فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۱ / شماره ٤ (پیاپی ٤٤) / زمستان ۱٤۰۱
صفحه ۵۵۳ تا ۵۷۶

توسعه مدل پیش بین ریسک منسجم در شرکت‌های بورسی: رویکرد داده های حسابداری

حسین آریایی نژاد
دانشجوی دکتری، گروه حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علی‌آباد کتول، علی‌آباد کتول، ایران
Aryaei2013@yahoo.com

آرش نادریان
استادیار، گروه حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علی‌آباد کتول، علی‌آباد کتول، ایران(نویسنده مسئول)
Arashnaderian@yahoo.com

حسین دیده خانی
استادیار، گروه مهندسی مالی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علی‌آباد کتول، علی‌آباد کتول، ایران
h.didehkhani@gmail.com

علی خوزین
استادیار، گروه حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علی‌آباد کتول، علی‌آباد کتول، ایران
Khozain@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۴/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۰۹

چکیده

بورس اوراق بهادار ایران در سالهای اخیر توسعه زیادی یافته است. امروزه اهمیت پیش بینی و منافع حاصل از آن، برای تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری از ابعاد مختلف، بر کسی پوشیده نیست. ریسک یکی از اولین دغدغه‌های سرمایه‌گذاران است و معیاری مهم در تصمیم‌گیری‌ها محسوب می‌شود. ارزش در معرض خطر به عنوان یک سنجه ریسک، جای خود را برای اندازه گیری انواع ریسک ها باز کرده اما علی رغم کارآیی بالای این مدل به دلیل برخی نارسایی‌ها از جمله نداشتن ویژگی جمع پذیری یک سنجه منسجم ریسک نیست. ارزش در معرض خطر شرطی(CvaR) به عنوان معیار جذابی از ریسک (معیار ریسک منسجم) محسوب می‌شود که در سالهای اخیر مورد استقبال قرار گرفته و به عنوان ابزاری مفید برای اندازه گیری و مدیریت ریسک و مدیریت مطرح گردیده است.

ارائه الگو یا مدلی مناسب برای برآورد ریسک منسجم که هم به سرمایه گذاران کمک نماید و هم خطرات غیرمنتظره-ای که ممکن است شرکت‌ها را تهدید کنند، پیش بینی نماید و باعث هدر نرفتن سرمایه شرکت و استفاده بهینه از این سرمایه ها در مسائل سودآور شود، امری بسیار مهم در بازار سرمایه است. در سالهای اخیر، به مدلهای شبکه عصبی و مدل های ترکیبی توجه بسیاری شده است. در این پژوهش با توجه به مبانی نظری موجود و با استفاده از نظر خبرگان، متغیرهای حسابداری موثر در پیش بینی ریسک شناسایی شده، جامعه آماری کلیه شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی ۹۷-۱۳۹۰ وجامعه تعدیل شده (نمونه انتخابی) : ۹۱ شرکت بوده که بعد از ارزیابی توانمندی مدلهای گارچ و مارکوف در پیش بینی ارزش در معرض خطر شرطی و با کمک شبکه انفیس، مدلهای موجود توسعه داده شد و به مدلی بهینه دست یافتیم این مدل نتایجی با خطای کمتر نسبت به مدلهای موجود ارائه میکند.

واژه‌های کلیدی: ریسک منسجم، ارزش در معرض خطر شرطی، مارکوف سوئیچینگ، گارچ، انفیس.

۱- مقدمه

سرمایه گذاری، پایه و اساس پیشرفت هر کشوری می‌باشد. بورس اوراق بهادار ایران در سالهای اخیر با توجه به حمایتهای رهبری و دولت و سیاستهای بانک مرکزی و سازمان بورس و اقداماتی از جمله آزادسازی سهام عدالت، توسعه زیادی یافته است. هم از نظر حجم و ارزش معاملات و تعداد شرکتهای پذیرفته شده و هم از نظر میزان نقدینگی ورودی و تعداد سهامداران از افزایش چشمگیری برخوردار شده و اکنون جایگاه قابل توجهی در مجموعه اقتصاد کشور پیدا کرده است . برای اینکه سرمایه‌گذاری در بخشهای مولد اقتصاد صورت بگیرد این بازارها ناگزیر می‌باشند، تا شرایطی را ایجاد نمایند که وجوه سرمایه گذاری شده در آنها تا حدی از اطمینان با توجه به ریسک پذیرفته شده برخوردار باشند، در غیر این صورت، نقدینگی از این بازارها به سوی بازارهای هم عرض دیگر و یا حتی به سایر کشورها حرکت خواهند نمود که در این حالت برگرداندن اطمینان و بازگشت وجوه به این بازارها شاید اگر نگوییم غیرممکن ولی تا حد زیادی مشکل خواهد بود، که این موضوع را می‌توانیم در بازار سرمایه خود نیز مشاهده کنیم.

امروزه میلیونها نفر در بازارهای بورس معامله می‌کنند، به همین علت بورس به یک بازار بسیار پیچیده تبدیل شده است. در این گونه شرایط، یکی از راه‌های مناسب برای مقابله با پیچیدگی، پیش بینی است. پیش بینی، پیش شرط تصمیم است گروه‌های مختلف تصمیم‌گیرنده در تصمیم‌گیری‌های خود متکی به پیش بینی هستند. هرقدر پیش‌بینی‌ها دقیق‌تر باشد، قابل اتکاتر بوده و می‌تواند دید مناسبی به سرمایه گذاران بدهد. سرمایه گذاران تا جای ممکن سعی دارند منابع مالی خود را در جایی سرمایه‌گذاری نمایند که بیشترین بازده و کمترین ریسک را داشته باشد. برای انجام سرمایه‌گذاری، امنیت لازم است یعنی باید ریسک را کنترل نمود یا کاهش داد. ریسک جز لاینفک سرمایه گذاری و معیاری مهم در تصمیم‌گیریهای سرمایه‌گذاری محسوب میشود. یکی از مشکلات اساسی در ارزیابی سرمایه‌گذاری ها، تمایل سرمایه گذاران به تمرکز بر بازده سهام و عدم توجه کافی به ریسک سرمایه گذاری است. شناسایی انواع ریسک، اندازه گیری، پیش بینی و مدیریت آن از اهمیت بالایی برخوردار است و همواره یکی از موضوع های مورد توجه محافل علمی و دانشگاهی بوده است. در حقیقت به علت اهمیت مقدار ریسکی که در مقابل یک هدف سرمایه‌گذاری وجود دارد، محاسبه دقیق و برآورد آن بسیار ضروری می‌باشد، چرا که محاسبات اشتباه می‌تواند سازمانی را به ورشکستگی بکشاند. از جمله مسائلی که همیشه ذهن فعالان بازار سرمایه را به خود مشغول نموده، این موضوع است که در طی روزهای آینده به چه میزان امکان دارد، ثروتشان از بین برود و به عبارتی به چه میزان دارایی‌های مالی آنها دچار ریسک گردد. از جمله دلایل عمده تمرکز این مطالعات و پژوهشها بر روی موضوع پیش بینی ریسک، ویژگی نوسان پذیری و غیر خطی بودن آن است.

در محاسبه بازده دچار مشکل زیادی نمی‌شویم ولی آنچه ما را دچار مشکل می‌نماید، بحث چگونگی محاسبه و پیش‌بینی ریسک است که یک متغیر کیفی است. در گذشته روشهای سنتی نظیر رگرسیون با موفقیت‌های نسبی همراه بودند ولی به دلیل رفتار غیرخطی و آشوبگونه در بورس، نتایج آنها نتوانسته نیازهای پژوهشگران را تامین نماید. از این رو، امروزه در مسائل پیش‌بینی مربوط به بازار سهام از مدلهای محاسباتی نرم، نظیر شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدلهای ترکیبی مانند انفیس به طور گسترده استفاده می‌شود، زیرا این گونه الگوها، ابزارهایی

دقیق برای رهگیری رفتارهای غیرخطی و ارائه پیش بینی در فضاهای مغتشش هستند. طی سالهای اخیر، ارزش در معرض خطر به عنوان یک سنجه ریسک، جای خود را برای اندازه گیری انواع ریسک ها باز کرده است. دلیل محبوبیت و همچنین عمومیت این روش، سادگی آن در ایجاد شکل آماری خلاصه از زیان‌های بالقوه، طی یک افق زمانی معین بود. اگرچه ارزش در معرض ریسک، معیار مورد توجهی در مدیریت ریسک می‌باشد و علی رغم کارآیی بالای این مدل به دلیل برخی نارسایی‌ها استفاده کنندگان می‌بایست به محدودیت‌های سنجه VaR واقف باشند. از جمله اینکه این سنجه به دلیل نداشتن ویژگی جمع پذیری یک سنجه منسجم ریسک نیست. بی ثباتی این معیار در سناریوهای مختلف ارزیابی از مشکلات اصلی بکارگیری آن میباشد. در بکارگیری VaR، برقرار نبودن جمع پذیری و تحدب در مواجهه با توزیع‌های غیربیضوی نقصان بااهمیتی شمرده می‌شود. بنابراین ارزش در معرض خطر با وجود مقبولیتی که در میان فعالان ریسک پیدا کرده است، به دلیل عدم برخورداری از ویژگی انسجام، یک سنجه تمام عیار نیست. بدین ترتیب می‌بایست علاوه بر VaR سنجه‌های دیگری را نیز برای برآورد ریسک مد نظر قرار بدهیم.

ارزش در معرض خطر شرطی به عنوان معیار جذابی از ریسک (معیار ریسک منسجم) محسوب می‌شود که در سالهای گذشته مورد استقبال قرار گرفته و به تدریج به عنوان ابزاری مفید برای اندازه گیری ریسک و مدیریت آن مطرح گردید که آنرا با نماد CVaR نشان می‌دهند. به خاطر مزیت‌هایی مثل تحدب، این سنجه ریسک بسیار محبوب گشته است.

جهت پیش بینی ریسک تاکنون مدلهای مختلفی ارایه شده است که هر یک به نوبه خود دارای نقاط قوت و ضعفی بوده‌اند. برخی از لحاظ کمبود مبانی نظری مناسب دارای ضعف بوده و برخی دیگر علی‌رغم بهره بردن از مبانی نظری مناسب در عمل کارآیی مناسبی از خود نشان نداده اند. ارائه الگو یا مدلی مناسب برای برآورد ریسک منسجم که هم به سرمایه گذاران کمک نماید و هم خطرات غیرمنتظره‌ای که ممکن است شرکت‌ها را تهدید کنند، پیش بینی نماید و باعث هدر نرفتن سرمایه شرکت و استفاده بهینه از این سرمایه ها در مسائل سودآور شود، امری بسیار مهم در بازار سرمایه است. مبنابراین هدف از تحقیق حاضر ارائه و معرفی یک مدل ترکیبی پیش بینی از ریسک منسجم با استفاده از سیستم استنتاج شبکه عصبی فازی و مبتنی بر مدلهای مارکوف سوئیچینگ و مدلهای خانواده گارچ است، با دستیابی به چنین الگویی می‌توان امنیت سرمایه گذاری در بازار سهام را افزایش داد.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه تحقیق

رویکردهای مختلفی برای بررسی، آزمون و مدلسازی داده های مرتبط با ریسک استفاده شده است. از جملهٔ این روشها می‌توان به روشهای کلاسیک مانند رگرسیون اشاره کرد که نتایج قابل توجهی را هم در این زمینه به دنبال داشتند، اما نتوانسته بطور کامل به دغدغه های پژوهشگران این عرصه پاسخ بدهد. کاربرد این روشها صرفاً به خاطر ساده بودن تفسیر ضرایب برآوردی و همچنین به دلیل پیاده سازی آسان آنها بوده، بنابراین، تلاش جهت دستیابی به مدل دقیق تر و بهتر همواره در جریان بوده است.

