



شناسایی و تحلیل نقش عوامل موثر بر گروه‌های اصلی تشکیل‌دهنده تورم در ایران با رویکرد شبکه عصبی مصنوعی

سید سجاد علم‌الهدی^۱
سمانه طریقی^۲
مهدی شعبان‌زاده^۳
امین خواجه‌ی پور^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۳/۲۶

چکیده

بسیاری از اقتصاددانان معتقدند اهمیت نرخ تورم بیشتر از دیگر شاخص‌های اقتصادی است، چرا که تورم اثرهای متعددی بر جنبه‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی جامعه دارد. با این رویکرد، مطالعه حاضر به شناسایی و تحلیل حساسیت عوامل موثر بر گروه‌های اصلی تشکیل‌دهنده تورم در برنامه چهارم توسعه پرداخته است. جهت دستیابی به این هدف، ابتدا از میان ۱۲ گروه کالایی اصلی تشکیل‌دهنده شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی (CPI)، مهم‌ترین گروه‌های کالایی تشکیل‌دهنده CPI، با استفاده از نمونه تحلیل حساسیت شبکه عصبی مصنوعی شناسایی شدند. سپس اثر عوامل بر مهم‌ترین گروه‌های کالایی تشکیل‌دهنده CPI مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان می‌دهد از میان کالاهای گروه‌های اصلی، گروه خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها (گروه ۱)، گروه مسکن، آب، برق، گاز و سایر سوخت‌ها (گروه ۴) و همچنین کالاهای گروه حمل‌ونقل (گروه ۷) نسبت به سایر گروه‌ها بیشترین نقش را در ایجاد تورم داشته و به ترتیب ۲۲/۱۵، ۱۳/۱۹ و ۱۲/۲۳ درصد از کل تغییرات ایجادشده در CPI را طی دوره مورد بررسی توضیح می‌دهند. همچنین نتایج مطالعه حاضر بیان‌گر آن است که کالاهای گروه ۱ طی دوره مورد بررسی بیشتر تحت تأثیر تغییرهای نقدینگی، نرخ ارز بازار آزاد و شکاف تولید ناخالص داخلی، کالاهای گروه ۴ تحت تأثیر نرخ بازدهی اجاره مسکن در مناطق شهری و در نهایت کالاهای گروه ۷ بیشتر تحت تأثیر حجم نقدینگی، انتظارات تورمی و نرخ ارز بازار آزاد قرار داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: گروه‌های اصلی، تورم، تحلیل حساسیت شبکه عصبی.

طبقه بندی JEL: E3; E31; C53

۱- عضو هیئت علمی گروه اقتصاد، پژوهشکده مطالعات تطبیقی و اقتصاد پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی (نویسنده مسئول).

alamolhoda.sa@gmail.com

۲- دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه علوم و تحقیقات، تهران.

۳- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران.

۴- دانشجوی کارشناسی‌ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم و تحقیقات، تهران.

۱- مقدمه

تورم، رشد اقتصادی و بیکاری از شاخص‌های مهم اقتصاد کلان هستند که همواره در کانون توجه اقتصاددانان و سیاستمداران کشورها قرار دارند به طوری که سیاست‌گذاران می‌توانند با تنظیم آن‌ها، شرایط اقتصادی جامعه را بهبود بخشیده و مردم جامعه را به رفاه برسانند. با این وجود بسیاری از اقتصاددانان معتقدند که اهمیت نرخ تورم بیشتر از شاخص‌های دیگر اقتصادی است، چرا که افزایش سطح عمومی قیمت‌ها و یا به عبارت دیگر تورم اثرات متعددی بر جنبه‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی جامعه دارد. تورم سبب می‌شود تا درآمد حقیقی برخی افراد جامعه از جمله دارندگان درآمدهای متغیر چون تجار، مالکان مستغلات و صاحبان حرفه‌ها و مشاغل آزاد افزایش یابد و در عوض درآمد افرادی که دارای درآمدهای ثابت هستند، کاهش پیدا کند (مهربانی، ۱۳۸۹). همچنین بر اثر کاهش ارزش پول ملی ناشی از افزایش نرخ تورم نیز، تمام افرادی که سرمایه نقدی خود را به صورت پس انداز نگهداری می‌کنند متضرر خواهند شد که این امر بر تمایل افراد به پس انداز اثر منفی داشته و میل به کالاهای بادوام و سرمایه‌ای مانند زمین و مسکن افزایش پیدا خواهد کرد که می‌تواند نوع مصرف را تحت تأثیر قرار دهد (پرمه و قربانی، ۱۳۸۳). از طرف دیگر افزایش تورم می‌تواند عاملان اقتصادی را در تصمیم‌گیری خود دچار بلاتکلیفی کند، زیرا وجود تورم، بنگاه‌های اقتصادی را در زمینه برآورد درآمد و هزینه، با مشکل مواجه می‌کند؛ و در نهایت آن که تورم در بیشتر مواقع موجب اختلال در موازنه پرداخت‌ها می‌شود، زیرا از یک سو به دلیل افزایش قیمت‌ها در داخل، میزان صادرات کاهش و از سوی دیگر مقدار واردات افزایش می‌یابد. نکته قابل توجه در خصوص تورم آن است که علی‌رغم وجود یک تعریف مشخص در خصوص 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 عوامل ساختاری و تنگناهای موجود در بخش‌های مختلف و ضعف بخش‌های کشاورزی و تجارت خارجی را منشأ اصلی تورم می‌دانند (سلطانی و لشکری، ۱۳۹۰). بر این مبنا تاکنون تحقیقات بسیار زیادی در مورد شناسایی عوامل موثر بر تورم انجام شده و بسته به مبانی نظری و تئوریک موجود در ارتباط با چگونگی شکل‌گیری تورم که نسبتاً گسترده نیز می‌باشد، کارهای تجربی بسیار متنوعی انجام شده و در نهایت نیز راهکارهای اجرایی متفاوتی جهت کنترل تورم ارائه شده است.

