

ارزیابی کارایی سبد سهام شرکت‌های صنایع غذایی: کاربرد رهیافت پرتفوی‌بندی مبتنی بر داده‌کاوی

سمانه غزالی

دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۳

چکیده

هدف این مقاله به کارگیری رهیافت پرتفوی‌بندی مبتنی بر داده‌کاوی، سبدهای انجمنی سهام، برای شرکت‌های صنایع غذایی به منظور تقویت کارایی میانگین- واریانس است. برای تحلیل کارایی سبد سهام این شرکت‌ها به طور تجربی ۱۸ شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران در نظر گرفته شد. اطلاعات مورد نیاز در دوره‌ی زمانی ۱۳۸۸-۱۳۹۸ به صورت روزانه جمع‌آوری گردید. به منظور کشف قوانین انجمنی و ارزیابی کارایی، این دوره‌ی زمانی به دو دوره مشتمل بر دوره‌ی داده‌کاوی و دوره‌ی ارزیابی تقسیم شد. دوره‌ی داده‌کاوی برای کشف قوانین انجمنی بین سهام موجود و دوره‌ی ارزیابی برای سنجش کارایی میانگین- واریانس سبدهای سهام می‌باشد. یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که پرتفوی‌بندی مبتنی بر داده‌کاوی ارائه‌دهنده‌ی چهار قاعده انجمنی بین سهام شرکت‌های صنایع غذایی با در نظر گرفتن حداقل معیارهای پشتیبان و اطمینان به ترتیب برابر ۰/۱۵ و ۰/۹۰ است. همچنین، سبدهای انجمنی سهام دارای نسبت شارپ بیشتر نسبت به سبدهای همبستگی سهام می‌باشد. بنابراین، رهیافت پرتفوی‌بندی مبتنی بر داده‌کاوی نسبت به رهیافت سنتی پرتفوی‌بندی مبتنی بر مدل همبستگی پیرسون که ارائه‌دهنده‌ی یک سبد مشتمل بر دو سهم غبشهر و غمارگ با ضریب همبستگی برابر با ۰/۸۰۲ است، به شیوه‌ای کارا عمل می‌کند. بنابراین کاربرد قوانین انجمنی داده‌کاوی برای سبدهای کارا در بخش صنایع غذایی به سرمایه‌گذاران سهام پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: سبدهای انجمنی سهام، بورس اوراق بهادار تهران، کارایی میانگین- واریانس.

مقدمه

شرکت‌های صنایع غذایی وظیفه‌ی تامین غذای جامعه به‌شیوه‌ای صنعتی را بر عهده دارند که برای ادامه‌ی فعالیت خود با کمبود بودجه مواجه هستند ([۱]). یکی از راه‌های مناسب برای تامین بودجه این شرکت‌ها بورس اوراق بهادار است. تامین مالی شرکت‌ها از طریق بازار سرمایه در مقایسه با استقراض از بانک‌ها و دیگر موسسات پولی و مالی دارای مزایایی چون جلوگیری از اتلاف وقت و کاهش هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم است ([۲]).

سهام شرکت‌های صنایع غذایی دارایی‌های قابل سرمایه‌گذاری هستند که بین سرمایه‌گذاران حقیقی و حقوقی در بازار سرمایه معامله می‌شوند. علاوه بر قابلیت نقدشوندگی بالا، سرمایه‌گذاران می‌توانند از طریق سفته‌بازی روی نوسانات قیمتی سهام سود کسب کنند. همچنین، نظریه مدرن پرتفوی‌بندی (MPT^1) به تنوع بخشیدن سهام مختلف در سبد برای کاهش خطرپذیری اشاره دارد ([۳]؛ [۴]). به‌طور ویژه با توجه به بازدهی انتظاری و خطرپذیری، سرمایه‌گذاران قادر به پرتفوی‌بندی کارآمد از طریق جستجوی خطرپذیری کمتر برای سطح مشخصی از بازده انتظاری هستند. در این مطالعه یک رهیافت جدید پرتفوی‌بندی، سبدهای انجمنی سهام (AAP^2) مبتنی بر داده‌کاوی، استفاده گردید. قاعده انجمنی بیانگر الگویی است که ارتباط بین مجموعه سهام در تحلیل داده‌کاوی را ارائه می‌دهد. سبدهای انجمنی سهام از طریق انتخاب سهام موجود بین قوانین انجمنی با معیار بالابری^۳ بیشتر ایجاد می‌شوند. بنابراین، سبدهای انجمنی سهام دارای دو ویژگی هستند. نخست اینکه سرمایه‌گذاران می‌توانند سهام مشخصی را انتخاب کنند که توسط قاعده انجمنی با معیار بالابری بیشتر توصیه شده است. ارزش بیشتر این معیار نشانگر طبقه‌بندی مناسب‌تر نسبت به متوسط سهام موجود است. ویژگی دیگر اینکه سرمایه‌گذاران قادر به ایجاد سبدهای کارآمد متشکل از سهام توصیه شده، هستند. در مقایسه با انتخاب سهام به‌طور دلخواه، سرمایه‌گذاران می‌توانند به مکانیزم علمی روش داده‌کاوی به‌منظور کشف سهام مناسب اعتماد کنند. بنابراین، سبد انجمنی سهام با تکیه بر طبقه‌بندی داده‌ها و مکانیزم ذهنی داخلی این روش ساخته می‌شود ([۵]).

مطالعه حاضر دارای دو مزیت است. نخست، ارزیابی وزن‌های نسبی برای سهام توصیه شده توسط سبدهای انجمنی سهام (AAP) است. اگرچه مطالعات پیشین در رابطه با قوانین انجمنی داده‌کاوی به تحلیل حرکت مشترک مجموعه سهام پرداختند اما وزن‌های سهام را مورد بحث قرار ندادند ([۶]؛ [۷]). مزیت دیگر، پیشنهاد رهیافتی جایگزین برای پرتفوی‌بندی کارآمد است که در آن مشارکت سهام توصیه شده باعث کاهش خطرپذیری و افزایش بازدهی انتظاری می‌شود. بدین معنا که رهیافتی برای پرتفوی‌بندی پیشنهاد می‌شود که از رهیافت سبدهای انجمنی سهام (CAP^4) مبتنی بر تحلیل میانگین-واریانس مارکوویتز^۵ متفاوت است.

