



## کاربرد مدل‌ساز اقتصادسنجی جهت پیش‌بینی قیمت سهام در بازار سرمایه

علیرضا سادات نجفی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۰۳/۰۲

سهیلا سردار<sup>۲</sup>

### چکیده

سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه مستلزم تصمیم‌گیری در خصوص مواردی مانند انتخاب، زمان، قیمت و میزان خرید و فروش سهام یا به‌طور خلاصه دستیابی به اطلاعاتی در خصوص وضعیت آینده قیمت بازار سهام می‌باشد، که با بررسی علمی بازار محقق می‌گردد. لذا این موضوع به عنوان یکی از مسائل مهم برای کسانی که در این بازار مشغول فعالیت هستند مورد توجه بوده و به طبع آن تحقیقات گسترده‌ای در خصوص آن انجام پذیرفته است. یکی از روش‌های مطرح جهت انجام این امر استفاده از مدل‌سازهای اقتصادسنجی می‌باشد. در پژوهش‌های انجام شده جهت مقایسه روش‌ها یا ارائه مدل‌های ترکیبی اغلب مدل‌سازهای اقتصادسنجی محدودی، بدون مقایسه و بررسی میزان خطای پیش‌بینی سایر الگوریتم‌ها، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در این پژوهش برای رفع این نقیصه با اجرا و مقایسه روش‌های مطرح بر روی سهام‌های منتخب و بر اساس پارامترهای ارائه شده کاراترین الگوریتم مشخص گردیده است. از سوی دیگر اغلب مرتبه جمله خود رگرسیو (p) و مرتبه جمله میانگین متحرک (q) جهت بررسی‌ها به صورت محدود در نظر گرفته می‌شود که بر اساس معیار اطلاعات بیزی<sup>۱</sup> روش تعیین درجات p و q جهت دستیابی به پاسخ بهینه را ارائه نموده‌ایم. در این مقاله با مقایسه روش‌های میانگین متحرک خود رگرسیو<sup>۲</sup>، میانگین متحرک تجمیعی خود رگرسیو<sup>۳</sup>، میانگین متحرک تجمیعی فصلی<sup>۴</sup>، میانگین متحرک تجمیعی خود رگرسیو با متغیر توضیحی<sup>۵</sup>، میانگین متحرک تجمیعی خود رگرسیو فصلی با متغیر توضیحی<sup>۶</sup>، مدل خود رگرسیو با واریانس ناهمسانی شرطی<sup>۷</sup>، تعمیم یافته<sup>۸</sup>، مدل خود رگرسیو نمایی با واریانس ناهمسانی شرطی<sup>۹</sup> و مدل رگرسیون با خطاهای میانگین متحرک خود رگرسیو<sup>۱۰</sup> در خصوص نمادهای منتخب بازار بورس اوراق بهادار تهران مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

### کلمات کلیدی

مدل‌ساز اقتصادسنجی، تحلیل داده‌ها، بازار سرمایه، پیش‌بینی

۱- گروه مدیریت فناوری اطلاعات، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. a.sadatnajafi@iau-tnb.ac.ir

۲- گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) S\_sardar@iau-tnb.ac.ir

بازار سرمایه در توسعه اقتصادی از طریق هدایت موثر سرمایه‌ها و تخصیص بهینه منابع غیرقابل انکار است. در متون مالی، سرمایه‌گذاری عبارت است از تعهد پول یا سایر منابع به امید کسب منافع آتی. بازار سرمایه به عنوان یکی از رکن‌های بازار مالی نقش به‌سزایی در انتقال نقدینگی در جهت تخصیص بهینه منابع به منظور رشد و توسعه اقتصادی کشورها دارد. اهمیت این موضوع به حدی است که تفاوت اقتصادی (از بعد توسعه) را در درجه کارآمدی و کارایی نظام مالی می‌توان جست‌وجو نمود. نظریه‌ها و تجربه جهانی حاکی از آن است که میان توسعه بخش مالی اقتصاد و توسعه اقتصادی رابطه بسیار نزدیکی وجود دارد؛ چنان که حجم بالای معاملات، قدرت نقدشوندگی بالا و تعداد قابل توجه سرمایه‌گذاران در بورس‌های کشورهای با اقتصاد پیشرفته نیز مؤید این رابطه است. بازار سرمایه با توجه به پتانسیل‌های خود به ویژه در تجمیع سرمایه‌های خرد جامعه، تامین مالی با هزینه‌هایی به مراتب کمتر از سایر روش‌ها و شناساندن فرصت‌های مناسب سرمایه‌گذاری می‌تواند نقش بسیار موثری در توسعه اقتصادی کشور داشته باشد. در این راستا جهت استمرار حضور سرمایه‌گذاران به عنوان یکی از مهمترین ارکان بازار سرمایه داشتن یک روش جهت پیش‌بینی مورد توجه می‌باشد. سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه مستلزم تصمیم‌گیری بوده که این امر نیازمند دستیابی به اطلاعاتی در خصوص وضعیت آینده قیمت بازار سهام می‌باشد. لذا در صورتی که بتوان روند آتی بازار سهام را با روش‌های مناسب پیش‌بینی نمود، سرمایه‌گذار می‌تواند بازده حاصل از سرمایه‌گذاری خود را بیشینه سازد. علاوه بر سرمایه‌گذاران و فعالان بازار بورس اوراق بهادار، مدیران مالی ترجیح می‌دهند مکانیزمی در اختیار داشته باشند که بتواند آن‌ها را در امور تصمیم‌گیریشان یاری نماید به همین دلیل روش‌های پیش‌بینی بسیار مورد توجه قرار گرفته است و مطالعات و تحقیقات فراوانی در این رابطه صورت پذیرفته است. یک از روش‌های مطرح در این حوزه مدل‌سازهای اقتصادسنجی می‌باشد. اقتصادسنجی با مطالعه نظام‌مند پدیده‌های اقتصادی با استفاده از داده‌های مشاهده‌شده سروکار دارد. بسیاری از روش‌های اقتصادسنجی کاربرد مدل‌های آماری را بیان می‌کنند، اما بعضی شاخصه‌های خاص داده‌های اقتصادی سبب تمایز اقتصادسنجی از سایر شاخه‌های آماری می‌شود. داده‌های اقتصادی عمدتاً حاصل آزمایش‌های کنترل‌شده نیستند، بلکه مبتنی بر مشاهده هستند. از آنجاکه واحدهای اقتصادی در تعامل با یکدیگر عمل می‌کنند، داده‌های

مشاهده شده نشان از یک تعادل اقتصادی پیچیده دارند و ناشی از یک رفتار ساده ارتباطی ناشی از تقدم یا تکنولوژی نیستند. از این رو اقتصادسنجی روش‌هایی برای شناسایی و تخمین مدل‌های با چند مجهول را ایجاد می‌کند. این متدها به محقق اجازه می‌دهند که استنتاجی علی معلولی در شرایطی غیر از شرایط آزمایشی کنترل شده ارائه دهد.

### پیشینه پژوهش

دوشاه و همکاران [15] در طبقه بندی پیشرفت‌های اخیر در خصوص تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی سهام به مدل‌سازهای اقتصادسنجی به عنوان یکی از دسته‌ها اشاره می‌کند و عنوان می‌دارد این روش به دلیل استفاده از سری‌های زمانی به عنوان متغیرهای ورودی مانند میانگین متحرک خود رگرسیو ARMA، میانگین متحرک تجمیعی خود رگرسیو ARIMA و مدل خود رگرسیو با واریانس ناهمسانی شرطی تعمیم یافته (GARCH) در رده تجزیه و تحلیل تک متغیره قرار می‌گیرند. هیرانشا و همکاران [16] بیان می‌کنند مدل ARIMA یک تکنیک پرکاربرد در تجزیه و تحلیل بازار سهام است. راعی و امیرهاشمی [2] به مسئله تخصیص دارایی استوار براساس پیش‌بینی روش‌های اقتصادسنجی (ARMA و GARCH) و رض عدم قطعیت بازده و کواریانس پرداخته‌اند. غلامیان و داودی [8] نیز عنوان نموده اقتصاددانان برای پیش‌بینی در بیشتر موارد از روش‌های اقتصادسنجی استفاده می‌نمایند. در این بین ARIMA پرکاربردترین روش محسوب می‌شود. راستگو و پناهیان [1] نیز به طراحی و تبیین مدل برآورد ریسک سیستماتیک به روش فوق‌ابتکاری در بورس اوراق بهادار تهران با رویکرد تطبیقی مدل اقتصادسنجی و هوش مصنوعی پرداخته‌اند. همایون و همکاران [12] با استفاده از الگوی ARCH، ARMA و EGARCH به ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی شاخص‌های بازار بورس ایران پرداخته‌اند و عنوان نموده است هرچند الگوهای جدید مانند شبکه عصبی مصنوعی مورد توجه قرار گرفته است، اما برخی قابلیت‌های الگوهای رگرسیونی همانند مدل‌سازی نوسان‌ها باعث شده تا همواره به طور خاص مطرح باشند.

### روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به دلیل آن‌که در آن براساس نیاز کاربردی جهت پیش‌بینی قیمت سهام به بررسی و انتخاب مدل مناسب پرداخته می‌شود از نظر هدف کاربردی می‌باشد. از منظر روش انجام پژوهش با رویکرد کمی پژوهش توصیفی می‌باشد، زیرا برای توصیف و تعیین مدل‌های

## کاربرد مدل ساز اقتصادسنجی جهت پیش‌بینی قیمت سهام در بازار سرمایه/اسادات نجفی و سردار

بهینه جهت بررسی متغیر (پاسخ) جامعه آماری مد نظر، از شاخص‌های آمار توصیفی در راستای اهداف تحقیق استفاده می‌گردد. جامعه آماری پژوهش شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

#### مبانی نظری پژوهش

طی سال‌های گذشته، استفاده از روش‌های کمی در صنعت مدیریت سرمایه‌گذاری بطور چشمگیری افزایش یافته است. در حال حاضر کاربرد روش‌های کمی در صنعت سرمایه‌گذاری، بخش‌های مختلفی از این صنعت را تحت تأثیر قرار داده است که از آن جمله می‌توان به مدل‌های قیمت‌گذاری اختیار معامله، فنون اقتصادسنجی برای پیش‌بینی بازدهی پرتفوی کلاسیک، بکارگیری الگوریتم‌ها برای مدیریت هزینه معاملات، مدیریت پرتفوی و برنامه‌ریزی مالی اشاره کرد. دلایل بسیاری را می‌توان برای کاربرد گسترده روش‌های کمی در صنعت مدیریت سرمایه‌گذاری نام برد که اهم آن به صورت زیر است:

(۱) توسعه اقتصاد مالی مدرن با بکارگیری دانش ریاضی و فیزیک،

(۲) توسعه قابل توجه در تکنولوژی کامپیوتر و نوآوریهای مبتنی بر اینترنت،

(۳) رشد کلاسیک‌های سرمایه (رهنمای رودپشتی و همکاران [4]).

امور مالی مطالعه رفتار عوامل موثر در بازارهای مالی است، که ارتباط زیادی با اقتصاد دارد و سعی می‌کند رفتار انسان را الگوسازی کند. (این در حالی است که رفتار انسان در مقایسه با پدیده‌های فیزیکی تکراری نسبتاً غیرقابل پیش‌بینی است. از این رو مبانی ریاضی اقتصادی و مدل‌های اقتصادی مانند تئوری ابزار و آنالیز رگرسیون، بخشی از ابزار ضروری ریاضی برای تحلیل مالی یا مدیریت ریسک بازار را تشکیل می‌دهند (الکساندر [14]) به همین دلیل روش‌های کمی در حوزه‌های مالی مانند سود و ارزش آتی سرمایه، قیمت‌گذاری، مدل‌های ارزش‌گذاری سهام، موضوعات مرتبط با ریسک، مدیریت پورتفو و انتخاب پورتفوی بهینه، کاهش ریسک پورتفو و ... کاربرد فراوان دارند (تیال و حسن [18]). تحلیل داده‌های مالی و تبیین رفتار شاخص‌های بورس نیز از مباحث با اهمیت بازارهای مالی بالاصح بازار سهام است که به سرمایه‌گذاران و فعالان بازار کمک می‌کند تا نقش آفرینی کارآمد و اثر بخش داشته باشند. ضمن اینکه مفهوم کارکردی روش‌های آماری و ریاضی را در بازار سرمایه

آشکار می‌کند (رهنمای رودپشتی و پدرام [5]). نظریه مالی تلاش می‌کند تا ساز و کار حاکم بر بازار مالی و چگونگی کارآمدتر کردن آن را بررسی و مطالعه کند. این رشته اصولی را که بر بازارهای مالی حکم فرماست توضیح داده، آن را روزآمد نموده و در این راستا بیش از هر چیز از ریاضیات بهره می‌گیرد. از طرفی تحلیل مالی با مدل‌سازی مالی آغاز می‌شود. یک مدل در واقع ساختار ایده‌آل یا شبیه‌سازی شده برای توصیف روابط میان متغیرها یا عوامل است. همچنین ارزش‌گذاری یا قیمت‌گذاری یک دارایی، قیمت‌گذاری اختیار خرید و فروش، ریاضیات بیمه عمر و برقراری ارتباط بین قیمت ابزارهای مشتقه و ابزارهای پایه مرتبط با آنها را به عنوان مثال‌های کاربردی در حوزه‌های مختلف دانش مالی مطرح می‌کنند (رهنمای رودپشتی و همکاران [6]).

روش‌های پیش‌بینی بر اساس میزان وابستگی به روشهای ریاضی و آماری به دو گروه اصلی روشهای کیفی و روشهای کمی تقسیم بندی می‌شوند. در روش‌های کمی که عملیات آن به طور کامل ریاضی است، داده‌های مربوط به گذشته با هدف پیش‌بینی ارزش آتی متغیر مورد نظر، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. (مکیان و موسوی [11]).

به طور کلی روش‌های کمی که جهت پیش‌بینی بازارهای مالی مورد استفاده قرار می‌گیرند نیز به دو گروه علی و غیر علی تقسیم می‌شوند. از جمله روش‌های رگرسیون علی می‌توان به مدل‌های ARCH و GARCH اشاره نمود. روش‌های رگرسیون غیرعلی نیز شامل روش‌های هارمونیک و فرآیندهای ARMA و ARIMA هستند. ARMA متشکل از دو فرآیند خودرگرسیون (AR) و میانگین متحرک (MA) است. اگر متغیر وابسته یا متغیر مورد نظر برای پیش‌بینی  $Y_t$  باشد، آن گاه فرآیند خود رگرسیون در حالت کلی به این صورت است:

$$(y_t - \delta) = \alpha_1(y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(y_{t-2} - \delta) + \dots + \alpha_p(y_{t-p} - \delta) + U_t$$

که در آن  $Y_t$  یک فرآیند  $AR(p)$  است (به عبارت دیگر، متغیر  $Y_t$  از فرآیند خود رگرسیو مرتبه  $p$  پیروی می‌کند). از طرفی یک فرآیند را زمانی  $ARMA$  می‌نامند، که شامل  $p$  مرتبه جمله خود رگرسیو و  $q$  مرتبه جمله میانگین متحرک  $MA(q)$  باشد. اگر یک سری زمانی پس از  $d$  مرتبه تفاضل‌گیری ساکن شود، آن را با فرآیند  $ARMA(p,q)$  مدل‌سازی می‌کنیم. در آمار و اقتصادسنجی، بویژه در تحلیل سری‌های زمانی، یک مدل  $ARIMA$  تعمیمی از مدل  $ARMA$  است. هر دوی این مدل‌ها برای برآزش داده‌های

## کاربرد مدل ساز اقتصادسنجی جهت پیش بینی قیمت سهام در بازار سرمایه/اسادات نجفی و سردار

سری‌های زمانی یا درک بهتر داده‌ها جهت پیش‌بینی نقاط آینده در این سری‌ها بکار می‌روند. مدل‌های ARMA در مواردی بکار می‌روند که داده‌ها شواهدی را از غیر ایستا بودن نشان می‌دهند، جایی که یک مرحله تمایز اولیه می‌تواند یک یا چندبار برای حذف غیر ایستا بودن، بکار رود. بخش AR از ARIMA مشخص می‌نماید که متغیر مورد نظر بر مقادیر تاخیری خودش (مقادیر قبل از لحظه کنونی) سنجیده می‌شود. بخش MA از ARIMA مشخص می‌نماید که خطای رگرسیون واقعا یک ترکیب خطی از جملات خطایی است که مقادیر آن‌ها به صورت همزمان و در زمان‌های متفاوت در گذشته، رخ می‌دهد. I به معنای یکپارچه، مشخص می‌نماید که مقادیر داده‌ها با تمایز بین مقادیر آن‌ها و مقادیر قبلی، جایگزین می‌شود. هدف هر یک از این ویژگی‌ها، مدلی است که داده‌ها را تا جای ممکن برازش نماید. مدل ARIMA سه پارامتر  $p, d, q$  دارد،  $p$  مرتبه مدل خود همبسته‌ساز (تعداد تاخیرهای زمانی)،  $d$  درجه تمایز (تعداد دفعاتی است که داده‌ها مقادیر زیر نمونه گیری شده گذشته را دارند) و  $q$  مرتبه مدل میانگین متحرک است. به عنوان مثال یک مدل ARIMA(0,1,0) به صورت  $X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t$  است، که نشان‌دهنده یک گام تصادفی است. یک مدل تعمیمی ARIMA(p,q,d) عبارت است از:

$$y_t = \mu + \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

مدل ساز اقتصادسنجی، رابط انعطاف پذیری برای تحلیل داده‌های توصیفی تعاملی سری‌های زمانی تک متغیر با میانگین‌های شرطی (برای مثال ARIMA)، واریانس شرطی (برای مثال GARCH) و ارزیابی مدل رگرسیون سری‌های زمانی است. GARCH نسخه تعمیم یافته ARCH است. در روش ARCH، فرض بر آنست که جمله تصادفی دارای میانگین صفر و به صورت سریالی ناهمبسته است، اما واریانس آن با شرط داشتن اطلاعات گذشته خود، متغیر فرض می‌گردد. در این حالت، انتظار بر آن است که واریانس در طول روند سری ثابت نبوده و تابعی از رفتار جملات خطا باشد. در واقع مدل ARCH می‌تواند روند واریانس شرطی را با توجه به اطلاعات گذشته خود، توضیح دهد. به طور خلاصه ساختار مدل ARCH به این صورت است:

$$P_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^S \beta_i P_{t-i} + \gamma' X_t + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t^2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \alpha_j \varepsilon_{t-j}^2 + \lambda z_t + V_t$$

رابطه اول میانگین شرطی متغیر وابسته را در طول زمان ارائه می‌نماید. در حالی که رابطه دوم مربوط به واریانس شرطی است. نسخه نمایی GARCH را EGARCH می‌نامند.

