

بررسی توان پیش‌بینی الگوهای اقتصادسنجی و شبکه عصبی

تورم در ایران

سید صفدر حسینی و منا آقایی^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۲۲

چکیده

تورم به عنوان یکی از بنیادی‌ترین چالش‌های اقتصادی، در طول حیات اقتصادی هر کشور شناخته می‌شود، به همین دلیل پیش‌بینی روند تورم برای تنظیم سیاست‌های اقتصادی اهمیت به‌سزایی دارد. این نیاز موجب توجه جدی به کاربرد مدل‌های مختلف برای پیش‌بینی نرخ تورم شده است؛ و بدین منظور مدل‌های پیش‌بینی گوناگونی در رقابت با یکدیگر توسعه یافته‌اند. از این رو پژوهش با هدف پیش‌بینی ماهیانه نرخ تورم در ایران برای سال ۱۳۹۰ با استفاده از داده‌های سری زمانی ماهیانه شاخص بهای کالا و خدمات مصرفی ایران در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۹ انجام شده و اطلاعات مربوط به شاخص بهای کالا و خدمات مصرفی نیز برای سال‌های مورد نظر از بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران گرفته شده است. برای این منظور از دو الگوی میانگین متحرک هم‌انباشته خود توضیح (ARIMA) و شبکه عصبی (ANN) استفاده شده و همچنین در این پژوهش به مقایسه الگوهای اقتصادسنجی و شبکه عصبی و توان پیش‌بینی هر یک از الگوها با در نظر گرفتن میانگین درصد خطای مطلق آنها پرداخته شده است. نتایج پیش‌بینی با استفاده از این دو الگو نشان داد، که اگرچه هر دو الگوی میانگین متحرک خود توضیح و شبکه‌ی عصبی، با توجه به میانگین درصد خطای مطلق پیش‌بینی درون نمونه‌ای، به ترتیب ۰/۸۶ و ۰/۹۴ درصد دارای توان پیش‌بینی بالایی بوده‌اند، اما الگوی ARIMA به نسبت الگوی ANN از دارای توان پیش‌بینی بالاتری بوده است. بنابراین در این پژوهش مقادیر پیش‌بینی شده شاخص بهای کالا و خدمات مصرفی در ایران بر اساس الگوی سری زمانی ARIMA تعیین شده است و نتایج پیش‌بینی این الگو نشان می‌دهد، با توجه به روند رو به رشد در شاخص بهای کالا و خدمات مصرفی در ایران برای سال ۱۳۹۰، در پیش گرفتن سیاست‌های کنترل حجم پول و نقدینگی از طریق اعمال سیاست‌های پولی و مالی مناسب توسط سیاستگذاران می‌تواند نقش مهمی در کنترل نرخ تورم داشته باشد.

طبقه‌بندی JEL: E5, E4, E3, E2

واژه‌های کلیدی: شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی ایران، الگوی سری زمانی میانگین متحرک خود توضیح

انباشته (ARIMA)، شبکه عصبی مصنوعی (ANN)

^۱به ترتیب: استاد و دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد و توسعه کشاورزی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.
Email: hosseini_safdar@yahoo.com

مقدمه

به‌طور کلی اقتصاددانان از نظر هدف‌های سیاست کلان اقتصادی، بر مواردی همچون اشتغال کامل، پایداری قیمت‌ها (کنترل تورم)، توزیع عادلانه درآمد و رشد پیوسته اقتصادی تاکید دارند. به دلیل اثرات مخرب تورم، کنترل آن به عنوان یکی از هدف‌های سیاست کلان اقتصادی همیشه مورد توجه اقتصاددانان بوده است. تورم به عنوان یکی از بنیادی‌ترین چالش‌های اقتصادی، در طول حیات اقتصادی هر کشور شناخته می‌شود. ادبیات اقتصادی مربوط به این موضوع آن‌قدر حجیم و گسترده است که شاید کمتر موضوع دیگری در اقتصاد را بتوان با آن مقایسه کرد. تورم، افزایش پیوسته در سطح عمومی قیمت‌ها یا کاهش پی‌درپی در توان خرید پول یک کشور است و به‌طور کلی از جمله پدیده‌های نامطلوب در اقتصاد کشورها به‌شمار می‌آید که هزینه‌هایی جدی بر جامعه تحمیل می‌نماید. برای تورم تعریف‌های مختلفی ارائه شده است؛ برخی آن را هرگونه افزایش در قیمت‌ها دانسته و برخی دیگر افزایش بیش از درصد معین را تورم پنداشته‌اند. در این گروه عده‌ای تورم را سبقت سیر قیمت‌ها به سیر افزایش ارزش واقعی اقتصاد می‌دانند. این گروه بر این باورند که در اقتصاد روبه‌رشد، افزایش قیمت‌ها تا حد معینی اجتناب‌ناپذیر است (تشکینی، ۱۳۸۴). اصطلاح تورم نخستین بار در سده نوزدهم در کشورهای اروپایی به مفهوم انتشار بیش از حد اسکناس برای تأمین هزینه‌های جنگی متداول شد. این افزایش حجم پول به‌خودی‌خود، افزایش قیمت‌ها را در بسیاری از کشورها به دنبال داشت. در دوره یاد شده اصطلاح تورم به مفهوم افزایش بیش از حد وسایل پرداخت اعم از پول مسکوک، اسکناس و پول اعتباری به‌کار برده می‌شد. بعدها اقتصاددانان در نتیجه‌ی بررسی‌های دقیق‌تر ثابت کردند که تغییرات قیمت تنها تابع تغییرات حجم پول در گردش نیست (زراءنژاد و حمید، ۱۳۸۸).

تورم یک پدیده اقتصادی و اجتماعی است و باید آن را در چهره جدید جهان امروز یکی از جلوه‌های پیچیده اقتصاد در این سده دانست. تورم به عنوان یکی از پدیده‌های اقتصادی، همواره باعث نگرانی دولت‌مردان و صاحب‌نظران اقتصادی بوده است. تورم که خود معلول عامل‌های مختلف است، موجب پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی پرشماری همچون فقر، توزیع نامتناسب درآمد و گسترش مفسد مالی را فراهم می‌نماید که هر کدام به نوبه خود هزینه‌های قابل توجهی را بر اقتصاد تحمیل می‌کند. به همین دلیل، در همه کشورها پایداری قیمت‌ها به عنوان هدف اصلی برنامه‌ای و سیاستگذاری اقتصادی در نظر گرفته می‌شود (قوام مسعودی و همکاران، ۱۳۸۴).

بررسی توان پیش‌بینی الگوهای اقتصادسنجی... ۳

تعریف‌های ارائه شده برای تورم را می‌توان به سه گروه طبقه‌بندی کرد؛ یک گروه از تعریف‌ها، بر ماهیت پولی تورم تأکید دارند. در این چهارچوب تورم اغلب به عنوان نتیجه فزونی گرفتن عرضه پول نسبت به نیازهای مردم و عامل‌های اقتصادی به پول، یا به عنوان مازاد توان خرید یا مازاد وسایل پرداخت تعریف می‌شود؛ گروه دوم از تعریف‌ها، تورم مبتنی بر مازاد تقاضا نسبت به عرضه است و تورم را به عنوان حاصل فزونی تقاضا نسبت به عرضه معرفی می‌کند. از جمله تعریف‌هایی که در آنها تورم به عنوان ناهمخوانی بین عرضه و تقاضا تلقی شده است، می‌توان به نظریه لرنر^۱ اشاره نمود. در گروه سوم از تعریف‌های تورم، تورم را مترادف با افزایش زیاد و پیوسته قیمت‌ها دانسته‌اند، ریمون بار^۲ بیان می‌کند که تورم زمانی وجود دارد که سطح عمومی قیمت‌ها رو به افزایش پیوسته و کم و بیش پرشتاب است یا بنابر تعریف دیگر در این چهارچوب تورم همان افزایش پیوسته در سطح عمومی قیمت‌ها است و یا به عبارتی بالا رفتن خود افزایش قیمت‌ها است (اسماعیل زاده، ۱۳۸۵).

نکته قابل توجه در زمینه تورم آن است که به‌رغم وجود یک تعریف مشخص در زمینه تورم، دیدگاه واحدی در خصوص علل ایجاد تورم وجود ندارد. برخی از اقتصاددانان رشد بی‌رویه حجم پول، گروهی دیگر اضافه تقاضا در بازار کالا، برخی فشار هزینه و افزایش قیمت نهاده‌های تولیدی و در نهایت عده‌ای دیگر تنگناهای موجود در بخش‌های مختلف و ضعف در بخش‌های کشاورزی و تجارت خارجی را منشأ اصلی تورم عنوان می‌نمایند (قوام مسعودی ۱۳۸۴).

