فصلنامهٔ پژوهش‌های پولی ـ بانکی
سال سیزدهم، شمارهٔ ۴۶، زمستان ۱۳۹۹
صفحات ۶۷۱ـ۷۰۸

سیاست‌گذاری بهینهٔ پولی در نظام بانکداری بدون ربا؛ مورد ایران

مهدی خندان سویری [*]
احمد اسدزاده [†]
محمدعلی متفکر آزاد [‡]
جعفر حقیقت [§]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۷

چکیده

نظام بانکداری ایران براساس قانون پولی و بانکی مصوب سال ۱۳۵۱ و قانون عملیات بانکی بدون ربا مصوب سال ۱۳۶۲ فعالیت می‌کند. قیود بانکداری بدون ربا علاوه بر قراردادهای تجهیز و تخصیص منابع در چهارچوب اسلامی، شامل ممنوعیت انتشار اوراق بدهی بوده اما با صدور اوراق قرضهٔ دولتی از سال ۱۳۹۸ و اجازهٔ عملیات بازار باز توسط بانک مرکزی، امکان استفاده از قاعدهٔ تیلور فراهم شده است. در این پژوهش ابتدا در مدل پایه، سیاست‌گذاری پولی براساس قاعدهٔ تیلور در ایران مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن ارزیابی شده است؛ سپس با حذف این قاعده، سیاست پولی بهینه در ایران به روش رمزی با بیشینه‌سازی مطلوبیت خانوار به‌عنوان تابع هدف بانک مرکزی به‌عنوان برنامه‌ریز اجتماعی با استفاده از الگوی متوسط تعادل عمومی پویای تصادفی نوکینزی غیرخطی بررسی می‌شود. تغییرات لازم در بخش‌های گوناگون مدل برای یک اقتصاد کوچک صادرکنندهٔ نفت در چهارچوب قیود بانکداری بدون ربا در نظر گرفته و نتایج آن ارزیابی و تشریح شده است. نتایج نشان می‌دهد در مدل پایه (قاعدهٔ تیلور)، تکانهٔ پولی بیشترین و تکانهٔ فنّاوری نفتی کمترین تأثیر را در تولید کل خواهد داشت و اگر سیاست پولی بهینهٔ رمزی دنبال شود، آثار تکانه‌ها به‌ویژه آثار مخرب آن‌ها کاهش و ثبات اقتصادی بهبود می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: سیاست پولی بهینهٔ رمزی، الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی، بانکداری مرکزی.
طبقه‌بندی JEL: E52، E58

---

[*] این مقاله از پایان‌نامهٔ دکتری اقتصاد نگارنده در دانشگاه تبریز با عنوان «سیاست پولی بهینه در نظام بانکداری بدون ربا؛ مورد ایران» استخراج شده است.
mehdikhandan1358@gmail.com
[†] دانشیار دانشکدهٔ اقتصاد و مدیریت دانشگاه تبریز، assadzadeh@gmail.com
[‡] استاد دانشکدهٔ اقتصاد و مدیریت دانشگاه تبریز، motafakker@gmail.com
[§] استاد دانشکدهٔ اقتصاد و مدیریت دانشگاه تبریز، haghighat@tabrizu.ac.ir

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

۱ مقدمه

پول و بانک نقش ویژه‌ای در بازار مالی و کل اقتصاد ایران ایفا می‌کنند، به‌نحوی که بانک‌ها حدود ۹۰ درصد از تأمین‌مالی بنگاه‌های اقتصاد کشور را به دوش می‌کشند. پس از انقلاب اسلامی ایران در سال ۱۳۵۷، فعالیت بانک‌های خصوصی متوقف شد و ۳۶ بانک با ادغام و انحلال به هفت بانک دولتی تبدیل شدند. با تصویب قانون عملیات بانکی بدون ربا در سال ۱۳۶۲ و نیز اصلاح قانون پولی و بانکی سال ۱۳۵۱، نرخ بهره همچنین ابزار اوراق قرضه از نظام پولی کشور حذف و نظام بانکداری ایران به‌عنوان یک کشور اسلامی به یک نظام پولی یکپارچهٔ بدون ربا تبدیل شد، اگرچه در اغلب کشورهای اسلامی نظام دوگانهٔ بانکداری اسلامی و بانکداری متعارف حاکم است. در این قانون، تجهیز منابع بانکی در سپرده‌های قرض‌الحسنه بر پایهٔ عقد قرض و در سپرده‌های سرمایه‌گذاری بر پایهٔ عقد وکالت است و در تخصیص منابع، بانک‌ها مجاز به انعقاد قراردادهای مشارکتی (مانند مضاربه) و قراردادهای مبادله‌ای مانند فروش اقساطی‌اند. با اصلاح اصل ۴۴ قانون اساسی در سال ۱۳۶۸ و قانون اجازهٔ تأسیس بانک‌های غیردولتی در سال ۱۳۷۹، نخستین بانک غیردولتی کشور پس از انقلاب اسلامی در سال ۱۳۸۰ آغاز به‌کار کرد. اغلب بانک‌های غیردولتی را نمی‌توان خصوصی نامید، زیرا وابسته به نهادهای حاکمیتی و نظامی هستند. همچنین در سال ۱۳۸۸، بخشی از سهام بانک‌های ملت، تجارت، صادرات، و رفاه کارگران از طریق بورس عرضه شد و این بانک‌ها به جرگهٔ بانک‌های غیردولتی پیوستند، اگرچه بخشی از مالکیت و تمام مدیریت آن‌ها همچنان دولتی باقی ماند. در سال ۱۳۹۹، ۳۶ بانک و مؤسسهٔ اعتباری شامل ۳ بانک تجاری دولتی، ۵ بانک دولتی تخصصی و توسعه‌ای، ۲ بانک قرض‌الحسنهٔ غیردولتی، ۲۰ بانک غیردولتی تجاری، ۱ بانک مشترک ایرانی و خارجی، و ۵ مؤسسهٔ اعتباری غیردولتی در بازار پول مجاز ایران فعالیت می‌کردند و عملیات ادغام ۴ بانک و مؤسسهٔ نظامی در بانک سپه درحال انجام بود. سهم بازار بانک‌های غیردولتی طی سال‌های اخیر درحال افزایش بوده و چه در تسهیلات و چه در سپرده‌ها از بانک‌های دولتی پیشی گرفته است. اما، بدهی بانک‌های دولتی به بانک مرکزی به‌ویژه در پنج سال اخیر بیشتر از بانک‌های غیردولتی است و بانک‌های دولتی و بانک مرکزی تأمین‌مالی کسری بودجهٔ دولت را در غیاب ابزار اوراق قرضه بر عهده داشته‌اند؛ ولی با صدور اوراق قرضهٔ دولتی از سال ۱۳۹۸ و اجازهٔ عملیات بازار باز توسط بانک مرکزی، دست سیاست‌گذار پولی برای تأمین غیرپولی کسر بودجهٔ دولت و کنترل تورم باز شده است.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

سیاست پولی به مجموعه‌ای از سیاست‌های اقتصادی گفته می‌شود که برای کنترل نظام پولی به‌منظور دستیابی به اهداف اقتصاد کلان، توسط بانک مرکزی تنظیم و اجرا می‌شود. به‌طورکلی، هدف از سیاست پولی در بلندمدت کمک به رشد اقتصادی و درکوتاه‌مدت تثبیت اقتصادی است (چودری و اختر، ۱۳۸۲). سیاست پولی بهینه از حداقل‌سازی تابع زیان اجتماعی با توجه به قید مکانیزم انتقال پولی حاصل می‌شود. تابع زیان اجتماعی برحسب متغیرهایی مطرح می‌شود که بانک مرکزی برای آن‌ها هدف تعیین کرده و مایل است سیاست پولی را به‌گونه‌ای هدایت کند که به آن هدف دست یابد (شاهمرادی و صارم، ۱۳۹۲). سیاست پولی بهینه یک مسئلهٔ بهینه‌سازی در طول زمان است که در آن تابع زیان در یک افق زمانی بی‌نهایت حداقل می‌شود، زیرا عمر مصرف‌کنندگان نامحدود فرض شده است. بنابراین، ارزش تابع زیان در هر دوره با دورهٔ دیگر متفاوت است و الزاماً باید به نرخی تنزیل شود که معمولاً همان نرخ رجحان زمانی مصرف‌کننده در نظر گرفته می‌شود. حداقل‌کردن تابع زیان چیزی نیست جز حداکثرکردن تابع مطلوبیت؛ همچنین به‌علت ماهیت تصادفی متغیرهای اقتصادی و نااطمینانی زیان تنزیل‌شدهٔ انتظاری حداقل می‌شود (توکلیان و صارم، ۱۳۹۶).

بنابراین، سیاست‌گذار به‌جای رفتار مطابق قواعد سیاستی مانند قاعدهٔ تیلور، به‌صورت بهینه نسبت به حداقل‌سازی تابع زیان اجتماعی یا حداکثرسازی تابع مطلوبیت خانوار که برایش اهمیت دارد اقدام می‌کند که درحال حاضر با سه روش بهینهٔ رمزی، بهینهٔ صلاحدیدی، و قاعدهٔ سیاست‌گذاری سادهٔ بهینه انجام می‌شود که در این تحقیق از روش بهینهٔ رمزی استفاده شده است. هدف این مقاله مدل‌سازی و بررسی سیاست پولی در ایران و مقایسهٔ آن با سیاست بهینهٔ پولی با الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی است و در پی پاسخ به این پرسش است که تفاوت مدل پایهٔ اقتصاد ایران و مدل بهینه چیست. وجه تمایز اصلی این تحقیق با مطالعات پیشین استفاده از روش غیرخطی در تخمین الگو و تعریف متغیرکمک‌های مستقیم دولتی به بانک‌های دولتی به‌منظور کاهش شکاف تولید است.

ساختار این مقاله به این شکل است که پس از چکیده و مقدمه، مطالعات دیگران در این زمینه مرور می‌شود و در ادامه بخش‌های گوناگون مدل پایه ازجمله خانوار، بخش تولید، بانک‌های دولتی، غیردولتی، و بورس به‌عنوان واسطه‌گران مالی، بخش نفت، دولت و صندوق توسعه و بانک مرکزی برای یک اقتصاد کوچک صادرکنندهٔ نفت تبیین می‌شود. پارامترهای مدل از طریق شبیه‌سازی و کالیبراسیون تعیین و حالت پایدار برخی از متغیرها محاسبه شده است. همچنین، مدل در حالت بهینهٔ رمزی با درنظرگرفتن تابع مطلوبیت خانوار به‌عنوان تابع هدف برآورد و نتایج آن با مدل پایه در پاسخ به تکانه‌های نفتی، فنّاوری بخش حقیقی، فنّاوری نفتی، و پولی تبیین شده است.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

۲ پژوهش‌های دیگران

۲. ۱ مطالعات داخلی

درگاهی و هادیان (۱۳۹۵) رفتار بانک‌ها را در مدل تعادل عمومی پویای تصادفی مورد ارزیابی قرار دادند؛ به‌این‌ترتیب که برای بانک نمونه تابع سودی تعریف شده است که براساس قید ترازنامه، تجهیز و تخصیص منابع را برای حداکثرکردن سود انجام می‌دهد. در این مطالعه، خانوارها نیز به دو گروه پس‌اندازکننده و وام‌گیرنده تقسیم شده‌اند. به‌عبارت دیگر علاوه بر بنگاه‌ها، بخشی از خانوارها نیز در تقاضای وام از بانک‌ها نقش دارند.

محبی و همکاران (۱۳۹۵) بخش بانکی و بازار بین‌بانکی را در یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی بر پایهٔ ادوار تجاری حقیقی با احتمال نکول تسهیلات مورد بررسی قرار دادند؛ بدین‌ترتیب که بخش بانکی از خانوار سپرده دریافت و از همین طریق به بنگاه‌ها تسهیلات ارائه می‌کند و بانک‌ها در صورت کسری نقدینگی می‌توانند از بازار بین‌بانکی استقراض کنند و بانک مرکزی نیز در صورت نیاز از طریق این بازار، نقدینگی موردنیاز جامعه را تزریق می‌کند و می‌تواند نقشی مؤثر در تعدیل تکانه‌ها ایفا کند.

شاه‌حسینی و بهرامی (۱۳۹۲) عملکرد بانک‌ها را به‌عنوان واسطه‌های مالی در الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی مدل‌سازی کردند و نشان دادند که اثر مطالبات معوق بانکی در تکانه‌های پولی منفی است؛ یعنی عدم بازپرداخت تسهیلات در سررسید توسط بنگاه‌ها تأثیرات تکانه‌های پولی را در متغیرهای کلان اقتصادی کاهش می‌دهد.

مهرگان و دلیری (۱۳۹۲) واکنش سپرده‌گذاران و وام‌گیرندگان بانکی را در قالب الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی مدل‌سازی کردند و نشان دادند که بروز تکانه‌های پولی (به‌دلیل عدم تعدیل نرخ بهره توسط بانک‌ها به‌دنبال تکانهٔ پولی) باعث کاهش سپرده‌گذاری و افزایش تقاضای وام مردم خواهد شد و قدرت رقابت بانک‌ها کاهش می‌یابد.

سلیمانی موحد و همکاران (۱۳۹۴) در الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی از عقد مشارکت به‌جای قاعدهٔ تیلور استفاده کردند که در آن از نرخ مشارکت دولت به‌عنوان ابزار سیاست پولی برای کنترل شکاف‌های تولید و تورم استفاده می‌شود. معیار مشارکت دولت در تأمین‌مالی سرمایه، سهم دولت در تشکیل سرمایهٔ ثابت ناخالص در نظر گرفته شده است. نتایج مدل نشان داد که قاعدهٔ مشارکت اسلامی توانمندی خود را در مقابله با نوسانات اقتصادی اثبات کرده است و می‌تواند به‌عنوان ابزار جایگزین نرخ بهره در اقتصاد به‌کار رود. با معرفی این ابزار و هدایت منابع مالی به‌سمت کانال تولید و تأمین‌مالی سرمایه‌گذاری، شکاف تورم و تولید و واریانس آن‌ها کاهش می‌یابد. سپس، قاعدهٔ سیاستی بهینه استخراج

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

شده است. قاعدهٔ بهینهٔ به‌دست‌آمده دلالت بر این دارد که مقام پولی باید نسبت به نوسانات تولید و تورم به یک میزان واکنش نشان دهد.

توکلیان (۱۳۹۴) سیاست پولی در ایران را با نوع تعدیل‌یافته‌ای از قاعدهٔ تیلور در قالب یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی برآورد کرده است. تابع زیان بانک مرکزی، که سیاست‌گذار به‌دنبال حداقل‌سازی آن براساس محدودیت‌های پیش روست، با نرخ رشد حجم پول بر پایهٔ انحراف تورم و تولید از مقادیر هدف آن‌ها تعیین شده است. در این مطالعه، چهار رویکرد قاعدهٔ بهینه، قاعدهٔ تعدیل‌شده، سیاست‌گذاری صلاحدیدی، و سیاست‌گذاری بهینهٔ پولی مورد آزمون قرار گرفته و نتیجه آن است که تنها سیاست‌گذاری بهینه می‌تواند التزام سیاست‌گذار به اهداف برنامهٔ توسعه و اجرای سیاست پولی براساس این اهداف را توضیح دهد.

بوستانی (۱۳۹۱) سیاست پولی بهینه در ایران را با مدل‌سازی اقتصاد ایران به‌عنوان یک اقتصاد باز کوچک در قالب الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی و با استفاده از قاعدهٔ تیلور مورد بررسی قرار داده است و با شبیه‌سازی پارامترهای اقتصاد ایران، هدف‌گذاری تورم را به‌عنوان بهترین سیاست و ثبات نرخ ارز را بدترین سیاست ارزیابی کرده است. تابع هدف حداقل‌سازی نوسانات شکاف تولید و تورم است که به حداکثرشدن رفاه مصرف‌کنندگان منجر می‌شود.

انواری و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی با استفاده از نظریهٔ کنترل و الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی، قاعدهٔ کنترل هم‌زمان تورم و شکاف تولید را با انتخاب یک نرخ بهرهٔ حداقل سازگار با اهداف اقتصاد اسلامی و شرایط لازم برای تحقق آن، با استفاده از نرم‌افزار داینر[1] شبیه‌سازی کرده‌اند. آن‌ها نتیجه گرفتند که پیش‌نیاز کنترل نرخ بهره در حداقل ممکن، کاهش نرخ تورم به سطح ۳ درصد در مدت شش سال است.

۲. ۲ مطالعات خارجی

تبرایی و همکاران (۲۰۱۸) سیکل‌های تجاری در یک اقتصاد صادرکنندهٔ نفت را با درنظرگرفتن بخش بانکی و بازار بین‌بانکی با الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی غیرخطی نئوکینزی مدل‌سازی و نتایج مدل را در گسترش تکانه‌ها ارزیابی کردند. براین‌اساس، اگرچه بخش بانکی به‌علت نداشتن ارتباط مستقیم با بخش نفت نقش اساسی در انتشار تکانهٔ نفتی ندارد، از طریق تغییرات نرخ‌های بازار در تقویت تکانه‌ها مؤثرند.

[1] Dynare

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

اجمین و همکاران[1] (۲۰۰۷) سیاست پولی بهینهٔ رمزی را در ناحیهٔ یورو با الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی متوسط مدل‌سازی و تابع هدف مدل رمزی را مطلوبیت خانوار تعیین کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند کنترل نرخ بهره در کران پایین صفر محدودیتی برای ثبات سیاست پولی بهینه ایجاد نمی‌کند. همچنین، تکانهٔ عرضهٔ نیروی کار و مارک‌آپ دستمزد نتایج یکسانی در الگوی پایه و نتایج متفاوتی در الگوی بهینهٔ رمزی ایجاد می‌کنند.

گان و یو[2] (۲۰۱۰) در مقاله‌ای به تعیین قاعدهٔ بهینهٔ تیلور از چشم‌انداز اسلامی برای اقتصادهای نوظهور، مورد مالزی را بررسی کردند. ایدهٔ آن‌ها استفاده از ابزار نرخ بهرهٔ اسلامی در سیاست پولی بود که با نرخ بهرهٔ طبیعی و تعادلی اقتصاد تعریف شده است. این قاعدهٔ پولی در پاسخ به شکاف تولید، تورم، و نرخ ارز قدرت پیش‌بینی بهتری دارد. آن‌ها نشان دادند سیاست پولی جایی بهینه است که وزن تولید و تورم در تابع زیان اجتماعی برابر است.

فیضی (۲۰۰۹) یک اقتصاد باز کوچک صادرکنندهٔ نفت مورد ایران را با الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی نئوکینزی در چهارچوب اسلامی با درنظرگرفتن ممنوعیت ربا به روش بیزین مدل‌سازی کرده است. ابزار سیاست پولی مورداستفاده در این مطالعه نرخ ارز اسمی است.

۳ الگو

۳. ۱ خانوار

الگوی پایهٔ این تحقیق براساس تبرایی و همکاران (۲۰۱۸) با تغییراتی در بخش خانوار، بانک، دولت، و بانک مرکزی نوشته شده و بخش سیاست‌گذاری بهینهٔ پولی به الگو افزوده شده است. فرض می‌شود اقتصاد از تعداد زیادی خانوار مشابه تشکیل شده است که عمر نامحدودی داشته و به بازارهای مالی دسترسی دارند (خانوار ریکاردین). این فرض پس از تخصیص یارانهٔ نقدی در ایران و افزایش دسترسی مردم به خدمات بانکی و سایر بازارهای مالی دور از ذهن نیست. خانوارها بسته به سطح درآمد در بانک‌های دولتی و غیردولتی سپرده‌گذاری می‌کنند و با مصرف و نگهداری پول مطلوبیت آن‌ها افزایش و با ارائهٔ نیروی کار از مطلوبیت آن‌ها کاسته می‌شود. خانوار ابتدا باید مسیر بهینهٔ شاخص مصرف را مشخص سازد که این مسیر بهینه از حداکثرسازی تابع مطلوبیت نسبت به قید بودجهٔ آن حاصل می‌شود. این خانوارهای مشابه با عمر نامحدود و افق بی‌نهایت هستند و با مصرف C_t ،

[1] Adjemian, Pariès, & Moyen
[2] Gan & Yu

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

عرضهٔ نیروی کار N_t، و نگهداری دارایی‌های پولی M_t را به‌نحوی انتخاب می‌کنند که تابع مطلوبیت انتظاری آنان با درنظرگرفتن قید بودجه حداکثر شود:

$$\max \quad \mathbb{E}_t \sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} \left(\frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \chi_N \frac{N_t^{1+\phi}}{1+\phi} + \chi_m \frac{(M_t^c)^{1-k_m}}{(1-k_m)P_t}\right) \qquad (۱)$$

که در آن $\beta \in (0.1)$ عامل تنزیل ذهنی بین‌دوره‌ای، $\frac{1}{\sigma} \geq ۰$ ، $\frac{1}{\varphi} \geq ۰$، و $\frac{1}{k_m} \geq ۰$ به‌ترتیب کشش جانشینی بین‌دوره‌ای مصرف، کشش نیروی کار، و کشش تراز حقیقی پرداخت‌های نقدی با توجه به دستمزد حقیقی‌اند. خانوار با قید بودجه‌ای به‌شکل زیر روبه‌روست که متغیر سود سپرده با تقسیم بر تورم داخلی Π_t به متغیر حقیقی تبدیل شده است:

$$s.t. \quad m_t^c + C_t + d_t + T_t \leq w_t N_t + \frac{R_{t-1}^D d_{t-1}}{\Pi_t} + \Gamma_t + \frac{m_{t-1}^c}{\Pi_t} + \mathbb{P}_t$$
$$, \frac{D_t}{P_t} = d_t, \frac{w_t}{P_t} = W_t, \frac{P_t}{P_{t-1}} = \Pi_t \ \frac{M_t^c}{P_t} = m_t^c$$
$$T_t = \tau_d \left(R_{t-1}^D - 1\right) \frac{d_{t-1}}{\Pi_t} + \tau_c C_t + \tau_w w_t N_t + \tau_k \mathbb{P}_t$$

خانوار موردنظر در زمان t دارای هزینه‌های مصرفی C_t، سپرده‌گذاری در بانک‌های دولتی و غیردولتی D_t ، و هزینه‌های مالیاتی است و در سوی درآمد خانوار با عرضهٔ نیروی کار N_t به بنگاه‌های واسطه و بنگاه‌های نفتی با ضریب χ_N در تابع مطلوبیت، دستمزد W_t دریافت می‌کند و از سپرده‌گذاری با نرخ سود دورهٔ قبل R_{t-1}^D و پرداخت‌های انتقالی دولت Γ_t و مجموع سود باقیماندهٔ بانک‌های خصوصی، بنگاه‌های واسطه، و... درآمد P کسب می‌کند. τ_d ، τ_c ، τ_w و τ_k به‌ترتیب ضرایب مالیاتی سپرده، مصرف، کار، و سود حاصل از بنگاه‌هاست که مجموعاً مالیات خانوار را تشکیل می‌دهند.

از شرط مرتبهٔ اول بهینه‌سازی با ضریب لاگرانژین λ نسبت به مصرف، سپرده، و نیروی کار، نگهداری پول، روابط زیر حاصل می‌شود. روابط ۴ و ۵ با توجه به مالیات صفر بر سود سپرده‌های بانکی در ایران خلاصه‌تر شده‌اند:

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

$$\lambda_t = \frac{C_t^{-\sigma}}{1+\tau_c} \quad (۲)$$

$$\frac{N_t^{\phi}}{C_t^{-\sigma}} = \frac{w_t\,(1-\tau_w)}{\chi_N\,(1+\tau_c)} \quad (۳)$$

$$C_t^{-\sigma} = \beta\,\mathbb{E}_t\left(\frac{R_t^D-\tau_d(R_t^D-1)}{\Pi_{t+1}}\right)C_{t+1}^{-\sigma}=\beta\,\mathbb{E}_t\left(\frac{R_t^D}{\Pi_{t+1}}\right)C_{t+1}^{-\sigma} \quad (۴)$$

$$\frac{\chi_m\,(m_t^c)^{-km}}{C_t^{-\sigma}} = \frac{R_t^D-\tau_d(R_t^D-1)-1}{R_t^D-\tau_d(R_t^D-1)} = \frac{R_t^D-1}{R_t^D} \quad (۵)$$

در این مطالعه، نگهداری اوراق مشارکت توسط خانوار در الگو لحاظ نشده است، زیرا نتایج بهینه‌یابی اوراق همانند سپرده‌های در اختیار خانوار است. همچنین، سهم اوراق مشارکت نزد خانوار نسبت به اوراق بدهی در اختیار بانک‌ها و مؤسسات اعتباری بسیار کمتر است.

۳. ۲ بخش تولید

بنگاه‌های داخلی دو دسته‌اند: یک دسته از بنگاه‌ها برای تولید کالاهای واسطه‌ای نیروی کار را خریداری و سرمایه را اجاره می‌کنند و آن را به تولیدکنندهٔ کالای نهایی می‌فروشند. طیف پیوسته‌ای از تولیدکنندگان کالاهای واسطه‌ای وجود دارد که هریک عرضه‌کنندهٔ انحصاری کالای خودشان و در بازار نهاده‌ها رقابتی هستند. دستهٔ دوم از بنگاه‌ها تولیدات واسطه‌ای را به یک کالای نهایی همگن تبدیل می‌کنند که این محصولات برای مصرف و سرمایه‌گذاری توسط خانوارها مورداستفاده قرار می‌گیرد.

۳. ۲. ۱ بخش تولیدکننده (بنگاه تولیدکنندهٔ کالای واسطه‌ای)

فرض می‌شود بنگاه‌های تولیدکنندهٔ کالای واسطه‌ای با تابع تولید به‌شکل کاب‌داگلاس فعالیت می‌کنند. آن‌ها نیروی کار N_t را از خانوارها می‌گیرند و دستمزد W_t به آن‌ها پرداخت و مقدار سرمایه و نیروی کار را از بازار رقابت کامل انتخاب می‌کنند و کالای خود را به بنگاه تولید کالای نهایی می‌فروشند. مسئلهٔ بهینه‌سازی این بنگاه‌ها حداکثرکردن سود است:

$$\max \quad \Pi_t^n = P_t^H Y_t^n + (1-\delta_k)P_t^k K_t - (1-u)R_t^k P_{t-1}^k K_t - W_t N_t^n \quad (۶)$$
$$A_t(K_t)^{\gamma_n}(K_{t-1}^G)^{\gamma_G}(N_t^n)^{1-\gamma_n} = 1$$

که در آن P_t^H قیمت کالاها، Y_t^n تولیدات غیرنفتی، K_t سرمایهٔ بخش خصوصی، K_t^G سرمایهٔ بخش دولتی در زمان t-1 است و سرمایه‌گذاری با نرخ δ_k مستهلک می‌شود. γ_n و γ_G کشش سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی و دولتی تولید است. در هر دوره، بنگاه واسطه وام $L_t =$

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

$P_t^k \mathrm{K}_{t+1}$ از تأمین‌کنندگان مالی اخذ می‌کند و وام مصرف‌نشده را به میزان u درصد به آن‌ها برمی‌گرداند. بنابراین:

$$\mathrm{R}_t^k = \frac{\gamma_n \mathrm{P}_t^H \mathrm{Y}_t^n + (1-\delta_k)\mathrm{P}_t^k \mathrm{K}_t}{\mathrm{L}_{t-1}} \quad (۷)$$

$$W_t = \frac{(1-\gamma_n) P_t^H Y_t^n}{N_t^n} \quad (۸)$$

برای یافتن هزینهٔ نهایی، اگر رابطهٔ تولید را به‌ازای یک واحد از کالا در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$A_t (K_t)^{\gamma_n} (K_{t-1}^G)^{\gamma_G} (N_t^n)^{1-\gamma_n} = 1$$
$$N_t^n = \frac{1}{A_t} \left(\frac{\gamma_n}{1-\gamma_n} \frac{W_t}{R_t} \right)^{-\gamma_n} \quad (۹)$$

$$\mathrm{mc}_t = \left(\frac{1}{1-\gamma_n}\right)^{1-\gamma_n} \left(\frac{1}{\gamma_n}\right)^{\gamma_n} \frac{\mathrm{W}_t^{1-\gamma_n} \mathrm{R}_t^{\gamma_n}}{\mathrm{A}_t (\mathrm{K}_{t-1}^G)^{\gamma_G}} \quad (۱۰)$$

که در آن رابطه بازده سرمایه برابر خواهد بود با:

$$R_t = R_t^k P_{t-1}^k - (1-\delta_k) P_t^k$$

۲.۲.۳ بنگاه تولیدکنندهٔ کالای نهایی

فرض یک تولیدکنندهٔ کالای نهایی (جمعگر[1]) وجود دارد که محصول بنگاه‌های رقابت انحصاری تولید کالاهای واسطه‌ای را در قیمت $P_t^H(i)$ خریداری می‌کند تا کالای Y_t^H را با استفاده از فنّاوری ثابت نسبت به مقیاس به قیمت P_t^H شکل زیر تولید کند:

[1] aggregator

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

$$max_{Y_t(i)} \quad P_t^H Y_t^H - \int_0^1 P_t^H(i) Y_t^n(i) di$$
$$s.t \quad Y_t^H = \left(\int_0^1 Y_t^n(i)^{\frac{\theta-1}{\theta}} di \right)^{\frac{\theta}{\theta-1}} \qquad (11)$$

θ کشش جانشینی است و با حل این مسئله، خواهیم داشت:

$$Y_t^n(i) = \left(\frac{P_t^H(i)}{P_t^H} \right)^{-\theta} Y_t^H \quad \forall i \qquad (12)$$

$$P_t^H = \left(\int_0^1 P_t^H(i)^{1-\theta} di \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \qquad (13)$$

۳. ۳ تأمین‌کنندگان مالی (بازار سرمایه)

در این اقتصاد، بنگاه‌های تأمین‌مالی (تولیدکنندگان سرمایه) در فضای رقابتی وجود دارند که سرمایهٔ جدید را از محل سرمایهٔ مستهلک‌نشدهٔ بنگاه‌های تولید کالای واسطه‌ای و سرمایه‌گذاری جدید I_t تأمین و تابع سود خود را ماکزیمم می‌کنند:

$$max_{\{I_s\}} \quad \Pi_t^K = \mathbb{E}_t \sum_{s=t}^{\infty} M_{s.t} \left[P_s^k K_s - (1-\delta_k) P_s^k K_{s-1} - I_s \right] \qquad (14)$$

$$s.t \quad K_t = (1-\delta_k) K_{t-1} + \Phi\left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) I$$
$$\Phi\left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) = 1 - \frac{\xi}{2} \frac{\left(\frac{I_t}{I_{t-1}} - 1 \right)^2}{\frac{I_t}{I_{t-1}}} \qquad (15)$$

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

رابطهٔ ۱۴ $\Phi_t(0)$ تابع غیرخطی هزینهٔ سرمایه‌گذاری همانند کریستیانو و دیگران[1] (۲۰۱۰) و ξ میزان تقعر محدودیت فنّاوری (هزینهٔ تعدیل) را نشان می‌دهد و $M_{s.t}$ فاکتور تنزیل تصادفی[2] (SDF) است و تا زمانی که خانوارها مالک بنگاه‌های تأمین‌مالی هستند، SDF برابر خواهد بود با:

$$M_{s.t} = \beta^{s-t}\frac{\lambda_s}{\lambda_t}\frac{1}{\pi_{s.t}} = \begin{cases} 1 & s = t \\ \prod_{i=t}^{s-1}\frac{1}{R_i^D} & s > t \end{cases} \qquad (۱۶)$$

در رابطهٔ ۱۶، $\pi_{s.t} = \frac{P_s}{p_t}$ و λ_t ضریب لاگرانژ بهینه‌سازی مصرف خانوار است. قیمت سرمایهٔ مستهلک‌شده و سرمایهٔ جدید برابر فرض می‌شود؛ اما هزینهٔ تغییرات صفر نخواهد بود. نتیجهٔ مسئلهٔ بهینه‌سازی بنگاه‌های تأمین‌مالی برابر است با:

$$P_t^k\left[\frac{I_t}{I_{t-1}}\Phi'\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)+\Phi\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)\right]+\mathrm{E}_t\left[M_{t+1.t}\left(P_{t+1}^k\left(\frac{I_{t+1}}{I_t}\right)^2\Phi'\left(\frac{I_{t+1}}{I_t}\right)\right)\right]=1 \qquad (۱۷)$$

۳. ۴ فروشندگان (خرده‌فروش‌ها)

فروشندگان در یک بازار رقابت انحصاری با وجود از چسبندگی نسبی، قیمت‌ها را افزایش می‌دهند (کالوو[3]، ۱۹۸۳). اگر فرض شود $(1-\alpha_p)$ درصد از فروشندگان قادر به تغییر قیمت در هر دوره به P_t^* باشند و مابقی، کالاهای خود را به قیمت قبل بفروشند که شاخص آن بین صفر و یک خواهد بود و یک به مفهوم تطابق کامل با دورهٔ گذشته و صفر بدون تطابق قیمت است.

$$P_t^H = \left[\alpha_p\left(\Pi_{t-1}^{\chi}P_{t-1}^H\right)^{1-\theta}+(1-\alpha_p)(P_t^*)^{1-\theta}\right]^{\frac{1}{1-\theta}} \qquad (۱۸)$$

---

[1] Christiano et al.

[2] Stochastic Discount Factor

[3] Calvo

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

مسئلهٔ خرده‌فروشان، بهینه‌سازی مجموع سود تنزیل‌شده با قید عرضه به شرح زیر خواهد بود:

$$\max_{P_t^H} \mathbb{E}_t \sum_{\tau=0}^{\infty} (\beta\alpha_p)^{\tau} \frac{\lambda_{t+\tau}}{\lambda_t} \left[\left(\prod_{s=1}^{\tau} \Pi_{t+s-1}^{\chi} \frac{P_t^H(i)}{P_{t+\tau}^H} - mc_{t+\tau} \right) Y_{t+\tau}^n(i) \right]$$

$$s.t \quad Y_{t+\tau}^n(i) = \left(\prod_{s=1}^{\tau} \Pi_{t+s-1}^{\chi} \frac{P_t^H(i)}{P_{t+\tau}^H} \right)^{-\theta} Y_{t+\tau}^H \qquad (۱۹)$$

که در آن $\Pi_t = \frac{P_t^H}{P_{t-1}^H}$ تورم است و تا زمانی که مطلوبیت مصرف قابلِ‌جداسازی باشد، فاکتور تنزیل تصادفی بین خانوارها یکسان است. نتیجهٔ حل مسئلهٔ بهینه‌سازی رابطهٔ ۲۰ پس از ساده‌سازی برابر است با:

$$X_t^1 = \lambda_t mc_t Y_t^H + \beta\alpha_p E_t \left(\frac{\Pi_t^{\chi}}{\Pi_{t+1}}\right)^{-\theta} X_{t+1}^1 \qquad (۲۰)$$

$$X_t^2 = \lambda_t \Pi_t^* Y_t^H + \beta\alpha_p E_t \left(\frac{\Pi_t^{\chi}}{\Pi_{t+1}}\right)^{1-\theta} \left(\frac{\Pi_t^*}{\Pi_{t+1}^*}\right) X_{t+1}^2 \qquad (۲۱)$$

که در آن‌ها $\Pi_t^* = \frac{P_t^*}{P_t^H}$ و X_t^1 و X_t^2 متغیرهای کمکی بازگشتی هستند که ارتباط آن‌ها به‌صورت زیر است:

$$\theta X_t^1 = (\theta - 1) X_t^2$$

۳. ۵ بخش نفت

نفت در این اقتصاد متعلق به دولت است و به میزان Y_t^o با تابع کاب‌داگلاس با نهاده‌های نیروی کار و سرمایهٔ تولید و در بازارهای جهانی به قیمت P_t^o فروخته می‌شود. مسئلهٔ بخش نفت به‌صورت زیر خواهد بود:

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

$$\begin{aligned} max \qquad & OR_t = (1-\alpha_o)P_t^o Y_t^o - W_t^o N_t^o \\ & s.t \\ & Y_t^o = A_t^o (K_{t-1}^o)^{\gamma_o} (N_t^o)^{1-\gamma_o} \\ & K_t^o = (1-\delta_o)K_{t-1}^o + \alpha_o P_t^o Y_t^o \end{aligned} \qquad (۲۲)$$

در هر دوره، دولت بخشی α_o از درآمد نفتی را برای جبران استهلاک سرمایهٔ این بخش هزینه می‌کند. با این فرض، نتیجهٔ مسئلهٔ بهینه‌سازی برابر خواهد بود با:

$$N_t^o = (1-\alpha_o)(1-\gamma_o)\frac{P_t^o Y_t^o}{W_t^o} \qquad (۲۳)$$

بخش نفت تمام سود خود را در اختیار دولت قرار می‌دهد. قیمت جهانی نفت از الگوی خودهمبسته به شرح زیر تبعیت می‌کند:

$$P_t^o = \rho_o P_{t-1}^o + (1-\rho_o)\bar{P}^o + \epsilon_t^o, \quad \epsilon_t^o \sim \text{i.i.d } N(0.\sigma_o^2) \qquad (۲۴)$$

۳. ۶ بخش مالی

فرض می‌کنیم بانک‌هایی در اقتصاد وجود دارد که به‌منظور تجهیز منابع از خانوار ریکاردین سپرده‌گیری و بنگاه‌های متقاضی و دولت وام پرداخت می‌کنند. برای سهولت در محاسبات، شعب بانک‌ها به دو بخش سپرده‌پذیر و وام‌دهنده دسته‌بندی شده‌اند. همچنین، بانک‌ها در دو دستهٔ دولتی و غیردولتی فعالیت می‌کنند. فرض شده است بانک‌های دولتی و غیردولتی نرخ سود مصوب را رعایت می‌کنند و این نرخ و کشش سپرده‌گذاری بین آن‌ها برابر است. بنابراین، دلیل تفکیک بانک‌های دولتی و غیردولتی در این تحقیق ادارهٔ وجوه و تزریق کمک‌های دولتی به‌منظور جبران شکاف تولید است.

۳. ۶. ۱ بانک‌های غیردولتی

فرض می‌شود بخشی از بانک‌های کشور غیردولتی هستند که قصد دارند سود خود را براساس قیدهای ترازنامه بیشینه کنند. بانک‌های غیردولتی مدل با هدف حداکثرسازی سود و تأمین رضایت سهامداران فعالیت می‌کنند؛ بنابراین:

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

۳.۶.۱.۱ شعب سپرده‌پذیر بانک‌های غیردولتی

شعب سپرده‌پذیر بانک‌های غیردولتی در یک بازار رقابت انحصاری اقدام به قیمت‌گذاری می‌کنند. هر شعبه سپردهٔ عندالمطالبه (بدون ریسک) را از خانوار دریافت و در دورهٔ بعد سود $R_t^D(i)$ را به خانوار پرداخت می‌کند. این شعب وجوه جمع‌آوری‌شده را به شعب تسهیلات‌دهنده با نرخ بازار بین‌بانکی R_t^{IB} منتقل می‌کنند. براساس گرالی و دیگران (۲۰۱۰)[1]، شعب سپرده‌پذیر با تقاضای سپرده به فرم دیگزیت استیگلیتز[2] روبه‌رو خواهند بود:

$$D_t^p(i) = \left(\frac{R_t^D(i)}{R_t^D}\right)^{\varepsilon} D_t^p \qquad (۲۵)$$

سپرده‌گذاری $D_t^p(i)$ مربوط به بانک iام است که با نرخ سود $R_t^D(i)$ جذب شده است که با افزایش نرخ سود، میزان تقاضای آن افزایش خواهد یافت و ε کشش جانشینی آن بین بانک‌های گوناگون است. D_t^p جمع سپرده‌ها در نرخ R_t^D خواهد بود که با نرخ ρ^D ذخیرهٔ قانونی نزد بانک مرکزی تنزیل می‌شود. برای قیمت‌گذاری نرخ سود، بانک سپرده‌گیر با مسئلهٔ بهینه‌سازی زیر با درنظرگرفتن تابع هزینهٔ درجهٔ دوم روتنبرگ[3] به‌شکل زیر روبه‌رو خواهد بود:

$$\Pi_t^{Dp} = max\, E_t \sum_{s=t}^{\infty} M_{s.t} \left\{ \left(R_t^{IB} - R_t^D(i)\right)(1-\rho^D) D_t^p(i) - \frac{k_D}{2}\left(\frac{R_t^D(i)}{R_{t-1}^D(i)} - 1\right)^2 (1-\rho^D) D_t^p \right\} \qquad (۲۶)$$

که در آن، k_D ضریب هزینهٔ تعدیل پارامتر خواهد بود. شرط مرتبهٔ اول بهینه‌سازی برابر است با:

$$R_t^{IB} = \frac{\mathbf{1+\varepsilon}}{\boldsymbol{\varepsilon}} R_t^D + \frac{k_D}{\varepsilon}\left(\frac{R_t^D}{R_{t-1}^D} - 1\right)\frac{R_t^D}{R_{t-1}^D} - E_t \frac{M_{t+1.t}}{\varepsilon}\left(\frac{R_{t+1}^D}{R_t^{DP}} - 1\right)\frac{R_{t+1}^D}{R_t^D} \qquad (۲۷)$$

که برای همهٔ بانک‌ها $R_t^D(i) = R_t^D$؛ همچنین رابطهٔ ۲۷ نشان می‌دهد نرخ بازار بین‌بانکی برابر است با نرخ سود سپرده به‌اضافهٔ مارک‌آپ هزینهٔ تعدیل.

---

[1] Gerali et al.

[2] Dixit-Stiglitz

[3] Rotemberg

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

۳.۶.۱.۲ شعب وام‌دهندهٔ بانک‌های غیردولتی

شعب وام‌دهنده در بازار بین‌بانکی حضور دارند و تأمین‌مالی بنگاه‌های واسطه را در هر دوره با مسئلهٔ بهینه‌سازی زیر انجام می‌دهند:

$$max\ \Pi_t^{Lp} = E_t[\sum_{s=t+1}^{\infty} M_{s.t}\bar{\omega}_s]$$
$$s.t$$
$$B_t^p + L_t^p = D_t^p + B_t^{CB} + \bar{\omega}_t$$
$$\bar{\omega}_t = R_t^k L_{t-1}^p + R_t^B B_t^p - R_t^{IB} D_t^p - R_{t-1}^{CB} B_{t-1}^{CB} - \frac{\eta D}{2}\left(D_t^p - \bar{D}^p\right)^2 - \frac{\eta B}{2}\left(B_t^p - \bar{B}^p\right)^2 - \frac{\eta L}{2}\left(L_{t-1}^p - \bar{L}^p\right)^2 \quad (۲۸)$$

بانک وام‌دهنده به منابع بانک سپرده‌پذیر با نرخ R_t^{IB} و منابع بانک مرکزی و صندوق توسعه با نرخ سیاستی R_t^{CB} دسترسی دارد. هر بانکی این ملاحظه را در اعطای تسهیلات به بنگاه‌ها L_t^p و خرید اوراق خزانهٔ دولتی B_t^p در نظر می‌گیرد. ηD ، ηB و ηL ضرایب مثبت هزینهٔ تعدیل این پارامترها هستند. نتایج شرط اول بهینه‌سازی برابر است با:

$$R_t^{IB} = \frac{R_{t-1}^{CB}}{1+\eta D\left(D_t^p - \bar{D}^p\right)} \quad (۲۹)$$

$$R_t^{B} = \frac{R_{t-1}^{CB}}{1+\eta B\left(B_t^p - \bar{B}^p\right)} \quad (۳۰)$$

$$R_t^{k} = \frac{R_{t-1}^{CB}}{1+\eta L\left(L_{t-1}^p - \bar{L}^p\right)} \quad (۳۱)$$

هرکدام از نرخ‌ها بسته به میزان عرضه و تقاضا در بازار بین‌بانکی به‌سمت بالا و پایین حرکت خواهد کرد؛ در حالتی که نقدینگی در بازار بین‌بانکی بالا باشد، نرخ بازار بین‌بانکی از نرخ سیاستی کمتر خواهد شد و برعکس.

۳.۶.۲ بانک‌های دولتی

فرض می‌شود بخش دیگری از بانک‌های کشور دولتی هستند که قصد تعادل ترازنامه دارند؛ بنابراین:

۳.۶.۲.۱ شعب سپرده‌پذیر بانک‌های دولتی

شعب سپرده پذیر بانک‌های دولتی در یک بازار رقابت انحصاری اقدام به قیمت‌گذاری می‌کنند. هر شعبه سپردهٔ عندالمطالبه (بدون ریسک) را از خانوار دریافت کرده و در دورهٔ بعد سود $R_t^D\ (i)$ را به خانوار پرداخت می‌کنند. این شعب وجوه جمع‌آوری‌شده را به شعب تسهیلات‌دهنده با نرخ بازار بین‌بانکی R_t^{IB} منتقل می‌کنند. همانند بانک غیردولتی و براساس

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

گرالی و دیگران[1] (۲۰۱۰) ، شعب سپرده‌پذیر با تقاضای سپرده به فرم دیگزیت استیگلیتز زیر خواهند بود:

$$D_t^g(i) = \left(\frac{R_t^D(i)}{R_t^D}\right)^{\varepsilon} D_t^g \qquad (۳۲)$$

سپرده‌گذاری $D_t^g(i)$ مربوط به بانک iام است که با نرخ سود $R_t^D(i)$ جذب شده است که با افزایش نرخ سود، میزان تقاضای آن افزایش خواهد یافت و ε کشش جانشینی آن بین بانک‌های گوناگون است. در این پژوهش، فرض شده است کشش جانشینی سپرده بین بانک‌های دولتی و خصوصی برابر است. D_t^g جمع سپرده‌ها در نرخ R_t^D خواهد بود که با نرخ ρ^D ذخیرهٔ قانونی نزد بانک مرکزی تنزیل می‌شود. برای قیمت‌گذاری نرخ سود، بانک سپرده‌گیر با مسئلهٔ بهینه‌سازی زیر با درنظرگرفتن تابع هزینهٔ درجهٔ دوم روتنبرگ به‌شکل زیر روبه‌رو خواهد بود:

$$\Pi_t^{Dg} = max\, E_t \sum_{s=t}^{\infty} M_{s.t} \left\{ (R_t^{IB} - R_t^D(i))(1-\rho^D) D_t^g(i) - \frac{k_D}{2}\left(\frac{R_t^D(i)}{R_{t-1}^D(i)} - 1\right)^2 (1-\rho^D) D_t^g \right\} \qquad (۳۳)$$

که در آن k_D ضریب هزینهٔ تعدیل پارامتر خواهد بود. شرط مرتبهٔ اول بهینه‌سازی برابر است با:

$$R_t^{IB} = \frac{1+\varepsilon}{\varepsilon} R_t^D + \frac{k_D}{\varepsilon}\left(\frac{R_t^D}{R_{t-1}^D} - 1\right)\frac{R_t^D}{R_{t-1}^D} - E_t \frac{M_{t+1.t}}{\varepsilon}\left(\frac{R_{t+1}^D}{R_t^{DP}} - 1\right)\frac{R_{t+1}^D}{R_t^D} \qquad (۳۴)$$

که برای تمام بانک‌ها $R_t^D(i) = R_t^D$ همچنین همانند بانک‌های غیردولتی رابطهٔ ۳۴ نشان می‌دهد نرخ بازار بین‌بانکی برابر است با نرخ سود سپرده به‌اضافهٔ مارک‌آپ هزینهٔ تعدیل خواهد بود.

۳ .۶ .۲ .۲ شعب وام‌دهندهٔ بانک‌های دولتی

شعب وام‌دهنده در بازار بین‌بانکی حضور دارند و تأمین‌مالی بنگاه‌های واسطه را در هر دوره با مسئلهٔ بهینه‌سازی زیر انجام می‌دهند:

[1] Gerali et al.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

$$max\ \Pi_t^{Lg} = E_t[\sum_{s=t+1}^{\infty} M_{s.t}\bar{\omega}_s]$$
$$s.t$$
$$B_t^g + L_t^g = D_t^g + B_t^{CBG} + \bar{\omega}_t^g + \mathrm{GB}_t$$
$$\bar{\omega}_t^g = R_t^k L_{t-1}^g + R_t^B B_t^g + R_t^{IB} D_t^g + R_{t-1}^{CB} L_{t-1}^{Fg} - \frac{\eta D}{2}\left(D_t^g - \bar{D}^g\right)^2 - \frac{\eta B}{2}\left(B_t^g - \bar{B}^g\right)^2 - \frac{\eta L}{2}\left(L_{t-1}^g - \bar{L}^g\right)^2 \quad (۳۵)$$

بانک وام‌دهنده به منابع بانک سپرده‌پذیر دولتی D_t^g و منابع حاصل از فروش نفت L_t^{Fg} با نرخ سیاستی بانک مرکزی R_t^{CB} و کمک‌های دولتی GB دسترسی دارد. ηD، ηB، و ηL ضرایب مثبت هزینهٔ تعدیل این پارامترها هستند که با بانک‌های غیردولتی برابر فرض شده است. می‌توان در بانک‌های دولتی و غیردولتی منابع صندوق توسعه و بانک مرکزی را یکجا در نظرگرفت. نتایج شرط اول بهینه‌سازی برابر است با:

$$R_t^{IB} = \frac{R_{t-1}^{CB}}{1+\eta D(D_t^g - \bar{D}^g)} \quad (۳۶)$$
$$R_t^{B} = \frac{R_{t-1}^{CB}}{1+\eta B(B_t^g - \bar{B}^g)} \quad (۳۷)$$
$$R_t^{k} = \frac{R_{t-1}^{CB}}{1+\eta L(L_{t-1}^g - \bar{L}^g)} \quad (۳۸)$$

در نهایت، سپرده و تسهیلات کل نظام بانکی به قرار زیر خواهد بود:

$$L_t = L_t^p + L_t^g \quad (۳۹)$$
$$D_t = D_t^p + D_t^g \quad (۴۰)$$

در جمع‌بندی بخش بانکی، این نکته حائز اهمیت است که نرخ غیرقطعی بازار بین‌بانکی نقشی کلیدی در مدل ایفا می‌کند و این نرخ از جمع نرخ سود علی‌الحساب سپرده با مارک‌آپ هزینهٔ تعدیل خواهد بود که هم برای بانک سپرده‌گیر و هم بانک وام‌دهنده در چهارچوب بانکداری بدون ربا اهمیت دارد.

۳. ۷ بانک مرکزی

بانک‌های مرکزی به‌طورکلی از دو قاعدهٔ تیلور برای تعیین نرخ بهره و مک‌کالوم برای تعیین رشد پایهٔ پولی استفاده می‌کنند. در غیر این‌صورت، از روش صلاحدیدی بسته به شرایط جاری سیاست خود را تغییر می‌دهند و هدف این است که تورم تثبیت شود و تولید بالفعل برابر تولید بالقوه باشد. اگرچه بانک مرکزی در ایران پس از قانون عملیات بانکی بدون ربا و حذف

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

اوراق قرضه و عملیات بازار باز قادر به استفاده از قاعدهٔ تیلور برای تعیین نرخ بهره نبود، از سال ۱۳۹۸، مجوز انتشار اوراق قرضه و استفاده از عملیات بازار باز فراهم شده است.

بانک مرکزی در هر دوره نرخ بهرهٔ سیاستی را براساس قاعدهٔ تیلور به شرح زیر تعیین می‌کند:

$$r_t^{CB} = \rho_{cb} r_{t-1}^{CB} + (1-\rho_{cb})(\bar{r}^{CB} + \rho_\pi(\Pi_t - \bar{\Pi}) + \rho_y(Y_t - \bar{Y})) + shock_mon_t \quad (۴۱)$$

که در آن Y_tتولید کل و r_t^{CB} نرخ بهرهٔ بانک مرکزی که $1r_t^{CB}+=R_t^{CB}$ و بانک مرکزی شکاف تولید و تورم را هدف‌گذاری می‌کند که ρ_πو ρ_yضرایب آن هستند و تکانهٔ سیاست پولی shock_mon از فرایند خودرگرسیون مرتبهٔ اول مطابق رابطهٔ۶۰ تبعیت می‌کند.

همچنین پایهٔ پولی شامل اسکناس و مسکوک در اختیار خانوار و ذخایر بانک‌ها نزد بانک مرکزی است.

$$MB_t = m_t^c + \rho^D D_t^T \quad (۴۲)$$

از سوی دیگر، برای بانک مرکزی تابع سودی تعریف می‌شود که در الگوی پایه این سود در اختیار دولت است.

$$\Pi_t^{CB} = \mathrm{R}^{CB}\mathrm{B}_{t-1}^{CBT} + (\mathrm{MB}_t - \mathrm{MB}_{t-1})/\pi_t \quad (۴۳)$$

که در آن سود بانک مرکزی شامل سود حاصل از استقراض بانک‌ها با نرخ سیاستی و حق‌الضرب بانک مرکزی است.

همچنین، پویایی‌های تسهیلات صندوق توسعهٔ ملی برابر است با:

$$F_t = (1-\rho_g^o)F_{t-1} + (1-\nu)OR_t + R_{t-1}^{CB}(L_{t-1}^F - L_t^F) \quad (۴۴)$$

در زمان t، موجودی صندوق توسعهٔ ملی شامل سه بخش تکانهٔ دورهٔ گذشتهٔ خود، بخشی از درآمد نفتی، و بازده تسهیلات خواهد بود. همچنین، ازآنجاکه منابع صندوق با نرخ بانک مرکزی اعطا می‌شود، می‌توان استقراض از بانک مرکزی و صندوق را یکجا در نظر گرفت. بنابراین، خواهیم داشت:

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

$$F_t + \mathrm{B}_t^{CBT} = (1-\rho_g^o)F_{t-1} + (1-\nu)OR_t + R_{t-1}^{CB}\mathrm{B}_{t-1}^{CBT} \quad (۴۵)$$

با توجه به اعلام رسمی بانک مرکزی، سیاست هدف‌گیری تورم با ابزار کنترل نرخ بهره از طریق عملیات بازار باز از سال ۱۳۹۹ اجرایی شده است؛ لذا، الگو با قاعدهٔ تیلور برای مدل‌سازی انتخاب شد. پیش از این به دلایل قانونی، امکان استفاده از قاعدهٔ تیلور برای مدل‌سازی در ایران وجود نداشت؛ لکن اکنون اگر با استفاده از کالیبراسیون نتایج الگو به اقتصاد ایران نزدیک باشد، هدف از شبیه‌سازی محقق شده است و در شبیه‌سازی نیازی به تخمین پارامترها براساس داده‌های واقعی وجود ندارد.

۳. ۸ دولت

دولت با گردآوری مالیات $\mathrm{T_t}$، فروش اوراق خزانه $\mathrm{B_t}$، دریافت بخش ν درصد از پول فروش نفت $\mathrm{OR_t}$ و ρ_g درصد از سود تأمین‌مالی از طریق صندوق توسعهٔ ملی F_t در نرخ R_t^* و سود بانک مرکزی درآمد خواهد داشت. از سوی دیگر، هزینه‌های جاری، $\mathrm{G_t}$ سود اوراق خزانه $\mathrm{R_t^B}$ و یارانه‌های پرداختی به خانوارها Γ_t و کمک به بانک‌های دولتی GB_t مجموع هزینه‌های دولت خواهد بود.

$$\mathrm{T_t}+\mathrm{B_{t+1}}+\nu\mathrm{OR_t}+(\rho_g+R^*)\mathrm{F_{t-1}}+\Pi_t^{CB}=\mathrm{G_t}+\mathrm{R_t^B B_t}+\Gamma_t+GB_t \quad (۴۶)$$

قیود زیر نیز روی بودجهٔ دولت برقرار است:

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

$$\Gamma_t = \rho_\Gamma \nu OR_t \quad (۴۷)$$

$$B_t^T = B_t^p + B_t^g \quad (۴۸)$$

$$G_t = G_t^c + G_t^p \quad (۴۹)$$

$$G_t^c = \bar{G}^c \quad (50) \quad (۵۰)$$

$$G_t^p = K_t^G - (1-\sigma_G)K_{t-1}^G \quad (۵۱)$$

$$GB_t = \psi(GDP - GDP_{ss}) \quad (۵۲)$$

دولت میزان یارانه‌ها را از طریق پارامتر ρ_Γ تنظیم می‌کند G_t^c هزینه‌های جاری و G_t^p هزینهٔ تشکیل سرمایه از سوی دولت، و GB_t خالص پرداختی دولت به بانک‌های دولتی است که ضریب سای Ψ درصد جبران شکاف تولید را شامل می‌شود و چون سهم دولت در تولید حدود ۱۰ درصد است، ضریب‌سای ۰/۱ در نظر گرفته می‌شود.

۳. ۹ تسویهٔ بازارها

با کنار هم قراردادن تمام قیدهای بودجه‌ای، شرایط تسویهٔ بازارها به قرار زیر است:

$$Y_t + R_t^* F_{t-1} = C_t + \Phi\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right) I_t + \alpha^o P_t^o Y_t^o + G_t + (F_t - F_{t-1}) \quad (۵۳)$$

$$N_t = N_t^o + N_t^n \quad (۵۴)$$

$$\mathbb{P}_t = \Pi_t^K + \Pi_t^R + \Pi_t^D + \Pi_t^L \quad (۵۵)$$

که در رابطهٔ ۵۳ خواهیم داشت:

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

$$Y_t = Y_t^H + P_t^o Y_t^o \quad (۵۶)$$

یعنی تولید کل به‌اضافهٔ سرمایه‌گذاری از محل صندوق توسعه با مصرف، سرمایه‌گذاری، مخارج دولتی، و خالص سپردهٔ صندوق توسعهٔ ملی برابر است.

۳. ۱۰ تکانه‌ها

برای بررسی پاسخ الگو به تکانهٔ قیمت نفت، تکانهٔ فنّاوری بخش واقعی، تکانهٔ فنّاوری نفتی، و تکانهٔ پولی، از روابط خودهمبسته به‌شکل زیر برای تعیین تکانه‌ها استفاده شده است:

$$shock_oil_t = \rho_{oil}\ shockoil_{t-1} + \mathrm{u}_{oil} \quad (۵۷)$$

$$shock_\varepsilon 1_t = \rho_{\varepsilon 1}\ shock_\varepsilon 1_{t-1} + \mathrm{u}_{\varepsilon 1} \quad (۵۸)$$

$$shock_\varepsilon 2_t = \rho_{\varepsilon 2}\ shock_\varepsilon 2_{t-1} + \mathrm{u}_{\varepsilon 2} \quad (۵۹)$$

$$shock_mon_t = \rho_{mon}\ shock_mon_{t-1} + \mathrm{u}_{mon} \quad (۶۰)$$

۴ شبیه‌سازی و تحلیل داده

۴. ۱ کالیبراسیون

این مدل با داده‌های فصلی ایران کالیبره شده است. بخشی از پارامترها از نتایج مدل و بخشی دیگر از مطالعات دیگران یا نرخ‌های قانونی یا داده‌های بانک مرکزی استخراج شده که در جدول ۱ آورده شده است. ضرایب اهمیت تولید و تورم در رابطهٔ سیاست‌گذاری پولی و سایر ضرایب همبستگی همچنین سایر پارامترها از مطالعات دیگران به‌نحوی انتخاب شده‌اند تا الگو به اقتصاد ایران نزدیک باشد.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

جدول ۱

پارامترهای الگو براساس محاسبات تحقیق

نام پارامتر	نماد	مقدار	منبع
نرخ تنزیل ذهنی بین‌دوره‌ای مصرف	B	۰/۹۱۵۳	محاسبات تحقیق
ضریب مطلوبیت نیروی کار	χ_N	۰/۲۹	محاسبات تحقیق
کشش سرمایهٔ بخش غیردولتی در نفت	γ_o	۰/۸	محاسبات تحقیق
ضرایب استهلاک	δ_k و δ_o و δ_g	۰/۰۵ و ۰/۰۰۵۸ و ۰/۲۴	بانک مرکزی و محاسبات تحقیق
کشش سپرده‌پذیری بانک‌های دولتی و غیردولتی	ε	۰/۰۰۰۱	محاسبات تحقیق
ضرایب مالیات	τ_d ، τ_c ، τ_w و τ_k	۰ و ۰/۰۹ و ۰/۰۴ و ۰/۱۵	الزام قانونی و محاسبات تحقیق
ضرایب بانک مرکزی	ρ_y و ρ_π و ρ_{cb}	۱ و ۱/۵ـ و ۰/۹	ـ
سایر ضرایب خودهمبستگی	ρ_A و ρ_{Ao} و ρ_ξ	۰/۶۰ و ۰/۶۰ و ۰/۶۰	ـ
سهم دولت از درآمد نفت	ν	۰/۷۰	الزام قانونی
سهم دولت از صندوق توسعه	ρ_g	۰/۰۵	الزام قانونی
سهم یارانه‌ها از نفت	ρ_Γ	۰/۶۵	محاسبات تحقیق
سهم سرمایه‌گذاری در نفت	α_o	۰/۰۱	الزام قانونی
سهم دولت در بهبود شکاف تولید	Ψ	۰/۱	فرض تحقیق براساس سهم دولت در تولید
نرخ ذخیرهٔ قانونی	ρ_D	۰/۱	بانک مرکزی

یادداشت. برخی پارامترها و ضرایب مدل در حالت پایدار شامل نرخ تنزیل ذهنی بین‌دوره‌ای مصرف از رابطهٔ ۴، ضریب مطلوبیت نیروی کار از رابطهٔ ۳، کشش سرمایهٔ بخش غیردولتی در نفت از رابطهٔ ۲۳، کشش سپرده‌گذاری در شعب گوناگون بانک‌های دولتی و غیردولتی از رابطهٔ ۲۷، مالیات بر دستمزد از رابطهٔ مالیات کل در قید بودجهٔ خانوار و سهم یارانه‌ها از نفت از رابطهٔ ۴۸، و ضریب استهلاک از رابطهٔ ۲۲ استخراج شده است.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

جدول ۲

پارامترهای الگو براساس مطالعات دیگران

نام پارامتر	نماد	توزیع	میانگین پیشین	برآورد	منبع
عکس کشش جانشینی بین‌دوره‌ای مصرف	σ	گاما	۱/۵۷۱ (۰/۰۵)	۱/۵۲	توکلیان، ۱۳۹۱
عکس کشش نیروی کار	φ	گاما	۲/۱۷ (۰/۰۵)	۲/۲۱	توکلیان، ۱۳۹۱
عکس کشش تراز حقیقی پرداخت‌های نقدی (پول)	k_m	گاما	۲/۶۹ (۰/۰۵)	۲/۶۳	جوان و همکاران، ۱۳۹۶
کشش سرمایهٔ بخش غیردولتی در تولید	γ_n	بتا	۰/۴۱ (۰/۰۲)	۰/۴۱۲	شاهمرادی، ۱۳۸۷
کشش سرمایهٔ بخش دولتی در تولید (کشش جانشینی سرمایهٔ دولتی و خصوصی)	γ_G	بتا	۰/۱ (۰/۰۱)	۰/۱۰	توکلیان، ۱۳۹۳
درصد بنگاه‌هایی که قادر به تغییر قیمت نیستند	α_p	بتا	۰/۵۰ (۰/۰۲)	۰/۵۰	توکلیان، ۱۳۹۱
ضریب تعدیل خرده‌فروشان (تأمین‌کنندگان کالای واسطه)	χ	بتا	۰/۲ (۰/۲۰)	۰/۲۴	مهرگان و دلیری، ۲۰۱۵
هزینهٔ تعدیل تولید سرمایه	ξ	گاما	۲ (۰/۱۵)	۲	مهرگان و دلیری، ۲۰۱۵
ضریب تعدیل بانک سپرده‌پذیر دولتی و غیردولتی	k_D			۱/۵	تبرایی و همکاران، ۲۰۱۸
ضرایب تعدیل هزینهٔ بانک وام‌دهندهٔ دولتی و غیردولتی در سپرده، اوراق، و تسهیلات	ηD ، ηB و ηL			۲ و ۰/۲ و ۲	تبرایی و همکاران، ۲۰۱۸

یادداشت. در جدول ۲، پارامترهای عکس کشش جانشینی بین‌دوره‌ای مصرف و عکس کشش نیروی کار، عکس کشش تراز حقیقی پول، کشش سرمایهٔ بخش غیردولتی و دولتی در تولید با استفاده از روش بیزین به این صورت برآورد شده است که ابتدا توزیع، میانگین، و انحراف معیار پیشین برای این پارامترها در نظرگرفته شده و با فرض مقادیر اولیهٔ میانگین و انحراف معیار، نتایج حاصل از برآورد بیزین پارامترها و انحراف معیار آن‌ها (یعنی میانگین و انحراف معیار پسین) ارائه شده است.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

جدول ۳
مقادیر حالت پایدار در وضعیت DSS[1]

متغیر	نماد	حالت پایدار در وضعیت DSS	GDP/ مقدار حالت پایدار در مدل	مقادیر دنیای واقعی به تولید ناخالص داخلی
مصرف	C	۱/۸۸	۰/۶۰	۰/۵۸
موجودی سرمایهٔ خصوصی و دولتی	$K+K^G$	۱۰/۹۸	۳/۴۳	۳/۷۹
سرمایه‌گذاری	X	۰/۴۹	۰/۱۶	۰/۲۶
تولید غیرنفتی	$P^H Y^H$		۰/۸۲	۰/۸۲
درآمد نفتی	$P^O Y^O$		۰/۱۸	۰/۱۸
هزینه‌های دولتی	$G\ , G_P, G_c$	۱/۳ و ۰/۲۴ و ۱/۵۶	۰/۴۱ و ۰/۰۷ و ۰/۴۹	۰/۱۵و ۰/۰۵ و ۰/۲۰
اوراق دولتی (بدهی دولت)	B	۱/۲۵	۰/۴	۰/۴۱۵
کمک‌های مستقیم دولتی	BG	۰	۰	

یادداشت. مقادیر حالت پایدار برخی متغیرها در حالت معین در جدول ۳ نشان داده شده و با توجه به غیرخطی‌بودن الگو، حالت پایدار متغیرها محاسبه شده است. مقادیر دنیای واقعی براساس میانگین داده‌های سالانهٔ متغیرها از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۸ و بدهی دولت از میانگین بدهی ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸ لحاظ شده است.

۴. ۲ سیاست بهینهٔ رمزی

در سیاست پولی بهینهٔ رمزی، تابع هدف بانک مرکزی به‌عنوان برنامه‌ریز اجتماعی نسبت به قیود ارائه‌شده توسط مسیر تعادلی معادلات الگو حداکثر می‌شود. سیاست رمزی با تقریب سیستم تعادلی حول نقطهٔ اختلال یعنی جایی که ضرایب لاگرانژ در وضعیت پایدار قرار دارند، محاسبه می‌شود. این بدان‌معناست که برنامه‌ریز رمزی به‌نحوی عمل می‌کند که اگر ضریب لاگرانژ در گذشتهٔ دور برابر صفر باشد، زمان کافی برای بازگشت به وضعیت پایدار خواهد داشت؛ در نتیجه قواعد تصمیم‌گیری بهینه حول متغیرهای درون‌زا و ضرایب لاگرانژ محاسبه می‌شود. نرم‌افزار داینر ابتدا شرایط مرتبهٔ اول برنامه‌ریز رمزی را نسبت به قیود غیرخطی در شرایط مرتبهٔ اول الگوی موردبررسی محاسبه و تقریب مرتبهٔ اول برنامه‌ریز را محاسبه می‌کند. البته در گام نخست، باید معادلهٔ مربوط به سیاست پولی حذف شود، زیرا برای بانک مرکزی تابع هدف تغییر می‌کند و برای نمونه، مطلوبیت خانوار مهم‌تر از قاعدهٔ سیاست‌گذاری پولی

[1] Deterministic Steady State

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

است (توکلیان و صارم، ۱۳۹۶). بنابراین، تابع مطلوبیت رابطهٔ ۱ خانوار به‌عنوان تابع هدف بانک مرکزی در نظر گرفته می‌شود:

$$util = max \quad \mathbb{E}_t \sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} \left(\frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \chi_N \frac{N_t^{1+\phi}}{1+\phi} + \chi_m \frac{(M_t^c)^{1-k_m}}{(1-k_m)P_t}\right) \qquad (۶۱)$$

برنامه‌ریز تلاش می‌کند ارزش فعلی تابع مطلوبیت خانوار را نسبت به معادلات تفاضلی مدل بهینه سازد. بنابراین با حذف معادلهٔ سیاست‌گذاری پولی، مدل دارای ۷۳ معادله و ۷۴ متغیر برون‌زا خواهد بود که با ابزار رشد پایهٔ پولی و نرخ بهرهٔ سیاستی به‌صورت تابعی از متغیرهای وضعیت و تکانه‌ها محاسبه می‌شود.

پس، سیاست رمزی به‌جای قاعدهٔ سیاست پولی به‌کار می‌رود و نرم‌افزار معادلهٔ ۶۱ یعنی مطلوبیت خانوار را نسبت به تک‌تک معادلات (به‌جز معادلهٔ قاعدهٔ سیاست‌گذاری پولی) حداکثر می‌کند. بنابراین، سیاست بهینهٔ رمزی با تدوین افق بی‌نهایت لاگرانژی محاسبه می‌شود و مسئلهٔ به‌حداکثررساندن رفاه اجتماعی موردانتظار مشروط به مجموعهٔ کامل قیدهای غیرخطی که تعادل رقابتی مدل را تشکیل می‌دهند، با به‌دست‌آوردن شرایط مرتبهٔ اول بهینه‌سازی حاصل می‌شود. ازآنجاکه قاعدهٔ سیاست‌گذاری پولی حذف شده است، تکانهٔ پولی نیز حذف خواهد شد. لذا، باید با فرض برابربودن عرضه و تقاضای پول در الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی، تکانهٔ پولی را در معادلهٔ تقاضای پول وارد کنیم و تفسیر آن عکس تکانهٔ عرضهٔ پول است؛ یعنی یک تکانهٔ مثبت تقاضای پول همانند یک تکانهٔ منفی در عرضهٔ پول است:

$$\frac{\chi_m (m_t^c)^{-k_m}}{C_t^{-\sigma}} = \frac{R_t^D - 1}{R_t^D} + shock_mon \qquad (۶۲)$$

۴. ۳ تکانهٔ نفتی

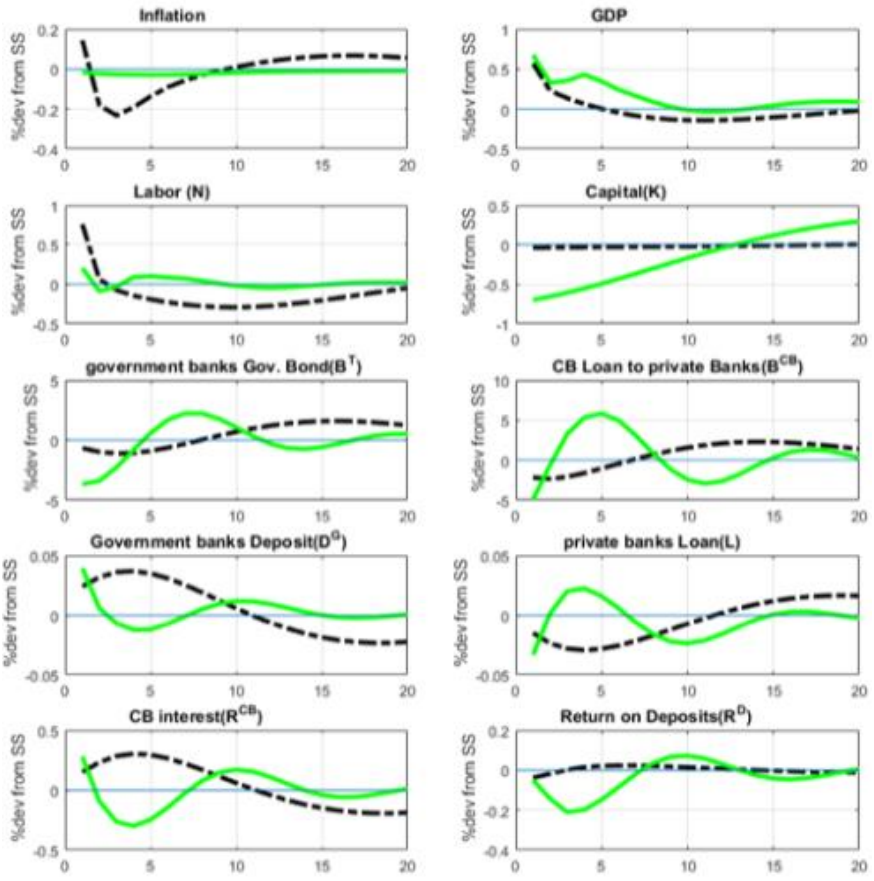
شکل ۱ پاسخ‌های ضربه[1] را برای متغیرهای کل پس از تکانهٔ افزایش قیمت نفت به میزان ۱ درصد نشان می‌دهد. در مدل پایه، افزایش قیمت نفت باعث افزایش تولید بخش نفتی و تولید کل می‌شود که اشتغال بالاتری را در پی خواهد داشت. در این حالت درآمدهای نفتی دولت و سهم صندوق توسعه بیشتر شده و پایهٔ پولی افزایش می‌یابد. همچنین، اوراق قرضهٔ کمتری منتشر می‌شود و چون دولت منابع بیشتری در اختیار دارد، کمتر از بانک‌ها قرض می‌گیرد و اضافه‌برداشت بانک‌ها از منابع بانک مرکزی کم شده و این کاهش در بانک‌های غیردولتی با

[1] Impulse response

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

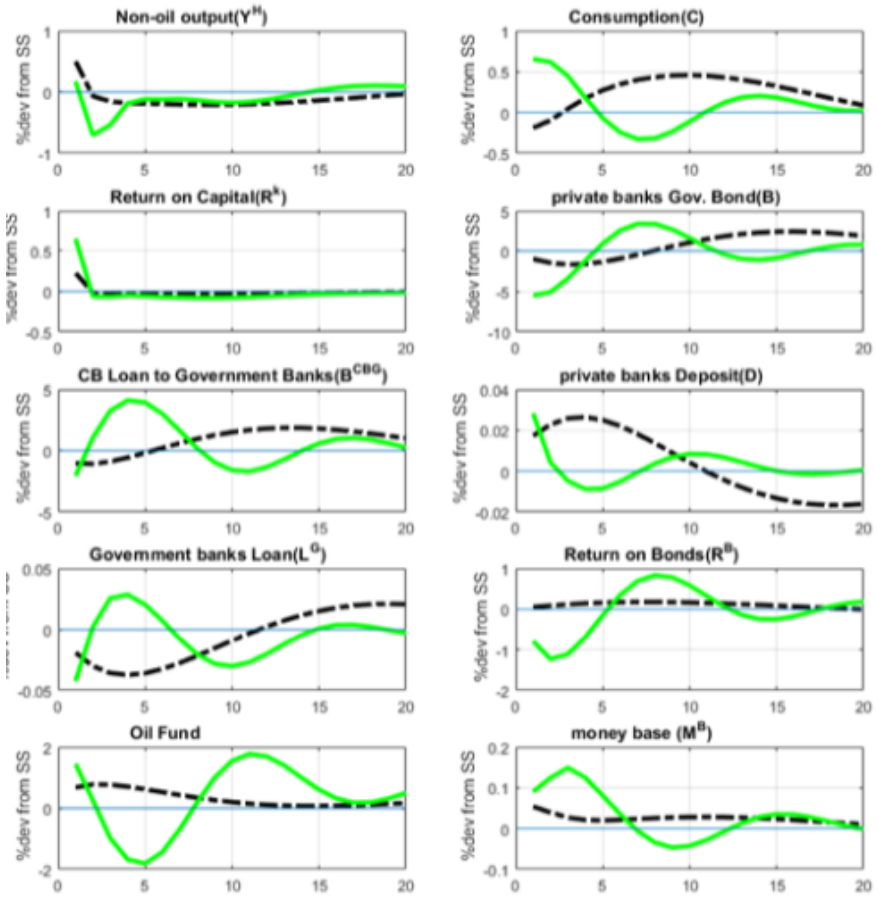
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

توجه به سهم بازار بیشتر است و میزان تسهیلات شبکهٔ بانکی کاهش و سپرده‌ها افزایش می‌یابد. اما، تأثیر مخرب تکانهٔ قیمت نفت در افزایش سطح عمومی قیمت‌ها (تورم) بروز خواهد کرد و سیاست‌گذار پولی با افزایش لحظه‌ای نرخ سیاستی خود، به شکاف مثبت تولید و قیمت‌های بالاتر واکنش نشان می‌دهد. اگر سیاست پولی بهینهٔ رمزی دنبال شود، تکانهٔ افزایش قیمت نفت منجر به بروز تورم نمی‌شود، اگرچه پایهٔ پولی افزایش یافته، دولت با تزریق منابع از طریق بانک‌های دولتی در بازار بین‌بانکی مقدمات کاهش نرخ بهره و کاهش تورم را فراهم خواهد ساخت.



شکل ۱. پاسخ الگوی پایه (نقطه‌چین) و بهینهٔ رمزی (خط ساده) به تکانهٔ نفتی
منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]



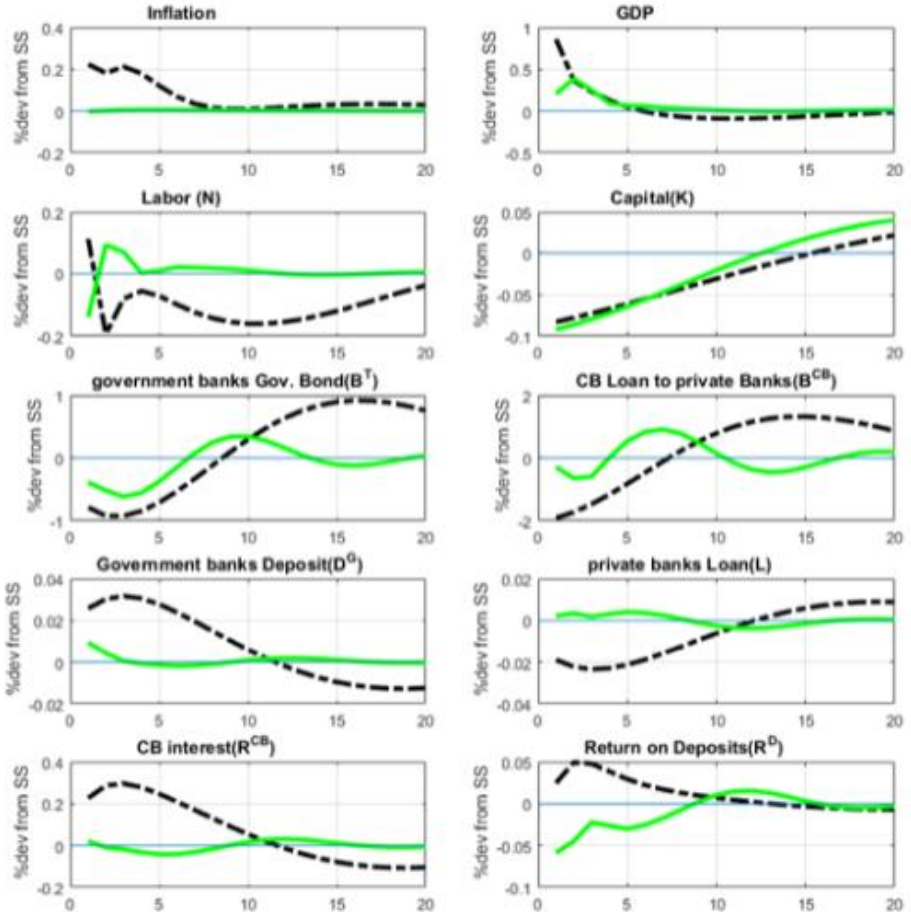
ادامه شکل ۱. پاسخ الگوی پایه (نقطه‌چین) و بهینهٔ رمزی (خط ساده) به تکانهٔ نفتی
منبع: یافته‌های پژوهش

۴. ۴ تکانهٔ فنّاوری بخش واقعی

شکل ۲ پاسخ‌های ضربه را برای متغیرهای کل پس از تکانهٔ فنّاوری بخش واقعی به میزان ۱ درصد نشان می‌دهد. در مدل پایه، افزایش بهره‌وری ناشی از تکانهٔ مثبت فنّاوری باعث افزایش تولیدات غیرنفتی می‌شود که منجر به افزایش مصرف و بهبود دستمزد و اشتغال خواهد شد. با تحرک کامل نیروی کار در بخش‌های مختلف و با فرض عدم تغییر در قیمت نفت، تقاضای بالاتر برای دستمزد باعث کاهش نیروی کار در صنعت نفت و منجر به کاهش تولید و درآمد

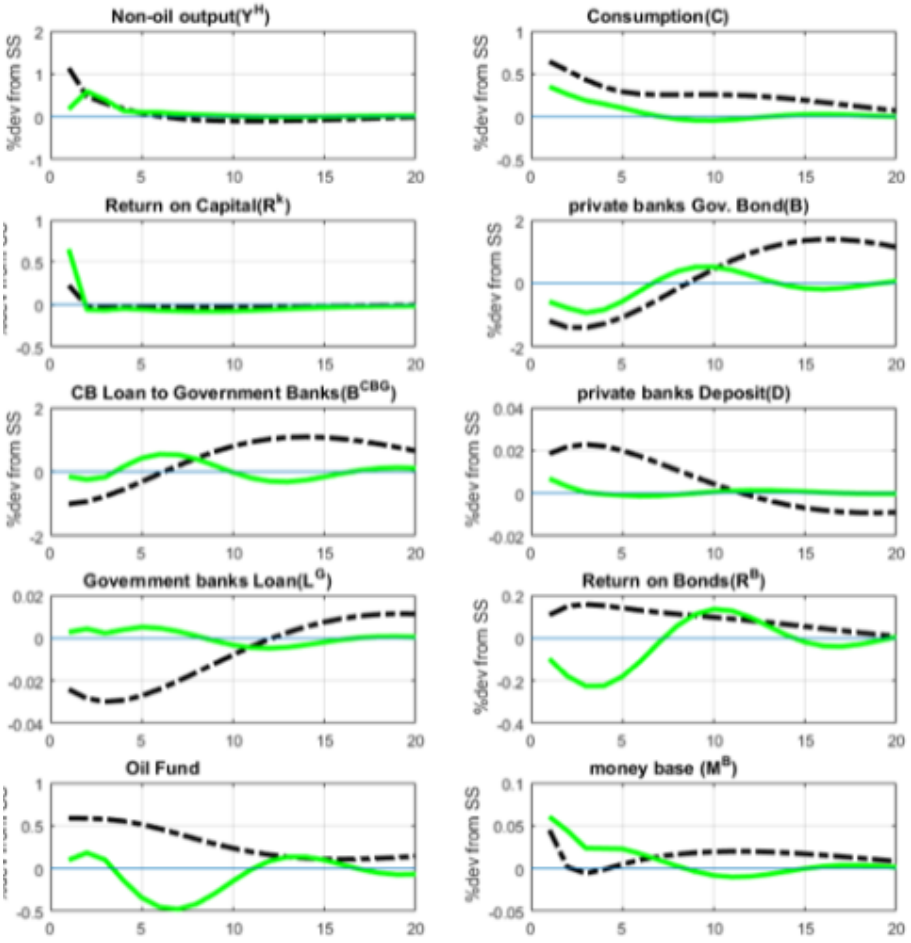
[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

نفت می‌شود و با کاهش درآمد دولت از این محل، پرداخت‌های انتقالی تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. سیاست پولی مسیر ضدتورمی را دنبال می‌کند؛ پاسخ سیاست‌گذار پولی به افزایش تورم بالابردن نرخ بهرهٔ سیاستی خواهد بود. در حالت بهینهٔ رمزی، تکانهٔ فنّاوری بخش واقعی منجر به کاهش دستمزد و اشتغال در بخش غیرنفتی شده و کاهش دستمزد بخش نفتی با فرض ثابت‌بودن قیمت نفت افزایش تولید این بخش را به‌دنبال خواهد داشت. پاسخ بانک‌های دولتی و غیردولتی به این تکانه تقریباً یکسان است.



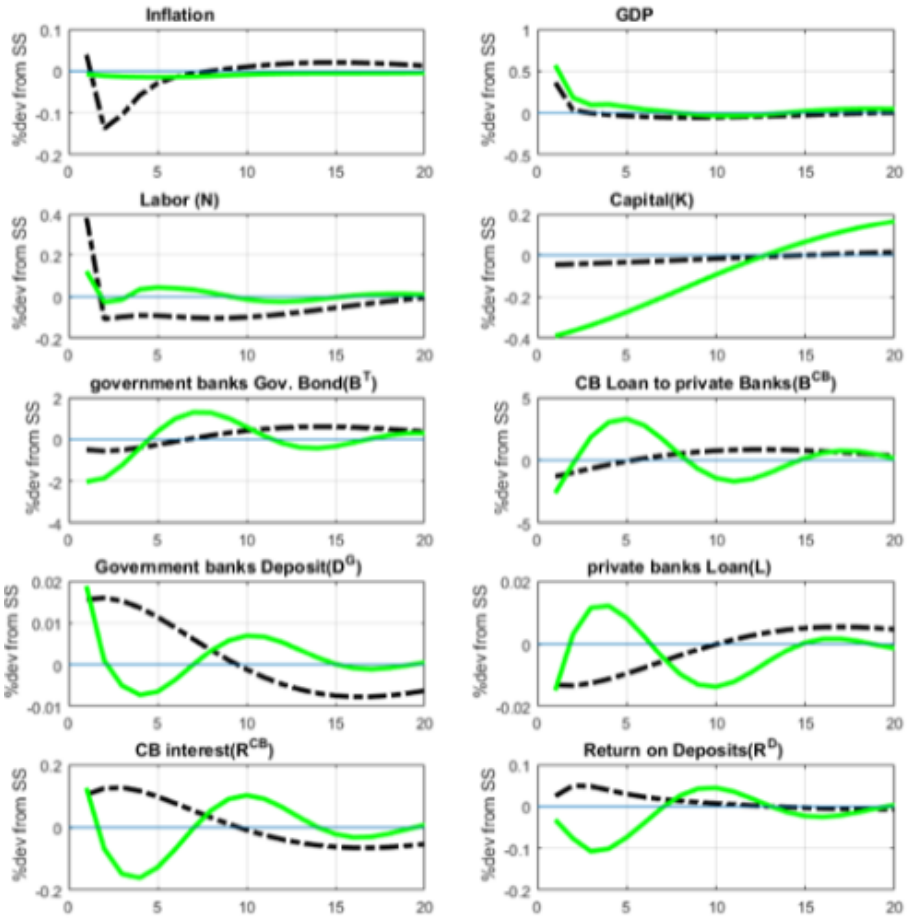
شکل۲. پاسخ الگوی پایه (نقطه‌چین) و بهینهٔ رمزی (خط ساده) به تکانهٔ فنّاوری بخش واقعی
منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]



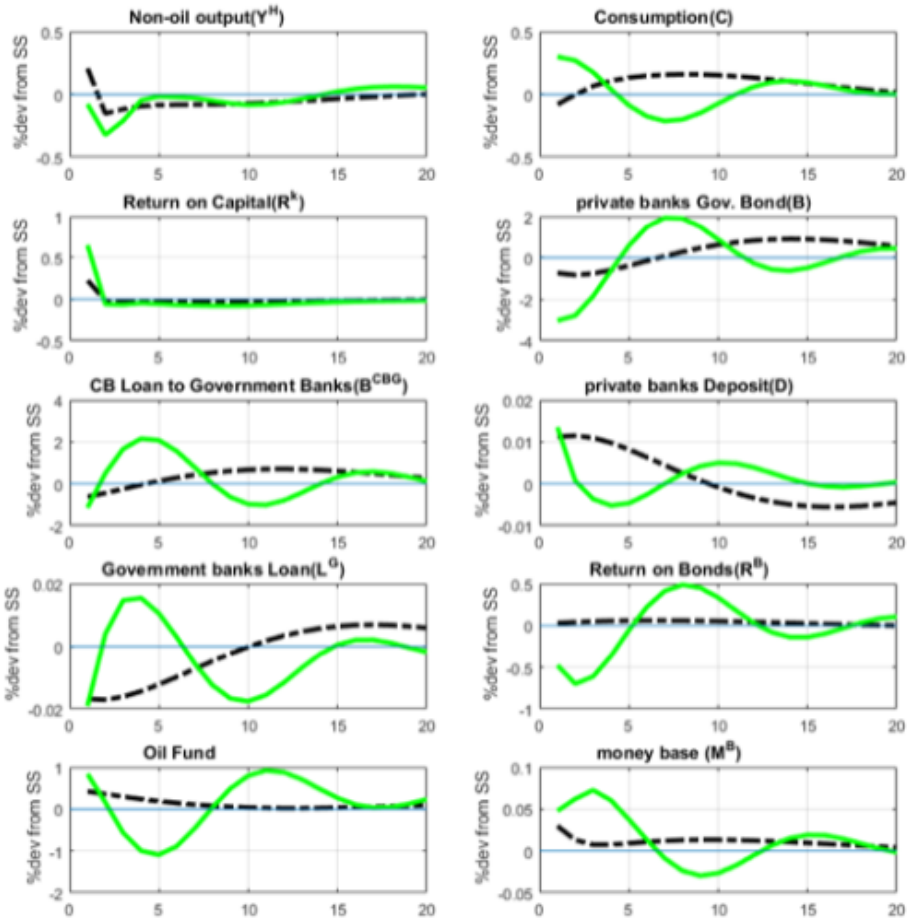
ادامه شکل۲. پاسخ الگوی پایه (نقطه‌چین) و بهینهٔ رمزی (خط ساده) به تکانهٔ فنّاوری بخش واقعی
منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]



شکل ۳. پاسخ الگوی پایه (نقطه‌چین) و بهینهٔ رمزی (خط ساده) به تکانهٔ فنّاوری بخش نفتی
منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]



ادامه شکل ۳. پاسخ الگوی پایه (نقطه‌چین) و بهینهٔ رمزی (خط ساده) به تکانهٔ فنّاوری بخش نفتی
منبع: یافته‌های پژوهش

۴. ۵ تکانهٔ فنّاوری بخش نفتی

مطابق شکل ۳، تکانهٔ فنّاوری به میزان ۱ درصد به بخش نفت باعث افزایش تولید و درآمد، بهبود اشتغال، و دستمزد بخش نفتی شده و به‌دنبال آن تولید کل افزایش می‌یابد. با افزایش درآمد دولت از محل نفت، پرداخت‌های انتقالی دولت و مصرف افزایش می‌یابد. با افزایش تورم، سیاست‌گذار پولی نسبت به افزایش نرخ بهره اقدام می‌کند.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

سیاست‌گذاری بهینهٔ رمزی در حضور تکانهٔ فنّاوری نفتی و افزایش تولید و درآمد این بخش، کاهش نرخ بهرهٔ بازار بین‌بانکی را با تزریق منابع دولتی دنبال می‌کند؛ درعین‌حال، نرخ بهرهٔ بانک مرکزی تقریبا ثابت مانده است.

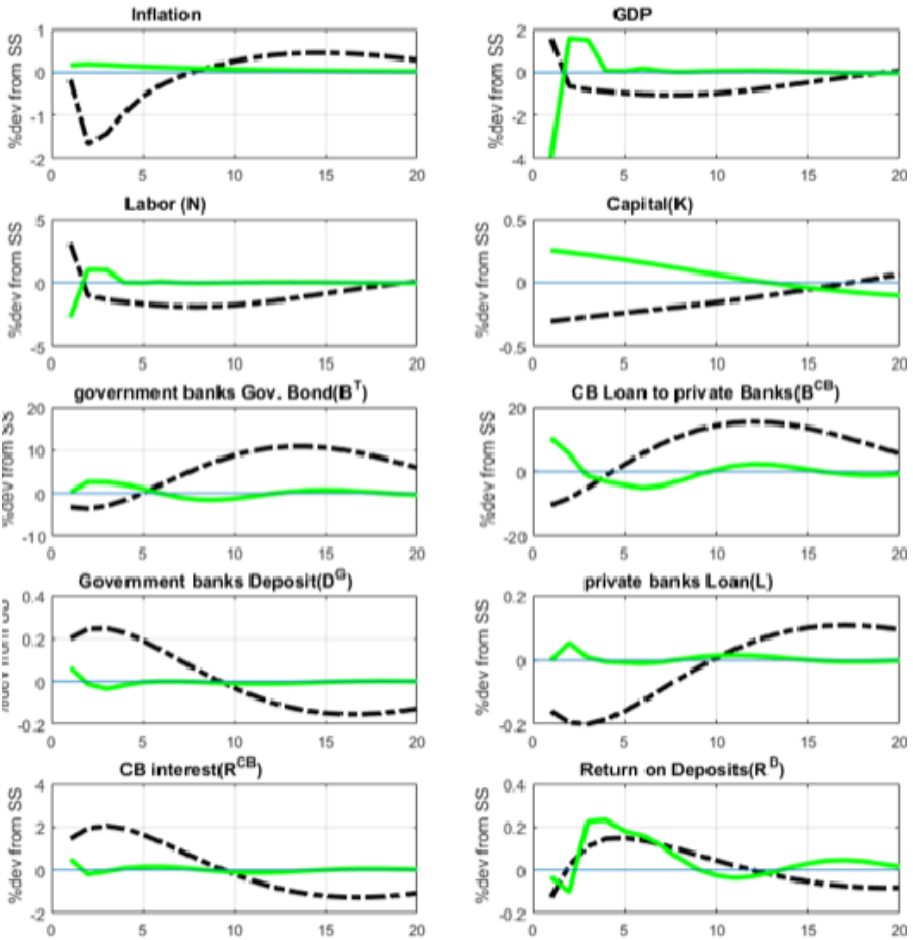
۴. ۶ تکانهٔ پولی

همان‌گونه که در شکل ۴ نشان داده شده است، تکانهٔ پولی به میزان ۱ درصد به اقتصاد، پایهٔ پولی را افزایش و نرخ سود در بازار بین‌بانکی را کاهش می‌دهد و تولید غیرنفتی و تولید کل افزایش خواهد یافت. افزایش تولید غیرنفتی با افزایش دستمزد و اشتغال بخش غیرنفتی با فرض ثابت‌بودن قیمت نفت، افزایش دستمزد و کاهش بهره‌وری در بخش نفت را به‌دنبال دارد که منجر به کاهش تولید و درآمد بخش نفتی می‌شود و پرداخت‌های انتقالی دولت کاهش می‌یابد. تورم در ابتدای تکانهٔ پولی به‌علت کاهش نرخ سود بازار بین‌بانکی کاهش می‌یابد، اما به‌تدریج افزایش آن تورم پدیدار و حتی از سطح پایدار گذشته هم بیشتر خواهد شد.

چون تکانهٔ پولی در رابطهٔ سیاست پولی بانک مرکزی است، با حذف این رابطه در حالت بهینهٔ رمزی، عملاً تکانه‌ای به مدل نخواهیم داشت. درصورتی‌که بخواهیم این تکانه را وارد کنیم، باید در تابع تقاضای پول وارد نماییم و تحلیل‌ها عکس تکانهٔ پولی به معادلهٔ عرضهٔ پول خواهد بود؛ در این حالت، تکانهٔ پولی در واقع افزایش تقاضای پول و انقباضی است که به کاهش تولیدات غیرنفتی و تولید کل و اشتغال منجر می‌شود و اضافه‌برداشت بانک‌های دولتی و غیردولتی از منابع بانک مرکزی نیز افزایش خواهد یافت. بنابراین، نرخ بهرهٔ سیاستی و تورم با افزایش همراه خواهد بود.

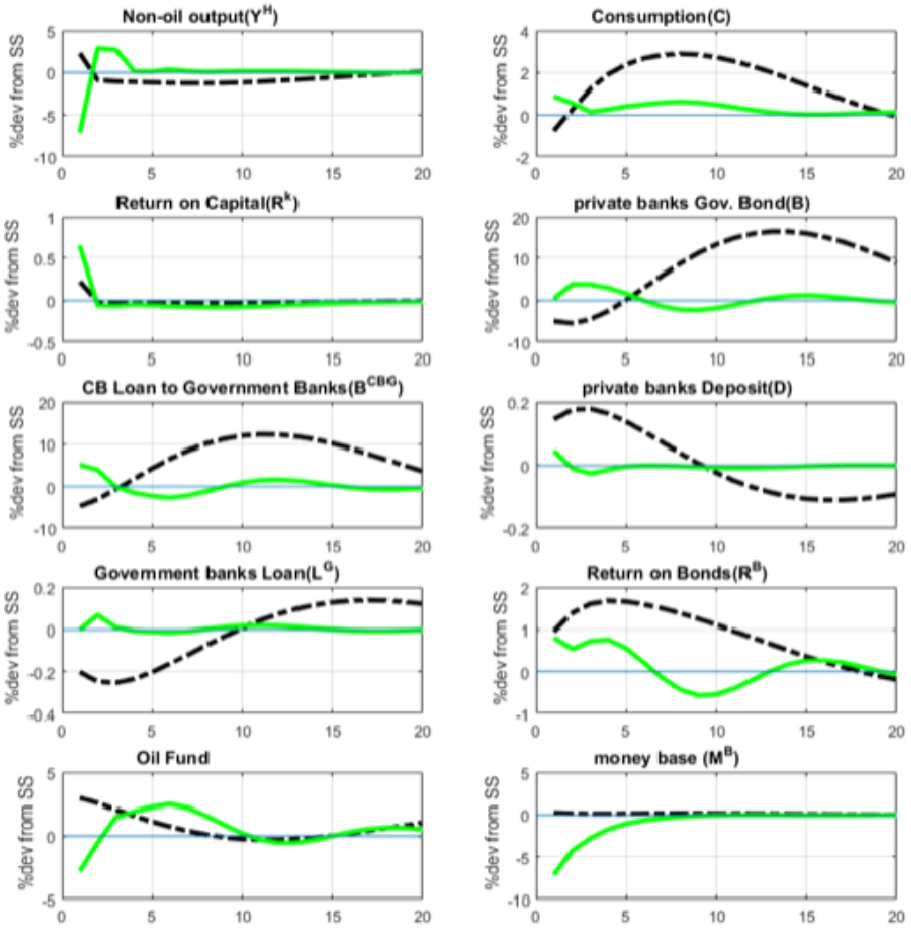
[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]



شکل ۴. پاسخ الگوی پایه (نقطه‌چین) و بهینهٔ رمزی (خط ساده) به تکانهٔ پولی
منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]



ادامه شکل ۴. پاسخ *الگوی* پایه (نقطه‌چین) و بهینهٔ رمزی (خط ساده) به تکانهٔ پولی

منبع: یافته‌های پژوهش

حال که الگوی اقتصاد ایران با درنظرگرفتن بخش بانکی نوشته شده و پاسخ‌های الگوی پایه و الگوی بهینهٔ رمزی استخراج شده است، می‌توان با سناریوهای گوناگون پارامترهای بخش بانکی را آزمون کرد؛ برای نمونه، ابتدا هزینهٔ تعدیل روتمبرگ را برای بخش بانکی افزایش دادیم. نتایج از تغییرات اندک تولید بخش نفتی و تولید کل و تغییرات بیشتر در هزینه‌های دولتی حکایت دارد. درصورتی‌که کشش جانشینی سپرده بین شعب گوناگون بانک‌های دولتی و خصوصی به‌سمت بی‌نهایت میل کند، سپردهٔ بانک‌های دولتی در تکانهٔ

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

نفتی نسبت به الگوی پایه افزایش بیشتری می‌یابد. درصورتی‌که نرخ ذخایر قانونی بانک‌ها نزد بانک مرکزی از ۱۰ درصد کنونی به ۳۰ درصد افزایش یابد، پایهٔ پولی افزایش و قدرت وام‌دهی بانک‌ها کاهش می‌یابد و برعکس، اگر این نرخ از ۱۰ درصد کنونی به صفر درصد کاهش یابد، پایهٔ پولی کاهش و سود بانک‌ها افزایش خواهد یافت.

۵ جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

این تحقیق، اقتصاد ایران را به‌عنوان یک کشور صادرکنندهٔ نفت با مدل متوسط تعادل عمومی پویای تصادفی غیرخطی باوجود بانک‌های دولتی و غیردولتی الگوسازی کرده است. بخش‌های گوناگون مدل مانند خانوارها، بنگاه‌های تولیدکنندهٔ کالای نهایی و کالای واسطه، خرده‌فروشان، تأمین‌کنندگان مالی، بانک‌ها به‌عنوان واسطه‌گران مالی، بخش نفت و صندوق توسعهٔ ملی، دولت و بانک مرکزی مطابق قانون بانکداری بدون ربا و ابزارهای مورداستفاده در سیاست‌گذاری پولی و ابزار جدید اوراق دولتی شبیه‌سازی شده است. در این الگو، بازارکار و بانک‌ها نقش مهمی در انتقال اثر تکانه‌ها ایفا می‌کنند. همچنین، یک ابزار جدید در اختیار دولت گذاشته شده است که با کمک‌های مستقیم از طریق بانک‌های دولتی برای کاهش شکاف تولید اقدام کند. پس از الگوسازی مدل پایه، سیاست پولی بهینهٔ رمزی از طریق حداقل‌سازی تابع زیان بانک مرکزی یا معادل آن حداکثرسازی تابع مطلوبیت خانوار الگوسازی شده است. نتایج نشان می‌دهد در مدل پایه، تکانهٔ پولی بیشترین و تکانه فنّاوری به بخش نفتی کمترین تأثیر را در تولید کل خواهد داشت. اگرچه تکانهٔ نفتی، تکانهٔ فنّاوری بخش نفتی و غیرنفتی باعث افزایش تورم می‌شود، اگر سیاست پولی بهینه دنبال شود، تزریق منابع از طریق بانک‌های دولتی در بازار بین‌بانکی باعث کاهش نرخ سود و تورم خواهد شد. همچنین، هرکجا درآمد نفتی افزایش یابد، نیاز به انتشار اوراق کاسته می‌شود. سیاست‌گذار با ترکیب سیاست کنترل رشد پایهٔ پولی، نرخ بهرهٔ بانک مرکزی، و نرخ سود در بازار بین‌بانکی در حالت بهینه به این هدف دست می‌یابد. به‌طورکلی، هدف از سیاست پولی بهینه در تثبیت تورم و جلوگیری از کاهش مصرف و مطلوبیت خانوار به‌عنوان هدف اصلی بانک مرکزی در مقام برنامه‌ریز اجتماعی در تکانه‌های گوناگون حاصل شده است. بنابراین، کاهش شکاف سیاست پولی جاری و سیاست پولی بهینه به‌ویژه در دو هدف ثبات و رشد توصیه می‌شود که این امر یعنی توجه به مطلوبیت خانوار به‌جای مطلوبیت دولت نیازمند استقلال بانک مرکزی است. با توجه به تعریف تابع سود بانک مرکزی و تعلق آن به دولت در این الگو، می‌توان در مطالعات آتی این سود را به خانوار منتقل کرد. همچنین، بازشدن اقتصاد در الگوی کنونی تحلیل چگونگی تأثیر و انتشار تکانه‌ها را دقیق‌تر خواهد کرد.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

فهرست منابع

انواری، ا.، زراءنژاد، م.، و فخرایی، ع. (۱۳۹۰). تعیین قاعدهٔ بهینهٔ پولی در یک مدل تعادل پویای تصادفی عمومی با استفاده از نظریهٔ کنترل. *فصلنامهٔ اقتصاد مقداری*، (۳)،۱۲۹-۱۵۸.

بوستانی، ر. (۱۳۹۱). سیاست‌گذاری پولی بهینه در اقتصاد ایران. *فصلنامهٔ پژوهش‌های پولی و بانکی*، (۱۲)، ۱۰۱-۱۲۶.

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

توکلیان، ح. (۱۳۹۳). برآورد درجهٔ سلطهٔ مالی و هزینه‌های رفاهی آن، یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی. *فصلنامهٔ پژوهش‌های پولی و بانکی*، ۷(۲۱)، ۳۲۹-۳۵۹.

توکلیان، ح. (۱۳۹۴). سیاست‌گذاری پولی بهینهٔ مبتنی بر قاعده و صلاحدیدی در جهت رسیدن به اهداف تورمی برنامه‌های پنج‌سالهٔ توسعه: یک رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی. *فصلنامهٔ پژوهش‌های پولی و بانکی*، ۸(۲۳)، ۱-۳۸.

توکلیان، ح.، و صارم، م. (۱۳۹۶). *الگوهای DSGE در نرم‌افزار Dynare الگوسازی، حل و برآورد مبتنی بر اقتصاد ایران*. تهران: پژوهشکدهٔ پولی و بانکی.

جوان، م.، افشاری، ز.، و توکلیان، ح. (۱۳۹۷). سیاست پولی بهینه و بازار کار: یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی. *فصلنامهٔ علمی-پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، ۷(۵۲)، ۱-۲۸.

چودری، ا.، و اختر، ح. (۱۹۹۶). *سیاست‌های پولی و مالی در کشورهای درحال توسعه، رشد و ثبات* ترجمه محمد آسیابی و مسعود باباخانی(۱۳۸۲). تهران: پژوهشکدهٔ امور اقتصادی.

درگاهی،ح.، و هادیان. م. (۱۳۹۵). ارزیابی آثار تکانه‌های پولی و مالی با تأکید بر تعامل ترازنامهٔ نظام بانکی و بخش حقیقی اقتصاد ایران: رویکرد DSGE. *فصلنامهٔ نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، ۳(۳)، ۱-۲۸.

سلیمانی موحد، م.، افشاری، ز.، و پدرام، م. (۱۳۹۴). سیاست پولی بهینه با استفاده از قاعدهٔ مشارکت اسلامی در یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی. *فصلنامهٔ پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۳ (۷۶)، ۱۱۵-۱۴۴.

شاه‌حسینی، س.، و بهرامی، ج. (۱۳۹۱). طراحی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید برای اقتصاد ایران با درنظرگرفتن بخش بانکی. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۱۷ (۵۳)، ۵۵-۸۳.

شاهمرادی، ا. (۱۳۸۷). *بررسی اثرات تغییر قیمت‌های انرژی بر روی سطح قیمت، تولید، و رفاه در اقتصاد ایران*. تهران: وزارت اقتصاد و دارایی.

کمیجانی، ا.، و توکلیان، ح. (۱۳۹۱). سیاست‌گذاری پولی تحت سلطهٔ مالی و تورم هدف ضمنی در قالب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران. *فصلنامهٔ تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، ۲ (۸)، ۸۷-۱۱۷.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

متوسلی، م.، ابراهیمی، ا.، شاهمرادی، ا.، و کمیجانی، ا. (۱۳۸۹). طراحی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی برای اقتصاد ایران به‌عنوان یک کشور صادرکنندهٔ نفت. *فصلنامهٔ پژوهش‌های اقتصادی*، ۱۰ (۴)، ۸۷ ـ ۱۱۶.

محبی، س. شهرستانی، ح.، و کیانی، ه. (۱۳۹۶). تکانه‌های مالی و نقش سیاست پولی در اقتصاد ایران با فرض وجود بازار بین‌بانکی در یک مدل DSGE. *فصلنامهٔ پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۵ (۸۱)، ۱۲۳-۱۵۳.

مهرگان، ن.، و دلیری، ح. (۱۳۹۲). واکنش بانک‌ها در برابر اساس مدل DSGE. *فصلنامهٔ پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۶۶، ۳۹ـ۶۸.

Adjemian, S., Darracq Pariès, M. & Moyen, S. (2007*). Optimal monetary policy in an estimated DSGE for the euro area* (Working Paper Series 803). European Central Bank.

Bhattacharjee, A., & Thoenissen, C. (2007). *Money and monetary policy in dynamic stochastic general equilibrium models* (Working Paper No. 0511). Centere for Dynamic Macroeconomic Analysis.

Calvo, G. (1983). Staggered Prices in a utility- maximizing framework. *Journal of Monetary Economics*, 12, 383-98.

Christiano, L., Rostagno, M., & Motto, R. (2010). *Financial factors in economic fluctuations* (Working Paper Series 1192). European Central Bank.

Dixit, A. K., & Stiglitz, J. E. (1977). Monopolistic competition and optimum product diversity. *American Economic Review*, 67 (3), 297–308.

Feizi, M. (2008). A New Keynsian small open economy DSGE model in Islamic economic framework: The case of Iran. *Journal of Economic Literature*.

Gan, pei-tha, Yu, H. (2010). Optimal Islamic monetary policy rule for Malaysia: The svensson's approach. *International Research Journal of Finance and Economics*, Vol. 14, 2, p. 47-68.

Gerali, A., Neri, S., Sessa, L., & Signoretti, F. M. (2010). Credit and banking in a DSGE model of the euro area. *Journal of Money, Credit and Banking*, 42 (s1), 107-141.

Daliri, H. & Mehrgan, N. (2015). The anatomy of DSGE models with banking industry for Iran's economy. *Iranian Journal of Economic Studies*, 4 (2):17–49. 28

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]

Mishkin Frederic, S. (1995). Symposium on the monetary transmission mechanism. *The Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 3-10.

Woodford, M. (2003). *Interest and prices*. Princeton University Press.

Montecinos Bravo, A. (2017). *Private and government banks: a DSGE approach* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).

Rotemberg, J. J. (1982). Monopolistic price adjustment and aggregate output. *The Review of Economic Studies*, 49 (4):517–531.

Sapienza, P. (2004). The effects of government ownership on bank lending. *Journal of Financial Economics*, 72 (2), 357-384.

Tabarraei, H., Ghiaie, H., & Shahmoradi, A. (2018). *Business cycle with bank intermediation in oil economies* (IMF Working Papers 18/226). International Monetary Fund.

[Downloaded from jmbr.mbri.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.26453355.1399.13.46.5.0]