۱/۷۷
بیسکویت گرجی	۱۰/۴۵	۱۴۱۸/۸۲	-۱۶۹۸۳/۵۲
پارس مینو	۲۱۶/۲۶	۱۳۵۹۹/۷۹	-۹۳۲۱۵/۳۸
توسعه صنایع بهشهر (هلدینگ)	-۲۰/۰۵	۲۲۷۸/۸۷	۱۴۵۲۱۱/۵۳

ادامه جدول (۴) میانگین، واریانس و چولگی مرتبط با خطای پیش‌بینی سهام

تولیدی مهرام	۲۴۷۰/۰۷	۱۳۸۲۹۲۲/۸۰	-۱۵۶۰۳۹۵۷۶۰/۰۰
شیر پاستوریزه پگاه آذربایجان غربی	۹۷/۳۰	۶۰۱/۴۳	۴۵۸۳/۵۱
شیر پاستوریزه پگاه اصفهان	۶۱۹/۷۰	۱۲۱۱۳۶/۴۵	-۱۰۶۳۷۷۴۶/۶۶
شیر پاستوریزه پگاه خراسان	۴۳/۰۴	۲۱۸۰۹/۸۲	-۶۴۹۴۸۰/۸۹
صنعتی بهشهر	۱۶۷/۷۸	۴۵۴۲۰/۵۷	۴۹۵۶۴۳۷/۴۴
کشت و صنعت پیاذر	-۷۹/۳۴	۱۸۹۳۹/۸۲	۲۶۲۴۵۳۹/۶۵
کشت و صنعت چین چین	۳۲/۲۸	۱۴۷۱۶/۶۱	-۱۳۳۱۸۲۱/۲۱
لبنیات پاک	۳۱۳/۱۳	۲۰۲۹۲/۵۱	-۴۲۶۲۲۳/۴۷
لبنیات کالبر	-۸/۴۳	۱۹۷۱/۱۷	۱۲۵۹۹/۱۸
مارگارین	۱۰۵/۲۹	۱۴۲۰۶/۲۸	۶۹۳۷۷۸/۲۰

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به خطاهای استاتیک در جدول (۴)، سرمایه‌گذار می‌تواند یک ارزیابی کاراتری در عملکرد پیش‌بینی و ساخت سبد سهام بهینه داشته باشد. برای مثال، عدد ۳۶/۲۹- در ستون میانگین خطای پیش‌بینی برای سهام بهنوش ایران، نشان‌دهنده این است که بازده واقعی به طور میانگین ۳۶/۲۹ ریال کمتر از میزان پیش‌بینی شده می‌باشد. در مقابل ارزش ۱۰۵/۲۹ ریال برای شرکت مارگارین، نشان‌دهنده این است که بازده واقعی به طور میانگین ۱۰۵/۲۹ ریال بزرگتر از ارزش بازدهی پیش‌بینی شده می‌باشد. سرمایه‌گذار با ترجیح دادن سهام شرکت‌هایی مانند مارگارین، درآمد خود را افزایش خواهد داد. بنابراین، با بیشینه‌سازی میانگین خطای پیش‌بینی، به‌عنوان دومین تابع هدف، $f_2(x)$، احتمال ساخت یک سبد سهام بهینه با سود بیشتر، افزایش خواهد یافت. با همین توضیح‌ها می‌توان دلیل بیشینه کردن تابع هدف مرتبط با چولگی خطای پیش‌بینی، ششمین تابع هدف را نیز شرح داد. واریانس بازدهی و واریانس خطای پیش‌بینی نیز به‌عنوان تابع-های ریسکی پیش‌بینی (سومین و چهارمین تابع) معرفی شده‌اند که با کمینه‌سازی آن‌ها به سبد سهام برتری می‌توان دست یافت.