این پدیده در سطوح بالا، علاوه بر آنکه نظام قیمت‌ها را بهم می‌ریزد، موجب کاهش پس‌اندازها، از بین رفتن انگیزه‌های سرمایه‌گذاری، تحریک فرار سرمایه از بخش‌های دولتی به سوی فعالیت‌های سفته‌بازی و در نهایت کند شدن رشد اقتصادی خواهد شد. تورم و تغییرات زیاد آن موجب نااطمینانی و در نتیجه سلب انگیزه و تأخیر در تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری می‌شود؛ همچنین باعث می‌شود که اطلاعات موجود در قیمت‌های نسبی کاسته شده، تخصیص منابع به نحو کارایی صورت نگیرد؛ توزیع مجدد درآمد و ثروت برقرار نشود و برگشت واقعی سرمایه در بازار سرمایه کاهش یابد. در یک اقتصاد پولی، نرخ بهره اسمی در واقع هزینه فرصت دارایی‌های پولی بدون بهره است. افزایش در نرخ تورم باعث خواهد شد نرخ بهره اسمی افزایش یافته و از جذابیت دارایی پولی بدون بهره کاسته شود. در این شرایط، عاملان اقتصادی تلاش می‌کنند تراز پولی خود را

¹ Lerner

² Raymond Bare

محدودتر ساخته و دارایی پولی بدون بهره کمتری نگهدارند تا زیان سرمایه کمتری متحمل شوند. در واقع، افراد با این اقدام، هزینه‌های نگهداری پول را به دیگران انتقال می‌دهند، با وجود این، در نهایت افرادی مجبور به داشتن این نوع دارایی‌ها در سطح کل اجتماع هستند؛ در نتیجه، همه این تلاش‌ها به آسانی از بین می‌رود. اما نکته قابل توجه این است که کارگزاران اقتصادی هر ساله منابعی را صرف این تلاش‌ها کرده و هزاران فرد دارای مهارت و آموزش دیده را برای کمک استخدام می‌کنند؛ به طور مثال، بانک‌ها کارکنان بیشتری به خدمت می‌گیرند و شعبه‌های بیشتر و بزرگتری را بازگشایی می‌کنند. این منابع به آسانی به هدر رفته و بیهوده صرف انجام وظیفه‌ای می‌شود که نمی‌بایست مجبور به انجام آن بودند؛ چرا که اگر تورم کمتر می‌بود این منابع می‌توانستند به طور مستقیم برای افزایش تولید کالایی استفاده شوند (تقی نژاد، ۱۳۸۹).

نکته دیگر اینکه، در شرایط تورمی به دلیل کاهش پیوسته ارزش پول افراد سعی دارند با خرید کالاهای مصرفی، سرمایه‌ای، همچنین، دارایی‌های ایمن از تورم، دست‌کم توان خرید خود را حفظ کنند. این به مفهوم افزایش تعداد معامله‌های بیهوده و در نتیجه، هدایت و تخصیص منابع کمیاب به این فعالیت‌های بی‌ثمر است؛ بنابراین، اندازه بخش مالی به منظور ارایه خدمات به عاملان اقتصادی برای حفظ توان خرید آنها در شرایط تورمی بزرگتر می‌شود. بدین ترتیب انتظار می‌رود تورم باعث سوق یافتن عاملان اقتصادی به داد و ستدهای بیهوده شده که این انحراف‌های ایجاد شده تقاضا برای خدمات بخش مالی را افزایش می‌دهد. در طرف مقابل، نهاده‌های فعال در بخش مالی برای پاسخگویی به این افزایش در تقاضا برای محصولات خود مجبور می‌شوند نهاده‌های اقتصادی بیشتری را به خدمت درآورند که این به معنی بزرگ شدن اندازه بخش مالی خواهد بود (تقی نژاد، ۱۳۸۹).

پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی همانند نرخ تورم یکی از الزام‌های اصلی برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های مناسب آینده به‌شمار می‌آید. در واقع پیش‌بینی و تصویر رویدادهایی که در آینده رخ می‌دهد باعث می‌شود تا فرآیند تصمیم‌گیری به نحو مناسب‌تری صورت پذیرد. اهمیت این بحث باعث شده است که در دهه‌های اخیر روش‌ها و الگوهایی مختلفی برای پیش‌بینی معرفی شده و توسعه یابد. موفقیت الگوهای سری زمانی در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی مانند قیمت و نرخ تورم، باعث شده است این الگوها امروزه کاربرد فراوانی در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی داشته باشند و اغلب در فرموله کردن رفتار این متغیرها و پیش‌بینی مقادیر آینده آنها به کار رود (اسماعیل زاده مقری، ۱۳۸۸).

بررسی توان پیش‌بینی الگوهای اقتصادسنجی... ۵

در تجزیه و تحلیل‌های کمی علمی، اغلب پیش‌بینی به صورت استفاده از اطلاعات حال و گذشته در قالب الگوی یک معادله‌ای، الگوی چند معادله‌ای، الگوی سری‌های زمانی یا دیگر الگوها و به کار بردن الگوی مورد نظر برای دوره‌های بعدی است. از این‌رو، می‌توان گفت که پیش‌بینی عبارت از برآورد احتمالی وقایع آینده بر اساس اطلاعات حال و گذشته است. (پیندیک و روبینفیلد، ۱۳۷۰).

در الگوهای سری زمانی به جای اینکه بر مبنای نظری برای بررسی رفتار متغیرهای اقتصادی تاکید شود، باور بر آن است که ماهیت رفتاری متغیرها باید از درون خود مشاهده‌ها نتیجه‌گیری شود. الگوهای سری زمانی مجموعه‌ای از الگوها است که شامل دو دسته کلی الگوهای تک متغیره و الگوهای چند متغیره می‌باشد. الگوهای خود توضیح (AR)، میانگین متحرک (MA) و الگوی خود توضیح جمعی میانگین متحرک (ARIMA) از جمله مهم‌ترین الگوهای تک متغیره می‌باشند. در الگوی سری زمانی تک متغیره، رفتار آینده متغیر بر مبنای رفتار گذشته آن الگوسازی و فرض می‌شود که برای پیش‌بینی رفتار متغیر مورد نظر نیاز به اطلاعاتی به غیر از اطلاعات موجود در خود این سری نیست. بنابراین بر خلاف الگوهای ساختاری، که متغیر وابسته (Y) با استفاده از متغیرهای توضیحی (X_1, \dots, X_n) توضیح داده می‌شود، در این الگوها متغیر Y با استفاده از مقادیر گذشته خود و جمله اخلاص توضیح داده می‌شود. به عبارت دیگر اطلاعات موجود در توزیع احتمال یک سری (y_1, \dots, y_n) مبنایی برای استنباط و پیش‌بینی پیشامد y_{n+1} است (وایت، ۱۹۹۴).

یکی از جدیدترین روش‌های پیش‌بینی، رویکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌باشد، که به موازات مدل‌های سنتی وارد ادبیات اقتصاد کاربردی شده است. پایه کار شبکه‌های مصنوعی هوش مصنوعی است. با استفاده از هوش مصنوعی روابط بین متغیرها را هر چند که پیچیده باشند میتوان توسط رایانه فرا گرفت و از آن برای پیش‌بینی مقادیر آتی استفاده نمود. مزیت مهم مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی این است که نیازی به فرض‌های آماری خاص در مورد رفتار متغیرها نیست (محمدی، ۱۳۸۷).

کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در اقتصاد و اقتصادسنجی از اواخر دهه ۸۰ میلادی با بررسی‌های وایت در بازارهای مالی و پیش‌بینی قیمت سهام شرکت IBM آغاز شد. البته هدف اصلی آن به جای پیش‌بینی، آزمون فرضیه کارایی بازار بود. اما موفقیت شبکه‌های عصبی در حوزه اقتصاد مالی، توجه متخصصان اقتصاد کلان و اقتصادسنجی را جلب نمود و استفاده از شبکه‌های

عصبی در پیش‌بینی از دهه ۹۰ آغاز شد. بررسی‌های پرشماری در زمینه استفاده از الگوهای سری زمانی ARIMA و شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی متغیرهای مختلف اقتصادی صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به مطالعات چرچ و کورام (۱۹۹۶)، کهزادی و همکاران (۱۹۹۶)، مشیری و همکاران (۱۹۹۹)، مشیری و کامرون (۲۰۰۰)، تکاز (۲۰۰۱)، اولسون و موس‌من (۲۰۰۳)، هروی و همکاران (۲۰۰۴) آذربایجانی و همکاران (۲۰۰۷)، فهیمی‌فرد و همکاران (۲۰۰۹)، گیلان‌پور و کهزادی (۱۳۷۶)، مجاوریان و امجدی (۱۳۷۸)، کهزادی و ابوالحسنی (۱۳۷۹)، قاسمی و همکاران (۱۳۷۹)، مشیری (۱۳۸۰)، قدیمی و مشیری (۱۳۸۱)، اصغری اسکویی (۱۳۸۱)، عباسیان و کرباسی (۱۳۸۲)، مرزبان و همکاران (۱۳۸۳)، طراز‌کار (۱۳۸۴)، نجفی و همکاران (۱۳۸۵)، خاشعی و بیجاری (۱۳۸۵)، عبدالهی عزت‌آبادی (۱۳۸۵)، اثنی عشری (۱۳۸۶)، طاهرحسینی و همکاران (۱۳۸۶)، زراءنژاد و همکاران (۱۳۸۷)، طیبی و همکاران (۱۳۸۷)، محمدی و همکاران (۱۳۸۷)، فهیمی‌فر (۱۳۸۷)، ایمان‌دوست و همکاران (۱۳۸۸)، مهربانی و همکاران (۱۳۸۸)، آذربایجانی و همکاران (۱۳۸۸) اشاره نمود.