برای ارزیابی کارایی سبدهای انجمنی سهام (AAP) مراحل زیر دنبال شد. نخست، تقسیم دوره‌ی زمانی به دو دوره، شامل دوره‌ی داده‌کاوی و دوره‌ی ارزیابی است. دوره‌ی داده‌کاوی برای کشف قوانین انجمنی روی سهام موجود و دوره‌ی ارزیابی برای سنجش کارایی سبدهای سهام است. در مرحله‌ی دوم با در نظر گرفتن قوانین انجمنی با معیار بالابری بیشتر، سهامی توصیه گردید. سپس در مرحله‌ی سوم، سبدهای انجمنی سهام روی این سهام انجام شد. در نهایت، مرحله‌ی چهارم از نسبت شارپ برای ارزیابی کارایی میانگین-واریانس روی سبدهای انجمنی سهام (AAP) و سبدهای انجمنی سهام (CAP) استفاده گردید. سبدهای انجمنی سهام بر اساس انتخاب سهام موجود مبتنی بر ضرایب همبستگی پیرسون طراحی شده است. به‌طور ویژه، ضرایب همبستگی قادر به ارائه‌ی اطلاعات مفیدی در رابطه با تحلیل پرتفوی‌بندی سنتی هستند ([۵]). هدف از مطالعه حاضر بررسی کارایی میانگین-واریانس برای سبدهای انجمنی سهام (AAP) در مقایسه با سبدهای انجمنی سهام (CAP) است.

مطالعات تجربی پیشین نیز به تعیین و بررسی پرتفوی بهینه در خصوص سهام شرکت‌های فعال صنایع غذایی در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. از جمله، قدیری مقدم و رفیعی (۱۳۸۹) با جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز از بهمن ماه ۱۳۸۸ تا تیر ماه ۱۳۸۹ از شاخص ارزش در معرض ریسک برای این منظور استفاده نمودند. همچنین برای تحلیل آمار و اطلاعات از برنامه‌ریزی ریاضی با اعداد صحیح استفاده شد ([۸]). در مطالعه‌ی دیگری، حسینی کاسگری و همکاران (۱۳۹۶) برای گزینش پرتفوی بهینه سهام شرکت‌های صنایع غذایی از الگوی میانگین-واریانس-چولگی با در نظر گرفتن قیمت‌های روزانه سهام منتهی به بهمن ۱۳۹۵ استفاده کردند. سه روش مختلف پیش‌بینی قیمت به‌کار گرفته شد و با توجه به خطای پیش‌بینی، به هر روش وزنی متناسب

با توان برآورد آن داده شد. بر اساس این وزن‌ها معیارهای میانگین، واریانس و چولگی مرتبط با بازده و خطای پیش‌بینی به‌دست آمد. در نهایت، الگوی میانگین- واریانس- چولگی توسط مدل برنامه‌ریزی آرمانی حل شده است ([۱]). اما تمایز مطالعه حاضر با پژوهش‌های پیشین در به‌کارگیری یک رهیافت جدید پرتفوی‌بندی مبتنی بر داده‌کاوی و ارزیابی کارایی سبدهای سهام است. مطالعات مختلف به‌منظور تحلیل مسائل مالی از قوانین انجمنی داده‌کاوی استفاده نمودند ([۵]؛ [۹]؛ [۱۰]؛ [۱۱]). به‌گونه‌ای که سیدگردانی انجمنی سهام (AAP)، به‌دلیل وجود ارتباط داخلی بین سهام موجود و کشف آن از طریق مکانیزم ذهنی، به‌شیوه‌ای خردمندانه انجام می‌شود. یافته‌های این مطالعه ارائه‌دهنده‌ی شواهد مفیدی برای سرمایه‌گذاران بخش صنایع غذایی است.

مواد و روش بررسی

روش تحقیق که مشتمل بر سه قسمت جمع‌آوری داده‌ها، قوانین انجمنی داده‌کاوی و ارزیابی کارایی پرتفوی‌بندی است، در ادامه تشریح شده است.

گردآوری اطلاعات

در مطالعه حاضر، ۱۸ شرکت صنایع غذایی فعال در بورس اوراق بهادار تهران در نظر گرفته شد. این شرکت‌ها شامل بهنوش ایران (غبهنوش)، بیسکویت گرجی (غگرجی)، پارس مینو (غپینو)، توسعه صنایع بهشهر (وبشهر)، تولیدی مه‌رام (غمه‌رام)، شیر پاستوریزه پگاه آذربایجان غربی (غشاذر)، شیر پاستوریزه پگاه اصفهان (غشصفا)، شیر پاستوریزه پگاه خراسان (غشان)، صنعتی بهشهر (غبشهر)، کشت و صنعت پیاذر (غاذر)، کشت و صنعت چین چین (غچین)، لبنیات پاک (غپاک)، لبنیات کالبر (غالبر)، مارگارین (غمارگ)، خوراک دام پارس (غدام)، گلکوزان (غگل)، دشت مرغاب (غدشت) و سالمین (غسالیم) هستند. داده‌های قیمت پایانی برای شرکت‌های مورد بررسی از دی ماه ۱۳۸۸ الی اسفند ماه ۱۳۹۸ به‌طور روزانه از شرکت مدیریت فناوری بورس تهران جمع‌آوری شد. به‌منظور کشف قوانین انجمنی و ارزیابی کارایی میانگین- واریانس، این دوره‌ی زمانی به دو دوره تقسیم گردید. دوره‌ی داده‌کاوی از دی ماه ۱۳۸۸ الی اسفند ماه ۱۳۹۶ و دوره‌ی ارزیابی از اسفند ماه ۱۳۹۶ الی اسفند ماه ۱۳۹۸ مشخص شد. با توجه به ویژگی‌های مرتبط با قوانین انجمنی داده‌کاوی، از مقادیر صفر و یک به‌ترتیب برای نشان دادن کاهش و افزایش قیمت روزانه سهام استفاده گردید. اگر بازدهی روزانه مثبت باشد آنگاه ارزش یک در نظر گرفته شد و در غیر این صورت ارزش صفر لحاظ گردید ([۶]؛ [۹]).

