Archive of SID

فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان/ سال یکم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۲/ صفحات ۶۷-۵۱

پیش‌بینی سطح عمومی قیمت‌ها و تورم در ایران با استفاده از شبکه‌ی عصبی

محمدنبی شهیکی تاش[۱]، صابر مولایی[۲]، زینب حلاج‌زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۲۱

چکیده

هدف این مقاله پیش‌بینی روند تورم و شاخص قیمت‌ها در اقتصاد ایران است. داده‌های این مقاله شامل تورم سالانه و داده‌های ماهانه‌ی شاخص قیمت مصرف‌کننده در ایران از سال ۱۳۴۰ تا ۱۳۹۲ است. در این تحقیق برای پیش‌بینی تورم از شبکه‌ی عصبی مصنوعی استفاده شده است. برای پیش‌بینی تورم ماهانه از یک شبکه‌ی پس‌انتشار خطا (BP) با ۱۵ نرون در لایه‌ی میانی و یک شبکه‌ی پایه شعاعی(RBF) با ۱۰ نرون در لایه‌ی میانی استفاده شده است. همچنین برای پیش‌بینی ماهانه‌ی شاخص قیمت مصرف‌کننده از شبکه‌ی عصبی پس‌انتشار خطا با ۵ نرون در لایه‌ی میانی اول و ۱۵ نرون در لایه‌ی میانی دوم استفاده گردید. تابع انتقال لایه‌ی اول سیگموئید و تابع انتقال لایه‌ی دوم خطی است. همچنین از ۷۰ درصد مشاهدات به‌منظور آموزش شبکه و از باقی‌مانده جهت تست شبکه استفاده شده است. ورودی‌های شبکه‌ی شاخص قیمت با یک و ۱۲ وقفه و خروجی نیز شاخص قیمت مصرف‌کننده در دوره‌ی جاری بوده که برای پیش‌بینی شاخص قیمت مصرف‌کننده در ۱۲ دوره‌ی بعد استفاده شده است. بر مبنای نتایج این مطالعه، انتظار بر آن است که بر مبنای رویکرد BP ، تورم در سال ۱۳۹۳ به ۲۷/۳ کاهش یابد.

طبقه‌بندی JEL: E31، E37.

واژگان کلیدی: شبکه‌ی عصبی، تورم، شاخص قیمت، شبکه‌ی پس‌انتشار خطا(BP)، شبکه‌ی پایه شعاعی(RBF).

۱. استادیار گروه اقتصاد دانشگاه سیستان و بلوچستان **email:** Mohammad_tash@eco.usb.ac.ir
۲. دانشجوی دکترای اقتصاد دانشگاه اصفهان **email:** saber.molai@yahoo.com
۳. کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه تهران **email:** z.halajzadeh@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تورم افزایش عمومی قیمت‌ها هم در بازار کالاها و خدمات و هم در بازار عوامل تولید است. به‌عبارت دیگر هم قیمت کالا و هم قیمت نهاده‌های تولید افزایش می‌یابد. در شرایط تورم طبیعی، با افزایش آرام و مستمر سالانه‌ی قیمت‌ها مواجه هستیم. نرخ متعادل این تورم سالانه در حدود دو تا سه درصد است. این نوع تورم دامن‌گیر بیشتر جوامع اقتصادی است و حتی اقتصاد کشورهای توسعه‌یافته نیز از آن مصون نیستند. بیشتر اقتصاددانان بر این باورند که تورم طبیعی نه‌تنها خطرناک نیست، بلکه قابل تحمل و مفید نیز هست و نشانه‌ی رشد اقتصادی در اثر گسترش رقابت و تلاش‌های اقتصادی است. (بیر و همکاران، ۲۰۰۰ و ص ۲۵)

تورم در کشورهای در حال توسعه اکثر ریشه‌ی پولی دارد و به‌علت افزایش عرضه‌ی پول نسبت به کالاها و خدمات مورد استفاده به‌وجود می‌آید. مطالعات تجربی در رابطه با ساختار تورم در ایران نیز پولی بودن تورم را مورد تأکید قرار داده است و منشأ آن را فشارهای پولی ناشی از تأمین کسری بودجه‌ی دولت دانسته‌اند. بنابراین یکی از دلایل اصلی تورم در ایران جنبه‌ی پولی آن است که از طریق رشد سریع‌تر عرضه‌ی پول نسبت به تولیدات بخش واقعی اقتصاد ایجاد می‌گردد. به عبارت دیگر، منشأ تورم عدم تعادل در بازار پول و کالا است. عدم تعادل ممکن است متأثر از نهاده‌ها (فشار هزینه) یا محصول (فشار تقاضا) باشد. (مک لام، ۱۹۸۸ و ص ۱۹۰)

تورم بالا دارای پیامدهای جنبی منفی قابل توجهی در اقتصاد است. برای مثال اثر منفی بر روی تولید، پس‌انداز، سرمایه‌گذاری و مصرف در جامعه دارد (فاریا و همکاران، ۲۰۰۱ و ص ۹۵). در جدول (۱) به مهم‌ترین اثرات تورم بر متغیرهای کلان اقتصادی اشاره شده است.

جدول-۱. تأثیرات تورم بر متغیرهای کلان در اقتصاد

ردیف	اثرات تورم	توضیحات
۱	تورم و پس‌انداز	تأثیر تورم بر پس‌انداز تأثیر معکوسی است و با کاهش پس‌انداز، آهنگ رشد اقتصادی کاهش می‌یابد.
۲	تورم و مصرف	در زمان تورم خرید و فروش حالت غیرمنطقی به خود می‌گیرد. به‌دلیل تصور افزایش قیمت‌ها در آینده، پول نقش و اهمیت خود را از دست می‌دهد و تب خرید بالا می‌رود. در شرایط تورم، تمامی مردم تمایل به وام گرفتن دارند.
۳	اثر تورم بر تولید و سرمایه‌گذاری	در اثر تورم سنگینی بارهایی که کارفرمایان برای تأمین هزینه‌های جاری و انجام پروژه‌های سرمایه‌گذاری گرفته‌اند کاهش می‌یابد و ارزش حقیقی آن‌ها تنزیل یافته، این امر موجب افزایش سود کارفرمایان شده، تمایل به سرمایه‌گذاری و افزایش تولید بالا می‌رود. در حالت تورمی، بیشتر سرمایه‌گذاران معطوف به فعالیت‌هایی می‌شوند که تقاضا برای آن‌ها به‌سرعت در حال افزایش است، از این رو بسیار محتمل است سرمایه‌گذاری‌هایی انجام گیرد که از نظر اقتصاد ملی مطلوب نبوده و اثرات تشدیدکننده‌ای در توزیع

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه‌ی جدول-۱.