مدلهای چند متغیره خودرگرسیونی مشروط بر ناهمسانی واریانس یکی از معمولترین مدلهای استفاده شده برای مطالعه نوسان پذیری داراییهای مالی بوده است. با وجودی که مدلهای گارچ توانسته نوسانات بازار را بطور مناسب پیش بینی نماید، اما موفقیتی در تبیین و پیش بینی تغییرات نهایی در داده های سری زمانی نداشته است. بدلیل این نقص، یکی از نقاط تمرکز در تحقیقات جاری، کار روی مدلهایی است که می‌تواند قسمتهای غیرخطی سریهای زمانی را بهتر بشناسد، عمده تلاشها متمرکز بر استفاده از روشهای هوش مصنوعی مانند شبکه عصبی مصنوعی بوده است. استفاده از الگوریتم شبکه های عصبی مصنوعی در بازار سهام و در مقوله ریسک از این جهت رواج یافته که بیشترین تخمین نظری را از هر تابع غیرخطی با حداقل خطا ممکن ساخته است. همچنین استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی در عمل، باعث بهبود سیستم‌های پیش بینی و افزایش توان پیش بینی در مدلهای اقتصادسنجی شده است. از نظر اقتصادی، رفتار نوسان پذیری یک دارایی با متغیرهای اقتصاد کلان دیگری نیز ارتباط دارد و از آن متغیرها تاثیر می‌پذیرد. شناسایی متغیرهای اقتصاد کلان تأثیرگذار بر داراییهای مالی که الزاماً متغیرهای اقتصادی یک مدل اقتصادی نیستند، از اهمیت خاصی در مدلهای پیش بینی برخوردار است. همانطور که اثر متغیرهای اقتصادی می‌تواند غیرخطی باشد، مداخله این متغیرها در مدلهای پیش بینی منجر به برآوردهای اشتباه نیز می‌شود. بنابراین متغیری که می‌تواند در یک مدل خطی اثرگذار باشد، نمیتواند ورودی خوبی برای مدل شبکه عصبی مصنوعی باشد و بالعکس یک متغیر نامربوط در مدل خطی میتواند ورودی خوبی برای مدل شبکه عصبی مصنوعی باشد. یکی از ضعفهای بکارگیری مدل خود رگرسیو (AR) برای متغیرهای اقتصاد کلان مؤثر بر قیمت سهام، فصلی بودن و تبعیت از روند زمانی این متغیرهاست. مدلهای رژیم چرخشی، اغلب برای پوشش اینگونه ضعف استفاده میشود، چرا که پویایی لازم برای مدل کردن متغیرهای وابسته به روند زمانی را دارند. مدل مارکوف سوئیچینگ (MS) برای این مساله میتواند استفاده شود. استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ هر عامل یا متغیرهای اقتصاد کلان مؤثر بر قیمت سهام را در حالتهای نوسان بالا و پایین دسته بندی کرده و به متغیر خطی تبدیل می‌کند. این حالتها برای تبیین تغییرات مختلف در نوسانات یک دارایی به صورت یک مدل خطی استفاده می‌شود. با این حال، فراشناختی که بتواند روابط غیر خطی را توضیح دهد، نتایج بهتری ارائه می‌دهد.

برای مشاهده ارتباط واقعی بین حالتهای متغیر و دارایی مورد بررسی، تکنیک‌های متعددی مانند الگوریتم ژنتیک (GA)، ماشین بردار پشتیبان(SV)، سیستم استنتاج شبکه عصبی فازی(ANFIS) مطرح شده است. استفاده از رویکرد سیستم استنتاج شبکه عصبی فازی در تحقیقات مختلف پیش بینی مناسبی را در شرایطی که متغیرهای اقتصاد کلان ممکن است بر رفتار دارایی و خود دارایی تاثیر بگذارد، ارائه داده است. بیشتر محققان بر این باورند که اندازه گیری مرسوم ریسک عیناً نگرانی سرمایه گذار را منعکس نمیکند. استفاده از واریانس برای یک دارایی که دارای توزیع نرمال باشد و در بازاری کارآ معامله شود، معیار قابل قبولی است. حال اگر این دو خصوصیت برای دارایی وجود نداشته باشد، استفاده از آن با مشکل روبرو میشود. از این رو ریسک را به دو دسته مطلوب و نامطلوب تقسیم میکنند. سرمایه گذاران در واقع بیشتر نگران ریسک نامطلوب هستند. تحقیقات زیادی نشان داده که اکثر سری های زمانی مالی، دنباله کلفت و نامتقارن Fat Tail هستند. از این رو توزیع بازدهی در این بازارها نرمال نیست و بر این اساس نظریه پورتفوی بهینه مبتنی بر ریسک نامطلوب مطرح شد. در این تئوری، تنها نوسانهای

پایین تر از میزان بازده هدف سرمایه گذار، مشمول ریسک هستند و این مساله در حالی است که همه نوسانهای بالاتر از این هدف به عنوان یک فرصت به منظور دستیابی به میزان بازدهی مطلوب محسوب می‌شود. به عبارت بهتر، ریسک مطلوب شامل فرصت‌های ارزشمند سرمایه‌گذاری می‌شود که افزایش بازدهی مالی را به همراه دارد، اما ریسک نامطلوب بیانگر احتمال زیان است. یعنی آن دسته از مشاهداتی که بازده شان کمتر از بازده قابل قبول می باشد. بنابراین روشهای معمول پارامتری و ناپارامتری مانند توزیع نرمال و روش شبیه سازی تاریخی (Historical Simulation) در برازش دنباله کرانی توزیع، ضعیف عمل می‌کنند و از توزیع‌هایی مانند تی استیودنت (Student-T) و نظریه مقدار کرانی (Extreme Value Theory) برای برازش توزیع باقی‌مانده‌ها در این مدل استفاده می‌شود. این تئوری بین نوسان‌های مطلوب و نامطلوب وجه تمایزی آشکار قایل می‌شود.

لذا سنجه های ریسکی که انتهای دنباله بازده ها را در نظر می‌گیرند، کارآیی بیشتری دارند به این دلیل معیارهای دیگری برای ریسک مطرح میشود که نیمه واریانس و نیم بتا و ارزش در معرض خطر از جمله آنهاست. معیار Var از دهه ۱۹۹۰ به بعد محبوبیت و کاربرد روزافزونی یافته است . در چارچوب مالی کلاسیک انتظار میرود نوسان پذیری بالاتر، مترتب بازده مورد انتظار بالاتری است. به رغم مبانی بنیادین پشتوانه رابطه مثبت ریسک و بازده و شواهد تجربی متعدد، برخی شواهد تجربی نظیر آنگ و همکاران (۲۰۰۶، ۲۰۰۹) نشان داد رابطه متغیرهای اخیر، معکوس بوده و سهام با نوسان پذیری پایینتر در مقایسه با سهام دارای نوسان پذیری بالاتر، متضمن بازده مورد انتظار بالاتری است. یافته اخیر، چالش اساسی مالی کلاسیک محسوب میشود لذا مطالعات بسیاری در جهت راستی آزمایی یافته‌های آنگ و همکاران صورت گرفت. یکی از نکاتی که منجر به تدقیق رابطه ریسک و بازده می‌گردد، توجه به توزیع بازده سهام است. در مدلهای کلاسیک فرض بر این است که توزیع بازده دارایی، نرمال است. با این حال، شواهد بسیاری حاکی از آن است که توزیع بازده نرمال نیست. مادامی که توزیع بازده سهام، نرمال باشد انحراف معیار به عنوان یکی از معیارهای مناسب، تداعی کننده ریسک خواهد بود. اما به محض اینکه توزیع بازده سهام از توزیع نرمال فاصله بگیرد، انحراف معیار کارآیی خود را از دست می‌دهد. در صورت غیرنرمال بودن توزیع بازده، استفاده از معیارهای ریسک نامتقارن نظیر ارزش در معرض خطر مورد توجه قرار می‌گیرد. بر همین اساس، می‌توان استدلال نمود رابطه معکوس نوسان پذیری و بازده سهام ناشی از کاربرد معیارهای اندازه-گیری ریسک نظیر انحراف معیار است و در صورت استفاده از سنجه‌های نامتقارن، رابطه مذکور تایید نمی‌گردد. مدیریت ریسک مالی از زمان آغاز پیمان باسل در سال ۱۹۹۶ نقش کلیدی را در بازارهای مالی ایفا نموده، این امر پیش بینی نوسانات را به یک ضرورت برای مدیریت ریسک در بسیاری از نهادهای مالی دنیا تبدیل کرده است. مدیریت ریسک با معرفی ارزش در معرض خطر به واقع یک انقلاب در سالهای اخیر تجربه کرده، این روش جدید محاسبه ریسک که در پاسخ به فاجعه مالی اوایل دهه ۱۹۹۰ توسعه پیدا کرد یک سنجه آماری محاسبه ریسک نامطلوب بر مبنای موقعیت فعلی آن میباشد، مهمترین مزیت VaR خلاصه کردن ریسک در یک محدوده قابل فهم میباشد.

ابزار ارزش در معرض خطر که برای اولین بار توسط ری و تلسر مطرح، ولی توسط بامول در سال ۱۹۶۳ به صورت دقیقتر بیان گردید، اما بخاطر پیچیدگی محاسبات مورد استقبال قرار نگرفت، هر چند که دارای کارآیی

زیادی بود. به همراه توسعه کامپیوتر این ابزار جایگاه خود را در بین قانون گذاران و سازمانهای نظارتی (کمیته بازل و کمیسیون اوراق بهادار) باز نمود و در حال حاضر بعنوان ابزاری قدرتمند در سطح گسترده برای محاسبه ریسک بازار، ریسک اعتباری، ریسک عملیاتی و سایر ریسکها مورد استفاده قرار می‌گیرد. طی سالهای اخیر، ارزش در معرض خطر به عنوان یک سنجه ریسک، جای خود را برای اندازه گیری انواع ریسک ها باز کرده است. دلیل محبوبیت و همچنین عمومیت این روش، سادگی آن در ایجاد شکل آماری خلاصه از زیان‌های بالقوه، طی یک افق زمانی معین بود.

ارزش در معرض خطر، برخلاف سنجه‌های سنتی ریسک، نمایی کلی و جامع از ریسک پرتفوی ارائه می نماید. در نتیجه ارزش در معرض خطر، در واقع سنجش ریسک با نگاهی آینده نگر میباشد که برای تمام انواع اسناد مالی کارآیی دارد. مدل ارزش در معرض خطر دربردارنده سه عامل اصلی افق زمانی، سطح اطمینان و میزان سرمایه است.

