

تأثیر تحریم‌های اقتصادی بر تولید و رفاه اجتماعی ایران: رهیافتی از الگوی رشد تعمیم‌یافته تصادفی

حسین مرزبان^۱

علی حسین استادزاد^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۲۵

تاریخ ارسال: ۱۳۹۲/۰۸/۰۸

چکیده:

اعمال تحریم‌های مختلف بر اقتصاد ایران اثرات نامطلوبی بر تولید و رفاه اجتماعی به‌جای گذاشته‌اند، اما در کمتر مطالعه‌ای به کمی کردن تأثیر شدت تحریم‌ها بر تولید و همچنین رفاه اقتصادی پرداخته شده است. هدف این تحقیق در ابتدا بسط یک الگوی رشد تعمیم‌یافته با وجود تحریم و نرخ ارز تصادفی است. پس از بسط الگو، سه سناریو با توجه به نوع تحریم برای اقتصاد ایران تعریف شده که در آنها اثرات تحریم‌ها بر سطوح تولید و رفاه اجتماعی بررسی می‌شود. در الگوی بسط داده شده، تحریم‌ها به دو دسته تحریم‌های نفتی و تحریم‌های کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای تقسیم شده‌اند. با استفاده از تابع ارزش تصادفی همیلتون بلمن ژاکوبین (SHBJ) و همچنین روش بهینه‌سازی تکاملی الگوریتم ژنتیک در سه سناریو تغییرات تولید و رفاه اجتماعی در وضعیت یکنواخت برای اقتصاد ایران کالیبره و بررسی شده است. نتایج نشان‌دهنده این موضوع است که در سناریوی اول تحریم‌ها بیشتر بر تولید اثر خواهد کرد در حالی که در سناریوی دوم که تحریم‌های نفتی اعمال می‌شود، اثر آنها بر رفاه اجتماعی محسوس‌تر می‌شود. در سناریوی سوم که ترکیبی از تحریم‌های فروش نفت و کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای اعمال شده، تأثیر تحریم‌ها نسبت به دو سناریوی قبلی بسیار وسیع‌تر خواهد بود. براساس تولید تحقق یافته سال ۱۳۹۰ شدت تأثیر تحریم‌های نفتی کاهش می‌یابد ۳۰ درصد در تولید ناخالص داخلی داشته و اعمال انواع تحریم‌ها بین ۳۰ تا ۵۰ درصد در کاهش تولید ناخالص داخلی نقش داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: الگوی رشد تعمیم‌یافته، فرآیند تصادفی، تحریم، رشد اقتصادی، رفاه اجتماعی،

الگوریتم ژنتیک، تابع SHBJ.

طبقه بندی JEL: Q38, Q41.

۱- dr.marzban@gmail.com

۱- دانشیار اقتصاد دانشگاه شیراز

۲- s.aostadzad@rose.shirazu.ac.ir

۲- دانشجوی اقتصاد دانشگاه شیراز (نویسنده مسئول)

۱- مقدمه

تحریم‌ها یا به عبارت درست‌تر مجازات‌های اقتصادی^۱، محدودیت‌های اقتصادی و بازرگانی گسترده یا محدودی هستند که توسط یک کشور (یا گروهی از کشورها) علیه کشوری دیگر وضع می‌شود. تحریم‌های اقتصادی دارای مصداق‌های گوناگونی هستند و شامل وضع تعرفه‌ها، ایجاد موانع تجاری، محدودیت و یا سهمیه‌بندی واردات و یا صادرات است، اما تنها به این مصداق‌ها محدود نمی‌شود. دو مفهوم دیگر نیز وجود دارد که با تحریم اقتصادی دارای قرابت و نزدیکی هستند. یکی منزوی کردن اقتصادی^۲ و دیگری محاصره اقتصادی^۳ است.

فرآیند تحریم بسیار پویاست، بنابراین می‌توان فرآیند آنها را فرآیندی تصادفی^۵ دانست. مدل‌های ایستا و ساده خطی^۶ که با چند متغیر مطمئن فرآیندهای تحریم را توضیح می‌دهند، کارآمدی زیادی برای توضیح فرآیند تحریم یا پیش‌بینی پیامدهای آن ندارد. می‌توان گفت نظریه بازی‌ها^۷ (که فرآیند تحریم را به شکل پویا و با توجه به احتمال تحقق سناریوهای مختلف تحلیل می‌کند)، مناسب‌تر از مدل‌های ایستا و خطی است (هافبر، ۱۹۹۰).

