



طراحی و تبیین مدل برآورد ریسک سیستماتیک به روش فوق ابتکاری در بورس اوراق بهادار تهران؛ رویکرد تطبیقی مدل اقتصاد سنجی و هوش مصنوعی

نعمت راستگو^۱
حسین پناهیان^۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۴

چکیده

ریسک سیستماتیک همواره یکی از مهمترین شاخص‌هایی است که سرمایه‌گذاران و تحلیل‌گران مالی در تصمیم‌گیری‌های مالی خود اهمیت ویژه‌ای برای آن قائل هستند. هدف این پژوهش ارائه مدلی جدید و مبتنی بر متغیرهای حسابداری برای برآورد شاخص ریسک سیستماتیک یا همان بتا است به روش اقتصاد سنجی نوین آرفیما- فیگارچ که حافظه بلند مدت ریسک سیستماتیک را ارزیابی می‌کند. دوره زمانی این پژوهش سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴ است جامعه آماری پژوهش شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بوده و با استفاده از فرمول کوکران تعداد ۱۷۴ شرکت به عنوان نمونه پژوهش انتخاب گردید. به همین منظور ابتدا بتای ریسک سیستماتیک از طریق آرفیما - فیگارچ محاسبه شد و سپس مدل‌های برآورد شده به روش اقتصاد سنجی رگرسیون گام به گام (انتخاب پیشرو) و روش هوش مصنوعی (از طریق ترکیب الگوریتم‌های ژنتیک و پرواز پرندگان در انتخاب عوامل موثر و مدلسازی آن از طریق ترکیب و پیاده‌سازی الگوریتم ارزیابی سرمایه‌گذاری داده‌های پویای تکاملی بر روی الگوریتم‌های مذکور) مقایسه گردید. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از سه نرم‌افزار اکس‌متریکس، ایویوز و متلب استفاده گردید. دقت پیش‌بینی دو مدل مبتنی بر اقتصاد سنجی و هوش مصنوعی از طریق محاسبه ضریب همبستگی بین تاهای برآورد شده و بتای آرفیما - فیگارچ انجام شده که مدل

۱- دانشجوی دکتری گروه حسابداری، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران

۲- دانشیار گروه حسابداری، واحد کاشان، دانشگاه آزاد اسلامی، کاشان، ایران (نویسنده مسئول) panahian@yahoo.com

مبتنی بر هوش مصنوعی با ضریب همبستگی ۹۴ درصد دقت پیش بینی به مراتب بالاتری را از خود نشان داد.

واژه‌های کلیدی: ریسک سیستماتیک، مدل های گارچ، روش رگرسیون گام به گام، الگوریتم های هوش مصنوعی.

۱- مقدمه

در جوامع امروزی، تقریباً تمامی افراد با مفهوم ریسک آشنا هستند و اذعان میکنند که زندگی آنها در هر جنبه ای با ریسک واجه است به طور سنتی ریسک شامل احتمال خطر ناشی از یک رویداد آتی می باشد. در سال های اخیر بازارهای مالی جهان همواره با نوسان ها و نااطمینانی های قابل توجهی مواجه بودند، به گونه ای که عدم اطمینان موجود در ارتباط با بازده دارایی های سرمایه گذاری شده بسیاری از سرمایه گذاران و تحلیلگران مالی را نگران ساخته است. همانطور که سرمایه گذاران بیان می کنند عدم اطمینان مهم ترین عامل در قیمت گذاری هر دارایی مالی است. بحران های مالی سالهای ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ موجب توجه بیشتری به ارزیابی ریسک سیستماتیک توسط سرمایه گذاران و تحلیلگران مالی گردید و بعد از آن بیش از ۳۰ معیار ریسک سیستماتیک و تعدیلات بعدی آن توسعه یافت. [۳۸] ریسک سیستماتیک ناشی از عواملی هست که بر کارایی کلی بازار اثر میگذارند و ریسک غیر قابل کنترل هم نامیده میشوند که نمی توان آن را به وسیله متنوع سازی کاهش داد [۴]. از بنا بعنوان معیار و شاخص ریسک سیستماتیک استفاده می شود. این معیار نشان دهنده نوسانات بازده یک دارایی نسبت به نوسانات بازده شاخص بازار است. یکی از فرضیات مهم مدل کلاسیک کپ ام این است که سرمایه گذاران از بازدهی مورد انتظار و ماتریس واریانس کوواریانس یکسان در تعیین ریسک بهینه سبدي از دارایی های قابل نگهداری استفاده می کنند. با وجود این فرض شاخص بتا ثابت است [۱۷]. باید توجه نمود که این فرض بسیاری از واقعیات اقتصادی را که به سرعت در حال تجربه کردن تغییرات ساختاری هستند، نقض می نماید. بر پایه مطالعات، تغییر ریسک جریان نقدی بنگاههای مالی در طی چرخه های تجاری و تغییر وضعیت های مختلف اقتصادی و به روز شدن مجموعه اطلاعات موجود در طی زمان ثبات شاخص بتا را نقض میکنند [۲۱، ۱۷]. مطالعات تجربی نیز فرض ثبات شاخص بتا را در مدل کپ ام رد نموده اند [۲۲، ۱۹]. از این رو، بکارگیری روش برآورد حداقل مربعات معمولی در تخمین شاخص بتا در عمل امکان پذیر نیست، زیرا بکارگیری این روش مستلزم برقراری فروض بسیاری نظیر پایداری پارامترها و همسان واریانس بودن اجزای اخلاص مدل است. [۱۶]

بنابراین روش های سنتی در ارتباط با میزان کارایی و اعتبار، دارای محدودیت های زیادی هستند. در سی سال گذشته، نوع جدیدی از الگوریتم های تقریب ظهور یافته اند که اساساً هدف از آنها ترکیب روش های ابتکاری در چارچوب های کلان تر به منظور کاوش کارا و اثربخش فضای جستجو می باشد. امروزه از این روش ها با عنوان روش های فرا ابتکاری (متاهیوریستیک) نام برده می شود. هدف اصلی این تحقیق این است که با استفاده از متغیرهای حسابداری و اقتصادی بتواند مدلی برای تخمین و برآورد ریسک سیستماتیک ارائه کند. لذا نوآوری بارز این تحقیق در این است

که ضمن اندازه گیری ریسک سیستماتیک از روشهای جدید اقتصاد سنجی آرفیما - فیگارچ با تاکید بر حافظه بلند مدت ریسک سیستماتیک بر آن خواهد بود که متغیرهای حسابداری موثر بر شاخص ریسک سیستماتیک را از طریق روش فوق ابتکاری انتخاب و سپس از طریق الگوریتم پیش بینی مالی " ارزیاب سرمایه گذاری داده های پویای تکاملی " (EDDIE) که یکی از الگوریتم های هوش مصنوعی میباشد نسبت به ارائه مدل برآورد شاخص ریسک سیستماتیک سیستماتیک اقدام نماید و در آخر عملکرد الگوریتم فرا ابتکاری مبتنی بر مدل EDDIE را با مدل به دست آمده از روش رگرسیون گام به گام انتخاب پیشرو مقایسه نماید. بنابراین تحقیق حاضر به دنبال پاسخی برای این سوال است که آیا میتوان با استفاده از مدل های گارچ و الگوریتم های فرا ابتکاری مدلی مبتنی بر متغیرهای حسابداری تبیین نمود که بتواند ریسک سیستماتیک را با قدرت بالایی پیش بینی نماید؟

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

یکی از مهمترین ریسک های بازارهای مالی ریسک سیستماتیک میباشد که به معنای ریسکی است که مرتبط با بازده بازار باشد. ریسک سیستماتیک عبارت است از ریسک بازار که سرمایه گذاران با متنوع سازی نمیتوانند از آن اجتناب نمایند [۳۰]. تئوری پرتفوی مدرن اساس مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای شارپ و لیتنر را بنا نهاد. ایده اصلی مدل CAPM بر این فرض استوار است که نرخ بازده یک دارایی برابر است با نرخ بدون ریسک به اضافه صرف ریسک. این مدل برای برآورد تئوریک نرخ بازده مورد نیاز برای یک سطح خاص از ریسک که معمولاً بتا نامیده میشود استفاده میگردد. مدل CAPM و مفهوم بتا به عنوان معیاری برای ریسک سیستماتیک در عمل استفاده های متعددی در مدیریت پرتفوی دارد. ریسک کلی سرمایه گذاری در یک سهام به دو بخش ریسک سیستماتیک و ریسک غیر سیستماتیک تقسیم میشود. که اولی ریسک بازار یا ریسک سیستماتیک میباشد که غیر قابل اجتناب بوده و با متنوع سازی نمیتوان آن را برطرف نمود و دومی ریسک غیر سیستماتیک میباشد که مختص یک شرکت یا سهام است و با متنوع سازی میتوان آن را حداقل نمود یا برطرف کرد [۱۰].

ریسک سیستماتیک برای دارایی ها از مدل رگرسیون به نام خط ویژگی^۱ دارایی گرفته میشود که معادله کلی آن به شکل زیر است:

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_{is} R_{Mt} + \mu_{it} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن β ضریب حساسیت (ریسک سیستماتیک) دارایی نام میباشد [۳]

یکی از فروض اصلی و کلاسیک اقتصاد سنجی ثابت بودن واریانس جملات اخلال بود که فرضی محدود کننده به شمار می آمد. انگل^۲ در مقاله آرچ برای رهایی از این فرض روش جدیدی را پایه گذاری نمود. وی به مدل سازی تلاطم خوشه ای با این فرض که واریانس شرطی به صورت تابعی خود همبسته و متأثر از پسماندهای قبلی میباشد پرداخته است. انگل نشان داد زمانی که درجه همبستگی در پسماندها قوی باشد، کارایی استفاده از روش آرچ در مقایسه با روش حداقل مربعات معمولی بسیار بالاتر است. بنابراین بدلیل اینکه داده های سری زمانی مورد استفاده در این تحقیق، روزانه و فرکانس بالایی دارند، انتظار داریم که اثرات آرچ وجود داشته باشد که با آزمون میتوان به وجود وجود آن پی برد. از طرفی با مشاهده اثرات آرچ برآورد ضرایب قابل اعتماد نیست به همین دلیل نیازمند مدل سازی واریانس بوده و از مدل های گارچ که از تعمیم های مدل آرچ انگل میباشد استفاده می نماییم مدل های گارچ نسبت به آرچ بسیار کوچکتر هستند که مدل (۱ و ۱) GARCH معمولترین ساختار مورد استفاده برای بسیاری از سری زمانی های مالی می باشند [۳۶]

مدل GARCH(1,1) را می توان به شکل یک مدل ARMA(1,1) با استفاده از مربع کردن پس ماند ها نوشت. به طور کلی برای مدل GARCH(p,q) رابطه (۲) برقرار می باشد:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad \text{رابطه (۲)}$$

که عبارت فوق را می توان به سادگی به شکل رابطه (۳) نوشت:

$$\varphi(L)\varepsilon_t^2 = a + b(L)u_t \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن؛

$$u_t = \varepsilon_t^2 - \sigma_t^2$$

$$\varphi(L) = 1 - \varphi_1 L - \varphi_2 L^2 - \dots - \varphi_m L^m$$

$$b(L) = 1 - b_1 L - b_2 L^2 - \dots - b_q L^q$$

همچنین $\phi_i = a_i + b_i$ و $m = \max(p, q)$ می باشد. روشن است که عبارت ذکر شده نشان دهنده فرآیند ARMA(p,q) است که پس ماندهای آن مربع شده است و u_t جزء اختلال یک دنباله تفاضلی مارتینگل است.

