فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات اقتصادیِ کاربردی ایران
سال دوّم، شماره‌ی ۷، پاییز ۱۳۹۲
صفحات: ۱۲۹-۱۱۳

بررسی تأثیر تکانه‌های نفتی بر رشد اقتصادی ایران با استفاده از الگوریتم‌های جستجوی گرانشی (GSA)و بهینه سازی انبوه ذرات (PSO)

سیدعبدالمجید جلائی[۱]
امین قاسمی‌نژاد[۲*]
علی‌اکبر کریمیان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۶/۲۶

چکیده

دستیابی به نرخ رشد اقتصادی بالا که مستلزم به کارگیری سیاست‌های مناسب اقتصادی و همچنین شناخت بیشتر عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی است، یکی از اهداف مهم هر اقتصادی به‌شمار می‌رود. نفت به‌عنوان اصلی‌ترین منابع انرژی و عامل مهم تولید، موجب رشد و توسعه هر کشوری می‌شود. بر این اساس شناخت نحوه و شدت اثر گذاری تکانه‌های نفتی بر رشد اقتصادی هر کشور برای سیاست‌گذاری اقتصادی از اهمیت بالایی برخوردار است. از آنجا که تأثیر تکانه‌های نفتی بر رشد اقتصادی عموماً به‌صورت خطی است بر این اساس سؤال مقاله این است که آیا در چهارچوب الگوریتم‌های جستجوی ابتکاری تکانه‌های نفتی بر رشد اقتصادی ایران تأثیر مثبت داشته است؟ برای پاسخ به این سوال رفتار غیرخطی مدل رشد اقتصادی ایران با دو الگوریتم جستجوی گرانشی و بهینه‌سازی انبوه ذرات طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۵۳ برآورد شده است. نتایج نشان می دهد که متغیرهای تکانه مثبت نفتی، نسبت سرمایه به تولید، و نسبت مخارج دولت به تولید ناخالص داخلی، جمعیت فعال و درجه باز بودن اقتصاد بر رشد اقتصادی ایران دارای تأثیر مثبت و متغیرهای نرخ ارز، نرخ تورم دارای تأثیر منفی بر رشد اقتصادی می‌باشند. پس به‌طور کلی تأثیر تکانه‌های نفتی بر رشد اقتصادی ایران مثبت می‌باشد این موضوع می تواند در تصمیم‌سازی‌های اقتصادی دارای اهمیت ویژه باشد.

کلید واژه‌ها: رشد اقتصادی، تکانه نفتی، الگوریتم جستجوی گرانشی، الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات، بهینه‌سازی

طبقه‌بندی JEL: C61, C53,C15,Q43

۱. دانشیار دانشگاه شهید باهنر کرمان **Email:** jalaee@uk.ac.ir
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه شهید باهنر کرمان(*نویسنده مسئول) **Email:** amin.ghasemieco@gmail.com
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه شهید باهنر کرمان **Email:** karimian6291@gmail.com

۱. مقدمه

رشد اقتصادی در هر کشور نماد و شاخص پیشرفت آن کشور محسوب شده واز اهمیت خاصی در جهان برخوردار است. اقتصاد کشورهای صادر کننده نفت نظیر ایران، به‌شدت تحت تأثیر قیمت نفت و درآمدهای حاصل از صادرات آن است. نفت به دلایل گوناگون مانند سهولت در حمل و نقل، استفاده از آن به‌عنوان یک نهاده مهم تولیدی در کشور و نبود جانشین مناسب در برخی زمینه‌ها تا سالیان متمادی سهم زیادی از کل مصرف جهان را در اختیار خواهد داشت، در نتیجه هرگونه نوسان در روند تقاضا، عرضه، قیمت و سایر متغیرهای تأثیر گذار بر این بخش نیز آثار بسیاری را بر اقتصاد کشورهای تولیدکننده و مصرف‌کننده نفت در پی خواهد داشت. بخش نفت در ایران به‌دلیل دو نقش عمده‌ای که در تأمین انرژی مورد نیاز برنامه‌های توسعه و رشد اقتصادی از یک طرف و تأمین نیازهای ارزی این برنامه‌ها به‌عهده دارد، نیروی محرکه اقتصاد ملی محسوب می‌شود. از زمانی که درآمدهای ناشی از نفت در اقتصاد ایران سهم بالایی از تولید ناخالص داخلی و بودجه‌های سالانه را به خود اختصاص داد، اقتصاد ایران بر پایه یک اقتصاد تک محصولی بنا نهاده شد و نشان می‌دهد قیمت نفت و درآمد های ناشی از آن، به‌عنوان یک عامل برون‌زا و محرک رونق و رکود اقتصادی در ایران به‌شمار می‌آید. بحث مشکلات به جای مانده از افزایش قیمت‌های نفت و سرازیر شدن دلارهای نفتی و تزریق به اقتصادهای اغلب سنتی کشورهای صادرکننده نفت، موجب ترس از ابتلا به بیماری هلندی شده است. این پدیده از تزریق درآمدهای حاصل از افزایش کالاهای صادراتی یا دریافت وام و تسهیلات خارجی و آثار مخرب آنها بر دیگر بخش‌های اقتصادی ایجاد می‌شود. رهایی اقتصاد ایران از وابستگی به درآمدهای نفتی امر چندان ساده‌ای نمی‌باشد، امروزه برای کاهش این وابستگی رویکرد دیگری تحت عنوان صندوق ذخیره ارزی مطرح است. این صندوق می‌تواند با کاهش آثار منفی وابستگی به درآمدهای نفتی، جایگزین رویکرد رهایی از صادرات نفت گردد.

مشاهدات تجربی نشان می‌دهد کشورهای دارای منابع طبیعی از جمله کشورهای صادر کننده نفت، حتی با وجود درآمدهای نفتی کلان در طی سه دهه اخیر، با رشد اقتصادی ضعیفی مواجه بوده‌اند. چرا که منابع طبیعی از طریق مختلف مانند بیماری هلندی، فساد اداری، رانت‌جویی، بی‌ثباتی و سرمایه انسانی، به‌صورت غیرمستقیم موجب انحراف در عملکرد این نوع اقتصادها شده و در نتیجه رشد اقتصادی آنها را به‌صورت رابطه منفی متأثر می‌سازد. در اقتصاد ایران با افزایش قیمت نفت در دهه ۱۳۵۰، وابستگی اقتصاد ایران به نفت افزایش یافت. توجه به این اقتصاد تک بعدی مشخص می‌سازد که عدم تعادل‌های شکل گرفته در بعد انقلاب به‌دلیل عواملی مانند تحریم اقتصادی، جنگ و رشد جمعیت و افت شدید درآمدهای ارزی ناشی از نوسانات قیمت نفت در سال ۱۳۶۵ بوده است.