ردیف	اثرات تورم	توضیحات
		ناعادلانه درآمد و ثروت داشته باشد. از آنجا که در اقتصاد تورمی، قیمت‌ها مدام رو به صعود است، اثر نرخ بهره بر میزان سرمایه‌گذاری از بین می‌رود. بدین ترتیب یکی از اهرم‌های توزیع سرمایه در شاخه‌های متفاوت تولید، بی‌اثر می‌گردد. یعنی مقایسه‌ی نرخ بهره با نرخ سود در یک رشته‌ی خاص و احتساب تفاوت آن به‌عنوان نرخ سود خالص و معیار سرمایه‌گذاری بی‌معنی می‌شود.
۴	اثر تورم بر تراز پرداخت‌ها	نحوه‌ی اثر تورم بر تراز پرداخت‌ها، بستگی به شدت افزایش سطح عمومی قیمت‌های داخلی در مقابل نرخ ارز دارد. اگر افزایش سطح عمومی قیمت‌ها در داخل نسبت به افزایش نرخ ارز شدیدتر باشد باعث کاهش صادرات و افزایش واردات می‌گردد ولی اگر نرخ ارز به‌میزان بیشتری افزایش یابد باعث افزایش صادرات و اثر مثبت بر تراز پرداخت‌ها می‌گردد. بالارفتن مدام سطح قیمت‌ها و کالا و خدمات داخلی، قدرت رقابت آن‌ها را در مقابل کالاهای خارجی سلب خواهند نمود.
۵	سرعت گردش پول و اثر تورم بر آن	در دوره‌های تورم، با ثبات سایر شرایط، به‌دلیل کاهش سریع ارزش پول، پول کمتری نگهداری می‌شود در نتیجه سرعت گردش پول افزایش می‌یابد. برعکس در دوره‌های رکود، با کاهش قیمت‌ها، سرعت گردش پول کاهش می‌یابد.

مأخذ: پژوهش جاری و مطالعه‌ی فاریا و همکاران (۲۰۰۱)

در ادامه‌ی مقاله، ابتدا به علل پیدایش تورم اشاره می‌شود و سپس در راستای پاسخ به سؤال اصلی مقاله در مورد روند آتی قیمت‌ها از شبکه‌ی عصبی مصنوعی استفاده می‌شود. از این‌رو در بخش سوم مقاله به نحوه‌ی مدل‌سازی بر مبنای شبکه‌ی عصبی اشاره می‌شود و در بخش چهارم به نتایج برآوردی اشاره می‌گردد.

۱. علل پیدایش تورم

دلایل متعددی می‌تواند منجر به افزایش سطح قیمت‌ها در اقتصاد شود. یکی از این عوامل افزایش قیمت کالاهای وارداتی است. دلایل سیاستی دیگری مانند سیاست‌های افزایش دستوری قیمت برخی کالاها، فشار هزینه و یا تقاضا و موارد دیگری از این قبیل در افزایش سطح قیمت‌ها مؤثرند. اما براساس نظریه‌های کلاسیک علم اقتصاد، علت اصلی تورم هماهنگ نبودن افزایش پول در جامعه با افزایش تولید است. به بیان دیگر، تورم یعنی عدم تناسب بین حجم پول در گردش با عرضه‌ی خدمات و کالا. از نظر کینز تأثیر متقابل پول، نرخ بهره و تولید عنصر تعیین‌کننده‌ی نرخ تورم است و سایر علل تابعی از این علت هستند. عصاره‌ی نظریه‌ی اقتصادی مکتب کینز در باب تورم و راه‌حلی که وی برای مقابله با تورم پیشنهاد می‌کند، بر مبنای فعالیت مستقیم دولت در اقتصاد پایه‌گذاری شده است. اما کاربردی‌ترین نظریه

www.SID.ir

Archive of SID

مربوط به نظریه‌ی پولی فریدمن است که علت تورم را هزینه‌های دولت و افزایش نقدینگی در جامعه می‌داند. فریدمن اشکال اساسی را دخالت دولت در اقتصاد می‌داند. براساس این نظریه که شواهد تجربی بسیاری در کشورهای مختلف جهان آن را تأیید کرده‌اند، نقدینگی و تورم ارتباط معنادار با یکدیگر دارند، به‌گونه‌ای که افزایش نقدینگی مسلماً تورم را در پی خواهد داشت. این رابطه‌ی یک‌به‌یک در کشورهایی که دارای تورم‌های مزمن هستند، به‌وضوح قابل مشاهده است. در کشور ما نیز می‌توان رابطه‌ی متقابل نقدینگی و تورم را دید که حداکثر پس از گذشت یک دوره، افزایش نقدینگی منجر به تورم می‌شود. افزایش حجم نقدینگی به‌واسطه‌ی استقراض از بانک مرکزی و یا در یک کشور نفتی مانند ایران به‌واسطه‌ی فروش ارز به بانک مرکزی، باعث می‌شود تا دولت‌ها به اهداف کوتاه‌مدت خود دست یابند. هرچند که بحث ریشه‌یابی علل پیدایش تورم از قلمروی این مقاله خارج است ولی در حدی که به تشریح اصطلاح تورم و شناخت هرچه کامل‌تر آن کمک کند به آن اشاره می‌کنیم: ۱- افزایش حجم پول در گردش ۲- اعتبارات بانکی بی‌رویه ۳- کم‌توجهی به بخش تولید (این مسأله از این رو تورم‌زا است که پایین‌آمدن سطح تولید بازتاب افزایش تقاضا و به‌دنبال آن رشد قیمت‌ها می‌گردد.) ۵- وجود واسطه‌گری و سوداگری در اقتصاد ۶- ناسالم بودن نظام توزیع. در جدول (۲) ابعاد مختلف تورم مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول-۲. بررسی ابعاد تورم

ردیف	ابعاد تورم	توضیحات	دلایل افزایش قیمت
۱	تورم ناشی از تقاضا	هنگامی بروز می‌کند که بنا به هر دلیلی رشد تقاضا بیشتر از رشد عرضه باشد. نام دیگر این نوع [تورم ناشی از تقاضا] است. و در آن قدرت خرید مردم بالا بوده و کالاهای مورد تقاضا کم است. تقاضای روزافزون مردم برای خرید موجب ازهم‌گسیختگی قیمت‌ها و چه بسا موجب پیدایش بازار سیاه می‌گردد و آزمندی و هجوم مردم برای خرید هر روز افزون‌تر می‌شود.	کسری بودجه و رشد مخارج دولتی، رشد نقدینگی
۲	تورم هزینه‌ای	این نوع تورم ناشی از افزایش هزینه‌ی تولید کالاها است.	کاهش بهره‌وری، افزایش قیمت مواد اولیه، افزایش دستمزد می‌توانند باعث بروز این نوع تورم شوند.
۳	تورم وارداتی	به‌دلیل ارتباط قیمت‌های داخلی با قیمت‌های جهانی، افزایش قیمت‌های جهانی دو اثر مستقیم (از طریق افزایش قیمت کالاها و خدمات وارداتی) و غیرمستقیم (از طریق اثر القایی بر قیمت کالاهای مشابه در داخل) دارد.	اثر تحریم‌های اخیر این بوده که ال سی‌ها و گشایش اعتبارات را با مشکل مواجه کرده است. در پی تحریم‌ها خریدهای نقدی واسطه‌ای و هزینه‌های بیمه و ریسک و حمل و نقل نیز افزایش یافته است.

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه‌ی جدول-۲.