قوانین انجمنی داده‌کاوی

قوانین انجمنی به کشف احتمال وقوع هم‌زمان گزینه‌ها (سهام) در یک مجموعه داده‌ای بزرگ می‌پردازد. به‌گونه‌ای که نتایج نشان‌دهنده‌ی ارتباط بین این گزینه‌ها (سهام) است. به‌طور ویژه، قوانین انجمنی داده‌کاوی، یکی از گسترده‌ترین روش‌های کشف دانش و استخراج اطلاعات مفید از داده‌های بزرگ است، که می‌تواند وابستگی‌های متقابل بین گزینه‌ها (سهام) را نشان دهد. این قوانین برای اولین بار به این صورت معرفی و تعریف شدند که یک قاعده انجمنی به فرم $A \Rightarrow B$ نشانگر دو مجموعه غیرتوام گزینه‌ها (سهام) A و B در مجموعه داده‌ای بزرگ است ([۱۲]). به‌گونه‌ای که گزینه‌های (سهام) A به‌عنوان طرف چپ (Lhs^6) و گزینه‌های (سهام) B به‌عنوان طرف راست (Rhs^7) قاعده انجمنی ارجاع می‌شوند. سه معیار عملکرد مشتمل بر پشتیبان^۸، اطمینان^۹ و بالابری برای انتخاب قوانین مناسب وجود دارد. معیار پشتیبان بیانگر درصد موارد مشخص در مجموعه داده‌ای که شامل A و B باشند (رابطه ۱)، معیار اطمینان بیانگر درصد موارد شامل A که شامل B نیز باشند (رابطه ۲) و معیار بالابری بیانگر نسبت اطمینان بر درصد موارد شامل B می‌باشد (رابطه ۳):

$$(A \Rightarrow B) = P(A \cup B) \quad (1)$$

$$(A \Rightarrow B) = \frac{P(A \cup B)}{P(A)} \quad (2)$$

$$(A \Rightarrow B) = \frac{P(A \cup B)}{P(A)P(B)} \quad (3)$$

که در آن $P(\cdot)$ بیانگر احتمال یا درصد موارد است. در مطالعه حاضر، معیار بالابری مربوط به هر قاعده انجمنی به منظور انتخاب سهام جهت پرتفوی بندی به کار گرفته شد. ارزش بیشتر معیار بالابری مربوط به یک قاعده مشخص نشان دهنده‌ی مناسب بودن آن قاعده جهت پیش‌بینی گزینه‌های (سهام) طرف راست (Rhs) در مجموعه داده‌ای آینده است. در مطالعه حاضر، سهام موجود در قاعده انجمنی با معیار بالابری بیشتر به منظور پرتفوی بندی لحاظ شده‌اند.

الگوریتم *apriori* برای تحلیل قوانین انجمنی به کار گرفته شد ([۱۳]). این اولین الگوریتمی است که به طور گسترده برای کشف درصد گزینه‌ها (سهام) متعاقب قوانین مختلف استفاده شده است. برای اجرای الگوریتم بسته نرم‌افزاری IBM SPSS Modeler 18، که ابزاری مناسب برای تحلیل داده‌های بزرگ است، انتخاب شد.

ارزیابی کارایی پرتفوی بندی

اگر رهیافت پرتفوی بندی منجر به بازدهی انتظاری بیشتر برای سطح مشخصی از خطر شود آنگاه این پرتفوی بندی نسبت به دیگر رهیافت‌ها کارا تر است. سرمایه‌گذاران می‌توانند سبدگردانی خود را به گونه‌ای انجام دهند که بازدهی انتظاری بیشتر یا خطرپذیری کمتر، از طریق تخصیص مناسب سرمایه روی سهام مشخص، قابل دستیابی باشد. به طور ویژه، مارکوئیتز (۱۹۵۲) یک نظریه پرتفوی بندی به صورت سبدگردانی با بیشترین بازدهی انتظاری در سطح مشخص خطر را پیشنهاد نمود و نشان داد که سرمایه‌گذاران دارای چنین سبد سهامی قادر نخواهند بود تنوع بیشتری را برای افزایش بازدهی انتظاری خود در نظر گیرند مگر اینکه سطح خطرپذیری بیشتری را بپذیرند. مارکوئیتز از یک مرز پرتفوی بندی برای نشان دادن روابط بین بازدهی انتظاری و خطرپذیری استفاده کرد به گونه‌ای که پرتفوی بندی بهینه روی مرز کارا^{۱۱} قرار می‌گیرد و سطح بیشتر کارایی میانگین-واریانس را نشان می‌دهد ([۱۴]).

در مطالعه حاضر، سبدگردانی انجمنی سهام (AAP) مبتنی بر داده‌کاوی انجام گردید و مرزهای کارا برای نشان دادن ویژگی‌های بازدهی-خطر مشخص شد. انتظار سرمایه‌گذاران حداقل‌سازی خطر پرتفوی بندی و تصمیم بر وزن‌های بهینه سهام است. تحلیل میانگین-واریانس به شیوه‌ای ریاضی در روابط (۴) تا (۷) آورده شده است:

$$\text{Min} = \frac{w'Hw}{2} \quad (۴)$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^N w_i = 1 \quad (۵)$$

$$\sum_{i=1}^N w_i E(r_i) = r_p \quad (۶)$$

$$w_i \geq 0 \quad (۷)$$

که در آن w نشانگر بردار وزن سهام، H بیانگر ماتریس واریانس کوواریانس سهام، $E(r)$ نشان دهنده بردار میانگین بازدهی برای سهام و r_p نرخ انتظاری برای بازدهی سبد می‌باشند. برای اجرای این مدل از بسته نرم‌افزاری MATLAB استفاده گردید. به منظور بررسی کارایی سبدهای انجمنی سهام از تحلیل میانگین-واریانس مارکوئیتز (۱۹۸۷) استفاده گردید ([۱۵]). این روش دو رهیافت پرتفوی بندی را ارزیابی کرده و نشان می‌دهد که کدامیک دارای کارایی بیشتر است. در مطالعه حاضر، کارایی نسبی سبدگردانی انجمنی سهام (AAP) نسبت به سبدگردانی همبستگی سهام (CAP)، که شامل سهامی با بیشترین ضرایب همبستگی پیرسون است، مقایسه شد.

