

پیش‌بینی شاخص بورس سهام با استفاده از مدل‌سازی

فرشاد هیبتی*
سید مصطفی موسوی**

تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۱۰

تاریخ پذیرش: ۸۷/۵/۱۴

صفحات: ۶۱-۷۲

اگر چه در سالهای اخیر بیشتر بازارهای سرمایه جهان به سمت کارایی پیش می‌روند، اما اعتقاد به پیش‌بینی رفتار بازار کاهش نیافته است. فرضیه سیستم پیچیده و سازگار شونده که به بیان

* دکتر فرشاد هیبتی؛ استادیار پژوهشکده امور اقتصادی.

E. mail: f_heybati@yahoo.com

** دکتر سید مصطفی موسوی؛ دکتری مدیریت مالی دانشگاه آزاد علوم، تحقیقات و فناوری.

E. mail: mousavi_pars@yahoo.com

واقعیات می‌پردازد و با مفروضات ساده واقع‌بینانه و با کنار گذاشتن قطعیت و قطعیت‌گرایی و جایگزینی تفکر غیرخطی، بجای نگرش رابطه علت و معلولی و ایجاد مدل‌ها و راه‌حلهای غیرخطی و سیستم‌های یادگیرنده، به بازار می‌نگرد و حتی آن را قابل پیش‌بینی می‌داند. ابزارهایی در این محیط غیرخطی و پویای پر آشوب، متناسب خواهند بود که برای چنین محیط‌هایی طراحی شده و یا همانند انسان در چنین محیط‌هایی تصمیم‌گیری و عمل نمایند. هوش مصنوعی یکی از این ابزارها است که از مغز انسان الگوبرداری شده و قابلیت تشخیص الگوهای پیچیده، یادگیری و پیش‌بینی را دارد. به این دلیل فرضیه «بازار سهام با توجه به رویداد های برونزاد و درونزاد، که قابلیت مدل شدن و پیش‌بینی را دارد» در این تحقیق شکل گرفت. داده‌های سالهای ۸۰ الی ۸۴ بصورت ماهانه شامل: متغیرهای اقتصادی، سیاسی، مالی، رفتار بازار، پیش‌بینی عملکرد شرکتها (peps)، بازارهای جایگزین و میانگین ماهانه شاخص بورس بصورت ماهانه جمع‌آوری و با استفاده از شبکه عصبی و شبکه فازی عصبی آزمون شده است، که پس از آموزش شبکه توسط ۵۵۰ داده و پنجاه داده، نتایج نشان‌دهنده آن است که با شبکه فازی عصبی بازار سهام ایران با تقریب ۹۸ درصد قابلیت پیش‌بینی را دارد.

کلید واژه‌ها:

بورس اوراق بهادار، سهام، شاخص قیمت سهام، بازار کارا، شبکه عصبی، شبکه فازی عصبی، ریسک

مقدمه

در نیمه دوم قرن بیستم با گسترش تجارت و رشد سرمایه‌گذاری، بازار دارایی، شاهد ظهور فرضیه بازار کارآ و تئوری قیمت‌گذاری دارایی بوده است که به عنوان انقلابی در مدیریت مالی محسوب می‌شود. بازارها برای جمع‌آوری داده‌ها و انجام فرآیند اطلاعات، عقاید، تقاضاها و انتظارات، خود را با بکارگیری علوم و تکنولوژی تجهیز نموده و اجازه داده تا قیمت داراییها از طریق فرآیند اطلاعات قابل دسترس برای همه باشد. در واقع هسته قیمت‌گذاری دارایی بر اساس فرضیه بازار کارآ - که عنوان می‌کند به دلیل اینکه قیمت‌گذاری داراییها بر اساس تأثیرگذاری اطلاعات در دسترس همه صورت می‌گیرد و هیچ فردی نمی‌تواند سود غیرمتعارف از بازار تحصیل نماید- شکل گرفته است.

