



فصلنامه اقتصاد کاربردی
دوره ۱۳، شماره ۴۵، تابستان ۱۴۰۲

بررسی و پیش‌بینی اثرات نرخ بهره واقعی و نرخ ذخیره قانونی بر تورم، بیکاری و تولید حقیقی در ایران

سعید ایرانمنش^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۵

DOI: 10.30495/JAE.2023.74200.1491

چکیده:

اینکه بهترین ابزار سیاست پولی چیست و اثرگذاری‌اش بر بخش‌های مختلف اقتصاد یک کشور چگونه است از مسائل مهم و کاربردی در سطح اقتصاد کلان است. ابزارهای سیاست پولی نظیر نرخ ذخیره قانونی و نرخ بهره از جمله ابزارهای مهم در این حیطه بشمار می‌آیند. در شرایط رکود تورمی کشور ایران، استفاده صحیح و به جا از این ابزارها مسئله بسیار مهمی خواهد بود. این مقاله به دنبال بررسی میزان و نحوه تأثیر نرخ بهره واقعی و نرخ ذخیره قانونی بر متغیرهای تورم، بیکاری و تولید حقیقی است. برای این منظور داده‌های سری زمانی اقتصاد ایران در بازه زمانی ۱۳۶۴-۱۴۰۰ توسط الگوریتم ازدحام ذرات و الگوریتم رقابت استعماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. علاوه بر این مقادیر نرخ تورم، نرخ بیکاری و تولید حقیقی تا افق زمانی ۱۴۱۴ به وسیله شبکه عصبی پرسپترون چند لایه پیش‌بینی شده است. نتایج حاکی از آن است که افزایش نرخ بهره واقعی موجب کاهش تولید حقیقی، افزایش تورم و افزایش بیکاری می‌شود. همچنین افزایش نرخ ذخیره قانونی منجر به کاهش تورم و افزایش تولید حقیقی می‌شود.

کلیدواژه: نرخ بهره واقعی، نرخ ذخیره قانونی، الگوریتم رقابت استعماری، الگوریتم ازدحام ذرات، شبکه عصبی پرسپترون چندلایه.

طبقه‌بندی JEL: E58, E51, E43

مقدمه

سیاست‌ها پولی و ابزارهای اعمال آن از موضوعات مهم اقتصاد کلان است که از دیرباز بحث‌های گسترده‌ای پیرامون آن در بین اقتصاددانان رواج داشته است. ریشه سیاست‌های پولی به اثر فیشر در نظریه مقداری پول برمی‌گردد. فیشر بر این باور است که پول تنها بر سطح عمومی قیمت‌ها مؤثر است و بر سایر متغیرهای حقیقی اقتصاد اثری ندارد. کینز و دیگر اقتصاد دانان مکتب کمبریج، بیان می‌دارند که پول از طریق نرخ بهره می‌تواند به صورت غیرمستقیم بر سایر متغیرهای اقتصادی اثرگذار باشد. علاوه بر این نرخ بهره می‌تواند بر روی سرمایه‌گذاری و تقاضای نگهداری و وجوه نقد اثرگذار باشد (اونیو، ۲۰۱۲).

با نگاهی اجمالی به کل اقتصادهای جهان می‌توان نتیجه گرفت که همه اقتصادهای دنیا متأثر از نرخ بهره هستند. از این رو یکی از مهم‌ترین اهداف اقتصادی دولت‌ها کاهش و کنترل مناسب نرخ بهره است. اصلی‌ترین دلیل چنین تلاشی این است که نرخ بهره می‌تواند نابسامانی‌های شدیدی در شاکله اقتصادی یک کشور ایجاد کند و پتانسیل بالایی در حل و بهبود بسیاری از نابسامانی‌های اقتصادی کشور دارد. در کشور ایران نیز به ویژه پس از پیروزی انقلاب اسلامی موضوع نرخ بهره و تنظیم صحیح آن یک امر چالشی و جدی هم از منظر اقتصادی و هم از منظر ایدئولوژی دینی به شمار می‌رود (سامتی و همکاران، ۱۳۸۸).

یکی دیگر از ابزارهای قوی و اثرگذار در فضای سیاست‌های پولی، نرخ ذخیره قانونی است. این متغیر با تأثیر سریعی که می‌تواند بر عرضه پول داشته باشد، قادر است بسیاری از اهداف اساسی اقتصاد کلان نظیر اشتغال، تولید و... را تحت تأثیر خود قرار دهد. در کشور ایران معمولاً سپرده‌های قانونی با هدف کنترل نقدینگی و پشتوانه‌ای برای مواقع مواجهه با بحران‌های مالی، نگهداری می‌شوند. پس از انقلاب اسلامی و به ویژه در دهه‌های ۶۰-۷۰ نرخ ذخیره قانونی یک ابزار مؤثر در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی ایران بود؛ اما از انعطاف بسیار پایینی برخوردار بوده است (توکلیان، ۱۳۹۰).

پس از آن و به ویژه بعد از بحران مالی ۲۰۰۸ که بی‌ثباتی اقتصادی را در پی داشت، بسیاری از کشورهای جهان به منظور رسیدن به ثبات مالی به ابزار احتیاطی نرخ ذخیره قانونی روی آوردند. از آنجاکه متغیرهای نرخ بهره و نرخ ذخیره قانونی از متغیرهای اثرگذار بر بخش پولی اقتصاد به شمار می‌روند و ابزارهای اصلی سیاست‌های پولی‌اند، مناسب است که نحوه و میزان اثرگذاری آنها بر متغیرهای اساسی اقتصاد کلان مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور این مقاله به دنبال پاسخ به این سؤال است که تأثیر نرخ بهره واقعی و نرخ ذخیره قانونی بر متغیرهای کلان اقتصادی از جمله تورم، بیکاری و تولید حقیقی به چه نحوی است؟ به منظور پاسخ‌دهی به این سؤال داده‌های سری زمانی مربوط به اقتصاد ایران برای دوره زمانی ۱۳۶۴-۱۴۰۰ استخراج گردید و سیستم معادلات هم‌زمان با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته در فضای نرم‌افزار Eviews9 و با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات و الگوریتم رقابت استعماری و در فضای نرم‌افزار MATLAB مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. پس از آن با تعریف مسئله معادلات هم‌زمان به شبکه عصبی پرسپترون ۱۰ لایه مقادیر متغیرهای نرخ تورم، نرخ بیکاری و تولید حقیقی کشور ایران تا افق زمانی ۱۴۱۴ پیش‌بینی گردید. پس از آن و بعد از تجزیه و تحلیل نتایج، به ارائه پیشنهادها و سیاستی پرداخته شده است.

پیشینه‌های خارجی و داخلی

در مطالعات داخلی و خارجی انجام شده، مطالعاتی پیرامون نحوی اثرگذاری نرخ بهره و نرخ ذخیره قانونی بر متغیرهای اقتصاد کلان انجام شده است که گزیده‌ای از آنها به شرح ذیل ارائه می‌گردد.

پرابست^۲ (۲۰۱۹) در مقاله‌ای به بررسی پویایی نرخ بهره واقعی جهانی برای ۱۷ کشور پیشرفته از سال ۱۸۷۰-۲۰۱۳ می‌پردازد و نتایج حاصله حاکی از این است که نرخ بهره واقعی در زمان تحرک بالای سرمایه بین‌المللی مانند دوره برتن وودز بیشتر به شرایط بین‌المللی پاسخ می‌دهد و نرخ

اشتغال به روش سیستم‌های پویا پرداخته و یافته‌ها حاکی از رابطه منفی نرخ سود بانکی با سرمایه‌گذاری، تولید ناخالص داخلی و اشتغال است.

نوفروستی و دیگران (۱۳۹۹) در مقاله‌ای با عنوان "واکاوی اثر تغییر نرخ سود سپرده بانکی بر متغیرهای کلان اقتصاد در چارچوب الگوی اقتصادسنجی کلان ساختاری" به بررسی تأثیر تغییر نرخ سود سپرده‌های مدت‌دار، به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تأمین اعتبار بانک‌ها از مسیر سیستم بانکی بر سطح کلان اقتصاد ایران، در چارچوب یک الگوی اقتصادسنجی کلان ساختاری، طی دوره ۱۳۹۶-۱۳۵۲ پرداخته‌اند و در نهایت با توجه به نتایج شبیه‌سازی، مشاهده گردید که میان نرخ سود سپرده بانکی و تولید ناخالص داخلی رابطه منفی برقرار است.

ابوالحسنی و دیگران (۱۳۹۸) در مقاله‌ای با عنوان "بررسی اثر نرخ بهره و نرخ ارز بر هدف‌گذاری تورم با رویکرد انتظارات تورمی ناهمگن" به بررسی نقش ابزارهای سیاستی از قبیل نرخ بهره و نرخ ارز بر هدف‌گذاری تورم در قالب مدل کینزین‌های جدید با لحاظ ناهمگنی انتظارات کارگزاران اقتصادی بود. برای این منظور اطلاعات آماری دوره زمانی ۱۳۳۸-۱۳۹۷ براساس فراوانی داده‌های فصلی مورد استفاده قرار گرفت. در این مطالعه الگوی انتظارات عقلانی و انتظارات محدود شده مبتنی بر الگوی انتظارات تطبیقی برای اعمال محدودیت‌های عملگرهای شکل‌دهی انتظارات در کارگزاران اقتصادی به منظور پیش‌بینی متغیرهای کلان اقتصادی استفاده شده است. نتایج به دست آمده بیانگر این بود که شوک نرخ ارز و نرخ بهره از طریق شوک هزینه‌ای منجر به افزایش در نرخ تورم شده است. همچنین در شرایطی که انتظارات کارگزاران اقتصادی به صورت عقلانی باشد نسبت به زمانی که انتظارات به صورت تطبیقی شکل گرفته باشد از درجه انعطاف‌پذیری کمتری برخوردار بوده است.

حاجی قاسمی و دیگران (۱۳۹۶) در مقاله‌ای با عنوان "ارزیابی اثرات نرخ بهره واقعی و نرخ ذخیره قانونی بر

بهره واقعی جهانی به عنوان یک نیروی جاذبه برای نرخ‌های بهره واقعی ملی عمل می‌کند.

هوندا و اینوی (۲۰۱۹) در مقاله‌ای با عنوان "اثر بخشی سیاست نرخ بهره منفی در ژاپن: ارزیابی اولیه" اثرات سیاست نرخ بهره منفی را بررسی کرده‌اند و در یک مدل تحلیلی نشان داده‌اند که اعمال نرخ بهره منفی توسط بانک مرکزی منجر به کاهش نرخ بهره اوراق قرضه، کاهش میزان بازده سهام و کاهش ارز داخلی می‌شود.