پس از تشخیص مرزهای کارا برای سبدگردانی انجمنی سهام و سبدگردانی همبستگی سهام، حداکثر نسبت‌های شارپ برای سبدهای مرزی با این سهام بر اساس رابطه (۸) محاسبه شد:

$$S_p = \frac{E(r_p) - r_f}{\sigma_p} \quad (۸)$$

که $E(rp)$ و σ_p به ترتیب نشانگر میانگین بازدهی انتظاری و انحراف استاندارد برای سبد مرزی و Rf بیانگر نرخ بازدهی بدون خطرپذیری می‌باشند. نرخ سپرده بانکی یک‌ساله به‌عنوان نرخ بازدهی بدون خطرپذیری جانشین شد. به‌گونه‌ای که، یک سبد مرزی با نسبت شارپ بیشتر دارای کارایی میانگین-واریانس بهتر است زیرا این نسبت نرخ بازدهی انتظاری و انحراف استاندارد سبد را ادغام می‌کند. نرخ بازدهی بدون خطرپذیری برای پرتفوی‌بندی‌های گوناگون مرزی در سبدگردانی انجمنی سهام (AAP) و سبدگردانی همبستگی سهام (CAP) تغییر داده شد. بدین ترتیب با در نظر گرفتن نرخ بازدهی بدون خطرپذیری به‌عنوان هزینه سرمایه، چگونگی تغییر کارایی برای پرتفوی‌بندی‌های مختلف ارزیابی شد.

نتایج

در این بخش، نتایج اصلی بازدهی سهام، کشف قوانین انجمنی و کارایی سبد سهام آورده شده است.

بازدهی سهام

در مطالعه حاضر، سهام ۱۸ شرکت صنایع غذایی فعال در بورس تهران برای کشف قوانین انجمنی داده‌کاوی و سنجش کارایی میانگین-واریانس در نظر گرفته شد. تمامی نرخ‌های بازدهی براساس قیمت پایانی روزانه سهام محاسبه گردید. جدول (۱) نشانگر آمار توصیفی برای هر سهم است. بر اساس نتایج، متوسط نرخ بازدهی انتظاری روزانه برای نگهداری سهام نسبتاً مناسب است. میانگین نرخ بازدهی روزانه برای سهام غدام، غگل، غدشت و غسالم منفی بوده است. نگهداری سهام غدشت دارای بیشترین خطر (برابر با ۰/۳۷۴) درحالی‌که وبشهر و غبشهر دارای کمترین خطای استاندارد (به‌ترتیب برابر با ۰/۱۲۱ و ۰/۱۳۰) می‌باشند. بر اساس آماره چولگی، نرخ‌های بازدهی سهام (به‌جز غدشت) دارای اریب منفی هستند و بر اساس آماره کشیدگی، نرخ‌های بازدهی سهام (به‌جز غدشت) کشیده^{۱۱} هستند.

جدول (۱) آمار توصیفی برای بازدهی روزانه سهام

| سهام | میانگین | خطای استاندارد | حداقل | حداکثر | چولگی | کشیدگی |
|--------|---------|----------------|--------|--------|--------|--------|
| غبهنوش | ۰/۰۵۴ | ۰/۲۲۸ | -۱/۰۰۰ | ۰/۰۵۰ | -۳/۸۹۲ | ۱۳/۲۳۱ |
| غگرچی | ۰/۱۱۲ | ۰/۳۱۸ | -۱/۰۰۰ | ۰/۱۹۷ | -۲/۴۲۵ | ۳/۹۰۸ |
| غبینو | ۰/۰۳۳ | ۰/۱۸۲ | -۱/۰۰۰ | ۰/۱۲۱ | -۵/۰۶۱ | ۲۳/۹۶۳ |
| وبشهر | ۰/۰۱۳ | ۰/۱۲۱ | -۱/۰۰۰ | ۰/۱۲۱ | -۷/۸۶۵ | ۶۱/۳۷۶ |
| غمهرا | ۰/۰۶۳ | ۰/۲۴۸ | -۱/۰۰۰ | ۰/۱۵۵ | -۳/۴۹۳ | ۱۰/۲۹۷ |
| غشاذر | ۰/۰۳۵ | ۰/۱۸۷ | -۱/۰۰۰ | ۰/۱۸۷ | -۴/۸۹۲ | ۲۲/۳۴۶ |
| غشصفا | ۰/۰۸۵ | ۰/۲۸۳ | -۱/۰۰۰ | ۰/۱۱۶ | -۲/۹۱۷ | ۶/۵۵۷ |
| غشان | ۰/۰۴۶ | ۰/۲۱۵ | -۱/۰۰۰ | ۰/۰۸۴ | -۴/۱۵۹ | ۱۵/۵۳۶ |
| غبشهر | ۰/۰۱۶ | ۰/۱۳۰ | -۱/۰۰۰ | ۰/۱۰۰ | -۷/۳۳۳ | ۵۲/۸۵۷ |
| غازر | ۰/۰۳۱ | ۰/۱۷۹ | -۱/۰۰۰ | ۰/۰۵۴ | -۵/۱۱۸ | ۲۴/۷۶۲ |
| غچین | ۰/۰۹۵ | ۰/۲۹۵ | -۱/۰۰۰ | ۰/۱۲۳ | -۲/۷۱۵ | ۵/۴۰۴ |
| غپاک | ۰/۰۶۰ | ۰/۲۴۱ | -۱/۰۰۰ | ۰/۱۲۳ | -۳/۶۲۶ | ۱۱/۲۷۳ |
| غالبر | ۰/۰۳۴ | ۰/۱۸۵ | -۱/۰۰۰ | ۰/۱۲۲ | -۴/۹۵۶ | ۲۳/۰۱۰ |
| غمارگ | ۰/۰۲۰ | ۰/۱۴۶ | -۱/۰۰۰ | ۰/۰۹۹ | -۶/۴۲۴ | ۴۰/۲۶۷ |
| غدام | -۰/۱۱۳ | ۰/۳۱۹ | -۱/۰۰۰ | ۰/۰۵۰ | -۲/۴۱۷ | ۳/۸۵۷ |
| غگل | -۰/۰۹۶ | ۰/۲۹۵ | -۱/۰۰۰ | ۰/۱۵۵ | -۲/۷۳۸ | ۵/۵۱۹ |
| غدشت | -۰/۱۶۷ | ۰/۳۷۴ | -۱/۰۰۰ | ۰/۰۹۰ | -۱/۷۸۱ | ۱/۱۷۵ |
| غسالم | -۰/۱۲۲ | ۰/۳۲۹ | -۱/۰۰۰ | ۰/۰۵۰ | -۲/۲۹۲ | ۳/۲۶۳ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