نصر اصفهانی و یآوری (۱۳۸۲)، عوامل اسمی و واقعی موثر بر تورم در ایران را مورد بررسی قرار دادند نتایج حاصل از مطالعه‌های آن‌ها نشان داد که تورم در ایران فقط پدیده پولی نمی‌باشد بلکه نرخ ارز و تکانه‌های تورم نیز در کوتاه‌مدت بر نوسانات تورم تأثیر مثبت دارند. عماد زاده و همکاران (۱۳۸۴)، با مطالعه بر روی عوامل پولی و غیر پولی موثر بر تورم در ایران سهم تورم وارداتی، تورم انتظاری، رشد نرخ ارز و شکاف تولید از تورم را به ترتیب ۲۲/۶، ۷/۳، ۶/۲ و ۵/۶ درصد برآورد کردند. مهربانی بشر آبادی و همکاران (۱۳۸۹)، تأثیر شوک‌های نرخ ارز و شکاف تولید بر تورم در ایران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد شکاف تولید ناخالص داخلی و حجم پول از عوامل مهم و تأثیرگذار بر نرخ تورم در ایران به شمار

می‌روند. دهمرده و کسای (۱۳۹۰)، ریشه‌های تورم در اقتصاد ایران را مورد بررسی قرار دادند نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که نرخ رشد نقدینگی، نرخ رشد تورم وارداتی، نرخ رشد بهره‌وری نیروی کار، نسبت نرخ ارز بازار آزاد به نرخ ارز بازار رسمی، شکاف تولید، کسری بودجه و تنگناهای بخش کشاورزی از عوامل اصلی موثر بر تورم در ایران به شمار می‌روند. آگوستین و همکاران (۲۰۰۴)، ارتباط بین نرخ ارز اسمی و نرخ تورم را در ۸۲ کشور جهان مورد بررسی قرار دادند نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد ارتباط مثبت و معنی داری بین نرخ ارز اسمی و نرخ تورم این کشورها وجود دارد. الجبرین (۲۰۰۶)، در مطالعه خود عوامل تعیین‌کننده تورم در سه کشور عربستان، کویت و بحرین را مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد رشد تولیدات نفتی، نرخ رشد قیمت نفت، نرخ رشد تولید ناخالص داخلی بدون نفت و حجم نقدینگی، از عوامل مهم ایجادکننده تورم در این کشورها می‌باشند. ایوان و همکاران (۲۰۰۸) علل تورم در کشور اکوادور را مورد بررسی قرار دادند نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که نرخ تورم در این کشور طی دوره مورد بررسی به طور عمده تحت تأثیر قیمت‌های بین‌المللی، نرخ ارز و سیاست‌های پولی و مالی دولت قرار داشته است. در مطالعات عنوان‌شده جدا از متغیرهای توضیحی تأثیرگذار بر تورم که بر گرفته از نظریه‌های مختلف ارائه‌شده درباره تورم می‌باشند، آن چه که در همه مطالعات مشترک به نظر می‌رسد نگاه و تعریف آن‌ها از مسئله تورم می‌باشد. به طوری که در همه این مطالعات شاخص قیمت کل بهای کالاها و خدمات مصرفی (CPI) و یا رشد آن، به عنوان متغیری برای تورم در نظر گرفته‌شده و با توجه به نظریه‌های مختلف تورم، اثرات عوامل مختلفی چون نرخ ارز، شکاف تولید، تورم وارداتی، تورم انتظاری و ... بر روی آن مورد بررسی قرار گرفته است؛ اما آن چه که در این مطالعه‌های کمتر به آن توجه شده است ۱۲ گروه اصلی کالایی است که تورم از آن تشکیل شده است.^۱ در این صورت بیان مسئله به صورت آن چه که در این مطالعات به آن اشاره شده است صحیح نمی‌باشد و نمی‌توان تنها از متغیر CPI و یا رشد آن به عنوان متغیری برای تورم استفاده نمود. چرا که منشأ تأثیرپذیری گروه‌های کالایی از نظریه‌های مختلف تورم یکسان نبوده و برخی از کالاها ممکن است از برخی سیاست‌ها بیشتر متأثر و برخی دیگر از گروه‌های کالایی ممکن است از آن سیاست کمتر متأثر شوند و یا به کل از آن تأثیر نپذیرند؛ بنابراین سؤال مهمی که مطرح می‌شود آن است که گروه‌های کالایی و خدمات اصلی تشکیل‌دهنده تورم از چه سیاست‌های متأثر می‌شوند؟ وزن و اهمیت سیاست‌های مختلف در این گروه‌ها به چه صورت می‌باشد؟ بنابراین مطالعه حاضر با این رویکرد و باهدف پاسخگویی به این سؤالات، به شناسایی و تحلیل حساسیت عوامل موثر بر گروه‌های کالایی اصلی تشکیل‌دهنده تورم طی سال‌های اجرای برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۹-۱۳۸۴) پرداخته است.

۲- روش پژوهش

در مطالعه حاضر به منظور شناسایی و بررسی اثرات عوامل موثر بر گروه‌های اصلی تشکیل‌دهنده تورم، از الگوی تحلیل حساسیت با استفاده از نمونه‌های شبکه عصبی مصنوعی (ANN) استفاده شده است. این روش نسبت به روش‌های اقتصادسنجی دارای مزیت‌های زیادی است که از آن جمله می‌توان به مستقل

بودن این روش از توزیع آماری داده‌ها اشاره نمود (کانیانی و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی می‌توان مسائل و مشکلاتی را مورد بررسی قرارداد که روش‌های آماری به دلیل محدودیت نظریه‌شان قادر به پاسخ‌گویی به آن‌ها نیستند (ارمینی و همکاران، ۲۰۰۵). بر این اساس در ادامه ابتدا مبانی شبکه‌های عصبی مصنوعی بیان، سپس متغیرهای الگوی تورم تبیین و در نهایت نیز نحوه طراحی الگوی تحلیل حساسیت شبکه عصبی مصنوعی با توجه به متغیرهای تحقیق مطالعه حاضر مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

۳- مبانی مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی، برای اولین بار توسط مک‌کولاک و پیتس (۱۹۴۳) معرفی شدند و سپس با ظهور الگوریتم آموزش پس انتشار خطا^۳ برای شبکه‌های پیشخور^۴ توسط راملهارت و همکاران (۱۹۸۶) استفاده از شبکه عصبی وارد مرحله تازه‌ای گردید. شبکه‌های عصبی مصنوعی همانند شبکه عصبی طبیعی، از اجزایی به نام سلول عصبی تشکیل شده‌اند. به طوری که در این شبکه‌ها تعدادی از سلول‌ها وظیفه دریافت اثر محرک خارجی، تعدادی پردازش اطلاعات و تعدادی نیز انتقال پاسخ محرک به عضو مورد نظر را بر عهده دارند. سلول‌هایی که وظیفه آن‌ها دریافت معلومات مسأله می باشد، سلول‌های لایه‌ی ورودی، سلول‌هایی که پردازش اطلاعات را بر عهده دارند، سلول‌های لایه پنهان و سلول‌هایی که علاوه بر پردازش اطلاعات، پاسخ محرک را نیز بر عهده دارند سلول‌های لایه خروجی نامیده می‌شوند (منه‌اج، ۱۳۷۹). تعیین تعداد لایه‌های ورودی و خروجی در شبکه عصبی مصنوعی با توجه به شرایط حاکم بر مسأله، بانک اطلاعاتی موجود و عوامل موثر تعیین می‌شود. همچنین لایه‌های پنهان نقش عمده‌ای در قدرت شبکه دارند، به طوری که اگر تعداد لایه‌های پنهان کم باشد شبکه عصبی نمی‌تواند نگاشت غیرخطی بین ورودی و خروجی را با دقت لازم منعکس کند و اگر تعداد آن‌ها زیاد باشد شبکه نگاشت غیرخطی پیچیده‌ای تولید می‌کند که در مقابل داده‌های جدید عملکرد مناسبی ندارد (بنی‌مهد و همکاران، ۱۳۸۲). در مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی داده‌ها قبل از ارائه به شبکه باید نرمال شوند؛ زیرا وارد کردن داده‌ها به صورت خام باعث کاهش سرعت و دقت شبکه می‌شود (حسینی و همکاران، ۱۳۸۶). جهت نرمال‌سازی داده‌ها به طور معمول از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$x_i = \frac{z_i - z_{i(\min)}}{z_{i(\max)} - z_{i(\min)}} \quad (1)$$

