مجله علمی پژوهش درمدیریت ومطالعات اجتماعی، شماره ۱۱ ، بهار ۱۳۹۷، ص ۲۳۳-۲۲۲
http://www.jmss.ir

به کارگیری مدل میانگین متحرک خودرگرسیون انباشته فازی

به منظور پیش بینی نرخ طلا

مجله علمی پژوهش درمدیریت ومطالعات اجتماعی (سال چهارم)
شماره ۱۱/ بهار ۱۳۹۷ / ص ۲۳۳-۲۲۲

رضا فدایی[1]

[1] موسسه ی امام جواد یزد
نویسنده مسئول:

رضا فدایی

چکیده:

در دنیای امروز بکارگیری روش های کمی پیش بینی در زمینه های مختلف مورد توجه گسترده قرار گرفته است. تغییرات سریع محیط های ناشناخته در دنیای واقعی و به ویژه بازارهای مالی سبب ایجاد مشکلاتی برای پیش بینی کنندگان به منظور تامین داده های مورد نیاز شده است. مدل های میانگین متحرک خود رگرسیون انباشته (ARIMA) دارای محدودیت تعداد داده های گذشته بوده و شبکه های عصبی مصنوعی (ANNs) نیز به منظور حصول نتایج دقیق احتیاج به داده های زیادی دارند. مدل های رگرسیون فازی، مدل هایی مناسب در شرایط پیش بینی با داده های قابل حصول کم اند. در این مقاله به منظور برطرف ساختن مشکل مذکور و حصول نتایج دقیق تر، مدل های میانگین متحرک خودرگرسیون انباشته با رگرسیون فازی ترکیب شده اند. نتایج حاصله از بکارگیری روش ترکیبی در بازار طلا بیانگر کارآمدی این روش در پیش بینی بازه تغییرات نرخ طلا بوده است.

واژگان کلیدی: پیش بینی نرخ طلا، مدل اریما (ARIMA)، مدل میانگین متحرک خود رگرسیون انباشته فازی (FARIMA)

۱. مقدمه

فرآیند پیش بینی معمولاً شامل اطلاعات تاریخی و تعمیم آن ها به آینده به کمک مدل های ریاضی است. از آنجا که پیش گویی وقایع آینده در فرایند تصمیم گیری نقش عمده ای ایفا می کند، لذا پیش بینی برای بسیاری از سازمان ها و نهاد ها حائز اهمیت است و می توان پیش بینی را ابزاری مفید برای برنامه ریزی های کوتاه مدت و بلند مدت تلقی کرد (۱). تعدادی از اقتصاددانان با استفاده از روش های متنوع اقتصادسنجی با تاکید بر تقدم تئوری های اقتصادی، سعی در تبیین وضع موجود، ارائه سیاست های اقتصادی و همچنین پیش بینی مقادیر آتی نمودند. هرچند این مدل ها قادر به توضیح نسبی وضع موجود بوده و به عنوان ابزار مناسبی برای سیاست گزاری اقتصادی مورد استفاده قرار گرفتند، اما متاسفانه در زمینه پیش بینی چندان موفق نبودند (۲). وجود نقایص فوق و اهمیت روز افزون پیش بینی، اقتصاددانان را بر آن داشت که بدون توجه به تئوری های اقتصادی، پیش بینی متغیرهای اقتصادی را به عهده خودشان واگذار نموده و برای پیش بینی از روش هایی که به سری زمانی موسومند، بهره جویند. چرا که هر متغیر اقتصادی حاوی کلیه اطلاعات مربوط به خود بوده و لذا قوی ترین منبع برای توضیح تغییرات هر متغیر، خود متغیر می باشد (۳).

۲. مرور ادبیات

رگرسیون خطی فازی اولین بار در سال ۱۹۸۲ توسط تاناکا و همکاران مطرح شد. آن ها مدل های رگرسیون خطی با پارامترهای فازی، ورودی غیر فازی و خروجی فازی را به صورت مسائل برنامه ریزی خطی فرموله کردند. هدف آن ها مینیمم کردن ابهام مدل رگرسیون خطی فازی بود به طوری که تکیه گاه مقادیر تخمین زده شده، تکیه گاه مقادیر مشاهده شده را در یک سطح معین بپوشاند (۴). اما این مدل نیز معایبی داشت از جمله مهمترین آن ها می توان به وسیع شدن بیش از حدفاصله پیش بینی اشاره کرد.

