



اندازه گیری خطای پیش بینی شاخص کل بورس تهران با استفاده از روش های سری زمانی فازی مرتبه چندگانه و آرما

ابراهیم عباسی^۱
محسن دستپاک^۲

تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۷

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۰

چکیده

هدف از این مطالعه پیش بینی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از سری زمانی فازی مرتبه اول، دوم و سوم و روش آرما و آزمون دقت پیش بینی هر یک از این روش ها است. برای این منظور RMSE^۱ و مقادیر تعدیل شده آن را بر اساس سری زمانی فازی مرتبه چندگانه و مقادیر زمانی بین ۵ تا ۱۵ محاسبه و کمترین RMSE انتخاب شد. بر اساس این انتخاب شاخص کل بورس برای هر یک از سالهای دوره یازده ساله این مطالعه (۸۸-۱۳۷۸) به روش های فازی و فازی تعدیل شده و روش آرما و آرمای تعدیل شده محاسبه شد و با شاخص واقعی بازار مقایسه گردید. نتایج آزمون دایبولد ماریانو نشان داد که در ۷ سال از ۱۱ سال دوره مورد مطالعه خطای پیش بینی روش آرما کمتر از روش فازی است. اما در ۴ سال بقیه بین دقت پیش بینی دو روش تفاوت معنی داری مشاهده نشد.

واژه های کلیدی: شاخص کل بورس، فازی مرتبه چندگانه، آرما، خطای پیش بینی.

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه الزهراء abbasiebrahim2000@yahoo.com

۲- کارشناسی ارشد مهندسی مالی، دانشگاه علوم اقتصادی mohsen.dastpak@ses.ac.ir

۱- مقدمه

موضوع پیش بینی شاخص کل بازار سهام مورد توجه تحلیل گران بنیادی و تکنیکی در سالهای گذشته است. محققان در سالهای اخیر توانسته اند به روش های خطی و غیر خطی شاخص بازار سهام را پیش بینی کنند. صحت و دقت این پیش بینی می تواند در تصمیمات خرید و فروش و مدیریت سرمایه گذاری مدیران صندوق های مشترک سرمایه گذاری و شرکت های سرمایه گذاری موثر باشد. نتایج تحقیقات گذشته در کشور های مختلف با استفاده از روش های تک متغیری، مدل های علی، سری های زمانی مانند خود رگرسیون، میانگین متحرک، خود رگرسیون میانگین متحرک (ARMA) و خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA)، روش باکس-جنکینز و سری های زمانی فازی متفاوت است. از این رو این پژوهش به دنبال پاسخ به این سوال است که آیا روش سری زمانی فازی نسبت به روش باکس-جنکینز پیش بینی دقیق تری از شاخص کل بازار سهام ارائه می دهد؟ به همین دلیل هدف از این مطالعه پیش بینی شاخص بازار سهام با استفاده از روش های سریهای زمانی فازی مرتبه چند گانه و مقایسه آن با روش آرما است تا خطای پیش بینی هر یک اندازه گیری شود. در این پژوهش بعد از معرفی مبنای نظری و پیشینه پژوهش، سوالات تحقیق و آزمون های مربوطه انجام شده و در نهایت نتایج و پیشنهادات ارائه خواهد شد.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

تئوری مجموعه های فازی در زمینه های زیادی کاربرد دارد. یکی از این کاربردها در ارتباط با فرایند های پویا است که مشاهده آنها به صورت مقادیر زبانی است. به این فرایند های پویا سری زمانی فازی گویند. سری های زمانی فازی فرایند های پویای هستند و مشاهدات آنها مجموعه های فازی است. جهان مورد بحث مجموعه های فازی زیر مجموعه R هستند. مدل های سری زمانی معمولی کاربردی در توصیف این فرایند ها ندارند.

در اقتصاد روش های متعددی برای پیش بینی اقتصادی بر اساس سری های زمانی وجود دارد. مهمترین این روش ها عبارتند از:

• فرایند خود رگرسیون^۲

در این روش مقدار y_t در زمان t به مقدار آن در دوره های زمانی گذشته و یک جمله تصادفی بستگی دارد. این مدل بیانگر آن است که پیش بینی y_t در زمان t نسبتی از مقدار آن در زمان $(t-1)$ بعلاوه یک شوک تصادفی یا جمله اخلاص در زمان t است که به آن خود رگرسیون مرتبه اول گویند. اما اگر y_t در دوره t به دو دوره زمانی گذشته خود وابسته باشد آنگاه y_t فرایند خود رگرسیون مرتبه دوم خواهد بود.

• فرایند میانگین متحرک^۲

در این مدل y در زمان t برابر است با یک مقدار ثابت به علاوه یک میانگین متحرک از جملات خطای جاری و گذشته. در این حالت می‌گویند متغیر y از یک فرایند میانگین متحرک مرتبه اول تبعیت می‌کند. یک فرایند میانگین متحرک یک ترکیب خطی از جملات اخلال جاری و دوره‌های گذشته است.

• فرایند خود رگرسیون میانگین متحرک^۴

در این فرایند احتمال اینکه سری زمانی y دارای ویژگی‌های هر دو فرایند خود رگرسیون و میانگین متحرک باشد زیاد است. آرما شامل یک فرایند خود رگرسیون مرتبه اول و یک فرایند میانگین متحرک مرتبه اول است. این فرایند دارای p مرتبه جمله رگرسیون و q مرتبه میانگین متحرک است.

• فرایند خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته^۵

مدل‌های سری زمانی مذکور در بالا مبتنی بر این فرض بودند که سری‌های زمانی ساکن هستند. یعنی میانگین و واریانس سری‌های زمانی ثابت اند و کواریانس آنها در طول زمان تغییری نمی‌کند. اما بسیاری از سری‌های زمانی در اقتصاد ثابت نیستند. از جمله اینکه ARIMA از سری زمانی انباشته است. بنابراین اگر یک سری زمانی پس از d مرتبه پس از تفاضل‌گیری مرتبه اول ساکن شود و سپس آن را توسط فرایند $ARMA(p,q)$ مدل‌سازی کنیم در این صورت سری زمانی اصلی، سری زمانی $ARIMA(p,d,q)$ خواهد بود. که در آن p تعداد جملات خود رگرسیون و d تعداد دفعات تفاضل‌گیری مرتبه اول برای ساکن شدن سری زمانی و q تعداد جملات میانگین متحرک است.

• روش باکس-جنکینز

این روش در صدد پاسخ به این سوال است که چگونه می‌توان تشخیص داد یک سری زمانی از یک فرایند خود رگرسیون خالص یا فرایند میانگین متحرک خالص و یا از یک فرایند $ARMA$ یا $ARIMA$ پیروی می‌کند. این روش ۴ مرحله دارد:

تشخیص یا شناسایی، تخمین، کنترل تشخیصی و پیش‌بینی.

هیوارنگ و یو (۲۰۰۵) از مدل سری زمانی نوع دوم برای پیش‌بینی شاخص بورس سهام تایوان استفاده کرد. نتایج آنها نشان داد که مدل سری زمانی نوع دوم از کارایی بالاتری نسبت به سایر مدل‌ها در پیش‌بینی شاخص بورس دارد. نتیجه‌گیری آنها بر اساس معیار ارزیابی RMSE روی

داده های سالهای ۲۰۰۳-۲۰۰۰ بود. چنگ و همکارانش (۲۰۰۶) مدل جدیدی بر اساس بکار گیری وزن دهی بر اساس روند در مدل سری زمانی فازی ارائه دادند. آنها از داده های شاخص بورس تایوان استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که مدل پیشنهادی، خطای پیش بینی کمتری نسبت به دو مدل دیگر دارد. چن و همکارانش (۲۰۰۷) مدل جدیدی از سری های زمانی بر اساس توالی فیبوناچی برای پیش بینی قیمت سهام ارائه دادند. نتایج نشان داد که مدل پیشنهادی آنها از خطای پیش بینی کمتری نسبت به مدل های مورد مقایسه در مطالعه شان دارد. چن و همکارانش (۲۰۰۸) در پژوهش دیگری از سری های زمانی مرتبه بالاتر بر اساس مدل های تطبیقی چند دوره ای برای پیش بینی شاخص بازار سهام ارائه دادند. مقایسه مقدار RMSE روش های مورد مطالعه آنها نشان داد که RMSE روش پیشنهادی آنها کمتر از سایر روش ها است. بنابراین مدل بکار رفته از سایر مدل ها در پیش بینی شاخص بازار کارا تر بود. جیلانی و بورنی (۲۰۰۸) مدل جدیدی از سری زمانی فازی را ارائه دادند که در آن مجموعه جهانی بر پایه شدت فراوانی تقسیم شده بود. نتایج آنها نشان داد که مدل پیشنهادی در پیش بینی شاخص بورس تایوان کارا تر از سایر مدل های مورد مقایسه شان بود.

یو و هیوانگ (۲۰۰۸) یک نوع سری زمانی دو متغیری را برای پیش بینی شاخص سهام ارائه دادند. آنها مدل خود را با مدل های تک متغیری و دو متغیری دیگر مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که این مدل از کارایی بالاتری نسبت به سایر مدل های برخوردار است.

پژوهش چو و همکارانش (۲۰۰۹) به نقش حجم معامله در قیمت سهام ترتیب اثر دادند. آنها در پیش بینی شاخص سهام از سری های زمانی ۲ عاملی فازی استفاده کردند. برای مقایسه خطای پیش بینی شاخص توسط مدل های مورد مقایسه از معیار ارزیابی RMSE استفاده کردند. نتایج نشان داد که خطای پیش بینی مدل آنها کمتر از سایر مدل های بکار رفته بود.

پژوهش ته اوه و و همکارانش (۲۰۰۹) مدل جدیدی از سری زمانی فازی اولیه دادند که در این مدل از تئوری مجموعه های نا دقیق برای استخراج روابط منطقی فازی استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که بر اساس معیار میانگین RMSE مدل پیشنهادی آنها دارای خطای کمتری نسبت به سایر مدل های مورد مقایسه برای پیش بینی شاخص بازار سهام بود. یو و هیوانگ (۲۰۱۰) در مدل پیشنهادی خود از درجات مختلف عضویت برای تدوین روابط منطقی فازی استفاده کردند. چون مدل آنها از تمام درجات عضویت برای به دست آوردن روابط استفاده شده بود لذا مدل آنها از کارایی بیشتری در پیش بینی شاخص سهام داشت. ونگ و تو (۲۰۱۰) مدل های سری زمانی آرما و آرما، مدل سری زمانی فازی دو عاملی و سری زمانی فازی ذهنی را برای پیش بینی شاخص بورس سهام مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان داد که مدل آرما دارای کمترین خطای پیش

بینی است و در دوره‌های زمانی کوتاه مدت سری زمانی فازی بهتر جواب می‌دهد. تفاوت کمی در توانایی سری زمانی فازی تک متغیره و دو متغیره در مدل دو عاملی وجود داشت. استفاده از متغیر ذهنی در مدل سری زمانی فازی تاثیر زیادی در صحت پیش‌بینی نداشت.

در پژوهش‌های ایرانی، تحقیق تیموری اصل (۱۳۸۳) در پیش‌بینی شاخص بورس تهران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی نشان داد که پیش‌به‌روش شبکه‌های عصبی نتایج مناسبتری نسبت به روش خطی ARIMA دارد.