در این مطالعه با استفاده از یک الگوی رشد تعمیم یافته^۸ دینامیک تصادفی در قالب سناریوهای مختلف تأثیر شدت تحریم بر تولید و همچنین بر رفاه اجتماعی در اقتصاد ایران در وضعیت یکنواخت^۹ را کالیبره کرده‌ایم.

1- Sanctions

2- Embargo

3- Blockade

۴- مفهوم منزوی کردن اقتصادی وسیع‌تر از تحریم بوده و عبارت است از منزوی کردن جزئی یا کامل به وسیله محدودیت بازرگانی با یک کشور معین است. محاصره اقتصادی اما معمولاً در شرایط پیش از جنگ به وقوع می‌پیوندد و می‌تواند شامل محاصره و محدودیت دسترسی به راه‌های دریایی و یا زمینی باشد. هر چند حوزه پژوهش در مورد تحریم‌های اقتصادی غالباً روابط و سیاست بین‌الملل است، اما از چند منظر دیگر نیز می‌توان مساله مجازات اقتصادی را از جمله منظر حقوقی، اخلاقی، سیاسی و مدیریت ریسک و اقتصادی بررسی کرد.

5- Non-deterministic or Stochastically

6- Deterministic Parameter Vector in a Linear Model

7- The Game Theory

8- Augmented Economic Growth Model

9- Steady State

اعمال تحریم‌های اقتصادی همزمان با عوامل گوناگونی مانند چگونگی مدیریت کشور، توانایی بالقوه نهادهای اقتصادی و... می‌تواند تاثیرات متفاوتی بر اقتصاد داشته باشد. این امر موجب می‌شود که نتوان اثر خالص یک تحریم اقتصادی را به شکل روشنی ارزیابی کرد. مثلاً یک تحریم اقتصادی معین در شرایط اقتصادی مختلف اثر یگانه و یکسانی ندارد. اثرات سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و بین‌المللی تحریم اقتصادی نیز مرکب و پیچیده است و سمت و سوی یکسانی ندارد. رابطه زمان و پیامدهای یک تحریم اقتصادی نیز از نکات قابل توجه است. یک تحریم اقتصادی ممکن است در کوتاه‌مدت پیامدهای محدودی داشته باشد، اما در بلندمدت پیامدهای آن بسیار قابل توجه باشد و یا بالعکس.

در مطالعه حاضر به بررسی تاثیر تحریم‌ها بر مسیر بلندمدت تولید و رفاه در اقتصاد ایران پرداخته می‌شود. اندازه‌گیری اثرات یک تحریم اقتصادی بسیار دشوار است و شاید غیرممکن باشد. طبقه‌بندی تحریم اقتصادی به موفق یا شکست خورده مورد نقد واقع شده است. چون معمولاً تصور بر این است که در فرآیند تحریم اقتصادی، بازیگران یا بازنده هستند یا برنده. اما پژوهشگران موضع دیگری را نیز یادآور می‌شوند و آن اینکه یک تحریم اقتصادی می‌تواند کم‌اثر باشد و یا هر دوی بازیگران این فرآیند بازنده باشند و پیامدهای تحریم اقتصادی همانی نباشد که انتظار داشته‌اند. بنابراین به فرض عدم تغییر رفتار سیاسی یک دولت نمی‌توان ادعا کرد که تحریم اقتصادی مؤثر نبوده است یا بالعکس، نمی‌توان تغییر رفتار سیاسی یک بازیگر را الزاماً نشانه موفق بودن آن تحریم اقتصادی دانست.

ممکن است هدف تحریم مثلاً تغییر رژیم در یک کشور باشد، اما تحریم اقتصادی به دگرگونی جناح‌های حاکمیت منجر شود. هدف تحریم‌های اقتصادی ممکن است تغییر رفتار سیاسی حاکمیت باشد، اما فرآیند به سرنگونی آن رژیم منجر شود.