ماندگاری زیاد در مدل‌های GARCH می‌تواند نشان‌دهنده این موضوع باشد که چندجمله‌ای $\phi(z) = 0$ ریشه واحد دارد، که در این حالت مدل GARCH به مدل GARCH انباشته (IGARCH) تبدیل می‌گردد. برای ایجاد امکان مدل‌سازی ماندگاری بالا و حافظه بلندمدت در واریانس شرطی و برای این که از پیچیدگی مدل‌های IGARCH نیز جلوگیری شود، می‌توان عبارت ارائه‌شده را، مشابه تبدیل فرآیند ARMA(m,q) به فرآیند ARFIMA(m, d, q)، به صورت رابطه (۴) بسط داد:

$$\phi(L)(1-L)^d \varepsilon_t^2 = a + b(L)u_t \quad \text{رابطه (۴)}$$

هنگامی که کلیه ریشه‌های $\phi(z) = 0$ و $b(z) = 0$ خارج از دایره واحد می‌افتند. هنگامی که $d = 0$ باشد عبارت فوق به یک مدل GARCH معمولی تبدیل می‌شود؛ هنگامی که $d = 1$ ، به مدل IGARCH تبدیل می‌گردد و همچنین هنگامی که $0 < d < 1$ ، مربع پس‌ماندهای تفاضلی جزئی، $(1-L)^d \varepsilon_t^2$ ، از یک فرآیند ARMA(m,q) مانا تبعیت می‌کند. فرآیند ARFIMA فوق را برای ε_t^2 می‌توان بر اساس واریانس شرطی σ_t^2 به صورت رابطه (۵) بازنویسی کرد:

$$b(L)\sigma_t^2 = a + [b(L) - \phi(L)(1-L)^d] \varepsilon_t^2 \quad \text{رابطه (۵)}$$

برلسو و میکلسون [۱۳] مدل فوق را GARCH انباشته جزئی^۳، یا مدل FIGARCH(m,d,q) نامیدند. هنگامی که $0 < d < 1$ است، ضرائب در $\phi(L) = 0$ و $b(L) = 0$ دینامیک کوتاه‌مدت تلاطم را نشان می‌دهند و پارامتر تفاضلی جزئی d خاصیت بلندمدت تلاطم را مدل‌سازی می‌نماید. اگر عملگر لحاظ شده $(1-L)^d$ را به وسیله بسط مک لورن گسترش دهیم، روابط زیر را داریم:

$$(1-L)^d = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{\Gamma(k-d)}{\Gamma(k+1)\Gamma(-d)} L^i \Rightarrow \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$= 1 - dL + \frac{(1-d)(-d)}{2} L^2 + \frac{(2-d)(1-d)(-d)}{3!} L^3 + \dots$$

در حالتی که k خیلی بزرگ باشد:

$$\frac{\Gamma(k-d)}{\Gamma(k+1)} \approx k^{-d-1} \quad \text{رابطه (۷)}$$

رابطه فوق نشان‌دهنده آن است زمانی که $0 < d < 1$ تاثیر شوک بر تلاطم شرطی با نرخ هذلولوی کاهش می‌یابد و بنابراین تلاطم‌ها دارای حافظه بلندمدت هستند. در این روش با استفاده از فرآیند حافظه بلندمدت، روند شاخص بتای ریسک سیستماتیک برای شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران بررسی می‌شود که از یک روش جدید برای تخمین تابع حداکثر درست‌نمایی با فرآیند آرفیما - فیگارچ استفاده شد که دارای انباشتگی کسری $I(d)$ با یک جزء مانای آرما در میانگین شرطی اش است. این فرآیند حافظه بلندمدت واریانس ناهمسان شرطی انباشته کسری از نوع فیگارچ را ایجاد می‌کند. مسائل مالی و اقتصادی عمده‌تاً بایک سری روابط غیر خطی به خصوص در بازار سهام سر و کار دارند لذا پیش‌بینی وضعیت آینده بازار سهام با استفاده از مدل‌های متعارف خطی میسر نخواهد بود. روش رگرسیون خطی اگرچه محاسبات آسانی دارد و اجرای آن راحت‌تر است اما در روابط غیر خطی کاربرد چندانی ندارد الگوریتم‌های فراابتکاری، پیچیده‌تر ولی درعین حال قابل انعطاف‌تر از مدل‌های آماری خطی هستند و قادر به توصیف داده‌هایی با وابستگی غیرخطی بالا می‌باشند.

۲-۱- پیشینه پژوهش

سالاری [۳۷] به بررسی روابط بین ریسک سیستماتیک سهام عادی و نسبت‌های مالی با استفاده از مدل ارزشگذاری دارایی‌های سرمایه‌ای پرداخت. در این تحقیق رابطه ۸ نسبت مالی با معیار ریسک سیستماتیک به وسیله رگرسیون ساده و چند متغیره و برای داده‌های استخراج شده از ۲۲۶ شرکت در سالهای مابین ۱۳۸۵-۱۳۸۸ آزمون گردید و در نهایت رابطه نسبت جاری و نسبت آنی و نسبت بدهی به دارایی با ریسک سیستماتیک تایید گردید. دی بیاس و آپولیتو [۲۰] در پژوهشی ریسک سیستماتیک موجود در سیستم بانکداری ایتالیایی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده از روش تحلیل سری‌های زمانی و مدل‌های رگرسیون نشان داد که بتای سرمایه بانک همبستگی مثبتی با اندازه بانک و حجم وام‌ها و دارایی‌های نامشهود داشته و با سود آوری و سطوح نقدینگی رابطه معکوس دارد. حسین پور و سعیدی [۴] رابطه نسبت‌های مالی و ریسک سیستماتیک را در صنعت سیمان در بورس اوراق بهادار تهران بررسی نمودند. که اطلاعات مالی ۲۵ شرکت برای ۷ دوره مالی ما بین سالهای ۱۳۸۶-۱۳۹۲ جمع آوری و با استفاده از روش داده‌های تابلویی در نرم افزار Eviews رو با استفاده از آزمون‌های لیمر، چاو و بروش -پاگان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت نتایج نشان‌دهنده وجود رابطه معنی‌دار بین بازده دارایی‌ها و نرخ رشد سود قبل از بهره و مالیات با ریسک سیستماتیک بود در حالی که وجود رابطه معنی‌دار بین درآمد حقوق صاحبان سهام و گردش موجودی‌ها با ریسک سیستماتیک مورد تایید قرار نگرفت

کیانی و همکاران [۷] استدلال نمودند که یکی از مهم ترین روش های فراابتکاری برای حل مدل های بهینه سازی سبد سهام الگوریتم ژنتیک می باشد. هدف تحقیق آنها بررسی میزان کارایی آن در بهینه سازی سبد سهام از طریق کاهش سطح ریسک سیستماتیک بود. بدین منظور با استفاده از الگوریتم ژنتیک مرز کارای بهینه را به دست آورده و این مرز کارا را با مرز کارای حاصل از روش حل دقیق مقایسه نمودند. نتایج تحقیق مبین این مطلب است که مرز کارای بهینه به دست آمده با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک با مرز کارای حاصل از روش حل دقیق برابر بوده که نشان دهنده کارایی بالای الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد می باشد. همچنین نتایج بیانگر این مطلب بود که با مقایسه سبد های بهینه حاصل از حل، با تابع ریسک های سیستماتیک و غیر سیستماتیک، تنوع سهام در سبدهایی با تابع ریسک غیر سیستماتیک بسیار بیشتر از سبدهایی با تابع ریسک سیستماتیک بوده است.

سعیدی و رامشه [۶] به شناسایی عوامل تعیین کننده ریسک سیستماتیک سهام شرکت های عضو بورس ایران از روش رگرسیون چند متغیره برای داده های ترکیبی سالهای ۱۳۸۷-۱۳۷۶ پرداختند که نتایج تحقیق شان داد میان بتا و متغیرهای رشد سود عملیاتی، تغییرپذیری سود عملیاتی، همبستگی سود عملیاتی با شاخص پرتفوی بازار و اختیار رشد ارتباطی معنا دار وجود دارد. احمدپور و جمکرانی [۱] به بررسی ارتباط اطلاعات حسابداری با ریسک بازار شرکت ها در ایران از روش های آماری رگرسیون خطی ساده و چندگانه، آزمون تی استیودنت پرداختند که نتایج نشان داد بین اطلاعات حسابداری با ریسک بازار شرکت ها، رابطه معنی دار وجود ندارد. نمازی و خواجهی [۹] با استفاده از روش رگرسیون ساده و روش گزینش دنباله ای متغیرها تحت عنوان "حذف پسرو"^۴ به بررسی سودمندی متغیر های حسابداری در پیش بینی ریسک سیستماتیک شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند که در نهایت مدلی مبتنی بر ۱۲ متغیر و برآورد شده از روش رگرسیون ساده برای تخمین ریسک سیستماتیک ارائه دادند. ابراهیم و هارون [۲۶] تاثیر اهرم مالی و سیاست های تامین مالی شرکت ها را بر ریسک سیستماتیک شرکت های غیرمالی حاضر در بورس اوراق بهادار مالزی بررسی نمودند و داده های مالی ۸۲۴ شرکت را برای سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ را با استفاده از داده های تابلویی و مدل اثرات ثابت مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند که نتایج بیانگر تاثیر بالای اهرم مالی بر ریسک سیستماتیک شرکت ها بود ولی تاثیر سایر متغیر های کنترلی بر ریسک سیستماتیک تایید نگردید. لی [۲۸] به بررسی رابطه ریسک سیستماتیک در سهام شرکت های هواپیمایی با شاخص ها و بحران های مالی که در نیمه دوم سال ۲۰۰۸ شکسته شده بودند پرداخت. معیار اندازه گیری ریسک سیستماتیک بتای مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای بود. یافته ها از ۲۸ شرکت بین المللی هواپیمایی در طول

دوره ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۲ و ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۲ نشان دهنده این بود که : ۱- ریسک سیستماتیک رابطه معکوس با سودآوری و رابطه مستقیم با اندازه شرکت دارد ۲- رابطه معکوسی بین ریسک سیستماتیک و کارایی عملیاتی وجود دارد. ۳- ریسک سیستماتیک رابطه مستقیمی با اهرم مالی دارد ۴- در دوره اول ریسک سیستماتیک با نقدینگی رابطه مثبتی داشته و ۵- هیچ رابطه معنی داری بین ریسک سیستماتیک و رشد یافت نشد. روش آماری مورد استفاده در این پژوهش داده های تابلویی بود.