در سال‌های اخیر استفاده از الگوریتم‌های جستجوی هیوریستیک (شهودی) همچون الگوریتم ژنتیک (GA)، الگوریتم کلونی مورچه‌ها (ACO)، الگوریتم پرندگان(PSO) و ... در علوم مختلف

رشد چشمگیری داشته است. الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA)[1] یکی از جدیدترین روش‌های بهینه‌سازی در این حوزه است. این الگوریتم با الهام از نیروی جاذبه و نیروی گرانش در طبیعت معرفی شده است که در حال حاضر کاربرد این الگوریتم به‌عنوان بخشی از هوش مصنوعی در علوم مختلف به سرعت در حال گسترش است.

الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات (PSO)[2] هم نخستین بار در سال ۱۹۹۵ با الهام از رفتار پرندگان و ماهی‌ها معـرفی‌شد. این الـگوریتم قدرتمند بر پایه‌ی فیزیولوژیکی تـأثیرات و یادگیری اجتماعی می‌باشد. از نظر کاربردی این دو الگوریتم از بهترین روش های بهینه‌سازی مسائل هستند و به‌همین جهت می توان از این الگوریتم‌ها در برآورد توابع و پیش‌بینی روند آتی متغیر مورد نظر استفاده کرد.

بر این اساس با توجه به اینکه تأثیر رفتار متغیرهای اقتصادی بر رشد اقتصادی در ایران رفتارهای غیرخطی است هدف اصلی این مقاله بررسی تأثیر تکانه‌های نفتی بر رشد اقتصادی با توجه به مشخص کردن وضعیت متغیرهای اصلی تأثیرگذار بر رشد اقتصادی است. حال با توجه به این‌که الگوریتم جستجوی گرانشی از دقت بالایی برای نشان دادن تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر تابع برخوردار است، بر این اساس فرضیه اصلی مقاله این است که در چهارچوب الگوریتم‌های جستجوی ابتکاری، تکـانه‌های نفتی در ایران بر رشد اقتـصـادی تأثیر مثبت دارد. بنابراین چهارچوب مقاله به این‌صورت است که پس از مقدمه در بخش دوم ادبیات موضوع و تصریح مدل مربوط به رشد اقتصادی و الگوریتم‌ها بیان گردیده، پس از آن در بخش چهارم، مدل رشد اقتصادی با استفاده از دو الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) و بهینه‌سازی انبوه ذرات (PSO) برآورد شده است و سپس بر اساس معیارهای ارزیابی عملکرد، مدل رشد اقتصادی برآوردی با الگوریتم برتر برای بررسی عوامل مؤثر بر آن انتخاب و در نهایت نتیجه‌گیری مقاله ارائه شده است.

۲. پیشینه تحقیق

پیرامون اثر تغییرات قیمت و درآمد نفت بر رشد اقتصادی مطالعات متعددی در ایران و سایر کشورها انجام شده است. مهم‌ترین فعالیت‌های تحقیقاتی در این زمینه، پس از وقوع شوک‌های اول و دوم نفتی انجام گرفته است، که از جمله آن‌ها به موارد زیر می‌توان اشاره کرد. مرادپور و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی اثر درآمدهای نفتی بر رشد اقتصادی کشورهای صادرکننده نفت طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۹۰ پرداخته‌اند، آن‌ها نشان داده‌اند که درآمدهای نفتی به تنهایی برای رشد اقتصادی مضر نیست، یعنی اثر مستقیم درآمدهای نفتی بر رشد اقتصادی مثبت است، ولی هنگامی که متغیرهای توضیحی

1. Gravitational search Algorithm
2 . Particle Swarm Optimization Algorithm

دیگری مانند فساد، سرمایه‌گذاری فیزیکی، رابطه مبادله و آموزش وارد مدل می‌شود، به‌دلیل اثر درآمدهای نفتی بر این متغیرها و سپس اثرگذاری غیرمستقیم بر رشد اقتصادی، اثر کل درآمدهای نفتی بر رشد اقتصادی منفی برآورد می‌شود. ابریشمی و همکاران (۱۳۸۷)، در مقاله‌ای با استفاده از تصریح غیرخطی قیمت نفت، به اثر نوسان قیمت نفت بر رشد اقتصادی کشورهای عضو OECD پرداخته و نتایج نشان می‌دهد که شوک پولی در کنار شوک قیمت نفت منبع بزرگ و قابل توجهی در بی‌ثباتی رشد GDP می‌باشد. حسینی و تهامی پور (۱۳۸۸)، در مطالعه‌ای اثر شوک نفتی بر نرخ تورم در ایران را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که مدیریت صحیح درآمدهای مازاد نفتی، بهبود سیاست‌های پولی کشور و تهیه زیرساخت‌های مناسب برای افزایش قدرت رقابت تولیدکنندگان داخلی می‌تواند برای پیشگیری از اثرهای تورمی شوک‌های نفتی مفید باشد. رحمانی و گلستانی(۱۳۸۸) در مطالعه خود، اثر درآمدهای بالای نفتی در ۱۶ کشور دارای منابع غنی نفتی را بر نابرابری توزیع درآمد بررسی کرده‌اند. نتایج حاصل از کار آنها نشان می‌دهد که اثر درآمدهای بالای نفتی در کشورهایی که دولت‌های کارایی دارند، سبب کاهش نابرابری درآمد و در کشورهایی که کارایی دولت کم است، به افزایش نابرابری منجر شده است. شاکری و مالکی (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای رابطه رشد صادرت غیرنفتی و رشد اقتصادی در ایران را آزمون کرده و ضمن در نظر گرفتن رویکردهای جدید از اطلاعات رشد صادرات غیرنفتی به تفکیک رشته فعالیت‌های صنعتی و رشد تولید ناخالص داخلی در بازه زمـانی فصلی، با استفاده از آزمون‌های همگرایی، همجمعی و علیت، زیربخش‌های صادرات غیرنفتی را از جنبه رابطه با رشد اقتصادی به چهار دسته تقسیم نموده‌اند. کمیجانی، اسـدی و مهـماندوستی (۱۳۸۹) طی مطالعه‌ای به بررسی تأثیـر شوک‌های نفتی و سیاست‌های پولی بر رشد اقتصاد ایران پرداخته و به این نتیجه رسیدند که شوک‌های نفتی در ایران به میزان قابل‌توجهی بر رشد اقتصادی مؤثر بوده‌اند. اما با وجود مؤثر بودن شوک‌های نفتی بر نقدینگی و ایجاد سیاست‌های انبساطی پولی منتج شده از آن، شوک‌های پولی بر رشد اقتصادی مؤثر نبوده‌اند. توضیح‌دهندگی بالای شوک‌های نفتی برای متغیر GDP در ایران حاکی از وابستگی اقتصاد کشور بر نرخ و درآمدهای نفتی می‌باشد. عدم تأثیر شوک‌های پولی به‌ویژه سیاست‌های انبساطی منتج شده از شوک‌های نفتی بر GDP به‌دلیل مؤثر بودن سیاست‌های مذکور با وقفه‌های زمانی و از سوی دیگر اجرای سیاست‌های پولی انقباضی محدود به جهت مهار تورم در کشور بوده که سبب گردیده تأثیر این شوک‌ها بر اقتصاد اندک و حتی خنثی شود. بهرامی و اصلانی (۱۳۹۰)، در مقاله خود نحوه تاثیرپذیری سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در ساختمان‌های مسکونی مناطق شهری از نوسان‌های درآمدهای نفتی در اقتصاد ایران پرداخته و نتایج نشان می‌دهد که با وجود بروز نوسان‌های شدید در کوتاه‌مدت در رفتار سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در ساختمان‌های مسکونی مناطق شهری ایران به

