فصلنامه پژوهش‌های پولی-بانکی
سال هفتم، شماره ۲۲، زمستان ۱۳۹۳
صفحات ۵۳۳-۵۶۸

تکانه‌های قیمت نفت و سیاست پولی در ایران: با رویکرد کینزی جدید

مریم فرجی [*]
زهرا افشاری [†]
ایلناز ابراهیمی [‡]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۰۸

چکیده

تکانه‌های قیمت نفت، عمده‌ترین منبع نوسانات اقتصادی در کشورهای صادرکننده‌ی نفت همچون ایران می‌باشد. همچنین، سیاست پولی مناسب می‌تواند در کاهش نوسانات نامطلوب چنین تکانه‌هایی، نقش مهمی را ایفا نماید. در این مقاله، با هدف شناسایی قاعده سیاست پولی بهینه در مواجهه با تکانه‌ی قیمت نفت، یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی چندبخشی تحت رویکرد کینزی جدید، با تأکید بر بهینه‌سازی بخش نفت و لحاظ یارانه بر قیمت انرژی برای اقتصاد ایران طراحی شده است. الگو به روش بیزین تخمین زده شده و سپس برای ارزیابی تأثیر قواعد سیاست پولی متفاوت استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در دوره زمانی ۱:۱۳۶۷ تا ۱:۱۳۹۱، از میان سه قاعده پولی مختلف مورد ملاحظه یعنی هدف‌گذاری تورم مصرف‌کننده، هدف‌گذاری تورم تولیدکننده و هدف‌گذاری نرخ ارز حقیقی، هدف‌گذاری تورم تولیدکننده مؤثرترین قاعده در تثبیت تورم بوده است. به‌علاوه چنین قاعده‌ای، کمترین زیان رفاهی را به‌همراه داشته است.

واژه‌های کلیدی: قاعده سیاست پولی، مدل تعادل عمومی پویای تصادفی چندبخشی، اقتصاد صادرکننده نفت
طبقه‌بندی JEL: C3، C6، D5، E5

[*] دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه الزهرا؛ maryamfaraji@hotmail.com (نویسنده مسئول)
[†] استاد اقتصاد، دانشگاه الزهرا؛ afsharizah@gmail.com
[‡] استادیار، گروه پولی و ارزی، پژوهشکده پولی و بانکی؛ ilnazebrahimi@yahoo.com

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

۱ مقدمه

تدوین یک قاعده پولی متناسب با شرایط اقتصادی در کشورهایی نظیر ایران که در معرض شوک‌های مختلفی از جمله شوک نفتی قرار دارند از اهمیت بسزایی برخوردار است. با توجه به متکی بودن بودجه دولتی ایران به درآمدهای نفتی به عنوان یک منبع درآمدی برون‌زا، تغییرات در قیمت نفت تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر اقتصاد ایران دارد. در واقع بسیاری از کشورهای صادرکننده نفت همانند ایران به درآمدهای صادراتی نفتی اتکاء شدیدی دارند و چشم‌انداز رشد اقتصادی آن‌ها وابستگی زیادی به قیمت نفت به‌عنوان یک شوک خارجی دارد؛ در نتیجه در این کشورها امکان وقوع سیکل‌های تجاری درمقایسه با سایر اقتصادهای باز کوچک، بیشتر خواهد بود. درچنین شرایطی، تعیین استراتژی سیاست پولی مناسب از سوی بانک مرکزی می‌تواند در کاهش آثار منفی چنین شوکی، نقش مهمی را ایفاء نماید به‌گونه‌ای که به‌دنبال شوک مثبت قیمت نفت، تورم ناشی از افزایش درآمدها و فشار تقاضا را تحت کنترل درآورده و در عین حال به رشد اقتصادی نشات گرفته از این درآمدها کمک نماید. براین اساس، هدف از این پژوهش این است که به‌دنبال شوک مثبت قیمت نفت، قاعده سیاست پولی مناسب به‌گونه‌ای انتخاب شود که منجر به حداقل شدن تابع زیان بانک مرکزی و نیز ثبات بیشتر در متغیرهای مهم اقتصادی گردد.

در ادبیات اقتصادی، یک شوک افزایش قیمت نفت اثر منفی بر اقتصاد کلان کشورهای واردکننده نفت دارد و به‌عنوان یک شوک منفی عرضه، منحنی عرضه کل اقتصاد را به سمت چپ انتقال می‌دهد بنابراین از یک سو افزایش در سطح قیمت‌ها و از سوی دیگر کاهش در تولید و اشتغال را بوجود می‌آورد؛ به این دلیل که نفت یک عامل تولید در بیشتر صنایع است، افزایش در قیمت نفت، هزینه تولید را افزایش داده و در نتیجه باعث کاهش در تولید و ظاهرشدن اثر فشار هزینه‌ای می‌شود. اما چنین نتیجه‌گیری براین فرض استوار است که اقتصاد موردنظر هیچ‌گونه صادرات نفتی نداشته باشد؛ در کشورهای تولیدکننده نفت، شوک قیمت نفت دارای آثار دیگری نیز می‌باشد؛ درچنین اقتصادهایی شوک قیمت نفت باعث یک اثر ثروت مثبت از طریق بهبود رابطه مبادله و اثر فشار تقاضا نیز می‌شود که بر پویایی‌های تورم در این کشورها و رابطه کوتاه‌مدت بین تورم و بیکاری در اقتصاد تأثیرگذار است، بنابراین تعیین قاعده سیاست پولی به‌نحوی که در کوتاه‌مدت قادر به تثبیت تورم و کمک به رشد اقتصادی باشد، موضوعیت می‌یابد. در مورد اقتصاد ایران، مطالعات زیادی در زمینه تعیین قاعده سیاست بهینه پولی انجام نشده است. ابراهیمی (۱۳۸۹)، با طراحی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، آثار شوک‌های نفتی و پولی را بر اقتصاد

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

ایران مورد مطالعه قرار داده است. در این پژوهش، تعیین نرخ رشد حجم پول به‌عنوان قاعده سیاست‌گذاری پولی در نظر گرفته شده است. توکلیان (۱۳۹۱)، قاعده‌ای را در یک مدل DSGE برای اقتصاد ایران معرفی کرده است که شباهت بسیاری به قاعده تیلور دارد؛ اما برخلاف قاعده تیلور که نرخ بهره را ابزار درنظر می‌گیرد، این قاعده نرخ رشد حجم پول را ابزار سیاست‌گذاری پولی اقتصاد ایران درنظر می‌گیرد. ربیع همدانی و پدرام (۱۳۹۲)، با طراحی یک الگوی DSGE، سیاست بهینه پولی اقتصاد ایران را جهت تثبیت آثار شوک قیمت نفت خام در چارچوب قاعده رمزی و قاعده ساده بهینه مورد شناسایی قرار داده‌اند. نتیجه اصلی بدست آمده نشان می‌دهد که قاعده سیاست پولی مبتنی بر تورم هسته‌ای از نظر کاهش واریانس متغیرهای کلیدی و کاهش هزینه‌های رفاهی، دارای عملکرد بهتری می‌باشد.

در این پژوهش با توجه به ساختار مدل - که از یک سو، نفت به‌عنوان عامل تولید و نیز مهم‌ترین منبع درآمدهای صادراتی در اقتصاد ایران نقش دارد و از سوی دیگر، بدلیل وجود برخی ناکارایی‌های ناشی از چسبندگی‌های قیمت در کوتاه‌مدت که باعث می‌شود دخالت سیاستی برای مقابله با شوک‌های نفتی نوعی جایگزینی بین تورم و شکاف تولید ایجاد نماید که بحث دخالت مقام پولی در اقتصاد و امکان اثرگذاری سیاست پولی را بر تولید و اشتغال در کوتاه‌مدت مطرح می‌سازد - به تعیین قاعده سیاست پولی ساده بهینه از سوی بانک مرکزی در مواجهه با شوک‌های مثبت قیمت نفت پرداخته می‌شود. همچنین از آنجایی که الگوسازی اقتصادی در چارچوب الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی، یکی از بهترین ابزارها برای شناخت مکانیسم انتشار شوک‌های مختلف بویژه شوک‌های نفتی و اثرات نهایی آن بر عملکرد متغیرهای کلان اقتصادی جهت اتخاذ سیاست مناسب می‌باشد؛ بدین منظور الگو بنا بر ویژگی‌های اقتصاد ایران به‌عنوان یک اقتصاد باز کوچک[1] صادرکننده نفت ساخته می‌شود یعنی یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی چندبخشی[2]- واژه چندبخشی تنها از این منظر لحاظ می‌گردد که بخش تولیدی خود به چندین بخش تفکیک می‌شود. - با حضور بخش نفت در کنار بخش غیرنفتی، بخش واردات و بخش کالای نهایی که در آن، نفت خام صادر و نفت پالایش شده به‌عنوان نهاده در تولید غیرنفتی با قیمت یارانه‌ای (کمتر از قیمت جهانی) مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین منظور در بخش نخست، مروری بر

[1] فرض بر این است که تصمیمات این کشور، تأثیری بر قیمت‌های جهانی نفت نداشته و قیمت آن برای اقتصاد داخلی برون‌زا محسوب می‌شود.

[2] Multi Sectors Dynamic Stochastic General Equilibrium(MDSGE)

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

مطالعات انجام شده و مبانی نظری صورت می‌گیرد. در بخش دوم، یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی چندبخشی طراحی می‌شود. در بخش سوم، پس از لگاریتم- خطی سازی سیستم معادلات تعادل عمومی پویای تصادفی، روش حل و تخمین پارامترهای الگو برمبنای روش بیزین ارائه می‌شود. در بخش چهارم، به مقایسه قواعد متفاوت سیاست پولی ساده از نظر عملکرد تثبیتی و مقدار تابع زیان بانک مرکزی پرداخته می‌شود، سرانجام نتیجه‌گیری بر اساس یافته‌ها و در چارچوب الگو، موضوع بخش پایانی خواهد بود.

۲ مروری بر مطالعات انجام شده و مبانی نظری

۱.۲ مروری بر مطالعات انجام شده

مدینا و سوتو[1] (۲۰۰۵) در پژوهش خود به ارائه یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی در چارچوب مکتب نیوکینزی برای اقتصاد شیلی می‌پردازند. در این مقاله، در ابتدا اثر شوک قیمت نفت بر نوسانات تولید و تورم در اقتصاد شیلی با بکارگیری تکنیک بیزین بررسی شده است که نتایج الگو حاکی از آن است که یک افزایش در قیمت واقعی نفت، منجر به کاهش تولید و افزایش تورم شده‌است. همچنین با شبیه‌سازی عکس‌العمل سیاست پولی در مقابل شوک نفتی که بیشترین شباهت را به رفتار بانک مرکزی شیلی در گذشته داشته است، این نتیجه بدست می‌آید که بانک مرکزی این کشور درگذشته از نوعی تابع عکس‌العمل سیاستی تیلور پیروی کرده و در مقابل انحرافات تورم هسته‌ای از مقدار هدف آن عکس‌العمل نشان داده است و چنانچه بانک مرکزی به تثبیت کامل نرخ تورم به هنگام وقوع تکانه نفتی تصمیم بگیرد افت شدیدی در تولید مشاهده خواهد شد.

پیریس و ساکسگارد[2] (۲۰۰۷)، با استفاده از الگوی DSGE به تحلیل سیاست‌های پولی در کشورهای کم‌درآمد با استفاده از داده‌های کشور موزامبیک پرداخته‌اند. در این پژوهش، سه قاعده مختلف هدف‌گذاری تورم مصرف‌کننده، تورم تولیدکننده و میخکوب کردن نرخ ارز بررسی شده‌است. نتایج حاکی از آن است که میخکوب کردن نرخ ارز بطور معناداری در مقایسه با هدف‌گذاری تورم در ایجاد ثبات در بخش واقعی اقتصاد موفقیت کمتری داشته است. همانطور که در ادبیات مربوط به کشورهای پیشرفته و بازارهای نوظهور وجود دارد.

[1] Medina and Soto
[2] Peiris and Saxegaard

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

تونی کاوولی[1] (۲۰۰۸)، به بررسی تأثیر عواملی مثل درجه باز بودن اقتصاد بر اتخاذ قاعده بهینه سیاست پولی و ضرورت دخالت بانک مرکزی در بازار ارز پرداخته است. سیاست‌های مورد بررسی شامل هدف‌گذاری تورم داخلی، هدف‌گذاری تورم CPI و هدف‌گذاری نرخ ارز حقیقی است که در همه آن‌ها ابزار سیاست پولی، نرخ بهره اسمی می‌باشد. در پایان این نتیجه حاصل شده است که گرچه هیچ اجماع مشخصی در خصوص بهترین سیاست پولی وجود ندارد و طبیعتاً هر تکانه‌ای مستلزم واکنش سیاستی خاص خود می‌باشد ولی در شرایط باز بودن کامل اقتصادی، سیاست پولی هدف‌گذاری نرخ تورم CPI بر سیاست پولی هدف‌گذاری تورم داخلی ترجیح داده می‌شود.