در ادامه، چندین روش اصلاح شده رگرسیون فازی با استفاده از معیار مینیمم کردن ابهام مدل پیشنهاد شدند. تاناکا و ایشیبوچی (۱۹۹۱) توابع عضویت توان دوم را برای بدست آوردن پرایب فازی معرفی کردند (۵). تاناکا و همکاران (۱۹۸۲)، رگرسیون امکان نمایی را پیشنهاد کردند. در این روش های اصلاح شده از حداقل کردن ابهام مدل به عنوان معیار برازش استفاده شده است. در سال ۱۹۸۸،دیاموند روی مجموعه اعداد فازی یک متریک تعریف کرد و بر پایه آن روش کمترین مربعات فازی را برای مدل های رگرسیون خطی فازی پیشنهاد کرد (۶). دیاموند حالتی را هم که ورودی و هم خروجی فازی هستند را نیز در نظر گرفت و پارامترهای فازی مدل را به قسمی تعیین کرد که مجموع فواصل بین مقادیر مشاهده شده و مقادیر تخمین زده شده حداقل شود. وی تنها مدل های یک متغیره را مورد بحث قرار داد. ساکاوا و یانو (۱۹۸۱) مدل های رگرسیون خطی فازی با خروجی- ورودی فازی را در نظر گرفتند و با استفاده از سه شاخص برای تساوی بین اعداد فازی سه مسئله برنامه ریزی چندهدفه را برای تعیین پارامترهای فازی فرموله کردند. آن ها حداکثر(حداقل) کردن ابهام مدل و درجه تساوی بین مقادیر مشاهده شده و مقادیر تخمین زده شده به عنوان معیارهای برازش استفاده کردند.

در سال های اخیر مطالعه در زمینه سری های زمانی فازی و ترکیب آن ها با سری های زمانی کلاسیک مورد توجه برخی محققین داخل کشور نیز قرار گرفته است. از جمله می توان به موارد زیر اشاره داشت:

خاشعی و بیجاری (۱۳۸۶) به پیش بینی نرخ ارز (دلار آمریکا در مقابل ریال) با ۴۲ داده روزانه این متغیر پرداختند (۷). امام وردی و طبری (۱۳۹۲) نیز به پیش بینی قیمت جهانی نفت خام پرداخته اند . در این زمینه نیز قلی زاده و وحید پور(۱۳۸۹) به پیش بینی قیمت سهام پرداخته اند. زارع مهرجردی و نگارچی(۱۳۹۰)، در مقاله ای به مقایسه الگوهای ARIMA، رگرسیون فازی و FARIMA، به منظور پیش بینی قیمت گوشت گوسفند پرداخته و نتیجه گرفتند مدلهای FARIMA از قابلیت بهتری جهت پیش بینی قیمتها برخوردارند چرا که می توانند بهترین و بدترین شرایط ممکن را نیز در کنار دقت بالای پیش بینی ارائه دهند. زراء نژاد و همکاران

(۱۳۹۲) نیز به ارزیابی و مقایسه رگرسیون فازی و شبکه عصبی برای پیش بینی رشد اقتصادی ایران پرداخته اند که در آخر به این نتیجه رسیده اند که رگرسیون فازی نتایج بهتری نسبت به شبکه های عصبی داده است.

۳. روش تحقیق

۱،۳. مدل ARIMA و رگرسیون فازی

سری زمانی $\{Z_t\}$ توسط یک فرایند اریما با میانگین α از مدل بوکس – جنکینز تولید شده است (۷). اگر

$$\varphi(B)(1-B)^d(Z_t-\alpha)=\Theta(B)a_t \qquad (1)$$

$$\varphi(B)=1-\varphi_1B-\varphi_2B^2-\cdots-\varphi_pB^p$$

به طوری که

$$\Theta(B)=1-\Theta_1B-\Theta_2B^2-\cdots-\Theta_qB^q$$

چندجمله هایی از B از درجه های p , q بوده، B یک عملگر پسرو، اعداد q،d،p اعداد صحیح و $\{Z_t\}$ بیانگر مقادیر مشاهده شده سری زمانی اند $t=1,2,\ldots,k$. در حالت کلی فرمول بندی مدل اریما شامل چهار مرحله می باشد:

۱- شناسایی آزمایشی ساختار مدل.
۲- تخمین پارامترهای مجهول مدل.
۳- تشخیص دقت برازش مدل.
۴- پیش بینی با مدل انتخابی (۸).