ردیف	ابعاد تورم	توضیحات	دلایل افزایش قیمت
۴	تورم ساختاری	تورم ناشی از یک سلسله اختلالات و موانع ساختاری است که از افزایش سریع تولید در واکنش به تقاضا، حتی با وجود بیکاری عوامل تولید، جلوگیری می‌کند.	محدودیت ظرفیت‌های تولیدی و کم‌کشش بودن عرضه، درون‌زا نبودن فناوری تولید، محدودیت مالی واحدهای تولیدی و سرمایه‌ی انسانی پایین نیروی کار و انحصارات در بازارها.
۵	تورم انتظاری	چنانچه انتظارات تورمی در جامعه شکل بگیرد موجب افزایش هم‌زمان تقاضا و کاهش عرضه می‌شود و به این ترتیب موجب تشدید افزایش قیمت‌ها خواهد شد.	با توجه به انتظارات تورمی روند تورم افزایش خواهد یافت.

مأخذ: پژوهش جاری و مطالعه‌ی جورجیو (۲۰۰۶)

قابل ذکر است که نکته‌ی مهم در بازار پول، پیداکردن ریشه‌های رشد نقدینگی است. زیرا حجم نقدینگی در صورتی که مدیریت نشود، با سرعت اثر خود را روی اقتصاد ملی می‌گذارد. قاعدتاً وقتی بانک مرکزی با افزایش پایه‌ی پولی (انتشار اسکناس) مثلاً یک ریال منتشر می‌کند، این پول در اختیار مردم قرار می‌گیرد. بخشی از آن به‌صورت سپرده نزد بانک‌های تجاری نگهداری می‌شود، سپس بانک‌ها بخشی از این سپرده را به‌صورت ذخایر قانونی و اضافی نزد بانک مرکزی نگهداری می‌کنند و بخش دیگر را به وام‌گیرندگان قرض می‌دهند. تکرار این روند پس‌انداز و استقراض پول اعتباری به‌وجود می‌آورد و فرآیند تکاثری خلق پول توسط بانک‌های تجاری را شکل می‌دهد. می‌توان عواملی که سبب تغییر حجم پول می‌شود را به‌طور خلاصه به‌صورت زیر برشمرد: ۱- تغییر پایه‌ی پولی، ۲- تغییر نسبت اسکناس به سپرده ۳- تغییر نرخ ذخیره‌ی قانونی، ۴- تغییر نرخ ذخیره‌ی اضافی. واضح است که هر عاملی که سبب افزایش پایه‌ی پولی شود عرضه‌ی پول را نیز افزایش می‌دهد. مقدار تغییر در نقدینگی نیز با ضرب کردن ضریب فزاینده‌ی خلق پول در تغییر پایه‌ی پولی به‌دست می‌آید. این ابزارها در اختیار بانک مرکزی بوده و سیستم بانکی تحت مدیریت و نظارت آن عملیات بانکی را انجام می‌دهد.[۱] (جورجیو و همکاران، ۲۰۰۶ و ص ۳۱۵).

۱. در نظریه‌ی سنتی پول، ضریب تکاثر پول آن دارایی‌های ذخیره را که پایه‌ی نظام بانکی برای خلق سپرده‌ی بانکی باشند یا توسط آن‌ها بتوان فعالیت‌های وام‌دهی بانک‌ها (که منجر به خلق سپرده می‌شود) را محدود کرد، پول پرقدرت می‌نامند. دلیل این خصلت آن است که بنابر نظریه‌ی مزبور هر تغییر در میزان این نوع دارایی‌ها موجب تغییر بیشتری در سپرده‌ی بانکی، به‌عنوان یکی از اعضای متشکله‌ی حجم پول، می‌گردد. این مسأله همچنین گویای آن است که مشخص‌ترین اجزای متشکله‌ی پول پرقدرت همان بدهی‌های پولی بخش دولتی یعنی پول در گردش و مانده‌ی بانک‌ها نزد بانک مرکزی است.

www.SID.ir

Archive of SID

۲. پیشینه‌ی تحقیق

دهدشتی و همکاران (۱۳۹۱) در مقاله‌ای با عنوان پیش‌بینی نرخ تورم و نقدینگی و اثرات آن‌ها بر ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی، به بررسی روند تغییرات تورم و نقدینگی در اقتصاد ایران پرداختند. برای این منظور، پس از بررسی ایستایی و تصادفی بودن متغیرها از آزمون ناپارامتریک والیس- مور، الگوهای هارمونیک، ARMA و ARCH برای پیش‌بینی استفاده شدند و بهترین الگو برای پیش‌بینی این متغیرها انتخاب شدند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که الگوی ARMA(۱و۲)، در پیش‌بینی نرخ تورم و الگوی GARCH(۱و۱) در پیش‌بینی نقدینگی دارای خطای کمتر و در نتیجه کارایی بیشتر نسبت به سایر الگوهای مورد استفاده بوده است. نتایج به‌دست آمده از مطالعه‌ی حاضر نشان می‌دهد که ارتباط مستقیم اما ضعیفی بین حجم نقدینگی، نرخ تورم و ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی وجود دارد. علت اثرات ضعیف حجم نقدینگی بر ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی می‌تواند به‌دلیل ارتباط سیستم پولی کشور و بخش کشاورزی باشد.

صمدی و همکاران (۱۳۹۲) در مقاله‌ای به بررسی رابطه‌ی بین تورم و نااطمینانی تورمی در ایران پرداختند. هدف مقاله‌ی حاضر، بررسی رابطه‌ی بین تورم و نااطمینانی تورمی با استفاده از رگرسیون چرخشی مارکوف براساس اطلاعات ماهانه‌ی شاخص قیمت مصرف‌کننده در ایران، طی دوره‌ی ۱۳۶۹:۱۰ تا ۱۳۹۱:۶ بود. برای رسیدن به این هدف نااطمینانی تورمی براساس الگوی واریانس ناهمسانی شرطی خودبازگشت‌کننده تعمیم‌یافته برآورد شده است. نتایج حاصل از تخمین ضرایب الگوی خودبازگشت‌کننده چرخشی مارکوف نشان می‌دهد که سری زمانی نرخ تورم در طول دوره‌ی مورد بررسی از دو رژیم مختلف تبعیت می‌کند به‌طوری که در رژیم اول با میانگین بالا و نوسان پایین و در رژیم دوم با میانگین پایین و نوسان بالا روبه‌رو بوده است. همچنین بررسی رابطه‌ی بین تورم و نااطمینانی تورمی نشان می‌دهد که در هر دو رژیم یادشده، افزایش نرخ تورم به افزایش نااطمینانی تورمی منجر شده است.

جعفری صمیمی و بالونژاد (۱۳۹۲) به بررسی کاربرد روش‌های نیمه پارامتریک و موجک‌ها در بررسی وجود پایداری نرخ تورم ایران پرداختند. برای این منظور، درجه‌ی انباشتگی کسری، با استفاده از روش‌های GPH، تعدیل رابینسون، ریزن، وایتل و موجک‌ها و با استفاده از داده‌های بانک مرکزی در مورد شاخص قیمت مصرف‌کننده‌ی سال‌های ۱۳۵۱-۱۳۹۰، تخمین زده شد. نتایج حاصل از تحقیق، بیانگر وجود پایداری در نرخ تورم ایران است. وجود ایستایی و پایداری نرخ تورم در اقتصاد، بیانگر این است که در صورت بروز یک تکانه بر نرخ تورم، اثر آن تا مدتی طولانی باقی می‌ماند. این نتیجه می‌تواند در اتخاذ سیاست‌های مرتبط، مورد توجه تصمیم‌گیرندگان اقتصادی قرار گیرد.