علت بروز شوک‌های نفتی، شوک به‌وجود آمده ماندگار نبوده و به سرعت از بین رفته و شواهد بیان کننده وجود بیماری هلندی در دوره مورد بررسی است.

کیلان و برومنت[1](۲۰۰۷)، به تجزیه و تحلیل اثرات شوک‌های قیمت نفت بر رشد محصول برای تعادل از اقتصادهای خاورمیانه و شمال آفریقا با استفاده از یک مدل ساختاری اتو رگرسیون‌برداری پرداخته‌اند. نتایج ایشان نشان می‌دهد که اثرات قیمت نفت روی تولید ناخالص داخلی در اغلب کشورهای تولیدکننده نفت از جمله ایران، الجزایر، عراق،کویت، لیبی، عمان، قطر، سوریه و کشورهای امارات متحده عربی مثبت است. با این حال شوک‌های قیمت نفت به نظر نمی رسد که از نظر آماری تأثیر معناداری بر محصول بحرین، مصر، اسرائیل، اردن، مراکش و تونس داشته باشد. فرزانگان و مارک وارد[2] (۲۰۰۹)، تقاضای بدون محدودیت مدل VAR برای دوره ۲۰۰۴-۱۹۸۸ در اقتصاد ایران ، یک رابطه مثبت و قوی بین تغییرات قیمت مثبت نفت و تولید صنعتی در کشور پیدا می‌کنند. آن‌ها اثر نهایی تغییرات قیمت نفت روی مخارج دولت را شناسایی کرده‌اند. علاوه بر این آن‌ها متوجه سندرم بیماری هلندی از طریق اثر نرخ ارز واقعی شدند. مهروتا وکرهنن[3] (۲۰۰۹) یک مدل VAR ساختاری برای تجزیه و تحلیل شوک‌های قیمت نفت روی نرخ ارز واقعی و محصول در چهار کشور بزرگ تولیدکننده انرژی: ایران، قزاقستان، ونزوئلا و روسیه مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها دریافتند که قیمت واقعی بالاتر نفت با تولید بالاتر و شوک‌های عرضه مرتبط هستند. شوک‌های نفتی به‌عنوان بخش بزرگی از تغییرات نرخ ارز واقعی به حساب نمی‌آید. اگر چه به‌وضوح برای ایران و ونزوئلا نسبت به سایر کشورها مهم‌تر هستند.

هانت و همکاران[4](۲۰۰۱) با استفاده از روش تحلیل "مالتی‌مد" به آثار حاصل از شوک‌های قیمت نفت بر اقتصادکلان پرداخته‌اند. یکی از ویژگی‌های این مطالعه، تلاش در راستای تشخیص و تفکیک میان شوک‌های دائمی و موقتی قیمت نفت است و نقش سیاست پولی در نوسانات اقتصاد کلان از ابعاد مختلف مورد بررسی قرار می گیرد. در این مقاله اثر شوک نفتی بر اقتصاد کشورهای صنعتی بررسی شده و انگیزه آن نابسامانی‌هایی است که دو شوک بزرگ نفتی در دهه ۱۹۷۰ ایجاد کردند. الیو[5] (۲۰۰۹) طی مطالعه‌ای تأثیر شوک قیمت نفت و ناپایداری نرخ واقعی ارز را روی رشد واقعی اقتصاد نیجریه بررسی کرده است. یافته‌های وی نشان می‌دهد که شوک قیمت نفت با افزایش نرخ ارز اثرات مثبتی روی رشد واقعی اقتصاد در نیجریه به‌عنوان بزرگ‌ترین کشور تولیدکننده نفت در

1 . Ceylan and berument
2 . Markwardt(2009)
3 . Mehrota and korhenen(2009)
4 . Hunt (2001)
5 . Aliyu(2009)

آفریقا و جزء ده کشور اول جهان در موارد ذخایر نفتی دارد. دوماک و شابسیژ[1] (۱۹۹۹)، در تحقیقی به بررسی رفتار و رشد اقتصادی کشورهای مصر، اردن، مراکش و تونس پرداخته‌اند و بررسی‌های ایشان نشان می‌دهد که انحراف نرخ ارز تأثیر منفی بر رشد اقتصادی دارد. به‌علاوه نتایج به اهمیت دیگر عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی مانند رشد سرمایه و رشد جمعیت اشاره می‌کند. در زمینه الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) و الگوریتم انبوه ذرات (PSO) می‌توان گفت که در چند دهه‌ی گذشته کاربرد تکنیک‌های هوش‌مصنوعی و ابزارهای مدل‌سازی مانند شبکه‌های عصبی، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم PSO، الگوریتم مورچگان و منطق فازی از موضوعاتی بوده‌اند که توجه بسیاری از دانشگاهیان و محققان را به خود جلب کرده است. الگـــوریتم بهینه‌سازی انبـوه ذرات یکی از الگوریتم‌های قدرتمند و پرطرفدار برای بهینه‌سازی است که بیشتر به خاطر سرعت همگرایی نسبتا بالایی که دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حوزه مطالعات داخلی الگوریـتم بهینه سـازی ذرات مـی‌توان به مطالعه امامی میبدی و همکاران (۱۳۸۸)، اشاره نمود که با استفـاده از خط سیـر شاخص‌های کلان اقتصـادی، دو فرم از معادلات تقاضای انرژی غیرخطی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی ذرات شبیه‌سازی و بر اساس آن اقدام به پیش‌بینی نموده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد، فرم درجه دوم نتایج بهتری را در مشاهده داده‌ها فراهم می‌کند و با یک ضریب همبستگی بالاتر، می‌تواند در پروژه‌های بخش انرژی ایران به کار برده شود. آنلر (۲۰۰۸) در مقاله‌ای با عنوان "بهبود پیش‌بینی تقاضای انرژی با استفاده از هوش‌مصنوعی در مورد ترکیه با طرح‌ریزی تا سال ۲۰۲۵" با استفاده از روش الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات به برآورد توابع خطی و درجه دوم تقاضای انرژی در ترکیه با به‌کارگیری متغیرهای تولید ناخالص داخلی، جمعیت، واردات و صادرات پرداخته است. نتیجه این که تابع تقاضای درجه دوم با MAPE پایین‌تر برابر با ۰/۰۰۸، در دوره آزمایش مدل‌ها راه حل بهتری را در مشاهده داده‌ها فراهم می‌کند. در حـوزه مطالعـات داخلی الگوریتم جسـتجوی گرانشی به‌صورت معدود در زمینه موضوعات مرتبط با اقتصاد مورد استفاده قرار گرفته است که در این زمینه تنها می توان به مطالعه بهرنگ و دیگران (۱۳۸۹) اشاره نمود،که با استفاده از متغیرهای جمعیت، تولید ناخالص داخلی، تعداد وسایل نقلیه سبک و سنگین و میزان صادرات و واردات به برآورد توابع خطی و نمایی تقاضای نفت ایران با به‌کارگیری سه الگوریتم ژنتیک، انبوه ذرات و جستجوی گرانشی پرداخته‌اند، نتایج نشان می‌دهد که الگوریتم جستجوی گرانشی از دقت بالاتری نسبت به دو الگوریتم دیگر برخوردار است.

