



University of Tehran Press

Economic Research

Online ISSN: 2586-6118

Homepage: <https://jte.ut.ac.ir>

Pareto Equilibrium and Optimal Loss Function for Monetary and Fiscal Policymakers in a Cooperative Game, Considering Government Uncertainty in Achieving Budget Revenue

Davoud Mahmoudinia^{*1}  , Davoud Foroutannia²  

1. Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.

2. Department of Mathematics, Faculty of Mathematics, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.

* Corresponding author

Article Info	Abstract
Article Type: Research Article	Macroeconomic policies highlight the importance of coordination between the government and the central bank in ensuring the effective attainment of their desired goals. Economic literature shows that cooperation between these key players and policymakers can yield improved outcomes concerning economic growth and stable inflation in contrast to situations where they act independently. A crucial challenge these players may face in this game is the uncertainty surrounding the fiscal authority's capacity to secure its intended budgetary targets, prompting the policymakers to exercise more caution when responding to policy measures. The present study, therefore, aims to analyze the best response function, Pareto equilibrium, and loss function of the government and the central bank in cooperative games. The findings indicate that within a cooperative framework, the monetary authority's response function exhibits contradictory tendencies due to increased policy interest rates, as demonstrated by the simulation results in the game. Additionally, within a cooperative scenario, the Pareto equilibrium is established at a lower level than the Nash equilibrium considering inflation stability and economic growth. Furthermore, within the cooperative context, the government undergoes a lower loss function and budget deficit, while the central bank experiences a higher loss function in the non-cooperative game. However, with a decrease in the economic uncertainty level, the equilibrium output level increases in cooperative and non-cooperative scenarios. Ultimately, the current study offers a set of policy recommendations based on the findings.
Article History:	
Received: 2024-04-24	
Revised: 2025-02-12	
Accepted: 2025-02-25	
Published: 2025-03-29	
Keywords: <i>Cooperative Game, Financial Policies, Game Theory, Monetary Policies, Pareto Equilibrium.</i>	
JEL Classification: <i>C72, E6, E52, O53.</i>	

Mahmoudinia, D., & Foroutannia, D. (2025). Pareto Equilibrium and Optimal Loss Function for Monetary and Fiscal Policymakers in a Cooperative Game, Considering Government Uncertainty in Achieving Budget Revenue. *Journal of Economic Research*, 59(4), 677-714.



©The Authors Publisher: The University of Tehran Press.

DOI: [10.22059/jte.2025.374332.1008903](https://doi.org/10.22059/jte.2025.374332.1008903)

تبادل پارتو و تابع زیان بهینه دو سیاست‌گذار پولی و مالی در یک بازی همکارانه با عدم اطمینان دولت در دستیابی به درآمدهای بودجه‌ای

داود محمودی‌نیا^{۱*}، داود فروتن‌نیا^۲

۱. گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان، ایران.

۲. گروه ریاضی، دانشکده ریاضی، دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان، ایران.

* نویسنده مسئول

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	تئوری‌های مربوط به سیاست‌های کلان اقتصادی به اهمیت هماهنگی بین دو سیاست‌گذاری اقتصادی یعنی دولت و بانک مرکزی در اجرای اهداف خود تأکید دارند. ادبیات اقتصادی نشان می‌دهد که همواره اجرای یک بازی همکارانه بین مقام پولی و مالی نسبت به یک بازی غیرهمکارانه می‌تواند اثرات مثبتی بر رشد پایدار و ثبات تورم داشته باشد. از طرف دیگر یکی از نگرانی‌های دو بازیگر این بازی در اجرای اهداف، عدم اطمینان مقام مالی در دستیابی به سطح مشخص از بودجه می‌باشد که سیاست‌گذاران را در واکنش به اقدامات سیاستی محتاط‌تر می‌سازد. از این رو هدف این تحقیق، تحلیلی بر تابع بهترین پاسخ، تبادل پارتو و تابع زیان دولت و بانک مرکزی در چارچوب بازی همکارانه می‌باشد. بازی همکارانه به این معناست که یک بازیکن در بررسی اهداف خود، ترجیحات و آرزوهای بازیکن دیگر را نیز در تابع خود در نظر می‌گیرد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی در این بازی نشان می‌دهد که در بازی همکارانه نسبت به بازی غیرهمکارانه با افزایش نرخ بهره سیاستی، تابع واکنش مقام مالی انقباضی‌تر است و همچنین برای ثبات تورم و رشد اقتصادی در بازی همکارانه، تعادل پارتو در سطح پایین‌تری نسبت به تعادل نش شکل می‌گیرد. همچنین در بازی همکارانه نسبت به بازی غیرهمکارانه تابع زیان دولت و همچنین کسری بودجه کمتر و تابع زیان بانک مرکزی بالاتر است. از طرف دیگر با کاهش نااطمینانی در اقتصاد سطح محصول تعادلی در هر دو بازی همکارانه و غیرهمکارانه افزایش می‌یابد. در پایان این تحقیق، برخی پیشنهادات سیاستی ارائه گردید.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۶	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۲۴	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۷	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۱۰	
کلیدواژه‌ها:	
بازی همکارانه،	
تبادل پارتو،	
سیاست‌های پولی،	
سیاست‌های مالی،	
نظریه بازی.	
طبقه‌بندی JEL:	
C72, E52, E6, O53.	

محمودی‌نیا، داود، و فروتن‌نیا، داود. (۱۴۰۳). تبادل پارتو و تابع زیان بهینه دو سیاست‌گذار پولی و مالی در یک بازی همکارانه با عدم اطمینان دولت در دستیابی به درآمدهای بودجه‌ای. *تحقیقات اقتصادی*، ۵۹(۴)، ۶۷۷-۷۱۴.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران. © نویسندگان.



DOI: ۱۰.۲۲۰۵۹/jte.2025.374332.1008903

۱- مقدمه

در بین سیاست‌گذاران اقتصادی این اتفاق نظر گسترده وجود دارد که ترکیب سیاست‌های پولی و مالی بر تولید در کوتاه‌مدت تأثیرگذار است. سیاست‌های پولی از طریق چندین کانال از جمله کانال مهم نرخ بهره اثرات خود را نمایان می‌سازد و از طرف دیگر سیاست‌های مالی نیز مستقیماً از طریق بودجه بخش عمومی بر تقاضای بخش اقتصاد اثرگذار می‌باشد.

با این حال به دلیل تداوم وقوع بحران‌های مالی در دهه‌های اخیر، اهمیت هماهنگی^۱ بین سیاست‌های پولی و مالی در اقتصادهای مختلف افزایش یافته است و کشورها ملزم به اجرای ترکیب‌های سیاستی منسجم برای مقابله با بحران‌ها شدند. هماهنگی بین سیاست‌های پولی و مالی به این معناست که اگرچه این سیاست‌ها اولویت‌های هدف‌گذاری متفاوتی دارند، اما این سیاست‌ها در یک جهت حرکت می‌کنند و تأثیرات مثبت یکدیگر را تقویت می‌کنند یا حداقل همدیگر را از بین نمی‌برند (توکلیان و طاهرپور^۲، ۲۰۲۲). اصولاً سیاست‌های پولی و مالی باید به صورت هماهنگ برای تثبیت تولید و تورم مورد استفاده قرار گیرند. با این حال، اهداف مقامات پولی و مالی گاهی اوقات با یکدیگر متفاوت می‌باشد. در نتیجه، اغلب مشاهده می‌شود که این دو سیاست اقتصاد را در جهت مخالف می‌کشانند و می‌تواند به ترکیبی از سیاست‌ها و کاهش اثربخشی از نظر ثبات اقتصاد کلان منجر شود (دمید^۳، ۲۰۱۸). با توجه به این، اهداف (و/یا ترجیحات) متفاوت بانک مرکزی و دولت چالشی در زمینه ثبات اقتصاد یک کشور است. راه حل بهینه برای مقامات این است که اقدامات و تصمیمات خود را هماهنگ کنند، زیرا هماهنگی وضعیت هر دو تصمیم گیرنده را بهبود می‌بخشد (کوتنر^۴، ۲۰۰۲).

از طرف دیگر تعاملات بین سیاست‌های پولی و مالی در طی دهه‌های اخیر در مطالعات متعددی مورد بررسی قرار گرفته است. سارجنت و والاس^۵ (۱۹۸۱) نشان دادند که اعتبار و شفافیت سیاست‌های دنبال‌شده توسط دولت‌ها و بانک مرکزی بسیار مهم و حیاتی هستند. بر اساس این دیدگاه در چارچوب نظریه بازی، زمانی که سیاست مالی بر سیاست پولی غالب باشد در این وضعیت مقام پولی قادر به کنترل تورم نمی‌باشد. آلسینا و تابلینی^۶ (۱۹۸۷) منبع ناسازگاری زمانی را در

1. Coordination

2. Tavakolian and Taherpoor

3. Demid

4. Kuttner

5. Sargent and Wallace

6. Alesina and Tabellini

عدم هماهنگی بین دو مقام پولی و مالی دانستند و اشاره کردند که در صورت عدم هماهنگی بین دولت و بانک مرکزی در اجرای اهداف سیاستی، تعهدات الزام آور به قواعد پولی منجر به افزایش تابع رفاه اجتماعی نخواهد شد. لیتمو^۱ (۲۰۰۴) در یک بازی بین سیاست‌گذار پولی و مالی، پویایی نرخ بهره و نرخ ارز را که در آن مقام پولی به دنبال هدف‌گذاری تورم است را مورد بررسی قرار داد. او نشان داد که اگر سیاست‌گذار مالی دارای مزیت حرکت کننده اول باشد، این مهم منجر به از بین رفتن تضاد سیاستی بین دو مقام می‌شود و از این رو نوسانات نرخ بهره و نرخ ارز نیز کاهش می‌یابد.

در هنگام اتخاذ تصمیمات سیاستی، ممکن است اطلاعات کاملی در مورد داده‌های اقتصادی گذشته، حال و آینده وجود نداشته باشد. از این رو عدم قطعیت و نااطمینانی در تقابل استراتژیک بین دو سیاست‌گذار پولی و مالی اجتناب ناپذیر و ضروری است. این عدم اطمینان در مورد ابزارهای پولی و مالی مانند تورم، نرخ ارز، نرخ بهره واقعی، مخارج و غیره نقش مهمی در سیاست‌های تثبیت دارد (لین^۲، ۲۰۰۴). مطالعات متعددی وجود دارد که نقش عدم اطمینان در تعامل سیاست‌گذاران را مورد بررسی قرار دادند. برینارد^۳ (۱۹۶۷) نشان می‌دهد که عدم قطعیت می‌تواند سیاست‌گذاران را محتاط‌تر سازد و می‌تواند واکنش به اقدامات سیاستی را تغییر دهد. بارتولومئو^۴ و همکاران (۲۰۰۹) مدل تعامل مالی و پولی دیکسیت و لامبرتینی (۲۰۰۳) را تحت نااطمینانی مورد بررسی قرار دادند. آنها نشان می‌دهند که وقتی سیاست‌گذاران با عدم قطعیت مضاعف مواجه می‌شوند، فرض همزیستی و یکپارچگی برقرار نیست و مسئله ناسازگاری زمانی به وجود می‌آیند. بوتی و همکاران^۵ (۲۰۰۹) به بررسی تعاملات سیاست اقتصادی در اتحادیه اروپا پرداختند و نشان دادند که ارزیابی و بررسی شرایط چرخه‌ای^۶ اقتصاد در یک دوره واقعی با عدم قطعیت و نااطمینانی مواجه است.

یکی از معضلات پیش روی دولت در اقتصاد ایران در طی دهه‌های اخیر دستیابی به سطح از پیش تعیین شده از بودجه است که موجب انحراف درآمدهای بودجه‌ای مصوب از مقادیر واقعی آن شده است که این مهم سبب نااطمینانی دولت در دستیابی به درآمدهای مدنظر و در نتیجه

1. Leitemo

2. Lane

3. Brainard

4. Bartolomeo

5. Buti

6. Cyclical conditions

عدم توانایی مقام مالی در تثبیت کسری بودجه و بدهی می‌شود. حساس‌پذیر بودن درآمدهای دولت به بخش نفت، نوسانات نرخ ارز، تحریم‌های اقتصاد، سیستم مالیات‌ستانی و غیره می‌تواند کسری مزمن در بودجه دولتی را به دنبال داشته است و از این رو موجب شده است تا مقادیر تخصیص یافته شده اعتبارات از مقادیر مصوب آن به خصوص در بخش‌های عمرانی فاصله بگیرد. در این مقاله نقش نااطمینانی در تعیین سطح معینی از بودجه دولت به عنوان خطای اندازه‌گیری وارد مدل همکارانه تقابل استراتژیک بین دولت و بانک مرکزی می‌شود.