حیدر (۲۰۱۸) در مقاله‌ای با عنوان "تأثیر نرخ بهره، نرخ تورم، نرخ ارز و قیمت طلا بر شاخص میزان کراچی (اولین شاخص سهام اسلامی در پاکستان)" به بررسی اثرات متغیرهای اصلی کلان بر اولین شاخص سهام اسلامی پاکستان (KMI) در قالب مدل رگرسیون‌های چندگانه پرداخته است و نتایج نشان می‌دهد که رابطه منفی و معنی‌داری بین نرخ بهره و قیمت طلا با KMI وجود دارد، در حالی که یک رابطه مثبت و معنی‌دار بین نرخ ارز و KMI و بین نرخ تورم و KMI رابطه معنی‌داری برقرار نیست.

توبین و گلاکر (۲۰۱۵) در مقاله‌ای با عنوان "الزامات ذخیره قانونی به عنوان یک ابزار بسیار مؤثر، شواهد تجربی از برزیل" با استفاده از روش اقتصادسنجی خودرگرسیون برداری به بررسی شوک‌های نرخ ذخیره قانونی بر متغیرهای کلان اقتصادی پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیدند که شوک مثبت نرخ ذخیره قانونی منجر به افزایش قیمت‌ها می‌شود.

اناری و کلاری (۲۰۱۵) در مقاله‌ای با عنوان "بررسی رابطه دینامیک نرخ بهره و نرخ تورم" با استفاده از روش فیشر - ویکسل به این نتیجه رسیدند که رابطه پویایی بین نرخ بهره و نرخ تورم وجود دارد.

رجیبی خانقاه و عظیمی سوران (۱۴۰۲) در مقاله‌ای با عنوان "بررسی اثر نرخ بهره بانکی بر متغیرهای کلان اقتصادی" به بررسی اثر تغییر نرخ سود سپرده‌های بانکی به عنوان یکی از متغیرهای اصلی بازار مالی بر متغیرهای کلان اقتصادی از جمله سرمایه‌گذاری، تولید ناخالص داخلی و

نرخ بهره بر سرمایه‌گذاری خصوصی در اقتصاد ایران به روش معادلات هم‌زمان" یک مدل سیستمی با استفاده از روش حداقل مربعات سه مرحله‌ای (3SLS) برای آزمون فرضیه مک کینون - شاو برآورد کردند و پس از برآورد سیستم معادلات هم‌زمان توابع سرمایه‌گذاری و پس‌انداز این فرضیه در اقتصاد ایران تأیید می‌شود؛ یعنی افزایش نرخ بهره بر سرمایه‌گذاری خصوصی در ایران اثر مثبت دارد.

هر یک از مطالعات ذکر شده از زاویه خاصی به موضوع پرداخته‌اند؛ ولی عمدتاً مطالعات محدودی وجود دارد که به طور هم‌زمان به تأثیر نرخ بهره واقعی و نرخ ذخیره قانونی بر نرخ تورم و بیکاری و تولید حقیقی پرداخته باشند. در دنیای واقعی این متغیرها به هم وابسته‌اند و بر هم اثر گذارند و لذا مطالعه حاضر به دنبال رفع این خلأ مطالعاتی با ابزارهای قوی جستجو در فضای آنالیز دیتا است تا امکان نتیجه‌گیری مناسبی فراهم گردد.

مبانی نظری و ساختار الگو

در زمان اجرای سیاست‌های پولی از سوی بانک مرکزی یک کشور، مجموعه‌ای از تغییرات ایجاد می‌شود. نقطه آغازین این تغییرات بازارهای مالی است و در واقع از کانال بازارهای مالی این تغییرات به کلیه سیستم اقتصادی سرایت می‌نماید. (بورک، ۲۰۱۰). در این بین به‌منظور تبیین میزان اثرگذاری پول بر بخش تولید یک اقتصاد، لازم است با کانال‌های اصلی آن آشنا شد. با توجه به مطالعات میشکین (۱۹۹۵) چهار کانال اصلی که از طریق آنها سیاست پولی می‌تواند بر بخش حقیقی اقتصاد اثرگذار باشد، عبارت‌اند از: نرخ بهره، نرخ ارز، قیمت‌داری و کانال اعتباری. براساس کانال نرخ ارز، بیشترین تأثیر سیاست‌های پولی بر بخش‌های صادرات محور اقتصاد است. از آنجا که درآمد این بخش عمدتاً از بخش خارجی تأمین می‌گردد، فلذا این بخش نسبت به تغییرات نرخ ارز ناشی از اعمال سیاست‌های پولی، حساسیت بیشتری دارد. علاوه بر این صنایع داخلی رقیب کالاهای وارداتی و بخش‌های وابسته به واردات، بیشترین

متغیرهای منتخب کلان اقتصاد ایران" با بهره‌گیری از یک سیستم معادلات هم‌زمان و با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) به بررسی اثر نرخ بهره واقعی و نرخ ذخیره قانونی بر متغیرهای منتخب کلان اقتصاد ایران از جمله تورم، بیکاری و رشد اقتصادی پرداخته‌اند و نتایج حاصل بیانگر این است که افزایش نرخ بهره واقعی باعث کاهش تولید ناخالص داخلی، تورم و بیکاری و افزایش نرخ ذخیره قانونی نیز موجب کاهش تورم و افزایش تولید ناخالص داخلی می‌شود.

محمدی و محمودی (۱۳۹۶) در مقاله‌ای با عنوان "بررسی اثرات متقابل نرخ بهره با متغیرهای منتخب اقتصاد کلان در کشورهای اسلامی و غیراسلامی" به بررسی تأثیر متغیرهای نرخ بهره، نرخ تورم، سرمایه‌گذاری و مخارج دولتی را بر میزان تولید ناخالص داخلی سرانه با استفاده از رویکرد پانل دیتا می‌پردازند و از مدل داده‌های تابلویی خود توضیح‌برداری (PANEL VAR) نیز برای بررسی تأثیر هر یک از متغیرهای ذکر شده بر یکدیگر استفاده کرده‌اند و رابطه علیت میان آنها بررسی شده است و نتایج حاصله حاکی از آن است که در کشورهای اسلامی غیراسلامی، نرخ بهره و تورم اثر منفی و معنی‌داری بر تولید ناخالص داخلی سرانه دارند. سرمایه‌گذاری بخش دولتی در این دو مجموعه از کشورها، اثر مثبت و معنی‌داری بر تولید ناخالص داخلی سرانه دارد.

کازرونی و دیگران (۱۳۹۴) در مقاله‌ای با عنوان "برآورد نرخ بهره در ایران با استفاده از منطق فازی" در ابتدا متغیرهای نرخ تورم، بازدهی مسکن و حجم نقدینگی را به عنوان متغیرهای تعیین‌کننده نرخ بهره در اقتصاد ایران را انتخاب نموده‌اند و با استفاده از رویکرد فازی شاخص روند نرخ بهره برای دوره ۱۳۶۱-۱۳۹۱ را برآورد نموده‌اند و نتایج حاکی از آن است که مقدار ماکزیمم و مینیمم این روند مربوط به سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۶۴ و به ترتیب برابر با ۷/۸۷ و ۲۲/۴ است.

احسانی و خطیبی (۱۳۹۱) در مقاله‌ای با عنوان "اثر سقف

اثرپذیری از سیاست‌های پولی را از کانال نرخ ارز متحمل می‌شوند. (صاحب‌هنر و همکاران، ۱۳۹۲).

کانال قیمت‌داری از دیگر کانال‌های انتقال پولی است. براساس این مکانیزم که مورد توجه پولیون بوده، سیاست پولی بر قیمت نسبی‌داری‌ها و ثروت حقیقی تأثیر می‌گذارد که این موضوع از دو طریق نظریه سرمایه‌گذاری Q توپین و اثرات ثروت بر مصرف تحلیل می‌شود. براساس نظریه توپین، استدلال می‌شود که افزایش حجم پول به دلیل افزایش قیمت‌داری (از طریق افزایش قیمت سهام) با تشویق سرمایه‌گذاری، تقاضای کل و تولید را افزایش می‌دهد. همچنین تغییرات حجم پول می‌تواند با اثرگذاری بر ثروت، موجب تغییر در تقاضای کل شود (طاهری‌فرد و موسوی، ۱۳۸۷). کارکرد کانال اعتباری نیز بدین صورت است که کاهش حجم پول (سیاست پولی انقباضی) موجب کاهش سپرده‌های بانکی شده و بدین ترتیب قدرت وام‌دهی بانک‌ها کاهش می‌یابد. با کاهش وام‌های بانکی، سرمایه‌گذاری کاهش یافته و لذا تولید ملی کاهش می‌یابد (تقوی و لطفی، ۱۳۸۵).

نرخ بهره اصلی‌ترین کانال انتقال سیاست پولی در مدل‌های کینزی است. نرخ بهره می‌تواند بر متغیرهای حقیقی اقتصاد از جمله تورم تأثیر بگذارد و تأثیر پذیرد. ادبیات متعددی درباره ارتباط نرخ بهره و تورم به وجود آمد. نظریه نرخ بهره فیشر (۱۹۳۰) براساس رابطه یک به یک مثبت بین نرخ بهره اسمی و نرخ تورم انتظاری استوار است که علیت از نرخ تورم به نرخ بهره است. در مقابل نظریه نرخ بهره مربوط به ویکسل (۱۸۹۸) معتقد است رابطه منفی بین نرخ بهره واقعی و نرخ تورم وجود دارد که علیت از نرخ بهره به نرخ تورم است (اناری و کلاری، ۲۰۱۵).

فیشر (۱۸۹۶) با بهره‌گیری از مطالعات دیگران، تئوری تورم و بهره را به صورت منسجم تبیین کرد. رابطه معرفی شده فیشر به شکل زیر است:

$$r = n - pe \quad (1)$$

که در آن r نرخ بهره حقیقی، n نرخ بهره اسمی و pe نرخ تورم انتظاری است؛ بنابراین می‌توان گفت که از لحاظ نظری، رابطه بین نرخ بهره اسمی و نرخ تورم مثبت است و یک رابطه علی دوطرفه بین این دو متغیر برقرار است (همکاران، ۱۳۸۵).