نگاهی به تاریخ ده سال گذشته ایران در زمینه تورم نشان می‌دهد که از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ نرخ تورم میان ۱۰ تا ۱۶ درصد در نوسان بوده است، اما در سال ۱۳۸۵ تزریق منابع فراوان دلاری و ریالی از سوی دولت به طرح‌های عمرانی سراسر کشور و افزایش اعطای تسهیلات بانکی، موجب رشد نقدینگی سرگردان در سطح جامعه و در پی آن، رشد تورم گردید. در این ارتباط می‌توان به پژوهش حسینی و محتشمی (۱۳۸۷) که به بررسی وجود رابطه پایدار میان تورم و نقدینگی پرداخته‌اند اشاره نمود، به طوری که در بلندمدت یک درصد افزایش در رشد نقدینگی به افزایش ۰/۸۹ درصدی تورم منجر می‌شود و این امر بیانگر اهمیت تاثیر رشد نقدینگی بر تورم می‌باشد. بنابراین با وجود عامل‌هایی مانند ساختار اقتصادی ناسالم، وابسته و تک محصولی و نبود تعادل‌های حاکم بر اقتصاد کشور همراه با سیاست‌های پولی و مالی انبساطی، محدودیت‌های درآمدهای ارزی، جنگ تحمیلی، تحریم اقتصادی، افزایش هزینه‌های تولید و در نهایت انتظارهای تورمی باعث شد که در سال‌های بعد از انقلاب، تورم تداوم یافته و در برخی از سال‌ها بر شدت آن نیز افزوده شود تا جایی که به عنوان یکی از بنیادی‌ترین چالش‌های اقتصادی کشور، توجه همگان را به خود معطوف سازد. افزایش پرشتاب سطح قیمت‌ها همراه با نرخ به نسبت بالای رشد حجم پول و نقدینگی طی چند سال گذشته، تورم را به صورت یکی از عمده‌ترین چالش‌های اقتصادی ایران تبدیل نموده است. به طوری که بهبود شرایط ناشی از وجود تورم همواره یکی از

۲... بررسی توان پیش‌بینی الگوهای اقتصادسنجی...

هدف‌های مهم برنامه‌های توسعه کشور بوده است. دستیابی به این هدف مستلزم ایجاد سازوکاری دقیق و هدفمند از فرایند سیاستگذاری اقتصادی است که در شکل استاندارد خود، پیش‌بینی، هدفگذاری و تحلیل سیاستی را شامل می‌گردد. دستیابی به نرخ تورم پایین و پایدار مستلزم توانایی استفاده از ابزار مؤثر و کارا در امر سیاستگذاری اقتصادی است. از این رو، سیاستگذار اقتصادی باید درک درستی از پیامدهای سیاست‌های اعمال شده داشته باشد و بتواند با پیش‌بینی دقیق تورم، به تعدیل ابزار اقتصادی خود بپردازد. پیش‌بینی تورم در فرآیند سیاستگذاری اقتصادی حساسیت زیادی داشته و بر این اساس، بالا بردن دقت پیش‌بینی‌های کمی و تلفیق آن با معیارهای قضاوتی از ضرورت‌های سیاستگذاری اقتصادی است؛ زیرا پیش‌بینی این امکان را می‌دهد تا بتوان میزان انحراف عملکرد مورد انتظار متغیرهای هدف، از مقادیر از پیش تعیین شده آنها را اندازه‌گیری کرد. از این رو، بیشتر دولت‌ها و بانک‌های مرکزی سیاست‌های مالی و پولی خود را نه تنها بر مبنای وضع موجود، بلکه بر مبنای پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت از متغیرهای کلیدی اقتصاد از جمله تورم، تدوین نموده و به اجرا می‌گذارند. بدیهی است که میزان دقت پیش‌بینی این متغیرها، صرف نظر از درستی سیاست‌های مالی و پولی و تناسب آنها با شرایط موجود، شرط لازم موفقیت این سیاست‌ها به شمار می‌آید (زراءنژاد، ۱۳۸۷).

با توجه به اینکه در همه بررسی‌های انجام شده مقایسه‌ای بین روش‌های اقتصادسنجی و شبکه عصبی تورم انجام نشده است، از این رو در این پژوهش با به‌کارگیری روش‌های پیش‌بینی الگوهای سری زمانی، میانگین متحرک خود انباشته و شبکه عصبی، به پیش‌بینی شاخص کالا و خدمات مصرفی ایران برای ۱۴ ماه آتی در سال ۱۳۹۰ با استفاده از اطلاعات ماهانه شاخص کالا و خدمات مصرفی در سال‌های ۸۹-۱۳۸۳ پرداخته شده است.

روش تحقیق

مهم‌ترین مسئله‌ای که در استفاده از الگوهای سری زمانی وجود دارد، شناسایی الگوی مناسب از بین طیف گسترده این الگوها به منظور داشتن پیش‌بینی‌ای با کمترین خطاست. برآورد و پیش‌بینی الگوهای سری زمانی بطور کلی دارای چهار مرحله اساسی شامل شناسایی، برآورد، ارزیابی و پیش‌بینی است. این مراحل برای الگوهای تک متغیره و چند متغیره اندکی متفاوت است. برای شناسایی الگوی مناسب از بین الگوی تک متغیره این گونه عمل می‌شود: نخست یک الگوی ARIMA جامع به صورت رابطه (۱) تشکیل می‌شود (ابریشمی، ۱۳۸۱):

$$\Phi_p(L^p)PC_t = \theta_q(L^q)\varepsilon_t \quad (1)$$

که در آن L عملکرد وقفه‌ای، $(L)\Phi_p$ و $\theta_q(L)$ عبارت‌های چند جمله‌ای از L به ترتیب از درجه‌های p و q است که p و q به ترتیب درجه‌های خود توضیحی و میانگین متحرک می‌باشد. ε_t نیز اجزای اخلاص با ویژگی‌های نوفه سفید و PC_t سری زمانی مورد نظر می‌باشد. دوم، با توجه به رفتار جزء میانگین متحرک و جزء خود توضیح و با بهره‌گیری از توابع خود همبستگی (ACF) و تابع خود همبستگی جزئی (PACF) نوع الگوی نهایی تعیین می‌شود.

پیش از فرآیند پیش‌بینی، لازم است ادبیات چگونگی انتخاب وقفه بیشتر بررسی شود. انتخاب وقفه از چالش‌زاترین مراحل پیش‌بینی الگوهای سری زمانی می‌باشد. نگاهی به پرشمار بودن در روش‌های یاد شده این نکته را بیشتر آشکار خواهد کرد. بسیاری از پژوهشگران به منظور انتخاب وقفه در پیش‌بینی سری‌های زمانی با استفاده از الگوی اتورگرسیو (AR) از معیارهای انتخاب وقفه ثابت، AIC و BIC استفاده می‌نمایند. به باور این پژوهشگران، در نمونه‌های کوچک، استفاده از دو معیار BIC و AIC منجر به افزایش نبود قطعیت در پیش‌بینی می‌گردد. این بررسی استفاده از دو معیار حداقل وقفه و حداکثر وقفه را وسیله‌ای برای ارزیابی دو معیار دیگر می‌داند. بهره‌گیری از تابع‌های خود همبستگی (ACF) و خود همبستگی جزئی^۱ (PACF) نمونه، مدنظر قرار گرفت. تعداد خیزهای^۲ معنی‌دار آماری ACF و PACF درجه‌های الگو را تعیین می‌نماید (شاموی و استوفر، ۲۰۰۶). پیندک و رابینفلد استفاده از ضریب‌های همبستگی جزئی را برای انتخاب وقفه یا مرتبه فرایند اتورگرسیو مناسب دانستند. آنان بر این باورند که پس از انتخاب وقفه مناسب قاعدتاً نباید ضریب همبستگی جزئی میان جمله‌های اخلاص معنی‌دار باشد. به عبارت دیگر در انتخاب وقفه براساس دیگر معیارها، ضریب‌های همبستگی را می‌توان به عنوان راهنما مورد استفاده قرار داد.

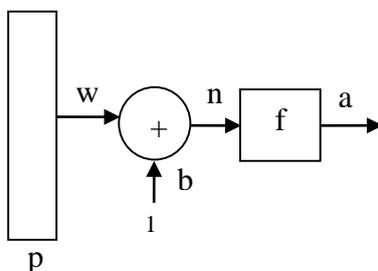
برای برآورد انواع الگوهای ARIMA از روش حداقل مربعات معمولی و روش حداکثر راست‌نمایی استفاده می‌شود. پس از برآورد الگو، برای ارزیابی الگو ARIMA، الگوهایی با مرتبه بالاتر نیز برآورد و با الگوی اولیه مقایسه می‌شوند و الگوی درست بر اساس معیار آکایک (AIC) و تصادفی بودن جمله‌های باقیمانده حاصل از برآورد مشخص می‌شود. در نهایت، توان پیش‌بینی الگو، که یکی از اصلی‌ترین معیارها در تعیین الگوی بهینه است با استفاده از معیارهای میانگین قدر مطلق خطا (MAE) و درصد قدر مطلق میانگین خطا (MAPE) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. امروزه دیدگاه دیگری به موازات مدل‌های سری زمانی، در زمینه پیش‌بینی مطرح می‌باشد، برتری مهم