نجارزاده و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی رابطه‌ی بین تورم و نااطمینانی تورم در کوتاه‌مدت و بلندمدت پرداختند. در این مقاله با استفاده از مدل ناهمسانی واریانس راه گزینی مارکف، در قالب یک مدل فضا- حالت به بررسی رابطه‌ی بین تورم و نااطمینانی تورم در اقتصاد ایران در دوره‌ی ۱۳۶۷-۱۳۸۹پرداخته شد. این مدل تورم را به دو جزء دائمی و موقت تقسیم می‌کند و این کار تحلیل ارتباط بین تورم و نااطمینانی تورمی در کوتاه‌مدت و بلندمدت را میسر می‌سازد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که افزایش در

www.SID.ir

Archive of SID

نااطمینانی بلندمدت منجر به افزایش نرخ روند بلندمدت تورم می‌شود و افزایش در نااطمینانی کوتاه‌مدت منجر به کاهش نرخ تورم کوتاه‌مدت می‌شود. همچنین تأثیر هم‌زمان افزایش در نااطمینانی کوتاه‌مدت و بلندمدت منجر به افزایش قابل توجهی در روند تورم اقتصاد ایران می‌شود.

شاهمرادی و صارم (۱۳۹۲) به بررسی سیاست پولی بهینه و هدف‌گذاری تورم در ایران پرداختند. در این مقاله با استفاده از روش تعادل عمومی پویای تصادفی، قاعده‌ی پولی بهینه برای بانک مرکزی ایران استخراج شده است. در این مقاله مکانیزم انتقال پولی مدل شامل چهار معادله‌ی تقاضای کل، عرضه‌ی کل، قیمت نفت و رابطه‌ی تیلور است. در این مقاله ثابت می‌شود که فرم پویای رابطه‌ی تقاضای کل، با درنظرگرفتن پولی بودن تورم در ایران، تابعی از نرخ رشد حجم پول است. با این فرض که هدف بانک مرکزی پیگیری هم‌زمان نرخ تورم هدف و شکاف تولید است و با توجه به مکانیزم انتقال پولی، قاعده‌ی بهینه‌ی سیاست پولی برای اقتصاد ایران استخراج می‌شود که تابعی از شکاف تورم، شکاف تولید و نرخ رشد درآمدهای نفتی است. نتایج تخمین نشان می‌دهد نرخ رشد حجم پول اثری بر شکاف تولید نداشته و به‌طور کامل در انتظارات تورمی انعکاس می‌یابد. همچنین یک درصد افزایش درآمدهای نفتی سبب افزایش چهار درصدی تورم می‌شود.

طهرانچیان و همکاران (۱۳۹۲) به آزمون پایداری تورم در ایران با استفاده از الگوهای ARFIMA پرداختند. برای این منظور، با توجه به سری زمانی داده‌های نرخ تورم ایران (۱۳۹۰-۱۳۵۱)، از الگوی خودرگرسیونی میانگین متحرک انباشته کسری، استفاده شده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهند که براساس روش‌های حداکثر درست‌نمایی و حداکثر درست‌نمایی تعدیل‌شده، درجه‌ی انباشتگی یا تفاضل‌گیری به‌ترتیب $d1=0/482$ و $d2=0/483$ هستند. بنابراین براساس یافته‌های این تحقیق، فرضیه‌ی پایداری تورم در ایران رد نمی‌شود. توجه به تسویه‌ی تدریجی تأثیر تکانه‌های تورمی، امکان ساختاری شدن تورم و نیز رعایت انضباط پولی، از جمله مهم‌ترین پیشنهادهای این پژوهش محسوب می‌شوند.

موسوی و مستعانی (۱۳۹۱) به بررسی هدف‌گذاری تورم در ایران پرداختند. هدف این مقاله استخراج روند حرکتی تورم طی دوره‌ی زمانی برنامه پنجم توسعه (۱۳۹۵-۱۳۸۷) توسط مقام پولی با استفاده از نظریه‌ی کنترل بهینه است. برای این منظور با استفاده از داده‌های سری زمانی طی دوره‌ی (۱۳۸۶-۱۳۵۷) از طریق حداقل‌سازی تابع زیان بانک مرکزی با توجه به رفتار تولید، تورم و تغییرات نرخ ارز، اقدام به استخراج تابع عکس‌العمل نرخ بهره (نرخ سود سپرده‌های بانکی) برای هدف‌گذاری تورم شده است. یافته‌های مقاله نشان می‌دهد که مقام پولی باید برای کنترل تورم طی دوره‌ای نرخ سود سپرده‌های بانکی را افزایش دهد تا از این طریق از یک طرف نقدینگی‌های سرگردان در بازار و در دسترس مردم را جمع‌آوری کند و از طرف دیگر با تزریق نقدینگی جمع‌آوری شده به بخش تولید، هزینه‌های تأمین مالی سرمایه‌گذاری بخش تولید را کاهش دهد. این سیاست باعث خواهد شد تورم روند کاهشی در پیش گرفته و به سمت مقدار هدف‌گذاری شده حرکت کند.

www.SID.ir

Archive of SID

تشکینی و افضلی (۱۳۹۰) به سنجش تورم پایه در اقتصاد ایران پرداختند. مطالعه‌ی حاضر به اندازه‌گیری تورم پایه در اقتصاد ایران به روش‌های مختلف و به‌عنوان راهنمایی برای هدایت سیاست پولی پرداخته است. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان می‌دهند که روش SVAR، در شمار روش‌های بهینه برای اندازه‌گیری تورم پایه در اقتصاد ایران است. از سوی دیگر، گروه مسکن جزء پایدار تورم در اقتصاد ایران بوده و هماهنگ با انتظارات است. همچنین تکانه‌های تورم پایه، قیمت واردات و تورم غیرپایه به‌ترتیب ۵۴ ، ۴۰ و ۶ درصد از واریانس در تورم را تشریح می‌کنند. براساس نتایج به‌دست آمده پیشنهاد شده است تا چارچوب سیاستی هدف‌گذاری تورم در قالب یک برنامه پنج‌ساله مورد توجه قرار گیرد و در این راستا، نسبت به برقراری و تحقق الزاماتی همچون عدم وجود سلطه‌ی مالی و عدم تعیین دستوری نرخ سود تسهیلات گام برداشته شود. اجرای این سیاست متضمن کنترل حدود ۵۰ درصد از تورم در اقتصاد ایران است.