در صورتی که سری زمانی مورد مطالعه فصلی باشد از مدل SARIMA (یا SARIMAX) استفاده می‌شود. فصلی بودن در یک سریال زمانی یک الگوی منظم از تغییرات است که در طی بازه‌های زمانی S تکرار می‌شود، که S تعداد دوره‌های زمانی را تا زمانی که الگوی دوباره تکرار شود، تعریف می‌کند. این مدل به صورت  $S \times (P, D, Q) \times (P, D, Q)$  ARIMA بیان می‌شود که فرمول آن به صورت:

$$\Phi(B^S)\phi(B)(x_t - \mu) = \Theta(B^S)\theta(B)w_t$$

می‌باشد، که در آن

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$$

$$\theta(B) = 1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q$$

$$\Phi(B^S) = 1 - \Phi_1 B^S - \dots - \Phi_p B^{pS}$$

$$\Theta(B^S) = 1 + \Theta_1 B^S + \dots + \Theta_Q B^{QS}$$

از دیگر روش‌های مطرح در این حوزه RegARMA می‌باشد که مدلی است که رفتار پاسخ را با استفاده از یک مدل رگرسیون خطی با داده‌های پیش‌بینی توضیح می‌دهد و خطاها دارای همبستگی در یک فرآیند ARIMA هستند. معادله این مدل به این شکل می‌باشد

$$y_t = c + x_t \beta + u_t$$

$$a(L)A(L)(1-L)^D(1-L^S)u_t = b(L)B(L)\varepsilon_t$$

جایی که

$$t = 1, \dots, T$$

$$L^j y_t = y_{t-j}$$

$$a(L) = (1 - a_1 L - \dots - a_p L^p)$$

$$A(L) = (1 - A_1 L - \dots - A_{p_S} L^{p_S})$$

$$b(L) = (1 + b_1 L + \dots + b_q L^q)$$

$$B(L) = (1 + B_1 L + \dots + B_{q_S} L^{q_S})$$

## کاربرد مدل ساز اقتصادسنجی جهت پیش بینی قیمت سهام در بازار سرمایه/اسادات نجفی و سردار

در این مقاله جهت تعیین مرتبه جمله خود رگرسیو (p) و مرتبه جمله میانگین متحرک (q) و همچنین مدل بهینه از معیار اطلاعات بیزی (BIC) استفاده نموده ایم. این معیار با فرمول زیر بیان می شود

$$BIC = \ln(n) k - 2 \ln(\hat{L})$$

که در آن n تعداد نقاط در x به عنوان تعداد مشاهدات است و هم ارز با اندازه نمونه می باشد،  $\hat{L}$  نیز مقدار تابع درست نمایی مدل مورد نظر است و به صورت

$$\hat{L} = p(x|\hat{\theta}, M)$$

بیان می شود که در آن  $\hat{\theta}$  مقدار پارامتری است که تابع درست نمایی را بیشینه می نماید.

### منبع داده ها

داده های تحقیق از سایت بورس اوراق بهادار تهران دریافت شده است. قلمرو زمانی تحقیق بین سال های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۸ و قلمرو مکانی تحقیق نیز شرکت های لیست شده در بورس اوراق بهادار تهران و فرابورس ایران است.

### انتخاب شرکت ها

داده های سال ۱۳۹۷ به منظور انتخاب شرکت ها جهت انجام تحقیق در نظر گرفته و بر اساس معیارهای زیر شرکت های سرمایه گذاری نفت و گاز و پتروشیمی تأمین با نماد تاپیکو، سایپا با نماد خساپا، پالایش نفت اصفهان با نماد شپنا، بانک تجارت با نماد و تجارت و معدنی و صنعتی چادرملو با نماد کچاد انتخاب گردیدند.

- ۱) نمادهای برتر از منظر تعداد و حجم معاملات (برای این منظور در فواصل زمانی ۱۰ روزه ریز آمار معاملات روزانه جمع آوری گردیده اند).
- ۲) نمادها از صنایع مختلف انتخاب گردند.
- ۳) شرکت های منتخب سهامدار عمده شرکت های دیگر نباشند.
- ۴) بیشتر از ۵ سال از پذیرش و عرضه سهام شرکت ها در بورس اوراق بهادار تهران گذشته باشد.

### جمع آوری داده ها

پس از مشخص شدن نمادهای معاملاتی داده های مربوط به هر سهم شامل تاریخ، نماد، نام فارسی، حجم، ارزش، دفعات معامله، بیشترین، کمترین، مقدار قیمت پایانی، تغییر قیمت پایانی، درصد قیمت پایانی، مقدار آخرین قیمت، تغییر آخرین قیمت، درصد آخرین قیمت،



## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و پنجم / زمستان ۱۳۹۹

قیمت روز قبل و ارزش بازار از سال ۱۳۸۷ از سایت بورس اوراق بهادار تهران جمع آوری و پس از پاکسازی داده‌ها و تبدیل فرمت مورد نیاز در نرم افزار متلب وارد ۱۰ شدند.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

نرم افزار مورد استفاده نرم افزار متلب<sup>۱۱</sup> می‌باشد. کلیه محاسبات در محیط ویندوز سرور ۲۰۱۲، با مشخصات سخت افزاری به شرح زیر انجام شده است.

پردازنده مرکزی: Intel Xeon E7-4870

تعداد هسته و فرکانس: ۸ هسته‌ای

فرکانس کاری: ۲/۴ تا ۲/۸ گیگا هرتز

کش (حافظه نهان): ۸ مگابایت

رم اجرایی: 16 GB-DDR3

سیستم عامل: Windows Server2012R2

### تعبیر و تفسیر نتایج

یکی از مسائل مطرح در این حوزه انتخاب  $p$  و  $q$  (ضرایب  $AR$  و  $MA$ ) مناسب است. در مرحله اول از معیار اطلاعات بیزی ( $BIC$ ) جهت تعیین درجات  $p$  و  $q$  استفاده می‌نماییم. جهت انجام این کار ابتدا برای  $p=1, \dots, 20$  و  $q=1, \dots, 20$  مقدار  $BIC$  را محاسبه می‌کنیم. نتایج حاصل از لگاریتم مقادیر  $BIC$  جهت هر نماد در این مقاله ارائه گردیده است، که در آن ردیف‌ها نشاندهنده درجه  $AR$  ( $p$ ) و ستون‌ها درجه  $MA$  ( $q$ ) می‌باشند. کمترین مقدار بهترین انتخاب جهت مقادیر  $p$  و  $q$  می‌باشد. در مرحله بعد مدل‌های  $ARIMA$ ،  $ARMAX$ ،  $SARIMA$ ،  $SARIMAX$ ،  $EGARCH$ ،  $GARCH$ ،  $RegARMA$  را بر روی داده‌های هر نماد پیاده‌سازی نموده و مقدار  $BIC$  را برای آن محاسبه می‌نماییم. با مقایسه مقادیر حاصل مدل با کمترین مقدار  $BIC$  به عنوان مدل بهینه انتخاب و ضرایب آن مشخص و ارائه می‌گردند.

### نماد تاپیکو(شرکت‌های سرمایه‌گذاری نفت و گاز و پتروشیمی تأمین)

داده‌های شرکت‌های سرمایه‌گذاری نفت و گاز و پتروشیمی تأمین شامل ۱۳۱۵ مشاهده در ۲۳۳۵۵ فیلد اطلاعاتی از ۱۸ تیرماه ۱۳۹۲ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۹۸ با ستون‌های شامل تاریخ، نماد، نام فارسی، حجم، ارزش، دفعات معامله، بیشترین، کمترین، مقدار قیمت پایانی، تغییر قیمت پایانی، درصد قیمت پایانی، مقدار آخرین قیمت، تغییر آخرین قیمت، درصد آخرین قیمت، قیمت روز قبل، ارزش بازار و قیمت روز

### کاربرد مدل ساز اقتصادسنجی جهت پیش بینی قیمت سهام در بازار سرمایه / اسادات نجفی و سردار

بعد در قالب یک فایل اکسل (با پسوند .xls) می باشد. پس از ورود اطلاعات در نرم افزار متلب مقادیر لگاریتم BIC جهت انتخاب مقادیر بهینه p و q محاسبه می گردند که نتایج حاصل در جدول زیر ارائه گردیده است .