ایزنمن و هوچیسن[2] (۲۰۰۸)، با بررسی ماهیت رژیم هدف‌گذاری تورم در شانزده اقتصاد در حال گذار با بازارهای نوظهور، تأکید می‌کنند که ملاحظات خارجی باید در سیاست بانک مرکزی این کشورها نقش مهمی داشته باشد بویژه کشورهایی که صادراتی با محوریت مواد خام دارند و بیشتر تحت تأثیر شوک‌های تجاری و رابطه مبادله قرار دارند باید عکس‌العمل بیشتری به تحرکات نرخ ارز حقیقی نشان دهند از آن جهت که اقتصادهای نوظهور از سطح پایینی از توسعه بازارهای مالی برخوردارند،- که از روی ابزارهای محدود و روابط ضعیف آن، هویدا می‌شود.- بنابراین شرایط برای این کشورها بگونه‌ای رقم می‌خورد که نتوانند نقش اساسی برای ایجاد ثبات در تولید داخلی بدنبال شوک‌های خارجی ایفا نمایند، بر این اساس در این الگو، با برقراری رابطه‌ای بین نوسانات خارجی و نقش نرخ ارز حقیقی در قاعده سیاست بهینه، در نهایت این نتیجه حاصل شده است که در اقتصادهای نوظهور پیرو قاعده هدف‌گذاری تورم، از یک استراتژی ترکیبی برای هدف‌گذاری تورم استفاده می‌شود بگونه‌ای که بانک‌های مرکزی تلاش می‌کنند تا بطور همزمان هردوی تورم و نرخ ارز حقیقی را هدف‌گذاری کنند گرچه چنین اهدافی همیشه بایکدیگر سازگار نمی‌باشد.

آلگرت و بن خوجا[3] (۲۰۱۱)، به بررسی اثرات پویای شوک‌های خارجی (شوک قیمت نفت، شوک نرخ ارز و شوک تورم خارجی) در اقتصاد الجزایر با استفاده از تکنیک بیزی و در قالب یک الگوی DSGE نیوکینزی می‌پردازند. نتایج حاکی از آن است که پس از یک شوک مثبت قیمت نفت، متغیرهای کلان اقتصادی مصرف، سرمایه‌گذاری، تورم و تولید غیرنفتی

[1] Toni Cavoli
[2] Aizenman and Hutchison
[3] Allegret and Benkhodja

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

افزایش می‌یابد درحالیکه تولید بخش نفت (بدلیل عضویت در اوپک و عدم امکان تنظیم آزادانه عرضه نفت نسبت به تغییرات قیمت نفت) کاهش می‌یابد. در ادامه تلاش شده است تا با محاسبه هزینه‌های رفاهی، قاعده بهینه سیاست پولی بدنبال هریک از این شوک‌های خارجی بدست آید. نتایج نشان می‌دهد سیاست پولی هدف‌گذاری تورم هسته‌ای در سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۹۰، بهترین سیاست پولی برای تثبیت تورم و تولید در اقتصاد الجزایر بدنبال شوک قیمت جهانی نفت بوده است همچنین این قاعده شاخص رفاه را نیز بیش از قواعد سیاستی دیگر بهبود بخشیده است.

در ایران، خلیلی عراقی، شکوری گنجوی و زنگنه (۱۳۸۸) با استفاده از روش کنترل بهینه، قاعده سیاست بهینه پولی را برای اقتصاد ایران استخراج کرده‌اند که در آن سیاست‌گذار از نرخ بهره به‌عنوان ابزار سیاستی استفاده می‌کند بدین منظور نوعی مدل دینامیک تصادفی شامل انتظارات عقلایی برای اقتصاد ایران ارائه شده که نتایج این پژوهش نشان می‌دهد رفتار بهینه سیاست‌گذار این است که نرخ بهره را در پاسخ به نوسان مثبت در تورم، تولید و حجم پول، افزایش و در پاسخ به تکانه‌ی تکنولوژی کاهش دهد.

شاهمرادی و ابراهیمی (۱۳۸۹) به ارزیابی اثرات سیاست‌های پولی در قالب یک الگوی DSGE نیوکینزی برای اقتصاد ایران پرداخته‌اند. در این پژوهش برای نرخ رشد ناخالص پول قاعده‌ای در نظر گرفته شده که در آن علاوه بر تغییراتی که در اثر تصمیمات مستقل پولی در نرخ رشد پول ایجاد می‌شود، شوک‌های وارد شده بر درآمدهای نفتی نیز، نرخ رشد پول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد در حالتی که هیچ چسبندگی در مدل وجود نداشته باشد، شوک رشد پول هیچ اثری بر متغیرهای حقیقی نداشته و تنها بر نرخ تورم اثرگذار است ولی پس از وارد شدن چسبندگی‌های اسمی در مدل، اثر شوک‌های پولی در نوسانات متغیرهای حقیقی به‌خوبی مشهود می‌شود.

بهرامی و قریشی (۱۳۹۰)، یک الگوی DSGE برای تبیین سیاست‌گذاری پولی در اقتصاد ایران طراحی نموده‌اند که در آن سیاست‌گذار پولی قادر به تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب یکی از دو هدف کنترل نرخ تورم و یا کنترل نرخ ارز برای هدایت سیاست پولی است. ابزارهای بانک مرکزی برای دستیابی به این دو هدف شامل کنترل اعتبارات اعطایی پرداختی و دخالت در بازار ارز است. نتایج الگو پس از کالیبراسیون پارامترها حاکی از آن است که در صورت بروز شوک درآمد نفتی، سناریوی هدف‌گذاری تورم نوسان کمتری در متغیرهای مصرف، تولید غیرنفتی، حجم پول و نرخ تورم ایجاد می‌کند.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

۲.۲ مبانی نظری

در کشورهای صادرکننده نفت، ثبات عملکرد اقتصادی بدلیل اتکاء زیاد به درآمدهای نفتی و سهم بالای صادرات نفتی از تولید ناخالص ملی بشدت به بخش نفت وابستگی دارد بعبارتی نفت در این کشورها فراتر از یک عامل تولید است، زیرا تغییر در قیمت نفت خام در کشورهای صادرکننده نفت به‌دلیل بهبود رابطه مبادله، باعث افزایش درآمد ملی اقتصاد و کسب درآمدهای هنگفت بصورت ثروتی بادآورده می‌شود که از جمله پیامدهای آن کاهش نرخ ارز حقیقی می‌باشد که سبب افزایش قیمت کالاهای جانشین واردات شده که در نهایت، لطمه دیدن تولیدکنندگان داخلی را بدنبال دارد، زیرا افزایش تورم داخلی باعث افزایش هزینه تولیدکنندگان می‌شود و از سوی دیگر، کالایی را تولید می‌کنند که رقیب خارجی ارزان‌تر تولید می‌کند در نتیجه در صحنه بین‌المللی توان رقابتی خود را از دست داده و دچار رکود می‌شوند. در واکنش به چنین شرایطی، سیاست‌گذار پولی بسته به انتخاب نوع قاعده سیاست پولی همچون هدف‌گذاری تورم شاخص قیمت مصرف‌کننده، هدف‌گذاری تورم شاخص قیمت تولیدکننده و هدف‌گذاری نرخ ارز حقیقی می‌تواند از هر دو منظر تثبیت اقتصادی و زیان اجتماعی نتایج متفاوتی به بار آورد، بنابراین تعیین قاعده سیاست پولی بهینه موضوعیت می‌یابد؛ سیاست پولی بهینه عبارت است از استخراج یک قاعده رفتاری بهینه که براساس آن بانک مرکزی سیاست پولی خود را تنظیم و اعمال می‌نماید. در روش سیاست پولی بهینه، تابع هدف بانک مرکزی که تابع زیان[1] نیز نامیده می‌شود شامل متغیرهایی است که وجود هرکدام از آن‌ها سبب عدم کارایی در نظام اقتصادی شده و به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان هزینه وارد می‌کند که از مهم‌ترین این متغیرها، انحراف تورم و تولید از مقادیر بالقوه می‌باشد. همچنین در تعیین تابع زیان، وزنی که بانک مرکزی به هر کدام از متغیرها می‌دهد بیانگر اهمیت متغیرها می‌باشد، این وزن بصورت ضریبی در پشت متغیرها در تابع زیان وارد می‌شود.[2] بنابراین آنچه در تابع زیان وارد می‌شود مجموع حاصلضرب توان دوم انحراف متغیرها از میزان هدف در وزن آن‌ها می‌باشد که در حالت کلی می‌توان تابع زیان را به شکل $L_t=\sum_{i=1}^{n} \lambda_i \, (x_{it} - x_i^*)^2$ نوشت که در این رابطه L_t تابع

[1] Loss function

[2] به عنوان مثال اگر در تابع زیان دو متغیر انحراف تولید و نرخ تورم وجود داشته باشد و برای بانک مرکزی هدف نرخ تورم از هدف تولید اهمیت بیشتری داشته باشد، در این صورت وزن بیشتری به نرخ تورم داده می‌شود.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

زیان در زمان t، λ_i وزن تخصیص داده شده به متغیر i ام، x_{it} وضعیت متغیر i ام در زمان t، x_i^* مقدار هدف متغیر x_{it} و n تعداد متغیرهاست. بنابراین در قواعد سیاستی بهینه ساده، سیاست‌گذار تنها به متغیرهای قابل مشاهده و تعیین شده واکنش نشان می‌دهد، این قواعد سیاستی بهینه می‌توانند به بانک مرکزی در واکنش به تکانه‌های خاص کمک شایان توجهی نمایند که مقدار زیان هر یک از قواعد ساده سیاستی را می‌توان با استفاده از دستور OSR[1] در نرم‌افزار داینر[2] بدست آورد.

وجود برخی ناکارایی‌ها ناشی از چسبندگی قیمت کالاهای تولید داخل و نیز کالاهای وارداتی باعث می‌شود نوعی جایگزینی بین تورم و شکاف تولید یعنی تفاوت تولید جاری با تولید بالقوه بروز نماید بنابراین بحث دخالت مقام پولی در اقتصاد و امکان اثرگذاری سیاست پولی بر تولید و اشتغال در کوتاه‌مدت موضوعیت می‌یابد بر این اساس در ادبیات مرتبط با اقتصاد باز، تلاش شده است تا پاسخی به این پرسش داده شود که کدام تورم – CPI یا PPI- باید به‌عنوان متغیر هدف توسط بانک مرکزی درنظر گرفته شود. به‌طوری‌که از منظر عملی، به‌نظر می‌رسد اجماع نسبتاً قاطعی در میان بانک‌های مرکزی کشورهای پیشرفته وجود دارد که هدف‌گذاری صحیح همان هدف‌گذاری تورم CPI می‌باشد بویژه همانطور که توسط برنانکه و مشکین[3] (۱۹۹۷) بیان شده است از آغاز سال ۱۹۹۰، کشورهایی همچون نیوزلند، استرالیا، کانادا، فنلاند، اسپانیا و انگلستان، به شیوه آشکاری از هدف‌گذاری تورم CPI پیروی نموده‌اند. (کامپولمی[4]، ۲۰۰۶). در مقابل، از منظر نظری، پاسخ قاطعی همچنان به این پرسش داده نشده است به‌طوری‌که دورو و یتمن[5] (۲۰۱۴)، مهم‌ترین فروض لازم برای قاعده استاندارد هدف‌گذاری تورم CPI را گذار کامل نرخ ارز[6]، برقراری قاعده قیمت‌های واحد و برقراری رابطه نرخ بهره پوشش داده نشده می‌داند که فرانکل[7] (۲۰۱۱)، معتقد است فروض فوق معمولاً برای کشورهای در حال توسعه برقرار نمی‌باشد. از نظر وی، اقتصادهای در حال توسعه و صادرکننده مواد اولیه، بشدت تحت

---

[1] Optimal Simple Rule(OSR)
[2] Dynare
[3] Bernanke and Mishkin
[4] Campolmi
[5] Deverux and Yetman
[6] Perfect Exchange Rate Pass-Through
[7] Frankel

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

تأثیر شوک‌های قیمت کالاهای وارداتی و صادراتی و بنابراین نرخ‌های ارز بین‌المللی می‌باشند که به‌دلیل گذار کامل نرخ ارز، به‌سرعت در سطح عمومی قیمت کالا و خدمات مصرف‌کننده در داخل کشور ظاهر می‌شود. بنابراین تورم CPI تحت تأثیر شوک‌های خارجی به‌صورت برون‌زا نوسان می‌کند؛ پس راهکار مناسب در چنین شرایطی، هدف‌گذاری شاخص قیمتی است که منعکس‌کننده قیمت سبدی از کالاها و خدمات تولید شده در داخل می‌باشد. این شاخص قیمت تولیدکننده باید جایگزین شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی در اقتصاد صادرکننده مواد اولیه شود. اما نقطه ضعف این نوع هدف‌گذاری این است که کارگزاران اقتصادی نمی‌توانند فهم ملموسی از این نوع تورم داشته باشند و این خلاف اصل شفافیت در خصوص شاخصی است که نظارت و پیگیری آن برای عموم امکان‌پذیر باشد. به‌هرحال مطالعات فراوان در مورد کشورهای صادرکننده نفت نشان می‌دهد که هدف‌گذاری تورم تولیدکننده و یا هدف‌گذاری تورم هسته‌ای[1] از نظر هر دو معیار رفاه اجتماعی و تثبیت کلان اقتصادی، عملکرد بهتری داشته است. علاوه بر اینکه تونی کاولی (۲۰۰۸) و ایزنمن و هوچیسن (۲۰۰۸) در مطالعات خود نشان می‌دهند کشورهایی که صادراتی با محوریت مواد خام دارند و بیشتر تحت تأثیر شوک‌های تجاری و رابطه مبادله قرار دارند باید عکس‌العمل بیشتری به انحرافات نرخ ارز حقیقی نشان دهند و سیاست پولی که در آن سیاست‌گذار به تغییرات نرخ ارز حقیقی واکنش نشان می‌دهد به کاهش زیان اجتماعی و تثبیت اقتصادی کمک می‌کند.