۳. مبانی نظری تحقیق

شبکه عصبی یک سیستم پردازش اطلاعات کامپیوتری است که وظایف مغز انسان را شبیه‌سازی می‌کند. مغز انسان از میلیاردها سلول مرتبط به نام نرون تشکیل شده است. نرون‌ها چهار قسمت اصلی دارند که عبارتند از جسم سلولی، دندریت‌ها، اکسون و سیناپس‌ها، دندریت‌ها اطلاعات را از سایر نرون‌ها دریافت می‌کنند. این پتانسیل الکتریکی به‌وسیله‌ی سیناپس‌ها وزن دریافت می‌کند. جسم سلولی همه‌ی پتانسیل‌های الکتریکی را جمع می‌کند. اگر مجموع پتانسیل‌های الکتریکی بیشتر از حد آستانه شود، جسم سلولی باعث فعالیت در طول اکسون می‌شود و اکسون این پتانسیل فعال را به سایر اکسون‌ها انتقال می‌دهد. دندریت‌ها نقش یک بردار ورودی که اطلاعات را از سایر نرون‌های خارج دریافت می‌کند برعهده دارند. بردار وزن‌ها نمایانگر سیناپس‌ها هستند که به اطلاعات وزن می‌دهند. جمع‌کننده معرف جسم سلولی است که همه‌ی اطلاعات را جمع می‌کنند. تابع انتقال نشانگر یک مقدار معین است که کنترل نرون‌ها را برعهده دارد و در نهایت آکسون معرف بردار خروجی است. هر شبکه‌ی عصبی مصنوعی براساس معماری، پردازش و آموزش طبقه‌بندی می‌شود. معماری شبکه ارتباط نرون‌ها را توضیح می‌دهد. پردازش در واقع نوع خروجی شبکه‌ها را برای هر ورودی و وزن نشان می‌دهد. الگوریتم آموزش تعیین‌کننده‌ی وزن‌ها برای هر بردار آموزش هستند. به‌طور کلی ساختار شبکه‌ی عصبی از سه قسمت تشکیل شده است: لایه‌ی ورودی، لایه‌ی پنهان و لایه‌ی خروجی. در ادامه به‌طور خلاصه به دو ویژگی اساسی شبکه‌ی طراحی شده در این مقاله اشاره می‌شود. (برونر و همکاران، ۱۹۹۳، ص ۱۹۰)

www.SID.ir

Archive of SID

۱-۳. پرسپترون چندلایه[1]

این نوع شبکه از یک لایه‌ی ورودی که جزء لایه‌ی حقیقی محسوب نمی‌شود، یک لایه‌ی خروجی و چندین لایه‌ی میانی تشکیل شده است. هر نرون حاصل‌ضرب ورودی‌ها و وزن‌ها را با یک مقدار بایاس جمع زده و خروجی باعث فعالیت یک تابع انتقال می‌شود.

$$y_k = \varphi(\sum_{i=1}^{n} (w_{kj} + \theta_k)) \qquad (1)$$

در رابطه‌ی بالا x_j ورودی jام به نرون kام (که ممکن است ورودی شبکه یا خروجی لایه‌ی قبل باشد) است. w_{kj} شدت ارتباطات بین این نرون و ورودی jام است. y_k خروجی شبکه و θ_k یک بایاس ثابت است. تابع فعالیت معمولاً لاجستیک یا هیپربولیک تانژانت است. توانایی شبکه‌ی عصبی در تقریب هر سیستم به‌وسیله‌ی قابلیت شبکه در یادگیری تعیین می‌شود. هر شبکه به‌منظور یادگیری رفتار یک سیستم و تنظیم وزن‌هایش آموزش می‌بینند. در این تحقیق در شبکه‌ی پس انتشار ۷۰ درصد داده‌ها به‌منظور آموزش شبکه استفاده شده است. همچنین از الگوریتم پس انتشار به‌منظور آموزش شبکه پرسپترون چندلایه استفاده شده است که با استفاده از روش برگشت خطا از لایه‌ی خروجی، وزن‌های بهینه را تعیین می‌کند. شبکه‌های پیش‌خور چندلایه، جزء مهم‌ترین گروه شبکه‌های عصبی هستند. معمولاً شبکه از یک لایه‌ی حساس که لایه‌ی ورودی را تشکیل می‌دهد، یک یا چند لایه‌ی میانی (لایه‌ی پنهان) و یک لایه‌ی خروجی تشکیل شده است. سیگنال ورودی در جهت شبکه‌ی لایه به لایه منتشر می‌شود. اساساً این نوع شبکه را پرسپترون چندلایه می‌نامند. آموزش پرسپترون چندلایه با الگوریتم پس انتشار خطا، این شبکه را قادر به حل مسائل مشکل و متنوع می‌سازد. این الگوریتم براساس قانون یادگیری تصحیح خطا کار می‌کند. اساساً یادگیری پس انتشار خطا شامل دو مرحله از حرکت در طول لایه‌های مختلف شبکه است. یکی حرکت در جهت شبکه و دیگری حرکت در خلاف جهت شبکه. در حرکت در جهت ابتدا بردار ورودی به شبکه داده می‌شود و لایه به لایه در جهت شبکه منتشر می‌شود. در خلال این حرکت به سمت جلو خروجی‌هایی تولید می‌شوند. در خلال حرکت در جهت شبکه وزن‌ها و بایاس‌ها ثابت هستند. از سوی دیگر در خلال حرکت در خلاف جهت شبکه، وزن‌ها و بایاس‌ها با توجه به قانون تصحیح خطا تنظیم می‌شوند. اساساً مقدار واقعی تولید شده توسط شبکه از مقدار دلخواه کم می‌شود و سیگنال خطا تولید می‌شود. این سیگنال خطا سپس در خلاف جهت شبکه به سمت عقب منتشر می‌شود. به همین دلیل این الگوریتم را الگوریتم پس انتشار خطا[2] می‌نامند. پرسپترون چندلایه دارای سه ویژگی متمایز است:

- هر نرون در شبکه دارای یک تابع فعالیت غیرخطی است. نکته‌ای که باید ذکر شود این است که این توابع فعالیت غیرخطی و مشتق‌پذیر هستند. برخلاف تابع هارد لیمیت روزنبلات که مشتق‌پذیر

1. Multilayer- Perceptions 2. Error - Back Propagation

www.SID.ir

Archive of SID

نیست. نوع معمول توابع غیرخطی استفاده شده در پرسپترون چندلایه سیگموئید غیرخطی است و به‌وسیله‌ی تابع لاجستیک تعریف می‌شود.

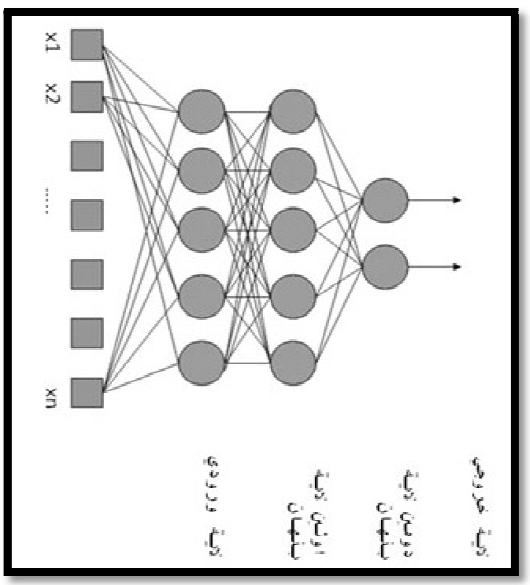
$$y_j = \frac{1}{1+e^{-v_j}} \qquad (2)$$

در معادله‌ی فوق v_j مجموع وزنی تمام ورودی‌ها به‌اضافه‌ی بایاس نرون j است (میدان موضعی). y_j خروجی نرون jام است. وجود تابع، امری ضروری است زیرا در غیر این صورت رابطه‌ی ورودی- خروجی شبکه به یک پرسپترون تک‌لایه تقلیل می‌یابد.