ولی پور و همکاران^۵ [۳۹] با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی و نسبت های مالی به پیش بینی بتای ریسک سیستماتیک در بورس اوراق بهادار تهران مابین سالهای ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۳ و مقایسه آن با مدل رگرسیون ساده پرداختند. نتایج حاصل از بررسی نسبت های مالی ۱۰۹ شرکت نمونه نشان دهنده توانایی بسیار بالای شبکه های عصبی در مقایسه با مدل رگرسیون ساده داشت. فونگ و لی [۲۳] با تاکید بر اهمیت عامل بتای ریسک سیستماتیک بر مبنای مدل CAPM در تصمیم گیری های اقتصادی و سرمایه گذاری استدلال نمودند که یافته های اخیر نشان دهنده نوسان این عامل میباشد که قابلیت پیش بینی این عامل را با مشکل مواجه مینماید. در نتیجه آنها با بررسی ۸۸ شرکت عضو بورس اوراق بهادار تایوان در بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۰ با استفاده از مدل رگرسیون و بهینه سازی به وسیله الگوریتم ژنتیک نسبت به ارائه مدل برآورد ریسک سیستماتیک اقدام نمودند. که نتایج نشان دهنده قدرت بالای این مدل بهینه شده در پیش بینی و برآورد ریسک سیستماتیک بود. کایسیس و مکرومیناس [۲۷] به بررسی رابطه ویژگی های رشد، سودآوری، اهرم مالی و اهرم عملیاتی بر ریسک سیستماتیک سرمایه پرداختند نتایج استخراج شده از روش رگرسیون چند متغیره نشان دهنده این بود که مقادیر بتا با اهرم مالی و عملیاتی و نوسانات بازده و اندازه شرکت رابطه مستقیم و نیز با نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار و بازده دارایی ها رابطه معکوس دارد.

۳- روش شناسی تحقیق

مطالعه حاضر از لحاظ هدف، کاربردی محسوب می شود. برای انتخاب جامعه آماری به شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران رجوع شده است زیرا: اولاً، اطلاعات شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران توسط حسابرسان رسمی معتمد سازمان بورس و اوراق بهادار حسابرسی می شود، بنابراین، نسبت به اطلاعات سایر شرکت ها از قابلیت اتکاء بالاتری برخوردار است. ثانیاً، دسترسی به اطلاعات این شرکت ها نسبت به اطلاعات سایر شرکت ها آسان تر است. جامعه آماری این پژوهش شامل شرکتهایی است که دارای این شرایط باشند:

- (۱) تا پایان سال ۸۴ در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده باشند .
- (۲) جز شرکت های سرمایه گذاری و بیمه ای و بانک و واسطه گری مالی نباشند .
- (۳) اطلاعات مالی مورد نیاز این پژوهش را در دوره زمانی ۸۵ تا ۹۴ به طور کامل ارائه کرده باشند
- در نتیجه اعمال شرایط و ملاحظات فوق و با استفاده فرمول کوکران ۱۷۴ شرکت از جامعه آماری جهت انجام آزمونها انتخاب شدند. دوره تحقیق ۱۰ سال متوالی می باشد بنابراین حجم نهایی نمونه ۱۷۴۰ شرکت- سال (۱۷۴*۱۰) می باشد.

۴- فرضیه پژوهش

- فرضیه اصلی اول: متغیر های حسابداری بر شاخص ریسک سیستماتیک اثر گذار هستند .
- فرضی فرعی اول: نسبت های نقدینگی بر شاخص ریسک سیستماتیک موثر میباشند.
- فرضیه فرعی دوم: نسبت های اهرمی بر شاخص ریسک سیستماتیک موثر میباشند.
- فرضیه فرعی سوم: نسبت های فعالیت بر شاخص ریسک سیستماتیک موثر میباشند .
- فرضیه فرعی چهارم: نسبت های سود آوری بر شاخص ریسک سیستماتیک موثر میباشند .
- فرضیه اصلی دوم: دقت پیش بینی مدل برآورد شده ریسک سیستماتیک از طریق الگوریتم ترکیبی PSOEDDIE بیشتر از مدل اقتصاد سنجی مبتنی بر روش رگرسیون گام به گام می باشد.

۵- متغیرها و مدل پژوهش

- برای آزمون فرضیه مطرح شده در این تحقیق به پیروی از رحمانی و همکاران (۱۳۹۳) جهت برآورد بتای ریسک سیستماتیک از مدل زیر استفاده میشود :

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_{is}R_{Mt} + \mu_{it} \quad \text{رابطه (۸)}$$

که در آن :

$i = 1, 2, \dots, 174$ ، تعداد شرکت های استفاده شده در نمونه

$t = 1, 2, \dots, 360$ ، تعداد روزهای عملیاتی در بازار سهام در یک دوره سالانه

S = تعداد سالهایی که داده ها در دسترس هستند

R_{it} = بیانگر بازده سهام i در زمان t میباشد.

α_i = محل تقاطع رگرسیون با محور عمودی (عرض از مبدا) میباشد.

β_{is} = مربوط به ضریب بتای سهام i در دوره s میباشد

R_{Mt} = بیانگر سود آوری پرتفوی بازار در زمان t میباشد که از نسبت زیر محاسبه میشود :

$$R_{Mt} = \ln \frac{I_t}{I_{t-1}} \quad \text{رابطه (۹)}$$

که در آن :

$I_t =$ شاخص بازار سهام انتخاب شده به عنوان سبد بازار (شاخص سود نقدی و قیمت (TEDPIX))
در پایان دوره t

$I_{t-1} =$ شاخص بازار سهام انتخاب شده به عنوان سبد بازار (شاخص سود نقدی و قیمت (TEDPIX)) در پایان دوره $t-1$

که بتای مدل به عنوان شاخص ریسک سیستماتیک از مدل ARFIMA-FIGARCH و با رابطه زیر تخمین زده میشود :

$$\phi(L)(1-L)^d \ln \sigma_t^2 = a + \sum_{j=1}^q (b_j |x_{t-j}| + \gamma_j x_{t-j}) \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

جائی که تعریف $\phi(L)$ مطابق تعریف پیشین برای مدل فیگارچ است، $\gamma_j \neq 0$ اجازه می‌دهد که اثر اهرمی در مدل در نظر گرفته شود و x_t پس ماندهای استاندارد شده است:

$$x_t = \frac{\varepsilon_t}{\sigma_t} \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

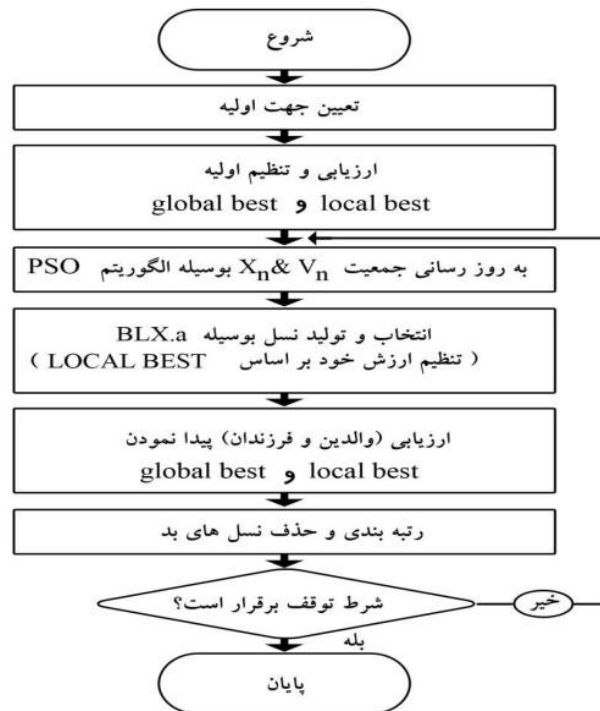
با توجه به فرضیات پژوهش و تحقیقات پیشین متغیرهای حسابداری مورد مطالعه به شرح زیر می‌باشد : ۱- نسبت جاری (CR)، ۲- نسبت آئی (QR)، ۳- رشد دارایی های جاری (CAG)، ۴- رشد دارایی های ثابت (FAG)، ۵- اهرم مالی (FL)، ۶- اهرم عملیاتی (OL)، ۷- نسبت توزیع سود (DPS/EPS)، ۸- نسبت پوشش هزینه بهره (ICR)، ۹- نسبت بازده دارایی ها (ROA)، ۱۰- اندازه شرکت (SIZE)، ۱۱- رشد فروش (SG)، ۱۲- نسبت بازده سرمایه (ROE)، ۱۳- نسبت سود خالص به فروش (NETP/S)، ۱۴- رشد سود خالص (NETPG) [۱، ۲۴، ۹]، ۱۵- ارزش بازار شرکت به ارزش دفتری (MV/BV) [۱۵، ۱۴]، ۱۶- نسبت سرمایه در گردش به دارایی ها (WC-TA) [۱۷]، ۱۷- نسبت گردش کل دارایی ها (TAT) [۳۷]، ۱۸- نسبت قیمت به سود (P/E) [۱۹]، ۱۹- حاشیه سود خالص (NPM) [۲۰]، حاشیه سود عملیاتی (OPM) [۲۱]، حاشیه سود ناخالص (GPM) [۲۲]، نسبت سود به سود ناخالص (E/GP) [۳۲]، ۲۳- بازده سرمایه در گردش (RWC) [۳۳]، ۲۴- نسبت نقدینگی (LR) [۲۵]، نسبت کفایت نقد (LAR) [۲۶]، نسبت گردش نقد (CTR) [۲۰، ۳۲، ۳۵]، ۲۷- نسبت گردش دارایی های ثابت (FAT) [۲۸]، نسبت بدهی (D/E) [۲۹]، نسبت دارایی ثابت به ارزش ویژه (FA/E) [۳۰]، نسبت بدهی بلند مدت به ارزش ویژه (LTL/E) [۳۱]، نسبت بدهی جاری به ارزش ویژه (CL/E) [۱۱]، ۳۲- نسبت مالکانه (ER) [۳۴]، ۳۳- نسبت پوشش بدهی (DCR) [۳۴]، هزینه های مالی به سود خالص (FC/NP) [۳۵]، هزینه های مالی به سود عملیاتی (FC/OP) [۱۵].