بر این اساس، مقاله حاضر با طراحی الگویی برمبنای دیدگاه‌های نیوکینزی- با لحاظ چسبندگی در قیمت‌ها و وجود بازار رقابت ناقص- بدنبال شوک مثبت قیمت نفت، سه نوع قاعده سیاست پولی (هدف‌گذاری تورم شاخص قیمت مصرف‌کننده، هدف‌گذاری تورم شاخص قیمت تولیدکننده و هدف‌گذاری نرخ ارز حقیقی) را از هر دو منظر تثبیت اقتصادی و مقدار تابع زیان بانک مرکزی مورد مقایسه قرار می‌دهد. همچنین از آنجایی که الگوسازی اقتصادی در چارچوب الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی، یکی از بهترین ابزارها برای

---

[1] Core inflation

در تورم هسته‌ای (هسته مرکزی تورم)، کالاهایی که قیمت آن‌ها دستخوش تغییرات عمده‌ای می‌شوند در محاسبه وارد نمی‌شوند و یا مکانیزم ورود آن‌ها به‌چرخه محاسبه از روش‌های خاصی پیروی می‌کند؛ بر این اساس حذف گروه خوراکی‌ها و آشامیدنی‌ها و حامل‌های انرژی از شاخص قیمت مصرف‌کننده از جمله متداول‌ترین روش‌هایی است که در کشورهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد و BLS (Beareu Of Labor Statistics) نیز آن را منتشر می‌کند.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

شناخت مکانیسم انتشار شوک‌های مختلف بویژه شوک‌های نفتی و اثرات نهایی آن بر عملکرد متغیرهای کلان اقتصادی می‌باشد؛ - یعنی الگوهایی که می‌کوشد به توضیح پدیده‌های اقتصادی بر پایه مدل‌های کلان اقتصادی که از اصول اقتصاد خرد استخراج شده‌اند بپردازد- این پژوهش در قالب یک مدل MDSGE نیوکینزی صورت می‌پذیرد.

۳ الگو

در این پژوهش با بهره‌گیری از مدل‌های مدینا و سوتو (۲۰۰۵) و آلگرت و بن خوجا (۲۰۱۱)، هدف ساختن یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی برای ایران به عنوان یک اقتصاد صادرکننده نفت است که بتواند راهنمایی برای انتخاب قاعده سیاست پولی ساده بهینه در صورت بروز شوک مثبت قیمت جهانی نفت باشد. بدین منظور، الگو بنا بر ویژگی‌های اقتصاد ایران به‌عنوان یک اقتصاد باز کوچک صادرکننده نفت ساخته می‌شود؛ یعنی یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی با حضور بخش نفت در کنار بخش غیرنفتی، بخش واردات و بخش کالای نهایی که در آن، نفت خام صادر و نفت پالایش شده به‌عنوان نهاده در تولید غیرنفتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌عبارت دیگر در ساخت الگو، توجه خاصی به ویژگی وابستگی اقتصاد ایران به بخش نفت شده است: نفت و درآمدهای حاصل از صادرات آن، هم به عنوان بخشی مجزا و هم بصورت یکی از منابع تأمین مالی بودجه دولت ظاهر می‌شود. در این الگو برای اقتصاد ایران به‌عنوان یک کشور صادرکننده نفت، فرض می‌شود که قیمت داخلی نفت، یک میانگین وزنی از قیمت جهانی آن برحسب پول داخلی و قیمت داخلی دوره گذشته آن می‌باشد که چنین قاعده‌ای این اجازه را می‌دهد که یارانه بر قیمت انرژی که یک رویه متعارف در اقتصاد ایران است و تاکنون در الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی طراحی شده برای ایران وارد نشده است، در الگو لحاظ گردد.

این اقتصاد شامل بخش‌های: خانوار نماینده، بنگاه‌ها (شامل بخش‌های نفت، غیرنفت، واردات، کالای نهایی)، دولت و مقام پولی (بانک مرکزی) می‌باشد بطوریکه خانوار نیروی کار و سرمایه خود را به بنگاه تولیدکننده نفت و بنگاه تولیدکننده کالاهای غیرنفتی عرضه می‌کند. بخش نفت از تکنولوژی، سرمایه و نیروی کار برای تولید نفت خام استفاده می‌کند که تماماً به قیمت جهانی آن به خارج صادر می‌شود. در بخش غیرنفتی فرض می‌شود که بی‌نهایت بنگاه تولیدکننده کالاهای غیرنفتی وجود دارد که در بازار رقابت انحصاری، اقدام به تولید کالاهای متمایز می‌کنند، بنابراین بنگاه تولیدکننده کالای غیرنفتی از توان

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

قیمت‌گذاری- به پیروی از الگوی کالو[1] (۱۹۸۳) - برخوردار است. در بخش واردات، کالاهای مصرفی وارداتی به قیمت جهانی وارد می‌شود و این کالاهای متمایز توسط واردکنندگانی که از قیمت‌گذاری کالو تبعیت می‌کنند در بازار رقابت انحصاری داخلی به فروش می‌رسد. در الگوی مرسوم نیوکینزی فرض بر این است که کالاهای وارداتی همگن بوده، از یک بازار رقابت کامل تأمین می‌شود. در نتیجه قاعده قیمت‌های واحد برای کالاهای وارداتی برقرار است. با توجه به این‌که این فرض با شواهد اقتصاد ایران مطابقت ندارد در اینجا فرض شده است که کالاهای وارداتی ناهمگن بوده و بازار داخلی برای کالاهای وارداتی از ویژگی رقابت انحصاری برخوردار باشد، بنابراین قاعده قیمت‌های واحد در این الگو برای کالاهای وارداتی برقرار نخواهد بود. در ادامه تولیدکننده کالای نهایی در فضای رقابت کامل فعالیت می‌کند و برای تولید کالای نهایی ترکیبی از کالاهای تولید داخل و کالاهای وارداتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین دولت که مالک بخش نفت است، نفت خام را صادر و نفت پالایش شده را به قیمت جهانی وارد می‌کند و به قیمت یارانه‌ای به تولیدکنندگان غیرنفتی می‌فروشد و در نهایت فرض می‌شود که بانک مرکزی، نرخ بهره اسمی کوتاه‌مدت را در پاسخ به انحرافات متغیرهای تولید ناخالص داخلی، تورم در بخش کالاهای تولید داخل، تورم شاخص قیمت مصرف‌کننده(تورم کالاهای داخلی و خارجی) و نرخ ارز حقیقی از سطح یکنواخت آن‌ها، با استفاده از قاعده سیاست پولی از نوع تیلور، تعدیل می‌کند.

۱.۳ خانوار

خانوار نماینده از مصرف کالاها (c_t) و فراغت ($1 - h_t$) مطلوبیت کسب می‌کند، که ترجیحات خانوار از تابع مطلوبیت انتظاری ذیل پیروی می‌کند:

$$u_0 = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, h_t) \qquad (۱)$$

که در آن β، نرخ تنزیل ذهنی می‌باشد و تابع مطلوبیت خانوار نیز عبارت است از:

[1] Calvo

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

$$u(0) = \frac{c_t^{1-\gamma}}{1-\gamma} - \frac{h_t^{1+\sigma}}{1+\sigma} \quad (۲)$$

γ ، معکوس کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف و σ، معکوس کشش دستمزدی عرضه نیروی کار همچنین h_t عرضه نیروی کار خانوار می‌باشد. خانوار نماینده به بازارهای مالی داخلی و بین‌المللی دسترسی دارد به‌طوری‌که با دارایی اوراق قرضه داخلی (برحسب ریال) B_{t-1}^d و اوراق قرضه خارجی (برحسب دلار) B_{t-1}^fوارد دوره t می‌شود. به پیروی از مدل مدینا وسوتو (۲۰۰۵)، صرف ریسک در مدل لحاظ می‌شود که نشان‌دهنده مقدار پولی است که باید در ازای قرض گرفتن از خارج علاوه بر قیمت خود اوراق قرضه پرداخت شود که فرم تبعی آن،

$$\kappa_t = \exp\left(-\phi \frac{e_t B_t^f}{P_t y_t}\right) \quad (۳)$$

می‌باشد که در آن ϕ پارامتر تعیین کننده صرف ریسک، e_t نرخ ارز اسمی و B_t^f خالص دارایی‌های خارجی می‌باشد. P_t شاخص قیمت مصرف‌کننده و y_t، تولید ناخالص داخلی می‌باشد.

در دوره t خانوار مالیات بر دستمزد ω را بمنظور تأمین مالی مخارج دولت می‌پردازد و دستمزد اسمی W_t را از عرضه نیروی کار خود بدست می‌آورد، همچنین سودی از دو بخش غیرنفتی $D_{no,t}$ و بخش واردات $D_{I,t}$ بدست می‌آورد به‌طوری‌که $D_t = D_{no,t} + D_{I,t}$. در نهایت خانوار واحدهای موجودی سرمایه $K_{o,t}$ و $K_{no,t}$ که در بخش‌های نفت و غیرنفت استفاده می‌شود را انباشت می‌کند و اجاره اسمی Q_t را دریافت می‌کند. سیر تکامل موجودی سرمایه در هر بخش (برای j=o,no) به‌صورت ذیل است:

$$k_{j,t+1} = (1-\delta)k_{j,t} + i_{j,t} - \Psi_j\left(k_{j,t+1}, k_{j,t}\right) \quad (۴)$$

که در آن $(0 < \delta < 1)$ نرخ استهلاک سرمایه می‌باشد.$\Psi_j(k_{j,t+1}, k_{j,t})$ هزینه تعدیل سرمایه است که توسط خانوار پرداخت می‌شود و فرم تبعی آن به پیروی از آیرلند[1] بصورت ذیل است:

[1] Ireland (2003)

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

$$\Psi_{j,t}(0) = \frac{\psi_j}{2}\left(\frac{k_{j,t+1}}{k_{j,t}} - 1\right)^2 k_{j,t} \quad (۵)$$

بنابراین قید بودجه خانوار بصورت ذیل است:

$$P_t c_t + P_t i_t + \frac{B_t^d}{R_t} + \frac{e_t B_t^f}{R_t^f \kappa_t} \leq B_{t-1}^d + e_t B_{t-1}^f + (1-\omega) W_t h_t + \mathrm{Q}_t K_t + D_t \quad (۶)$$

خانوار در تلاش است ارزش حال مطلوبیت خود در طول زمان را با توجه به محدودیت‌هایی که دارد.- قید بودجه و معادله انباشت سرمایه- حداکثر نماید.