پژوهش افسر و احمدی (۱۳۸۵) در مقایسه روش‌های کلاسیک و هوش مصنوعی در پیش‌بینی شاخص بورس نشان داد که با طراحی روشی ترکیبی از روش‌های کلاسیک و هوش مصنوعی می‌توان عملکرد بهتری در پیش‌بینی شاخص بورس نسبت به روش کلاسیک و هوش مصنوعی به‌طور جداگانه داشت.

پژوهش مشیری و مروت (۱۳۸۵) در پیش‌بینی شاخص کل بازدهی سهام تهران با استفاده از مدل‌های خطی و غیرخطی نشان داد که با وجود بهتر بودن پیش‌بینی‌های مدل شبکه‌های عصبی نسبت به مدل‌هایی همچون ARIMA، ARFIMA و GARCH اما در کل، آزمون دایبولد ماریانو تفاوت معناداری را بین این پیش‌بینی‌ها نشان نمی‌دهد.

پژوهش عباسی و ایوبی (۱۳۹۰) نشان داد که پیش‌بینی قیمت سهام شرکت ایران خودرو با استفاده از روش‌های غیرخطی می‌تواند خطای برآورد قیمت سهام را کاهش دهد. بعلاوه استفاده از سیستم استنتاج عصبی - فازی انطباقی در کوتاه مدت و بلند مدت توانایی پیش‌بینی رفتار قیمت سهام شرکت ایران خودرو را دارد. نتایج نشان داد که افزایش تعداد توابع عضویت الزاما منجر به بهبود نتایج نمی‌شود. اما استفاده از توابع عضویت مثلثی امکان پیش‌بینی و مدل‌سازی را به نحو بهتری فراهم می‌کند.

۳- پرسش‌های پژوهش

- آیا شاخص کل بورس تهران با استفاده از روش سری زمانی فازی مرتبه اول، دوم و سوم قابل پیش‌بینی است؟
- آیا استفاده از روش سری زمانی فازی باعث افزایش دقت پیش‌بینی شاخص کل بورس تهران در مقایسه با روش آرما می‌شود؟

۴- روش شناسی پژوهش

جامعه آماری این پژوهش داده های مربوط به شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران طی دوره ۱۱ ساله (۸۸-۱۳۷۸) است. برای هر سال داده ۱ به دو بخش آموزشی و آزمایشی تقسیم شدند. برای هر سال ۲۰ روز آخر سال به عنوان داده های آزمایشی و بقیه داده ها به عنوان داده های آموزشی بکار گرفته شدند. داده ها از سایت شرکت بورس جمع آوری شدند. از مقدار شاخص کل بورس تهران در هر روز به عنوان متغیر وابسته و از مقدار شاخص کل با تاخیر های زمانی متفاوت (برای سری زمانی فازی مراتب مختلف) به عنوان متغیر مستقل به کار رفته است. در سری زمانی فازی مرتبه دوم داده های روزانه با یک تاخیر و دو تاخیر زمانی به عنوان متغیر مستقل وارد مدل می شوند. اما در سری زمانی فازی مرتبه سوم داده های روزانه با یک، دو و سه تاخیر زمانی به عنوان متغیر مستقل از آنها استفاده می شود. مدل به کار رفته دارای ۳ بخش کلی به شرح زیر است:

پیش پردازش که شامل ۳ زیر بخش است:

- تعریف مجموعه جهانی: به عنوان مثال داده های شاخص کل بورس تهران در سال ۱۳۸۸ به عنوان مجموعه جهانی است که شاخص ۷۹۵۵ کوچکترین داده و شاخص ۱۲۵۸۲ بزرگترین داده به صورت زیر نمایش داده می شود.

$$u = [7955, 12582]$$

- تقسیم مجموعه جهانی به مقادیر زمانی مختلف: برای انتخاب طول فرجه مناسب تعدادی مقادیر زمانی مختلف مورد آزمایش قرار داده می شود. مقادیر زمانی در این مطالعه بین ۵ تا ۱۵ مورد آزمایش شدند و سپس بهترین آن براساس معیار RMSE انتخاب شدند. بعد از انتخاب تعداد مقادیر زمانی مناسب، مجموعه جهانی را به همان تعداد زیر مجموعه با فاصله مساوی تقسیم می کنیم و به هر کدام از بازه ها (زیر مجموعه ها) یک مقدار زمانی تخصیص می دهیم. به عنوان مثال بر اساس معیار RMSE بهترین مقدار زمانی برای سری زمانی فازی مرتبه اول برابر با ۱۲ و مقدار زمانی مناسب برای سری زمانی فازی مرتبه دوم برابر ۶ می باشد. مجموعه زمانی u را به ۱۲ فرجه با طول مساوی تقسیم کرده و به هر فرجه یک مقدار زمانی تخصیص می دهیم.

- تعریف مجموعه های فازی و فازی کردن سری زمانی: به عنوان مثال از آنجا که برای مدل سری زمانی فازی مرتبه اول در سال ۱۳۸۸ به تعداد ۱۲ مقدار زمانی داریم بنابراین ۱۲ مجموعه فازی برای آن تعریف می شود. برای فازی بودن داده های سری زمانی باید دید هر یک از مقادیر شاخص در کدام بازه مقادیر زمانی قرار می گیرد و آن بازه در کدام مجموعه فازی

دارای بالاترین درجه عضویت یعنی عدد یک است. سپس آن مقدار زبانی را به آن مقدار نسبت می‌دهیم.

ایجاد قوانین که شامل دو بخش زیر است:

- تدوین روابط منطقی فازی: چون از سری فازی مرتبه چندم استفاده می‌شود، رابطه بین هر مقدار شاخص با تاخیرهای زمانی مرتبه اول (برای سری زمانی فازی مرتبه اول) با تاخیر زمانی مرتبه یک و مرتبه دوم (برای سری زمانی فازی مرتبه دوم) را بدست می‌آوریم.
- استخراج قوانین از روابط منطقی فازی: برای این منظور از قوانین «اگر - آنگاه» استفاده می‌شود. به این صورت که یک مقدار شرط را با یک یا چند مقدار تصمیم ترکیب می‌شود. برای مثال قانون سوم ایجاد شده از روابط منطقی سری زمانی فازی مرتبه اول برای داده‌های ۱۳۸۸ به صورت زیر بدست آمده است:

اگر (شرط = A_3) آنگاه (تصمیم = $A_2[1]$ و $A_3[19]$)

یعنی در کل داده‌های آزمایشی زمانی که مقدار زبانی برابر با A_3 است در روز بعد از آن مقدار زبانی ۱۹ مرتبه برابر با A_3 و یک مرتبه برابر با A_2 می‌باشد. برای سهولت کار، قوانین استخراج شده را درون یک ماتریس قرار می‌دهیم. حال می‌بایست ماتریس‌های بدست آمده را به ماتریس‌های زمانی تبدیل کنیم. به این ترتیب که جمع هر سطر ماتریس را بدست آورده و عناصر هر سطر را تقسیم بر حاصل جمع بدست آمده از جمع عناصر سطر می‌کنیم.

پیش‌بینی که شامل ۲ بخش زیر است

- تولید پیش‌بینی زبانی بر پایه روابط منطقی فازی: در این مرحله پیش‌بینی زبانی بر پایه قوانین و وزن‌های نرمال شده انجام می‌شود.
- فازی زدایی: به منظور بدست آوردن پیش‌بینی عددی و تعدیل پیش‌بینی انجام می‌شود. در این پژوهش برای محاسبه خطاهای پیش‌بینی از روابط زیر استفاده شده است:

$$se = \sum_{i=1}^n (y_t - \hat{y}_t)$$

چون خطاهای پیش‌بینی تصادفی هستند لذا مجذور مقادیر خطاها از روابط RMSE زیر بدست آمده است:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n \frac{P_{(t)} - ForCast_{(t)}^2}{P_{(t)}}}{n}}$$

در این پژوهش از آزمون دایبولد ماریانو (Diebold and Mariano 1995) که از دقت بالاتری نسبت به RMSE برخوردار است نیز استفاده شده است. لذا برای مقایسه دقت و قدرت پیش بینی دو مدل از آزمون دایبولد ماریانو استفاده شده است. آماره آزمون به صورت زیر است:

$$S = \frac{\bar{d}}{\sqrt{V(\bar{d})^2}}$$

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n d_t$$

$$V(\bar{d}) = \frac{1}{n} \left[\hat{y} + 2 \sum_{k=1}^{h-1} \hat{y}_k \right]$$

$$\hat{y}_k = \frac{1}{n} \sum_{t=k+1}^n (d_t - \bar{d})$$

دایبولد و ماریانو نشان دادند که با فرضیه صفر که بیانگر تساوی دقت پیش بینی دو مدل است، اگر s تقریباً دارای توزیع نرمال باشد بنابراین $s \sim N(0,1)$ در سطح اطمینان ۹۵ درصد اگر آماره آزمون یعنی $|S| < 1.96$ باشد آنگاه فرضیه صفر رد می شود. در این پژوهش از نرم افزار MATLAB و EViews برای تجزیه و تحلیل داده ها استفاده شده است.

۵- نتایج پژوهش

آزمون پرسش اول

انتخاب مقادیر زمانی مناسب در بالا بردن صحت پیش بینی تاثیر زیادی دارد. لذا از مقادیر زمانی مختلفی بین ۵ تا ۱۵ استفاده شده است. انتخاب مقادیر زمانی بین ۵ تا ۱۵ به این دلیل است که تعداد مقادیر زمانی نباید کم یا زیاد باشد. زیرا اگر مقادیر زمانی خیلی کم باشد نوسانات بسیار ناچیز می شود و اگر تعداد مقادیر زمانی زیاد باشد مفهوم سری زمانی فازی خدشه دار می شود و به سری زمانی معمولی تبدیل می شود. مقادیر زمانی بین ۵ تا ۱۵ را برای هر یک از روش های سری زمانی فازی مراتب ۱ تا ۳ و همچنین روش های تعدیل شده این مراتب و مقدار RMSE مربوط به هر یک در جدول ۱ آمده است. براساس روش سری زمانی فازی مراتب ۱ تا ۳ و مقادیر زمانی مختلف آن روش آنگاه مقداری برای پیش بینی شاخص کل بورس در هر سال انتخاب می شود که کمترین مقدار RMSE را داشته باشد. در جدول ۱ به منظور تعیین تعداد مقادیر زمانی مناسب، تعداد مقادیر زمانی بین ۵ تا ۱۵ را برای روش های سری زمانی فازی مراتب ۱ تا ۳ محاسبه شده