1. Dumak And Shabsije(1999)

۳. تصریح مدل

تا اواسط دهه‌ی ۱۹۷۰ به‌طور معمول در تابع تولید محصول ملی از انرژی به‌عنوان عامل تولید استفاده نمی‌شد. همزمان شدن شوک‌های نفتی سال‌های ۱۹۷۳ و ۱۹۷۹ با رکود اقتصادی در غرب فصل جدیدی را در اهمیت انرژی به‌عنوان یکی از عوامل مهم رشد اقتصادی گشود و وجود قیمت نفت در تابع عرضه محصول ملی امری ضروری تشخیص داده شده است. از طرف دیگر تحقیقات تجربی نشان می‌دهد که نوسانات نرخ ارز دارای اثرات نامتقارن است، به این معنی که اثرات تغییرات نرخ ارز بر متغیرهای کلان مانند تولید ناخالص داخلی متفاوت است. با توجه به ادبیات اقتصادی کاهش ارزش پول ملی باعث افزایش قیمت کالاهای وارداتی می‌شود، به‌طوری که کالاهای خارجی گران‌تر از کالاهای داخلی می‌شوند. از سوی دیگر باعث افزایش قدرت رقابتی صنایع داخلی و افزایش هزینه انتقال کالاهای خارجی نسبت به کالاهای داخلی خواهد شد. علاوه بر این کاهش ارزش پول، صادرات اسمی و واقعی را افزایش می‌دهد. کاهش ارزش پول دارای اثرات منفی بر روی عملکرد اقتصادی کشورهای درحال‌توسعه است.

مدل ارائه شده در این تحقیق برای نشان دادن تأثیر شوک‌های نفتی و شوک‌های ارزی بر رشد اقتصادی، الگوی سولو است.

فن‌آوری و الگوی سولو:

$$Y = F(K, AL) = K^{\alpha}(AL)^{1-\alpha}$$ (۱) تابع تولید

در اینجا فرض می‌شود که توسعه‌ی فن آوری وجود دارد (A) و با نرخ ثابتی در حال رشد است.

$$\dot{K} = \delta y - d$$ (۲) تابع انباشت سرمایه

$$Y = K^{\alpha}(AL)^{1-\alpha} \rightarrow Y = K^{\alpha}A^{1-\alpha}$$ (۳)

در این حالت به‌جای متغیر K از $\widetilde{K}$ استفاده می شود متغیر K در بلندمدت ثابت نیست.

$$\widetilde{K} = K/AL$$ (۴) نسبت سرمایه سرانه کارگر به فن آوری

$$\widetilde{Y} = \widetilde{K}^{\alpha}, \widetilde{Y} = Y/AL = Y/L$$ (۵)

در نتیجه می‌توان نوشت:

$$\widetilde{K} = K/AL \rightarrow \log \widetilde{K} = \log K - [\log A + \log L]$$ (۶)

$$\dot{\widetilde{K}}/K = \dot{K}/K - \dot{A}/A - \dot{L}/L$$ (۷)

معادله انباشت سرمایه را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$\dot{\tilde{K}} = \delta\tilde{Y} - (n + d + g)\tilde{K} \quad (۸)$$

حل الگو برای شرایط پایدار:

شرایط پایدار، شرایطی است که در ان $\tilde{K}$ صفر باشد یعنی:

$$\dot{\tilde{K}} = \delta\tilde{K^{\alpha}} - (n + d + g)\tilde{K} \rightarrow \tilde{K^{*}} = [\delta/n + g + d]^{1/1+\alpha} \quad (۹)$$

با قرار دادن رابطه فوق در تابع تولید خواهیم داشت:

$$\tilde{Y^{*}} = [\delta/n + g + d]^{\alpha/1-\alpha} \quad (۱۰)$$

می‌توان این رابطه را به‌صورت زیر بازنویسی کرد:

$$Y^{*}(t) = A(t)[\delta/n + g + d]^{\alpha/1-\alpha} \quad (۱۱)$$

دو متغیر A و Y وابسته به زمان هستند.

بدون توسعه‌ی فن‌آوری رشد سرانه و در نهایت به دلیل بازدهی نزولی سرمایه متوقف می‌شود ولی توسعه‌ی فن‌آوری می‌تواند تمایل بازدهی نهایی سرمایه به کاهش را جبران کرده و در بلندمدت کشورها دارای رشد سرانه‌ی برابر با نرخ توسعه فن‌آوری باشند.