ضرایب همبستگی پیرسون بین ۱۸ نرخ بازدهی سهام شرکت‌های صنایع غذایی در جدول (۲) نشان داده شده است. بر اساس نتایج، بازدهی روزانه سهام دارای همبستگی نسبتاً خوبی با هم می‌باشند. همبستگی بین سهام غبشهر و غمارگ بیشترین (برابر با $0/۸۰۲$) و پس از آن سهام غشاذر و غشان با ضریب همبستگی برابر $0/۶۲۵$ و غشان و غالب با ضریب همبستگی برابر $0/۶۲۴$ می‌باشند. بدین ترتیب همبستگی بیشتر بین بازدهی سهام فرصتی برای سرمایه‌گذاران جهت دستیابی به منافع بالقوه تنوع سبد فراهم آورد. بر این اساس، سبدگردانی همبستگی سهام (CAP) به صورت (غبشهر، غمارگ) در نظر گرفته شد.

توزیع فراوانی برای بازدهی روزانه سهام در جدول (۳) نشان داده شد. بازدهی روزانه سهام در دوره‌ی مورد بررسی بیشتر منفی بوده است. درصد بازدهی روزانه مثبت برای سه سهم غاذر، غشان و غبشهر بیشترین (به ترتیب برابر با $۳۸/۹۱۴$ ، $۳۵/۸۸۲$ و $۳۵/۷۹۲$) است. این نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاران برای به دست آوردن منافع بیشتر در برابر ضررها نیازمند پرتفوی‌بندی مناسب سهام می‌باشند.

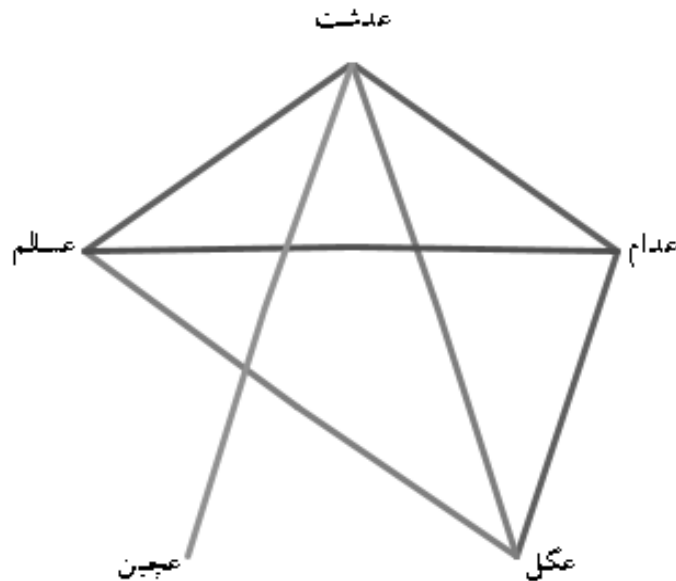
جدول (۳) توزیع فراوانی برای بازدهی روزانه سهام

| سهام | درصد بازدهی مثبت | درصد بازدهی منفی |
|--------|------------------|------------------|
| غبهنوش | ۲۸/۵۰۷ | ۷۱/۴۹۳ |
| غگرجی | ۲۹/۴۱۲ | ۷۰/۵۸۸ |
| غپینو | ۳۴/۷۵۱ | ۶۵/۲۴۹ |
| وبشهر | ۳۵/۴۷۵ | ۶۴/۵۲۵ |
| غمهرا | ۳۲/۰۳۶ | ۶۷/۹۶۴ |
| غشاذر | ۳۴/۰۲۷ | ۶۵/۹۷۳ |
| غشصفا | ۳۲/۰۳۶ | ۶۷/۹۶۴ |
| غشان | ۳۵/۸۸۲ | ۶۴/۱۱۸ |
| غبشهر | ۳۵/۷۹۲ | ۶۴/۲۰۸ |
| غازر | ۳۸/۹۱۴ | ۶۱/۰۸۶ |
| غچین | ۲۳/۶۲۰ | ۷۶/۳۸۰ |
| غپاک | ۳۵/۰۲۳ | ۶۴/۹۷۷ |
| غالب | ۳۴/۷۹۶ | ۶۵/۲۰۴ |
| غمارگ | ۳۵/۰۲۳ | ۶۴/۹۷۷ |
| غدام | ۱۱/۴۹۳ | ۸۸/۵۰۷ |
| غگل | ۱۸/۳۷۱ | ۸۱/۶۲۹ |
| غدشت | ۱۳/۸۴۶ | ۸۶/۱۵۴ |
| غسالم | ۱۶/۸۷۸ | ۸۳/۱۲۲ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

کشف قوانین انجمنی

شکل (۱) نمایش شماتیک پرتفوی‌بندی مبتنی بر قوانین انجمنی است. نتایج نشان‌دهنده‌ی ترکیبات دوتایی سهام که بیش از ۳۱۵ مرتبه (۸۰ درصد) در مجموعه داده‌ای دارای بازدهی غیرمثبت بوده‌اند. همان‌گونه که نتایج این شکل نشان می‌دهد، هفت ترکیب دوتایی با بازدهی غیرمثبت، به‌صورت (غدشت، غسالم)؛ (غدشت، غگل)؛ (غدشت، غدام)؛ (غدام، غسالم)؛ (غدام، غگل)؛ (غگل، غسالم) و (غچین، غدشت)، بیش از سایر ترکیبات با هم رخ داده‌اند. به‌گونه‌ای که اگر سهم اول دارای بازدهی غیرمثبت باشد با احتمال بیش از ۸۰ درصد سهم دوم نیز دارای بازدهی غیرمثبت است.