هاوفاویر (۱۹۹۰) با بررسی ۱۲۰ مورد تحریم اقتصادی مدعی است که تحریم‌های اقتصادی در ۳۴ درصد موارد موفق بوده‌اند. تحریم‌هایی که به منظور کاهش رفاه اجتماعی بنا شده‌اند، اگر به کاهش زیاد رفاه اجتماعی منجر شوند، می‌توانند باعث آشوب و

نارضایتی‌های اجتماعی و به تبع آن منجر به براندازی دولت‌ها شوند. در این مطالعه به دنبال پاسخ به این سوال هستیم که آیا هدف از اعمال تحریم‌های مختلف (تحریم‌های نفتی یا تحریم کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای) بر اقتصاد ایران براندازی بوده است؟ نخستین پیامد تحریم‌های اقتصادی معمولاً اثر روانی آنها است و این پیامد زودتر از دیگر اثرات تحریم‌ها خود را نشان می‌دهد. با اعمال تحریم عدم اطمینان^۱ به آینده افزایش می‌یابد و انتظار سوددهی واحدهای اقتصادی دچار تردید خواهد شد. بازیگران اقتصادی در چنین شرایطی سیاست انقباضی در پیش گرفته از سرمایه‌گذاری در دارایی‌های حقیقی خودداری کرده و منتظر حوادث بعدی می‌مانند.

پیامد دیگر تحریم اقتصادی، مالی است که آن را می‌توان در نوسانات نقدینگی، نقدینگی ارزی و میزان وام‌دهی بانک‌ها یا سپرده‌گذاری دید. بسته به حجم تحریم‌ها و شرایطی که تحریم در آن انجام می‌گیرد و همچنین امکانات و محدودیت بازیگران، سیاست انقباضی مانند کاهش ظرفیت وام‌دهی بانک‌ها یا افزایش هزینه تولیدکنندگان در اثر فرآیندهای دور زدن تحریم‌ها به کاهش فعالیت در بخش واقعی اقتصاد منجر می‌شود. در اینجاست که پیامدهای تحریم در بخش واقعی اقتصادی قابل مشاهده می‌شود، چراکه رشد اقتصادی کاهش یافته و به دنبال آن متغیرهایی همچون اشتغال، سودآوری و مصرف نیز سیر نزولی گرفته و ممکن است شاهد بروز رکود اقتصادی باشیم.

تحریم، گاه در سطح یک بخش یا صنعت خاص است و گاه در عمق ادامه یافته و به سطوح یک صنعت منحصر نشده و بخش عمومی و خصوصی را به‌طور یکسان در معرض آسیب قرار می‌دهد. باید توجه داشت که تمام بخش‌های اقتصاد یکسان در معرض آسیب‌ها نیستند. مثلاً صنعت نفت به دلیل تکنولوژی خاص و یا بخش بانکی به دلیل بین‌المللی بودن در مقایسه با بخش کشاورزی که ارتباطات کمتری با خارج دارد، آسیب‌پذیرتر هستند.

در این مطالعه با توجه به اهمیت موضوع، الگوی رشد درون‌زا با وجود تحریم‌های مختلف برای اقتصاد ایران بسط داده شده است. هدف اصلی این مطالعه از یک طرف، بررسی این موضوع است که تا چه حد تحریم‌های مختلف (تحریم‌های نفتی یا تحریم کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای) موفق بوده‌اند. از طرف دیگر، در این مطالعه به صورت دینامیکی (نه استاتیک) و همچنین تصادفی (نه معین) در سناریوهای مختلف تاثیر شدت تحریم بر تولید و همچنین بر رفاه اجتماعی در اقتصاد ایران در وضعیت یکنواخت بررسی شده است. در چارچوب همین فرض به صورت تقریبی میزان و درصدی که تحریم‌ها بر روند اقتصادی (تولید) اثرگذار بوده‌اند را نیز محاسبه کرده‌ایم.