اگرچه اجماع بر روی فرضیه بازار کارآ وجود ندارد، اما بسیاری از پژوهشهای بازار نشان می‌دهد که حداقل اعتقاد به شکل ضعیف آن وجود دارد. از طرفی بعضی از پژوهشگران ادعای بی‌نظمی در بازار را دارند و معتقدند که بازار بر اساس یک فرآیند غیرخطی که بصورت تصادفی نمایان می‌شود، شکل می‌گیرد. بنابراین دلالت بر تصادفی بودن بازار و آشوب حاکم بر آن دارند.

فرآیند قطعی می‌تواند از طریق ویژگیهای آن و با استفاده از ابزارهایی مانند رگرسیون مدل پیش‌بینی شود. فرآیند تصادفی نیز ممکن است با استفاده از پارامترهای آماری از یک عملکرد توزیع (تابع عضویت) قابل مدل نمودن و پیش‌بینی باشد. بنابراین با استفاده از فقط یک تکنیک قطعی یا آماری نمی‌توان جوابگوی سیستم پیچیده، غیردقیق و با دانش مبهم بود. ابزارهای جدید از جمله هوش مصنوعی به علت قابلیت استفاده از تکنیک‌های قطعی و آماری و همچنین به علت قابلیت یادگیری نقشه‌های غیرخطی بین داده‌ها و ستانده‌ها، توانایی گرفتن هر دو ویژگی قطعی و تصادفی را دارا هستند و امکان مدل نمودن و پیش‌بینی قیمت بازار سهام تاحدی میسر می‌نماید.

طرح موضوع

وجود الگو در تغییر قیمت‌ها در بازار سرمایه و کشف روابط بین قیمت و سایر متغیرها با استفاده از مدل‌های مناسب، یکی از دغدغه‌های بازار سرمایه است. از طرفی مدل‌های خطی موجود در یک محیط پویای غیرخطی پرآشوب چندان جوابگو نخواهند بود. پس لازم است از تکنیک‌ها و ابزارهایی استفاده شود که توانایی جوابگویی شرایط مذکور را داشته باشد.

مبانی نظری تحقیق

تئوری کارآیی بازار و نقدهایی بر آن

انقلاب اغلب ضد خودش را رشد و نمو می‌دهد، فرضیه بازار کارآ نیز از این امر مستثنا نیست. تسلط عقلی انقلاب بازار کارآ، مباحث بحث انگیز زیادی را توسط اقتصاددانان، کسانی که تأکید بر اجزای رفتاری و روانشناسی ارزیابی قیمت سهام داشته‌اند؛ کسانی که گرایش به اقتصادسنجی داشته‌اند؛ و بالاخره کسانی که تا حدی به قابل پیش‌بینی بودن بازده سهام اعتقاد داشته‌اند، در پی داشته است. در نسل‌های قبل دانشگاهی، فرضیه بازار کارآ بطور وسیعی پذیرفته شده بود. در ابتدای قرن بیست و یکم، نفوذ روشنفکران فرضیه بازار کارآ کمرنگ شد. بسیاری از اقتصاددانان مالی و متخصصین آماری، اعتقاد به تا حدی قابل پیش‌بینی بودن قیمت سهام، پیدا کرده‌اند؛ نسلی از اقتصاددانان تأکید بر اجزای رفتاری و روانی تعیین کننده قیمت سهام نموده‌اند، و اعتقاد به قابل پیش‌بینی بودن قیمت سهام بر مبنای الگوی قیمت گذشته سهام، همانند معیار ارزیابی اساسی خاص، داشته‌اند. بعضی از اقتصاددانان ادعای بحث انگیزی مبنی بر اینکه الگوهای قابل پیش‌بینی، سرمایه‌گذار را در تحصیل نرخ بازده اضافی توانا می‌نماید، دارند.

در واقع بحث این نیست که بازار و قیمت‌گذاری آن همیشه کارا است؛ چرا که می‌دانیم بازار دارای اشتباهات فاحشی است؛ بحث این است که بازار در کل کارآ است. شاید تا حدی نظریه «بنجامین گراهام»^۱ (۱۹۶۵) درست باشد که می‌گفت، بازار سهام در کوتاه مدت

^۱. Benjamin Graham

ماشین رأی‌گیری و در بلندمدت ماشین سنجش ارزش است و ارزش واقعی در آخر از آن بیرون می‌آید.