در رابطه (۱)، x_i مقدار نرمال شده ورودی، z_i میانگین داده‌ها، $z_{i(\min)}$ و $z_{i(\max)}$ به ترتیب مقادیر مربوط به حداکثر و حداقل داده‌ها می‌باشند (راکعی و همکاران، ۱۳۸۶). در هر شبکه عصبی مصنوعی لایه ورودی، لایه پنهان و لایه خروجی توسط اتصالاتی با وزن‌های مختلف به هم متصل می‌باشند. برای تعیین

وزن‌های اتصال در یک شبکه ی عصبی مصنوعی، ابتدا اطلاعات مربوط به مثال‌هایی که در زمینه‌ی مسأله مورد نظر در اختیار می باشد به کار برده می‌شود سپس به کمک این اطلاعات و یک برنامه کامپیوتری، وزن‌های اتصال به نحوی تعیین می‌گردند که بتوانند رفتار مسأله را منتقل نمایند. به تعیین وزن‌های اتصال، به اصطلاح آموزش شبکه^۵ گفته می‌شود. این مرحله شبیه به کالیبراسیون می‌باشد. اطلاعات مورد نظر به عنوان داده‌های آموزش به شبکه معرفی می‌شوند و شبکه در جریان فرآیند یادگیری، بر اساس اشتباه یا تفاوت بین خروجی شبکه و واکنش مورد انتظار، مقادیر وزن‌های خود را اصلاح می‌کند. پس از تکرار این کار برای دفعه‌های زیاد وزن‌ها به گونه‌ای هنگام می‌شوند که با دیدن اطلاعات جدید جواب مناسبی ارائه می‌دهند (لی و همکاران، ۲۰۰۶).

برای آموزش شبکه‌های عصبی می‌توان از الگوریتم پس انتشار خطا^۶ (BP)، الگوریتم گرادینان نزولی^۷ (CG)، الگوریتم مومنت^۸ و الگوریتم لونیبرگ - مارکوئت^۹ استفاده نمود. در ادامه زمانی که مقادیر معلوم در مسأله به لایه ورودی داده می‌شود، در وزن اتصال میان آن سلول و سلول لایه بعد ضرب شده و به سلول بعدی منتقل می‌شود. در لایه بعدی تمام ورودی‌هایی که به سلول وارد می‌شوند باهم جمع شده و مجموع به دست آمده از یک تابع به نام تابع فعالیت می‌گذرد و خروجی سلول را تشکیل میدهد. توابع فعالیت دارای انواع مختلفی نظیر توابع باینری، سیگموئید، تانژانت هیپرلیک، خطی و گوسی می‌باشند. مقادیری که از سلول‌های لایه‌ی آخر به دست می‌آید، جواب‌های مسأله خواهند بود که با جواب‌های واقعی مقایسه شده و در صورت کم بودن خطای بین دو مقدار به عنوان جواب اصلی پذیرفته می‌شوند (منهاج، ۱۳۷۹).

جهت مقایسه دقت پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی در ساختارهای مختلف طراحی شده از معیارهای مختلفی، نظیر میانگین مجذور خطا (MSE)، میانگین مجذور خطای استاندارد نرمال شده (NMSE)، میانگین قدر مطلق خطا (MAE) و ضریب همبستگی (R) استفاده می‌شود این معیارها را می‌توان به صورت روابط (۲) تا (۵) نشان داد:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (T_i - P_i)^2 \quad (2)$$

$$NMSE = \frac{1}{\sigma^2} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (T_i - P_i)^2 \quad (3)$$

$$MAE = \frac{\sum |T_i - P_i|}{N} \quad (4)$$

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^N (T_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^N (T_i - P_m)^2}} \quad (5)$$

(منهاج، ۱۳۷۹). در نهایت نیز، با اطمینان از قابلیت مناسب ساختار طراحی شده با استفاده از معیارهای دقت پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی، تحلیل حساسیت ارتباط بین متغیرهای ورودی (s) و متغیرهای خروجی (p) انجام می‌گیرد.

۴- تبیین متغیرهای الگوی تورم

در مطالعه حاضر جهت تبیین الگوی متغیرهای موثر بر تورم از الگوی ارائه‌شده توسط دارات و آریز (۱۹۹۰)، دیم و فیزا (۱۹۹۵) و سیرگار و راجاگورو (۲۰۰۵) استفاده شده است. الگوی مورد نظر به گونه‌ای انتخاب شده است که از تمامی نظریه‌های اقتصادی، در خصوص منشأ تورم، نماینده‌ای وجود داشته باشد. به این منظور جهت بررسی میزان اثرگذاری طرف عرضه اقتصاد بر سطح عمومی قیمت‌ها متغیر شکاف تولید، جهت بررسی انطباق نظریه فشار هزینه متغیر نرخ ارز، جهت بررسی انطباق نظریه‌ها انتظارهای تورمی شاخص قیمت بهای کالاها و خدمات مصرفی با یک وقفه و در نهایت جهت بررسی انطباق نظریه پولیون متغیر حجم نقدینگی وارد مدل شده است. همچنین با توجه به مطالعه فرزین وش و لشکری (۱۳۸۲) متغیر نرخ بهره داخلی به عنوان عامل موثر بر تقاضای پول داخلی و بنابراین به عنوان عاملی که به طور غیرمستقیم بر سطح عمومی قیمت‌ها مؤثر است وارد مدل شده است. در ادامه با توجه به وابستگی کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران به درآمدهای حاصل از صدور نفت و همچنین کسری بودجه مداوم دولت طی سال‌های اخیر این دو متغیر نیز وارد مدل شده‌اند.