¹ Partial AutoCorrelation Function

² Spikes

بررسی توان پیش‌بینی الگوهای اقتصادسنجی...^۹

این روش‌ها که به شبکه‌های عصبی (ANN) معروف هستند، بی‌نیازی به اعمال فرضیه‌های خاص در مورد رفتار متغیرها می‌باشد. شبکه‌های عصبی مصنوعی ساختاری مانند مغز انسان دارند. مغز به عنوان یک سیستم پردازش اطلاعات از عناصر اصلی ساختاری به نام نرون تشکیل شده است. شبکه‌های عصبی مصنوعی شامل مجموعه‌ای از نرون‌های به هم متصل می‌باشند که به هر مجموعه از این نرون‌ها یک لایه گفته می‌شود. در نهایت برای ایجاد این لایه‌ها، نرون‌ها به وسیله تابع‌های فعالسازی (محرک) به یکدیگر متصل می‌گردند اما در عمل تعداد معدودی از تابع‌های فعالسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در واقع شبکه با انجام محاسبات روی داده‌های عددی قاعده‌های کلی را فرا گرفته و از این رو به آن سامانه هوشمند اطلاق می‌شود. برخورداری شبکه عصبی مصنوعی از ویژگی‌هایی همچون پردازش موازی، هوشمندی و انعطاف‌پذیری موجب کاربرد گسترده آن در حوزه‌هایی همچون شناخت الگو^۱، خوشه‌بندی^۲، مدل‌سازی^۳، برآورد و شناسایی^۴ و پیش‌بینی^۵ شده است (اصغری اسکویی، ۱۳۸۱). همان‌طور که گفته شد، یک شبکه عصبی از نرون‌های مصنوعی تشکیل شده است. نرون یا گره کوچکترین واحد پردازش اطلاعات است که اساس عملکرد شبکه‌های عصبی را تشکیل می‌دهد. به‌طور کلی هر یک از نرون‌ها، ورودی‌ها را دریافت کرده و پس از پردازش روی آنها یک سیگنال خروجی تولید می‌کنند. از این رو، هر نرون در شبکه به عنوان مرکز پردازش و توزیع اطلاعات عمل می‌کند و ورودی و خروجی ویژه خود را دارد. شکل زیر نمایش ساختار یک نرون تک ورودی است که در آن اعداد p و a به ترتیب ورودی و خروجی نرون می‌باشند (محمدی، ۱۳۸۷).



شکل (۱) مدل نرون تک ورودی

¹ Pattern Recognition

² Clustering

³ Modeling

⁴ Estimation and Identification

⁵ Forecasting

میزان تاثیر p روی a با مقدار عددی w تعیین می‌شود. ورودی دیگر مقدار ثابت یک است که در جمله اریب b ضرب شده و سپس با wp جمع می‌شود. این حاصل جمع ورودی خالص^۱ n برای تبدیل یا فعالسازی^۲ f (محرك) است. به این ترتیب خروجی نرون به صورت معادله (۲) تعریف می‌شود (محمدی، ۱۳۸۷):

$$a = f(wp + b) \quad (2)$$

پارامترهای w و b قابل تنظیم هستند و تابع محرك f نیز توسط محقق انتخاب می‌شود. با انتخاب f و نوع الگوریتم یادگیری پارامترهای w و b تنظیم می‌شوند. الگوریتم‌های یادگیری شبکه عصبی بسیار مانند روش‌های حداقل‌سازی رایج مانند حداقل مربعات غیر خطی است. الگوریتم‌های یادگیری پارامترهای شبکه را آن‌چنان برآورد می‌کنند که معیار خطای پیش‌بینی آن به‌طور پیوسته، کاهش یابد (حنفی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶). یادگیری به این معنی است که w و b طوری تغییر کنند که رابطه ورودی و خروجی نرون با هدف خاصی همخوانی داشته باشد. در بیشتر موارد یک نرون دارای بیش از یک ورودی بوده و به‌طور معمول یک نرون حتی با تعداد ورودی‌های زیاد نیز به تنهایی برای حل مسائل کفایت نکرده و اجتماعی از چند نرون به‌عنوان یک لایه به‌کار گرفته می‌شود.

نتایج و بحث

به منظور پیش‌بینی شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی (CPI) ایران با بهره‌گیری از رهیافت تک‌متغیره، نخست ارزیابی این سری زمانی مدنظر قرار گرفت. سری زمانی مورد بررسی در بازه زمانی مهر ماه ۱۳۸۳ تا دی ماه ۱۳۸۹ می‌باشد. از این رو، تعداد مشاهده‌ها برابر با ۷۶ و هدف پیش‌بینی ۱۴ مشاهده آتی تا پایان سال ۱۳۹۰ است. سپس به منظور ارزیابی روند موجود در داده‌ها، چهار فرم تابعی شامل خطی، منحنی رشد، درجه دوم و منحنی S برای روند مدنظر قرار گرفت. مقایسه مقادیر شاخص درصد میانگین مطلق خطا (MAPE) برای برازش چهار فرم تابعی نشان داد که تفاوت ناچیزی بین توان پیش‌بینی فرم‌های یاد شده وجود داشته است اما مقدار شاخص MAPE برای فرم تابعی روند منحنی S کمترین مقدار بوده و از این رو، بیشترین مقدار توان پیش‌بینی را نشان می‌دهد.

¹ Net Input

² Transfer or Activation Function

بررسی توان پیش‌بینی الگوهای اقتصادسنجی... ۱۱

جدول (۱) نتایج درصد خطای چهار فرم تابع خطی، رشد، درجه دوم و S

فرم تابع	MAPE	MAD	MSD
خطی	۴/۲۴	۵/۷۲	۴۸/۲۱
رشد	۳/۳۰	۵/۱۸	۳۶/۳۴
درجه دوم	۳/۲۶	۴/۹۱	۳۱/۶۳
درجه سوم S	۳/۱۴	۴/۹۰	۳۸/۸

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج پیش‌بینی شاخص کالای مصرفی و خدماتی CPI بر اساس الگوی روند منحنی S که دارای کمترین درصد میانگین مطلق خطا بوده است، برای بهمن ۱۳۸۹ تا اسفند ۱۳۹۰، نشان داد که در دوره مورد بررسی روند روبه‌رشدی از این شاخص را خواهیم داشت و از آنجایی که CPI به عنوان شاخصی از نرخ تورم در نظر گرفته می‌شود، روند روبه‌رشد CPI نشان از رشد نرخ تورم در ماه‌های سال آینده خواهد بود.

جدول (۲) نتایج پیش‌بینی الگوی روند منحنی S برای ۱۳۸۹:۱۱ تا ۱۳۹۰:۱۲

دوره	مقدار پیش‌بینی	دوره	مقدار پیش‌بینی	دوره	مقدار پیش‌بینی
۱۳۸۹:۱۱	۲۴۵/۹۱	۱۳۹۰:۴	۲۶۱/۰۷	۱۳۹۰:۹	۲۷۷/۰۳
۱۳۸۹:۱۲	۲۴۸/۸۸	۱۳۹۰:۵	۲۶۴/۲	۱۳۹۰:۱۰	۲۸۰/۳۲
۱۳۹۰:۱	۲۵۱/۸۸	۱۳۹۰:۶	۲۶۷/۳۶	۱۳۹۰:۱۱	۲۸۳/۶۵
۱۳۹۰:۲	۲۵۴/۹۱	۱۳۹۰:۷	۲۷۰/۵۵	۱۳۹۰:۱۲	۲۸۷/۰۱
۱۳۹۰:۳	۲۵۷/۹۷	۱۳۹۰:۸	۲۷۳/۷۷		

منبع: یافته‌های پژوهش

با فرض وجود روند و تأثیر فصلی در سری زمانی با بهره‌گیری از رهیافت HWM^1 پیش‌بینی ۱۴ دوره آتی مدنظر قرار گرفت. این الگوریتم با استفاده از سه ضریب تعدیل^۲ (مقادیر ضرایب تعدیل بین صفر و یک بوده) سطح داده، روند و اثر فصلی و لحاظ نمودن چرخه فصلی کامل‌ترین رهیافت در بین الگوهای تعدیل نمائی به‌شمار می‌آید (مانیاتیس، ۲۰۰۹). نتایج الگوی HWM نشان داد که مقدار سه ضریب تعدیل سطح داده، روند و تأثیر فصلی به ترتیب برابر با ۰/۹۶، ۰/۰۶ و ۱ می‌باشد. مقدار سه شاخص MAD ، MSE و $MAPE$ برای پیش‌بینی درون نمونه‌ای به ترتیب برابر با ۲/۷۴، ۱۹/۱۲ و ۱/۶۳ درصد بوده که بیانگر توان پیش‌بینی بالای الگوی HWM است. مقدار شاخص فصلی برای ۱۲ ماه فروردین تا اسفند به ترتیب برابر با ۱/۰۴، ۱/۰۳، ۱/۰۳، ۱/۰۲،

¹ Holt-Winter Multiplicative

² Smoothing constraint

۱/۰۲، ۱/۰۲، ۰/۹۵، ۰/۰، ۰/۹۶/۹۵، ۰/۹۸، ۰/۹۹ و ۱ می باشد. پیش بینی برون نمونه ای الگو برای بهمن ۱۳۸۹ تا اسفند ۱۳۹۰ نتایج زیر را نشان داد.

