مجله‌ی بررسی‌های آمار رسمی ایران
سال۲۵، شماره‌ی ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۳، صص ۳۱-۴۵

پیش‌بینی تورم با استفاده از رهیافت سری‌های زمانی

نادر حکیمی‌پور[†]، محمدصادق علی‌پور[†]، منصوره یزدان‌خواه [‡] و اسعد الهرضایی[*,‡]

[†] پژوهشکده‌ی آمار
[‡] مرکز آمار ایران

چکیده: امروزه، پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی از جمله نرخ تورم، از اهمیت ویژه‌ای برای سیاستگذاری و برنامه‌ریزی‌های اقتصادی برخوردار شده است. در این راستا در دهه‌های اخیر، مدل‌های پیش‌بینی گوناگونی برای نرخ تورم مطرح شده‌اند. در این مقاله، با استفاده از سری زمانی نرخ تورم اعلام‌شده از سوی مرکز آمار ایران (از اسفند ۱۳۸۲ تا آذر ۱۳۹۳)، مدل ARIMA(۲,۲,۳) انتخاب شد. بعد از تصریح مدل، ابتدا پیش‌بینی درون نمونه‌ای برای نرخ تورم انجام و پس از ارزیابی نتایج با استفاده از معیار ریشه‌ی دوم میانگین توان دوم خطا[۱]، نرخ تورم سالانه (۱۲ ماه منتهی به ماه مورد نظر) برای ماه‌های دی، بهمن و اسفند ۱۳۹۳ پیش‌بینی شد. نتایج به‌دست‌آمده، نشان‌دهنده‌ی ادامه‌ی روند کاهشی نرخ تورم که از آبان ماه ۱۳۹۲ شروع شده است، می‌باشد.

واژگان کلیدی: پیش‌بینی؛ تورم؛ سری زمانی؛ مانایی.

۱- مقدمه

تورم یک پدیده‌ی اقتصادی و اجتماعی است و همواره باعث نگرانی دولت‌مردان و صاحب‌نظران اقتصادی است. تورم که خود معلول عوامل مختلف است موجب پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی متعددی از جمله فقر، توزیع نامتناسب درامد و گسترش مفاسد مالی است که هرکدام به نوبه‌ی خود هزینه‌های قابل توجهی را بر اقتصاد تحمیل می‌کنند. به همین دلیل، ثبات قیمت‌ها هدف اصلی برنامه‌ریزان و سیاستگذارن اقتصادی

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات
دریافت: ۱۳۹۳/۴/۳۱، پذیرش:۱۳۹۴/۳/۲۵.

می‌باشد. دستیابی به این هدف مستلزم ایجاد ساز و کاری از فرایند سیاستگذاری اقتصادی است که در شکل استاندارد خود، پیش‌بینی، هدف‌گذاری و تحلیل سیاست را شامل می‌شود. لذا سیاستگذاران اقتصادی باید بتوانند با پیش‌بینی دقیق تورم به تعدیل ابزارهای اقتصادی خود بپردازند. بر این اساس، دقت پیش‌بینی از حساسیت زیادی برخوردار می‌شود. اهمیت پیش‌بینی تورم از آن‌جایی بارزتر می‌شود که بدانیم بانک‌های مرکزی، سیاست‌های پولی خود را بر اساس تغییرات کوتاه‌مدت و بلندمدت تورم بنا می‌کنند و پیش‌بینی با خطای کم، یکی از رموز موفقیت این سیاست‌ها به شمار می‌رود. همین مسئله باعث شده تا تحقیقات در زمینه‌ی مدل‌ها و فن‌های پیش‌بینی در چند دهه‌ی اخیر با شتاب بیش‌تری دنبال شوند.

دیدگاه سنتی و متداول در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی، ساختن مدل‌هایی مبتنی بر تبیین روابط بین متغیرها با استفاده از روش‌های متنوع اقتصادسنجی است، که در آن با تبیین روابط موجود، و همچنین ارایه‌ی سیاست‌ها و خط مشی‌های اقتصادی پیش‌بینی متغیرهای وابسته انجام می‌پذیرد. این مدل‌ها که نوعاً ساختاری[۲] نامیده می‌شوند در زمینه‌ی پیش‌بینی، موفقیت چندانی نداشته‌اند [۵]. با پیشرفت روش‌های مدل‌سازی، دیدگاه دیگری موسوم به تحلیل سری زمانی[۳] شکل گرفته است که در آنان وظیفه‌ی پیش‌بینی متغیر اقتصادی بیش از هر چیز بر عهده‌ی خود متغیر گذاشته می‌شود. در مدل‌های سری زمانی، از اطلاعات گذشته خود آن متغیر استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، از آن‌جا که یک متغیر اقتصادی حاوی تمامی اطلاعات مربوط به خود است، لذا قوی‌ترین منبع برای توضیح تغییرات، خود آن متغیر محسوب می‌شود. طبق این دیدگاه اگر بتوان فرایندی که بر مبنای آن، مقادیر مربوط به یک متغیر تحقق می‌یابد را کشف کرد، پیش-بینی مقادیر آتی آن متغیر کار سختی نخواهد بود.