بهینه یابی خانوار نماینده

بهینه‌یابی خانوار نسبت به مصرف

$$\frac{\partial L}{\partial c_t} = 0 \Rightarrow \lambda_t = C_t^{-\gamma} \quad (۷)$$

بهینه‌یابی خانوار نسبت به عرضه کار

$$\frac{\partial L}{\partial h_t} = 0 \Rightarrow \lambda_t = \frac{h_t^{\sigma}}{(1-\omega) w_t} \quad (۸)$$

بهینه‌یابی خانوار نسبت به سرمایه

$$\frac{\partial L}{\partial k_{t+1}} = 0 \Rightarrow \lambda_t = \frac{\beta E_t\left[\lambda_{t+1}\left(q_{t+1}+(1-\delta)-\frac{\psi_j}{2}\left(\frac{k_{j,t+2}}{k_{j,t+1}}-1\right)^2+\psi_j\left(\frac{k_{j,t+2}}{k_{j,t+1}}-1\right)\left(\frac{k_{j,t+2}}{k_{j,t+1}}\right)\right)\right]}{1+\psi_j\left(\frac{k_{j,t+1}}{k_{j,t}}-1\right)} \quad (۹)$$

بهینه‌یابی خانوار نسبت به نگه‌داری اوراق قرضه داخلی

$$\frac{\partial L}{\partial\left(\frac{B_t^d}{P_t}\right)} = 0 \Rightarrow \lambda_t = \beta R_t E_t\left(\frac{\lambda_{t+1}}{\pi_{t+1}}\right) \quad (۱۰)$$

بهینه‌یابی خانوار نسبت به نگه‌داری اوراق قرضه خارجی

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

$$\frac{\partial L}{\partial(\frac{B_t^f}{P_t^f})} = 0 \Rightarrow \frac{\lambda_t S_t}{R_t^f \kappa_t} = \beta E_t\left(\frac{\lambda_{t+1} S_{t+1}}{\pi_{t+1}^f}\right) \quad (۱۱)$$

که با ترکیب دو رابطه اخیر شرط ذیل حاصل می‌شود، اهمیت این رابطه از این منظر است که وجود صرف ریسک باعث می‌گردد تا رابطه برابری نرخ بهره پوشش داده نشده[1] بصورت مرسوم برقرار نگردد. در این حالت همراه با افزایش حجم بدهی‌های خارجی از تولید ناخالص داخلی، صرف ریسک‌های ارزی نیز افزایش می‌یابد که در نهایت می‌تواند سبب کاهش تولید و انقباضی شدن افزایش نرخ ارز شود. بر این اساس از جمله ویژگی‌های خاص اقتصاد ایران که در این پژوهش لحاظ می‌شود عدم ادغام کامل در بازارهای مالی بین‌المللی می‌باشد که بصورت عدم برقراری شرط برابری نرخ بهره پوشش داده نشده از طریق اضافه نمودن صرف ریسک در الگو لحاظ گردیده است.

$$\frac{R_t}{R_t^f \kappa_t} = \frac{E_t(S_{t+1}) E_t(\pi_{t+1})}{S_t E_t(\pi_{t+1}^f)} \quad (۱۲)$$

در معادلات فوق، $w_t = \frac{W_t}{P_t}$، $\pi_{t+1} = \frac{P_{t+1}}{P_t}$، $\pi_{t+1}^f = \frac{P_{t+1}^f}{P_t^f}$، $q_t = \frac{\mathrm{Q}_t}{P_t}$ و $S_t = e_t \frac{P_t^f}{P_t}$، به ترتیب نمایان‌گر؛ دستمزد حقیقی، نرخ تورم، نرخ تورم جهانی، اجاره سرمایه حقیقی و نرخ ارز حقیقی می‌باشد. درنهایت متغیرهای R^f و π^f که به‌ترتیب بر نرخ بهره خارجی و نرخ تورم جهانی دلالت دارند از فرایند خود رگرسیون بازگشتی مرتبه اول AR(۱) بصورت ذیل پیروی می‌کنند:

$$\log(\pi_t^f) = (1-\rho_{\pi^f})\log(\pi^f) + \rho_{\pi^f}\log(\pi_{t-1}^f) + \varepsilon_{\pi^f,t} \quad (۱۳)$$

$$\log(R_t^f) = (1-\rho_{R^f})\log(R^f) + \rho_{R^f}\log(R_{t-1}^f) + \varepsilon_{R^f,t} \quad (۱۴)$$

۲.۳ بخش نفت

بخش نفت از تکنولوژی $A_{o,t}$، سرمایه $k_{o,t}$ و نیروی کار $h_{o,t}$ برای تولید نفت خام استفاده می‌کند که تماماً به قیمت جهانی آن برحسب دلار $p_{o,t}^f$ به خارج صادر می‌شود. مسئله حداکثرسازی سودبخش نفت بصورت ذیل است:

[1] Uncovered Interest Rate Parity (UIP) condition

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

$$Max\left(e_t p_{o,t}^{f} y_{o,t} - \mathrm{Q}_t k_{o,t} - W_t h_{o,t}\right) \quad (۱۵)$$

که فرض می‌شود تابع تولید بخش نفت از فرم کاب-داگلاس و از یک الگوی بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس پیروی می‌کند:

$$S.T \;\; y_{o,t} \le A_{o,t} k_{o,t}^{\alpha_o} h_{o,t}^{\beta_o} \quad (۱۶)$$

که در آن α_o , β_o به‌ترتیب سهم سرمایه و نیروی کار در تولید نفت می‌باشد به‌طوری‌که $0 < \alpha_o + \beta_o < 1$ ، بر این اساس شروط مرتبه اول بخش نفت دلالت دارد بر:

بهینه‌یابی بخش نفت نسبت به سرمایه

$$k_{o,t} = \alpha_o s_t p_{o,t}^{f} \frac{y_{o,t}}{q_t} \quad (۱۷)$$

بهینه‌یابی بخش نفت نسبت به نیروی کار

$$h_{o,t} = \beta_o s_t p_{o,t}^{f} \frac{y_{o,t}}{w_t} \quad (۱۸)$$

دو رابطه اخیر به‌ترتیب بر تقاضای بخش نفت برای سرمایه و نیروی کار دلالت دارد که در آن، $p_{o,t}^{f} = \frac{P_{o,t}^{f}}{P_t^{f}}$ قیمت حقیقی جهانی نفت می‌باشد.

در نهایت، قیمت جهانی نفت $P_{o,t}^{f}$ و همچنین شوک تکنولوژی در بخش نفت $A_{o,t}$ از فرایند تصادفی زیر پیروی می‌کند:

$$\log\left(P_{o,t}^{f}\right) = \left(1 - \rho_{P_o^f}\right)\log\left(\mathrm{P}_o^{f}\right) + \rho_{P_o^f}\log\left(P_{o,t-1}^{f}\right) + \varepsilon_{P_{o,t}^f} \quad (۱۹)$$

$$\log\left(A_{o,t}\right) = \left(1 - \rho_{A_o}\right)\log\left(\mathrm{A}_o\right) + \rho_{A_o}\log\left(A_{o,t-1}\right) + \varepsilon_{A_{o,t}} \quad (۲۰)$$

۳.۳ بخش غیرنفتی

تولیدکنندگان غیرنفتی، تحت رقابت انحصاری عمل می‌کنند به‌طوری‌که تابع تولید برای تولیدکننده غیرنفتی (i) بصورت ذیل است:

$$y_{no,t}(i) \le A_{no,t} k_{no,t}^{\alpha_{no}}(i) h_{no,t}^{\beta_{no}}(i) {y_{o,t}^{I}}^{\theta_{no}}(i) \quad (۲۱)$$

که در آن $\mathrm{A_{no,t}}$، شوک تکنولوژی در بخش غیرنفتی است:

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

$$\log(A_{no,t}) = (1-\rho_{A_{no}})\log(\mathrm{A}_{no}) + \rho_{A_{no}}\log(A_{no,t-1}) + \varepsilon_{A_{no,t}} \qquad (۲۲)$$

بمنظور حداکثرسازی سود، تولیدکننده i با مسئله انتخاب سرمایه $k_{no,t}(i)$، کار $h_{no,t}(i)$، نفت پالایش شده $y^I_{o,t}(i)$ و تعیین قیمت بهینه محصول خود مواجه است. بنگاه‌های تولیدکننده کالای غیرنفتی قیمت‌های خود را طبق الگوی کالو[1] (۱۹۸۳) تعیین می‌کنند. در هر دوره، بنگاه نماینده با احتمال $1-\phi_{no}$ اقدام به تنظیم قیمت‌ها می‌نماید و در همین دوره t احتمال اینکه قیمت‌ها تغییر نداشته و همچون گذشته بماند ϕ_{no} خواهد بود. بنگاه‌هایی که قیمت خود را تغییر می‌دهند این کار را از طریق انتخاب قیمت بهینه به نحوی انجام می‌دهند که ارزش تنزیلی جریان سود خود را بر اساس مسئله بهینه‌سازی زیر حداکثر کنند:

از مسئله حداکثرسازی تولیدکننده غیرنفتی:

$$Max\ E_o \sum_{s=0}^{\infty}\left[(\beta\phi_{no})^s \lambda_{t+s}\frac{D_{no,t+s}(i)}{P_{t+s}}\right] \qquad (۲۳)$$

که تابع سود آن $D_{no,t+s}(i)$ بصورت ذیل است:

$$D_{no,t+s}(i) = P^*_{no,t}(i)y_{no,t+s}(i) - \mathrm{Q}_{t+s}k_{no,t+s}(i) - W_{t+s}h_{no,t+s}(i) - P_{o,t}y^I_{o,t+s}(i) \qquad (۲۴)$$

باتوجه به تابع تقاضای

$$y_{no,t+s}(i) = \left(\frac{P^*_{no,t}(i)}{P_{no,t+s}}\right)^{-v} y_{no,t+s} \qquad (۲۵)$$

شرایط مرتبه اول حاصل می‌شود:

تقاضای سرمایه تولیدکننده غیرنفتی

$$k_{no,t}(i) = \alpha_{no}\frac{y_{no,t}(i)}{q_t}\, mc_{no,t} \qquad (۲۶)$$

تقاضای نیروی کار تولیدکننده غیرنفتی

[1] Calvo

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

$$h_{no,t}(i) = \beta_{no} \frac{y_{no,t}(i)}{w_t} mc_{no,t} \quad (۲۷)$$

تقاضای نفت تولیدکننده غیرنفتی

$$y^I_{o,t}(i) = \theta_{no} \frac{y_{no,t}(i)}{p_{o,t}} mc_{no,t} \quad (۲۸)$$

به‌طوری‌که، $p_{o,t} = \frac{P_{o,t}}{P_t}$ و $mc_{no,t} = \frac{MC_{no,t}}{P_t}$ به ترتیب بر قیمت حقیقی داخلی نفت و هزینه نهایی حقیقی در بخش غیرنفتی دلالت دارد به‌طوری‌که با جایگذاری سه شرط مرتبه اول در تابع تولید، هزینه نهایی

$$mc_{no,t} = \frac{q_t^{\alpha_{no}} w_t^{\beta_{no}} p_{o,t}^{\theta_{no}}}{\alpha_{no}^{\alpha_{no}} \beta_{no}^{\beta_{no}} \theta_{no}^{\theta_{no}}} \quad (۲۹)$$

بدست می‌آید. همچنین شرط قیمت‌گذاری بهینه از حداکثرسازی تابع سود بصورت ذیل حاصل می‌شود:

$$P^*_{no,t}(i) = \left(\frac{v}{v-1}\right) \frac{E_0 \sum_{s=0}^{\infty} (\beta \phi_{no})^s \lambda_{t+s} y_{no,t+s} p^v_{no,t+s} mc_{no,t+s}}{E_0 \sum_{s=0}^{\infty} (\beta \phi_{no})^s \lambda_{t+s} y_{no,t+s} p^v_{no,t+s}} \quad (۳۰)$$

که در آن $p^*_{no,t}$ بر قیمت حقیقی بهینه کالاهای غیرنفتی دلالت دارد. همچنین شاخص قیمت غیرنفتی، به‌صورت زیر است:

$$(P_{no,t})^{1-v} = \phi_{no} (P_{no,t-1})^{1-v} + (1 - \phi_{no}) \left(P^*_{no,t}\right)^{1-v} \quad (۳۱)$$

۴.۳ بخش واردات

در بخش واردات، کالاهای وارداتی $y_{I,t}$ به قیمت جهانی P^f_t وارد می‌شود و این کالاهای متمایز توسط واردکنندگانی که از قیمت‌گذاری کالو تبعیت می‌کنند در بازار رقابت انحصاری داخلی به قیمت $P_{I,t}(i)$ فروخته می‌شود. بر این اساس قاعده قیمت‌های واحد برای کالاهای وارداتی برقرار نخواهد بود.

