



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۵ / شماره ۴ (پیاپی ۶۰) / زمستان ۱۴۰۵
صفحه ۳۲۱ تا ۳۳۹

کالیبراسیون بازه‌ی اثر گذاری شاخص‌های اقتصاد کلان بر قیمت معاملات سهام بازار بورس ایران با استفاده از الگوریتم آتوماتای سلولی

سید علیرضا احمدی

سید علیرضا احمدی دانشجوی دکتری مهندسی مالی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، تبریز، ایران،
a_ahmadi44@yahoo.com

سیدعلی پایتختی اسکویی

دکتر سیدعلی پایتختی اسکویی دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، ایران، (نویسنده مسوول)
oskoee@iaut.ac.ir

سیروس فخمی آذر

دکتر سیروس فخمی آذر استادیار گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، ایران
fakhimi.tabriz.un@gmail.com

یونس بادآور نهندی

دکتر یونس بادآور نهندی دانشیار گروه حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، ایران
nahandi.tabriz.un@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۷

چکیده

هدف این پژوهش بومی سازی محدوده‌ی تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر معاملات بازار بورس به منظور پیش‌بینی روندهای حرکت قیمت سهام و بازه تاثیرگذاری شاخص‌های کلان اقتصادی بر بازار سهام به ویژه برای هر نماد می‌باشد. در این پژوهش با استفاده از الگوریتم آتوماتای سلولی به کالیبراسیون اثر گذاری متغیرهای قیمت نفت، قیمت طلا، نرخ تورم، نرخ ارز، شاخص تولیدات صنعتی و حجم نقدینگی پرداخته شده است. داده‌های بررسی شده به عنوان جامعه آماری، معاملات انجام شده در بورس اوراق بهادار تهران طی بازه پنج ساله از ۱۳۹۵/۰۵/۰۱ الی ۱۴۰۰/۰۵/۰۱ و اطلاعات شاخص‌های اقتصادی منتشره در سایت بانک مرکزی می‌باشد. نتایج بدست آمده دوره تاثیر این شاخص‌ها بر بازار بورس را به ترتیب ۳۱، ۲۶، ۵۴، ۳۲، ۷۳ و ۶۹ روز نشان می‌دهد. **واژه‌های کلیدی:** آتوماتای سلولی، کالیبراسیون، متغیرهای کلان اقتصادی، قیمت سهام.

۱- مقدمه

بازارهای مالی به ویژه بازار سرمایه از مهمترین ابزارهای تجهیز و تخصیص منابع مالی به شمار می‌روند نظر به اهمیت راهبردی مالی و اقتصادی این بازار هرگاه اخلاص و انحراف گسترده ای در آن رخ دهد، تجهیز و تخصیص منابع مالی کشور با مشکل جدی مواجه می‌شود (رهنمای رودپشتی و همکاران، ۱۴۰۲). در همین راستا متغیرهای کلان اقتصادی نقش مهمی در بازارهای مالی دارند زیرا وضعیت اقتصاد را تعیین می‌کنند. به دنبال فرضیه بازار کار، تمام اطلاعات باید در قیمت‌ها گنجانده شود (فاما^۱، ۱۹۷۰). از این رو، تغییر در این متغیرها مجموعه اطلاعات معامله‌گران را گسترش می‌دهد و بنابراین باید به طور خودکار تغییرات در قیمت سهام و در نتیجه بازده سهام را منعکس کند. این به دلیل تغییر در باور معامله‌گران در مورد ارزش بنیادی سهام پس از رسیدن اخبار است (یانیا^۲، ۲۰۲۳). بازارهای مالی با توجه به سهم و ارزش آنها در اقتصاد و حجم معاملات از اهمیت خاصی در میان سایر بازارها برخوردار می‌باشند اما اهمیت این بازارها فقط در حجم معاملات و ارزش بالای آنها نمی‌باشد، بلکه از آن جهت برای مدیران با اهمیت می‌باشد که این بازار، امکان تهیه و تامین وجوه مورد نیاز اشخاص را از منابع مختلفی همچون موسسات مالی از طریق ابزار مالی فراهم می‌آورد (ابراهیم پور، احمد پور، ۱۳۹۰). با نگرشی بر ساختار کلان اقتصادی هر کشور و بازارهای موجود در آن این موضوع که شاگله‌ی بازار سرمایه و اقتصاد به عنوان دو عنصر کاملاً وابسته و تاثیر پذیر از هم می‌باشند، بر کسی پوشیده نیست. بورس از اجزاء تشکیل دهنده بازار سرمایه است و به عنوان بخشی تاثیر پذیر از متغیرهای اقتصادی هر کشور می‌باشد که از جمله‌ی این متغیرها می‌توان به قیمت نفت خام، طلا، نرخ ارز، نرخ تورم، نرخ سود بانکی، حجم نقدینگی و رشد تولید اشاره نمود.

شرایط متفاوت محیط‌های کلان اقتصادی کشورها مانند بی‌ثباتی، عدم اطمینان و تورم ناشی از استراتژی‌های رشد اقتصادی اتخاذ شده آنها موجب گردیده تا نتایج واحدی از تاثیرگذاری شاخص‌های اقتصادی در قیمت سهام برای محیط‌های اقتصادی متفاوت، وجود نداشته باشد. بطور نمونه در آغاز همه‌گیری کوید ۱۹، هیچ اقتصاددانی نمی‌توانست پیش‌بینی کند که اقتصاد از قرنطینه‌های گسترده چقدر آسیب خواهد دید. پس از آن، تورم ناشی از اختلالات زنجیره تامین شروع به افزایش کرد. عدم اطمینان زمانی به اوج خود رسید که روسیه به اوکراین حمله کرد، که منجر به بحران انرژی و افزایش سرسام‌آور تورم شد. بانک‌های مرکزی تورم را برای مدت طولانی موقتی می‌دانستند و باعث می‌شد که نرخ‌های بهره را با سرعت زیاد افزایش دهند. این رویدادها درجه بالایی از عدم اطمینان را در متغیرهای کلان اقتصادی مانند رشد تولید ناخالص داخلی، تورم، مصرف کننده ایجاد کرد.

بر اساس گزارش بنکر^۳ یکی از اولین نشانه‌های تضعیف اقتصاد، رشد قیمت طلا است زمانی که ارزش‌های شاخص سهام روند نزولی خود را طی می‌کند سرمایه‌گذاران به دلیل حفظ ارزش دارایی‌های خود به سرمایه‌گذاری بر روی طلا هجوم می‌آورند. این موضوع در رابطه با نوسانات نرخ ارز و همچنین تغییرات نرخ سود بانکی و نیز سایر عوامل اقتصادی نیز به اشکال مختلف نمود پیدا می‌کند. لذا کشف رابطه‌ی بین این متغیرها با بازار سهام و میزان

^۱ Fama

^۲ Leonardo Iania

^۳ Banker

وابستگی آنها به هم ضروری به نظر می‌رسد. ذکر این نکته اینجا ضروری است که میزان رابطه و تاثیرگذاری متغیرهای اقتصادی بر روی بازار سهام در هر کشوری وابسته به مدل سیاست‌های اقتصادی آن کشور می‌باشد. با در نظر گرفتن اهمیت پیش‌بینی روند حرکت‌های قیمتی در بازار سهام؛ این پژوهش به دنبال پاسخ به این سوال است که چگونه می‌توان با استفاده از الگوریتم اتوماتای سلولی اثر گذاری متغیرهای اقتصادی بر معاملات سهام در بازار بورس تهران را کالیبره نمود؟

هدف اصلی این پژوهش پیدا کردن مقادیر بهینه بازه‌ی تاثیر برای شاخص‌های کلان اقتصادی منتخب، در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از الگوریتم اتوماتای سلولی است.

بنابراین در پژوهش حاضر ما با استفاده از الگوریتم اتوماتای سلولی به دلیل توانایی این روش در مدل‌سازی رفتارهای دینامیکی و معنی‌دار سازی مدل‌ها در فضای چندبعدی (دی آلتو^۱، ۲۰۱۵) و همچنین توانایی تفسیر پارامترها و رویدادهای مالی و اقتصادی (جی کیو و همکاران^۲، ۲۰۰۷)؛ به منظور کمک به سرمایه‌گذاران با هدف دستیابی به درآمد بیشتر و کاهش ریسک معاملات اقدام به کالیبراسیون شاخص‌های اقتصادی تاثیرگذار در بازار بورس تهران، نموده‌ایم. این شاخص‌ها عبارتند از قیمت نفت خام، قیمت طلا، نرخ ارز، نرخ تورم، نرخ سود بانکی، حجم نقدینگی و رشد تولید.