داده‌های موجود در جدول‌های (۳) و (۴) و همچنین کوواریانس بازدهی و خطای پیش‌بینی ترکیبی، به‌عنوان ورودی الگوی میانگین- واریانس- چولگی در نظر گرفته شده‌اند. الگوی ساخته شده با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی حل شده است. برای حل در آغاز هر یک از تابع‌ها به‌صورت جداگانه و با همان قید معرفی شده، حل شدند تا بهترین مقدار برای هر تابع به دست بیاید. سپس با توجه به ارزش‌های بهینه به دست آمده، الگوی میانگین- واریانس- چولگی ساخته و سبد بهینه سهام تشکیل شده است. تابع‌های اول و دوم از نوع برنامه‌ریزی خطی و با نرم‌افزار GAMS/CPLEX و دیگر تابع‌ها با برنامه‌ریزی غیرخطی و نرم‌افزار GAMS/CONOPT حل شده‌اند. در پایان نیز با حذف تابع‌های پنجم و ششم و حل دوباره الگو، سبد سهام بهینه بر پایه یک الگوی میانگین- واریانس ایجاد شده است. الگوی میانگین- واریانس- چولگی نیز با نرم‌افزار GAMS/LINDOGLOBAL و الگوی میانگین- واریانس با نرم‌افزار GAMS/CONOPT حل شده است. سبد سهام بهینه ایجاد شده توسط دو الگو در جدول (۵) آورده شده است.

جدول (۵) سبد سهام بهینه انتخاب شده توسط دو الگوی میانگین- واریانس- چولگی و الگوی میانگین- واریانس

نوع مدل	سهام شرکت‌های موجود در سبد	درصد هر سهام در سبد
الگوی میانگین- واریانس- چولگی	تولیدی مهرام	41/6
	شیر پاستوریزه پگاه اصفهان	58/4
الگوی میانگین- واریانس	بهنوش ایران	22/7
	بیسکویت گرجی	37/5
	شیر پاستوریزه پگاه آذربایجان غربی	37/1
	صنعتی بهشهر	2/7

منبع: یافته‌های تحقیق

از آنجایی‌که هدف این تحقیق انتخاب سبد بهینه سهام شرکت‌های صنایع‌غذایی برای کسب سود از راه نوسان‌گیری روزانه در یک دوره سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت می‌باشد؛ در نتیجه با توجه به درصد سهام هر یک از شرکت‌های منتخب در سبد، بازدهی روزانه دو سبد مختلف از یک روز تا یک ماه محاسبه شده است.

میانگین درآمد روزانه فرد سرمایه‌گذار از سبد سهام انتخاب شده توسط الگوی میانگین- واریانس- چولگی ۰/۵۲ می‌باشد و این بدین معنی می‌باشد که فرد با خرید و فروش روزانه این سبد سهام در طول این یک ماه به طور میانگین روزانه، ۰/۵۲ درصد به دارایی خود می‌افزاید در حالی‌که این رقم برای سبد منتخب الگوی میانگین- واریانس تنها ۰/۳۲ درصد می‌باشد. به این ترتیب فرد سرمایه-گذار با خرید سبد سهام الگوی میانگین- واریانس- چولگی می‌تواند سود بیشتری کسب کند. با این تفاسیر برتر بودن سبد سهام بهینه به دست آمده از الگوی میانگین- واریانس- چولگی نسبت به سبد منتخب الگوی میانگین- واریانس مورد تایید قرار می‌گیرد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نظر به اینکه اهمیت شرکت‌های صنایع‌غذایی پیشرفته در رشد و توسعه بخش کشاورزی هر کشوری با توجه به تبدیل و فرآوری مواد خام بخش کشاورزی مورد تایید می‌باشد، و از سوی دیگر این بخش از صنعت کشور ما دچار ضعف مالی بوده و نتوانسته مانند کشورهای توسعه‌یافته، رشد و توسعه داشته باشد در نتیجه نیازمند تامین مالی از راه‌های گوناگونی می‌باشد. یکی از این راه‌ها بورس اوراق بهادار است که هم باعث تامین بودجه مورد نیاز شرکت‌های مورد نظر شده و هم به رشد اقتصادی کشور کمک می‌کند. همه‌ی این موارد هنگامی میسر می‌شود که سود سرمایه‌گذار نیز از این سرمایه‌گذاری نادیده گرفته نشود. از این رو این بررسی به ارائه روشی برای شناسایی سهام شرکت‌های صنایع غذایی پرداخته که با استفاده از آن سرمایه‌گذار می‌تواند سود خود را بیشینه و ریسک سرمایه‌گذاری را کاهش دهد. این تحقیق برای انتخاب سبد بهینه سهام از یک الگوی میانگین- واریانس- چولگی استفاده کرده است. برای این منظور از سه روش پیش‌بینی ARIMA، شبیه سازی مونت کارلو و شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی قیمت سهام شرکت-های صنایع‌غذایی در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته شده است. داده‌های مورد استفاده برای این پیش‌بینی، قیمت روزانه پایانی سهام ۱۴ شرکت صنایع‌غذایی در یک دوره دوساله منتهی به آبان ۱۳۹۴ می‌باشد که از بورس اوراق بهادار تهران دریافت شده است.