به طور کلی چنین فرض می شود که جمله خطای خالص a_t متغیری تصادفی با توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس σ^2 و مستقل از مشاهدات است. همچنین ریشه های معادله $\varphi(Z)=0$ و $\Theta(Z)=0$ همگی بزرگتر از یک باشند (۷). در مدل های اریما در صورت امکان حداقل پنجاه و ترجیحا یکصد یا بیشتر مشاهده بکار گرفته می شود.

این مدل بهترین معادله رگرسیونی را با مینیمم کردن میزان فازی بودن بدست می آورد. این کار را با حداقل کردن مجموع کل پهنای توابع عضویت ضرایب فازی معادله رگرسیون انجام می دهند. برای رسیدن به یک برازش خوب در رگرسیون فازی باید یک مدل بهینه سازی شود. با توجه به این که توابع عضویتی که برای نمایش اعداد فازی استفاده می شود به صورت مثلثی است می توان رگرسیون فازی را در غالب یک مسئله برنامه ریزی خطی فرموله کرد.

مدل رگرسیون امکانی فازی مورد استفاده در این مطالعه، مدلی است که ورودی و خروجی مشاهده ای اعداد غیرفازی هستند ولی خروجی محاسباتی اعداد فازی است و ارتباط بین متغیرهای ورودی و خروجی به صورت زیر است:

$$\widehat{Y}=\widehat{A}_0+\widehat{A}_1X_1+\widehat{A}_2X_2+\cdots+\widehat{A}_nX_n \qquad (2)$$

به طوری که $X_1,X_2,\ldots,X_n$ بردار متغیرهای مستقل و $\widehat{A}_0,\widehat{A}_1,\ldots,\widehat{A}_n$ اعداد فازی هستند و بردار n متغیر ورودی یک عدد فازی$\hat{y}$ که همان خروجی فازی است بدست می آید. تابع عضویت ضرایب مدل رگرسیون به شکل اعداد فازی مثلثی متقارن است. که به صورت زیر تعریف می شود:

$$\mu_{\widehat{A}_i}(a_i) = \begin{cases} 1 - \dfrac{|c_i - a_i|}{s_i} & c_i - s_i \le a_i \le c_i + s_i \\ 0 & \end{cases} \qquad (3)$$

به طوری که $\mu_{\widehat{A}_i}(a_i)$ تابع عضویت مجموعه فازی و بیانگر عوامل $\widehat{A}_i$ است. در رابطه بالا c_i و s_i به ترتیب مرکز و پهنای تابع عضویت بوده، بنابراین $\widehat{A}_i = (c_i, s_i)$ است (وانگ و تسار، ۲۰۰۰).

بنابراین رابطه ۳ را می توان به صورت زیر نوشت:

$$\widehat{Y} = (C_0, S_0) + (C_1, S_1)X_1 + (C_2, S_2)X_2 + \cdots + (C_n, S_n)X_n \qquad (4)$$

پس با توجه به اصل گسترش حول مرکز تابع عضویت متفیر خروجی فازی $\widehat{Y}$ مانند زیر تعریف می شود:

$$\mu_{\widehat{Y}}(y) = \begin{cases} \max(\min[\mu_{\widehat{A}_i}(a_i)] & \{a|y = f(x,a)\} \neq \phi \\ 0 & \end{cases} \qquad (5)$$

با جایگذاری رابطه ۵ در رابطه ۶ می توان نوشت:

$$\mu_{\widehat{Y}}(Y) = \begin{cases} 1 - \dfrac{|Y - c_0 - \sum_{i=1}^{n} c_i x_i|}{s_0 + \sum_{i=1}^{n} s_i\,|x_i|} & x_i \neq 0 \\ 1 & x_i = 0\,, Y = 0 \\ 0 & x_i = 0\,, Y \neq 0 \end{cases} \qquad (6)$$

به طوری که c و s به ترتیب بردار مقادیر مربوط به عوامل و گسترش های آن ها حول مرکز هستند. یکی از روش ها برای حل مسئله رگرسیون فازی تبدیل مسئله رگرسیون خطی فازی به یک مسئله برنامه ریزی خطی است. هدف مدل رگرسیون تعیین مقادیر بهینه $\hat{A}^*$ است به طوری که درجه عضویت خروجی فازی مدل برای همه نقاط از یک مقدار معین h بزرگتر باشد. انتخاب مقدار h بر گسترش عوامل فازی مدل موثر است و توسط کاربر تعیین می شود.

$$\mu_{\widehat{Y}j}(Y_i) \ge h \qquad (7)$$

با افزایش h میزان فازی بودن خروجی ها افزایش می یابد (ین و دیگران، ۱۹۹۹).