در نهایت الگوی متغیرهای اثرگذار بر تورم به صورت رابطه (۶) تبیین شده است:

$$P = f(Y, EX, P_{t-1}, M_2, r, Bs, OI) \quad (۶)$$

در رابطه (۶)، P شامل شاخص بهای ۱۲ گروه کالاها و خدمات اصلی تشکیل‌دهنده نرخ تورم به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳، Y شکاف تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳، EX نرخ ارز در بازار موازی ارز (نرخ بازار غیررسمی دلار آمریکا به ریال)، P_{t-1} شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی با یک وقفه، M_2 حجم نقدینگی، r نرخ بازدهی اجاره مسکن در مناطق شهری، Bs کسری بودجه دولت، و OI متغیر مربوط به درآمدهای نفتی می‌باشد.

۵. طراحی الگو و معرفی متغیرها

جهت دستیابی به اهداف مورد نظر در مطالعه حاضر، در مرحله اول تحلیل حساسیت بین شاخص قیمت گروه‌های کالایی اصلی تشکیل‌دهنده تورم و شاخص قیمت کل مصرف‌کننده انجام شده است. برای این منظور، ۱۲ گروه اصلی تشکیل‌دهنده شاخص قیمت کل بهای کالاها و خدمات مصرفی شامل (۱) خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها، (۲) دخانیات، (۳) پوشاک و کفش، (۴) مسکن، آب، برق و گاز و سایر سوخت‌ها، (۵) اثاث، لوازم و خدمات مورد استفاده در خانه (۶) بهداشت و درمان، (۷) حمل‌ونقل، (۸) ارتباطات، (۹) تفریح و امور فرهنگی، (۱۰) تحصیل، (۱۱) رستوران و هتل و (۱۲) کالاها و خدمات متفرقه به عنوان متغیرهای ورودی (۵) انتخاب و شاخص بهای کل کالاها و خدمات مصرفی نیز به عنوان متغیر خروجی (P) وارد مدل شبکه عصبی شده است. در این مرحله اثرهای هر یک از ۱۲ گروه کالایی بر شاخص قیمت کل مصرف‌کننده مورد

بررسی قرار گرفته و در نهایت مشخص خواهد شد که کدام یک از این گروه‌های کالایی بیشترین نقش را در ایجاد تورم طی دوره مورد بررسی (۱۳۸۴-۱۳۸۹) ایفا نموده‌اند. با شناسایی مهم‌ترین گروه‌های کالایی تأثیرگذار بر شاخص قیمت کل مصرف‌کننده از میان ۱۲ گروه کالایی موجود، در مرحله دوم علل و منشأ رشد شاخص قیمت این گروه‌های کالایی با استفاده از عوامل موثر بر تورم که در قسمت قبل تبیین شدند مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور عوامل موثر بر تورم شامل (۱) شکاف تولید ناخالص داخلی (Y)، (۲) نرخ ارز در بازار موازی ارز (Ex)، (۳) شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی با یک وقفه (P_{t-1}) ، (۴) حجم نقدینگی (M_2) ، (۵) نرخ بازدهی اجاره مسکن در مناطق شهری (r)، (۶) کسری بودجه دولت (Bs)، (۷) درآمد‌های نفتی (OI) به عنوان متغیرهای ورودی (s) و گروه‌های کالایی اصلی حاصل از مرحله اول به عنوان متغیر خروجی (p) وارد مدل شبکه عصبی شده است.

در ادامه با توجه به مراحل انجام کار در مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی، متغیرهای ورودی (hs) در هر یک از این دو مرحله به سه زیرمجموعه مجزا تحت عنوان داده‌های آموزش (S_1) ، داده‌های اعتبارسنجی^{۱۱} (S_2) و داده‌های آزمون (S_3) تقسیم و بر این اساس ۴۰ درصد از داده‌ها به عنوان داده‌های آموزش و به ترتیب ۳۰ و ۳۰ درصد داده‌ها به امر اعتبارسنجی و آزمون اختصاص داده شده است. سپس با توجه به قابلیت‌های بالای شبکه پرسپترون چند لایه، این شبکه جهت طراحی ساختارهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. جهت تعیین تعداد لایه مخفی برای هر شبکه، بر اساس تجربیات گذشته تنها یک لایه مخفی برای هر شبکه در نظر گرفته شده و تعداد نرون‌ها در لایه‌های مخفی نیز بین ۲ تا ۲۰ نرون متغیر بوده است. به منظور تعیین توابع فعالیت در لایه مخفی و خروجی از آن جا که تابع سیگموئید در ساختارهای مختلف طراحی شده دارای عملکرد بهتری بوده از این تابع به عنوان تابع فعالیت در لایه مخفی و خروجی استفاده شده است. همچنین با توجه به مزیت بالای الگوریتم آموزش مومنتم نسبت به سایر الگوریتم‌های آموزش، جهت فرار از دام مینیمم محلی^{۱۲}، برای تصحیح وزن‌ها و به دست آوردن وزن‌های بهینه شبکه از الگوریتم آموزش مومنتم و جهت آموزش و یادگیری شبکه به ترتیب از نرخ‌های آموزش و یادگیری ۰/۱ و ۰/۵ استفاده شده است؛ و در نهایت جهت مقایسه دقت پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی در ساختارهای مختلف طراحی شده و همچنین اطمینان از نتایج تحلیل حساسیت بین متغیرهای ورودی (s) و متغیرهای خروجی (p) در بهترین ساختار طراحی شده در هر یک از مراحل اول و دوم از معیارهای میانگین مجذور خطا، میانگین مجذور خطای استاندارد نرمال شده، میانگین قدر مطلق خطا ضریب همبستگی استفاده شده است.

روش جمع‌آوری اطلاعات

اطلاعات مربوط به کلیه متغیرهای مورد استفاده در مطالعه حاضر به صورت ماهانه و برای دوره زمانی (۱۳۸۹-۱۳۸۴) از منابع مختلف آماری بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران جمع‌آوری شده است. برای برخی از متغیرها که مقادیر ماهانه آن‌ها موجود نبوده است با بررسی سری متغیر و درون‌یابی، نرخ رشد ماهانه متغیر به صورت خطی و یا نمایی محاسبه شده و بر این اساس این مقادیر نیز به صورت ماهانه

محاسبه‌شده‌اند. همچنین جهت محاسبه شکاف تولید و عرضه از روش فیلترینگ هودریک-پرسکات استفاده شده است.