مشیری [۴] با استفاده از داده‌های نرخ تورم ۱۳۳۸ تا ۱۳۸۴ ایران مدل‌سازی نرخ تورم را انجام داد و سپس پیش‌بینی تورم را با استفاده از سه روش ساختاری، سری زمانی و شبکه‌های عصبی انجام داد و در نهایت به این نتیجه رسید که مناسب‌ترین مدل برای پیش‌بینی تورم سری‌های زمانی می‌باشد.

آقایی و پورمیری [۱] نیز با استفاده از سری‌های زمانی روند قیمت فولاد را پیش‌بینی کردند و با استفاده از معیارهای آماری دقت نتایج خود را مورد ارزیابی قرار دادند.

موریاما و دیگران [۸] با استفاده از روش سری زمانی اتورگرسیو میانگین متحرک (ARMA) نرخ تورم کشور سودان را برای سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ پیش‌بینی کرده‌اند، نتایج پیش‌بینی شده نشان می‌دهد که نرخ تورم برای سال‌های مورد نظر تک رقمی بوده است.

مشیری و کامرون [۹] با استفاده از داده‌های تورم کشور کانادا نرخ تورم را بر اساس دو روش سری زمانی و شبکه‌ی عصبی پیش‌بینی کرده اند و با مقایسه‌ی این دو روش نتیجه گرفتند که مدل‌های سری زمانی (ARIMA) نتایج بهتری به دست می‌دهند.

استوک و واتسن [۱۰] نیز با استفاده از روش‌های خطی و ناخطی سری زمانی متغیرهای کلان اقتصادی کشورهای عضو OECD را پیش‌بینی کرده و نتایج را با هم مقایسه کردند.

در مقاله‌ی حاضر، ابتدا با استفاده از داده‌های سری زمانی مربوط به اطلاعات نرخ تورم اسفند ۱۳۸۲ تا آذر ۱۳۹۳ اعلام شده از سوی مرکز آمار ایران، و با تأکید بر رهیافت باکس- جنکیز[۴]، مدل مناسبی برای نرخ تورم داده‌های اسفند ۱۳۸۲ تا خرداد ۱۳۹۰ طراحی شده و در مرحله‌ی بعد با استفاده از این مدل، نرخ تورم برای داده‌های تیر۱۳۹۰ تا آذر ۱۳۹۳ پیش‌بینی شده و در نهایت با استفاده از معیار ریشه‌ی دوم میانگین توان دوم خطا (RMAE) صحت پیش‌بینی‌ها، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه داده‌های واقعی مربوط به تیر ۱۳۹۰ تا آذر ۱۳۹۳ موجود می‌باشد، می‌توان مقادیر پیش-بینی‌شده را با مقادیر واقعی مقایسه نمود تا صحت پیش‌بینی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته و پس از ارزیابی، نرخ تورم ماه‌های دی، بهمن و اسفند ۱۳۹۳ پیش‌بینی شود. تمام محاسبات مربوط به مدل‌سازی و پیش‌بینی با استفاده از نرم افزار EViews انجام شده است.

۲- مدل‌سازی سری زمانی نرخ تورم

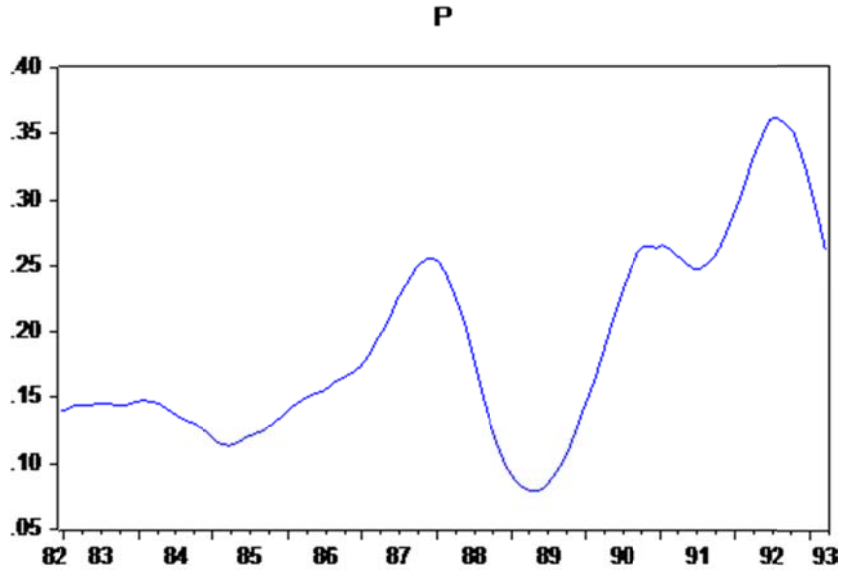
داده‌های مورد استفاده برای مدل‌سازی و پیش‌بینی، نرخ تورم ماهانه‌ی محاسبه‌شده از اسفند ۱۳۸۲ تا خرداد ۱۳۹۳ توسط مرکز آمار ایران بر اساس سال پایه ۱۳۹۰ می‌باشد. داده‌های مورد استفاده به‌صورت ماهانه و نرخ تورم ۱۲ ماه منتهی به ماه مورد نظر است، که با استفاده از شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI)[۵] به‌دست می‌آید. محاسبه‌ی این شاخص با استفاده از فرمول لاسپیرز و به‌صورت زیر انجام می‌شود:

$$I = \frac{\sum p_t q_۰}{\sum p_۰ q_۰}$$

در این فرمول $p_۰$ قیمت‌های سال پایه، $q_۰$ مقادیر سال پایه، p_t قیمت‌های سال جاری می‌باشند. در فرمول مذکور مقادیر سال پایه به‌عنوان ضریب اهمیت در شاخص منظور شده است. بعد از محاسبه‌ی شاخص قیمت می‌توان نرخ تورم سالانه (دوازده ماه منتهی به ماه مورد نظر) را با استفاده از فرمول زیر محاسبه نمود:

$$\dot{p} = \frac{\Sigma_{t=۱}^{۱۲} I_t^{۲} - \Sigma_{t=۱}^{۱۲} I_t^{۱}}{\Sigma_{t=۱}^{۱۲} I_t^{۱}} \qquad (۱)$$

که در این رابطه $\dot{p}$ نرخ تورم دوازده ماه‌ی منتهی به ماه مورد نظر، $I_t^{۱}$ شاخص ماه tام در سال ۱ و $I_t^{۲}$ شاخص ماه tام در سال ۲ می‌باشد. روند نرخ تورم بین سال‌های ۱۳۸۲ لغایت ۱۳۹۳ در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- سری زمانی نرخ تورم ماهانه در سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۳

همان‌طور که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود نرخ تورم از مرداد ۱۳۸۹ شروع به افزایش نموده و این روند تا مهر ۱۳۹۲ ادامه داشته به‌طوری که تورم در مهر ماه ۱۳۹۲ به بالاترین مقدار خود یعنی ۳۶/۲۲ رسیده است. بعد از اعمال سیاست‌های انقباضی دولت یازدهم جهت کاهش تورم، نرخ تورم از آبان ماه ۱۳۹۲ شروع به کاهش نموده و این روند کاهشی تا به حال ادامه داشته به نحوی که نرخ تورم خرداد ماه ۱۳۹۳ به ۲۶/۱۸ رسیده است و انتظار می‌رود که این روند کاهشی همچنان ادامه داشته باشد.

طبق دیدگاه مدل‌های سری‌های زمانی یک متغیره، تورم را می‌توان صرفاً تابعی از مقادیر گذشته‌ی خود در نظر گرفت [۲]. به عبارت دیگر، مقادیر سطح نرخ تورم در دوره‌های قبل، حاوی تمامی اطلاعات لازم مربوط به عوامل تعیین‌کننده‌ی تورم بوده و لذا قادر خواهند بود تورم دوره‌ی جاری را به خوبی توضیح داده و مقادیر آتی آن را پیش‌بینی نمایند. به‌همین دلیل ما از سری‌های زمانی برای تجزیه و تحلیل استفاده کرده‌ایم.

در اقتصادسنجی متعارف، برای بررسی و تبیین عوامل اثرگذار بر یک متغیر مانند Y_t و همچنین مباحث مربوط به پیش‌بینی آن، از الگویی به شکل زیر استفاده می‌شود:

$$Y_t = a_1 + a_2 X_{2t} + \cdots + a_k X_{kt} + u_t \qquad (۲)$$

در نهایت آن‌چه که براورد می‌شود، معادله‌ی میانگین Y_t است که به شرط برقراری فرض‌های استاندارد کلاسیک از جمله غیرتصادفی بودن مقادیر متغیرهای توضیحی و $E(u_t) = 0$، به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$E\left(Y_t \middle| X_{2t}, X_{3t}, \ldots\right) = a_1 + a_2 X_{2t} + \cdots + a_k X_{kt} \qquad (۳)$$