حسابداری رشد و کاهش بهره وری:

در مورد حسابداری رشد می‌توان به تابع تولید زیر اشاره کرد:

$$Y = BK^{\alpha}L^{1-\alpha} \quad (۱۲)$$

B: اصطلاح بهره‌وری در شرایط خنثی

$$\log Y = \log B + (\alpha)\log K + (1 - \alpha)\log L \quad (۱۳)$$

$$\dot{Y}/Y = \dot{B}/B + (\alpha)\,\dot{K}/K + (1 - \alpha)\,\dot{L}/L \quad (۱۴)$$

رشد تولید برابر است با رشد وزنی سرمایه و نیروی کار به‌علاوه نرخ رشد بهره وری، بنابراین چهارچوب اصلی مدل، مدل رشد اقتصادی است که بر اساس ادبیات موضوع متغیرهای:

ER: نرخ ارز غیر رسمی، OIL :درآمد واقعی نفت، $\dot{P}$: نرخ تورم، OPENNESS : نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی، به آن اضافه شده است. بنابراین مدل برآوردی بدین‌صورت می‌باشد:

$$RGDP = f\left(ER, SIY, \dot{P}, OIL, \frac{G}{GDP}, POP, OPENNESS\right) \quad (۱۵)$$

یکی از روش‌های به‌دست آوردن شوک‌های مثبت و منفی استفاده از روند متغیر سری زمانی است. به‌گونه‌ای که با برازش نرخ رشد پول روی زمان و مقایسه مقادیر واقعی با روند می‌توان مقادیر بالای روند را به‌عنوان شوک‌های مثبت و مقادیر پایین‌تر از روند را به‌عنوان شوک‌های منفی در نظر گرفت. اما باید توجه نمود که این تحلیل روندی تا زمانی درست است که اقتصاد کشور از ثبات نسبی

برخوردار باشد، در غیر این صورت باید تغییرات ساختاری را نیز لحاظ کرد که روش یاد شده قادر به تبیین آن نیست. روش میانگین متحرک که روشی دیگر برای استخراج شوک‌ها می‌باشد، با مشکل تعیین طول دوره رویارو بوده و برخی از داده‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت را از بین می‌برد. به همین جهت در این مطالعه، با توجه به ویژگی‌های فیلتر هودریک- پرسکات و در نظر گرفتن شرایط و تغییرات ساختار اقتصادی برای تجزیه‌ی شوک‌ها از روش فیلتر هودریک-پرسکات استفاده می‌شود. فیلتر هودریک- پرسکات با کمینه کردن مجموع مجذورات انحراف متغیر سری زمانی X_t از روند زمـانی آن (T) به‌دست می‌آید. در واقـع، مقـادیر یاد شده مقادیری هستند که رابطـه زیر را کمینه می‌کنند:

$$j = \sum_{t=1}^{T}(X_t - \mathbb{\Gamma}_{x,t})^2 + \alpha \sum_{t=2}^{T}[(\mathbb{\Gamma}_{x,t+1} - \mathbb{\Gamma}_{x,t}) - (\mathbb{\Gamma}_{x,t} - \mathbb{\Gamma}_{x,t-1})]^2 \qquad (۱۶)$$

که در آن، اگر $\alpha = 0$ باشد، مجموع مربعات زمانی کمینه خواهد شد که $X_t = \mathbb{\Gamma}_t$ باشد، لذا در این حالت روند برابر با Xt خواهد بود. اگر α به بی‌نهایت، میل کند. مجموع مربعات زمانی کمینه خواهد شد که $(\mathbb{\Gamma}_{x,t+1} - \mathbb{\Gamma}_{x,t}) = (\mathbb{\Gamma}_{x,t} - \mathbb{\Gamma}_{x,t-1})$ باشد، لذا زمانی که α به بـی‌نهایت میل می‌کند، تغییرات سری زمانی ثابت است و به بیان دیگر می‌توان نتیجه گرفت که در این حالت، یک روند خطی در سری زمانی وجود دارد. به گونه‌ی تکنیکی، این فیلتر خطی دوسویه و قرینه بوده که مشکل تغییر فاز را از بین می‌برد، اما در پایان دوره با مشکل روبه‌رو می‌شود زیرا آمار آینده موجود نیست، هر چه مقدار $\propto$ بزرگ‌تر انتخاب شود، دلیل بر هموارسازی بیشتر است و در حد، سری زمانی به سمت خطی پیش می‌رود.

استخراج تکانه‌ها از روش فیلترینگ هودریک- پرسکات بدین‌شرح است: ابتدا اندازه زمانی روند نرخ رشد متغیر مورد نظر را بر اساس فیلتر هودریک- پرسکات استخراج کرده و سپس مابه‌التفاوت اندازه روند متغیر محاسبه شده از مقدار واقعی آن، به‌عنوان شوک تلقی می‌شود.

الگوریتم جستجوی گرانشی

الگوریتم جستجوی گرانشی یکی از جدیدترین اعضا خانواده الگوریتم‌های هوش‌جمعی است که از قوانین جاذبه میان اجرام و حرکت نیوتنی الهام گرفته است. طبق قانون جاذبه نیوتن، هر جسم به اجسام دیگر نیرو وارد نموده و آن‌ها را به سمت خود جذب می‌کند. بنابراین هرچه این اجسام بزرگ‌تر و نزدیک‌تر باشند، تأثیر این نیرو بیشتر خواهد بود. در نتیجه هر جسم با استفاده از نیروی جاذبه محل و مقدار جرم، سایر اجسام را درک می‌کند. بنابراین می‌توان از این نیرو به‌عنوان رسانه‌ای برای تبادل اطلاعات استفاده کرد. از الگوریتم جستجوی گرانشی در حل مسائل بهینه‌سازی استفاده می‌شود. در

این الگوریتم پاسخ‌های مورد نظر، اجرام در فضای مسئله هستند، میزان اجرام نیز با توجه به تابع هدف تعیین می‌شود. در ابتدا فضای سیستم مشخص می‌شود که شامل یک دستگاه مختصات چند بعدی در فضای تعریف مسئله است. پس از تشکیل سیستم، قوانین حاکم بر آن مشخص می‌شوند. فرض می‌شود تنها قانون جاذبه و قوانین حرکت بر این سیستم حاکم هستند. صورت کلی این قوانین تقریباً شبیه قوانین طبیعت است و به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

سیستم به‌صورت مجموعه‌ای از m جرم تصور می‌شود. موقعیت هر جرم می‌تواند جوابی برای مسئله باشد. موقعیت بعد d از جرم i با $x_i^d(t)$ نشان داده می‌شود.

$$X_i = \left(x_i^1, \ldots, x_i^i, \ldots x_i^n\right) \quad , \quad i=1,2,\ldots n \tag{۱۷}$$

n در رابطه بالا نشان دهنده بعد فضای پاسخ است. در این سیستم به هر جرم i در زمان t، از سوی جرم j در جهت بعد d نیروی به اندازه $f_{ij}^d(t)$ وارد می‌شود. مقدار این نیرو طبق رابطه (۲) محاسبه می‌شود. G(t) ثابت گرانش در زمان t و R_{ij} فاصله بین دو جرم i و j می‌باشد. برای تعیین فاصله بین اجرام مطابق رابطه (۳) از فاصله اقلیدوسی (نرم ۲) استفاده می‌شود.