جهت بررسی و تحلیل حساسیت اثر گروه‌های کالایی بر شاخص کل قیمت مصرف‌کننده با توجه به آن چه گفته شد، ساختارهایی متفاوت ایجاد، که این ساختارها، از لحاظ تعداد لایه‌های مخفی، تابع فعالیت لایه مخفی و تابع فعالیت لایه خروجی یکسان و تنها در تعداد نرون‌های لایه مخفی متفاوت بوده‌اند. از آنجا که تعداد نرون‌ها در لایه مخفی بین ۲ تا ۲۰ نرون متغیر بوده است در مجموع ۱۹ شبکه طراحی و در نهایت با توجه به معیار حداقل MSE داده‌های آموزش، شبکه ۱۸ با ۱۹ نرون در لایه مخفی به عنوان بهترین شبکه انتخاب شده است. جدول (۱) نتایج مربوط به مشخصات شبکه‌ها برای هر یک از ساختارهای طراحی شده را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات شبکه‌ها برای هر یک از ساختارهای طراحی شده

تعداد نرون در لایه مخفی	حداقل MSE
۲	۰۰۲۲۹/۰
۳	۰۰۱۷۷/۰
۴	۰۰۱۰۷/۰
۵	۰۰۱۰۲/۰
۶	۰۰۰۹۵/۰
۷	۰۰۰۹۸/۰
۸	۰۰۰۷۳/۰
۹	۰۰۰۷۰/۰
۱۰	۰۰۰۶۸/۰
۱۱	۰۰۰۷۴/۰
۱۲	۰۰۰۷۱/۰
۱۳	۰۰۰۶۲/۰
۱۴	۰۰۰۶۲/۰
۱۵	۰۰۰۶۲/۰
۱۶	۰۰۰۶۴/۰
۱۷	۰۰۰۶۲/۰
۱۸	۰۰۰۶۳/۰
۱۹	۰۰۰۵۷/۰
۲۰	۰۰۰۶۷/۰

منبع: یافته‌های تحقیق

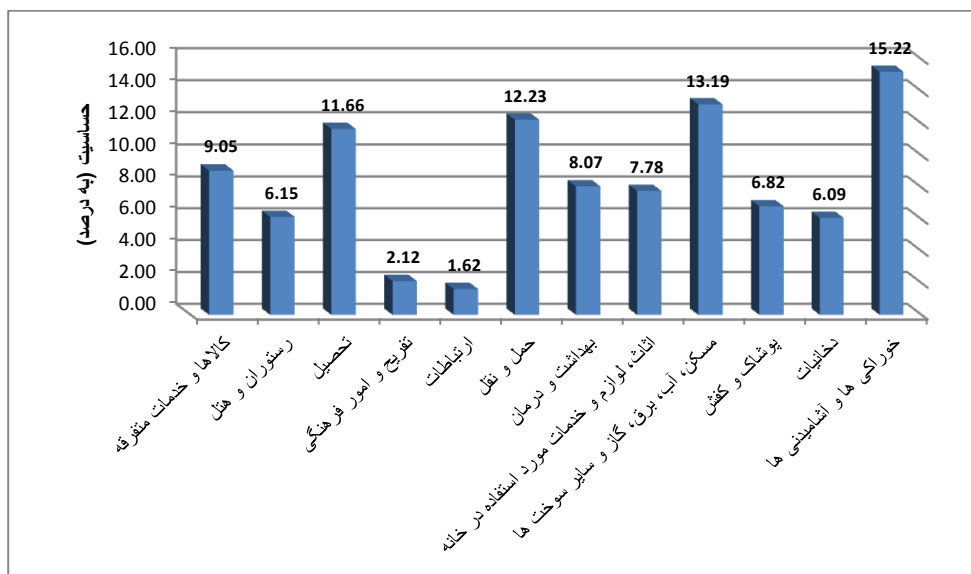
در ادامه، برای آن که تحلیل حساسیت اثرهای شاخص قیمت کالای گروه‌های مصرفی بر شاخص کل قیمت مصرف‌کننده، از قابلیت مناسبی برخوردار و بتواند خروجی شبکه و خروجی واقعی را با بالاترین درجه صحت و کمترین خطا شبیه‌سازی نماید لازم است نتایج معیارهای دقت پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی برای بهترین ساختار طراحی شده مورد بررسی قرار گیرد. جدول (۲) آماره‌های مربوط به معیارهای دقت پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی را در بهترین ساختار طراحی شده نشان می‌دهد. بر اساس نتایج این جدول مشخص است شبکه شماره ۱۸ بهترین شبکه برای پیش‌بینی داده‌های آزمون می‌باشد به طوری که به عنوان مثال ضریب همبستگی (R) در این ساختار طراحی شده برابر با ۹۹۴/۰ بوده و سایر معیارهای دقت پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی نیز در حد مطلوبی قرار دارند.

جدول ۲- نتایج معیارهای دقت پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی

مقدار	معیار دقت
۰۰۲/۰	MSE
۰۱۱/۰	NMSE
۰۴۱/۰	MAE
۹۹۴/۰	R

منبع: یافته‌های تحقیق

با اطمینان از قابلیت مناسب بهترین ساختار طراحی شده، تحلیل حساسیت ارتباط میان کالاهای گروه‌های اصلی و شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی طی دوره (۸۹-۱۳۸۴) انجام و نتایج مربوط به آن در نمودار (۱) نشان داده شده است. همان‌گونه که نتایج این نمودار نشان می‌دهد اگر چه ارتباط میان ۱۲ گروه کالایی اصلی و شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی ارتباطی مثبت می‌باشد با این وجود گروه‌های کالایی فوق اثرهای یکسانی بر تورم ندارند. از میان کالاهای گروه‌های اصلی، گروه خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها (گروه ۱)، گروه مسکن، آب، برق، گاز و سایر سوخت‌ها (گروه ۴) و همچنین کالاهای گروه حمل‌ونقل (گروه ۷) نسبت به سایر گروه‌ها بیشترین نقش را در ایجاد تورم داشته و به ترتیب ۲۲/۱۵، ۱۳/۱۹ و ۱۲/۲۳ درصد از کل تغییرات ایجاد شده در تورم را طی دوره مورد بررسی توضیح می‌دهند. همچنین کالاهای گروه ارتباطات (گروه ۸) و گروه تفریح و امور فرهنگی (گروه ۹) نسبت به سایر گروه‌ها از کمترین توضیح دهندگی تورم برخوردار می‌باشند. به طوری که تغییر در شاخص قیمت این دو گروه از کالاها، به ترتیب تنها ۱/۶۲ و ۲/۱۲ درصد از افزایش تورم در دوره مورد نظر را توضیح می‌دهند.