جدول ۱: مقادیر لگاریتم BIC

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	-۷۷۰۵,۹۶۸۸	-۷۷۰۴,۰۳۹۱	-۷۷۰۴	-۷۷۰۲,۸۳۹۲	-۷۷۰۲,۷۵۹۸	-۷۷۰۲,۰۸۶۸	-۷۷۰۱,۸۴۹۱	-۷۷۰۱,۲۷۵۱	-۷۷۰۰,۸۶۷۵	-۷۷۰۰,۸۴۷۱
۲	-۷۷۰۴,۸۳۱	-۷۷۰۴,۰۳۴۴	-۱۰۳۷۲,۳	-۷۷۰۲,۸۱۲۴	-۱۰۳۷۲,۲۶۲	-۷۷۰۰,۱۱۸۶	-۱۰۳۷۲,۲۲۶	-۷۶۹۸,۷۱۲۸	-۱۰۳۷۲,۵۰۶	-۷۶۹۸,۹۶۱۹
۳	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
۴	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
۵	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۱	-۷۷۰۰,۷۰۲۴	-۷۶۹۸,۰۵۵۸	-۷۶۹۷,۸۰۶۳	-۷۶۹۷,۳۵۷۷	-۷۶۹۷,۲۸۶۷	-۷۶۹۷,۲۸۶۴	-۷۶۹۶,۸۳۸۵	-۷۶۹۶,۰۱۴۲	-۷۶۹۵,۹۳۲۳	-۷۶۹۵,۹۲۱۸
۲	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
۳	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
۴	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
۵	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

با بررسی نتایج حاصل در می یابیم لگاریتم BIC جهت مقادیر p از مرتبه ۲ به بالا و مقادیر q از مرتبه ۱۱ به بالا مساوی صفر می گردد. لذا انتخاب بهینه جهت پارامترهای موصوف  $p=2$  و  $q=11$  می باشد. سپس با استفاده از نتایج حاصل مدل های مد نظر جهت درجه یک پارچه سازی ۰، ۱ و ۲ بر روی داده ها پیاده سازی شده و مقدار BIC برای آنها محاسبه می شوند (جدول ۲). لازم به ذکر است مدل های GARCH، EGARCH در این زمینه کارایی لازم را نداشتند.

جدول ۲: مقادیر BIC مدل ها

مدل	مقدار BIC
ARMA(2,11)	۱۵۴۹۵,۱۸۹۱
ARIMA(2,0,11)	۱۵۴۹۵,۱۸۹۱
ARIMA(2,1,11)	۱۵۴۹۱,۴۱۴۲
ARIMA(2,2,11)	۱۵۵۱۵,۲۵۰۱
ARIMAX(2,0,11)	۲۶۵۱۸,۹۴۳۸
ARIMAX(2,1,11)	۱۵۵۲۴,۸۰۷۸

ARIMAX(2,2,11)	۱۵۷۱۵,۶۵۰۶
SARIMA(2,0,11)	۱۵۴۹۵,۱۸۹۱
SARIMA(2,1,11)	۱۵۴۹۱,۴۱۴۲
SARIMA(2,2,11)	۱۵۵۱۵,۲۵۰۱
SARIMAX(2,0,11)	۲۶۵۱۸,۹۴۳۸
SARIMAX(2,1,11)	۱۵۵۲۴,۸۰۷۸
SARIMAX(2,2,11)	۱۵۷۱۵,۶۵۰۶
RegARMA(2,11)	۱۵۵۴۵,۳۳۰۳

براساس مقادیر BIC موجود در جدول ۲، مدل‌های ARIMA(2,1,11) و SARIMA(2,1,11) با کمترین مقدار BIC بیشترین کارایی را در برآزش داده‌ها در میان روش‌های اقتصادسنجی جهت پیش‌بینی قیمت آتی (روز بعد) شرکت‌های سرمایه‌گذاری نفت و گاز و پتروشیمی تأمین داشته‌اند. معادله مدل و ضرایب آن به شرح زیر است:

$$(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2)(1 - L)y_t = c + (1 + \theta_1 L - \dots - \theta_{11} L^{11})\varepsilon_t$$

جدول ۳: ضرایب معادله مدل بهینه

Parameter	Value
Constant	۳,۴۱۵
AR{1}	-۱,۴۶۲۱
AR{2}	-۰,۹۸۸۲۲
MA{1}	۱,۵۳۵۳
MA{2}	۱,۱۲۶
MA{3}	-۰,۱۰۰۹۶
MA{4}	۰,۰۴۴۱۷۳
MA{5}	۰,۰۲۵۸۹۵
MA{6}	-۰,۰۱۱۶۲۳
MA{7}	-۰,۰۴۰۱۲۳
MA{8}	-۰,۰۳۶۹۰۵
MA{9}	۰,۰۰۰۲۰۳۰۳
MA{10}	۰,۰۰۰۱۲۴۸۲
MA{11}	۰,۰۲۱۷
Variance	۷۰۴۹,۹۳۷۹

**کاربرد مدل ساز اقتصادسنجی جهت پیش بینی قیمت سهام در بازار سرمایه / سادات نجفی و سردار**

که در آن  $\theta_i$  معادل  $AR\{i\}$  ( $i=1,2$ ) و  $\theta_j$  معادل  $MA\{j\}$  ( $j=1,2,\dots,11$ ) می باشد.

نماد خسایا (سایپا)

داده های شرکت سایپا شامل ۲۲۸۰ مشاهده در ۳۸۰۳۵ فیلد اطلاعاتی از ۲۳ آذرماه ۱۳۸۷ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۹۸ با ستون های شامل تاریخ ، نماد ، نام فارسی ، حجم ، ارزش ، دفعات معامله ، بیشترین ، کمترین ، مقدار قیمت پایانی ، تغییر قیمت پایانی ، درصد قیمت پایانی ، مقدار آخرین قیمت ، تغییر آخرین قیمت ، درصد آخرین قیمت ، قیمت روز قبل ، ارزش بازار و قیمت روز بعد در قالب یک فایل اکسل (با پسوند .xls) می باشد. پس از ورود اطلاعات در نرم افزار متلب مقادیر لگاریتم BIC جهت انتخاب مقادیر بهینه  $p$  و  $q$  محاسبه می گردند که نتایج حاصل در جدول زیر ارائه گردیده است.

**جدول ۴ : مقادیر لگاریتم BIC**

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	-۱۲۲۷۵,۱۷۴۶	-۱۲۲۶۹,۴۰۳۸	-۱۲۲۶۹,۲۸۱۹	-۱۲۲۶۶,۹۱۲۲	-۱۲۲۶۶,۸۵۸۴	-۱۲۲۶۵,۸۳۴۲	-۱۲۲۶۵,۱۴۴۴	-۱۲۲۶۴,۱۴۳۱	-۱۲۲۶۴,۰۵۱۱	-۱۲۲۶۳,۵۷۵۵
۲	-۱۲۲۷۰,۳۳۰۴	-۱۲۲۷۱,۸۵	-۱۶۸۲۷,۵۶۵۸	-۱۲۲۶۶,۸۹۷۵	-۱۶۸۲۶,۶۵۲۷	-۱۲۲۶۲,۵۱۰۲	-۱۲۲۶۲,۴۰۴۱	-۱۲۲۶۲,۰۰۰۳	-۱۶۸۲۶,۹۱۵۷	-۱۲۲۶۲,۰۹۵۷
۳	-۱۲۲۶۸,۵۰۰۴	-۱۲۲۶۷,۶۰۱۵	-۱۲۲۶۴,۴۲۷۳	-۱۶۸۲۷,۷۴۹۵	-۱۲۲۶۵,۲۲۴۸	-۱۲۲۶۴,۰۰۱۵	-۱۶۸۲۷,۲۷۲۴	-۱۶۸۲۷,۳۷۴۳	-۱۶۸۳۵,۵۱۳۵	-۱۶۸۲۶,۹۹۶۶
۴	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۱	-۱۲۲۶۳,۴۷۷۹	-۱۲۲۶۲,۳۹۵۱	-۱۲۲۶۲,۳۸۷۲	-۱۲۲۶۲,۱۹۰۳	-۱۲۲۶۲,۰۷۵۳	-۱۲۲۶۱,۹۰۴۵	-۱۲۲۶۱,۰۱۱۵	-۱۲۲۶۰,۶۷۱۶	-۱۲۲۶۰,۳۹۴۷	-۱۲۲۶۰,۱۸۳۶
۲	-۱۶۸۲۶,۵۳۰۹	-۱۲۲۶۲,۳۱۳۳	-۱۶۸۲۶,۱۷۶۹	-۱۲۲۶۰,۵۷۱۲	-۱۶۸۳۲,۳۴۵	-۱۶۸۲۶,۲۹۲۹	-۱۲۲۶۰,۹۵۲۱	-۱۶۸۳۱,۹۲۵۱	-۱۶۸۲۹,۷۰۴۷	-۱۲۲۵۸,۹۸۹۵
۳	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
۴	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

با بررسی نتایج حاصل در می یابیم لگاریتم BIC جهت مقادیر  $p$  از مرتبه ۳ به بالا و مقادیر  $q$  از مرتبه ۱۱ به بالا مساوی صفر می گردد. لذا انتخاب بهینه جهت پارامترهای موصوف  $p=3$  و  $q=11$  می باشد. سپس با استفاده از نتایج حاصل مدل های مد نظر جهت درجه یکپارچه سازی ۰ ، ۱ و ۲ بر روی داده ها پیاده سازی شده و مقدار BIC برای آنها محاسبه می شوند (جدول ۵). لازم به ذکر است مدل های EGARCH ، GARCH در این زمینه کارایی لازم را نداشتند.