جدول (۳) نتایج پیش بینی الگوی HWM برای ۱۳۸۹:۱۱ تا ۱۳۹۰:۱۲

دوره	مقدار پیش بینی	دوره	مقدار پیش بینی	دوره	مقدار پیش بینی
۱۳۸۹:۱۱	۲۴۵/۰۹	۱۳۹۰:۴	۲۶۸/۸۶	۱۳۹۰:۹	۲۶۵/۹۷
۱۳۸۹:۱۲	۲۵۲/۳۵	۱۳۹۰:۵	۲۷۱/۱۱	۱۳۹۰:۱۰	۲۷۱/۴۲
۱۳۹۰:۱	۲۶۲/۷۸	۱۳۹۰:۶	۲۷۵/۰۴	۱۳۹۰:۱۱	۲۷۷/۲۸
۱۳۹۰:۲	۲۶۵/۵۷	۱۳۹۰:۷	۲۶۱/۸۶	۱۳۹۰:۱۲	۲۸۵/۱۳
۱۳۹۰:۳	۲۶۸/۱۳	۱۳۹۰:۸	۲۶۱/۱۶		

منبع: یافته های تحقیق

با توجه به مشهود نبودن تأثیر فصلی، الگوی غیر پارامتریک ^۱DEST مورد استفاده قرار گرفت (مانیاتیس، ۲۰۰۹). نتایج برازش الگو DEST نشان داد که مقدار ضریب تعدیل مورد استفاده برابر با ۰/۷۴ می باشد. مقدار سه شاخص MAD، MSE و MAPE برای پیش بینی درون نمونه ای به ترتیب برابر با ۱/۱، ۲/۰۶، ۰/۶۹ درصد بوده که توان پیش بینی بالاتر الگوی DEST در قیاس با رهیافت HWM را نشان می دهد. پیش بینی برون نمونه ای الگوی DEST برای بهمن ۱۳۸۹ تا اسفند ۱۳۹۰ نتایج زیر را نشان داد.

جدول (۴) نتایج پیش بینی الگوی DEST برای ۱۳۸۹:۱۱ تا ۱۳۹۰:۱۲

دوره	مقدار پیش بینی	دوره	مقدار پیش بینی	دوره	مقدار پیش بینی
۱۳۸۹:۱۱	۲۴۴/۳۱	۱۳۹۰:۴	۲۶۸/۹۴	۱۳۹۰:۹	۲۹۳/۵۶
۱۳۸۹:۱۲	۲۴۹/۲۴	۱۳۹۰:۵	۲۷۳/۸۶	۱۳۹۰:۱۰	۲۹۸/۴۸
۱۳۹۰:۱	۲۵۴/۱۶	۱۳۹۰:۶	۲۷۸/۷۸	۱۳۹۰:۱۱	۳۰۳/۴۱
۱۳۹۰:۲	۲۵۹/۰۹	۱۳۹۰:۷	۲۸۳/۷۱	۱۳۹۰:۱۲	۳۰۸/۳۳
۱۳۹۰:۳	۲۶۴/۰۱	۱۳۹۰:۸	۲۸۸/۶۳		

منبع: یافته های تحقیق

رهیافت ناپارامتریک دیگر مورد استفاده در این پژوهش، الگوی میانگین متحرک با روند ^۲(MAT) می باشد (مانیاتیس، ۲۰۰۹). مقدار MAD، MSE و MAPE برای پیش بینی درون نمونه ای با استفاده از الگوی میانگین متحرک با روند به ترتیب برابر با ۲/۰۱، ۶/۹۳ و ۱/۲ درصد است. از

^۱ Double Exponential Smoothing with Trend

^۲ Moving Average with Trend

بررسی توان پیش بینی الگوهای اقتصادسنجی...۱۳

این رو، می توان نتیجه گرفت توان پیش بینی الگوی بالا برتر از الگوی HWM بوده اما ضعیف تر از DEST می باشد. پیش بینی برون نمونه ای الگوی میانگین متحرک با روند برای بهمن ۱۳۸۹ تا اسفند ۱۳۹۰ نتایج زیر را نشان داد.

جدول (۵) نتایج پیش بینی الگوی MAT برای ۱۳۸۹:۱۱ تا ۱۳۹۰:۱۲

دوره	مقدار پیش بینی	دوره	مقدار پیش بینی	دوره	مقدار پیش بینی
۱۳۸۹:۱۱	۲۳۸/۲۵	۱۳۹۰:۴	۲۵۱/۰۸	۱۳۹۰:۹	۲۶۳/۹۲
۱۳۸۹:۱۲	۲۴۰/۸۱	۱۳۹۰:۵	۲۵۳/۶۵	۱۳۹۰:۱۰	۲۶۶/۴۹
۱۳۹۰:۱	۲۴۳/۳۸	۱۳۹۰:۶	۲۵۶/۲۲	۱۳۹۰:۱۱	۲۶۹/۰۶
۱۳۹۰:۲	۲۴۵/۹۵	۱۳۹۰:۷	۲۵۸/۷۹	۱۳۹۰:۱۲	۲۷۱/۶۲
۱۳۹۰:۳	۲۴۸/۵۲	۱۳۹۰:۸	۲۶۱/۳۵		

منبع: یافته های تحقیق

به منظور بهره گیری از الگوهای پارامتریک به منظور بررسی الگوی رفتاری و پیش بینی مقادیر آتی سری زمانی CPI ارزیابی ویژگی آماری این سری زمانی و بررسی وجود ریشه واحد در آن مد نظر قرار گرفت.

جدول (۶) نتایج آزمون ایستایی سری زمانی CPI

نوع آزمون	سطح آزمون (عرض از مبدا و روند)	مقدار آماره محاسباتی	مقدار آماره بحرانی (پنج درصد)
ADF	در سطح داده	-۱/۶۷	-۳/۴۷
	تفاضل مرتبه اول	-۵/۳۸	-۳/۴۷
KPSS	در سطح داده	۰/۱۹۱	۰/۱۴۶
	تفاضل مرتبه اول	۰/۱۱۲	۰/۱۴۶

منبع: یافته های تحقیق

در سطح داده پذیرش فرض صفر در آزمون ADF و رد فرض صفر در آزمون KPSS بیانگر ایستا نبودن متغیر CPI می باشد. از سوی دیگر، برای تفاضل مرتبه اول داده، رد فرض صفر در آزمون ADF و پذیرش فرض صفر در آزمون KPSS نشان داد که متغیر مورد بررسی ایستا از درجه یک می باشد. با توجه به ویژگی آماری متغیر مورد بررسی، الگوی پارامتریک تک متغیره مورد استفاده، الگوی خود توضیحی هم جمع میانگین متحرک^۱ (ARIMA) می باشد. در گام نخست برازش الگوی

^۱ Autoregressive Integrated Moving Average

یادشده براساس رهیافت پیشنهادی Box-Jenkins رسم منحنی‌های ACF و PACF متغیر CPI مدنظر قرار گرفت.

نمودار PACF		نمودار ACF	
		+	RRRRRRRRRRRRRR
		+	RRRRRRRRR+
+	RRRRRRRRRRRRRR	+	RRRRRRRRRRRR
+	RRRR +	+	RRRR +
+	RRRRRRRRRR	+	RRRR +
+	RRRRRR +	+	RRRRRRRRR+
+	RRRRRR +	+	RRRRRR +
+	RRR +	+	RRRR +
+	RRRRRRRRR+	+	RRRRRR +
+	R +	+	R +
+	R +	+	RR +
+	R +	+	RR +
+	RRRRR +	+	RRRRR +
+	R +	+	RRR +
+	R +	+	RRR +
+	R +	+	RRRRRR +
+	RRRRR +	+	RRRRR +
+	R +	+	RRR +
+	R +	+	RRRRRR +
+	R +	+	RRRRR +
		+	RRR +

شکل (۲) رسم ACF و PACF برای تفاضل مرتبه اول CPI

براساس منحنی‌های بالا، درجه پیشنهادی برای خودتوضیحی و میانگین متحرک برابر با دو است. بر مبنای پیشنهاد اولیه و تغییر فرضی درجه‌ها نتایج زیر به دست آمد.

جدول (۷) ویژگی الگوهای ARIMA با درجات مختلف

ARIMA(4,6)	ARIMA(3,3)	ARIMA(3,2)	ARIMA(2,5)	ARIMA(2,2)	شرح
(۰/۰۷۳) ۳/۲۱	(۰/۰۵۶) ۳/۶۵	(۰/۲۶۶) ۱/۲۴	(۰/۰۷۷) ۳/۱۲	(۰/۰۵) ۳/۸۵	Q(b)
(۰/۱۵۶) ۳/۷۲	(۰/۱۶۱) ۳/۶۵	(۰/۱۶۲) ۳/۶۴	(۰/۲۰۹) ۳/۱۳	(۰/۰۲۲) ۷/۶۷	Q(b+1)
(۰/۱۳۶) ۵/۵۵	(۰/۳) ۳/۶۵	(/۲۹) ۳/۷۵	(۰/۳۵۲) ۳/۲۷	(۰/۰۵۳) ۷/۶۸	Q(b+2)
۰/۶۸	۰/۶۸	۰/۷۴	۰/۷۳	۰/۷۸	AIC
۱/۰۲	۰/۸۹	۰/۹۲	۰/۹۷	۰/۹۳	SC
۰/۴۵	۰/۳۴	۰/۳	۰/۳۵	۰/۲۴	R ²
۰/۳۶	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۲۸	۰/۱۹	R ²

منبع: یافته‌های تحقیق

بررسی توان پیش‌بینی الگوهای اقتصادسنجی... ۱۵

براساس نتایج به‌دست آمده از آماره‌های اطلاعات AIC و SC و توجه به ضریب‌های تعیین‌کننده دو الگوی ARIMA (3,3) و ARIMA (4,6) برتر از دیگر الگوها بوده و مقدار آماره LBP^۱ نیز گویای نبود خودهمبستگی در سطح پنج درصد برای این دو الگو می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از برازش دو الگوی یاد شده در جدول (۸) ارائه شده است.