یکی از مکانیزم‌های اثرگذاری نرخ بهره بر نرخ تورم، هزینه استفاده از سرمایه است. به طوری که افزایش نرخ بهره، هزینه استفاده از سرمایه را افزایش می‌دهد که این امر در نهایت منجر به افزایش هزینه‌های تولید می‌شود. افزایش هزینه‌های تولید با انتقال به سمت چپ منحنی عرضه کل اقتصاد در نهایت سبب افزایش تورم می‌شود. همچنین تغییرات نرخ بهره می‌تواند از طریق تأثیرگذاری بر حجم پول، تورم را تحت تأثیر قرار دهد. بدین ترتیب که در الگوهای درون‌زای پول که عرضه پول تابعی مستقیم از نرخ بهره است، با افزایش نرخ بهره، عرضه پول افزایش می‌یابد. براساس نظریه مقداری پول در بلندمدت و کوتاه‌مدت، افزایش عرضه پول موجب افزایش سطح قیمت‌ها خواهد شد. هر چند ممکن است عرضه پول در رکود گسترده تأثیر معنی‌دار بر تورم نداشته باشد، لیکن در حالت متعارف و حداقل در میان‌مدت و بلندمدت تأثیر حجم پول بر تورم مثبت و معنی‌دار است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۰).

تأثیر کانال نرخ بهره بر فعالیت‌های واقعی اقتصاد با توجه به مشکل بودن شناسایی اثر نرخ بهره بر هزینه متغیر سرمایه به عنوان مکانیسم مهم سیاست پولی شناخته می‌شود (برنانکه و گرتلر، ۱۹۹۵). تصمیم‌گیری بانک مرکزی در مورد نرخ بهره، بر نرخ بهره کوتاه مدت و بلندمدت، نقدینگی سیستم مالی، مقدار پول و اعتبار بانکی، نرخ ارز و قیمت سایر دارایی‌ها و انتظارات بازار در مورد توسعه آینده تمامی این متغیرها تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، نرخ بهره بر تصمیم‌گیری مصرف و سرمایه‌گذاری افراد و بنگاه‌ها و در نتیجه تقاضای کل و تورم تأثیر می‌گذارد (پترسون، ۲۰۰۱).

از دیگر ابزارهای سیاست پولی، نرخ ذخیره قانونی است

بنابراین مطابق با مطالعات انجام شده توسط بونیا (۲۰۱۶)، بولا و همکاران (۲۰۱۵)، گلاکر و توبین (۲۰۱۵)، جعفری صمیمی و قلی‌زاده (۱۳۸۶) معادله شاخص قیمت مصرف کننده به صورت زیر تعریف می‌گردد. در این معادله، شاخص قیمت مصرف کننده به عنوان شاخصی از تورم تابعی از نرخ بهره واقعی، نرخ ذخیره قانونی، حجم نقدینگی و بیکاری می‌باشد.

$$CPI_t = \alpha_0 + \alpha_1 r_t + \alpha_2 r_{rt} + \alpha_3 M_t + \alpha_4 U_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

براساس مطالعات گلاکر و توبین (۲۰۱۵)، رحمانی و همکاران (۱۳۹۲) و سوبرامانیام و بهارامشاه (۲۰۱۱) معادله بیکاری به صورت زیر تعریف می‌گردد. در این تابع رگرسیون بیکاری تابعی از نرخ بهره واقعی، نرخ ارز واقعی، حداقل دستمزد، تولید ناخالص داخلی و شاخص قیمت مصرف کننده می‌باشد.

$$U_t = \beta_0 + \beta_1 r_t + \beta_2 r_{rt} + \beta_3 w_t + \beta_4 GDP_t + \beta_5 CPI_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

و در تابع رگرسیون سوم، براساس مطالعات ببلولا و همکاران (۲۰۱۵)، توبین و گلاکر (۲۰۱۵)، بونیا (۲۰۱۶) تولید ناخالص داخلی تابعی از نرخ بهره واقعی، نرخ ذخیره قانونی، بیکاری و شاخص قیمت مصرف کننده می‌باشد.

$$GDP_t = \gamma_0 + \gamma_1 r_t + \gamma_2 r_{rt} + \gamma_3 U_t + \gamma_4 CPI_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

داده‌های مربوط به تولید ناخالص داخلی حقیقی به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ و بر حسب میلیارد ریال است. شاخص قیمت مصرف کننده به عنوان شاخص تورم وارد مدل شده است. سری‌های زمانی سایر متغیرها نیز به قرار جدول (۱) و برای بازه زمانی ۱۳۶۴-۱۴۰۰ کشور ایران استخراج شده است. همچنین متغیرهای این تحقیق به صورت لگاریتم‌گیری وارد مدل‌ها شده‌اند.

که به صورت دستوری از سوی مقامات پولی به نظام بانکی ابلاغ می‌شود. مقامات پولی با استفاده از این ابزارها بر چگونگی مصرف پول در اقتصاد تأثیر گذاشته و حجم پول را در اقتصاد تغییر می‌دهند. ذخایر قانونی بالا، نرخ بهره را افزایش می‌دهد. جهت تحقق ذخایر قانونی بدون کاهش اعتبار گسترش یافته، بانک‌ها باید سپرده‌های بیشتری را جذب کنند که منجر به افزایش نرخ سپرده‌ها خواهد شد. افزایش هزینه نهایی مالی به نوبه خود منجر به افزایش نرخ وام و نرخ بهره خواهد شد. اگر بانک مرکزی قیمت پول را تعیین کند و نرخ بهره خاصی را هدف قرار دهد، اثرات بسیار متفاوتی از افزایش ذخایر قانونی را انتظار خواهیم داشت. به منظور مقابله با انحراف بالقوه نرخ سیاست از هدف، بانک مرکزی باید پایه پولی را افزایش دهد و بدین وسیله باید اثرات انقباضی ذخایر قانونی را تعدیل کند (گلاکر و توبین، ۲۰۱۵).

افزایش در ذخایر قانونی، ضریب پولی را کاهش می‌دهد. اگر مقامات پولی، پایه پولی را ثابت نگه دارند، افزایش در ذخایر قانونی، حجم پول را کاهش و نرخ بهره را افزایش می‌دهد و در نتیجه تورم کاهش خواهد یافت. امروزه بسیاری از کشورها از یک نرخ بهره هدف یا نرخ ارز هدف جهت تنظیم درون‌زای پایه پولی استفاده می‌کنند. براساس چنین چارچوبی اثرات افزایش ذخایر قانونی بر تورم چندان روشن نیست و بستگی به اصطکاک مالی در مکان و ساختار اقتصادی دارد (گری، ۲۰۱۱).

با توجه به مبانی نظری بیان شده در بالا جهت ارزیابی اثرات نرخ بهره واقعی و نرخ ذخیره قانونی بر متغیرهای منتخب کلان از قبیل تورم، بیکاری و رشد اقتصادی سیستم معادلات به صورت روابط (۲)، (۳)، (۴) ارائه گردیده است؛

جدول ۱- معرفی متغیرهای تحقیق

نماد	معرفی متغیر	منبع
CPI _t	شاخص قیمت مصرف کننده	بانک مرکزی و بانک جهانی
r _t	نرخ بهره واقعی (همان نرخ بهره اسمی که اثر تورم انتظاری از آن تعدیل شده است)	بانک مرکزی و بانک جهانی

rrt	نرخ ذخیره قانونی	بانک مرکزی و بانک جهانی
Mt	تقدینگی	بانک مرکزی و بانک جهانی
Ut	نرخ بیکاری	بانک مرکزی و بانک جهانی
Ret	نرخ ارز واقعی	بانک مرکزی و بانک جهانی
Wt	حداقل دستمزد	بانک مرکزی و بانک جهانی
GDP _R	تولید ناخالص داخلی حقیقی	بانک مرکزی و بانک جهانی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

معرفی روش و برآورد

پیش از تخمین الگو لازم است مانایی متغیرهای مورد بررسی مشخص گردد. در این پژوهش از آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته (ADF^۹) به منظور تشخیص مانایی استفاده شده است. فرضیه صفر در این آزمون وجود ریشه واحد است. زمانی که متغیرها ریشه

واحد باشند، رگرسیون گمراه‌کننده و تورش دار است (انگل و گرنجر^۶، ۱۹۸۷). نتایج این آزمون به‌قرار جدول (۲) ارائه شده است. ذکر این نکته لازم است که متغیرهای نرخ ارز واقعی، تولید ناخالص داخلی حقیقی و حداقل دستمزد در سطح ۵ درصد و بعد از یک‌بار تفاضل‌گیری مانا شده‌اند.

جدول ۲- نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته با نرم‌افزار Eviews9

نام متغیر	ADF	ADF_ critical at95%	وضعیت
CPI _t	3.762	-2.981	I(0)
Mt	-3.644	-2.986	I(0)
Δ Ret	-5.646	-2.960	I(1)
Δ GDP _R	-3.040	-2.960	I(1)
rrt	-4.338	-2.957	I(0)
rt	-2.988	-2.957	I(0)
Ut	-3.272	-2.957	I(0)
Δ Wt	3.323	-2.991	I(1)

مأخذ: نتایج حاصل از نرم‌افزار Eviews9

روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM^۷)

در این مقاله سیستم معادلات هم‌زمان به روش GMM توسط نرم‌افزار EViews و الگوریتم ازدحام ذرات و الگوریتم رقابت استعماری با نرم‌افزار MATLAB پیاده‌سازی شده است.

سازگاری تخمین‌زننده GMM به معنی بودن فرض عدم همبستگی سریالی جملات خطا و ابزارها بستگی دارد که می‌تواند به وسیله سارگان، تصریح شده توسط آرنو و باند (۱۹۹۱) و بلوندل و باند (۱۹۹۸) آزمون شود. آماره آزمون سارگان (Statistic-J) دارای توزیع کای_دو با درجات آزادی برابر با تعداد محدودیت‌های بیش از حد است. (علیزاده و گل خندان، ۱۳۹۴).