در واقع Var، مبلغی از ارزش پرتفوی را که انتظار میرود ظرف یک دوره زمانی مشخص و با میزان احتمال معین از دست برود، مشخص میکند. اگرچه ارزش در معرض ریسک، معیار مورد توجهی در مدیریت ریسک می‌باشد و علی رغم کارآیی بالای این مدل به دلیل برخی نارسایی‌ها استفاده‌کنندگان می‌بایست به محدودیت‌های سنجه VaR واقف باشند. از جمله اینکه این سنجه به دلیل نداشتن ویژگی جمع پذیری یک سنجه منسجم ریسک نیست. بی ثباتی این معیار در سناریوهای مختلف ارزیابی از مشکلات اصلی بکارگیری آن می‌باشد.

در بکارگیری VaR، برقرار نبودن جمع پذیری و تحدب در مواجهه با توزیع های غیربیضوی نقصان بااهمیتی شمرده می‌شود. بنابراین ارزش در معرض خطر با وجود مقبولیتی که در میان فعالان ریسک پیدا کرده است، به دلیل عدم برخورداری از ویژگی انسجام، یک سنجه تمام عیار نیست. بدین ترتیب می‌بایست علاوه بر VaR سنجه‌های دیگری را نیز برای برآورد ریسک مد نظر قرار بدهیم. ارزش در معرض خطر شرطی به عنوان معیار جذابی از ریسک (معیار ریسک منسجم) محسوب می‌شود که در سالهای گذشته مورد استقبال قرار گرفته و به تدریج به عنوان ابزاری مفید برای اندازه گیری ریسک و مدیریت آن مطرح گردید که آنرا با نماد CVaR نشان می‌دهند. به خاطر مزیت‌های مثل تحدب، این سنجه ریسک بسیار محبوب گشته است .معیار ارزش در معرض خطر شرطی علاوه بر دارا بودن تمام خصوصیات معیار ارزش در معرض خطر (VaR) دارای مزایای بیشتری از قبیل سادگی محاسبات، معیار دقیقتر ریسک و درنظرگرفتن احتمالات مختلف برای حالات مختلف میباشد. این معیار زیان مورد انتظار را برابر و یا بالاتر از ارزش در معرض ریسک، در سطح اطمینان مشخص، برآورد میکند.

CVaR به عنوان میانگین وزنی میان VaR و زیان های مورد انتظاری که بزرگتر از VaR هستند، تعریف میشود. در نتیجه CVaR یک حد بالایی برای VaR تعریف می‌نماید. با این وجود CVaR یک تابع محدب است و برای محاسبات سناریو مناسب میباشد. راکفالر (۲۰۰۰) نشان داد که با بکارگیری تکنیکهای برنامه ریزی خطی، میتوان CVaR را حداقل ساخت که این امر موجب میشود شاخص CvaR در مقایسه با VaR در مدیریت پورتفوی بسیار اثربخش تر باشد. آرتزنر (۱۹۹۹) و راکفالر (۲۰۰۲) عنوان نمودند که VaR معیار منسجمی نبوده و CvaR میتواند ویژگیهای مدنظر برای شاخص ریسک را فراهم سازد و در نتیجه بکارگیری آن بر مزیت دارد. سال ۱۹۹۷

در مقاله Artzner مفهوم اندازه ریسک منسجم را معرفی کرد. با توجه به جنبه احتیاطی ارزش در معرض ریسک شرطی و کاربرد بیشتر آن در سالهای اخیر، در تحقیق پیش رو بر این معیار به عنوان شاخص ریسک تمرکز شده است.

یکی از سوالات مهم در مورد معیارهای ریسک این است که کدامیک از معیارها برای سنجش ریسک مناسبترند. آرتزنر و همکاران (۱۹۹۹) معیاری برای این منظور ارائه کردند. بنا به دلایل اقتصادی آنها به این نتیجه رسیدند که هر اندازه ریسک باید در چهار اصل موضوع به نام اصول موضوعه انسجام صدق کند تا بتوان از آن به عنوان یک اندازه ریسک مناسب یاد کرد. این چهار اصل موضوعه، پایایی نسبت به انتقال، یکنواختی، زیرجمع پذیری و همگنی مثبت هستند. علاوه بر ویژگی انسجام، مدیران ریسک، کارگزاران و کارشناسان اقتصادی، ویژگی‌های دیگری نیز در انتخاب یک معیار به منظور سنجش ریسک مد نظر قرار داده‌اند. از مهمترین این ویژگی‌ها می‌توان به سادگی برآورد، انعطاف پذیری بالا، قابلیت سنجش مناسب ریسک در شرایط بحرانی بازار و نیز کارآمدی مناسب در شرایط عادی بازار اشاره کرد. با توجه به موارد فوق، معیار VaR به سادگی برآورد می‌شود و در شرایط عادی بازار نیز ریسک را با دقت مناسبی سنجش می‌کند. اما این معیار، عملکرد مناسبی در شرایط بحرانی بازار ندارد. در ضمن از مهمترین معایب این معیار می‌توان به عدم ویژگی انسجام اشاره کرد. (آرتزنر و همکاران، ۱۹۹۹)

در مدلهای اقتصادسنجی سنتی، ثابت بودن واریانس جملات اخلال همواره یکی از فروض اصلی و کلاسیک اقتصادسنجی به حساب می‌آید. انگل برای رهایی از این فرض محدودکننده روش جدیدی موسوم به ARCH را پایه گذاری کرد. یکی از دلایل استفاده از مدلهای ARCH وجود خطاهای پیش بینی کوچک و بزرگ در خوشه‌های مختلف یک سری می‌باشد؛ به طوری که یک سری می‌تواند در طی سال‌های مختلف، رفتارهای متفاوتی از خود نشان دهد. در چنین شرایطی انتظار بر این است که واریانس در طول زمان ثابت نبوده و تابعی از رفتار جملات خطا باشد. در واقع مزیت مدلهای ARCH این است که می‌تواند روند واریانس شرطی را با توجه به اطلاعات گذشته خود توضیح دهد. یکی از کارآمدترین ابزارهای ریاضی و آماری برای تخمین و برآورد ارزش در معرض خطر به خصوص برای پرتفوی های نامتقارن، نامتجانس و پرنوسان که دارای ناهمسانی واریانس نیز هستند، مدلهای اتورگرسیو شرطی تعمیم یافته است. ارتزنز، دلباین، ایبر و هیس (۱۹۹۹) اندازه‌های منسجم ریسک را بر اساس چهار اصل موضوعه تعریف کردند. ماچینا و روثچایلد (۲۰۰۸) یک جمع بندی از معیارهای ریسک و تلقی نسبت به مفهوم ریسک تا قبل از ۲۰۰۷ را ارائه کرده‌اند. آومان و سرانو اندازه اقتصادی ریسک را مطرح کردند و شاخص ارائه شده را با دیگر اندازه‌های ریسک مانند پراکندگی (مارکویتز، ۱۹۵۲) نسبت شارپ (شارپ، ۱۹۶۶) اندازه در معرض ریسک (پیرسون، ۲۰۰۲) و اندازه ریسک منسجم (آرتزنر و همکاران، ۱۹۹۹) مقایسه کردند.

با مروری بر ادبیات مالی می‌توان روش‌های مختلفی برای پیش‌بینی مشاهده کرد. این روش‌ها عبارتند از: رگرسیون خطی، روش ARIMA ، سری‌های زمانی، هموارسازی نمایی، طرح خودسازماندهی کوهونن، روش باکس جنکینز، روش اتورگرسیون، روش عصبی فازی انطباقی، روش فازی از نوع تاکاگی-ساگنو، تکنیک مرکز داده‌ها و پیش‌بینی فضای خاکستری فازی و روش رگرسیون چندگانه. مطالعات گذشته نشان می‌دهد این روش‌ها برای پیش‌بینی در بازار سهام استفاده شده است. با توجه به اهمیت برآورد نوسان پذیری، روشهای متفاوتی برای برآورد

نوسان پذیری مورد استفاده قرار گرفت و مدلسازی نوسان پذیری مورد توجه قرار گرفت. مدلهای نوسان پذیری توسط مطالعات مختلفی مانند بولرسو (۱۹۸۶)، بلرسو چو و کرونر (۱۹۹۲)، نلسون (۱۹۹۱) برا و هیگینز (۱۹۹۳)، بلرسو، انگل و نلسون (۱۹۹۴) و پون و گرنجر (۲۰۰۲) توسعه داده شد، اما مطالعه ابتدایی در این زمینه مطالعه انگل (۱۹۸۲) بوده که مدلهایARCH را معرفی کرد که سپس توسط بولرسو (۱۹۸۶) به مدل GARCH ارتقا پیدا کرد. پس از آن طیف وسیعی از مدلهای GARCH مورد استفاده قرار گرفت.

چن و همکاران در سال (۲۰۱۳) مدل دیرش مولتی‌فرکتال مارکوف-سوئیچینگ را معرفی کردند. در مقایسه با مدل‌های دیرش سنتی که از فرآیندهای از نوع GARCH الهام گرفته شده است، مدل جدید، فرآیند MSM که توسط کالوت و فیشر (۲۰۰۴) مطرح شد، را استفاده می‌کند، و بنابراین می‌تواند ویژگی حافظه بلندمدت دیرش‌ها را لحاظ کند. با استفاده از مدل MSMD (دیرش مولتی‌فرکتال مارکوف-سوئیچینگ) برای داده‌های دیرش بیست سهم که بطور تصادفی از میان شاخص S&P100 انتخاب شده‌اند و مقایسه آن با مدل دیرش شرطی اتو رگرسیو(ACD)، آنها دریافتند که در افق‌های زمانی کوتاه‌مدت هر دو مدل منجر به نتایج تقریباً یکسانی می‌شوند اما در افق زمانی بلندمدت مدل MSMD بر مدل ACD برتری دارد.

کریسجانپولر و همکاران (۲۰۱۴) به پیش بینی نوسانات با استفاده از مدل شبکه های عصبی ترکیبی پرداختند. در این تحقیق از یک مدل شبکه عصبی مصنوعی برای بهبود پیش‌بینی مالی استفاده شد. نتایج تحقیق نشانگر کاهش قابل ملاحظه در خطای پیش بینی بود. در این تحقیق، آزمایش مدل ترکیبی شبکه عصبی-گارچ برای پیش بینی نوسانات در سه شاخص شاخص بورس اوراق بهادار آمریکای لاتین از برزیل، شیلی و مکزیک انجام شده است. جزئیات روش و کاربرد پیش بینی نوسانات سری های مالی با استفاده از مدل ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی ارائه شده است. نتایج نشان داد که مدل شبکه عصبی مصنوعی می‌تواند عملکرد پیش بینی مدل گارچ را در سه بازار آمریکای لاتین مورد بررسی قرار دهد و نتایج برای هر یک از مشخصات شبکه‌های عصبی مصنوعی(ANN) و اندازه گیری‌های متغیر نوسانات قوی و سازگار است.