فرضیه سیستم‌های پیچیده انطباق پذیر

نظریه پیچیدگی

بطور کلی هر سیستم پیچیده یک سیستم کاملاً عملکردی است که شامل اجزای متغیر و وابسته به هم است. به بیان دیگر، برخلاف یک سیستم کاملاً سنتی (نظیر هواپیما) اجزاء دارای ارتباطات دقیقاً تعریف شده و رفتارهای ثابت یا مقادیر ثابت نیستند و عملکردهای انفرادی آنها نیز ممکن است با روشهای سنتی قابل تبیین نباشد. به رغم این ابهام، این سیستم‌ها بخش اعظم جهان ما را تشکیل می‌دهند و ارگانیسم‌های زنده و سیستم‌های اجتماعی و حتی بسیاری از سیستم‌های غیرارگانیک طبیعی نیز در زمره آنها قرار می‌گیرند.

بازار به عنوان سیستم پیچیده

موضوعات بحث بر روی همان اساس نظری می‌چرخد؛ که عقلایی بودن سرمایه‌گذاران و گردش اطلاعات و همگن بودن آنها است.

نظریه بازار کاراً معتقد است که قیمت‌های سهام، تمامی اطلاعات مربوطه را در خود منعکس می‌کند. تئوری کارایی بازار نمی‌گوید که بهای سهام همواره صحیح تعیین می‌شود بلکه این نظریه می‌گوید که قیمت‌های سهام تحت هر نوع روشی اعم از سیستماتیک یا قابل پیش‌بینی به نادرستی نمی‌تواند تعیین شود و تغییرات قیمت سهام بطور طبیعی بوجود می‌آید و یا لگاریتم آن بطور طبیعی توزیع شده است.

سرمایه‌گذاران عقلایی افرادی هستند که می‌توانند به سرعت و به درستی نتایج حاصل را به صورت عایدات و ریسک ارزیابی کنند. آنها بطور مداوم در پی فرصتهای سودآور هستند و این شامل تلاشهایی است که آنها برای بدست آوردن پول انجام می‌دهند و در نهایت به کارایی بازار منتهی می‌شود. این چارچوب از رفتار سرمایه‌گذاران در مدل «قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای» انعکاس خود را می‌یابد و رابطه‌ای خطی بین ریسک و بازدهی را نشان می‌دهد، به

عبارت دیگر سرمایه‌گذاران عقلایی به دنبال بالاترین بازدهی برای سطح معینی از ریسک هستند. پرسش این است که آیا این امر نیازمند آن است که تمام سرمایه‌گذاران، عقلایی عمل نمایند؟ ضرورتاً نه، برای توضیح اینکه چرا بازار به دنبال پیروی از یک مدل اقتصادی است حتی اگر تعداد زیادی از سرمایه‌گذاران چنین عمل کنند، می‌باشد؛ بطور کلی چهار عرصه وجود دارد که نظریه کلاسیک بطور معنی داری در این عرصه‌ها با مشکل مواجه است:

۱. بازدهی حاصله از بازار سهام حالت نرمال ندارد، نمودار توزیع درآمد دارای کشیدگی بالایی است. ۲. اظهارات راجع به تصادفی بودن از طریق داده‌های جمع‌آوری شده تأیید نمی‌شود. ۳. ریسک و درآمد بطور خطی با هم رابطه ندارند. ۴. سرمایه‌گذاران، عقلایی عمل نمی‌کنند،

بررسیها در این مورد بر چندین نکته تأکید دارد: نخست اینکه بخش قابل توجهی از شواهد مربوط به تصمیم نشان می‌دهد که افراد خطاهایی بطور سیستماتیک در قضاوت‌های خود مرتکب می‌شوند؛ دوم اینکه سرمایه‌گذاران بیش از آنکه فرضیه پیش‌بینی می‌کند دست به معامله می‌زنند. به منظور فعالیتهای تجاری واقعی «فیشر بلاک»^۱ تئوری سر و صدا و معامله‌کنندگان پر سر و صدا را ارائه می‌دهد. نکته نهایی این است که مردم اغلب در فعالیتهای خود برای تصمیم‌گیری اقتصادی فرایندهای استقرایی را به جای قیاس مورد استفاده قرار می‌دهند.