است. برای هر یک از مقادیر زبانی مقدار RMSE و مقدار تعدیل شده آن برای هر یک از سری زمانی فازی مراتب ۱ تا ۳ محاسبه شده است. کمترین مقدار RMSE برای هر یک از روش‌های سری زمانی فازی مراتب ۱ تا ۳ و روش تعدیل شده آنها در ردیف پایین جدول برای سالهای ۸۸-۱۳۷۸ نشان داده شده است. طبق این جدول برای سال ۱۳۸۸ روش سری زمانی فازی مرتبه اول با مقدار زبانی برابر ۱۲ دارای کمترین مقدار RMSE در بین سه سری زمانی فازی مراتب ۱ تا ۳ (۰.۰۱۲۳) و در بین روش‌های تعدیل شده سری زمانی فازی مراتب ۱ تا ۳ (۰.۰۰۴۹) برخوردار است. برای سال ۱۳۸۷ روش سری زمانی فازی مرتبه دوم و سوم با مقدار زبانی برابر با ۱۵ دارای کمترین مقدار RMSE (۰.۰۲۲۰) است. برای سال ۱۳۸۶ روش سری زمانی فازی مرتبه اول با مقدار زبانی برابر با ۱۳ دارای کمترین مقدار RMSE (۰.۰۰۴۹) است. برای سال ۱۳۸۵ روش سری زمانی فازی مرتبه اول با مقدار زبانی معادل با ۱۳ دارای کمترین مقدار RMSE (۰.۰۰۳۸) است. برای سال ۱۳۸۴ روش سری زمانی فازی مرتبه دوم با مقدار زبانی معادل ۱۵ دارای کمترین مقدار RMSE (۰.۰۱۱۰) است. برای سال ۱۳۸۳ روش سری زمانی فازی مرتبه اول با مقدار زبانی برابر با ۱۳ دارای کمترین مقدار RMSE (۰.۰۰۸۳) است. برای سال ۱۳۸۲ روش سری زمانی فازی مرتبه اول با مقدار زبانی معادل ۱۵ دارای کمترین مقدار RMSE (۰.۰۱۴۰) است. برای سال ۱۳۸۱ سری زمانی فازی مرتبه اول با مقدار زبانی معادل ۱۳ از کمترین مقدار RMSE (۰.۰۱۰۳) برخوردار است. برای سال ۱۳۸۰ سری زمانی فازی مرتبه اول با مقدار زبانی ۱۵ دارای کمترین مقدار RMSE (۰.۰۰۶۹) است. برای سال ۱۳۷۹ روش سری زمانی فازی مرتبه اول با مقدار زبانی برابر ۱۵ دارای کمترین مقدار RMSE (۰.۰۱۱۹) است. برای سال ۱۳۷۸ روش سری زمانی فازی مرتبه اول با مقدار زبانی برابر ۱۵ دارای کمترین مقدار RMSE (۰.۰۰۱۴۳) است.

جدول ۱ - مقادیر RMSE

| سال | تعداد مقدار زبانی | سری زمانی فازی مرتبه اول | | سری زمانی فازی مرتبه دوم | | سری زمانی فازی مرتبه سوم | |
|-----|-------------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | | RMSE | RMSE adjust | RMSE | RMSE adjust | RMSE | RMSE adjust |
| ۸۸ | 5 | 0.0220 | 0.0049 | 0.1552 | 0.0050 | 0.1552 | 0.0050 |
| | 6 | 0.0211 | 0.0049 | 0.1345 | 0.0050 | 0.1374 | 0.0050 |
| | 7 | 0.0195 | 0.0049 | 0.1680 | 0.0050 | 0.1706 | 0.0050 |
| | 8 | 0.0189 | 0.0049 | 0.1493 | 0.0050 | 0.1510 | 0.0050 |
| | 9 | 0.0170 | 0.0049 | 0.1997 | 0.0050 | 0.1999 | 0.0050 |
| | 10 | 0.0147 | 0.0049 | 0.1767 | 0.0050 | 0.1769 | 0.0050 |
| | 11 | 0.0135 | 0.0049 | 0.1575 | 0.0050 | 0.1582 | 0.0050 |
| | 12 | 0.0123 | 0.0049 | 0.1597 | 0.0050 | 0.1613 | 0.0050 |

| سال | تعداد مقدار زبانی | سری زمانی فازی مرتبۀ سوم | | سری زمانی فازی مرتبۀ دوم | | سری زمانی فازی مرتبۀ اول | | |
|-----|----------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|--------|
| | | RMSE | RMSE adjust | RMSE | RMSE adjust | RMSE | RMSE adjust | |
| ۸۷ | 13 | 0.1930 | 0.0050 | 0.1914 | 0.0050 | 0.0128 | 0.0049 | |
| | 14 | 0.1909 | 0.0050 | 0.1896 | 0.0050 | 0.0130 | 0.0049 | |
| | 15 | 0.1641 | 0.0050 | 0.1628 | 0.0050 | 0.0131 | 0.0049 | |
| | min | 0.1374 | 0.0050 | 0.1345 | 0.0050 | 0.0123 | 0.0049 | |
| | 5 | 0.0601 | 0.0050 | 0.0601 | 0.0050 | 0.0617 | 0.0050 | |
| | 6 | 0.0505 | 0.0050 | 0.0505 | 0.0050 | 0.0519 | 0.0050 | |
| | 7 | 0.0436 | 0.0050 | 0.0436 | 0.0050 | 0.0449 | 0.0050 | |
| | 8 | 0.0385 | 0.0050 | 0.0385 | 0.0050 | 0.0397 | 0.0050 | |
| | 9 | 0.0346 | 0.0050 | 0.0346 | 0.0050 | 0.0358 | 0.0050 | |
| | 10 | 0.0316 | 0.0049 | 0.0316 | 0.0049 | 0.0326 | 0.0050 | |
| | 11 | 0.0290 | 0.0049 | 0.0290 | 0.0049 | 0.0303 | 0.0049 | |
| | 12 | 0.0269 | 0.0049 | 0.0269 | 0.0049 | 0.0283 | 0.0049 | |
| | 13 | 0.0252 | 0.0049 | 0.0252 | 0.0049 | 0.0265 | 0.0049 | |
| | 14 | 0.0234 | 0.0049 | 0.0234 | 0.0049 | 0.0247 | 0.0049 | |
| | 15 | 0.0220 | 0.0049 | 0.0220 | 0.0049 | 0.0235 | 0.0049 | |
| min | 0.0220 | 0.0049 | 0.0220 | 0.0049 | 0.0235 | 0.0049 | | |
| ۸۶ | 5 | 0.0545 | 0.0029 | 0.0545 | 0.0029 | 0.0058 | 0.0029 | |
| | 6 | 0.0612 | 0.0029 | 0.0612 | 0.0029 | 0.0080 | 0.0029 | |
| | 7 | 0.0577 | 0.0029 | 0.0578 | 0.0029 | 0.0084 | 0.0029 | |
| | 8 | 0.0537 | 0.0029 | 0.0537 | 0.0029 | 0.0082 | 0.0029 | |
| | 9 | 0.0574 | 0.0029 | 0.0574 | 0.0029 | 0.0061 | 0.0029 | |
| | 10 | 0.0565 | 0.0029 | 0.0564 | 0.0029 | 0.0056 | 0.0029 | |
| | 11 | 0.0709 | 0.0029 | 0.0709 | 0.0029 | 0.0065 | 0.0029 | |
| | 12 | 0.0581 | 0.0029 | 0.0580 | 0.0029 | 0.0073 | 0.0029 | |
| | 13 | 0.0650 | 0.0029 | 0.0649 | 0.0029 | 0.0049 | 0.0029 | |
| | 14 | 0.0568 | 0.0029 | 0.0566 | 0.0029 | 0.0060 | 0.0029 | |
| | 15 | 0.0644 | 0.0029 | 0.0640 | 0.0029 | 0.0065 | 0.0029 | |
| | min | 0.0537 | 0.0029 | 0.0537 | 0.0029 | 0.0049 | 0.0029 | |
| | 5 | 0.0526 | 0.0027 | 0.0524 | 0.0027 | 0.0077 | 0.0027 | |
| | ۸۵ | 6 | 0.0493 | 0.0027 | 0.0500 | 0.0027 | 0.0058 | 0.0027 |
| | | 7 | 0.0458 | 0.0027 | 0.0459 | 0.0027 | 0.0058 | 0.0027 |
| 8 | | 0.0572 | 0.0027 | 0.0576 | 0.0027 | 0.0060 | 0.0027 | |
| 9 | | 0.0549 | 0.0027 | 0.0551 | 0.0027 | 0.0046 | 0.0027 | |
| 10 | | 0.0482 | 0.0027 | 0.0487 | 0.0027 | 0.0049 | 0.0027 | |
| 11 | | 0.0422 | 0.0027 | 0.0426 | 0.0027 | 0.0043 | 0.0027 | |
| 12 | | 0.0483 | 0.0027 | 0.0488 | 0.0027 | 0.0040 | 0.0027 | |
| 13 | | 0.0456 | 0.0027 | 0.0460 | 0.0027 | 0.0038 | 0.0027 | |
| 14 | | 0.0436 | 0.0027 | 0.0440 | 0.0027 | 0.0045 | 0.0027 | |
| 15 | | 0.0431 | 0.0027 | 0.4290 | 0.0027 | 0.0052 | 0.0027 | |

