

Research Paper

Achieving the Nash and Stackelberg Equilibrium in a Strategic Game between the Government and the Central Bank, Assuming the Uncertainty of the Financial Authority in Obtaining the Budget

Davoud Mahmoudinia^{*1} , Davoud Foroutannia² ¹ Economic Department, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran, Email: D.Mahmoudinia@vru.ac.ir² Department of Mathematics, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran, Email: foroutan@vru.ac.ir

10.22080/IEJM.2024.26710.2044

Received:

February 5, 2024

Accepted:

February 19, 2024

Available online:

February 20, 2024

Keywords:Nash equilibrium,
Stackelberg equilibrium,
monetary policies,
financial policies,
government budget,
uncertainty**JEL Classification:**

C72, E52, E6, O53

Abstract

The purpose of this study is to investigate the interaction of behavior between two important players in the economy, namely the government and the central bank, despite the uncertainty of the government in achieving a certain level of budget. The goal of the government is to achieve the highest growth of the economy with the help of budgetary tools, and the goal of the central bank is to stabilize prices using the policy tool of interest rates. The existence of independence between two authorities was analyzed in the framework of two non-cooperative games and the leader-follower game (Stackelberg) based on the existing parameters in Iran's economy. The results of this research show that both the government's response to the increase in the political interest rate and the central bank's response to the increase in the government's budget deficit are expansionary. On the other hand, in the Nash equilibrium, an increase in the uncertainty variable of the government causes an increase in the loss function of the government and the central bank. Moreover, the change in the weight attributed to inflation by the financial authority in the constraint function causes the government's policy instrument to decrease in the Nash equilibrium. Therefore, it is recommended for both policies to always give significant weight to the inflation rate in their loss function in presenting their policy package and try to present a game in the case of independence of two politicians, in which the government plays the role of the leader and the central bank should play the role of follower.

***Corresponding Author:** Davoud Mahmoudinia**Address:** Vali-e-Asr University of Rafsanjan,
Rafsanjan, Iran**Email:** D.Mahmoudinia@vru.ac.ir



Extended Abstract

1. Introduction

The issue of strategic interaction between the government and the central bank has been discussed and investigated as an important issue among economic theorists during recent decades. Economic theorists in the framework of different analytical techniques, including game theory, are looking for an answer to the question, under what rule, game, and by which policy tool can two monetary and financial policymakers interact or coordinate policy with each other in the best way achieving economic and stable results. On the other hand, one of the challenges faced by the government in Iran's economy in recent decades is achieving a certain and predetermined level of the budget, which has caused the deviation of the approved budget revenues from their actual values. This has provoked uncertainty in the government in achieving the desired revenues and the financial authority's inability to stabilize the budget deficit and debt. An increase in the budget deficit and weakness in financial policies can lead to an increase in the interest rate of money by the central bank and, as a result, an expected increase in inflation. In this study, the role of uncertainty in determining a certain level of the government's budget as a measurement error has been entered into the model of strategic confrontation between the monetary and financial authority and the consequences of this change will be analyzed.

2. Methods

The game between two monetary and financial authorities was analyzed in the framework of a non-cooperative game and a leader-follower game. For this purpose, the best response functions, Nash and

Stackelberg equilibrium, were extracted through the loss functions and constraints for two policymakers and their solution, and then simulation was done based on the existing parameters in Iran's economy. In this part, it is assumed that there are two players named government (financial position) and central bank (monetary position) in this game, each of which has its own independent goals and will use various tools to achieve them. The government aims to achieve the highest possible GDP growth, while the central bank tries to target inflation to ensure price stability. Each authority uses different policy tools to achieve its goals, such that the government will use the budget tool (deficit or surplus) and the central bank will use the interest rate tool.

3. Finding

The results show that in order to achieve the highest economic growth by the financial authority, the best response of the government to the increase in the interest rate of the central bank is to increase the level of the budget deficit in the economy. Moreover, with the increase of expansionary financial policies, the central bank also reacts to it with expansionary monetary policies. In addition, if the weight assigned to the interest rate by the monetary authority increases in the constraint function, it will cause the central bank's loss function to decrease and also move the equilibrium interest rate to the negative side.

4. Conclusion

In this game, it is assumed that the goal of the government is to achieve the highest economic growth with the help of budgetary tools and the goal of the central bank is to stabilize prices using the policy tool of interest rates. Both the central bank and the government are actors in the

decision, independent, and react optimally to each other's best decisions. After extracting the reaction function of the government and the central bank in two games, as well as the Nash and Stackelberg equilibrium equations, the equilibrium paths have been simulated based on the parameters of Iran's economy. The results of this research show that the government's best response to the central bank's interest rate increase is an expansionary fiscal policy. Also, in the Nash equilibrium based on the equal interest rate and budget deficit, the budget deficit level is 0.16 and the equilibrium interest rate is zero. On the other hand, with the increasing uncertainty of the government in achieving the budget deficit level, the loss function of the government and the central bank increases. Other results of

this research show that based on basic parameters, the government's loss function when the government acts as a leader is lower than when the central bank acts as a leader in the game.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors appreciate all the scientific consultants in this paper

علمی

دستیابی به تعادل نش و استاکلبرگ در یک بازی استراتژیک بین دولت و بانک مرکزی با فرض وجود نااطمینانی مقام مالی در دستیابی به بودجه

داود محمودی‌نیا^۱، داود فروتن‌نیا^۲ ID

^۱ عضو هیات علمی گروه اقتصاد دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ایران، ایمیل: D.Mahmoudinia@vru.ac.ir
^۲ عضو هیات علمی گروه ریاضی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ایران، ایمیل: foroutan@vru.ac.ir



10.22080/IEJM.2024.26710.2044

چکیده

هدف این مقاله بررسی تعامل رفتار بین دو بازیکن مهم در اقتصاد یعنی دولت و بانک مرکزی با وجود عدم اطمینان دولت در دستیابی به سطح مشخصی از بودجه می‌باشد. هدف دولت رسیدن به بالاترین رشد اقتصاد با کمک ابزار بودجه‌ای و هدف بانک مرکزی نیز ثبات قیمت‌ها با استفاده از ابزار سیاستی نرخ بهره است. از این رو بازی بین دو مقام پولی و مالی در چارچوب بازی غیرهمکارانه و بازی رهبر- پیرو (استاکلبرگ) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای این منظور ابتدا از طریق توابع زیان و قیود برای دو سیاست‌گذار و حل آن، توابع بهترین پاسخ و تعادل نش و تعادل استاکلبرگ استخراج شد و سپس بر اساس پارامترهای موجود در اقتصاد ایران شبیه‌سازی صورت گرفت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که پاسخ دولت به افزایش نرخ بهره سیاستی، انبساطی و پاسخ بانک مرکزی نیز به افزایش کسری بودجه دولت انبساطی می‌باشد. از طرف دیگر در تعادل نش افزایش متغیر نااطمینانی دولت سبب افزایش در تابع زیان دولت و بانک مرکزی می‌شود. دیگر نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که پیامد حاصل از بازی غیرهمکارانه بسیار نزدیک به زمانی است که دولت به عنوان رهبر و بانک مرکزی به عنوان پیرو عمل می‌کند و در این وضعیت تابع زیان اجتماعی پایین‌تر می‌باشد. همچنین تغییر در وزن نسبت داده شده به تورم توسط مقام مالی در تابع قید سبب کاهش ابزار سیاستی دولت در تعادل نش می‌شود. از این رو به هر دو سیاست پیشنهاد می‌گردد که همواره در ارائه بسته سیاستی خود وزن قابل توجهی در تابع زیان خود به نرخ تورم دهند و سعی شود در صورت استقلال دو سیاست‌گذار بازی را ارائه دهند که در آن دولت نقش رهبر و بانک مرکزی نقش پیرو را ایفا نماید.

تاریخ دریافت:

۱۶ بهمن ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش:

۳۰ بهمن ۱۴۰۲

تاریخ انتشار:

۱ اسفند ۱۴۰۲

کلیدواژه‌ها:

تعادل نش، تعادل استاکلبرگ، سیاست‌های پولی، سیاست‌های مالی، بودجه دولت، عدم اطمینان

طبقه‌بندی:

C72, E52, E6, O53

* نویسنده مسئول: داود محمودی‌نیا

آدرس: دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه ولی عصر (عج) ایمیل: D.Mahmoudinia@vru.ac.ir

رفسنجان، کرمان، ایران

۱ مقدمه

هماهنگی^۴ می‌شود. به طور کلی سیاست‌های پولی و مالی به منظور تثبیت فعالیت‌های اقتصادی و تضمین توسعه پایدار در کشور از طریق حفظ ثبات قیمت‌ها از طریق سیاست‌های پولی و حمایت از اشتغال کامل یا رشد اقتصادی بالا از طریق سیاست‌های مالی طراحی شده است (استاوسکا و همکاران^۵، ۲۰۱۹). سیاست‌گذاران و اقتصاددانان تقریباً در همه کشورهایی که سیاست‌های پولی و مالی مستقلی را اجرا می‌کنند، معتقدند که کشورهایشان از کسری بودجه و نرخ‌های بهره واقعی بالا رنج می‌برند که این عوامل پیامدهای از جمله بین رفتن سطح مطلوب سرمایه‌گذاری خصوصی و رشد بلندمدت تولید بالقوه را به دنبال دارد. این سند ترکیب نامطلوب سیاست‌های پولی-مالی یکی از ویژگی‌های چشم‌انداز اقتصاد کلان برای بیش از چند دهه بوده است. به طور معمول تصمیم‌گیرندگان در تعاملی گرفتار می‌شوند که آنها را در کسری‌های بودجه بالا و سیاست پولی انقباضی قفل گرفتار می‌سازد (نوردهاوس^۶، ۱۹۹۴). دستیابی به اهداف مدنظر مقامات پولی و مالی مستلزم استفاده از ابزارهای سیاستی مطلوب جهت اثر بخشی بالای سیاست‌های پولی و مالی می‌باشد اما رسیدن به این اهداف نیازمند هماهنگی میان دو سیاست‌گذار حوزه پولی و مالی می‌باشد. همچنین نوع رابطه ایجاد شده توسط هر دو مقام برای تعیین اینکه چگونه سیاست‌های آنها بر سطوح تورم، بدهی و رشد اقتصادی تأثیر می‌گذارد بسیار مهم و درخور توجه است و ترکیب سیاست‌های پولی و مالی با مشکلات و موانع مختلفی همراه است (آفونسو و همکاران^۷، ۲۰۱۹).

از طرف دیگر یکی از چالش‌های پیش روی دولت در اقتصاد ایران در طی دهه‌های اخیر دستیابی به سطح معینی و از پیش تعیین شده از بودجه عمومی دولت است که موجب انحراف درآمدهای بودجه‌ای

موضوع تقابل استراتژی بین دولت و بانک مرکزی در طی دهه‌های اخیر، به عنوان یک موضوع مهم و کلیدی در میان تئوریسین‌های اقتصادی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. نظریه‌پردازان اقتصادی در چارچوب تکنیک‌های تحلیلی متفاوت از جمله نظریه بازی به دنبال پاسخ به این سوال هستند که تحت چه قاعده، بازی و با استفاده از کدام ابزار سیاستی دو سیاست‌گذار پولی و مالی می‌توانند به تعامل یا هماهنگی سیاستی با یکدیگر به بهترین پیامد اقتصاد و باثبات دست یابند (محمودی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۵؛ دیکسیت و لامبرتینی^۱، ۲۰۰۳؛ دمید^۲، ۲۰۱۸). بسیاری از کارشناسان معتقدند در اقتصادهای متکی بر منابع طبیعی از جمله کشورهای با درآمد نفتی در اختیار دولت پیامدهای منفی از جمله شکل‌گیری سلطه نفتی، سلطه مالی، بی‌انضباطی مالی و عدم استقلال بانک مرکزی از مقام مالی بر این اقتصادها حاکم است و از این رو شناسی چگونگی هماهنگی و تقابل استراتژیک بین دو مقام پولی و مالی با استفاده از ابزارهای سیاستی متنوع، نقش مهمی در تثبیت متغیرهای کلان اقتصادی و رسیدن به یک سطح مطلوب از رفاه اجتماعی را به دنبال دارد. به طوری که سارجنت و والاس^۳ (۱۹۸۱) در چارچوب نظریه بازی نشان دادند که زمانی که سیاست مالی غالب بر سیاست پولی باشد، از این رو سیاست‌گذار پولی نمی‌تواند بر روی تورم کنترل دائمی داشته باشد و این مسئله برای کشورهای با سلطه مالی می‌تواند چالش‌هایی را برای دستیابی به اهداف سیاستی ایجاد کند.

در بررسی تعاملات بین سیاست‌های دولت و بانک مرکزی باید این موضوع را در نظر گرفت که اهداف این دو مقام از بسیاری جهات متفاوت و حتی گاهی در تضاد با یکدیگر است که منجر به مشکلات

⁴ Coordination problems

⁵ Stawska et al

⁶ Nordhaus

⁷ Afonso et al.

¹ Dixit & Lambertini

² Demid

³ Sargent and Wallace

نظریه بازی به تحلیل بازی ترکیبی بین سیاست‌گذار پولی و مالی در قالب بازی‌های غیرهمکارانه و استاکلیبرگ با فرض وجود نااطمینانی در دستیابی مقام مالی به سطح مشخصی از بودجه خواهیم پرداخت و اثرات تعادلی ناشی از این هماهنگی سیاستی را مورد ارزیابی قرار خواهیم داد و از این رو میزان اثرات ناشی از زیان اجتماعی در تعادل نش و استاکلیبرگ مورد کنکاش قرار خواهد گرفت. نوآوری مقاله را می‌توان در چندین بخش ارائه کرد: (۱) برخلاف مطالعه استاوسکا و همکاران (۲۰۱۹، ۲۰۲۱)، در این مطالعه برای تحلیل تعامل استراتژیک بین دو مقام پولی و مالی، نقش نااطمینانی در مدل وارد گردید و از طرف دیگر علاوه بر بازی غیرهمکارانه، بازی استاکلیبرگ نیز طراحی شده است و تعادل در این بازی نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت. (۲) از طرف دیگر بر خلاف مطالعه محمودی نیا و همکاران (۱۳۹۵) و انجوردا و همکارا (۲۰۱۶) که بازی با دو تابع زیان و یک قید را مورد بررسی قرار دادند، در این مطالعه بازی با دو تابع زیان و دو قید به همراه نقش نااطمینانی مورد تحلیل قرار خواهد گرفت. (۳) از طرف دیگر برخلاف سایر مطالعات از جمله بارتولومئو و جولی (۲۰۱۱) و بوتی و همکاران (۲۰۰۸) که تنها از طریق طراحی مدل ریاضی به دنبال پاسخ به سوالات در ارتباط با تقابل استراتژیک بین دو مقام بودند، در این تحقیق در کل بازی شبیه سازی از طریق پارامتردهی صورت گرفته است و نمودارها بر اساس اعداد واقعی مورد تحلیل قرار گرفتند.

از این رو ساختار این مطالعه به این صورت خواهد بود که در بخش دوم ادبیات موضوع و مبانی نظری مطرح خواهد شد. در بخش سوم پیشینه پژوهش بررسی می‌شود. مدل پایه‌ای در بخش چهارم معرفی خواهد شد. در بخش پنجم بازی‌های غیرهمکارانه و بخش ششم بازی رهبر-پیرو از جنبه ریاضی تحلیل خواهد شد. تجزیه و تحلیل تجربی و پارامتردهی در بخش هفتم ارائه می‌شود و در نهایت

مصوب از مقادیر واقعی آن شده است که این مهم سبب نااطمینانی دولت در دستیابی به درآمدهای مدنظر و در نتیجه عدم توانایی مقام مالی در تثبیت کسری بودجه و بدهی می‌شود. افزایش در کسری بودجه و ضعف در سیاست‌های مالی می‌تواند منتهی به افزایش حق‌الضرب پول توسط بانک مرکزی و در نتیجه افزایش تورم انتظاری شود. حساس‌پذیر بودن درآمدهای دولت به بخش نفت، نوسانات نرخ ارز، تحریم‌های اقتصاد، سیستم مالیات ستانی 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. از این رو در این مطالعه نقش نااطمینانی در تعیین سطح معینی از درآمد بودجه دولت به عنوان خطای اندازه‌گیری وارد مدل تقابل استراتژیک بین مقام پولی و مالی شده است و از این رو پیامدهای ناشی از این تغییر را تحلیل خواهیم کرد. لین^۱ (۲۰۰۴) با بررسی اثر نااطمینانی سیاستی در اتحادیه اروپا به این نتیجه رسید که عدم قطعیت بر تعاملات سیاست‌گذاران، به ویژه تعاملات بین مقامات مالی و پولی تأثیر می‌گذارد و از این رو پیشنهاد می‌کند که اعمال نااطمینانی در فرمول‌بندی سیاست‌های پولی و مالی یک اولویت مهم می‌باشد. بوتی و همکاران^۲ (۲۰۰۸) بیان می‌کنند هنگام بررسی تعامل بین سیاست مالی و پولی، عدم قطعیت برآوردهای شکاف تولید در زمان واقعی به خودی خود اهمیت بیشتری دارد، زیرا بازیکنان مختلف ممکن است برداشت‌های متفاوتی از شرایط چرخه‌ای^۳ حاکم در زمان واقعی داشته باشند و تصمیمات سیاستی مربوطه خود را بر این اساس شکل خواهند داد.

با توجه به این مباحث، در این مطالعه با بسط و تعمیم مطالعاتی از جمله استاوسکا و همکاران^۴ (۲۰۲۱)، انجوردا و همکاران (۲۰۱۶)، بارتولومئو و جولی^۵ (۲۰۱۱) و بوتی و همکاران (۲۰۰۸) در چارچوب

⁴Stawska et al

⁵Bartolomeo & Giuli

¹Lane

²Buti et al.

³Cycle

قاعده‌مند می‌باشد. بارو و گوردون^۳ (۱۹۸۳) در چارچوب یک مدل ساده سیاست پولی نشان دادند که در تعامل بین دو سیاستگذار، اگر مقام پولی فاقد توانایی برای پیش تعهد و با اعتبار باشد، نرخ تورم بیش از حد است. روگوف^۴ (۱۹۸۵) نشان داد که سیاستگذاری پولی باید به یک بانک مرکزی مستقل که بیشتر از دولت مخالف با تورم است محول شود.

در این بخش برای درک بهتر تعامل بین دولت و بانک مرکزی، مثال ساده‌ای برگرفته از مطالعه بنت و لویزا^۵ (۲۰۰۰) با الگوبرداری از بازی معمای زندانی ارائه می‌گردد. جدول (۱) پیامدهای و ترجیحات دولت و بانک مرکزی را با اعداد حقیقی نشان می‌دهد به طوری که هدف دولت دستیابی به سطح بالایی از اشتغال و هدف بانک مرکزی کنترل تورم است^۶. در این بازی واکنش بالقوه مقامات پولی و مالی در مواجهه با شوک منفی اقتصادی که باعث افزایش تورم و کاهش اشتغال می‌شود مورد تحلیل قرار می‌گیرد. مقامات پولی و مالی هر کدام دو گزینه دارند: آنها می‌توانند یک سیاست انبساطی^۷ یا انقباضی^۸ را دنبال کنند. هنگامی که هر دو بازیکن سیاست انقباضی را دنبال کنند، تورم و اشتغال پایین است. زمانی که هر دوی آنان سیاست انبساطی را در دستور کار قرار دهند، هم تورم و هم اشتغال به بالاترین سطح خود خواهد رسید. زمانی که فقط یکی از آنها سیاست انقباضی را اعمال کند، نتیجه آن اشتغال و تورم متوسط می‌باشد.

جمع بندی و پیشنهادات مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۲ مبانی نظری

نظریه بازی‌ها به بررسی رفتار و تقابلات بشر و تصمیمات در شرایط تعاملی بین کنش‌گران می‌پردازد و از این رو یک ابزار مناسب برای تحلیل در مسائل اقتصادی از جمله تقابل استراتژیک بین سیاست‌گذار پولی و مالی که نقش تعیین کننده‌ای در هماهنگی سیاستی در اقتصاد دارند می‌باشد؛ به گونه‌ای که رفتارهای هر فرد یا مجموعه نه تنها به تصمیمات خود و مجموعه او بلکه به تصمیم‌ها در ارتباط با رقیب او نیز وابسته می‌باشد (محمودی نیا، ۱۴۰۲). از این رو در اقتصاد کلان مدرن محققان بسیاری تلاش کرده‌اند تا از این ابزار برای تجزیه و تحلیل سیاست‌های بهینه بین مقامات پولی و مالی استفاده کنند (کیدلند و پرسکات^۱ ۱۹۹۷؛ دیکسیت و لامبرتینی ۲۰۰۳؛ دمید ۲۰۱۸). در این مطالعات تعاملات و تأثیر متقابل بین تصمیمات اتخاذ شده توسط مقامات پولی و مالی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد، که در آن دو بازیکن استراتژی‌های کیفی متفاوتی را اعمال می‌کنند که با درجات جهت‌گیری انبساطی/انقباضی آنها تعریف می‌شود. آلسینا و تابلینی^۲ (۱۹۸۷) در چارچوب نظریه بازی نشان دادند که منبع ناسازگاری زمانی سیاست پولی بهینه ناشی از عدم هماهنگی سیاست پولی و مالی و همچنین عدم تعهدات الزام‌آور به سیاست‌های

^۶ بر اساس جدول (۱)، رقم ۶ نشان دهنده بالاترین بازده و رقم ۱ نشان دهنده پایین‌ترین بازده برای سیاست‌گذاران است.

^۷ Loose policy

^۸ Tight policy

^۱ Kydland and Prescott

^۲ Alesina and Tabellini

^۳ Barro and Gorden

^۴ Rogoff

^۵ Bennett and Loayza

جدول (۱): پیامدهای دولت و بانک مرکزی

تورم بالا	تورم متوسط	تورم پایین	
۱	۴	۶	بانک مرکزی
۱	۲	۳	دولت

اشتغال بالا	اشتغال متوسط	اشتغال پایین	
۳	۲	۱	بانک مرکزی
۶	۴	۱	دولت

منبع: بنت و لویزا (۲۰۰۰)

سیاست پولی انقباضی و سیاست مالی انبساطی است. سه گزینه دیگر فرصتهایی را برای یکی از بازیکنان فراهم می‌کند تا با انحراف یک طرفه از بازی اصلی از آن سود ببرد. بنابراین، تعادل این بازی محافظه‌کاری بانک‌های مرکزی و لیبرالیسم بودن مقامات مالی را آشکار می‌کند.

ویژگی جالب این بازی بین دوسیاست‌گذار این است که مقامات پولی و مالی ترجیحات متفاوتی برای تورم و اشتغال دارند. در حالی که مقام پولی دستیابی به تورم پایین را ارزشمندتر از اشتغال بالا می‌داند، مقام مالی کسب اشتغال بالا را مهمتر از پایین نگه داشتن تورم می‌داند. تنها تعادل نش در این بازی شامل

جدول (۲): بازی مقام پولی و مالی

		بانک مرکزی	
		سیاست پولی انقباضی	سیاست پولی انبساطی
دولت	سیاست مالی انقباضی	4,7 (تورم پایین و اشتغال پایین)	6,6 (تورم متوسط و اشتغال متوسط)
	سیاست مالی انبساطی	6,6 (تورم متوسط و اشتغال متوسط)	7,4 (تورم بالا و اشتغال بالا)

منبع: وورنیکا لیچویچ^۱ (۲۰۱۰)

انقباضی را اجرا کند. نرخ‌های بهره بالا و اثر برون رانی^۶ ناشی از این ترکیب سیاست‌ها می‌تواند رشد اقتصادی بلندمدت را کاهش دهد. از سوی دیگر، شکست بانک مرکزی در پیگیری یک سیاست انقباضی مناسب، اهداف تثبیت اقتصاد کلان را به خطر می‌اندازد (دمید، ۲۰۱۸) آدم و بیلی^۷ (۲۰۱۴) نحوه تعاملات اهداف سیاستگذاران را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که حالت احتیاط تورمی کامل که برابر با تورم صفر می‌باشد، تنها در وضعیت سلطه مالی بهینه است. کارامپ و سیلوا^۸ (۲۰۲۳) بیان کردند که پاسخ بخش اقتصادی به سیاست پولی بستگی به پشتوانه مالی آن دارد. آن‌ها نشان دادند با وجود اثر ثروت، سیاست پولی انقباضی تنها در صورتی تورم را کاهش می‌دهد که سیاست مالی انقباضی دنبال شود.

به اساس مطالعه سارجنت و والاس (۱۹۸۱) در یک محیط سیاست مالی انبساطی با کسری بودجه

اصولاً سیاست‌های پولی و مالی باید به صورت هماهنگ^۲ برای تثبیت اشتغال و تورم استفاده شود. با این حال، به طور معمول اهداف مقامات پولی و مالی متفاوت می‌باشند. به طوری که اغلب مشاهده می‌شود که این دو سیاست اقتصاد را در جهت مخالف سوق می‌دهد. این می‌تواند به ترکیب نابهینه ای از سیاست‌ها و کاهش اثربخشی از منظر ثبات اقتصاد کلان منجر شود. به دلایل مختلف، از جمله مواردی که در آلسینا و پروتی^۳ (۱۹۹۶) مورد بحث قرار گرفت، تمایل به سیاست مالی بیش از حد انبساطی است (دمید، ۲۰۱۸). کامینسکی و همکاران^۴ (۲۰۰۴) دریافتند که سیاست مالی در بسیاری از اقتصادهای در حال توسعه و نوظهور، با افزایش مخارج دولت در طول دوره رونق اقتصادی، از نوع سیاست‌های موافق چرخه‌ای^۵ هستند. در این صورت، بار تثبیت اقتصاد کلان بر دوش بانک مرکزی خواهد بود؛ که باید سیاست پولی بیش از حد

¹ Woroniecka-Leciejewicz

^۲ هماهنگی سیاست پولی و مالی بدین مفهوم است که دو سیاستگذار پولی و مالی به رغم داشتن اولویت‌ها برای هدفگذاری متفاوت برای تقویت ثبات قیمت‌ها و رشد اشتغال در یک مسیر گام می‌نهند و یا حداقل اثر همدیگر را خنثی نمی‌کنند (زارعی و همتی، ۱۴۰۱)

³ Alesina & Perotti.

⁴ Kaminsky et al.

⁵ Procyclical

سیاست‌های موافق چرخه‌ای یا سیاست‌های مالی دوره ای زمانی است که دولت‌ها تصمیم می‌گیرند در دوره رونق مخارج دولت را افزایش دهند و مالیات‌ها را کاهش دهند، اما در دوران رکود، مخارج را کاهش دهند و مالیات‌ها را افزایش دهند.

⁶ Crowding out effect

بر این اساس زمانی که اقتصاد در تعادل باشد، اگر افزایش مخارج دولت که با افزایش در حجم پول دنبال نشود، منجر به افزایش نرخ بهره و در نتیجه کاهش سرمایه‌گذاری بخش خصوصی می‌شود

⁷ Adam & Billi

⁸ Caramp and Silva

۳ پیشینه پژوهش

منصوری و همکاران (۱۳۹۵) بر اساس رهیافت نظریه بازی‌ها به تحلیل بازی بین دولت، بانک مرکزی و سفته باز در اقتصاد ایران در طی دوره ۱۳۸۸-۱۳۸۴ پرداختند. نتایج حاصل از مدل‌سازی ریاضی این مقاله نشان می‌دهد که شرایط ایده آل در اقتصاد با صفر بودن نرخ بهره واقعی در تعادل نش سازگار است. همچنین در صورت استقلال بانک مرکزی زیان رفاهی بر اساس تعادل نش در کمتری مقدار خود قرار دارد.

محمودی‌نیا و همکاران (۱۳۹۶) در چارچوب الگوی تعادل عمومی تصادفی و نظریه بازی به بررسی استخراج قاعده بهینه سیاست پولی و مالی در اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۶۹-۱۳۹۱ پرداختند. نتیجه این تحقیق نشان می‌دهد که ارزش تابع رفاه اجتماعی در بازی بین دولت و بانک مرکزی بیش از یک بازی غیرهمکارانه است و همچنین در بازی کارای پرتو نسبت به تعادل نش، یک ارتباط دوسویه بین رشد حجم پول و مخارج دولت وجود دارد که نشان دهنده اهمیت دادن بیشتر به اهداف توسط دو مقام در بازی همکارانه است.

توکلیان و همکاران (۱۳۹۸) در چارچوب الگوی تعادل عمومی تصادفی کینزی جدید به بررسی هماهنگی بین مقامات دو حوزه پولی و مالی در چارچوب تعادل نش و استاکلبرگ پرداختند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که زمانی که دو سیاست‌گذار در صورت هماهنگی با یکدیگر و اعمال وزن بیشتر بر تورم، بهترین شرایط رفاهی را کسب خواهند کرد و این دو سیاست‌گذار باید اولویت را به کنترل تورم دهند.

محمودی‌نیا و زیدآبادی (۱۳۹۹) در چارچوب یک بازی دیفرانسیلی غیر خطی و با وجود صرف ریسک به بررسی بازی دولت و بانک مرکزی در چارچوب یک بازی رهبر-پیرو پرداختند. نتایج حاصل از این

مزمّن، مقام پولی نمی‌تواند در بلندمدت کنترل تورم را بدون توجه به استراتژی خود حفظ کند. به عبارت دیگر، سیاست پولی بانک مرکزی می‌تواند تحت تأثیر یک سیاست مالی قرار گیرد که ممکن است منجر به مشکلاتی در تثبیت قیمت‌ها شود (سارجنت و والاس، ۱۹۸۱). از طرف دیگر ایجاد ثبات در اقتصاد در کوتاه‌مدت با مشکلاتی همراه است، زیرا بانک مرکزی و دولت اهداف یا ترجیحات متفاوتی دارند. برای اثربخشی بهینه، هر دو مقام باید اقدامات و تصمیمات خود را هماهنگ کنند. اما پیگیری مسئله ثبات قیمت توسط بانک مرکزی در بلندمدت به دلیل عوامل مختلف که مانع هماهنگی سیاست‌های مالی و پولی می‌شود، با اختلال همراه است (باتاچاریا و همکاران^۱ ۱۹۹۸؛ آرله و همکاران^۲ ۱۹۹۵). با این حال فرضیه همزیستی^۳ معرفی شده توسط دیکسیت و لامبرتینی (۲۰۰۳) به این معنی است که مقامات مالی و پولی اهداف تولید و تورم یکسانی (ایده‌آل یا مطلوب) را اشتراک‌گذاری می‌کنند، اما نرخ جایگزینی یکسان بین این اهداف در توابع مطلوبیت‌شان ضروری نیست. آن‌ها دریافتند که همزیستی دلالت بر این دارد که محصول و تورم ایده آل همیشه به دست خواهد آمد. در غیر این صورت تعاملات غیرهمکاری سیاست‌گذاران همیشه به تعادل‌های ناکارآمد منجر خواهد شد. ساولو و همکاران^۴ (۲۰۱۳) معتقدند که سیاست‌های پولی و مالی هماهنگ نقش مهمی در بهبود رفاه جامعه دارد. بسیاری از مطالعات نشان می‌دهند که در مدل‌های غیرهمکارانه بازی پولی و مالی، راه‌حل‌ها بهینه نیستند و منجر به انتخاب یک ترکیب سیاست غیربهینه می‌شوند. دلایل چنین راه‌حل‌های غیربهینه اول از همه، اهداف و ترجیحات متفاوت هر دو مسئول اقتصادی و همچنین تفاوت در پیش‌بینی اثرات سیاست‌های اعمال شده است (استاوسکار و همکاران، ۲۰۲۳).

³ Symbiosis assumption

⁴ Saulo et al.

¹ Bhattacharya et al

² Aarle et al

آنکارگرن و شهنازیان^۴ (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای به بررسی بین تقابل سیاست‌گذار پولی و مالی در چارچوب الگوی خودرگرسیون ساختاری برای کشور سوئد پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که کشش بودجه بین ۰/۳ تا ۰/۶ متغیر است، که نشان می‌دهد رکود اقتصادی می‌تواند تأثیر منفی غیر قابل اغماض بر مالیه عمومی داشته باشد. همچنین ضریب مالی ثابت و بالاتر از یک تخمین زده می‌شود که نشان می‌دهد سیاست مالی می‌تواند برای حمایت از سیاست‌های پولی برای تثبیت اقتصاد استفاده شود.

عبدالزهره حمدان و علی حسین^۵ (۲۰۲۰) به بررسی تعامل بین سیاست مالی و پولی در عراق در چارچوب معمای زندانی پرداختند. هدف از این مطالعه تعیین بهترین شکل هماهنگی بین دو سیاست‌گذار برای دستیابی به اهداف آن‌ها می‌باشد. ماتریس بازده برای هر دو سیاست ساخته شد. نتایج تابع پرداخت سیاست پولی نشان می‌دهد که نرخ تورم با حراج‌های فروش ارز رابطه معکوس و با فعالیت دولت رابطه مثبت دارد، در حالی که تابع سیاست مالی نشان می‌دهد که رشد واقعی با سطوح قیمت‌ها رابطه مثبت دارد.

استاوسکا و همکاران^۶ (2021)، در یک بازی غیرهمکارانه به مقایسه حساسیت سیاست مالی دولت و سیاست پولی بانک مرکزی در وضعیت تعادل نش در سه کشور جمهوری چک، مجارستان و رومانی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در میان سه کشور، در رومانی واکنش دولت به تغییرات نرخ بهره قوی‌ترین و واکنش بانک مرکزی به تغییرات کسری بودجه ضعیف‌ترین بوده است. همچنین قوی‌ترین واکنش بانک مرکزی به تغییرات کسری بودجه مربوط به کشور مجارستان بود، به این معنی که بانک مرکزی مجارستان در نتیجه تغییرات

بازی نشان می‌دهد که در بازی رهبری مالی نسبت به رهبری پولی، در وضعیت تعادلی بدهی و کسری بودجه در سطح پایین‌تری تثبیت می‌گردند. همچنین در بازی رهبری مالی با کاهش صرف ریسک، سطح بدهی تعادلی نیز کاهش می‌یابد.

زارعی و همتی (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای برای اقتصاد ایران به دنبال پاسخ به این سوال هستند که تا چه حد دو سیاست‌گذار پولی و مالی در مواجهه با فشار تقاضا با یکدیگر هماهنگ هستند. در چارچوب تعادل نش و ماتریس ترکیب سیاست‌ها، نتایج این مطالعه گویای آن است که سیاست‌های پولی ایران در بسیاری از سال‌های مطیع سیاست‌های مالی بوده است و برای دستیابی به اهداف بهینه، بین مقام پولی و مالی هماهنگی وجود ندارد.

بارتولومئو و جولی^۱ (۲۰۱۱) تقابل بین سیاست‌گذار پولی و مالی زمانی که سیاست‌های پولی با نااطمینانی مواجه است را گسترش و مورد تحلیل قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که عدم قطعیت پولی دلالت بر یک رابطه فیلیپس درون‌زا بین تورم و تولید دارد که تحت عدم قطعیت مالی ظاهر نمی‌شود و اثربخشی سیاست پولی در شرایط عدم قطعیت ممکن است به سیاست هدف‌گذاری متغیر با زمان^۲ (زمان محور) و ثبات مالی مرتبط باشد.

انجوردا و همکاران^۳ (۲۰۱۶) در چارچوب یک بازی دیفرانسیلی به بررسی تثبیت سطح بدهی عمومی در یک تقابل استراتژیک بین دولت و بانک مرکزی با فرض وجود نااطمینانی و عدم قطعیت در این بازی پرداختند. در چارچوب سه بازی همکارانه، غیرهمکارانه و استاکلبرگ نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در بازی‌های همکارانه نسبت به سایر بازی‌ها، سرعت دستیابی به سطح مطلوب بدهی سریع‌تر استخراج می‌گردد و بدهی تعادلی در پایین‌ترین وضعیت خود قرار دارد.

⁴ Ankargren & Shahnazarian

⁵ Abdulzahra Hamdan & Ali Hussein

⁶ Stawska et al

¹ Bartolomeo & Giuli

² Time-varying targeting

³ Engwerda et al

رشد تولید ناخالص داخلی ممکن دست یابد، در حالی که بانک مرکزی تلاش می‌کند تا تورم را هدفگذاری کند تا ثبات قیمت‌ها را تضمین کند. هر مرجع از ابزارهای سیاستی متفاوتی برای دستیابی به اهداف خود استفاده می‌کنند، به طوری که دولت ابزار بودجه (کسری یا مازاد) و بانک مرکزی ابزار نرخ بهره را به کار خواهند گرفت. در یک بازی غیرهمکارانه، بازیکنان مستقل از یکدیگر تصمیم می‌گیرند و در این قسمت دولت و بانک مرکزی مقامات مستقلی هستند که اهداف فردی را دنبال می‌کنند. آنها به دلیل اهداف متفاوت خود، تأثیر متفاوتی بر عوامل کلان اقتصادی می‌گذارند و به طور غیرمستقیم بر سیاست‌های یکدیگر تأثیر می‌گذارند. در این مدل فرض بر آن است که سیاست مالی و سیاست پولی به ترتیب توسط دولت و بانک مرکزی انجام می‌شود. در ابتدا به بررسی تابع زیان دولت و قید پیش روی آن خواهیم پرداخت. هدف دولت حداقل کردن انحراف محصول و کسری بودجه از سطح هدف است و از این رو تابع زیان مقام مالی به صورت معادله زیر بیان می‌شود:

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

در این معادله L_G نشان دهنده تابع زیان دولت، y سطح محصول (تولید ناخالص داخلی)، \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 به صورت معادله زیر ارائه می‌گردد:

$$\hat{f} = f - \theta_u \quad (2)$$

در این معادله f سطح کسری بودجه و θ_u خطای اندازه‌گیری نسبت به کسری بودجه عمومی دولت است که نشان دهنده نااطمینانی در دستیابی به سطح بودجه واقعی است. نااطمینانی به وضعیتی اشاره دارد که در آن احتمال وقوع حوادث آتی را نمی-

کسری بودجه، اصلاح قابل توجهی را در نرخ بهره پیش گرفته است.

استاوسکا و همکاران (۲۰۲۳)، در چارچوب یک بازی همکارانه بین دولت و بانک مرکزی در ارتباط با یک کشور منفرد، که سیاست پولی مستقلی را اجرا می‌کنند و بر کسری بودجه نیز محدودیت‌های قانونی اعمال می‌گردد به دنبال بررسی این موضوع هستند تا نشان دهند چگونه سطح همکاری بر رفتار تصمیم‌گیرندگان در یک مدل ترکیبی تأثیر گذار است. نتایج این بازی نشان می‌دهد که زمانی که دولت، اهداف بانک مرکزی را در تابع زیان خود وارد می‌کند، تأثیری بر تعادل کسری بودجه و نرخ بهره ندارد.

دی گراوه و فارستی^۱ (۲۰۲۳) به بررسی تعامل سیاست‌های مالی و پولی با این فرض که کارگزاران توانایی‌های شناختی محدودی دارند را مورد بررسی قرار دادند. برای این هدف، از یک مدل نیوکینزی رفتاری استفاده شده است که در آن باورهای کارگزاران امواج درون‌زای خوش‌بینی و بدبینی را ایجاد می‌کنند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که برای به حداقل رساندن اثرات منفی سلطه مالی، دولت‌ها باید بر تثبیت بدهی عمومی تمرکز کنند و تثبیت تولید و تورم را به مقامات پولی بسپارند.

۴ مدل پایه‌ای

در این بخش برای بررسی تقابل استراتژیک بین دولت و بانک مرکزی از مدل پایه‌ای بر اساس مطالعات بنت و لویزا^۲ (۲۰۰۰)، لامبرتی و روولی^۳ (۲۰۰۳)، استاوسکا و همکاران (۲۰۲۰، ۲۰۱۹) و بسط آن استفاده خواهیم کرد. در این قسمت فرض می‌شود دو بازیکن با عنوان دولت (مقام مالی) و بانک مرکزی (مقام پولی) در این بازی وجود دارند و هر کدام اهداف مستقل به خود را در اختیار دارند و برای دستیابی به اهداف خود از ابزارهای متنوعی نیز استفاده خواهند کرد. دولت قصد دارد به بالاترین

³ Lambertini & Rovelli

¹ De Grauwe and Foresti

² Bennett & Loayza

این اساس تابع زیان بانک مرکزی به صورت معادله (۴) ارائه می‌گردد:

$$L_C(i) = (\pi - \bar{\pi})^2 + \rho(i - \bar{i})^2 \quad (۴)$$

همچنین در این معادله $L_C(i)$ نشان دهنده تابع زیان بانک مرکزی با توجه به ابزار نرخ بهره، $\bar{\pi}$ نرخ تورم هدف، \bar{i} نرخ بهره هدف و ρ نیز وزن نسبت داده شده به هدف سیاستی ثبات نرخ بهره است. بانک مرکزی نیز وضعیتی مشابه دولت دارد. سطح تورم نه تنها به سطح نرخ بهره بلکه به نرخ رشد اقتصادی و سطح کسری بودجه نیز بستگی دارد.

$$\pi = \pi_0 + \tau(y) + \mu(i) + \omega(f) \quad (۵)$$

در این معادله π_0 نشان دهنده نرخ تورم در ابتدای دوره و τ ، μ و ω نشان دهنده وزن‌های مربوط به سطح محصول، نرخ بهره و کسری بودجه است.

۵ بازی غیر همکارانه بین دولت و بانک مرکزی

۵٫۱ تابع بهترین پاسخ در بازی غیر

همکارانه بین دولت و بانک مرکزی

در ابتدا فرض می‌شود بازی بین دولت و بانک مرکزی در چارچوب یک بازی غیرهمکارانه مورد بررسی قرار می‌گیرد. بر اساس این بازی، هر بازیکن به طور مستقل به دنبال حداقل‌سازی (حداکثر سازی) تابع هدف خود نسبت به قیود تحت بررسی می‌باشند و از این رو هر بازیکن بر اساس تعادل نش رفتار می‌کند. در یک نگاه کلی در بازی‌های غیرهمکارانه هر بازیکن به منظور حداقل (حداکثر) کردن تابع زیان (سود) خود، در جستجوی بهترین پاسخ بر اساس اطلاعات در دسترس به رقیبش می‌باشد و همچنین در این نوع بازی‌ها هیچ توافق از پیش تعیین شده و الزام آور بین بازیکنان صورت نمی‌گیرد (محمودی نیا، ۱۴۰۲: محمودی نیا و همکاران؛ ۱۳۹۵). فریدمن^۳ (۱۹۹۲) بیان می‌کند که

توان مشخص ساخت و شامل تغییرات غیرقابل پیش‌بینی شده است. فرض می‌شود این خطای اندازه‌گیری دارای میانگین صفر و واریانس σ_{θ_u} است (بوتی و همکاران^۱، ۲۰۰۹) مقدار مثبت θ_u نشان دهنده ارتباط منفی با f و مقدار منفی θ_u نشان دهنده ارتباط مثبت با f می‌باشد. بارتولومئو و جولی (۲۰۱۱) نشان دادند که وجود عدم اطمینان 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 زیان اجتماعی جامعه به حداقل برسد. همان‌طور که در بخش‌های قبل نیز بیان شد این عدم اطمینان در دستیابی به بودجه دولت را می‌توان به عوامل مختلفی از جمله تحریم‌های اقتصادی، نوسانات نرخ ارز، انحرافات در سیستم مالیات ستانی، نوسانات قیمت نفت و سایر متغیرها نسبت داد.

از طرف دیگر معادله قید پیش روی دولت را نیز می‌توان به صورت معادله (۳) بیان کرد:

$$y = y_0 + \varphi(\pi) + \delta(i) + \beta(f) \quad (۳)$$

در این معادله y_0 سطح محصول اولیه، π نشان دهنده نرخ تورم و i نرخ بهره می‌باشد. این معادله نشان می‌دهد سطح محصول در اقتصاد وابسته به نرخ تورم، نرخ بهره و کسری بودجه است و هدف دولت حداقل کردن تابع زیان یعنی معادله (۱) نسبت به معادله قید (۳) می‌باشد.

از طرف دیگر هدف بانک مرکزی ثبات قیمت‌ها از طریق به کارگیری ابزار سیاستی نرخ بهره است و فرض می‌شود که بانک مرکزی با تغییر در نرخ بهره با هزینه‌هایی مواجه می‌شود و با این فرض سازگار است که بانک مرکزی نرخ بهره را هموار می‌سازد (بوتی و همکاران^۲، ۲۰۰۱). هدف بانک مرکزی این است تا انحراف تورم از سطح هدف و همچنین نرخ بهره از سطح هدف را به حداقل ممکن برساند. بر

^۲ Buti et al.

^۳ Friedman

^۱ Buti et al.

$$L_G(f) = \left(\left[\frac{1}{1-\varphi\tau} y_0 + \frac{\varphi}{1-\varphi\tau} \pi_0 + \frac{\varphi\mu + \delta}{1-\varphi\tau} i + \frac{\varphi\omega + \beta}{1-\varphi\tau} f \right] - \bar{y} \right)^2 + \gamma(f - \theta_u - \bar{f})^2 \quad (۸)$$

با حداقل‌سازی معادله (۸) نسبت به ابزار سیاستی مقام مالی یعنی کسری بودجه (f) و با برخی ساده‌سازی‌های ریاضی، در این صورت تابع واکنش مقام مالی به صورت معادله (۹) استخراج می‌گردد:

$$f^{BR} = \Psi_1 \bar{y} + \Psi_2 (\theta_u + \bar{f}) - \Psi_3 y_0 - \Psi_4 \pi_0 - \Psi_5 i \quad (۹)$$

که در معادله (۹)، ضرایب Ψ_1 تا Ψ_5 نیز به صورت زیر می‌باشند:

$$\Psi_1 = \frac{(1-\varphi\tau)(\varphi\omega + \beta)}{(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1-\varphi\tau)^2} \quad (۱۰)$$

$$\Psi_2 = \frac{\gamma(1-\varphi\tau)^2}{(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1-\varphi\tau)^2} \quad (۱۱)$$

$$\Psi_3 = \frac{(\varphi\omega + \beta)}{(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1-\varphi\tau)^2} \quad (۱۲)$$

$$\Psi_4 = \frac{\varphi(\varphi\omega + \beta)}{(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1-\varphi\tau)^2} \quad (۱۳)$$

$$\Psi_5 = \frac{(\varphi\omega + \beta)(\varphi\mu + \delta)}{(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1-\varphi\tau)^2} \quad (۱۴)$$

شاید اولین نظریه‌پرداز بزرگ که تعادل غیرهمکارانه را در چارچوب اقتصاد بیان کرد، کورنو باشد. توصیف کورنو از تعادل غیرهمکارانه همان تعریف مشترک توسط اقتصاددانان است: *ناتوانی بازیکنان برای ایجاد توافق الزام آور با یکدیگر*. در ابتدا قبل از بررسی تابع بهترین پاسخ بازیکنان و همچنین دستیابی به تعادل نش در بازی، مسئله وابستگی درونی بین دو قید بودجه را مورد بررسی قرار دهیم. از ادغام دو معادله (۳) و (۵) داریم:

$$y = \frac{1}{1-\varphi\tau} y_0 + \frac{\varphi}{1-\varphi\tau} \pi_0 + \frac{\varphi\mu + \delta}{1-\varphi\tau} i + \frac{\varphi\omega + \beta}{1-\varphi\tau} f \quad (۶)$$

$$\pi = \frac{1}{1-\varphi\tau} \pi_0 + \frac{\tau}{1-\varphi\tau} y_0 + \frac{\tau\delta + \mu}{1-\varphi\tau} i + \frac{\tau\beta + \omega}{1-\varphi\tau} f \quad (۷)$$

این دو معادله نشان می‌دهند که با جایگذاری دو تابع قید (۳) و (۵) و حل آن‌ها، سطح محصول نه تنها به y_0 ، i و f وابسته است بلکه ارتباط مستقیم نیز با π_0 و وزن‌های مرتبط با آن نیز دارد. از طرف دیگر تورم نیز نه تنها به π_0 ، i و f بلکه تحت تاثیر تغییرات y_0 و وزن‌های مرتبط با آن نیز می‌باشد. برای استخراج تابع بهترین پاسخ مقام مالی، دولت به دنبال حداقل کردن تابع زیان (۱) نسبت به قید (۶) می‌باشد. از این رو مسئله حداقل سازی دولت بر اساس معادله (۸) شکل می‌گیرد:

^۱ همچنین شرط مرتبه دوم (شرط کافی) حداقل سازی در این مسئله نیز تامین می‌گردد به طوری که $\frac{\partial^2 L(f)}{\partial f^2} = \frac{(\varphi\omega + \beta)^2}{(1-\varphi\tau)^2} + \gamma > 0$

$$\Omega_5 = \frac{(\tau\beta + \omega)(\tau\delta + \mu)}{(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \tau\varphi)^2} \quad (21)$$

۵٫۲ تعادل نش در بازی غیرهمکارانه بین دولت و بانک مرکزی

تعادل نش استراتژی است که در آن بازیکن یک با دانستن استراتژی بازیکن دو، انگیزه‌ای برای تغییر در استراتژی خود نداشته باشد و این موضوع به این دلیل است که استراتژی بازیکن یک بهترین انتخاب نسبت به استراتژی بازیکن دو است (سالو و همکاران^۲، ۲۰۱۳). تعادل نش موقعی حاصل می‌شود که اولاً هر بازیکن با توجه به باوری که نسبت به انتخاب حریف دارد، آن استراتژی را انتخاب کند که بیشترین پیامد را عاید کند و ثانیاً باور بازیکن صحیح باشد. یعنی عملاً حریف، آن استراتژی را که در باور بازیکن شکل گرفته است انتخاب کند. در این بخش به دنبال یافتن تعادل نش برای دو ابزار سیاستی نرخ بهره و کسری بودجه هستیم. از تقاطع دو معادله (۹) و (۱۶) یا همان توابع بهترین واکنش مقام پولی و مالی، تعادل نش برای کسری بودجه و نرخ بهره استخراج می‌گردد. در تعادل نش، سطح کسری بودجه به گونه‌ای است که بهترین پاسخ دولت به بهترین پاسخ بانک مرکزی برای تعیین f می‌باشد و از طرف دیگر سطح نرخ بهره نیز به طوری تعیین می‌گردد که بهترین پاسخ بانک مرکزی به بهترین پاسخ دولت برای نرخ مشخصی از i را تشکیل می‌دهد. با توجه به این، تعادل نش برای کسری بودجه دولت به صورت معادله (۲۲) ارائه می‌شود:

$$f^N = \Theta_1 \bar{y} + \Theta_2 (\theta_u + \bar{f}) + \Theta_3 y_0 + \Theta_4 \pi_0 - \Theta_5 \bar{i} - \Theta_6 \bar{\pi} \quad (22)$$

از طرف دیگر برای استخراج تابع بهترین پاسخ بانک مرکزی، تابع زیان مقام پولی به صورت معادله (۱۵) ارائه می‌گردد:

$$L_C(i) = \left(\left[\frac{1}{1 - \varphi\tau} \pi_0 + \frac{\tau}{1 - \varphi\tau} y_0 + \frac{\tau\delta + \mu}{1 - \varphi\tau} i + \frac{\tau\beta + \omega}{1 - \varphi\tau} f \right] - \bar{\pi} \right)^2 + \rho(i - \bar{i})^2 \quad (15)$$

سپس با حداقل‌سازی معادله تابع زیان مقام پولی نسبت به ابزار سیاستی نرخ بهره (i) و با برخی ساده سازی‌های ریاضی، تابع واکنش مقام پولی را می‌توان به صورت معادله (۱۶) نشان داد^۱:

$$i^{BR} = \Omega_1 \bar{i} + \Omega_2 \bar{\pi} - \Omega_3 \pi_0 - \Omega_4 y_0 - \Omega_5 f \quad (16)$$

که در این معادله، ضرایب Ω_1 تا Ω_5 بر اساس معادلات (۱۷) تا (۲۲) استخراج می‌گردد:

$$\Omega_1 = \frac{\rho(1 - \tau\varphi)^2}{(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \tau\varphi)^2} \quad (17)$$

$$\Omega_2 = \frac{(1 - \tau\varphi)(\tau\delta + \mu)}{(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \tau\varphi)^2} \quad (18)$$

$$\Omega_3 = \frac{(\tau\delta + \mu)}{(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \tau\varphi)^2} \quad (19)$$

$$\Omega_4 = \frac{\tau(\tau\delta + \mu)}{(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \tau\varphi)^2} \quad (20)$$

² Saolu et al.

^۱ همچنین شرط مرتبه دوم (شرط کافی) حداقل سازی در این مسئله نیز تامین می‌گردد به طوری که $\frac{\partial^2 L(i)}{\partial i^2} = \frac{(\tau\delta + \mu)^2}{(1 - \varphi\tau)^2} + \rho > 0$

که در این معادله ضرایب θ_1 تا θ_6 نیز به صورت زیر استخراج می‌گردند:

$$\Gamma_3 = \frac{\Omega_5(\Psi_5\Omega_3 - \Psi_4)}{1 - \Psi_5\Omega_5} + \Omega_3 \quad (۳۲)$$

$$\theta_1 = \frac{\Psi_1}{1 - \Psi_5\Omega_5} \quad (۲۳)$$

$$\Gamma_4 = \frac{\Omega_5(\Psi_5\Omega_4 - \Psi_3)}{1 - \Psi_5\Omega_5} + \Omega_4 \quad (۳۳)$$

$$\theta_2 = \frac{\Psi_2}{1 - \Psi_5\Omega_5} \quad (۲۴)$$

$$\Gamma_5 = \frac{(\Psi_1\Omega_5)}{1 - \Psi_5\Omega_5} \quad (۳۴)$$

$$\theta_3 = \frac{\Psi_5\Omega_4 - \Psi_3}{1 - \Psi_5\Omega_5} \quad (۲۵)$$

$$\Gamma_6 = \frac{(\Psi_2\Omega_5)}{1 - \Psi_5\Omega_5} \quad (۳۵)$$

$$\theta_4 = \frac{\Psi_5\Omega_3 - \Psi_4}{1 - \Psi_5\Omega_5} \quad (۲۶)$$

$$\theta_5 = \frac{\Psi_5\Omega_1}{1 - \Psi_5\Omega_5} \quad (۲۷)$$

$$\theta_6 = \frac{\Psi_5\Omega_2}{1 - \Psi_5\Omega_5} \quad (۲۸)$$

۶ بازی رهبر- پیرو بین دولت و بانک مرکزی

۶.۱ تعادل استاکلبرگ: دولت به عنوان رهبر و بانک مرکزی به عنوان پیرو

نمونه‌ی دیگری از بازی در چارچوب مسئله تصمیم غیرهمکارانه وجود دارد که در این نوع بازی، یکی از بازیکنان این توانایی را دارد تا استراتژی خود را به بازیکن دیگر تحمیل کند و برای چنین مسئله تصمیم‌گیری، مفهوم راه حل تعادلی سلسله مراتبی^۱ معرفی می‌شود. این فرآیند تصمیم‌گیری برگرفته از کار استاکلبرگ^۲ است (محمودی نیا و زید آبادی، ۱۴۰۰). در این بازی، بازیکنی که قدرت تحمیل استراتژی خود را بر بازیکن دیگر دارد به عنوان رهبر^۳ و بازیکن دیگر که به استراتژی بازیکن رهبر واکنش نشان می‌دهد به عنوان پیرو^۴ نامیده می‌شود. البته این نوع از بازی‌ها، می‌تواند شامل چندین رهبر و پیرو و همچنین شامل چندین فرآیند تصمیم‌گیری باشند (باسار و اولسدار^۵، ۱۹۹۹). تعادل استاکلبرگ

از طرف دیگر در تعادل نش، نرخ بهره نیز بر اساس معادله (۲۹) تعیین می‌گردد:

$$i^N = \Gamma_1 \bar{i} + \Gamma_2 \bar{\pi} - \Gamma_3 \pi_0 - \Gamma_4 \gamma_0 - \Gamma_5 \bar{y} - \Gamma_6 (\theta_u + \bar{f}) \quad (۲۹)$$

که در این معادله ضرایب Γ_1 تا Γ_6 نیز بر اساس معادلات (۳۰) تا (۳۵) تعیین می‌گردد:

$$\Gamma_1 = \Omega_1 + \frac{\Omega_5(\Psi_5\Omega_1)}{1 - \Psi_5\Omega_5} \quad (۳۰)$$

$$\Gamma_2 = \Omega_2 + \frac{\Omega_5(\Psi_5\Omega_2)}{1 - \Psi_5\Omega_5} \quad (۳۱)$$

⁴ Followers

⁵ Basar& Olsder

¹ Hierarchical Equilibrium Solution Concept

² Stackelberg

³ Leader

$$\Lambda_6 = \frac{X_1 X_6}{X_1(X_4 - X_9) + \gamma} \quad (42)$$

از طرف دیگر در معادلات (۳۷) تا (۴۲)، X_1 تا X_9 نیز به صورت زیر می‌باشند:

$$X_1 = \frac{(\varphi\omega + \beta)}{(1 - \varphi\tau)} - \frac{(\varphi\mu + \delta)(\tau\beta + \omega)(\tau\delta + \mu)}{(1 - \varphi\tau)[(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \varphi\tau)^2]} \quad (43)$$

$$X_2 = \frac{1}{(1 - \varphi\tau)} \quad (44)$$

$$X_3 = \frac{\varphi}{(1 - \varphi\tau)} \quad (45)$$

$$X_4 = \frac{\varphi\omega + \beta}{(1 - \varphi\tau)} \quad (46)$$

$$X_5 = \frac{(\varphi\mu + \delta)\rho(1 - \varphi\tau)}{(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \varphi\tau)^2} \quad (47)$$

$$X_6 = \frac{(\varphi\mu + \delta)(\tau\delta + \mu)}{(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \varphi\tau)^2} \quad (48)$$

$$X_7 = \frac{(\tau\delta + \mu)(\varphi\mu + \delta)}{(1 - \varphi\tau)[(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \varphi\tau)^2]} \quad (49)$$

$$X_8 = \frac{(\varphi\mu + \delta)\tau(\tau\delta + \mu)}{(1 - \varphi\tau)[(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \varphi\tau)^2]} \quad (50)$$

$$X_9 = \frac{(\varphi\mu + \delta)(\tau\beta + \omega)(\tau\delta + \mu)}{(1 - \varphi\tau)[(\tau\delta + \mu)^2 + \rho(1 - \varphi\tau)^2]} \quad (51)$$

زمانی حاصل می‌شود که رهبر مسئله بهینه خود را با در نظر گرفتن پاسخ بهینه پیرو، حل کند. از طرف دیگر ساختار اطلاعاتی بازیکنان در این نوع از بازی-های نقش مهمی در به دست آوردن تعادل استاکلیبرگ دارد.

در اینجا فرض می‌شود که دولت به عنوان رهبر و بانک مرکزی به عنوان پیرو رفتار می‌کنند. بر این اساس ابتدا پیرو مسئله بهینه سازی خود را حل کرده و تابع واکنش استخراج که شامل معادله (۱۶) می‌باشد و با گنجاندن تابع واکنش بانک مرکزی در تابع هدف دولت، سپس مقام مالی با توجه به تابع واکنش مقام پولی مسئله حداقل سازی را انجام می‌دهد. با حل مسئله حداقل سازی دولت و با برخی ساده سازی‌های ریاضی، در تعادل استاکلیبرگ کسری بودجه دولت بر اساس معادله (۳۶) تعیین می‌گردد:

$$f^{S,G} = \Lambda_1(\theta_u + \bar{f}) + \Lambda_2\bar{y} - \Lambda_3y_0 - \Lambda_4\pi_0 - \Lambda_5\bar{i} - \Lambda_6\bar{\pi} \quad (36)$$

که در این معادله ضرایب Λ_1 تا Λ_6 نیز بر اساس معادلات (۳۷) تا (۴۲) تعیین می‌شوند:

$$\Lambda_1 = \frac{\gamma}{X_1(X_4 - X_9) + \gamma} \quad (37)$$

$$\Lambda_2 = \frac{X_1}{X_1(X_4 - X_9) + \gamma} \quad (38)$$

$$\Lambda_3 = \frac{X_1(X_2 - X_8)}{X_1(X_4 - X_9) + \gamma} \quad (39)$$

$$\Lambda_4 = \frac{X_1(X_3 - X_7)}{X_1(X_4 - X_9) + \gamma} \quad (40)$$

$$\Lambda_5 = \frac{X_1 X_5}{X_1(X_4 - X_9) + \gamma} \quad (41)$$

$$K_1 = \frac{Z_1(Z_8 - Z_2)}{Z_1(Z_4 - Z_9) + \rho} \quad (59)$$

$$K_2 = \frac{Z_1(Z_7 - Z_3)}{Z_1(Z_4 - Z_9) + \rho} \quad (60)$$

$$K_3 = \frac{Z_1 Z_5}{Z_1(Z_4 - Z_9) + \rho} \quad (61)$$

$$K_4 = \frac{Z_1 Z_6}{Z_1(Z_4 - Z_9) + \rho} \quad (62)$$

$$K_5 = \frac{Z_1}{Z_1(Z_4 - Z_9) + \rho} \quad (63)$$

$$K_6 = \frac{\rho}{Z_1(Z_4 - Z_9) + \rho} \quad (64)$$

همچنین ضرایب پارامترهای Z_1 تا Z_9 نیز بر اساس معادلات (۶۵) تا (۷۳) استخراج می‌شود:

$$Z_1 = \frac{\tau\delta + \mu}{(1 - \varphi\tau) - \frac{(\tau\beta + \omega)(\varphi\omega + \beta)(\varphi\mu + \delta)}{(1 - \varphi\tau)[(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1 - \varphi\tau)^2]}} \quad (65)$$

$$Z_2 = \frac{1}{(1 - \varphi\tau)} \quad (66)$$

$$Z_3 = \frac{\tau}{(1 - \varphi\tau)} \quad (67)$$

$$Z_4 = \frac{\tau\delta + \mu}{(1 - \varphi\tau)} \quad (68)$$

از طرف دیگر با جایگذاری معادله (۳۶) در تابع واکنش مقام پولی، در تعادل استاکلبرگ نرخ بهره تعادلی به صورت زیر می‌باشد:

$$i^{S,G} = \Delta_1 \bar{i} + \Delta_2 \bar{\pi} + \Delta_3 \pi_0 + \Delta_4 y_0 - \Delta_5 (\theta_u + \bar{f}) - \Delta_6 \bar{y} \quad (51)$$

که در این معادله Δ_1 تا Δ_6 بر اساس معادلات (۵۲) تا (۵۷) استخراج می‌گردند:

$$\Delta_1 = \Omega_1 + \Omega_5 \Lambda_5 \quad (52)$$

$$\Delta_2 = \Omega_2 + \Omega_5 \Lambda_6 \quad (53)$$

$$\Delta_3 = \Omega_5 \Lambda_4 - \Omega_3 \quad (54)$$

$$\Delta_4 = \Omega_5 \Lambda_3 - \Omega_4 \quad (55)$$

$$\Delta_5 = \Omega_5 \Lambda_1 \quad (56)$$

$$\Delta_6 = \Omega_5 \Lambda_2 \quad (57)$$

۶٫۲ تعادل استاکلبرگ: بانک مرکزی به عنوان رهبر و دولت به عنوان پیرو

در این بخش با فرض اینکه بانک مرکزی به عنوان رهبر و دولت به عنوان پیرو رفتار کند، در این صورت تقابل استراتژیک بین دو بازیکن بر اساس تعادل استاکلبرگ را مورد بررسی قرار می‌دهیم. در ابتدا دولت به دنبال حداقل سازی مسئله خود و استخراج تابع بهترین پاسخ یعنی معادله (۹) می‌باشد. سپس بانک مرکزی با در نظر گرفتن تابع بهترین پاسخ دولت به دنبال حداقل سازی مسئله خود و استخراج نرخ بهره تعادلی است. در این وضعیت نرخ بهره تعادلی استاکلبرگ با فرض وجود بانک مرکزی به عنوان بازیکن رهبر به صورت معادله (۵۸) می‌باشد:

$$i^{S,C} = K_1 \pi_0 + K_2 y_0 - K_3 \bar{y} - K_4 (\theta_u + \bar{f}) + K_5 \bar{\pi} + K_6 \bar{i} \quad (58)$$

که در این معادله K_1 تا K_6 بر اساس معادلات (۶۴) تا (۶۹) استخراج می‌گردند:

$$\aleph_4 = \Psi_4 + \Psi_5 K_1 \quad (78)$$

$$\aleph_5 = \Psi_5 K_5 \quad (79)$$

$$\aleph_6 = \Psi_5 K_6 \quad (80)$$

$$Z_5 = \frac{(\tau\beta + \omega)(\omega\varphi + \beta)}{[(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1 - \varphi\tau)^2]} \quad (69)$$

$$Z_6 = \frac{\gamma(1 - \varphi\tau)(\tau\beta + \omega)}{[(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1 - \varphi\tau)^2]} \quad (70)$$

$$Z_7 = \frac{(\tau\beta + \omega)(\varphi\omega + \beta)}{(1 - \varphi\tau)[(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1 - \varphi\tau)^2]} \quad (71)$$

$$Z_8 = \frac{(\tau\beta + \omega)\varphi(\varphi\omega + \beta)}{(1 - \varphi\tau)[(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1 - \varphi\tau)^2]} \quad (72)$$

$$Z_9 = \frac{(\varphi\omega + \beta)(\varphi\mu + \delta)(\tau\beta + \omega)}{(1 - \varphi\tau)[(\varphi\omega + \beta)^2 + \gamma(1 - \varphi\tau)^2]} \quad (73)$$

۷ نتایج تجربی

در این بخش برای درک عددی معادلات استخراج شده در بخش‌های قبلی و یافتن مسیرهای تعادل نش و استاکلبرگ، به شبیه‌سازی معادلات با استفاده از مقادیردهی پارامترها خواهیم پرداخت. هدف ما در این بخش این است تا با به کارگیری پارامترها، به مقایسه وضعیت تابع زیان و همچنین حساسیت تعادل‌ها بپردازیم. بر این اساس مقادیر پارامترهای استخراج شده بر اساس محاسبه محققین این مطالعه انجام شده است به طوری که برخی پارامترهای مربوط به معادلات (۳) و (۴) بر اساس معادلات اقتصاد سنجی برای اقتصاد ایران مورد محاسبه قرار گرفته است و مابقی پارامترها و متغیرهای هدف نیز بر اساس شواهد مربوط به اقتصاد ایران از بانک مرکزی و مرکز آمار ایران استخراج گردید. مزیت عمده این روش این است که سعی می‌شود تا داده‌های واقعی اقتصاد وارد مدل شوند و از این رو نتایج مدل تطبیق بیشتری با نتایج دنیای واقعی خواهد داشت. مقادیر پارامترهای مورد استفاده برای شبیه‌سازی، در جدول (۳) نشان داده می‌شود^۱ و نتایج مسیر بلندمدت اقتصادی برای متغیرهای تحت بررسی در بخش بعدی آورده شده است.

از طرف دیگر با جایگذاری معادله (۵۸) در تابع واکنش مقام مالی، در تعادل استاکلبرگ سطح کسری بودجه تعادلی در بازی استاکلبرگ به صورت معادله (۷۴) است:

$$f^{S,C} = \aleph_1 \bar{y} + \aleph_2 (\theta_u + \bar{f}) - \aleph_3 \gamma_0 - \aleph_4 \pi_0 - \aleph_5 \bar{\pi} - \aleph_6 \bar{l} \quad (74)$$

که ضرایب پارامترهای \aleph_1 تا \aleph_6 نیز بر اساس معادلات (۷۵) تا (۸۰) استخراج می‌شود:

$$\aleph_1 = \Psi_1 + \Psi_5 K_3 \quad (75)$$

$$\aleph_2 = \Psi_2 + \Psi_5 K_4 \quad (76)$$

$$\aleph_3 = \Psi_3 + \Psi_5 K_2 \quad (77)$$

تحلیل حساسیت، ما شاهد تغییر در این پارامترهای جهت مقایسه نتایج خواهیم بود.

^۱ همانطور که در ادامه مطرح می‌شود، این پارامترهای پارامترهایی پایه‌ای در مدل محسوب می‌شوند و از این رو برای

جدول (۳): مقادیر پارامترهای استفاده شده برای شبیه سازی معادلات تعادلی

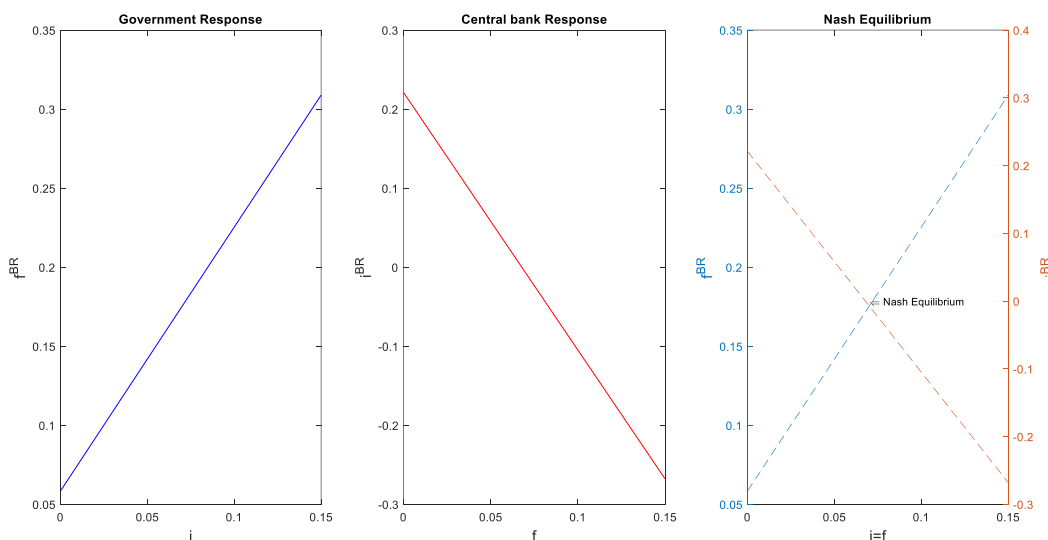
پارامترها	تعاریف	مقادیر	منبع
γ	ضریب ثابت و وزن اهمیت کسری بودجه در تابع زیان دولت	0/05	یافته های محققین
ρ	ضریب ثابت و وزن اهمیت نرخ بهره در تابع زیان بانک مرکزی	0/05	یافته های محققین
φ	وزن نسبت داده شده به تورم توسط مقام مالی در تابع قید	0/24	یافته های محققین
δ	وزن نسبت داده شده به نرخ بهره توسط مقام مالی در تابع قید	1/09	یافته های محققین
β	وزن نسبت داده شده به کسری بودجه توسط مقام مالی در تابع قید	-0/95	یافته های محققین
τ	وزن نسبت داده شده به محصول توسط مقام پولی در تابع قید	0/79	یافته های محققین
μ	وزن نسبت داده شده به نرخ بهره توسط مقام پولی در تابع قید	-0/70	یافته های محققین
ω	وزن نسبت داده شده به کسری بودجه توسط مقام پولی در تابع قید	1/94	یافته های محققین
θ_u	نااطمینانی در اقتصاد	0/2	با تغییر در مدل
γ_0	سطح اولیه تولید ناخالص داخلی در اقتصاد	0/01	شواهد اقتصاد ایران
π_0	سطح اولیه تورم در اقتصاد	0/1	شواهد اقتصاد ایران
\bar{i}	سطح هدف برای نرخ بهره	0/13	میانگین وزنی نرخ بهره اسمی در اقتصاد ایران
\bar{f}	سطح هدف برای کسری بودجه	0/025	میانگین سطح کسری بودجه به تولید در اقتصاد ایران
\bar{y}	سطح هدف برای تولید ناخالص داخلی	0/021	میانگین رشد تولید در اقتصاد ایران
$\bar{\pi}$	سطح هدف برای تورم	0/2	میانگین نرخ تورم در اقتصاد ایران

منابع: یافته‌های محقق و مطالعات پیشین

۷،۱ تحلیل در بازی غیرهمکارانه

در این بخش به بررسی تابع بهترین پاسخ بانک مرکزی و دولت و همچنین تعادل نش در بازی غیرهمکارانه بر اساس معادلات استخراج شده در بخش (۵) با استفاده از پارامترهای استخراج شده بر اساس جدول (۳) خواهیم پرداخت. در نمودار (۱)، اولین نمودار از سمت چپ نشان دهنده تابع واکنش دولت به بانک مرکزی است که نشان می‌دهد برای دستیابی به بالاترین رشد اقتصادی توسط مقام مالی از این رو با توجه به پارامترهای تحت بررسی، بهترین پاسخ دولت به افزایش نرخ بهره بانک مرکزی، بالارفتن سطح کسری بودجه در اقتصاد است. این بدان معنی است که افزایش در نرخ بهره از طریق افزایش در هزینه‌های بدهی دوره قبل و همچنین تورم سبب از بین رفتن توازن بودجه دولت و از این رو دولت با سیاست مالی انبساطی با آن مقابله می‌کند. بر اساس نمودار با افزایش نرخ بهره در اقتصاد، دولت با افزایش در سطح کسری بودجه به آن

واکنش نشان می‌دهد و برای نرخ‌های بهره بین ۰ تا ۱۵٪ درصد، تراز منفی بودجه‌ای از ۰/۰۵ تا ۰/۳ در نوسان می‌باشد. از طرف دیگر نمودار میانه، نشان دهنده تابع واکنش بانک مرکزی به رفتار سیاست‌های مالی دولت را نشان می‌باشد. بر اساس این نمودار با افزایش سیاست‌های مالی انبساطی، بانک مرکزی نیز با سیاست‌های پولی انبساطی به آن واکنش نشان می‌دهد. این بدان معنی است در اقتصادی که بانک مرکزی به دنبال هدفگذاری تورم است، زمانی که با افزایش مخارج دولت مواجه است، بهترین استراتژی بانک مرکزی کاهش نرخ بهره است. نمودار سوم، نشان دهنده تعادل نش یا همان استراتژی بهینه دو سیاست‌گذار در اقتصاد می‌باشد که از تقاطع دو تابع واکنش مقام مالی و پولی استخراج شده است. بر این اساس در تعادل نش بر اساس برابر نرخ بهره و کسری بودجه، سطح کسری بودجه برابر ۱۶٪ و نرخ بهره تعادلی نیز برابر صفر می‌باشد.



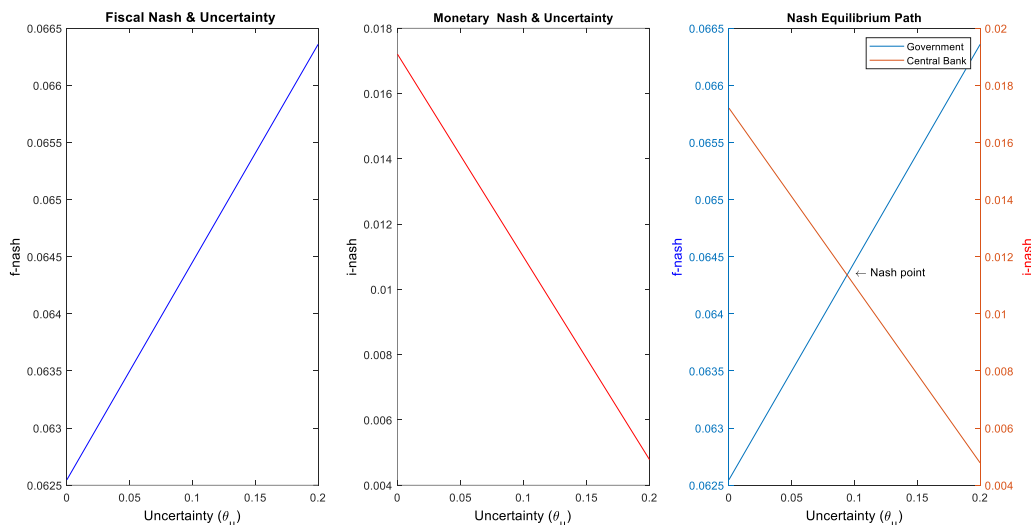
نمودار (۱): تابع بهترین پاسخ دو سیاستگذار و تعادل نش

نسبت به تغییرات در عدم اطمینانی دولت در دستیابی به سطح مشخصی از بودجه می‌پردازیم.

از طرف دیگر در نمودار (۲) به بررسی حساسیت تابع تعادلی نش دو سیاست‌گذار پولی و مالی

به تولید بالاتر از طریق افزایش در مخارج خود انجام می‌دهد. همچنین از نقطه برخورد دو تعادل نش، نقطه تعادل کل اقتصاد حاصل می‌شود که در این نقطه کسری بودجه برابر 0/064 و نرخ بهره تعادلی برابر 0/011 درصد می‌باشد.

همانطور که از نمودار مشخص است با افزایش پارامتر θ ، سطح کسری بودجه بهینه مقام مالی در تعادل نش افزایش می‌یابد و از طرف دیگر این رابطه برای مقام پولی به طور عکس اتفاق می‌افتد. این موضوع نشان دهنده این است که زمانی که دولت در جهت دستیابی به بالاترین رشد اقتصاد در تابع بهینه خود با عدم قطعیت آینده مواجه باشد، از این رو این مقام تلاش فعالانه‌تری را در جهت دستیابی



نمودار (۲): حساسیت تعادل نش دو سیاستگذار به تغییر در نااطمینانی

ترازمنفی بودجه‌ای دولت در وضعیت بهینه می‌باشد. از طرف دیگر با تغییر در وزن نسبت داده به تورم توسط مقام مالی از 24/0 به 40/0، در این وضعیت تابع زیان دولت نسبت به مدل پایه‌ای، به 0/0025 افزایش می‌یابد و همچنین تابع زیان بانک مرکزی نسبت به مدل اولیه به 0/0034 افزایش می‌یابد که نشان می‌دهد که هر چه دولت اهمیت بیشتری به کنترل تورم در اقتصاد دهد، با این حال این دیدگاه منجر به کاهش تابع زیان دو مقام نخواهد شد. همچنین در صورتی که وزن نسبت داده شده به نرخ بهره توسط مقام پولی در تابع قید افزایش یابد سبب کاهش تابع زیان بانک مرکزی و همچنین حرکت نرخ بهره تعادلی به سمت منفی خواهد شد.

در جدول (۴) به بررسی تابع زیان بانک مرکزی و دولت بر اساس تغییر در پارامترهای موجود خواهیم پرداخت. همان‌طور که مشخص است بر اساس پارامترهای پایه‌ای در جدول (۳)، تابع زیان دولت برابر 0/0014 و بانک مرکزی برابر 0/0018 می‌باشد. همچنین با افزایش عدم اطمینان دولت در دستیابی به سطح کسری بودجه از 2/0 به 5/0، تابع زیان دولت به 0/0117 افزایش می‌یابد و از طرف دیگر تابع زیان بانک مرکزی به 0/0023 افزایش می‌یابد. از طرف دیگر زمانی که دولت اهمیت بیشتری به وزن کسری بودجه در تابع زیان خود دهد به طوری که γ از 05/0 به 07/0 افزایش یابد، در این وضعیت نسبت به مدل پایه‌ای، تابع زیان مقام مالی کاهش خواهد یافت که این کاهش ناشی از کاهش

جدول (۴): نتایج شبیه سازی مدل تعادلی در بازی غیرهمکارانه

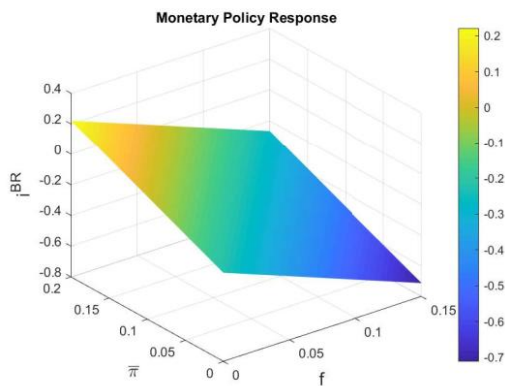
تغییرات در ضرایب	پارامتر	تعادل نش ابزار سیاستی دولت	تعادل نش ابزار سیاستی بانک مرکزی	تابع زیان دولت	تابع زیان بانک مرکزی
نتایج بر اساس مدل پایه ای	بر اساس جدول (۳)	0/0664	0/0048	0/0014	0/0018
تغییر در متغیر نااطمینانی دولت	تغییر θ از ۰/۲ به ۰/۵	0/0721	-0/0139	0/0117	0/0023
تغییر در وزن اهمیت کسری بودجه در تابع زیان دولت	تغییر γ از ۰/۰۵ به 0/07	0/0616	0/008	0/0011	0/0019
تغییر در وزن اهمیت نرخ بهره در تابع زیان بانک مرکزی	تغییر ρ از ۰/۰۵ به 0/08	0/0767	0/0110	0/0013	0/0034
تغییر در وزن نسبت داده شده به تورم توسط مقام مالی در تابع قید	تغییر φ از ۰/۲۴ به 0/40	0/0557	-0/0601	0/0025	0/0034
تغییر در وزن نسبت داده شده به نرخ بهره توسط مقام مالی در تابع قید	تغییر δ از 1/09 به 1/5	0/0538	-0/0019	0/0017	0/0009
تغییر در وزن نسبت داده شده به کسری بودجه توسط مقام مالی در تابع قید	تغییر β از ۰/۹۵ به ۰/۵	0/0384	-0/0375	0/0023	0/0027
تغییر در وزن نسبت داده شده به محصول توسط مقام پولی در تابع قید	تغییر τ از 0/79 به 0/99	0/0669	0/0089	0/0014	0/0017

0/0011	0/0016	-0/0014	0/0560	تغییر μ از -0/7 به 0/5	تغییر در وزن نسبت داده شده به نرخ بهره توسط مقام پولی در تابع قید
0/0025	0/0019	-0/0174	0/0497	تغییر ω از به 1/94 2/50	تغییر وزن نسبت داده شده به کسری بودجه توسط مقام پولی در تابع قید
0/0018	0/0020	0/0029	0/0669	تغییر \bar{f} از به 0/025 0/055	سطح هدف برای کسری بودجه

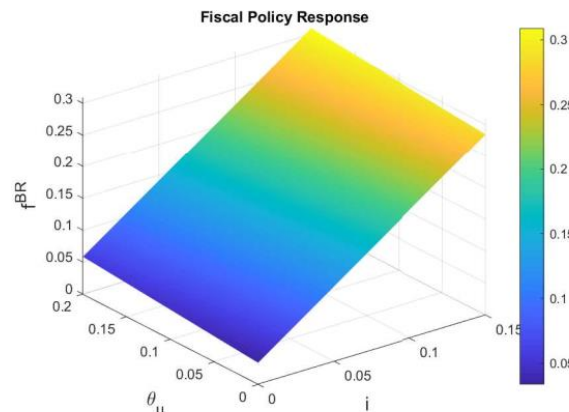
منابع: یافته‌های محققین

سطح پایدار تورم می‌شود. از طرف دیگر نمودار (ج) نشان دهنده تعادل نش مقام مالی نسبت به تغییرات در نااطمینانی و نرخ تورم هدف می‌باشد. همان‌طور که مشخص است در تعادل نش ابزار سیاست مالی نسبت به تغییرات در نرخ تورم هدف، حساسیت بالایی از خود نشان می‌دهد در حال که این حساسیت نسبت به پارامتر θ پایین است. نمودار (د) نشان دهنده حساسیت تعادل نش مقام پولی نسبت به تغییر در نااطمینانی دولت و تورم هدف می‌باشد. همان‌طور که مشخص است حساسیت نسبت به تغییرات این دو پارامتر نسبتاً بالا می‌باشد.

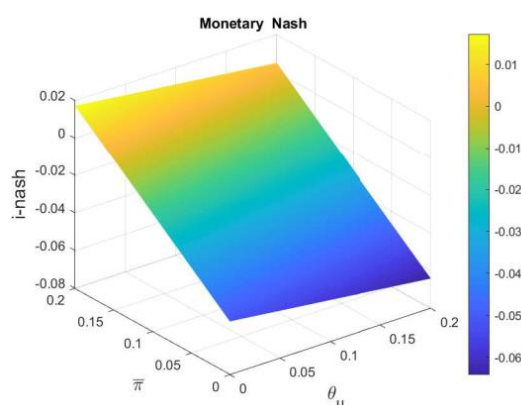
نمودار (۳) نیز به تحلیل تابع بهترین پاسخ دولت و بانک مرکزی به تغییرات در پارامترهای مختلف می‌پردازد. نمودار (الف) تابع بهترین پاسخ مقام مالی به تغییرات همزمان در نرخ بهره و عدم اطمینانی را نشان می‌دهد. با توجه به این نمودار، با افزایش همزمان نرخ بهره و نااطمینانی، تابع واکنش مقام مالی بین ۰/۰۵ تا ۰/۳ در نوسان است به طوری که با افزایش θ این نرخ به شدت افزایش می‌یابد. همچنین نمودار (ب) نشان تابع واکنش مقام پولی به تغییر در π و f را نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار تغییرات تورم پایه‌ای منجر به واکنش بیشتر بانک مرکزی در ابزار سیاستی برای دستیابی به



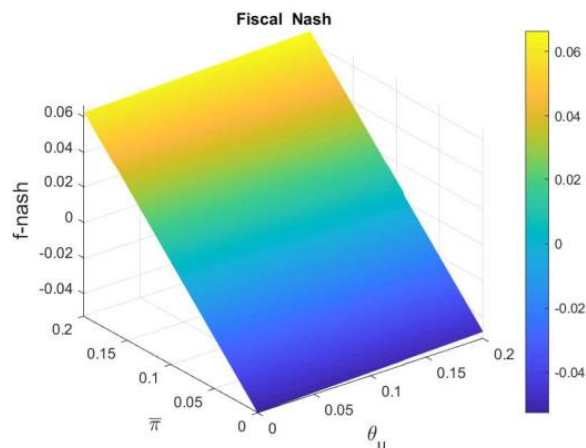
ب- بهترین پاسخ مقام پولی



الف- بهترین پاسخ مقام مالی



د- تعادل نش مقام پولی



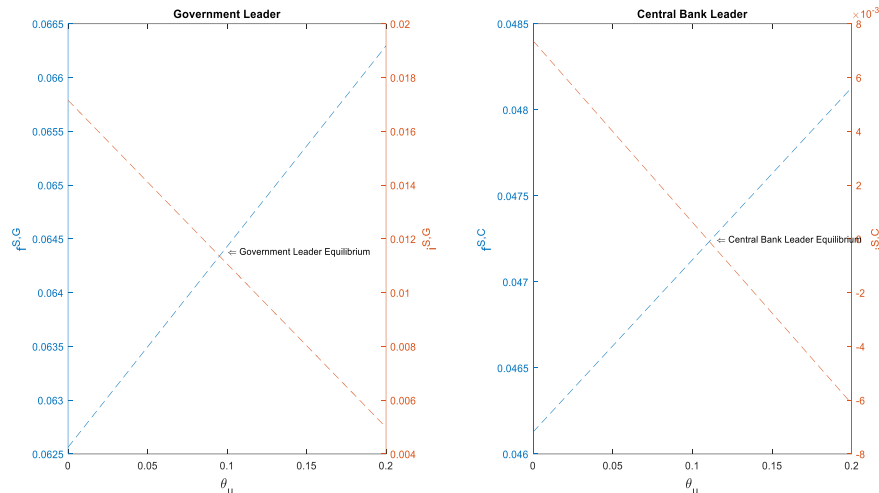
ج- تعادل نش مقام مالی

نمودار (۳): حساسیت بهترین پاسخ و تعادل نش به تغییرات در نااطمینانی و سطح تورم هدف

استخراج شده در نمودار (۲) بر اساس بازی غیرهمکارانه می‌باشد. از طرف دیگر زمانی که بانک مرکزی به عنوان رهبر رفتار می‌کند در این وضعیت نرخ کسری بودجه برابر $0/0472$ و نرخ بهره حدود صفر درصد تثبیت می‌گردد و نشان می‌دهد در این وضعیت بانک مرکزی برای رسیدن به تورم باثبات، نرخ بهره سیاستی به عنوان ابزار را حدود صفر اعمال خواهد کرد.

۷،۲ تحلیل بازی استاکلبرگ

نمودار (۴) نشان دهنده تعادل در بازی استاکلبرگ زمانی که یکی از سیاست‌گذاران به عنوان رهبر و دیگری به عنوان پیرو رفتار می‌کنند. همان‌طور که از نمودار مشخص است زمان که مقام مالی به عنوان بازیکن رهبر رفتار می‌کند در این صورت سیاست مالی در نرخ $0/0645$ و نرخ بهره در نرخ $0/0115$ تثبیت می‌گردد که این اعداد بسیار نزدیک به اعداد



نمودار (۴): تعادل استاکلبرگ در بازی رهبر- پیرو

و همچنین در این وضعیت در تعادل نش ابزار سیاستی دولت برابر $0/0719$ و برای بانک مرکزی برابر $-0/0133$ می‌باشد. همچنین وزن نسبت داده شده به نرخ بهره توسط مقام مالی در تابع قید تابع زیان بانک مرکزی در زمان رهبری کمتر از زمانی است که بانک مرکزی به عنوان پیرو رفتار می‌کند. همچنین تغییر در وزن نسبت داده شده به تورم توسط مقام مالی در تابع قید سبب کاهش ابزار سیاستی دولت در تعادل نش می‌شود و از این رو کسری بودجه تعادلی نسبت به مدل پایه‌ای به $0/0554$ کاهش می‌یابد و در این وضعیت نرخ بهره تعادلی نش زمانی که دولت به عنوان رهبر رفتار می‌کند برابر $-0/0591$ می‌باشد.

جدول (۵) به تحلیل تابع زیان دولت و بانک مرکزی در وضعیت‌های که دولت رهبر و بانک مرکزی پیرو و بالعکس را نشان می‌دهد. نتایج این جدول حاکی از آن است که بر اساس پارامترهای پایه‌ای، تابع زیان دولت زمانی که دولت به عنوان رهبر رفتار می‌کند کمتر از زمانی است که بانک مرکزی به عنوان مقام رهبر در بازی حرکت خود را انجام می‌دهد. همچنین تابع زیان سیاست‌گذار پولی زمانی که بانک مرکزی به عنوان رهبر رفتار می‌کند بیشتر از زمانی است که مقام پولی به عنوان پیرو عمل می‌کند. از طرف دیگر با تغییر پارامتر نااطمینانی از $0/02$ به $0/05$ تابع زیان دولت زمانی که مقام مالی به عنوان رهبر عمل می‌کند نسبت به مدل پایه‌ای به $0/0116$ افزایش می‌یابد

جدول (۵): نتایج شبیه سازی مدل تعادلی در بازی استاکلبرگ

بانک مرکزی رهبر و دولت پیرو				دولت رهبر و بانک مرکزی پیرو				پارامتر	تغییرات در ضرایب
تابع زیان بانک مرکزی	تابع زیان دولت	تعادل نش ابزار سیاستی بانک مرکزی	تعادل نش ابزار سیاستی دولت	تابع زیان بانک مرکزی	تابع زیان دولت	تعادل نش ابزار سیاستی بانک مرکزی	تعادل نش ابزار سیاستی دولت		
0/000 9	0/0018	- 0/0061	0/0481	0/0018	0/0014	0/005 0	0/066 3	بر اساس جدول (3)	نتایج بر اساس مدل پایه ای
0/0012	0/0128	- 0/0264	0/0511	0/0023	0/0116	- 0/0133	0/0719	تغییر θ از ۰/۲ به ۰/۵	تغییر در متغیر ناطمینان ی دولت
0/000 9	0/002 8	- 0/0108	0/048 9	0/0019	0/0021	0/0012	0/0675	تغییر γ از ۰/۰۵ به ۰/۰۷	تغییر در وزن اهمیت کسری بودجه در تابع زیان دولت
0/0015	0/0018	- 0/005 6	0/0491	0/0034	0/0012	0/0112	0/0766	تغییر ρ از ۰/۰۵ به ۰/۰۸	تغییر در وزن اهمیت نرخ بهره در تابع زیان بانک مرکزی
0/002 0	0/003 2	- 0/0681	0/0347	0/0034	0/0025	- 0/0591	0/0554	تغییر φ از ۰/۲۴ به ۰/۴۰	تغییر در وزن نسبت داده شده به تورم توسط مقام مالی در تابع قید

0/000 8	0/0018	- 0/004 2	0/0483	0/000 9	0/0016	0/003	0/0528	تغییر δ از 1/09 به 1/5	تغییر در وزن نسبت داده شده به نرخ بهره توسط مقام مالی در تابع قید
0/0013	0/0027	- 0/029 8	0/211	0/0026	0/002 3	- 0/0367	0/0382	تغییر β از -/95 0 به - 0/5	تغییر در وزن نسبت داده شده به کسری بودجه توسط مقام مالی در تابع قید
0/008	0/0017	- 0/002 5	0/049 0	0/0017	0/0014	0/009 0	0/066 8	تغییر τ از 0/79 به 0/99	تغییر در وزن نسبت داده شده به محصول توسط مقام پولی در تابع قید
0/000 9	0/0018	- 0/005 5	0/0487	0/0011	0/0016	-0/001	0/0555	تغییر μ از - 0/7 به -0/5	تغییر در وزن نسبت داده شده به نرخ بهره توسط مقام پولی در تابع قید

0/0012	0/002 3	- 0/0249	0/034 0	0/0024	0/0019	- 0/0167	0/049 6	تغییر ω از 1/94 به 2/5	وزن نسبت داده شده به کسری بودجه توسط مقام پولی در تابع قید
0/000 9	0/002 4	- 0/008 2	0/0484	0/0018	0/002 0	0/0032	0/066 9	تغییر \bar{f} از 0/025 به 0/05 5	سطح هدف برای کسری بودجه

منابع: یافته‌های محققین

بهره است و هر دو بازیگر (بانک مرکزی و دولت) در تصمیم‌گیری مستقل هستند و به بهترین تصمیمات یکدیگر واکنش (متقابل) بهینه نشان می‌دهند. پس از استخراج تابع واکنش دولت و بانک مرکزی در دو بازی و همچنین معادلات تعادلی نش و استاکلبرگ، مسیره‌های تعادلی بر اساس پارامترهای اقتصاد ایران شبیه‌سازی شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بهترین پاسخ دولت به افزایش نرخ بهره بانک مرکزی، یک سیاست مالی انبساطی است. همچنین در تعادل نش بر اساس برابر نرخ بهره و کسری بودجه، سطح کسری بودجه برابر 16٪ و نرخ بهره تعادلی نیز برابر صفر می‌باشد. از طرف دیگر با افزایش عدم اطمینان دولت در دستیابی به سطح کسری بودجه، تابع زیان دولت و بانک مرکزی افزایش می‌یابد. سایر نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بر اساس پارامترهای پایه‌ای، تابع زیان دولت زمانی که دولت به عنوان رهبر رفتار می‌کند کمتر از زمانی است که بانک مرکزی به عنوان مقام رهبر در بازی حرکت می‌کند.

بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان توصیه سیاستی ارائه نمود. بر اساس این تحلیل‌ها می‌توان

۸ جمع بندی و ارائه پیشنهادات

یکی از مباحث مهمی که در طی سالیان اخیر مورد توجه قرار گرفته است مربوط به بازی بین دو سیاست‌گذاری پولی و مالی یعنی بانک مرکزی و دولت در جهت دستیابی به اهداف مدنظر است. محققین به دنبال پاسخ به این سوال هستند که چگونه این دو بازیکن در تعامل با یکدیگر و با به کارگیری استراتژی‌های مدنظر می‌توانند اهداف تعیین شده خود را محقق نمایند؟ همچنین سوالی دیگری که مطرح می‌شود این است که در صورت وجود عدم اطمینان دولت در دستیابی به سطح درآمدهای مشخص بودجه‌ای، چگونه پاسخ‌های سیاست‌گذاران برای دستیابی به بالاترین رفاه اجتماعی تغییر خواهد کرد؟ از این رو در چارچوب نظریه بازی‌های غیر همکارانه و استاکلبرگ و با فرض استقلال دولت از بانک مرکزی، تعامل رفتار بین دولت و بانک مرکزی با فرض وجود عدم قطعیت در بازی مورد تحلیل قرار گرفت. در این بازی فرض می‌شود که هدف دولت رسیدن به بالاترین رشد اقتصادی با کمک ابزار بودجه‌ای و هدف بانک مرکزی نیز ثبات قیمت‌ها با استفاده از ابزار سیاستی نرخ

در اقتصاد مقابله و اثرات منفی آن بر رفاه جامعه را کاهش دهند. همچنین رهبری سیاست مالی زمانی که هدف کلی اقتصاد افزایش رشد و کنترل تورم است می‌تواند اثرگذارتر باشد. از طرف دیگر اهمیت وزن بیشتر بر کسری بودجه توسط بانک مرکزی، نتایج رفاهی مطلوبی را به دنبال ندارد و از این رو تنها مقام مالی باید توجه ویژه به وزن این متغیر در تابع زیان و قید خود لحاظ نماید تا اثرات آن بر رفاه جامعه ملموس باشد.

شرایط رفاهی جامعه را زمانی افزایش نمود که دولت و بانک مرکزی در چارچوب بازی طراحی شده برای رسیدن به اهداف تثبیت تورم و رشد پایدار، وزن بیشتری بر روی تورم در توابع زیان خود و قید بودجه لحاظ نماید و در این وضعیت تابع زیان پایین‌تری نسبت به سایر وضعیت‌ها به همراه خواهد داشت. از طرف دیگر دولت‌ها با اجرای سیاست‌هایی مناسب بودجه‌ای و اعمال آن بر اساس یک قاعده مشخص، می‌توانند با عدم قطعیت پیش روی دولت

منابع

- Adam, K., & Billi, R. M. (2014). Distortionary Fiscal Policy and Monetary Policy Goals. *Economics Letters*, *122*(1), 1-6.
- Afonso, A., Alves, J., & Balhote, R. (2019). Interactions between monetary and fiscal policies. *Journal of Applied Economics*, *22*(1), 132-151. <https://doi.org/10.1080/15140326.2019.1583309>
- Alesina, A., & Perotti, R. (1996). Budget deficits and budget institutions, NBER Paper No. 5
- Alesina, A., & Tabellini, G. (1987). Rules and Discretion with No coordinated Monetary and Fiscal Policies. *Economic Inquiry*, *25*(4), 619-630.
- Ankargreny, S., & Shahnazarian, H. (2019). The Interaction Between Fiscal and Monetary Policies: Evidence from Sweden. WORKING PAPER SERIES
- Barro, R., & Gorden, D. (1983). Rules, Discretion, and Reputation in a Model of Monetary Policy, *Journal of Monetary Economics*, *12*, 20-101
- Bartolomeo, G., & Giuli, F. (2011). Fiscal and monetary interaction under monetary policy uncertainty. *European Journal of Political Economy*, *27*, 369-375
- Basar, T., and Olsder, G. (1999). Dynamic Non cooperative game theory. SIAM. Philadelphia.
- Bennett, H., & Loayza, N. (2000). Policy biases when the monetary and fiscal authorities have different objectives. *Central Bank of Chile Working Papers*, 66.
- Bhattacharya, J., Guzman, M., & Smith, B. D. (1998). Some even more unpleasant monetarist arithmetic. *Canadian Journal of Economics*, *31*(3), 596-623.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s10663-008-9090-3>.
- Buti, M., Larch, M., & Balboni, F. (2009). Monetary and fiscal policy interactions in the EMU when cyclical conditions are uncertain. *Empirica*, *36*, 21-44: DOI 10.1007/s10663-008-9090-3.
- Buti, M., Roeger, W., & Veld, J. (2001). Stabilizing output and inflation: policy conflict and cooperation under a stability pact. *Journal of Common Market Studies*, *39*(5), 801-828.
- Caramp, N., & Silva, D.H. (2023). Fiscal policy and the monetary transmission mechanism, *Review of Economic Dynamics*, *51*, 716-746.
- De Grauwe, P., & Foresti, P. (2023). Interactions of fiscal and monetary policies under waves of optimism and pessimism. *Journal of Economic Behavior & Organization*, *212*, 466-481.
- Demid, E. (2018). Fiscal and Monetary Policy: Coordination or Conflict?. *International Economic Journal*, *32*(4), 547-571. <https://doi.org/10.1080/10168737.2018.1534133>.
- Dixit A., & Lambertini, L. (2003). Symbiosis of monetary and fiscal policies in a monetary union. *J Int Econ*, *60*, 235-247.

- Dixit, A., & Lambertini, L. (2003). Interactions of commitment and discretion in monetary and fiscal policies. *American Economic Review*, 93(5), 1522.
doi:10.1257/000282803322655428.
- Engwerda, J., Mahmoudini, D., & Dalali Isfahan, R. (2016). Government and Central Bank Interaction under Uncertainty: A Differential Games Approach. *Iranian Economic Review*, 20(2), 225-259.
- Friedman, J. W. (1992); The interaction between game theory and theoretical industrial economies, *Scottish Journal of Political Economy*, 39(4), 353-73.
- Hamdan, A., & Ali Hussein, S. (2020). Cooperative decision-making on fiscal and monetary policy in Iraq using the prisoner's dilemma. *Banks and Bank Systems*, 15(4), 88-98.
doi:10.21511/bbs.15(4).2020.08.
- Kaminsky, G., Reinhart, C., & Vegh, C. A. (2004). When it rains, it pours: Pro-cyclical capital flows and macroeconomic policies. *NBER Macroeconomics Annual*, 19, 16-41.
- Kydland, F. E., & Prescott, E. C. (1977). Rules Rather Than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans. *Journal of Political Economy*, 85(3), 473-491.
- Lambertini L., & Rovelli R. (2003) Monetary and Fiscal Policy Coordination and Macroeconomic Stabilization. A *Theoretical Analysis*.
<https://ssrn.com/abstract=380322> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.380322>.
- Lane, P. (2004). Monetary-fiscal interactions in an uncertain world: lessons for European policymakers. Institute for international integration studies. Dissertation, Trinity College Dublin.
- Mahmoudinia, D. (2023). *Introductory game theory (application in economics and other fields) first volume*. 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., Engwerda, J., [Dallali Esfahani](#), R., [Bakhshi Dastjerdi](#), R., & Fakhar, M. (2016). [Strategic Interaction Between Government and Central Bank in Framework of Cooperative and Non-Cooperative Games](#). *Journal of Economic Modeling Research*, 7(24), 83-121. (In Persian).
- Mansourin, N., [Mosavi jahromy](#), Y., [Abolhasani](#), A., & [Shayegani](#), B. (2017). Analyzing the Relationship among Government, Central Bank and Speculators in Iran: Approach of Game Theory and Nash Equilibrium. *Journal of Economics and Modelling*, 7(28), 139-167. (In Persian).
- Nordhaus, W. D. (1994). Policy Games: Coordination and Independence in

- Monetary and Fiscal Policies. *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, 139-215.
- Rogoff, K. (1985). The Optimal Degree of Commitment to an Intermediate Monetary Target, *Quarterly Journal of Economics*, 100(4), 169-89
- Sargent T., Wallace N. (1981). Some Unpleasant Monetarist Arithmetic, *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 5, 1-17
- Saulo, H., Rêgo, L. C., and Divino, J.A. (2013). Fiscal and monetary policy interactions: a game theory approach, *Ann Oper Res*, 206, 341-366.
- Stawska, J., Malaczewski, M., & Szymańska, A. (2019). Combined monetary and fiscal policy: the Nash Equilibrium for the case of noncooperative game. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 32(1), 3554-3569, DOI: 10.1080/1331677X.2019.1669063.
- Stawska, J., Malaczewski, M., Malaczewska, P., & Stawasz-Grabowska, E. (2021). The Nash equilibrium in the policy mix model for Czechia, Hungary, and Romania. *Cogent Economics & Finance*, 9(1), 1869380, DOI: 10.1080/23322039.2020.1869380.
- 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, DOI: 10.1080/1331677X.2022.2142258
- [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. \(In Persian\).](#)
- Van Aarle, B., Bovenberg, L., & Raith, M. (1995). Monetary and fiscal policy interactions and debt stabilization. *Journal of Economics*, 62(2), 111-140. doi:10.1007/BF01226006
- Woroniccka-Leciejewicz, I. (2010) Decision interactions of the monetary and fiscal authorities in the choice of policy mix, *Journal of Organisational Transformation & Social Change*, 7(2), 189-210.
- Zarei, Z., & Hemmati, M. (2022). [Investigating Fiscal and Monetary Policy Coordination in Iran's Economy: TVP-Reaction Function](#). *The Journal of Planning and Budgeting*, 27(1), 31-56. (In Persian).