برای مدلسازی مبتنی بر متغیرهای فوق در این تحقیق از دور روش انتخاب پیشرو و الگوریتم های هوش مصنوعی استفاده شده است، که در ادامه تشریح میگردد.

انتخاب پیشرو: در این روش در مرحله اول، مدل تنها مقدار ثابت را دارد. در هر مرحله، تغییری به مدل اضافه میشود که بیشترین تغییر را در پارامتر ضریب تعیین R^2 ایجاد کند و این تغییر در R^2 باید به حدی باشد که بتواند این فرض را که مقدار واقعی تغییر برابر با صفر است، رد کند. این مدل تا جایی متغیر وارد میکند که متغیر دیگری وجود نداشته باشد که بتواند افزایش معناداری در R^2 ایجاد کند.

ترکیب الگوریتم PSO-GA

در این روش ابتدا برای انتخاب متغیرهای بهینه از ترکیب الگوریتم PSO-GA استفاده مینماییم. فلوچارت اجرای الگوریتم ترکیبی PSO-GA در شکل (۱) نشان داده شده است:



شکل ۱- فلوچارت اجرای الگوریتم PSO-GA

از آن جایی که هدف ما انتخاب تعداد متغیرها با توجه به بهینه سازی جواب می باشد از تابع انتخاب ویژگی^۶ استفاده گردید. این تابع که در نرم افزاری متلب نیز راهنمای قوی دارد برای انتخاب تعداد متغیرهای مهم استفاده می گردد. در رابطه (۱۲) این تابع نمایش داده شده است.

$$[z, out]=\text{FeatureSelectionCost}(u,nf,data) \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

که در آن:

U = مقادیر انتخاب مجدد داده ها

Nf = تعداد متغیرهای انتخابی

Data = داده های ورودی

فرمولی که در این تابع استفاده می گردد به صورت رابطه (۱۳) است:

$$S_{AVG} = \frac{1}{M} \sum_{f=1}^M S_f \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

که در آن :

S_{AVG} = میزان اهمیت متغیر انتخابی (بر اساس رابطه (۱۴))

M = متغیر

S_f = اهمیت متغیر انتخابی

$$V_S = \sum_{f=1}^M S_f, \text{ if } S_f > S_{AVG} \quad \text{رابطه (۱۴)}$$

$$\text{Fitness} = -V_S \times \left(\frac{1}{M} \sum_{f=1}^M S_f \right)^2$$

که در آن:

Fitness = تابع بهینه نهایی

برنامه ژنتیک (GP) بهبود یافته با EDDIE:

EDDIE یک ابزار برنامه نویسی ژنتیک است که برای مواجهه با مسائل در زمینه ی پیش بینی مالی استفاده می شود. تازگی EDDIE در دستور زبان آن است، که به برنامه نویسی ژنتیک اجازه می دهد به جای استفاده از شاخص های از قبل مشخص شده که معمولاً در نوشتجات اتفاق می افتد به فضای شاخص های تحلیل فنی توجه داشته باشد. مزیت EDDIE این است که به شاخص های از قبل مشخص شده توجهی نمی کند؛ در عوض، دستور زبان آن می تواند هر شاخصی را در یک طیف از قبل تعریف شده انتخاب کند که به راه حل های جدیدی منجر می شود که ممکن است هرگز قبلاً کشف نشده باشند. با این حال، ایراد روش ذکر شده این است که فضای جستجوی الگوریتم به طور چشمگیری بزرگتر شده و در نتیجه بعضی وقتها راه حل های خوب به سبب

جستجوی بیهوده از دست می روند. در اینجا این ابزار بر روی الگوریتم PSO نیز سوار شده و نتایج آن مورد تحلیل و بررسی قرار می گیرد. پارامترهای مربوط به الگوریتم PSO با تعداد جمعیت ۴۰۰ نفر و مطابق روش GA-PSO اعمال گردید

جدول ۱- پارامترهای مورد استفاده در الگوریتم EDDIE و GP

پارامترهای EDDIE	مقادیر
تعداد روزها	۳۶۵۰
تکرار	۴۰
دوره	۵ و ۲

پارامترهای GP	
حداکثر عمق اولیه	۶
عمق حداکثر	۸
تولید نسل	۴۰
اندازه جمعیت	۴۰۰
اندازه تورنومنت	۲
احتمال بازتولید	۰,۱
نرخ جهش	۰,۹
نرخ تقاطع	۰,۰

در جدول (۱) پارامترهای برنامه ژنتیک و ابزار EDDIE بر طبق پژوهش کامپوریدیس و همکاران (۲۰۱۲)^۷ آورده شده است که در آن برای پیش بینی مقادیر متغیر وابسته در طی یک دوره ۵ ساله به کار رفته است و همچنین تکرار و طول دوره ای که در آن مقادیر پیش بینی می گردد نیز مشخص شده اند و همچنین پارامترهای برنامه ژنتیک نیز در ادامه نشان داده شده است. تعداد روزها با توجه به یک بازه ی ۱۰ ساله در نظر گرفته شده است که مجموع آن ۳۶۵۰ روز شده است. همچنین تکرار برای رسیدن به جواب و پیش بینی صحیح ۴۰ تکرار در نظر گرفته شده است. همچنین متغیرها در دوره یا مقدار دوم و پنجم به طور متناوب برای پیش بینی ارزیابی شده و به صورت تصادفی مقادیر پیش بینی را برای متغیر پاسخ نشان می دهد. همچنین سایر پارامترها نیز که مربوط به برنامه ژنتیک هستند در واقع با الگوریتم ژنتیک مشابه بود و مربوط به جهش، تقاطع، جمعیت افراد، میزان تولید نسل و دیگر پارامترها بوده است. ارزیابی درختان تصمیم گیری ژنتیکهای EDDIE بستگی به ماتریس درهم ریختگی دارد، ماتریسی که سنجش سه عملکرد را بر مبنای روابط (۱۵)، (۱۶) و (۱۷) اجرا می کند:

نرخ صحت

$$RC = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad \text{رابطه (۱۵)}$$

نرخ تغییرات از دست رفته

$$RMC = \frac{FN}{FN+TP} \quad \text{رابطه (۱۶)}$$

نرخ شکست

$$RF = \frac{FP}{FP+TP} \quad \text{رابطه (۱۷)}$$

این سه معیار RC ، RMC و RF با ایجاد تابع برازش که به شکل رابطه (۱۸) تعریف شده ترکیب می‌شوند.

$$ff = w_1^*RC - w_2^*RMC - w_3^*RF \quad \text{رابطه (۱۸)}$$

جایی که w_1 ، w_2 و w_3 اندازه‌های RC ، RMC و RF هستند. به طور کلی با توجه به جدول زیر محاسبه می‌شود و منظور این هست که چه مقدار پیش بینی صحیح بوده است.

جدول ۲- ماتریس در هم ریختگی الگوریتم EDDIE

موقعیت های منفی پیش بینی شده ^۸ (N_-)	موقعیت های مثبت پیش بینی شده ^۹ (N_+)	
#مقادیر منفی که درست پیش بینی شده اند (TN)	مقادیر مثبت که اشتباه پیش بینی شده اند (FP)	موقعیت های منفی واقعی ^{۱۰} (O_-)
#مقادیر منفی که اشتباه پیش بینی شده اند (FN)	مقادیر مثبت که درست پیش بینی شده اند (TP)	موقعیت های مثبت واقعی ^{۱۱} (O_+)

به عنوان مثال اگر یک متغیر مقدار بهینه اش ۰٫۲- بوده اما الگوریتم آن را ۰٫۵ پیش بینی نموده علامت FN و اگر یک متغیر مقدار بهینه اش ۰٫۲- بوده اما الگوریتم آن را ۰٫۲- پیش بینی نموده علامت TN به خود میگیرد.

۶- یافته های پژوهش

۶-۱- مدل سازی ARFIMA-FIGARCH

در مدل های جز خانواده گارچ شرط پایایی بسیار مهم است. از این رو آزمون پایایی برای دو متغیر مدل ها یعنی بازدهی سهام شرکت و شاخص بازار برای نمونه پژوهش به روش آزمون دیکی-فولر انجام شده و نتایج آن در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج آزمون ریشه واحد به روش دیکی-فولر تعمیم یافته

متغیر	نوع آزمون	آماره آزمون	p-value	مقادیر بحرانی به ترتیب در سطح ۱٪، ۵٪، ۱۰٪
Ri	دیکی-فولر	-۷۷/۱۱۲۹	۰/۰۰۰۱	-۳/۴۳۰۳۳
	تعمیم یافته			-۲/۸۶۱۴۱
Rm	دیکی-فولر	-۴۱/۱۸۱۲	۰/۰۰۰۰	-۳/۴۳۰۳۳
	تعمیم یافته			-۲/۸۶۱۴۱
				-۲/۵۶۶۷۴

همانگونه که در جدول (۳) مشاهده می گردد تمام متغیرها در سطح پایا بوده و از این جنبه انجام مدل های گارچ بلامانع است. همچنین پس به دلیل عدم وجود ریشه واحد نامانایی سری زمانی رد می شود و این بدان معنی خواهد بود که گشتاورهای ثابتی برای بازده ها وجود دارد.

