فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران/ سال بیستم/ شماره ۶۴/ پاییز ۱۳۹۴/ صفحات ۸۷-۵۵

مقایسه عملکرد روش‌های مستقیم و تکرار شونده در پیش‌بینی زمان حقیقی نرخ تورم در ایران

سید مهدی برکچیان[۱]

حامد عطریانفر[۲]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۳/۰۷/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۰

چکیده

نرخ تورم یکی از متغیرهای کلیدی اقتصاد کلان است که پیش‌بینی دقیق آن برای افق‌های بیش از یک دوره مورد نیاز نهادهای سیاستگذار و به ویژه بانک مرکزی است. روش‌های مستقیم و تکرار شونده دو تکنیک متداولی است که در ادبیات به‌هنگام پیش‌بینی در افق‌های بیش از یک دوره پیشنهاد می‌شود. این مطالعه با بهره‌گیری از طیف وسیعی از متغیرهای اقتصادی به بررسی این دو روش برای پیش‌بینی زمان حقیقی نرخ تورم در ایران می‌پردازد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که عموما با افزایش افق پیش‌بینی، عملکرد روش تکرار شونده نسبت به روش مستقیم بهبود می‌یابد. برای معیارهای اطلاعاتی که وقفه کمتری انتخاب می‌کنند (مانند شوارتز)، روش مستقیم در کوتاه‌مدت (۱ فصل و ۲ فصل) و روش تکرار شونده در بلندمدت (۳ فصل و ۴ فصل) برتری دارد، در حالی‌که برای معیارهای اطلاعاتی که وقفه بیشتری انتخاب می‌کنند (مانند آکایکه)، مقایسه بین این دو روش وابسته به افق پیش‌بینی نبوده و روش تکرار شونده به‌طور کلی دارای دقت بیشتری است.

واژگان کلیدی: پیش‌بینی چند دوره‌ای، دقت پیش‌بینی، پیش‌بینی زمان‌حقیقی، نرخ تورم

طبقه‌بندی JEL: *C22; C52; C53; E37; E47; E31*

۱- استادیار دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه صنعتی شریف، گروه اقتصاد-نویسنده مسئول

barakchian@sharif.edu

۲- کارشناس ارشد پژوهشکده پولی و بانکی hamed_atrianfar@yahoo.com

۱- مقدمه

یکی از کلیدی‌ترین متغیرهایی که پیش‌بینی دقیق مقادیر آینده آن نقش موثری بر نحوه تصمیم‌گیری عوامل اقتصادی دارد، نرخ تورم است. هنگام پیش‌بینی نرخ تورم برای افق‌های بیش از یک دوره، به‌طور کلی دو روش در ادبیات پیشنهاد شده‌است: روش مستقیم[1] و روش تکرار شونده[2] و[3]. برای توضیح بیشتر، به‌عنوان مثال فرض کنید متغیر x_t از فرآیند خودرگرسیون زیر (معادله (۱)) تبعیت می‌کند:

$$x_t = a_0 + \sum_{i=1}^{p} a_i x_{t-i} + \varepsilon_t \qquad (۱)$$

با در دست داشتن n مشاهده از این فرآیند، می‌خواهیم مقدار این متغیر را برای h دوره بعد، x_{n+h}، پیش‌بینی کنیم. شیوه کار روش تکرار شونده به این صورت است که ابتدا با n مشاهده موجود، معادله (۱) برآورد شده و پیش‌بینی برای یک دوره بعد، $\hat{x}_{n+1}$، تولید می‌شود. سپس با استفاده از ضرایب تخمین زده شده و بکارگیری پیش‌بینی تولید شده برای یک دوره بعد در سمت راست معادله (۱)، پیش‌بینی برای دو دوره بعد تولید می‌شود. به همین ترتیب در هر مرحله با بکارگیری مقدار پیش‌بینی تولید شده در مرحله قبل، مقدار پیش‌بینی برای مرحله بعد تولید شده تا اینکه در آخر مقدار پیش‌بینی متغیر برای h دوره بعد، یعنی $\hat{x}_{n+h}$، به‌دست آید، اما در روش مستقیم از تخمین معادله (۲) برای تولید پیش‌بینی استفاده می‌شود:

$$x_t = b_0 + \sum_{i=1}^{p} b_i x_{t-h-i+1} + \varepsilon_t \qquad (۲)$$

با استفاده از n مشاهده در دست، معادله (۲) را برآورد کرده و پیش‌بینی $\hat{x}_{n+h}$ را اینگونه ارائه می‌کنیم:

$$\hat{x}_{n+h} = \hat{b}_0 + \sum_{i=1}^{p} \hat{b}_i \hat{x}_{n-i+1}$$

1- Direct

2- Iterated

۳ - در ادبیات پیش‌بینی، روش «مستقیم» به روش «ایستا» و روش «تکرارشونده» به روش «پویا» معروف شده است.

بدیهی است که در روش تکرار شونده، افق پیش‌بینی هرچه باشد تنها یک معادله برآورد می‌شود، اما در روش مستقیم برای هر افق پیش‌بینی باید معادله‌ای جداگانه برآورد شود. با بیان این مقدمات، سوالی که مطرح می‌شود، این است که کدام‌یک از روش‌های گفته شده برای پیش‌بینی نرخ تورم در افق‌های بیش از یک دوره مناسب‌تر است؟ مطالعات انجام شده در این حوزه از دو منظر نظری و تجربی به این سوال پاسخ داده‌اند که در این قسمت مرور مختصری روی آنها انجام می‌شود.

اینگ (۲۰۰۳) نشان می‌دهد در صورتی که فرآیند تولید داده[1]، یک فرآیند خودرگرسیون از مرتبه p (که p نامعلوم است) باشد و برای تخمین آن از یک فرآیند خود رگرسیون با مرتبه $k \geq p$ استفاده کنیم (یعنی خطای تصریح نداشته باشیم)، تحت برقراری فروض خاصی، میانگین مجذور خطای پیش‌بینی ($MSFE$)[2] برای افق پیش‌بینی $h(h \geq 2)$ در روش تکرار شونده به‌طور مجانبی کمتر از روش مستقیم است، اما اگر دچار خطای تصریح شویم، یعنی برای تخمین معادله از یک فرآیند خودرگرسیون با مرتبه $k < p$ استفاده کنیم، $MSFE$ برای افق بیش از دو دوره در روش تکرار شونده به‌طور مجانبی بیشتر از روش مستقیم خواهد بود.

پرویتی (۲۰۱۱) با در نظر گرفتن یک فرآیند خودرگرسیون از مرتبه p، $MSFE$ را برای دو روش تکرار شونده و مستقیم به صورت تحلیلی به دست آورده و نشان داده تحت شرایطی $MSFE$ روش تکرار شونده بزرگ‌تر مساوی $MSFE$ روش مستقیم است (در این مقایسه، نااطمینانی تخمین[3] لحاظ نشده است). نتایج شبیه‌سازی وی نشان می‌دهد که اولا برتری روش مستقیم نسبت به روش تکرار شونده با کاهش افق پیش‌بینی و افزایش مرتبه فرآیند خودرگرسیون کاهش می‌یابد، ثانیا بیشترین برتری روش مستقیم نسبت به روش تکرار شونده زمانی است که خطای تصریح زیاد باشد.

1- Data Generating Process (DGP)
2- Mean Squared Forecast Error
3- Estimation Uncertainty

نتایج مقایسه تئوریک بین روش‌های مستقیم و تکرار شونده تحت فروضی حاصل می‌شود که این فروض لزوما در مدل‌های تجربی برقرار نیستند، از این رو به نظر می‌رسد برای نتیجه‌گیری در این موضوع باید مقایسه بین این دو روش پیش‌بینی به صورت تجربی و با داده‌های واقعی نیز صورت گیرد.

مارسلینو و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه خود با در نظر گرفتن ۱۷۰ سری زمانی از متغیرهای اقتصاد کلان ایالات متحده با تناوب ماهانه، توزیع نسبت *MSFE* روش مستقیم به روش تکرار شونده را بررسی کرده‌اند. نتایج آنها نشان می‌دهد در مدل‌های با وقفه کم[۱]، روش مستقیم و در روش‌های با وقفه بیشتر[۲]، روش تکرار شونده بهتر عمل می‌کند. آنها سپس نشان می‌دهند در متغیرهای مربوط به گروه قیمت‌ها، دستمزدها و پولی (اسمی) و در مدل‌های با وقفه کم، دقت روش مستقیم در تمامی افق‌های پیش‌بینی بیشتر از روش تکرار شونده است، اما در مدل‌های با وقفه بیشتر، مزیت روش مستقیم کمرنگ می‌شود. همچنین در سایر متغیرها روش تکرار شونده در تمامی افق‌های پیش‌بینی دارای عملکرد پیش‌بینی بهتری است.

پسران و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از داده‌های مطالعه مارسلینو و همکاران (۲۰۰۶) نشان داده‌اند که اگر طول دوره تخمین مدل اندک باشد در تمامی افق‌های پیش‌بینی روش تکرار شونده با معیار آکایکه برای انتخاب طول وقفه، عملکرد بهتری دارد، اما هنگامی که طول دوره تخمین قابل توجه باشد، در افق‌های پیش‌بینی کوتاه‌مدت[۳]، روش مستقیم با معیار پیشنهاد شده توسط نویسندگان برای انتخاب طول وقفه و در افق‌های پیش‌بینی بلندمدت[۴]، روش تکرار شونده با معیار آکایکه برای انتخاب طول وقفه، دارای دقت بیشتری است[۵].

۱- مدل‌هایی که مقدار وقفه در آنها به وسیله معیار شوارتز (SIC) تعیین شده یا عدد ثابت ۴ در نظر گرفته شده است.

۲- مدل‌هایی که مقدار وقفه در آنها به وسیله معیار آکایکه (AIC) تعیین شده یا عدد ثابت ۱۲ در نظر گرفته شده است.

۳- ۳ و ۶ ماه

۴- ۱۲ و ۲۴ ماه

۵- در این مطالعه طول دوره تخمین اندک، استفاده از ۱۲۰ مشاهده برای تخمین مدل و منظور از قابل¬ توجه بودن طول دوره تخمین استفاده از ۲۴۰ مشاهده برای تخمین مدل است.

پسران و همکاران (۲۰۱۱) این نکته را متذکر می‌شوند که چون در روش مستقیم داده‌ها همپوشانی دارند، از این رو پسماندها دارای خودهمبستگی خواهند بود. آنها هم در مرحله انتخاب مدل و هم در مرحله تخمین مدل، این خودهمبستگی را لحاظ کرده‌اند. در مرحله انتخاب مدل با ایجاد تغییری در معیار آکایکه[1]، معیار اطلاعاتی جدیدی برای انتخاب مدل ارائه داده‌اند و در مرحله تخمین مدل، روش رگرسیون به ظاهر ناهمبسته‌ای[2] پیشنهاد داده‌اند که داده‌ها را در بلوک‌های غیرهمپوشان شناسایی می‌کند.

کانگ (۲۰۰۳) با در نظر گرفتن یک فرآیند خودرگرسیون مانا به عنوان فرآیند تولید داده، روش پیش‌بینی تکرار شونده و مستقیم را روی ۹ سری زمانی اقتصادی ایالات متحده با یکدیگر مقایسه کرده است. این مقایسه در دو دوره رکود[3] و دوره بازیابی بعد از رکود[4] صورت گرفته است. نتیجه مطالعات وی حاکی از این است که برتری هر کدام از این روش‌ها بر دیگری بستگی به دوره مقایسه (رکود یا بازیابی بعد از رکود) و همچنین روش تعیین وقفه دارد و حتی در یک دوره مقایسه مشخص و با انتخاب یک روش خاص برای تعیین وقفه، هیچ‌کدام از روش‌های تکرار شونده و مستقیم بر دیگری برتری ندارد.