| سال | تعداد مقدار زبانی | سری زمانی فازی مرتبه سوم | | سری زمانی فازی مرتبه دوم | | سری زمانی فازی مرتبه اول | | |
|-----|----------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|--------|
| | | RMSE | RMSE adjust | RMSE | RMSE adjust | RMSE | RMSE adjust | |
| | min | 0.0422 | 0.0027 | 0.0426 | 0.0027 | 0.0038 | 0.0027 | |
| ۸۴ | 5 | 0.0295 | 0.0067 | 0.0295 | 0.0067 | 0.0301 | 0.0067 | |
| | 6 | 0.0250 | 0.0067 | 0.0250 | 0.0067 | 0.0255 | 0.0067 | |
| | 7 | 0.0211 | 0.0067 | 0.0211 | 0.0067 | 0.0216 | 0.0067 | |
| | 8 | 0.0188 | 0.0067 | 0.0188 | 0.0067 | 0.0192 | 0.0067 | |
| | 9 | 0.0166 | 0.0067 | 0.0166 | 0.0067 | 0.0170 | 0.0067 | |
| | 10 | 0.0151 | 0.0067 | 0.0151 | 0.0067 | 0.0155 | 0.0067 | |
| | 11 | 0.0139 | 0.0067 | 0.0139 | 0.0067 | 0.0147 | 0.0067 | |
| | 12 | 0.0129 | 0.0067 | 0.0129 | 0.0067 | 0.0133 | 0.0067 | |
| | 13 | 0.0122 | 0.0067 | 0.0122 | 0.0067 | 0.0129 | 0.0067 | |
| | 14 | 0.0115 | 0.0067 | 0.0115 | 0.0067 | 0.0119 | 0.0067 | |
| | 15 | 0.0110 | 0.0067 | 0.0110 | 0.0067 | 0.0113 | 0.0067 | |
| | | min | 0.0110 | 0.0067 | 0.0110 | 0.0067 | 0.0113 | 0.0067 |
| | ۸۳ | 5 | 0.0143 | 0.0051 | 0.0146 | 0.0051 | 0.0145 | 0.0051 |
| | | 6 | 0.0372 | 0.0051 | 0.0392 | 0.0051 | 0.0134 | 0.0051 |
| | | 7 | 0.0201 | 0.0051 | 0.0217 | 0.0051 | 0.0106 | 0.0051 |
| 8 | | 0.0338 | 0.0051 | 0.0359 | 0.0051 | 0.0117 | 0.0051 | |
| 9 | | 0.0342 | 0.0051 | 0.0358 | 0.0051 | 0.0094 | 0.0051 | |
| 10 | | 0.0291 | 0.0051 | 0.0307 | 0.0051 | 0.0101 | 0.0051 | |
| 11 | | 0.0261 | 0.0051 | 0.0289 | 0.0051 | 0.0117 | 0.0051 | |
| 12 | | 0.0403 | 0.0051 | 0.0417 | 0.0051 | 0.0103 | 0.0051 | |
| 13 | | 0.0387 | 0.0051 | 0.0404 | 0.0051 | 0.0083 | 0.0051 | |
| 14 | | 0.0316 | 0.0051 | 0.0334 | 0.0051 | 0.0099 | 0.0051 | |
| 15 | | 0.0371 | 0.0051 | 0.0387 | 0.0051 | 0.0097 | 0.0051 | |
| | | min | 0.0143 | 0.0051 | 0.0146 | 0.0051 | 0.0083 | 0.0051 |
| ۸۲ | | 5 | 0.2574 | 0.0047 | 0.2574 | 0.0048 | 0.0474 | 0.0047 |
| | | 6 | 0.2198 | 0.0047 | 0.2198 | 0.0048 | 0.0382 | 0.0047 |
| | | 7 | 0.2484 | 0.0047 | 0.2484 | 0.0048 | 0.0318 | 0.0047 |
| | 8 | 0.2890 | 0.0047 | 0.2890 | 0.0048 | 0.0271 | 0.0047 | |
| | 9 | 0.2659 | 0.0047 | 0.2659 | 0.0048 | 0.0239 | 0.0047 | |
| | 10 | 0.2383 | 0.0047 | 0.2383 | 0.0048 | 0.0216 | 0.0047 | |
| | 11 | 0.2408 | 0.0047 | 0.2408 | 0.0048 | 0.0185 | 0.0047 | |
| | 12 | 0.2736 | 0.0047 | 0.2736 | 0.0048 | 0.0168 | 0.0047 | |
| | 13 | 0.2659 | 0.0047 | 0.2659 | 0.0048 | 0.0161 | 0.0047 | |
| | 14 | 0.2659 | 0.0047 | 0.2659 | 0.0048 | 0.0149 | 0.0047 | |
| | 15 | 0.2291 | 0.0047 | 0.2291 | 0.0048 | 0.0140 | 0.0047 | |
| | | Min | 0.2198 | 0.0047 | 0.2198 | 0.0048 | 0.0140 | 0.0047 |
| | ۸۱ | 5 | 0.1041 | 0.0057 | 0.1042 | 0.0057 | 0.0232 | 0.0058 |
| | | 6 | 0.1299 | 0.0057 | 0.1297 | 0.0057 | 0.0180 | 0.0058 |

| سال | تعداد مقدار زبانی | سری زمانی فازی مرتبۀ سوم | | سری زمانی فازی مرتبۀ دوم | | سری زمانی فازی مرتبۀ اول | |
|-----|----------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| | | RMSE | RMSE adjust | RMSE | RMSE adjust | RMSE | RMSE adjust |
| ۸۰ | 7 | 0.1038 | 0.0057 | 0.1039 | 0.0057 | 0.0125 | 0.0058 |
| | 8 | 0.1223 | 0.0057 | 0.1220 | 0.0057 | 0.0119 | 0.0058 |
| | 9 | 0.1247 | 0.0057 | 0.1263 | 0.0057 | 0.0133 | 0.0058 |
| | 10 | 0.1182 | 0.0057 | 0.1182 | 0.0057 | 0.0142 | 0.0058 |
| | 11 | 0.1114 | 0.0057 | 0.1126 | 0.0057 | 0.0109 | 0.0058 |
| | 12 | 0.1157 | 0.0057 | 0.1157 | 0.0057 | 0.0111 | 0.0058 |
| | 13 | 0.1235 | 0.0057 | 0.1247 | 0.0057 | 0.0103 | 0.0058 |
| | 14 | 0.1162 | 0.0057 | 0.1162 | 0.0057 | 0.0105 | 0.0058 |
| | 15 | 0.1135 | 0.0057 | 0.1145 | 0.0057 | 0.0118 | 0.0058 |
| | Min | 0.1038 | 0.0057 | 0.1039 | 0.0057 | 0.0103 | 0.0058 |
| | 5 | 0.0915 | 0.0026 | 0.0915 | 0.0026 | 0.0176 | 0.0026 |
| | 6 | 0.1053 | 0.0026 | 0.1053 | 0.0026 | 0.0144 | 0.0026 |
| | 7 | 0.0932 | 0.0026 | 0.0932 | 0.0026 | 0.0123 | 0.0026 |
| | 8 | 0.1031 | 0.0026 | 0.1031 | 0.0026 | 0.0107 | 0.0026 |
| | 9 | 0.1051 | 0.0026 | 0.1051 | 0.0026 | 0.0095 | 0.0026 |
| 10 | 0.1002 | 0.0026 | 0.1002 | 0.0026 | 0.0088 | 0.0026 | |
| 11 | 0.1081 | 0.0026 | 0.1081 | 0.0026 | 0.0081 | 0.0026 | |
| 12 | 0.1076 | 0.0026 | 0.1076 | 0.0026 | 0.0077 | 0.0026 | |
| 13 | 0.1045 | 0.0026 | 0.1045 | 0.0026 | 0.0074 | 0.0026 | |
| 14 | 0.0987 | 0.0026 | 0.0987 | 0.0026 | 0.0071 | 0.0026 | |
| 15 | 0.1049 | 0.0026 | 0.1049 | 0.0026 | 0.0069 | 0.0026 | |
| min | 0.0915 | 0.0026 | 0.0915 | 0.0026 | 0.0069 | 0.0026 | |
| ۷۹ | 5 | 0.1235 | 0.0026 | 0.1235 | 0.0025 | 0.0267 | 0.0025 |
| | 6 | 0.1434 | 0.0026 | 0.1434 | 0.0025 | 0.0232 | 0.0025 |
| | 7 | 0.1247 | 0.0026 | 0.1247 | 0.0025 | 0.0205 | 0.0025 |
| | 8 | 0.1256 | 0.0026 | 0.1256 | 0.0025 | 0.0191 | 0.0025 |
| | 9 | 0.1454 | 0.0026 | 0.1454 | 0.0025 | 0.0178 | 0.0025 |
| | 10 | 0.1346 | 0.0026 | 0.1346 | 0.0025 | 0.0159 | 0.0025 |
| | 11 | 0.1277 | 0.0026 | 0.1277 | 0.0025 | 0.0148 | 0.0025 |
| | 12 | 0.1130 | 0.0026 | 0.1130 | 0.0025 | 0.0138 | 0.0025 |
| | 13 | 0.1283 | 0.0026 | 0.1283 | 0.0025 | 0.0132 | 0.0025 |
| | 14 | 0.1304 | 0.0026 | 0.1304 | 0.0025 | 0.0126 | 0.0025 |
| | 15 | 0.1314 | 0.0026 | 0.1314 | 0.0025 | 0.0119 | 0.0025 |
| Min | 0.1130 | 0.0026 | 0.1130 | 0.0025 | 0.0119 | 0.0025 | |
| ۷۸ | 5 | 0.1422 | 0.0025 | 0.1422 | 0.0025 | 0.0330 | 0.0024 |
| | 6 | 0.1387 | 0.0025 | 0.1387 | 0.0025 | 0.0283 | 0.0024 |
| | 7 | 0.1450 | 0.0025 | 0.1450 | 0.0025 | 0.0250 | 0.0024 |
| | 8 | 0.1439 | 0.0025 | 0.1439 | 0.0025 | 0.0225 | 0.0023 |
| | 9 | 0.1432 | 0.0025 | 0.1432 | 0.0025 | 0.0206 | 0.0023 |

| سال | تعداد مقدار زبانی | سری زمانی فاز ۱ | | سری زمانی فاز ۲ | | سری زمانی فاز ۳ | |
|-----|----------------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| | | RMSE | RMSE adjust | RMSE | RMSE adjust | RMSE | RMSE adjust |
| | 10 | 0.1566 | 0.0025 | 0.1566 | 0.0025 | 0.0190 | 0.0023 |
| | 11 | 0.1476 | 0.0025 | 0.1476 | 0.0025 | 0.0177 | 0.0023 |
| | 12 | 0.1479 | 0.0025 | 0.1479 | 0.0025 | 0.0166 | 0.0023 |
| | 13 | 0.1476 | 0.0025 | 0.1476 | 0.0025 | 0.0157 | 0.0023 |
| | 14 | 0.1524 | 0.0025 | 0.1524 | 0.0025 | 0.0149 | 0.0023 |
| | 15 | 0.1466 | 0.0025 | 0.1466 | 0.0025 | 0.0143 | 0.0023 |
| | Min | 0.1387 | 0.0025 | 0.1387 | 0.0025 | 0.0143 | 0.0023 |

در مرحله بعد مقادیر واقعی شاخص کل بازار با مقادیر پیش‌بینی شده توسط چهار روش آرما، فاز ۱، آرما، فاز ۲ و فاز ۳ تعدیل شده و فاز ۳ تعدیل شده در جدول ۲ با یکدیگر مقایسه شده اند. روش آرما براساس روش باکس جنکینز محاسبه شده است. در این جدول مقادیر واقعی ۲۰ داده آخر شاخص کل و ۲۰ مقدار پیش‌بینی شده متناسب با مقدار زبانی مناسب هر سال (مثلا برای سال ۱۳۸۸ با مقدار زبانی برابر با ۱۲ و برای سال ۱۳۷۸ با مقدار زبانی معادل ۱۵) و با سری زمانی فاز ۱ متناسب هر سال (مثلا برای سال ۱۳۸۸ با سری زمانی فاز ۱ مرتبه اول و برای سال ۱۳۷۸ نیز با سری زمانی فاز ۱ مرتبه اول) به چهار روش آرما، آرما، فاز ۱ و فاز ۲ تعدیل شده آمده است.