- شبکه دارای یک یا چند لایه نرون‌های پنهان است که جزء ورودی یا خروجی شبکه به حساب نمی‌آیند. این نرون‌های پنهان شبکه را قادر می‌سازند ساختارهای پیچیده‌ی غیرخطی را با استخراج ویژگی مهم الگوی ورودی یاد بگیرند.
- شبکه دارای درجه‌ی بالایی از ارتباطات است که به‌وسیله‌ی سیناپس‌های شبکه تعیین می‌شوند. هر تغییر در لایه‌های ارتباطی شبکه نیازمند تغییر در ارتباطات سیناپسی یا وزن‌ها است. (مینسکی و پارپت، ۱۹۶۹)

در شکل زیر ساختار یک پرسپترون چندلایه با دو لایه‌ی پنهان و یک لایه‌ی خروجی نشان داده شده است. نرون‌های این شبکه کاملاً مرتبط هستند. به این مفهوم که هر نرون در هر لایه از شبکه با تمام شاخه‌های نرون‌ها در لایه‌های قبلی در ارتباط است.

نمودار-۱. ساختار شبکه‌ی چندلایه



www.SID.ir

Archive of SID

سیگنال ورودی در جهت شبکه از چپ به راست لایه به لایه حرکت می‌کند. در این شبکه دو نوع سیگنال قابل شناسایی است: ۱- سیگنال تابع، این سیگنال یک سیگنال ورودی (محرک) است که از لایه‌ی ورودی در جهت شبکه (نرون به نرون) از طریق شبکه منتشر می‌شود و در انتهای شبکه در لایه‌ی خروجی با هم ادغام می‌شوند. ۲- سیگنال خطا، یک سیگنال که از لایه‌ی خروجی منشأ می‌گیرد و درجهت خلاف شبکه (لایه به لایه) منتشر می‌شود.

۲-۳. الگوریتم پس انتشار

سیگنال خطا خروجی نرون jام در تکرار n ام به‌صورت زیر بیان می‌شود.

$$e_j(n) = d_j(n) - y_j(n) \qquad (۳)$$

مقدار آنی انرژی خطا نرون jام برابر است با $\frac{۱}{۲}e_j^۲(n)$ و مقدار آنی تمام انرژی خطا با جمع‌زدن $\frac{۱}{۲}e_j^۲(n)$ برای تمام نرون‌های لایه‌ی خروجی به‌دست می‌آید. تنها در مورد نرون‌های لایه‌ی خروجی انرژی خطا قابل محاسبه است.

$$\xi(n) = \frac{۱}{۲}\sum_{j\in c} e_j(n) \qquad (۴)$$

مجموعه‌ی c شامل تمام نرون‌های لایه‌ی خروجی شبکه است. اگر N مجموع تمام الگوها (مثال‌ها) مجموعه‌ی آموزش باشد مقدار متوسط انرژی مربعات خطا با جمع $\xi(n)$ برای تمام n ها و نرمال‌سازی با توجه به اندازه‌ی مجموعه‌ی N به‌دست می‌آید.

$$\xi_{av} = \frac{۱}{۲}\sum_{n=۱}^{N}\xi(n) \qquad (۵)$$

در فرمول فوق $\xi(n)$ و ξ_{av} تابع تمام پارامترهای آزاد شبکه (وزن‌ها و بایاس‌ها) هستند. برای یک مجموعه‌ی معین در حال آموزش ξ_{av} بیانگر تابع هزینه و شاخص عملکرد شبکه محسوب می‌شود. هدف فرآیند یادگیری تنظیم وزن‌ها و بایاس‌ها از طریق حداقل‌سازی متوسط مجموع مربعات خطا است. به‌منظور حداقل‌سازی معادله (۳) از الگوریتم حداقل میانگین مربعات خطا مشتق‌گیری می‌شود. میدان موضعی (مجموع وزنی ورودی به‌علاوه‌ی بایاس) تولیدشده $v_j(n)$ به‌عنوان ورودی تابع فعالیت نرون jام محسوب می‌گردد.

$$v_j(n) = \sum_{i=۰}^{m} w_{ij}(n)y_j(n) \qquad (۶)$$

www.SID.ir

Archive of SID

در معادله‌ی فوق $w_{ij}(n)$ وزن ورودی i ام به نرون j ام است. تابع سیگنال $y_j(n)$ به‌عنوان خروجی نرون j ام در تکرار n ام تولید می‌شود.

$$y_j(n) = \varphi_j(v_j(n)) \qquad (۷)$$

مشابه الگوریتم حداقل میانگین مربعات خطا، الگوریتم پس انتشار نیز عامل تصحیح وزن $\Delta w_{ij}(n)$ را به $w_{ij}(n)$ می‌افزاید، که متناسب با مشتق جزیی $\frac{\partial \xi(n)}{\partial w_{ij}(n)}$ است. براساس قاعده‌ی زنجیری حساب دیفرانسیل، گرادیان به‌صورت رابطه‌ی (۸) توصیف می‌شود. مشتق جزیی $\frac{\partial \xi(n)}{\partial w_{ij}(n)}$ عامل حساسیت نامیده می‌شود که تعیین‌کننده‌ی جهت جستجو در فضای وزن‌ها برای وزن سیناپسی $w_{ij}(n)$ است.

$$\frac{\partial v_j(n)}{\partial \xi(n)} \frac{\partial \xi(n)}{\partial w_{ij}(n)} = \frac{\partial \xi(n)}{\partial e_j(n)} \frac{\partial e_j(n)}{\partial y_j(n)} \frac{\partial y_j(n)}{\partial v_j(n)} \qquad (۸)$$

۴. پیش‌بینی شاخص قیمت و تورم با استفاده از شبکه‌ی عصبی

داده‌های این پژوهش شامل داده‌های تورم سالانه سال‌های ۱۳۴۰ تا ۱۳۹۲ و داده‌های ماهانه شاخص قیمت مصرف‌کننده در طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۰ است. برای پیش‌بینی تورم از شبکه‌ی عصبی مصنوعی استفاده شد. برای پیش‌بینی تورم ماهانه از یک شبکه‌ی پس انتشار خطا با ۱۵ نرون در لایه‌ی میانی و یک شبکه‌ی پایه شعاعی ۱۰ نرون در لایه‌ی میانی استفاده شد که نتایج پیش‌بینی سالانه با این دو شبکه در جدول (۳) مشاهده می‌شود.