مبانی نظری و سابقه پژوهش

عوامل تاثیرگذار بر مقادیر جریان‌ات نقدی آتی دارایی‌ها و همچنین عوامل موثر بر نرخ بازده مورد انتظار سرمایه‌گذاران، به نوعی عوامل تاثیرگذار بر قیمت و بازدهی سهام بنگاه‌ها نیز محسوب می‌شوند. به لحاظ تئوریک این عوامل به دو دسته درونی و بیرونی تقسیم می‌شوند. عوامل در سطح شرکت و صنعت مثل نسبت‌های مالی، حاشیه سود، نتایج حاصله از بررسی و مطالعه صورت‌های مالی شرکت و عوامل تاثیرگذار بر رونق و رکود در شرکت و صنعتی خاص، همگی از عوامل درونی محسوب می‌شوند. از این‌رو این عوامل تا حدود زیادی بوسیله مدیریت بنگاه‌ها قابل کنترل می‌باشند. اما عوامل کلان اقتصادی، اجتماعی و حتی سیاسی وجود دارند که بر قیمت و بازدهی سهام تاثیر می‌گذارند که خارج از کنترل مدیریت بنگاه‌ها بوده و از این‌رو عوامل بیرونی محسوب می‌شوند، مثل نرخ تورم، نرخ بهره، نرخ رشد اقتصادی، مالیات، سوبسید، قوانین و مقررات مربوطه، حجم نقدینگی، ادوار تجاری کسب و کار، میزان بازدهی فرصت‌های سرمایه‌گذاری جایگزین و سیاست‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی دولت (ترابی و هومن، ۱۳۹۰). لذا تاثیر پذیری قیمت سهام ناشی از نوسانات شاخص‌های اقتصادی یکی از اساسی‌ترین موضوعاتی است که اغلب مطالعات پژوهش‌گران را به خود معطوف کرده است. در پژوهشی صادقی شاهدانی و محسنی (۱۳۹۷) پیوستگی و انتقالات نوسانی میان بازدهی سکه طلای بهار آزادی و شاخص کل بورس اوراق بهادار را براساس ۱۱۴ مشاهده در دامنه‌های زمانی ماهانه با استفاده از سه مدل گارچ چند متغیره مورد بررسی قرار می‌دهد. نتایج این پژوهش موید همبستگی پویای شرطی مقادیر گذشته و همبستگی‌های مقطعی براساس

¹ D'Alotto

² G. Qiu

رویدادهای خاص نظیر تغییرات نرخ ارز میان دو بازار است. همچنین سرریزی مثبت از بازار طلا به بازار سرمایه تأیید می‌شود. این امر حاکی از آن است که برخلاف نظریه‌های رایج این حوزه، بازدهی طلا جایگزینی برای سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار نیست زیرا عوامل بیرونی تشدید کننده نوسان می‌تواند نقش موثرتری در تلاطم هم‌جهت میان دو بازار باشد. در همین راستا سیاحری و روبیان^۱ (۲۰۲۰) طی یک پژوهشی همبستگی طلا، نرخ ارز و شاخص سهام بورس اندونزی در دوره‌های همه‌گیر کوید-۱۹ با آزمایش تأثیر قیمت ارز و نرخ ارز بر شاخص سهام و نوسان سهام را بررسی کردند. نتایج نشان داد که تغییرات قیمت طلا تأثیر قابل توجهی بر نوسان قیمت سهام داد و وجود همبستگی پویای مثبت بین شاخص سهام و طلا و همبستگی پویای منفی بین شاخص سهام و نرخ ارز دارد. با توجه به وابستگی اقتصاد ایران به درآمدهای نفتی و تأثیرپذیری بخش‌های مختلف اقتصادی از نوسانات قیمت آن اسکویی و شافعی (۱۳۹۳) در پژوهشی با استفاده از داده‌های ماهانه، برای دوره زمانی اکتبر ۱۹۹۷ تا دسامبر ۲۰۱۳ و مدل خود توضیح برداری ساختاری تأثیر نوسانات قیمت نفت ایران در بازارهای جهانی، بر تغییرات شاخص قیمت سهام بورس تهران مورد بررسی قرار دادند. آنها با تحلیل توابع واکنش آنی مشاهده نمودند که شوک ساختاری افزایش تغییرات قیمت نفت تا پنج دوره سبب افزایش تغییرات قیمت سهام می‌شود. همچنین نتایج تحلیل تجزیه واریانس، نشان داد که تغییرات قیمت نفت، ۵ درصد از تغییرات شاخص قیمت سهام را در بلندمدت توضیح می‌دهد. همچنین الامجیر و امین^۲ (۲۰۲۱) طی یک پژوهشی رابطه بین قیمت نفت و بازار سهام در چهار کشور آسیای جنوبی را با استفاده از مدل غیرخطی خود رگرسیون و توزیع با وقفه برای سالهای ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۸ بررسی کردند آن‌ها نتیجه گرفتند که ما بین قیمت جهانی نفت و شاخص بورس رابطه مثبتی وجود دارد و نیز پاسخ شاخص بورس به شوک‌های مثبت و منفی قیمت نفت نامتقارن است. همچنین نشان دادند که افزایش قیمت نفت در بازارهای جهانی باعث تحریک قیمت سهام می‌شود و این نشان می‌دهد که کشورهای آسیای جنوبی از فرضیه بازار کارا پیروی نمی‌کنند. دلخوش (۱۳۹۶) در مقاله‌ای به بررسی رابطه نرخ تورم، نرخ ارز و نرخ سود سپرده‌های سرمایه‌گذاری یک ساله با شفافیت سود شرکت‌ها پرداخته است وی در این تحقیق برای تعیین شفافیت سود با استفاده از مدل بارث و با به کارگیری اطلاعات مالی ۱۲۱ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳ اقدام کرده است. یافته‌های تحقیق ایشان نشان می‌دهد که بین نرخ تورم، نرخ ارز و نرخ سود سپرده‌های سرمایه‌گذاری یک ساله با شفافیت سود حسابداری رابطه معناداری وجود دارد. در حوزه اثرات تورم و نرخ بهره الدومیاتی^۳ (۲۰۲۰) و همکاران در پژوهشی اثر نرخ تورم و نرخ بهره بر قیمت سهام با استفاده از داده‌های فصلی در مورد شرکت‌های غیر مالی ذکر شده در سی شرکت برتر صنعتی^۴ و یکصد شرکت بزرگ غیرمالی^۵ برای دوره ۱۹۹۹-۲۰۱۶ را بررسی کردند. نتایج نشان داد که بین قیمت سهام، تغییرات قیمت سهام به دلیل نرخ تورم و تغییرات قیمت سهام به دلیل نرخ بهره واقعی، همبستگی وجود