پرویتی (۲۰۱۱) در مطالعه خود نتیجه گرفته است که در مورد متغیرهای قیمتی[5] روش مستقیم به طور معناداری بهتر از روش تکرار شونده عمل می‌کند، اما این نتیجه در مورد سطح متغیرهای حقیقی (مانند تولید ناخالص داخلی، تولید صنعتی، اشتغال و...) به غیر از یک مورد برقرار نیست.

در مورد مطالعات انجام شده برای نرخ تورم ایران، می‌توان گفت مقالات گوناگونی وجود دارند که با استفاده از روش‌های مختلف به پیش‌بینی نرخ تورم در ایران پرداخته‌اند. به‌عنوان نمونه، مشیری (۱۳۸۰) توانایی شبکه عصبی در پیش‌بینی نرخ تورم را با توانایی مدل‌های ساختاری و سری‌های زمانی مقایسه کرده و حنفی‌زاده، پورسلطانی و

1- Akaike Information Criterion (AIC)
2- Seemingly Unrelated Regression

۳- دوره ۱۹۸۹:۱۲ تا ۱۹۹۱:۱۲

۴- دوره۱۹۹۲:۱۲ تا ۱۹۹۴:۱۲

۵- در مطالعه مزبور، نرخ تورم این متغیرها پیش‌بینی شده است.

ساکتی (۱۳۸۶) نتیجه گرفته‌اند که در پیش‌بینی نرخ تورم ایران برای افق‌های کوتاه‌مدت، شبکه عصبی مصنوعی نسبت به مدل‌های خودرگرسیون از دقت بیشتری برخوردار است.

حیدری (۱۳۹۱) عملکرد چند نوع از مدل‌های خودرگرسیون برداری بیزی[1] را در پیش‌بینی نرخ تورم ایران بررسی کرده است. حیدری (۱۳۹۰) نشان داده است که استفاده از تبدیل *Bewley* در مدل خودرگرسیون برداری، دقت پیش‌بینی را نسبت به مدل‌های کلاسیک بیزی افزایش می‌دهد.

از مرور بر مطالعات صورت گرفته در زمینه پیش‌بینی تورم در ایران، در مجموع مشاهده می‌شود که هیچ یک از این مطالعات به استثنای برکچیان و کرمی (۱۳۹۲) به طور مستقیم به مقایسه روش‌های مستقیم و تکرار شونده نپرداخته‌اند.

برکچیان و کرمی (۱۳۹۲) با بررسی مدل خودرگرسیون تک متغیره برای پیش‌بینی نرخ تورم در ایران و برای افق‌های پیش‌بینی ۲ تا ۴ فصل به این نتیجه دست یافته‌اند که برتری روش‌های مستقیم و تکرار شونده بر یکدیگر به معیار انتخاب وقفه بستگی دارد، به این ترتیب که با معیار آکایکه، روش تکرار شونده و با معیار شوارتز[2] و هنان-کوئین[3]، روش مستقیم دارای دقت بیشتری است.

با توجه به اینکه هنگام پیش‌بینی‌های با افق‌های بیش از یک دوره (پیش‌بینی‌های میان/بلندمدت و گاه کوتاه‌مدت) باید یکی از دو روش مستقیم و تکرار شونده را انتخاب کرد. همچنین با وجود بررسی عملکرد این دو روش در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی کشورهای مختلف، تاکنون بررسی فراگیری مانند مطالعه حاضر در زمینه مقایسه عملکرد دو روش مستقیم و تکرارشونده در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی ایران صورت نگرفته و می‌توان آن را اولین گام در این راستا دانست. این مطالعه ضمن استفاده از محتوای اطلاعاتی ۸۰ متغیر اقتصادی برای پیش‌بینی نرخ تورم به مقایسه دو روش مستقیم و تکرار شونده پرداخته است.

1- Bayesian Vector Auto-Regression (BVAR)
2- Schwarz Information Criterion (SIC)
3- Hannan-Quinn Information Criterion (HQC)

در توجیه استفاده از این ۸۰ متغیر برای پیش‌بینی، می‌توان گفت که روابط بین متغیرهای اقتصادی و نرخ تورم آنچنان گسترده و فراگیر است که نمی‌توان عوامل اثرگذار بر نرخ تورم را محدود به مجموعه اندکی از متغیرها کرد.

نظریه‌های اقتصادی مانند منحنی فیلیپس، نظریه مقداری پول و نظریه ساختار زمانی نرخ بهره، پشتوانه نظری برای رابطه تنها بعضی از متغیرها با تورم را فراهم می‌کنند در حالی که در عمل حجم گسترده‌ای از داده‌ها موجود است که می‌تواند به پیش‌بینی تورم کمک کند و مطالعات فراوانی مانند استاک و واتسون (۲۰۰۲)، لیو و جنسن (۲۰۰۷) و هیج و همکاران (۲۰۰۸) وجود دارد که برای پیش‌بینی از اطلاعات موجود در حجم وسیعی از داده‌ها استفاده می‌کنند. به علاوه باید در نظر داشت که در مقوله پیش‌بینی، تنها اتکا به تئوری و نظریه‌های اقتصادی در قالب روابط علی و معلولی مدنظر نیست، بلکه هرگونه اطلاعاتی که بتواند «خطای پیش‌بینی» را کاهش دهد، مفید خواهد بود.

نکته دیگر اینکه نهادهای سیاستگذار به خصوص بانک مرکزی علاوه بر اینکه باید مقایسه‌ای بین روش‌های مستقیم و تکرار شونده داشته باشند (تا برای پیش‌بینی‌های خود از روش برتر استفاده کنند)، لازم است این مقایسه را به صورت زمان حقیقی[1] انجام دهند تا نتایج آن برای اتخاذ سیاست‌های مناسب، معتبر باشد. مطالعه حاضر در این راستا ابتدا با استفاده از طیف وسیعی از متغیرهای اقتصادی، پیش‌بینی‌های گوناگونی از نرخ تورم ایران به‌صورت زمان حقیقی و با دو روش مستقیم و تکرار شونده تولید کرده است. سپس با استفاده از آزمون بوت استرپ ارائه شده توسط مارسلینو و همکاران (۲۰۰۶)، مقایسه‌ای آماری بین این دو روش انجام داده است. نتیجه این مقایسه حاکی از آن است که بجز در افق‌های پیش‌بینی کوتاه‌مدت (۱ فصل و ۲ فصل) و آن هم برای معیارهایی که وقفه کمتری انتخاب می‌کنند (معیار ثابت ۰ فصل و معیار شوارتز) به طور کلی در سایر افق‌های پیش‌بینی و معیارهای انتخاب وقفه، روش تکرار شونده به دلیل کارایی خود در برآورد پارامترها عملکرد پیش‌بینی بهتری نسبت به روش مستقیم دارد.

1- Real Time

سایر قسمت‌های مقاله به این شرح ادامه می‌یابد: در قسمت دوم نحوه تولید پیش‌بینی‌های مستقیم و تکرار شونده و چگونگی مقایسه آنها توسط آزمون بوت استرپ توضیح داده می‌شود. قسمت سوم به شرح داده‌های مورد استفاده و وقفه انتشار آنها می‌پردازد. در قسمت چهارم نتایج حاصل از مقایسه پیش‌بینی‌های مستقیم و تکرار شونده ارائه می‌شود و قسمت پنجم نتیجه‌گیری می‌کند.

۲- پیش‌بینی تورم در افق‌های بیش از یک دوره

این مطالعه قصد دارد روش‌های مستقیم و تکرار شونده را با در نظر گرفتن شرایطی که یک پیش‌بینی‌کننده در عمل با آن مواجه است با یکدیگر مقایسه کند. از این رو، ارزیابی این دو روش در چارچوب پیش‌بینی زمان حقیقی صورت می‌گیرد.

در پیش‌بینی زمان حقیقی مساله وقفه انتشار اطلاعات و نیز تجدیدنظر در مقادیر اعلام شده در نظر گرفته می‌شود. به‌عنوان مثال، متغیر تولید ناخالص داخلی را در نظر بگیرید؛ قاعدتا به خاطر زمانبر بودن فرآیند جمع‌آوری داده‌های مربوط به بخش‌های مختلف اقتصاد و همفزون کردن آنها به منظور تولید رقم نهایی تولید ناخالص داخلی، مقدار این متغیر برای یک دوره مشخص در همان زمان در دسترس نخواهد بود و با وقفه‌ای (مثلا ۲ فصل) منتشر خواهد شد، به این ویژگی داده‌های زمان حقیقی، مساله وقفه انتشار[1] گویند. علاوه بر این، اولین مقدار انتشار یافته از تولید ناخالص داخلی برای یک دوره مشخص، تنها مقدار انتشار یافته این متغیر برای آن دوره نخواهد بود و در فصول بعد، مقادیر تولید ناخالص داخلی که برای همین دوره انتشار خواهد یافت، لزوما با مقدار اولیه انتشار آن یکسان نخواهدبود. این دومین ویژگی داده‌های زمان‌حقیقی، مساله تجدیدنظر در داده‌ها[2] نام دارد.

همانطور که کروشور و استارک (۲۰۰۳) بیان می‌کنند، تجدیدنظر در داده‌ها به دو علت می‌تواند رخ دهد؛ علت اول مربوط به مقوله اطلاعات است، یعنی با گذشت زمان و

1- Release Lag
2- Data Revision

جمع‌آوری داده‌های بیشتر، اطلاعات مربوط به متغیر موردنظر کامل‌تر و به طور طبیعی مقدار نهایی آن دقیق‌تر شده و در نتیجه تغییر خواهد کرد. علت دوم مربوط به تغییرات ساختاری است؛ مواردی مانند تغییر در تعریف یک متغیر، تغییر در نحوه همفزون کردن داده‌ها، تغییر در سال پایه و... می‌تواند باعث تغییر در مقدار یک متغیر و یا همان تجدیدنظر در آن شود، بنابراین به‌منظور لحاظ کردن شرایطی که یک پیش‌بینی‌کننده به‌طور واقعی با آن مواجه است، بسیاری از مطالعات، پیش‌بینی‌های خود را به صورت زمان حقیقی انجام می‌دهند[1].

در این مطالعه، تنها موضوع وقفه انتشار داده‌ها درنظر گرفته شده‌است، چراکه اطلاعات دقیقی در مورد تجدیدنظرهای صورت گرفته در مجموعه داده‌های مورد استفاده موجود نیست، از این رو جنبه دیگر از ویژگی‌های داده‌های زمان حقیقی، یعنی تجدیدنظر صورت گرفته در آنها بررسی نشده است.

۲-۱- پیش‌بینی مستقیم

در این روش برای هر افق پیش‌بینی معادله جداگانه‌ای تخمین زده می‌شود (معادله (۳)):

$$y_{t+h} = \alpha + \sum_{j=0}^{p} \beta_j y_{t-l_1-j} + \sum_{j=0}^{q} \gamma_j x_{t-l_2-j} + \varepsilon_{t+h} \qquad (۳)$$

در معادله (۳)، y همان متغیر هدف یا نرخ تورم و x همان متغیر توضیح‌دهنده، l_1 وقفه انتشار متغیر y و l_2 وقفه انتشار متغیر x و $0 \le p,q \le 3$ به‌ترتیب نمایانگر وقفه‌های بکار رفته برای متغیر هدف و متغیر توضیح‌دهنده در سمت راست معادله است.