شکل (۱) نمایش شماتیک پرتفوی بندی مبتنی بر قوانین انجمنی

معیارهای پشتیبان و اطمینان برای تحلیل قوانین انجمنی سهام، در سطوح مختلف تنظیم شد. الزامات چندگانه برای معیارها از طریق اجرای مکرر مدل داده کاوی مشخص گردید (جدول ۴). با توجه به نتایج، حداقل معیار پشتیبان در سطوح ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد و حداقل معیار اطمینان در سطوح ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد تنظیم شد. به طور ویژه، زمانی که حداقل معیار پشتیبان و اطمینان به ترتیب برابر ۰/۰۵ و ۰/۷۰ در نظر گرفته شده بیشترین تعداد قوانین انجمنی، برابر ۲۰۸۶۹، به دست آمده است. بر اساس نتایج، با افزایش حداقل معیارهای پشتیبان و اطمینان، تعداد قوانین انجمنی سهام به طور قابل توجهی کاهش یافته است. بر اساس نتایج این جدول، مجموعه ۹ انتخاب گردید که در آن حداقل معیارهای پشتیبان و اطمینان به ترتیب برابر ۰/۱۵ و ۰/۹۰ است و تعداد چهار قاعده انجمنی در مجموعه داده‌ای سهام در دوره‌ی داده کاوی کشف شد.

جدول (۴) تعداد قوانین انجمنی برای سهام در دوره‌ی داده کاوی

| تعداد قوانین انجمنی | حداقل معیار اطمینان | حداقل معیار پشتیبان | مجموعه |
|---------------------|---------------------|---------------------|----------|
| ۲۰۸۶۹ | ۰/۷۰ | ۰/۰۵ | مجموعه ۱ |
| ۷۵۰۷ | ۰/۸۰ | ۰/۰۵ | مجموعه ۲ |
| ۱۱۵۲ | ۰/۹۰ | ۰/۰۵ | مجموعه ۳ |
| ۳۷۷۶ | ۰/۷۰ | ۰/۱۰ | مجموعه ۴ |
| ۶۵۴ | ۰/۸۰ | ۰/۱۰ | مجموعه ۵ |
| ۳۳ | ۰/۹۰ | ۰/۱۰ | مجموعه ۶ |
| ۱۶۵۶ | ۰/۷۰ | ۰/۱۵ | مجموعه ۷ |
| ۱۸۵ | ۰/۸۰ | ۰/۱۵ | مجموعه ۸ |
| ۴ | ۰/۹۰ | ۰/۱۵ | مجموعه ۹ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

بدین ترتیب، نتایج پرتفوی بندی مبتنی بر داده کاوی در جدول (۵) گزارش گردید که چهار قاعده انجمنی با توجه به معیار بالابری صعودی نزولی مرتب شده است. بررسی قوانین انجمنی جدول (۵) نشان داد در صورت وقوع بازدهی مثبت در سهام مشخص، بازدهی سهم غبشهر نیز مثبت می‌شود. به طور مثال، اگر پنج سهم غشصفا، غمارگ، وبشهر، غشاذر و غپینو دارای بازدهی مثبت باشند، بر اساس قاعده اول سهم غبشهر نیز دارای بازدهی مثبت خواهد بود. این قوی ترین قاعده کشف شده در مجموعه

داده‌ای است زیرا بیشترین معیار بالابری (برابر با ۲/۷۲۲) با توجه به حداقل معیار پشتیبان (۰/۱۵) و حداقل معیار اطمینان (۰/۹۰) را دارد. علاوه بر این، سه قاعده انجمنی مناسب دیگر نیز وجود دارد.

در تحلیل کارایی میانگین- واریانس از نتایج قوانین انجمنی برای سبدهای انجمنی سهام (AAP) استفاده گردید. به‌طور ویژه، چهار قاعده انجمنی برای انتخاب سهام بالقوه به کار گرفته شد که این سهام منجر به بیشترین معیار بالابری شده‌اند. بدین ترتیب، سبدهای انجمنی سهام (AAP) با توجه به اولین معیار بالابری سهام غشصفا، غمارگ، وبشهر، غشاذر، غشینو و غبشهر را ترکیب کرده است. علاوه بر این، رهیافت بر اساس معیارهای بالابری بعدی به ترتیب سه ترکیب سهام مشتمل بر (غمارگ، وبشهر، غشاذر، غشینو، غشان و غبشهر)؛ (غشصفا، غمارگ، وبشهر، غشینو و غبشهر) و (غمارگ، وبشهر، غشاذر، غالب، غادر و غبشهر) را معرفی نموده است.

جدول (۵) قوانین انجمنی سهام در دوره‌ی داده‌کاوی

| قاعده | مقدم | پیامد | پشتیبان | اطمینان | بالابری |
|-------|--|-----------|---------|---------|---------|
| ۱ | (غشصفا)=۱*، (غمارگ)=۱، (وبشهر)=۱، (غشاذر)=۱، (غشینو)=۱ | (غبشهر)=۱ | ۰/۱۵۲ | ۰/۹۴۶ | ۲/۷۲۲ |
| ۲ | (غمارگ)=۱، (وبشهر)=۱، (غشاذر)=۱، (غشینو)=۱، (غشان)=۱ | (غبشهر)=۱ | ۰/۱۵۵ | ۰/۹۳۰ | ۲/۶۷۴ |
| ۳ | (غشصفا)=۱، (غمارگ)=۱، (وبشهر)=۱، (غشینو)=۱ | (غبشهر)=۱ | ۰/۱۹۱ | ۰/۹۰۷ | ۲/۶۰۷ |
| ۴ | (غمارگ)=۱، (وبشهر)=۱، (غشاذر)=۱، (غالب)=۱، (غادر)=۱ | (غبشهر)=۱ | ۰/۱۵۳ | ۰/۹۰۰ | ۲/۵۸۸ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

* ۱ بیانگر بازدهی مثبت سهم مورد نظر است و به دلیل زیاد بودن تعداد سهام بازدهی غیرمثبت در جدول ذکر نگردید.