^۱ Alfi Syahri and Robiyanto Robiyanto

^۲ Alamgir & Amin

^۳ Eldomiaty

^۴ DJIA30

^۵ NASDAQ100

دارد. نتایج هم انباشتگی رگرسیون نشان می‌دهد که نرخ تورم با قیمت سهام رابطه عکس و نرخ‌های واقعی سود با قیمت سهام ارتباط مستقیم دارد. همینطور نجفی (2019) در پژوهشی به بررسی نوسانات بازار در طول دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۹ و تاثیر نرخ تورم بر روند قیمت سهام پرداخته و این‌که آیا بازار ارز به عنوان یک بازار جایگزین تاثیر منفی بر قیمت سهام داشته است یا خیر. نتایج نشان داد که نرخ تورم در کوتاه مدت اثری منفی بر سرمایه گذاری در بازار بورس دارد اما می‌توان به سهامداران از جهت کاسته شدن اثر منفی تورم در بازار بورس در درازمدت اطمینان خاطر داد. پس از نرخ تورم، متغیر نرخ ارز و تاثیر آن بر بازار بورس سنجیده شد نتیجه این شد که با افزایش نرخ ارز در کوتاه مدت میزان شاخص بازار بورس کاهش می‌یابد اما در بلندمدت اثری مثبت بر شاخص بورس دارد. عرب‌صالحی و همکاران^۱ (۲۰۲۰) با هدف بررسی تاثیر نقدینگی بازار سهام بر عملکرد اقتصادی شرکت‌ها پژوهشی را انجام دادند. آن‌ها برای اندازه‌گیری نقدشوندگی سهام، از روش نقدشوندگی آمیهد استفاده کردند. سه معیار مختلف عملکرد نیز به نام‌های ارزش افزوده اقتصادی، کیوتوبین و نسبت بازده دارایی نیز برای اندازه‌گیری عملکرد اقتصادی شرکت‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. جامعه آماری شامل کلیه شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران بود که از ۹۷ شرکت با روش نمونه‌گیری سیستماتیک نمونه‌گیری شده بود. این مطالعه در یک دوره ده ساله از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۲ انجام شد. آن‌ها نتیجه گرفتند که نقدشوندگی سهام تأثیر مثبت قابل توجهی بر دو معیار عملکرد شرکت ارزش افزوده اقتصادی و کیوتوبین دارد، در حالی که هیچ مدرکی مبنی بر این‌که نقدینگی تأثیر قابل توجهی بر نسبت بازده دارایی دارد، یافت نشد. چریان و لازار^۲ (۲۰۱۹) رابطه بین نقدینگی، نوسان معاملات سهام در بازار هند را با استفاده از برآوردهای رگرسیون OLS، بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که نوسانات در نقدینگی تأثیر مستقیمی در بازار سهام هند و نقدشوندگی آن دارد. حتی پس از تعدیل تأثیر معاملات، نوسانات از نظر آماری تأثیر قابل توجهی بر نقدینگی نشان می‌دهد. ساهو و بندوپدهایا^۳ (۲۰۲۰) مطالعه‌ای در خصوص رابطه احتمالی بین تولیدات صنعتی و قیمت سهام را انجام دادند که در آن میزان تاثیر تولیدات در صنعت را بر بازار سهام هند مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که یک وابستگی بلندمدت مثبت بین نرخ تولیدات صنعتی و قیمت سهام در هند وجود دارد. نتیجه مدل تصحیح خطای بردار نیز نشان می‌دهد که در کوتاه مدت حرکت قیمت سهام بر تولیدات صنعتی تأثیر مثبت دارد.

گوکمن اوغلو^۴ و همکاران (۲۰۲۱) طی مطالعه‌ای بر روی کشورهای برزیل، چین، هند، مالزی، مکزیک، آفریقای جنوبی، تایلند و ترکیه رابطه بین نرخ ارز و بازده بازار سهام را مورد بازنگری قرار دادند. شاخص‌های بازار سهام متناظر برای اندازه‌گیری عملکرد بازار سهام هر کشور استفاده شد. یافته‌ها نشان می‌دهند که نرخ ارز تنها در برخی شرایط خاص، مانند زمانی که بازار نزولی است، بازده بازار سهام را تحت تاثیر قرار خواهد داد. همچنین بازار نزولی زمانی اتفاق می‌افتد که اکثر سرمایه‌گذاران در بازار معتقد باشند که کل بازار در حال سقوط است.

¹ Arabsalehi, Beedel, & Moradi

² Cheriyan and Lazar

³ Sahu and Bandopadhyay

⁴ Korhan Gokmenoglu

سرنو^۱ (2023) به بررسی تأثیر نرخ ارز و نرخ تورم بر نوسانات در پویایی بازده بازار در بورس هند پرداخت. در این مطالعه از تأخیر توزیع شده خود رگرسیون، گارچ و مدل تصحیح خطا برای بررسی تأثیر بر نوسانات بازده بازار سهام استفاده شد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در بلندمدت بین بازده بازار و نرخ ارز رابطه معناداری وجود دارد و رابطه کوتاه‌مدت نشان‌دهنده اثرات منفی بر بازده بازار سهام است.

ژانگ و همکاران^۲ (2007) از شبکه‌عصبی کانولوشن^۳ و الگوریتم بردار پشتیبان بهبود یافته برای پیش‌بینی شاخص سهام و نرخ ارز در بازارهای آمریکا، اروپا و هنگ کنگ استفاده کردند. نتایج نشان داد که مدل ترکیبی بالاترین دقت را داشته است. ژانگ^۴ (2016) و سیلوا^۵ (2017) از الگوریتم شبکه‌عصبی بازگشتی برای پیش‌بینی قیمت سه بازار سهام استفاده کردند. ایشان دریافتند هنگامی که از متغیرهای اقتصادی به عنوان ورودی و داده‌های تاریخی استفاده می‌شود پیش‌بینی قیمت واقعی بهتر صورت می‌گیرد. دی‌اولیورا، نوبری و زاراته^۶ (2013) با بهره‌گیری از تئوری مالی و اقتصادی، تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی، تحلیل بنیادی و تحلیل تکنیکال سعی در پیش‌بینی قیمت در بازار سهام برزیل با استفاده از الگوریتم شبکه‌عصبی مصنوعی^۷ را داشتند. نتیجه مطالعه ایشان که با استفاده از سه لایه شبکه‌عصبی صورت پذیرفت در مرحله اولیه ۹۳/۶۲ درصد و در مرحله آزمون ۸۷/۵۰ درصد صحیح بود. علاوه بر این پاتل و همکاران^۸ (2015) چهار مدل پیش‌بینی را برای پیش‌بینی جهت روند در بازارهای مالی هند مقایسه کردند که عبارت بود از جنگل تصادفی^۹، ماشین بردار پشتیبانی^{۱۰}، شبکه‌عصبی مصنوعی و ناوی و بایس. نتایج نشان می‌دهد که جنگل‌های تصادفی بر سه مدل دیگر از لحاظ عملکرد کلی، برتری دارد. در حالی که هو و همکاران^{۱۱} (2015) یک الگوریتم ترکیبی پس‌رو از روند تکاملی فروش و خرید ارائه داند که ترکیبی از سیستم‌های طبقه‌بندی شده گسترده^{۱۲} با استراتژی‌های سرمایه‌گذاری پیروی از روند است. در طول این رویکرد، آنها یک قانون معاملاتی را ارائه می‌دهند که سهام را با شاخص‌های مختلف در بازار سهام شانگهای انتخاب می‌کند. گوتچلیچ و هینز^{۱۳} (2014) یک سیستم پشتیبان از تصمیم‌گیری^{۱۴} پیشنهاد کردند که به سرمایه‌گذاران امکان می‌دهد توصیه‌های گروهی را در تصمیمات سرمایه‌گذاری خود در نظر بگیرند و از آن برای مدیریت یک پرتفوی در بورس اوراق بهادار فرانکفورت استفاده کنند. با این حال، سیلوا، نوس و هورتا^{۱۵} (2015) برای تقویت مدیریت پرتفوی‌ها از یک الگوریتم تکاملی چند هدفه^{۱۵} با دو هدف ریسک و بازده استفاده می‌کنند.

¹ Sreenu

² Zhai Y

³ Convolutional neural networks

⁴ Xiong R

⁵ Silva IND

⁶ De Oliveira

⁷ Artificial Neural Networks

⁸ patel

⁹ Random forest

¹⁰ Support vector machines

¹¹ Daning Hu

¹² Extensive classified systems(XCS)

¹³ Gottschlich & Hiz

¹⁴ Decision support system

¹⁵ Multi-Objective Evolutionary Algorithm

با توجه به تحقیقات صورت گرفته به نظر می‌رسد به منظور جلوگیری از زیان سرمایه‌گذاران در بازارهای مالی برای هر اقتصادی می‌بایست به فراخور شرایط اقتصادی و باورهای رفتاری جامعه "تئوری‌های مالی رفتاری" (رهنمای رودپشتی، تاجمیر ریاحی، ۱۳۹۳)، مقادیر پارامترهای تصمیم‌گیری معاملات قبل از استفاده در تحلیل‌ها کالیبره شده و سپس بکار گیرند. ما در این پژوهش با استفاده از قابلیت‌های الگوریتم اتوماتای سلولی به کالیبراسیون این متغیرها می‌پردازیم.