جدول-۳. پیش‌بینی تورم سالانه

سال	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳
شبکه‌ی تابع پایه شعاعی (RBF)	۱۶/۵۷	۱۸/۲	۳۲/۹	۲۴/۵
شبکه‌ی پس انتشار (BP)	۱۵/۷۳	۲۰/۱	۳۵/۵	۲۷/۳

مأخذ: پژوهش جاری

مقدار ریشه‌ی مربعات خطا و میانگین قدرمطلق خطا این دو روش در جدول (۴) مشاهده می‌شود. به‌منظور مقایسه‌ی دقت شبکه BP و RBF در پیش‌بینی تورم از معیارهای ریشه میانگین مربعات خطا ($RMSE$) و درصد میانگین مطلق خطا ($MAPE$) استفاده شده است. (آرانگو و همکاران، ۲۰۰۱ و ص ۱۶۰)

www.SID.ir

Archive of SID

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(e_i)^2} \quad (۹)$$

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{e_i}{y_i}\right| \quad (۱۰)$$

جدول-۴. مقایسه‌ی دقت دو روش

معیار / روش	RMSE	MAPE
شبکه‌ی تابع پایه شعاعی (RBF)	۶/۵۶	۱/۵۲
شبکه‌ی پس انتشار (BP)	۴/۹۲	۰/۴۸

مأخذ: پژوهش جاری

همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان خطای پیش‌بینی شبکه‌ی پس انتشار به‌مراتب کمتر از شبکه‌ی تابع پایه شعاعی است. همان‌گونه که در جدول (۳) مشاهده می‌شود انتظار بر آن است که بر مبنای BP ، تورم در سال ۱۳۹۱ به ۲۰/۱، در سال ۱۳۹۲ به ۳۵/۵ و در سال ۱۳۹۳ به ۲۷/۳ برسد.

همچنین برای پیش‌بینی ماهانه‌ی شاخص قیمت مصرف‌کننده از شبکه‌ی عصبی پس انتشار خطا با ۵ نرون در لایه‌ی میانی اول و ۱۵ نرون در لایه‌ی میانی دوم استفاده شده است. در این حالت تابع انتقال لایه‌ی اول سیگموئید و تابع انتقال لایه‌ی دوم خطی است و از ۷۰ درصد مشاهدات به‌منظور آموزش شبکه و از باقی‌مانده جهت تست شبکه استفاده شده است. ورودی‌های شبکه شاخص قیمت با ۱ و ۱۲ وقفه و خروجی نیز شاخص قیمت مصرف‌کننده در دوره‌ی جاری بوده است که برای پیش‌بینی شاخص قیمت مصرف‌کننده در ۱۲ دوره‌ی بعد استفاده شد. نتایج مربوط به نتایج پیش‌بینی شاخص قیمت مصرف‌کننده در جدول (۵) ذکر شده است.

جدول-۵. پیش‌بینی ماهیانه شاخص مصرف‌کننده برای سال ۱۳۹۳

ماه	BP	ARIMA
فروردین	۲۵۰/۰۵	۲۴۹/۹
اردیبهشت	۲۵۶/۱۹	۲۵۶/۰۱
خرداد	۲۵۷/۸۷	۲۵۸/۹۵
تیر	۲۵۹/۵۴	۲۶۳/۹۳
مرداد	۲۶۱/۲۵	۲۶۴/۹۴
شهریور	۲۶۱/۵۴	۲۶۷/۹۸

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه‌ی جدول-۵.

ماه	BP	ARIMA
مهر	۲۶۵/۵۹	۲۷۱/۰۵
آبان	۲۶۳/۵۲	۲۷۴/۱۶
آذر	۲۶۹/۸۱	۲۷۷/۳۱
دی	۲۶۷/۰۱	۲۸۰/۴۹
بهمن	۲۷۷/۵۲	۲۸۳/۷
اسفند	۲۶۶/۷۴	۲۸۶/۹۲

مأخذ: پژوهش جاری

یکی از مشکلات استفاده از روش خودرگرسیون انباشته‌ی میانگین متحرک این است که هرگاه سری دارای روند افزایشی (کاهشی) باشد روش باکس- جنکینز مقدار پیش‌بینی برون نمونه‌ای را با افزایش تصاعدی (کاهش تصاعدی) نشان می‌دهد، همانند پیش‌بینی شاخص مصرف‌کننده در جدول (۶) با روش باکس- جنکینز. نتایج مقایسه‌ی خطای دو روش در جدول (۶) مشاهده می‌شود.

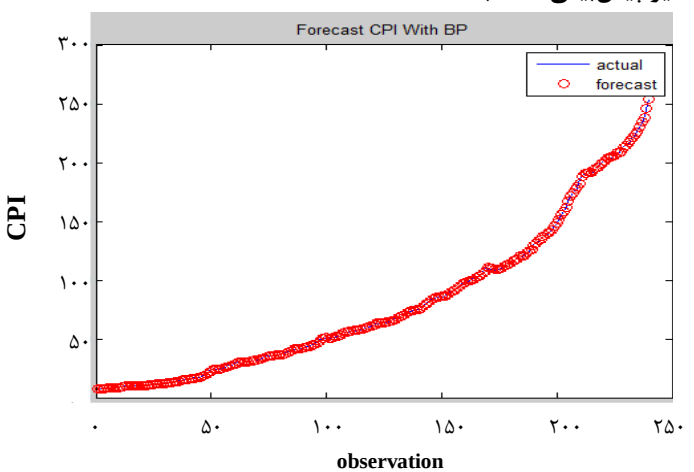
جدول-۶. مقایسه‌ی دقت دو روش

معیار / روش	RMSE	MAPE
ARIMA	۵/۱۵	۳/۷۸
BP	۰/۷۵	۰/۰۰۸

مأخذ: پژوهش جاری

در نمودار (۲) مقادیر پیش‌بینی شده توسط الگوریتم BP مشاهده می‌شود.

نمودار-۲. مقادیر پیش‌بینی شده با BP



www.SID.ir

Archive of SID

۵. جمع‌بندی

بر مبنای نتایج این مطالعه، انتظار بر آن است که بر مبنای BP ، تـورم در سـال ۱۳۹۳ بـه ۲۷/۳ برسـد. همان‌طور که عنوان شد علت اصلی بروز پدیده‌ی تورم در ایران، رابطه‌ی مسـتقیم آن بـا نقـدینگی اسـت. بنابراین کنترل حجم نقدینگی را می‌توان از راه‌حل‌هـای اساسـی بـرای کـاهش تـورم دانسـت. از ایـن رو برقراری انضباط مالی دولت و الزام دولت به پایبندبودن به کاهش مخارج و اتخاذ سیاست مالی انقباضـی، می‌تواند در کنترل حجم نقدینگی مؤثر باشد. به عبارت دیگر جهت کنترل تورم و هزینه‌ی اجتماعی ناشی از آن، دو مبحث از اهمیت بیشتری برخوردار است: "هدف‌گذاری تورم" به‌عنـوان یـک اصـلاح حقـوقی و سازمانی در بانک مرکزی و "قواعد پولی" به‌عنوان یک الزام رفتاری برای بانک مرکزی.