جدول (۸) نتایج به‌دست آمده از برازش الگوی ARIMA (3,3) و ARIMA (4,6)

ARIMA (4,6)		ARIMA (3,3)		الگو
آماره t	ضریب رگرسیون	آماره t	ضریب رگرسیون	شرح
۲۰/۱۶	۱/۰۰۳	-۲/۳۶۴	-۰/۳۶۳	AR(1)
-۰/۱۳	-۰/۰۱۷	-۰/۲۱۵	-۰/۰۳۶	AR(2)
۹/۸۹	۰/۷۲۴	۵/۹۴۷	۰/۷۲۲	AR(3)
-۸۳۷/۴	-۰/۸۵۶	-	-	AR(4)
۵/۹۷۱	۰/۵۵۴	-۴/۸۴۵	-۰/۹۳۶	MA(1)
۲/۱۴۷	۰/۳۵۸	-۱/۵۲۴	-۰/۴۰۸	MA(2)
۶/۶۷۳	۰/۶۸۱	۲/۲۷۷	۰/۳۸۳	MA(3)
-۷/۸۲	-۰/۶۲۲	-	-	MA(4)
۱/۰۵۶	۰/۱۴۹	-	-	MA(5)
-۴/۲۲۳	-۰/۴۹۹	-	-	MA(6)
۳/۹۹۸	۰/۳۰۴	۱/۵۹۳	۱/۳۱۸	عرض از مبدا

منبع: یافته‌های تحقیق

دو الگوی یاد شده برای پیش‌بینی درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای مدنظر قرار گرفت. برای پیش‌بینی درون نمونه‌ای بازه ۱۳۸۹:۱ تا ۱۳۸۹:۱۰ و برای پیش‌بینی برون نمونه‌ای بازه ۱۳۸۹:۱۱ تا ۱۳۹۰:۱۲ لحاظ شد.

^۱ Ljung-Box-Pierce

جدول (۹) نتایج به دست آمده از پیش‌بینی درون و برون نمونه‌ای

شاخص MAPE (درصد)		مقدار پیش‌بینی شده		مقدار واقعی	دوره زمانی
ARIMA (4,6)	ARIMA (3,3)	ARIMA (4,6)	ARIMA (3,3)		
۰/۱۶	۰/۱۸	۲۱۳/۶۵	۲۱۴/۳۹۵	۲۱۴	۱۳۸۹:۱
۰/۵۱	۰/۸۵	۲۱۵/۹۹۲	۲۱۶/۷۱۸	۲۱۴/۹	۱۳۸۹:۲
۱/۱۹	۱/۱۶	۲۱۸/۹۸	۲۱۸/۹۱۵	۲۱۶/۴	۱۳۸۹:۳
۱/۲۶	۱/۰۸	۲۲۱/۵۶۶	۲۲۱/۱۵۴	۲۱۸/۸	۱۳۸۹:۴
۱/۱۴	۰/۷۹	۲۲۴/۰۱۷	۲۲۳/۲۵۷	۲۲۱/۵	۱۳۸۹:۵
۲/۱۱	۰/۹۵	۲۲۷/۹۱۳	۲۲۵/۳۱۸	۲۲۳/۲	۱۳۸۹:۶
۱/۸۵	۰/۱	۲۳۱/۳۹۹	۲۲۷/۴۲۹	۲۲۷/۲	۱۳۸۹:۷
۲/۱۳	۰/۱۶	۲۳۴/۶۹۴	۲۲۹/۴۲۶	۲۲۹/۸	۱۳۸۹:۸
۲/۴۳	۰/۸	۲۳۸/۹۶۹	۲۳۱/۴۳۱	۲۳۳/۳	۱۳۸۹:۹
۱/۲۹	۲/۵۶	۲۴۲/۶۹۴	۲۳۳/۴۷۴	۲۳۹/۶	۱۳۸۹:۱۰
		۲۴۶/۰۶۶	۲۳۵/۴۲	۲۴۵/۶	۱۳۸۹:۱۱
		۲۴۹/۹۶۴	۲۳۷/۴۰۶	۲۵۴/۰	۱۳۸۹:۱۲
		۲۵۳/۱۵۹	۲۳۹/۴۰۹	۲۵۶/۱	۱۳۹۰:۱
		۲۵۵/۸۵۵	۲۴۱/۳۳۴		۱۳۹۰:۲
		۲۵۸/۷۴۶	۲۴۳/۳۱۵		۱۳۹۰:۳
		۲۶۰/۸۸۱	۲۴۵/۲۹۱		۱۳۹۰:۴
		۲۶۲/۴۹۶	۲۴۷/۲۱		۱۳۹۰:۵
		۲۶۴/۱۶۹	۲۴۹/۱۹۲		۱۳۹۰:۶
		۲۶۵/۱۹۴	۲۵۱/۱۴۸		۱۳۹۰:۷
		۲۶۵/۸۴	۲۵۳/۰۷۱		۱۳۹۰:۸
		۲۶۶/۶۰۴	۲۵۵/۰۵۱		۱۳۹۰:۹
		۲۶۶/۹۷۳	۲۵۶/۹۹۴		۱۳۹۰:۱۰
		۲۶۷/۲۲۴	۲۵۸/۹۲۴		۱۳۹۰:۱۱
		۲۶۷/۷۷۴	۲۶۰/۹۰۲		۱۳۹۰:۱۲

منبع: یافته‌های تحقیق

میانگین MAPE برای پیش‌بینی درون نمونه‌ای در دو الگوی ARIMA (3,3) و ARIMA (4,6) به ترتیب برابر با ۰/۸۶ و ۱/۴۱ درصد می‌باشد. از این رو، الگوی ARIMA (3,3) توان پیش‌بینی درون نمونه‌ای بالاتری در قیاس با ARIMA (4,6) دارد. همچنین نتایج پیش‌بینی برون نمونه‌ای را در جدول (۱۰) می‌توان مشاهده نمود.

بررسی توان پیش‌بینی الگوهای اقتصادی... ۱۷

جدول (۱۰) نتایج پیش‌بینی درون نمونه‌ای الگوی شبکه عصبی مصنوعی (سال ۱۳۸۹)

شاخص CPI		ماه
مقادیر واقعی	مقادیر پیش‌بینی شده	
۲۱۴	۲۱۳/۵	فروردین
۲۱۴/۹	۲۱۴/۲	اردیبهشت
۲۱۶/۴	۲۱۵/۹	خرداد
۲۱۸/۸	۲۱۷/۵	تیر
۲۲۱/۵	۲۲۰/۵	مرداد
۲۲۳/۲	۲۲۳/۶	شهریور
۲۲۷/۲	۲۲۶/۲	مهر
۲۲۹/۸	۲۲۹/۴	آبان
۲۳۳/۳	۲۳۲/۷	آذر
۲۳۹/۶	۲۳۶/۶	دی

منبع: یافته‌های تحقیق

پس از پیش‌بینی برون نمونه‌ای با استفاده از نرم افزار MATLAB شاخص CPI برای ۱۴ ماه آتی، به عبارتی از بهمن ماه سال ۱۳۸۹ تا اسفند ۱۳۹۰ برآورد شد. نتایج نشان می‌دهد، برابر پیش‌بینی‌های صورت گرفته در ۱۴ ماه آتی با یک روند رو به رشدی از شاخص CPI روبه‌رو خواهیم بود.

جدول (۱۱) نتایج پیش‌بینی برون نمونه‌ای الگوی شبکه عصبی مصنوعی

ماه	CPI	ماه	CPI
بهمن ۸۹	۲۴۶/۸	شهریور ۹۰	۲۵۹/۴
اسفند ۸۹	۲۴۷/۲	مهر ۹۰	۲۶۱/۵
فروردین ۹۰	۲۵۰	آبان ۹۰	۲۶۳/۵
اردیبهشت ۹۰	۲۵۱/۳	آذر ۹۰	۲۶۶/۲
خرداد ۹۰	۲۵۳/۵	دی ۹۰	۲۶۶/۹
تیر ۹۰	۲۵۴/۷	بهمن ۹۰	۲۶۸/۳
مرداد ۹۰	۲۵۷/۱	اسفند ۹۰	۲۷۰/۷

منبع: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به طور کلی اقتصاددانان از نظر هدف‌های سیاست کلان اقتصادی، بر مواردی همچون اشتغال کامل، پایداری قیمت‌ها (کنترل تورم)، توزیع عادلانه درآمد و رشد پیوسته اقتصادی تاکید دارند. به دلیل اثرات مخرب تورم، کنترل آن به عنوان یکی از هدف‌های سیاست کلان اقتصادی همیشه مورد توجه اقتصاددانان بوده است. تورم به عنوان یکی از بنیادی‌ترین چالش‌های اقتصادی، در