**جدول ۵ : مقادیر BIC مدل ها**

مدل	مقدار BIC
ARMA(3,0,11)	۳۳۰۶۰,۲۸۹۶
ARIMA(3,0,11)	۳۳۰۶۰,۲۸۹۶
ARIMA(3,1,11)	۲۴۶۷۳,۵۰۶۴
ARIMA(3,2,11)	۲۴۶۷۳,۴۸۳۷

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و پنجم / زمستان ۱۳۹۹

ARIMAX(3,0,11)	۵۲۰۹۶,۶۱۵۸
ARIMAX(3,1,11)	۲۴۶۸۱,۹۴۹۶
ARIMAX(3,2,11)	۲۴۹۴۲,۹۶۹۳
SARIMA(3,0,11)	۳۳۰۶۰,۲۸۹۶
SARIMA(3,1,11)	۲۴۶۷۳,۵۰۶۴
SARIMA(3,2,11)	۲۴۶۷۳,۴۸۳۷
SARIMAX(3,0,11)	۵۲۰۹۶,۶۱۵۸
SARIMAX(3,1,11)	۲۴۶۸۱,۹۴۹۶
SARIMAX(3,2,11)	۲۴۹۴۲,۹۶۹۳
RegARMA(3,11)	۲۴۷۵۴,۵۲۴۱

براساس مقادیر BIC موجود در جدول ۲، مدل‌های ARIMA(3,2,11) و SARIMA(3,2,11) با کمترین مقدار BIC بیشترین کارایی را در برآزش داده‌ها در میان روش‌های اقتصادسنجی جهت پیش‌بینی قیمت آتی (روز بعد) شرکت سایپا را داشته‌اند. معادله مدل و ضرایب آن به شرح زیر است:

$$(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \phi_3 L^3)(1 - L)^2 y_t = c + (1 + \theta_1 L - \dots - \theta_{11} L^{11}) \varepsilon_t$$

جدول ۶: ضرایب معادله مدل بهینه

Parameter	Value
Constant	-۰,۰۲۸۳۹۸
AR{1}	-۰,۹۸۲۶۸
AR{2}	-۱,۱۹۴۷
AR{3}	-۰,۶۱۴۴
MA{1}	۰,۱۱۸۴۲
MA{2}	۰,۲۴۶۶۸
MA{3}	-۰,۵۲۰۳۳
MA{4}	-۰,۶۹۰۷۷
MA{5}	-۰,۱۱۲۵۹
MA{6}	-۰,۰۴۸۰۲۲
MA{7}	-۰,۰۱۲۵۹۸
MA{8}	۰,۰۲۸۵۱۱
MA{9}	۰,۰۱۶۶۷۳

کاربرد مدل ساز اقتصادسنجی جهت پیش بینی قیمت سهام در بازار سرمایه / سادات نجفی و سردار

MA{10}	-۰,۰۰۰۱۸۷۱۱
MA{11}	-۰,۰۲۵۷۷۹

که در آن  $\theta_i$  معادل  $AR\{i\}$  ( $i=1,2,3$ ) و  $\theta_j$  معادل  $MA\{j\}$  ( $j=1,2,\dots,11$ ) می باشد.

**نماد شینا (پالایش نفت اصفهان)**

داده های شرکت پالایش نفت اصفهان شامل ۱۸۳۳ مشاهده در ۳۱۱۶۱ فیلد اطلاعاتی از ۲۳ آذرماه ۱۳۸۷ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۹۸ با ستون های شامل تاریخ، نماد، نام فارسی، حجم، ارزش، دفعات معامله، بیشترین، کمترین، مقدار قیمت پایانی، تغییر قیمت پایانی، درصد قیمت پایانی، مقدار آخرین قیمت، تغییر آخرین قیمت، درصد آخرین قیمت، قیمت روز قبل، ارزش بازار و قیمت روز بعد در قالب یک فایل اکسل (با پسوند .xls) می باشد. پس از ورود اطلاعات در نرم افزار متلب مقادیر لگاریتم BIC جهت انتخاب مقادیر بهینه p و q محاسبه می گردند که نتایج حاصل در جدول زیر ارائه گردیده است.

**جدول ۷: مقادیر لگاریتم BIC**

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	-۱۴۶۲۲,۷۲۶۱	-۱۴۶۱۸,۲۲۰۵	-۱۴۶۲۱,۷۵۵۱	-۱۴۶۲۰,۰۲۷۱	-۱۴۶۱۶,۲۴۸۶	-۱۴۶۱۸,۸۷۱۵	-۱۴۶۱۸,۵۲۴۶	-۱۴۶۱۴,۱۹۷۳	-۱۴۶۱۷,۷۷۰۵	-۱۴۶۱۴,۱۸۸۴
۲	-۱۴۶۲۳,۱۸۵۱	-۱۴۶۱۶,۵۹۱۶	-۱۸۳۸۱,۹۰۲۵	-۱۴۶۱۶,۳۰۲۷	-۱۸۳۸۱,۸۸۹۷	-۱۴۶۱۷,۱۱۷۵	-۱۸۳۸۱,۸۸۳۵	-۱۴۶۱۷,۸۰۶۲	-۱۸۳۸۲,۰۴۹۲	-۱۸۳۸۳,۱۹۷۳
۳	-۱۴۶۱۸,۲۳۷۲	-۱۴۶۲۹,۷۹۳۹	-۱۸۳۸۱,۸۵۵۳	-۱۴۶۱۶,۴۸۳۹	-۱۴۶۱۵,۴۳۱۶	-۱۴۶۱۴,۹۴۱۳	-۱۸۳۸۲,۴۳۴۹	-۱۴۶۰۷,۷۵۶۴	-۱۸۳۸۶,۷۴۵۹	-۱۸۳۸۶,۱۷۱۲
۴	-۱۸۳۸۱,۹۷۵۵	-۱۸۳۸۱,۸۸۶۲	-۱۴۶۱۷,۱۳۵۴	-۱۸۳۸۱,۸۸۹۲	-۱۸۳۸۱,۸۹۸۹	-۱۴۶۱۶,۳۰۹۲	-۱۴۶۲۳,۷۵۵۳	-۱۴۶۱۱,۸۲۶۹	-۱۸۳۸۶,۶۴۶۳	-۱۸۳۸۵,۹۳۲۱
۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۱	-۱۴۶۱۴,۱۸۸۴	-۱۴۶۱۲,۵۰۹۶	-۱۴۶۱۶,۰۰۸۴	-۱۴۶۱۱,۷۷۴۵	-۱۴۶۱۵,۱۰۰۶	-۱۴۶۱۱,۴۹۸۶	-۱۴۶۱۱,۱۸۳۷	-۱۴۶۱۴,۰۶۳۵	-۱۴۶۱۳,۹۱۶	-۱۴۶۱۰,۱۱۲
۲	-۱۸۳۸۶,۴۰۵	-۱۴۶۱۵,۷۷۵۸	-۱۸۳۸۵,۴۸۷۷	-۱۴۶۱۵,۶۵۴۲	-۱۸۳۸۴,۸۲۸۴	-۱۸۳۸۵,۳۰۸۲	-۱۴۸۴۳,۳۰۲۸	-۱۴۶۱۳,۴۶۳۶	-۱۸۳۸۳,۸۵۴۷	-۱۴۶۱۴,۰۱۶۵
۳	-۱۸۳۸۵,۶۲۳۷	-۱۴۶۱۵,۶۵۶۹	-۱۴۶۱۵,۶۹۸۴	-۱۴۶۱۵,۶۸۲۷	-۱۸۳۸۴,۴۴۷۹	-۱۸۳۸۵,۴۳۳۷	-۱۴۶۱۱,۷۱۲۳	-۱۸۳۸۳,۶۵۹۷	-۱۸۳۸۳,۶۸۱	-۱۸۳۸۳,۷۱۲۵
۴	-۱۸۳۸۵,۵۹۹۶	-۱۴۶۱۴,۰۲۹۲	-۱۸۳۸۴,۹۵۷۹	-۱۴۶۴۲,۴۹۱۸	-۱۸۳۸۴,۵۷۱۸	۰	۰	۰	۰	۰
۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

با بررسی نتایج حاصل در می یابیم لگاریتم BIC جهت مقادیر p از مرتبه ۴ به بالا و مقادیر q از مرتبه ۱۶ به بالا مساوی صفر می گردد. لذا انتخاب بهینه جهت پارامترهای موصوف  $p=4$  و  $q=16$  می باشد. سپس با استفاده از نتایج حاصل مدل های مد نظر جهت درجه یکپارچه سازی ۰، ۱ و ۲ بر روی داده ها پیاده سازی شده و مقدار BIC برای آنها محاسبه می شوند (جدول ۸). لازم به ذکر است مدل های EGARCH، GARCH در این زمینه کارایی لازم را نداشتند.