در این مطالعه چهار روش برای تعیین وقفه در نظر گرفته شده است؛ وقفه ثابت ۰ فصل، وقفه ثابت ۳ فصل، تعیین وقفه به وسیله آماره اطلاعاتی آکایکه *(AIC)* و تعیین وقفه به وسیله آماره اطلاعاتی شوارتز *(SIC)* که بنا بر تشخیص هر کدام از آماره‌های اطلاعاتی، متغیر y می‌تواند از سمت راست معادله حذف شود، اما متغیر x حتما در سمت راست معادله ظاهر می‌شود و حداقل وقفه آن، وقفه صفر است. با توجه به اینکه در این مطالعه از

۱- نگاه کنید به عطریان‌فر و برکچیان (۱۳۹۰ و ۱۳۹۲)، استارک و کروشور (۲۰۰۲)، گولینلی و پاریگی (۲۰۰۸) و هیج و همکاران (۲۰۱۱)

۸۰ متغیر توضیح‌دهنده (x) برای توضیح نوسانات تورم استفاده می‌شود، معادله (۳) برای هرکدام از متغیرهای توضیح‌دهنده به صورت جداگانه برآورد می‌شود.

نکته دیگری که باید اشاره شود، استفاده از روش پیش‌بینی برون‌نمونه‌ای[1] در این مطالعه است. روش کار به این صورت است که فرض کنید حجم نمونه ما برابر با T باشد. ابتدا مقداری از داده‌ها را به عنوان حداقل حجم نمونه برای تخمین معادله در نظر می‌گیریم. فرض کنید این مقدار $T_0\left(T_0<T\right)$ باشد. از این رو ابتدا T_0 داده ابتدایی را جدا کرده با آنها معادله (۳) را تخمین می‌زنیم و با استفاده از ضرایب برآورد شده، پیش‌بینی خود را برای دوره T_0+h، یعنی $\hat{y}_{T_0+h}$ ارائه می‌دهیم. در مرحله بعد یک گام در زمان جلو می‌رویم و با استفاده از T_0+1 داده ابتدایی معادله (۳) را تخمین می‌زنیم و با استفاده از ضرایب برآورد شده، پیش‌بینی خود برای دوره T_0+h+1، یعنی $\hat{y}_{T_0+h+1}$ را ارائه می‌دهیم.

در هر مرحله، تعداد وقفه‌ها مستقل از مرحله قبل به طور جداگانه محاسبه می‌شود و به این ترتیب در هر مرحله یک گام در زمان جلو می‌رویم و همین کار را تکرار می‌کنیم تا آخرین پیش‌بینی، یعنی $\hat{y}_T$ حاصل شود. در این مطالعه مقدار $T_0=32$ در نظر گرفته شده و افق‌های پیش‌بینی ۱، ۲، ۳ و ۴ فصل بررسی شده است.

۲-۲- پیش‌بینی تکرار شونده

برای سهولت در توضیح این روش، فرض کنید وقفه انتشار متغیر y برابر ۱ فصل و وقفه انتشار متغیر x برابر ۲ فصل باشد، بنابراین اگر زمان حال را t بگیریم، داده‌های $\{y_1,y_2,\ldots,y_{t-1}\}$ و $\{x_1,x_2,\ldots,x_{t-2}\}$ در دسترس است. ابتدا با استفاده از داده‌های $\{y_i\}_{i=1}^{t-3}$ $\{x_i\}_{i=1}^{t-2}$ و معادله (۴) را برآورد می‌کنیم:

$$x_{i+1}=\alpha_0+\sum_{j=0}^{p}\alpha_{1j}y_{i-j}+\sum_{j=0}^{q}\alpha_{2j}x_{i-j}+\varepsilon_{i+1} \qquad (۴)$$

1- Out-of-Sample Forecasting

ضرایب برآوردشده معادله (۴) را $\hat{\alpha}$ نامیده و با استفاده از آنها و نیز الگوی این معادله، مقدار متغیر x در دوره $t-1$ را پیش‌بینی می‌کنیم $(\hat{x}_{t-1})$. در مرحله بعد با استفاده از داده‌های $\{y_i\}_{i=1}^{t-1}$ و $\{x_i\}_{i=1}^{t-2}$ معادله (۵) را برآورد می‌کنیم:

$$y_{i+1} = \beta_0 + \sum_{j=0}^{p} \beta_{1j} y_{i-j} + \sum_{j=0}^{q} \beta_{2j} x_{i-j} + \varepsilon_{i+1} \qquad (۵)$$

و ضرایب برآوردشده معادله (۵) را $\hat{\beta}$ می‌نامیم. حال با استفاده از $\hat{\beta}$، داده‌های متغیر y $(\{y_i\}_{i=1}^{t-1})$، داده‌های متغیر x به‌انضمام پیش‌بینی تولید شده برای آن $(\{\{x_i\}_{i=1}^{t-2}, \hat{x}_{t-1}\})$ و الگوی معادله (۵)، می‌توان مقدار متغیر y را برای دوره t پیش‌بینی کرد $(\hat{y}_t)$. به‌همین ترتیب در مرحله بعد با استفاده از داده‌های $\{y_i\}_{i=1}^{t-1}$، $\{\{x_i\}_{i=1}^{t-2}, \hat{x}_{t-1}\}$ و مقادیر $\hat{\alpha}$، پیش‌بینی زمان حال متغیر x $(\hat{x}_t)$ تولید می‌شود، سپس با استفاده از داده‌های $\{\{y_i\}_{i=1}^{t-1}, \hat{y}_t\}$، $\{\{x_i\}_{i=1}^{t-2}, \hat{x}_{t-1}, \hat{x}_t\}$ و مقادیر $\hat{\beta}$، پیش‌بینی ۱ فصل جلوتر از متغیر y $(\hat{y}_{t+1})$ به دست می‌آید. همین فرآیند برای تولید پیش‌بینی از متغیر y در افق‌های بیشتر پیش‌بینی تکرار می‌شود.

برای تعیین مقدار وقفه معادلات (۴) و (۵) از چهار روش ذکر شده در قسمت قبل استفاده می‌شود با این تفاوت که در معادله (۴) بنا بر تشخیص هر کدام از آماره‌های اطلاعاتی، متغیر x نیز می‌تواند از سمت راست معادله حذف شود. سایر مسائل مربوط به پیش‌بینی (روش برون‌نمونه‌ای و...) مانند روش مستقیم لحاظ شده است. همچنین از آنجا که کمترین طول سری زمانی پیش‌بینی مربوط به روش مستقیم با افق پیش‌بینی ۴ فصل و وقفه انتشار ۲ فصل است که طولی برابر ۳۳ دارد، بنابراین برای ایجاد شرایط برابر هنگام مقایسه پیش‌بینی‌ها با یکدیگر از ۳۳ داده اخیر پیش‌بینی‌ها (۱۳۷۹:۳ تا ۱۳۸۷:۳) برای ارزیابی این دو روش استفاده می‌کنیم.

۲-۳- مقایسه بین پیش‌بینی‌های مستقیم و تکرار شونده

این مطالعه در پی آن است که مشخص کند برای پیش‌بینی تورم در افق‌های بیش از یک دوره، کدام‌یک از روش‌های مستقیم یا تکرار شونده بهتر است. اگر برای یک متغیر توضیحی مشخص بخواهیم روش مستقیم و تکرار شونده را مقایسه کنیم، می‌توان از آزمون‌های ارائه شده توسط وست (۱۹۹۶) و کلارک و مک‌کراکن (۲۰۰۱) استفاده کرد، اما سوالی که در این مطالعه می‌خواهیم به آن پاسخ دهیم عبارت است از اینکه اگر جامعه آماری متغیرهای اقتصاد کلان (نه فقط یک متغیر خاص) که یک نمونه به حجم ۸۰ متغیر را از آن در دست داریم، به عنوان متغیر توضیحی برای پیش‌بینی نرخ تورم در نظر گرفته شود، کدام‌یک از روش‌های مستقیم و تکرار شونده بر دیگری برتری دارد. به عبارت دیگر، به طور کلی برای پیش‌بینی نرخ تورم در افق‌های بیش از یک دوره، کدام روش بهتر است. برای این منظور، برای هر کدام از ۸۰ متغیر توضیح‌دهنده -با استفاده از معادلاتی که پیشتر توضیح داده شد- پیش‌بینی‌های مستقیم و تکرار شونده نرخ تورم را تولید کرده و نسبت میانگین مجذور خطای پیش‌بینی روش مستقیم را به روش تکرار شونده محاسبه می‌کنیم. به این ترتیب در پایان کار، ۸۰ مقدار برای میانگین مجذور خطای پیش‌بینی نسبی روش مستقیم به تکرار شونده داریم که به وسیله آن می‌توان توزیعی تجربی[1] مربوط به $MSFE$ نسبی[2] برای جامعه متغیرهای اقتصاد کلان[3] را به دست آورد. یک راه برای مقایسه این دو روش، استفاده از مشخصات این توزیع است که در مطالعه حاضر از اندازه‌های چارک اول، میانه، چارک سوم و میانگین استفاده شده است. اگرچه بررسی عددی این اندازه‌ها و مقایسه آنها برای معیارهای انتخاب وقفه متفاوت و در افق‌های پیش‌بینی مختلف -همانگونه که در قسمت ۴ خواهدآمد- می‌تواند سودمند بوده و اطلاعاتی به‌دست دهد، اما به تنهایی کفایت نمی‌کند.

1- Empirical Distribution

۲- به منظور جلوگیری از اطاله کلام در ادامه بحث از عبارت «MSFE نسبی» به‌جای «میانگین مجذور خطای پیش‌بینی نسبی روش مستقیم به تکرار شونده» استفاده می‌شود.

۳- این ۸۰ متغیر به عنوان نمونه‌ای از جامعه متغیرهای اقتصاد کلان در نظر گرفته شده‌اند.

به‌طور مثال، اگر میانگین $MSFE$ نسبی کوچک‌تر از یک بود،نمی‌توان حکم به برتری روش مستقیم بر تکرار شونده داد، چراکه نتیجه به دست‌آمده می‌تواند به این نمونه خاص از مشاهدات بستگی داشته باشد و با تغییر نمونه، نتیجه هم تغییر کند. بنابراین همانند موارد مشابه، مقایسه‌ها باید از طریق آزمون آماری انجام پذیرد. قدم بعدی در این راستا این است که اندازه‌های توزیع تجربی حاصله را به صورت آماری آزمون کنیم. برای این منظور از آزمون بوت استرپ[1] ارائه شده در مطالعه مارسلینو و همکاران (۲۰۰۶) استفاده می‌کنیم. روش کلی این آزمون که ما آن را برای کاربرد مدنظر خود تغییر داده‌ایم[2]، به این صورت است:

فرضیه صفر عبارت است از فرآیند تولید داده واقعی همان معادله پیش‌بینی تکرار شونده (معادله (۵)) است، از این رو روش تکرار شونده برای پیش‌بینی کارا خواهد بود. بنابراین ابتدا برای هر متغیر توضیحی، معادله (۵) را با استفاده از کل نمونه برآورد کرده و پسماندهای حاصله را در ماتریسی به نام res تجمیع می‌کنیم (ستون iام از ماتریس res، همان بردار پسماندهای حاصله از رگرسیون (۵) است وقتی در آن متغیر iام به‌عنوان متغیر توضیحی بکار رود). سپس با استفاده از یک مدل عامل[3]، چهار عامل از ماتریس پسماندها را استخراج کرده و پس از تقسیم بر انحراف معیار خود در ماتریسی به نام F می‌ریزیم. در مرحله بعد، رگرسیون زیر (معادله (۶)) را تخمین می‌زنیم:

$$res = F\lambda + e \qquad (۶)$$

که در آن e ماتریس خطاها (ستون iام از ماتریس e، برابر با بردار خطای متناظر با متغیر توضیحی iام است) و λ وزن مربوط به هر عامل[4] است. با تخمین معادله (۶)، تخمین وزن‌های هر عامل $(\hat{\lambda})$ و انحراف معیار خطای متناظر با هر متغیر توضیحی به دست می‌آید.