آزمون‌های GMM با فرض رفع خودهمبستگی انجام می‌شوند چرا که قبل از تخمین مدل مشکل خودهمبستگی را برطرف می‌کنند. (خدادادی و دیگران، ۱۳۹۴)

به طور کلی، روش GMM نسبت به روش‌های دیگر دارای مزایای زیر است:

(الف) حل مشکل درون‌زا بودن متغیرهای توضیحی: مزیت اصلی تخمین GMM آن است که تمام متغیرهای رگرسیون که همبستگی با جزء اخلاص ندارند (از جمله متغیرهای با وقفه و متغیرهای تفاضلی) می‌توانند به طور بالقوه متغیر ابزاری باشند. (Greene ۲۰۰۸)

(ب) کاهش یا رفع هم خطی در مدل: استفاده از متغیرهای

که می‌تواند به وسیله دو آزمون تصریح شده توسط آرانو و باند (۱۹۹۱)، آرانو و بوور (۱۹۹۵) و بلوندل و باند (۱۹۹۸) آزمون شود. نخست آزمون سارگان از محدودیت‌های از پیش تعیین شده است که معتبر بودن ابزارها را آزمون می‌نماید و دیگری آماره $M2$ است که وجود همبستگی سریالی مرتبه دوم در جملات خطای تفاضلی مرتبه اول را آزمون می‌نماید. عدم رد فرضیه صفر هر دو آزمون شواهدی را دال بر فرض عدم همبستگی سریالی و معتبر بودن ابزارها فراهم می‌کند. تخمین زنده GMM سازگار است اگر همبستگی سریالی مرتبه دوم در جملات خطا از معادله تفاضلی مرتبه اول وجود نداشته باشد. در این پژوهش برای آزمون اعتبار متغیرهای ابزاری از آزمون سارگان و برای بررسی عدم خودهمبستگی مرتبه اول و دوم بین جملات اخلاص از آزمون آرانو-باند استفاده شده است که در جدول شماره (۳) نتایج حاصل از نرم‌افزار $Eviews 9$ آن آمده است. نتایج این آزمون حاکی از آن است که مشکل خودهمبستگی مرتبه اول و دوم بین جملات اخلاص وجود ندارد.

وابسته وقفه‌دار موجب از بین رفتن هم‌خطی در مدل می‌شود. (ج) حذف متغیرهای ثابت در طی زمان: کاربرد این روش موجب حذف بسیاری از متغیرها همانند فرهنگ، قومیت، مذهب و اقلیم می‌شود. این متغیرهای محذوف نیز موجب ایجاد تورش در تخمین مدل می‌شوند. این شیوه این امکان را می‌دهد که تأثیر این عوامل با تفاضل گرفتن از آمارها حذف شوند (Baltagi, 2008).

(د) افزایش بعد زمانی متغیرها: هرچند ممکن است تخمین برش مقطعی بتواند رابطه بلندمدت بین متغیرها را به دست آورد، اما این نوع تخمین‌ها مزیت سری‌های زمانی آمارها را ندارند تا کارآمدی برآوردها را افزایش دهند. استفاده از بعد زمانی سری آمار این امکان را می‌دهد که تأثیر تمام عوامل مشاهده نشده ثابت زمانی که تفاوت‌های بین‌کشوری و تفاوت در متغیر وابسته را نشان می‌دهند، در برآورد ملاحظه شوند (مغانی و دیگران، ۱۳۹۴).

سازگاری تخمین زنده GMM به معتبر بودن فرض عدم همبستگی سریالی جملات خطا و ابزارها بستگی دارد

جدول ۳- نتایج آزمون خودهمبستگی مرتبه اول و دوم آرانو و باند

P-Value	Z-Statistic	Order
0/1614	-1/5832	First
0/0758	-1/8365	Second

ابزارها با اجزای اخلاص رد نمی‌شود؛ لذا می‌توان گفت که در سطح معنی‌داری ۵٪، ابزارهای مورد استفاده برای تخمین از اعتبار لازم برخوردار هستند و متغیرهای ابزاری معتبر هستند.

همچنین در این مطالعه به منظور بررسی سازگاری تخمین زنده GMM از آزمون سارگان استفاده شده است که نتایج حاصل از نرم‌افزار $Eviews9$ به شرح جدول (۴) است. مشاهده می‌شود که فرضیه صفر مبنی بر عدم همبستگی

جدول ۴- نتایج حاصل از آزمون سارگان

Equation	Instrument Rank	J-statistic	p-val
Eq_01	9	5.261	0.391
Eq_02	9	4.091	0.273
Eq_03	9	5.621	0.361

مأخذ: نتایج حاصل از نرم‌افزار $Eviews9$

جدول (۵) است.

نتایج حاصل از تخمین معادله (۲) با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته توسط نرم‌افزار $Eviews9$ به قرار

جدول ۵- نتایج تخمین نرم‌افزار Eviews

Equation_02		
	Coefficient	Prob
α_0	6.013	0.0001
α_1	-0.192	0.049
α_2	-0.241	0.0002
α_3	-2.982	0.0000
α_4	-0.079	0.00029
F=92.6	Prob=0.0000	R ² = 0.73

مأخذ: نتایج حاصل از نرم‌افزار Eviews9

تولید ملی افزایش یافته و می‌تواند رونق صادرات را به همراه داشته باشد. همچنین با کاهش نرخ بهره واقعی و کاهش هزینه تولید، قیمت انواع کالاها کاهش می‌یابد و کاهش تورم منجر به ایجاد بازارهای رقابتی در اقتصاد کشور و به دنبال آن تشویق سرمایه‌گذاری خارجی می‌شود. از سوی دیگر با افزایش میل به سرمایه‌گذاری، فرصت‌های شغلی جدیدی ایجاد می‌شود و بدین ترتیب نرخ اشتغال افزایش می‌یابد و در نتیجه نرخ بیکاری کاهش می‌یابد.

نتایج حاصل از تخمین معادله (۳) با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته توسط نرم‌افزار Eviews9 به قرار جدول (۶) است.

در معادله شماره (۲) کلیه ضرایب معنی‌دار است. ضریب نرخ بهره واقعی ۰/۱۹۲- است به این معنی که افزایش یک درصدی در نرخ بهره واقعی منجر به کاهش ۰/۱۹۲ درصدی در نرخ تورم خواهد شد. علاوه بر این در صورت افزایش یک درصدی در نرخ ذخیره قانونی شاهد کاهش ۰/۲۴۱ درصدی در سطح تورم خواهیم بود. از دیگر سو افزایش یک درصدی در هر یک از متغیرهای بیکاری و نقدینگی به ترتیب منجر به کاهش ۲/۹۸۲ و ۰/۰۷۹ درصدی در نرخ تورم خواهد شد. کاهش نرخ بهره واقعی باعث تشویق سرمایه‌گذاران و افزایش میل به سرمایه‌گذاری شده و بدین ترتیب منجر به کاهش هزینه تولید می‌شود. در نتیجه

جدول ۶- نتایج تخمین نرم‌افزار Eviews

Equation_03		
	Coefficient	Prob
β_0	12.012	0.0012
β_1	-0.059	0.0036
β_2	-0.153	0.073
β_3	0.317	0.087
β_4	-0.176	0.0000
β_5	-0.917	0.0321
F=87.12	Prob=0.0000	R ² = 0.61

مأخذ: نتایج حاصل از نرم‌افزار Eviews9

تورم و تولید ناخالص داخلی حقیقی منجر به کاهش ۰/۱۵۳ و ۰/۱۷۶ و ۰/۹۱۷ درصدی در نرخ بیکاری خواهد شد. علاوه بر این یک درصد افزایش در حداقل دستمزد منجر به افزایش ۰/۳۱۷ درصدی در نرخ بیکاری

در معادله (۳) کلیه ضرایب معنی‌دار است. افزایش یک درصدی در نرخ بهره منجر به کاهش ۰/۰۵۹ درصدی در نرخ بیکاری می‌شود. علاوه بر این افزایش یک درصدی در هر یک از متغیرهای نرخ ارز حقیقی، نرخ

شده و ممکن است به سمت بازارهای نامولد اقتصادی هدایت شود، در نتیجه کاهش نرخ بهره نمی‌تواند منجر به افزایش اشتغال شود و حتی ممکن است موجب افزایش بیکاری گردد.

نتایج حاصل از تخمین معادله (۴) با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته توسط نرم‌افزار Eviews9 به‌قرار جدول (۷) است.

جدول ۷- نتایج تخمین نرم‌افزار Eviews

Equation_04		
	Coefficient	Prob
γ_0	20.012	0.0000
γ_1	-0.219	0.0001
γ_2	۰٫۳۱۰۷	0.0013
γ_3	-3.011	0.0000
γ_4	-0.417	0.0000
F=53.12	Prob=0.0000	R ² = 0.63

مأخذ: نتایج حاصل از نرم‌افزار Eviews9

خاصی به سمت خود می‌کشند. در بهینه‌سازی، هدف، یافتن یک جواب بهینه بر حسب متغیرهای مسئله است. آرایه‌ای از متغیرهای مسئله که باید بهینه شوند، ایجاد می‌شود و آن را یک کشور می‌نامند. در مسئله بهینه‌سازی N_{var} بعدی، یک کشور، آرایه‌ای به طول $1 \times N_{var}$ است. این آرایه به این صورت تعریف می‌شود:

$$\text{country} = [p_1, p_2, p_3, \dots, p_{N_{var}}]$$

مقادیر متغیرها در یک کشور، به صورت اعداد اعشاری نمایش داده می‌شوند. از دیدگاه تاریخی و فرهنگی، اجزای تشکیل‌دهنده یک کشور را می‌توان ویژگی‌های اجتماعی - سیاسی آن کشور، همچون فرهنگ، زبان، ساختار اقتصادی و سایر ویژگی‌ها در نظر گرفت.

- سیاست جذب (همگون‌سازی): این سیاست باهدف تحلیل فرهنگ و ساختار اجتماعی مستعمرات در فرهنگ حکومت مرکزی اجرا می‌شود. کشورهای استعمارگر برای افزایش نفوذ خود، شروع به ایجاد زیرساخت‌های حمل‌ونقل، تأسیس دانشگاه و غیره

می‌شود. کاهش نرخ بهره می‌تواند با کاهش هزینه‌های تولید به افزایش سرمایه‌گذاری و اشتغال منجر شود؛ اما این حالت در صورتی امکان‌پذیر است که سرمایه‌گذاری نسبت به تغییرات نرخ بهره حساس باشد. در ایران سرمایه‌گذاری نسبت به تغییرات نرخ بهره چندان حساس نیست. با کاهش نرخ بهره در صورتی که سرمایه محل جذاب دیگری برای درآمدزایی پیدا کند از بانک خارج

الگوریتم رقابت استعماری^۸

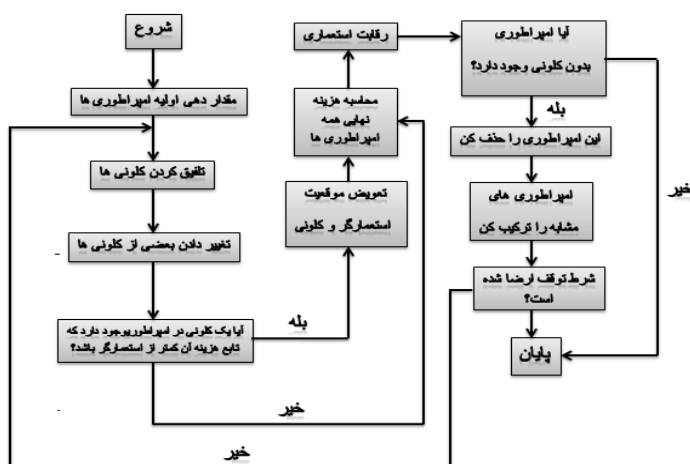
الگوریتم رقابت استعماری در سال ۲۰۰۷، به عنوان روش جست و جوی فرا مکاشفه‌ای مطرح شد که از پدیده اجتماعی - انسانی الهام می‌گیرد (آتشیز و لوکاس، ۲۰۰۷). این الگوریتم با تعدادی جمعیت اولیه آغاز می‌شود که هر عنصر جمعیت یک کشور نام دارد و کشورها به دو گروه استعمارگر و مستعمره دسته‌بندی می‌شوند. هر استعمارگر بسته به قدرت خود تعدادی از کشورهای مستعمره را به سلطه درمی‌آورد و آنها را کنترل می‌کند. سیاست جذب، رقابت استعماری و انقلاب، هسته اصلی این الگوریتم را تشکیل می‌دهند (صنعی‌آباده و جیل، ۱۳۹۲).