نتایج برآورد مدل گارچ

جهت برآورد اثرات گارچ در سری زمانی داده ها ابتدا مدل اولیه ای تخمین زده شده و سپس آزمون ضریب لاگرانژ اثر آرچ برای مورد بررسی قرار گرفت؛ که نتایج آن در جدول (۴) آمده است:

جدول ۴- نتایج برآورد مدل و آزمون اثرات آرچ (ضریب لاگرانژ)-متغیر وابسته

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	p-value
عرض از مبدا	۰/۲۱۳۷۲۹	۰/۰۱۶۲۳۸	۱۳/۱۶	۰/۰۰۰۰
Rm	۰/۱۰۶۴۵۹	۰/۰۵۳۵۳۹	۱/۹۸۸	۰/۰۴۶۸
آزمون اثرات ARCH				
ARCH(p,q)		آماره F	p-value	نتیجه
ARCH(1,3)		۲/۷۳۴۵	۰/۰۴۲۰	اثر ARCH دارد

در جدول فوق نتایج برآورد مدل حداقل مربعات و آزمون ضریب لاگرانژ مشخص شده است. همانگونه که ملاحظه می شود، با توجه به این که احتمال رد فرضیه اثرات آرچ از مرتبه سوم در آزمون ضریب لاگرانژ ۰/۰۴۲ بوده و کمتر از ۰/۰۵ است، می توان گفت مدل دارای اثرات آرچ می باشد که در جدول (۵) نتایج برآورد مدل گارچ آمده است:

جدول ۵- مدل گارچ (GARCH)

پارامترها	ضرایب	آماره t	p-value
عرض از مبدا	-۰/۰۴۶۰۹	-۰/۶۲۸۶	۰/۰۰۴۲
Rm	۰/۱۶۰۹۷	۲/۵۸۷	۰/۰۰۹۷
ARCH(Alpha1)	۰/۴۵۷۹۱۴	۲/۳۰۷	۰/۰۲۱۱
ARCH(Alpha2)	-۰/۳۱۰۰۹	-۱/۱۵۶	۰/۰۰۰۰
ARCH(Alpha3)	-۰/۱۲۷۲۲	-۰/۷۶۲۶	۰/۰۰۰۵
GARCH(Beta1)	۰/۹۸۴۶۱۹	۲۲۲/۵	۰/۰۰۰۰
Conditional Heteroskedasticity of Tse		RBD(2)=۰/۱۵۳۸۶۱	نتیجه
PROB.		۰/۹۲۵۹۵۴۴	عدم ناهمسانی واریانس

در مدل فوق ضرایب و پارامترهای مربوط به مدل GARCH(1,3) برای مدل ریسک سیستماتیک سهام شرکت های مورد بررسی نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می گردد. ضریب پارامترهای α_1 مربوط به مدل GARCH معنی دار بدست آمده که نشان دهنده برازش خوب ترکیب P=1 مدل GARCH می باشد. همچنین مدل واریانس شرطی با پارامترهای معنی دار β_1 نشان می دهد انتخاب مرتبه q=1 برای معادله واریانس شرطی مدل مناسب است و مدل کاملاً همگرایی دارد. همچنین نتایج آزمون ناهمسانی واریانس نشان می دهد مدل مشکل واریانس ناهمسانی ندارد.

برآورد مدل آر فیما - فیگارچ

جهت انجام مدل آر فیما - فیگارچ ابتدا لازم است تخمین صحیح به روش ARFIMA انجام شود و سپس نتایج حاصل از برآورد اولیه مدل ARFIMA که در آن وقفه بهینه فرایند اتورگرسیو و میانگین و درجه هم انباشتگی مشخص شده توسط آزمون ضریب لاگرانژ از نظر اثرات آرچ بررسی شود. نهایتاً با مشخص شدن وقفه های مدل ARFIMA و مشاهده مراتب اثرات ARCH مدل

ARFIMA-FIGARCH قابل تخمین خواهد بود. براین اساس ابتدا مدل ARFIMA(1,d,1) برآورد شد که نتایج آن در جدول (۶) به همراه آزمون اثرات ARCH نشان داده شده است:

جدول ۶- نتایج برآورد مدل ARFIMA و آزمون اثرات آرچ (ضریب لاگرانژ)

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	p-value
عرض از مبدا	۰/۲۱۳۸۵۷	۰/۰۴۰۲۷۱	۵/۳۱	۰/۰۰۰۰
Rm	۰/۰۹۵۵۵۲	۰/۰۴۷۵۵۹	۲/۰۰۹	۰/۰۴۴۵
D-ARFIMA	۰/۰۸۶۷۸۶	۰/۰۱۸۶۳۴	۴/۶۵۷	۰/۰۰۰۰
AR(1)	-۰/۲۷۵۰۷	۰/۰۲۹۴۸۵	-۰/۹۳۲۹	۰/۰۱۴۷
MA(1)	۰/۳۳۶۸۰۲	۰/۲۷۵۰۲	۱/۲۲۵	۰/۰۰۰۰
آزمون اثرات ARCH				
ARCH(P,Q)	آماره F	p-value	نتیجه	
ARCH(1,1)	۲۵/۸۹۹	۰/۰۰۰۰	اثر ARCH دارد	

همانگونه که در مدل فوق مشاهده می شود پارامتر D-ARFIMA معنی دار است و بیان می کند که برازش مدل آرفیما به قدرت توضیح دهندگی مدل کمک نموده است. با توجه به این که احتمال رد فرضیه اثرات آرچ از مرتبه اول در آزمون ضریب لاگرانژ ۰/۰۰۰۰ بوده و کمتر از ۰/۰۵ است، می توان گفت مدل دارای اثرات آرچ می باشد که در جدول (۷) نتایج برآورد آرفیما-فیگارچ آمده است.

جدول ۷- نتایج تخمین مدل ARFIMA(1,0,D,1)-FIGARCH(1,D,1)

پارامترها	ضرایب	انحراف معیار	آماره t	p-value
عرض از مبدا	۰/۰۶۰۰۸۱	۰/۰۴۹۸۲۸	۱/۲۰۶	۰/۰۳۲۵
Rm	۰/۱۳۶۶۶۶	۰/۰۶۳۷۲۳	۲/۱۴۵	۰/۰۳۲
D-ARFIMA	-۰/۰۸۸۸۳	۰/۰۴۳۵۹۱	-۲/۰۱۴	۰/۰۳۶۵
AR(1)	-۰/۰۵۵۰۱	۰/۰۲۲۳۸	-۲/۴۸۹۵	۰/۰۲۴۵
MA(1)	۰/۳۷۲۳۵۲	۰/۰۹۹۳۲۷	۳/۷۴۹	۰/۰۰۰۲
Cst(V)	۷۵/۳۰۷۱۱	۶۱/۸۵۱	۱/۲۱۸	۰/۰۴۹۷
D-FIGARCH	۰/۴۰۲۴۶۷	۰/۰۸۱۳۸۷	۴/۹۴۵	۰/۰۰۰۰
ARCH(Phi1)	۰/۶۷۶۰۴۸	۰/۲۶۹۷۹	۲/۵۰۶	۰/۰۱۲۲
GARCH(Beta1)	۰/۸۱۴۷۰۸	۰/۱۹۶۶۱	۴/۱۴۴	۰/۰۰۰۰
Conditional Heteroskedasticity of Tse				
نتیجه	RBD(2)=۰/۰۱۱۹۴۵۳		عدم ناهمسانی واریانس	
	PROB.		۰/۹۹۴۰۴۵۲	

بهترین برآورد مدل $ARFIMA(1,0,D,1)-GARCH(1,D,1)$ است زیرا با افزودن وقفه های دیگر مدل قابلیت همگرایی را نداشت. با توجه به نتایج جدول (۵)، مشاهده می شود که ضرایب D -FIGARCH معنادار بوده و از آنجا که ضریب فوق کمتر از یک است، این موضوع مانایی کوواریانس فرآیند واریانس شرطی را نشان می دهد. همچنین آزمون ناهمسانی واریانس شرطی tse نشان می دهد مدل مشکل ناهمسانی واریانس وجود ندارد. با توجه به معنی دار بودن ضریب شاخص بازار (Rm) و معنی داری ضریب D -FIGARCH می توان گفت برازش به روش آرفیما-فیگارچ به قدرت برازش مدل افزوده است. بر همین اساس بتای ریسک سیستماتیک برای تمامی شرکت های نمونه بر اساس مدل $ARFIMA$ -FIGARCH محاسبه و در بازه زمانی ۱۰ سال محاسبه گردید.

۲-۶- نتایج مدل سازی مبتنی بر رگرسیون گام به گام

پس از بررسی نتایج مربوط به آمار توصیفی و تایید مفروضات رگرسیون به وسیله آزمون های مربوطه، قبل از پرداختن به مدل نهایی بیان شده نتایج آزمون ناهمسانی واریانس و ریشه واحد پسماند مدل های پسرو و پیشرو است. اعداد مربوط به ارزش احتمال آزمون lm براش - گادفری، مرتبط با واریانس ناهمسانی در جدول (۸) نشان داده شده است. آنچه از نتایج این آزمون برای هر دو مدل حاصل شد؛ این بود که با توجه به بیش از $0/05$ بودن ارزش احتمال آزمون، مشکل واریانس ناهمسانی در برآورد مدل ها یافت نشده است. همچنین با توجه به این که ارزش احتمال آماره آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته برای پسماند هر دو مدل کمتر از $0/05$ است، می توان گفت سری پسماند هر دو مدل پایا بوده و رگرسیون های برآوردی معتبر و قابل تفسیر هستند.

جدول ۸- نتایج آزمون های تشخیص صحت برآورد

آزمون ناهمسانی واریانس			
مدل	نوع آزمون	f آماره	p-value
انتخاب پیشرو	براش - گادفری lm آزمون	0/073296	0/9293
آزمون پایایی پسماند			
متغیر	نوع آزمون	آماره χ^2	p-value
پسماند مدل پیشرو	دیکی- فولر تعمیم یافته	454/013	0/0000

نتایج برآورد مدل پژوهش به روش انتخاب پیشرو در جدول (۹) نشان داده شده است. قبل از این که تفسیری پیرامون فرضیات انجام شود، ویژگی های کلی برآورد به روش انتخاب پیشرو بیان شده:

جدول ۹- نتایج برآورد الگوی پژوهش به روش انتخاب پیشرو

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره t	P-Value
C	-۲/۰۵۸۲۶	۰/۷۴۶۸۴۴	-۲/۷۵۵۹۴	۰/۰۰۶
CLE	۰/۰۴۹۵۳	۰/۰۱۳۴۱۷	۳/۶۹۱۵۸۴	۰/۰۰۰۲
SIZE	۰/۱۹۱۱۷۴	۰/۰۵۴۷۹۳	۳/۴۸۹۰۱۵	۰/۰۰۰۵
OPM	-۰/۰۱۴۲۳	۰/۰۰۴۲۷۷	-۳/۳۲۶۷۳	۰/۰۰۰۹
NETPS	۰/۱۵۱۲۸۱	۰/۰۵۳۴۴۱	۲/۸۳۰۷۷۸	۰/۰۰۴۸
ICR	۰/۰۰۱۰۳۴	۰/۰۰۰۴۱۶	۲/۴۸۲۴۶۱	۰/۰۱۳۳
SG	۰/۲۶۹۸۶۲	۰/۱۶۵۳۵۴	۱/۶۳۲۰۲۷	۰/۱۰۳۱
QR	۰/۲۷۶۲۰۸	۰/۱۶۶۲۰۵	۱/۶۶۱۸۵۷	۰/۰۰۹۷
DPS_EPS	-۰/۲۷۸۰۱	۰/۱۶۲۷۵۹	-۱/۷۰۸۱۳	۰/۰۰۸۸
ضریب تعیین	۰/۰۷۷۲۹۵	دوربین- واتسون	۱/۷۹۸۵۴	تعداد مشاهدات
آماره F	۷/۴۷۶۴۴۳	p-value	۰/۰۰۰۰	۸۷۰

نتایج برآورد مدل انتخاب پیشرو پژوهش حاکی از آن است که اولاً رگرسیون به طور کل با معنا می باشد زیرا آماره F رگرسیون عدد ۷/۴۷۶۴۴۳ را نشان می دهد که فرضیه صفر آن مبنی بر بی معنی بودن تمام ضرایب رگرسیون در سطح خطای ۰/۰۵ رد شده است. از سوی دیگر با مشاهده ضریب تعیین مدل که عدد ۰/۰۷۷۲۹۵ را نشان می دهد می توان نتیجه گرفت که متغیر های مستقل پژوهش در مجموع حدود ۷/۷٪ تغییرات متغیر وابسته را توضیح داده اند که از بهتر بودن برازش مدل فوق نسبت به حذف پسر و حکایت دارد.