1- Bootstrap

۲- در حالی که ساختار کلی آزمون بوت استرپ مارسلینو و همکاران (۲۰۰۶) حفظ شده، ما آن را به منظور استفاده برای مدل‌های ARDL بکار رفته در این مطالعه، تغییر داده‌ایم.

3- Factor Model

4- Factor Loadings

مرحله بعد، مرحله بازآفرینی[1] داده‌هاست. برای این کار ابتدا هر ستون ماتریس e را توسط استخراجی از توزیع نرمال با میانگین صفر و انحراف معیار محاسبه شده در مرحله قبل و هر ستون ماتریس F را توسط استخراجی از توزیع نرمال با میانگین صفر و انحراف معیار یک باز آفرینی می‌کنیم. حال با در دست داشتن $\hat{\lambda}$ و مقادیر بازآفرینی شده e و F و بر اساس معادله (۶)، مقادیر پسماندها بازآفرینی می‌شوند. توجه شود که ستون kام از ماتریس بازآفرینی‌شده $res(res_k)$ متناظر با پسماندهای حاصل از بکارگیری متغیر توضیحی kام در تخمین معادله (۵) است.

در مرحله بعد با استفاده از بردار ضرایب $\hat{\beta}$ و مقدار وقفه‌های انتخاب شده که هنگام تخمین معادله (۵) با استفاده از کل نمونه به دست آمد و همچنین با بکارگیری res_k به جای ε و متغیر توضیحی kام در معادله (۵)، متغیر هدف متناظر با متغیر توضیحی kام $(y_k, k=1,\ldots,80)$ بازآفرینی می شود. سپس با استفاده از متغیر توضیحی kام و متغیر هدف بازآفرینی شده متناظر با آن، پیش‌بینی‌های مستقیم و تکرار شونده برای y_k –همانطور که قبلا توضیح داده شد– تولید شده و $MSFE$ نسبی محاسبه می‌شود. به این ترتیب ۸۰ مقدار از $MSFE$ نسبی (متناظر با متغیرهای توضیحی که به‌عنوان نمونه‌ای از جامعه متغیرهای اقتصاد کلان در نظر گرفته شده‌اند) حاصل می‌شود که می‌توان آن را توزیعی تجربی از $MSFE$ نسبی قلمداد کرده و اندازه‌های چارک اول، میانه، چارک سوم و میانگین را برای آن محاسبه کرد. حال اگر این فرآیند بازآفرینی ۵۰۰ بار تکرار و در هر بار این اندازه‌ها محاسبه شود، توزیع بوت استرپ[2] اندازه‌ها به دست می‌آید که می‌توان از آنها برای آزمون آماری استفاده کرد. حال با استفاده از توزیع‌های به دست‌آمده به بررسی اندازه‌های حاصله می‌پردازیم.

برای سادگی و به عنوان مثال، میانگین $MSFE$ نسبی که از پیش‌بینی‌های تولید شده به وسیله داده‌های در دست حاصل شده است (میانگین $MSFE$ نسبی مشاهده شده) را در نظر بگیرید. تحت فرضیه صفر، یعنی هنگامی که روش تکرار شونده پیش‌بینی بهتری تولید

1- Replication
2- Bootstrap Distribution

می‌کند با استفاده از روشی که در بالا توضیح داده شد و با استفاده از بازآفرینی داده‌ها، توزیع بوت استرپ میانگین *MSFE* نسبی را در اختیار داریم. مقدار احتمال[1] متناظر با این آزمون فرضیه عبارت است از درصد مواردی که در توزیع بوت استرپ میانگین *MSFE* نسبی کمتر از میانگین *MSFE* نسبی مشاهده شده، باشند. حال اگر این مقدار احتمال کمتر از سطح اطمینان مورد نظر (مثلا ۵ درصد) باشد، فرضیه برابری میانگین *MSFE* نسبی مشاهده‌شده با میانگین *MSFE* نسبی جامعه متغیرهای اقتصاد کلان هنگامی که روش تکرار شونده پیش‌بینی بهتری نسبت به روش مستقیم تولید می‌کند، تایید نمی‌شود. به‌عبارت دیگر، می‌توان گفت که روش مستقیم پیش‌بینی دقیق‌تری تولید می‌کند.

توجه شود که این آزمون آماری برای هر چهار نوع روش وقفه ثابت ۰، وقفه ثابت ۳، تعیین وقفه به وسیله آماره اطلاعاتی آکایکه *(AIC)* و تعیین وقفه به وسیله آماره اطلاعاتی شوارتز *(SIC)* و نیز برای افق‌های پیش‌بینی ۱، ۲، ۳ و ۴ فصل تکرار شده است.

۳- داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق با رجوع به منابع مختلف، در نهایت ۸۰ متغیر (بجز متغیر مورد پیش‌بینی) با تناوب فصلی و از سال ۱۳۶۹:۱ تا سال ۱۳۸۷:۲ گردآوری شد. این متغیرها را می‌توان به ۸ گروه کلی حسابداری ملی، پولی و اعتباری، مسکن و ساختمان، اشتغال، دارایی‌های مالی، درآمدها و هزینه‌های دولت، شاخص‌های قیمت و انرژی تقسیم کرد. متغیر مورد پیش‌بینی، π_t، نرخ رشد سالانه شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی است. به بیان دیگر، اگر P_t شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی در پایان فصل t باشد[2]، آنگاه داریم:

$$\pi_t = 400ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

1- P-Value

۲- داده‌های شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی از وب‌سایت بانک مرکزی به آدرس http://cbi.ir/category/1611.aspx قابل دستیابی است.

در این مطالعه به خاطر استفاده از چارچوب زمان حقیقی برای پیش‌بینی، علاوه بر خود داده‌ها، بعد دیگری از آنها، یعنی وقفه انتشار نیز حائز اهمیت است. بنابراین باید ساختاری برای وقفه انتشار متغیرها در نظر گرفته شود. روشی که در این مطالعه در پیش گرفته شده، این است که برای به دست آوردن وقفه انتشار متغیرها به کارشناسان بانک مرکزی مراجعه و از آنها در این مورد سوال شده است که نتایج آن در جدول (۱) آمده است[۱].

نکته دیگری که باید به آن اشاره کرد این است که روند انتشار داده‌ها از سال ۱۳۸۷ به بعد دچار تغییر شده و از ساختار قبل تبعیت نمی‌کند، به همین خاطر دوره مورد بررسی از انتها به فصل دوم سال ۱۳۸۷ محدود شده است. همچنین بعضی از متغیرها با وقفه کمتری نسبت به آنچه در جدول (۱) آمده است، منتشر می‌شوند. مثلا شاخص قیمت کالاها و خدمات با وقفه یک ماهه منتشر می‌شوند، اما از آنجا که در این مطالعه با تناوب فصلی کار شده است، وقفه آن برابر ۱ فصل در نظر گرفته شده است.

جدول (۱)- وقفه انتشار متغیرها*

گروه متغیرها	تعداد متغیرها	وقفه انتشار اطلاعات
حساب‌های ملی	۲۳	۲ فصل
اشتغال	۱	۱ فصل
پولی و اعتباری	۱۳	۱ فصل
دولت	٦	۲ فصل
دارایی‌های مالی	٤	۱ فصل
ساختمان و مسکن	۷	۲ فصل
انرژی	٤	۱ فصل
شاخص‌های قیمت	۲۲	۱ فصل

* منبع گردآوری داده‌ها در قسمت پیوست ذکر شده‌است. اطلاعات مربوط به وقفه انتشار متغیرها با مراجعه به کارشناسان بانک مرکزی به دست آمده است.

۱- در اینجا از همکاری آقایان خاوری‌نژاد (پژوهشکده پولی و بانکی بانک مرکزی)، آذرمند (اداره حساب‌های اقتصادی بانک مرکزی)، نادری (دایره آمارهای پولی- اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی بانک مرکزی)، معنوی (دایره مالی- اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی بانک مرکزی)، مهرداد (دایره نیرو- اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی بانک مرکزی)، کاوند (دایره تراز پرداخت‌ها- اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی بانک مرکزی) و فروتن (اداره آمار اقتصادی بانک مرکزی) قدردانی می‌شود.

در بین متغیرهای مورد استفاده در این مطالعه چند گروه وجود دارند که متغیرهای موجود در آنها، هم بر اساس ارزش اسمی قابل تعریف است و هم بر اساس ارزش حقیقی. از آنجا که در این مطالعه از ارزش حقیقی این متغیرها استفاده شده‌است، در ادامه ابتدا این گروه‌ها را معرفی کرده و روش حقیقی کردن هر کدام را توضیح می‌دهیم:

۱- گروه حساب‌های ملی: متغیرهای این گروه هم به قیمت جاری و هم به قیمت سال پایه سال ۱۳۷۶ از بانک سری زمانی بانک مرکزی[1] استخراج شده است.

۲- گروه پولی و اعتباری: متغیرهای این گروه به صورت اسمی از بانک سری زمانی بانک مرکزی استخراج شده است. ارزش حقیقی این گروه از متغیرها با تقسیم ارزش اسمی بر شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی (سال پایه ۱۳۸۳) حاصل شده است.

۳- گروه وضعیت مالی دولت: متغیرهای این گروه به صورت اسمی از بانک سری زمانی بانک مرکزی استخراج شده است. برای حقیقی کردن متغیرهای این گروه چند شاخص تعدیل ساخته شده است؛ شاخص تعدیل هزینه‌های مصرفی دولت (سال پایه ۱۳۷۶) از تقسیم هزینه‌های مصرفی دولت به قیمت جاری بر هزینه‌های مصرفی دولت به قیمت پایه سال ۱۳۷۶ حاصل شده است. شاخص تعدیل سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات (سال پایه ۱۳۷۶) از تقسیم سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات به قیمت جاری بر سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات به قیمت پایه سال ۱۳۷۶ حاصل شده است. شاخص تعدیل سرمایه‌گذاری در ساختمان (سال پایه ۱۳۷۶) از تقسیم سرمایه‌گذاری در ساختمان به قیمت جاری بر سرمایه‌گذاری در ساختمان به قیمت پایه سال ۱۳۷۶ حاصل شده است. شاخص تعدیل هزینه‌های عمرانی دولت (سال پایه ۱۳۷۶) با میانگین‌گیری از شاخص تعدیل سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات (سال پایه ۱۳۷۶) و شاخص تعدیل سرمایه‌گذاری در ساختمان (سال پایه ۱۳۷۶) به دست آمده است. شاخص تعدیل درآمدهای دولت (سال پایه ۱۳۷۶) با میانگین‌گیری از شاخص تعدیل هزینه‌های مصرفی دولت (سال پایه ۱۳۷۶) و

۱- داده‌های تمام متغیرهایی که منبع آنها بانک مرکزی ذکر شده است از وب سایت بانک مرکزی قابل استخراج هستند (بجز شاخص‌های قیمت مصرف‌کننده که به طور مستقیم از بانک مرکزی گرفته شده است).