این مقاله در شش قسمت تنظیم شده است؛ در قسمت دوم ادبیات مربوط به تحریم‌های اقتصادی و همچنین الگوهای رشد اقتصادی بررسی شده و در قسمت سوم مبانی نظری و چگونگی اثرگذاری تحریم‌ها بر اقتصاد مورد مطالعه قرار گرفته است. چگونگی کار با الگوریتم ژنتیک و معرفی تابع ارزش همیلتون بلمن ژاکوبین تصادفی در قسمت چهارم یعنی بخش روش‌شناسی آورده شده است. کالیبره کردن الگو برای اقتصاد ایران در سه سناریوی مختلف و تحلیل نتایج در قسمت پنجم ارائه شده است. قسمت نهایی نیز به جمع‌بندی و ارائه پیشنهادهایی برای مطالعات آتی اختصاص دارد.

۲- ادبیات موضوع

مرور ادبیات این تحقیق در دو بخش بررسی سابقه تحریم‌ها و نظریه‌های آن ارائه خواهد شد.

در رابطه با تاثیر تحریم‌های بین‌المللی بر تولید و رفاه اجتماعی با روایت‌های مختلفی مواجه هستیم. در یک روایت تحریم به‌عنوان یکی از ابزارهای سیاست خارجی کشورها به قصد تنبیه و بازدارندگی کشور هدف تعریف می‌شود. هدف تحریم، تغییر سیاست خاص یا مجموعه‌ای از سیاست‌های کشور هدف است (پیکسن^۱، ۲۰۰۹ و کاپر^۲، ۲۰۱۰).

1- Peksen

2- Cooper

درجه آسیب‌پذیری کشور تحریم‌گذار و تحریم‌پذیر معمولاً نامتوازن است، زیرا چنانچه کشور تحریم‌گذار و تحریم‌پذیر به یکسان از تحریم آسیب ببینند، به محض اعمال تحریم توسط یک کشور، کشور مورد تحریم به سیاست متقابل دست زده و اثرات تحریم متفی خواهد شد.

در راستای اعمال تحریم یک عامل تعیین‌کننده سهم کشورها در تجارت بین‌الملل است. هر چقدر که سهم کشورها در تجارت بین‌الملل بالاتر باشد، احتمال دست زدن به تحریم علیه آنها کمتر است. همچنین هر چقدر سهم تجارت بین‌الملل در تولید ناخالص کشور بیشتر باشد، درجه آسیب‌پذیری کشور از تحریم‌ها بیشتر خواهد شد (هافنبرتن^۱، ۲۰۰۸).

جدول (۱) - ماتریس درجه احتمال تحریم

ردیف	اندازه بازار داخلی	رابطه با کشورهای دنیا به نسبت بازار داخلی
۱	کوچک	زیاد
۲	کوچک	کم
۳	بزرگ	زیاد
۴	بزرگ	کم

با توجه به جدول (۱)، کشورهایی که در ردیف ۴ جدول قرار می‌گیرند، می‌توانند از تحریم آسیب نبینند، بنابراین احتمال اعمال تحریم علیه آنها بسیار کم است، اما در سه ردیف دیگر احتمال تحریم وجود دارد. کشورهایی که در ردیف ۱ و ۲ قرار می‌گیرند، برای کاهش احتمال تحریم دو راهبرد وجود دارد؛ اول افزایش حجم بازارهای داخلی و سپس افزایش سهم کشور در بازارهای بین‌المللی. با توجه به جدول (۱)، اندازه بازار داخلی کشور ایران نسبت به بازارهای جهانی کوچک و از طرفی با توجه به صادرات بسیار نفت و گاز در رابطه با کشورهای جهان به نسبت بازار داخلی زیاد است، بنابراین احتمال موفقیت تحریم‌های اعمالی علیه ایران می‌تواند زیاد باشد.