با توجه این که ضریب متغیر نسبت آنی (QR) در سطح خطای ۰/۱ معنی دار است، فرضیه فرعی اول با داشتن یک نماینده در مدل پیشرو با اطمینان ۹۰ درصد به تائید می رسد. همچنین ضرایب متغیر های نسبت پوشش هزینه بهره (ICR) و نسبت بدهی جاری به ارزش ویژه (CLE) در سطح خطای ۰/۱ معنی دار بوده و فرضیه فرعی دوم مبنی بر سودمندی ویژگی های نسبت های اهرمی در توضیح ریسک سیستماتیک شرکت با اطمینان ۹۰ درصد به تائید می رسد.

فرضیه فرعی سوم بیان داشت که نسبت های فعالیت بر شاخص ریسک سیستماتیک موثر می باشند. با توجه به معنی داری متغیر اندازه شرکت در سطح خطای ۰/۱ این فرضیه را نمی توان رد نمود. فرضیه فرعی چهارم اشاره به تاثیر گذاری نسبت های سودآوری داشت که نهایتاً معنی داری ضرایب متغیر های DPS/EPS، نسبت سود خالص به فروش (NETP/S) و حاشیه سود عملیاتی

(OPM) در سطح اطمینان ۹۰ درصد به تایید رسیده و درستی این فرضیه تأیید شد. از این رو مدل نهایی به دست آمده در روش انتخاب پیشرو به شرح رابطه (۱۹) میباشد:

$$\text{Beta}_{\text{Arfima-Figarch}} = -2.5826 + 0.04953 (\text{CLE}) + 0.191174 (\text{SIZE}) - 0.01423 (\text{OPM}) + 0.151281 \left(\frac{\text{NETP}}{\text{S}} \right) + 0.001034 (\text{ICR}) + .276208 (\text{QR}) - 0.27801 (\text{DPS/EPS})$$

۳-۶- نتایج مدلسازی مبتنی بر هوش مصنوعی

همانگونه که در فلوجارت الگوریتم ترکیبی GA-PSO نشان داده شد. ابتدا متغیرهای پاسخ و مستقل باید نرمال شوند و سپس در الگوریتم قرار گیرند تا بهترین متغیرها در تجدید نسل انتخاب شده و به مرحله بعد وارد شوند. اپراتور جهش در اینجا یک جهش تصادفی وابسته متغیر است. عملیات جهش تصادفی، یک راه حل در نزدیکی راه حل اصلی با یک توزیع احتمالی یکنواخت در رابطه (۲۰) ایجاد شده است.

رابطه (۲۰)

$$x_i^{(1,t+1)} = x_i^{(1,t)} + (r_i - 0.5)\Delta_i$$

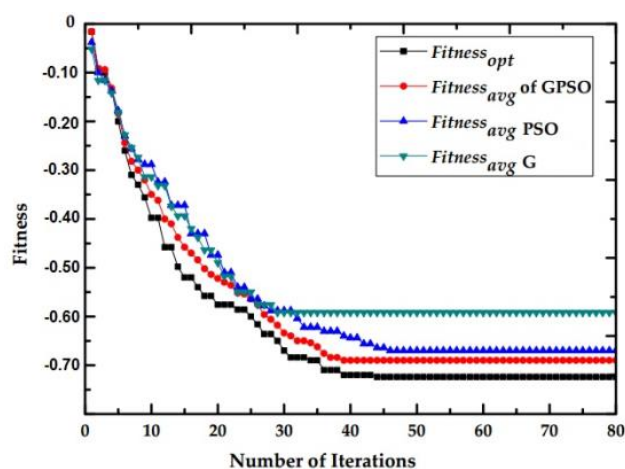
در رابطه بالا r یک عدد تصادفی، x متغیرها، ΔI که حداکثر تعداد متغیرهایی که توسط کاربر انتخاب می گردد و حد بالا و پایین با l و t مشخص می گردد. جدول (۱۰) انتخاب بهترین متغیرها را با الگوریتم ترکیبی GA-PSO نشان می دهد. انتخاب متغیرها براساس افزایش صحت مدل و بهینه سازی جواب بوده است و از جایی که اضافه شدن متغیرها تأثیری بر بهینه سازی الگوریتم و جواب نداشته است، متغیرها دیگر در فرایند شناسایی متغیر هدف مورد استفاده قرار نگرفته اند.

جدول ۱۰- مشخصات الگوریتم انتخابی

تعداد متغیرهای ورودی	انتخاب ویژگیهای الگوریتم	الگوریتم ترکیبی GA-PSO	متغیرهای انتخاب شده
۳۵	تکرار	۴۶	D/E, E/GP
	مقدار بهینه نهایی	-۰,۷۸	,FL,SIZE,SG

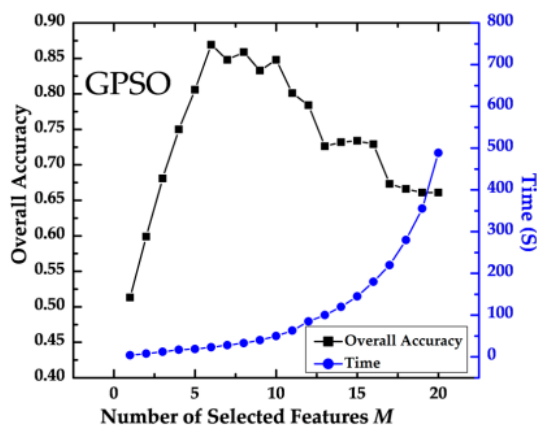
به منظور مشخص کردن اینکه ترکیب الگوریتم ژنتیک و PSO به چه میزان جواب را بهبود می بخشد؛ ابتدا مقادیر بهینه الگوریتم G و PSO به صورت جداگانه محاسبه گردید و سپس

الگوریتم ترکیبی GPSO بهینه شد و به صورت شکل (۱) برای مقایسه نمایش داده شد. در این شکل نمودار قرمز مقادیر متوسط بهینه شده توسط الگوریتم ترکیبی GPSO (نمودار سیاه حداکثر مقادیر بهینه) را نشان می‌دهد و نمودارهای سبز و آبی نیز مقادیر بهینه شده جداگانه ژنتیک و PSO را نمایش می‌دهند که با مقایسه آن‌ها به خوبی می‌توان دریافت که الگوریتم ترکیبی بهترین جواب بهینه را با افزایش تکرار داشته است.



شکل ۱- مقادیر بهینه جواب مساله

شکل (۱) نشان می‌دهد که با ترکیب الگوریتم ژنتیک و PSO می‌توان به جواب بهتری دست پیدا کرد و به همین دلیل از این ترکیب استفاده گردید. همچنین شکل (۲) نحوه تاثیر انتخاب متغیرها بر مدل را نشان می‌دهد که هرچه با گذشت زمان تعداد متغیرهای بیشتری انتخاب شده است، از صحت کلی مدل کاسته شده است. در این شکل تعداد متغیرها زمانی که ۵ عدد است، بیشترین میزان صحت کلی در مدل دیده شده است و GAPSو بیشترین کارایی خود را داشته است. همچنین زمانی که بیشتر از ۲۰ متغیر انتخاب می‌گردید جواب بهینه هیچ گونه تغییری پیدا نمی‌کرد که به همین دلیل در شکل (۲)، افزایش بیشتر تعداد متغیرها نمایش داده نشده است.



شکل ۲- انتخاب متغیرها و تاثیر آن بر صحت کلی مدل با گذشت زمان

در فرایند بهینه و یا مدل سازی همواره به دنبال این هستیم که با کمترین تعداد متغیر به بهترین جواب برسیم. این موضوع محقق را در فرایند مدل سازی و پیش بینی‌ها و تحقیقات بعدی کمک می کند چراکه اگر تعداد متغیرها بالا برود به دلیل هزینه های بالا در آمارگیری و روابط پیچیده، قابل استفاده نخواهد بود. به همین خاطر همیشه ما به دنبال تعداد متغیرهای کمتری هستیم تا بهترین جواب حاصل شود. جدول (۱۱) میزان صحت الگوریتم را برای انتخاب تعداد متغیرها نشان می‌دهد.

جدول ۱۱- ارزیابی الگوریتم ترکیبی GAPSO

روش	% میانگین	% انحراف معیار	% ارزیابی صحیح	% مقادیر گم شده	% خطا
GAPSO	۷۳,۱	۹,۱	۷۱,۶	۱۹,۶	۸,۸
متغیر	SG	SIZE	FL	E/GP	D/E
وزن متغیر انتخابی	۰,۰۰۸۷۰۸	۰,۰۰۸۷۲۳	۰,۰۰۹۸۱۳	۰,۰۱۳۳۴۴	۰,۰۱۲۴۶۲
میانگین	۰,۴۶	۰,۸۷	۰,۹۸	۰,۸۴	۰,۶۲
انحراف معیار	۰,۰۵	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۱۴	۰,۰۹

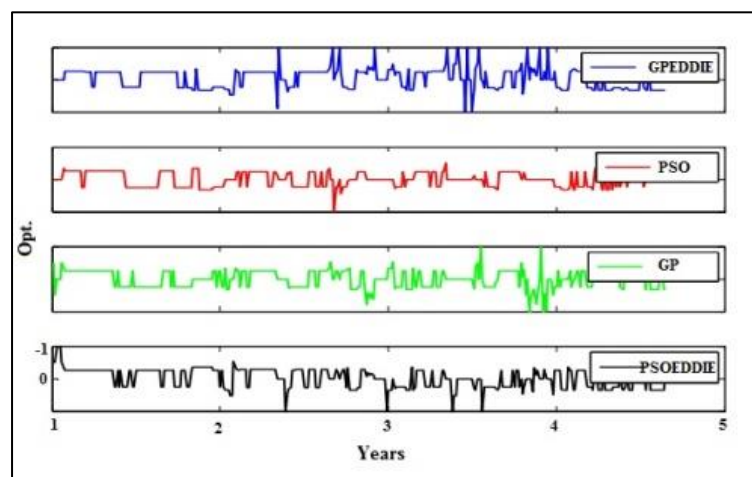
در جدول (۱۱) درصد خطا یعنی میزان پیش‌بینی های اشتباه که توسط الگوریتم ترکیبی GAPSO صورت می‌گیرد که مقدار این خطا کم بوده و همچنین ارزیابی های صحیح این الگوریتم