شاخص تعدیل هزینه‌های عمرانی (سال پایه ۱۳۷۶) به دست آمده است. سپس متغیرهای مربوط به درآمد دولت با شاخص تعدیل درآمدهای دولت، متغیر پرداخت‌های جاری دولت با شاخص تعدیل هزینه‌های مصرفی دولت و متغیر پرداخت‌های عمرانی دولت با شاخص تعدیل هزینه‌های عمرانی دولت، حقیقی شده است. در نهایت متغیر کسری بودجه از تفریق کل مخارج حقیقی دولت از کل درآمد حقیقی دولت حاصل شده است.

۴- متغیر ارزش کل سهام معامله شده از گروه دارایی‌های مالی: این متغیر با تقسیم ارزش کل سهام معامله شده به قیمت جاری بر شاخص قیمت سهام در پایان دوره (سال پایه ۱۳۶۹) حاصل شده است.

۵- متغیر سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در ساختمان‌های جدید شهر تهران از گروه ساختمان و مسکن: این متغیر با تقسیم سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در ساختمان‌های جدید شهر تهران به قیمت جاری بر شاخص بهای خدمات ساختمانی (سال پایه ۱۳۸۳) حاصل شده است.

در مرحله بعد از تمام متغیرها بجز از نرخ بیکاری لگاریتم طبیعی گرفته شده است، سپس با فیلتر $X11$ [۱] اثرات فصلی گرفته شده و در نهایت با تبدیل مناسب[۲]، مانا شده‌اند.

٤- نتایج

در این قسمت به مقایسه دو روش مستقیم و تکرار شونده می‌پردازیم. نمودار (۱) تا (۴) نتایج این مقایسه را نشان می‌دهند. در این نمودارها اندازه‌های توزیع *MSFE* نسبی (چارک اول، میانه، میانگین و چارک سوم) برای هرکدام از معیارهای انتخاب وقفه و در هر افق پیش‌بینی همانگونه که در قسمت ۲-۳ توضیح داده شد، ترسیم شده است. همچنین نمودارهای نامبرده، تنها مقدار عددی اندازه‌های توزیع *MSFE* نسبی را با یکدیگر مقایسه می‌کند.

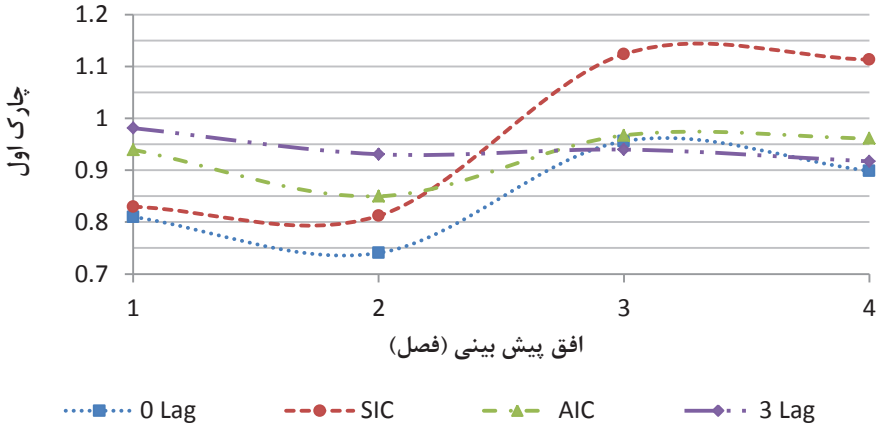
۱- برای مشاهده نسخه پیشرفته‌تر X11 موسوم به X-12-Arima مراجعه کنید به وب‌سایت اداره سرشماری آمریکا:
http://www.census.gov/srd/www/x12a

۲- تبدیل مناسب برای مانا کردن متغیرها تحت آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته به دست آمده است.

برای اعتبار نتیجه‌گیری، این اندازه‌ها باید به صورت آماری نیز آزمون شوند که جداول (۲) تا (۵) نتایج آزمون بوت استرپ توضیح داده شده در قسمت ۲-۳ را نشان می‌دهند. در هر سطر از این جداول، اندازه بیان شده از توزیع $MSFE$ نسبی به همراه اندازه احتمال مربوطه (عدد داخل پرانتز) در افق‌های پیش‌بینی مختلف نشان داده شده است.

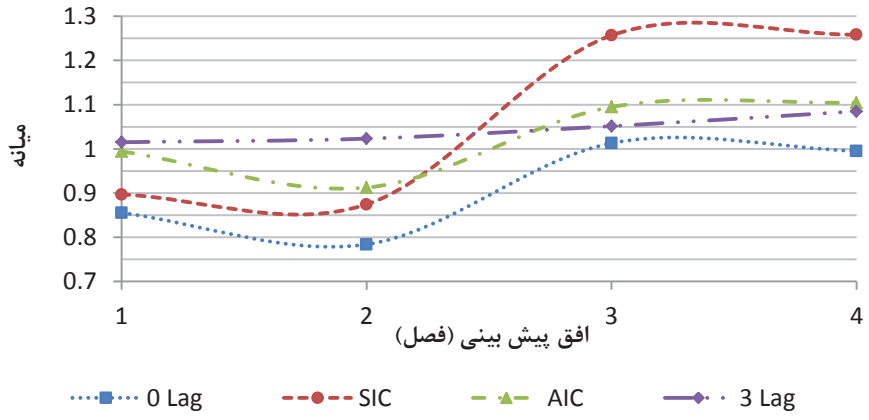
همانگونه که مارسلینو و همکاران (۲۰۰۶) اشاره می‌کنند، انتخاب بین روش مستقیم و تکرار شونده برای افق‌های پیش‌بینی بیش از یک دوره مستلزم یک بده-بستان بین عامل مقاوم بودن در برابر اریبی و عامل کارایی است، به این صورت که از یک طرف روش مستقیم نسبت به خطای تصریح مدل مقاوم‌تر بوده و از طرف دیگر روش تکرار شونده با استفاده از حجم بیشتری از داده‌ها، واریانس تخمین کمتری خواهد داشت (هنگام پیش‌بینی، خطای تخمین پارامترها روی هم انباشته شده و افزایش آن موجب افزایش خطای پیش‌بینی می‌شود). با در نظر گرفتن این نکته و با بررسی نمودارها و جداول نامبرده، این نتایج حاصل می‌شود:

اولا، به طور کلی با افزایش افق پیش‌بینی عملکرد روش تکرار شونده نسبت به روش مستقیم بهبود می‌یابد. این یافته در مطالعات مارسلینو و همکاران (۲۰۰۶) و پسران و همکاران (۲۰۱۱) نیز تایید شده است. دلیل این مشاهده این است که با افزایش افق پیش‌بینی عامل کارایی بر عامل مقاوم بودن در برابر اریبی غلبه کرده و دقت پیش‌بینی‌های تکرار شونده نسبت به مستقیم را افزایش می‌دهد. یک توضیح ممکن برای این پدیده آن است که با توجه به معادله (۳) با افزایش افق پیش‌بینی حجم مشاهدات استفاده شده برای برآورد پارامترها در روش مستقیم کاهش یافته در حالی که این حجم برای روش تکرار شونده ثابت است در نتیجه خطای تخمین نسبی روش مستقیم با افزایش افق پیش‌بینی افزایش و دقت نسبی پیش‌بینی آن کاهش می‌یابد.



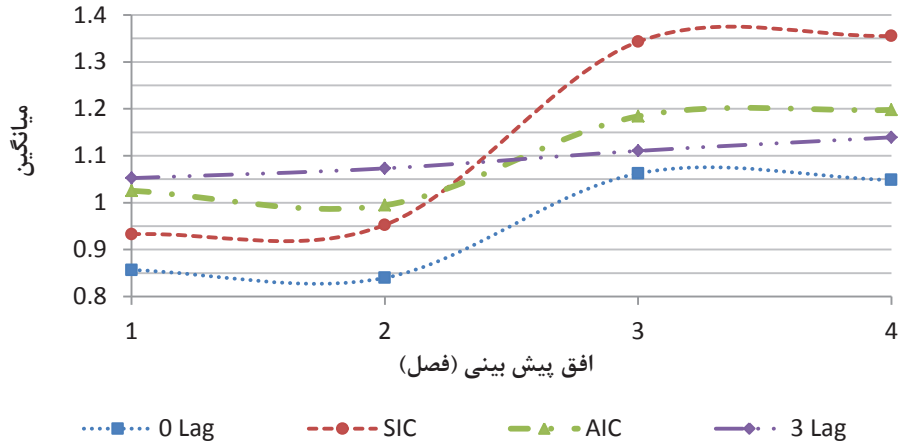
نمودار (۱)- چارک اول از توزیع *MSFE* روش مستقیم نسبت به *MSFE* روش تکرار شونده

نسبت *MSFE* پیش‌بینی‌های مستقیم به *MSFE* پیش‌بینی‌های تکرار شونده تولید شده توسط متغیرهای توضیحی مختلف برای نرخ تورم ایران در بازه ۱۳۷۹:۳ تا ۱۳۸۷:۳حاصل شده است. نمودارها، چارک اول از توزیع این *MSFE* نسبی را برای معیارهای انتخاب وقفه مختلف و افق‌های پیش‌بینی ۱ تا ٤ فصل نشان می‌دهند.



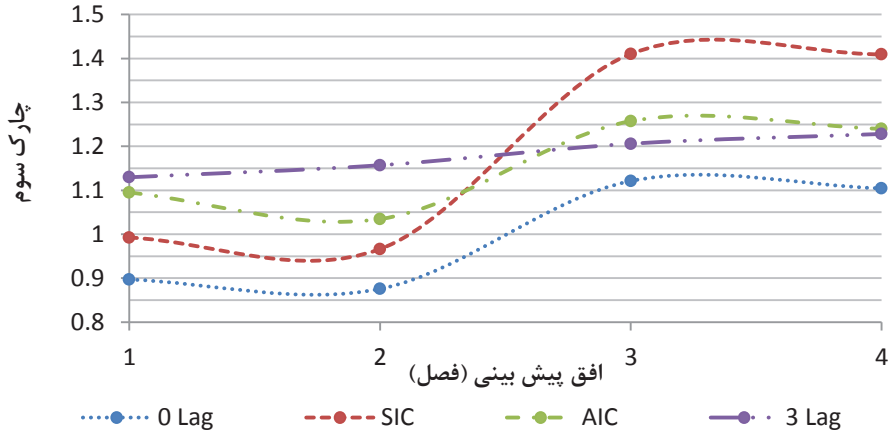
نمودار (۲)- میانه توزیع *MSFE* روش مستقیم نسبت به *MSFE* روش تکرار شونده

برای جزئیات بیشتر به توضیحات نمودار (۱) مراجعه شود.



نمودار (۳)- میانگین توزیع *MSFE* روش مستقیم نسبت به *MSFE* روش تکرار شونده

برای جزئیات بیشتر به توضیحات نمودار (۱) مراجعه شود.