مرکز و پهنای تابع عضویت خروجی فازی به ترتیب برابر با $C_0 + \sum C_i X_{ij}$ و $S_0 + \sum S_i X_{ij}$ است. هدف ما مینیمم کردن ضرایب فازی برای تمام مجموعه داده ها است؛ بنابراین تابع هدف و قیدهای مسئله برنامه ریزی خطی را می توانیم به صورت زیر نشان دهیم.

$$\begin{cases} MIN \sum_{j=0}^{n} (S_j \sum_{i=1}^{m} |X_{ij}|) \\ S.t. \sum_{j=0}^{n} C_j X_{ij} + (1-h) \sum_{j=0}^{n} S_j X_{ij} \geq Y_i, \\ \sum_{j=0}^{n} C_j X_{ij} - (1-h) \sum_{j=0}^{n} S_j X_{ij} \leq Y_i, \end{cases} \quad (8)$$

$$S_i \geq 0, a\varepsilon R, X_i = 1 \ (0 \leq h \leq 1; i = 1,2, \dots, m)$$

با حل مدل برنامه ریزی فوق، ضرایب فازی حاصل می شود.

۲،۳. فرموله کردن مدل

مدل اریما مدل پیش بینی دقیقی برای دوره های زمانی کوتاه مدت است. اما دارای محدودیت تعداد زیاد داده های گذشته (حداقل ۵۰ و ترجیحا ۱۰۰ یا بیشتر) می باشد. در صورتی که امروزه در جامعه ما به علت عدم قطعیت محیط و توسعه سریع تکنولوژی نوین معمولا باید موقعیت های آینده را با استفاده از داده های کم و در بازه زمانی کوتاه مدت پیش بینی کرد. بنابراین به روش های پیش بینی نیاز است که به داده های کمتری نسبت به مدل اریما احتیاج داشته باشند.

مدل رگرسیون فازی یک مدل پیش بینی بازه ای مناسب در شرایط داده های قابل حصول کم است. هدف این مقاله بهره گیری از مزیت های رگرسیون فازی و مدل های اریما برای پیش بینی نرخ طلا با به کارگیری مدل اریمای فازی و برطرف کردن محدودیت های موجود در روش های رگرسیون فازی و اریما است.

پارامترهای مدل اریما، $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p$ و $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ قطعی اند، در صورتی که در روش جدید به جای بکارگیری این مقادیر قطعی، پارامترهای فازی $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p$ و $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ به شکل اعداد فازی مثلثی یه کار گرفته شده اند.

با استفاده از پارامترهای فازی نیاز به داده های گذشته کاهش می یابد a_t از مقادیر مشاهدات بدست می آید در نتیجه مقداری قطعی خواهد بود). علاوه بر این، در این مطالعه، متدولوژی ارائه شده توسط ایشیبوچی و تاناکا (۹) برای شرایطی که دامنه پیش بینی وسیع می شود به کار گرفته شده است. یک مدل اریمای فازی با توابع و پارامترهای فازی بدین صورت است:

$$\tilde{\varphi}_p(B)W_t = \tilde{\theta}_q(B)a_t \qquad (9)$$

$$W_t = (1-B)^d(Z_t - \propto) \qquad (10)$$

$$\widetilde{W}_t = \tilde{\varphi}_1 W_{t-1} + \tilde{\varphi}_2 W_{t-2} + \cdots + \tilde{\varphi}_p W_{t-p} + a_t - \tilde{\theta}_{p+1}a_{t-1} - \tilde{\theta}_{p+2}a_{t-2} - \cdots - \tilde{\theta}_{p+q}a_{t-q} \qquad (11)$$

که $\{Z_t\}$ مشاهدات و $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p$ و $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_q$ اعداد فازی هستند. حال معادله ۱۱ به صورت زیر تبدیل می شود.

$$\widetilde{W}_t = \tilde{\beta}_1 W_{t-1} + \tilde{\beta}_2 W_{t-2} + \cdots + \tilde{\beta}_p W_{t-p} + a_t - \tilde{\beta}_{p+1}a_{t-1} - \tilde{\beta}_{p+2}a_{t-2} - \cdots - \tilde{\beta}_{p+q}a_{t-q} \qquad (12)$$

پارامترهای فازی در این معادله به صورت اعداد فازی مثلثی مطابق زیر در نظر گرفته شده اند.

$$\alpha_{\beta_i}(\beta_i) = \begin{cases} 1 - \dfrac{|\alpha_i - \beta_i|}{c_i} & if\ \ \alpha_i - c_i \le \beta_i \le \alpha_i + c_i, \\ 0 & otherwise \end{cases} \qquad (13)$$