نمودار ۱- تحلیل حساسیت نقش کالاهای گروه‌های اصلی در شکل‌گیری شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی (منبع: یافته‌های تحقیق)

اگر چه نتایج حاصل از تحلیل حساسیت ارتباط میان کالاهای گروه‌های اصلی و شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی (نمودار ۲) اطلاعات مفیدی را از نقش و سهم هر یک از کالاهای گروه‌های اصلی در نرخ تورم ارائه می‌نماید با این وجود اطلاعاتی را در مورد علل و منشأ تورم و این که تغییر در شاخص بهای هر یک از کالاهای گروه‌های اصلی از چه عواملی ناشی شده است ارائه نمی‌دهد. درحالی‌که شناخت سهم و میزان اهمیت این عوامل از نقش مهمی جهت سیاست‌گذاری در امر کنترل نرخ تورم برخوردار می‌باشد؛ بنابراین به منظور شناسایی این عوامل، با توجه به نظریه‌های مختلف اقتصادی و مطالعه‌های داخلی بیان‌شده در قسمت‌های قبل، اثرهای (۱) شکاف تولید ناخالص داخلی (GY)، (۲) نرخ ارز در بازار موازی ارز (EX)، (۳) شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی با یک وقفه (P_{t-1}) ، (۴) حجم نقدینگی (M_2) ، (۵) نرخ بازدهی اجاره مسکن در مناطق شهری (z)، (۶) کسری بودجه دولت (Bs) و (۷) درآمدهای نفتی (OI) بر شاخص قیمت گروه‌های ۱، ۴ و ۷ که دارای بیشترین اثر بر روی شاخص کل کالاها و خدمات مصرفی بوده‌اند مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

جهت بررسی و تحلیل حساسیت این مسأله همانند قبل نیاز به طراحی شبکه با بالاترین معیارهای دقت می‌باشد. جهت طراحی شبکه مورد نظر همانند قبل، در مجموع ۱۹ شبکه طراحی و در نهایت با توجه به معیار حداقل MSE داده‌های آموزش، شبکه ۱۳ با ۱۴ نرون در لایه مخفی به عنوان بهترین شبکه انتخاب شده است. جدول ۳ و ۴ به ترتیب نتایج مربوط به مشخصات شبکه‌های مختلف طراحی‌شده و همچنین

نتایج معیارهای دقت پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی در بهترین ساختار طراحی شده را نشان می‌دهند. همان‌گونه که از جدول ۴ مشاهده می‌شود شبکه‌ی ۱۳ از قابلیت مناسبی برخوردار بوده و شبیه‌سازی بین خروجی شبکه و خروجی واقعی در این ساختار بر اساس معیارهای ارائه‌شده دارای بالاترین درجه صحت و کمترین خطا می‌باشد.

جدول ۳- مشخصات شبکه‌ها برای هر یک از ساختارهای طراحی شده

محدافل MSE	تعداد نرون در لایه مخفی
۰۱۰۹/۰	۲
۰۱۰۸/۰	۳
۰۰۸۲/۰	۴
۰۱۲۹/۰	۵
۰۰۸۵/۰	۶
۰۰۸۴/۰	۷
۰۰۸۱/۰	۸
۰۰۸۰/۰	۹
۰۰۸۱/۰	۱۰
۰۰۷۹/۰	۱۱
۰۰۸۰/۰	۱۲
۰۰۸۱/۰	۱۳
۰۰۷۸/۰	۱۴
۰۰۸۱/۰	۱۵
۰۰۸۱/۰	۱۶
۰۰۷۹/۰	۱۷
۰۰۷۹/۰	۱۸
۰۰۸۵/۰	۱۹
۰۰۹۰/۰	۲۰

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۴- نتایج معیارهای دقت پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی

عوامل موثر بر تورم معیار دقت	شکاف تولید ناخالص داخلی (GY)	نرخ ارز در بازار موازی ارز (Ex)	انتظارات تورمی (P_{t-1})	حجم نقدینگی (M_2)	نرخ بازدهی اجاره مسکن (r)	کسری بودجه دولت (Bs)	درآمدهای نفتی (OI)
MSE	۰۶/۰	۱/۰	۰۲/۰	۹۵/۰	۰۶/۰	۰۰۳/۰	۰۰۹/۰
NMSE	۰/۴	۲۶/۰	۰۹/۰	۰۱/۱	۸۴/۰	۰۱/۰	۰۵/۰
MAE	۲/۰	۲۸/۰	۱/۰	۷۴/۰	۱۸/۰	۰۴/۰	۰۸/۰
R	۹۱/۰	۹۰/۰	۹۶/۰	۵۲/۰	۴۳/۰	۹۹/۰	۹۹/۰

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به مناسب بودن معیارهای دقت پیش‌بینی در بهترین شبکه، تحلیل حساسیت ارتباط میان ۳ گروه اصلی کالایی ۱، ۴ و ۷ و متغیرهای (۱) شکاف تولید ناخالص داخلی، (۲) نرخ ارز بازار آزاد، (۳) شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی با یک وقفه، (۴) حجم نقدینگی، (۵) نرخ بازدهی اجاره مسکن در مناطق شهری، (۶) کسری بودجه دولت و (۷) درآمدهای نفتی انجام و نتایج مربوط به این تحلیل حساسیت در جدول (پنج) ارائه شده است. همان‌گونه که نتایج این جدول نشان می‌دهد میزان تأثیرپذیری هر ۱ از گروه‌های کالایی مورد بررسی از این عوامل هفت گانه متفاوت بوده است. همان‌گونه که نتایج جدول مذکور نشان می‌دهد کالاها گروه خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها بیشتر تحت تأثیر تغییرهای نقدینگی، نرخ ارز بازار آزاد، شکاف تولید ناخالص داخلی و انتظارات تورمی قرار داشته است به طوری که این متغیرها، به ترتیب سه/۲۸، ۲۱/۵، ۲۰/۲ و ۴/۱۳ درصد از کل تغییرات شاخص بهای کالاها گروه خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها را طی دوره مورد بررسی توضیح می‌دهند. تأثیرگذاری این متغیرها بر شاخص بهای کالاها گروه خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها را می‌توان با توجه به مسأله خشکسالی در کشور (به خصوص سال زراعی ۸۶-۸۷) و نرخ بالای رشد نقدینگی (به طور متوسط ۲۴/۳ درصد در سال) طی سال‌های اجرای برنامه چهارم توسعه مورد بررسی قرارداد. از یک سو بروز خشکسالی طی این دوره شکاف در عرضه و تقاضا را افزایش داد و از سوی دیگر سیاست‌های انبساطی دولت سبب افزایش نقدینگی در جامعه گردید بنابراین مازاد تقاضا افزایش و با دخالت دولت جهت کنترل قیمت خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها از طریق واردات و همچنین با توجه به ثابت نبودن نرخ ارز شاخص بهای کالاها گروه خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها افزایش یافته است.