$$F_{ij}^d(t) = G(t)\frac{M_i(t).M_j(t)}{R_{ij}(t)+\varepsilon}\left(x_j^d(t) - x_i^d(t)\right) \tag{۱۸}$$

$$R_{ij}(t) = \left\|X_i(t), X_j(t)\right\|_2 \tag{۱۹}$$

در رابطه (۲)، ε یک عدد بسیار کوچک است. نیروی وارد بر جرم i در جهت d در زمان t، برابر مجموع نیروهایی است که k جرم برتر جمعیت، بر جرم وارد می‌کنند. مقصود از اجرام برتر، عامل‌هایی هستند که دارای برازندگی بیشتری باشند.

$$F_i^d(t) = \sum_{j \in kbest, j \neq i} rand_j(t) * F_{ij}^d(t) \tag{۲۰}$$

در رابطه فوق kbest بیانگر مجموعه k جرم برتر جمعیت است. همچنین در این رابطه $rand_j$ عددی تصادفی با توزیع یکنواخت در بازه‌ی [0,1] است که برای حفظ خصوصیت تصادفی بودن جستجو در نظر گرفته می‌شود. طبق قانون دوم نیوتن، هر جرم در جهت بعد d شتابی می‌گیرد که متناسب است با نیرویی وارد بر جرم در آن جهت، بخش بر جرم i. رابطه (۵) شتاب جرم i در جهت بعد d در زمان t را $a_i^d(t)$ با نشان می‌دهد.

$$a_i^d(t) = \frac{F_i^d(t)}{M_i(t)} \tag{۲۱}$$

سـرعت هر جرم برابر مجمـوع ضریبی از سرعت فعلی جرم و شتاب جرم طبق رابـطه (۶) تعریف می‌شود. موقعیت جدید بعد d از جرم i طی رابطه (۷) محاسبه می‌شود.

$$V_i^d(t+1) = rand_i * V_i^d(t) + a_i^d(t) \quad (۲۲)$$

$$x_i^d(t+1) = x_i^d(t) + V_i^d(t+1) \quad (۲۳)$$

در روابط فوق $v_i^d(t)$ سرعت عامل i در بعد dام و در زمان t و $rand_i$ عددی تصادفی با توزیع یکنواخت در بازه‌ی [0,1] است که برای حفظ خصوصیت تصادفی بودن جستـجو در نظر گـرفته می‌شود. برای تنظیم ضریب گرانش از رابطه (۸) استفاده می‌شود.

$$G(t) = \beta^{-\alpha\frac{t}{T}} \quad (۲۴)$$

در رابطه زیر جرم عامل‌ها بر مبنای تابع هدف تنظیم می‌شود به‌گونه‌ای که به عامل‌های با شایستگی بیشتر جرم بیشتری نسبت داده می‌شود.

$$m_i(t) = \frac{fit_i(t) - worst(t)}{best(t) - worst(t)} \quad (۲۵)$$

در این رابطه $fit_i(t)$ بیانگر میزان برازندگی جرم i در زمان t است. best(t) و worst(t) به ترتیب بیانگر شایستگی قوی‌ترین و ضعیف‌ترین عامل جمعیت در زمان هستند. در نهایت اندازه جرم عامل‌ها طبق رابطه (۱۰) نرمالیزه می‌شود.

$$M_i(t) = \frac{m_i(t)}{\sum_{j=1}^{n} m_j(t)} \quad (۲۶)$$

در مسائل کمینه‌یابی می توان از روابط زیر برای محاسبه بهترین و بدترین عامل ها استفاده کرد.

$$best(t) = \min\{fit_i(t)\} \quad (۲۷)$$

$$worst(t) = \max\{fit_i(t)\} \quad (۲۸)$$

الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات

الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات (PSO) اولین بار توسط ابرهارت و کندی در سال ۱۹۹۵ بر اساس رفتار اجتماعی دسته‌های پرندگان و ماهی‌ها طراحی و مدل شد. این الگوریتم یک تکنیک بهینه‌سازی

است که بر پایه جمعیتی از پاسخ‌های اولیه عمل می‌کند. الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات (PSO) یکی از مهم‌ترین و بهترین الگوریتم‌هایی است که در حوزه‌ی هوش‌مصنوعی معرفی شده است.

در این روش، سیستم با جمعیتی از پاسخ‌های اولیه شروع به کار می‌کند و با حرکت دادن این پاسخ‌ها در طی تکرارهای متوالی، سعی در یافتن پاسخ بهینه دارد. در این الگوریتم هر ذره نماینده‌ی یک جواب مسأله است که به‌طور تصادفی در فضای مساله در حرکت می باشد. تغییر مکان هر ذره در فضای جستجو تحت تاثیر خود و همسایگانش است، بنابراین موقعیت ذرات دیگر روی چگونگی حرکت و جستجوی ذره اثر می گذارد. اساس کار الگوریتم بر این اصل استوار است که هر ذره مکان خود را در فضای جستجو با توجه به بهترین مکانی که تاکنون در آن قرار گرفته و بهترین مکانی که در کل همسایگی اش وجود دارد تنظیم می کند. موقعیت اولیه هر ذره به‌صورت تصادفی در فضای جستجو با یک توزیع یکنواخت در محدوده تعریف مسأله تعیین می‌شود.

هر ذره به‌صورت چندبعدی (بسته به طبیعت مساله) با دو مقدار $x_i^d(t)$, $v_i^d(t)$ که به ترتیب معـــرف وضعیت مکانی و سرعتی مـربوط به بـعـد dام از i امین ذره هستند تعریف می شوند. در زمان‌های بعد موقعیت هر ذره بر مبنای تجربه خودش و نیز همسایگانش تعیین می شود. اگر $x_i^d(t)$ موقعیت بعد dام ذره i در زمان t باشد موقعیت بعدی ذره از جمع موقعیت بعد d ام ذره i در زمان t با سرعت ذره i به‌دست می‌آید. ذرات از طریق بردار سرعت هدایت می‌شوند. در بردار سرعت هم، نتیجه تجربه اجتماعی ذره‌های همسایه و هم تجربه فردی هر ذره دخیل است. هر ذره، سرعت خود را با ترکیب خطی از جز فردی که نشان‌دهنده‌ی استفاده از دانش و تجربه شخصی است و جز اجتماعی که بیانگر تجربیات همسایه‌هاست به‌روزرسانی می‌کند. در جز فردی بهترین موقعیت ذره pbest که تا آن لحظه به آن دست یافته و در جز اجتماعی بهترین موقعیتی که کل ذرات gbest به آن دست یافته‌اند لحاظ می شود.