نتایج به دست آمده نشان‌دهنده برتری روش پیش‌بینی ترکیبی در برآورد قیمت‌ها نسبت به سه روش دیگر می‌باشد و میانگین بازده روزانه سبد سهام انتخاب شده توسط الگوی میانگین-

واریانس- چولگی بالاتر از سبد انتخاب شده توسط الگوی میانگین- واریانس می‌باشد. همچنین می-توان نتیجه‌گیری کرد که وارد کردن چولگی خطای پیش‌بینی و بازدهی در محاسبات برای انتخاب یک سبد سهام می‌تواند سرمایه‌گذار را به سمت یک خرید و فروش با درصد سود بالاتری هدایت کند.

بر همین اساس تاکید می‌شود که مدیران سبد اوراق بهادار در برآورد قیمت‌ها از روش ترکیبی به جای یک روش پیش‌بینی خاصی استفاده کرده و همچنین در ارزیابی عملکرد سرمایه‌گذاری سهام از الگوی میانگین- واریانس- چولگی در مقایسه با الگوی میانگین- واریانس استفاده کنند.

در ضمن ضرورت دارد که از روش‌های پیش‌بینی دیگری برای پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌ها استفاده شود و سبد به دست آمده از آن با سبد به دست آمده از سه روش پیش‌بینی استفاده شده در این بررسی، مقایسه شود. همچنین برای حل الگوی میانگین-واریانس-چولگی ساخته شده نیز از روش‌های حل دیگری مانند الگوریتم ژنتیک استفاده شود.

منابع

باریکانی، س.ح. ایران‌نژاد، ب. (۱۳۹۲) بررسی جایگاه بخش کشاورزی در اقتصاد ایران: نگاهی دوباره به نظریه‌ی محوریت بخش کشاورزی. اقتصاد کشاورزی و توسعه. سال بیست و یکم، (۸۱): ۱۵۳-۱۷۷.

رادفر، ر. خلیلی، ا. (۱۳۹۳) تحلیلی از تحولات صنایع غذایی در ایران و سایر کشورها، موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی.

پورزمانی، ز. محمدی، م.ر. (۱۳۹۱) مقایسه راهبردهای خرید و فروش سهام جهت محاسبه بازده سهام در سرمایه‌گذاری‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت. فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار. (۱۴): ۱-۱۱.

ترکمانی. ج. ذوقی‌پور، آ. (۱۳۸۷) عوامل موثر بر عرضه‌ی صادرات فرآورده‌های صنایع غذایی ایران. اقتصاد و کشاورزی. جلد۲، (۱): ۲۳-۳۳.

خدامرادی، س. ترابی گودرزی، م. راعی عزآبادی، م.ا. (۱۳۹۲) رویکرد دو مرحله ای ریاضی در بهینه سازی سبد سهام. فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار. دوره ۴، (۱۴): ۱۳۶-۱۶۷.

رمضان‌زاده، س.م. (۱۳۸۹) انتخاب پرتفوی بهینه به روش میانگین- واریانس و ارزش در معرض ریسک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا (س). ۸۱ص.

روحی، ع. ریاضی، م. (۱۳۸۷) ارزیابی عملکرد سبد اوراق بهادار–مدل علمی میانگین–واریانس–چولگی در مقایسه با مدل علمی میانگین–واریانس. فصلنامه پژوهش های حسابداری مالی و حسابرسی. (۲): ۱۰۳–۱۱۶.