بازار سهام به عنوان سیستم انطباق‌پذیر و پیچیده

اگر بازارهای سهام را به عنوان سیستم‌های پیچیده و قابل انطباق مدنظر قرار دهیم، این مدل سازگاری بیشتری خواهد داشت و توصیف‌کننده خوبی برای فعالیتهای بازار سرمایه واقعی خواهد بود. هرگاه تعداد افراد به اندازه کافی زیاد شود، چیزهای جالب توجهی روی می‌دهد و تبدیل به یک سیستم سازگار شونده و پیچیده‌ای با ویژگیهای سیستم زنده خواهد شد. به عبارت دیگر سیستم به صورت قابل لمس دارای ویژگیها و پیچیدگیهای خاص خود خواهد شد که از جمع اجزای تشکیل‌دهنده آن متفاوت خواهد بود. این تحول، بحرانی بودن

^۱. Fisher Belack, (2003).

خود سازمانده نامیده می‌شود و بدون طراحی یا کمک عوامل خارجی پدید می‌آید. چنین سیستمی عبارت است از عملکرد مستقیم تعامل‌های پویا بین افراد درون سیستم. یک سیستم پیچیده سازگار شونده تعدادی خاصیت و مکانیزم‌های اساسی را از خود به نمایش می‌گذارد از جمله:

۱. اجماع (اجماع عبارتست از پیدایش رفتارهای پیچیده در مقیاس بزرگ از تعاملات جمعی بسیاری از عوامل با پیچیدگی کمتر.)؛ ۲. غیرخطی بودن (در سیستم‌های غیرخطی رفتار کل بسیار پیچیده‌تر از آنچه که می‌تواند به وسیله جمع رفتار اجزا پیش‌بینی شود، است.) ۳. حلقه‌های بازخورد؛ ۴. توزیع‌های غیرنرمال

بر مبنای فرضیه بازار به عنوان یک سیستم پیچیده و سازگار شونده، نظم و قانون در یک سیستم همیشه نتیجه وجود یک رهبر نیست؛ بلکه می‌تواند در نتیجه تعامل پویایی بازیگرانی باشد که قوانین تصمیم به نسبت ساده را به اجرا در می‌آورند، باشد. دست‌نمایی آدام اسمیت ممکن است بسیار قدرتمندتر از آن باشد که بعضی‌ها ممکن است راجع به آن فکر کنند و آن می‌تواند از عقل جمعی بوجود آید و این کار نه فقط از اجماع عقلانیت فردی افراد بوجود آمده؛ بلکه می‌تواند از عدم عقلانیت فردی افراد نیز فراهم شده باشد. بنابراین تجمع مقدار زیادی از سرمایه‌گذاران کفایت می‌نماید و الزاماً نیازی به وجود تعدادی از سرمایه‌گذاران باهوش نیست.

نظریه سیستم پیچیده و سازگار شونده به بیان واقعیت می‌پردازد، و با مفروضات ساده واقع‌بینانه و کنار گذاشتن قطعیت و قطعیت‌گرایی و جایگزینی تفکر کوانتومی بجای رابطه علت و معلولی خطی و ایجاد مدل‌ها و راه‌حلهای غیرخطی و سیستم‌های یادگیرنده، به بازار سرمایه می‌نگرد و حتی پیش‌بینی می‌نماید.

در نظریه مالی سنتی بین ریسک و پاداش نوعی رابطه خطی در نظر گرفته می‌شود، اما در یک سیستم پیچیده و سازگار شونده بین ریسک و پاداش چنین رابطه ساده‌ای نمی‌تواند وجود داشته باشد. اگرچه مدل قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای CAPM از این منظر هنوز هم تخمین خوبی برای ریسک و بازده سرمایه‌گذاری است: اما قیمت سهام ممکن است دارای نوسانات و تغییرات فراتر از آن باشد که در فرضیه یا مدل بیان می‌شود.