به طوری که $\alpha_{\tilde{\beta}}(\beta_i)$ تابع عضویت مجموعه فازی است که با پارامترهای α_i, β_i مشخص می شوند. حال با استفاده از پارامترهای فازی β_i به صورت اعداد فازی مثلثی و همچنین اصل گسترش، تابع عضویت W مطابق ذیل خواهد بود (۱۰).

$$\alpha_{\widetilde{w}}(W_t) = \begin{cases} 1 - \dfrac{\left|W_t - \sum_{i=1}^{p}\alpha_i W_{t-i} - a_t + \sum_{i=p+1}^{p+q}\alpha_i a_{t+p-i}\right|}{\sum_{i=1}^{p} c_i|W_{t-i}| + \sum_{i=p+1}^{p+q} c_i|a_{t+p-i}|} & for\quad W_t \ne 0\,, a_t \ne 0 \\ 0 & otherwise \end{cases} \qquad (14)$$

که h سطح آستانه ای برای میزان توابع عضویت تمامی مشاهدات است.

$$Z_t(Z_t) \ge h \qquad for\ i = 1,2,\dots,k \qquad (15)$$

به عبارت دیگر S مطابق زیر محاسبه می شود

$$S = \sum_{i=1}^{p}\sum_{t=1}^{k} c_i|\varphi_{ii}||W_{t-i}| + \sum_{i=p+1}^{p+q}\sum_{t=1}^{k} c_i|\rho_{i-p}||a_{t+p-i}| \qquad (16)$$

به قسمتی که φ_{i-p} ضریب خودهمبستگی در وقفه زمانی i-p و φ_{ii} ضریب خودهمبستگی جزئی در وقفه زمانی i ام است.

$$Minimize\ S = \sum_{i=1}^{p}\sum_{t=1}^{k} c_i|\varphi_{ii}||W_{t-i}| + \sum_{i=p+1}^{p+q}\sum_{t=1}^{k} c_i|\rho_{i-p}|\,|a_{t+p-i}|$$

$$\sum_{i=1}^{p}\alpha_i W_{t-i} + a_t - \sum_{i=p+1}^{p+q}\alpha_i a_{t+p-i} + (1+h)\left(\sum_{i+1}^{p} c_i\,|W_{t-i}| + \sum_{i=p+1}^{p+q} c_i\,|a_{t+p-i}|\right) \geq W_t \qquad t = 1,2,\dots,k$$

$$subject.to \sum_{i=1}^{p}\alpha_i W_{t-i} + a_t - \sum_{i=p+1}^{p+q}\alpha_i a_{t+p-i} + (1+h)\left(\sum_{i+1}^{p} c_i|W_{t-i}| + \sum_{i=p+1}^{p+q} c_i|a_{t+p-i}|\right) \leq W_t \qquad t = 1,2,\dots,k \quad c_i \geq 0 \quad for\ i = 1,2,\dots,p+q \qquad (17)$$

مراحل روش اریمای فازی مطابق زیر است:

فاز یک: برازش مدل اریما با استفاده از اطلاعات موجود در مشاهدات (که به صورت غیرفازی اند). نتیجه فاز یک جواب بهینه پارامتر $\alpha^* = (\alpha_1^*, \alpha_2^*, \dots, \alpha_{p+q}^*)$ خطای خالص اند که به عنوان یکی از مجموعه داده های ورودی در فاز دوم مورد استفاده قرار می گیرد (۱۱).

فاز دو: تعیین حداقل ابهام با استفاده از معیارهایی همانند معادله ۱۷ و $\alpha^* = (\alpha_1^*, \alpha_2^*, \dots, \alpha_{p+q}^*)$. تعداد محدودیت ها برابر با تعداد مشاهدات است و مدل اریمای فازی بدین صورت است (۱۰):

$$\widetilde{W}_t = \langle\alpha_1, c_1\rangle W_{t-1} + \cdots + \langle\alpha_p, c_p\rangle W_{t-p} + a_t - \langle\alpha_{p+1}, c_{p+1}\rangle a_{t-1} - \cdots - \langle\alpha_{p+q}, c_{p+q}\rangle a_{t-q} \qquad (18)$$