شایگان، م.ا. محمدی، ح. موسوی، س.ن. (۱۳۸۶) پیش‌بینی میزان واردات برنج وذرت با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی. فصلنامه پژوهش وسیاستهای اقتصادی. (۴۴): ۸۳-۱۰۰.

صباغیان‌طوسی، ا. مسعودی‌مقدم، م. (۱۳۹۱) مدل میانگین- واریانس- چولگی برای انتخاب سبد سهام به وسیله‌ی منطق فازی. اولین همایش بین‌المللی اقتصاد سنجی روش‌ها و کاربردها، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، ۱-۲۵.

غضنفری، ف. (۱۳۷۷) بهینه‌سازی فرآیند اقتصادی در صنایع غذایی. مجموعه مقالات همایش صنایع غذایی، نقش و اهمیت طراحی و مهندسی در صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.

فنایی، س.م. (۱۳۸۸) دانستنی‌های بورس و بازار سرمایه: تاریخچه و علل بوجود آمدن بورس اوراق بهادار. ماهنامه بورس. (۸۶): ۷۴-۷۹.

Ashrafzadeh, S., Moradzadehfard, M., Ohadi, F. (2016). Fuzzy optimal portfolio selection based on multi-objective Mean-Variance-Skewness model by using NSGA-II algorithm. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège. (85): 1090-1101.

Bates, JM.., Granger, CWJ. (1969) The combination of forecasts. *Operational Research Quarterly. 20:451–68.*

Bhattacharyya, R., Hossain, S, A., Kar, S. (2014). Fuzzy cross-entropy, mean, variance, skewness models. Journal of King Saud University – *Computer and Information Sciences.26(1) 79-87.*

Box, G.E.P., Jenkins, G.M. (1978) Time Series Analysis: Forecasting and Control: 3rd ed. San Francisco, Holden Day. 784p.

Ehrgott, M., Klamroth, K., Schwehm C. (2004) An MCDM approach to portfolio optimization. *European Journal of Operational Research. 155: 752-770.*

Hull, J. (2000) Options, futures, and other derivatives: seventh edition. Prentice Hall. New York .814p.

Karayiannis, N.B., Venetsanopoulos, A.N. (1993) Artifical Neural Network: Learning Algorithms, Performance Evaluation and Application. KluwerAcademic Publisher, Boston. 440 p.

Keshtkar, R., Hosseini, S.A., Mohammadi H. (2012) Comparison of the main price forecasting methods in Iran commodity exchange. *African Journal of Business Management. 6: 3120-3125.*

Konno, H., Suzuki, K. (1995) A mean–variance–skewness optimization model. *Journal of the Operations Research of Japan. 38:137–87.*

Lai, T. (1991) Portfolio selection with skewness: a multiple-objective approach. *Review of Quantitative Finance and Accounting. 1:293–305.*

Makridakis, S., Winkler, RL. (1983) Averages of forecasts. Management Sciences. 29:987–96.

Markowitz, H. (1952) Portfolio selection. *Journal of Finance 7:77–91.*

Newbold, P., Granger, CW. (1974) Experience with forecasting univariate time series and the combination of forecasts. *Journal of Royal Statistical Society. 137:231–46.*

Pierdzioch, C., Christoph, J. (2012) Forecasting stock prices: Do forecasters herd? *Economics Letters. 116(3): 326-329.*

Saranya, K., Krishna Prasanna, P. (2014) Portfolio Selection and Optimization with Higher Moments: Evidence from the Indian Stock Market. *Asia-Pacific Financial Markets. 21(2): 133-149.*

Stock, J., Mark, W. (2004) Combination Forecasts of Output Growth in a Seven-Country Data Set. *Journal of Forecasting. 23: 405-430.*

Ustan, O., Kasimbeyli, R. (2012) Combined forecosts portfolio in optimization: A generalized approach. *Computers & Operation Research. 39: 805-819.*

Wong, Bok., Bodnovich Thomas, A., Selvi, Y. (1977) NeuralNetwork Applications in Business: A review and analysis of the literature (1988-1995). *Decision support systems 320-230.*

Yu, L., Wang, S., Lai, KK. (2008) Neural network-based mean–variance–skewness model for portfolio selection. *Computers & Operations Research. 35(1):34–46.*