نمودار(٤)- چارک سوم از توزیع *MSFE* روش مستقیم نسبت به *MSFE* روش تکرار شونده

برای جزئیات بیشتر به توضیحات نمودار (۱) مراجعه شود.

ثانیا، نتایج جداول (۲) تا (۵) بیانگر آن است که مقایسه بین دقت پیش‌بینی‌های مستقیم و تکرار شونده به‌طور کلی به نحوه انتخاب وقفه وابسته است. برای معیارهایی که وقفه کمتری انتخاب می‌کنند (معیار ثابت ۰ فصل و معیار شوارتز) با تغییر افق پیش‌بینی، نتایج نیز

تغییر می‌کند، به این صورت که در افق‌های پیش‌بینی کوتاه‌مدت (۱ فصل و ۲ فصل)، پیش‌بینی روش مستقیم به طور معناداری بهتر از پیش‌بینی روش تکرار شونده است، یعنی تمامی اندازه‌های توزیع $MSFE$ نسبی در سطح اطمینان کمتر از ۲ درصد، کوچک‌تر از یک هستند، اما در افق‌های پیش‌بینی بلندمدت (۳ فصل و ۴ فصل) برای وقفه ثابت ۰ فصل به طور کلی و برای معیار شوارتز کاملا روش تکرار شونده بر روش مستقیم برتری دارد[۱].

این نتیجه حاکی از آن است که بده- بستان بین کارایی و مقاوم بودن در برابر اریبی برای این نوع روش‌های انتخاب وقفه در افق‌های کوتاه‌مدت به نفع مقاوم بودن در برابر اریبی و در بلندمدت به‌نفع کارایی است، اما برای معیارهایی که وقفه بیشتری انتخاب می‌کنند (معیار ثابت ۳ فصل و معیار آکایکه) نتایج به طور کلی به افق پیش‌بینی بستگی ندارد و بجز برای معیار آکایکه و آن هم در افق پیش‌بینی ۲ فصل در سایر موارد روش تکرار شونده به طور کلی دارای دقت پیش‌بینی بیشتری نسبت به روش مستقیم است (بده- بستان در همه افق‌ها به نفع عامل کارایی است).

یک توضیح ممکن برای این مشاهدات که به طور کلی در مطالعات مارسلینو و همکاران (۲۰۰۶) و پسران و همکاران (۲۰۱۱)[۲] نیز به‌چشم می‌خورد آن است که در افق‌های پیش‌بینی کوتاه‌مدت، معیارهایی که وقفه کمتری انتخاب می‌کنند با کاهش تعداد پارامترهای مورد برآورد و به تبع آن کاهش خطای تخمین باعث غلبه اثر مقاوم بودن در برابر اریبی بر اثر کارایی تخمین‌ها شده و به این ترتیب دقت پیش‌بینی روش مستقیم بیشتر

۱- برای معیار شوارتز تمامی اندازه‌های توزیع بزرگ‌تر از یک با مقدار احتمال تقریبا بیشتر از ۰/۹ بوده و برای وقفه ثابت ۰ فصل، اکثر اندازه‌های توزیع بزرگ‌تر از یک است و اندازه‌هایی که دارای مقدار کمتر از یک هستند در سطح اطمینان ۵ درصد معنادار نیستند.

۲- مارسلینو و همکاران (۲۰۰۶) در کار با داده‌های ماهانه به این نتیجه رسیده‌اند که برای معیارهای وقفه کوچک (معیار شوارتز و وقفه ثابت ۴ ماه) روش مستقیم بر تکرارشونده برتری دارد در حالی که برای معیارهای وقفه بزرگ (معیار آکایکه و وقفه ثابت ۱۲ ماه) این نتیجه معکوس می‌شود. همچنین آنها برای افق پیش‌بینی بلندمدت‌تر ۲۴ ماه، برتری روش تکرارشونده برای تمامی معیارهای انتخاب وقفه را تایید کرده‌اند. علاوه بر این، پسران و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه خود بیان می‌کنند که برای معیار آکایکه روش تکرار شونده به‌طور کلی بهتر از روش مستقیم و برای معیار شوارتز (هنگامی که طول پنجره تخمین بزرگ‌تر باشد) روش مستقیم بهتر از روش تکرار شونده است.

از روش تکرار شونده می‌شود، اما با افزایش افق پیش‌بینی، خطای تخمین نیز به حدی بیشتر می‌شود که اثر آن بر مقاوم بودن نسبت به خطای تصریح غلبه می‌کند و به همین جهت در این افق‌ها، روش تکرار شونده به علت استفاده از حجم بیشتری از داده‌ها دارای کارایی بیشتر، خطای تخمین کمتر و در نتیجه دقت پیش‌بینی بیشتری است.

همچنین برای معیارهایی که وقفه بیشتری انتخاب می‌کنند، افزایش پارامترهای مورد برآورد و خطای تخمین به حدی بوده که نه تنها در افق‌های پیش‌بینی بلندمدت، بلکه در افق‌های پیش‌بینی کوتاه‌مدت نیز کارایی برآوردها اهمیت فراوانی پیدا کرده و عامل اصلی تعیین کننده برتری دو روش مورد مقایسه می‌شود.

ثالثا، با دقت در نمودارها مشاهده می‌شود که عموما با افزایش افق پیش‌بینی از ۱ فصل به ۲ فصل و از ۳ فصل به ۴ فصل در عملکرد نسبی روش مستقیم بهبود جزیی حاصل می‌شود[1]. با توجه به چگونگی برآورد روش مستقیم و وقفه انتشار اطلاعات (که یا ۱ فصل و یا ۲ فصل بوده‌است که می‌توان به‌طور متوسط آن را ۱/۵ فصل در نظر گرفت)، وقفه بین متغیر توضیحی استفاده شده در سمت راست معادله و نرخ تورم در سمت چپ معادله (وقفه تاثیرگذرای) به ترتیب در افق‌های پیش‌بینی ۲ فصل و ۴ فصل برابر ۳/۵ و ۵/۵ فصل بوده است. بنابراین در حالی که این مشاهده می‌تواند ناشی از خطای تخمین بوده یا با تغییر حجم نمونه تغییر کند، دلیل آن را اینگونه نیز می‌توان توضیح داد که در افق‌های پیش‌بینی ۲ فصل و ۴ فصل، وقفه تاثیرگذاری متغیر توضیحی روی نرخ تورم مطابقت بیشتری با فرآیند تولید داده واقعی داشته و از این رو اثر کاهش اریبی مدل بر اثر افزایش خطای تخمین غلبه کرده که در نهایت باعث بهبود نسبی و جزیی در عملکرد روش مستقیم می‌شود.

نکته دیگری که می‌توان به آن اشاره کرد این است که در افق‌های پیش‌بینی ۱ فصل و ۲ فصل، مزیت روش مستقیم نسبت به تکرار شونده به‌ترتیب برای معیارهای انتخاب وقفه ۰ فصل، شوارتز، آکایکه و ۳ فصل بیشتر است. این یافته را اینگونه می‌توان توضیح داد که معیارهایی که

۱- این نکته برای معیار وقفه ثابت ۳ فصل دیده نمی‌شود، یعنی MSFE نسبی برای این معیار در تمام افق‌های پیش‌بینی در چارک اول تقریبا نزولی و در باقی اندازه‌ها کاملا صعودی است.

وقفه کمتری انتخاب می‌کنند با کاهش خطای تخمین، ضعف روش مستقیم به روش تکرار شونده را تا حدودی پوشش داده و باعث افزایش برتری نسبی روش مستقیم می‌شوند.

جدول (۲)- اندازه‌های توزیع *MSFE* روش مستقیم نسبت به *MSFE* روش تکرار شونده به همراه آزمون معناداری آنها برای وقفه ثابت ۰ فصل

	وقفه ثابت ۰ فصل			
	۱ فصل	۲ فصل	۳ فصل	٤ فصل
چارک اول	۰/۸۱۰ (۰/۰۰٤)	۰/۷٤۱ (۰/۰۰۰)	۰/۹٥٦ (۰/۱۹٦)	۰/۸۹۹ (۰/۰۹۲)
میانه	۰/۸٥٥ (۰/۰۰٤)	۰/۷۸٤ (۰/۰۰۰)	۱/۰۱۳ (۰/۲۸٤)	۰/۹۹٥ (۰/۲۲۲)
میانگین	۰/۸٥٦ (۰/۰۰٤)	۰/۸٤۰ (۰/۰۰٤)	۱/۰٦۲ (۰/٥۳۸)	۱/۰٤۸ (۰/۳۹٤)
چارک سوم	۰/۸۹۷ (۰/۰۰٤)	۰/۸۷٦ (۰/۰۰٦)	۱/۱۲۱ (۰/٦٦۲)	۱/۱۰٤ (۰/٤۹٦)

توزیع نسبت *MSFE* پیش‌بینی‌های مستقیم به *MSFE* پیش‌بینی‌های تکرار شونده با وقفه ثابت صفر فصل با استفاده از متغیرهای توضیحی مختلف برای نرخ تورم ایران در بازه ۱۳۷۹:۳ تا ۱۳۸۷:۳ تولید شده است. جدول (۲)، مقدار عددی اندازه‌های (چارک اول، میانه، میانگین و چارک سوم) توزیع این *MSFE* نسبی را نشان می‌دهد. اعداد داخل پرانتز، مقدار احتمال آزمون بوت استرپ برای فرضیه صفر، یعنی دقت بیشتر پیش‌بینی روش تکرار شونده نسبت به روش مستقیم، است.

جدول (۳)- اندازه‌های توزیع *MSFE* روش مستقیم نسبت به *MSFE* روش تکرار شونده به همراه آزمون معناداری آنها برای معیار انتخاب وقفه شوارتز

	انتخاب وقفه بر اساس معیار شوارتز (*SIC*)			
	۱ فصل	۲ فصل	۳ فصل	٤ فصل
چارک اول	۰/۸۳۰ (۰/۰۰٤)	۰/۸۱۲ (۰/۰۰٦)	۱/۱۲٤ (۰/۹۲٤)	۱/۱۱۳ (۰/۸۹۸)
میانه	۰/۸۹۷ (۰/۰۰۲)	۰/۸۷٤ (۰/۰۰٤)	۱/۲٥۷ (۰/۹۳٦)	۱/۲۸٥ (۰/۹۰۸)
میانگین	۰/۹۳۳ (۰/۰۰٤)	۰/۹٥۲ (۰/۰۱۸)	۱/۳٤۳ (۰/۹٦٦)	۱/۳٥٥ (۰/۹٤۲)
چارک سوم	۰/۹۹۲ (۰/۰۰٦)	۰/۹٦٦ (۰/۰۰۲)	۱/٤۱۰ (۰/۹٤۰)	۱/٤۰۹ (۰/۹۰٤)

* برای جزئیات بیشتر به توضیحات جدول (۲) مراجعه شود.

جدول (٤)- اندازه‌های توزیع *MSFE* روش مستقیم نسبت به *MSFE* روش تکرار شونده به همراه آزمون معناداری آنها برای معیار انتخاب وقفه آکایکه

	انتخاب وقفه بر اساس معیار شوارتز *(AIC)*			
	۱ فصل	۲ فصل	۳ فصل	٤ فصل
چارک اول	۰/۹۳۹ (۰/۰۸۲)	۰/۸۵۰ (۰/۰۱۲)	۰/۹٦۷ (۰/۲۵۲)	۰/۹٦۱ (۰/۲۷۰)
میانه	۰/۹۹٤ (۰/۱۰۲)	۰/۹۱۲ (۰/۰۱۲)	۱/۰۹۵ (۰/٤۹۸)	۱/۱۰۵ (۰/٤۷۲)
میانگین	۱/۰۲۵ (۰/۲۲۲)	۰/۹۹۵ (۰/۰۸۲)	۱/۱۸٤ (۰/۷۸۸)	۱/۱۹۸ (۰/٦۹٦)
چارک سوم	۱/۰۹۵ (۰/٤۸۸)	۱/۰۳۵ (۰/۰۳٦)	۱/۲۵۷ (۰/۷٤۲)	۱/۲٤۰ (۰/۵٤٦)

* برای جزئیات بیشتر به توضیحات جدول (۲) مراجعه شود.