کالاها گروه مسکن، آب، برق، گاز و سایر سوخت‌ها نیز اگر چه طی دوره مورد بررسی تحت تأثیر کسری بودجه دولت و تورم انتظاری قرار داشته‌اند با این وجود متغیری که این گروه کالایی را بیش از این دو متغیر متأثر ساخته است نرخ بازدهی اجاره مسکن در مناطق شهری می‌باشد به گونه‌ای که تغییر در این متغیر حدود ۲/۴۰ درصد از افزایش در شاخص بهای کالاها گروه مسکن، آب، برق، گاز و سایر سوخت‌ها را طی دوره مورد بررسی توضیح می‌دهد. این مسأله را می‌توان در چارچوب طرح کاهش نرخ سود بانکی که با عنوان « طرح منطقی کردن نرخ سود تسهیلات بانکی، متناسب با نرخ بازدهی در بخش‌های مختلف اقتصادی »

در سال ۱۳۸۵ تصویب و به اجرا درآمد بررسی نمود. چرا که به موجب این طرح دولت و بانک مرکزی مکلف شدند تا سود مورد انتظار تسهیلات بانکی در عقود با بازدهی ثابت را طی برنامه چهارم توسعه طوری کاهش دهند که قبل از پایان برنامه، نرخ سود این‌گونه تسهیلات در تمامی بخش‌های اقتصادی یک رقمی شود؛ بنابراین با اجرایی شدن این طرح از سال ۱۳۸۵، پس‌اندازها از سیستم بانکی خارج و به سمت بازاری‌ها به خصوص مسکن منتقل شده و سبب افزایش شاخص قیمت کالاهای مربوط به این بخش شده است.

همچنین همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهند کالاهای گروه حمل‌ونقل نیز طی دوره مورد بررسی بیشتر تحت تأثیر حجم نقدینگی، انتظارات تورمی و نرخ ارز بازار آزاد قرار داشته‌است به طوری که تغییر در این متغیرها، به ترتیب ۲۶/۴، ۲۰/۶ و ۱۹/۵ درصد از تغییرهای شاخص بهای کالاهای گروه حمل‌ونقل را طی دوره مورد بررسی توضیح می‌دهد. افزایش نقدینگی از طریق سیاست‌های انبساطی دولت طی دوره مورد بررسی و همچنین وابستگی شدید کرایه حمل‌ونقل درون‌شهری و برون‌شهری به قیمت سوخت و همچنین افزایش هزینه تولید ناشی از شکل‌گیری انتظارات تورمی تأثیر بالای دو متغیر نقدینگی و انتظارات تورمی را بر شاخص کالاهای گروه حمل‌ونقل منطقی به نظر می‌رساند. از طرف دیگر تأثیرگذاری نرخ ارز را نیز، با توجه به آن که بسیاری از وسایل و قطعه‌های تعمیراتی مربوط به وسایل نقلیه داخلی از خارج از کشور وارد می‌شود می‌توان توجیه نمود.

جدول ۵- تحلیل حساسیت نقش عوامل موثر بر تورم در ایران و شاخص بهای کالاهای گروه‌های اصلی

عوامل موثر بر تورم گروه‌های کالایی	شکاف تولید ناخالص داخلی (GY)	نرخ ارز در بازار موازی ارز (Ex)	انتظارات تورمی (P_{t-1})	حجم نقدینگی (M_2)	نرخ بازدهی اجاره مسکن (r)	کسری بودجه دولت (Bs)	درآمدهای نفتی (OI)
خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها	۲/۲۰	۵/۲۱	۴/۱۳	۳/۲۸	۵	۶	۶/۵
مسکن، آب، برق، گاز و سایر سوخت‌ها	۱/۱۵	۸/۲	۱۲/۸	۶/۶	۲/۴۰	۲/۱۳	۴/۹
حمل‌ونقل	۶/۵	۵/۱۹	۶/۲۰	۴/۲۶	۹/۴	۹/۹	۱/۱۳

منبع: یافته‌های تحقیق

۶- جمع‌بندی و پیشنهادها

بسیاری از اقتصاددانان معتقدند اهمیت نرخ تورم بیشتر از شاخص‌های دیگر اقتصادی است، چرا که تورم اثرهای متعددی بر جنبه‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی جامعه دارد. با این رویکرد، در مطالعه حاضر عوامل موثر بر گروه‌های اصلی تشکیل‌دهنده تورم در برنامه چهارم توسعه مورد بررسی قرار گرفته است. جهت دستیابی به این هدف، ابتدا از میان ۱۲ گروه کالایی اصلی تشکیل‌دهنده شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی (CPI)، مهم‌ترین گروه‌های کالایی تشکیل‌دهنده CPI، با استفاده از مدل تحلیل حساسیت

شبکه عصبی مصنوعی شناسایی شدند. سپس با تبیین علل و منشأ تورم در ایران به کمک نظریه‌های مختلف اقتصادی و مطالعه‌های داخلی، اثرهای این عوامل بر مهم‌ترین گروه‌های کالایی تشکیل‌دهنده CPI مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان می‌دهد از میان کالاهای گروه‌های اصلی، گروه خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها (گروه ۱)، گروه مسکن، آب، برق، گاز و سایر سوخت‌ها (گروه ۴) و همچنین کالاهای گروه حمل‌ونقل (گروه ۷) نسبت به سایر گروه‌ها بیشترین نقش را در ایجاد تورم داشته و کالاهای گروه ارتباطات (گروه ۸) و گروه تفریح و امور فرهنگی (گروه ۹) نسبت به سایر گروه‌ها از کمترین توضیح دهنده‌گی تورم برخوردار بوده‌اند. همچنین نتایج نشان می‌دهند کالاهای گروه‌های خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها طی دوره مورد بررسی بیشتر تحت تأثیر تغییرهای نقدینگی، نرخ ارز بازار آزاد و شکاف تولید ناخالص داخلی، کالاهای گروه مسکن، آب، برق، گاز و سایر سوخت‌ها تحت تأثیر نرخ بازدهی اجاره مسکن در مناطق شهری و در نهایت کالاهای گروه حمل‌ونقل نیز بیشتر تحت تأثیر حجم نقدینگی، انتظارات تورمی و نرخ ارز بازار آزاد قرار داشته‌اند. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص است که منشأ تأثیرپذیری گروه‌های کالایی از نظریه‌های مختلف تورم یکسان نبوده و برخی از کالاها ممکن است از برخی سیاست‌ها بیشتر متأثر و برخی دیگر از گروه‌های کالایی ممکن است از آن سیاست کمتر متأثر شوند و یا اصلاً از آن تأثیر نپذیرند؛ بنابراین این فرضیه که تأثیر سیاست‌های مختلف بر گروه‌های مختلف کالایی تشکیل‌دهنده شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی یکسان می‌باشد و مبنای بسیاری از مطالعه‌های انجام‌گرفته در زمینه ریشه و علل تورم در کشور می‌باشد در این مطالعه رد و مورد تأیید قرار نمی‌گیرد. بر این اساس پیشنهاد می‌شود جهت ارائه راه حل منطقی و حل مسأله تورم به ریشه‌های تورم در هر یک از گروه‌های کالایی و عوامل موثر بر آن‌ها توجه و با معیار قرار دادن این عوامل راه‌حل‌های سیاستی مناسب اتخاذ گردد.