طول حیات اقتصادی هر کشور شناخته می‌شود. از این‌رو این پژوهش با هدف پیش‌بینی ماهیانه نرخ تورم در ایران برای سال ۱۳۹۰ با استفاده از داده‌های سری زمانی ماهیانه شاخص بهای کالا و خدمات مصرفی ایران در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۹ که توسط بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران منتشر می‌شود، انجام شده است. برای این منظور از دو الگوی میانگین متحرک هم‌انباشته خود توضیح (ARIMA) و شبکه عصبی (ANN) استفاده گردیده است. همچنین در این پژوهش به مقایسه الگوهای اقتصادسنجی و شبکه عصبی و توان پیش‌بینی هر یک از الگوها با در نظر گرفتن میانگین درصد خطای مطلق آنها پرداخته شده است. نتایج پیش‌بینی با استفاده از این دو الگو نشان داد، که اگرچه هر دو الگوی میانگین متحرک خود توضیح و شبکه عصبی با توجه به میانگین درصد خطای مطلق پیش‌بینی درون نمونه‌ای، به ترتیب $0/86$ و $0/94$ درصد دارای توان پیش‌بینی بالایی بوده‌اند، اما الگوی ARIMA به نسبت الگوی ANN توان پیش‌بینی بالاتری دارد. بنابراین در این پژوهش مقادیر پیش‌بینی شده شاخص بهای کالا و خدمات مصرفی الگوی ARIMA، جهت برنامه‌ریزی و سیاستگذاری در سال ۱۳۹۰ مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. البته همان‌طور که نتایج پژوهش زراءنژاد و همکاران (۱۳۸۷)، در زمینه پیش‌بینی نرخ ارز با استفاده از شبکه‌های عصبی و مدل ARIMA نشان داده است، لزوماً در بررسی تمامی متغیرهای اقتصادی مدل‌های اقتصادسنجی بر مدل شبکه عصبی برتری ندارد، چنانچه نتایج پژوهش زراءنژاد و همکاران گویای برتری برآوردها در روش شبکه عصبی نسبت به مدل ARIMA بوده است.

نتایج پیش‌بینی الگوی ARIMA گویای یک روند روبه‌رشدی از شاخص بهای کالا و خدمات مصرفی ایران برای ماه‌های سال ۱۳۹۰ بوده است. پیش‌بینی می‌شود که بیشترین میزان شاخص بهای کالا و خدمات مصرفی ایران در سال ۱۳۹۰ در اسفند ماه با میزان $260/902$ درصد باشد که نسبت به سال قبل در این ماه با میزان $237/406$ درصد و با رشدی معادل ده درصد همراه خواهد بود (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۰). با توجه به شرایط رکود-تورمی اقتصاد ایران و از آنجایی که بودجه کل کشور در سال ۱۳۹۰ یک بودجه‌ی انبساطی است و با رشدی معادل ۳۸ درصد نسبت به سال ۱۳۸۹ معادل $5083/9$ تریلیون ریال برآورد شده است. به‌طوری‌که مصارف هزینه‌ای دولت در مقایسه با سال گذشته $11/8$ درصد معادل ۴۱۴۰۰ میلیارد ریال افزایش یافته است (خبرگزاری فارس، ۱۳۹۰). این افزایش هزینه‌های دولت و به دنبال آن افزایش کسری بودجه در سال آتی، افزایش تقاضای پول و در نتیجه افزایش نقدینگی در کشور را

بررسی توان پیش‌بینی الگوهای اقتصادسنجی... ۱۹

به دنبال خواهد داشت. سیاستگذاران اقتصادی همواره باید نگران رشد زیاد و فزاینده نقدینگی باشند و بر این اساس با توجه به اینکه افزایش پایه پولی از راه وام‌دهی بانک مرکزی به دولت برای رفع کسری‌های آن، نخستین تاثیر خود را در افزایش حجم پول و در نتیجه افزایش تورم می‌گذارد پیشنهاد می‌شود که دولت به جای تامین کسری‌های خود از راه استقراض از بانک مرکزی درصدد تعدیل کسری بودجه خود از راه تعدیل بسیاری از سیاست‌های سمت عرضه (سیاست‌های پولی انبساطی و انقباضی) و نیز کارا کردن نظام مالیاتی در یارانه‌های پرداختی باشد.

تأثیر تغییرات نرخ ارز بر سطح قیمت‌ها و تورم نیز متأثر از سیاست‌های اقتصادی کلان کشور است. اگر افزایش نرخ ارز همراه با اجرای سیاست‌های انبساطی مالی و پولی باشد، موجب تشدید و فشار تورم خواهد شد و چنانچه افزایش نرخ ارز با اجرای سیاست‌های انقباضی مالی و پولی همراه باشد، آثار قابل ملاحظه‌ای بر تورم و نیز بر سطح عمومی قیمت‌ها نخواهد داشت. اما اعمال سیاست یکسان‌سازی هم بر تورم و هم بر سطح عمومی قیمت‌ها تأثیرگذار است.

در مورد نرخ بهره نیز، در ایران نرخ بهره به صورت تعادلی تعیین نمی‌گردد. بلکه به صورت دستوری از سوی شورای پول و اعتبار به بانک‌ها ابلاغ می‌گردد. بنابراین، با توجه به این که در ایران در بیشتر زمان‌ها نرخ بهره اسمی در یک سال کمتر از نرخ تورم در آن سال بوده است، نرخ بهره حقیقی در بیشتر زمان‌ها منفی بوده است. معنای منفی بودن نرخ بهره حقیقی آن است که ارزش حقیقی دارایی‌های سپرده‌گذار در بانک‌ها، با توجه به بیشتر بودن نرخ تورم از نرخ بهره اسمی، پیوسته کاهش می‌یابد. نتیجه منفی بودن نرخ بهره حقیقی آن است که عرضه سرمایه مالی از سوی سپرده‌گذاران کاهش می‌یابد و از سوی دیگر تقاضای تسهیلات از سوی وام‌گیرندگان افزایش می‌یابد و به این ترتیب مازاد تقاضا برای تسهیلات به وجود می‌آید. این مازاد تقاضا به معنای فشار بر نظام بانکی برای تأمین منابع برای اعطای تسهیلات و از سوی دیگر تأمین نشدن منابع کافی از سوی سپرده‌گذاران است که نتیجه آن موجود نبودن تسهیلات کافی برای همه متقاضیان است. دخالت دولت برای تأمین منابع بانک‌ها با الزام بانک مرکزی به تزریق پول به بانک‌ها، خود موجب افزایش حجم پول و تورم بیشتر خواهد شد و اگر چه در کوتاه مدت ممکن است به رفع مشکل بانک‌ها کمک کند، اما در نهایت با افزایش تورم، باعث کاهش بیش‌تر نرخ بهره حقیقی و وخیم‌تر شدن وضع نظام بانکی خواهد شد. از پیامدهای دیگر نرخ بهره حقیقی منفی همچنین می‌توان کاهش انگیزه بانک‌ها برای ارائه خدمات بهتر، ایجاد فساد در نظام بانکی

به صورت رانت و رشوه برای دریافت تسهیلات و بازتوزیع ثروت از سپرده‌گذار به نفع دریافت‌کننده تسهیلات را نام برد.

بنابراین با توجه به آنچه پیشتر مطرح شد، به مقام‌های پولی و دولت پیشنهاد می‌شود که در تدوین برنامه‌های پنج ساله توسعه اقتصادی و تنظیم لایحه‌های بودجه سالانه به این متغیر اقتصادی و کنترل حجم آن توجه ویژه نمایند تا بدین ترتیب هدف‌های برنامه بیست ساله چشم‌انداز جمهوری اسلامی با شتاب مناسبی به واقعیت برسد.

منابع

- آذربایجانی، ک. ک، طیبی. ل، بیاری. (۱۳۸۸) رهیافت شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) و روش‌های هم‌جمعی (ARDL) جو هانسون جوسیلیوس) در پیش‌بینی قیمت گوشت مرغ در ایران. *اقتصاد کشاورزی*. جلد سوم، شماره ۲. ۱۲۴-۹۹.
- ابریشمی، ح. (۱۳۸۱) اقتصاد سنجی کاربردی: رویکردهای نوین، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.
- اثنی عشری، ه. (۱۳۸۶) تاثیر سیاست‌های پولی و مالی بر اشتغال بخش کشاورزی ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل.
- اسماعیل‌زاده مقری، ع. (۱۳۸۵) بررسی تاثیر پذیری تورم از سرمایه‌گذاری کل در اقتصاد ایران. *پژوهشنامه اقتصادی*. ۹(۳۳): ۹۷-۱۲۳.
- اصغری اسکوتی، م. (۱۳۸۱) کاربرد شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی سری‌های زمانی، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، (۱۲): ۶۹-۹۷.
- بافنده ایمان‌دوست، س. م، فهیمی فرد، س، شیرزادی. (۱۳۸۸) پیش‌بینی نرخ ارز با مدل‌های عصبی فازی ANFIS، شبکه عصبی-خودرگرسیون NNARX و خودرگرسیونی ARIMA در اقتصاد ایران (۸۷-۱۳۸۱). *مجله دانش و توسعه*. سال شانزدهم، شماره ۲۸.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. *مجله بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران*. اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی. شماره‌های مختلف.
- پیندیک، رابرت و دانیل روبینفیلد. (۱۳۷۰) الگوهای اقتصادسنجی و پیش‌بینی‌های اقتصادی. ترجمه محمد امین کیانیان. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).
- تشکینی، ا. ا، شفیعی. (۱۳۸۴) متغیرهای پولی و مالی آزمون خنثایی پول. *فصلنامه پژوهش‌های بازرگانی*. ۹(۳۵): ۱۲۵-۱۵۲.