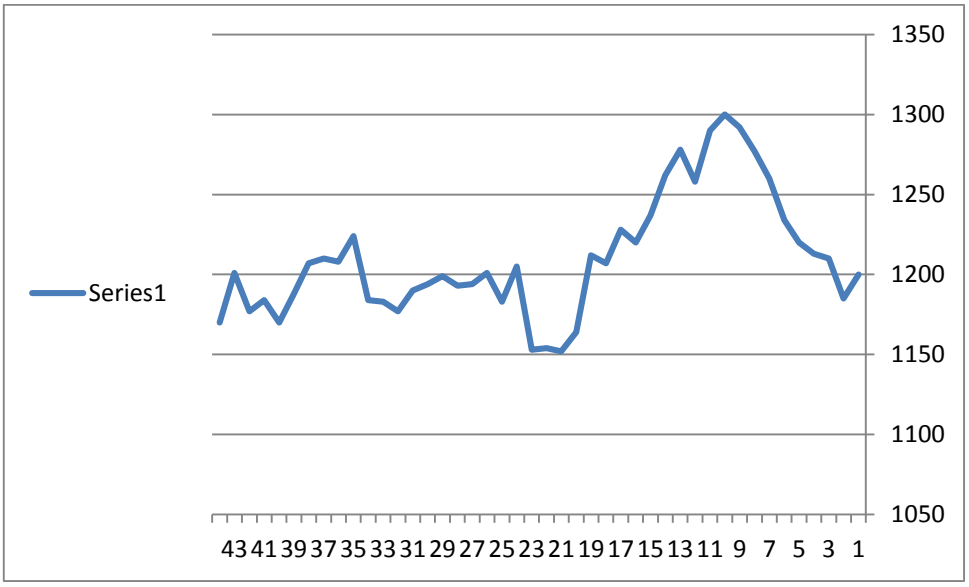
$$W_t = (1-B)^d (Z_t - \propto)$$

که α_i, c_i به ترتیب مراکز و پهنای اعداد فازی اند.

فاز سه: با توجه به نظرات ایشیبوچی داده های حد بالا و پایین مدل وقتی که دامنه مدل اریمای فازی وسیع شود، حذف خواهند شد. به منظور ساختن مدلی شامل همه شرایط ممکن اریمای فازی، اگر مجموعه داده ها شامل تفاوت های مشخص یا موارد خارج از محدوده اند، c_j ها بسیار گسترده خواهند شد. طبق نظرات ایشیبوچی (۹) داده های اطراف مرزهای بالا و پایین مدل حذف می شود، سپس مدل مجددا فرمول بندی می شود.

۳،۳. بکارگیری مدل برای پیش بینی نرخ طلا

از مدل حاصله، در این قسمت به منظور پیش بینی دامنه تغییرات نرخ طلا استفاده شده است. اطلاعات استفاده شده در این تحقیق شامل ۴۴ داده از هشتم دی ماه سال ۱۳۹۳ تا هشت تیر سال ۱۳۹۴ می باشد. که این داده ها تقریباً هر چهار روز یکبار گرفته شده که در شکل زیر نمایش داده شده است.