اهداف پژوهش

۱. پیش‌بینی شاخص سهام در حضور متغیرهای کمی و کیفی.
۲. ایجاد الگویی کاربردی برای گردآوری داده در حوزه اهداف شماره یک.
۳. بکارگیری ابزارهای جدید مدل‌سازی و پیش‌بینی در حوزه مالی.
۴. فراهم نمودن ابزار و الگو جدید پیش‌بینی و تصمیم‌گیری.

فرضیه پژوهش

شاخص بورس سهام تهران با توجه به محیط پیچیده و پویا و متغیرهای درونزاد و برونزاد آن تا حدی قابل پیش‌بینی است.

روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به منظور دستیابی به یک الگو و مدل برای پیش‌بینی شاخص بورس انجام می‌پذیرد، از حیث اینکه نوعی ابزار و نوعی الگو برای مدیران و سرمایه‌گذاران است و می‌تواند در تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گیرد؛ این تحقیق کاربردی محسوب می‌شود، و از طرفی به لحاظ اینکه یکی از مشکلات و مسائل پیش روی را حل می‌کند، می‌تواند پژوهشی علمی نیز باشد.

فرآیند تحقیق

۱. مطالعات نظری مربوط به دو حوزه مالی و ابزارهای مدل و پیش‌بینی نمودن
 ۲. جمع‌آوری و مدل نمودن بازار
- با توجه به اینکه انواع داده‌های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، عملکرد شرکتها و سایر عوامل تأثیرگذار در شاخص قیمت سهام منعکس می‌شود، شاخص قیمت سهام می‌تواند معیار مناسبی برای سنجش عملکرد بازار سرمایه باشد که این تا حدی مورد توافق بیشتر اقتصاددانان مالی بوده که در گزارشات رسمی کشورها نیز بیان می‌شود. به همین دلیل در این تحقیق شاخص بورس سهام به عنوان معیار سنجش و عامل وابسته در نظر گرفته شد.

عوامل سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و بازارهای جایگزین به عنوان محیط حاکم بر بازار سهام، تجزیه و تحلیل تکنیکی به عنوان منعکس کننده عقاید و گرایشات بازار سهام، تجزیه و تحلیل اساسی به عنوان وسیله تخمین ارزش ذاتی سهام (peps) به عنوان فاکتورهای مستقل و عوامل تأثیرگذار بر شاخص سهام مدنظر قرار گرفت.

انتخاب و بکارگیری مدل به منظور ایجاد ارتباط و پیوند بین دو حوزه

مدل نمودن بر مبنای شبکه فازی عصبی

کنترل کننده‌های فازی شامل یک پایگاه قوانین فازی است که بر مبنای این قوانین در مورد خروجیها تصمیم‌گیری می‌شود. در کنترل کننده‌های فازی این پایگاه قوانین با استفاده از دانش خبره و اطلاعات تجربی تشکیل شده و در مواردی همانند تعیین شاخص بورس به دلیل وجود تعداد ورودی بسیار زیاد و همچنین روابط پیچیده بین ورودیها و تأثیرگذاری متنوع آنها بر روی خروجیها، تعیین پایگاه این قوانین با استفاده از دانش خبره امری محال به نظر می‌رسد؛ ضمن اینکه داده‌های کیفی به صورت داده‌های کمی ارائه شده است.

در مورد مذکور نیاز به سیستم‌هایی است که با استفاده از یک مجموعه آموزشی شامل الگوریتم‌هایی از ورودیهای مختلف و خروجیهای متناظر، قوانین فازی را استخراج نماید. این قوانین به سیستم کمک می‌کند تا خروجیهای مطلوب را به ازای ورودیهای جدید استنباط کند. یکی از این سیستم‌هایی که ویژگیهای مذکور را داشته و یادگیرنده باشد، شبکه فازی عصبی است. در شبکه فازی عصبی، ابتدا مجموعه قوانین فازی خاصی در اختیار شبکه قرار می‌گیرد، و سپس شبکه در زمان یادگیری بر اساس ورودیها و خروجیهای آموزشی دریافت شده، این قوانین را طوری تنظیم می‌کند که در صورت ارائه ورودیها، خروجیهای متناظر را استخراج نماید. تکرار این فرآیند منجر به ایجاد مجموعه قوانین متناسب با ورودیها و خروجیهای آموزشی خواهد شد.