۱-"هدف‌گذاری تورم"، چارچوبی برای سیاست پولی است که در آن تصمیمات سیاست پولی براساس مقایسه‌ی تورم آتی مورد انتظار با هدف اعلام‌شده‌ی تورم اتخاذ می‌گـردد. مـدیریت بانـک مرکـزی ایـران می‌باید برای هدایت سیاست پولی به‌منظور ثبات قیمت‌ها به مؤلفه‌هـایی هماننـد هـدف‌گـذاری نـرخ ارز، هدف‌گذاری حجم پول، هدف‌گذاری تورم و هدف‌گذاری GDP اسـمی توجـه داشـته باشـد. اجـرای ایـن چارچوب به الزامات، پیش‌شرط‌ها و شرایطی نیاز دارد تا بتوان با کمترین هزینه‌های اجتماعی، از سیاست پولی برای مهار تورم استفاده کرد. یکی از این الزامات، استقلال نسبی بانک مرکزی از دخالت‌های نادرست دولت در انجام وظیفه‌ی بانک مرکزی است، به این منظور نحوه‌ی سـازماندهی بانـک مرکـزی در بدنـه‌ی دولت اصلی باید اصلاح شود. از دیگر الزامات، پاسخ‌گویی و شفافیت بانک مرکزی در هـدف‌گـذاری تـورم است.

۲- براساس نظریات اقتصاد کلان بین حجم پول، تورم، رشد اقتصادی، نرخ بهره‌ی اسمی و نـرخ ارز در جامعه روابط مشخصی وجود دارد. بانک مرکزی به‌منظور کنترل سه متغیر مهم اقتصادی (یعنی نرخ تورم، نرخ ارز و نرخ بهره) که از رفتار پولی بانک‌های مرکزی اثر می‌پذیرند، می‌باید "قواعد پولی" دقیقی تعریف نماید. قابل ذکر است که یک قاعده‌ی پولی این است که با توجه به سوابق رشد اقتصادی یک جامعه، نرخ رشد پول را برای سال‌های متمادی ثابت در نظر گرفت. طبق قاعده‌ی دیگر، رشد پول بایـد بـا توجـه بـه پیش‌بینی رشد اقتصادی و تغییرات تقاضای جامعه برای پول تعیـین شـود. جـامع‌تـرین قاعـده‌ی پـولی، "قاعده‌ی تیلور" است که طبق آن رشد پول با توجه به نرخ بهره‌ی اسمی، انتظارات تورمی، رشد اقتصادی و نرخ ارز انتظاری تعیین می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

تشکینی، احمد و حسین افضلی (۱۳۹۰). **"اندازه‌گیری تورم پایه براساس روش بهینه: مطالعه‌ی موردی اقتصاد ایران"**. *فصلنامه‌ی پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، شماره ۵۹، ص ۱۰۱.

جعفری صمیمی، احمد و روزبه بالونژاد نوری (۱۳۹۲). **"کاربرد روش‌های نیمه پارامتریک و موجک‌ها در بررسی وجود پایداری نرخ تورم ایران"**. *فصلنامه‌ی مدل‌سازی اقتصادی*، شماره ۲۳، صص ۱۵-۳۰.

دهدشتی، مسعود و محمدی، حمید و دهباشی، وحید و حامد دهقان‌پور (۱۳۹۱). **"پیش‌بینی نرخ تورم و نقدینگی و اثرات آن‌ها بر ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی"**. *فصلنامه‌ی اقتصاد کشاورزی*، سال ششم، شماره ۴، ص ۱۷.

شاهمرادی، اصغر و مهدی صارم (۱۳۹۲). **"سیاست پولی بهینه و هدف‌گذاری تورم در ایران"**. *فصلنامه‌ی تحقیقات اقتصادی*، شماره ۱۰۳.

صمدی، علی‌حسین و شراره مجدزاده طباطبائی (۱۳۹۲). **"رابطه‌ی بین تورم و نااطمینانی تورمی در ایران با استفاده از رگرسیون چرخشی مارکوف"**. *فصلنامه‌ی مدل‌سازی اقتصادی*، شماره ۲۳، صص ۴۷-۶۵.

طهرانچیان، امیرمنصور و جعفری صمیمی، احمد و روزبه بالونژاد نوری (۱۳۹۲). **"آزمون پایداری تورم در ایران (۱۳۹۰- ۱۳۵۱): کاربردی از الگوهای ARFIMA "**. *فصلنامه‌ی پژوهش‌های رشد و توسعه‌ی اقتصادی*، شماره ۱۱، صص ۱۹-۲۸.

موسوی، میرحسین و زهرا مستعانی (۱۳۹۱). **"هدف‌گذاری تورم: کاربردی از نظریه‌ی کنترل بهینه"**. *فصلنامه‌ی مدل‌سازی اقتصادی*، شماره ۱۹، ص ۴۱.

نجارزاده، رضا و سحابی، بهرام و سیروس سلیمانی (۱۳۹۲). **"بررسی رابطه‌ی بین تورم و نااطمینانی تورم در کوتاه‌مدت و بلندمدت: کاربردی از مدل‌های فضا- حالت با واریانس ناهمسانی راه گزینی مارکف"**. *فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره ۵۴، صص ۱-۲۶.

Arango, L. E. and A. Gonz´alez (2001), **"Some Evidence of Smooth Transition Nonlinearity in Colombian Inflation"**, *Applied Economics*, vol. 33, pp. 155–162.

Byers, J. D. and D. Peel (2000), **"Non-Linear Dynamics of Inflation in High Inflation Economies"**, The Manchester School, vol. 68, pp. 23–37.

Brunner, Allan D. and Gregory D. Hess. (1993), **"Are Higher Levels of Inflation Less Predictable? A State-Dependent Conditional Heteroscedasticity Approach".** *Journal of Business and Economic Statistics* 11(2), 187-197.

www.SID.ir

Archive of SID

Faria, J. R. and F. G. Carneiro (2001), **"Does High Inflation Affects Growth in the Long and Short Run?"**, *Journal of Applied Economics*, vol. 4, pp. 89–105.

Gregoriou, A. and A. Kontonikas (2006): **"Inflation Targeting and the Stationary of Inflation: New Results from an ESTAR Unit Root Test"**. *Bulletin of Economic Research*, vol. 58, pp. 309–322.

McCallum, B. (1988): **"Robustness Properties of a Rule for Monetary Policy"**, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, vol. 29, pp. 173–203.

www.SID.ir

Archive of SID

Forecasting Inflation and Price Index with Neural Networks

Mohammad Nabi Shahikitash, Saber Molaee, Zeynab Hallajzadeh

Received: 12 January 2014 **Accepted**: 12 March 2014

The aim of this paper is to forecast inflation and price index in Iran. This data includes annual inflation and monthly data of consumer price index in Iran from 1340 to 1392 .In this research, artificial neural network is used to forecast inflation. In this paper are used Error-Back Propagation (BP) with 15 neurons and a radial basis network (RBF) with 10 neurons in the middle layer. For predicting the monthly consumer price index were used the back-propagation with five neurons and neural network with 15 neurons in the middle layer. In the first layers were used sigmoid transfer function and the second layers were used linear transfer function. The remaining 70% of observations is used for testing and training the network. Network input and output price index has been used, consumer price index, with a 12 break in the current period to predict consumer price index in period 12.Based on these results of this paper, it is expected that the inflation reduce to 27.3 with BP approach.

JEL Classification: E31, E37.

Key Words: *Neural Network, Price Index, Propagation, Radial Basis Network.*

www.SID.ir