روش شناسی پژوهش

اتوماتای سلولی مدلی از ریاضیات گسسته است و به دلیل این که توانایی فوق‌العاده‌ای در توصیف دینامیک‌های به شدت غیرخطی فضا زمانی دارد و این کار را با شیوه بسیار ساده و کوتاه انجام می‌دهد، در مدل‌سازی بسیاری از پدیده‌های متنوع مانند دینامیک‌های مولکولی، هیدرودینامیک‌ها، مشخصه‌های فیزیکی مواد، دینامیک‌های اقتصادی و اجتماعی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد. اتوماتای سلولی با نام‌هایی مانند فضا‌های سلولی، اتوماتای فروش سازی، ساختارهای همگن، ساختارهای سلولی، ساختارهای مفروش سازی و آرایه‌های تکرار شونده، نیز بیان می‌گردد. یک اتوماتای سلولی شامل یک شبکه منظم از سلول‌ها است که هر کدام از آن‌ها در یکی از حالات از مجموعه حالات متناهی امکان‌پذیر قرار دارند. مانند on و off یا مقدار منطقی ۰ و ۱. همچنین شبکه می‌تواند هر بعد متناهی داشته باشد. برای هر سلول، یک مجموعه از سلول‌ها که همسایه آن نامیده می‌شود، نسبت به آن سلول مشخص تعریف شده است. یک حالت آغازین (time = 0) یا (t=0) با تخصیص دادن یک وضعیت به هر سلول انتخاب می‌شود. یک نسل جدید (توسعه t به وسیله ۱)، بر اساس یکسری قوانین ثابت (عموماً یک تابع ریاضی) که وضعیت جدید برای هر سلول را بر اساس وضعیت جاری آن سلول و وضعیت‌های سلول‌های همسایه آن، مشخص می‌کند، تولید می‌شود. به‌طور معمول، قوانین به روزرسانی وضعیت سلول‌ها برای هر سلول مشابه است و در طول زمان تغییر نمی‌کند، و به کل شبکه به صورت هم‌زمان اعمال خواهد شد. اتوماتای سلولی به صورت یک سیستم دینامیکی توزیع فضایی در نظر گرفته می‌شوند که هم در زمان و هم در فضا به صورت گسسته هستند. یک مدل اتوماتای سلولی از اتوماتا (سلول یا مکان) یکتایی تشکیل شده است که به صورت یکنواخت روی نقاط یک توری در فضای گسسته D بعدی (D معمولاً ۱ یا ۲ یا ۳ است) توزیع شده‌اند. هر اتوماتا یک متغیر دینامیک است و تغییرات زمانی آن با معادله زیر داده می‌شود:

$$s_{t+1}(x) = F(s_t(x + x_0), s_t(x + x_1), \dots, s_t(x + x_{n-1}))$$

در رابطه فوق، $s_t(x)$ حالت اتوماتای واقع در موقعیت x و در زمان t است. همچنین F برابر با تابع انتقال حالت و N X_0, X_1, \dots, X_{n-1} همسایگی‌های سلول در نظر گرفته می‌شود. مهم‌ترین مشخصه و فرض در اتوماتای سلولی این است که یک تابع انتقال حالت و همسایگی یکسان به صورت یکنواخت به تمام موقعیت‌های فضایی اعمال می‌شود. در شکل (۱) یک نمایش شماتیک از نحوه کار اتوماتای سلولی نشان داده شده است.

خام، قیمت طلا، نرخ تورم، نرخ ارز، شاخص تولیدات و حجم نقدینگی می‌باشد را براساس پیش فرض یک ماهه مقاردهی می‌کنیم. از آنجایی که یکی از اصول علم پایگاه‌داده‌ها از بین بردن افزونگی است به این معنا که از ذخیره یک اطلاع خاص در چند محل مختلف پایگاه داده جلوگیری شود تا داده‌ها هر لحظه با هم در تضاد قرار نگیرند و استخراج واقعیت از آنها ممکن شود. به این منظور فرم‌های نرمال متعددی تعریف و مورد استفاده قرار می‌گیرد، در این مدل نویزگیری در واقع همان نرمال سازی داده‌ها خواهد بود که بطور همزمان حین اجرای گام اولیه‌ی الگوریتم آتوماتا لحاظ می‌شود.

محاسبه اولیه: در این مرحله با استفاده از اطلاعات معاملات محاسبه شاخص‌ها صورت می‌گیرد. نکته‌ی قابل توجه در این بخش اینست که نمادهایی که روزهای معاملاتی آن‌ها بصورت متوالی نبوده و احیاناً نماد بسته‌ای در بین نمادها وجود داشته باشد از پروسه انجام محاسبات کنار گذاشته خواهد شد و به محض باز شدن نماد و پرشدن تعداد روزهای معاملاتی، در محاسبه شرکت داده خواهد شد. بنابراین این شُبه که اطلاعات نادرستی در روند انجام محاسبات وارد شود، مردود است.

جایگذاری: هر شاخص محاسبه شده به عنوان یک سلول از آتوماتا در نظر گرفته می‌شود. بنابراین در هر مرحله ما شش سلول داریم که هر کدام در آرایه‌ی ای از سلول‌های همسایه‌ی خود بصورت جداگانه پردازش می‌شوند. نسل اول: در این مرحله ما اقدام به محاسبه نسل ۱ از حالات رخ داده برای هر شاخص می‌کنیم. در واقع اولین قدم از ایجاد نسل‌های بهینه برداشته می‌شود.

ایجاد قانون: پس از تولید نسل اول از داده‌های اولیه (حرکت از نسل ۰ به نسل ۱)، زمان تبدیل کردن خروجی تابع قبل به قوانین باینری و شماره گذاری قوانین می‌باشد.

نسل‌های بعدی از طریق جایگذاری و تولید نسل جدید ساخته می‌شود و نهایتاً استخراج جواب بهینه از قوانین موجود صورت می‌گیرد.

توابع و جداول استفاده شده:

تعداد نماد‌های شرکت داده شده در محاسبات:

جدول ۱- تعداد شرکت‌ها و روزهای معاملاتی

ریف	بورس	تعداد شرکت‌ها	تعداد روزهای معاملاتی/نماد
1	بورس اوراق بهادار تهران	610	573,400

تعداد محاسبات انجام شده:

جدول ۲- محاسبات انجام شده

ریف	بورس	تعداد شرکت‌ها (n)	متوسط معاملات برای نماد / روز (d)	کل محاسبات انجام شده (T _c)
1	بورس اوراق بهادار تهران	610	945	388,472,400

$$T_c = \sum_{m=1}^{120} ((d - m) * i * n)$$

m تغییرات روزهای محاسباتی =
 = آتعداد شاخص‌های محاسبه شده

```

While Economics_Index Cell (R) ≠ Goal (G) do
  for n-1:N
    if Snt == R
      find best goal E_Cell : Sjt = B
    Snt = R;
      Snt = F;
    elseif Snt ≠ R
      Snt+1 = Snt
    
```

شکل (۲) شبه کد برنامه تکامل آتوماتای سلولی

$$K = \left\{ k \in \{1, \dots, 8\} \mid \frac{\langle \bar{D}_k, \bar{P}_g - \bar{P}_r \rangle}{|\bar{D}_k|} = \max \left(\frac{\langle \bar{D}_k, \bar{P}_g - \bar{P}_r \rangle}{|\bar{D}_k|} \right) \right\}$$

if $\bar{K} > 1$

$$K = \{k \in K \mid \bar{D}_k(2) = \min(\bar{D}_k(2))\}$$

if $\bar{K} > 1$

$$K = \{k \in K \mid \bar{D}_k(1) = \max(\bar{D}_k(1))\}$$

Number of best goal directing cell = $k \in K$

شکل (۳) شبه کد پیدا کردن بهترین سلول هدف

یافته‌های پژوهش

خروجی) تعدیل شاخص برای میانگین شاخص:

جدول ۳- شاخص‌های تعدیل شده

دوره تناوب/روز	نام شاخص	ردیف
31روز	قیمت نفت	۱
26روز	قیمت طلا	۲
۵۴روز	نرخ تورم	۳
۳۲روز	نرخ ارز	۴
۷۳روز	شاخص تولیدات صنعتی	۵
۶۹روز	حجم نقدینگی	6

بر اساس نتایج جدول ۳ در محاسبه دوره‌ی تناوب برای میانگین شاخص بورس، دوره تاثیرگذاری شاخص‌ها برای قیمت نفت، قیمت طلا، نرخ تورم، نرخ ارز، رشد تولید و حجم نقدینگی به ترتیب ۳۱، ۲۶، ۵۴، ۳۲، ۷۳ و ۶۹ روز بدست آمد. خروجی(تعدیل شاخص برای میانگین صنعت):