جدول ۲

| سال | مقادیر واقعی | پیش‌بینی آرما | پیش‌بینی تعدیل شده آرما | پیش‌بینی سری زمانی فاز ۱ | پیش‌بینی شده سری زمانی فاز ۱ | درصد انحراف آرما | درصد انحراف تعدیلی | درصد انحراف سری زمانی فاز ۱ تعدیلی |
|-----|--------------|---------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------|--------------------|------------------------------------|
| ۸۸ | 11,819 | 11809 | 11774.03 | 11605.36 | 11773.83 | 0.086 | 0.380 | 1.808 |
| | 11,929 | 11836 | 11819.02 | 11605.36 | 11818.79 | 0.776 | 0.922 | 2.713 |
| | 12,009 | 11848 | 11928.92 | 11992.62 | 11929.06 | 1.339 | 0.667 | 0.666 |
| | 12,010 | 11880 | 12008.87 | 11992.62 | 12008.98 | 1.079 | 0.009 | 0.008 |
| | 11,993 | 11903 | 12009.89 | 11990.18 | 12009.98 | 0.750 | -0.141 | -0.142 |
| | 11,964 | 11920 | 11992.93 | 11990.66 | 11993.00 | 0.368 | -0.242 | -0.242 |
| | 12,009 | 11947 | 11963.98 | 11991.10 | 11964.03 | 0.516 | 0.375 | 0.374 |
| | 12,049 | 11968 | 12008.96 | 11991.52 | 12008.98 | 0.676 | 0.332 | 0.477 |

| سال | مقادیر واقعی | پیش بینی آرما | پیش بینی تعدیل شده آرما | پیش بینی سری زمانی فاز | پیش بینی شده سری زمانی فاز | درصد انحراف آرما | درصد انحراف آرمای تعدیلی | درصد انحراف سری زمانی فاز | درصد انحراف سری زمانی فاز تعدیلی |
|-----|--------------|---------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| | 12,111 | 11995 | 12048.95 | 11991.91 | 12048.94 | 0.957 | 0.512 | 0.983 | 0.512 |
| | 12,133 | 12020 | 12110.91 | 11992.27 | 12110.88 | 0.933 | 0.182 | 1.160 | 0.182 |
| | 12,221 | 12049 | 12132.92 | 11992.62 | 12132.86 | 1.405 | 0.721 | 1.869 | 0.721 |
| | 12,249 | 12077 | 12220.86 | 11992.62 | 12220.77 | 1.402 | 0.230 | 2.093 | 0.230 |
| | 12,307 | 12097 | 12248.85 | 12348.47 | 12249.10 | 1.703 | 0.473 | -0.337 | 0.470 |
| | 12,429 | 12130 | 12306.82 | 12350.50 | 12307.04 | 2.406 | 0.983 | 0.632 | 0.981 |
| | 12,447 | 12154 | 12428.72 | 12352.33 | 12428.92 | 2.356 | 0.147 | 0.761 | 0.145 |
| | 12,440 | 12180 | 12446.73 | 12354.00 | 12446.91 | 2.087 | -0.054 | 0.691 | -0.056 |
| | 12,549 | 12215 | 12439.78 | 12355.52 | 12439.92 | 2.661 | 0.870 | 1.542 | 0.869 |
| | 12,534 | 12240 | 12548.69 | 12356.92 | 12548.81 | 2.344 | -0.117 | 1.413 | -0.118 |
| | 12,500 | 12271 | 12533.74 | 12358.20 | 12533.82 | 1.836 | -0.270 | 1.134 | -0.271 |
| | 12,537 | 12299 | 12499.80 | 12359.38 | 12499.86 | 1.900 | 0.297 | 1.417 | 0.296 |
| | 8,390 | 8,400 | 8412.99 | 8563.00 | 8413.15 | -0.113 | -0.274 | -2.062 | -0.276 |
| | 8,377 | 8,384 | 8389.99 | 8541.00 | 8390.15 | -0.079 | -0.155 | -1.958 | -0.157 |
| | 8,356 | 8,367 | 8376.99 | 8528.00 | 8377.15 | -0.134 | -0.251 | -2.058 | -0.253 |
| | 8,297 | 8,342 | 8355.99 | 8508.00 | 8356.15 | -0.543 | -0.711 | -2.543 | -0.713 |
| | 8,266 | 8,318 | 8297.02 | 8451.00 | 8297.15 | -0.632 | -0.375 | -2.238 | -0.377 |
| | 8,249 | 8,299 | 8266.03 | 8421.00 | 8266.16 | -0.610 | -0.206 | -2.085 | -0.208 |
| | 8,243 | 8,274 | 8249.02 | 8405.00 | 8249.16 | -0.374 | -0.073 | -1.965 | -0.075 |
| | 8,227 | 8,247 | 8243.00 | 8399.00 | 8243.16 | -0.242 | -0.195 | -2.091 | -0.196 |
| | 8,216 | 8,227 | 8227.00 | 8390.45 | 8227.16 | -0.130 | -0.134 | -2.123 | -0.136 |
| | 8,201 | 8,202 | 8215.99 | 8380.28 | 8216.16 | -0.014 | -0.183 | -2.186 | -0.185 |
| | 8,185 | 8,174 | 8200.97 | 8365.50 | 8201.16 | 0.135 | -0.195 | -2.205 | -0.197 |
| | 8,134 | 8,152 | 8184.97 | 8352.55 | 8185.17 | -0.226 | -0.627 | -2.687 | -0.629 |
| | 8,111 | 8,129 | 8134.00 | 8293.00 | 8134.16 | -0.224 | -0.284 | -2.244 | -0.286 |
| | 8,096 | 8,100 | 8110.99 | 8271.00 | 8111.16 | -0.055 | -0.185 | -2.162 | -0.187 |
| | 8,126 | 8,077 | 8095.98 | 8257.00 | 8096.16 | 0.599 | 0.369 | -1.612 | 0.367 |
| | 8,130 | 8,055 | 8125.93 | 8257.00 | 8126.13 | 0.920 | 0.050 | -1.562 | 0.048 |
| | 8,120 | 8,027 | 8129.90 | 8257.00 | 8130.13 | 1.150 | -0.122 | -1.687 | -0.125 |

| سال | مقادیر واقعی | پیش‌بینی آرما | پیش‌بینی تعدیل شده آرما | پیش‌بینی سری زمانی فازي | پیش‌بینی تعدیل شده سری زمانی فازي | درصد انحراف آرما | درصد انحراف آرمای تعدیلي | درصد انحراف سری زمانی فازي تعدیلي |
|-------|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| | 7,977 | 8,002 | 8119.88 | 8257.00 | 8120.14 | -0.312 | -1.791 | -1.794 |
| | 7,972 | 7,980 | 7977.00 | 8142.00 | 7977.17 | -0.105 | -0.063 | -0.065 |
| | 10,029 | 10,069 | 10037.03 | 10025.71 | 10036.99 | -0.397 | -0.080 | -0.080 |
| ۸۶ | 10,025 | 10,070 | 10029.04 | 10026.20 | 10029.00 | -0.448 | -0.040 | -0.040 |
| | 10,041 | 10,071 | 10025.05 | 10026.63 | 10025.00 | -0.303 | 0.159 | 0.159 |
| | 10,041 | 10,074 | 10041.03 | 10027.00 | 10040.99 | -0.324 | -0.000 | 0.000 |
| | 10,062 | 10,076 | 10041.04 | 10027.33 | 10040.99 | -0.142 | 0.208 | 0.209 |
| | 10,011 | 10,079 | 10062.02 | 10027.63 | 10061.97 | -0.684 | -0.510 | -0.509 |
| | 9,960 | 10,083 | 10011.07 | 10027.90 | 10011.02 | -1.237 | -0.513 | -0.512 |
| | 9,920 | 10,088 | 9960.13 | 10027.90 | 9960.07 | -1.689 | -0.405 | -0.404 |
| | 9,890 | 10,092 | 9920.17 | 9941.20 | 9920.02 | -2.046 | -0.305 | -0.304 |
| | 9,910 | 10,098 | 9890.21 | 9940.27 | 9890.05 | -1.893 | 0.200 | 0.201 |
| | 9,930 | 10,103 | 9910.19 | 9939.50 | 9910.03 | -1.746 | 0.199 | 0.201 |
| | 9,978 | 10,110 | 9930.18 | 9938.85 | 9930.01 | -1.320 | 0.479 | 0.481 |
| | 10,023 | 10,116 | 9978.14 | 9938.29 | 9977.96 | -0.932 | 0.448 | 0.449 |
| | 10,050 | 10,124 | 10023.10 | 9938.29 | 10022.92 | -0.732 | 0.268 | 0.269 |
| | 10,032 | 10,131 | 10050.08 | 10023.73 | 10049.97 | -0.989 | -0.180 | -0.179 |
| | 10,035 | 10,139 | 10032.11 | 10024.13 | 10031.99 | -1.039 | 0.029 | 0.030 |
| | 10,018 | 10,148 | 10035.11 | 10024.50 | 10034.99 | -1.295 | -0.171 | -0.170 |
| | 10,031 | 10,157 | 10018.14 | 10024.84 | 10018.01 | -1.251 | 0.128 | 0.130 |
| | 10,053 | 10,166 | 10031.13 | 10025.15 | 10030.99 | -1.121 | 0.218 | 0.219 |
| | 10,082 | 10,175 | 10053.12 | 10025.44 | 10052.97 | -0.925 | 0.286 | 0.288 |
| | ۸۵ | 9,937 | 9,954 | 9936.02 | 9962.15 | 9936.03 | -0.172 | 0.010 |
| 9,940 | | 9,967 | 9937.03 | 9962.14 | 9937.03 | -0.270 | 0.030 | 0.030 |
| 9,950 | | 9,979 | 9940.04 | 9962.13 | 9940.02 | -0.294 | 0.100 | 0.100 |
| 9,962 | | 9,991 | 9950.04 | 9962.13 | 9950.01 | -0.293 | 0.120 | 0.120 |
| 9,965 | | 10,003 | 9962.04 | 9962.12 | 9962.00 | -0.379 | 0.030 | 0.030 |
| 9,893 | | 10,014 | 9965.05 | 9962.11 | 9965.00 | -1.224 | -0.728 | -0.728 |
| 9,896 | | 10,025 | 9893.13 | 9962.11 | 9893.07 | -1.304 | 0.029 | 0.030 |

| سال | مقادیر واقعی | پیش بینی آرما | پیش بینی تعدیل شده آرما | پیش بینی سری زمانی فاز | پیش بینی شده سری زمانی فاز | درصد انحراف آرما | درصد انحراف آرما تعدیلی | درصد انحراف سری زمانی فاز | درصد انحراف سری زمانی فاز تعدیلی |
|-----|--------------|---------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| | 9,887 | 10,036 | 9896.14 | 9884.83 | 9895.99 | -1.504 | -0.092 | 0.022 | -0.091 |
| | 9,894 | 10,046 | 9887.16 | 9884.85 | 9887.00 | -1.538 | 0.069 | 0.093 | 0.071 |
| | 9,916 | 10,056 | 9894.16 | 9884.86 | 9893.99 | -1.414 | 0.220 | 0.314 | 0.222 |
| | 9,912 | 10,066 | 9916.15 | 9884.87 | 9915.97 | -1.555 | -0.042 | 0.274 | -0.040 |
| | 9,909 | 10,076 | 9912.16 | 9884.88 | 9911.97 | -1.683 | -0.032 | 0.243 | -0.030 |
| | 9,905 | 10,085 | 9909.18 | 9884.88 | 9908.98 | -1.820 | -0.042 | 0.203 | -0.040 |
| | 9,895 | 10,094 | 9905.19 | 9884.89 | 9904.98 | -2.016 | -0.103 | 0.102 | -0.101 |
| | 9,885 | 10,104 | 9895.21 | 9884.89 | 9894.99 | -2.211 | -0.103 | 0.001 | -0.101 |
| | 9,801 | 10,112 | 9885.23 | 9884.90 | 9885.00 | -3.177 | -0.859 | -0.856 | -0.857 |
| | 9,801 | 10,121 | 9801.32 | 9884.90 | 9801.08 | -3.266 | -0.003 | -0.856 | -0.001 |
| | 9,794 | 10,130 | 9801.33 | 9816.75 | 9801.02 | -3.427 | -0.075 | -0.232 | -0.072 |
| | 9,799 | 10,138 | 9794.34 | 9815.67 | 9794.02 | -3.460 | 0.048 | -0.170 | 0.051 |
| | 9,821 | 10,146 | 9799.35 | 9814.80 | 9799.02 | -3.312 | 0.220 | 0.063 | 0.224 |
| | 9,869 | 9,875 | 9868.01 | 9898.85 | 9868.03 | -0.061 | 0.010 | -0.302 | 0.010 |
| | 9,868 | 9,870 | 9869.00 | 9898.56 | 9869.03 | -0.020 | -0.010 | -0.310 | -0.010 |
| | 9,869 | 9,856 | 9868.01 | 9898.29 | 9868.03 | 0.131 | 0.010 | -0.297 | 0.010 |
| | 9,868 | 9,847 | 9869.02 | 9898.03 | 9869.03 | 0.214 | -0.010 | -0.304 | -0.010 |
| | 9,869 | 9,832 | 9868.04 | 9897.80 | 9868.03 | 0.378 | 0.010 | -0.292 | 0.010 |
| | 9,855 | 9,818 | 9869.05 | 9897.58 | 9869.03 | 0.375 | -0.143 | -0.432 | -0.142 |
| | 9,859 | 9,806 | 9855.05 | 9897.38 | 9855.04 | 0.536 | 0.040 | -0.389 | 0.040 |
| | 9,853 | 9,789 | 9859.07 | 9897.18 | 9859.04 | 0.651 | -0.062 | -0.448 | -0.061 |
| | 9,842 | 9,776 | 9853.08 | 9897.00 | 9853.04 | 0.675 | -0.113 | -0.559 | -0.112 |
| | 9,837 | 9,761 | 9842.08 | 9896.83 | 9842.05 | 0.776 | -0.052 | -0.608 | -0.051 |
| | 9,835 | 9,743 | 9837.09 | 9896.67 | 9837.06 | 0.936 | -0.021 | -0.627 | -0.021 |
| | 9,839 | 9,729 | 9835.11 | 9896.51 | 9835.06 | 1.115 | 0.040 | -0.585 | 0.040 |
| | 9,838 | 9,712 | 9839.13 | 9896.37 | 9839.06 | 1.283 | -0.011 | -0.593 | -0.011 |
| | 9,831 | 9,695 | 9838.14 | 9896.23 | 9838.06 | 1.387 | -0.073 | -0.664 | -0.072 |
| | 9,826 | 9,680 | 9831.15 | 9896.10 | 9831.07 | 1.489 | -0.052 | -0.713 | -0.052 |
| | 9,823 | 9,661 | 9826.17 | 9895.98 | 9826.07 | 1.653 | -0.032 | -0.743 | -0.031 |

| سال | مقادیر واقعی | پیش‌بینی آرما | پیش‌بینی تعدیل شده آرما | پیش‌بینی سری زمانی فاز | پیش‌بینی تعدیل شده سری زمانی فاز | درصد انحراف آرما | درصد انحراف آرمای تعدیلی | درصد انحراف سری زمانی فاز تعدیلی |
|-----|--------------|---------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------|----------------------------------|
| | 9,821 | 9,644 | 9823.18 | 9895.86 | 9823.07 | 1.800 | -0.022 | -0.762 |
| | 9,820 | 9,627 | 9821.19 | 9895.74 | 9821.07 | 1.962 | -0.012 | -0.771 |
| | 9,726 | 9,608 | 9820.21 | 9895.64 | 9820.08 | 1.214 | -0.969 | -1.744 |
| | 9,460 | 9,592 | 9726.13 | 9835.07 | 9726.11 | -1.392 | -2.813 | -3.965 |
| ۸۳ | 12,691 | 12,705 | 12733.97 | 12865.54 | 12734.13 | -0.108 | -0.339 | -1.375 |
| | 12,649 | 12,695 | 12691.00 | 12664.00 | 12690.97 | -0.367 | -0.332 | -0.119 |
| | 12,505 | 12,674 | 12649.03 | 12664.00 | 12649.02 | -1.354 | -1.152 | -1.271 |
| | 12,482 | 12,651 | 12505.15 | 12664.00 | 12505.16 | -1.355 | -0.185 | -1.458 |
| | 12,431 | 12,632 | 12482.15 | 12476.75 | 12481.99 | -1.618 | -0.411 | -0.368 |
| | 12,431 | 12,613 | 12431.18 | 12476.80 | 12431.05 | -1.465 | -0.001 | -0.368 |
| | 12,438 | 12,609 | 12431.18 | 12476.83 | 12431.05 | -1.376 | 0.055 | -0.312 |
| | 12,448 | 12,606 | 12438.17 | 12476.86 | 12438.04 | -1.271 | 0.079 | -0.232 |
| | 12,394 | 12,595 | 12448.15 | 12476.88 | 12448.03 | -1.623 | -0.437 | -0.669 |
| | 12,341 | 12,576 | 12394.18 | 12476.89 | 12394.08 | -1.905 | -0.431 | -1.101 |
| | 12,343 | 12,560 | 12341.22 | 12476.89 | 12341.14 | -1.756 | 0.014 | -1.085 |
| | 12,333 | 12,544 | 12343.20 | 12289.25 | 12342.95 | -1.707 | -0.083 | 0.355 |
| | 12,127 | 12,537 | 12333.20 | 12289.20 | 12332.96 | -3.382 | -1.700 | -1.338 |
| | 12,100 | 12,535 | 12127.41 | 12289.20 | 12127.16 | -3.595 | -0.227 | -1.564 |
| | 12,073 | 12,521 | 12100.42 | 12101.80 | 12100.00 | -3.711 | -0.227 | -0.239 |
| | 12,050 | 12,506 | 12073.43 | 12101.83 | 12073.03 | -3.787 | -0.194 | -0.430 |
| | 12,050 | 12,488 | 12050.44 | 12101.86 | 12050.05 | -3.634 | -0.004 | -0.430 |
| | 12,065 | 12,474 | 12050.42 | 12101.88 | 12050.05 | -3.388 | 0.121 | -0.306 |
| | 12,077 | 12,466 | 12065.40 | 12101.89 | 12065.04 | -3.219 | 0.096 | -0.206 |
| | 12,113 | 12,461 | 12077.38 | 12101.90 | 12077.02 | -2.873 | 0.294 | 0.092 |
| ۸۲ | 10884 | 10,857 | 10874.98 | 10975.79 | 10875.10 | 0.252 | 0.083 | -0.843 |
| | 10911 | 10,860 | 10883.98 | 10976.73 | 10884.09 | 0.465 | 0.248 | -0.602 |
| | 10953 | 10,884 | 10910.97 | 10977.61 | 10911.07 | 0.629 | 0.384 | -0.225 |
| | 10986 | 10,908 | 10952.95 | 10978.44 | 10953.03 | 0.711 | 0.301 | 0.069 |
| | 10991 | 10,932 | 10985.95 | 10979.21 | 10985.99 | 0.540 | 0.046 | 0.107 |

| سال | مقادیر واقعی | پیش بینی آرما | پیش بینی تعدیل شده آرما | پیش بینی سری زمانی فاز | پیش بینی شده سری زمانی فاز | درصد انحراف آرما | درصد انحراف آرما تعدیلی | درصد انحراف سری زمانی فاز | درصد انحراف سری زمانی تعدیلی |
|-----|--------------|---------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | 10981 | 10,955 | 10990.96 | 10979.94 | 10990.99 | 0.234 | -0.091 | 0.010 | -0.091 |
| | 10976 | 10,979 | 10981.00 | 10980.63 | 10981.00 | -0.026 | -0.046 | -0.042 | -0.046 |
| | 11036 | 11,002 | 10976.03 | 10981.28 | 10976.01 | 0.305 | 0.543 | 0.496 | 0.544 |
| | 11079 | 11,026 | 11035.99 | 10981.89 | 11035.95 | 0.480 | 0.388 | 0.877 | 0.389 |
| | 11091 | 11,049 | 11078.97 | 10982.47 | 11078.90 | 0.377 | 0.108 | 0.979 | 0.109 |
| | 11159 | 11,073 | 11090.98 | 10983.03 | 11090.89 | 0.775 | 0.610 | 1.577 | 0.610 |
| | 11191 | 11,096 | 11158.94 | 10983.55 | 11158.82 | 0.850 | 0.287 | 1.854 | 0.288 |
| | 11215 | 11,119 | 11190.93 | 10984.05 | 11190.79 | 0.855 | 0.215 | 2.059 | 0.216 |
| | 11201 | 11,142 | 11214.93 | 10990.98 | 11214.78 | 0.525 | -0.124 | 1.875 | -0.123 |
| | 11185 | 11,165 | 11200.96 | 10990.98 | 11189.80 | 0.176 | -0.143 | 1.735 | -0.043 |
| | 11128 | 11,188 | 11185.00 | 10991.41 | 11184.81 | -0.543 | -0.512 | 1.227 | -0.510 |
| | 11116 | 11,211 | 11128.08 | 10991.82 | 11127.86 | -0.858 | -0.109 | 1.117 | -0.107 |
| | 11121 | 11,234 | 11116.12 | 10992.22 | 11115.88 | -1.019 | 0.044 | 1.158 | 0.046 |
| | 11217 | 11,257 | 11121.14 | 10992.60 | 11120.87 | -0.359 | 0.855 | 2.001 | 0.857 |
| | 11379 | 11,280 | 11217.06 | 10995.27 | 11216.78 | 0.869 | 1.423 | 3.372 | 1.426 |
| ۸۱ | 5,215 | 5,228 | 5229.00 | 5225.20 | 5229.00 | -0.252 | -0.268 | -0.196 | -0.268 |
| | 5,167 | 5,228 | 5215.01 | 5225.76 | 5215.01 | -1.179 | -0.929 | -1.137 | -0.929 |
| | 5,147 | 5,228 | 5167.06 | 5225.76 | 5167.06 | -1.579 | -0.390 | -1.530 | -0.390 |
| | 5,135 | 5,228 | 5147.08 | 5110.79 | 5146.96 | -1.819 | -0.235 | 0.472 | -0.233 |
| | 5,127 | 5,229 | 5135.09 | 5111.33 | 5134.98 | -1.993 | -0.158 | 0.306 | -0.156 |
| | 5,109 | 5,230 | 5127.10 | 5111.81 | 5126.98 | -2.368 | -0.354 | -0.055 | -0.352 |
| | 5,110 | 5,231 | 5109.12 | 5112.24 | 5109.00 | -2.373 | 0.017 | -0.044 | 0.020 |
| | 5,096 | 5,233 | 5110.12 | 5112.61 | 5110.00 | -2.683 | -0.277 | -0.326 | -0.275 |
| | 5,082 | 5,235 | 5096.14 | 5112.95 | 5096.02 | -3.003 | -0.278 | -0.609 | -0.276 |
| | 5,086 | 5,237 | 5082.15 | 5113.25 | 5082.03 | -2.964 | 0.076 | -0.536 | 0.078 |
| | 5,064 | 5,239 | 5086.15 | 5113.52 | 5086.03 | -3.460 | -0.437 | -0.978 | -0.435 |
| | 5,045 | 5,242 | 5064.18 | 5113.77 | 5064.05 | -3.905 | -0.380 | -1.363 | -0.378 |
| | 5,014 | 5,245 | 5045.20 | 5113.77 | 5045.07 | -4.610 | -0.622 | -1.990 | -0.620 |
| | 4,934 | 5,249 | 5014.23 | 5013.10 | 5014.00 | -6.376 | -1.626 | -1.603 | -1.621 |

| سال | مقادیر واقعی | پیش‌بینی آرما | پیش‌بینی تعدیل شده آرما | پیش‌بینی سری زمانی فاز | پیش‌بینی تعدیل شده سری زمانی فاز | درصد انحراف آرما | درصد انحراف آرما تعدیلی | درصد انحراف سری زمانی فاز تعدیلی |
|-----|--------------|---------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------------|----------------------------------|
| | 4,954 | 5,252 | 4934.32 | 5013.10 | 4934.08 | -6.023 | 0.397 | -1.193 |
| | 4,970 | 5,256 | 4954.30 | 4876.63 | 4953.92 | -5.764 | 0.316 | 1.879 |
| | 4,977 | 5,261 | 4970.29 | 5007.00 | 4970.04 | -5.704 | 0.135 | -0.603 |
| | 4,974 | 5,266 | 4977.29 | 5006.79 | 4977.03 | -5.863 | -0.066 | -0.659 |
| | 5,014 | 5,271 | 4974.30 | 5006.60 | 4974.03 | -5.118 | 0.792 | 0.148 |
| | 5,062 | 5,276 | 5014.26 | 5006.42 | 5013.99 | -4.227 | 0.943 | 1.098 |
| | 3,671 | 3,669 | 3665.00 | 3673.44 | 3665.01 | 0.043 | 0.163 | -0.067 |
| | 3,678 | 3,669 | 3671.00 | 3673.58 | 3671.00 | 0.240 | 0.190 | 0.120 |
| | 3,681 | 3,665 | 3677.99 | 3673.70 | 3678.00 | 0.439 | 0.082 | 0.198 |
| | 3,680 | 3,662 | 3680.98 | 3673.81 | 3680.99 | 0.496 | -0.027 | 0.168 |
| | 3,684 | 3,661 | 3679.98 | 3673.91 | 3679.99 | 0.616 | 0.109 | 0.274 |
| | 3,693 | 3,663 | 3683.98 | 3674.00 | 3683.99 | 0.816 | 0.244 | 0.514 |
| | 3,678 | 3,665 | 3692.97 | 3674.08 | 3692.98 | 0.367 | -0.407 | 0.106 |
| | 3,676 | 3,664 | 3677.99 | 3674.16 | 3678.00 | 0.332 | -0.054 | 0.050 |
| | 3,670 | 3,665 | 3675.99 | 3674.23 | 3676.00 | 0.130 | -0.163 | -0.115 |
| | 3,675 | 3,668 | 3670.00 | 3674.30 | 3670.00 | 0.189 | 0.136 | 0.019 |
| | 3,671 | 3,670 | 3675.00 | 3674.36 | 3675.00 | 0.019 | -0.109 | -0.091 |
| | 3,675 | 3,672 | 3671.00 | 3674.41 | 3671.00 | 0.089 | 0.109 | 0.016 |
| | 3,700 | 3,672 | 3675.00 | 3674.47 | 3675.00 | 0.746 | 0.676 | 0.690 |
| | 3,704 | 3,672 | 3699.97 | 3675.56 | 3699.98 | 0.851 | 0.109 | 0.768 |
| | 3,714 | 3,672 | 3703.97 | 3678.13 | 3703.97 | 1.126 | 0.270 | 0.966 |
| | 3,721 | 3,672 | 3713.96 | 3683.77 | 3713.97 | 1.328 | 0.189 | 1.001 |
| | 3,727 | 3,671 | 3720.95 | 3685.81 | 3720.96 | 1.508 | 0.162 | 1.105 |
| | 3,728 | 3,670 | 3726.94 | 3693.40 | 3726.97 | 1.557 | 0.028 | 0.928 |
| | 3,745 | 3,669 | 3727.94 | 3690.29 | 3727.96 | 2.026 | 0.456 | 1.461 |
| | 3,758 | 3,668 | 3744.92 | 3708.75 | 3744.96 | 2.385 | 0.348 | 1.311 |
| | 2,885 | 2,897 | 2892.01 | 2859.87 | 2891.97 | -0.420 | -0.243 | 0.871 |
| ۷۹ | 2,889 | 2,902 | 2885.02 | 2859.87 | 2882.12 | -0.459 | 0.138 | 1.008 |
| | 2,894 | 2,907 | 2889.02 | 2859.89 | 2888.97 | -0.464 | 0.172 | 1.179 |

| سال | مقادیر واقعی | پیش بینی آرما | پیش بینی تعدیل شده آرما | پیش بینی سری زمانی فاز | پیش بینی شده سری زمانی فاز | درصد انحراف آرما | درصد انحراف تعدیلی | درصد انحراف سری زمانی فاز | درصد انحراف سری زمانی تعدیلی |
|-----|--------------|---------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|
| | 2,899 | 2,913 | 2894.02 | 2861.93 | 2893.97 | -0.469 | 0.172 | 1.279 | 0.174 |
| | 2,908 | 2,918 | 2899.02 | 2865.79 | 2898.97 | -0.336 | 0.309 | 1.452 | 0.311 |
| | 2,921 | 2,923 | 2908.01 | 2872.37 | 2907.96 | -0.067 | 0.445 | 1.665 | 0.446 |
| | 2,932 | 2,928 | 2921.01 | 2885.18 | 2920.96 | 0.133 | 0.375 | 1.597 | 0.376 |
| | 2,937 | 2,933 | 2932.00 | 2891.78 | 2931.96 | 0.128 | 0.170 | 1.540 | 0.172 |
| | 2,940 | 2,938 | 2937.00 | 2895.75 | 2936.96 | 0.056 | 0.102 | 1.505 | 0.103 |
| | 2,948 | 2,943 | 2940.00 | 2898.26 | 2939.96 | 0.155 | 0.271 | 1.687 | 0.273 |
| | 2,960 | 2,948 | 2948.00 | 2896.13 | 2947.95 | 0.389 | 0.405 | 2.158 | 0.407 |
| | 2,964 | 2,953 | 2959.99 | 2910.89 | 2959.95 | 0.355 | 0.135 | 1.792 | 0.137 |
| | 2,964 | 2,958 | 2963.99 | 2921.38 | 2963.96 | 0.188 | 0.000 | 1.438 | 0.001 |
| | 2,965 | 2,963 | 2964.00 | 2921.38 | 2963.96 | 0.056 | 0.034 | 1.471 | 0.035 |
| | 2,963 | 2,968 | 2965.00 | 2924.10 | 2964.96 | -0.175 | -0.068 | 1.313 | -0.066 |
| | 2,971 | 2,973 | 2963.01 | 2924.10 | 2960.04 | -0.067 | 0.269 | 1.579 | 0.369 |
| | 2,977 | 2,978 | 2971.01 | 2929.73 | 2970.96 | -0.025 | 0.201 | 1.588 | 0.203 |
| | 2,979 | 2,982 | 2977.01 | 2936.17 | 2976.96 | -0.115 | 0.067 | 1.438 | 0.069 |
| | 2,973 | 2,987 | 2979.01 | 2938.17 | 2978.96 | -0.472 | -0.202 | 1.172 | -0.200 |
| | 2,978 | 2,992 | 2973.02 | 2938.17 | 2970.03 | -0.457 | 0.167 | 1.338 | 0.268 |
| ۷۸ | 2,119 | 2,121 | 2116.01 | 2087.25 | 2115.97 | -0.116 | 0.141 | 1.498 | 0.143 |
| | 2,124 | 2,128 | 2119.01 | 2092.20 | 2118.97 | -0.205 | 0.235 | 1.497 | 0.237 |
| | 2,126 | 2,134 | 2124.01 | 2096.20 | 2123.97 | -0.357 | 0.094 | 1.402 | 0.095 |
| | 2,129 | 2,139 | 2126.01 | 2099.50 | 2125.97 | -0.452 | 0.140 | 1.386 | 0.142 |
| | 2,131 | 2,143 | 2129.01 | 2102.50 | 2128.97 | -0.544 | 0.093 | 1.337 | 0.095 |
| | 2,137 | 2,144 | 2131.01 | 2105.43 | 2130.97 | -0.313 | 0.280 | 1.477 | 0.282 |
| | 2,145 | 2,146 | 2137.01 | 2111.29 | 2136.97 | -0.068 | 0.373 | 1.572 | 0.374 |
| | 2,149 | 2,149 | 2145.00 | 2119.14 | 2144.97 | 0.009 | 0.186 | 1.389 | 0.187 |
| | 2,152 | 2,154 | 2149.01 | 2123.88 | 2148.97 | -0.099 | 0.139 | 1.307 | 0.141 |
| | 2,155 | 2,158 | 2152.01 | 2127.44 | 2151.98 | -0.139 | 0.139 | 1.279 | 0.140 |
| | 2,158 | 2,161 | 2155.01 | 2129.90 | 2154.97 | -0.160 | 0.139 | 1.302 | 0.140 |
| | 2,168 | 2,165 | 2158.01 | 2132.90 | 2157.97 | 0.144 | 0.461 | 1.619 | 0.462 |

| سال | مقادیر واقعی | پیش‌بینی آرما | پیش‌بینی تعدیل شده آرما | پیش‌بینی سری زمانی فاز | پیش‌بینی تعدیل شده سری زمانی فاز | درصد انحراف آرما | درصد انحراف تعدیلی | درصد انحراف سری زمانی فاز | درصد انحراف سری زمانی تعدیلی |
|-------|--------------|---------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|
| 2,172 | 2,168 | 2168.00 | 2142.33 | 2167.97 | 0.187 | 0.184 | 1.366 | 0.185 | 0.322 |
| 2,179 | 2,170 | 2172.00 | 2145.75 | 2171.97 | 0.431 | 0.321 | 1.526 | 0.139 | 0.367 |
| 2,182 | 2,173 | 2178.99 | 2152.63 | 2178.97 | 0.392 | 0.138 | 1.346 | 0.184 | 0.092 |
| 2,190 | 2,177 | 2181.99 | 2155.63 | 2181.97 | 0.601 | 0.366 | 1.570 | 0.138 | 0.138 |
| 2,194 | 2,181 | 2189.99 | 2162.63 | 2189.97 | 0.604 | 0.183 | 1.430 | 0.092 | 0.319 |
| 2,196 | 2,184 | 2193.99 | 2166.50 | 2193.97 | 0.564 | 0.092 | 1.343 | 0.138 | |
| 2,199 | 2,187 | 2195.99 | 2168.50 | 2195.97 | 0.562 | 0.137 | 1.387 | 0.138 | |
| 2,206 | 2,190 | 2198.99 | 2172.11 | 2198.97 | 0.743 | 0.318 | 1.536 | 0.319 | |

آزمون پرسش دوم:

در بررسی اینکه آیا دقت پیش‌بینی روش سری زمانی فاز بیشتر است یا روش آرما از آزمون دایبولد ماریانو علاوه بر RMSE استفاده می‌شود. جدول ۳ مقادیر RMSE چهار روش پیش‌بینی شاخص را برای سالهای ۸۸-۱۳۷۸ نشان می‌دهد.