بنابراین مسئله حداکثرسازی سود واردکننده بصورت ذیل است:

$$Max \;\; E_0 \sum_{s=0}^{\infty} (\beta \phi_I)^s \lambda_{t+s} \left(P^*_{I,t}(i) - e_{t+s} P^f_{t+s}\right) y_{I,t+s}(i) \quad (۳۲)$$

با توجه به تابع تقاضا

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

$$y_{I,t+s}(i) = \left(\frac{P^*_{I,t}(i)}{P_{I,t+s}}\right)^{-\vartheta} y_{I,t+s} \qquad (۳۳)$$

که در آن $y_{I,t}(i)$، تابع تقاضای کالای وارداتی (i) توسط تولیدکننده نهایی و $y_{I,t}$ کل کالای وارداتی می‌باشد و با جایگذاری ۳۳ در ۳۲ و مشابه روش بخش غیرنفتی، شرط قیمت‌گذاری بهینه $p^*_{I,t}(i) = \frac{P^*_{I,t}(i)}{P_t}$ حاصل می‌شود:

$$P^*_{I,t}(i) = \left(\frac{\vartheta}{\vartheta - 1}\right) \frac{E_0 \sum_{s=0}^{\infty} (\beta \phi_I)^s \lambda_{t+s} p^{\vartheta}_{I,t+s} mc_{I,t+s}}{E_0 \sum_{s=0}^{\infty} (\beta \phi_I)^s \lambda_{t+s} y_{I,t+s} p^{\vartheta}_{I,t+s}} \qquad (۳۴)$$

شاخص قیمت واردکننده به این ترتیب

$$P_{I,t+s} = \left(\int_0^1 P^*_{I,t}(i)^{1-\vartheta}\, di\right)^{\frac{1}{1-\vartheta}} \qquad (۳۵)$$

می‌باشد. به‌طوری‌که $p_{I,t+s} = \frac{P_{I,t+s}}{P_{t+s}}$ و $mc_{I,t+s} = \frac{e_t P^f_t}{P_{I,t}}$ به‌ترتیب نشان دهنده قیمت نسبی واردات و هزینه نهایی حقیقی در بخش واردات می‌باشد، که در آن شاخص قیمت کالاهای وارداتی در داخل با درنظر گرفتن نحوه قیمت‌گذاری کالو، دارای فرم بازگشتی زیر است.

$$(P_{I,t})^{1-\vartheta} = \phi_I (P_{I,t-1})^{1-\vartheta} + (1 - \phi_I)\left(P^*_{I,t}\right)^{1-\vartheta} \qquad (۳۶)$$

۵.۳ تولیدکننده کالای نهایی

تولیدکننده کالای نهایی در فضای رقابت کامل فعالیت می‌کند و برای تولید کالای نهایی Z_t از یک جمع‌گر CES[1] شامل محصول غیرنفتی تولید شده در داخل $Y_{no,t}$ و همچنین کالای وارداتی، $Y_{I,t}$ استفاده می‌کند.

$$Z_t = \left[X^{\frac{1}{\tau}}_{no} Y^{\frac{\tau-1}{\tau}}_{no,t} + X^{\frac{1}{\tau}}_{I} Y^{\frac{\tau-1}{\tau}}_{I,t}\right]^{\frac{\tau}{\tau-1}} \qquad (۳۷)$$

[1] Constant Elasticity of Substitution

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

به‌طوری‌که $\tau > 0$، بر کشش جانشینی بین محصول غیرنفتی و کالاهای وارداتی دلالت دارد، همچنین X_{no} ،X_Iبه‌ترتیب بر سهم کالاهای وارداتی و غیرنفتی در تولید کالای نهایی دلالت دارد به‌طوری‌که $X_{no} + X_I = 1$. از حداکثرسازی سود تولیدکننده کالای نهایی با توجه به رابطه فوق، توابع تقاضا برای کالاهای غیرنفتی داخلی و وارداتی بصورت ذیل حاصل می‌شود:

$$Y_{no,t} = X_{no}\left(\frac{P_{no,t}}{P_t}\right)^{-\tau} Z_t \quad (۳۸)$$

$$Y_{I,t} = X_I\left(\frac{P_{I,t}}{P_t}\right)^{-\tau} Z_t \quad (۳۹)$$

از شرط سود صفر، قیمت کالای نهایی بصورت ذیل بدست می‌آید:

$$P_t = \left[X_I P_{I,t}^{1-\tau} + X_{no} P_{no,t}^{1-\tau}\right]^{\frac{1}{1-\tau}} \quad (۴۰)$$

۶.۳ دولت

در این مدل، دولت که مالک شرکت نفت است، نفت خام را صادر و نفت پالایش شده را به قیمت جهانی $P_{o,t}^f$ وارد می‌کند. نفت پالایش شده به تولیدکنندگان غیرنفتی به قیمت $P_{o,t}$ فروخته می‌شود که می‌توان آن را قیمت داخلی سوخت درنظرگرفت که توسط دولت به آن یارانه تعلق می‌گیرد. بدین منظور همانند بوآکز و همکاران[1] (۲۰۰۸) و بن خوجا[2] (۲۰۱۱)، قیمت داخلی نفت $P_{o,t}$ بصورت یک میانگین وزنی از قیمت جهانی آن $P_{o,t}^f$ با وزن ϑ و قیمت داخلی دوره گذشته آن با وزن $(1-\vartheta)$ به شکل زیر تعیین می‌شود:

$$P_{o,t} = (1-\vartheta)P_{o,t-1} + \vartheta e_t P_{o,t}^f \quad (۴۱)$$

و در نهایت قید بودجه دولت که متوازن می‌باشد، بصورت ذیل است:

$$\omega(w_t h_t) + s_t P_{o,t}^f y_{o,t} = \left(s_t P_{o,t}^f - P_{o,t}\right) y_{o,t}^I + w_t h_{o,t} + q_t k_{o,t} + g_{no,t} \quad (۴۲)$$

$$\log\left(g_{no,t}\right) = \left(1-\rho_{g_{no}}\right)\log(g_{no}) + \rho_{g_{no}}\log\left(g_{no,t-1}\right) + \varepsilon_{g_{no,t}} \quad (۴۳)$$

[1] Bouakez,H,et al

[2] Benkhodja,M.T

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

دولت مخارج خود را، g، از طریق مالیات بر درآمد نیروی کار $\omega(w_t h_t)$ و از طریق فروش نفت $(s_t P_{o,t}^f y_{o,t})$ تأمین مالی می‌کند، از سوی دیگر مخارج دولت در این مدل، شامل پرداخت بابت دستمزد و اجاره سرمایه در بخش نفت $(w_t h_{o,t} + q_t k_{o,t})$، مخارج دولت در بخش غیرنفتی $g_{no,t}$ و همچنین یارانه نفتی $(s_t p_{o,t}^f - p_{o,t}) y_{o,t}^l$ می‌باشد.

۷.۳ سیاست پولی

در این مدل فرض می‌شود که بانک مرکزی، نرخ بهره اسمی کوتاه‌مدت را در پاسخ به انحرافات متغیرهای تولید ناخالص داخلی، تورم شاخص قیمت تولیدکننده (تورم در بخش کالاهای تولید داخل)، تورم شاخص قیمت مصرف‌کننده (تورم کالاهای داخلی و خارجی) و نرخ ارز حقیقی از وضعیت باثبات (یکنواخت) آن‌ها، با استفاده از قاعده سیاست پولی از نوع تیلور[۱]، تعدیل می‌کند:

$$\frac{1+i_t}{1+\bar{\imath}} = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+\bar{\imath}}\right)^{\zeta_i} \left(\frac{y_t}{\bar{y}}\right)^{(1-\zeta_i)\mu_y} \left(\frac{\pi_{no,t}}{\bar{\pi}_{no}}\right)^{(1-\zeta_i)\mu_{\pi no}} \left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}}\right)^{(1-\zeta_i)\mu_\pi} \left(\frac{s_t}{\bar{s}}\right)^{(1-\zeta_i)\mu_s} \quad (۴۴)$$

$\bar{\imath}$، $\bar{Y}$، $\bar{\pi}_{no}$، $\bar{\pi}$ و $\bar{s}$؛ به‌ترتیب مقادیر وضعیت باثبات نرخ بهره اسمی، تولید ناخالص داخلی، تورم کالاهای تولید داخل، تورم CPI و نرخ ارز حقیقی می‌باشد. ضرایب سیاست‌گذاری μ_y، $\mu_{\pi_{no}}$، μ_π و μ_s حساسیت بانک مرکزی را به انحرافات تولید ناخالص داخلی، تورم PPI، تورم CPI و نرخ ارز حقیقی نشان می‌دهد. همچنین ζ_i ضریب هموارسازی نرخ بهره اسمی می‌باشد. براین اساس سه قاعده سیاست پولی؛ هدف‌گذاری تورم CPI، هدف‌گذاری تورم PPI و هدف‌گذاری نرخ ارز حقیقی (کنترل انحرافات نرخ ارز حقیقی) درنظر گرفته می‌شود.

قاعده ساده سیاست پولی با هدف‌گذاری تورم مصرف‌کننده (OSR1)

---

[۱] گرچه هدایت سیاست پولی در ایران عمدتاً از طریق ابزار نرخ بهره صورت نمی‌گیرد و عموماً بانک مرکزی اقدام به تغییر نرخ بهره براساس شکاف تورم و تولید از طریق قاعده تیلور نمی‌کند ولی در این پژوهش فرض بر این است که اگر بانک مرکزی در واکنش به شوک‌ها بهینه عمل کند و همچنین اگر بانک مرکزی از استقلال در استفاده از ابزار برخوردار باشد، در این صورت هدایت سیاست پولی چگونه باید باشد. این فروض در واقع فروض استاندارد سیاست‌گذاری پولی در ادبیات اقتصادی هستند و بانک مرکزی را با این سؤال اجتناب‌ناپذیر مواجه می‌کنند که چگونه باید از طریق ابزارهای تحت کنترل خود همانند نرخ بهره اسمی کوتاه‌مدت، هدف رسیدن به ثبات سطح عمومی قیمت‌ها و کمک به رشد اقتصادی را محقق سازد که بدین منظور مقایسه آثار رفاهی و تثبیتی ناشی از اتخاذ قواعد سیاست پولی متفاوت، سیاست بهینه پولی را در این اقتصاد مشخص می‌سازد.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

$$\frac{1+i_t}{1+\bar{i}} = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+\bar{i}}\right)^{\zeta_i}\left(\frac{y_t}{\bar{y}}\right)^{(1-\zeta_i)\mu_y}\left(\frac{\pi_t}{\bar{\pi}}\right)^{(1-\zeta_i)\mu_\pi} \quad (۴۵)$$

قاعده ساده سیاست پولی با هدف‌گذاری تورم تولیدکننده (OSR2)

$$\frac{1+i_t}{1+\bar{i}} = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+\bar{i}}\right)^{\zeta_i}\left(\frac{y_t}{\bar{y}}\right)^{(1-\zeta_i)\mu_y}\left(\frac{\pi_{no,t}}{\bar{\pi}_{no}}\right)^{(1-\zeta_i)\mu_{\pi no}} \quad (۴۶)$$

قاعده ساده سیاست پولی با هدف‌گذاری نرخ ارز حقیقی (کنترل انحرافات نرخ ارز حقیقی) (OSR3)

$$\frac{1+i_t}{1+\bar{i}} = \left(\frac{1+i_{t-1}}{1+\bar{i}}\right)^{\zeta_i}\left(\frac{y_t}{\bar{y}}\right)^{(1-\zeta_i)\mu_y}\left(\frac{s_t}{\bar{s}}\right)^{(1-\zeta_i)\mu_s} \quad (۴۷)$$

همچنین تابع زیان بانک مرکزی به صورت ذیل است:

$$L_t = \lambda_1(y_t - \bar{y})^2 + \lambda_2(\pi_t - \bar{\pi})^2 + \lambda_3(s_t - \bar{s})^2 \quad (۴۸)$$

که در این رابطه λ_1، λ_2 و λ_3 به ترتیب وزن انحرافات تولید ناخالص داخلی، تورم و تغییرات نرخ ارز حقیقی می‌باشد که در این پژوهش با توجه به فرض اولویت هدف نرخ تورم بر سایر اهداف، وزن‌ها به‌ترتیب، نیم، یک و نیم در نظر گرفته شده است.

۸.۳ شروط تسویه بازار

تولید ناخالص داخلی عبارت است از:

$$P_t Y_t = P_{no,t} Y_{no,t}^{va} + e_t P_{o,t}^f Y_{o,t} \quad (۴۹)$$

که در آن Y_t و $Y_{no,t}^{va}$ به‌ترتیب تولید ناخالص داخلی و ارزش افزوده تولید در بخش غیرنفتی می‌باشد که ارزش افزوده کالاها در بخش غیرنفتی عبارت است از:

$$P_{no,t} Y_{no,t}^{va} = P_{no,t} Y_{no,t} - e_t P_{o,t}^f Y_{o,t}^I \quad (۵۰)$$

براین اساس شرط تسویه بازار کالا بصورت ذیل خواهد بود:

$$\frac{P_{no,t}Y_{no,t}^{va}}{P_t} + \frac{e_t P_{o,t}^f Y_{o,t}}{P_t} = c_t + i_t + g_t + \frac{P_{x,t}X_t}{P_t} - \frac{P_{m,t}M_t}{p_t} \quad (۵۱)$$

$$\frac{P_{no,t}Y_{no,t}^{va}}{P_t} + \frac{e_t P_{o,t}^f Y_{o,t}}{P_t} = c_t + i_t + g_t + \frac{e_t P_{o,t}^f Y_{o,t}}{P_t} - \frac{e_t P_{o,t}^f Y_{o,t}^I}{P_t} - \frac{e_t P_t^f Y_{I,t}}{P_t} \quad (۵۲)$$

$$\mathrm{Y}_t = c_t + i_t + g_t + \frac{e_t P_{o,t}^f Y_{o,t}}{P_t} - \frac{e_t P_{o,t}^f Y_{o,t}^I}{P_t} - \frac{e_t P_t^f Y_{I,t}}{P_t} \quad (۵۳)$$

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

شرط تسویه بازار سرمایه:

$$K_t = K_{o,t} + K_{no,t} \quad (۵۴)$$

شرط تسویه بازار کار:

$$h_t = h_{o,t} + h_{no,t} \quad (۵۵)$$

و در نهایت در این مدل باز کوچک، از ترکیب قید بودجه خانوار، با شروط مرتبه اول سایر بخش‌ها، رابطه چگونگی انباشت اوراق قرضه خارجی بدست می‌آید:

$$\frac{e_t B_t^f}{R_t^f \kappa_t} - e_t B_{t-1}^f = P_{x,t} X_t - P_{m,t} M_t \quad (۵۶)$$

که ارزش اسمی صادرات و واردات مدل بصورت ذیل خواهد بود:

$$P_{x,t} X_t = e_t P_{o,t}^f Y_{o,t} \quad (۵۷)$$

$$P_{m,t} M_t = e_t P_{o,t}^f Y_{o,t}^I + e_t P_t^f Y_{I,t} \quad (۵۸)$$

۹.۳ معادلات تعادل عمومی به فرم لگاریتم-خطی

در تعادل متقارن فرض می‌شود تمامی واردکنندگان و بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای غیرنفتی همسان هستند و لذا تصمیمات یکسانی اتخاذ می‌کنند، بر این اساس $p_{no,t}(i)=p_{no,t}$ و $p_{I,t}(i)=p_{I,t}$ ،$y_{I,t}(i)=y_{I,t}$ ،$y^I{}_{o,t}(i)=y^I{}_{o,t}$ ،$y_{no,t}(i)=y_{no,t}$ می‌باشد. پس از لحاظ فرض تقارن، گام بعدی بدست آوردن وضعیت باثبات متغیرها و بازنویسی معادلات در این حالت و پس از آن لگاریتم خطی کردن معادلات تعادلی است که شکل لگاریتم – خطی معادلات تعادلی در ذیل آمده است.