در مطالعات مختلف از جمله کاپر (۲۰۰۶)، آلن^۱ (۲۰۰۰) و آن^۲ (۱۹۹۹) این اعتقاد وجود دارد که تحریم‌ها تاکنون ابزار موفقی برای نیل به اهداف سیاست خارجی نبوده‌اند. از آنجایی که دیدگاه صاحب‌نظران از نقطه نظرات کشورهای تحریم‌گذار سرچشمه می‌گیرد، منظور از موفق نبودن تحریم‌ها، تداوم و یا حتی تقویت سیاست‌های حساسیت برانگیز کشور هدف با وجود تحریم‌ها است، به این معنی که کشور مورد نظر با وجود تحریم بر سیاست‌های خود اصرار می‌ورزد. بنابراین تا زمانی که کشور هدف تحریم به سیاست‌های خود ادامه می‌دهد، تحریم آن کشور بی‌نتیجه بوده است. بر اساس این معیار، تحریم‌های غرب علیه کوبا و کره شمالی ناموفق بوده، زیرا نتوانسته‌اند به تغییر در سیاست‌های عمومی و خارجی این دو کشور منجر شوند (اوسایجا^۳، ۲۰۰۶ و بیلگرام^۴، ۲۰۰۴).

در روایتی دیگر هدف تحریم‌ها کاهش رفاه و امنیت در جامعه تحریم‌شونده و به دنبال آن براندازی نظام حاکم در این کشور است. ریناک^۵ (۲۰۰۶) که درجه موفقیت راهبردهای مقابله با تحریم را از نظر رفاه و امنیت جامعه می‌سنجد، معتقد است که به دلیل اینکه تحریم‌ها بر کشورهای کوبا و کره شمالی به ترتیب برای مدت بیش از ۲۰ و ۵۰ سال طول کشیده‌اند و طی این مدت درجه رفاه عمومی و تولید ناخالص ملی در این دو کشور پیشرفتی نداشته، پس می‌توان تحریم‌ها را موفق ارزیابی کرد.^۶ در صورتی که به علت عدم تغییر در سیاست این کشورها ادعا شود که تحریم این دو کشور ناموفق بوده، راهبرد بی‌اثرسازی آن نیز ناموفق بوده است، بنابراین واژه موفق بودن و موثر بودن تحریم‌ها معنای کاملاً متفاوتی دارند.

در مورد ایران به نظر نمی‌رسد مطالعه‌ای در مورد درجه اثرگذاری تحریم‌ها بر رفاه اجتماعی ارائه شده باشد و برآورد این مهم یکی از اهداف این مطالعه در اقتصاد ایران

-
- 1- Alan
 - 2- Ann
 - 3- Osieja
 - 4- Bilgram
 - 5- Rennack

۶- کوبا رتبه ۱۶۱ و کره شمالی رتبه ۱۶۷ در جمع ۱۹۲ کشور جهان از نظر رفاه اقتصادی را دارند (سازمان ملل، ۲۰۰۵).

است. نتیجه این بررسی نشان خواهد داد که تحریم‌ها تا چه اندازه بر اقتصاد ایران اثر گذاشته‌اند. در عین حال می‌توان شاخصی ارائه کرد که بر اساس آن توان بی‌اثرسازی تحریم‌ها توسط دولت ایران را برآورد کرد.

جدول (۲) دیدگاه مرسوم در منابع روابط بین‌الملل در مورد رابطه موفقیت تحریم و راهبردهای مقابله با آن را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، می‌توان این سناریو را فرض کرد که به دلیل اینکه تحریم‌ها به صورت طولانی اعمال شده بدون اینکه سیاست‌های مورد نظر دولت تحریم‌گذار تغییر کند، تحریم‌ها ناموفق بوده‌اند، اما راهبرد مقابله با آن نیز ناموفق بوده است، زیرا موفق نشده‌اند تحریم‌ها را منتفی سازند.

جدول (۲) - مثال‌هایی از رابطه موفقیت تحریم و راهبردهای مقابله با آن (میرعمادی، ۱۳۹۰)

راهبرد مقابله با تحریم موفق	راهبرد مقابله با تحریم ناموفق
تحریم موفق	لیبی و افغانستان
تحریم ناموفق	چین و هند
	عراق و آفریقای جنوبی

۳- مروری بر ادبیات رشد

الگوهای رشد با مدل معروف هارود-دومار^۱ وارد ادبیات اقتصادی شده‌اند. سولو (۱۹۵۶) با وارد کردن پیشرفت تکنولوژی برونزا و طرح مساله پسماند، تحولی جدی در الگوهای رشد ایجاد کرد. الگوی رشد سولو^۲ (۱۹۵۶) به صورت برونزا در نظر گرفته شده است. بیشتر الگوهای رشد اخیر سعی در درونزا کردن پیشرفت تکنولوژی دارند^۳.