جدول ۴- شاخص‌های تعدیل شده برای گروه صنعت

ردیف	صنعت	دوره تناوب / روز				
		طلا	نرخ ارز	نرخ تورم	نفت	نقدینگی
۱	ابزار پزشکی، اپتیک و اندازه‌گیری	۱۶	۱	۳۷	۳۲	۳۷
۲	استخراج زغال سنگ	۲	۱۰	۴۵	۳۳	۸۶
۳	استخراج سایر معادن	۱۴	۴	۵۶	۱۴	۳۸
۴	استخراج نفت گاز و خدمات جنبی جز اکتشاف	۳۶	۶۰	۵۰	۸	۷۲
۵	استخراج کانه های فلزی	۲۶	۲۴	۶۰	۳۳	۷۱
۶	اطلاعات و ارتباطات	۷۴	۹۳	۹۳	۱۳	۱۴
۷	انبوه سازی، املاک و مستغلات	۱۴	۴۴	۶۰	۱۸	۷۴
۸	انتشار، چاپ و تکثیر	۲	۱۳	۴۶	۷	۹۸
۹	اوراق - بازار مذاکره	۴۷	۳۹	۶۶	۸۲	۵۸
۱۰	اوراق - عادی	۱۴	۱۴	۱۴	۲۹	۲۹
۱۱	بانکها و موسسات اعتباری	۳۳	۳۱	۵۹	۴۴	۵۶
۱۲	بیمه و صندوق بازنشستگی به جز تامین اجتماعی	۱۸	۳۷	۴۰	۳۸	۶۵
۱۳	پیمانکاری صنعتی	۲۵	۱۴	۴۶	۱۰	۴۶
۱۴	حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات	۱۷	۲۶	۵۴	۳۴	۸۴
۱۵	خدمات فنی و مهندسی	۱۲	۵۲	۷۶	۳۳	۵۴
۱۶	خرده فروشی، باستانهای وسایل نقلیه موتوری	۱۲	۱۴	۱۸	۸	۴۸
۱۷	خودرو و ساخت قطعات	۲۳	۲۰	۵۱	۳۱	۸۱
۱۸	دبایه، پرداخت چرم و ساخت انواع پاپوش	۱۴	۱۴	۴۳	۱۴	۱۴
۱۹	رایانه و فعالیت‌های وابسته به آن	۶	۳۹	۵۰	۳۹	۶۹
۲۰	زراعت و خدمات وابسته	۳۹	۵۵	۵۵	۴۶	۷۱
۲۱	ساخت دستگاهها و وسایل ارتباطی	۱۴	۲۶	۵۷	۱۶	۵۶
۲۲	ساخت محصولات فلزی	۲۴	۳۵	۵۷	۴۰	۹۱
۲۳	سایر محصولات کانی غیر فلزی	۲۵	۱۷	۵۲	۲۵	۶۱
۲۴	سایر واسطه گریهای مالی	۵	۳۵	۵۸	۳۸	۱۰۷
۲۵	سرمایه گذاریها	۲۸	۲۰	۵۶	۳۰	۵۲
۲۶	سیمان، آهک و گچ	۲۴	۲۴	۵۴	۳۳	۷۸
۲۷	شرکتهای چند رشته ای صنعتی	۵۴	۱۴	۴۹	۴۱	۷۹
۲۸	صدور و ابطال واحد صندوق سرمایه گذاری قابل معامله	۵۲	۹۹	۷۲	۵۲	۲۳
۲۹	عادی	۲	۸	۲۴	۳۷	۹۷
۳۰	عرضه برق، گاز، بخار و آب گرم	۸	۴۰	۳۸	۱۲	۴۸
۳۱	فراورده های نفتی، کک و سوخت هسته ای	۴۱	۱۴	۶۵	۱۴	۶۶
۳۲	فعالیت‌های کمکی به نهادهای مالی واسط	۴۰	۳۳	۴۷	۳۹	۵۲
۳۳	فلزات اساسی	۳۸	۳۶	۵۷	۲۴	۶۵
۳۴	قند و شکر	۳۹	۳۹	۴۰	۱۹	۶۷
۳۵	کاشی و سرامیک	۲۳	۳۹	۶۲	۳۱	۱۰۱
۳۶	لاستیک و پلاستیک	۲۷	۳۵	۳۸	۱۹	۶۶
۳۷	ماشین آلات و تجهیزات	۲۸	۳۶	۵۰	۲۸	۵۷
۳۸	ماشین آلات و دستگاه‌های برقی	۱۶	۴۲	۴۳	۴۱	۹۷
۳۹	محصولات چوبی	۳۲	۲۱	۲۵	۴۳	۵۲
۴۰	محصولات شیمیایی	۳۶	۳۹	۶۰	۲۳	۶۷
۴۱	محصولات غذایی و آشامیدنی به جز قند و شکر	۸	۲۲	۴۶	۳۵	۸۸
۴۲	محصولات کاغذی	۱۰	۷	۴۶	۸	۶۶
۴۳	مخاطرات	۳۰	۵۲	۸۹	۱۸	۷۸
۴۴	منسوجات	۳	۱۶	۷۷	۳۰	۶۶
۴۵	مواد و محصولات دارویی	۲۰	۳۵	۵۸	۵۲	۸۱
۴۶	هیه گواهی تسهیلات مسکن	۵۵	۵۴	۵۹	۲۳	۲۳
۴۷	واحد ممتاز صندوق سرمایه گذاری قابل معامله	۲۵	۱۰	۳۴	۱۸	۵۷

بر اساس نتایج جدول ۴ در محاسبه دوره‌ی تناوب برای میانگین صنعت، دوره تاثیرگذاری شاخص‌ها برای هر صنعت بصورت مجزا محاسبه گردید و نتایج حاکی از تاثیر متفاوت این شاخص‌ها برای هر صنعت بود. به صورت مثال برای صنعت ابزار پزشکی، اپتیکی و اندازه‌گیری (ردیف ۱ از جدول ۴) دوره تاثیرگذاری شاخص‌ها برای قیمت طلا، نرخ ارز، نرخ تورم، قیمت نفت، حجم نقدینگی و رشد تولید به ترتیب ۱۶، ۱، ۳۷، ۳۳، ۳۷ و ۱۰ روز تعیین گردید در حالیکه برای صنعت بانک‌ها و موسسات اعتباری (ردیف ۱۱ از جدول ۴) دوره تاثیرگذاری ۳۳، ۳۱، ۵۹، ۴۴، ۵۹، ۸۹ می‌باشد. این نتیجه‌گیری برای سایر صنایع (ردیف ۱ الی ۴۷) نیز صادق است. خروجی) تعدیل شاخص برای میانگین هر نماد:

جدول ۵- شاخص‌های تعدیل شده برای هر نماد

ردیف	نماد	دوره تناوب				
		طلا	ارز	تورم	نفت	نقدینگی
۱	اخابرج	۳	۴۰	۷۳	۳	۷۳
۲	اطلس ۲	۹۳	۱۰۶	۹۹	۱۱۹	۱۴
۳	اوستا ۲	۱۱۰	۱۰۹	۱۰۱	۱۴	۱۴
۲۲	اوستا ۴	۱	۲	۱۷	۱۷	۸۷
۲۳	اوستا ۴	۱۶	۱	۳۷	۳۲	۳۷
۲۴	اکتور	۱۶	۱۶	۳۷	۳۲	۳۷
۲۵	بالبرج	۷۲	۲	۲۷	۷۹	۷۳
۵۵	تملت	۱۴	۱۴	۴۷	۱۱۰	۴۷
۵۶	ناخن	۲	۱۴	۶۴	۳۷	۱۲۰
۲۲۵	تمسکنج	۳	۷۶	۶۱	۲۳	۶۵
۲۲۶	حتوکاخ	۳۳	۷۸	۸۸	۸	۶۷
۲۲۷	دارا ۲	۱۴	۹۷	۱۰۳	۹۷	۱۴
۲۲۸	دتمادج	۱۱۰	۱۰۸	۱۱۲	۱۱۱	۷۸
۵۱۳	دلرج	۱۶	۲	۱۴	۱۱	۱۸
۵۱۴	زکوثر	۱۰۵	۱۴	۴۷	۱۱۰	۴۷
۵۱۵	زمکساج	۲۴	۸۷	۶۸	۹۲	۵۱
۵۱۶	ساریلج	۱۵	۴۸	۴۷	۱۳	۷۳
۵۵۰	ساوه	۱۰۵	۱۴	۴۷	۱۱۰	۴۷
۵۵۱	سدستج	۵۰	۸۱	۶۳	۱۰۷	۴۶
۵۵۲	سهرمزج	۵	۵۱	۶۵	۵۱	۴۶
۵۵۳	شیتروج	۷۶	۱۴	۴۶	۱۴	۸۱
۵۵۴	شیمچا	۲	۱۱۹	۱۰۷	۲۵	۱۱۳
۵۵۵	شلعابج	۲	۱۴	۱۴	۶	۷۱
۵۵۶	صایند ۲	۱۱۹	۱۱۹	۱۰۱	۹۷	۳۵
۶۰۴	غشاج	۱۱	۱۹	۷۵	۱۲	۷۵
۶۰۵	غشمنفاج	۴	۶۶	۳۶	۶۹	۷۲
۶۰۶	قرن	۱	۱۴	۴۷	۱۱۱	۴۷
۶۰۷	کچینی	۲۱	۸۸	۹۳	۴۵	۹۳
۶۰۸	کسایاج	۱۱۶	۱۲	۵۹	۱۱۶	۲۷
۶۰۹	کهمداج	۲۱	۱۵	۱۲۰	۱۳	۱۴
۶۱۰	وامیدج	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴

بر اساس نتایج جدول ۵ در محاسبه دوره‌ی تناوب برای تک تک نمادها، دوره تاثیرگذاری شاخص‌ها برای هر نماد بصورت مجزا محاسبه گردید و نتایج حاکی از تاثیر متفاوت این شاخص‌ها برای هر یک از نمادهایی بود که در بازار بورس معامله می‌شوند. به صورت مثال برای نماد اخبرج (ردیف ۱ از جدول ۵) دوره تاثیرگذاری شاخص‌ها برای قیمت طلا، نرخ ارز، نرخ تورم، قیمت نفت، حجم نقدینگی و رشد تولید به ترتیب ۳، ۴۰، ۷۳، ۳، ۷۳ و ۴۱ روز تعیین گردید در حالیکه برای نماد آکنتور (ردیف ۲۴ از جدول ۶) دوره تاثیرگذاری ۱۶، ۱، ۳۷، ۳۲، ۳۷، ۱۰ می‌باشد. این نتیجه‌گیری برای سایر نمادها (ردیف ۱ الی ۶۱۰) نیز صادق است.

آزمون پارامترهای بدست آمده:

مقادیر بدست آمده از اصلاح پارامترها بروی نمادهای منتخب زیر در بازه زمانی مرداد ۱۳۹۵ الی اسفند ۱۴۰۰ مورد آزمون قرار گرفت و نتایج زیر بدست آمد.

بر اساس نتایج جدول ۶ در صحت سنجی دوره‌ی تناوب برای تک تک نمادها، درصد موفقیت برای هر نماد بصورت مجزا محاسبه گردید و نتایج حاکی از تاثیر متفاوت این نرخ‌ها برای هر یک از نمادهایی بود که در بازار بورس معامله می‌شوند. به صورت مثال برای نماد اخبرج (ردیف ۱ از جدول ۶) نرخ تاثیرگذاری شاخص‌ها برای قیمت طلا، نرخ ارز، نرخ تورم، قیمت نفت، حجم نقدینگی و رشد تولید به ترتیب ۵۰/۰۰٪، ۷۷/۸۷٪، ۷۱/۴۳٪، ۵۸/۸۲٪، ۷۱/۴۳٪ و ۷۵/۰۰٪ تعیین گردید در حالیکه برای نماد تملت (ردیف ۵۶ از جدول ۶) نرخ تاثیر ۵۲/۰۲٪، ۵۰/۴۰٪، ۹۰/۰۰٪، ۹۰/۰۰٪، ۹۰/۰۰٪، ۳۷/۹۰٪ می‌باشد. این نتیجه‌گیری برای سایر نمادها (ردیف ۱ الی ۶۱۰) نیز صادق است.

جدول ۶- آزمون صحت برای شاخص‌های تعدیل شده هر نماد

ردیف	نماد	درصد موفقیت				طلا	ارز	تورم	نفت	تقدیگی	تولید
۱	اخباریح	۵۰/۰۰٪	۷۷/۷۸٪	۷۱/۴۳٪	۷۷/۷۸٪	۷۷/۷۸٪	۷۱/۴۳٪	۵۸/۸۲٪	۷۱/۴۳٪	۷۵/۰۰٪	
۲	اطلس ۲	۶۷/۳۱٪	۶۸/۰۸٪	۵۵/۳۸٪	۶۸/۰۸٪	۶۸/۰۸٪	۵۵/۳۸٪	۵۵/۷۷٪	۴۹/۵۹٪	۶۵/۷۷٪	
...	
۲۲	اوصنا ۲	۷۳/۴۷٪	۶۹/۳۹٪	۶۳/۲۷٪	۶۹/۳۹٪	۶۹/۳۹٪	۶۳/۲۷٪	۵۵/۵۶٪	۵۱/۱۱٪	۹۱/۸۴٪	
۲۳	اوصنا ۴	۵۴/۵۵٪	۴۷/۷۳٪	۵۶/۸۲٪	۴۷/۷۳٪	۴۷/۷۳٪	۵۶/۸۲٪	۵۴/۵۵٪	۷۷/۲۷٪	۳۴/۹۶٪	
۲۴	آکتور	۷۵/۰۰٪	۶۵/۵۲٪	۶۰/۰۰٪	۶۵/۵۲٪	۶۵/۵۲٪	۶۰/۰۰٪	۷۵/۰۰٪	۶۰/۰۰٪	۰/۰۰٪	
...	
۵۵	بالرغ	۶۰/۰۰٪	۵۱/۱۱٪	۶۶/۶۷٪	۵۱/۱۱٪	۵۱/۱۱٪	۶۶/۶۷٪	۸۰/۰۰٪	۷۷/۷۸٪	۵۰/۰۰٪	
۵۶	تملت	۵۲/۰۲٪	۵۰/۴۰٪	۹۰/۰۰٪	۵۰/۴۰٪	۵۰/۴۰٪	۹۰/۰۰٪	۹۰/۰۰٪	۹۰/۰۰٪	۳۷/۹۰٪	
۵۷	ناخنج	۶۳/۶۴٪	۴۸/۸۴٪	۵۴/۵۵٪	۴۸/۸۴٪	۴۸/۸۴٪	۵۴/۵۵٪	۴۸/۴۸٪	۷۲/۷۳٪	۴۰/۷۰٪	
...	
۲۲۵	شمکنج	۶۰/۸۷٪	۵۷/۱۴٪	۷۵/۰۰٪	۵۷/۱۴٪	۵۷/۱۴٪	۷۵/۰۰٪	۵۸/۵۴٪	۷۳/۳۳٪	۷۱/۴۳٪	
۲۲۶	حنوکاج	۶۲/۸۶٪	۷۵/۰۰٪	۴۰/۰۰٪	۷۵/۰۰٪	۷۵/۰۰٪	۴۰/۰۰٪	۵۱/۲۲٪	۶۶/۶۷٪	۵۰/۰۰٪	
۲۲۷	دارا ۲	۵۲/۱۳٪	۷۰/۸۳٪	۶۲/۵۰٪	۷۰/۸۳٪	۷۰/۸۳٪	۶۲/۵۰٪	۷۰/۸۳٪	۵۴/۲۶٪	۹۵/۸۳٪	
۲۲۸	دتمادج	۸۳/۳۳٪	۸۷/۵۰٪	۸۰/۰۰٪	۸۷/۵۰٪	۸۷/۵۰٪	۸۰/۰۰٪	۸۰/۰۰٪	۳۶/۳۶٪	۵۸/۳۳٪	
...	
۵۱۳	دلرغ	۷۵/۰۰٪	۶۳/۶۴٪	۵۰/۰۰٪	۶۳/۶۴٪	۶۳/۶۴٪	۵۰/۰۰٪	۸۳/۳۳٪	۵۰/۰۰٪	۴۳/۷۵٪	
۵۱۴	زکوتر	۶۶/۶۷٪	۴۲/۸۶٪	۸۳/۳۳٪	۴۲/۸۶٪	۴۲/۸۶٪	۸۳/۳۳٪	۸۳/۳۳٪	۸۳/۳۳٪	۳۲/۹۷٪	
۵۱۵	زمنگاج	۶۰/۲۶٪	۵۲/۱۷٪	۴۷/۳۷٪	۵۲/۱۷٪	۵۲/۱۷٪	۴۷/۳۷٪	۴۸/۸۴٪	۳۷/۸۸٪	۶۸/۱۸٪	
۵۱۶	ساریلج	۵۷/۱۴٪	۲۸/۵۷٪	۴۲/۸۶٪	۲۸/۵۷٪	۲۸/۵۷٪	۴۲/۸۶٪	۸۵/۷۱٪	۷۱/۴۳٪	۴۲/۸۶٪	
...	
۵۵۰	ساوه	۶۶/۶۷٪	۵۳/۹۳٪	۸۳/۳۳٪	۵۳/۹۳٪	۵۳/۹۳٪	۸۳/۳۳٪	۸۳/۳۳٪	۸۳/۳۳٪	۳۷/۴۵٪	
۵۵۱	سدشج	۶۰/۰۰٪	۶۰/۰۰٪	۸۰/۰۰٪	۶۰/۰۰٪	۶۰/۰۰٪	۸۰/۰۰٪	۸۰/۰۰٪	۸۰/۰۰٪	۸۰/۰۰٪	
۵۵۲	سهرمزج	۷۰/۷۳٪	۵۳/۶۶٪	۵۸/۵۴٪	۵۳/۶۶٪	۵۳/۶۶٪	۵۸/۵۴٪	۷۵/۶۱٪	۵۸/۵۴٪	۵۶/۱۰٪	
۵۵۳	شترج	۴۵/۹۵٪	۴۴/۸۳٪	۹۷/۳۰٪	۴۴/۸۳٪	۴۴/۸۳٪	۹۷/۳۰٪	۴۸/۲۸٪	۴۸/۶۵٪	۱۵/۵۲٪	
۵۵۴	شپسجا	۴۱/۷۹٪	۵۴/۵۵٪	۱۶/۹۸٪	۵۴/۵۵٪	۵۴/۵۵٪	۱۶/۹۸٪	۴۶/۲۷٪	۴۲/۸۶٪	۸۷/۲۳٪	
۵۵۵	شلملیج	۵۶/۱۰٪	۴۷/۱۲٪	۵۶/۷۳٪	۴۷/۱۲٪	۴۷/۱۲٪	۵۶/۷۳٪	۶۰/۹۸٪	۷۵/۶۱٪	۵۲/۸۸٪	
۵۵۶	صابتد ۲	۶۶/۶۷٪	۷۸/۰۷٪	۷۴/۱۴٪	۷۸/۰۷٪	۷۸/۰۷٪	۷۴/۱۴٪	۵۷/۷۶٪	۵۳/۴۹٪	۶۹/۸۳٪	
...	
۶۰۴	غشاج	۵۳/۳۳٪	۷۰/۸۳٪	۳۳/۳۳٪	۷۰/۸۳٪	۷۰/۸۳٪	۳۳/۳۳٪	۶۸/۹۷٪	۳۳/۳۳٪	۵۰/۰۰٪	
۶۰۵	غشفاج	۵۵/۲۶٪	۶۰/۰۰٪	۵۹/۲۶٪	۶۰/۰۰٪	۶۰/۰۰٪	۵۹/۲۶٪	۷۱/۴۳٪	۶۶/۶۷٪	۴۶/۱۵٪	
۶۰۶	قرن	۵۰/۰۰٪	۵۵/۵۶٪	۹۴/۴۴٪	۵۵/۵۶٪	۵۵/۵۶٪	۹۴/۴۴٪	۸۸/۸۹٪	۹۴/۴۴٪	۴۵/۱۶٪	
۶۰۷	کچینی	۷۰/۵۹٪	۷۷/۷۸٪	۶۶/۶۷٪	۷۷/۷۸٪	۷۷/۷۸٪	۶۶/۶۷٪	۵۲/۹۴٪	۶۶/۶۷٪	۶۶/۶۷٪	
۶۰۸	کسایاج	۵۸/۹۷٪	۴۳/۹۰٪	۶۸/۲۹٪	۴۳/۹۰٪	۴۳/۹۰٪	۶۸/۲۹٪	۵۱/۲۸٪	۶۸/۲۹٪	۵۳/۶۶٪	
۶۰۹	کهمداج	۶۰/۰۰٪	۶۵/۰۰٪	۴۷/۵۰٪	۶۵/۰۰٪	۶۵/۰۰٪	۴۷/۵۰٪	۵۷/۵۰٪	۴۱/۸۴٪	۷۰/۰۰٪	
۶۱۰	وامیدج	۳۲/۰۰٪	۴۴/۰۰٪	۳۶/۰۰٪	۴۴/۰۰٪	۴۴/۰۰٪	۳۶/۰۰٪	۷۲/۰۰٪	۶۴/۰۰٪	۳۶/۰۰٪	