بهینه یابی خانوار به فرم لگاریتم-خطی

بهینه‌یابی خانوار نسبت به مصرف

$$\tilde{\lambda}_t = -\gamma \tilde{c}_t \quad (۵۹)$$

بهینه‌یابی خانوار نسبت به عرضه نیروی کار

$$\tilde{\lambda}_t = \sigma \tilde{h}_t - \tilde{w}_t \quad (۶۰)$$

بهینه‌یابی خانوار نسبت به سرمایه

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

$$E_t(\tilde{\lambda}_{t+1} - \tilde{\lambda}_t) + E_t\left[(1-\beta(1-\delta))\tilde{q}_{t+1} + \beta\psi_j(\tilde{k}_{j,t+2} - 2\tilde{k}_{j,t+1} + \tilde{k}_{j,t})\right] = 0 \quad (۶۱)$$

تابع انباشت سرمایه

$$\tilde{\imath}_{j,t+1} = \frac{1}{\delta}\left[\tilde{k}_{j,t+1} - (1-\delta)\tilde{k}_{j,t}\right] \quad (۶۲)$$

بهینه‌یابی خانوار نسبت به نگه‌داری اوراق قرضه داخلی

$$E_t(\tilde{R}_t + \tilde{\lambda}_{t+1} - \tilde{\lambda}_t - \tilde{\pi}_{t+1}) = 0 \quad (۶۳)$$

بهینه‌یابی خانوار نسبت به نگه‌داری اوراق قرضه خارجی

$$E_t\left[(\tilde{\lambda}_{t+1} - \tilde{\lambda}_t) + (\tilde{s}_{t+1} - \tilde{s}_t) - \tilde{\pi}^f_{t+1} + \tilde{R}^f_t + \tilde{\kappa}_t\right] = 0 \quad (۶۴)$$

عدم برقراری شرط برابری بهره پوشش داده نشده

$$\tilde{R}_t - \tilde{R}^f_t - \tilde{\kappa}_t = E_t\tilde{s}_{t+1} + E_t\tilde{\pi}_{t+1} - \tilde{s}_t - E_t\tilde{\pi}^f_{t+1} \quad (۶۵)$$

شوک نرخ بهره خارجی

$$\tilde{R}^f_t = \rho_{Rf}\tilde{R}^f_{t-1} + \varepsilon_{Rf,t} \quad (۶۶)$$

شوک نرخ تورم جهانی

$$\tilde{\pi}^f_t = \rho_{\pi f}\tilde{\pi}^f_{t-1} + \varepsilon_{\pi f,t} \quad (۶۷)$$

بهینه‌یابی بخش نفت به فرم لگاریتم-خطی

بهینه‌یابی بخش نفت نسبت به سرمایه

$$\tilde{k}_{o,t} = \tilde{s}_t + \tilde{P}^f_{o,t} + \tilde{y}_{o,t} - \tilde{q}_t \quad (۶۸)$$

بهینه‌یابی بخش نفت نسبت به نیروی کار

$$\tilde{h}_{o,t} = \tilde{s}_t + \tilde{P}^f_{o,t} + \tilde{y}_{o,t} - \tilde{w}_t \quad (۶۹)$$

تابع تولید بخش نفت

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

$$\tilde{y}_{o,t} = \tilde{A}_{o,t} + \alpha_o \tilde{k}_{o,t} + \beta_o \tilde{h}_{o,t} \quad (۷۰)$$

شوک قیمت جهانی نفت

$$\tilde{P}^f_{o,t} = \rho_{P^f_o} \tilde{P}^f_{o,t-1} + \varepsilon_{P^f_o,t} \quad (۷۱)$$

شوک تکنولوژی در بخش نفت

$$\tilde{A}_{o,t} = \rho_{A_o} \tilde{A}_{o,t-1} + \varepsilon_{A_o,t} \quad (۷۲)$$

بهینه یابی بخش غیرنفتی به فرم لگاریتم-خطی

بهینه‌یابی تولیدکننده غیرنفتی نسبت به سرمایه

$$\tilde{k}_{no,t} = \tilde{y}_{no,t} - \tilde{q}_t + \widetilde{mc}_{no,t} \quad (۷۳)$$

بهینه‌یابی تولیدکننده غیرنفتی نسبت به نیروی کار

$$\tilde{h}_{no,t} = \tilde{y}_{no,t} - \tilde{w}_t + \widetilde{mc}_{no,t} \quad (۷۴)$$

بهینه‌یابی تولیدکننده غیرنفتی نسبت به نفت

$$\tilde{y}^I_{o,t} = \tilde{y}_{no,t} - \tilde{P}_{o,t} + \widetilde{mc}_{no,t} \quad (۷۵)$$

هزینه نهایی تولیدکننده غیرنفتی

$$\widetilde{mc}_{no,t} = \alpha_{no} \tilde{q}_t + \beta_{no} \tilde{w}_t + \theta_{no} \tilde{P}_{o,t} \quad (۷۶)$$

بهینه‌یابی تولیدکننده غیرنفتی نسبت به قیمت (فیلیپس غیرنفتی)

$$\tilde{\pi}_{no,t} = \beta E_t \tilde{\pi}_{no,t+1} + \frac{(1-\phi_{no})(1-\beta\phi_{no})}{\phi_{no}} \widetilde{mc}_{no,t} \quad (۷۷)$$

تابع تولید تولیدکننده غیرنفتی

$$\tilde{y}_{no,t} = \tilde{A}_{no,t} + \alpha_{no} \tilde{k}_{no,t} + \beta_{no} \tilde{h}_{no,t} + \theta_{no} \tilde{y}^I_{o,t} \quad (۷۸)$$

شوک تکنولوژی در بخش غیرنفتی

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

$$\tilde{A}_{no,t} = \rho_{A_{no}} \tilde{A}_{no,t-1} + \varepsilon_{no,t} \quad (۷۹)$$

بهینه یابی بخش واردات به فرم لگاریتم-خطی

بهینه‌یابی واردکننده نسبت به قیمت (فیلیپس وارداتی)

$$\tilde{\pi}_{I,t} = \beta E_t \tilde{\pi}_{I,t+1} + \frac{(1-\phi_I)(1-\beta\phi_I)}{\phi_I} \widetilde{mc}_{I,t} \quad (۸۰)$$

هزینه نهایی واردکننده

$$\widetilde{mc}_{I,t} = \tilde{s}_t - \tilde{P}_{I,t} \quad (۸۱)$$

بهینه‌یابی تولیدکننده کالای نهایی به فرم لگاریتم-خطی

منحنی فیلیپس

$$\tilde{\pi}_t = \chi_{no} \tilde{\pi}_{no,t} + \chi_I \tilde{\pi}_{I,t} \quad (۸۲)$$

بخش دولت به فرم لگاریتم-خطی

مخارج دولت به فرم لگاریتم-خطی

$$\tilde{g}_t = \omega \frac{\overline{wh}}{\overline{g}} \left(\tilde{w}_t + \tilde{h}_t\right) + \frac{\overline{sp_o^f y_o}}{\overline{g}} \left(\tilde{s}_t + \tilde{p}_{o,t}^f + \tilde{y}_{o,t}\right) \quad (۸۳)$$

قیمت داخلی نفت به فرم لگاریتم-خطی

$$\tilde{P}_{o,t} = (1-\vartheta)\tilde{P}_{o,t-1} + \vartheta \tilde{s}_t + \vartheta \tilde{p}_{o,t}^f \quad (۸۴)$$

سیاست پولی به فرم لگاریتم-خطی

$$\tilde{\imath}_t = \zeta_i \tilde{\imath}_{t-1} + (1-\zeta_i)\mu_y \tilde{y}_t + (1-\zeta_i)\mu_{\pi no} \tilde{\pi}_{no,t} + (1-\zeta_i)\mu_\pi \tilde{\pi}_t + (1-\zeta_i)\mu_s \tilde{s}_t \quad (۸۵)$$

شروط تسویه بازار به فرم لگاریتم-خطی

شرط تسویه بازار کالا

$$\tilde{y}_t = \frac{\overline{c}}{\overline{y}} \tilde{c}_t + \frac{\overline{\imath}}{\overline{y}} \tilde{\imath}_t + \frac{\overline{g}}{\overline{y}} \tilde{g}_t + \frac{\overline{x}}{\overline{y}} \tilde{x}_t - \frac{\overline{m}}{\overline{y}} \tilde{m}_t \quad (۸۶)$$

شرط تسویه بازار کار

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

$$\tilde{h}_t = \frac{\overline{h_o}}{\overline{h}}\tilde{h}_{o,t} + \frac{\overline{h_{no}}}{\overline{h}}\tilde{h}_{no,t} \quad (۸۷)$$

شرط تسویه بازار سرمایه

$$\tilde{k}_t = \frac{\overline{k_o}}{\overline{k}}\tilde{k}_{o,t} + \frac{\overline{k_{no}}}{\overline{k}}\tilde{k}_{no,t} \quad (۸۸)$$

چگونگی انباشت اوراق قرضه خارجی

$$\frac{\overline{b}^f}{\overline{R}^f\overline{\kappa}}\left(\tilde{b}_t^f - \tilde{R}_t^f - \tilde{\kappa}_t\right) - \frac{\overline{b}^f}{\overline{\pi}^f}\left(\tilde{b}_{t-1}^f - \tilde{\pi}_t^f\right) = \overline{P}_o^f\overline{y}_o\left(\tilde{P}_{o,t}^f + \tilde{y}_{o,t}\right) - \overline{y}_I\tilde{y}_{I,t} - \overline{P}_o^f\overline{y}_o^I\left(\tilde{P}_{o,t}^f + \tilde{y}_{o,t}^I\right) \quad (۸۹)$$

۴ روش حل

در این قسمت، الگو با استفاده از روش بیزین، تخمین زده می‌شود که بدین منظور، به توصیف داده‌ها و چگونگی تخمین پارامترهای الگو پرداخته می‌شود.

۱.۴ داده‌ها

برای تخمین الگوی ارائه شده، از داده‌های تعدیل شده فصلی سری زمانی متغیرهای تولید ناخالص داخلی حقیقی، تورم، مصرف حقیقی، نرخ ارز مؤثر حقیقی و درآمدهای نفتی حقیقی اقتصاد ایران طی دوره ۱:۱۳۶۷ تا ۱:۱۳۹۱ استفاده شده است.[۱] که با استفاده از فیلتر هدریک-پرسکات[۲]، جزء روند از داده‌ها جدا می‌شود و تحلیل‌ها بر روی جزء ادواری صورت می‌گیرد. همچنین یکی از مهم‌ترین مراحل تکمیل الگوهای DSGE، مقداردهی پارامترهای الگو می‌باشد، درنتیجه شاخص‌هایی که براساس داده‌های اقتصاد ایران، می‌توان آن‌ها را کالیبره کرد در جدول ۱ خلاصه شده‌اند.

۲.۴ تخمین پارامترهای الگو

الگوی ارائه شده به روش بیزین و با استفاده از نرم‌افزار داینر تخمین زده می‌شود. تخمین

---

[۱] تمامی داده‌ها – به جز نرخ ارز موثرحقیقی که از پایگاه اطلاعاتی IFS استخراج گردیده است.- از سری زمانی منتشرشده توسط بانک مرکزی اخذ شده است.