رویه اجرای این الگوریتم به صورت زیر است:

- شکل‌دهی امپراتوری‌های اولیه: تعدادی از بهترین عناصر جمعیت به عنوان استعمارگر انتخاب می‌شوند و باقی‌مانده جمعیت نیز مستعمره در نظر گرفته می‌شوند. استعمارگران بسته به قدرتشان، این مستعمرات را با روند

استعمارگر برسند. در این حالت، کشور استعمارگر و کشور مستعمره، جای خود را با یکدیگر عوض می‌کنند. - رقابت استعماری: قدرت امپراتوری، به صورت قدرت کشور استعمارگر به اضافه درصدی از قدرت کل مستعمرات آن تعریف می‌شود. هر امپراتوری که نتواند بر قدرت خود بیفزاید و قدرت رقابت خود را از دست بدهد، در جریان رقابت‌های استعماری، به تدریج سقوط می‌کند و مستعمراتش به دست امپراتوری‌های قوی‌تر می‌افتند. (حاجی حسینی، ارمغانی و مارتو، ۲۰۱۵). در شکل (۱) نمودار الگوریتم رقابت استعماری مشاهده می‌شود.

می‌کردند. در واقع، حکومت مرکزی با اعمال سیاست جذب تلاش می‌کرد کشور مستعمره را در راستای ابعاد مختلف اجتماعی - سیاسی به خود نزدیک کند. - انقلاب: روند انقلاب تغییرات ناگهانی را در ویژگی‌های اجتماعی - سیاسی یک کشور ایجاد می‌کند. در الگوریتم رقابت استعماری، انقلاب با جابه‌جایی تصادفی یک کشور مستعمره به موقعیت تصادفی جدید، مدل‌سازی می‌شود. (قانع و همکاران، ۱۳۹۶) - جابه‌جایی موقعیت مستعمره و استعمارگر: در حین حرکت مستعمرات به سمت کشور استعمارگر، ممکن است بعضی از این مستعمرات به موقعیتی بهتر از



شکل ۱- فلوچارت الگوریتم رقابت استعماری

جدول ۸- پارامترهای الگوریتم رقابت استعماری

NumOfCountries	2000
NumOfInitialImperialists	100
NumOfDecades	2000
RevolutionRate	0.3
AssimilationCoefficient	2
AssimilationAngleCoefficient	0.5
Zeta	0.02
DampRatio	0.99
UnitingThreshold	0.02

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۹- نتایج خروجی الگوریتم رقابت استعماری

نتایج الگوریتم رقابت استعماری (ICA)

$CPI_t = 186.324 + 0.589 \times rt - 0.425 \times rrt + 0.052Mt - 14.181 \times Ut$
MSE=0.3326
$Ut = 19.184 + 0.108 \times rt + 0.032 \times Ret + 0.489 \times Wt - 10.114 \times \ln GDP_R - 1.289 \times CPI_t$
MSE=0.45728
$GDP_R = 0.978 + 0.0007 \times rt + 0.112 \times Ret - 0.0004 \times Ut + 0.0051 \times CPI_t$
MSE=0.0000002657

مأخذ: یافته‌های پژوهش

تغییر شکل‌های دسته به کار گرفته شده است. برای برخی از حیوانات از جمله دسته‌های ماهی و پرندگان که به‌صورت گروهی زندگی می‌کنند، رفتارهای پیچیده‌ای به هنگام حرکت قابل مشاهده است. این در حالی است که هر کدام از اعضای جمع به اطلاعات محدودی دسترسی دارند و فقط از موقعیت عده‌ای اندک از همسایگان خود خبر دارند. در چنین مجموعه‌ای هر کدام از حیوانات فقط از چند قانون ساده تبعیت می‌کنند و رفتارهای پیچیده‌ای که در کل جمع قابل مشاهده هستند، چیزی جز ترکیب این قوانین ساده نیست. در PSO، ذرات در فضای جستجو جاری می‌شوند. تغییر مکان ذرات در فضای جستجو تحت تأثیر تجربه و دانش خودشان و همسایگان‌شان است؛ بنابراین موقعیت دیگر توده ذرات روی چگونگی جستجوی یک ذره اثر می‌گذارد. نتیجه مدل‌سازی این رفتار اجتماعی فرایند جستجویی است که ذرات به سمت نواحی موفق میل می‌کنند. ذرات از یکدیگر می‌آموزند و بر مبنای دانش به دست آمده به سمت بهترین همسایگان خود می‌روند اساس کار PSO بر این اصل استوار است که در هر لحظه هر ذره مکان خود را در فضای جستجو با توجه به بهترین مکانی که تاکنون در آن قرار گرفته است و بهترین مکانی که در کل همسایگی‌اش وجود دارد، تنظیم می‌کند و حرکت این ذرات به سمت هدف توسط دو پارامتر سرعت و موقعیت اداره می‌شود. در ابتدا سرعت هر ذره با اضافه شدن مقدار اختلاف بین موقت فعلی ذرات و بهترین موقت قبلی خود و همچنین با اضافه کردن تفاوت بین موقعیت ذرات و بهترین موقعیت جهانی، به‌روز می‌شود و سپس در مرحله بعد، موقعیت ذرات با اضافه شدن این سرعت جدید به موقعیت فعلی به روز می‌شود. این مراحل چندین بار تکرار

با توجه به نتایج جدول (۹) مشاهده می‌گردد که مطابق با تخمین معادله (۲)، افزایش در نرخ بهره واقعی و حجم نقدینگی از طریق تورم ناشی از فشار هزینه و تورم ناشی از نقدینگی منجر به افزایش سطح عمومی قیمت‌ها می‌شوند. علاوه بر این افزایش نرخ ذخیره قانونی و نرخ بیکاری از طریق کاهش حجم پول و افزایش رکود منجر به کاهش سطح عمومی قیمت‌ها می‌شود.

علاوه بر این با توجه به تخمین معادله (۳)، افزایش نرخ بهره واقعی، نرخ ارز حقیقی و حداقل دستمزد از طریق افزایش هزینه تولید منجر به افزایش نرخ بیکاری می‌شود. افزایش تولید ناخالص حقیقی و سطح عمومی قیمت‌ها بیانگر افزایش اشتغال و کاهش نرخ بیکاری است.

همچنین با توجه به تخمین معادله (۴)، می‌توان گفت که افزایش در نرخ بهره واقعی، نرخ ارز حقیقی و سطح عمومی قیمت‌ها در راستای مشوق تولید و صادرات منجر به افزایش تولید حقیقی می‌شود و افزایش نرخ بیکاری به دلیل کاهش اشتغال منجر به کاهش تولید حقیقی می‌شود.

الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات^۹

الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات یکی از مهم‌ترین الگوریتم‌هایی است که در حوزه هوش جمعی جای می‌گیرد. جیمز کندی^{۱۰}، روان‌شناس اجتماعی و راسل سی ابرهات^{۱۱}، مهندس برق، صاحبان اصلی ایده الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات هستند. آنها در ابتدا قصد داشتند که با بهره‌گیری از مدل‌ها و روابط موجود اجتماعی، نوعی از هوش محاسباتی را به وجود آورند که به توانایی‌های فردی ویژه‌ای نیاز نداشته باشد. این الگوریتم که از روی رفتار اجتماعی دسته‌های پرندگان طراحی شده است در ابتدا به منظور کشف الگوهای حاکم بر پرواز هم‌زمان پرندگان و تغییر ناگهانی مسیر آنها و

می‌شود تا اینکه به جواب همگرا شود (اسدی و همکاران، ۱۳۹۶). رفتار ذرات در روش فوق را می‌توان به زبان ریاضی و به شکل زیر بیان کرد:

$$V_i(t+1) = W(t)V_i(t) + \varphi_1(t)(pbest_i(t) - X_i(t)) + \varphi_2(t)(gbest(t) - X_i(t))$$

که $X_i(t)$ نشان دهنده بردار موقعیت ذره i -ام در زمان t و $V_i(t)$ نشان دهنده بردار سرعت مرتبط با آن ذره است. $pbest_i$ بهترین موقعیت پیشین شناخته شده برای ذره i -ام و $gbest$ بهترین موقعیت جمعی شناخته شده برای مجموع یا بهترین موقعیت شناخته شده همسایه‌های هر ذره است.

شده در بازه صفر و یک در هر تکرار هستند. علاوه بر این ضریب اینرسی W نشان دهنده مقدار جابجایی هر ذره است و تعادل میان شناسایی راه‌حل‌ها و سرعت همگرایی آنها در فرآیند بهینه‌سازی را برقرار می‌سازد. پس از محاسبه سرعت هر ذره، موقعیت آن مطابق رابطه (۷) به روز خواهد شد. معمولاً برای از بین بردن نوسانات ناشی از سرعت‌های زیاد ذرات و دستیابی به شناسایی راه‌حل‌های بهتر، سرعت ذرات در طول فرآیند بهینه‌سازی محدود و تعدیل می‌شود (غنی‌زاده و توانا، ۱۳۹۶).

شروع

تولید ذرات اولیه به صورت تصادفی

محاسبه مقادیر شایستگی ذرات

بهنگام‌سازی P BEST & N BEST

محاسبه بردار موقعیت و سرعت ذرات

آیا شرط اتمام برآورده شده است؟

بله

خیر

پایان

شکل ۲- فلوچارت الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات

در تخمین این مقاله پارامترهای الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات مطابق جدول (۱۰) هستند.