بحث و نتیجه گیری

بسیاری از مطالعات تجربی، تغییرات در بازار سرمایه در اثر تغییر در متغیرهای اقتصادکلان را مورد بررسی قرار داده‌اند. اغلب این پژوهش‌ها تاکید دارند که شاکله‌ی بازار سرمایه و اقتصاد به عنوان دو عنصر کاملاً وابسته و تاثیر

پذیر از هم می‌باشند و کشف رابطه بین این متغیرها با بازار سهام و میزان وابستگی آنها به هم را ضروری دانسته‌اند که نتایج تحقیق حاضر نیز همسو با مطالعات پیشین از جمله سرینیو^۱ (۲۰۲۳)، ایانیا (۲۰۲۳)، چان^۲ (۲۰۲۳)، فدایی نژاد و فراهانی (۱۳۹۶) و ابراهیمی (۱۳۹۸)، می‌باشد. از طرفی نتایج مطالعات نشان می‌دهد که میزان رابطه و تاثیرگذاری متغیرهای اقتصادی بر روی بازار سهام در هر کشوری وابسته به مدل سیاست‌های اقتصادی آن کشور می‌باشد.

هدف اصلی مقاله حاضر توضیح رابطه و بازه‌ی تاثیرگذاری متغیرهای اقتصادی بر بازار بورس و کالیبراسیون این متغیرها خاصه برای گروه صنعت و مهمتر از همه برای هر نماد بورسی با بهره‌گیری از الگوریتم اتوماتای سلولی بود که با استفاده از داده‌های معاملاتی روزانه بازار بورس تهران و شاخص‌های اقتصادی در فاصله زمانی ابتدای مرداد ۱۳۹۵ الی ابتدای مرداد ۱۴۰۰ انجام گردید. شش متغیر اقتصاد کلان که فرض شده‌اند بر بازده سهام مؤثرند مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این متغیرها عبارتند از قیمت نفت، قیمت طلا، نرخ تورم، نرخ ارز، شاخص تولیدات صنعتی و حجم نقدینگی.

نتایج بدست آمده دوره تاثیر این شاخص‌ها بر بازار بورس را به ترتیب ۳۱، ۲۶، ۵۴، ۳۲، ۷۳ و ۶۹ روز نشان می‌دهد. نتایج آزمون پارامترها حاکی از تفاوت دوره تاثیرگذاری شاخص‌های اقتصادی در قیمت هر نماد می‌باشد که بومی‌سازی آنها برای هر اقتصادی امری کاملاً ضروری به نظر می‌رسد، چراکه حجم قابل توجهی از تصمیمات سرمایه‌گذاری بر پایه نوسانات قیمتی این شاخص‌ها صورت می‌گیرد.

پیشنهادات

با توجه به اینکه محدوده تاثیر متغیرهای تحقیق بر قیمت هر سهم آورده شده، پیشنهاد می‌گردد شرکت‌هایی که در زنجیره تامین خود از محصولات داخلی شرکت‌های بورسی استفاده می‌کنند با در نظر گرفتن نوسانات اقتصادی و محدوده تاثیر آن بر نماد مد نظر، تدابیر لازم در تهیه مواد اولیه خود را به منظور کاهش هزینه تولید داشته باشند.

پیشنهاد می‌گردد شرکت‌های سرمایه‌گذاری و سبدگردان‌ها به منظور کاهش ریسک و افزایش بازده پرتفوی خود به دامنه نوسان و نیز ضرایب استخراج شده برای هر نماد و صنعت، توجه لازم را داشته باشند.

معامله‌گران حقیقی بورس بهتر است به این نکته مهم توجه داشته باشند که بر اساس نتایج حاصله از این پژوهش تاثیرگذاری متغیرهای اقتصاد کلان، برای هر اقتصادی معیارهای مخصوص همان اقتصاد را دارد و نمی‌توان برای همه جوامع یک نسخه واحدی بکار برد. به بیان دیگر هر اقتصادی الگوی خاص خود را برای اتخاذ تصمیم برای انجام معاملات دارد.

¹ Sreenu

² Chan Ching Siang

از آنجایی هرگونه تصمیمات اقتصادی دولت خاصه سیاست‌گذاری در حوزه اقتصاد کلان تاثیر مستقیم بر بازار سرمایه دارد پیشنهاد می‌گردد کارشناسان میزان و بازه‌ی تاثیر متغیرهای ذکر شده را در برنامه ریزی های خود مدنظر قرار دهند.

فهرست منابع

- ابراهیم پور، احمد؛ احمدپور، مجتبی (۱۳۹۰). بررسی اثر شاخص‌های اصلی مالی و اقتصادی بر سودآوری (شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران). *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*, ۴, ۱-۱۴. doi:10.22059/acctgrev.2013.25032
- ابراهیمی، مهرزاد (۱۳۹۸). بررسی تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر بازار سهام ایران با استفاده از الگوریتم های داده کاوی. *فصلنامه اقتصاد مالی*, ۳۰۹-۲۸۳.
- پایتختی اسکویی، سیدعلی؛ احسان، شافعی (۱۳۹۳). بررسی تأثیر نوسانات قیمت نفت بر تغییرات شاخص قیمت سهام در ایران. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*, ۴۳, ۲۰۵-۲۲۹.
- ترابی، تقی؛ ترابی، هومن (۱۳۹۰). اثرات متغیرهای کلان اقتصادی بر شاخصهای بازدهی بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامه مدل سازی اقتصادی*, ۱۱(۱), ۱۲۱-۱۴۴.
- دلخوش، محمد (۱۳۹۶). بررسی رابطه نرخ تورم، نرخ ارز و نرخ سود بانکی با شفافیت سود (شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران). ۲. بازیابی از: <https://elmnet.ir/article/1997584-76197>
- رهنمای رودپشتی، فریدون؛ تاجمیری، حامد (۱۳۹۳). مدل سازی تأثیر تورش های رفتاری بر رکود بازار سرمایه براساس رویکرد تفسیری- ساختاری. *ISM* (مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار), ۵, ۱۱۱-۱۳۰.
- رهنمای رودپشتی، فریدون؛ نو دیگران (۱۴۰۲). اولویت بندی عوامل سنجش حباب قیمتی سهام با رویکرد رفتاری. *دانش سرمایه گذاری*, ۴۱۹-۴۴۴.
- فدایی نژاد، محمد اسماعیل؛ فراهانی، رضا (۱۳۹۶). اثرات متغیرهای کلان اقتصادی بر شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامه اقتصاد مالی*, ۱-۲۵.
- محسنی، حسین؛ صادقی شاهدانی، مهدی (۱۳۹۷). سرریزی و انتقالات نوسان قیمت سکه طلا بر بازار سرمایه. *فصلنامه اقتصاد مالی*, ۱۰۳-۱۲۱.
- al., J. P. (2015). Predicting stock and stock price index movement using Trend Deterministic Data Preparation and Machine Learning Techniques. *Expert system with application*, 42, 259-268.
- Alamgir, F., & Amin, S. B. (2021). The nexus between oil price and stock market: Evidence from South Asia. *Energy Reports*, 693-703. doi:<https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.01.027>
- António Silva NH, N. R. (2015). A hybrid approach to portfolio composition based on fundamental and technical indicators. *Expert Syst Appl*, 42(4), 2036-2048.
- Arabsalehi, M., Beedel, M., & Moradi, A. (2020). Economic Performance and Stock market liquidity: Evidence from Iranian Listed Companies. *International Journal of Economy, Management and Social Sciences*. بازیابی از: <https://www.researchgate.net/publication/345386424>
- Chan Ching Siang, P. R. (2023). A study on the effect of macroeconomic factors on stock market performance in Malaysia., (ص. ۳۸۹). doi:<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338909037>
- Chang EJ, L. E. (2004). Testing for Predictability in Emerging Equity Markets. *Emerg Mark Rev*, 5(3), 295-316.
- Cheriyian, N. K., & Lazar, D. (2019). Relationship between Liquidity, Volatility and Trading Activity: An Intraday Analysis of Indian Stock Market. *International Journal of Economics and Financial*, 17-22. doi:10.32479/ijefi.7268

- D'Alotto, L. (2015). A classification of one-dimensional cellular automata using. *Applied Mathematics and Computation*, 255, 15-24. از [journal homepage: www.elsevier.com/locate/amc](http://www.elsevier.com/locate/amc)
- Daning Hu, G. S. (2015, June). Systemic risk management and investment analysis with financial network analytics: research opportunities and challenges. *Financial Innovation*, 2. doi:10.1186/s40854-015-0001-x
- De Oliveira, F. A. (2013). Applying artificial neural networks to prediction of stock price and improvement of the directional prediction index – Case study of PETR4, Petrobras, Brazil. *Expert Systems with Applications*, 40, 7.
- Eldomiati, T., Saeed, Y., & Salma, R. H. (2020). The associations between stock prices, inflation rates, interest rates are still persistent: Empirical evidence from stock duration model. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*.
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 383-417. doi:<https://doi.org/10.2307/2325486>
- G. Qiu, D. Kandhai, and P. M. A. Sloot. (2007). Understanding the complex dynamics of stock markets through cellular automata. *PHYSICAL REVIEW*, 75. doi:10.1103/PhysRevE.75.046116
- Jörg Gottschlich1, O. H. (2014). A Decision Support System for Stock Investment Recommendations using Collective Wisdom. *elsevier*, 59, 52-62. doi:10.1016/j.dss.2013.10.005
- Korhan Gokmenoglu, B. M. (2021, 2 1). Exchange rates and stock markets in emerging economies: new evidence using the Quantile-on-Quantile approach. *Quantitative Finance and Economics*, 5, 94-110. doi:10.3934/QFE.2021005
- Leonardo Iania, R. C. (2023, 2 27). The Impact of Uncertainty in Macroeconomic Variables on Stock Returns in the USA. *Risk and Financial Management*, 16, 189. doi:<https://doi.org/10.3390/jrfm16030189>
- Najafi, H. (2019). اثر تورم و نوسانات قیمت ارز بر قیمت سهام در بورس اوراق بهادار. همایش ملی اقتصاد، مدیریت توسعه و کارآفرینی با رویکرد حمایت از کالای ایرانی. بازیابی از https://www.researchgate.net/publication/339600413_atr_twrn_w_nwsanat_qymt_arz_br_qymt_sham_dr_bwrs_awraq_bhadar?enrichId=rgreq-f9007342e166f4d040c4047313b30209-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMzOTYwMDQxMztBUzo4OTY1MDExNjExNjA3MDIAMSU5MDc1Mzk0MTg1NA%3D%3D
- Sahu, T. N., & Bandopadhyay, K. (2020). RELATIONSHIP BETWEEN INDUSTRIAL PRODUCTION AND STOCK MARKET: EVIDENCE FROM INDIA. *Business Paradigm in Emerging Market*.
- Silva IND, S. D. (2017). Forecast of stock market trends using recurrent networks. In: da Silva IN, Spatti DH, Flauzino RA, Liboni LHB, Alves SFR . *Artificial Neural Networks* , Springer International Publishing, pp 221–227.
- Sreenu, N. (2023). Effect of Exchange Rate volatility and inflation on stock market returns Dynamics - evidence from India. *J Syst Assur Eng Manag*. doi:<https://doi.org/10.1007/s13198-023-01914-3>
- Syahri, A., & Robiyanto, R. (2020). The correlation of gold, exchange rate, and stock market on Covid-19 pandemic period. *Jurnal Keuangan dan Perbankan*. doi:10.26905/jkdp.v24i3.4621
- Xiong R, N. E. (16 Feb 2016). Deep learning stock volatility with google domestic trends. *Computational Finance*, 1512.04916v3 [q-fin.CP] .
- Zhai Y., H. A. (2007). Combining News and Technical Indicators in Daily Stock Price Trends Prediction. *Advances in Neural Networks – ISNN - Berlin, Heidelberg*.

Calibration of the impact interval of macroeconomic indicators on the price of stock transactions in the Iranian stock market using the cellular automata algorithm

Seyyed AliReza Ahmadi

Ph.D. Candidate in financial engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
A_Ahmadi44@yahoo.com

Seyyed Ali Paytakhti Oskooe

Corresponding Author, Associate Professor, Department of Economics, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
oskooe@yahoo.com

Cyrus Fakhimi Azar

Associate Professor, Department of Management, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. E-mail: fakhimi.tabriz.un@gmail.com

Yunus Badavar Nahandi

Assistant Professor, Department of Accounting, Tabriz Branch, Islamic Azad university, Tabriz, Iran. E-mail: nahandi.tabriz.un@gmail.com

Abstract

The aim of this research is to localize the range of influence of macroeconomic variables on the Tehran Stock Exchange market in order to predict the trends of stock price movement and the range of influence of macroeconomic indicators on the stock market, different industry groups and especially for each symbol. In this research, using the cellular automata algorithm, the variables of oil price, gold price, inflation rate, exchange rate, industrial production index and liquidity volume have been calibrated. The analyzed data as the statistical population are the transactions carried out in the Tehran Stock Exchange during the five- year period from ۲۰۱۶/۰۷/۲۲ to and ۲۰۲۱/۰۷/۲۲ the information of economic indicators published on the website of Central Bank. It shows the stock market for ۳۱, ۲۶, ۰۴, ۳۲, ۷۳ and ۶۹ days respectively.

Keywords: Cellular automata, calibration, macroeconomic variables, stock price