جدول ۸: مقادیر BIC مدل‌ها

مدل	BIC مقدار
ARMA(4,0,16)	۲۹۲۵۰,۷۱۰۹
ARIMA(4,0,16)	۲۹۲۵۰,۷۱۰۹
ARIMA(4,1,16)	۲۹۲۴۰,۴۰۳۸
ARIMA(4,2,16)	۲۹۶۰۸,۱۹۴۲
ARIMAX(4,0,16)	۳۹۸۱۳,۷۶۳۵
ARIMAX(4,1,16)	۲۹۲۴۵,۳۲۳۲
ARIMAX(4,2,16)	۲۹۳۹۱,۲۴۵۱
SARIMA(4,0,16)	۲۹۲۵۰,۷۱۰۹
SARIMA(4,1,16)	۲۹۲۴۰,۴۰۳۸
SARIMA(4,2,16)	۲۹۶۰۸,۱۹۴۲
SARIMAX(4,0,16)	۳۹۸۱۳,۷۶۳۵
SARIMAX(4,1,16)	۲۹۲۴۵,۳۲۳۲
SARIMAX(4,2,16)	۲۹۳۹۱,۲۴۵۱
RegARMA(4,16)	۲۹۳۰۶,۳۷۲۲

بر اساس مقادیر BIC موجود در جدول ۸، مدل‌های ARIMA(4,1,16) و SARIMA(4,1,16) با کمترین مقدار BIC بیشترین کارایی را در برآزش داده‌ها در میان روش‌های اقتصادسنجی جهت پیش‌بینی قیمت آتی (روز بعد) شرکت پالایش نفت اصفهان داشته‌اند. معادله مدل و ضرایب آن به شرح زیر است:

$$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_4 L^4)(1 - L)y_t = c + (1 + \theta_1 L - \dots - \theta_{16} L^{16})\varepsilon_t$$

جدول ۹: ضرایب معادله مدل بهینه

Parameter	Value
Constant	۶,۸۵۹۹
AR{1}	-۰,۱۵۸۴۴
AR{2}	-۰,۳۳۸۲۹
AR{3}	۰,۵۰۵۸۵
AR{4}	-۰,۳۸۸۰۱
MA{1}	۰,۱۷۰۴۴

کاربرد مدل ساز اقتصادسنجی جهت پیش بینی قیمت سهام در بازار سرمایه/اسادات نجفی و سردار

MA{2}	۰,۳۵۱۱۱
MA{3}	-۰,۵۰۵۷۶
MA{4}	۰,۴۰۸۴۸
MA{5}	-۰,۰۱۰۹۷۷
MA{6}	۰,۰۲۷۶۴۴
MA{7}	-۰,۰۱۹۲۴۹
MA{8}	-۰,۰۰۷۷۷۶۴
MA{9}	-۰,۰۳۹۲۸۱
MA{10}	۰,۰۲۲۰۴۵

که در آن  $\theta_i$  معادل  $AR\{i\}$  ( $i=1,2,3,4$ ) و  $\theta_j$  معادل  $MA\{j\}$  ( $j=1,2,\dots,16$ ) می باشد.

**نمادکچاد (معدنی و صنعتی چادرملو)**

داده های شرکت معدنی و صنعتی چادرملو شامل ۲۲۸۰ مشاهده در ۳۸۸۷۹ فیلد اطلاعاتی از ۲۳ آذرماه ۱۳۸۷ تا ۲۴ تیرماه ۱۳۹۸ با ستون های شامل تاریخ، نماد، نام فارسی، حجم، ارزش، دفعات معامله، بیشترین، کمترین، مقدار قیمت پایانی، تغییر قیمت پایانی، درصد قیمت پایانی، مقدار آخرین قیمت، تغییر آخرین قیمت، درصد آخرین قیمت، قیمت روز قبل، ارزش بازار و قیمت روز بعد در قالب یک فایل اکسل (با پسوند .xls) می باشد. پس از ورود اطلاعات در نرم افزار متلب مقادیر لگاریتم BIC جهت انتخاب مقادیر بهینه p و q محاسبه می گردند که نتایج حاصل در جدول زیر ارائه گردیده است.

**جدول ۱۰: مقادیر لگاریتم BIC**

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	-۲۱۵۵۰,۳۴	-۲۱۵۴۹,۴۱	-۲۱۵۴۸,۷۳	-۲۱۵۴۶,۵۳	-۲۱۵۴۶,۵۳	-۲۱۵۴۴,۵۵	-۲۱۵۴۴,۰۲	-۲۱۵۴۲,۹۷	-۲۱۵۴۲,۷۸	-۲۱۵۴۲
۲	-۲۱۵۵۰,۱۲	-۲۶۱۹۸,۴۹	-۲۶۱۹۸,۵	-۲۱۵۴۶,۵۳	-۲۶۱۹۸,۴۷	-۲۱۵۴۲,۱۵	-۲۶۲۰۲,۳۳	-۲۱۵۴۰,۲۱	-۲۶۲۰۱,۴۸	-۲۱۵۴۰,۷۴
۳	-۲۶۱۹۸,۴۹	-۲۶۱۹۸,۴۹	-۲۱۵۴۹,۸۷	-۲۶۱۹۸,۴۹	-۲۶۱۹۸,۷	-۲۱۵۳۹,۶۹	-۲۶۲۰۱,۱۶	-۲۶۲۰۰,۸۳	-۲۶۲۰۰,۵۷	-۲۶۲۰۰,۳۴
۴	-۲۶۱۹۸,۵	-۲۱۵۵۰,۵۲	-۲۶۲۰۱,۸	-۲۶۱۹۸,۵	-۲۶۲۰۰,۳۳	-۲۶۱۹۸,۴۸	-۲۶۲۰۰,۷	-۲۶۲۰۰,۴۵	-۲۶۲۰۰,۱۸	-۲۶۲۰۰,۰۶
۵	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰
۱	-۲۱۵۴۱,۹۲	-۲۱۵۴۰,۸۱	-۲۱۵۴۰,۷۸	-۲۱۵۴۰,۴۵	-۲۱۵۴۰,۳۷	-۲۱۵۴۰,۰۲	-۲۱۵۳۹,۴۶	-۲۱۵۳۹,۰۴	-۲۱۵۳۸,۸	-۲۱۵۳۸,۵۵
۲	-۲۶۲۰۱,۰۲	-۲۱۵۳۹,۴۷	-۲۶۲۰۰,۶۵	-۲۱۵۴۰,۴۲	-۲۶۲۰۰,۸۳	-۲۶۲۰۱,۰۵	-۲۱۵۳۸,۲۶	-۲۱۵۳۹,۸۴	-۲۱۵۴۲,۷۶	-۲۱۵۳۹,۶۴
۳	-۲۶۲۰۰,۴۱	-۲۱۵۴۰,۹۳	-۲۶۲۰۰,۰۳	-۲۶۱۹۹,۸۹	-۲۶۱۹۹,۸۲	-۲۶۲۰۱,۵	-۲۱۵۳۹,۱	-۲۶۱۹۹,۷۱	-۲۶۱۹۹,۴۹	-۲۶۱۹۹,۵۵
۴	-۲۶۲۰۰,۲	-۲۱۵۴۰,۱	.	.	.	.	.	.	.	.
۵	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

با بررسی نتایج حاصل در می یابیم لگاریتم BIC جهت مقادیر p از مرتبه ۴ به بالا و مقادیر q از



فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و پنجم / زمستان ۱۳۹۹

مرتبه ۱۳ به بالا مساوی صفر می‌گردد. لذا انتخاب بهینه جهت پارامترهای موصوف  $p=4$  و  $q=13$  می‌باشد. سپس با استفاده از نتایج حاصل مدل‌های مد نظر جهت درجه یکپارچه سازی ۰، ۱ و ۲ بر روی داده‌ها پیاده‌سازی شده و مقدار BIC برای آنها محاسبه می‌شوند (جدول ۱۱). لازم به ذکر است مدل‌های EGARCH، GARCH در این زمینه کارایی لازم را نداشتند.

جدول ۱۱: مقادیر BIC مدل‌ها

مدل	BIC مقدار
ARMA(4,13)	۴۰۹۸۹,۴۵۴۸
ARIMA(4,0,13)	۴۰۹۸۹,۴۵۴۸
ARIMA(4,1,13)	۳۱۷۷۷,۷۳۰۷
ARIMA(4,2,13)	۳۲۲۳۶,۱۹۸۶
ARIMAX(4,0,13)	۵۰۷۶۶,۹۲۷۶
ARIMAX(4,1,13)	۳۱۷۷۵,۵۶۲۷
ARIMAX(4,2,13)	۳۲۰۳۶,۱۶۱۲
SARIMA(4,0,13)	۴۰۹۸۹,۴۵۴۸
SARIMA(4,1,13)	۳۱۷۷۷,۷۳۰۷
SARIMA(4,2,13)	۳۲۲۳۶,۱۹۸۶
SARIMAX(4,0,13)	۵۰۷۶۶,۹۲۷۶
SARIMAX(4,1,13)	۳۱۷۷۵,۵۶۲۷
SARIMAX(4,2,13)	۳۲۰۳۶,۱۶۱۲
RegARMA(4,13)	۳۱۸۴۰,۹۱۲۷

براساس مقادیر BIC موجود در جدول ۱۱، مدل‌های ARIMAX(4,1,13) و SARIMAX(4,1,13) با کمترین مقدار BIC بیشترین کارایی را در برآزش داده‌ها در میان روش‌های اقتصادسنجی جهت پیش‌بینی قیمت آتی (روز بعد) شرکت معدنی و صنعتی چادرملو داشته‌اند. معادله مدل و ضرایب آن به این شرح است:

$$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_4 L^4)(1 - L)y_t = c + X_1 \beta_1 + \dots + X_{13} \beta_{13} + (1 + \theta_1 L - \dots - \theta_{13} L^{13})\varepsilon_t$$

کاربرد مدل ساز اقتصادسنجی جهت پیش بینی قیمت سهام در بازار سرمایه / اسادات نجفی و سردار

جدول ۱۲: ضرایب معادله مدل بهینه

Parameter	Value
Constant	۳۸,۴۸۳۹
AR{1}	-۰,۰۲۱۷۳۸
AR{2}	۰,۰۱۶۵۶۱
AR{3}	۰,۰۰۵۵۱۵
AR{4}	۰,۰۰۱۱۰۵۳
MA{1}	۰,۰۰۳۳۰۲۶
MA{2}	-۰,۰۰۰۵۹۱۵۹
MA{3}	-۰,۰۰۴۲۵۸
MA{4}	-۰,۰۰۰۱۴۴۹۱
MA{5}	۰,۰۲۲۵۱۸
MA{6}	۰,۰۳۴۴۷
MA{7}	-۰,۰۱۶۷۰۸
MA{8}	-۰,۰۱۲۲۴۶
MA{9}	-۰,۰۲۳۹۳۱
MA{10}	۰,۰۱۰۲۱۵
MA{11}	۰,۰۱۱۲۲۷
MA{12}	-۰,۰۳۳۰۳۱
MA{13}	-۰,۰۰۳۶۶۷۲
Beta(VarName10)	-۲,۰۸۲۶۴E+۱۱
Beta(VarName11)	-۱۳,۶۱۲۸
Beta(VarName12)	-۴,۲۲۰۳۴E+۱۲
Beta(VarName13)	۴,۲۲۰۳۴E+۱۲
Beta(VarName14)	۱۵,۱۹۴۸
Beta(VarName15)	۴,۰۱۲۰۸E+۱۲
Beta(VarName16)	-۳۴,۵۵۵
Beta(VarName4)	۷,۳۶۲E-۰۷
Beta(VarName5)	۷,۵۴E-۱۰
Beta(VarName6)	-۰,۰۳۴۶۰۶
Beta(VarName7)	-۰,۰۹۶۱۹۸

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و پنجم / زمستان ۱۳۹۹

Beta(VarName8)	۰,۰۵۳۸۶۱
Beta(VarName9)	۱,۷۲۸۶۸E+۱۲
Variance	۵۹۱۰۶,۱

که در آن  $\theta_i$  معادل  $AR\{i\}$  ( $i=1,2,3,4$ ) و  $\theta_j$  معادل  $MA\{j\}$  ( $j=1,2,\dots,13$ ) می‌باشد.

نماد و تجارت (بانک تجارت)

داده‌های بانک تجارت شامل ۲۰۳۹ مشاهده در ۳۴۶۶۳ فیلد اطلاعاتی از ۲۸ اردیبهشت ۱۳۸۸ تا ۲۶ تیرماه ۱۳۹۸ با ستون‌های شامل تاریخ، نماد، نام فارسی، حجم، ارزش، دفعات معامله، بیشترین، کمترین، مقدار قیمت پایانی، تغییر قیمت پایانی، درصد قیمت پایانی، مقدار آخرین قیمت، تغییر آخرین قیمت، درصد آخرین قیمت، قیمت روز قبل، ارزش بازار و قیمت روز بعد در قالب یک فایل اکسل (با پسوند .xls) می‌باشد. پس از ورود اطلاعات در نرم افزار متلب مقادیر لگاریتم BIC جهت انتخاب مقادیر بهینه  $p$  و  $q$  محاسبه می‌گردند که نتایج حاصل در جدول زیر ارائه گردیده است.

جدول ۱۳: مقادیر لگاریتم BIC

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱	-۱۱۴۹۲,۱۸	-۱۱۴۹۰,۹۶	-۱۱۴۹۰,۸۵	-۱۱۴۸۷,۵۷	-۱۱۴۸۷,۵۷	-۱۱۴۸۵,۸۴	-۱۱۴۸۵,۴۴	-۱۱۴۸۴,۵	-۱۱۴۸۴,۴۹	-۱۱۴۸۴,۳	۰
۲	-۱۱۴۹۶,۰۴	-۱۵۳۶۷,۸۹	-۱۵۳۶۷,۸۳	-۱۱۴۸۹,۲۲	-۱۵۳۶۷,۷۳	-۱۱۵۰۱,۷۷	-۱۵۳۶۷,۶	-۱۱۴۸۲,۱۸	-۱۱۴۸۱,۹۷	-۱۵۳۶۷,۳۹	۰
۳	-۱۵۳۶۷,۹۱	-۱۱۴۸۷,۷۱	-۱۵۳۶۷,۶۴	-۱۱۴۸۲,۹۶	-۱۱۴۸۴,۲۷	-۱۵۳۶۷,۶۳	-۱۵۳۶۷,۵۹	-۱۱۴۷۸,۳	-۱۵۳۶۷,۴۵	-۱۵۳۶۷,۶	۰
۴	-۱۵۳۶۷,۹۲	-۱۵۳۶۷,۷۶	-۱۱۴۸۴,۴۱	-۱۱۴۸۰,۸۶	-۱۵۳۶۷,۷۲	-۱۵۳۶۷,۶۵	-۱۵۳۶۷,۵۹	-۱۱۴۷۳,۴۲	-۱۵۳۶۷,۴۴	-۱۵۳۶۷,۳۵	۰
۵	-۱۱۴۸۷,۷	-۱۱۴۸۲,۹۷	-۱۱۴۸۴,۴۱	-۱۵۳۶۷,۷۱	-۱۵۳۶۷,۷۳	-۱۵۳۶۷,۶۶	-۱۵۳۷۵,۳۹	-۱۵۳۶۷,۵۴	-۱۵۳۶۷,۴۹	۰	۰
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

با بررسی نتایج حاصل در می‌یابیم لگاریتم BIC جهت مقادیر  $p$  از مرتبه ۵ به بالا و مقادیر  $q$  از مرتبه ۱۰ به بالا مساوی صفر می‌گردد. لذا انتخاب بهینه جهت پارامترهای موصوف  $p=5$  و  $q=10$  می‌باشد. سپس با استفاده از نتایج حاصل مدل‌های مد نظر جهت درجه یکپارچه سازی ۰، ۱ و ۲ بروی داده‌ها پیاده‌سازی شده و مقدار BIC برای آنها محاسبه می‌شوند (جدول ۱۴). لازم به ذکر است مدل‌های GARCH، EGARCH در این زمینه کارایی لازم را نداشتند.

جدول ۱۴: مقادیر BIC مدل‌ها

مدل	BIC مقدار
ARMA(5,0,10)	۳۰۲۴۱,۷۲۱۶
ARIMA(5,0,10)	۳۰۲۴۱,۷۲۱۶

کاربرد مدل ساز اقتصادسنجی جهت پیش بینی قیمت سهام در بازار سرمایه / اسادات نجفی و سردار

ARIMA(5,1,10)	۲۳۱۰۸,۰۷۶۱
ARIMA(5,2,10)	۲۳۳۳۶,۲۸۲۹
ARIMAX(5,0,10)	۴۰۵۹۳,۹۵۷۹
<b>ARIMAX(5,1,10)</b>	<b>۲۳۰۸۱,۶۶۸۴</b>
ARIMAX(5,2,10)	۲۳۲۹۱,۲۹۰۲
SARIMA(5,0,10)	۳۰۲۴۱,۷۲۱۶
SARIMA(5,1,10)	۲۳۱۰۸,۰۷۶۱
SARIMA(5,2,10)	۲۳۳۳۶,۲۸۲۹
SARIMAX(5,0,10)	۴۰۵۹۳,۹۵۷۹
<b>SARIMAX(5,1,10)</b>	<b>۲۳۰۸۱,۶۶۸۴</b>
SARIMAX(5,2,10)	۲۳۲۹۱,۲۹۰۲
RegARMA(5,10)	۲۳۱۳۴,۲۸۶۲

بر اساس مقادیر BIC موجود در جدول ۱۴، مدل های ARIMAX(5,1,10) و SARIMAX(5,1,10) با کمترین مقدار BIC بیشترین کارایی را در برآزش داده ها در میان روش های اقتصادسنجی جهت پیش بینی قیمت آتی (روز بعد) بانک تجارت داشته اند. معادله مدل و ضرایب آن به شرح زیر است:

$$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_5 L^5) y_t = c + X_1 \beta_1 + \dots + X_{13} \beta_{13} + (1 + \theta_1 L - \dots - \theta_{10} L^{10}) \varepsilon_t$$