معادله‌ی (۳)، به معادله‌ی میانگین معروف است. به‌طور مشابه، در اقتصادسنجی سری‌های زمانی، از الگوی $ARMA$ (و یا $ARIMA$) به شکل زیر برای پیش‌بینی یک سری زمانی مانند Y_t استفاده می‌شود که به تعبیری همان معادله‌ی میانگین در سری‌های زمانی است:

$$Y_t = a_0 \sum_{l=1}^{m} a_l Y_{t-l} + u_t - \sum_{h=1}^{n} b_h u_{t-h} \qquad (۴)$$

حال برای یافتن وقفه‌های بهینه‌ی اتورگرسیو[۶] (AR) که مقادیر گذشته‌ی متغیر مورد نظر می‌باشند و میانگین متحرک (MA)[۷] که مقادیر گذشته‌ی جملات اخلال می‌باشند،

می‌توان از روش باکس و جنکینز[۸] (۱۹۷۶) استفاده کرد که مبتنی بر سه مرحله‌ی تشخیص، براورد و بازبینی است که در ادامه به آن‌ها می‌پردازیم:

۱- تشخیص: در این مرحله، تشخیص و شناسایی مرتبه‌ی AR و MA انجام می‌پذیرد که این امر می‌تواند با یک حدس اولیه و یا با استفاده از ترسیم نمودار همبستگی بین مشاهدات دوره‌ی جاری در مقابل وقفه‌های مختلف آن انجام گیرد. اما از آن‌جا که این نمودارها به ندرت شکل منظمی را به دست می‌دهند، از معیارهایی تحت عنوان معیار اطلاعات بهره می‌گیرند. این معیارها دو عامل مهم را دربر می‌گیرند: جمله‌ای که تابعی از مجموع توان‌های دوم مانده‌های مدل رگرسیونی (معادله‌ی میانگین) است و جمله‌ای که زیان ناشی از کاهش درجه‌ی آزادی را به خاطر وارد نمودن پارامترهای افزوده‌شده در نظر می‌گیرد. بنا بر این افزودن یک متغیر جدید یا افزودن یک وقفه‌ی اضافی به مدل، دو اثر متضاد خواهد داشت یکی موجب کاهش مجموع توان دوم مانده‌ها می‌شود که باعث بهبود معیار می‌گردد و دیگری درجه‌ی آزادی را کاهش می‌دهد، که باعث بدتر شدن معیار می‌گردد. از این رو در نهایت، هدف این است که مدل بهینه به گونه‌ای انتخاب شود که مقدار معیار اطلاعات حداقل شود. بنا بر این افزودن یک وقفه‌ی اضافی در صورتی مقدار معیار اطلاعات را کاهش می‌دهد که مجموع توان‌های دوم مانده‌ها را کاهش داده و بتواند زیان ناشی از کاهش درجه‌ی آزادی (که به‌صورت افزایش در معیار اطلاعات است) را جبران نماید. معیارهای اطلاعات مختلفی مطرح شده است که شامل معیار شوارتز[۹]، معیار حنان-کوین[۱۰] و معیار اطلاعات آکائیکه[۱۱] می‌باشند و انتخاب آن‌ها بر اساس تعداد مشاهدات صورت می‌گیرد. در این مقاله از معیار اطلاعات آکائیکه که برای نمونه‌های بزرگ مناسب است، استفاده شده است که به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$AIC = \ln(\hat{\sigma}^{۲}) + \frac{۲k}{T}$$

در رابطه‌ی بالا k، T و $\hat{\sigma}^{۲}$ به ترتیب بیانگر تعداد متغیرهای تبیینی (در سری‌های زمانی، تعداد جملات AR و MA)، تعداد مشاهدات و واریانس مانده‌های مدل رگرسیونی هستند.

۲- براورد: پس از تعیین تأخیرهای AR و MA، نوبت به براورد مدل می‌رسد که می‌تواند با روش کم‌ترین توان‌های دوم معمولی و یا ماکسیمم درستنمایی انجام شود.

۳- بازبینی: در این مرحله باید به بازبینی و بررسی مجدد مدل پرداخت. به عبارت دیگر، در این مرحله مشخص می‌شوند که آیا مدل مورد نظر از مدل‌های دیگر بهتر است یا خیر؟ این امر می‌تواند با توجه به معنی‌داری ضرایب AR و MAای که در مراحل مختلف به مدل افزوده می‌شود و یا با توجه بازبینی مانده‌ها انجام شود[۱۲].

مدل (۴)، یک $ARMA(m,n)$ است در صورت نامانا بودن Y_t، با تفاضل‌گیری به مدل $ARIMA(m,n)$ تبدیل می‌شود. به‌طور معمول مدل مورد اشاره، با برقراری فروض استاندارد کلاسیک از قبیل نرمال بودن جزء خطا، عدم وجود خودهمبستگی و عدم واریانس ناهمسان در جزء خطا و ... قابل براورد خواهد بود.