دش و دش به ارائه یک مدل گارچ محاسباتی با استفاده از مدل ترکیبی فازی تکاملی برای پیش بینی نوسانات بازار سهام پرداختند. بر خلاف شبکه عصبی فازی معمولی، مدل پیشنهادی از یک شبکه عصبی پیوندی کاربری (FLANN)در قسمت بعدی قوانین فازی برای ارائه نقشه بهبود استفاده می‌کند. نتایج نشان می دهد که روش پیشنهادی بهبود قابل توجهی در عملکرد پیش بینی نوسانات در مقایسه با سایر مدل های مشخص شده ارائه می‌دهد. کریجانپولری و میشل (۲۰۱۸) تحقیقی با عنوان "مدل پیش بینی ریسک بازار سهام از طریق ترکیب رژیم چرخشی، فازی و گارچ ارائه دادند. جامعه آماری منتخب در این تحقیق سه بازار بزرگ سهام آمریکای لاتین را شامل برزیل، مکزیک و شیلی بود. اهمیت این تحقیق ارائه یک روش برای پیش بینی صحیح‌تر شاخص بازار و افزایش توان پیش‌بینی بازار سهام منتخب بود. برای این کار ابتدا نوسانات سه شاخص بازار سهام با استفاده از مدلهای مختلف گارچ پیش‌بینی شد. سپس با استفاده از مارکوف سوئیچینگ، وضعیت عوامل یا متغیرهای اقتصاد کلان موثر بر شاخص‌های بازار سهام مشخص و با مدل سیستم استنتاج فازی (ANFIS) ترکیب شد تا اثر آن بر هر شاخص‌مشخص شود. سرانجام برای بهینه کاوی از بین مدلهای گارچ همراه با اثرات ترکیبی عوامل خارجی، از

الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی (ANN) استفاده شد. نتایج نشان داد که مدل ارائه شده قادر به افزایش توان پیش‌بینی در مدلهای گارچ MAPE و RMSE است و برآورد صحیح تری از نوسان بازار سهام ارائه می‌دهد.

ییینگ وی و همکاران (۲۰۱۱) با بکارگیری مدل شبکه عصبی فازی، بازارهای سهام تایوان را بررسی کرده اند. نتایج این پژوهش بیانگر برتری مدل های شبکه عصبی فازی بر مدل های شبکه عصبی مصنوعی و مدل های آماری از جمله مدل های سری زمانی بوده است. سونی (۲۰۰۵) روشهای پارامتریک محاسبه‌ی ارزش در معرض ریسک برای پرتفوی های شامل سواپ میزان بهره در بازار هند را مقایسه کرده است. در این مطالعه از روش های میانگین متحرک موزون نمایی و گارچ، برای محاسبه‌ی VaR و پیش بینی نوسانات استفاده شده است. نتایج حاکی است که مدل GARCH(1,1) نسبت به شیوه‌ی دیگر نتایج دقیقی را ارائه دهد.

در ایران مطالعات صورت گرفته در حوزه طراحی مدل پیش بینی بیشتر بر روی شاخص بورس، قیمت سهام شرکتها و یا ورشکستگی آنها بوده است، در زمینه ریسک نیز بیشتر حول میانگبن و واریانس و ارزش در معرض خطر بوده است در ارتباط با محاسبه ارزش در معرض خطر پژوهش‌هایی با استفاده از متدهای مختلف انجام شده است که هر کدام نسبت به دیگری نتایج متفاوتی دست پیدا کرده اند که به تعدادی از آنها اشاره می‌شود.

نظیفی نایینی و همکاران (۱۳۹۱) مطالعه‌ای تحت عنوان " مدل‌سازی و پیش بینی نوسانات بازار سهام با استفاده از مدل انتقالی گارچ مارکف" قدرت برازش و قدرت پیش‌بینی مجموعه‌ای از مدل های انتقالی گارچ مارکف را با استفاده از داده‌های بازار بورس اوراق بهادار تهران، طی سال های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ مقایسه کردند. در این تحقیق، از مدل انتقالی گارچ مارکف برای پیش بینی نوسانات در بازار بورس اوراق بهادار تهران در افق‌های پیش‌بینی کوتاه‌مدت شامل یکروزه و پنج روزه و دوره بلندمدت شامل ده روزه و ۲۲ روزه استفاده شده است. نتایج تجربی نشان می‌دهد برای پیش‌بینی نوسانات بازار سهام ایران، عملکرد مدل‌های گارچ- مارکوف با توزیع خطای t و با درجهٔ آزادی متغیر بین دو رژیم، بسیار بهتر ازمدل‌های گارچ معمولی است. حتی در برازش و بررسی‌های داخل نمونه‌ای نیز این نوع از مدل‌های انتقالی مارکف، رتبهٔ اول را در زمینه قدرت برازش به خود اختصاص دادند.. نادمی و همکاران (۱۳۹۴) به معرفی یک الگوی جدید برای پیش بینی نوسانات شدید بازدهی بازار سهام تهران پرداختند. بدین منظور با برآورد مدل مارکوف سوئیچینگ گارچ، نوسانات بازدهی سهام مدل سازی شد. با برآورد این مدل، ماتریس احتمالات انتقال دو وضعیت پر نوسان و کم نوسان بازدهی بازار سهام تهران محاسبه شد. با استفاده از این ماتریس می‌توان احتمال مواجهه شدن بازار با نوسانات شدید را در هر دوره پیش رو پیش‌بینی نمود و بدین ترتیب به یک الگوی مناسب برای پیش‌بینی نوسانات شدید دست یافت. با توجه به معیارهای انتخاب الگوی AIC و BIC، مدل رژیم چرخشی مارکوف با توزیع جی ای دی، بهترین مدل برای پیش‌بینی نوسانات در بازار سهام تهران است. بر اساس این الگو، در این مقاله الگوی هشدار پیش از وقوع نوسانات شدید در بازار سهام تهران ارائه شده است. با دستیابی به چنین الگویی می‌توان سیاست‌هایی را برای جلوگیری از وقوع چنین نوساناتی اتخاذ کرد و امنیت سرمایه‌گذاری در بازار سهام تهران را افزایش داد.

علیپور و همکاران (۱۳۹۷) به مدلسازی بازده مالی با استفاده از مدل "مارکوف ترکیبی متغیر با زمان نرمال پرداختند. در این تحقیق مدل نرمال ترکیبی به حالت مارکوف- نرمال ترکیبی گسترش یافت و وزن‌های ترکیبی

در هر وضعیت متغیر با زمان و تابعی از مشاهدات گذشته در نظر گرفته شده‌اند و به این ترتیب محدودیت ثابت بودن وزن‌ها مرتفع گردیده است. پارامترهای مدل پیشنهادی با استفاده از استنتاج بیزین تخمین زده شده‌اند و یک الگوریتم نمونه‌گیری گیبس برای محاسبه چگالی پسین ایجاد شد. کارایی الگوریتم نیز با شبیه‌سازی آزموده شده و سپس در حالت دو وضعیته، در هر وضعیت با یک و دو مؤلفه نرمال و در حالت محدودشده (میانگین صفر) توسط تابع درستنمایی مورد مقایسه قرار گرفته است. در انتها مدل ارائه شده برای بازده‌های روزانه شاخص اس اند پی ۵۰۰ (۲۰۱۵-۲۰۰۹) و شاخص کل بورس تهران (۱۳۹۴-۱۳۸۸) به کار رفت و نتایج نشان داد مدل مارکوف ترکیبی متغیر با زمان نرمال-گارچ با دو مؤلفه نتایج بهتری نسبت به حالت تک مؤلفه‌ای (مارکوف-گارچ) ارائه می‌دهد.

ساده و همکاران (۱۳۹۶) به طراحی و ارائه یک مدل پیش بینی قیمت سهام با استفاده از سیستم استنتاج عصبی فازی انطباقی و ترکیب آن با الگوریتم ژنتیک پرداختند که در آن از دو دسته مختلف متغیرهای فنی و بنیادی به عنوان ورودی های مدل استفاده شده است. خروجی‌های حاصل از شبکه نشان می‌دهد میزان خطای پیش بینی هر دو دسته از ورودی های بنیادی و فنی تا حد قابل قبولی پایین است و این سیستم‌ها از توانایی لازم برای پیش بینی قیمت روزانه سهام برخوردار می‌باشند. با توجه به ورودی های مشخص شده برای دو حالت بنیادی و فنی، مشاهده گردید که تقریباً تفاوت معناداری بین نتایج پیش بینی قیمت در این دو روش وجود ندارد. هر دو روش بنیادی و فنی به شرط آنکه حداقل یکی از ورودی های آنها وابستگی خطی با قیمت داشته باشد، قادر به پیش بینی قیمت روز آتی با ضریب خطای نسبتاً قابل قبولی خواهند بود. همچنین در خصوص سهامی که میزان نوسانات قیمتی آن زیاد است، استفاده از رویکرد شبکه عصبی منجر به افزایش سطح خطای پیش بینی خواهد گردید.

رهنمای رودپشتی و میرغفاری (۱۳۹۲) با استفاده از روش و داده های روزانه‌ی بازدهی سهام شرکتهای سرمایه گذاری فعال در بورس تهران، مقدار ارزش در معرض خطر سهام را در سطوح اطمینان مختلف محاسبه کرده‌اند. آنها در ادامه پورتفوی شرکتهای فوق را تشکیل داده و عملکرد معیار شارپ و معیار شارپ مبتنی بر ارزش در معرض خطر را مقایسه کرده‌اند. نتایج مطالعه بیانگر عملکرد بهتر مدل VaR بوده و نشان میدهد که این مدل از توان تبیین و قدرت پیش بینی بهتری برخوردار است.

۳- روش‌شناسی تحقیق

متغیرهای اقتصادی می‌توانند تخمین را بهبود دهند. لذا، در این تحقیق المان‌هایی که بر رفتار شاخص سهام اثرگذار هستند مورد بررسی قرارگرفته‌اند. در اینجا تمرکز بر تعیین دوره‌های نوسانی کم و زیاد برای این متغیرهای خارجی است که می‌تواند با استفاده از روش مارکوف سوئیچینگ[1] صورت گیرد. ازآنجایی‌که رابطه‌ی این فاکتورها با متغیرهای موردنظر ناشناخته است، مدل ANFIS پیشنهاد داده‌شده است که می‌تواند اثرات آن‌ها را شناسایی

[1] Markov Switching

کند. درنهایت، این اثرات به‌عنوان ورودی به شبکه‌ی CNN و بهترین مدل GARCH داده می‌شود تا بتواند عملکرد آن را بهبود دهد. در ادامه فرمول‌بندی مدل‌های ارائه داده‌شده موردبررسی قرارگرفته است.

مدل‌های GARCH

تحلیل مدلهای سری زمانی عموماً بر پایه فرض همسانی واریانس بنا شده اند که این مورد ممکن است در بسیاری از داده های سری زمانی خصوصاً داده های اقتصادی برقرار نباشد. بنابراین باید مدلهایی استفاده شوند که شروط ناهمسانی را در برازش مدلهای فوق در نظر میگیرند. یکی از خانواده‌های معروف این مدلها Arch است.