بررسی توان پیش‌بینی الگوهای اقتصادی سنجی... ۲۱

- تقی نژاد عمران، و. م، حسنی. (۱۳۸۹) اثر تورم بر اندازه بخش مالی (مطالعه موردی ایران). فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران. سال چهاردهم، شماره ۴۲، ۷۵-۹۹.
- حنفی‌زاده، پ. م، پور سلطانی. ح، ساکتی. (۱۳۸۶) بررسی مقایسه‌ای توان پیش‌بینی شبکه‌های عصبی مصنوعی با روش توقف زود هنگام و فرآیند سری زمانی خودبازگشت در برآورد نرخ تورم. مجله تحقیقات اقتصادی، (۸۱): ۲۵-۳۵.
- حسینی، ص و ت، محتمشی. (۱۳۸۷) رابطه تورم و رشد نقدینگی در اقتصاد ایران، گست یا پایداری فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (۳): ۲۱-۴۲.
- خاشعی، م. م، بیجاری. (۱۳۸۶) به‌کارگیری مدل میانگین متحرک خود رگرسیون انباشته فازی به منظور پیش‌بینی نرخ ارز. ویژه‌نامه روش‌های عددی در مهندسی. سال ۲۶، شماره ۲. ۶۷-۷۵.
- زرآء نژاد، م. ح، شهرام. (۱۳۸۸) پیش‌بینی نرخ تورم در اقتصاد ایران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی پویا دیدگاه سری زمانی. اقتصاد مقداری. (۱)۶: ۱۷۶-۱۵۵.
- زرآء نژاد، م. ع، مجیدی، و ر، رضایی. (۱۳۸۷) پیش‌بینی نرخ ارز با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل ARIMA. فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق). (۴): ۱۲۸-۱۰۵.
- سایت خبرگزاری فارس، ۱۳۹۰.
- طراز کار، م. ح. (۱۳۸۴) پیش‌بینی قیمت برخی از محصولات زراعی در استان فارس: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز. ۱۸۰ صفحه.
- طاهر حسینی، م. ع، سی و سه مرده. پ، فتحی. م، سی و سه مرده. (۱۳۸۶) کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی و رگرسیون چند متغیره در برآورد عملکرد گندم دیم منطقه قروه استان کردستان. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. جلد هفتم. شماره اول.
- طیپی، ک. ن، موحدیا. م، کاظمینی. (۱۳۸۷) بکارگیری شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی و مقایسه آن به روش‌های اقتصاد سنجی: پیش‌بینی روند نرخ ارز در ایران. مجله علمی-پژوهشی شریف. شماره (۴۳): ۹۹-۱۰۴.
- عبداللهی عزت آبادی، م. (۱۳۸۵) مطالعه نوسانات درآمدی پسته کاران ایران: به سوی سیستمی از بیمه محصول و ایجاد بازار آتی و اختیار و معامله. پایان‌نامه دوره دکتری. دانشگاه شیراز. ۲۰۰ صفحه.
- عباسیان، م. ع، کرباسی. (۱۳۸۲) کاربرد روش‌های کمی در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی (مطالعه موردی: تولید و قیمت عمده فروشی تخم مرغ). مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس دو سالانه انجمن اقتصاد کشاورزی ایران، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. صفحه ۳۶.
- فهمی فرد، س. م. (۱۳۸۷) مقایسه کارایی مدل‌های عصبی - مصنوعی و خود رگرسیونی در پیش‌بینی قیمت محصولات کشاورزی ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل

- فهمی فرد، م، ع، کیخا و م، سالار پور (۱۳۸۷) پیش بینی قیمت محصولات منتخب کشاورزی ایران با روش تلفیقی شبکه عصبی - خود رگرسیون با ورودی های برونزا (NNARX). *نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع غذایی)*. (۲): ۴۶-۵۴.
- قدیمی، م. ر. و مشیری، س. (۱۳۸۱) مدل سازی و پیش بینی رشد اقتصادی در ایران با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی (ANN). *فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران*. (۱۲): ۹۷-۱۲۵.
- قوام مسعودی، ر. ا، تشکینی. (۱۳۸۴) تحلیل تجربی تورم در اقتصاد ایران ۸۱-۱۳۳۸. *پژوهشنامه بازرگانی*. (۳۶): ۷۵-۱۰۰.
- قاسمی، ع. ح، اسدپور. م، شاصادقی. (۱۳۷۹) کاربرد شبکه عصبی در پیش بینی سری زمانی و مقایسه آن با مدل ARIMA. *پژوهشنامه بازرگانی*. (۱۲۰): ۱۴-۸۷.
- کهزادی، ن و ل، ابوالحسنی (۱۳۷۹) مقایسه پیش بینی قیمت سهام کارخانه شهید ایران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و سری زمانی تک متغیره. *مجموعه مقالات سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران*. دانشگاه فردوسی مشهد ۸۶۵-۸۸۶.
- گیلان پور، ا. ن، کهزادی. (۱۳۷۶) پیش بیش بینی قیمت برنج در بازار بین المللی با استفاده از الگوی خود رگرسیونی میانگین متحرک. *فصلنامه اقتصاد و توسعه کشاورزی*. (۸): ۱۸۹-۲۰۰.
- مرزبان، ح. و اکبریان، ر. (۱۳۸۳) یک مقایسه بین مدل های اقتصاد سنجی ساختاری، سری زمانی و شبکه های عصبی برای پیش بینی نرخ ارز. *مجله تحقیقات اقتصادی*. (۶۹): ۱۸۱-۲۱۶.
- مجاوربان، م. ا، امجدی. (۱۳۷۸) مقایسه روش های معمول با استفاده تابع مثلثات و قدرت پیش بینی سری زمانی قیمت محصولات کشاورزی همراه با اثرات فصلی: مطالعه موردی مرکبات. *فصلنامه اقتصاد و توسعه کشاورزی*. (۲۵): ۴۳-۶۲.
- محمدی، م. ن، موسوی. ج، عزیزی. (۱۳۸۷). پیش بینی قیمت محصولات کشاورزی: مطالعه موردی پیاز، سیب زمینی و گوجه فرنگی. *فصلنامه پژوهش ها و سیاست های اقتصادی*. (۴۵): ۸۷-۱۱۹.
- محمدی، م. ف، کمیل زاده. م، نقشینه فر. پیش بین، س. (۱۳۸۷) مقایسه قدرت پیش بینی روش شبکه عصبی با سایر روش های پیش بین: مورد قیمت چغندر قند. *دانش نوین کشاورزی*. زمستان ۱۳۸۷. (۱۳): ۸۵-۱۰۰.
- مشیری، س. (۱۳۸۰) پیش بینی تورم ایران با استفاده از مدل های ساختاری، سری های زمانی و شبکه های عصبی. *مجله تحقیقات اقتصادی*. (۵۸): ۱۴۷-۱۸۴.
- مهرابی بشر آبادی، ح. س، کوچک زاده. (۱۳۸۸) مدل سازی و پیش بینی صادرات محصولات کشاورزی ایران: کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی. *مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی*. جلد ۲۳. شماره اول. ۵۸-۴۹.

بررسی توان پیش‌بینی الگوهای اقتصادی... ۲۳

- نجفی، ب و م ح، طرازکار. (۱۳۸۵). پیش‌بینی میزان صادرات پسته ایران: کاربرد شبکه عصبی مصنوعی. *فصلنامه پژوهشنامه بازرگان*. (۳۹): ۲۱۴-۱۹۱.
- Azarbaiejani K, Fahimifard S.M. and Bayari L. (2007) Energy Consumption Forecasting Based on Sustainable Development: Case Study of Iran. Iran-Italy Conference on Challenge and Prospects of Sustainable Development, December 17-18, Isfahan-Iran.
- Church, K. B. and S. P. Curram (1996) Forecasting consumers' expenditure: a comparison between econometric and neural network models, *International Journal of Forecasting*.
- Heravi, S., Osborn D. and Birchenhall R. (2004) Linear Versus Neural Network Forecasts for European Industrial Production Series, *International Journal of Forecasting*(20):435-446.
- Kohzadi N., Boy M.S., Kaastra I. (1996) Neural Networks for Forecasting: An Introduction, *Canadian Journal of Agricultural Economics*, (43):463-474.
- Moshiri S., Cameron N., and Scuse D. (1999) Static, Dynamic, and Hybrid Neural Networks in Forecasting Inflation, *Computational Economic*.
- Moshiri S., Cameron N. (2000) Neural Network Versus Economic Models in Forecasting Inflation, *Journal of Forecasting*, (19): 201-217.
- Maniatis, P. (2009) Forecasting Brussels Airport Passengers: Comparison between SARIMA and Exponential Smoothing Forecasting Techniques. *The Business Review*, 13(1): 111-119.
- Olson D., Mossman C. (2003) Neural network of Canadian stock returns using accounting ratios, *International Journal of Forecasting*, (19): 453-465.
- Tkacs G. (2001) Neural Networks in Forecasting Of Canadian GDP Growth *International Journal of Forecasting*, 17, pp. 57-69.
- White H. (1994) Economic using neural networks: The case of IBM Daily Stock Returns, *Proceeding of the IEEE International Conference on Neural Networks*, 451-458.