جدول ۱۰- پارامترهای الگوریتم ازدحام ذرات

Npop	100
Max_iter	500
W	1
W_damp	0.99
C1	2
C2	2

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از تخمین معادلات (۲) و (۳) و (۴) به قرار جدول (۱۱) است. توسط الگوریتم ازدحام ذرات و مطابق با روش GMM

جدول ۱۱- نتایج خروجی الگوریتم ازدحام ذرات

نتایج الگوریتم ازدحام ذرات (PSO)
$CPI_t = 195.5517 + 0.7162 \times rt - 0.307 \times rrt + 0.049Mt - 15.3141 \times Ut$
MSE=0.41304
$Ut = 21.288 + 0.112 \times rt + 0.025 \times Ret + 0.517 \times Wt - 10.297 \times \ln GDP_R - 1.344 \times CPI_t$
MSE=0.45728
$GDP_R = 0.839 + 0.0008 \times rt + 0.105 \times Ret - 0.0003 \times Ut + 0.0035 \times CPI_t$
MSE=0.00003839

مأخذ: یافته‌های پژوهش

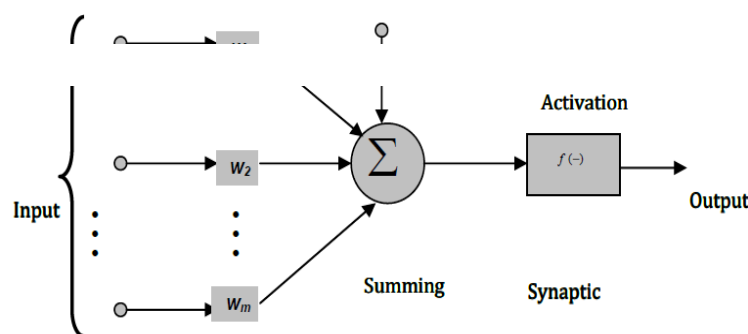
ویژگی‌های موجود در سیستم عصبی انسان است. تاکنون در بسیاری از حوزه‌های علوم مهندسی و به‌ویژه در مورد پیش‌بینی مسائل پیچیده و غیرخطی از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شده است. در ساده‌ترین نوع هر شبکه عصبی حداقل از سه قسمت تشکیل می‌شود: ورودی، لایه مخفی و خروجی. هر ورودی به شبکه عصبی با یک ضریب سیناپسی وزن‌دهی می‌شود و پس از آن با یک مقدار بایاس جمع می‌شود. (نادی و درهمی، ۱۳۹۵) در گام بعدی داده‌ها در سه دسته Train, Valid, Test, دسته‌بندی می‌شوند. داده‌های دسته Train که اغلب درصد بالایی از حجم کل را شامل می‌شوند، با استفاده از الگوریتم‌های مختلفی مورد بررسی واقع شده و روابطی برای آنها تعریف می‌شود در گام بعد شبکه دسته Valid را با رابطه به دست آمده مورد سنجش قرار می‌دهد تا بتواند به بهینه‌ترین روند بر مبنای شرط مسئله که در این مقاله حداقل خطا است برسد. داده‌های Test نیز در آخر توسط شبکه بررسی می‌شوند تا صحت و اعتبار شبکه به دست آمده مورد سنجش نهایی قرار گیرد.

با توجه به نتایج جدول (۱۱) مشاهده می‌گردد که مطابق با تخمین معادله (۲)، افزایش در نرخ بهره واقعی و حجم نقدینگی از طریق تورم ناشی از فشار هزینه و تورم ناشی از نقدینگی منجر به افزایش سطح عمومی قیمت‌ها می‌شوند. علاوه بر این افزایش نرخ ذخیره قانونی و نرخ بیکاری از طریق کاهش حجم پول و افزایش رکود منجر به کاهش سطح عمومی قیمت‌ها می‌شود.

علاوه بر این با توجه به تخمین معادله (۳)، افزایش نرخ بهره واقعی، نرخ ارز حقیقی و حداقل دستمزد از طریق افزایش هزینه تولید منجر به افزایش نرخ بیکاری می‌شود. افزایش تولید ناخالص حقیقی و سطح عمومی قیمت‌ها بیانگر افزایش اشتغال و کاهش نرخ بیکاری است.

همچنین با توجه به تخمین معادله (۴)، می‌توان گفت که افزایش در نرخ بهره واقعی، نرخ ارز حقیقی و سطح عمومی قیمت‌ها در راستای مشوق تولید و صادرات منجر به افزایش تولید حقیقی می‌شود و افزایش نرخ بیکاری به دلیل کاهش اشتغال منجر به کاهش تولید حقیقی می‌شود.

مدل‌سازی در شبکه‌های عصبی مصنوعی برگرفته از



شکل ۳- نمای کلی یک شبکه عصبی پرسپترون چند لایه

لایه در زمینه یادگیری ماشین و پیش‌بینی است. در همین

یکی از کاربردهای مهم شبکه عصبی پرسپترون چند

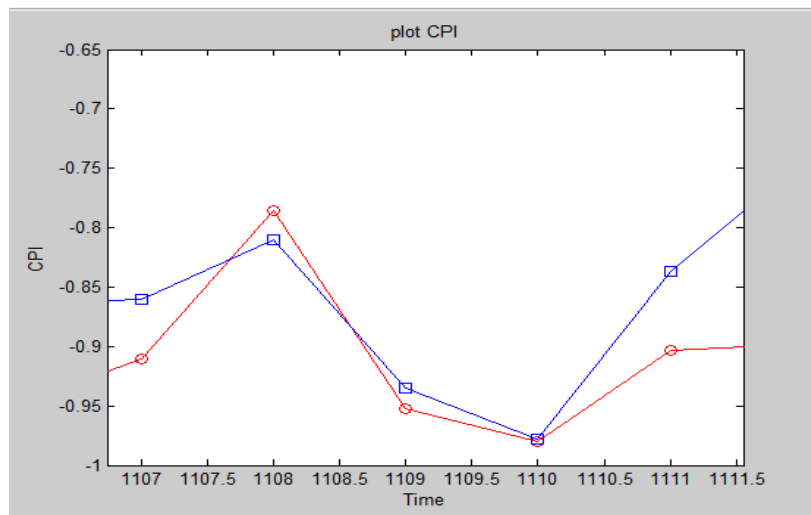
راستا سیستم معادلات هم‌زمان مطابق با فرم معادلات (۲)، (۳) و (۴) برای شبکه عصبی پرسپترون ۱۰ لایه مطابق با پارامترها تنظیمی جدول (۱۲) تعریف شده است

جدول ۱۲- پارامترهای شبکه عصبی پرسپترون ۱۰ لایه

Training	Levenberg_Marquardt
Performance	Mean squared Error
Epoch	1000
Time	0:03:33
Gradient	0.000141×10^{-7}
Mu	10^{-5}

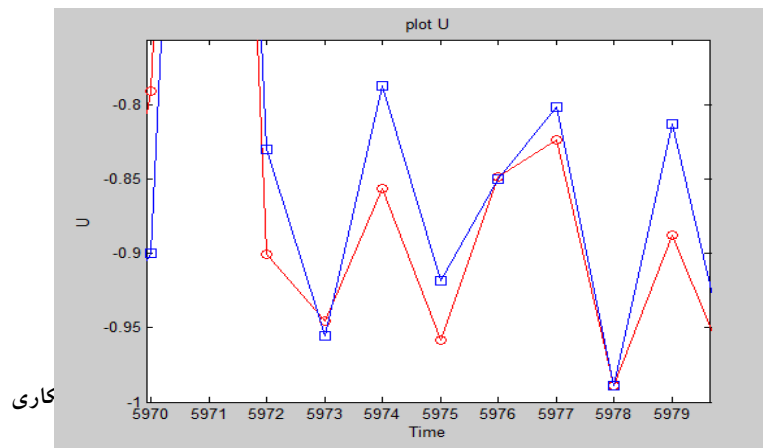
مأخذ: یافته‌های پژوهش

خروجی شبکه عصبی آموزش‌دیده برای تعقیب زمانی هر یک از سه متغیر وابسته مدل مطابق با شکل‌های (۴)، (۵) و (۶) ارائه شده است.



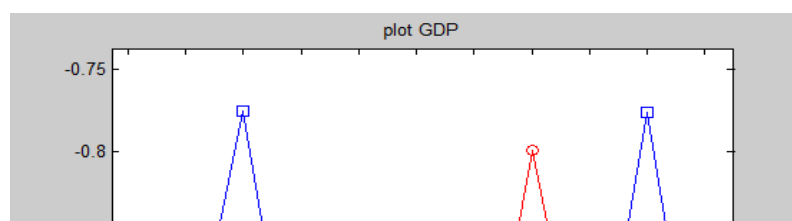
شکل ۴- نمودار میزان آموزش شبکه عصبی از مسیر زمانی شاخص CPI

مأخذ: نتایج خروجی شبکه عصبی پرسپترون ۱۰ لایه



کاری

مأخذ: نتایج خروجی شبکه عصبی پرسپترون ۱۰ لایه



شکل ۶- نمودار میزان آموزش شبکه عصبی از مسیر زمانی تولید حقیقی

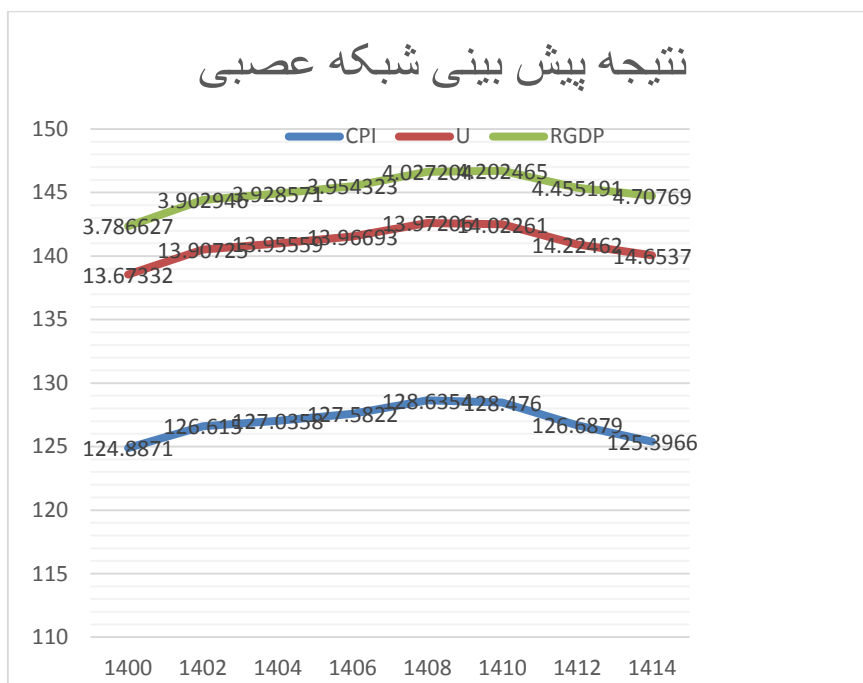
مأخذ: نتایج خروجی شبکه عصبی پرسپترون ۱۰ لایه