بارسلوف مدلهای تعمیم یافته Arch را معرفی کرد. این مدلها که به نام GARCH معروفند، به دلیل آنکه قابل فهم هستند و پیش بینی آنها آسان است در زمینه های مالی بسیار پر کاربرد هستند. مدل گارچ یکی از پر کاربردترین مدلهایی است که برای برآورد نوسانات بازدهی‌های روزانه به کار می‌رود. به طور کلی این مدل بدون انجام هیچگونه تحلیل آماری برای تشخیص ویژگی‌های داده‌ها، به خوبی برازش داده می‌شود.

محبوبیت این مدل ها از ساختار بسیار انعطاف پذیر و کمک به درک برخی از ویژگی های خاص سری های زمانی مالی مانند خوشه بندی نوسانات، ناشی میشود. معمولاً مدلهای گارچ می‌توانند پدیده نوسانات متغیر در طول زمان طی یک دوره طولانی را در نظر بگیرند و برآوردهای درون نمونه‌ای خیلی خوب ارایه دهند. (فرنچ و همکاران، ۱۹۸۷، فرانسس و وان دجک، ۱۹۹۶)

مدلسازی غیرمطمئن در سری‌های زمانی مالی در قالب مدلهای خود رگرسیونی شرطی ناهمسان واریانس (ARCH) با کار انگل (۱۹۸۲) مورد توجه قرار گرفت. به دنبال آن مدلهای ARCH متعددی مورد توجه قرار گرفتند که بیشترشان مدلهای تک متغیره بودند. سپس مدلهای GARCH و MGARCH مورد توجه قرار گرفتند. (انگل، فردریک، ۱۹۸۲)

مدل ناهمسانی واریانس شرطی تعمیم یافته توسط بولوسلیو مطرح شده است. مدل GARCH به صرفه است، به این معنی که ضرایب تخمینی مورد نیاز در آن بسیار کمتر از مدلARCH می‌باشد. میتوان نشان داد که مدل GARCH(1,1) در واقع مدل ARCH بی نهایت است؛ بنابراین مدل GARCH(1,1) تنها شامل سه پارامتر در معادله واریانس شرطی است و یک مدل بسیار به صرفه می‌باشد که اجازه می‌دهد تعداد بی نهایت از مجذور خطاهای گذشته بر روی واریانس شرطی جاری اثرگذار باشند. (بروکسل، سی ۲۰۰۸)

هم اکنون این امر به طور گسترده ای پذیرفته شده است که نوسانات مالی در طول زمان میان بازارها و دارایی‌های مختلف به موازات یکدیگر منتقل می‌شوند. بیشترین کاربرد مدل هایGARCH چند متغیره، مطالعه روابط میان نوسانات بازارهای مختلف است. یکی از مهمترین کاربردهای مدلهای MGARCH تخمین ماتریس کواریانس شرطی است که در مدیریت ریسک و انتخاب سبد سرمایه گذاری و بررسی مدلهای قیمت سهام اهمیت زیادی دارد.

راه دیگر برای در نظر گرفتن تأثیر اخبار خوب و بد بر واریانس، استفاده از متغیر دسته‌ای به شرح زیر است:

$$\sigma_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^{p} a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{p} \gamma_i S_{t-i} \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{p} b_j \sigma_{t-j}^2 \qquad ۵$$

که در آن S_{t-i} یک متغیر دسته‌ای برابر با صفر است اگر ε_{t-i} مثبت باشد و برابر با ۱ اگر ε_{t-i} منفی باشد. در این حالت، اثر شوک مثبت $a_i\varepsilon_{t-i}^2$ و تأثیر شوک منفی $(a_i+\gamma_i)\varepsilon_{t-i}^2$ است. با فرض تأثیر اخبار بد بر واریانس، انتظار داریم γ_i مثبت باشد. این مدل به GJR معروف است که توسط گلوستن و همکاران (۱۹۹۳) معرفی‌شده است. پس‌ازاین مدل‌های اولیه، تعدادی از مدل‌ها و توضیحات برای مدل‌سازی واریانس شرطی معرفی شدند. برخی از محققان سعی کردند به‌غیراز نوآوری مربعی موجود در مدل، که به مدل‌های GARCH-X معروف شده است، از متغیر توضیحی دیگری استفاده کنند. در سال ۲۰۰۳، انگل برای توصیف واریانس شرطی ابتدا از معیارهای واریانس استفاده کرد.در این تحقیق، هرچند نوعی بهبود در مدل‌های GARCH بود، اما درواقع، همان مشخصات GARCH-X بود. در حقیقت، واریانس تحقق‌یافته به‌عنوان یک متغیر برون‌زا به مدل GARCH اضافه شد.

$$\mathrm{E}[\mu_{s_t}\mu_{s_{t-r}}]=\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{M}\mu_j\mu_i\Pr\{\mathrm{s}_t=j,\mathrm{s}_{t-r}=i\} \qquad ۱۸$$

$$=\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{M}\mu_j\mu_i\Pr\{\mathrm{s}_t=j\,|\,\mathrm{s}_{t-r}=i\}\Pr\{\mathrm{s}_{t-r}=i\}$$

تخمین احتمال حالت‌ها

درحالی‌که توالی حالت برای یک رکورد مشاهده‌شده ناشناخته است، با توجه به متغیرهای مشاهده‌شده، می‌توان احتمال حالات خاص را تخمین زد. این ممکن است علاقه عملی داشته باشد. ما احتمالات حالت‌ها را به‌صورت زیر تعریف می‌کنیم.

$$\delta_i(t)=\Pr\{s_t=i|\boldsymbol{X}_T,\boldsymbol{\theta}\}, \qquad ۲۹$$
$$i=1,\ldots,M;\ t=1,\ldots,T$$

این احتمالات را می‌توان با الگوریتم بوام-ولش[1]، (۱۹۹۹) تعیین کرد که شامل احتمالات روبه‌جلو و عقب تعریف‌شده به‌صورت زیر است:

$$\alpha_i(t)=p(x_1,x_2,\ldots,x_t,s_t=i|\boldsymbol{\theta}) \qquad ۳۰$$

و

$$\beta_i(t)=p(x_{t+1},x_{t+2},\ldots,x_T|s_t=i,\boldsymbol{\theta}) \qquad ۳۱$$

[1] Baum-Welch

معماری ANFIS

مدلهای خطی نمی توانند پدیده های واقعی را به نحو مطلوب مدل سازی کنند. به همین دلیل، شبکه های عصبی با تقلید از کارکرد مغز انسان ایجاد شده اند. در شبکه های عصبی مصنوعی، هدف آن است که ساختاری مشابه ساختار ارگانیک مغز طراحی گردد که قدرت یادگیری، تعمیم دهی و تصمیم گیری داشته باشد. در واقع این شبکه همانند مغز انسان تجربه کسب کرده و سپس این تجربیات را، تعمیم میدهد. برای پیش بینی به روش شبکه های عصبی، سه مرحله آموزش، آزمایش و اجرا محقق میگردد. (نیکلا ۲۰۰۹)

از طرفی، سیستم های فازی بر اساس نظریه مجموعه های فازی پدید می آیند و برای شرایط عدم اطمینان به کار گرفته میشوند. این سیستمها بسیاری از مفاهیم و متغیرهای مبهم را به مدل ریاضی تبدیل نموده و تصمیم گیری در شرایط عدم اطمینان را بهبود میبخشند.

مفهوم منطق فازی نخستین بار در پی تنظیم نظریه مجموعه های فازی به وسیله پروفسور لطفی زاده (۱۹۶۵) در صحنه محاسبات نو ظاهر شد. منطق فازی از جمله منطق‌های چند ارزشی است و بر نظریه مجموعه های فازی تکیه میکند. مجموعه های فازی خود از تعمیم و گسترش مجموعه های قطعی به صورتی طبیعی حاصل می آید.

مجموعه فازی، مجموعه ای است که درجه عضویت اعضای آن میتواند در بازه پیوسته صفر و یک قرار گیرد که این مقادیر توسط تابع عضویت تعریف می‌شوند. بطور کلی، منطق فازی سه مرحله مشخص کلی دارد که عبارتند از:

۱) مرحله فازی سازی: داده های عددی را در حوزه دنیای واقعی با اعداد فازی در حوزه‌ی فازی تبدیل می‌کند.
۲) مرحله تجمیع: در این مرحله، محاسبه مقادیر فازی، همه بین صفر و یک، در حوزه فازی صورت میگیرد.
۳) مرحله عکس فازی سازی: تبدیل معکوس اعداد فازی به دست آمده در حوزه فازی، به داده های عددی در حوزه دنیای واقعی.

پارامترهایی که به طور خطی به خروجی مرتبط هستند را می توان با روش حداقل مجذورات تخمین زد. جهت بهینه سازی مقادیر این پارامترها می توان از الگوهای یادگیری مختلفی در شبکه های عصبی استفاده کرد. این الگوها بیان می‌کنند که در سطح محاسباتی، میتوان یک مدل فازی را به عنوان ساختاری لایه بندی شده شبیه به شبکه‌های عصبی مصنوعی در نظر گرفت. از این رو این رویکرد معمولا به عنوان مدلسازی عصبی-فازی شناخته میشود.شبکه عصبی فازی، یک طرح هوشمند ترکیبی است که از دو جز منطق فازی و شبکه های عصبی نشات گرفته است. شبکه های عصبی قابلیت یادگیری از روی داده ها را دارا هستند، در صورتی که راه حل های منطق فازی به آسانی قابلیت های اصلاح و بهینه سازی را امکان پذیر می سازند.(تسی چی، ۲۰۰۸)

منطق فازی می‌تواند توابع غیرخطی با هر درجه پیچیدگی را مدل‌سازی کند. می‌توان یک سیستم فازی را جهت هماهنگ ساختن با هر مجموعه داده‌ها از ورودی تا خروجی به وجود آورد. این فرآیندها به وسیله فنون تطبیقی مانند ANFIS که در جعبه ابزار منطق فازی وجود دارد، ساده سازی شده است.

گفته می شود اگر ریسک سهام افزایش یابد، قیمت آن کاهش می یابد. افزایش و کاهش در این جمله متغیر زبانی هستند، زیرا میزان دقیق افزایش و کاهش مشخص نیست. مجموعه‌های فازی برای بیان متغیرهای زمانی بوجود آمده اند. برای نشان دادن یک مجموعه فازی روش هایمختلف رایج است. یک روش، به کار بردن مستقیم تابع عضویت مجموعه فازی است. روش دیگر، توصیف یک مجموعه فازی به صورت مجموعه‌ای از زوج های مرتب است. منطق فازی که بر اساس تئوری مجموعه های فازی گسترش یافته است، ابزار مناسبی برای اینگونه مفاهیم و استدلالها، یعنی مفاهیم نادقیق و استدلاهای تقریبی است.

در سیستم های فازی مبتنی بر قواعد، ارتباط بین متغیرها به وسیله قواعد اگر-آنگاه نشان داده میشوند که شکل کلی آن به صورت زیر است:

اگر -قضیه مقدم- آنگاه- قضیه نتیجه

قضیه مقدم معمولاً یک قضیه فازی به شکل" x is A " است که در آن x یک متغیر زبانی و A یک عبارت (ثابت) زمانی است. ارزش درست قضیه (یک مقدار حقیقی بین صفر و یک) به درجه تطابق (شباهت) بین و بستگی دارد. بر حسب شکل قضیه مقدم، دو نوع اصلی از مدلهای مبتنی بر قواعد به صورت زیر متمایز می‌شوند:

- مدل فازی زبانی: هر دو قضیه مقدم و نتیجه موضوع فازی هستند.
- مدل فازی تاکاگی-ساگنو: قضیه مقدم فازی و قضیه نتیجه یک تابع ثابت است.

پارامترهایی که به طور خطی به خروجی مرتبط هستند را می‌توان با روش حداقل مربعات تخمین زد. به منظور بهینه‌سازی پارامترهایی که به طور خطی به خروجی مرتبط هستند، الگوریتم‌های یادگیری شناخته شده ای در زمینه شبکه های عصبی میتوان به کار برد. این فنون بیان می کنند که در سطح محاسباتی، یک مدل فازی را می‌توان به عنوان یک ساختار لایه بندی شده شبیه به شبکه‌های عصبی مصنوعی در نظر گرفت.

یکی از سیستم های عصبی – فازی معروف سیستم استنتاج عصبی – فازی انطباقی[1] (ANFIS) است که از مدل فازی تاکاگی-ساگنو جهت طراحی الگو استفاده می‌کند. در این مدل، سیستم بر اساس اطلاعات و ورودی‌های داده شده، روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته را آموزش می‌بیند و یاد می‌گیرد و خود را با توجه به روابط موجود در پارامترهای شبکه به روز کرده و با قواعد حاکم بر ورودی‌ها سازگار می‌سازد و تطبیق می‌دهد.

بنابراین از سیستم انتظار می‌رود که بر اساس آموزشی که دیده، توانایی برای پیش بینی پیدا نماید.در این روش خطای آزمایش مهم‌تر از خطای آموزش است. زیرا در هنگام آموزش و یادگیری سیستم، داده های آموزشی آنقدر تغذیه می‌شوند تا خطای آموزشی به اندازه قابل قبولی کاهش یابد. در این حالت می‌توان گفت سیستم، فرآیندها و قواعد گذشته حاکم بر روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته را فرا گرفته و می‌تواند به درستی پیش بینی نماید.

اگر خطای آزمایش کم باشد، آنگاه خطای پیش بینی نیز کاهش خواهد یافت، به عبارت دیگر اگر سیستم بتواند پیش‌بینی را با داده‌های آزمایشی با خطای کمی انجام دهد، آنگاه مقدار پیش‌بینی را با خطای کمی انجام

[1] Adaptive neuro fuzzy inference system

خواهد داد. در این سیستم تعدادی توابع عضویت وجود دارد که بر مبنای آنها درجه عضویت یک متغیر در دامنه {۱و۰} تعیین می‌شود. مهمترین این توابع عبارتند از تابع عضویت مثلثی دارای سه پارامتر، تابع عضویت ذورنقه‌ای دارای چهار پارامتر، تابع عضویت زنگوله‌ای دارای سه پارامتر، تابع عضویت گوسی نوع اول دارای دو پارامتر، تابع عضویت گوسی نوع دوم دارای چهار پارامتر و تابع عضویت هلالی دارای چهار پارامتر است.

روش مدل سازی استفاده شده در ANFIS مشابه با سایر روشهای تشخیص سیستم است. در مرحله نخست، سیستمی پارامتری فرض در نظر گرفته شده و سپس داده های ورودی و خروجی در شکلی قابل استفاده در ANFIS جمع آوری میشود. پس از آن، میتوان از این مدل برای آموزشFis استفاده کرد. عموماً این نوع مدلسازی در صورتی عملکرد خوبی دارد که داده های اعمال شده به در جهت آموزش شاخص‌های تابع عضویت، دربرگیرنده همه ویژگی‌های مدل FIS مدنظر باشد. در این سیستم تعداد تابع عضویت وجود دارد که بر مبنای آنها درجه عضویت یک متغیر در بازه یک و صفر تعیین میشود. برای سادگی فرض میشود که سیستم استنتاج فازی مورد نظر دو ورودی x1 و x2 و یک خروجی z دارد. برای مدل ساگنو مرتبه اول، مجموعه قواعد فازی اگر-آنگاه به صورت زیر است: یادگیری عصبی-انطباقی عملکردی مشابه با شبکه های عصبی دارد. با توجه به سه مرحله‌ی فازی سازی سیستم، ابتدا داده های ورودی را فازی سازی (نرمالیزه) کرده، سپس داده های فازی شده را به داخل جعبه ابزار گرافیکی ANFIS فراخوانی کرده و FIS موجود در جعبه ابزار ANFIS را معرفی میکنیم.

همچنین بر مبنای جعبه ابزار FIS که در جعبه ابزار گرافیکیANFIS به صورت انتخاب گزینه‌هایی با هشت نوع تابع مختلف در آمده است، بهترین تابع را انتخاب خواهیم کرد؛ چرا کهFIS در حقیقت فضای ورودی داده‌ها را به صورت فازی شبکه‌بندی می‌کند. بنابراین نوع تابعFIS برای فازی سازی فضای ورودی بسیار مهم است. برای انتخاب نوع تابع FIS، در جعبه ابزار گرافیکی بدین صورت عمل میکنیم که به علت حجم زیاد داده ها، هر تابع را برای پنجاه داده‌ی انتخاب شده به صورت تصادفی، اجرا کرده و مقادیر واقعی و مقادیر خروجی شبکه را به دست می آوریم. سپس خطاهای مربوط به هر تابع را محاسبه کرده و در نهایت، سیستم استنتاج فازی (FIS) بهینه را انتخاب کردیم. با وجودی که روش های پیشنهاد داده شده ی قبلی می توانند نتایج خوبی برای بازارهای مختلف در اختیار قرار دهند، هنوز هم مطالعه ی اینکه آیا این نتایج با تغییر پارامترهای مدل مانند نورون ها و لایه ها تغییر می کنند مورد توجه قرار دارد. لذا در این تحقیق، پارامترهای مدل اصلی تغییر کرده است و نتایج آن تحلیل شده است. همچنین MCS به منظور تعیین بهترین مدل و هر تابع هزینه مورد استفاده قرار گرفته است.نتایج حساسیت در ارتباط با بازار سهام در جدول ۴، ۵ و ۶ نشان داده شده اند. در این بازار، بهترین ساختار برای MS-FNN-GARCH حاصل شده است که در آن تعداد لایه ها ۲ و تعداد نورون ها ۵ است. با اعمال MS-FNN-GARCH و همزمان در هر MAPE، بهترین ساختار است.

جدول ۱- حساسیت مدل در ارتباط با نورون ها و لایه ها

مدل	MSE	Var	p-value	MAPE	Var	p-value
2*5	2.9e-07	-15.2%	0.504	0.735	-21.6%	0.00
2*10	3.02e-07	-13.9%	0.504	0.735	-21.6%	0.00
2*15	2.84e-07	-19.2%	1.000	0.702	-25.1%	1.00
2*20	2.86e-07	-18.5%	0.841	0.735	-21.6%	0.987
3*5	3.05e-07	-13.1%	0.434	0.780	-16.7%	0.00
3*15	3.02e-07	-13.8%	0.504	0.721	-23.0%	0.328
3*20	2.93e-07	-16.4%	0.504	0.714	-23.7%	0.979
4*5	3.17e-07	-9.4%	0.434	0.781	-16.6%	0.00
4*10	3.19e-07	-11.7%	0.434	0.747	-20.2%	0.00
4*15	3.10e-07	-11.6%	0.434	0.785	-16.2%	0.00

برای داده های در نظر گرفته شده در چهارچوب MS-RNN-GARCH بهترین پاسخ زمانی که تعداد لایه ها برابر با ۲ و تعداد نورون ها برابر با ۱۵ است به دست می آید. این ساختار قادر است تا MSE را به میزان ۳۳٪ درصد کاهش دهد.

۴-یافته های پژوهش

پژوهش حاضر با هدف توسعه مدل پیش بین ریسک منسجم در شرکت‌های بورسی انجام شده است. این پژوهش در ۴ مرحله انجام شد. در مرحله اول متغیرهای تحقیق توسط روش دلفی فازی شناسایی شدند. سپس متغیرهای تحقیق توسط رگرسیون مارکوف سوئیچینگ و رگرسیون گارچ برای محاسبه ریسک منسجم تخمین زده شدند. در نهایت نتایج رگرسیون گارچ به عنوان ورودی‌های مدل شبکه عصبی فازی ANFIS استفاده شد.

۴-۱- نتایج دلفی فازی

در بخش دلفی فازی، ابتدا ۱۴۲ متغیر توسط محقق بر اساس مبانی نظری و پیشینه پژوهش و برخواسته از صورتهای مالی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار شناسایی شدند. سپس توسط دو مرحله دلفی فازی از خبرگان و کارشناسان حوزه مدیریت ریسک خواسته شد موارد موثر بر ریسک را انتخاب نمایند. در نهایت برای ۱۱ متغیر، خبرگان به وحدت نظر و اجماع رسیدند. این ۱۱ متغیر عبارت بودند از: وجوه نقد و موجودی‌های نزد بانک‌ها، سرمایه گذاری‌های کوتاه مدت، حساب‌ها و اسناد دریافتنی تجاری، سایر حساب‌ها و اسناد دریافتنی تجاری، موجودی مواد و کالا، جمع دارایی‌های جاری، سرمایه گذاری‌های بلندمدت، سایر دارایی‌ها، سرمایه گذاری-ها و سایر دارایی‌ها،خالص دارایی‌های ثابت، جمع دارایی‌های غیر جاری

۴-۲- نتایج رگرسیون مارکوف سوئیچینگ

در این بخش، درجه‌های تاخیر بهینه و انتخاب مدل مناسب توسط معیار آکائیک و آزمون حداکثر درست نمایی محاسبه شد. مطابق با نتایج بدست آمده، با توجه به ساختار بازار سهام ایران و توسط آزمون‌های تشخیصی، از بین مدل‌های مورد نظر، مدل MSMA(2)-AR(2) به عنوان مدل بهینه انتخاب گردید. سپس انتخاب رژیم‌ها در مدل مارکوف سوئیچینگ نشان داد که با توجه به آزمون نسبت درست نمایی و با توجه به آنکه مقدار این آماره برای دو رژیم بیشتر از سه رژیم است؛ استفاده از روش مارکوف سوئیچینگ با دو رژیم برای استخراج مدل حاضر مناسب‌تر می‌باشد. نتایج رگرسیون مارکوف سوئیچینگ نشان داد که که در رژیم دوم، نوسانات متغیرهای حسابداری بسیار شدیدتر از رژیم اول بوده که منجر شده متغیرهای حسابداری نتوانند بر شاخص سهام تاثیر داشته باشند. احتمالا در این دوران به علت نوسانات شدید نرخ ارز، شاخص سهام غالباً از نوسانات نرخ ارز یا پارامترهای دیگر تاثیر گرفته است.