جدول (۵)- اندازه‌های توزیع *MSFE* روش مستقیم نسبت به *MSFE* روش تکرار شونده به همراه آزمون معناداری آنها برای وقفه ثابت ۳ فصل

	وقفه ثابت ۳ فصل			
	۱ فصل	۲ فصل	۳ فصل	٤ فصل
چارک اول	۰/۹۸۱ (۰/۲۰٤)	۰/۹۳۱ (۰/۰۵۲)	۰/۹٤۰ (۰/۰۹۰)	۰/۹۱۷ (۰/۰٦۸)
میانه	۱/۰۱۵ (۰/۱٤۸)	۱/۰۲۳ (۰/۱۵۲)	۱/۰۵۱ (۰/۲۱۸)	۱/۰۸۵ (۰/۲۷٤)
میانگین	۱/۰۵۲ (۰/۵۵۰)	۱/۰۷۳ (۰/٤۳٤)	۱/۱۱۰ (۰/٤٤٤)	۱/۱۳۹ (۰/۳۵۸)
چارک سوم	۱/۱۳۰ (۰/۹۱۸)	۱/۱۵۷ (۰/٦۳۰)	۱/۲۰٦ (۰/۵٤۲)	۱/۲۲۸ (۰/۳٦۸)

* برای جزئیات بیشتر به توضیحات جدول (۲) مراجعه شود.

در گام بعدی، عملکرد پیش‌بینی معیارهای انتخاب وقفه آکایکه و شوارتز را برای هر کدام از روش‌های مستقیم و تکرار شونده بررسی می‌کنیم. نمودار (۵) نتایج این بررسی را نشان می‌دهد. در این نمودار نسبت میانه *MSFE* روش انتخاب وقفه با استفاده از معیار شوارتز به میانه *MSFE* روش انتخاب وقفه با استفاده از معیار آکایکه برای هر کدام از روش‌های مستقیم و تکرار شونده و در هر افق پیش‌بینی ترسیم شده‌است[1]. اندازه میانه به

۱- میانه، روی ۸۰ پیش‌بینی تولیدشده توسط ۸۰ متغیر توضیحی گرفته شده است.

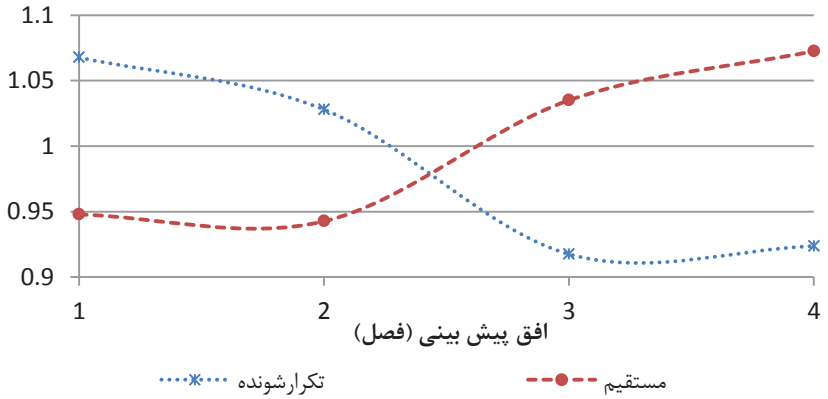
این دلیل برای مقایسه انتخاب شده است که توزیع *MSFE* برای هر کدام از این دو معیار انتخاب وقفه دارای چولگی است (در این مطالعه تفاوت میانه و میانگین مبنای وجود چولگی در نظر گرفته شده است) از این رو میانه اندازه بهتری از گرایش به مرکز (نسبت به میانگین) ارائه می‌دهد.

با بررسی نمودار (۵) مشاهده می‌شود که عملکرد نسبی معیار شوارتز به آکایکه برای دو روش مستقیم و تکرار شونده در خلاف جهت یکدیگر است، به این معنی که در روش مستقیم در افق‌های پیش‌بینی کوتاه‌تر (۱ فصل و ۲ فصل) معیار شوارتز بهتر از معیار آکایکه عمل می‌کند، اما در افق‌های پیش‌بینی بلندتر (۳ فصل و ۴ فصل) معیار آکایکه عملکرد پیش‌بینی بهتری نسبت به معیار شوارتز دارد. در روش تکرار شونده، این نتیجه‌گیری معکوس می‌شود به طوری که در افق‌های کوتاه‌تر معیار آکایکه و در افق‌های بلندتر معیار شوارتز خطای پیش‌بینی کمتری دارد.

با توجه به اینکه معمولا معیار شوارتز نسبت به معیار آکایکه اجازه حضور وقفه کمتری را در مدل می‌دهد، یک تفسیر ممکن ازنتایج فوق اینگونه خواهد بود؛ در روش مستقیم به دلیل مقاوم بودن آن به خطای تصریح، عامل تعیین‌کننده ابتدا کارایی تخمین‌ها خواهد بود. بنابراین ابتدا و در افق‌های کوتاه‌مدت (۱ فصل و ۲ فصل)، مدل نسبت به خطای تصریح مقاوم‌تر بوده و معیار تعیین‌کننده‌تر خطای تخمین یا به عبارت دیگر کارایی برآوردگرها است. به بیان دیگر، معیار شوارتز به‌دلیل انتخاب وقفه کمتر، خطای تخمین کمتر و به تبع آن خطای پیش‌بینی کمتری خواهد داشت، اما در افق‌های پیش‌بینی بلندمدت (۳ فصل و ۴ فصل) خطای تخمین برای هر دو معیار آکایکه و شوارتز آنقدر زیاد می‌شود که معیار تعیین‌کننده به خطای تصریح مدل منتقل می‌شود.

در این حالت، می‌توان انتظار داشت معیار آکایکه با انتخاب وقفه‌های بیشتر در مدل، دینامیک فرآیند تولید داده واقعی را بهتر مدلسازی کرده و در نتیجه خطای پیش‌بینی کمتری تولید کند، اما چون روش تکرار شونده به‌دلیل استفاده از حجم بیشتری از داده‌ها، دارای خطای تخمین کمتری نسبت به روش مستقیم است، ابتدا و در افق‌های کوتاه‌مدت

عامل موثر، خطای تصریح مدل است. بنابراین معیار آکایکه با درنظر گرفتن دینامیک بیشتری از مدل، عملکرد پیش‌بینی بهتری دارد. با افزایش افق پیش‌بینی و افزایش خطای تصریح مدل به اندازه کافی، رقابت از خطای تصریح به خطای تخمین منتقل شده که در این حالت معیار شوارتز به دلیل انتخاب وقفه کمتر (و خطای تخمین کمتر) بر معیار آکایکه برتری دارد.



نمودار (۵)- مقایسه عملکرد نسبی معیار انتخاب وقفه شوارتز به معیار انتخاب وقفه آکایکه برای پیش‌بینی نرخ تورم ایران در بازه ۱۳۷۹:۳ تا ۱۳۸۷:۳

نمودار نقطه‌چین نسبت میانه *MSFE* روش انتخاب وقفه با استفاده از معیار شوارتز (که روی ۸۰ پیش‌بینی تولید شده توسط متغیرهای توضیحی مختلف گرفته شده است) به میانه *MSFE* روش انتخاب وقفه با استفاده از معیار آکایکه را برای روش تکرار شونده در افق‌های پیش‌بینی ۱ تا ٤ فصل نشان می‌دهد. نمودار خط‌چین همین نسبت را برای پیش‌بینی‌های روش مستقیم نشان می‌دهد.

۵- نتیجه‌گیری

هنگام تولید پیش‌بینی‌های میان‌مدت و بلندمدت باید به این سوال اساسی پاسخ داد که آیا روش مستقیم، پیش‌بینی دقیق‌تری تولید می‌کند یا روش تکرار شونده. در این راستا مطالعه حاضر با بکارگیری طیف وسیعی از متغیرهای اقتصادی برای پیش‌بینی نرخ تورم در ایران

به مقایسه روش‌های مستقیم و تکرار شونده برای افق‌های پیش‌بینی بیش از یک دوره و به صورت زمان حقیقی پرداخته است.

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که در افق‌های کوتاه‌مدت (۱ فصل و ۲ فصل) و برای معیارهایی که وقفه کمتری انتخاب می‌کنند (معیار ثابت ۰ فصل و معیار شوارتز)، روش مستقیم دقت بیشتری نسبت به روش تکرار شونده دارد و در افق‌های بلندمدت (۳ فصل و ۴ فصل) روش تکرار شونده عموما دارای دقت بیشتری است، اما برای معیارهایی که وقفه بیشتری انتخاب می‌کنند (معیار ثابت ۳ فصل و معیار آکایکه) به طور کلی روش تکرار شونده در همه افق‌های پیش‌بینی (بجز برای معیار آکایکه و آن هم در افق پیش‌بینی ۲ فصل) عملکرد بهتری نسبت به روش مستقیم از خود نشان می‌دهد. همچنین در افق‌های کوتاه‌مدت، مزیت نسبی روش مستقیم به روش تکرار شونده به ترتیب برای معیار ثابت ۰ فصل، معیار شوارتز، معیار آکایکه و معیار ثابت ۳ فصل بیشتر است که این امر ناشی از کاهش پارامترهای مورد برآورد و به تبع آن خطای تخمین است.

علاوه بر این با بررسی عملکرد پیش‌بینی معیارهای انتخاب وقفه آکایکه و شوارتز مشخص شد که در روش مستقیم در کوتاه‌مدت عملکرد معیار شوارتز بهتر از معیار آکایکه و در بلندمدت عملکرد معیار آکایکه بهتر از معیار شوارتز است. این نتیجه برای پیش‌بینی‌های روش تکرار شونده کاملا معکوس می‌شود.