[2] Hodrik-Prescott filter

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

جدول ۱

پارامترها و نسبت‌های کالیبره شده مدل

پارامتر	مقدار	منبع
نرخ تنزیل ذهنی (β)	۰/۹۸۵	جلالی نائینی و نادریان (۱۳۹۰)
معکوس کشش جانشینی بین دوره ای مصرف ($\boldsymbol{\gamma}$)	۲/۱۷	جلالی نائینی و نادریان (۱۳۹۰)
معکوس کشش دستمزدی عرضه نیروی کار (σ)	۲/۱۷	طائی (۱۳۸۵)
نرخ استهلاک سرمایه (δ)	۰/۰۴۲	امینی (۱۳۸۴)
نسبت باثبات سرمایه در بخش غیرنفت به کل موجودی سرمایه[۱] ($\frac{\boldsymbol{kno}}{\boldsymbol{k}}$)	۰/۸۱	نتایج تحقیق
نسبت باثبات مصرف به تولید ناخالص داخلی ($\frac{\bar{c}}{\bar{y}}$)	۰/۴۹	نتایج تحقیق
نسبت باثبات سرمایه‌گذاری به تولیدناخالص داخلی ($\frac{\bar{\imath}}{\bar{y}}$)	۰/۲۸	نتایج تحقیق
نسبت باثبات مخارج دولت به تولیدناخالص داخلی ($\frac{\bar{g}}{\bar{y}}$)	۰/۱۹	نتایج تحقیق
نسبت باثبات صادرات نفتی به تولید ناخالص داخلی ($\frac{\bar{s}\bar{p}_o^f\bar{y}_o}{\bar{y}}$)	۰/۲۶	نتایج تحقیق
نسبت باثبات واردات به تولید ناخالص داخلی ($\frac{\bar{s}\bar{p}_o^f\bar{y}_o^l-\bar{s}\bar{y}_l}{\bar{y}}$)	۰/۲۲	نتایج تحقیق
نسبت باثبات درآمد حاصل از صادرات نفت به مخارج دولت ($\frac{\bar{S}\bar{P}_o^f\bar{Y}_o}{\bar{g}}$)	۰/۵	نتایج تحقیق

ماخذ: نتایج تحقیق

بیزین یک مدل DSGE براساس یک تابع حداکثر راستنمایی که از حل مدل به‌صورت لگاریتم- خطی بدست آمده است، صورت می‌پذیرد. در این روش، توزیع پیشینی پارامترها، اطلاعات اضافی را برای تخمین پارامترهای مدل فراهم می‌کند؛ به‌گونه‌ای که توزیع پیشین برای هر شاخص براساس ویژگی‌های آن شاخص و ویژگی‌های توزیع موردنظر انتخاب می‌شود، به‌عنوان مثال از توزیع بتا برای برآورد پارامترهایی که در بازه‌ی]۰ ۱[قرار می‌گیرند، استفاده می‌شود. بنابراین برای پارامتر چسبندگی قیمت و نیز سهم عوامل تولید در بخش نفت و غیرنفت از چنین توزیعی استفاده می‌شود، همچنین توزیع معکوس گاما

[۱] با توجه به اینکه اطلاعات موجودی سرمایه ایران در بخش مستغلات برای تعداد زیادی از سال‌ها وجود ندارد، موجودی سرمایه بخش‌ها بدون بخش مستغلات لحاظ شده است.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

جدول ۲
برآورد شاخص‌های الگو

پارامتر	توزیع	میانگین پیشین	میانگین پسین
سهم سرمایه در بخش نفت از تولید آن $(\boldsymbol{\alpha_o})$	بتا	۰/۶	۰/۶۱
سهم سرمایه در تولید غیرنفتی $(\boldsymbol{\alpha_{no}})$	بتا	۰/۴۱	۰/۳۸
سهم نفت در تولید غیرنفتی $(\boldsymbol{\theta_{no}})$	بتا	۰/۱۵	۰/۲۱
احتمال چسبندگی قیمت در بخش غیرنفتی $(\boldsymbol{\emptyset_{no}})$	بتا	۰/۶۵	۰/۵۳
احتمال چسبندگی قیمت کالاهای وارداتی $(\boldsymbol{\phi_I})$	بتا	۰/۷۵	۰/۸۵
سهم کالاهای غیرنفتی در کالای نهایی (χ_{no})	بتا	۰/۷۵	۰/۷۳
سهم کالاهای وارداتی در کالای نهایی (χ_I)	بتا	۰/۲۵	۰/۲۷
هزینه تعدیل سرمایه در بخش نفت (ψ_o)	نرمال	۶/۵	۶/۵۶
هزینه تعدیل سرمایه در بخش غیرنفت (ψ_{no})	نرمال	۵/۵	۵/۹
انحراف معیار شوک قیمت جهانی نفت $(\boldsymbol{\sigma_{p_o^f}})$	معکوس گاما	۰/۵	۰/۵
ضریب GDP در قاعده تیلور (μ_y)	نرمال	۰/۵	۰/۷
ضریب تورم CPI در قاعده تیلور (μ_π)	نرمال	۱/۵	۲/۳۹
ضریب تورم PPI در قاعده تیلور $(\mu_{\pi_{no}})$	نرمال	۱/۵	۱/۹۷
ضریب نرخ ارز حقیقی در قاعده تیلور (μ_s)	نرمال	۰/۲۵	۰/۱۸

مأخذ: نتایج تحقیق

برای پارامترهایی است که غیرمنفی می‌باشند؛ به همین دلیل برای انحراف معیار شوک‌ها مانند شوک قیمت نفت که دامنه غیرمنفی دارند از این توزیع استفاده می‌شود، سایر پارامترها، توزیع نرمال دارند بنابراین این توزیع برای هزینه تعدیل سرمایه و برای ضرایب قاعده سیاست پولی درنظر گرفته می‌شود. با این توضیحات، توزیع پسینی پارامترهای مدل با استفاده از الگوریتم متروپلیس – هستینگ تحت نرم‌افزار داینر محاسبه شده است و

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

نتایج آن در جدول۲ ارائه شده است. نتایج زنجیره مارکف مونت کارلو آماره‌های تشخیص یک متغیره در پیوست۱ نشان داده شده است. مقایسه توزیع‌های پیشینی و پسینی پارامترها نیز در پیوست۲ ارائه شده است. آزمون تشخیصی زنجیره مارکف مونت کارلو بیانگر آن است که مشکلی در تخمین پارامترهای مدل وجود ندارد.

۵ نتایج حاصل از الگو

بمنظور تعیین قاعده‌ی ساده بهینه سیاست پولی در مواجهه با تکانه‌ی قیمت نفت در اقتصاد ایران، نتایج الگو در دو بخش مورد تحلیل قرار می‌گیرد. در ابتدا، قواعد سیاست پولی ساده از منظر عملکرد تثبیتی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و در ادامه از نظر مقدار تابع زیان بانک مرکزی مورد مقایسه قرار خواهند گرفت.

۱.۵ مقایسه قواعد ساده بهینه از منظر عملکرد تثبیتی

در این بخش، با مقایسه واریانس متغیرهای کلیدی، عملکرد تثبیتی قواعد سیاستی مختلف مورد مقایسه و تحلیل قرار می‌گیرد.

در تکمیل تحلیل‌های کمی، جدول ۳، واریانس متغیرهای کلیدی مدل را تحت قواعد ساده سیاست پولی با شرایط اقتصاد پیش از اعمال قواعد ساده سیاست پولی مقایسه می‌کند، نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که قواعد ساده سیاست پولی از منظر تثبیت اقتصادی متغیرهای کلیدی عملکرد خوبی دارند. همچنین نتایج به تفکیک حاکی از آن است که قاعده ساده هدف‌گذاری PPI سبب واریانس کمتری در تورم شده است در حالی‌که قاعده ساده هدف‌گذاری تورم CPI برای مصرف و قاعده ساده هدف‌گذاری نرخ ارز حقیقی برای شکاف تولید و نرخ ارز حقیقی، واریانس کمتری به‌همراه داشته است.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

جدول ۳

مقایسه واریانس متغیرهای کلیدی در صورت پیروی هریک از قواعد ساده سیاست پولی

متغیر	پیش از اعمال قواعد ساده سیاست پولی	قاعده ساده با هدف‌گذاری تورم CPI	قاعده ساده با هدف‌گذاری تورم PPI	قاعده ساده با هدف‌گذاری نرخ ارز حقیقی
مصرف	۲/۹۲	۱/۱۵	۲/۲۹	۲/۸۷
شکاف تولید	۲/۷۳	۲/۰۶	۱/۹۲	۱/۴۱
تورم CPI	۱/۸۵	۱/۰۱	۰/۹۴	۱/۵۲
تورم PPI	۲/۰۹	۱/۳۵	۱/۲۸	۱/۷۳
نرخ ارز حقیقی	۰/۹۸	۰/۴۸	۰/۵۱	۰/۲۹

مأخذ: نتایج تحقیق

۲.۵ مقایسه قواعد ساده سیاست پولی از نظر مقدار تابع زیان بانک مرکزی

در این بخش، قواعد ساده سیاست پولی از نظر معیار مقدار تابع زیان بانک مرکزی مورد مقایسه و تحلیل قرار می‌گیرد. از جدول ۴، با مقایسه مقادیر تابع زیان هر یک از قواعد ساده سیاست پولی که با استفاده از نرم‌افزار داینر محاسبه شده است این نتیجه حاصل می‌شود که قاعده دوم (هدف‌گذاری تورم PPI) نسبت به قاعده اول (هدف‌گذاری تورم CPI)، زیان رفاهی کمتری را به‌همراه داشته است. علت را می‌توان وابستگی زیاد به صادرات نفت خام و حجم بالای واردات کالاهای مصرفی دانست که اقتصاد را درمعرض تکانه‌های قیمتی نفت و تکانه‌های قیمت کالاهای وارداتی از کانال نرخ ارز قرار می‌دهند به‌طوری‌که تغییرات نرخ ارز در اثر تکانه‌های نفتی به‌سرعت بر شاخص قیمت مصرف‌کننده اثر می‌گذارند و باعث نوسان پیش‌بینی نشده شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی می‌شوند، در چنین شرایطی چون بانک مرکزی توانایی کنترل بیشتری روی PPI در مقایسه با CPI دارد، هدف‌گذاری PPI در مقایسه با CPI، زیان کمتری به‌همراه خواهد داشت. مقایسه‌ی قاعده دوم و قاعده سوم (هدف‌گذاری نرخ ارز حقیقی) نشان می‌دهد که قاعده هدف‌گذاری تورم تولیدکننده در مقایسه با قاعده سوم نیز زیان رفاهی کمتری دارد و آن به این علت است که در تابع زیان بانک مرکزی با توجه به اولویت هدف نرخ تورم بر سایر اهداف، وزن تورم دو برابر وزن شکاف تولید درنظر گرفته شده است.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

جدول ۴
مقایسه قواعد ساده سیاست پولی از نظر مقدار تابع زیان بانک مرکزی

نوع قاعده	قاعده ساده با هدف‌گذاری تورم CPI	قاعده ساده با هدف‌گذاری تورم PPI	قاعده ساده با هدف‌گذاری نرخ ارز حقیقی
مقدار تابع زیان بانک مرکزی	۰/۰۳۷	۰/۰۳۲	۰/۰۴۵

مأخذ: نتایج تحقیق

۶ نتیجه‌گیری

باتوجه به اینکه تدوین برنامه‌های توسعه اقتصادی – اجتماعی و تنظیم بودجه‌های سالانه کشور از یک سو، و اتخاذ سیاست پولی مناسب توسط بانک مرکزی از سوی دیگر، مستلزم شناخت و انجام پیش‌بینی‌های دقیق از میزان تأثیرگذاری نوسانات قیمت نفت بر متغیرهای کلان اقتصادی می‌باشد؛ در این پژوهش با بهره‌گیری از آموزه‌های مکتب نیوکینزی، یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی چندبخشی برای ایران به‌عنوان یک اقتصاد صادرکننده نفت طراحی شده‌است تا بتواند زمینه بررسی قاعده سیاست پولی مناسب را در مواجهه با تکانه افزایش قیمت جهانی نفت بگونه‌ای فراهم آورد که منجر به حداقل شدن تابع زیان و نیز ثبات بیشتر در متغیرهای مهم کلان اقتصادی گردد.

نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی الگو در شرایط اعمال قواعد ساده سیاست پولی نشان می‌دهد که قاعده هدف‌گذاری تورم شاخص قیمت تولیدکننده، سبب واریانس کمتری در تورم شده است، درحالی‌که قاعده هدف‌گذاری نرخ ارز حقیقی برای تولید و نرخ ارز حقیقی، و قاعده هدف‌گذاری تورم مصرف‌کننده برای مصرف، واریانس کمتری را به همراه داشته است. همچنین مقایسه قواعد سیاست پولی ساده بهینه از نظر عملکرد رفاهی نشان می‌دهد که قاعده هدف‌گذاری تورم PPI نسبت به قاعده هدف‌گذاری تورم CPI زیان کمتری به‌همراه داشته است؛ علت چنین نتیجه‌ای را می‌توان وابستگی زیاد به صادرات نفت خام و حجم بالای واردات کالاهای مصرفی دانست که باعث می‌شود اقتصاد درمعرض تکانه‌های قیمتی نفت و تکانه‌های قیمت کالاهای وارداتی از کانال نرخ ارز قرار گیرد و در نتیجه باعث نوسان پیش‌بینی نشده شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی شود؛ در چنین شرایطی چون بانک مرکزی توانایی کنترل بیشتری روی PPI در مقایسه با CPI دارد، هدف‌گذاری PPI در مقایسه با CPI، زیان کمتری به‌همراه خواهد داشت. مقایسه‌ی قاعده هدف‌گذاری

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

تورم PPI و قاعده هدف‌گذاری نرخ ارز حقیقی نشان می‌دهد که قاعده هدف‌گذاری تورم PPI زیان رفاهی کمتری دارد؛ و آن به این علت است که در تابع زیان بانک مرکزی وزن تورم دو برابر وزن شکاف تولید درنظر گرفته شده است.