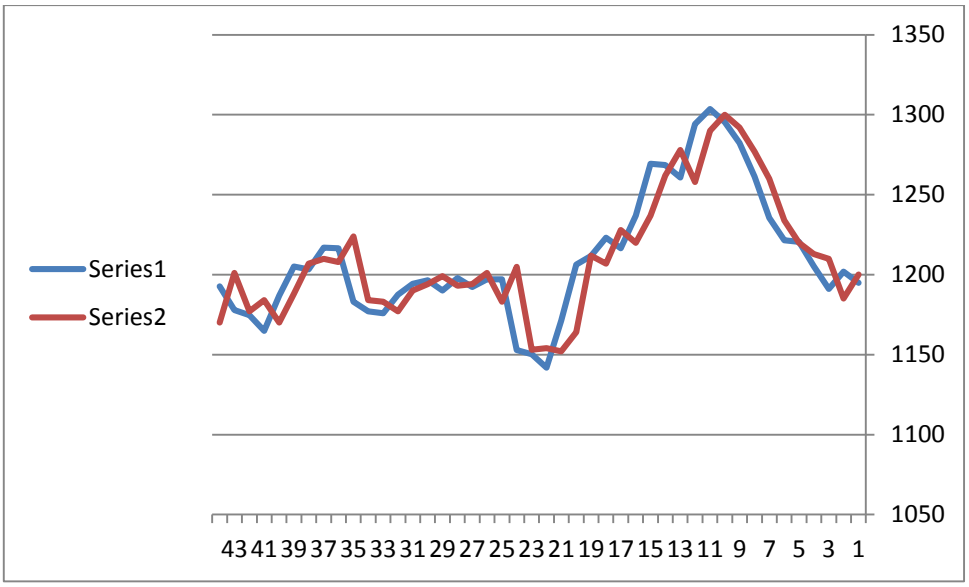


نمودار (۱): دامنه ی تغییرات نرخ طلا از هشتم دی سال ۱۳۹۳ تا هشت تیر سال ۱۳۹۴

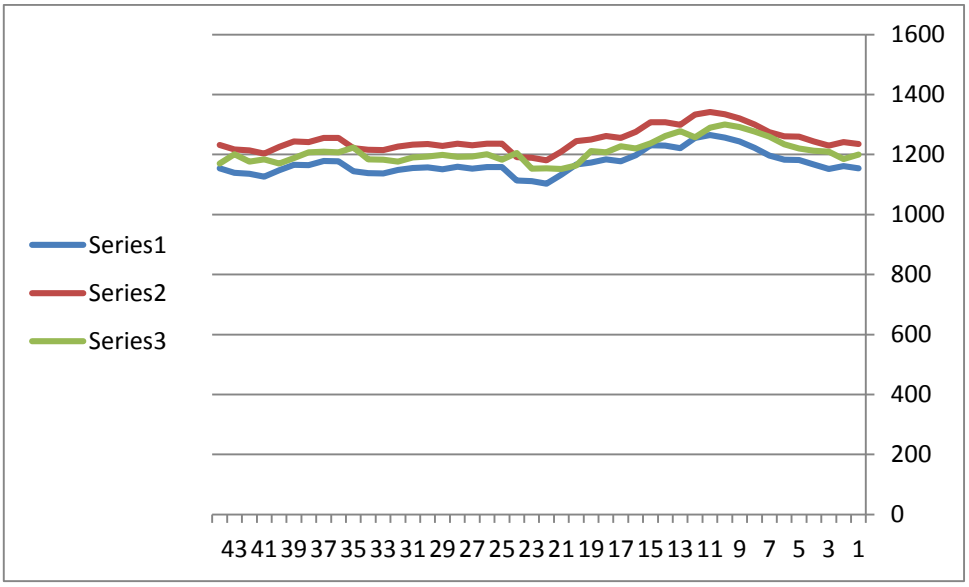
پیش بینی:

فاز ۱: با به کارگیری نرم افزار SPSS بهترین مدل برازش شده ARIMA(2,1,0) بوده و مقادیر باقیمانده ها (خطای خالص) و مدل حاصله در شکل زیر نشان داده شده است:

$$Z_t = 106.200 + 0.912Z_{t-1} + a_t$$



نمودار (۲): مقدار واقعی و مقدار برازش شده مدل میانگین متحرک خود رگرسیون انباشته



نمودار (۳): مقدار واقعی و حد بالا و پایین مقادیر بدست آمده از رگرسیون فازی

فاز دو (تعیین حداقل ابهام): با قرار دادن a1, a0 در معادله به عنوان مجهول و با استفاده از معادله ۱۵ و h=0 معادله با پارامترهای فازی به صورت زیر بدست می آید:

$$\tilde{Z}_t = \langle 66.401, 145.99 \rangle + \langle 0.913, 0.911 \rangle Z_{t-1} + a_t$$

فاز ۳: از نتایج فوق مشخص می شود که مشاهده مربوط به دوره ی بیست یک ام در مرز پایینی و مشاهدات دوره ی بیست پنجم و سی و ششم در مرز بالایی قرار گرفته است، بنابراین محدودیت خطی که توسط این مشاهدات تولید شده را حذف و سپس فاز دوم مجدادا تکرار می شود (h=0). نتایج هفت دوره آخر در شکل زیر آورده شده است.

دوره	مقادیر واقعی	حد پایین مقادیر		حد بالای مقادیر	
		قبل از حذف	بعد از حذف	قبل از حذف	بعد از حذف
1	1207	1164.43	1173.57	1242.12	1236.81
2	1188	1166.2	1171.99	1243.89	1234.58
3	1170	1147.98	1153.53	1225.67	1216.13
4	1184	1125.93	1132.89	1203.61	1195.49
5	1177	1135.82	1143.81	1213.51	1206.41
6	1201	1139	1143.2	1216.68	1205.8
7	1170	1153.83	1161.02	1231.51	1223.62

جدول (۱): حدود بالا و پایین و مقادیر اصلی (بعد از حذف)