همانگونه که در مطالعات رومر (۱۹۹۰) دیده می‌شود، مطالعات مربوط به الگوهای رشد از دهه ۹۰ به سمت الگوهای رشد درونزا گرایش یافته‌اند. در این مدل‌ها، رشد بلندمدت با تمرکز بر پیشرفت فناوری درونزا از طریق آموزش، تحقیق و توسعه به دست می‌آید.

1-Sir Roy F. Harrod, 1939 and Evsey Domar, 1946

2- Solow

۳- رشد تکنولوژی درونزا به معنی توضیح پیشرفت تکنولوژیکی به‌عنوان محصول، تصمیمی است که خانوار و یا اشخاص برای تولید دانش می‌گیرند.

تلاشی که با حداکثرسازی سود فردی اجرا می‌شود، اختراع و نوآوری، بهره‌وری را افزایش می‌دهد و چنین کشفیاتی، سرانجام منجر به رشد بلندمدت می‌شود. الگوی آموزش به وسیله انجام کار^۱ ارو^۲ و یا الگو با در نظر گرفتن تحقیق و توسعه هیکس الگوهای هستند که نوآوری را در نظر می‌گیرند. در این الگوها، تکنولوژی و تحقیق و توسعه^۳ به عنوان متغیرهای درون‌زا در نظر گرفته می‌شوند. در الگوهای موسوم به AK ، رابطه میان سرمایه فیزیکی و محصول می‌تواند به شکل $Y = AK$ نوشته شود که در اینجا A مقدار ثابت و K ترکیب سرمایه فیزیکی و دانش تکنولوژیکی است که دانش مجزا و به عنوان شکلی از سرمایه در نظر گرفته می‌شود. تابع تولید این مطالعه نیز از نوع AK است. در ادامه به بسط الگو خواهیم پرداخت.

۴- مبانی نظری و بسط الگو

از آن جهت که بخش عمده اقتصاد ایران با فروش نفت خام تامین مالی می‌شود، فرآیند تحریم می‌تواند شامل صادرات نفت خام، جلوگیری از ذخیره‌سازی یا جابه‌جایی نقدینگی ارزی حاصل از صادرات نفت خام^۴ و واردات کالا و خدمات یا همه این فرآیند باشد.^۵ بخشی از این فرآیند مالی و بخش دیگر فیزیکی است و به موقعیت جغرافیایی و حمل و نقل مواد و کالاهای فیزیکی مربوط می‌شود. البته هر دو این دو بخش می‌تواند مورد تحریم قرار گیرد. تحریم هر کدام از بخش‌های این فرآیند دارای ویژگی‌های معین و چالش‌ها و فرصت‌ها، هزینه‌ها و درآمدهای خاص خود است. مثلاً جلوگیری از صادرات نفت خام از نظر حقوقی دشوارتر بوده و در عمل هم ممکن است به درگیری نظامی بینجامد، البته موثرتر هم (از نظر کاهش رفاه اجتماعی) هست. حال آنکه جلوگیری از نقل و انتقال

1- Learning by Doing

2- Arrow

3- Research and Development (R&D)

۴- در قسمت ۳-۳ این نوع تحریم‌ها در الگو در نظر گرفته شده است.

۵- در این مطالعه تنها تحریم بر کالاهای سرمایه‌ای در نظر گرفته شده و در قسمت ۳-۲ این نوع تحریم‌ها در الگو بررسی شده است.

نقدینگی و یا ارزش حاصل از فروش نفت خام بسیار ساده‌تر و کم‌خطرتر بوده و ریسک درگیری نظامی هم ندارد.