بیشتر از ۷۱ درصد بوده که نشان می دهد که می توان با این الگوریتم به صحت بالایی دست یافت. مقادیر از دست رفته یا گم شده هم مقادیری است که الگوریتم نتوانسته برای آن ها جواب بهینه ای پیدا کند. همانطور که گفته شد و در شکل (۴-۴) مشخص است، معیار انتخاب تعداد ۵ متغیر، دستیابی به صحت کلی بیشتر بوده است که میانگین و انحراف معیار آن ها در جدول (۱۱) آورده شده است

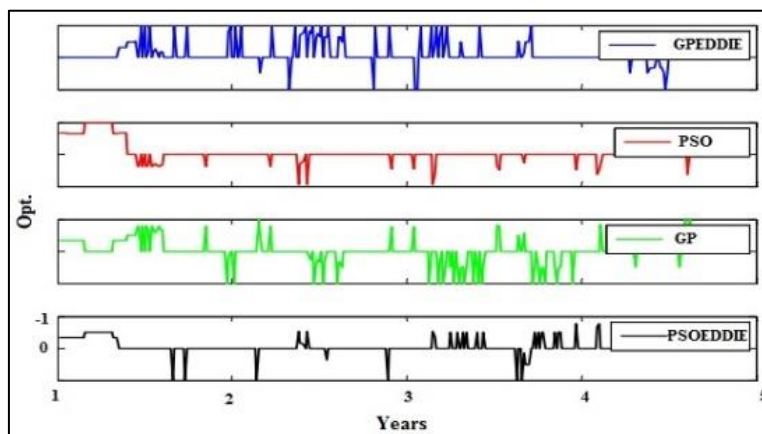
در جدول (۱۲) نیز نتایج مربوط به داده های شرکت های مختلف تحت عنوان Data برای ۲ الگوریتم PSOEDDIE و همچنین GPEDDIE مقایسه شده اند و همچنین در شکل های (۳) و (۴) مقادیر پیش بینی در ۲ دوره ۵ ساله برای متغیر وابسته را نشان می دهد.

جدول ۱۲- نتایج مربوط به مقایسه ابزار EDDIE بر روی الگوریتم GP و PSO

روش	مقادیر بهینه	نرخ صحت (RC)	نرخ مقادیر گم شده (RMC)	نرخ شکست (RF)
PSOEDDIE 1*	۰/۴۱۱	۰/۸۱۰	۰/۰۱۶	۰/۰۴۲
GPEDDIE 1	۰/۳۶۵	۰/۷۲۵	۰/۲۳۷	۰/۰۵۱
PSOEDDIE 2 ⁺	۰/۴۳۴	۰/۸۲۱	۰/۰۱۱	۰/۰۴۱
GPEDDIE 2	۰/۳۷۳	۰/۷۳۲	۰/۲۱۱	۰/۰۴۸



شکل ۳- مقادیر پیش بینی مربوط به متغیر وابسته در طی دوره ۵ ساله اول



شکل ۴- مقادیر پیش بینی مربوط به متغیر وابسته در طی دوره ۵ ساله دوم

شکل (۳) و (۴) روند پیش بینی تقریباً یکسانی را برای دو دوره از خود نشان داده اند که این موضوع به دلیل استفاده از مقادیر بهینه محلی در الگوریتم PSO و GP است، یعنی اینگونه متغیرهای مستقل وارد شده در این ۲ دوره در یکسری نقاط در این ۲ دوره با هم اشتراک دارند که الگوریتم به خوبی توانسته است این مقادیر را شناسایی کرده و به عنوان متغیر مهم در پیش بینی استفاده کند.

۴-۶- مقایسه مدل برآورد شده انتخاب پیشرو با مدل الگوریتم PSOEDDIE

برای آزمون فرضیه سوم، ضریب همبستگی بتاهای برآورد شده از طریق مدل انتخاب پیشرو و مدل الگوریتم PSOEDDIE با بتاهای محاسبه شده به وسیله مدل ARFIMA-FIGARCH برای دوره پیشبینی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ محاسبه گردید. نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین بتای برآورد شده مدل انتخاب پیشرو و بتای ARFIMA-FIGARCH در جدول (۱۳) ارائه شده است:

جدول ۱۳- ماتریس همبستگی بین بتای برآورد شده مدل انتخاب پیشرو و بتای ARFIMA-FIGARCH

FIGARCH	
بتای برآورد شده مدل انتخاب پیشرو	بتای ARFIMA-FIGARCH
۰/۰۵۸۱۹۸	۱
۱	۰/۰۵۸۱۹۸

جدول ۱۴- ماتریس همبستگی بین بتای برآورد شده الگوریتم PSOEDDIE و بتای ARFIMA-FIGARCH

بتای برآورد شده مدل PSOEDDIE	بتای ARFIMA- FIGARCH	
۰/۹۴۴۷۵۸	۱	بتای ARFIMA-FIGARCH
۱	۰/۹۴۴۷۵۸	بتای برآورد شده مدل PSOEDDIE

همانطور که در جدول (۱۴) مشاهده میشود ضریب همبستگی به دست آمده بین بتای محاسبه شده به وسیله مدل انتخاب پیشرو و بتای ARFIMA-FIGARCH به میزان ۰/۹۴۴۷۵۸ درصد است که نشان دهنده همبستگی بسیار قوی بین این دو متغیر میباشد.

۷- نتیجه گیری و بحث

ریسک سیستماتیک به مقوله بسیار مهم در تصمیم گیری های مالی است و همانطور که نتایج این تحقیق نشان می دهد با استفاده از مدل آرفیما - فیگارچ میتوان دقت برآورد بتای ریسک سیستماتیک را بهبود بخشید و همچنین مقایسه بین مدل مبتنی بر الگوریتم ها و مدل مبتنی بر روش انتخاب پیشرو نشان دهنده قدرت بسیار بالای مدل مبتنی بر الگوریتم PSOEDDIE در پیش بینی مقادیر ریسک سیستماتیک میباشد که علاوه بر تاکید بر قدرت بالای مدل نشان میدهد که روابط بین فاکتورها و عوامل موثر بر تصمیم گیری در بازار های مالی پیچیده تر و غیر خطی شده اند. با توجه این که ضریب متغیر نسبت آنی (QR) در سطح خطای ۰/۱ معنی دار است، فرضیه فرعی اول با داشتن یک نماینده در مدل پیشرو با اطمینان ۹۰ درصد به پذیرفته می شود. که نتایج این فرضیه با نتیجه تحقیق سالاری (۲۰۱۵) همسو میباشد. همچنین ضرایب متغیر های نسبت پوشش هزینه بهره (ICR) و نسبت بدهی جاری به ارزش ویژه (CL/E) در سطح خطای ۰/۱ معنی دار بوده و فرضیه فرعی دوم مبنی بر سودمندی ویژگی های نسبت های اهرمی در توضیح ریسک سیستماتیک شرکت با اطمینان ۹۰ درصد پذیرفته می شود. نتایج این فرضیه با نتایج تحقیقات نمازی و خواجوی (۱۳۸۴)، رحمانی و همکاران (۱۳۹۳)، باومن (۱۹۷۹)، مولی (۲۰۱۴)، دیبباس و آپولیتو (۲۰۱۲)، پارک و کیم (۲۰۱۶) و القیاسی (۲۰۱۱) همسو می باشد. فرضیه فرعی سوم بیان داشت که نسبت های فعالیت بر شاخص ریسک سیستماتیک موثر می باشند. با توجه به معنی داری متغیر اندازه شرکت (SIZE) در سطح خطای ۰/۱ این فرضیه مورد قبول واقع می گردد که از این جهت با نتایج تحقیقات رحمانی و همکاران (۱۳۹۳)، نمازی و خواجوی (۱۳۸۴)، پارک و کیم (۲۰۱۶)، دی بیاس و آپولیتو (۲۰۱۲)، القیاسی (۲۰۱۱)، بریمبل و هادسون (۲۰۰۷) همسو می

باشد. فرضیه فرعی چهارم اشاره به تاثیر گذاری نسبت های سودآوری داشت که نهایتا معنی داری ضرایب متغیر های DPS/EPS ، نسبت سود خالص به فروش ($NETP/S$) و حاشیه سود عملیاتی (OPM) در سطح اطمینان ۹۰ درصد به پذیرفته می شود. لیکن رابطه متغیر رشد فروش (SG) به دلیل عدم معنی داری در سطح خطای ۰/۱ مورد تایید قرار نگرفت. نتایج این فرضیه با تحقیقات رحمانی و همکاران (۱۳۹۳)، القیاسی (۲۰۱۱) همسو می باشد.

همچنین در مدل سازی مبتنی بر الگوریتم $PSOEDDIE$ با توجه به انتخاب متغیر نسبت بدهی (D/E) و اهرم مالی (FL) تاثیر گذاری نسبت های اهرمی که در فرضیه فرعی دوم مطرح شده بود پذیرفته می شود. که نتایج این فرضیه در این روش در خصوص متغیر نسبت بدهی با نتایج تحقیقات رحمانی و همکاران (۱۳۹۳) مولی (۲۰۱۴)، دی بیاس و آپولیتو (۲۰۱۲)، پارک و کیم (۲۰۱۶) همسو بوده و در خصوص متغیر اهرم مالی با نتایج تحقیق نمازی و خواجوی (۱۳۸۴) والقیاسی (۲۰۱۱) همسو می باشد. با انتخاب متغیر اندازه شرکت ($SIZE$) فرضیه فرعی سوم با داشتن تنها یک متغیر در میان متغیر های انتخابی پذیرفته می گردد. که نتایج این فرضیه در این روش با نتایج تحقیقات نمازی و خواجوی (۱۳۸۴)، رحمانی و همکاران (۱۳۹۳)، دی بیاس و آپولیتو (۲۰۱۲)، پارک و کیم (۲۰۱۶)، القیاسی (۲۰۱۱) همسو می باشد و در نهایت فرضیه فرعی چهارم با داشتن دو متغیر نسبت سود به سود ناخالص (E/GP) و رشد فروش (SG) در میان متغیر های انتخابی مورد قبول واقع شد. که نتایج در مورد متغیر سود به سو ناخالص (E/GP) و رشد فروش (SG) نتایج با نتایج تحقیق نمازی و خواجوی (۱۳۸۴)، رحمانی و همکاران (۱۳۹۳) همسو میباشد.