هر ذره برای رسیدن به بهترین جواب سعی می‌کند موقعیت خود را با استفاده از اطلاعات و روابط زیر تغییر دهد:

موقعیت کنونی $x_{ij}(t)$ ، سرعت کنونی $v_{ij}(t)$ ، فاصله بین موقعیت کنونی و pbest، فاصله موقعیت کنونی و gbest. بدین‌صورت سرعت هر ذره طبق رابطه زیر تغییر می‌کند:

$$v_{ij}(t+1) = w\, v_{ij}(t) + c_1.r_1\left(Pbest_{ij}(t) - x_{ij}(t)\right) + c_2.r_2\left(gbest_j(t) - x_{ij}(t)\right) \qquad (۲۹)$$

که در آن $v_{ij}(t)$، بعد j ام هـر ذره در تکرار t ام است، c_1, c_2 ثوابت مثـبتی هستند که بـرای وزن‌دهی به اجزا خودی و جمعی استفاده می شود و ضرایب شتاب نامیده می شوند. r_1, r_2 اعداد

تصادفی با توزیع بین صفر و یک بوده ($r_{1i}(t), r_{2i}(t) \simeq u(0,1)$) که خاصیت تصادفی بودن الگوریتم را حفظ می کنند. w پارامتر وزن اینرسی می‌باشد.

موقعیت جدید هر ذره از مجموع موقعیت گذشته و سرعت جدید به‌دست می‌آید که بر طبق رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$x_{ij}(t+1) = x_{ij}(t) + v_{ij}(t+1) \qquad (۳۰)$$

٤. برآورد مدل

از آن‌جا که هدف اصلی مقاله به‌کارگیری روش‌های غیرخطی در تفسیر مدل رشد اقتصادی ایران است می‌توان بیان کرد که باتوجه به مبانی نظری و ادبیات موضوع، به‌طور کلی مدل رشد اقتصادی به‌صورت زیر می‌باشد:

$$R = A_0 (ER)^{\alpha_1} (SIY)^{\alpha_2} (P)^{\alpha_3} (OIL_+)^{\alpha_4} (G/GDP)^{\alpha_5} (POP)^{\alpha_6} (openess)^{\alpha_7} \qquad (۳۱)$$

که متغییرهای مورد استفاده در این مدل عبارتند از:

A_0 مقدار ثابت، R : رشد اقتصادی، ER: نرخ ارز غیر رسمی، SIY: نسبت سرمایه به تولید، P : تورم، +OIL: تکانه مثبت نفتی، G/GDP : نسبت مخارج دولت به تولید ناخالص داخلی،POP : جمعیت فعال، OPENNESS : درجه باز بودن اقتصاد.

لازم به ذکر است که داده‌های مورد استفاده از بانک مرکزی، تراز نامه انرژی (سال‌های مختلف) و مرکز آمار ایران به‌دست آمده است. برای برآورد این مدل با دو الگوریتم جستجوی گرانشی و الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات از نرم‌افزار MATLAB به منظور برنامه‌نویسی دو الگوریتم استفاده شده است.

مدل برآورد شده با روش الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) به‌صورت زیر است:

$$R = A_0 (ER)^{\alpha_1} (SIY)^{\alpha_2} (P)^{\alpha_3} (OIL_+)^{\alpha_4} (G/GDP)^{\alpha_5} (POP)^{\alpha_6} (openess)^{\alpha_7} \qquad (۳۲)$$

مدل برآورد شده با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات (PSO) به شکل زیر می‌باشد:

$$R = 1.1738 (ER)^{-0.3027} (SIY)^{0.8244} (P)^{-0.3601} (OIL_+)^{0.2893} (G/GDP)^{0.3406} (POP)^{0.1300} (openess)^{0.9466} \qquad (۳۳)$$

هر دو مدل برآورد شده نشان می‌دهند که متغیر های تکانه مثبت نفتی، نسبت سرمایه به تولید، و نسبت مخارج دولت به تولید ناخالص داخلی، جمعیت فعال و درجه باز بودن اقتصاد بر رشد اقتصادی ایران دارای تأثیر مثبت و متغیرهای نرخ ارز، نرخ تورم دارای تأثیر منفی بر رشد اقتصادی می‌باشند. برای ارزیابی عملکرد دو مدل برآورد شده از طریق دو الگوریتم از چهار معیار میانگین مجذور خطا[1](MSE)، جذر میانگین انحراف معیار[2](RMSE)، میانگین درصد خطای مطلق [3](MAPE) و میانگین خطای مطلق[4](MAE) انجام گردیده است. این معیارها به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

جدول شماره ۳: معیارهای ارزیابی و انتخاب مدل

میانگین مجذورخطا	(۷)	$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y-\hat{y})^2}{n}$
درصد خطای مطلق	(۸)	$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left\lvert\frac{y-\hat{y}}{y}\right\rvert}{n}$
میانگین خطای مطلق	(۹)	$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n}\lvert y-\hat{y}\rvert}{n}$

در روابط فوق n نشانگر تعداد مشاهدات است.

با بررسی و مقایسه نتایج به‌دست آمده از برآورد مدل فوق توسط الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) و الگوریتم بهینه سازی انبوه ذرات نتایج زیر به‌دست آمد:

جدول شماره (٤): مقایسه عملکرد مدل‌های برآورد شده با الگوریتم جستجوی گرانشی*GSA* و الگوریتم *PSO*

الگوریتم	الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات(PSo)				الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA)			
معیار	MSE	RMSE	MAPE	MAE	MSE	RMSE	MAPE	MAE
نتایج	۰/۰۱۳۹	۰/۱۱۷۸	۲/۲۰۸۵	۰/۰۸۳۴	۰/۰۰۴۱	۰/۰۶۳۷	۱/۱۸۹۰	۰/۰۵۱۰

منبع:نتایج تحقیق

1. Mean Squar Error
2. Root of Mean Squar Error
3 .Mean Absolute Precent Error
4. Mean Absolute Error

با توجه به جدول ۴ نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که خطای برآورد مدل همواره در الگوریتم GSA کمتر از الگوریتم PSO بوده است. بنابراین برای بررسی عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی ایران مدل برآورد شده با روش الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA)، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله ابتدا با استفاده از دو الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات و الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) مدل رشد اقتصادی ایران برآورد گردید که با توجه به معیارهای ارزیابی، مدل برآورد شده با روش الگوریتم جستجوی گرانشی (GSA) انتخاب شده است. با توجه به اینکه هدف اصلی مقاله بررسی آثار تکانه‌های مثبت نفتی بوده است، مدل کاملی برای رشد اقتصادی ایران در نظر گرفته و در آن تأثیر تکانه‌های نفتی دیده شده است. نتایج نشان می‌دهد که متغیر نرخ ارز (به‌دلیل اتکای فرایند تولید به واردات ماشین‌آلات) و متغیر نرخ تورم باعث کاهش رشد اقتصادی می‌شوند. متغیرهای نسبت سرمایه به تولید، جمعیت فعال، درجه باز بودن اقتصاد و نسبت مخارج دولت به تولید ناخالص داخلی، تأثیر مثبتی بر رشد اقتصادی داشته‌اند. تأثیر مثبت متغیر تکانه نفتی بر رشد اقتصادی بیانگر نقش درآمدهای مثبت نفتی بر فرآیند شکل‌گیری رشد تولید ناخالص داخلی می‌باشد. از آنجا که ساختار تأثیر تکانه‌های نفتی بر رشد به صورت غیرخطی است و الگوریتم‌های جستجوی ابتکاری نیز مسیر غیرخطی را دنبال می‌کنند ضمن صحه گذاشتن بر تأثیر تکانه‌های نفتی بر رشد اقتصادی می‌توان پیشنهاد نمود که بدون ترس از بیماری هلندی دنبال کردن روند صعودی درآمدهای نفتی می‌تواند پیام‌آور رشد اقتصادی باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