۴. نتیجه گیری

تغییرات تکنولوژیکی و جهانی شدن تجارت و بازارهای مالی باعث شده است تا توانایی در پیش بینی دقیق تر و سریع تر الگوهای موجود در حفظ توان رقابتی اهمیت بیشتری پیدا کند. اما تغییرات سریع این گونه از محیط های ناشناخته و به ویژه بازارهای مالی، پیش بینی کنندگان را از لحاظ تامین تعداد داده های لازم به منظور حصول نتایج مطلوب دچار مشکل کرده است. لذا در این مقاله براساس مضامین و اصول پایه ای مدل میانگین متحرک خود رگرسیون انباشته (ARIMA) و رگرسیون فازی تاناکا، مدل میانگین متحرک خود رگرسیون انباشته فازی (Fuzzy ARIMA) به منظور پیش بینی بازه تغییرات نرخ طلا پیشنهاد شده است. نتایج حاصله بیانگر آن است که مدل میانگین متحرک خود رگرسیون انباشته فازی نه تنها توانایی انجام یک پیش بینی مناسب را داشته بلکه برای تصمیم گیرندگان بهترین و بدترین حالت ممکن را نیز فراهم می سازد. همچنین مدل پیشنهادی با فازی در نظر گرفتن خروجی ها اولا از فروض مربوط به جمله خطا رهایی می یابد ثانیا به داده های کمتری نسبت به مدل اریمای معمولی نیاز داشته و مدل مناسبی به منظور پیش بینی در شرایط داده های قابل حصول کم خواهد کرد. البته این نکته قابل ذکر است که منظور از داده های قابل حصول کم تنها کمبود کمی داده ها نیست، چرا که در یک سیستم ممکن است داده ها به تعداد کافی موجود باشند اما داده ها از کیفیت لازم برخوردار نباشند. به عبارت دیگر داده های موجود در سیستم به دلیل تغییرات سریع محیط، توانایی توضیح حال و یا آینده سیستم را نداشته و امکان پیش بینی دقیق سیستم با داده های گذسته وجود ندارد.

منابع

۱- یا علی جهرمی م. محمدی ح و ز فرج زاده. ۱۳۸۸. پیش بینی قیمت چغندر در ایران. مجله چغندرقند جلد ۲۵. شماره۱: ۹۷-۱۱۱.

۲- مشیری س. ۱۳۸۰. پیش بینی تورم ایران با استفاده از مدل ساختاری سری زمانی و شبکه عصبی مصنوعی. مجله تحقیقات اقتصادی۵۸: ۱۸۴-۱۴۷.

۳- طرازکار م. ۱۳۸۶. پیش بینی قیمت برخی محصولات زراعی در استان فارس: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی سال ۱۱. شماره اول(ب):۵۰۱-۵۱۱.

۴- گجراتی. د. مبانی اقتصادسنجی. دانشگاه تهران. موسسه انتشارات و چاپ تهران. ویرایش دوم. ۱۳۷۷.

۵- شیوا. ر. پیش بینی سری های زمانی. موسسه مطالعات و پژوهش های بازرگانی. شرکت چاپ و نشر بازرگانی. ۱۳۷۵.

۶- Ishibuchi. H. Tanaka. H. "Interval regression Analysis Based on Mixed 0-1 Integer Programming Problem". J. Japan Soc. Ind. Eng. Vol. 40.No. 5. pp. 312-319. 1988

۷- مهدی خاشعی و مهدی بیجاری

۸- Tanaka. H. and Ishibuchi. H. "Possibility Regression Analysis Based on Linear Programming". in: J. Kacprzyk. M. Fedrizzi (Eds). Fuzzy Regression Analysis. Omnitech Press. Warsaw and Physicaverlag. Heidelberg. pp. 47-60. 1990.

۹- Tanaka. S. and Uejima. K. "Linear Regression Analysis with Fuzzy Model". IEEE Trans. Systems. Man Cybernet. Vol. 12. No. 6. pp. 903-907. 1987

۱۰- Wang. H.-F; Tsaur. R.-C. (2000). Insight of a Fuzzy Regression Model. Fuzzy Sets and Systems. 112(3): 355-369.

۱۱- Yen. K.K; Ghoshray. S; Roig. G. (1999). A Linear Regression Model using Triangular Fuzzy Number Coefficients. Fuzzy Sets and Systems. 106 (1999): 167-177.

۱۲- Tanaka. H. 1987. "Fuzzy data analysis by possibility linear models". Fuzzy Sets and Systems. 24(3). 363-375.

۱۳- Tanaka. H. Ishibuchi. 1991. Identiocation of possibilistic linear systems by quadratic membership functions of fuzzy parameters. Fuzzy Sets and System 41. 145-160.

۱۴- Diamond. P. 1988. Fuzzy least squares. Inform. Sci. 46. 141-157