آزمون مدل و تجزیه و تحلیل نتایج

در این پژوهش برای آزمون مدل از مدل شبکه فازی عصبی ANFIS و شبکه عصبی RBF بکار رفته است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌ها براساس روش و منابع مذکور جمع‌آوری و نرمالیزه شده و آنگاه مطابق روش بیان شده کلاس‌بندی و سپس از دو مدل شبکه عصبی و شبکه فازی عصبی برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شده است.

مدل‌های ANFIS و RBF با ده متغیر ورودی؛ شامل ۶۰۰ نمونه ورودی به تعداد ۵۵۰ نمونه آموزشی و پنجاه نمونه آزمایشی، آزمون شده است.

ارزیابی مدل‌ها

اطاعات ارزیابی شبکه‌ها پس از آموزش و معیارهای ارزیابی پس از اجرا بر حسب مدل شبکه و نوع خروجی به شرح جدول زیر خلاصه شده است:

MAPE	MAE	R2	NMSE	RMSE	MES	مدل	داده خروجی
10.69	2.09E+03	0.8967	0.1033	3.20E+03	1.03E+07	شبکه عصبی RBF	میانگین ماهانه بازده نقدی و قیمت
2.929	571.1992	0.991	0.009	946.8228	8.96E+05	شبکه فازی عصبی	میانگین ماهانه بازده نقدی و قیمت
5.616	463.8913	0.9593	0.0407	712.356	5.07E+05	شبکه عصبی RBF	میانگین شاخص ماهانه

همانگونه که از نتایج بر می‌آید در صورتی که میانگین شاخص ماهانه به عنوان خروجی در نظر گرفته شود و از شبکه فازی عصبی نیز استفاده گردد، خطاهای سیستم به میزان حداقل است.

نتایج

بنابراین همانطوری که فرضیه سیستم پیچیده و سازگار شونده عنوان نمود، با ابزارهای غیرخطی همچون شبکه فازی عصبی (و شبکه عصبی) که مبتنی بر رفتار واقعی پدیده‌ها، رفتار خود را شبیه‌سازی می‌نماید و قابلیت یادگیری و پذیرش تمامی متغیرهای اثرگذار بر نتیجه و توانایی ادامه حیات در صورت تخریب بخش عمده‌ای از آن را دارا است، می‌توان بازار اوراق بهادار را مدل و پیش‌بینی نمود.

آزمون بازار سهام به عنوان نظریه سیستم‌های پیچیده و سازگار شونده با استفاده از شبکه عصبی و فازی شبکه عصبی، و با در نظر گرفتن عوامل برونزا و درونزای آن، برای اولین بار با تقریب حدود ۹۸ درصد نیز قابل پیش‌بینی تشخیص داده شد.

پی نوشتها:

1. Aksoy, H. *Modelling the Ise100 Index by Using Fuzzy Logic and Neural Fuzzy Systems*. Bogazici University, Istanbul, Turkey., 2006.
2. Bak, P., Paczuski, M. and Shubik M. "Price Variations in a Stock Market with Many Agents"., *Physica A* 246, (1997): 430-453
3. Ban, H. and Shachrnurove, Y. "Chaos Theory and its Application"., *University of Pennsylv Vania Paper #02-02*, (2003).
4. Brown, M. and Harris, C. *Neurofuzzy Adaptive Modelling and Control*. Prentice Hall., 1995.
5. Brownstone, D. "Using Percentage Accuracy to Measure Neural Network Predictions in Stock Market Movements"., *Neurocomputing*, 10, (1995): 237-250.
6. Chen, S. and Yeh, C. "Evolving Traders and the Business School with Genetic Programming: A New Architecture of the Agent-Based Artificial Stock Market"., *Journal of Economic Dynamics and Control*, 25, (2001): 363-393.

Archive