فهرست منابع

- ۱) بنی‌مهد، م. و یثربی س. (۱۳۸۲) کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در مهندسی ژئوتکنیک: مدل‌سازی، تحلیل، طراحی، فنی و مهندسی مدرس، ۱۴: ۱-۱۴.
- ۲) پرمه، ز؛ و قربانی، م. (۱۳۸۳) تورم و پس انداز خانوارهای روستایی (مطالعه موردی استان فارس)، پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۱۹: ۱۶۹-۱۸۷.
- ۳) حسینی، س.م.ط. سی و سه مرده، ع. فتحی پ؛ و سی و سه مرده، م. (۱۳۸۶) کاربرد شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون چند متغیره در برآورد گندم دیم منطقه قروه در استان کردستان، پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی، ۱: ۵۴-۴۱.
- ۴) دهمرده، ن. و کسای، ز. (۱۳۹۰) ریشه‌های تورم در اقتصاد ایران (۱۳۳۸-۱۳۸۶)، دو فصلنامه علمی-پژوهشی جستارهای اقتصادی، ۱۵: ۱۶۵-۱۸۸.
- ۵) راکعی، ب. خامه‌چیان، م. عبدالملکی، پ. و گیاهی، پ. (۱۳۸۶) کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش، مجله علوم دانشگاه تهران، ۳۳: ۶۴-۵۷.
- ۶) سلطانی، م. و لشکری، م. (۱۳۹۰) آزمون پولی بودن تورم و شناسایی عوامل مؤثر بر تورم در اقتصاد ایران (۱۳۳۸-۱۳۸۷)، راهبرد یاس، ۴۵: ۲۸-۷۸.
- ۷) عماد زاده، م؛ و صمدی، س؛ و حافظی، ب. (۱۳۸۴) بررسی عوامل پولی و غیر پولی مؤثر بر تورم در ایران (۱۳۳۸-۱۳۸۲)، پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی ۱۹: ۵۲-۳۳.
- ۸) فرزینوش، الف؛ و لشکری، م. (۱۳۸۲) «جان‌شینی پول و تقاضا برای پول: شواهدی از ایران»، پژوهشنامه بازرگانی، ۲۹: ۱-۵۱.
- ۹) منہاج، م. ۱۳۷۹، مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی): دانشگاه صنعتی امیرکبیر، مرکز نشر پرفسور حسابی، چاپ پنجم ۱۳۸۷.
- ۱۰) مهربانی بشر آبادی، ح. شرافتمند، ح. و باغستانی، ع. (۱۳۸۹) بررسی تأثیر شوک‌های نرخ ارز و شکاف تولید بر تورم در ایران، مجله دانش و توسعه، ۱: ۳۳-۲۰.
- ۱۱) مهربانی و. ۱۳۸۹. تأثیرپذیری طبقات اجتماعی از تورم در ایران، مجله تحقیقات اقتصادی، ۲۲۷: ۹۰-۲۰۷.
- ۱۲) نصر اصفهانی، ر. و یآوری، ک. (۱۳۸۲) عوامل اسمی و واقعی مؤثر بر تورم در ایران - رهیافت خودرگرسیون برداری (VAR)، پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۱۶: ۶۹-۹۹.
- 13) Aljibrin, M. (2006), Analysis of Inflation in Determinants Developing Oil Export Based Economies, Doctoral dissertation, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
- 14) Augustine, C. A., Malindretos, J. and Nippani, S. (2004), " Variations in Exchange Rates and Inflation in 82 Countries: an Empirical Investigation" North American Journal of Economics and Finance, 15 :227- 247.
- 15) Caniani D., Pascale S., Sdao F. and Sole A. (2008), neural networks and landslide susceptibility: a case study of the urban area of Potenza, Natural Hazards, 45: 55-72.

- 16) Darrat, A. F. & Arize, A.C. (1990), Domestic and International Sources of Inflation in Developing Countries: some Evidence from the Monetary Approach, *International Economic Journal*, 4: 55-69.
- 17) Deme, M. & Fayissa, B. (1995), Inflation, Money, Interest Rate, Exchange Rate and Causality: The Case of Egypt, Morocco, and Tunisia, *Applied Economics*, 27:1219-1224.
- 18) Ermini L., Catani F. and Casagli N. (2005), Artificial neural network to landslide susceptibility assessment, *Geomorphology*, 66: 327-343.
- 19) Gachet, I., Maldonado, D., Perez, W. (2008), Determinants of Inflation in a Dollarized Economy: The Case of Ecuador. *CUESTIONES ECONOMICAS*, 24:1-2.
- 20) Lee S., Ryu J. H., Lee M. J. and Won J. S. (2006), The Application of artificial neural networks to landslide susceptibility mapping at Janghung, Korea, *Mathematical Geology*, 38: 199-220.
- 21) McCulloch, W. S., and Pitts, w. (1943), a logical of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biology* 5: 115-133.
- 22) Rummelhart, D. E., Hinton, G. E., and Williams, R. J. (1986), Learning internal representation by back propagating errors: *Nature*, 332, 533-536.
- 23) Siregar, R. and Gulasekaran, R. (2005), Source of Variations between the Inflation Rates of Korea, Thailand and Indonesia During the Post-1997 Crisis, *Journal of Policy Modeling*, 27: 867-884.

یادداشت‌ها

۱. این ۱۲ گروه کالایی شامل (۱) خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها، (۲) دخانیات، (۳) پوشاک و کفش، (۴) مسکن، آب، برق و گاز و سایر سوخت‌ها، (۵) اثاث، لوازم و خدمات مورد استفاده در خانه، (۶) بهداشت و درمان، (۷) حمل و نقل، (۸) ارتباطات، (۹) تفریح و امور فرهنگی، (۱۰) تحصیل، (۱۱) رستوران و هتل و (۱۲) کالاها و خدمات متفرقه می‌باشد.

2. Artificial Neural Network
3. Back Propagation Algorithm
4. Feed Forward
5. Training
6. Back Propagation Algorithm
7. Conjugate Gradient
8. Momentum
9. Levenberg-Marquardt

^۹ از آن جا که نرخ سود بانکی در ایران توسط مقام‌های پولی به صورت دستوری و بدون ارتباط با عرضه و تقاضای پول تعیین می‌شود در این مطالعه از نرخ بازدهی اجاره مسکن در مناطق شهری به عنوان جایگزینی برای نرخ بهره داخلی استفاده شده است.

11. Cross Validation
12. local minima