یک راه دیگر تحریم اقتصادی، جلوگیری از واردات کالاها یا دشوار کردن واردات کالا است. هزینه‌های این راه برای تحریم‌کنندگان یکسان نیست. استراتژی اساسی هر دو بازیگر، یعنی تحریم‌کننده و تحریم‌شونده، بر اساس محاسبه هزینه-فایده و سناریوهای گوناگون برد-باخت تعیین می‌شود. در این بازی هر طرف سعی در افزایش هزینه‌های طرف مقابل دارد. تجربه غالب تحریم‌های اقتصادی نشان از آن دارد که سناریوی محتمل همان سناریوی باخت-باخت است، منتها بعید نیست که یکی از بازیگران بازنده‌تر از دیگران باشد. در شرایط فعلی، ترکیبی از دو راه دوم و سوم بکار گرفته شده است (هافبر^۱، ۱۹۹۰).

در ادامه این مطالعه الگویی بسط داده شده است که بتوان در آن اثرات تحریم‌های اقتصادی (نفتی و ورود کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای) بر تولید و همچنین رفاه اجتماعی را بررسی کرد. الگوی این مطالعه شامل سه عامل اقتصادی^۲ خانوار، بنگاه و دولت است که در ادامه هر یک به صورت جداگانه بررسی خواهند شد.

۴-۱- خانوار

اقتصاد الگوی این مطالعه شامل تعداد زیادی خانوار مشابه است که می‌توان رفتار تمام خانوارهای موجود را توسط یک خانوار نماینده یا فرد نشان داد. هدف برنامه‌ریز اجتماعی حداکثرسازی مطلوبیت بین دوره‌ای با توجه به قید بودجه خانوار است. مساله حداکثرسازی مطلوبیت بین دوره‌ای خانوار در رابطه (۱) آمده است.

$$U = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} u(C_t) \quad (1)$$

1- Hufbauer

2- Agent

در این رابطه، $u(c_t)$ تابع مطلوبیت لحظه‌ای^۱ است که این تابع مطلوبیت رابطه مثبت با سطح مصرف اقتصاد c_t دارد ($u_c > 0$) که $u(c_t)$ به شکل تابعی در رابطه (۲) نشان داده شده است.

$$u(c_t) = \frac{c_t^{1-\varepsilon}}{1-\varepsilon} \quad (۲)$$

در رابطه (۲) $0 < \varepsilon < 1$ عکس کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف خانوار بین دو نقطه از زمان را نشان می‌دهد. در رابطه (۱)، $\rho > 0$ نرخ رجحان زمانی است.

قید بودجه خانوار با استفاده از رابطه (۳) معین شده است. فرض می‌شود درآمد خانوار از تولید خالص (تولیدی که مالیات بر تولید از آن کم شده است) $(1-\tau)Y_t(K_t, L_t)$ و پرداخت‌های انتقالی دولت (TR_G) باشد. خانوار درآمد به دست آمده را یا پس‌انداز (که فرض می‌کنیم این پس‌انداز مستقیماً سرمایه‌گذاری (I_t) می‌شود) و یا مصرف (C_t) می‌شود.

$$C_t + I_t = (1-\tau)Y_t(K_t, L_t) + TR_G \Rightarrow I_t = (1-\tau)Y_t(K_t, L_t) + TR_G - C_t \quad (۳)$$

از طرفی فرض می‌کنیم که سرمایه‌گذاری صورت گرفته یا صرف واردات کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای شده و یا در کالاهای داخلی سرمایه‌گذاری می‌شود.

$$I_t = I_t^f + I_t^d \quad (۴)$$

همچنین با فرض اینکه سهم کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای داخلی (که نمی‌تواند مورد تحریم قرار گیرد) از کل سرمایه‌گذاری صورت گرفته ς باشد.

$$I_t^d = \varsigma I_t \Rightarrow I_t^f = (1-\varsigma)I_t \quad (۵)$$

بنابراین تغییر در حجم سرمایه به صورت رابطه (۶) نشان داده شده است. در این رابطه جزء تصادفی تولید بوده که $dz_t \sim N(0, dt)$ بیانگر شوک‌های نرخ ارز در طول زمان بوده و σ_μ واریانس نرخ ارز است که با افزایش واریانس، جزء تصادفی قسمت تصادفی تولید افزایش می‌یابد. همچنین در این رابطه یک ضریب $(1-\chi)$ در حجم سرمایه‌های خارجی (وارداتی) ضرب شده است که این ضریب نشان‌دهنده راحتی ورود