از طرف دیگر در این تحقیق برای بررسی تقابل استراتژیک هماهنگ بین دولت و بانک مرکزی از رویکرد نظریه بازی‌ها همکارانه که در بسیاری از مطالعاتی که در ارتباط با تعامل بین دو مقام پولی و مالی مورد بررسی قرار گرفته استفاده شده است (استوسکا^۱ و همکاران، ۲۰۲۳؛ آرله^۲ و همکاران، ۲۰۰۲؛ انجورد^۳ و همکاران، ۲۰۱۳؛ ورونیکا-لسجویسکی^۴، ۲۰۱۵). چرا که اگر دولت و بانک مرکزی را به عنوان دو بازیکن در نظر بگیریم در این وضعیت بازیکنان در تصمیم‌گیری‌های خود با حالت‌های تعاملی^۵ با دیگران مواجه هستند و پیامدهای هر فرد یا بازیکن، نه تنها به تصمیم‌گیری‌ها و رفتارهای^۶ (واکنش‌ها) خود فرد یا گروه بستگی دارد، بلکه به رفتارها و تصمیم‌های دیگر افراد نیز وابسته است. بر اساس تیجز^۷ (۲۰۰۳) نظریه بازی‌ها یک نظریه ریاضی است که به مدل‌های تعارض و همکاری می‌پردازد و کاربردهای زیادی در اقتصاد و سایر علوم اجتماعی و همچنین در زیست‌شناسی تکاملی پیدا کرده است. در چارچوب بازی‌های ایستا و پویا تمایز بین دو دسته از بازی مهم و با اهمیت است. بازی‌های همکارانه و بازی‌های غیرهمکارانه؛ بازی‌های همکارانه بازی‌هایی هستند که در آن بازیکنان می‌توانند بین یکدیگر توافقات لازم الاجرا و الزام آور شکل دهند و آنان به دنبال بهینه کردن رفتار مشترک بین خودشان هستند و تعادل در این بازی‌ها نیز به تعادل پارتو^۸ معروف است، در حالی که در بازی‌های غیرهمکارانه هیچ توافقی بین بازیکنان وجود ندارد و هر بازیکن به دنبال حداکثر کردن برد خود

1. Stawska

2. Aarle

3. Engwerda

4. Woroniecka-Leciejewicz

5. Interactive

6. Actions

7. Tijjs

8. Pareto Equilibrium

در بازی است و تعادل در این بازی‌ها از نوع تعادل نش^۱ است (محمودی‌نیا، ۱۴۰۲؛ انجوردا و همکاران، ۲۰۱۳).

از این رو هدف این تحقیق تحلیلی بر هماهنگی سیاست‌های پولی و مالی در اقتصاد ایران با بسط و توسعه در مطالعاتی همانند (استوسکا و همکاران، ۲۰۲۳؛ محمودی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۹؛ سائولو^۲ و همکاران، ۲۰۱۳) در چارچوب بازی‌های همکارانه با فرض وجود نااطمینانی دو مقام در دستیابی به سطح معین از بودجه می‌باشد. هماهنگی به این معنی است که یک بازیکن در بررسی اهداف خود، ترجیحات و آرزوهای بازیکن دیگر را نیز در تابع خود در نظر می‌گیرد. دولت در کارکرد عینی خود اهداف سیاست مالی را مد نظر قرار می‌دهد و به ترجیحات بانک مرکزی نیز توجه خواهد کرد و بالعکس بانک مرکزی علاوه بر هدف سیاست پولی در کارکرد هدف خود، وزنی را بابت اهمیت ترجیحات دولت در نظر خواهد گرفت. روند ادامه این تحقیق به این صورت است که در بخش دوم مبانی نظری و ادبیات موضوع بررسی می‌شود. در بخش سوم پیشینه پژوهش ارائه می‌گردد. مدل پایه‌ای در بخش پنجم تصریح خواهد شد و نتایج حاصل از شبیه‌سازی در بخش ششم مورد تحلیل قرار خواهد گرفت. در نهایت به ارائه جمع‌بندی و پیشنهادات خواهیم پرداخت.

۲- مبانی نظری

۲-۱ هماهنگی سیاست‌های پولی و مالی

وظیفه اصلی سیاست‌های کلان اقتصادی دستیابی به ثبات و رشد پایدار است. به طور متعارف، دو بازیگر اصلی مسئول این سیاست‌های اقتصادی هستند. بازیکن مالی که هدف اصلی آن دستیابی به اشتغال کامل از منابع است و بازیکن پولی که به دنبال حفظ ثبات قیمت است. در حالی که هر دو سیاست مالی و پولی در نهایت دستیابی به پایداری^۳ را هدف قرار می‌دهند، تئوری اقتصادی معتقد است که اهداف سیاست پولی و مالی به طور متقابل در یک مسیر نیستند. همچنین، وجود دو عامل سیاست‌گذار مستقل، محیطی را ایجاد می‌کند که در آن سیاست‌گذاران فضایی برای پیگیری اهداف متضاد دارند (کاکرین^۴، ۲۰۰۹). مطالعات نظری متعددی وجود دارد که ضرورت

1. Nash Equilibrium

2. Saulo

3. Sustainability

4. Cochrane

تلاش مشترک بین مقامات پولی و مالی برای هماهنگی ابزارهای مدیریتی در دسترس آنها را تأیید می‌کند. به عنوان مثال، لامبرتینی و روولی^۱ (۲۰۰۵) در جستجوی پاسخی به این فرضیه می‌باشد که چرا وقتی سیاست پولی متعهد به دستیابی به ثبات قیمت است، نیاز به هماهنگی سیاست پولی و مالی وجود دارد. مطالعاتی همانند سارجنت و والاس (۱۹۸۱) که با پیامدهای پولی بی‌انضباطی مالی سروکار دارند تأکید می‌کنند که تا زمانی که کسری بودجه از پیش تعیین شده و ناپایدار باشد، سیاست‌های پولی و سطح قیمت‌ها دیگر برون‌زا نیستند. به این ترتیب، این محققین به تأکید بر انضباط مالی به عنوان پیش‌شرط ثبات پولی اشاره کرده‌اند (شهویچ^۲، ۲۰۱۳).

این نگرانی به ویژه در اقتصادهای در حال توسعه اهمیت دارد، زیرا یکی از ویژگی‌های کلیدی تسلط بخش مالی است. اکثر برنامه‌های کشورهای در حال توسعه تحت سلطه توسعه زیرساخت است که بخش مالی را وادار به تکیه بر تأمین مالی از طریق کسری بودجه می‌کند (توگو^۳، ۲۰۰۷). تأکید بیش از حد بر سیاست‌های مالی انبساطی، سیاست‌های پولی را برای اصلاح عدم تعادل‌های مالی از طریق انقباض موضع پولی، تحت فشار قرار می‌دهد. در نهایت، این کار اثربخشی سیاست پولی و اعتبار چارچوب کلی سیاست را به خطر می‌اندازد. تعامل اولیه بین سیاست پولی و مالی به مدیریت بدهی مربوط می‌شود. رفتار سیاست پولی بر هزینه و در دسترس بودن بدهی تأثیر می‌گذارد. بنابراین، نیاز به هماهنگی بین سیاست‌های مالی و پولی برای مدیریت رفاه کلی اقتصاد حیاتی است. ادبیات تجربی و نظری به طور کلی معتقد است که هماهنگی مؤثر سیاست مستلزم آن است که سیاست‌های فردی و ترکیب سیاست‌های کلی در راستای توسعه پایدار باشد (انگانگ^۴ و همکاران، ۲۰۱۹).

هماهنگی بین سیاست‌های مالی و پولی باید از منافع متضاد مراقبت کند، زیرا هر سیاست گذار در درجه اول به اهداف خود توجه دارد. در این سناریو، سرریزهای اقتصادی و عوامل خارجی ناشی از آن بسیار مهم می‌باشند. فاورو^۵ (۲۰۰۴)، نشان می‌دهد که مکمل یا جایگزینی استراتژیک بین سیاست مالی و پولی ممکن است به نوع شوک وارده به اقتصاد بستگی داشته باشد. علاوه بر این، اگر قوانین سیاست مالی و پولی هماهنگ نباشند، سیاست مالی ضد چرخه ممکن است باعث

1. Lambertini and Rovelli

2. Šehović

3. Togo

4. Ng'Ang'A

5. Favero

کاهش رفاه شود. در چارچوب مدل کینزین جدید و قانون تیلور، کارسانوا^۱ و همکاران (۲۰۰۵) بر اساس بازی‌ها غیرهمکارانه، مشارکتی و خیرخواهانه نشان دادند در صورت خیرخواهی و همکاری دو مقام پولی و مالی، در این وضعیت بانک مرکزی تمام بار تثبیت را به دوش خواهد کشید. علاوه بر این، تعادل نش زمانی که مقامات پولی خیرخواه هستند و مقامات مالی آینده را به شدت تنزیل کند و یا سطح تولید بیش از حد را هدف قرار می‌دهند، ضررهای رفاهی زیادی ایجاد می‌کند (سائولو^۲ و همکاران، ۲۰۱۳). باکسارآن^۳ و همکاران (۲۰۲۰) استدلال می‌کنند که در حالی که سیاست پولی عمده‌تاً مسئول ثبات قیمت است، سیاست مالی عمده‌تاً با تثبیت بدهی و همچنین تثبیت تولید سروکار دارد. از آنجایی که مقامات مالی و پولی سیاست‌های خود را بر اساس اهداف خود انجام می‌دهند، این سیاست‌ها گاهی اوقات بسته به وضعیت اقتصاد و اولویت‌هایشان همدیگر را خنثی می‌کنند. اثرات کلان اقتصادی هر سیاست متأثر از این تعامل است. بنابراین، تعامل بین سیاست‌های پولی و مالی نقش حیاتی در درک و مدیریت سیاست‌های کلان اقتصادی ایفا می‌کند. اهمیت هماهنگی سیاست بین مقامات مالی و پولی را می‌توان در «حساب ناخوشایند پول‌گرایی»^۴ سارجنت و والاس (۱۹۸۱) ردیابی کرد. حساب ناخوشایند پول‌گرایی نشان داد که سیاست‌گذاران مالی (که در آن مقام مالی دارای مزیت حرکت کننده اول است و سیاست پولی به دنبال آن حرکت می‌کند)، در تصمیمات در ارتباط با تأمین مالی کسری بودجه تسلط دارند. اگر تأمین مالی کسری بودجه از طریق اوراق قرضه زمانی که نرخ بهره واقعی بالاتر از نرخ رشد واقعی اقتصاد باشد، ناپایدار شود، بانک مرکزی در نهایت مجبور است تأمین مالی کسری بودجه از طریق چاپ پول اجرا کند. بر اساس فرضیه سلطه مالی، تلاش بانک مرکزی برای پایین نگه داشتن تورم از طریق هدف‌گذاری تورمی نمی‌تواند ادامه داشته باشد و در نهایت باید جای خود را به تورم بالاتر در بلندمدت بدهد. تحت این فرض، تورم امروز یا تورم فردا تنها گزینه قابل قبول سیاست کلان است (چاکرابورتی و هاریکینشنان^۵، ۲۰۲۲). در مقابل، وضعیت استقلال بانک مرکزی و هدف‌گذاری تورم بدون سلطه مالی به عنوان «محاسبات ناخوشایند مالی»^۶ نامیده می‌شود که معکوس محاسبات ناخوشایند پول‌گرایی است و در این حالت مزیت حرکت اول از بخش مالی به مقامات

1. Kirsanova

2. Saulo

3. Büyükbasaran

4. Unpleasant monetary arithmetic

5. Chakraborty and Harikrishnan

6. Unpleasant fiscal arithmetic

بانک مرکزی منتقل می‌شود. با معرفی قوانین سختگیرانه سیاست‌های مالی، سازمان‌های مالی موظف می‌شوند تا با سیاست ضد تورمی بانک مرکزی مستقل سازگار شوند.

۲-۲ نظریه بازی‌ها و بازی‌های همکارانه

اهمیت رفتار استراتژیک در دنیای انسانی و اجتماعی به طور فزاینده‌ای در تئوری و عمل شناسایی می‌شود. در نتیجه نظریه بازی‌ها به عنوان ابزاری اساسی در تحقیقات محض و کاربردی مطرح شده است. شاخه تئوری بازی‌ها تصمیم‌گیری را در یک محیط تعاملی مورد مطالعه قرار می‌دهد و برای این منظور از ابزارهای ریاضیات، آمار، تحقیقات در عملیات، مهندسی، زیست‌شناسی، اقتصاد، علوم سیاسی و موضوعات دیگر استفاده می‌شود. در شکل متعارف، یک بازی زمانی حاصل می‌شود که یک فرد هدف (هایی) را در موقعیتی دنبال می‌کند که در آن افراد دیگر همزمان اهداف دیگری (احتمالاً متضاد) را دنبال می‌کنند؛ سپس مسئله تعیین تصمیم بهینه هر فرد، نحوه تعامل این تصمیمات برای ایجاد تعادل و ویژگی‌های چنین نتایجی است (یونگ و پتروسیان^۱، ۲۰۰۵). بر اساس تعریف برون^۲ (۲۰۰۵)، نظریه بازی‌ها، شاخه‌ای از ریاضیات کاربردی است که به دنبال بررسی رفتار اجتماعی بشر، تقابل استراتژیک و تضاد منطق میان بشر مورد استفاده قرار می‌گیرد و از این رو یک ابزار تحلیل قوی برای حل تقابل بین تصمیم‌گیرندگان عقلایی می‌باشد. این تصمیم‌گیرندگان می‌توانند فرد، گروه، اجتماع، دولت‌ها و ... باشند (محمودی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۵؛ محمودی‌نیا، ۱۴۰۲) و کاربرد این نظریه با انتشار کتاب «نظریه بازی‌ها و رفتار اقتصادی» توسط فن نیومن و مورگن اشتاین در سال ۱۹۴۴ آغاز گردید. یکی از شاخه‌های پرکاربرد نظریه بازی که در علوم انسانی و علم اقتصاد به طور فراوان مورد استفاده قرار می‌گیرد، نظریه بازی‌های همکارانه است.

تفاوت بین بازی‌های همکارانه و غیرهمکارانه در مطالعه کورلی^۳ (۲۰۱۷) و دوبنگ و کورلی^۴ (۲۰۲۲)، مورد بررسی قرار گرفت. یک بازی غیرهمکارانه شامل دو یا چند بازیکن است که منافع خود را به حداکثر می‌رسانند. ویژگی کلیدی این بازی آن است که بر روی رفتار تک تک

1. Yeung and Petrosyan

2. Bruin

3. Corley

4. Dwobeng and Corley

بازیکنان تمرکز دارد و مستلزم آن است که مفهوم راه حل یک مفهوم تعادل نش^۱ باشد. به عبارت دیگر، بازیکنان در این بازی منطقی، خودخواه^۲ تلقی می‌شوند و آنها بر اساس نفع شخصی خود رفتار می‌کنند؛ به این معنا که هر بازیکن سود مورد انتظار خود را برای اساس استراتژی بازیکن دیگر به حداکثر می‌رساند. بنابراین در تعادل نش هیچ بازیکنی نمی‌تواند با تغییر یک‌طرفه استراتژی خالص یا ترکیبی خود، سود مورد انتظار خود را بهبود بخشد. در مقابل، تئوری بازی‌های همکارانه^۳ (یا ائتلافی)^۴ به جای تمرکز بر روی یک بازیکن، بر روی گروه‌هایی از Π بازیکن تمرکز دارد. بازیکنان در بازی‌های همکارانه ائتلاف‌هایی را تشکیل می‌دهند تا اعضا بتوانند مزایای بیشتری نسبت به بازی‌های منفرد دریافت کنند. مدل بازی‌های همکارانه با شناسایی تخصیص عادلانه^۵ منفعت برای Π بازیکن مرتبط است. تفاوت اساسی بین تئوری بازی‌های غیرهمکاری و غیرهمکارانه این است که بازی‌های غیرهمکاری بر کارهایی که افراد می‌توانند به تنهایی انجام دهند تمرکز می‌کنند، در حالی که بازی‌های همکارانه بر آنچه گروه‌ها می‌توانند در صورت همکاری با یکدیگر انجام دهند، تمرکز دارند. بر اساس مطالعه انجوردا و همکاران (۲۰۱۳) تعادل در بازی‌های همکارانه از نوع تعادل پارتو می‌باشد.

نظریه بازی همکارانه بین فعالان اقتصادی منشأ خود را از تحلیل اقتصادی می‌گیرد و اجورث^۶ و پارتو^۷ اولین تعاریف را از پیامد بازی همکارانه ارائه کردند. اجورث (۱۸۸۱) منحنی قرارداد^۸ را به عنوان راه حلی برای مسئله تعیین پیامد تجارت بین افراد پیشنهاد کرد، در حالی که پارتو (۱۸۹۶) مفهوم تخصیص کارآمد^۹ را معرفی کرد. هر دو از فرم نظریه مطلوبیت ترتیبی^{۱۰} استفاده کردند (انجوردا، ۲۰۰۵). تئوری بازی‌ها از یک اصطلاح خاص استفاده می‌کند تا تمایز بین موقعیت‌هایی را که توافقات در آنها قابل اجرا هستند و موقعیت‌هایی که در آنها قابل اجرا نیستند را نشان دهد. بازی‌هایی که در آنها قراردادهای اقدام مشترک قابل اجرا هستند، بازی‌های همکارانه نامیده می‌شوند. بازی‌هایی که در آنها چنین اجرایی امکان‌پذیر نیست و باید به شرکت‌کنندگان فردی اجازه داده شود تا در راستای منافع خود عمل کنند، بازی‌های غیرهمکاری اختصاص داده

¹. Nash equilibrium

². Selfish

³. Cooperative game theory

⁴. Coalitional

⁵. Fair allocation

⁶. Edgeworth

⁷. Pareto

⁸. Contract curve

⁹. Efficient allocation

¹⁰. Ordinal utility theory

می‌شوند (دیکسیت^۱ و همکاران، ۲۰۱۵). از طرف دیگر بازی‌های همکارانه امکان راه‌حل‌های بهینه اجتماعی و گروهی کارآمد را برای مسائل تصمیم‌گیری شامل اقدام استراتژیک پیشنهاد می‌کنند. تدوین رفتار بهینه برای بازیکنان یک عنصر اساسی در این نظریه است (یونگ و پتروسیان^۲، ۲۰۰۵). همچنین نظریه بازی همکارانه را می‌توان به عنوان یک رویه مدل‌سازی در نظر گرفت که برای تجزیه و تحلیل و توضیح اقدامات همه بازیکنانی که در موقعیت‌های رقابتی به هم می‌پیوندند و همچنین برای مقایسه و تعیین بهینه بودن نسبی استراتژی‌های متمایز مورد استفاده قرار داد.

۳-پیشینه پژوهش

استاوسکا^۳ و همکاران (۲۰۲۳) در چارچوب یک تحلیل بازی همکارانه بین دو مقام پولی و مالی که به ترتیب به دنبال اهداف تثبیت تورم و کسری بودجه هستند به بررسی تقابل استراتژیک بین این دو بازیکن بر اساس یک الگوی بهینه ریاضی در کشورهای منطقه‌های غیر یورو پرداختند. هدف این مقاله تحلیل این است که چگونه سطح همکاری بر رفتار تصمیم‌گیرندگان در یک مدل ترکیبی خط مشی خاص تأثیر می‌گذارد. نتیجه این تحقیق نشان می‌دهد که در نظر گرفتن اهداف بانک مرکزی در تابع دولت تأثیری بر تعادل کسری بودجه و نرخ بهره ندارد. سملر و حیدر^۴ (۲۰۱۸) به بررسی هماهنگی بین سیاست‌های پولی و مالی در اقتصاد کشورهای منطقه یورو در چارچوب یک مدل سیستم دینامیکی پرداختند. در این مطالعه، رفتار واقعی موسسات مالی منطقه یورو با ارائه داده‌های سری زمانی کلان در قالب نظریه بازی مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که یک راه‌حل همکارانه قادر به ارائه نتایج برتری در مقایسه با سناریوی غیرهمکارانه ارائه می‌دهد و خطر تجزیه منطقه یورو را از طریق سیاست‌های مالی غیرمتمرکز، اما هماهنگ در ترکیب با یک مرجع پولی متمرکز را کاهش می‌دهد. انجوردا و همکاران (۲۰۱۶) با بسط مدل تابلینی (۱۹۸۶) به بررسی تقابل بین دو سیاست‌گذار پولی و مالی با وجود نااطمینانی در وضعیت بازی‌های پویای دیفرانسیلی و ورود یک نویز قطعی در مدل پرداختند. در چارچوب سه بازی

1. Dixit

2. Yeung and Petrosyan

3. Stawska

4. Semmler and Haider

همکارانه، غیرهمکارانه و بازی استاکلبرگ، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در هر سه حالت، در نظر گرفتن انتظارات اختلال در مدل تثبیت بدهی منجر به کنترل فعال‌تری می‌شود که توسط بازیکنان در کوتاه‌مدت دنبال می‌شود و در نتیجه منجر به کاهش سریع‌تر بدهی در طول زمان می‌گردد. آرله^۱ و همکاران (۲۰۰۲) به بررسی همکاری بین دولت‌های مختلف با بانک مرکزی مشترک در کشورهای منطقه یورو پرداختند. آنان نشان دادند که کشورهای منطقه اروپا با سیاست‌گذار پولی مشترک، در تلاش‌اند تا همکاری در سیاست‌های کلان بین خودشان را افزایش دهند. برای مطالعه اثرات همکاری سیاستی در اتحادیه اروپا، اثرات سه رژیم سیاستی در چارچوب مدل طراحی شده برای اتحادیه اروپا، با هم مقایسه شد: الف- سیاست پولی و مالی غیرهمکارانه ب- سیاست با هماهنگی جزئی^۲ و ج- سیاست با هماهنگی کامل^۳. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که هماهنگی سیاستی، اغلب برای سیاست‌گذاران مالی کارا است و هماهنگی سیاست‌های مالی، منجر به بهبود پارتو^۴ برای بانک مرکزی می‌شود.

محتشمی و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی تحلیل رفاهی در تعامل بین دولت و بانک مرکزی در چارچوب بازی سیاستی با استفاده از روش گشتارو تعمیم یافته در اقتصاد ایران پرداخت. نتایج این بازی نشان می‌دهد در وضعیت یک بازی همکاری بین دولت و بانک مرکزی نسبت به سایر بازی‌های غیرهمکاری و بازی رهبر- پیرو، بهترین شرایط رفاهی در اقتصاد حاکم می‌گردد و از این رو می‌توان سطح رفاه جامعه را افزایش داد. توکلیان و همکاران (۱۳۹۸) در چارچوب الگوی تعادل عمومی پویا تصادفی به بررسی هماهنگی و تعامل متقابل بین سیاست‌های پولی و مالی در چارچوب بازی‌های همکارانه و غیرهمکارانه پرداختند. نتایج حاصل از تابع زیان دو سیاست‌گذاری در این مطالعه نشان می‌دهد که در صورت همکاری و هماهنگی بین دولت و بانک مرکزی و با لحاظ قرار دادن وزن بیشتر به تورم شرایط رفاهی جامعه افزایش و تابع زیان مقادیر پایین‌تری را به خود اختصاص می‌دهد. هاشم‌لو و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی تعامل بین بانک مرکزی به عنوان مقام پولی و سازمان برنامه و بودجه به عنوان نهاد مالی و رسیدن به تعادل پایدار در این بازی است. نتایج این بازی نشان می‌دهد زمانی تعادل پایدار در این بازی شکل می‌گیرد که سازمان برنامه و بودجه استراتژی تقسیم ارز ناشی از درآمدهای نفتی را اتخاذ کند و بانک مرکزی نیز

1. Aarle

2. Partial Coordination

3. Full Coordination

4. Pareto Improvement

استراتژی فعال را به کار گیرد و در مقابل فشار چاپ پول مقاومت کند. محمودی نیا و همکاران (۱۳۹۶) در چارچوب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی به دنبال استخراج قاعده بهینه در بازی بین دو سیاستگذار پولی و مالی در اقتصاد ایران بودند. در این مدل فرض شده است که مقام مالی به دنبال استخراج قاعده مشخص برای مخارج و بانک مرکزی به دنبال دستیابی به قاعده مشخص برای نرخ رشد پول است. نتایج این بازی نشان می‌دهد در چارچوب بازی همکارانه و کارایی پارتو نسبت به بازی غیرهمکارانه، ارزش تابع رفاه بالاتر، اثر افزایش بدهی بر محصول پایین‌تر و تورم گذشته‌نگرتر است. محمودی نیا و همکاران (۱۳۹۵) تحت بازی دیفرانسیلی بین دولت و بانک مرکزی به دنبال دستیابی به سطح هدف مطلوب از متغیرهای بدهی دولت، کسری بودجه و پایه پولی در اقتصاد در دو بازی همکارانه و غیرهمکارانه بودند. نتایج حاصل از شبیه سازی در این مطالعه نشان می‌دهد در بازی همکارانه نسبت به بازی غیرهمکارانه، سطح انتشار پول و بدهی کمتر است و زمانی که بازیکنان با ناطمینانی مواجه باشند این ناطمینانی را در رفتار خود لحاظ کرده و با انتخاب پارامترهای ریسک‌گریز به آن واکنش نشان می‌دهند.

۴-مدل پایه‌ای

قبل از بررسی طراحی بازی هماهنگی بین دو سیاست‌گذار پولی و مالی در این بخش به معرفی اولیه تعاریف بازی می‌پردازیم. به طوری کلی بازی در فرم $G := [N, (S_i)_{i \in N}, u]$ به فرم $G := [N, (S_i)_{i \in N}, u]$ را در نظر بگیرید. در این بازی $N = \{1, 2, \dots, n\}$ مجموعه‌ای از بازیکنان، S_i نشان دهنده مجموعه استراتژی بازیکن i و u_i تابع پیامد بازیکن i می‌باشد. همچنین فرض می‌شود که در این بازی $n \geq 2$ و $S = \prod_{i \in N} S_i$ و u_i را به عنوان یک تابع $u_i: S \rightarrow \mathbb{R}$ تفسیر می‌کنیم که نشان‌دهنده بازده هدف بازیکن i است.

بر اساس مطالعه کورلی^۱ (۲۰۲۳)، اگر در یک بازی G بازیکنان برای دستیابی به منفعت بالاتر با یکدیگر توافق الزام‌آوری را انجام دهند می‌توان این توافقات را در یک بازی جدید از نوع بازی هماهنگ مدل‌سازی نمود. اگر در این توافقات فرض شود بازیکن i به طور کامل به دنبال

¹. Corley

حداقل کردن زیان خود نبوده بلکه قصد داشته باشد که درصدی از زیان بازیکن j مانند α_{ij} را جبران نماید، در این صورت می‌توان ماتریس انتقالات را به صورت زیر معرفی کرد:

$$A = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \cdots & \alpha_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{n1} & \cdots & \alpha_{nn} \end{bmatrix},$$

همچنین با ضرب ماتریس انتقالات در بردار توابع پیامد خواهیم داشت:

$$Au = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \cdots & \alpha_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{n1} & \cdots & \alpha_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_{11}u_1 + \cdots + \alpha_{1n}u_n \\ \vdots \\ \alpha_{n1}u_1 + \cdots + \alpha_{nn}u_n \end{bmatrix}$$

از این‌رو برای اعمال توافقات در بازی، ما بازی هماهنگ $G' := [N, (S_i)_{i \in N}, Au]$ را معرفی می‌نماییم که در آن

$$A_i u = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} u_j,$$

پیامد جدید بازیکن i و $A_i u = (A_i u)_{i=1}^n$ بردار پیامد جدید بازیکنان است. همچنین توجه شود اگر A یک ماتریس همانی یا یکه باشد در این صورت بازی G با بازی G' یکسان است.

۴-۱ طراحی بازی هماهنگ بین دو سیاست‌گذار

در این بازی فرض می‌شود که دو سیاست‌گذار در بازی وجود دارد. یکی دولت (مسئول مستقیم اجرای سیاست‌های مالی) و دیگر بانک مرکزی (مسئول اجرای مستقیم سیاست‌های پولی). بانک مرکزی از طریق ابزار سیاستی نرخ بهره به دنبال کنترل نرخ تورم و حداقل کردن نرخ تورم واقعی از سطح هدف و دولت نیز از طریق ابزار بودجه‌ای دولت و کسری بودجه به دنبال حداقل کردن انحراف سطح بهینه محصول (تولید ناخالص داخلی) از سطح هدف است. در ابتدا فرض می‌شود هر دو نهاد تصمیمات خود را به صورت مستقل اجرا می‌کنند و بانک مرکزی در گام اول مستقل از دولت به دنبال دستیابی به سطح اهداف از پیش تعیین شده خود است. با این حال، در این مدل پیشنهادی این فرض وجود دارد که تا حدودی هماهنگی سیاست پولی و مالی بین دو بازیکن وجود دارد.

سیاست‌گذار پولی با در نظر گرفتن هدف ثابت قیمت به عنوان هدف اولیه، در تلاش است تا در فرآیند اتخاذ سیاست بهینه از طریق هدف‌گذاری تورم، نرخ بهره سیاستی کوتاه‌مدت را طور تعیین کند تا تابع زیان (۱) نسبت به قید (۲) حداقل گردد. این تابع زیان یک تابع زیان درجه دوم است تا تمامی انحرافات مثبت و منفی از مقادیر هدف را در محاسبات در نظر گیرد. ابتدا تابع زیان بانک مرکزی بر اساس معادله (۱) بیان می‌گردد:

$$L_C(i) = (\pi - \bar{\pi})^2 + \rho(i - \bar{i})^2 \quad (۱)$$

در رابطه فوق، L_C بیان‌کننده تابع زیان بانک مرکزی، π نرخ تورم واقعی، $\bar{\pi}$ نرخ تورم هدف، $\bar{i}$ و $\bar{\pi}$ به ترتیب نشان‌دهنده نرخ بهره سیاستی و نرخ بهره هدف و ρ نیز وزن نسبت داده شده به هدف سیاستی ثابت نرخ بهره از نگاه بانک مرکزی است. از طرف دیگر تابع قید بانک مرکزی به صورت معادله (۲) نشان داده می‌شود که بر اساس آن سطح تورم از دید بانک مرکزی نه تنها به نرخ بهره سیاستی بلکه به نرخ رشد اقتصادی و سطح کسری بودجه نیز بستگی دارد.

$$\pi = \pi_0 + \tau(y) + \mu(i) + \omega(f) \quad (۲)$$

در این معادله π_0 نشان‌دهنده نرخ تورم در ابتدای دوره، y سطح محصول در اقتصاد و f کسری بودجه مقام مالی است. همچنین τ ، μ و ω نشان‌دهنده وزن‌های مربوط به سطح محصول، نرخ بهره و کسری بودجه در تابع قید بانک مرکزی است. تابع قید نشان‌دهنده اهمیت کسری بودجه و محصول توسط بانک مرکزی در اهداف خود است.

از طرف دیگر مقام مالی نیز در تلاش است تا با کمک ابزار سیاستی بودجه‌ای، شکاف محصول از سطح بهینه را به حداقل برساند. تابع زیان دولت به صورت معادله (۳) ارائه می‌گردد:

$$L_G(f) = (y - \bar{y})^2 + \gamma(\hat{f} - \bar{f})^2 \quad (۳)$$

در معادله فوق، L_G نشان‌دهنده تابع زیان دولت، $\bar{y}$ سطح محصول هدف، $\bar{f}$ سطح هدف کسری بودجه، γ ضریب ثابت و وزن اهمیت کسری بودجه در تابع زیان دولت و $\hat{f}$ سطح کسری بودجه دولت همراه با نااطمینانی دولت است که بر اساس معادله زیر تعریف می‌گردد:

$$\hat{f} = f - \theta_u \quad (۴)$$

در این معادله f سطح کسری بودجه مقام مالی و θ_u خطای اندازه‌گیری سیاست‌گذار اقتصادی نسبت به کسری بودجه عمومی دولت است که نشان‌دهنده نااطمینانی در دستیابی به

سطح بودجه واقعی است. بر اساس مطالعه بوتی^۱ و همکاران (۲۰۰۹) این خطای اندازه‌گیری دارای میانگین صفر و واریانس σ_{θ_u} است و مقدار مثبت θ_u نشان دهنده ارتباط منفی با $\hat{f}$ و مقدار منفی θ_u نشان دهنده ارتباط مثبت با $\hat{f}$ می‌باشد. همانطور که توسط بارتولومئو و جولی (۲۰۱۱) اشاره شده است، وجود نااطمینانی در بازی سیاست‌گذاری پولی و مالی ممکن است نتایج متفاوتی به دنبال داشته باشد و همچنین در این وضعیت مقامات پولی و مالی باید محافظه‌کارتر از جامعه باشند تا زبان اجتماعی جامعه به حداقل برسد.

با این حال سیاست‌گذار مالی ابزار سیاستی خود یعنی کسری بودجه را طوری انتخاب می‌کند تا تابع هدف خود یعنی معادله‌های (۳) و (۴) را نسبت به قید (۵) حداقل و بهینه نماید. از این رو تابع قید پیش روی مقام مالی به صورت معادله زیر نشان داده می‌شود:

$$y = y_0 + \varphi(\pi) + \delta(i) + \beta(f) \quad (5)$$

در این معادله، φ ، δ و β به ترتیب نشان‌دهنده سهم نسبی تورم، نرخ بهره و کسری بودجه در تعیین سطح محصول است. تابع قید دولت نیز نشان می‌دهد که مقام مالی اهمیت خاصی به دو متغیر نرخ بهره و نرخ تورم در تعیین سطح محصول در اقتصاد می‌دهد.

از طرف دیگر در این بخش فرض می‌شود که دو سیاست‌گذار پولی و مالی به منظور دستیابی به اهداف مشترک، توافقات الزام‌آوری را با یکدیگر انجام می‌دهند و این دو بازیکن برای هماهنگی بیشتر اهداف سیاستی، در چارچوب یک بازی همکارانه با یکدیگر رفتار می‌کنند. این هماهنگی با در نظر گرفتن اهداف طرف مقابل در توابع هدف نمود پیدا می‌کند. در این چارچوب، دولت در تصمیمات خود نه تنها اهداف سیاست مالی را در نظر خواهد گرفت، بلکه با وزن مشخصی یعنی w_g که مقادیر بین صفر تا یک را اختیار می‌کند به اهداف سیاست پولی بانک مرکزی نیز توجه خواهد کرد و آن را در تابع هدف خود لحاظ می‌کند. بر همین اساس بانک مرکزی نیز در تصمیم‌گیری‌های خود علاوه بر اینکه به دنبال ثبات تورم و نرخ بهره در اقتصاد است، بلکه تابع هدف دولت را که شامل تثبیت کسری بودجه و سطح محصول می‌باشد را با وزن w_c در تابع هدف خود در نظر می‌گیرد. بر این اساس ماتریس انتقالات به صورت زیر معرفی می‌شود:

¹. Buti

$$A = \begin{bmatrix} 1 - \omega_c & \omega_c \\ \omega_g & 1 - \omega_g \end{bmatrix}$$

با ضرب این ماتریس در توابع هدف دولت و بانک مرکزی داریم:

$$Au = \begin{bmatrix} (1 - \omega_c)L_c(i) + \omega_c L_G(f) \\ \omega_g L_c(i) + (1 - \omega_g)L_G(f) \end{bmatrix}$$

از این رو در یک بازی هماهنگی تابع زیان دو مقام پولی و مالی به ترتیب بر اساس معادلات (۶) و (۷) بازنویسی می‌گردند و هر کدام از این دو مقام به دنبال حداقل کردن تابع زیان خود و بازیکن دیگر با توجه به قیود می‌باشند:

$$L_c(i) = (1 - \omega_c)[(\pi - \bar{\pi})^2 + \rho(i - \bar{i})^2] \quad (۶)$$

$$+ \omega_c [(y - \bar{y})^2 + \gamma(\hat{f} - \bar{f})^2]$$

$$L_G(f) = (1 - \omega_g)[(y - \bar{y})^2 + \gamma(\hat{f} - \bar{f})^2] \quad (۷)$$

$$+ \omega_g[(\pi - \bar{\pi})^2 + \rho(i - \bar{i})^2]$$

در این دو معادله نقش وزن‌های نسبت داده شده به هماهنگی بسیار تأثیرگذار است. به طوری که اگر به طور همزمان ω_c و ω_g برابر صفر باشند در این صورت بازی از نوع بازی‌های غیرهمکارانه و نشان دهنده استقلال بانک مرکزی از دولت می‌باشد.

اگر $0 < \omega_c + \omega_g \leq 1$ دو سیاست‌گذار پولی و مالی در چارچوب یک بازی همکارانه با یکدیگر توافق می‌کنند. در این توافق، بانک مرکزی به نسبت ω_c از زیان خود صرف نظر کرده و به همین میزان می‌خواهد زیان دولت را جبران نماید و همچنین دولت ملزم می‌شود که به نسبت ω_g از زیان خود صرف نظر کرده و به همین نسبت زیان بانک مرکزی را جبران نماید. برای مثال هنگامی که $\omega_c + \omega_g = \frac{3}{4}$ و $\omega_c = \frac{1}{2}$ و $\omega_g = \frac{1}{4}$ ، بانک مرکزی به نسبت ۵۰٪ از زیان خود صرف نظر کرده و به همین نسبت زیان دولت را جبران می‌نماید و همچنین دولت ملزم است که به نسبت ۲۵٪ از زیان خود صرف نظر کرده و به همین نسبت زیان بانک مرکزی را جبران نماید.

همچنین هنگامی که $\omega_c + \omega_g = 1$ و $\omega_c = \omega_g = \frac{1}{2}$ ، بانک مرکزی و دولت به نسبت ۵۰٪ از زیان خود صرف نظر کرده و زیان دیگری را جبران می‌نمایند. توجه شود برای

حالت $\omega_c = \omega_g = 1$ دولت و بانک مرکزی در یک بازی کاملاً نوع دوستانه از زیان خود به طور کامل صرف نظر کرده و به دنبال مینیمم کردن زیان دیگری می باشد.

۴-۲ تابع واکنش دو مقام در بازی همکارانه

در این بخش به بررسی استخراج تابع بهترین پاسخ (تابع واکنش) دو مقام در بازی همکارانه خواهیم پرداخت و سپس نتایج حاصل از این بازی با بازی غیرهمکارانه مقایسه خواهد شد. همان طور که در بخش های قبلی بیان شد در یک بازی همکارانه بازیکنان می توانند برای دستیابی به منفعت بالاتر با یکدیگر توافق الزام آوری را انجام دهند و بر روی بازی های گروهی تمرکز نمایند. همچنین در طول مسیر بازی دو بازیکن برای رسیدن به اهداف مشترک با یکدیگر مذاکره و ائتلاف شکل می دهند. فون نویمان و مورگنسترن^۱ (۱۹۴۴) نشان دادند که در بازی های همکارانه همراه با ائتلاف، بازیکنان درون یک ائتلاف برای منافع متقابل خود در رقابت با سایر ائتلاف ها همکاری می کنند.

برای استخراج توابع بهینه در ابتدا مسئله وابستگی درونی بین دو قید بودجه یعنی معادلات (۲) و (۵) را مورد بررسی قرار می دهیم و از این رو به معادلات (۸) و (۹) دست خواهیم یافت:

$$\pi = \frac{1}{1-\varphi\tau}\pi_0 + \frac{\tau}{1-\varphi\tau}y_0 + \frac{\tau\delta + \mu}{1-\varphi\tau}i + \frac{\tau\beta + \omega}{1-\varphi\tau}f \quad (۸)$$

$$y = \frac{1}{1-\varphi\tau}y_0 + \frac{\varphi}{1-\varphi\tau}\pi_0 + \frac{\varphi\mu + \delta}{1-\varphi\tau}i + \frac{\varphi\omega + \beta}{1-\varphi\tau}f \quad (۹)$$

این دو قید نشان می دهند که سطح محصول و نرخ تورم در اقتصاد با وزن هایی متفاوت تابعی از متغیرهای نرخ تورم اولیه، سطح محصول اولیه، نرخ بهره اسمی و کسری بودجه در اقتصاد هستند.

برای استخراج تابع بهترین پاسخ مقام مالی در بازی همکارانه، دولت به دنبال حداقل کردن تابع زیان (۷) نسبت به قید (۹) می باشد. از این رو مسئله حداقل سازی دولت بر اساس معادله (۱۰) شکل می گیرد:

^۱. Von Neumann and Morgenstern

$$\begin{aligned}
 L_G(f) = (1 - \omega_g) & \left[\left(\left(\frac{1}{1 - \varphi\tau} y_0 + \frac{\varphi}{1 - \varphi\tau} \pi_0 + \frac{\varphi\mu + \delta}{1 - \varphi\tau} i + \frac{\varphi\omega + \beta}{1 - \varphi\tau} f \right) - \bar{y} \right)^2 \right. \\
 & \left. + \gamma(f - \theta_u - \bar{f})^2 \right] \\
 & + \omega_g \left[\left(\left(\frac{1}{1 - \varphi\tau} \pi_0 + \frac{\tau}{1 - \varphi\tau} y_0 + \frac{\tau\delta + \mu}{1 - \varphi\tau} i + \frac{\tau\beta + \omega}{1 - \varphi\tau} f \right) - \bar{\pi} \right)^2 \right. \\
 & \left. + \rho(i - \bar{i})^2 \right]
 \end{aligned}$$

با حداقل‌سازی معادله (۱۰) نسبت به کسری بودجه، در این وضعیت تابع واکنش دولت در بازی همکارانه به صورت معادله (۱۱) استخراج می‌شود:

$$\begin{aligned}
 \frac{dL_G(f)}{df} &= 0 \\
 f^{BR} &= \Gamma_1 \bar{y} + \Gamma_2 (\theta_u + \bar{f}) + \Gamma_3 \bar{\pi} - \Gamma_4 y_0 - \Gamma_5 \pi_0 - \Gamma_6 i
 \end{aligned} \quad (11)$$

که در این معادله f^{BR} نشان‌دهنده تابع بهترین پاسخ دولت در یک بازی همکارانه نسبت به تغییرات متغیرهای تحت بررسی است. در معادله (۱۱)، ضرایب Γ_1 تا Γ_6 نیز به صورت زیر می‌باشند:

$$\Gamma_1 = \frac{(1 - \varphi\tau)(\varphi\omega + \beta)}{(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1 - \varphi\tau)^2 + \frac{\omega_g}{1 - \omega_g}(\tau\beta + \omega)^2} \quad (12)$$

$$\Gamma_2 = \frac{\gamma(1 - \varphi\tau)^2}{(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1 - \varphi\tau)^2 + \frac{\omega_g}{1 - \omega_g}(\tau\beta + \omega)^2} \quad (13)$$

$$\Gamma_3 = \frac{(1 - \varphi\tau) \frac{\omega_g}{1 - \omega_g}(\tau\beta + \omega)}{(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1 - \varphi\tau)^2 + \frac{\omega_g}{1 - \omega_g}(\tau\beta + \omega)^2} \quad (14)$$

$$\Gamma_4 = \frac{(\varphi\omega + \beta) + \frac{\omega_g}{1 - \omega_g}(\tau\beta + \omega)\tau}{(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1 - \varphi\tau)^2 + \frac{\omega_g}{1 - \omega_g}(\tau\beta + \omega)^2} \quad (15)$$

$$\Gamma_5 = \frac{\varphi(\varphi\omega + \beta) + \frac{\omega_g}{1 - \omega_g}(\tau\beta + \omega)}{(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1 - \varphi\tau)^2 + \frac{\omega_g}{1 - \omega_g}(\tau\beta + \omega)^2} \quad (۱۶)$$

$$\Gamma_6 = \frac{(\varphi\omega + \beta)(\varphi\mu + \delta) + \frac{\omega_g}{1 - \omega_g}(\tau\beta + \omega)(\tau\delta + \mu)}{(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1 - \varphi\tau)^2 + \frac{\omega_g}{1 - \omega_g}(\tau\beta + \omega)^2} \quad (۱۷)$$

در این معادلات با فرض اینکه $\omega_g = 0$ در نظر گرفته شود از این رو نتایج بازی همکارانه مشابه نتایج بازی غیرهمکارانه می‌باشد. از این رو تفاوت در این دو بازی به اهمیت وزن ω_g بستگی دارد.

از طرف دیگر برای استخراج تابع بهترین پاسخ مقام پولی در بازی همکارانه، بانک مرکزی به دنبال حداقل کردن تابع زیان (۶) نسبت به قید (۸) می‌باشد. از این رو مسئله حداقل سازی بانک مرکزی بر اساس معادله (۱۸) شکل می‌گیرد:

$$L_c(i) = (1 - \omega_c) \left[\left(\left(\frac{1}{1 - \varphi\tau} \pi_0 + \frac{\tau}{1 - \varphi\tau} y_0 + \frac{\tau\delta + \mu}{1 - \varphi\tau} i + \frac{\tau\beta + \omega}{1 - \varphi\tau} f \right) - \bar{\pi} \right)^2 + \rho(i - \bar{i})^2 \right] + \omega_c \left[\left(\left(\frac{1}{1 - \varphi\tau} y_0 + \frac{\varphi}{1 - \varphi\tau} \pi_0 + \frac{\varphi\mu + \delta}{1 - \varphi\tau} i + \frac{\varphi\omega + \beta}{1 - \varphi\tau} f \right) - \bar{y} \right)^2 + \gamma(\hat{f} - \bar{f})^2 \right] \quad (۱۸)$$

در این وضعیت با حداقل سازی (۱۸) نسبت به نرخ بهره، در این وضعیت تابع واکنش بانک مرکزی در این بازی همکارانه به صورت معادله (۱۹) استخراج می‌شود:

$$i^{BR} = \Psi_1 \bar{i} + \Psi_2 \bar{y} + \Psi_3 \bar{\pi} - \Psi_4 \pi_0 - \Psi_5 y_0 - \Psi_6 f \quad (۱۹)$$

که در این معادله i^{BR} نشان دهنده تابع بهترین پاسخ بانک مرکزی در یک بازی همکارانه نسبت به تغییرات متغیرهای تحت بررسی است. همچنین در معادله (۱۹)، ضرایب Ψ_1 تا Ψ_6 نیز به صورت زیر می‌باشند:

$$\Psi_1 = \frac{\rho(1 - \varphi\tau)^2}{(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \varphi\tau)^2 + \frac{\omega_c}{1 - \omega_c}(\varphi\mu + \delta)^2} \quad (21)$$

$$\Psi_2 = \frac{\frac{\omega_c}{1 - \omega_c}(\varphi\mu + \delta)(1 - \varphi\tau)}{(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \varphi\tau)^2 + \frac{\omega_c}{1 - \omega_c}(\varphi\mu + \delta)^2} \quad (22)$$

$$\Psi_3 = \frac{(\tau\delta + \mu)(1 - \varphi\tau)^2}{(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \varphi\tau)^2 + \frac{\omega_c}{1 - \omega_c}(\varphi\mu + \delta)^2} \quad (23)$$

$$\Psi_4 = \frac{(\tau\delta + \mu) + \frac{\omega_c}{1 - \omega_c}\varphi(\varphi\mu + \delta)}{(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \varphi\tau)^2 + \frac{\omega_c}{1 - \omega_c}(\varphi\mu + \delta)^2} \quad (24)$$

$$\Psi_5 = \frac{\tau(\tau\delta + \mu) + \frac{\omega_c}{1 - \omega_c}(\varphi\mu + \delta)}{(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \varphi\tau)^2 + \frac{\omega_c}{1 - \omega_c}(\varphi\mu + \delta)^2} \quad (25)$$

$$\Psi_6 = \frac{(\tau\delta + \mu)(\tau\beta + \omega) + \frac{\omega_c}{1 - \omega_c}(\varphi\mu + \delta)(\varphi\omega + \beta)}{(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \varphi\tau)^2 + \frac{\omega_c}{1 - \omega_c}(\varphi\mu + \delta)^2} \quad (26)$$

همانند تابع بهترین پاسخ دولت، در این معادلات نیز با فرض اینکه $\omega_c = 0$ در نظر گرفته شود، نتایج بازی همکارانه مشابه نتایج بازی غیرهمکارانه می‌باشد.

۳-۴ تعادل در بازی همکارانه

در این بخش به دنبال استخراج تعادل در بازی دو سیاست‌گذار هستیم. همان‌طور که در بخش‌های قبل اشاره شد، تعادل در بازی‌های همکارانه به تعادل پارتو معروف است و از طرف دیگر در صورتی که وزن‌ها $\omega_c = \omega_g = 0$ در نظر گرفته شوند از این رو بازی همانند بازی غیرهمکارانه (استقلال کامل دو مقام از یکدیگر) طراحی می‌شود و تعادل در این بازی به تعادل نش معروف می‌باشد. با این حال از تقاطع و محل برخورد دو معادله (۱۱) و (۱۹) یا همان توابع بهترین واکنش

مقام پولی و مالی، تعادل پارتو در یک بازی هماهنگی برای کسری بودجه و نرخ بهره استخراج می‌گردد. بر این اساس تعادل پارتو برای کسری بودجه دولت به صورت معادله (۲۷) نوشته می‌شود:

$$f^P = \Lambda_1 \bar{y} + \Lambda_2 (\theta_u + \bar{f}) + \Lambda_3 \bar{\pi} + \Lambda_4 y_0 + \Lambda_5 \pi_0 - \Lambda_6 \bar{i} \quad (27)$$

که در معادله f^P نشان‌دهنده تعادل پارتو برای کسری بودجه در بازی است و ضرایب Λ_1 تا Λ_6 نیز به صورت زیر استخراج می‌گردند:

$$\Lambda_1 = \frac{\Gamma_1 - \Gamma_6 \Psi_2}{1 - \Gamma_6 \Psi_6} \quad (28)$$

$$\Lambda_2 = \frac{\Gamma_2}{1 - \Gamma_6 \Psi_6} \quad (29)$$

$$\Lambda_3 = \frac{\Gamma_3 - \Gamma_6 \Psi_3}{1 - \Gamma_6 \Psi_6} \quad (30)$$

$$\Lambda_4 = \frac{\Gamma_6 \Psi_5 - \Gamma_4}{1 - \Gamma_6 \Psi_6} \quad (31)$$

$$\Lambda_5 = \frac{\Gamma_6 \Psi_4 - \Gamma_5}{1 - \Gamma_6 \Psi_6} \quad (32)$$

$$\Lambda_6 = \frac{\Gamma_6 \Psi_1}{1 - \Gamma_6 \Psi_6} \quad (33)$$

همچنین بر این اساس تعادل پارتو برای نرخ بهره اسمی بانک مرکزی نیز به صورت معادله (۳۴) ارائه می‌شود:

$$i^P = \Delta_1 \bar{i} + \Delta_2 \bar{y} + \Delta_3 \bar{\pi} - \Delta_4 \pi_0 - \Delta_5 y_0 - \Delta_6 (\theta_u + \bar{f}) \quad (34)$$

که در معادله i^P نشان‌دهنده نرخ بهره اسمی در تعادل پارتو می‌باشد و ضرایب Δ_1 تا Δ_6 نیز به صورت معادلات (۳۵) تا (۴۰) نشان داده می‌شوند:

$$\Delta_1 = \Psi_1 + \Psi_6 \Lambda_6 \quad (35)$$

$$\Delta_2 = \Psi_2 - \Psi_6 \Lambda_1 \quad (36)$$

$$\Delta_3 = \Psi_3 - \Psi_6 \Lambda_3 \quad (۳۷)$$

$$\Delta_4 = \Psi_4 + \Psi_6 \Lambda_5 \quad (۳۸)$$

$$\Delta_5 = \Psi_5 + \Psi_6 \Lambda_4 \quad (۳۹)$$

$$\Delta_6 = \Psi_6 \Lambda_2 \quad (۴۰)$$

۵- نتایج تجربی

۵-۱ پارامترهای عددی در شبیه‌سازی

ابتدا قبل از شبیه‌سازی مسیرهای تعادلی و درک عددی معادلات استخراج شده به بررسی مقادیر پارامترها در معادلات بدست آمده در بخش قبل خواهیم پرداخت. بر اساس پارامترهای استخراج شده به بررسی تابع بهترین پاسخ، توابع پارتو و همچنین تابع زیان در دو بازی همکارانه و غیرهمکارانه خواهیم پرداخت. بر اساس جدول (۱) بسیاری از پارامترهای بر اساس معادلات اقتصاد سنجی با روش حداقل مربعات معمولی بر اساس معادلات (۲) و (۵) بدست آمده‌اند و مابقی پارامترها بر اساس شواهد موجود در اقتصاد ایران استخراج گردید. همچنین آمار و اطلاعات اولیه از سایت بانک مرکزی ایران و مرکز آمار ایران استخراج شده‌اند و سعی می‌شود تا داده‌های واقعی اقتصاد وارد مدل شوند و از این رو نتایج مدل تطبیق بیشتری با نتایج دنیای واقعی خواهد داشت. مقادیر پارامترها در جدول (۱) نشان داده می‌شود و نتایج مسیر بلندمدت اقتصادی برای متغیرهای تحت بررسی در بخش بعدی آورده شده است. همان‌طور که در ادامه مطرح می‌شود، این پارامترهای، پارامترهایی پایه‌ای در مدل محسوب می‌شوند و از این رو برای تحلیل حساسیت، ما شاهد تغییر در این پارامترهای جهت مقایسه نتایج خواهیم بود.^۱

۱. در پیوست، نتایج حاصل از استخراج معادلات ۲ و ۵ و ضرایب آن‌ها ذکر شده است.

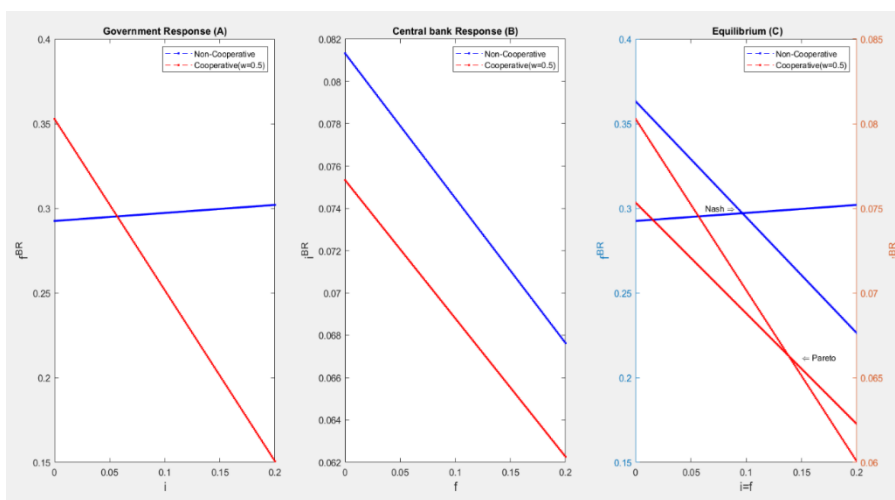
جدول ۱. مقادیر پارامترهای استفاده شده برای شبیه‌سازی معادلات تعادلی

پارامترها	تعاریف	مقادیر	منبع
γ	ضریب ثابت و وزن اهمیت کسری بودجه در تابع زیان دولت	۰/۰۵	یافته‌های پژوهش
ρ	ضریب ثابت و وزن اهمیت نرخ بهره در تابع زیان بانک مرکزی	۰/۰۵	یافته‌های پژوهش
φ	وزن نسبت داده شده به تورم توسط مقام مالی در تابع قید	۰/۳۷	یافته‌های پژوهش
δ	وزن نسبت داده شده به نرخ بهره توسط مقام مالی در تابع قید	۰/۳۹	یافته‌های پژوهش
β	وزن نسبت داده شده به کسری بودجه توسط مقام مالی در تابع قید	-۰/۰۲	یافته‌های پژوهش
τ	وزن نسبت داده شده به محصول توسط مقام پولی در تابع قید	۱/۵۵	یافته‌های پژوهش
μ	وزن نسبت داده شده به نرخ بهره توسط مقام پولی در تابع قید	-۰/۹۹	یافته‌های پژوهش
ω	وزن نسبت داده شده به کسری بودجه توسط مقام پولی در تابع قید	۰/۰۰۳	یافته‌های پژوهش
θ_u	نااطمینانی در اقتصاد	۰/۲	با تغییر در مدل
γ_0	سطح اولیه تولید ناخالص داخلی در اقتصاد	۰/۰۱	شواهد اقتصاد ایران
π_0	سطح اولیه تورم در اقتصاد	۰/۱	شواهد اقتصاد ایران
$\bar{t}$	سطح هدف برای نرخ بهره	۰/۱۳	میانگین وزنی نرخ بهره اسمی در اقتصاد ایران
$\bar{f}$	سطح هدف برای کسری بودجه	۰/۰۲۵	میانگین سطح کسری بودجه به تولید در اقتصاد ایران
$\bar{y}$	سطح هدف برای تولید ناخالص داخلی	۰/۰۲۱	میانگین رشد تولید در اقتصاد ایران
$\bar{\pi}$	سطح هدف برای تورم	۰/۲	میانگین نرخ تورم در اقتصاد ایران
ω_c	وزن اهمیت تابع قید دولت توسط بانک مرکزی	۰/۵	با تغییر در مدل
ω_g	وزن اهمیت تابع قید بانک مرکزی توسط دولت	۰/۵	با تغییر در مدل

۵-۲ نتایج تجربی حاصل از شبیه‌سازی

الف- سناریو (۱): بررسی نموداری تابع بهترین پاسخ و تعادل

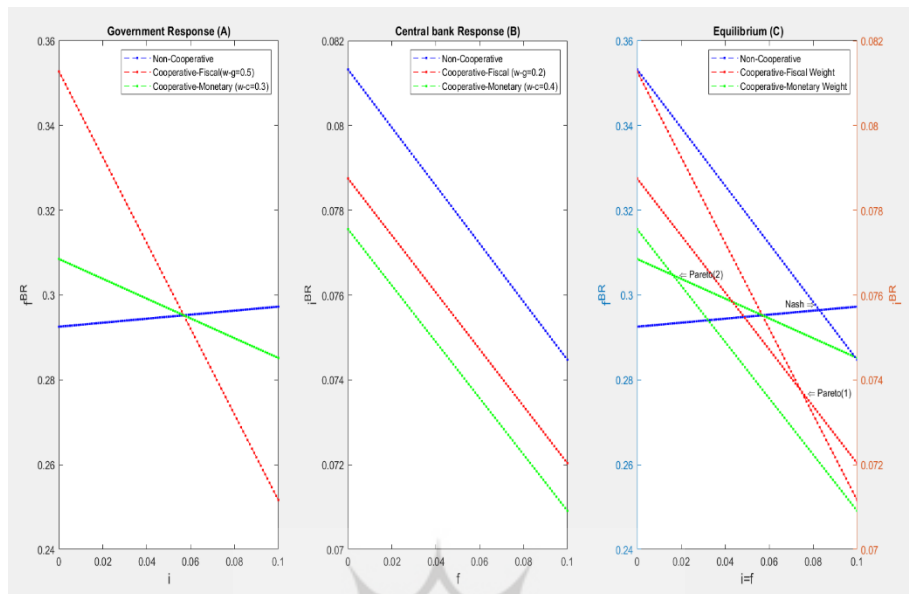
در این بخش، به بررسی نتایج حاصل از شبیه‌سازی معادلات استخراج شده در بخش (۴)، با استفاده از پارامترهای معرفی شده در بخش (۵) خواهیم پرداخت. ابتدا توابع پاسخ دو سیاست‌گذار پولی و مالی در چارچوب بازی‌های همکارانه و غیرهمکارانه بر اساس نمودار (۱) بررسی می‌شود. با توجه به نمودار، می‌توان مشاهده کرد که در استراتژی همکارانه نسب به رفتار غیرهمکارانه و با فرض وزن مقام مالی $w_g = 0.5$ ، با افزایش نرخ بهره اسمی سیاستی، تابع واکنش مقام مالی انقباضی‌تر است. به بیان دیگر، برای دستیابی به رشد پایدار اقتصادی با افزایش نرخ بهره سیاستی بانک مرکزی جهت ثبات قیمت‌ها، سطح کسری بودجه کمتری در سناریوی هماهنگی توسط دولت منتشر می‌شود و دولت با انضباط مالی بهتری به تغییرات نرخ بهره سیاستی پاسخ می‌دهد. چرا که در این وضعیت دولت علاوه بر اهمیت به ثبات کسری بودجه، به دنبال ثبات تورم و کاهش انحراف نرخ بهره از سطح طبیعی‌اش است. از طرف دیگر تابع بهترین پاسخ بانک مرکزی نشان می‌دهد که با فرض وزن $w_c = 0.5$ ، مقام پولی با نرخ بهره اسمی کمتر در بازی همکارانه نسبت به بازی غیرهمکارانه به این تغییرات پاسخ می‌دهد. از طرف دیگر بر اساس نمودار تعادل (نمودار C)، زمانی که دو مقام وزن‌های مشابهی و قدرت چانه‌زنی یکسانی را در توابع زیان خود لحاظ می‌کنند، مشاهده می‌شود که برای تثبیت سطح قیمت‌ها تورم و رشد پایدار اقتصادی، در یک بازی هماهنگ شده بین دو سیاست‌گذار تعادل پارتو در سطح پایین‌تری نسبت به تعادل نش شکل می‌گیرد. به این معنا که نرخ بهره در سطح پایین‌تر و کسری بودجه نیز در سطح پایین‌تری تثبیت می‌شود و در این وضعیت برای دستیابی به اهداف مدنظر و هماهنگ دو سیاست‌گذار، به طور همزمان مقام مالی استراتژی سیاست انقباضی‌تر و مقام پولی استراتژی سیاست انبساطی‌تر نسبت به وضعیت استقلال دو بازیکن از یکدیگر اعمال می‌کنند.



شکل ۱. توابع پاسخ بهینه دو سیاست‌گذار در بازی همکارانه و غیرهمکارانه

منبع: یافته‌های پژوهش.

در ادامه به بررسی اثرات تغییر وزن‌های دو مقام پولی و مالی در تابع زیان و بررسی اثرات آن خواهیم پرداخت. مقادیر بالاتر وزن مقام مالی به تابع هدف بانک مرکزی در تابع زیان خود نشان‌دهنده اهمیت اهداف بانک مرکزی توسط دولت و بالعکس خواهد بود. با توجه به نمودار (۲)، زمانی که در یک وضعیت همکاری دولت وزن بیشتری به اهداف بانک مرکزی در تابع زیان خود در نظر می‌گیرد ($w_g = 0/5$ در مقابل $w_c = 0/3$)، در این وضعیت در نرخ‌های بهره بالاتر، شاهد کاهش کسری بودجه در اقتصاد هستیم و در مقابل، در زمان استقلال دو بازیکن با افزایش نرخ بهره سیاستی، کسری بودجه در حال افزایش است. همچنین در نمودار (ب) مشاهده خواهیم کرد که تابع بهترین پاسخ بانک مرکزی زمانی که بانک مرکزی وزن بیشتری به اهداف سیاستی دولت در تابع زیان خود می‌دهد، پایین‌تر است. همچنین نمودار تعادل نشان می‌دهد که زمانی که یک بازی همکارانه بین دولت و بانک مرکزی اتخاذ شود و دولت نیز اهمیت بیشتری به اهداف بانک مرکزی دهد، در این وضعیت تعادل در سطح پایین‌تری قرار دارد (تعادل پارتو ۱ در مقابل تعادل پارتو ۲ در نمودار C). همچنین تعادل نش نسبت به دو تعادل دیگر در وضعیت بالاتری تثبیت شده است.



شکل ۲. توابع پاسخ بهینه دو سیاست‌گذار در بازی همکارانه و غیرهمکارانه با وزن‌های متفاوت

منبع: یافته‌های پژوهش.

ب- سناریو (۲): بررسی عددی تغییر در پارامترها

در این بخش به بررسی تحلیل حساسیت در پارامترهای موجود بر تعادل خواهیم پرداخت و از طرف دیگر می‌توانیم توابع زیان دو سیاست‌گذار را در وضعیت تعادلی محاسبه نماییم. همانطور که از جدول (۲) مشخص است بر اساس پارامترهای پایه‌ای، در تعادل بازی همکارانه کسری بودجه برابر ۰/۲۹۴۶ و این میزان در بازی غیرهمکارانه برابر ۰/۲۹۵۴ می‌باشد که نشان‌دهنده پایین‌تر بودن سطح کسری بودجه تعادلی زمانی است که دو سیاست‌گذار اهداف خود را با یکدیگر هماهنگ می‌کنند. همچنین در این وضعیت نرخ بهره تعادلی بازی همکارانه پایین‌تر از بازی غیرهمکارانه است. از طرف دیگر تابع زیان دولت در سناریوی هماهنگی پایین‌تر در حالی که تابع زیان بانک مرکزی بالاتر می‌باشد.

همچنین با تغییر پارامتر نااطمینانی دولت از ۰/۲ به ۰/۳ در این وضعیت در هر دو بازی هماهنگی و استقلال دو مقام نسبت به مدل پایه‌ای، کسری بودجه تعادلی افزایش می‌یابد و از

طرف دیگر تابع زیان دولت و بانک مرکزی در بازی همکارانه به ترتیب به $0/0036$ و $0/0025$ است. دیگر نتایج نشان می‌دهد که با افزایش وزن نسبت داده شده به تورم توسط مقام مالی در تابع قید، در این وضعیت در تعادل پارتو کسری بودجه به $0/4072$ افزایش می‌یابد و نرخ بهره سیاستی نیز برابر $0/1669$ می‌شود و این رقم در بازی غیرهمکارانه به ترتیب برابر $0/4526$ و $0/1496$ نشان دادن می‌شود. همچنین هر چه اهمیت وزن سیاست پولی توسط مقام مالی افزایش یابد در این وضعیت نسبت به حالت پایه‌ای، سطح تعادلی کسری بودجه کاهش و همچنین زیان دولت نیز کاهش می‌یابد.

در ادامه بر اساس جدول (۳)، زمانی که وزن‌های دو مقام به توابع اهداف رقیب برابر صفر باشد (یعنی در یک بازی غیرهمکارانه باشیم)، سطح محصول تعادلی و تورم به ترتیب برابر $0/1005$ و $0/1962$ می‌باشد، در حالی که با افزایش وزن به $0/2$ سطح تولید تعادلی در اقتصادی به $0/1006$ افزایش و نرخ تورم به $0/1973$ افزایش می‌یابد. همچنین در این وضعیت تابع زیان دولت کاهش و تابع زیان بانک مرکزی افزایش می‌یابد. از طرف دیگر زمانی که دو سیاست‌گذار وزن‌های متفاوتی را در تابع زیان خود در نظر گیرند نتایج متفاوت ارائه می‌شود. به طوری که برای $W_g = 0$ و $W_c = 0/3$ ، در این وضعیت سطح محصول تعادلی برابر $0/1006$ و تورم $0/1962$ و تابع زیان دولت و بانک مرکزی به ترتیب $0/0047$ و $0/0002$ ثبت می‌گردد. در حالی که برای وزن‌های $W_g = 0$ و $W_c = 0/3$ ، محصول تعادلی برابر $0/1004$ و تورم تعادلی نیز برابر $0/1982$ می‌باشد. از طرف دیگر با تغییر پارامتر ناعلمیانی از $0/2$ به $0/1$ در این وضعیت مشاهده می‌شود که سطح محصول تعادلی در تمامی وزن‌ها نسبت به مدل پایه‌ای افزایش می‌یابد.

جدول ۲. نتایج شبیه‌سازی مدل تعادلی در بازی همکارانه

تغییرات در ضرایب				پارامتر				بازی همکارانه بین دولت و بانک مرکزی با وزن یکسان دو مقام به توابع قید رقیب $w_g = w_c = 0.4$				بازی غیرهمکارانه بین دولت و بانک مرکزی با وزن صفر $w_g = w_c = 0$			
تعادل پارتو ابزار سیاستی دولت	تعادل پارتو ابزار سیاستی بانک مرکزی	تعادل پارتو ابزار سیاستی بانک مرکزی	تعادل پارتو ابزار سیاستی دولت	تابع زیان دولت	تابع زیان دولت	تابع زیان دولت	تابع زیان دولت	تعادل نش ابزار سیاستی دولت	تعادل نش ابزار سیاستی بانک مرکزی	تعادل نش ابزار سیاستی بانک مرکزی	تابع زیان دولت	تعادل نش ابزار سیاستی دولت	تعادل نش ابزار سیاستی بانک مرکزی	تابع زیان دولت	تابع زیان دولت
تغییر بر اساس مدل پایه ای	تغییر در متغیر نااطمینانی دولت	تغییر θ از ۰/۲ به ۰/۳	تغییر γ از ۰/۰۵ به ۰/۰۶	تغییر ρ از ۰/۰۵ به ۰/۰۶	تغییر φ از ۰/۳۷ به ۰/۵	تغییر δ از ۰/۳۹ به ۰/۵	تغییر β از ۰/۰۲- به ۰/۰۱-	تغییر τ از ۱/۵۵ به ۱/۹۰	تغییر μ از ۰/۹۹- به ۰/۵-	تغییر ω از ۰/۰۳- به ۰/۰۱-	تغییر w_g از ۰/۴ به ۰/۵	تغییر w_c از ۰/۴ به ۰/۵	-	-	-
۰/۲۹۴۶	۰/۰۵۷۸	۰/۰۴۰	۰/۰۲۸	۰/۲۹۵۴	۰/۰۶۱۱	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۰۲	۰/۳۹۰۱	۰/۰۵۱۴	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۲۵	۰/۳۹۱۳	۰/۰۵۴۵	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۰۳
۰/۲۸۳۵	۰/۰۵۸۵	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۲۸	۰/۲۸۴۱	۰/۰۶۱۹	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۰۲	۰/۲۹۴۱	۰/۰۵۸۶	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۲۸	۰/۲۹۵۵	۰/۰۶۱۹	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۰۲
۰/۴۰۷۲	۰/۱۶۶۹	۰/۰۱۲۱	۰/۰۰۸۲	۰/۴۵۲۶	۰/۱۴۹۶	۰/۰۲۱۸	۰/۰۰۰۱	۰/۳۲۷۴	۰/۰۴۲۶	۰/۰۰۵۴	۰/۰۰۴۰	۰/۳۲۰۳	۰/۱۰۳۹	۰/۰۱۲۰	۰/۰۰۰۴
۰/۲۶۱۶	۰/۰۶۹۶	۰/۰۰۴۷	۰/۰۰۳۲	۰/۲۶۱۶	۰/۰۷۳۳	۰/۰۰۷۸	۰/۰۰۰۱	۰/۲۶۴۲	۰/۱۱۹۰-	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۲۴	۰/۲۶۸۲	۰/۰۵۹۴-	۰/۰۰۲۵	۰/۰۰۳۳
۰/۲۸۷۲	۰/۰۶۳۱	۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۲۹	۰/۲۸۷۶	۰/۰۶۶۶	۰/۰۰۶۹	۰/۰۰۰۲	۰/۴۰۰۸	۰/۱۷۰۶	۰/۰۱۰۴	۰/۰۰۷۰	۰/۳۸۶۷	۰/۱۸۱۳	۰/۰۱۷۵	۰/۰۰۰۱
۰/۲۹۴۳	۰/۰۵۷۸	۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۲۸	-	-	-	-	۰/۲۹۵۸	۰/۰۵۶۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۳۴	-	-	-	-

منبع: یافته‌های پژوهش.

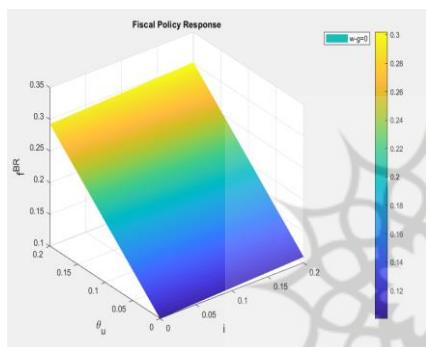
جدول ۳. مقادیر تعادلی سطح محصول و تورم در اقتصاد

تغییر نااطمینانی در اقتصاد	تغییر در وزن‌ها دولت و بانک مرکزی	مقادیر تعادل سطح محصول y^*	مقادیر تعادلی سطح تورم π^*	تابع زیان دولت $L_G(f)$	تابع زیان بانک مرکزی $L_C(i)$
$\theta_u = 0.2$	$w_g = w_c = 0$	۰/۱۰۰۵	۰/۱۹۶۲	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۰۲
	$w_g = w_c = 0.2$	۰/۱۰۰۶	۰/۱۹۷۳	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۱۵
	$w_g = w_c = 0.4$	۰/۱۰۰۳	۰/۱۹۹۳	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۲۸
$\theta_u = 0.2$	$w_g = 0.3$ $w_c = 0$	۰/۱۰۰۶	۰/۱۹۶۲	۰/۰۰۴۷	۰/۰۰۰۲
	$w_g = 0$ $w_c = 0.3$	۰/۱۰۰۴	۰/۱۹۸۲	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۲۱
	$w_g = 0.7$ $w_c = 0.3$	۰/۱۰۰۶	۰/۱۹۸۲	۰/۰۰۲۱	۰/۰۰۲۱
	$w_g = 0.3$ $w_c = 0.7$	۰/۰۹۹۷	۰/۲۰۶۸	۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۴۶
	$w_g = w_c = 0$	۰/۱۰۵۱	۰/۱۹۶۶	۰/۰۰۷۴	۰/۰۰۰۲
$\theta_u = 0.1$	$w_g = w_c = 0.2$	۰/۱۰۵۱	۰/۱۹۷۸	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۱۶
	$w_g = w_c = 0.4$	۰/۱۰۴۹	۰/۱۹۹۸	۰/۰۰۵۴	۰/۰۰۳۱

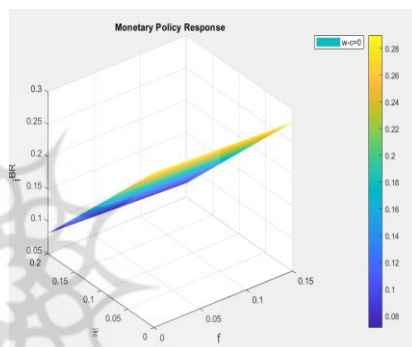
منبع: یافته‌های پژوهش.

ج- سناریو (۳): تحلیل در فضای سه بعدی تعادل

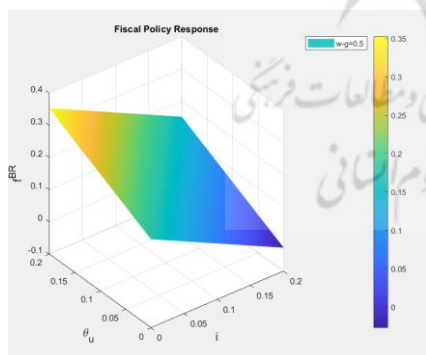
در این بخش نیز به تحلیل نمودار سه بعدی و حساسیت تابع پاسخ دو سیاست‌گذار به تغییر در وزن‌ها خواهیم پرداخت. نمودار (الف) نشان‌دهنده تغییرات تابع بهترین پاسخ مقام مالی در مقابل تغییر همزمان در نرخ بهره سیاستی و نااطمینانی در اقتصاد با وزن صفر می‌باشد. در حالی که نمودار (ج) همین تغییرات با وزن ۰/۵ را مورد بررسی قرار می‌دهد. مقایسه این دو نمودار نیز نشان می‌دهد زمانی که بانک مرکزی تابع زیان مقام مالی را در تابع هدف خود لحاظ و به آن اهمیت می‌دهد در این صورت نوسانات نرخ بهره کاهش و در مقادیر پایین‌تری تثبیت می‌گردد.



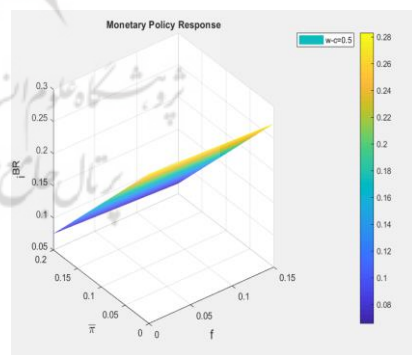
نمودار (الف): تابع بهترین پاسخ دولت در بازی غیرهمکارانه



نمودار (ب): تابع بهترین پاسخ بانک مرکزی در بازی غیرهمکارانه



نمودار (ج): تابع بهترین پاسخ دولت در بازی همکارانه



نمودار (د): تابع بهترین پاسخ بانک مرکزی در بازی همکارانه

شکل ۳. تحلیل بهترین پاسخ در فضای سه بعدی

منبع: یافته‌های پژوهش.

۶- جمع‌بندی و پیشنهادات

ایجاد سازوکارها و ابزارهای هماهنگی مناسب سیاست‌های پولی و مالی، پیش شرط دستیابی به اهداف نهایی دو سیاست‌گذار است، زیرا در غیر این صورت، وجود سیاست‌های مجزا (مستقل) و اهداف متضاد، باعث ایجاد روندهای واگرا در اقتصاد کلان می‌شوند. سیاست‌گذاران پولی و مالی هر کدام باید نقش خود را به خوبی در اقتصاد ایفا کنند به طوری که سیاست‌گذاران پولی از طریق ابزار نرخ بهره به دنبال ثبات قیمت‌ها هستند و سیاست‌گذاران مالی از طریق ابزار بودجه‌ای به دنبال ایجاد رشد پایدار و متعادل در اقتصاد می‌باشند. با این حال در این مطالعه با در نظر گرفتن اینکه سیاست‌گذار مالی ممکن است با عدم اطمینان در مورد اثرات سیاست‌های خود مواجه شوند، بازی بین دو مقام پولی و مالی در چارچوب بازی همکارانه و غیرهمکارانه (استقلال دو مقام) طراحی شد. در این بازی ترکیبی، تعادل نش در بازی غیرهمکارانه و تعادل پارتو در بازی همکارانه با فرض اینکه واکنش یک بازیکن (بانک مرکزی یا دولت) بهترین پاسخ به تصمیمات بازیکن دیگر (بانک مرکزی یا دولت) می‌باشد طراحی شده است. به طوری که در تعادل سطح کسری بودجه و نرخ بهره سیاستی به متغیرهای نرخ تورم هدف و نرخ تورم اولیه، نرخ محصول هدف و نرخ محصول اولیه، نرخ کسری بودجه هدف و نااطمینانی در اقتصاد وابسته هستند. هماهنگی بین دو بازیکن طوری شکل گرفته است که یک بازیکن در بررسی اهداف خود، ترجیحات و آرزوهای بازیکن دیگر را با یک وزن مشخص در تابع خود در نظر می‌گیرد؛ به طوری که دولت در تابع هدف خود به ترجیحات بانک مرکزی توجه خواهد کرد و بالعکس بانک مرکزی نیز علاوه بر هدف سیاست پولی خود، وزنی را بابت اهمیت ترجیحات دولت در نظر خواهد گرفت. نتایج کلی این تحقیق نشان می‌دهد که الگوی همکاری بین دولت و بانک مرکزی از شرایط بهتری در تعدیل اقتصادی در واکنش به متغیرهای کلان اقتصادی برخوردار است. زمانی که دولت و بانک مرکزی به جای استراتژی استقلال، استراتژی هماهنگی را در پیش بگیرند از این رو سطح تولید تعادلی بالاتر و تورم پایین‌تری در اقتصاد تثبیت می‌شود و از طرف دیگر رفاه جامعه نیز افزایش خواهد یافت؛ به طوری که بانک مرکزی و دولت کاهش زیان در تابع اهداف را تجربه خواهند کرد. از طرف دیگر با کاهش نااطمینانی در اقتصاد نیز سطح محصول تعادلی در جامعه افزایش می‌یابد و

در تعدادل پارتو و تعدادل نش، سطح کسری بودجه تعدادلی مقام مالی کاهش می‌یابد. دیگر نتایج حاکی از آن است که در بازی همکارانه نسب به بازی غیرهمکارانه با افزایش نرخ بهره سیاستی، تابع واکنش مقام مالی انقباضی‌تر است و برای دستیابی به رشد پایدار با افزایش نرخ بهره سیاستی بانک مرکزی، کسری بودجه کمتری در استراتژی هماهنگی توسط دولت منتشر می‌شود که نشان دهنده انضباط مالی دولت در این مکانیسم است. از این رو با توجه به نتایج بدست آمده در این مطالعه می‌توان پیشنهاد کرد که چنانچه دو سیاست‌گذار پولی و مالی به جای رفتار مستقل از یکدیگر و دنبال کردن اهداف فردی خود، وارد یک بازی همکارانه با یکدیگر شوند و برای رسیدن به اهداف خود با هم تعامل کنند از این رو به پیامدهای مطلوب‌تری در اقتصاد دست خواهند یافت. از طرف دیگر هر چقدر این دو مقام در فرآیند همکاری، وزن بیشتری به تابع هدف رقیب دهند می‌تواند نتایج مطلوب‌تری برای کل رفاه جامعه به ارمغان بیاورند. از این رو برای عملیاتی کردن این تعامل، نیاز است تا نهاد ثالثی که توسط دو مقام مورد پذیرش است وارد بازی شود و توابع هدف این دو سیاست‌گذار را از طریق مذاکره به یکدیگر نزدیک نمایند تا از این طریق حاکمیت و سلطه مالی را نیز از بین ببرد.

ملاحظات اخلاقی

کلید موازین اخلاقی پژوهشی در این تحقیق رعایت شده است.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد.

منابع

توکلیان، حسین، طاهرپور، جواد، و محسن‌پور، فرزاد. (۱۳۹۸). هماهنگی و اثر متقابل سیاست‌های مالی و پولی در اقتصاد ایران: یک الگوی تعدادل عمومی پویای تصادفی. *فصلنامه پژوهش و سیاستهای اقتصادی*، ۲۷(۹۰)، ۱۹۵-۲۴۱.

محتشمی، مینا، احسانی، محمدعلی، و فیضی، مهدی. (۱۳۹۹). تحلیل رفاهی تعامل بین دولت و بانک مرکزی در چارچوب بازی‌های سیاستی. *فصلنامه اقتصاد و الگوسازی*، ۱۱ (۳)، ۳۱-۱.

محمودی نیا، داود، و زیدآبادی، اطهره. (۱۳۹۹). بررسی تعامل رفتار دولت و بانک مرکزی در یک بازی رهبر-پیرو با وجود صرف ریسک (کاربردی از بازی دیفرانسیلی غیر خطی). *فصلنامه اقتصاد مالی*، ۱۴ (۵۴)، ۱۰۷-۱۳۵.

محمودی نیا، داود. (۱۴۰۲). *نظریه بازی‌های مقدماتی؛ کاربرد در اقتصاد و سایر رشته‌ها* (جلد اول). رفسنجان: انتشارات دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان.

محمودی نیا، داود، بخشی دستجردی، رسول، و جعفری، سمیه. (۱۳۹۶). استخراج قاعده بهینه سیاست پولی و مالی در چارچوب نظریه بازی‌ها: کاربردی از مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی. *فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، ۴ (۴)، ۱۴۳-۱۷۴.

محمودی نیا، داود، دلای اصفهانی، رحیم، انجوردا، جکوب، و بخشی دستجردی، رسول. (۱۳۹۵). نظریه بازی‌ها و نقش آن در تعیین سیاست‌های بهینه در تقابل استراتژیک بین سیاست‌گذار پولی و مالی (کاربردی از نظریه بازی‌های دیفرانسیلی و استاکلبرگ). *فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی*، ۵ (۱۸)، ۱-۱۸.

هاشم‌لو، بهاره، حقیقت، جعفر، صادقی، حسین، عاقلی، لطفعلی، و نوبهار، الهام. (۱۳۹۸). تحلیل رفتار متقابل بانک مرکزی و سازمان برنامه و بودجه (مطالعه موردی ایران با استفاده از نظریه بازی‌ها). *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۷ (۹۲)، ۱۷۵-۱۳۳.

Aarle, B. V., Engwerda, J. C., & Plasmans, J. (2002) Monetary and Fiscal Policy Interaction in the EMU: A Dynamic Game Approach. *Annals of Operations Research*, 109, 229–264

Alesina, A., & Tabellini, G. (1987). Rules and Discretion with No coordinated Monetary and Fiscal Policies. *Economic Inquiry*, 25(4), 619-630.

Bartolomeo, D.G., Giuli, F., & Manzo, M. (2009). Policy Uncertainty, Symbiosis, and the Optimal Fiscal and Monetary Conservativeness. *Empirica*, 36, 461–474.

Bartolomeo, G., & Giuli, F. (2011). Fiscal and Monetary Interaction under Monetary Policy Uncertainty. *European Journal of Political Economy*, 27, 369–37.

Bruin, D. B. (2005). Game Theory in Philosophy. *Topoi*, 24, 197–208.

Buti, M., Larch, M., & Balboni, F. (2009). Monetary and Fiscal Policy Interactions in the EMU when Cyclical Conditions are Uncertain. *Empirica*, 36(1), 21-44. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s10663-008>

Büyükbaşaran, T., Çebi, C., & Yılmaz, E. (2020). Interaction of Monetary and Fiscal Policies in Turkey. *Central Bank Review*, Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cbrev.2020.03.001>

Chakraborty, L. S., & Harikrishnan, S. (2022). COVID-19 and Fiscal-Monetary Policy Coordination: Empirical Evidence from India. *Levy Economics Institute, Working Papers Series*, 1002(2022), Retrieved from <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4028927>

Cochrane, J. (2009). Understanding Fiscal and Monetary Policy in 2008-2009. *Federal Reserve Bank of Chicago*. Retrieved from <https://www.chicagofed.org/~media/others/research/research-calendarattachments/seminars-2009/sem-cochrane062609-pdf.pdf>

Corley, H. W. (2017). Normative Utility Models for Pareto Scalar Equilibria in n-Person, SemiCooperative Games in Strategic Form. *Theoretical Economics Letters*, 7, 1667-1686.

Demid, E. (2018). Fiscal and Monetary Policy: Coordination or Conflict? *International Economic Journal*, 32(4), 547-571. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/10168737.2018.1534133>

Dixit, A., & Lambertini, L. (2003). Symbiosis of Monetary and Fiscal Policies in a Monetary Union. *Journal of International Economics*, 60(2), 235-247.

Dixit, A., Skeath, S., & Reiley, D. (2015). *Games of Strategy* (Fourth Ed.). New York: W. W. Norton.

Dwobeng, E., & Corley, H. (2022). Forming Coalitions in Normal-Form Games. *Theoretical Economics Letters*, 12, 1472-1488.

Engwerda, J. C. (2005). *LQ Dynamic Optimization and Differential Games*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Engwerda, J. C., Bas Van Aarle, B., Plasmans, J., & Weeren, A. (2013). Debt Stabilization Games In The Presence Of Risk Premia. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 37, 2525-2546.

Engwerda, J., Mahmoudinia, D., & Dalali Isfahani, R. (2016). Government and Central Bank Interaction under Uncertainty: A Differential Games Approach. *Iranian Economic Review*, 20(2), 225-259.

Favero, C. A. (2004). Comments on Fiscal and Monetary Policy Interactions: Empirical Evidence on Optimal Policy Using a Structural New-Keynesian Model. *Journal of Macroeconomics*, 26, 281–285.

Hashemlou, B., Haghighat, J., Sadeghi, H., Agheli, L., & Nobahar, E. (2020). Analyzing the Interaction between the Central Bank and the Plan and Budget Organization (A Case Study of Iran Using Game Theory). *Quarterly Journal of Economic Research and Policies*, 27(92), 133-175. (In Persian).

Kirsanova, T., Stehn, S. J., & Vines, D. (2005). The Interactions between Fiscal Policy and Monetary Policy. *Oxford Review of Economic Policy*, 21(4), 532–564.

Kuttner, K. N. (2002). The Monetary-Fiscal Policy Mix: Perspectives from the U.S. *The conference on The Monetary Policy Mix in the Environment of Structural Changes, sponsored by the National Bank of Poland*, October 24–25, 2002.

Lambertini, L., & Rovelli, R. (2005). Monetary and Fiscal Policy Coordination and Macroeconomic Stabilization. A Theoretical Analysis. *Dipartimento di Scienze Economiche Università di Bologna*, Retrieved from <https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm?abstractid=380322>

Lane, P. (2004). *Monetary-fiscal Interactions in an Uncertain World: Lessons for European Policymakers* (Doctoral Dissertation). Trinity College, Dublin.

Leitemo, K. (2004). A Game between the Fiscal and the Monetary Authorities under Inflation Targeting. *European Journal of Political Economy*, 20, 709–724

Mahmoudinia, D. (2023). *Introductory Game Theory (Application in Economics and Other Fields)*, 1. Rafsanjan: Vali-e- Asr University of Rafsanjan (In Persian).

Mahmoudinia, D., & Zeid Abadi, A. (2021). The Interaction of the Government and Central Bank Behavior in a Leader-Follower Game despite of the Risk Premium. *Financial Economics*, 15(54), 107-135 (In Persian).

Mahmoudinia, D., Bakhshi Dastjerdi, R., & Jafari, S. (2018). Extraction of Optimal Fiscal and Monetary Policy Rules in Framework of Game Theory: Application of Dynamic Stochastic General Equilibrium Model. *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, 4(15), 143-174 (In Persian).

Mahmoudinia, D., Dallali Esfahani, R., Engwerda, J., & Bakhshi Dastjerdi, R. (2016). Game Theory and Its Role in Determining Optimal Policies and Strategic Interaction between Fiscal and Monetary Policymakers (Application of Differential Game Theory and Stackelberg Games). *Applied Economics Studies Iran*, 5(18), 1-34 (In Persian).

Mohtashami, M., Ehsani, M. A., & Feizi, M. (2020). A Welfare Analysis of Interactions between Government and Central Bank: The Policy Games Approach. *Journal of Economics and Modelling*, 11(43), 1-31 (In Persian).

Ng'Ang'A, W. I., Chevallier, J., Wagura Ndiritu, S. (2019). Investigating Fiscal, Monetary Policies Coordination and Public Debt in Kenya: Evidence from Regime-Switching and Self-Exciting Threshold Autoregressive Models. *Economics Discussion Papers*, 2019-40, 1-37.

Sargent, T. J., & Wallace, N. (1981). Some Unpleasant Monetarist Arithmetic. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 5(3), 1-17.

Saulo, H., Rêgo, L. C., & Divino, J. A. (2013). Fiscal and Monetary Policy Interactions: A Game Theory Approach. *Ann Oper Res*, 206, 341–366.

Šehović, D. (2013). General Aspects of Monetary and Fiscal Policy Coordination. *Journal of Central Banking Theory and Practice*, 3, 5-27

Semmler, W., & Haider, A. (2018). Cooperative Monetary and Fiscal Policies in the Euro Area. *Southern Economic Journal*, 85(1), 217–234.

Stawska, J., Malaczewski, M., Malaczewska, P., & Stawasz-Grabowska, E. (2023). The Central Bank or the Government – Who Really Dictates the Terms of the Policy-Mix Cooperation in Economies with an Independent Monetary Policy. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(2), 2142258.

Tavakolian, H., & Taherpoor, J. (2022). Fiscal and Monetary Policy Interaction in Iran: A TVP-VARMA Model. *Iranian Economic Review*, 26(3), 637-665.

Tavakolian, H., Taherpour, J., & Mohsenpour, F. (2019). Monetary and Fiscal Policy Interaction in Iran: A Dynamic Stochastic General Equilibrium Approach. *Quarterly Journal of Economic Research and Policies*, 27(90), 195-241 (In Persian).

Tijs, S. (2003). *Introduction to Game Theory*. Delhi: Hindustan Book Agency

Togo, E. (2007). Coordinating Public Debt Management with Fiscal and Monetary Policies: An Analytical Framework. *Policy Research Working Paper*, 4369, http://treasury.worldbank.org/bdm/pdf/3_CoordinatingPDMwithFiscalandMonetaryPolicies_Togo.pdf

Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. New Jersey: Princeton University Press.

Woroniecka – Leciejewicz, I. (2015). Equilibrium Strategies in Fiscal-Monetary Game. *A Simulation Analysis Operations Research and Decisions*, 2, Retrieved from <https://doi.org/10.5277/ord150205>

Yeung, D. W. K., & Petrosyan, L. A. (2005). Subgame Consistent Solutions for a Class of Cooperative Stochastic Differential Games with Nontransferable Payoffs. *Journal of Optimization Theory and Applications*, 124, 701–724.

پیوست:

جدول ۴. نتایج حاصل از مدل (۲)

TSLs	GMM	OLS	متغیرها وابسته π	متغیر مستقل
1/55* (7/37)	1/55* (4/32)	1/55* (7/37)		سطح محصول در اقتصاد (y)
-0/99* (-27/1)	-0/99* (-17/2)	-0/99* (-27/1)		نرخ بهره در اقتصاد (i)
0/03* (3/86)	0/03** (2/27)	0/03* (3/86)		سطح کسری بودجه در اقتصاد (f)
0/95 283/9[0/00]	0/95 -	0/95 283/9[0/00]	R^2 آماره F آماره J	
	0/01			

منبع: یافته‌های پژوهش.

یادداشت: *، و ** به ترتیب نشان‌دهنده معناداری در سطح خطای ۱ و ۵ درصد می‌باشد. آمار t در پرانتز می‌باشد.

جدول ۵. نتایج حاصل از مدل (۵)

TSLs	GMM	OLS	متغیرها وابسته y	متغیر مستقل
0/37* (7/37)	0/37* (8/66)	0/37* (7/37)		سطح تورم (π)
0/39* (8/03)	0/39* (10/5)	0/39* (8/03)		نرخ بهره در اقتصاد (i)
-0/002* (-9/66)	-0/002* (-9/58)	-0/002* (-9/66)		سطح کسری بودجه در اقتصاد (f)
0/84 71/9[0/00]	0/84 -	0/84 71/9[0/00]	R^2 آماره F آماره J	
	0/001			

منبع: یافته‌های پژوهش.

یادداشت: *، و ** به ترتیب نشان‌دهنده معناداری در سطح خطای ۱ و ۵ درصد می‌باشد. آمار t در پرانتز می‌باشد.