کارایی سبد سهام

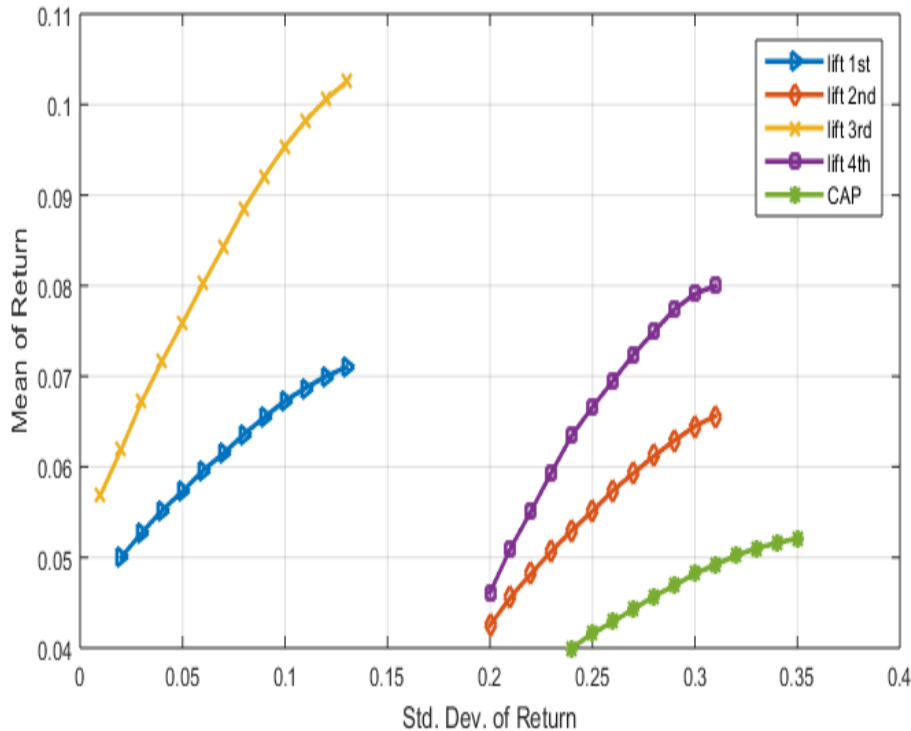
با بهینه‌سازی بازدهی انتظاری و انحراف استاندارد، وزن‌های سهام در هر سبد محاسبه شده است (جدول ۶). به‌طور نمونه سبد شماره یک نشانگر ۴۳٪ سهم غشصفا، ۱۰٪ غمارگ، ۶٪ وبشهر، ۱۷٪ غشاذر، ۱۶٪ غشینو و ۸٪ غبشهر است.

جدول (۶) سبد سهام بهینه بر اساس پرتفوی‌بندی مبتنی بر داده‌کاوی

| سبد | درصد سهام شرکت‌های موجود در سبد | | | | |
|-----|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| ۱ | غشصفا (۴۳) | غمارگ (۱۰) | وبشهر (۶) | غشاذر (۱۷) | غشینو (۱۶) |
| ۲ | غمارگ (۱۲) | وبشهر (۸) | غشاذر (۲۱) | غشینو (۲۰) | غشان (۲۹) |
| ۳ | غشصفا (۵۱) | غمارگ (۱۲) | وبشهر (۸) | غشینو (۲۰) | غبشهر (۹) |
| ۴ | غمارگ (۱۳) | وبشهر (۹) | غشاذر (۲۳) | غالب (۲۳) | غادر (۲۱) |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

همچنین، نقشه مرزهای کارا برای سبدهای انجمنی سهام (AAP) و سبدهای همبستگی سهام (CAP) مطابق شکل (۲) ترسیم شد. بر اساس نتایج شکل (۲) مرزهای کارا برای سبدهای انجمنی سهام (AAP) در بالا و سمت چپ (همواره غالب) نسبت به مرز کارا برای سبدهای همبستگی سهام (CAP) هستند. بدین ترتیب، رهیافت پرتفوی‌بندی مبتنی بر داده‌کاوی نسبت به رهیافت پرتفوی‌بندی مبتنی بر همبستگی دارای بازدهی انتظاری بیشتر در سطح ثابت خطرپذیری است. نتیجه دیگر این است که کارایی میانگین- واریانس برای مدل‌های سبدهای انجمنی سهام (AAP) با توجه به ارزش معیار بالابری ثابت نمی‌باشد. در مطالعه حاضر، معیار بالابری سوم دارای بیشترین کارایی در بین سبدهای انجمنی سهام (AAP) است. بدین ترتیب، سبدهای انجمنی سهام (AAP) با معیار بالابری بیشتر همواره بهتر عمل نمی‌کند.



شکل (۲) نمایش مرزهای کارا

جدول (۷) نشان‌دهنده‌ی نسبت‌های شارپ مختلف برای نرخ بازدهی بدون خطرپذیری است. با تغییر نرخ بدون خطرپذیری می‌توان نقطه بهینه روی مرز کارا را ردیابی کرد و نسبت‌های شارپ مربوطه را به دست آورد. سبدگردانی انجمنی سهام (AAP)، با هر ارزش معیار بالابری، دارای نسبت شارپ بیشتر نسبت به سبدگردانی همبستگی سهام (CAP) است. به طور ویژه، هنگامی که تغییر نرخ بدون خطرپذیری به طور روزانه از ۰/۰۴۶ به ۰/۰۴۹ می‌باشد، تغییر نسبت شارپ برای سبدگردانی همبستگی سهام (CAP) از ۰/۰۰۷ تا ۰/۰۲۳ و تغییر نسبت شارپ برای سبدگردانی انجمنی سهام (AAP) از ۰/۰۶۱ تا ۰/۰۷۸ است. بنابراین، رهیافت پرتفوی‌بندی مبتنی بر داده‌کاو نسبت به رهیافت سنتی پرتفوی‌بندی مبتنی بر مدل همبستگی پیرسون برتر است.