نقطه‌ی شروع در مدل‌سازی مبتنی بر داده‌های سری زمانی اقتصادی، بررسی وضعیت مانایی یا نامانایی سری موجود در مدل مورد نظر است. سری زمانی X ماناست اگر تابع توزیع توأم سری آن در خاصیت زیر صدق کند:

$$F\left(x_{t1}, x_{t2}, \dots, x_{tn}\right) = F\left(x_{t1+k}, x_{t2+k}, \dots, x_{tn+k}\right).$$

در مباحث اقتصادسنجی، عموماً بر لزوم مانایی ضعیف[۱۳] تأکید می‌شود. در مانایی ضعیف، ثابت بودن میانگین، واریانس و کوواریانس متغیر تصادفی مورد نظر در طی زمان مد نظر است. از این رو، چنانچه Y_t بیانگر یک متغیر سری زمانی باشد، مانایی ضعیف به معنای برقراری سه شرط زیر است:

$$E(Y_t) = E(Y_{t-s}) = \mu$$

$$\text{var}(Y_t) = \text{var}(Y_{t-s}) = \sigma_y^2$$

$$\text{cov}(Y_t, Y_{t-h}) = \text{cov}(Y_{t-s}, Y_{t-s-h}) = \gamma_h \qquad (۵)$$

بر اساس رابطه‌ی (۵)، متغیری مانند Y_t، ماناست هرگاه توابع میانگین، واریانس و کوواریانس آن در طول زمان دچار تغییر نشود، آن متغیر دارای مانایی ضعیف خواهد بود.

نکته‌ی اصلی در مدل‌های سری‌های زمانی این است که اگر سری‌های مورد استفاده در مدل نامانا و یا دارای روند زمانی باشند، نتایج به‌دست آمده از مدل، معتبر نخواهند بود. بنا بر این قبل از براورد مدل‌های ارایه‌شده، باید ابتدا متغیرها را به لحاظ مانا بودن آزمون نمود و سپس با توجه به نتایج به‌دست آمده، صورت مناسب آن‌ها را در مدل انتخاب کرد. برای مشخص نمودن مانایی متغیرها، از آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته (ADF)[۱۴] استفاده می‌شود. با انجام آزمون مانایی بر روی متغیر نرخ تورم، مشخص می‌شود که این متغیر نامانا می‌باشد ولی با دو بار تفاضل‌گیری مانا می‌شود. در نتیجه، برای تفاضل مرتبه‌ی دوم نرخ تورم، مدل‌سازی و پیش‌بینی انجام می‌گیرد. نتایج حاصل از آزمون مانایی برای نرخ تورم سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۳در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- نتایج آزمون مانایی (دیکی- فولر تعمیم‌یافته) برای نرخ تورم

	سطح متغیر	تفاضل مرتبه‌ی اول	تفاضل مرتبه‌ی دوم
احتمال	۰/۹۳۲۵	۰/۵۳۶۴	۰/۰۰۰۱
آماره‌ی *T*	-۰/۲۲	-۱/۱۲۴	-۵/۲۱۳

پس از براورد مدل‌های مختلف و مقایسه‌ی معیار آکائیکه برای هر کدام، بهترین مدل به‌صورت زیر می‌باشد:

$$d\big(d(\dot{p})\big) = c + a_1\dot{p}_{t-1} + a_2\dot{p}_{t-2} + b_0 u_t + b_1 u_{t-1} + b_2 u_{t-2} + \cdots \quad (۶)$$

که در رابطه‌ی (۶) $\dot{p}_{t-i}$ جملات خود رگرسیون و u_{t-i} جملات میانگین متحرک می‌باشد. مدل براوردشده، ARIMA(۲,۲,۳) می‌باشد.

خروجی ACF و PACF برای باقیمانده‌های مدل براوردشده در پیوست ۱ آمده است که نشان‌دهنده‌ی برازش خوب مدل است.