پیوست

نام تمامی متغیرهای بکار رفته در این مقاله و منبع گردآوری آنها

	نام متغیر	واحد	منبع گردآوری
۱	تولید ناخالص داخلی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۲	ارزش افزوده گروه کشاورزی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۳	ارزش افزوده گروه نفت	میلیارد ریال	بانک مرکزی
٤	ارزش افزوده معدن	میلیارد ریال	بانک مرکزی
٥	ارزش افزوده صنعت	میلیارد ریال	بانک مرکزی
٦	ارزش افزوده بخش ساختمان	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۷	ارزش افزوده بخش آب و برق و گاز	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۸	ارزش افزوده کل گروه خدمات	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۹	ارزش افزوده بازرگانی، رستوران و هتلداری	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۱۰	ارزش افزوده حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۱۱	ارزش افزوده خدمات موسسات پولی و مالی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۱۲	ارزش افزوده خدمات مستغلات و حرفه‌ای و تخصصی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۱۳	ارزش افزوده خدمات عمومی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
١٤	ارزش افزوده خدمات اجتماعی، شخصی و خانگی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
١٥	کارمزد احتسابی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
١٦	هزینه‌های مصرفی خصوصی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۱۷	هزینه‌های مصرفی دولتی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۱۸	تشکیل سرمایه ثابت ناخالص در ساختمان	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۱۹	تشکیل سرمایه ثابت ناخالص در ماشین‌آلات	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۲۰	سرمایه‌گذاری ناخالص	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۲۱	صادرات کالاها و خدمات	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۲۲	واردات کالاها و خدمات	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۲۳	شاخص تولید کارگاه‌های بزرگ صنعتی (۱۰۰=۱۳۷٦)	بدون واحد	بانک مرکزی
٢٤	نرخ بیکاری	درصد	مرکز آمار
٢٥	شاخص قیمت مصرف‌کننده (کالاها) (۱۰۰=۱۳۸۳)	بدون واحد	بانک مرکزی
٢٦	شاخص قیمت مصرف‌کننده (خدمات) (۱۰۰=۱۳۸۳)	بدون واحد	بانک مرکزی
۲۷	شاخص قیمت مصرف‌کننده (خوراکی‌ها، آشامیدنی‌ها) (۱۰۰=۱۳۸۳)	بدون واحد	بانک مرکزی
۲۸	شاخص قیمت مصرف‌کننده (دخانیات) (۱۰۰=۱۳۸۳)	بدون واحد	بانک مرکزی
۲۹	شاخص قیمت مصرف‌کننده (پوشاک و کفش) (۱۰۰=۱۳۸۳)	بدون واحد	بانک مرکزی
۳۰	شاخص قیمت مصرف‌کننده (مسکن، آب، برق، گاز و سایر سوخت‌ها) (۱۰۰=۱۳۸۳)	بدون واحد	بانک مرکزی

ادامه– نام تمامی متغیرهای بکار رفته در این مقاله و منبع گردآوری آنها

۳۱	شاخص قیمت مصرف‌کننده (اثاث، لوازم و خدمات مورد استفاده در خانه) (۱۳۸۳=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
۳۲	شاخص قیمت مصرف‌کننده (حمل و نقل) (۱۳۸۳=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
۳۳	شاخص قیمت مصرف‌کننده (بهداشت و درمان) (۱۳۸۳=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
۳٤	شاخص قیمت مصرف‌کننده (ارتباطات) (۱۳۸۳=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
۳۵	شاخص قیمت مصرف‌کننده (تفریح و امور فرهنگی) (۱۳۸۳=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
۳٦	شاخص قیمت مصرف‌کننده (تحصیل)(۱۳۸۳=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
۳۷	شاخص قیمت مصرف‌کننده (رستوران و هتل)(۱۳۸۳=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
۳۸	شاخص قیمت مصرف‌کننده (کالاها و خدمات متفرقه)(۱۳۸۳=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
۳۹	شاخص کل قیمت تولیدکننده (۱۳۷٦=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
٤۰	شاخص قیمت تولیدکننده (کشاورزی، دامداری، جنگلداری و ماهیگیری) (۱۳۷٦=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
٤۱	شاخص قیمت تولیدکننده (مواد معدنی) (۱۳۷٦=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
٤۲	شاخص قیمت تولیدکننده (محصولات صنعتی) (۱۳۷٦=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
٤۳	شاخص قیمت تولیدکننده (تامین برق و گاز و آب) (۱۳۷٦=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
٤٤	شاخص قیمت تولیدکننده (خدمات) (۱۳۷٦=۱۰۰)	بدون واحد	بانک مرکزی
٤۵	شاخص ضمنی تولید ناخالص داخلی (۱۳۷٦=۱۰۰)	بدون واحد	محاسبات محققان
٤٦	متوسط قیمت‌های تک محموله‌ای نفت خام ایران	بشکه–دلار	بانک مرکزی
٤۷	پایه پولی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
٤۸	خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
٤۹	خالص بدهی بخش دولتی به بانک مرکزی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۵۰	بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۵۱	خالص سایر	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۵۲	سپرده‌های قانونی بانک‌ها نزد بانک مرکزی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۵۳	سپرده‌های دیداری بانک‌ها نزد بانک مرکزی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۵٤	اسکناس و مسکوک در جریان	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۵۵	نقدینگی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۵٦	پول	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۵۷	اسکناس و مسکوک در دست اشخاص	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۵۸	سپرده‌های دیداری	میلیارد ریال	بانک مرکزی
۵۹	شبه پول	میلیارد ریال	بانک مرکزی
٦۰	درآمد دولت	میلیارد ریال	بانک مرکزی
٦۱	درآمد نفت	میلیارد ریال	بانک مرکزی
٦۲	درآمد مالیاتی	میلیارد ریال	بانک مرکزی

ادامه- نام تمامی متغیرهای بکار رفته در این مقاله و منبع گردآوری آنها

٦٣	سایر درآمدها	میلیارد ریال	بانک مرکزی
٦٤	پرداخت‌های جاری	میلیارد ریال	بانک مرکزی
٦٥	پرداخت‌های عمرانی	میلیارد ریال	بانک مرکزی
٦٦	دلار آمریکا (نرخ بازار غیررسمی)	ریال	بانک مرکزی
٦٧	قیمت سکه تمام بهار (طرح قدیم)	ریال	بانک مرکزی
٦٨	ارزش کل سهام معامله شده	میلیارد ریال	سازمان بورس واوراق بهادار
٦٩	شاخص قیمت سهام (کل) در پایان دوره (١٣٦٩=١٠٠)	بدون واحد	سازمان بورس واوراق بهادار
٧٠	متوسط قیمت هر مترمربع زیر بنای واحد مسکونی در تهران	هزار ریال	وزارت مسکن و شهرسازی
٧١	متوسط قیمت هر متر مربع زمین ساختمان کلنگی در تهران	هزار ریال	وزارت مسکن و شهرسازی
٧٢	سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در ساختمان‌های جدید شهر تهران	میلیارد ریال	بانک مرکزی
٧٣	تعداد ساختمان‌های تکمیل شده توسط بخش خصوصی در شهر تهران	دستگاه	بانک مرکزی
٧٤	تعداد پروانه‌های ساختمانی صادر شده توسط شهرداری‌های شهر تهران	فقره	بانک مرکزی
٧٥	شاخص کرایه مسکن اجاره ای در تهران (١٣٨٣=١٠٠)	بدون واحد	بانک مرکزی
٧٦	شاخص بهای خدمات ساختمانی (١٣٨٣=١٠٠)	بدون واحد	بانک مرکزی
٧٧	تولید نفت خام	هزار بشکه در روز	بانک مرکزی
٧٨	تولید برق	میلیون کیلووات ساعت	بانک مرکزی
٧٩	مصرف داخلی فرآورده‌های نفتی	هزار بشکه در روز	بانک مرکزی
٨٠	صادرات نفت خام	هزار بشکه در روز	بانک مرکزی
٨١	نرخ تورم	بدون واحد	بانک مرکزی

فهرست منابع

برکچیان، سید مهدی و کرمی، هومن (۱۳۹۲)، «بررسی عملکرد مدل خودرگرسیون در پیش‌بینی تورم ایران»، *پژوهش‌های پولی و بانکی*، در حال انتشار.

حنفی‌زاده، پیام، پورسلطانی، حسین و ساکتی، پریسا (۱۳۸۶)، «بررسی مقایسه‌ای توان پیش‌بینی شبکه‌های عصبی مصنوعی با روش توقف زودهنگام و فرآیند سری زمانی خودبازگشت در برآورد نرخ تورم»، *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۸۱: ۲۵-۳۵.

حیدری، حسن (۱۳۹۰)، «مدل VAR جایگزین برای پیش‌بینی تورم ایران: کاربردی از تبدیل «Bewley ، *پژوهشهای اقتصادی ایران*، شماره ۴۶: ۷۷-۹۶.

حیدری، حسن (۱۳۹۱)، «ارزیابی مدل‌های BVAR جایگزین در پیش‌بینی تورم ایران»، *پژوهشهای اقتصادی ایران*، شماره ۵۰: ۶۵-۸۱.

عطریانفر، حامد و برکچیان، سیدمهدی (۱۳۹۲)، «ارزیابی عملکرد روش‌های ترکیب پیشبینی در پیش‌بینی زمان حقیقی نرخ تورم در ایران»، *پژوهش‌های پولی و بانکی*، شماره ۱۸: ۲۳-۵۷.

عطریانفر، حامد و برکچیان، سیدمهدی (۱۳۹۰)، «ارزیابی محتوای اطلاعاتی متغیرهای اقتصادی برای پیش‌بینی نرخ تورم در ایران»، *پول و اقتصاد*، شماره ۸: ۱-۴۱.

مشیری، سعید (۱۳۸۰)، «پیش‌بینی تورم ایران با استفاده از مدل‌های ساختاری، سری‌های زمانی و شبکه‌های عصبی»، *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۵۸: ۱۴۷-۱۸۴.

Clark, T. E., and McCracken, M. W. (2001), "Tests of Equal Forecast Accuracy and Encompassing for Nested Models', *Journal of Econometrics*, 105: 85-100.

Croushore, D., and Stark,T. (2003)< "A Real-Time Data Set for Macroeconomists: Does the Data Vintage Matter*?", The Review of Economics and Statistics*, 85, no. 3: 605-617.

Golinelli, R., and Parigi, G. (2008), "Real-Time Squared: A Real-Time Data Set for Real-Time GDP Forecasting", *International Journal of Forecasting*, 24: 368–385.

Heij, Christiaan, Dick van Dijk, and Patrik J. F. Groenen. (2008), "Macroeconomic Forecasting with Matched Principal Components", *International Journal of Forecasting*, 24: 87-100.

Heij, Christiaan, van Dijk, Dick,and Groenen, Patrick J.F. (2011), "Real-Time Macroeconomic Forecasting with Leading Indicators: An Empirical Comparison", *International Journal of Forecasting*, 27: 466–481.

Ing, Ching-Kang (2003), "Multistep Prediction in Autoregressive Processes", *Econometric Theory*, 19, no. 02: 254-279.

Kang, In-Bong (2003), "Multi-Period Forecasting Using Different Models for Different Horizons: An Application to U.S. Economic Time Series Data", *International Journal of Forecasting*, 19: 387-400.

Liu, Dandan and Dennis W. Jensen. (2007), "Macroeconomic Forecasting Using Structural Factor Analysis", *International Journal of Forecasting*, 23: 655-677.

Marcellino, Massimiliano, Stock, James H., and Watson,Mark W. (2006), "A Comparison of Direct and Iterated Multistep AR Methods for Forecasting Macroeconomic Time Series", *Journal of Econometrics*, 135: 499-526.

Pesaran, M. Hashem, Pick, Andreas, and Timmermann,Allan(2011), "Variable Selection, Estimation and Inference for Multi-Period Forecasting Problems", *Journal of Econometrics*, 164, no. 1: 173–187.

Proietti, Tommaso (2011), "Direct and Iterated Multistep AR Methods for Difference Stationary Processes", *International Journal of Forecasting*, 27, no. 2: 266-280.

Stark, T., and Croushore, D. (2002), "Forecasting with a Real-Time Data Set", *Journal of Macroeconomics*, 24: 507-531.

Stock, James, and Mark Watson. (2002), "Macroeconomic Forecasting Using Diffusion Indexes", J*ournal of Business and Economic Statistics*, 20: 147-162.

West, K. D. (1996), "Asymptotic Inference about Predictive Ability", *Econometrica*, 64: 1067-1084.