۴-۳- نتایج رگرسیون GARCH

در سالهای اخیر شواهد و نتایج مطالعات متعدد دلالت بر این داشته است که الگوهای خانواده GARCH در خصوص اندازه گیری ریسک از توانمندی برخوردار بوده و برازش واقع بینانه‌ای را از توزیع بازارهای مالی ارایه میدهند. در این پژوهش، بر اساس معیارهای آکائیک و شوارتز، بهترین الگوی رگرسیون GARCH، الگوی GARCH(1,1) بدست آمد. در تخمین مدل، ضریب کلیه متغیرهای مربوط به میانگین و واریانس شرطی معنادار بود و لذا مدل ارائه شده یک مدل GARCH(1,1) می‌باشد. GARCH واریانس شرطی فرآیند خطا می‌باشد که به عنوان نااطمینانی مدل در نظر گرفته می‌شود. مقدار α_1 و β در حالت ساده مدل GARCH به ترتیب برابر ۰/۴۳۲ و ۰/۵۵۶ است. از آنجا که $\alpha_1+\beta<1$ است، لذا واریانس غیرشرطی جملات خطا قابل تعریف است. بنابراین مربعات خطا هم بستگی به میانگین شرطی دارد و هم به واریانس شرطی.

۴-۴- برآورد ارزش در معرض خطر شرطی (CVaR)

ریسک شامل ریسک مطلوب و ارزش در معرض ریسک شرطی همانند ارزش در معرض ریسک از خانواده معیارهای مقادیر نامطلوب ریسک می‌باشد. در این بخش از نتایج رگرسیون‌های مارکوف سوئیچینگ و GARCH، ارزش در معرض خطر شرطی یا ریسک منسجم محاسبه گردید. بدین صورت که جزء خطا، انحراف معیار جزء خطا، واریانس شرطی، میانگین شرطی و پارامتر حداکثر درست‌نمایی از معادلات رگرسیون استخراج گردید و در معادلات مربوط به CVaR جاگذاری شد. نتایج به دو صورت توزیع نرمال و توزیع t استودنت برای هر دو رگرسیون استخراج گردید. مطابق با نتایج بدست آمده و مقایسه میزان برآورد شده از دو توزیع نرمال وt - استیودنت، حاکی از آن است که برآوردهای انجام شده با مدل GARCH(1,1) با توزیع t- استیودنت به واقعیت نزدیک‌تر است؛ بنابراین می‌توان برای برآورد ارزش در معرض خطر ریسک شرطی CVaR از مدل‌های ناهمسانی شرطی یا GARCH استفاده نمود.

لذا به جهت افزایش دقت برآوردها، نتایج مدل GARCH به عنوان ورودی شبکه عصبی مصنوعی برای ارزیابی ریسک منسجم بکار می‌رود.

۴-۵- نتایج مدل ANFIS

برای رتبه بندی مدلهای ارزش در معرض خطر شرطی و انتخاب مدل برتر از توابع زیان شامل میانگین مربعات خطا (MSE) و میانگین درصد خالص خطا (MAPE) استفاده کردیم هرچقدر که مقدار این خطا کمتر باشد طبیعتاً مدل عملکرد بهتری داشته است. در مدل طراحی شده بهترین پاسخ زمانی حاصل شد که تعداد لایه ها برابر با ۲ و تعداد نورون ها برابر با ۱۵ بوده است و این ساختار قادر بود تا MSE و MAPE را کمینه کند. بنابراین از این ساختار با عنوان شاخص نوسانات جهت محاسبه ارزش در معرض خطر شرطی استفاده می‌گردد. استفاده از شبکه عصبی مصنوعی فازی (انفیس) باعث بهبود تخمین مدل معروف GARCH شده است که برای این منظور از ترکیب آن با متغیرهای خارجی اضافی در یک سیستم هوشمند فازی استفاده شده است که اجازه می‌دهد بتوان رابطه‌های جدید را شناسایی و نتایج دقیق تری به دست آورد. نتایج حاصل شده با استفاده از مدل نشان داد که عملکرد آن بر اساس خطای درصدی و خالص بهبود یافته است و نسبت به بهترین مدل های GARCH عملکرد بهتری دارد. در ادامه بهترین ساختار از لحاظ حساسیت و چندین پارامتر دیگر مورد بررسی قرار گرفته است تا بتواند بهترین مدل را در اختیار قرار دهد. این امر این امکان را فراهم می کند تا نتایج بهتری همراه ترکیب جدید از این پارامترها در اختیار قرار گیرد که می تواند میزان خطا را کاهش دهد.

مقایسه نتایج با مدل های دیگر نشان می دهد که عملکرد این روش درمقایسه با ANN-GARCH بهتر است چرا که سیستم فازی با فراهم کردن اطلاعات ارزشمند می تواند این تخمین را بهبود دهد. لذا در این تحقیق نشان داده شده است استفاده از محاسبات نرم در مدل‌های اقتصادسنجی تحلیلی می‌تواند پیش بینی بهتری را در مقایسه با روش‌های مجزا در اختیار قرار دهد. دلیل این امر این است که این روش این امکان را فراهم می‌کند تا فاکتورهای بیشتری که می توانند بر رفتار خاصی اثر گذار باشند در نظر گرفته شوند. نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، با نتایج تحقیقات ژانگ و ژانگ (۲۰۱۴)، ژان و همکاران (۲۰۱۴)، لیو و همکاران (۲۰۱۳)، دیمیگوئل و همکاران (۲۰۱۶)، پیش بهار و عابدی (۱۳۹۶) همخوانی دارد.

۴-۶- قدرت تبیین مدل

ریسک جز لاینفک فعالیتهای اقتصادی است و تمام موسسه ها و بنگاههای اقتصادی با طیف متنوعی از ریسک مواجه هستند. ریسک شامل ریسک مطلوب و نامطلوب با توجه به اهمیت شناسایی ریسک منسجم و یافتن راهکارهایی برای مدیریت و کنترل آن دسترسی به مدل‌هایی که با دقت بالا بتوانند این رخداد را پیش‌بینی نمایند نقش مهمی در بازار سرمایه دارد. شبکه‌های عصبی-فازی نسبت به سایر روشها قدرت بالایی در شناخت روند موجود بر داده‌ها دارند و در تمامی روشهای اندازه‌گیری خطا، نسبت به سایر روشها خطای کمتری دارند.

بنابراین رهیافت این پژوهش را می‌توان به شکل خلاصه در دو بخش بیان نمود: بخش اول بررسی نظام مند و شناسایی متغیرها و داده‌های حسابداری موثر بر ریسک با استفاده از نظر خبرگان و کارشناسان و بخش دوم نیز بیانگر این است که با استفاده از الگوی توسعه یافته حاصل که بر پایه مدلهای گارچ و مارکوف شکل گرفته است، می‌توان ارزش در معرض خطر شرطی را به عنوان سنجه ریسک منسجم، دقیق‌تر برآورد نمود. این مدل نتایجی با خطای کمتر نسبت به مدل‌های موجود ارایه می‌کند.

۴-۷-پیشنهادات کاربردی

مدل حاصل از این پژوهش هم برای سیاست‌گذاران و هم برای سرمایه‌گذاران و معامله گران مفید خواهد بود. در نتیجه این پژوهش پیشنهاد می‌گردد برای پیش بینی ارزش در معرض خطر شرطی به عنوان سنجه ارزیابی ریسک منسجم از مدلهای گارچ چند متغیره به جای سایر مدلهای آن استفاده شود و از آنجایی که خروجی‌های شبکه انفیس نیز دقت پیش بینی را افزایش می‌دهند، سرمایه‌گذاران به آن توجه نمایند. بنابراین موارد زیر که برخواسته از نتایج این پژوهش هست توصیه می‌گردد:

توصیه می‌شود سرمایه‌گذاران با توجه به ریسک منسجم در شرکت‌های مورد بررسی اقدام به سرمایه گذاری نمایند.

توصیه می‌شود برای بهینه سازی ریسک و سبد سهام از روش ANFIS استفاده شود.

توصیه می‌شود نهادهای مالی در پی شناسایی منابع ریسک و سپس کنترل و مدیریت آن باشند.

با توجه به قابلیت‌های معیار ارزش در معرض خطر شرطی به عنوان ریسک منسجم پیشنهاد می‌شود مدیران پرتفوی با توجه به مزیت‌های مدل ANFIS با استفاده از این معیار ریسک پرتفوی را اندازه گیری کنند و در نهایت دارایی‌های مالی را که باعث بالا رفتن ریسک می‌شود را شناسایی کرده و در جهت حداقل کردن ریسک پرتفوی اقدام به تخصیص بهینه و مجدد دارایی‌ها نمایند.

لزوم توجه ویژه سازمانها و شرکتها به مقوله ریسک منسجم و استفاده از ابزارهای دقیق برای برآورد آن

استفاده از مدل سنجش ریسک منسجم در بانکها برای رتبه بندی اعتباری مشتریان

۴-۸-پیشنهادات برای تحقیقات آتی

بر اساس بررسی‌های انجام شده در این پژوهش و به جهت کاملتر شدن تحقیقات این حوزه موارد زیر به پژوهشگران برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد: پیشنهاد می‌شود در یک تحقیق جامع و به طور همزمان تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی از جمله نرخ ارز و طلا و نفت و کامادیتی ها و متغیرهای حسابداری بر ریسک منسجم بررسی گردد.

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی از سایر الگوریتم‌های بهینه سازی چند هدفه مانند الگوریتم ژنتیک چند هدفه مبتنی بر مرتب سازی نامغلوب و یا سایر الگوریتم‌های بهینه سازی چند هدفه تکاملی استفاده گردد.

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی سایر معیارهای ریسک نیز مدنظر قرار گیرد. ریسک منسجم از روش‌های دیگری مانند AVaR برآورد شود. بررسی توان تبیین مدل در سنجش سایر انواع معیارهای ارزش در معرض خطر

مانند ارزش در معرض خطر تفاضلی (IVAR) یا ارزش در معرض خطر میانگین(CVAR) ، استفاده از سایر مدلهای GARCH در بسط و توسعه این مدل ریسک سنج، برآورد ریسک منسجم در صنایع گوناگون از جمله گروه شرکتهای بیمه ای، بانکی و سرمایه گذاری، فلزات و پتروشیمی‌ها و .. و بررسی استفاده از مدل فوق در حوزه ارزیابی عملکرد سبد سرمایه گذاری و تعیین پورتفوی بهینه