بر مبنای شبکه آموزش دیده مقادیر سه متغیر اصلی (۱۳) پیش‌بینی شده است. نرخ تورم، نرخ بیکاری و تولید ناخالص داخلی حقیقی تا افق ۱۴۰۴ مطابق با جدول مورد مطالعه یعنی، نرخ تورم، نرخ بیکاری و تولید

جدول ۱۳- نتایج پیش‌بینی با شبکه عصبی پرسپترون ۱۰ لایه

year	CPI	U	RGDP
۱۴۰۰	124.8871	13.67332	3.786627
۱۴۰۲	126.615	13.90725	3.902946
۱۴۰۴	127.0358	13.95559	3.928571
۱۴۰۶	127.5822	13.96693	3.954323
۱۴۰۸	128.6354	13.97206	4.027204
۱۴۱۰	128.476	14.02261	4.202465
۱۴۱۲	126.6879	14.22462	4.455191
۱۴۱۴	125.3966	14.6537	4.70769

مأخذ: نتایج خروجی شبکه عصبی پرسپترون ۱۰ لایه



نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی

از سال ۲۰۰۸ و پس از بحران مالی گسترده، نرخ ذخیره قانونی به‌عنوان یک ابزار مهم احتیاطی در سطح کلان مورد توجه کشورها قرار گرفت و در راستای استفاده از آن، کشورهای جهان سیاست‌های متنوعی را در پیش گرفتند. به‌طور مثال کشور چین به‌منظور ثابت نگه‌داشتن فشار تورمی، از نرخ ذخیره قانونی به‌عنوان جایگزین مناسبی برای نرخ بهره استفاده کرد. برخی دیگر از کشورها نظیر کشور ترکیه، از نرخ ذخیره قانونی در کنار نرخ بهره به‌عنوان ابزارهای مکملی بهره‌جست. در واقع در ترکیه نرخ ذخیره قانونی به‌عنوان ابزاری جهت نیل به ثبات مالی و نرخ بهره به‌عنوان ابزاری جهت نیل به ثبات سطح عمومی قیمت‌ها است. با توجه به تجربه تاریخی کشورهای مختلف و با در نظر گرفتن اثرات متفاوت این دو ابزار سیاست پولی، به نظر می‌رسد که نرخ ذخیره قانونی در کنار نرخ بهره ابزارهای مکملی خوبی هستند که در اقتصاد ایران می‌توانند بسیار کاربردی باشند.

جنبه نوآوری و کاربردی این تحقیق بررسی اثرات

نرخ بهره و نرخ ذخیره قانونی با در نظر گرفتن خصوصیت مهم هم‌زمان و درون‌زایی متغیرهایی از قبیل تورم، تولید و بیکاری است. به عبارت دیگر در دنیای واقعی متغیرهای تورم، بیکاری و تولید به یکدیگر مرتبط هستند و تغییرات هرکدام، عکس‌العمل دیگری را به دنبال دارد. به بیان ریاضی، مقدار متغیرهای مذکور به‌طور هم‌زمان در داخل مدل تعیین می‌گردد؛ بنابراین در نظر نگرفتن مفهوم هم‌زمان و درون‌زایی متغیرها، موجب تورش اریب و ناسازگاری برآوردگرها در مدل می‌شود. همچنین در مطالعات داخلی انجام شده تحقیقات چندانی درباره اثرات کلان نرخ ذخیره قانونی صورت نگرفته است؛ بنابراین این مطالعه به دنبال پر کردن این خلأ مطالعاتی نیز است. از دیگر جنبه‌های نوآوری این تحقیق می‌توان به استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی (الگوریتم رقابت استعماری و الگوریتم ازدحام ذرات) و روش اقتصادسنجی گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) و مقایسه نتایج این روش‌ها اشاره نمود.

در این مقاله به‌منظور بررسی اثرات نرخ بهره واقعی

و نرخ ذخیره قانونی بر تورم، بیکاری و تولید حقیقی، در

افزایش نرخ بهره واقعی به هدف می‌رسد و اگر هدف تشویق تولید و افزایش تولید حقیقی باشد بایستی نرخ بهره کاهش یابد. اینجاست که مدیریت سیاست پولی اهمیت ویژه‌ای خواهد داشت.

تجربه تاریخی کشورهای که با رکود تورمی مواجه بوده‌اند، نظیر ایالات متحده، انگلستان، ونزوئلا، روسیه و اوکراین حاکی از آن است که اولویت اول در چنین شرایطی، مهار تورم بوده است. در این راستا با افزایش نرخ بهره اقدام به کاهش نرخ تورم کرده‌اند. اما در کشور ایران نمی‌توان تنها با افزایش نرخ بهره به کاهش تورم دست‌یافت، زیرا حساسیت سرمایه‌گذاری به نرخ بهره در کشور ایران بسیار پایین است؛ بنابراین لازم است که یک بستر مناسب در راستای افزایش سرمایه‌گذاری در کشور فراهم گردد. از این رو اقدامات مؤثر در این حیطه عبارت‌اند از: کاهش مداخله دولت، اصلاح مناسبات دولت با بخش خصوصی و بانک مرکزی، کنترل تورم و ایجاد فضای اطمینان بخش برای سرمایه‌گذاران.

باتوجه به فضای نااطمینانی موجود در بستر اقتصادی کشور ایران، کنترل تورم از طریق افزایش نرخ بهره می‌تواند بسیار مؤثر باشد. زیرا عدم مهار تورم منجر به ایجاد نااطمینانی بیشتر در سطح جامعه شده و رکود اقتصادی را در پی دارد. افزایش تورم دولت را بر آن می‌دارد تا مداخله گسترده‌تری از طریق کنترل قیمت و دستمزد داشته باشد و همین امر موجب افت کارایی سیستم قیمت می‌شود و مجدداً رکود را در پی دارد. نتیجه کاهش تورم، کاهش هزینه‌های تولید و افزایش سطح تولید است که منجر به افزایش اشتغال می‌گردد. از دیگر سو نیاز بخش خصوصی به نقدینگی به منظور افزایش تولید، نیازمند کاهش نرخ ذخیره قانونی با هدف تأمین نقدینگی است که این امر نیازمند دقت بالای سیستم بانکی است که تسهیلات اعطایی آنها در کانال تولید قرار گیرد، چرا که در غیر این صورت این حجم نقدینگی منجر به افزایش تورم خواهد شد.

کشور ایران و برای بازه زمانی ۱۳۶۴-۱۴۰۰ در پارچوب سیستم معادلات هم‌زمان در بستر نرم‌افزارهای MATLAB و Eviews استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که اثر نرخ بهره واقعی بر تورم و بیکاری اثر مثبت و بر تولید حقیقی اثر منفی است. همچنین اثر نرخ ذخیره قانونی بر تولید حقیقی مثبت و بر تورم منفی است. همچنین در این مقاله برای بررسی دقیق‌تر میزان و نحوه تأثیر نرخ بهره واقعی و نرخ ذخیره قانونی بر متغیرهای تورم، بیکاری و تولید حقیقی از الگوریتم ازدحام ذرات و الگوریتم رقابت استعماری برای تجزیه و تحلیل استفاده شده است. نتایج نشان داده است که کارایی روش الگوریتم رقابت استعماری نسبت به روش الگوریتم ازدحام ذرات بیشتر است. همچنین الگوریتم ازدحام ذرات نسبت به سایر روش‌ها سرعت بیشتری در به دست آوردن جواب مسئله از خود نشان می‌دهد. با این حال با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی رقابت استعماری، جواب نهایی معمولاً از برازندگی بهتری برخوردار خواهد بود و از گیر افتادن ذرات در تله‌های محلی جلوگیری می‌شود. اگرچه الگوریتم رقابت استعماری در تکرارهای بیشتری به همگرایی می‌رسد، اما از آنجا که سرعت هر تکرار در این روش کمتر از الگوریتم ازدحام ذرات است، در زمان کمتری به همگرایی و جواب نهایی می‌رسد. نتایج حاکی از آن است که اثر نرخ بهره واقعی بر تورم و بیکاری اثر مثبت و بر تولید حقیقی اثر منفی است. همچنین اثر نرخ ذخیره قانونی بر تولید حقیقی مثبت و بر تورم منفی است.

از آنجایی که یکی از عارضه‌های مهم اقتصاد در ایران عارضه رکود تورمی است، به‌کارگیری این ابزارها بسیار حائز اهمیت است. در شرایط رکود تورمی کلیه سیاست‌های اقتصادی و به‌تبع آن ابزارهای مورد استفاده در تقابل با یکدیگر هستند. از این رو بانک مرکزی بسته به این که چه هدفی را دنبال می‌کند، سیاست متفاوتی را در پیش خواهد گرفت؛ لذا اگر هدف مهار تورم باشد، با