جدول ۳

| سال | آرما | آزمای تعدیل شده | فازی | فازی تعدیل شده |
|-----|---------|-----------------|---------|----------------|
| ۸۸ | 0.01563 | 0.00489 | 0.01233 | 0.00489 |
| ۸۷ | 0.00453 | 0.00493 | 0.02200 | 0.00494 |
| ۸۶ | 0.01158 | 0.00287 | 0.00486 | 0.00287 |
| ۸۵ | 0.02040 | 0.00268 | 0.00381 | 0.00268 |
| ۸۴ | 0.01078 | 0.00667 | 0.01100 | 0.00667 |
| ۸۳ | 0.02451 | 0.00514 | 0.00832 | 0.00514 |
| ۸۲ | 0.00613 | 0.00466 | 0.01401 | 0.00466 |
| ۸۱ | 0.03982 | 0.00575 | 0.01027 | 0.00575 |
| ۸۰ | 0.01016 | 0.00256 | 0.00685 | 0.00256 |
| ۷۹ | 0.00279 | 0.00230 | 0.01189 | 0.00250 |
| ۷۸ | 0.00397 | 0.00233 | 0.01432 | 0.00234 |

طبق جدول ۳ برای سال ۱۳۸۸ مقدار RMSE دو روش آرمای تعدیل شده و فازی تعدیل شده برابرند اما RMSE آرما بسیار کوچکتر از روش فازی است. نتایج آزمون دایبولد ماریانو نشان داد که $|S| > 1.96$ است. بنابراین بین خطای پیش بینی دو روش آرما و فازی تفاوت معنی داری وجود دارد. برای سال ۱۳۸۸ دقت پیش بینی شاخص کل به روش آرما بیشتر از روش فازی است. برای سال ۱۳۸۷ مقدار آماره دایبولد ماریانو نشان داد که $|S| = 1.53$ است. بنابراین فرض صفر تائید می شود. یعنی بین دقت پیش بینی روش آرما و فازی تفاوت معنی داری وجود ندارد. برای سال ۱۳۸۶ آماره دایبولد ماریانو $|S| = 1.90$ است که نشان می دهد دقت پیش بینی شاخص توسط دو روش آرما و فازی یکسان است. برای سال ۱۳۸۵ آماره آزمون $|S| = 0.78$ است که نشان می دهد دقت پیش بینی شاخص کل توسط دو روش آرما و فازی یکسان است. برای سال ۱۳۸۴ آماره آزمون $|S| = 1.78$ است که حاکی از آن است که دقت پیش بینی شاخص توسط دو روش آرما و فازی یکسان است. برای سال ۱۳۸۳ آماره آزمون $|S| = 2.62$ است که نشان می دهد دقت پیش بینی شاخص کل توسط دو روش آرما و فازی متفاوت است. برای سال ۱۳۸۲ مقدار آماره $= 3.36$ است. یعنی دقت پیش بینی شاخص کل توسط دو روش آرما و فازی یکسان نیست و چون مقدار خطا در روش آرما کمتر است از این رو دقت پیش بینی روش آرما بالاتر از روش فازی است. برای سال ۱۳۸۱ مقدار آماره آزمون $|S| = 2.80$ است. این بدان معنی است که دقت پیش بینی این دو روش متفاوت است و خطای روش آرما در پیش بینی کمتر از روش فازی است. برای سال ۱۳۸۰ آماره $|S| = 2.94$ است. یعنی دقت پیش بینی این دو روش متفاوت است و خطای روش آرما کمتر از روش فازی است. برای سال ۱۳۷۹ آماره $|S| = 11.30$ است و تفاوت معنی داری در دقت پیش بینی این دو روش وجود دارد. بطوری که خطای پیش بینی روش آرما کمتر از روش فازی است. جدول ۴ خلاصه نتایج آزمون دایبولد ماریانو را برای سالهای مورد بررسی دو روش آرما و فازی نشان می دهد. طبق این جدول در هیچ یک از سالها خطای روش فازی کمتر از آرما نبوده است و در اغلب سالها خطای پیش بینی آرما کمتر از فازی است و در برخی از سالها تفاوتی در خطای پیش بینی این دو روش مشاهده نشده است.

جدول ۴

| سال | معیار RMSE | | |
|------|------------|----------------|-----------------------|
| | آرما | سری زمانی فازی | آزمون دایبولد ماریانو |
| ۱۳۸۸ | ۰.۰۰۴۵ | ۰.۰۱۲۳ | آرما |
| ۱۳۸۷ | ۰.۰۰۴۸ | ۰.۰۲۲۰ | - |
| ۱۳۸۶ | ۰.۰۰۲۹ | ۰.۰۰۴۹ | - |
| ۱۳۸۵ | ۰.۰۰۳۳ | ۰.۰۰۳۸ | - |
| ۱۳۸۴ | ۰.۰۰۵۱ | ۰.۰۱۱۰ | - |
| ۱۳۸۳ | ۰.۰۰۴۹ | ۰.۰۰۸۳ | آرما |
| ۱۳۸۲ | ۰.۰۰۳۷ | ۰.۰۱۴۰ | آرما |
| ۱۳۸۱ | ۰.۰۰۵۷ | ۰.۰۱۰۳ | آرما |
| ۱۳۸۰ | ۰.۰۰۲۵ | ۰.۰۰۶۹ | آرما |
| ۱۳۷۹ | ۰.۰۰۱۸ | ۰.۰۱۱۹ | آرما |
| ۱۳۷۸ | ۰.۰۰۱۲ | ۰.۰۱۴۳ | آرما |

۶- نتیجه‌گیری و بحث

در این پژوهش براساس سری زمانی فازی مراتب اول تا سوم و براساس تعداد مقادیر زمانی کمترین RMSE و RMSE تعدیل شده برای هر یک از سالهای ۸۸-۱۳۷۸ انتخاب شد. بنابراین بر اساس این انتخاب یعنی نوع مرتبه سری زمانی و تعداد مقادیر زمانی با کمترین RMSE شاخص کل بازار به روش‌های فازی و فازی تعدیل شده، روش آرما و آرما تعدیل شده (براساس متدولوژی باکس-جنکینز) پیش‌بینی شد. این پیش‌بینی با مقادیر واقعی شاخص بازار مورد مقایسه قرار گرفت. بعلاوه نتایج آزمون دایبولد ماریانو نشان داد که در ۷ سال از ۱۱ سال دوره مطالعه، خطای پیش‌بینی شاخص کل بازار سهام به روش آرما کمتر از روش فازی است. اما در ۴ سال بقیه بین دقت پیش‌بینی دو روش تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. نتایج این پژوهش با یافته‌های هیوارنگ و یو (۲۰۰۵)، چن و همکارانش (۲۰۰۸)، چو و همکارانش (۲۰۰۹) و ونگ و تو (۲۰۱۰) ناسازگار است.

پیشنهاد‌های این پژوهش به شرح زیر است:

- استفاده از مدل سری زمانی وزنی و روابط فازی تکراری برای پیش‌بینی شاخص بورس سهام. انتظار می‌رود این روش‌ها به افزایش صحت پیش‌بینی کمک کند.

- ۲) استفاده از چند متغیر قیمت در پیش بینی شاخص شامل قیمت آغازین، بالاترین قیمت، پایین ترین قیمت، میانگین قیمت و قیمت بسته شدن. زیرا استفاده از مشاهدات بیشتر به بهبود عملکرد پیش بینی و کاهش خطای آن کمک می کند.
- ۳) وزن دهی به روابط منطق فازی با استفاده از روش وزن دهی روند (روابط بدون تغییر، روابط رشدی، روابط کاهش) برای تحقیقات آتی پیشنهاد می شود.
- ۴) از اختلاف مقدار شاخص در دو روز متوالی برای پیش بینی شاخص کل استفاده شود.
- ۵) از فواصل مختلف فرجه ها در سری زمانی فازی برای پیش بینی شاخص کل استفاده شود.

فهرست منابع

- * آذر، عادل - افسر، امیر - احمدی، پرویز - (۱۳۸۵)، مقایسه روشهای کلاسیک و هوش مصنوعی در پیش بینی شاخص قیمت سهام و طراحی مدل ترکیبی - فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش های مدیریت در ایران - دوره دهم، شماره چهارم، پیاپی ۴۹، صفحه ۱-۱۶ (۱۶)، اسفند.
- * سینائی، حسنعلی و تیموری اصل، یاسر و مرتضوی، سعیدالله، (۱۳۸۳)، پیش بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، فصلنامه بررسیهای حسابداری و حسابداری (دوره: ۱۲، شماره: ۳)
- * عباسی، ابراهیم، ایوبی مهریزی، امیر، (۱۳۹۰)، کاربرد شبکه های عصبی - فازی انطباقی در پیش بینی قیمت سهام ایران خودرو، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، سال دوم، شماره هفتم صفحات ۲۱۳-۱۸۷.
- * مشیری، سعید و مروت، حبیب (۱۳۸۵) پیش بینی شاخص کل بازدهی سهام تهران با استفاده از مدل های خطی و غیرخطی، پژوهشنامه بازرگانی زمستان ۱۳۸۵؛ ۱۱(۴۱): ۲۴۵-۲۷۵.
- * Diebold, Francis X. and mariano, S. Roberto (1995) Comparing predictive accuracy, journal of business and economic statistics, Vol 13, No. 3, pp. 253 - 263
- * Cheng, C. Chen, T., Chinag, C.(2006) trend-weighted Fuzzy time-series model for TAIEX Forecasting, ICONIP(International Conference on Neural Information Processing), pp. 469 - 477
- * Huarng, K., Yu, H.(2005), A Type 2 fuzzy time series model for stock index forecasting, Physica, A, 353, pp. 445 - 462
- * Chen, T., Ching, C., Teoh, H.(2007) Fuzzy Time-Series based on Fibonacci Sequence for Stock Price Forecasting, Physica, 38, pp. 377 - 390

- * Chen, T., Cheng, C., Teoh, H. (2008) High-order Fuzzy time-series based on multi-period adaptation model for forecasting stock markets *physica, A*, 387, pp. 876 – 888
- * Jilani, T., Burnet, S. M. (2008) A refined Fuzzy time-series model for stock market forecasting, *Physica, A*, 387, pp. 2857 – 2862
- * Yu, T., Huarng, K. (2008) A bivariate fuzzy time series model to forecast the TAIEX, *Expert system*, 34, pp. 2945 – 2952
- * Chu, H., Chen, T., Cheng, C., Huang, C. (2009) Fuzzy dual-factor time-series for stock index forecasting, *Expert system*, 36, pp. 165 – 171
- * Teoh, H., Chen, T., Cheng, C., Chu, H. (2009) A hybrid multi-order Fuzzy time-series for forecasting stock market, *Expert system*, 36, pp. 7888 – 7897
- * Yu, T., Huarng, K. (2010) A neural network-based Fuzzy time-series model to improve forecasting, *Expert system*, 37, pp. 3366 – 3372
- * Wong, H., Tu, Y. Wang (2010) Application of Fuzzy time-series models for forecasting the amount of Taiwan export, *Expert System*, 37, pp. 1465 - 1470

یادداشت‌ها

¹ Root Mean Squared Error (RMSE)

² Auto Regression

³ Moving Average

⁴ Auto Regression Moving Average (ARMA)

⁵ Auto Regression integration Moving Average (ARIMA)