منابع فارسی

* ابونوری اسمعیل، عبداللهی محمدرضا (۱۳۹۰)، مدلسازی نوسانات بخش‌های مختلف بازار سهام ایران با استفاده از مدل گارچ چندمتغیره، نشریه تحقیقات مالی، دوره ۱۴، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۱، صص ۱-۱۶.
* پیکارجو، کامبیز و بدریه حسین‌پور (۱۳۸۹)، "اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک در شرکتهای بیمه با استفاده از مدل GARCH"، فصلنامه‌ی صنعت بیمه، سال ۲۵، شماره ۴، صص ۳۳-۵۸.
* حنیفی، فرهاد (۱۳۸۰)،" بررسی میزان ریسک پذیری شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از طریق سنجه ارزش در معرض خطر"، پایان نامه دکترای رشته مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
* خلیلی عراقی، مریم و امیر یکه زارع (۱۳۸۹)، "برآورد ریسک بازار صنایع بورس و اوراق بهادار تهران بر مبنای ارزش در معرض خطر (VaR)"، مجله‌ی مطالعات مالی، شماره ۷، صص ۴۷-۷۲.
* خیابانی، ناصر و مریم ساروقی (۱۳۹۰)، ارزش گذاری برآورد VaR بر اساس مدل‌های خانواده ARCH (مطالعه‌ی موردی برای بازار اوراق بهادار تهران)، فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال ۱۶، شماره ۴۷، صص ۵۳-۷۳.
* ساده، احسان؛ احتشام راثی، رضا و شدیایی نرمیقی، علی (۱۳۹۶)، مدل فازی عصبی با ترکیب الگوریتم ژنتیک جهت پیش بینی قیمت سهام در صنعت خودرو در بورس اوراق بهادار تهران، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۳۳، صص ۱۱۰- ۱۱۵.
* راعی، رضا و سعیدی علی (۱۳۸۸)، مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک، انتشارات سمت، تهران.
* راعی، رضا و احمد تلنگی (۱۳۸۳)، مدیریت سرمایه‌گذاری پیشرفته، انتشارات سمت، تهران.
* رستمیان، فروغ و فاطمه حاجی بابایی (۱۳۸۸)، اندازه گیری ریسک نقدینگی بانک با استفاده از مدل ارزش در معرض خطر (مطالعه‌ی موردی؛ بانک سامان)، پژوهشنامه‌ی حسابداری مالی و حسابرسی، شماره ۳، صص ۱۷۵-۱۹۸

* شاپور، راعی رضا، فیض آباد، آرش (۱۳۸۷)، "محاسبه ارزش در معرض ریسک پارامتریک با استفاده از مدلهای ناهمسانی واریانس شرطی در بورس اوراق بهادار تهران"، تحقیقات مالی، دوره ۱۰، شماره ۲۵، بهار و تابستان ۱۳۸۷، صص ۱۰۹-۱۲۴
* شهریار بهنام، احمدی سیدمحمد مهدی، (۱۳۸۵)، " تعیین میزان بهینه‌ی سرمایه گذاری در بازار بورس و اوراق بهادار تهران با رویکرد ارزش در معرض ریسک"، فصلنامه بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، دوره ۱۴، شماره ۳
* شهرآبادی، ندا (۱۳۸۹) مدیریت سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار تهران، چاپ اول، تهران، سازمان بورس اوراق بهادار، اطلاع رسانی و خدمات بورس
* رهنمای رودپشتی، فریدون و میرغفاری، سیدرضا (۱۳۹۲)، "ارزیابی عملکرد پرتفوی در بورس اوراق بهادار تهران؛ کاربرد ارزش در معرض خطر (Value at Risk)". مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۸، صص ۷۸-۵۱
* فلاح پور، سعید و یاراحمدی، مهدی (۱۳۹۱) ، "برآورد ارزش در معرض ریسک با استفاده از تئوری مقدار حدی در بورس اوراق بهادار تهران"، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار زمستان، دوره ۴، شماره ۱۳، صص ۱۲۲-۱۰۳.
* عبده تبریزی، حسین، رادپور، میثم (۱۳۸۸)،" اندازه گیری و مدیریت ریسک بازار"، انتشارات آگاه و انتشارات پیشرو، تهران.
* علیپور، شیرین؛ عزیز زاده، فاطمه و منطقی، خسرو (۱۳۹۷)، مدل‌سازی بازده مالی با استفاده از مدل "مارکوف ترکیبی متغیر بازمان نرمال-گارچ، دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، دوره ۱۱، شماره ۳۷، بهار ۱۳۹۷، صفحه ۱۰۲-۹۱.
* محمدی، شاپور؛ راعی، رضا و آرش فیض آباد (۱۳۸۷)،" محاسبه ارزش در معرض خطر پارامتریک با استفاده از مدلهای ناهمسانی واریانس شرطی در بورس اوراق بهادار تهران"، مجله‌ی تحقیقات مالی، دوره ۱۰، شماره ۲۵
* نادمی، یونس؛ ابونوری، اسمعیل و علمی، زهرا (۱۳۹۴)، ارائه یک الگوی هشدار پیش از وقوع نوسانات شدید در بازار سهام تهران: رویکرد مارکوف سوئیچینگ گارچ، دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، دوره ۸، شماره ۲۸، زمستان ۱۳۹۴، صص: ۴۰-۲۷.
* نظیفی نایینی، مینو؛ فتاحی، شهرام؛ صمدی، سعید (۱۳۹۱)، مدل‌سازی و پیش بینی نوسانات بازار سهام با استفاده از مدل انتقالی گارچ مارکف، تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، دوره ۳، شماره ۹ – صص ۱۱۷ تا ۱۴۱.

* نمازی، محمد و شکرالله خواجوی (۱۳۸۳)، سودمندی متغیرهای حسابداری در پیش بینی ریسک سیستماتیک شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، بررسی های حسابداری و حسابرسی، شماره ۳۸، صص ۹۳-۱۱۹.
* نیکواقبال، علی اکبر، گندلی علیخانی، نادیا، نادری، اسماعیل (۱۳۹۳). ارزیابی مدلهای شبکه عصبی مصنوعی ایستا و پویا در پیش بینی قیمت سهام. دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، ۷(شماره ۲(پیاپی ۲۲))،صص: ۷۷-۹۱.
* نوروش، ایرج و عباس وفادار(۱۳۷۸)، بررسی سودمندی اطلاعات حسابداری در ارزیابی ریسک بازار شرکتها در ایران، حسابدار، سال چهاردهم، شماره ۱۳۵، صص ۱۶-۲۸.
* Engle, R. F., & Sheppard, K. (2001). Theoretical and empirical properties of dynamic conditional correlation multivariate GARCH (No. w8554). National Bureau of Economic Research.
* Michell, K. V., and Kristjanpolleri, W, R,. (2018)., A Stock Market Risk Forecasting model through integration of switching regime, ANFIS and GARCH techniques, Appied Soft Computing, S1568-4946(18)30114-5.
* Adhikari, R., &Agrawal, R. K. (2014). A combination of artificial neural network and random walk models for financial time series forecasting. Neural Computing and Applications, 24(6), 1441-1449.
* Wei, L. Y., Cheng, C. H., & Wu, H. H. (2014). A hybrid ANFIS based on n-period moving average model to forecast TAIEX stock. Applied Soft Computing, 19, 86-92.
* Ahmadifard, M., Sadenejad, F., Mohammadi, I., &Aramesh, K. (2013). Forecasting stock market return using ANFIS: the case of Tehran Stock Exchange. International Journal of Advanced Studies in Humanities and Social Science, 1(5), 452-459.
* Engle, R. F., Ghysels, E., &Sohn, B. (2013). Stock market volatility and macroeconomic fundamentals. Review of Economics and Statistics, 95(3), 776-797.
* Corradi, V., Distaso, W., &Mele, A. (2013).Macroeconomic determinants of stock volatility and volatility premiums. Journal of Monetary Economics, 60(2), 203-220.
* Sadorsky, P. (2014). Modeling volatility and correlations between emerging market stock prices and the prices of copper, oil and wheat. Energy Economics, 43, 72-81.
* Choi, K., &Hammoudeh, S. (2010). Volatility behavior of oil, industrial commodity and stock markets in a regime-switching environment. Energy Policy, 38(8), 43884399.
* Walid, C., Chaker, A., Masood, O., & Fry, J. (2011). Stock market volatility and exchange rates in emerging countries: A Markov-state switching approach. Emerging Markets Review, 12(3), 272-292.
* Application of Artificial Neural Network. International Journal of Computer Applications, 70(4).
* Mantri, J. K., Gahan, P., &Nayak, B. B. (2014). Artificial neural networks—an application to stock market volatility. Soft-Computing in Capital Market: Research and Methods of Computational Finance for Measuring Risk of Financial Instruments, 179.

* Kristjanpoller, W., &Minutolo, M. C. (2015). Gold price volatility: A forecasting approach using the Artificial Neural Network–GARCH model. Expert Systems with Applications, 42(20), 7245-7251.
* Hung, J. C. (2011). Applying a combined fuzzy systems and GARCH model to adaptively forecast stock market volatility. Applied Soft Computing, 11(5), 3938-3945.
* Dash, R., & Dash, P. K. (2016). An evolutionary hybrid Fuzzy Computationally Efficient EGARCH model for volatility prediction. Applied Soft Computing, 45, 40-60.
* Atsalakis, G. S., &Valavanis, K. P. (2009). Forecasting stock market short-term trends using a neuro-fuzzy based methodology. Expert Systems with Applications, 36(7), 10696-10707.
* Kristjanpoller, W., Fadic, A., &Minutolo, M. C. (2014). Volatility forecast using hybrid Neural Network models. Expert Systems with Applications, 41(5), 2437-2442

Financial Economics
Vol. (11) Issue (44) Winter 2023

The Developing of forcasting Model for Coherent Risk in Exchange Company: Accounting Data Approach

Hosein Aryaeinezhad
Ph.D candidate in of Accounting, Department of Accounting, Islamic Azad University Ali-abad Katoul Branch, Ali-abad Katoul, Iran
Aryaei2013@yahoo.com

Arash Naderian
Assistant professor, Department of Accounting, Islamic Azad University Ali-abad Katoul Branch, Ali-abad Katoul, Iran
Arashnaderian@yahoo.com

Hosein Didekhani
Assistant professor Department of Financial engineering, Islamic Azad University, Ali-abad Katoul Branch, Ali-abad Katoul, Iran
h.didehkhani@gmail.com

Ali Khozain
Assistant professor, Department of Accounting, Islamic Azad University Ali-abad Katoul Branch Ali-abad Katoul, Iran
Khozain@yahoo.com

Abstract

Iran Stock Exchange has developed a lot in recent years. Today, the importance of forecasting and its benefits for decision-making and policy-making from different dimensions is not hidden from anyone. Risk is one of the first concerns of investors and is an important criterion in decision making. Value at risk as a risk measure has given way to measuring a variety of risks, but despite the high efficiency of this model due to some shortcomings, including the lack of aggregation of a coherent risk measure is not. Conditional Risk Value (CvaR) is considered as an attractive criterion of risk (cohrent risk criterion) which has been welcomed in recent years and has been proposed as a useful tool for measuring and managing risk and management.

Provide an appropriate model or model for estimating coherent risk that helps both investors and anticipates unexpected risks that may threaten companies and prevents the waste of company capital and the optimal use of these assets in profitable issues. It is very important in the capital market. In recent years, much attention has been paid to neural network models and hybrid models. In this study, according to the existing theoretical foundations and using the opinion of experts, accounting variables effective in risk forecasting are identified, the statistical population of all companies listed on the Tehran Stock Exchange in the period 2011-2018 and the adjusted community (selected sample) : 91 companies that after evaluating the capability of Garch and Markov models in predicting conditional risk value and with the help of Enfis network, existing models were developed and we achieved an optimal model. This model provides results with less error than existing models.

Keywords: Cohrent risk, Conditional Value At Risk, Markov Switching, Garch, Anfis