جدول (۷) تحلیل کارایی میانگین- واریانس در دوره‌ی ارزیابی

| نرخ بدون خطرپذیری | نسبت شارپ | | | |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | بالابری اول | بالابری دوم | بالابری سوم | بالابری چهارم |
| ۰/۰۴۱ | ۰/۰۶۴ | ۰/۰۶۴ | ۰/۰۶۴ | ۰/۰۶۴ |
| ۰/۰۴۴ | ۰/۰۶۵ | ۰/۰۶۵ | ۰/۰۶۵ | ۰/۰۶۵ |
| ۰/۰۴۶ | ۰/۰۶۱ | ۰/۰۶۱ | ۰/۰۶۱ | ۰/۰۶۱ |
| ۰/۰۴۹ | ۰/۰۷۸ | ۰/۰۷۸ | ۰/۰۷۸ | ۰/۰۷۸ |
| ۰/۰۵۲ | ۰/۰۶۱ | ۰/۰۶۱ | ۰/۰۶۱ | ۰/۰۶۱ |
| ۰/۰۵۵ | ۰/۰۶۳ | ۰/۰۶۳ | ۰/۰۶۳ | ۰/۰۶۳ |

ماخذ: یافته‌های تحقیق

بحث و نتیجه‌گیری

تحلیل معاملات روزانه سهام ۱۸ شرکت صنایع غذایی فعال در بورس اوراق بهادار در دوره‌ی زمانی دی ماه ۱۳۸۸ الی اسفند ماه ۱۳۹۶ نشان داد که ارتباطات انجمنی داخلی معناداری بین برخی سهام وجود دارد. علاوه بر این، بیش از ۲۰۰۰۰ قاعده انجمنی زمانی که حداقل معیار پشتیبان و اطمینان به ترتیب ۰/۰۵ و ۰/۷۰ باشند، بین سهام وجود دارد. برای ایجاد قوانین مناسب، حداقل معیار پشتیبان برابر با ۰/۱۵ و حداقل معیار اطمینان برابر با ۰/۹۰ تنظیم گردید، که در مجموع چهار قاعده انجمنی مناسب استخراج شد. علاوه بر این، به منظور سبده‌گردانی انجمنی سهام (AAP)، گزینش سهام داوطلب با توجه به ارزش معیار بالابری بیشتر انجام گردید. بدین ترتیب، پرتفوی‌بندی بر اساس بیشترین معیار بالابری پیشنهادکننده‌ی سبد (غشصفا، غمارگ، وبشهر، غشاذر، غپینو و غبشهر) است. همچنین، سه قاعده انجمنی دیگر بر اساس قدرت ارتباطات داخلی در دوره‌ی داده‌کاوی کشف شدند.

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که در دوره‌ی ارزیابی از اسفند ماه ۱۳۹۶ الی اسفند ماه ۱۳۹۸ سبده‌گردانی انجمنی سهام (AAP) نسبت به سبده‌گردانی همبستگی سهام (CAP) برتر است. به‌طور ویژه، نسبت‌های شارپ برای پرتفوی‌بندی مبتنی بر داده‌کاوی بیشتر از پرتفوی‌بندی سنتی مبتنی بر مدل همبستگی است. بنابراین، مطالعه حاضر ارائه‌دهنده‌ی بینش جدیدی برای ادغام رهیافت پرتفوی‌بندی با روش داده‌کاوی به‌منظور تقویت کارایی میانگین-واریانس است. در این راستا، کاربرد قوانین انجمنی داده‌کاوی برای سبده‌گردانی کارا به سرمایه‌گذاران بخش صنایع غذایی پیشنهاد می‌شود.

منابع و ماخذ

- (۱) حسینی کاسگری، س.ه.، حسینی یکانی، س.ع.، عابدی، س. ۱۳۹۶. گزینش پرتفوی بهینه سهام شرکت‌های صنایع غذایی در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از روش پیش‌بینی ترکیبی: کاربرد الگوی میانگین- واریانس- چولگی. اقتصاد کشاورزی، جلد ۱۱، شماره ۴، ۸۱-۱۰۵.
- (۲) فنایی، س.م. ۱۳۸۸. دانستنی‌های بورس و بازار سرمایه: تاریخچه و علل بوجود آمدن بورس اوراق بهادار. ماهنامه بورس، جلد ۸۶، ۷۴-۷۹.
- 3) Bergin, P.R. and Pyun, J.H. (2016). International Portfolio Diversification and Multilateral Effects of Correlations. *Journal of International Money and Finance*, Vol. 62, No. 3, PP. 52-71.
- 4) Mueller, P., Stathopoulos, A. and Vedolin, A. (2017). International Correlation Risk. *Journal of Financial Economics*, Vol. 126, No. 2, PP. 270-299.
- 5) Lai, C.P. and Lu, J.R. (2018). Evaluating the Efficiency of Currency Portfolios Constructed by the Mining Association Rules. *Asia Pacific Management Review*, Vol. 23, PP. 1-10.
- 6) Liao, S., Lu, S. and Lai, Y. (2012). Mining the Hedge and Arbitrage of the Taiwan Foreign Exchange Market. *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, No. 3, PP. 3197-3206.
- 7) Malliaris, M.E. (2012). Comparison of Currency Movement before and after October 2008. *The Journal of Economic Asymmetries*, Vol. 9, No. 2, PP. 45-57.
- (۸) قدیری مقدم، ا.، رفیعی دارانی، ه. ۱۳۸۹. بررسی و تعیین پرتفوی بهینه سهام شرکت‌های فعال صنایع غذایی بورس اوراق بهادار تهران. اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد ۲۴، شماره ۳، ۳۰۴-۳۰۹.
- 9) Paranjape-Voditel, P. and Deshpande, U. (2013). A Stock Market Portfolio Recommender System Based on Association Rule Mining. *Applied Soft Computing*, Vol. 13, No. 2. PP. 1055-1063.
- 10) Liao, S. and Chou, S. (2013). Data Mining Investigation of Co-movements on the Taiwan and China Stock Markets for Future Investment Portfolio. *Expert Systems with Applications*, Vol. 40, No. 5, PP. 1542-1554.
- 11) Kumar, B.S. and Ravi, V. (2016). A Survey of the Applications of Text Mining in Financial Domain. *Knowledge-based Systems*, Vol. 114, No. 3, PP. 128-147.
- 12) Agrawal, R., Imielinski, T. and Swami, A. (1993). Mining Association Rules between Sets of Items in Large Databases. *ACM SIGMOD Record*, Vol. 22, No. 2, PP. 207-216.
- 13) Agrawal, R. and Strikant, R. (1994). Fast Algorithms for Mining Association Rules in Large Databases. In *Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases*, Santiago, Chile.
- 14) Markowitz, H.M. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, Vol. 7, No. 1, PP. 77-91.
- 15) Markowitz, H.M. (1987). *Mean-variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets*. Oxford, U.K: Basil Blackwell.