منابع

- (۱۳۹۲). بررسی مدل ارزش‌گذاری مبتنی بر سودهای غیرعادی (اولسن) از منظر اقتصاد کلان با استفاده از روش GMM، مجله پژوهش‌های حسابداری مالی. رجب‌زاده مغانی، ناهید، سلیمی فر، مصطفی و سید آقاحسینی، سید محسن (۱۳۹۴). بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا با استفاده از روش GMM، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی.
- رجبی خانقاه، عبدالله و عظیمی سوران، سحر (۱۴۰۲). بررسی اثر نرخ بهره بانکی بر متغیرهای کلان اقتصادی، اولین کنفرانس بین‌المللی توانمندی مدیریت، مهندسی صنایع، حسابداری و اقتصاد، [اباب، https://civilica.com/doc/1691170](https://civilica.com/doc/1691170)
- رحمانی، تیمور، به‌پور، سجاد و استادزاد، علی حسین (۱۳۹۲). بررسی رابطه بین رشد بهره‌وری و نرخ بیکاری در ایران: رویکرد سیستم معادلات همزمان. پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی.
- سامتی، مرتضی. دلالی اصفهانی، رحیم، خوش اخلاق، رحمان و شیرانی فخر، زهره (۱۳۸۸). تحلیل رابطه علی بین متغیرهای کلان اقتصادی، به منظور کاهش نرخ بهره در ایران با روش نقشه علی بیزین (BCM) فصلنامه تحقیقات اقتصادی.
- صاحب هنر، حامد، چشمی، علی و فلاحی، محمد علی (۱۳۹۲). بررسی اثر شوک‌های پولی بر بخش‌های مختلف اقتصاد ایران، فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی.
- صنعی‌آباد، محمد و جبل عاملیان، زهره (۱۳۹۲). الگوریتم‌های تکاملی و محاسبات زیستی، نیاز دانش. طاهری‌فرد، احسان و موسوی آزاد کسمایی، افسانه (۱۳۸۷). اثربخشی سیاست پولی بر متغیرهای کلان اقتصادی در ایران، فصلنامه تحقیقات اقتصادی.
- احسانی، محمدعلی و خطیبی، یاسر (۱۳۹۱). اثر سقف نرخ بهره بر سرمایه‌گذاری خصوصی در اقتصاد ایران به روش معادلات هم‌زمان. پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی.
- ابوالحسنی، اصغر، شایگانی، بیتا و زندیان، زهرا (۱۳۹۸). بررسی اثر نرخ بهره و نرخ ارز بر هدف‌گذاری تورم با رویکرد انتظارات تورمی ناهمگن. مدل‌سازی اقتصادسنجی.
- احمدی شادمهری، محمدطاهر. فلاحی، محمدعلی و خسروی، سمیه (۱۳۹۰). آزمون علیت هشیائو بین نرخ بهره و تورم برای گروه کشورهای منا. فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی.
- اسدی، مرتضی. حمیدی علمداری، سعیده و خالوزاده، حمید (۱۳۹۶). پیش‌بینی درآمدهای مالیاتی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات (PSO). فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی.
- تقوی، مهدی و لطفی، علی اصغر (۱۳۸۵). بررسی اثرات سیاست پولی بر حجم سپرده‌ها، تسهیلات اعطایی و نقدینگی نظام بانکی کشور (طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۷۴). پژوهشنامه اقتصادی ۶(۲۰).
- توکلیان، حسین (۱۳۹۰). عملکرد سیاست پولی در ایران طی سال‌های ۱۳۵۱ تا ۱۳۸۸، فصلنامه تازه‌های اقتصاد ۹(۱۳۲).
- جعفری صمیمی، احمد و قلی‌زاده کناری، صدیقه (۱۳۸۶). بررسی رابطه تورم و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه: شواهدی جدید، نامه مفید.
- حاجی قاسمی، شهناز. نجاتی، مهدی و صالحی آسفیجی، نورالله (۱۳۹۶). ارزیابی اثرات نرخ بهره واقعی و نرخ ذخیره قانونی بر متغیرهای منتخب اقتصاد کلان ایران، فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد ۴(۳).
- خدادادی، ولی، فرازند، حسن و شبیه، سکینه

(۱۳۹۹). واکاوی اثر تغییر نرخ سود سپرده بانکی بر متغیرهای کلان اقتصاد در چارچوب الگوی اقتصادسنجی کلان ساختاری، رشد و توسعه پایدار.

Ahmadi, M.T. Fallahi, M. A and Khosravi, S (2012). Hsiao's causality test between interest rate and inflation rate for mena countries group, Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research (In Persian).

Anari, A and Kolari, J (2016). Dynamics of interest and inflation rates. Journal of Empirical Finance 39.

Arellano, M and Bond, S (1991). Some Test of Specification For Panel Data: Mont Carlo Evidence And Application To Employment Equations, Review Of Economic Studies.

Babalola, O.O, Danladi, J.D. Akomolafe, K. J and Ajiboye, O.P (2015). Inflation, interest rates and economic growth in Nigeria, European Journal of Business and Management.

Baltagi, B (2008). Econometric Analysis of Panel Data. John Wiley & Sons Publication.

Bernanke, B and M, Gertler (1995). Inside the black box: The credit channel of monetary policy transmission, Journal of Economic Perspectives.

Bhunia, A (2016). How inflation and interest rates are related to economic growth? a case of India, Journal of Finance and Accounting.

Blundell, R and Bond, S (1998). Initial Conditions and Moment Restrictions In Sector, European Journal Of Political Economy.

Bork, I (2010). Macro factors, monetary policy analysis and affine term structure models, Journal of International Money and Finance.

Engle, R.F. Granger, C. W. J (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. Econometrica.

علیزاده، محمد و گل خندان، ابوالقاسم (۱۳۹۴). آزمون فرضیه لوباتان برای اقتصاد ایران با استفاده از رهیافت گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)، فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران.

غنی زاده، علیرضا و توانا املشی، امیر (۱۳۹۶). پیش بینی مدول جهندگی ریزدانه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و سیستم استنتاج تطبیقی عصبی - فازی بهینه سازی شده با الگوریتم ازدحام ذرات، مهندسی حمل و نقل.

قانعی استاد، محمد، خسروی مهمومی، حسین. عبدالرزاق نژاد، مجید (۱۳۹۶). کاهش ویژگی سیستم های اطلاعاتی ناقص بر مبنای تئوری مجموعه راف با استفاده از الگوریتم رقابت استعماری فازی، مدیریت فناوری اطلاعات.

کازرونی، علیرضا، مظفری، زانا، کریمی کندوله، مریم، امینی، مسلم (۱۳۹۵). تأثیر انحراف نرخ ارز مؤثر واقعی بر صادرات غیر نفتی ایران کاربردی از رهیافت BEER، فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار.

محمدی، حسین و محمودی، مهدی (۱۳۹۶). بررسی اثرات متقابل نرخ بهره با متغیرهای منتخب اقتصاد کلان در کشورهای اسلامی و غیراسلامی، تحقیقات مدل سازی اقتصادی.

مهرگان، نادر، عزتی، مرتضی و اصغرپور، حسین (۱۳۸۵). بررسی رابطه علی بین نرخ بهره و تورم: با استفاده از داده های تابلویی، فصلنامه پژوهش های اقتصادی.

نادی، فرزانه و درهمی، ولی (۱۳۹۵). کنترل خودفرمان بینایی بازوی ربات در فضای سه بعدی با سیستم های فازی و مدل سازی عصبی، رایانش نرم و فناوری اطلاعات.

نوفرستی، محمد، یزدانی، مهدی و بابایی، نسیم

Financial Accounting Research.

Mehregan, N. Ezati, M and Asgharpour, H (2006). Causal relationship between the interest rate and inflation using panel data, Quarterly Journal of the Economic Research (In Persian).

Mishkin, F. S (1995). Symposium on the monetary transmission mechanism, The Journal of Economic Perspective.

Nadi, F and derhami, V (2016). vision based robot manipulator control in 3D space using fuzzy system and neural modeling, Journal of soft computing and information.

Onyeiwu, C (2012). Monetary policy and economic growth of Nigeria, Journal of Economics and Sustainable Development 2(7).

Peterson, p.G (2001). The transmission mechanism of monetary policy: Analysing the financial market pass-through.

Probst, J (2019). Global Real Interest Rate Dynamics from The Late 19th Century To Today, International Review Of Economics & Finance.

Sahebbonar, H, Cheshomi, A and Falahi, M.A (2013). The effects of monetary shocks on Iran economic sectors, Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research (In Persian).

Sameti, M, dallaly, R, Khoshakhlagh, R. and shirani fakhr, Z (2010). Investigating the causal relationship between macroeconomics variables for reducing the rate of interest in iran with bayesian causal map (BCM) approach, Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi), (In Persian).

Subramaniam, T and Baharumshah, A.Z (2011). Determinants of unemployment in the Philippines, The Empirical Economic Letters.

Taghavi, M and Lotfi, A (2006). The study of monetary policy effects on

Fisher, Irving (1896). Appreciation and Interest, new York.

Ghanei Ostad, M, Khosravi Mahmoe, H And Abdolrazzagh Nezhad, M. Attribute Reduction In Incomplete Information System Based On Rough Set Theory Using Fuzzy Imperialist Competitive Algorithm. Journal of Information Technology Managemen.

Glocker, C and Towbin, P (2015). Reserve requirements as a macroprudential instrument–Empirical evidence from Brazil. Journal of Macroeconomics.

Gray, S (2011). Central bank balances and reserve requirements (No. 11-36). International Monetary Fund.

Greene, W. H (2008). Econometric Analysis. Newjersey, Personal International.

Haider, S. W (2018). Impact of Interest rate, Inflation rate, Exchange rate and Gold prices on Karachi Meezan Index30, European journal of Islamic Finance.

Hajihassani, M. Armaghani, D.J, Marto, A, Mohamad, E.T (2015). Ground vibration prediction in quarry blasting through an artificial neural network optimized by imperialist competitive algorithm, Bulletin of Engineering Geology and the Environment.

Honda, Y and Inoue, H (2019). The Effectiveness of The Negative Interest Rate Policy In Japan: An Early Assessment, Journal Of The Japanese And International Economies. Available Online 8.

Jafari- Samimi, A and Gholizadeh, K. S (2007). Investigating the relationship between Inflation and economic growth in developing countries: New evidence, Journal of Nameh (In Persian).

Khodadadi, V. Farazmand, H and Sheybeh, S (2013). Assessing The Valuation Model Based On Abnormal Earnings (Ohlson) By Notice To The Macroeconomic Variables, Journal Of

Tavakolian, H (2011). Monetary policy performance in Iran during the years 1972 to 2009, Quarterly Journal of Tazehaye Eghtesad (In Persian).

Wicksell, K (1898). Interest and prices: A study of the causes of regulating the value of money, Translated by R. F. Kahn, 1936, London, UK: MacMillan.

deposits, banking facilities and liquidity of the country's banking system (1374-1382), Journal of Economic Research (In Persian).

Taherifard, E and Mousavi, A. K. A (2008). The effectiveness of monetary policy on macroeconomic variables, Journal of Economic Research (Tahghihat- E- Eghtesadi) (In Persian).

یادداشت

^۱Onyeiwu

^۲Probst

^۳Karachi meezan index

^۴Towbin And Glocker

^۵Augmented Dicky Fuller

^۶Engle and Grenger

^۷Generalized Method of Moments

^۸Imperialist Competitive Algorithm(ICA)

^۹Particle Swarm Optimization(PSO)

^{۱۰}James Kannedy

^{۱۱}Russell C .Eberhart