- ابریشمی، حمید؛ مهرآرا، محسن؛ غنیمی‌فرد، حجتا... و کشاورزیان، مریم(۱۳۸۷)،"اثر نوسانات قیمت نفت بر رشد اقتصادی کشورهای عضوOECD به وسیله تصریح غیرخطی قیمت نفت"، مجله دانش و توسعه، سال پانزدهم، شماره ۲۲.
- اقبالی، علیرضا و حلافی، حمیدرضا(۱۳۸۴)،"تحلیلی بر اثر شوک نفتی بر اقتصاد ایران: آیا باید منتظر ابتلا به بیماری هلندی بود"، فصلنامه اقتصاد سیاسی، سال دوم، شماره۷.
- امامی‌میبدی، علی؛ خضری، محسن و اعظمی، آرش(۱۳۸۸)، "شبیه‌سازی تابع تقاضای انرژی در ایران با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی انبوه ذرات(PSO)"، مطالعات اقتصاد انرژی بهار ۱۳۸۸; ۶(۲۰):۱۴۱-۱۵۹.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، گزارش سالانه و ترازنامه سال‌های مختلف.
- بهرامی، جاوید؛ اصلانی، پروانه(۱۳۹۰)،"بررسی آثار شوک‌های نفتی بر سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در مسکن در یک الگوی تعادل عمومی تصادفی پویا مبتنی بر ادوار تجاری حقیقی"، فصلنامه تحقیقات مدل سازی اقتصادی، شماره ۴.
- حسینی، سیدصفدر و تهامی‌پور، مرتضی(۱۳۸۸)،"اندازه‌گیری اثر شوک قیمتی نفت بر نرخ تورم در ایران"، نشریه انرژی در ایران، سال دوازدهم، شماره۴.
- خوش‌اخلاق، رحمان و موسوی‌محسنی، رضا(۱۳۸۵)،"شوک‌های نفتی و پدیده بیماری هلندی در اقتصاد ایران: یک الگوی محاسبه‌پذیر تعادل عمومی"، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره۷۷.
- شاکری، عباس و مالکی، امین(۱۳۸۹)،"آزمون رابطه رشد صادرات غیر نفتی و رشد اقتصادی در ایران"، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال هجدهم، شماره۵۳.
- رحمانی، تیمور و موسوی‌محسنی، رضا(۱۳۸۵)،"تحلیلی از نفرین منابع طبیعی و رانت‌جویی بر توزیع درآمد در کشورهای منتخب نفت‌خیز"، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره۸۹
- کمیجانی، اکبر و اسدی‌مهماندوستی، الهه(۱۳۸۹)،"سنجشی از تاثیر شوک‌های نفتی و سیاست‌های پولی بر رشد اقتصادی ایران"، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره۹۲.
- مرادپوراولادی، مهدی؛ ابراهیمی، محسن و عباسیون، وحید(۱۳۸۷)،"بررسی اثر عدم اطمینان نرخ ارز واقعی بر سرمایه گذاری بخش خصوصی"، فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی ایران، دانشگاه علامه طباطبایی، سال دهم، شماره ۳۵.
- نظری، محسن و مبارک، اصغر(۱۳۸۹)،"وفور منابع طبیعی، بیماری هلندی و رشد اقتصادی در کشورهای نفتی"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی"، سال هفتم، شماره ۲۷.
- Behrang M.A., Assareh E., Ghalambaz M., Assari M.R., Noghrehabadi A.R.,(2011). Forecasting future oil demand in Iran using GSA (Gravitational Search Algorithm) Energy, Volume 36, Issue 9, September Pages 5649-5654.
- Aliyu, S.,(2009.) "Impact of Oil Price Shock and Exchange Rate Volatility on Economic Growth in Nigeria: An Empirical Investigation", "Research Journal of International Studies", 11: 4-15.

- Berument, H. & Ceylan, N. B. (2004). The Impact of Oil Price Shocks on the Economic Growth of the Selected MENA Countries, *Working Paper, Bilkent University*
- Esmat Rashedi, Hossein Nezamabadi-pour, Saeid Saryazdi,(2009)," GSA: A Gravitational Search Algorithm", Information Sciences 179, 2232–2248.
- Haghiri، F. Behrooznia، A. Rezazadehkarsalari، A.(2011)" The Effects of Exchange Rate Fluctuations on Real GDP in Iran" Inc. 2011 Issue 26, pp.6-18
- Hunt, B., P. Isard and D. Laxton.(2001). The Macroeconomic Effects of Higher Oil Prices. IMFWorking ISSN 1456-5889 Paper 01/14. Washington: Internationaler Wa‹hrungsfonds.
- Kennedy,J. and Eberhat, R. C. "Particle Swarm Optimization", in proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, Piscataway: IEEE, pp. 1942-1948, 1995
- Korhenen، K . And Mehrotra، A.(2009)" Real exchange rate output oil: case of four large energy producers" ISBN 978-952-462-967-6
- Korhonen, I., Mehrotra, R. N. (2009), "Real exchange rate, output and oil: Case of four large energy producers," Institute for Economies in Transition, BOFIT Discussion papers from Bank of Finland, Number 6
- Mehrara ، M. Mesbahi، M. And Rezazadeh karsalari A (2011) "The Relationship among Oil Shocks", Housing Investment and Economic Activities in Iran Based on Structural VAR Approach Issue 30(2011), pp. 113-124
- Zahra (Mila) Elmi and Mahboobeh Jahadi "Oil Price Shocks and Economic Growth: Evidence from OPEC and OECD "5(6): 627-635, 2011
- Unler،A،2008. Improvement of energy demand forecasts using swarm intelligence: "The case of Turkey with projections to 2025". Energy policy 36, 1937-1944

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی