مدلسازی اقتصادی
Economic Modelling
دوره ۱۶. شماره ۵۹. پاییز ۱۴۰۱ صفحه‌های ۱ تا ۱۷.

علمی

نقش سیاست‌های اقتصادی و محیط‌زیست بر جلوگیری از آلودگی هوا[۱]

مرضیه‌سادات وهاب‌زاده مقدم*، کریم امامی جزه**، فرزانه حاجی حسنی+

DOI: 10.30495/ECO.2023.1976456.2719

تاریخ دریافت:
۱۴۰۱/۱۰/۱۰
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۱/۱۱/۲۸

طبقه‌بندی JEL:
C10, E50, Q53.

واژگان کلیدی:
سیاست‌های اقتصادی، سیاست‌های محیط‌زیست، آلودگی هوا، مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE).

چکیده

هدف مقاله بررسی نقش سیاست‌های اقتصادی و محیط‌زیست بر جلوگیری از آلودگی هوا با استفاده از مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) طی دوره زمانی ۱۳۹۸-۱۳۶۹ است. براساس نتایج مدل، شوک سیاست اقتصادی موجب افزایش ناگهانی در رشد اقتصادی و مصرف و سپس، کاهش آنها می‌شود؛ اما، شوک سیاست اقتصادی، باعث افزایش آلودگی هوا می‌شود. شوک سیاست‌های زیست‌محیطی، نخست، موجب افزایش مصرف و رشد اقتصادی و سپس، کاهش آنها می‌گردد. سرمایه‌گذاری در اثر شوک سیاست‌های زیست‌محیطی نیز کاهش می‌یابد. براساس نتایج تجزیه واریانس، نقش سیاست‌های اقتصادی برای وضعیت اقتصادی کشور و ایجاد آلودگی هوا بیشتر از سیاست‌های محیط‌زیست است. نقش سیاست‌های محیط‌زیست در کاهش آلودگی هوا کمتر از نقشی است که سیاست‌های اقتصادی در افزایش آلودگی هوا دارند. پیشنهاد می‌شود دولت در هنگام افزایش مخارج خود، مالیات‌های سبز و یا مالیات بر انتشار کربن را با نرخی کمتر از افزایش مخارج دولتی وضع نماید تا در کنار کاهش آلودگی محیط‌زیست، رشد اقتصادی کشور همچنان برقرار باشد.

[۱] این مقاله مستخرج از رساله دکتری مرضیه‌سادات وهاب‌زاده مقدم به راهنمایی دکتر کریم امامی جزه و مشاوره دکتر فرزانه حاجی‌حسنی در دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران است.

*دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، پست الکترونیکی:
marziyeh.vahabzadehmoghadam@gmail.com
**دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی:
karim_emami@yahoo.com
+استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، پست الکترونیکی:
hajihassanif@yahoo.com

۱. مقدمه

امروزه، با انتشار روزافزون گازهای گلخانه‌ای و گرمایش جهانی، آلودگی هوا در جهان و کشور ایران افزایش شدید داشته که به‌دلیل اهمیت آن، کشورها را بر آن داشته است که سیاست‌هایی را برای کاهش آلودگی هوا درپیش‌گرفته و اعمال نمایند (منظور و صفاکیش، ۱۳۹۰). این موضوع با طرح فرضیه محیط‌زیستی کوزنتس[1] (۱۹۹۱، به نقل از استرن[2]، ۲۰۰۳) وارد تحلیل‌های اقتصادی شد. اقتصاددانان محیط‌زیست به رابطه میان رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست دست یافتند و فرضیه‌ای را مطرح ساختند که در آن، یک رابطه به‌صورت U معکوس برای تبیین ارتباط تولید ناخالص داخلی سرانه و تخریب محیط‌زیست مطرح‌شده است. طبق فرضیه منحنی محیط‌زیست کوزنتس (EKC[3])، «آلودگی هوا» به‌عنوان پیامد اجتناب‌ناپذیر رشد اقتصادی به‌ویژه در مرحله اولیه توسعه یک کشور درنظرگرفته شد (گراسمن و کروگر[4]، ۱۹۹۵؛ دیندا[5]، ۲۰۰۴؛ استرن[6]، ۲۰۰۴).

این فرضیه مبنای بسیاری از مطالعات علمی قرار گرفت و می‌توان گفت توجه به مسائل اقتصاد محیط‌زیست را افزایش داد. همچنین، فرضیه منحنی محیط‌زیست کوزنتس با سایر متغیرهای اقتصاد کلان، مانند شهرنشینی (کاتیرکوگلو و کاتیرکوگلو[7]، ۲۰۱۸) و مصرف انرژی (حیدری، کاتیرکوگلو و سعیدپور[8]، ۲۰۱۵) ارتباط دارد. علاوه‌بر معضل آلودگی‌های منطقه‌ای، مهم‌ترین مساله در حوزه محیط‌زیست، گرم‌شدن زمین و تغییرات آب و هوایی است. افزایش تدریجی دمای جهانی عمدتاً ناشی از انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای است. براساس مطالعات، در سال ۲۰۰۴، دی‌اکسیدکربن با سهم ۵۸/۸ درصدی از گازهای گلخانه‌ای بیشترین سهم را میان آلاینده‌ها به خود اختصاص داده است (فطرس و براتی، ۱۳۹۰)

ادبیات تحقیق نشان می‌دهد آلودگی هوا به خواب (هیز و ژو[9]، ۲۰۱۹) و عملکرد ذهنی (ژانگ، دچنس، منگ و ژانگ[10]، ۲۰۱۸) لطمه وارد می‌آورد. تمامی این تاثیرات، بر سلامتی آثار سوء دارد که هزینه‌های اقتصادی قابل‌توجهی را بر جامعه تحمیل می‌نماید (چن و چن[11]، ۲۰۲۱). دراین‌راستا، محققان، اثربخشی سیاست‌های کربن، ازجمله مالیات کربن، میزان انتشار و اهداف شدت را در مهار مشکل آلودگی بررسی کرده‌اند.

هرکشوری برای رسیدن به رشد و توسعه، اهداف و برنامه‌های مختلفی را مدنظر قرار می‌دهد. اما کشورهای درحال‌توسعه برای رسیدن به این اهداف، با معضل تخریب محیط‌زیست روبرو هستند. دولت، با اجرای سیاست‌های اقتصادی (سیاست‌های پولی و مالی) بر فعالیت سایر بخش‌های اقتصادی اثر می‌گذارد (شهاب و ناصرصدرآبادی، ۱۳۹۳). طبق اعلام بانک جهانی، خسارت آلودگی هوا در ایران از ۸ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۶ به ۱۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۰ رسیده است که ۱۵ درصد آن مربوط به خسارت ناشی از آلودگی هوا در پایتخت بوده است (بانک

[1] Kuznets
[2] Stern
[3] Environmental Kuznets Curve (EKC)
[4] Grossman & Krueger
[5] Dinda
[6] Stern
[7] Katircioğlu & Katircioğlu
[8] Heidari, Katircioğlu & Saeidpour
[9] Heyes & Zhu
[10] Zhang, Deschenes, Meng & Zhang
[11] Chen & Chen

جهانی[1]، ۲۰۲۲). بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، آلودگی هوا هفتمین عامل مرگ در دنیا و هفتمین عامل خطر در ایران است. در سراسر جهان، هر روز حدود ۱۰ هزار نفر بر اثر بیماری‌های منتسب به آلودگی هوای آزاد، جان خود را از دست می‌دهند. در بسیاری از شهرهای بزرگ ایران مانند تهران، اصفهان، مشهد، تبریز، اراک و اهواز غلظت بعضی از آلاینده‌های هوا از استانداردهای ملی بسیار بالاتر است (پایگاه خبری تابناک[2]، ۱ آذر ۱۴۰۰).

مطالعات پیشین در مورد تجزیه و تحلیل آلودگی هوا، تاثیرات اقتصاد کلان و سیاست‌های اقتصادی را کمتر بررسی کرده‌اند؛ درحالی‌که پیامدهای محیط‌زیستی سیاست‌های پولی و مالی تاحدودی در تحقیقات اخیر نادیده گرفته‌شده است. پژوهش حاضر با پاسخ دادن به این سوال، شکاف پژوهشی تحقیقات پیشین را رفع می‌کند. بنابراین، در این مقاله، آثار سیاست‌های اقتصادی و سیاست‌های محیط‌زیست و شوک‌های آن بر آلودگی هوا در ایران بررسی شده‌است.

۲. مروری بر ادبیات

در دهه‌های اخیر، مسائل و مشکلات مربوط به محیط‌زیست از جنبه‌های مختلف مورد بررسی و توجه محققان قرار گرفته است. ادبیات مرتبط را می‌توان به دو بخش زیر تقسیم کرد.

۲-۱. سیاست‌های اقتصادی

برای بررسی تاثیرات کوتاه‌مدت سیاست‌های مالی، هالکوس و پایزانوس[3] (۲۰۱۳) آثار مستقیم و غیرمستقیم (از طریق تولید) هزینه‌های دولت را بر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن و دی‌اکسیدگوگرد بررسی کرده‌اند. این محققان با بررسی ۷۷ کشور از سال ۱۹۸۰ – ۲۰۰۰ دریافتند که هزینه‌های دولت به‌طور مستقیم و غیرمستقیم، دی‌اکسید گوگرد را کاهش می‌دهد؛ درحالی‌که هزینه‌های دولت بر دی‌اکسیدکربن بی‌تاثیر است. آدوویی[4] (۲۰۱۶) در مورد آثار مستقیم و غیرمستقیم، تمایز مشابهی را مطرح کرده است؛ اما، تنها بر تاثیر انتشار دی‌اکسیدکربن تمرکز کرده است. وی به این نتیجه رسید که افزایش یک درصدی هزینه‌های دولت می‌تواند به کاهش ۱/۱۵ درصدی در انتشار کربن منجرشود. هالکوس و پایزانوس (۲۰۱۶) تمرکز خود را به ایالات متحده محدود کرده و با استفاده از داده‌های ۱۹۷۳ – ۲۰۱۳ نشان داده‌اند که هزینه بالاتر دولت باعث کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف و تولید می‌شود.

بااین‌حال، تمامی مطالعات به نتیجه تاثیر منفی هزینه‌های دولت بر انتشار دی‌اکسیدکربن نرسیده‌اند. به‌عنوان مثال، یوشیانگ و چن[5] (۲۰۱۰) از طریق تجزیه و تحلیل داده‌های پنل، رابطه مثبت میان هزینه دولت و شدت انرژی را از داده‌های ۲۰ استان چین از سال ۱۹۹۶ – ۲۰۰۶ به‌دست آوردند. بنابراین، در این مطالعات، سیاست‌های مالی بر آلودگی هوا تاثیر مثبتی داشته است. همچنین، پژوهش‌هایی وجود دارند که رابطه سیاست‌های پولی را با مصرف انرژی بررسی

[1] قابل دسترس در سایت: www.worldbank.org
[2] قابل دسترس در سایت: www.tabnak.ir

[3] Halkos & Paizanos
[4] Adewuyi
[5] Yuxiang & Chen

می‌کنند. گلاسر و لی[1] (۱۹۹۶) توسط تحلیل واریانس با استفاده از داده‌های ایالات متحده دریافتند که آثار ترکیبی عرضه پول (M1) و هزینه‌های عمومی بیشتر از ۳۵ درصد از واریانس مصرف انرژی را تشکیل می‌دهند. کامارو، فورته، گارسیا- دوناتو، مندوزا و اوردونز[2] (۲۰۱۵) نشان می‌دهند که عرضه پول واقعی به‌طورهم‌زمان یکی از مهم‌ترین متغیرهای تاثیرگذار بر مصرف انرژی در بخش‌های صنعتی و حمل‌ونقل است.

بک، دمیرکوچ - کونتو لوین[3] (۲۰۱۰) و ارن، تاسپینار و گوکمن‌اوغلو[4] (۲۰۱۹) به این نتیجه رسیدند که رابطه مثبت و غیرمستقیم بلندمدت میان مصرف انرژی و نسبت عرضه پول به GDP از طریق تاثیر بر سطح شاخص توسعه مالی وجود دارد. بنابراین، سیاست‌های اقتصادی از طریق کانال‌های افزایش عرضه پول، اوراق قرضه، مصرف، مخارج دولت و کاهش مالیات‌ها به‌دلیل افزایش تولید و ایجاد آلودگی، می‌تواند به افزایش آلودگی هوا منجرشود؛ هرچند که در برخی مطالعات، سیاست‌های اقتصادی، آلودگی هوا را کاهش داده است. از این‌رو، این مطالعه سعی می‌کند به این موضوع بپردازد که در ایران، سیاست‌های اقتصادی چه نقشی بر آلودگی هوا داشته است.

۲-۲. سیاست‌های محیط‌زیست

جریانی از مطالعات تجربی بر تأثیرات سیاست‌های محیط‌زیست و مالیات کربن و سایر سیاست‌های انتشار در کشورها متمرکز شده‌اند. در شرایط عدم‌اطمینان کلان اقتصادی، تاثیر سیاست‌های انتشار یک موضوع مهم در جامعه علمی است. این به خوبی در فعالیت اقتصادی و حفاظت از محیط‌زیست در مورد سیاست‌های محیط‌زیست، مالیات کربن و سایر سیاست‌ها مانند سقف انتشار منعکس می‌شود، اگرچه اقتصاد و محیط‌زیست اغلب با یکدیگر تضاد دارند (فوتیس و پولمیس[5]، ۲۰۱۸). مالیات کربن و سیاست‌های محیط‌زیست به‌عنوان سیاست‌های پیشرو در انتشار گازهای گلخانه‌ای در سراسر جهان لحاظ می‌شوند و در بسیاری از حوزه‌های قضایی به‌طور جداگانه یا ترکیبی اجرایی شده‌اند (هیتس[6]، ۲۰۱۸)؛ به‌همین‌دلیل، توجه دانشگاه‌های زیادی را به خود جلب کرده‌اند.

در حال حاضر، مدل تعادل تصادفی پویا (DSGE) چارچوب استانداردی برای تحلیل اقتصاد کلان به‌شمار می‌آید. این مدل، تصمیمات پویا و منطقی شرکت‌ها و خانوارها را در محیطی با شوک‌های تصادفی نشان می‌دهد. متغیرهای اقتصاد کلان در الگوی (DSGE) در تعامل میان شرکت‌ها و خانوارها تعیین می‌شود. فیشر و اسپرینگبورن (۲۰۱۱) اولین محققانی بودند که الگوی (DSGE) را در مسائل محیط‌زیست به‌کار بردند. یکی از مزایای الگوی (DSGE) این است که می‌توان با آن، تصمیمات بین‌دوره‌ای فعالان اقتصادی را درنظر گرفت. خانوارها و شرکت‌های منطقی و آینده‌نگر، رفاه احتمالی خود را در طول زندگی لحاظ می‌کنند و بهترین تصمیم ممکن را اتخاذ می‌کنند.

هوتل (۲۰۱۲) در پژوهش خود - که براساس چارچوبی از اقتصاد محیط‌زیست است- دریافت که مالیات کربن بهینه باید چرخه‌ای باشد و اگر نرخ مالیات کربن بهینه اجرا شود، چرخه‌های انتشار دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد.

[1] Glasure & Lee
[2] Camarero, Forte, Garcia-Donato, Mendoza & Ordoñez
[3] Beck, Demirgüç-Kunt & Levine
[4] Eren, Taspinar & Gokmenoglu
[5] Fotis & Polemis
[6] Haites

۳. روش پژوهش

پژوهش حاضر از حیث هدف، «کاربردی» است؛ زیرا به بررسی مساله‌ای کاربردی در حوزه اقتصاد و محیط‌زیست می‌پردازد. همچنین، این پژوهش از جهت نحوه گردآوری داده‌ها «توصیفی» است؛ زیرا جامعه، شرایط و پدیده‌ها را به‌طور صحیح و سیستماتیک توصیف می‌کند. جامعه آماری، اقتصاد ایران و متغیرهای اقتصاد کلان ایران است. نمونه آماری متغیرهای مورد بررسی برای اقتصاد ایران در دوره زمانی ۱۳۹۸-۱۳۶۹ می‌باشند که از طریق بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و بانک جهانی استخراج شده است.

روش مورد استفاده، الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)[1] است. مدل‌سازی تعادل عمومی پویای تصادفی، شاخه‌ای از نظریه تعادل عمومی کاربردی است که مقوله‌ای مهم در اقتصاد کلان معاصر تلقی می‌شود. این روش به‌دنبال تبیین پدیده‌های کلان اقتصادی مثل رشد اقتصادی، چرخه‌های تجاری و آثار سیاست‌های پولی و مالی برپایه مدل‌های ساده‌شده کلان اقتصادی بوده و برپایه اصول خرد اقتصادی استخراج شده‌اند. نحوه اجرای مدل بدین صورت است که در مرحله اول روابط کلی بین اجزای اصلی شامل خانوارها، بنگاه‌ها، دولت، بانک مرکزی، دنیای خارج و غیره تبیین و در مرحله دوم متناسب با نوع ارتباط، جزئیات ترسیم می‌شود.

مدل DSGE در این مقاله براساس مطالعه چان (۲۰۲۰) تبیین شده است. یکی از ویژگی‌های کلیدی این مدل، معرفی نرخ مالیات کربن، سیاست‌های مالی و سیاست‌های پولی است که به سیاست‌ها اجازه می‌دهد به سطح انتشار کربن وابستگی داشته باشند. داشتن چنین قوانینی برای سیاست‌ها به ما اجازه می‌دهد تا ۱) تاثیر اقتصاد کلان در نرخ مالیات کربن را که می‌تواند سطح انتشار کربن را تثبیت کند، بررسی کرده؛ ۲) سیاست‌های مالی و پولی باید یکی از اهداف آنها ثابت‌نگه‌داشتن سطح انتشار CO2 باشد و ۳) کدام سیاست برای جلوگیری از آلودگی هوا و به حداکثر رساندن رفاه خانوار بهترین است.

فرض می‌شود که Y_t تولید کل اقتصاد و Z_t میزان انتشار CO2 را نشان می‌دهد. حال فرض می‌شود که دولت می‌خواهد با استفاده از ابزار مالیات بر کربن، انتشار کربن را در یک زمان ثابت به‌صورت زیر حفظ نماید.

$$p_{z,t} = p_z \left(\frac{z_t}{\bar{z}}\right)^{k_z} \eta_{pz,t} \quad (۱)$$

که در آن، P_z برابر ارزش حالت پایدار نرخ مالیات بر کربن است. K_z پارامتری است که قابلیت انعطاف‌پذیری نرخ مالیات کربن را با توجه به انتشار کربن کنترل می‌کند. فرض بر این است که پارامترها مثبت هستند. در معادله (۱) $\eta_{pz,t}$ یک شوک به روند مالیات بر کربن است که انحراف کوتاه‌مدت مالیات بر کربن را از قوانین نشان می‌دهد. فرض می‌شود که لگاریتم شوک سیاست مالیات بر کربن از یک فرایند AR(1) به‌صورت زیر پیروی می‌کند.

$$\ln\left(\frac{\eta_{pz,t}}{\eta_{pz}}\right) = \rho_{pz} \ln\left(\frac{\eta_{pz,t-1}}{\eta_{pz}}\right) + \varepsilon_{pz,t} \quad (۲)$$

که در آن، η_{pz} یک حالت پایدار برای $\eta_{pz,t}$ است که برای سادگی برابر با یک فرض می‌شود. ρ_{pz} تداوم شوک مالیات بر کربن است که بین صفر و یک قرار دارد. تداوم بالاتر نرخ مالیات کربن نشان می‌دهد که دولت به آهستگی به انحراف قانون پاسخ می‌دهد. $\varepsilon_{pz,t}$ نوفه سفید است؛ که فرض بر این است به‌طور یکسان و مستقل در طول زمان

[1] Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE)

توزیع می‌شود و از توزیع نرمال استاندارد با میانگین صفر و واریانس یک پیروی می‌کند. سیاست پولی توسط بانک مرکزی از طریق نرخ بهره اسمی طبق قانون تیلور[1] به‌صورت معادله (۳) اجرا می‌شود.

(۳)

$$R_t = R\left(\frac{\Pi_t}{\Pi}\right)^{\tau\pi}\left(\frac{Z_t}{\bar{Z}}\right)^{\tau z}\eta_{R,t}$$

که در آن، R و Π به‌ترتیب، مقادیر حالت پایدار نرخ بهره اسمی و نرخ تورم ناخالص هستند. پیش‌بینی می‌شود با افزایش نرخ بهره اسمی، هم نرخ تورم و هم میزان انتشار کربن کاهش یابد؛ زیرا موجب پس انداز خانوار می‌شود و مصرف خانوار را کاهش می‌دهد. مصرف کمتر تقاضای کالاها را کاهش می‌دهد که به سهم خود به کاهش قیمت و تولید کل منجرمی‌شود. در نتیجه، سطح انتشار به‌دلیل ارتباط خطی آن با خروجی کاهش می‌یابد. در این راستا، هردو عامل Π و Z را داریم که Π حساسیت نرخ بهره را به نرخ تورم از مقدار هدف آن کنترل می‌کند. به‌همین‌ترتیب، $\eta_{R,t}$ نشان‌دهنده یک شوک سیاست پولی است که انحراف کوتاه‌مدت نرخ بهره اسمی را از قانون تیلور نشان می‌دهد. در این بخش نیز فرض می‌شود مدل از فرایند AR(1) به‌صورت زیر پیروی می‌کند.

(٤)

$$\ln\left(\frac{\eta_{R,t}}{\eta_R}\right) = \rho_R \ln\left(\frac{\eta_{R,t-1}}{\eta_R}\right) + \varepsilon_{R,t}$$

که در آن، $\eta_{R,}$ برابر یک فرض شده است و مقدار پایه برای $\eta_{R,t}$ است. $\eta_{R,}$ بین صفر و یک قرار دارد و شوک نرخ بهره را نشان می‌دهد. $\varepsilon_{R,t}$ نیز نوفه سفید است که دارای توزیع نرمال استاندارد با میانگین صفر و واریانس یک می‌باشد. G_t هزینه واقعی دولت را نشان می‌دهد؛ بدین‌ترتیب که هزینه دولت از طریق معادله (۵) با میزان انتشار کربن مرتبط است.

(۵)

$$G_t = G\left(\frac{Z_t}{\bar{Z}}\right)^{tz}\eta_{G,t}$$

که در آن، τ_z کشش هزینه دولت تا سطح انتشار است. $\eta_{G,t}$ نیز شوک هزینه‌های دولت است که لگاریتم آن از فرایند AR(1) به‌صورت معادله (٦) پیروی می‌کند.

(٦)

$$\ln\left(\frac{\eta_{G,t}}{\eta_G}\right) = \rho_G \ln\left(\frac{\eta_{G,t-1}}{\eta_G}\right) + \varepsilon_{G,t}$$

که در آن، $G\ \eta$یک حالت پایدار برای $G,t\ \eta$[1] است که برای سادگی برابر با یک فرض می‌شود. $G,t\ \varepsilon$ نوفه سفید است؛ که فرض بر این است به‌طور یکسان و مستقل در طول زمان توزیع می‌شود و از توزیع نرمال استاندارد با میانگین صفر و واریانس یک پیروی می‌کند (چان، ۲۰۲۰).

بنابراین، براساس مدل‌های ارائه‌شده، سه نوع شوک در مدل (DSGE) وارد می‌شود:

۱) شوک سیاست‌های مالی (هزینه‌های دولت)؛ ۲) شوک سیاست‌های پولی (نرخ بهره اسمی)؛ ۳) شوک سیاست‌های محیط‌زیست (سیاست مالیات بر کربن). مدل‌های مورد استفاده برای سه بخش اقتصادی (خانوارها، بنگاه‌ها، دولت و بانک مرکزی) در ادامه، تشریح شده است.

[1] Taylor Rule

۳-۱. خانوارها

فرض می‌شود که اقتصاد از تعداد زیادی خانوار تشکیل شده است. خانوارها به‌دنبال حداکثرسازی مطلوبیت تنزیل‌شده انتظاری بین‌دوره‌ای خود، با توجه به مصرف کالاها (c_t) و در قبال عرضه کار (L_t) و سرمایه (K_t) هستند. ارزش فعلی مطلوبیت‌هایی که خانوار نوعی در طول زندگی خود کسب می‌کند به شکل رابطه (۷) است.

(۷)

$$U_0^i = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{(c_t^i)^{1-\sigma_c}}{1-\sigma_c} - \frac{(L_t^i)^{1+\sigma_L}}{1+\sigma_L} + \frac{K_M (M_t^i)^{1+\sigma_M}}{1+\sigma_M} \right\}$$

در رابطه (۷) معکوس کشش جانشینی مصرف بین‌دوره‌ای، معکوس کشش نیروی کار نسبت به‌دستمزد حقیقی و معکوس کشش تراز پرداخت‌های نقدی (جاری) به‌ترتیب، با σ_c و σ_L و σ_M نشان داده می‌شوند. K_M ضریب ترجیح مانده پولی است. قید بودجه اسمی بخش خانوار به‌صورت زیر تصریح می‌شود.

(۸)

$$P_t^c C_t^i + P_t^i I_t^i + B_t^{in} + M_t^{in} = R_{t-1}^n B_{t-1}^{in} + W_t^i L_t^i + R_t^k K_{t-1}^{in} + M_{t-1}^{in} + div_t^{in} + T_t^{in}$$

در معادله (۸) $T_t^{i,n}$ خالص مالیات‌ها، $div_t^{i,n}$ سود تقسیم‌شده توسط بنگاه نهایی، P_t^c شاخص قیمت مصرف‌کننده، W_t^i دستمزد نیروی کار و R_t^k بازدهی (عایدی) سرمایه است. همچنین، خانوار در هر دوره زمانی با معادله تشکیل سرمایه زیر مواجه است.

(۹)

$$K_t = (1-\delta)K_{t-1} + \left[1 - S\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)\right] I_t$$

فرض می‌شود، معادله (۹) برای تمام خانوارها یکسان است. در معادله δ نرخ استهلاک سرمایه است. $S(\frac{I_t}{I_{t-1}})$ تابع هزینه تعدیل سرمایه‌گذاری است که در آن تابع هزینه تعدیل سرمایه‌گذاری وابسته به سرمایه‌گذاری جاری و با وقفه است که در آن $S(.)$ یک تابع محدب و فزاینده است. این تابع وابسته به سرمایه‌گذاری جاری (It) و سرمایه‌گذاری با وقفه (It-1) است. فرم تابعی دلالت بر این دارد که تغییر دادن سطح سرمایه‌گذاری هزینه‌بر است و تغییر در سرمایه‌گذاری هزینه را افزایش می‌دهد و هیچ هزینه تعدیلی در شرایط با ثبات وجود ندارد. با تقسیم دو طرف معادله (٤) بر P_t^c به معادله قید بودجه به‌صورت حقیقی عبارت زیر حاصل می‌گردد.

(۱۰)

$$C_t^i + \frac{P_t^i}{P_t^c} I_t^i + B_t^i + M_t^i = R_{t-1}^n \frac{B_{t-1}^i}{\pi_t^c} + \frac{W_t^i}{P_t^c} L_t^i + R_t^k K_{t-1}^{i,n} + \frac{M_{t-1}^i}{\pi_t^c} + div_t^i + T_t^i$$

در عبارت فوق:

(۱۱)

$$\frac{M_{t-1}^{i,n}}{P_t^c} \cdot \frac{P_{t-1}^c}{P_{t-1}^c} = \frac{M_{t-1}^i}{\pi_t^c}$$

(۱۲)

$$\frac{B_{t-1}^{i,n}}{P_t^c} \cdot \frac{P_{t-1}^c}{P_{t-1}^c} = \frac{B_{t-1}^i}{\pi_t^c}$$

در معادله (۱۱) و توابعی از CES از کالاهای مصرفی و سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی به‌صورت معادله (۱۳) هستند.

(۱۳)

$$C_t = \left[((1-\alpha_c)^{\frac{1}{\eta_c}} (C_t^D)^{\frac{\eta_c - 1}{\eta_c}} + (\alpha_c)^{\frac{1}{\eta_c}} (C_t^F)^{\frac{\eta_c - 1}{\eta_c}} \right]^{\frac{\eta_c}{\eta_c - 1}}$$

در معادله (۱۳)، C_t^D مصرف کالاهای داخلی و C_t^F مصرف کالاهای خارجی (وارداتی) است. همچنین، α_c سهم واردات در مصرف کل و η_c کشش جانشینی بین کالاهای مصرفی داخل و وارداتی است. خانوار C_t را با توجه به قید هزینه زیر حداکثر می‌کند.

$$P_t^D C_t^D + P_t^{F,C} C_t^F = P_t^C C_t \quad (۱۴)$$

که در آن، P_t^D شاخص قیمت کالاهای داخلی و $P_t^{F,C}$ شاخص قیمت کالاهای مصرفی وارداتی بوده و P_t^C شاخص قیمت مصرف‌کننده برابر است با:

$$P_t^C = \left[((1-\alpha_c)(P_t^D)^{1-\eta_c} + (\alpha_c)\left(P_t^{F,C}\right)^{1-\eta_c}\right]^{\frac{\eta_c-1}{\eta_c}} \quad (۱۵)$$

درنتیجه حداکثرسازی فوق دو معادله (۱۶ و ۱۷) را برای مصرف کالاهای داخلی و وارداتی داریم.

$$C_t^D = (1-\alpha_c)\left(\frac{P_t^D}{P_t^C}\right)^{-\eta_c} C_t \quad (۱۶)$$

$$C_t^F = (\alpha_c)\left(\frac{P_t^{F,C}}{P_t^C}\right)^{-\eta_c} C_t \quad (۱۷)$$

همچنین، برای سرمایه‌گذاری داریم:

$$I_t = \left[((1-\alpha_I)^{\frac{1}{\eta_I}}(I_t^D)^{\frac{\eta_I-1}{\eta_I}} + (\alpha_I)^{\frac{1}{\eta_I}}(I_t^F)^{\frac{\eta_I-1}{\eta_I}}\right]^{\frac{\eta_c}{\eta_c-1}} \quad (۱۸)$$

که در آن، کالاهای I_t^D سرمایه‌گذاری داخلی، I_t^F کالاهای سرمایه‌گذاری وارداتی (خارجی) α_I سهم واردات در سرمایه‌گذاری و η_I کشش جانشینی بین کالاهای سرمایه‌گذاری داخلی و وارداتی است. خانوار I_t را با توجه به قید هزینه زیر حداکثر می‌کند.

$$P_t^D I_t^D + P_t^{FC} I_t^F = P_t^I I_t \quad (۱۹)$$

که در آن، $P_t^{F,C}$ شاخص قیمت کالاهای سرمایه‌گذاری و وارداتی بوده و شاخص قیمت سرمایه‌گذاری کل P_t^I برابر است با:

$$P_t^I = \left[((1-\alpha_c)(P_t^D)^{1-\eta_I} + (\alpha_I)\left(P_t^{F,I}\right)^{1-\eta_I}\right]^{\frac{1}{1-\eta_c}} \quad (۲۰)$$

که در آن، P_t^D و P_t^{FI} شاخص قیمت داخلی و شاخص قیمتی کالاهای سرمایه‌گذاری وارداتی است. درنتیجه، حداکثرسازی فوق، دو معادله (۲۱ و ۲۲) را برای سرمایه‌گذاری کالاهای داخلی و وارداتی داریم.

$$I_t^D = (1-\alpha_I)\left(\frac{P_t^D}{P_t^C}\right)^{-\eta_I} I_t \quad (۲۱)$$

$$I_t^F = (\alpha_I)\left(\frac{P_t^{F,I}}{P_t^I}\right)^{-\eta_I} I_t \quad (۲۲)$$

۳-۲. بنگاه‌ها

- بنگاه‌های تولیدکننده کالای نهایی

نماینده‌ای وجود دارد که کالاهای متمایز عرضه‌شده توسط بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای را خریداری کرده و از ترکیب آنها کالای نهایی تولید و به خریداران نهایی می‌فروشد. تولیدکننده کالای نهایی Y_t، کالاهای واسطه‌ای $y_t{}^j$

که متمایز و با کشش ثابت $\theta = \frac{1+\lambda_t^p}{\lambda_t^p} > 1$ جانشین ناقص همدیگر هستند براساس یک جمع‌گر دیکسیت- استیگلیتز[1] به شکل رابطه (۲۳) ترکیب می‌کند.

$$Y_t = \left[\int_0^1 (y_t{}^j)^{\frac{1}{1+\lambda_t^p}} dj\right]^{1+\lambda_t^p} \quad (۲۳)$$

در معادله (۲۳)، λ_t^p مارک‌آپ قیمت متغیر در طول زمان است.

$$Y_t^j = \left(\frac{P_t^j}{P_t^D}\right)^{\frac{1+\lambda_t^p}{\lambda_t^p}} Y_t \quad (۲۴)$$

$$P_t^D = \left[\int_0^1 (P_t^j)^{\frac{-1}{\lambda_t^p}} dj\right]^{-\lambda_t^p} \quad (۲۵)$$

که در آن، P_t^j قیمت کالای واسطه‌ای j ام و P_t^D شاخص قیمت داخلی است.

- بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای

بنگاه‌های تولیدکننده واسطه در یک بازار رقابتی فعالیت می‌کنند. آن‌ها نیروی کار را از خانوارها می‌گیرند و حقوق W_t را به آن‌ها پرداخت می‌کنند. همچنین، سرمایه را اجاره و عایدی R_t^k را پرداخت می‌کنند. بنگاه jام، Y_t^j را براساس تابع تولید کاب- داگلاس زیر تولید می‌کنند:

$$Y_t^j = A_t(K_{t-1}^j)^{\alpha}(L_t^j)^{1-\alpha} - \Phi \quad (۲۶)$$

$$logA_t = \rho_a logA_{t-1} + u_t^a, u_t^a \sim N(0, \sigma_A^2) \quad (۲۷)$$

که در آن، Φ هزینه ثابت بنگاه بوده که تضمین‌کننده سود صفر در شرایط باثبات است. بنگاه‌های واسطه‌ای هزینه خود را با توجه به قید تابع تولید حداقل می‌کنند. مسأله پیشِ روی بنگاه‌های واسطه‌ای به‌صورت معادله (۲۸) است.

$$Min\left(\frac{W_t}{P_t^D}\right) L_t^j + R_t^k K_{t-1}^j \quad (۲۸)$$

از طریق حداقل‌سازی معادله (۲۸)، تابع هزینه به شکل معادله (۲۹) حاصل می‌گردد.

$$MC_t = \frac{1}{A_t}\left(\frac{1}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha}\left(\frac{1}{\alpha}\right)^{\alpha}\left(\frac{W_t}{P_t^D}\right)^{1-\alpha}(R_t^k)^{\alpha} \quad (۲۹)$$

- بخش دولت و بانک مرکزی

فرض می‌کنیم که مخارج دولتی تابعی از کاب - داگلاس از درآمدهای نفتی و مالیات‌ها باشد.

$$G_t = f(OR_t, T_t) = OR_t^{\nu} \times T_t^{1-\nu} \quad (۳۰)$$

که در آن؛ OR درآمدهای نفتی، T مالیات‌ها؛ ν کشش درآمدهای نفتی و $1-\nu$ کشش مالیات‌هاست. فرض می‌شود که مالیات تابعی از درآمدهای مالی است؛ به‌طوری‌که از یک قاعده به‌صورت زیر پیروی می‌کند.

$$logT_t = \rho_T logY_t + \varepsilon^T, \varepsilon^T \sim N(0, \sigma_T^2) \quad (۳۱)$$

با توجه به اینکه قیمت نفت به‌صورت برون‌زا تعیین می‌شود؛ از این‌رو، صادرات ناشی از نفت برحسب ریال به‌صورت زیر تعیین می‌شود.

$$Eoil_t = e_t \times P_t^0 \times Y_t^0 \quad (۳۲)$$

[1] Dixit-Stiglitz

که در آن، P_t^0 قیمت نفت، Y_t^0 تولید نفت و e_t نرخ ارز اسمی است. همچنین، قیمت نفت و تولید نفت از یک فرایند $AR(1)$ به‌صورت زیر تبعیت می‌کند.

$$logY_t^0 = \rho_{Y0} logY_{t-1}^0 + \varepsilon^{Y0}\,, \varepsilon^{Y0} \sim N(0, \sigma_{Y0}^2) \quad (۳۳)$$

$$logP_t^0 = \rho_{p0} logP_{t-1}^0 + \varepsilon^{P0}\,, \varepsilon^{P0} \sim N(0, \sigma_{P0}^2) \quad (۳۴)$$

از سویی، فرض می‌شود که درآمدهای نفتی OR معادل ضریب ρ_{OR} از صادرات نفتی بوده که ضریب فوق درواقع، مشخص‌کننده این است که چند درصد از درآمدهای نفتی از صادرات نفتی به‌دست می‌آید و چند درصد به حساب ذخیره ارزی منتقل می‌شود. همچنین، قید بودجه به‌صورت زیر لحاظ شده است.

$$\Delta B_t^{m,n} + \Delta B_t^n = G_t^n + i_{t-1} B_{t-1}^n - T_t^n \quad (۳۵)$$

که درآن، $\Delta B_t^{m,n}$ تغییرات اوراق مشارکت اسمی دولت است که توسط بانک مرکزی نگهداری می‌شود و ΔB_t^n بیان‌کننده تغییرات اوراق مشارکت نگه‌داری‌شده به‌وسیله مردم است؛ از سوی دیگر، تراز پرداخت‌های بانک مرکزی به‌صورت زیر است.

$$\Delta M_t^{c,n} + \Delta RB_t^n = e_t \Delta Z_t^n - \Delta B_t^{m,n} \quad (۳۶)$$

که در آن، $\Delta M_t^{c,n}$ تغییرات اسمی پول، ΔRB_t^n تغییرات اسمی منابع بانک‌ها، e_t نرخ ارز اسمی، ΔZ_t^n تغییرات دارایی‌های خارجی بانک مرکزی به‌صورت اسمی و $\Delta B_t^{m,n}$ تغییرات اوراق مشارکت اسمی دولت -که توسط بانک مرکزی نگه‌داری می‌شود- هستند. در معادله (۳۶)، $\Delta M_t^{c,n} + \Delta RB_t^n$ همان تغییرات پایه پولی یا پول پرقدرت است که با نماد ΔM_t^n نشان داده می‌شود، از این‌رو:

$$M_t^n = M_t^{c,n} + RB_t^n \quad (۳۷)$$

٤. یافته‌های پژوهش

٤-١. کالیبراسیون مدل

یکی از مهم‌ترین مراحل تکمیل الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی یا DSGE، مقداردهی پارامترهای آن است. در این مقاله، از مطالعات پیشین برای مقداردهی به پارامترهای مدل مطابق با جدول (۱) استفاده شده است.

جدول ۱. برآورد پارامترهای مدل

پارامتر	تبیین	مقدار پارامتر	توزیع	میانگین پیشین (انحراف معیار پیشین)	مأخذ
β	عامل ترجیحات زمانی مصرف‌کننده	۰/۹۵ (۰/۰۱۲۵)	بتا	۰/۰۳۲ (۰/۰۱۸)	رومر (۲۰۰۶)
Ξ	درصد بنگاه‌هایی که قادر به تعدیل قیمت خود نیستند.	۰/۹٦٤۸ (۰/۰۱۲۵)	بتا	۰/۷ (۰/۰۲)	کاوند (۱۳۸۸)
α	سهم سرمایه خصوصی در تولید	۰/٤٤۲۷ (۰/۰۲)	بتا	۰/٤۲ (۰/۰۲)	کاوند (۱۳۸۸)
ψ	کشش جانشینی بین سرمایه خصوصی و دولتی	۰/۰۹۵۳ (۰/۰۱)	نرمال	۰/۱ (۰/۰۱)	کاوند (۱۳۸۸)

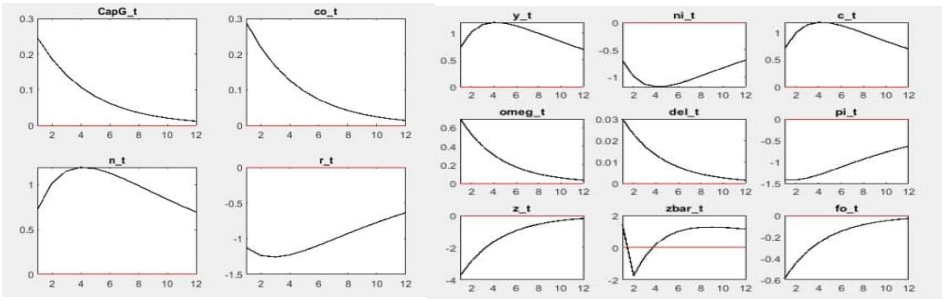
پارامتر	تبیین	مقدار پارامتر	توزیع	میانگین پیشین (انحراف معیار پیشین)	مأخذ
σ	عکس کشش جانشینی بین زمانی مصرف	۱/۵ (۰/۰۵)	گاما	۱/۶۶۲ (۰/۰۵)	امینی و نشاط (۱۳۸٤)
γ	کشش جانشینی بین مصرف خصوصی و دولتی	۰/۱۹۳۱ (۰/۰۰۱)	بتا	۰/۲ (۰/۰۰۱)	توکلیان (۱۳۹۱)
η	عکس کشش نیروی کار	۲/۲٤ (۰/۰٤۹۹)	گاما	۲/۱۷۵ (۰/۰۵)	مرکز آمار ایران
B	عکس کشش تراز حقیقی	۱/۰۷۲۱ (۰/۰۲۰۵)	گاما	۲/۳۹ (۰/۰۵)	سلیمانی (۱۳۸۳)
ρ_A	ضریب فرایند خودرگرسیون سرمایه‌گذاری مصوب در بودجه	۰/۸۵۰٦ (۰/۰۱)	بتا	۰/۸۵ (۰/۰۱)	سلیمانی (۱۳۸۳)
σ_A	خطای استاندارد شوک هزینه‌های دولتی	۰/۳۱ (۰/۰۱۳)	گامای معکوس	۰/۱ (۰/۰۰)	توکلیان (۱۳۹۱)
σ_a	خطای استاندارد شوک نرخ بهره اسمی	۰/۰٦ (۰/۰۰۳)	گامای معکوس	۰/۱ (۰/۰۰)	توکلیان (۱۳۹۱)
σ_m	خطای استاندارد شوک مالیات بر کربن	۰/۰۸ (۰/۰۰)	گامای معکوس	۰/۰۵ (۰/۰۰)	چان (۲۰۲۰)

منبع: یافته‌های پژوهش

٤-۲. توابع واکنش آنی

- شوک سیاست‌های مالی (هزینه‌های دولت)

شوک سیاست‌های مالی توسط افزایش هزینه‌های دولت بر مدل DSGE وارد گردید. شکل (۱) نتایج ورود شوک سیاست‌های مالی را به مدل نشان می‌دهد.



شکل ۱. نتایج مدل DSGE برای شوک سیاست‌های مالی

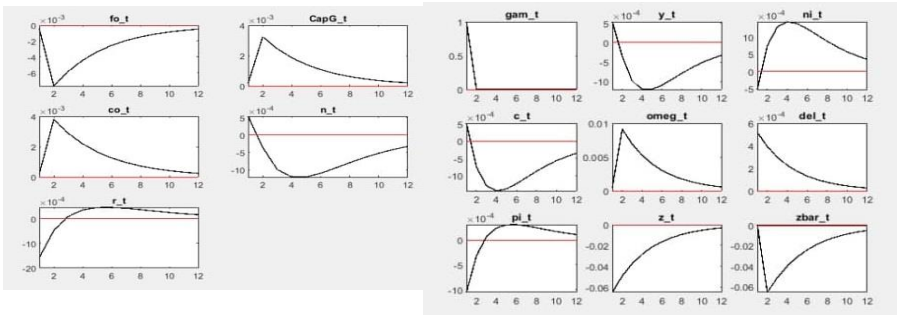
منبع: یافته‌های پژوهش

شوک سیاست‌های مالی به‌دلیل افزایش هزینه‌های دولت به‌عنوان بخشی از تولید ناخالص داخلی، در ابتدا به افزایش در رشد اقتصادی (y) و مصرف (c) منجرمی‌شود و پس از گذشت ٤ دوره، به‌حداکثر رسیده و سپس، آنها را کاهش می‌دهد. همچنین، خالص سرمایه‌گذاری (ni) در اثر شوک سیاست مالی در ابتدا کاهش‌یافته و از دوره چهارم به بعد روند صعودی را طی می‌کند. اما در مورد آلودگی هوا، (pi) شوک‌های سیاست مالی آلودگی هوا را با شیب

ثابت و با روندی صعودی افزایش می‌دهند. بنابراین، می‌توان گفت که سیاست‌های مالی برای آلودگی هوا در طول دوره‌های زمانی مختلف مضر هستند. مطابق با نتایج، روشن است که در ایران، این تأثیرگذاری مثبت است و سیاست مالی به افزایش آلودگی هوا منجرشده است.

٤-٢-٢. شوک سیاست‌های پولی (نرخ بهره اسمی)

شوک سیاست‌های پولی توسط افزایش نرخ بهره اسمی بر مدل DSGE وارد گردید. شکل (۲) نتایج ورود شوک سیاست‌های پولی را به مدل نشان می‌دهد. شوک سیاست‌های پولی در ابتدا تاثیر بسیار کاهشی بر رشد اقتصادی (y) و مصرف (c) دارد. اما از دوره چهارم به بعد، تاثیر شوک‌های سیاست پولی بر این دو متغیر مثبت است. دلیل آن می‌تواند وجود سیاست‌های پولی بدون پشتوانه در کشور و افزایش تورم ناشی از آن باشد که بر مصرف و رشد اقتصادی تاثیر منفی گذاشته است. بنابراین، با افزایش نرخ بهره انتظار می‌رود پول از اقتصاد جمع‌آوری شده و به بانک‌ها تزریق گردد و درنتیجه، تورم کنترل شود. اما از آنجا که افزایش نرخ بهره و تمایل به پس‌انداز، سپرده‌های بیشتری برای بانک‌ها به‌همراه دارد و با توجه به شرایط ایران و برنامه‌های صنعت بانکداری کشور، این امر به افزایش وام‌های بانکی و تزریق پول و نقدینگی به کشور منجرمی‌شود. بنابراین، با تزریق پول به کشور، تورم دوباره بالا می‌رود.



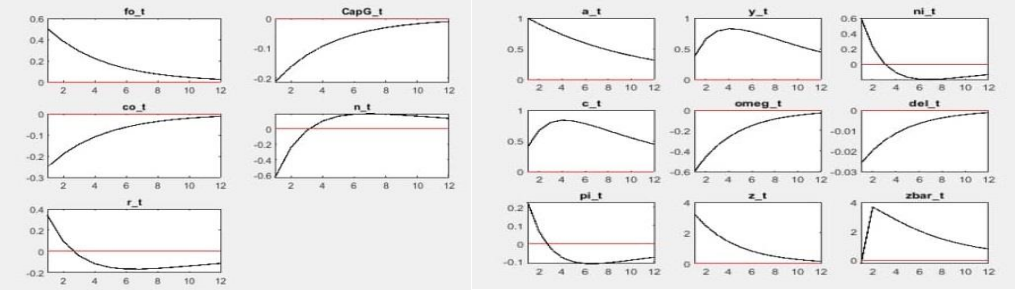
شکل ۲. نتایج مدل DSGE برای شوک سیاست‌های پولی

منبع: یافته‌های پژوهش

خالص سرمایه‌گذاری (ni) در اثر شوک سیاست پولی در ابتدا به‌شدت افزایش می‌یابد و در دوره چهارم به‌حداکثر رسیده و سپس با روندی نزولی کاهش می‌یابد. بنابراین، سیاست‌های پولی به‌دلیل آثار تورمی (افزایش‌سپرده‌گذاری و ارائه وام‌های بانکی به مشتریان)، به تمایل خانوارها و بنگاه‌ها برای افزایش سرمایه‌گذاری منجرمی‌شود. در مورد آلودگی هوا (pi)، شوک سیاست پولی در ابتدا آلودگی هوا را به‌شدت افزایش داده و پس از گذشت ٦ دوره، با روندی ملایم، روندی نسبتاً نزولی را طی می‌کند. درخصوص چرایی آن می‌توان گفت سیاست‌های پولی ذاتا به آلودگی شدید هوا منجرمی‌شوند؛ اما پس از گذشت زمان، به‌دلیل وجود مالیات بر کربن که نقشی بسیار کمرنگ‌تر از سیاست‌های اقتصادی دارند، می‌توان تاحدودی تأثیر منفی سیاست‌های پولی بر آلودگی هوا را در دوره‌های آتی کنترل کرد.

– شوک سیاست‌های محیط‌زیست

شوک سیاست‌های محیط‌زیست، توسط مالیات بر کربن بر مدل DSGE وارد شد. براساس نتایج، شوک سیاست‌های محیط‌زیست ابتدا منجر به افزایش مصرف (c) و رشد اقتصادی (y) و در نهایت کاهش آن شده‌اند. از آنجا که مالیات بر کربن در ابتدا با تولیدات صنعتی بیشتر در کشور همراه است، افزایش این تولیدات در ابتدا برای زمان کوتاهی منجر به افزایش مصرف و رشد اقتصادی شده است، اما پس از گذشت زمان و با ثابت ماندن سطح تولیدات، مالیات‌های کربن رشد اقتصادی و مصرف را کاهش داده است.



شکل ۳. نتایج مدل DSGE برای شوک سیاست‌های محیط‌زیست

منبع: یافته‌های پژوهش

خالص سرمایه‌گذاری (ni) در اثر شوک سیاست‌های محیط‌زیست تا دوره ششم به‌شدت کاهش می‌یابد و به صفر می‌رسد و پس از آن، به‌صورت ملایم افزایش می‌یابد. در مورد آلودگی هوا (pi)، شوک‌های محیط‌زیست در ابتدا به‌شدت آلودگی هوا را کاهش می‌دهد و تقریبا آن را به صفر می‌رساند؛ اما پس از گذشت ٦ دوره، آلودگی به‌طور ملایم افزایش می‌یابد. می‌توان گفت که مالیات بر کربن در ابتدا می‌تواند موفق عمل کند، اما پس از گذشت چند دوره، به‌دلیل افزایش فرارهای مالیاتی توسط تولیدکنندگان و پیدا کردن راه‌های ایجاد آلودگی بدون پرداخت مالیات، مجددا آلودگی هوا افزایش می‌یابد.

٤-۳. تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس متغیرها نسبت به وقوع هر یک از ۳ شوک ساختاری مدل در جدول (۲) گزارش شده است. براساس نتایج، شوک سیاست مالی بیشترین سهم را در توضیح مدل داشته است. به‌طوری‌که ٦۹/٦۸ درصد از محصول، ٦۸/۸٤ درصد از مصرف، ۹۲/۹٤ درصد از سرمایه‌گذاری و ۵۰/۸۷ درصد از آلودگی هوا را توضیح می‌دهد. شوک سیاست پولی ۳۰/۳۱ درصد از محصول، ۳۱/۱۵ درصد از مصرف، ۵/۰۷ درصد از سرمایه‌گذاری و ۳۸/۱٤ درصد از آلودگی هوا را توضیح می‌دهد. همچنین، شوک سیاست‌های محیط‌زیست ۰/۰۱ درصد از محصول، ۰/۰۱ درصد از مصرف، ۰/۰۱ درصد از سرمایه‌گذاری و ۱۰/۹۹ درصد از آلودگی هوا را توضیح داده است.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس

شوک	محصول (Y)	مصرف (C)	سرمایه‌گذاری (I)	آلودگی هوا (pi)
سیاست مالی	٦٩/٦٨	٦٨/٨٤	٩٢/٩٤	٥٠/٨٧
سیاست پولی	٣٠/٣١	٣١/١٥	٥/٠٧	٣٨/١٤
سیاست محیط زیست	٠/٠١	٠/٠١	٠/٠١	١٠/٩٩
جمع	١٠٠	١٠٠	١٠٠	١٠٠

منبع: یافته‌های پژوهش

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه، سیاست‌های اقتصادی و سیاست‌های محیط‌زیست و نقش آنها در کاهش آلودگی هوا توسط مدل DSGE مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج به‌دست آمده از برآورد مدل DSGE، شوک سیاست مالی موجب افزایش ناگهانی در رشد اقتصادی و مصرف می‌شود و سپس، آنها را کاهش می‌دهد. این شوک بر سرمایه‌گذاری در ابتدا تاثیر منفی و سپس تاثیر مثبت دارد. اما شوک سیاست مالی منجر به افزایش آلودگی هوا در طول دوره‌های زمانی مختلف می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که سیاست‌های مالی که در این مطالعه تغییرات مخارج دولت مدنظر است، منجر به افزایش مصرف و رشد اقتصادی کشور در دوره‌های ابتدایی می‌شود، اما تاثیر آن بر آلودگی هوا زیانبار و منفی است. افزایش مخارج دولت به افزایش سطح تولیدات کشور منجرمی‌شود که در راستای آن، رشد اقتصادی نیز افزایش می‌یابد. افزایش تولیدات کشور افزایش پسماندها را به‌دنبال دارد که بسیاری از بنگاه‌های اقتصادی، این پسماندها را به دریاها و رودخانه‌ها می‌ریزند.

همچنین، دود ناشی از سوخت‌های فسیلی در کارخانه‌ها منجر به ایجاد آلودگی شدید در هوا می‌شوند. افزایش مخارج دولت منجر به افزایش سطح مصرف مردم شده و تولید زباله و پسماندها را افزایش می‌دهد. همچنین افزایش مصرف روند رفت و آمد مردم را افزایش می‌دهد که منجر به افزایش تردد اتومبیل‌ها در سطح شهر شده و آلودگی هوا را افزایش می‌دهد. بنابراین می‌توان گفت که سیاست‌های مالی با آن که برای رشد اقتصادی کشور آثار مطلوبی دارد، اما تبعات آن برای آلودگی هوا منفی و مضر است.

شوک سیاست پولی در ابتدا رشد اقتصادی و مصرف را کاهش می‌دهد و سپس، به افزایش این دو متغیر منجرمی‌شود. سرمایه‌گذاری در اثر شوک سیاست پولی افزایش و سپس، کاهش می‌یابد. در مورد آلودگی هوا، شوک سیاست پولی تا ٦ دوره زمانی آلودگی هوا را با شدت زیادی افزایش می‌دهد و سپس به‌طور ملایم میزان آلودگی کم می‌شود. بنابراین، می‌توان گفت که سیاست‌های پولی که در این مقاله از نرخ بهره اسمی استفاده گردید، آثار تورمی زیانباری در کشور دارد. از آنجا که نرخ بهره در ایران بیشتر روند کاهشی داشته است، نتوانسته جایگزین مناسبی برای پول نقد باشد؛به‌طوری‌که باعث شود افراد سپرده‌های خود را از بانک‌ها خارج نکنند. در نهایت، افزایش نقدینگی، آثار تورمی زیانباری را برای کشور به ارمغان آورده است. بنابراین، شوک سیاست پولی در ابتدا برای رشد اقتصادی و مصرف نتایج مطلوبی ندارد. اما به‌دلیل وجود تورم بالا در کشور و ترس از دردست‌داشتن پول نقد، بسیاری از مردم پول نقد خود را در بازار مسکن، بورس، خودرو و غیره سرمایه‌گذاری می‌کنند. بنابراین، سیاست پولی در ابتدا به افزایش سرمایه‌گذاری منجرشده است. در مورد آلودگی هوا، سیاست پولی نیز برای آلودگی هوا آثار زیانباری دارد.

سیاست‌های پولی با ایجاد آثار تورمی در کشور، به خروج بیشتر مردم از منزل برای درآمدزایی منجرمی‌شود. خروج مردم از منزل نیز به‌دلیل افزایش رفت و آمدها و تردد خودروها، آلودگی هوا را به‌دنبال دارد.

در نهایت، شوک سیاست‌های محیط‌زیست ابتدا به افزایش مصرف و رشد اقتصادی و سپس، کاهش این دو متغیر منجرگردید. همچنین، سرمایه‌گذاری در اثر شوک سیاست‌های محیط‌زیست نیز کاهش یافت. اما در مورد آلودگی هوا، تنها سیاست‌های محیط‌زیست می‌تواند آن را کاهش دهد. سیاست‌های محیط‌زیست به‌دلیل برقراری مالیات بر انتشار کربن، هزینه تولیدکنندگان را کاهش می‌دهد و آنان دیگر قادر نخواهند بود مانند قبل تولیدات زیادی داشته باشند. این امر به مرور زمان رشد اقتصادی و مصرف کشور را کاهش خواهد داد. اما سیاست‌های محیط‌زیست، به‌دلیل اجبار در استفاده بنگاه‌ها از انرژی‌های تجدیدپذیر، استفاده از بازیافت، کاهش ورود پسماند به محیط‌زیست و غیره، درنهایت، کاهش شدید آلودگی هوا را به‌دنبال دارد. همچنین، براساس نتایج تجزیه واریانس، به‌طورکلی، نقش سیاست‌های اقتصادی برای وضعیت اقتصادی کشور و ایجاد آلودگی هوا بیشتر است. نقش سیاست‌های محیط‌زیست در کاهش آلودگی هوا کمتر از نقشی است که سیاست‌های اقتصادی در افزایش آلودگی هوا دارند.

بنابراین، به‌طورکلی، می‌توان گفت که سیاست‌های اقتصادی نقش بیشتری در آلودگی هوا دارند، اما تاثیری که این سیاست‌ها بر آلودگی هوا دارند، تاثیرات زیانبار درجهت افزایش آلودگی هواست. سیاست‌های محیط‌زیست تاثیر کمتری بر آلودگی هوا دارند؛ اما این تاثیرات به‌صورت کاهش آلودگی هواست. بنابراین، باید درجهت افزایش سیاست‌های محیط‌زیست و مالیات بر انتشار کربن به‌صورت هم‌راستا با سیاست‌های اقتصادی توجه شود. درصورتی‌که سیاست‌های محیط‌زیست به‌تنهایی در یک کشور انجام شود و به سیاست‌های اقتصادی توجهی نشود.

با توجه به آن که سیاست‌های مالی به افزایش مصرف و رشد اقتصادی منجرمی‌شوند؛ اما برای آلودگی هوا مضر هستند، توصیه می‌شود دولت در هنگام افزایش مخارج خود، مالیات‌های سبز و یا مالیات بر انتشار کربن را با نرخی کمتر از افزایش مخارج دولتی وضع نماید تا در کنار کاهش آلودگی محیط‌زیست، رشد اقتصادی کشور همچنان برقرار باشد. از آنجا که سیاست‌های پولی آثار زیانباری برای وضعیت اقتصادی کشور و آلودگی هوا دارد، پیشنهاد می‌شود از متخصصان و خبرگان علم اقتصاد برای مشاوره در زمینه سیاست‌های پولی کشور منطبق با وضعیت اقتصادی کشور بهره‌گرفته شود تا از ایجاد سیاست پولی بدون پشتوانه و ورود نقدینگی به کشور و آثار تورمی آن جلوگیری شود. همچنین، درنهایت، آلودگی هوا نیز در راستای وضع سیاست‌های پولی بهینه بهبود یابد.

منابع

- امیری، حسین، پیرداده بیرانوند، محبوبه (۱۳۹۸). نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی و بازار سهام ایران با تکیه بر رویکرد تغییر رژیمی مارکف، *نشریه علمی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار*، ٤٤: ٦٧-٤٩.
- حقیقت، جعفر، حبیب‌زاده، امین، محرم جودی، نازیلا (۱۳۹٦). سیاست مالی اقتصاد ایران در یک مدل DSGE (با تاکید بر خانوارهای غیریکاردین)، *مجله تحقیقات اقتصادی*، ۵۲(۳): ۵۸۰-۵۵۱.
- شهاب، محمدرضا، ناصرصدرآبادی، سیده مروه (۱۳۹۳). بررسی اثر سیاست‌های اقتصادی دولت بر کیفیت محیط‌زیست در کشورهای منتخب، *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱٦(۲): ۱۵۰-۱۳۹.

- فطرس، محمدحسن، براتی، جواد (۱۳۹۰). تجزیه انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی به بخش‌های اقتصادی ایران؛ یک تحلیل تجزیه شاخص، *مطالعات اقتصاد انرژی*، ۸(۲۸): ۷۳-۴۹.
- کشت‌کاران، نجمه، پناهی، حسین، بهبودی، داود (۱۳۹۹). آثار نامتقارن سیاست پولی بر بازار مسکن ایران: رویکرد DSGE، *نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، ٤: ۲۱۸-۱۹۵.
- منظور، داود، صفاکیش، محمدکاظم (۱۳۹۰). آثار سیاست‌های زیست‌محیطی و اقتصادی بر رفتار حمل و نقل شهری با رویکرد قیاسی- استقرایی: مطالعه موردی شهر تهران، *فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، ٤: ۱۸۷-۱۷۱.
- Adewuyi, A.O. (2016). Effects of public and private expenditures on environmental pollution: A dynamic heterogeneous panel data analysis. *Renew. Sustain. Energy Rev*, 65, 489–506.
- Baloch RM, M. Christoffersen J, Banerjee S, Gabriel M, Csobod É, et al. (2020). Indoor Air Pollution, Physical and Comfort Parameters Related to Schoolchildren's Health: Data from the European Sinphonie Study. *Science of Total Environment*, 139870.
- Beck, T., Demirgüç-Kunt, A., & Levine, R. (2010). *New Data Base on Financial Development*. IMF.
- Camarero, M., Forte, A., Garcia-Donato, G., Mendoza, Y., Ordoñez, J., (2015). Variable selection in the analysis of energy consumption–growth nexus. *Energy Econ.* 52: 207–216.
- Chan, Y.T. (2020). Are macroeconomic policies better in curbing air pollution than environmental policies? A DSGE approach with carbon-dependent fiscal and monetary policies, *Energy Policy*, 141: 111-154.
- Chen, F., & Chen, Z. (2021). Cost of economic growth: Air pollution and health expenditure. *Science of the Total Environment*, 755(1).
- Chen Z, Cui L, Cui X, Li X, et al. (2019). The Association between High Ambient Air Pollution Exposure and Respiratory Health of Young Children: A Cross Sectional Study in Jinan, China. *Science of the Total Environment*, 656: 740-749.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets curve hypothesis: A survey. *Ecol. Economy*, 49(4), 431–455.
- Eren, B.M., Taspinar, N. & Gokmenoglu, K.K. (2019). The impact of financial development and economic growth on renewable energy consumption: Empirical analysis of India. *Sci. Total Environ*, 663: 189–197.
- Fischer, C., & Springborn, M. (2011). Emissions targets and the real business cycle: Intensity targets versus caps or taxes. *J. Environ. Econ. Manag*, 62(3): 352–366.
- Fotis, P., Polemis, M. (2018). Sustainable development, environmental policy and renewable energy use: a dynamic panel data approach. *Sustain. Dev*, 26(6): 726-740.
- Glasure, Y.U. & Lee, A.-R. (1996). The macroeconomic effects of relative prices, money, and federal spending on the relationship between US energy consumption and employment. *J. Energy Dev*. 22 (1): 81–91.
- Grossman, G.M. & Krueger, A.B. (1995). Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economy*, 110(2): 353–377.
- Haites, E. (2018). Carbon taxes and greenhouse gas emissions trading systems: what have we learned? *Clim. Pol*, 18(8): 955-966.
- Halkos, G.E., & Paizanos, E.A. (2013). The effect of government expenditure on the environment: An empirical investigation. *Ecol. Economy*, 91: 48–56.
- Heidari, H., Katircioğlu, S.T., & Saeidpour, L. (2015). Economic growth, CO2 emissions, and energy consumption in the five ASEAN countries. *International Journal of Electr. Power Energy Syst*, 64: 785–791.

- Heyes, A., Zhu, M. (2019). Air pollution as a cause of sleeplessness: Social media evidence from a panel of Chinese Cities. *Journal of Environmental Economics and Management*, 98: 1022-47.
- Katircioglu, S. Katircioglu, S. (2018). Testing the role of fiscal policy in the environmental degradation: the case of Turkey. Environ. *Sci. Pollution Res*, 25(6): 5616–5630.
- Shen, H., Liu, R., Xiong, H., Hou, F., & Tang, X. (2021). Economic policy uncertainty and stock price synchronicity: Evidence from China. *Pacific-Basin Finance*, 65.
- Stern, D.I. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World Dev*, 32(8): 1419–1439.
- Stern, D. I. (2003). The environmental Kuznets curve. International society for ecological economics internet encyclopedia of ecological economics, department of economics, Rensselear Polytechnic Institute, USA.
- Yi, B-W. Zhang, S., & Wang, Y. (2020). Estimating air pollution and health loss embodied in electricity transfers: An inter-provincial analysis in China. *Science of the Total Environment*, 702: 134705.
- Yuxiang, K. & Chen, Z. (2010). Government expenditure and energy intensity in China. *Energy Policy*, 38(2): 691–694.
- Zhang, P. Deschenes, O. Meng, K., & Zhang, J. (2018). Temperature effects on productivity and factor reallocation: Evidence from a half million Chinese manufacturing plants. *Journal of Environmental Economics and Management*, 88: 1-17.
- Zhang, J. Zhang, Y. (2020). Examining the economic and environmental effects of emissions policies in China: A Bayesian DSGE model. *Journal of Cleaner Production*, 266.