پیشنهاد میشود در تحلیل ریسک سیستماتیک و تصمیمات مربوط به خرید و فروش سهام شرکت ها به متغیرهای و نسبت های مالی هر شرکت توجه ویژه ای گردد. چرا که ثابت شده میزان ریسک سیستماتیک هر شرکت حتی در صنایع یکسان متفاوت است و یکی از دلایل این اختلاف به ویژگی های مالی مختص آن شرکت برمیگردد. از این رو تاکید میشود که در تحلیل ریسک شرکت ها به متغیر ها و نسبت های اهرمی و فعالیت و سودآوری و نقدینگی هر شرکت به صورت جداگانه توجه شود. از آنجا که کاهش ریسک سرمایه گذاری در یک شرکت موجب جذب سرمایه گذار و سهامدار به دلیل اطمینان نسبی از دستیابی به بازده مورد انتظار خود میشود که همه اینها در نهایت موجب افزایش ارزش شرکت و ثروت سهامداران میگردد به مدیران شرکت های بورسی پیشنهاد میگردد در تصمیمات خود توجه ویژه ای به نسبت های مالی به خصوص نسبت های اهرمی و سود آوری داشته باشند چرا که همانطور که رابطه این نسبت ها و ریسک سیستماتیک شرکت در این پژوهش و پژوهش های قبلی مورد تایید قرار گرفت با یک تصمیم

درست میتوان از طریق اثر گذاری مثبت بر این متغیرها میزان ریسک مربوط به شرکت را کاهش داد. با توجه به اهمیت ریسک سیستماتیک به نظر می رسد انجام پژوهش های بیشتر و با در نظر گرفتن جوانب دیگر به روشن شدن این موضوع کمک نماید. این پژوهش می تواند به عنوان الگویی جهت پژوهش های بعدی قرار گیرد و با توجه به گسترده بودن عوامل موثر بر ریسک و پیچیدگی ساختار بازارها پیشنهاد میشود در پژوهش های آتی از سایر الگوریتم های فراابتکاری و ترکیبهای موثر در مدل سازی ریسک استفاده شود و همچنین پیشنهاد میگردد در پژوهش های بعدی ضمن استفاده از متغیر های سطح کلان و تلفیق آن با متغیر های حسابداری و مالی ، قدرت مدل ریسک سیستماتیک مبتنی بر این متغیر ها و مدل مبتنی بر ارزش در معرض ریسک به وسیله تعیین میزان همبستگی آن با ترجیحات سرمایه گذاران در خرید و فروش سهام بررسی شود.

فهرست منابع

- [۱] احمد پور احمد ، غلامی جمکرانی رضا ، بررسی رابطه اطلاعات حسابداری و ریسک بازار (شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران) ، علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز، ۱۳۸۴، ۴۳: ۳۳-۱۸ .
- [۲] اسلامی بیگدلی غلامرضا ، طیبی ثانی احسان ، بهینه سازی سبد سرمایه گذاری بر اساس ارزش در معرض ریسک با استفاده از الگوریتم کلونی مورچگان ،مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار ، ۱۳۹۲ ، شماره ۱۸ ، ۱۸۴-۱۶۳.
- [۳] حاجی بزرگی جعفر ، آخوندیان محمد جواد ، بررسی ایستایی ریسک سیستماتیک پرتفوی سرمایه گذاری در بورس اوراق بهادار تهران ، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۳۹۰ ، شماره ۶ ، ۲۴۴-۲۱۵
- [۴] حسین پور علی ، سعیدی پرویز ، رابطه بین نسبت های مالی و ریسک سیستماتیک در صنعت سیمان در بورس اوراق بهادار تهران، مطالعات بررسی های مدیریت، ۱۳۹۵، ۲: ۸۴-۸۰ .
- [۵] رحمانی علی ، پیکارچو کاظم ، عزیزی منصوره ، رابطه بتای بازار سهام با متغیرهای کلان اقتصادی و اطلاعات حسابداری، دانش سرمایه گذاری ، ۱۳۹۳ ، ۱۰ : ۶۶-۴۷ .
- [۶] سعیدی علی ، رامشه منیژه ، عوامل تعیین کننده ریسک سیستماتیک سهام در بورس اوراق بهادار تهران، پژوهش های حسابداری مالی، ۱۳۹۰، ۷: ۱۴۲-۱۲۵ .

[۷] کیانی هرچگانی مائده ، نبوی چاشمی سیدعلی ، معماریان عرفان، بهینه سازی سبد سهام بر اساس حداقل سطح پذیرش ریسک کل و اجزای آن با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک ، دانش سرمایه گذاری، ۱۳۹۳، ۱۱: ۱۶۵-۱۲۵ .

[۸] گجراتی دامودار ، مبانی اقتصاد سنجی . ترجمه ح ابریشمی ، تهران ، دانشگاه تهران، ۱۹۹۵، ۷۶۸ صفحه.

[۹] نمازی محمد ، خواجوی شکراله . سودمندی متغیرهای حسابداری در پیش بینی ریسک سیستماتیک شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، بررسی های حسابداری و حسابرسی، ۱۳۸۳، ۳۸: ۱۱۹-۹۳ .

[10] Abonongo. J , Ackora-Prah.J,Boateng.K.2017. Measuring the Systematic Risk of Stocks Using the Capital Asset Pricing Model, Journal of Investment and Management . 6:13-21

[11] Alqaisi .KH.2011.the economic determinants of systematic risk in the Jordanian capital market ,international journal of business and social science . 20:85-95.

[12] Bai, X. And Ding, Y. 2010. Particle Swarm Optimization Based on an Improved Learning Strateg .Wuhan, Hubei: Secend International Workshop in Education Technology and Computer Science .IEEE.Vol 2, 395-398

[13] Bollerslev, T., & Mikkelsen, H. 1996. Modeling and pricing long memory in stock market volatility. Journal of Econometrics , 151-184.

[14] Bowman .R.g. 1979.the theoretical relationship between systematic risk and financial (accounting) numbers . The journal of finance, 3: 617-630.

[15] Brimble .m , hodgson . A. 2007. Assessing the risk relevance of accounting variables in diverse economic conditions. Managerial finance ,33: 553 – 573.

[16] Brooks, R.D., Foff R.W., Mckenzie. M.D.. 1998. Time-varying beta risk of australian industry portfolios: a comparison of modeling techniques. Australian Journal Of Management , 23 (1): 1-22.

[17] Choudhry , T. Wu. H. 2009. Forecasting the weekly time- varying beta of uk firms: garch models vs kalman filter method. European Journal Of Finance, 15 (4): 437-444.

[18] Chun.I.s , r. M .1989. Accounting variables as determinants of systematic risk in malaysian common stocks . Asia pacific journal of management , 6: 339–350.

[19] Cai, z. .ren. R.w. 2011. A new estimation on time-varying betas in conditional capm. Miscellaneous papers , 7: 211-217.

[20] Dibiasi.P ,Apolito. E.D.2012. the determinants of systematic risk in the Italian banking system : a cross sectional time series analysis ,international journal of economic and finance ,11:152-164.

[21] Fabozzi , F. , Francis.J. 1978 . Beta as a random coefficient. Journal Of Financial And Quantitative Analysis , 13: 101-116.

[22] Fama, E. , French. K.R. 1995. Size and book to market factors in earning and returns. Journal Of Finance , 50: 131-155.

- [23] Fong.C.Y , Lee.C.H.2015. Using least square support vector regression with genetic algorithm to forecast beta systematic risk . Journal of Computational Science.15:1-14.
- [24] Foster .g. 1986. Financial statement analysis, 2nd edition, prentice hall international.
- [25] Ghasemi.A , Zahediasl.S.2012. Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians, Endocrinol Metab, 10(2):486-489.
- [26] Ibrahim. K, haron . R. 2016. Examining systematic risk on malaysian firms: panel data evidence . Journal of global business and social entrepreneurship (gbse) ,2: 26-30.
- [27] Koussis. N, makrominas .m. 2015. Growth options, option exercise and firms' systematic risk . Rev quant finan acc , 44 : 243-267.
- [28] Li. J.2016. Systematic risk, financial indicators and the financial crisis: a risk study on international airlines. University of groningen ,netherlands.
- [29] Li.j,2001, "FGP: A genetic programming based financial forecasting tool", Ph.D. dissertation, University of Essex.
- [30] Maginn.j.l, [tuttle](#). D. L., mcleavey. D. W, [pinto](#). J.e. 2007. Managing investment portfolios: a dynamic process. [Cfa institute investment](#),3:164
- [31] Mihaylova.B, Briggs.A,Ohagan.A.2011. Review of statistical methods for analysing healthcare resources and costs , Health Economics , 20: 897-916.
- [32] Mulli .J.S. 2014.the effect of financial performance on systematic risk of stocks listed at the Nairobi securities exchange , school of business, MSc thesis ,university of Nairobi, Nairobi.
- [33] Mungai.M.P.2010. the relationship between working capital management and systematic risk of companies quoted at the Nairobi stock exchange , MSc thesis ,university of Nairobi, Nairobi .
- [34] Nishat.M.2000. systematic risk and leverage effect in the corporate sector of Pakistan.the Pakistan development review ,39:951-962.
- [35] Park.S.Y , Kim.S.H.2016. determinants of systematic risk in the US restaurant industry : a technical perspective ,tourism economic . 22: 621-628.
- [36] Poon, S.H, Grenger.C. 2003. Forecasting Volatility in Financial Markets: A Review. Journal of Economic Literature:۴۱ ؛ PP 478-539
- [37] Salari . L.2015. Analysis of systematic risk impact of common stock on financial ratios of accepted plants in tehran stock exchange. Indian journal of fundamental and applied life sciences, 5:288-294.
- [38] Stolbov.M.2015. assessing systematic risk and determinants for advanced and major emerging economics:the case of Δcovar .int econ econ policy ,2:1-34.
- [39] Valipour .M , Amin.V ,Kargosha.M ,Akbarpour.K. 2015. Forecasting stock systematic risk using Heuristic Algorithms. Journal of productivity and development .1(1):36-41.

یادداشت‌ها

- ¹ Characteristic line
- ² Engel
- ³ fractionally integrated GARCH
- ⁴ Backward Elimination
- ⁵ Valipour et al
- ⁶ FeatureSelection
- ⁷ Kampouridis et al(2012)
- ⁸ Predicted negative positions
- ⁹ Predicted positive positions
- ¹⁰ Actual negative positions
- ¹¹ Actual positive positions