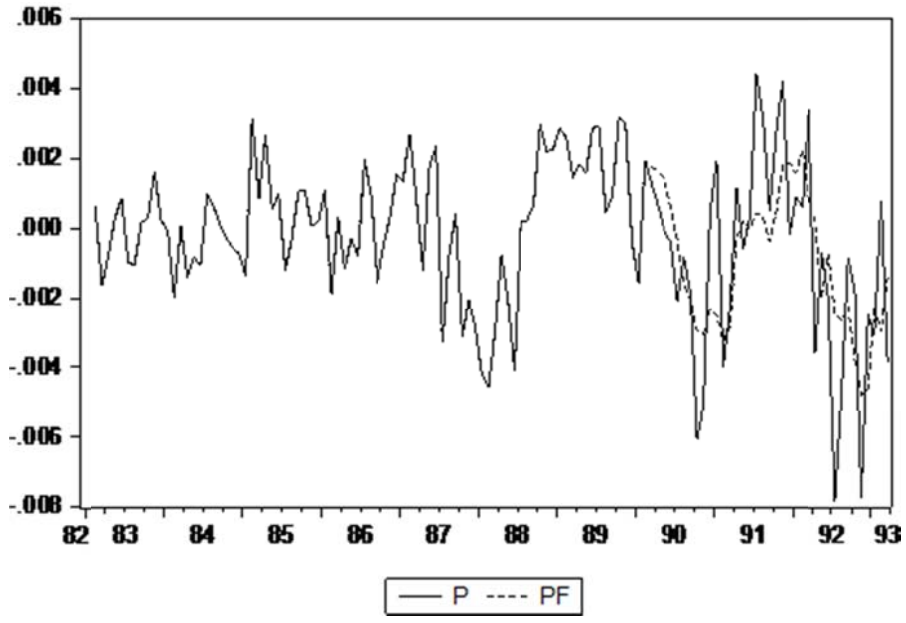
با براورد مدل بالا، مشاهده می‌شود که تمامی ضرایب معنادار هستند. نتایج براورد مدل نیز در پیوست ۲ ارایه شده است.

۳- پیش‌بینی

با براورد مدل نام‌برده می‌توان پیش‌بینی نرخ تورم را انجام داد. در این مقاله، پیش‌بینی به دو صورت درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای انجام می‌گیرد.

۳-۱- پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای

پیش‌بینی درون نمونه‌ای برای این منظور انجام می‌شود که امکان مقایسه‌ی مقادیر پیش‌بینی‌شده با مقادیر واقعی را فراهم نماید. در این پیش‌بینی، داده‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند. ابتدا مدل تعیین‌شده در رابطه‌ی (۶) برای ۷۰ درصد داده‌ها (اسفند ۱۳۸۲ تا خرداد ۱۳۹۰) براورد و سپس با استفاده از نتایج آن، ۳۰ درصد باقی مانده داده‌ها (خرداد ۱۳۹۰ تا آذر ۱۳۹۳) پیش‌بینی می‌شود. شکل ۲ مقادیر واقعی تفاضل مرتبه‌ی دوم نرخ تورم و مقادیر پیش‌بینی‌شده را هم‌زمان نشان می‌دهد. تطابق زیاد مقادیر پیش‌بینی‌شده و مقادیر واقعی مشهود می‌باشد و این بیانگر این است که پیش‌بینی از دقت بالایی برخوردار می‌باشد.



شکل ۲- مقادیر واقعی (p) و پیش‌بینی‌شده‌ی (PF) تفاضل مرتبه‌ی دوم نرخ تورم

۱-۱-۳- ارزیابی نتایج پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای

برای ارزیابی پیش‌بینی‌ها، معمولاً از خطاهای پیش‌بینی و یا توابعی از آن‌ها استفاده می‌شود. در این مقاله، برای این منظور از شاخص ریشه‌ی دوم میانگین توان‌های دوم خطا (RMSE) استفاده می‌شود که رابطه‌ی آن به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T}\sum(\dot{P}_F - \dot{P})^2} \quad (۷)$$

که T تعداد دوره‌های پیش‌بینی، $\dot{P}$ مقادیر واقعی تورم و $\dot{P}_F$ مقادیر پیش‌بینی‌شده‌ی نرخ تورم است. مقدار RMSE محاسبه‌شده برای پیش‌بینی انجام‌شده در این گزارش ۰/۰۰۲۲۶۴ می‌باشد که در مقایسه با مطالعات انجام‌گرفته‌ی قبلی، نشان‌دهنده‌ی مناسب بودن پیش‌بینی است.

۲-۳- پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای

پس از انجام پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای و آزمون نمودن صحت نتایج، می‌توان پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای را انجام داد. به این ترتیب که این بار مدل‌سازی با استفاده از کل داده‌های تورم و سپس برای دوره‌های آتی (دی، بهمن و اسفند ۱۳۹۳) پیش‌بینی انجام می‌شود. پس از براورد مدل‌های مختلف و مقایسه‌ی آن‌ها بر اساس معیار اطلاعاتی آکائیکه، بهترین مدل به‌صورت زیر تعیین می‌شود:

$$d\big(d(\dot{p})\big) = c + a_1\dot{p}_{t-1} + a_2\dot{p}_{t-2} + b_0 u_t + b_1 u_{t-1} + b_2 u_{t-2} + b_3 u_{t-3} \quad (۸)$$