فهرست منابع

امینی، ع.ر.، و حاجی‌محمد، ن. (۱۳۸۴). برآورد سری زمانی موجودی سرمایه در اقتصاد ایران طی دوره ۸۱-۱۳۳۸، *مجله برنامه و بودجه*، ۹۰، ۵۳-۸۶.

بهرامی، ج.، و قریشی، ن. (۱۳۹۰). تحلیل سیاست پولی در اقتصاد ایران با استفاده از یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*، ۵(۱)، ۱-۲۲.

توکلیان، ح. (۱۳۹۱). بررسی منحنی فیلیپس کینزی جدید در قالب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای ایران. *مجله تحقیقات اقتصادی*، ۴۷(۳)، ۱-۲۲.

خلیلی عراقی، م.، شکوری، ح.، و زنگنه، م. (۱۳۸۸). تعیین قاعده بهینه سیاست پولی در اقتصاد ایران با استفاده از تئوری کنترل بهینه. *مجله تحقیقات اقتصادی*، ۴۴(۸۸)، ۶۹-۹۴.

شاهمرادی، ا.، و ابراهیمی، ا. (۱۳۸۹). ارزیابی اثرات سیاست‌های پولی در اقتصاد ایران در قالب یک مدل پویای تصادفی نوکینزی، *فصلنامه پول و اقتصاد*، ۳، ۳۰-۵۶.

طائی، ح. (۱۳۸۵). تابع عرضه نیروی کار: تحلیل مبتنی بر داده‌های خرد. *فصلنامه تحقیقات اقتصاد ایران*. ۲۹، ۹۳-۱۱۲.

Aizenman, J., & Hutchison, M. (2008). Inflation Targeting And Real Exchange Rates in Emerging Markets. *World Development* , 39(5), 712-724.

Allegret, J. p., & Benkhodja, M. T. (2011). *External shocks and Monetary policy in a small open oil Exporting Economy*. Economix Working paper, No.2011-39.

Bernanke, Ben. S. and Frederic Mishkin(1997), "A New Framework For Monetary Policy", Journal of Economic Perspectives, vol. 11, 97-116.

Bouakez, H., N. Rebei and D. Vencatachellum(2008), "Optimal Pass-Through of Oil Prices in an Economy with Nominal Rigidities", Working Paper 08-31.

Calvo, G(1983)," staggered price setting in a utility-Maximizing framework", journal of Monetary Economics, No 12.pp 383-398.

Campolmi, Alessia(2006),"Which Inflation To Target? A Small Open Economy With Sticky Wages Indexed to Past Inflation", Economics and Business Working Papers Series, 961.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

Cavoli, Tony(2008), "The exchange rate and optimal monetary policy rules in open and developing economies: some simple analytics" Economic Modelling 25.5: 1011-1021.

Devereux, M. B. and J. Yetman (2014), "Globalisation, Pass-through and the Optimal Policy Response to Exchange rates" NBER Working Paper, No.20252.

Frankel, J. (2011). Monetary Policy In Emerging Markets: A Survey. HKS faculty Research Working Paper Series RWP11-003.

Ireland, P. (2003), "Endogenous Money or Sticky Prices?", Journal of Monetary Economics, 50: 1623-1648.

Jalali-Naini, A.R. and M.A. Naderian(2011),"Inflation and output in a Cash-Constraint Economy",Journal of Money and Economy,Vol.6,pp.1-28.

Medina, J. and c. Soto(2005),"Oil shocks and monetary policy in an estimated DSGE model for a small open economy, central Bank of Chile, working paper,No.353.

Peiris, S. and M. Saxegaard(2007), "An Estimated DSGE Model for Monetary Policy Analysis in Low Income Countries" IMF Working Paper, No.282

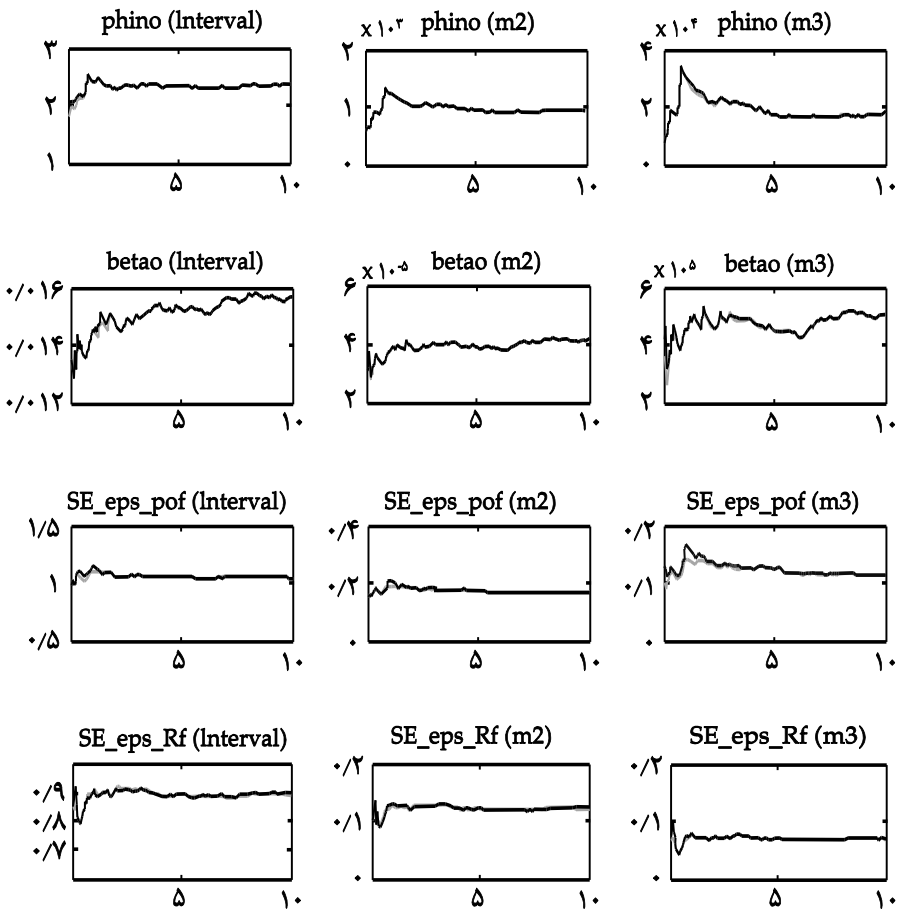
Rabee Hamedani, H. and M. Pedram(2013), "Oil Price Shock and Optimal Monetary Policy in a Model of Small Open Oil Exporting Economy- Case of Iran", Journal of Money and Economy, No.3: 21-61.

Schmitt-Grohe, S. and M. Uribe (2003),"closing small open Economy Models", Journal of International Economics, No. 61:163-185.

Yun, T (1996),"Nominal price rigidity, Money supply Endogeneity and Business cycles", journal of monetary Economics, No 37,345-370.

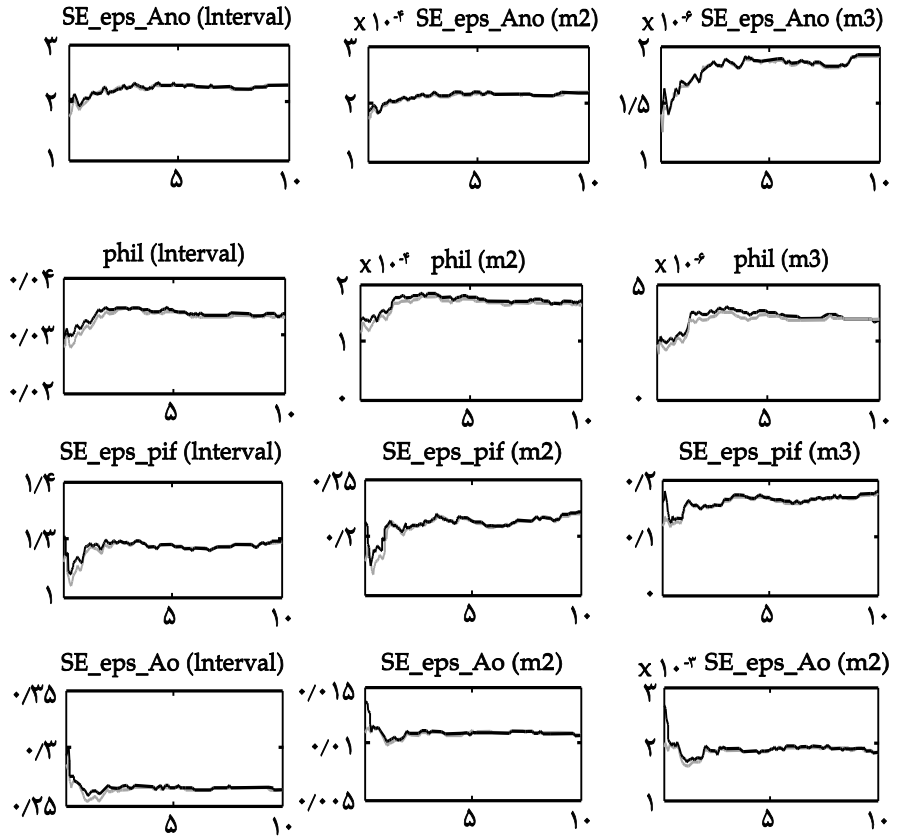
[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]

پیوست



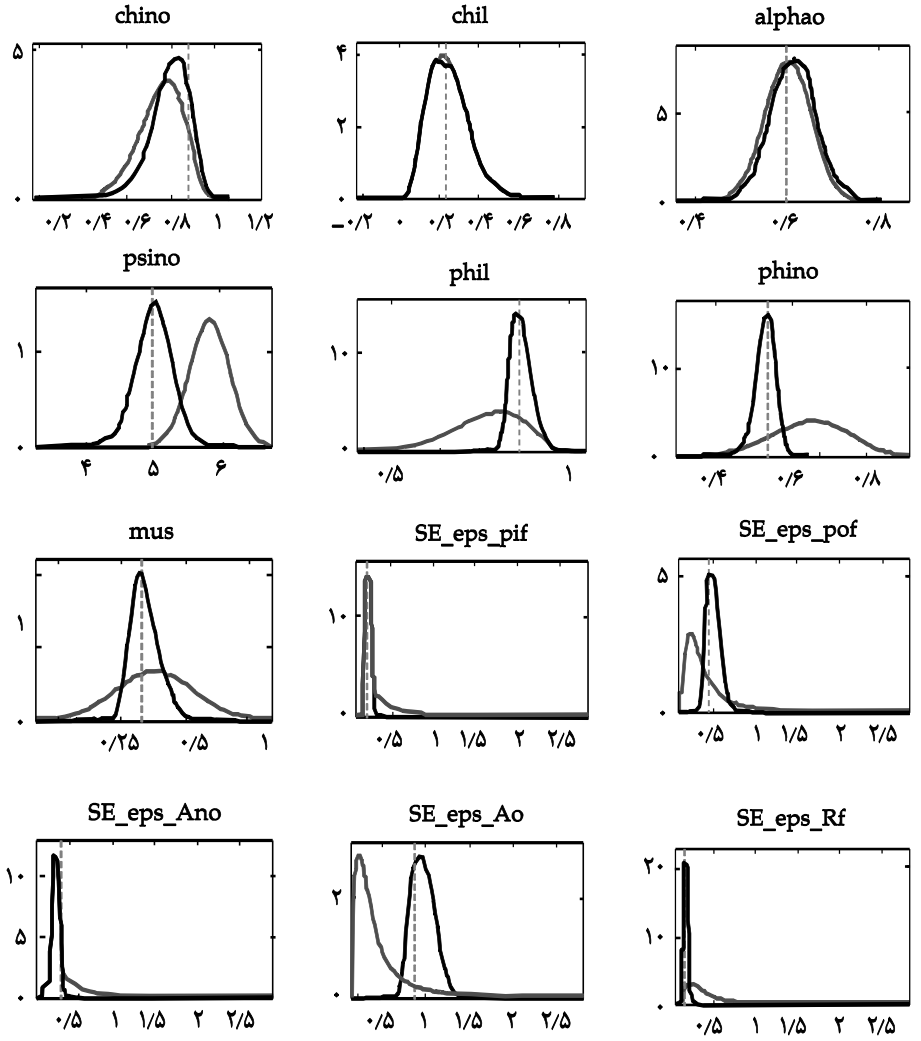
شکل ۱. نمودارهای تشخیص یک متغیره

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]



ادامه شکل ۱. نمودارهای تشخیص یک متغیره

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]



شکل ۲. نمودار توزیع‌های پیشین و پسین پارامترها

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-06]