جدول ۱۵: ضرایب معادله مدل بهینه

Parameter	Value
Constant	۸,۲۶۱۸
MA{1}	-۰,۰۰۴۳۰۰۴
MA{2}	-۰,۰۰۵۷۵۶۳
MA{3}	۰,۰۰۶۴۷۲۹
MA{4}	-۰,۰۱۵۹۸۵
MA{5}	۰,۰۴۴۴۲۸
MA{6}	۰,۰۳۳۰۹۲
MA{7}	۰,۰۰۵۵۱۱۵
MA{8}	-۰,۰۱۰۳۳۷
MA{9}	-۰,۰۰۱۸۴۲۷
MA{10}	-۰,۰۰۶۵۴۸۶

Beta(VarName10)	.
Beta(VarName11)	.
Beta(VarName12)	.
Beta(VarName13)	.
Beta(VarName14)	.
Beta(VarName15)	.
Beta(VarName16)	.
Beta(VarName4)	.
Beta(VarName5)	.
Beta(VarName6)	.
Beta(VarName7)	.
Beta(VarName8)	.
Beta(VarName9)	.
Variance	۴۰۹۱۴۱,۲۶۵۶

که در آن  $\theta_i$  معادل  $AR\{i\}$  ( $i=1,2,..5$ ) و  $\theta_j$  معادل  $MA\{j\}$  ( $j=1,2,..,10$ ) می‌باشد.

#### بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله، برای بررسی  $\gamma$  نماد بورس مطرح از بازار بورس و اوراق بهادار تهران، از روش‌های مدل‌ساز اقتصادسنجی جهت پیش‌بینی قیمت آتی استفاده نمودیم. در مرحله اول پس از جمع‌آوری داده‌ها براساس معیار اطلاعات بیزی (BIC) درجات  $p$  و  $q$  تعیین و پس از آن مدل‌های  $ARMA$ ،  $ARIMA$ ،  $ARIMAX$ ،  $SARIMA$ ،  $SARIMAX$ ،  $RegARMA$ ،  $GARCH$ ،  $EGARCH$  را بر روی داده‌های هر نماد پیاده‌سازی نموده و مقدار BIC را برای آن محاسبه کردیم. با مقایسه مقادیر روش‌ها، مدل‌های  $ARIMA$  و  $ARIMAX$  بهترین روش‌ها برای پیش‌بینی قیمت روز آتی قیمت سهام بودند. ضمناً به دلیل عدم فصلی بودن داده‌ها نتایج این مدل‌ها با  $SARIMA$  و  $SARIMAX$  یکسان بودند.

## کاربرد مدل ساز اقتصادسنجی جهت پیش‌بینی قیمت سهام در بازار سرمایه/اسادات نجفی و سردار

### منابع

- ۱) راستگو نعمت، پناهیان حسین. طراحی و تبیین مدل برآورد ریسک سیستماتیک به روش فوق ابتکاری در بورس اوراق بهادار تهران؛ رویکرد تطبیقی مدل اقتصادسنجی و هوش مصنوعی. مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره سی و پنجم. تابستان ۱۳۹۷.
- ۲) راعی رضا، امیر هاشمی سید محمد. تخصیص دارایی استوار بر اساس پیش‌بینی روش‌های اقتصادسنجی (ARMA و GARCH) و فرض عدم قطعیت بازده و کواریانس. تحقیقات مالی، دوره 18، شماره 3، صفحه 436-415. ۱۳۹۵.
- ۳) راعی رضا، نیکعهد علی، حبیبی مصطفی. پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با ترکیب روش‌های آنالیز مولفه‌های اصلی، رگرسیون بردارپشتیبان و حرکت تجمعی ذرات. فصلنامه علمی راهبرد مدیریت مالی، دانشگاه الزهرا (س)، مقاله ۱، دوره ۴، شماره ۴. زمستان ۱۳۹۵.
- ۴) رهنمای رودپشتی فریدون و همکاران. بررسی کارایی بهینه سازی پرتفوی براساس مدل پایدار با بهینه‌سازی کلاسیک در پیش‌بینی ریسک و بازده پرتفوی. فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره بیست و دوم. بهار ۱۳۹۴.
- ۵) رهنمای رودپشتی فریدون، پدرام پرهام. شناسایی دوره‌های تناوبی و غیر تناوبی شاخص بورس اوراق بهادار با روش اصلاح شده R/S مبتنی بر تحلیل فرکتالی، مجله مطالعات مالی، شماره هشتم. زمستان ۱۳۸۹.
- ۶) رهنمای رودپشتی فریدون، جلیلی محمد، حسین زاده لطفی فرهاد. چارچوب مفهومی کاربرد ریاضیات در مطالعات کمی مدیریت (مورد مطالعه: مدل‌سازی ریاضی و کامپیوتری در دانش مالی). مطالعات کمی در مدیریت، شماره ۲. پاییز ۱۳۸۹.
- ۷) طلوعی اشلقی عباس، حق دوست شادی. مدل‌سازی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی و مقایسه آن با روش‌های پیش‌بینی ریاضی، پژوهشنامه اقتصادی، مقاله ۹، دوره ۷، شماره ۲۵، صفحه ۲۳۷-۲۵۱. تابستان ۱۳۸۶.
- ۸) غلامیان الهام، داودی سید محمدرضا. پیش‌بینی روند قیمت در بازار سهام با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی. فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، مقاله ۱۴، دوره ۹، شماره ۳۵، صفحه ۳۰۱-۳۲۲. تابستان ۱۳۹۷.

## فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و پنجم / زمستان ۱۳۹۹

۹) قالیباف اصل حسن ، معصوم زاده نسیم . پیش‌بینی احتمال تغییر قیمت سهام با استفاده از رگرسیون لجستیک در بورس اوراق بهادار تهران . تحقیقات حسابداری و حسابرسی . انجمن حسابداری ایران ، سال دوم ، شماره ۵ . بهار ۱۳۸۹ .

۱۰) قلی زاده محمد حسن ، وحید پور قاسم . پیش‌بینی قیمت سهام با روش رگرسیون فازی . پژوهش‌نامه علمی پژوهشی اقتصاد کلان ، دانشگاه مازندران ، سال ششم، شماره ۱۲ . ۱۳۹۰ .

۱۱) مکیان سید نظام‌الدین . موسوی فاطمه السادات . پیش‌بینی قیمت سهام شرکت فرآورده‌های نفتی پارس با استفاده از شبکه عصبی و روش رگرسیونی : مطالعه موردی : قیمت سهام شرکت فرآورده‌های نفتی پارس . فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی ، سال ششم ، شماره ۲ ، صفحه ۱۰۵-۱۲۱ . تابستان ۹۱ .

۱۲) همایون اسداله و همکاران . ارزیابی مدل‌های پیش‌بینی شاخص‌های بازار بورس ایران . فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی ، سال هجدهم ، شماره ۵۶ ، صفحه ۹۵ الی ۱۱۲ . زمستان ۳۸۹ .

13) AISHWARYA SINGH. A Practical Introduction to K-Nearest Neighbors Algorithm for Regression. <https://www.analyticsvidhya.com>

14) Alexander, Carol. Quantitative Methods in Finance, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester. (2008)

15) Dev Shah Haruna Isah, Zulkernine Farhana. Stock Market Analysis: A Review and Taxonomy of Prediction Techniques. International Journal of Financial Studies, 7(26). (2019)

16) Hiransha, M., E. A. Gopalakrishnan, Vijay Krishna Menon, and Soman Kp. NSE stock market Prediction using deep-learning models. Procedia Computer Science 132: 1351–62. (2018)

17) Olson, D. & C. Mossman. Neural Network of Canadian Stock Returns Using Accounting Ratios. International Journal of Forecasting, Vol. 19, PP. 453-465. (2003)

18) Teall John, Hasan Iftekhar. QUANTITATIVE METHODS FOR FINANCE AND INVESTMENTS, Blackwell Publishers. (2002)

19) Yuling LIN Haixiang GUO, Jinglu HU. An SVM-based approach for stock market trend prediction. Proceedings of International Joint Conference on Neural Networks, Dallas, Texas, USA. (2013)

کاربرد مدل ساز اقتصادسنجی جهت پیش بینی قیمت سهام در بازار سرمایه / اسادات نجفی و سردار

یادداشت ها :

- 
- 1 bayesian information criterion (BIC)
  - 2 autoregressive moving average (ARMA)
  - 3 autoregressive integrated moving average (ARIMA)
  - 4 seasonal autoregressive integrated moving average (SARIMA)
  - 5 autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Inputs (ARIMAX)
  - 6 seasonal autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Inputs (SARIMAX)
  - 7 generalized autoregressive conditional heteroskedasticity (GARCH)
  - 8 exponential generalized autoregressive conditional heteroscedastic (EGARCH)
  - 9 regression model with ARMA time series errors (RegARMA)
  - 10 Import
  - 11 Matlab R2019a.X64