که همان مدل مورد استفاده برای پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای می‌باشد. بعد از براورد مدل، پیش‌بینی برای دوره‌ی دی ماه ۱۳۹۳ انجام می‌شود. تفاضل مرتبه‌ی دوم تورم پیش‌بینی‌شده برابر با عدد ۰/۰۰۱۸ است. با انجام دو بار عمل عکس تفاضل‌گیری، به عدد ۰/۱۵۹۸ می‌رسیم. پس تورم پیش‌بینی‌شده برای دی ماه ۱۳۹۳، ۱۵/۹۸ درصد است و نسبت به تورم آذر ۱۳۹۳ (که برابر ۱۶/۸ است) دارای روند کاهشی می‌باشد. به همین ترتیب پیش‌بینی نرخ تورم دوازده ماه منتهی به ماه‌های بهمن و اسفند به‌ترتیب برابر ۱۵/۳ و ۱۴/۸ درصد می‌باشد.

نتایج حاصل از پیش‌بینی در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج پیش بینی تورم با استفاده از مدل سری‌های زمانی

ماه	پیش‌بینی
دی ماه ۱۳۹۳	۱۵٫۹۸
بهمن ماه ۱۳۹۳	۱۵٫۳
اسفند ماه ۱۳۹۳	۱۴٫۸

۴- بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله با استفاده از داده‌های تورم محاسبه‌شده توسط مرکز آمار ایران بهترین مدل سری زمانی برای تعیین ساختار تورم براورد، و با استفاده از نتایج این مدل، تورم دوازده ماه منتهی به ماه‌های دی، بهمن و اسفند ۱۳۹۳ پیش‌بینی شد. با مشاهده‌ی داده‌های تورم ملاحظه می‌شود نرخ تورم از آبان ماه سال ۱۳۹۲ روند کاهشی داشته که نشان‌دهنده‌ی مؤثر بودن سیاست‌های دولت جهت کاهش تورم است. مقایسه‌ی تورم پیش‌بینی‌شده در این مقاله نسبت به دوره‌ی قبل، روند کاهشی تورم را نیز تأیید می‌کند.

توضیحات

1. Root Mean Square Error
2. Structural
3. Time Series
4. Box Jenkins
5. Consumer Price Index
6. Autoregressive
7. Moving Average
8. Box Jenkins
9. Schwarz Criterion
10. Hannan-Quinn Criterion

11. Akaike Info Criterion

۱۲. در واقع چنانچه بررسی مانده‌ها، شواهدی دال بر وابستگی خطی را نشان ندهد، بدین معناست که مدل مناسب برازش به داده‌ها است.

13. Weak Stationary

14. Augmented Dickey Fuller

مرجع‌ها

[۱] آقایی، کیومرث و پورمیری، بهروز (۱۳۸۶). پیش‌بینی روند قیمت فولاد با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و مقایسه‌ی نتایج آن با روش ARIMA، فصلنامه‌ی بررسی‌های اقتصادی، شماره ۱.

[۲] اندرس، والتر (۱۳۸۹). اقتصادسنجی سری های زمانی، مهدی صادقی (مترجم)، انتشارات دانشگاه امام صادق.

[۳] مرکز آمار ایران (خرداد ۱۳۹۳). گزارش شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی، تهران.

[۴] مشیری، سعید (۱۳۸۴). پیش‌بینی تورم با استفاده از مدل‌های ساختاری، سری‌های زمانی و شبکه‌های عصبی، مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، شماره‌ی ۵۸.

[۵] نوفرستی، محمد (۱۳۹۱). ریشه‌ی واحد و هم‌جمعی در اقتصادسنجی، انتشارات رسا، تهران.

[6] Diebold, F.X. (2009). Elements of Forecasting, International Thomson Publishing.

[7] Faust, J. and Jonathan, H. (2010). *Wright, Forecasting Inflation*, John Hopkins, department of economic.

[8] Moriyama, K. and Abdul Nasser, (2009). Forecasting Inflation in Sudan, IMF Working paper.

[9] Moshiri, S. and Cameron, N. (2005). Econometric Versus ANN Models in Forecasting Inflation, *Journal of Forecasting*, **26**.

[10] Stock, J.H. and Watson, M.W. (1998). A Comparison of Linear and Nonlinear Univariate Models for Forecasting Macroeconomic Time Series, NBER Working Paper, **6607**.

پیوست ۱

Sample: 5 126
Included observations: 122

Q-statistic probabilities adjusted for 5 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
.|. |	.|. |	1	-0.017	-0.017	0.0371	
*|. |	*|. |	2	-0.145	-0.146	2.6985	
.|. |	.|. |	3	0.018	0.013	2.7419	
.|. |	.|. |	4	0.026	0.006	2.8291	
.|. |	.|. |	5	0.025	0.031	2.9076	
.|. |	.|. |	6	-0.026	-0.021	2.9975	0.083
.|. |	.|. |	7	0.043	0.051	3.2411	0.198
*|. |	*|. |	8	-0.084	-0.092	4.1672	0.244
.|. |	.|. |	9	0.053	0.066	4.5405	0.338
*|. |	*|. |	10	-0.080	-0.111	5.4071	0.368
.|. |	.|. |	11	0.014	0.037	5.4328	0.490
.|. |	.|. |	12	-0.016	-0.052	5.4667	0.603
.|. |	.|. |	13	-0.064	-0.045	6.0298	0.644
.|. |	.|. |	14	0.003	-0.020	6.0312	0.737
.|. |	.|* |	15	0.071	0.079	6.7435	0.749
.|. |	.|. |	16	-0.032	-0.058	6.8894	0.808
.|. |	.|. |	17	-0.022	0.032	6.9560	0.861
.|* |	.|* |	18	0.190	0.159	12.229	0.509
.|* |	.|* |	19	0.075	0.101	13.057	0.522
.|. |	.|. |	20	-0.009	0.031	13.068	0.597
.|. |	.|. |	21	-0.023	0.003	13.148	0.662
*|. |	*|. |	22	-0.162	-0.197	17.123	0.446
.|. |	.|. |	23	-0.014	-0.033	17.154	0.513
.|* |	.|* |	24	0.165	0.110	21.343	0.318
.|* |	.|* |	25	0.082	0.106	22.394	0.320
*|. |	.|. |	26	-0.100	-0.045	23.977	0.294
.|. |	.|. |	27	-0.036	-0.009	24.188	0.337
*|. |	*|. |	28	-0.098	-0.136	25.737	0.313
.|. |	.|. |	29	-0.052	-0.059	26.184	0.344
.|* |	.|* |	30	0.114	0.085	28.325	0.293
.|. |	.|. |	31	-0.060	-0.017	28.931	0.314
*|. |	*|. |	32	-0.084	-0.072	30.117	0.309
.|. |	.|. |	33	0.018	-0.012	30.171	0.355
.|. |	.|. |	34	0.019	-0.027	30.230	0.403
.|. |	.|. |	35	-0.035	-0.035	30.443	0.443
.|* |	.|* |	36	0.127	0.121	33.267	0.357

پیوست ۲

خروجی نرم‌افزار براورد مدل

Dependent Variable: Y
Method: Least Squares
Date: 07/17/14 Time: 21:20
Sample (adjusted): 5 91
Included observations: 87 after adjustments
Convergence achieved after 20 iterations
MA Backcast: 2 4

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.15E-05	0.000418	0.147186	0.8834
AR(1)	1.657339	0.079574	20.82753	0.0000
AR(2)	-0.777647	0.081652	-9.523911	0.0000
MA(1)	-1.387665	0.118846	-11.67616	0.0000
MA(2)	0.398836	0.202808	1.966567	0.0527
MA(3)	0.335280	0.115210	2.910162	0.0047

R-squared	0.419931	Mean dependent var	0.000164
Adjusted R-squared	0.384124	S.D. dependent var	0.001757
S.E. of regression	0.001378	Akaike info criterion	-10.26920
Sum squared resid	0.000154	Schwarz criterion	-10.09914
Log likelihood	452.7102	Hannan-Quinn criter.	-10.20072
F-statistic	11.72772	Durbin-Watson stat	2.000882
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.83+.30i		.83-.30i	
Inverted MA Roots	.86+.49i	.86-.49i		-.34

نادر حکیمی‌پور
دکتری اقتصاد
تهران، خیابان سید جمال‌الدین اسدآبادی، خیابان ۲۵، شماره‌ی ۵، پژوهشکده‌ی آمار.
رایانشانی: nhakimipoor@yahoo.com

محمدصادق علی‌پور
دکتری اقتصاد
تهران، خیابان سید جمال‌الدین اسدآبادی، خیابان ۲۵، شماره‌ی ۵، پژوهشکده‌ی آمار.
رایانشانی: avazalipour@hotmail.com

منصوره یزدان‌خواه
فوق لیسانس اقتصاد
تهران، خیابان دکتر فاطمی، کوچه‌ی رهی معیری، شماره‌ی ۱، مرکز آمار ایران.
رایانشانی: m941975@yahoo.com

اسعد اله‌رضایی
دانشجوی دکتری اقتصاد
تهران، خیابان دکتر فاطمی، کوچه‌ی رهی معیری، شماره‌ی ۱، مرکز آمار ایران.
رایانشانی: alahrezaee@yahoo.com