کالا است. در صورتی که کالای وارداتی با واسطه بسیار (شرایط تحریم) وارد کشور شود χ به یک نزدیک خواهد شد و اثرگذاری سرمایه وارداتی در تولید کاهش می‌یابد. در صورتی که ارتباط کشور با دنیای خارج خوب باشد χ به صفر نزدیک خواهد شد و تاثیر سرمایه وارداتی بر حجم سرمایه افزایش خواهد یافت.

$$dK_t = (I_t^d)dt + (1-\chi)\mu_t(dt + \sigma_\mu dz_t)(I_t^f) - \delta K_t dt \quad (۶)$$

با توجه به روابط (۵) و (۶) معادله حرکت برای سرمایه به صورت رابطه (۷) محاسبه می‌شود:^۱

$$\Rightarrow \frac{dK_t}{dt} = \left[\varsigma + (1-\chi)\mu_t(1-\varsigma) + (1-\chi)\mu_t(1-\varsigma)\sigma_\mu \frac{dz_t}{dt} \right] I_t - \delta K_t \quad (۷)$$

با جای گذاری رابطه (۳) در رابطه (۷) برای معادله حرکت سرمایه خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \dot{K} = \frac{dK_t}{dt} = & \left[\varsigma + (1-\chi)\mu_t(1-\varsigma) + (1-\chi)\mu_t(1-\varsigma)\sigma_\mu \frac{dz_t}{dt} \right] \\ & \times [(1-\tau)Y_t(K_t, L_t) + TR_G - C_t] - \delta K_t \end{aligned} \quad (۸)$$

که در این رابطه τ : مالیات بر درآمد حاصل از ثروت انسانی و سرمایه، δ : نرخ استهلاک، TR_G : پرداخت‌های انتقالی دولت، C_t : مصرف بخش خصوصی، χ : پارامتر تحریم در بخش کالاهای سرمایه‌ای، μ_t : معیاری از نرخ ارز است. وارد کردن تحریم در قسمت سرمایه‌گذاری خارجی از یک طرف و تصادفی در نظر گرفتن معادله حرکت سرمایه از طرف دیگر از مزایای این الگوسازی است.

۱- از روابط (۵) و (۶) خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} dK_t &= (\varsigma I_t)dt + (1-\chi)\mu_t(dt + \sigma_\mu dz_t)(1-\varsigma)I_t - \delta K_t dt \\ \Rightarrow dK_t &= \varsigma I_t dt + (1-\chi)\mu_t(1-\varsigma)I_t dt + (1-\chi)\mu_t(1-\varsigma)I_t \sigma_\mu dz_t - \delta K_t dt \\ dK_t &= \left[\varsigma dt + (1-\chi)\mu_t(1-\varsigma)dt + (1-\chi)\mu_t(1-\varsigma)\sigma_\mu dz_t \right] I_t - \delta K_t dt \\ \Rightarrow \frac{dK_t}{dt} &= \left[\varsigma + (1-\chi)\mu_t(1-\varsigma) + (1-\chi)\mu_t(1-\varsigma)\sigma_\mu \frac{dz_t}{dt} \right] I_t - \delta K_t dt \end{aligned}$$

۴-۲- تولید

نوع تابع تولید بیانگر اجزای بخش تولید است. در این چارچوب فرض می‌شود تعداد زیادی بنگاه‌های شبیه به هم وجود دارد. براساس رابطه (۹) فرض شده است، تولید کل اقتصاد توسط یک تابع تولید تصادفی کاب داگلاس از نوع AK با وجود نیروی کار (حجم سرمایه در هر دوره تصادفی در نظر گرفته شده است) انجام می‌شود. ورودی‌های این بنگاه، سرمایه (داخلی و وارداتی - با جزء تصادفی و قطعی) و نیروی کار است. در این تابع، کشش تولید نسبت به سرمایه ۱ در نظر گرفته شده است. ضریب A موجود در رابطه (۹) پارامتر انتقال است.^۱ نکته‌ای که این مطالعه را متفاوت از مطالعات موجود می‌کند، جدا کردن حجم سرمایه به دو گروه سرمایه‌های وارداتی و کالاهای سرمایه‌ای ساخت داخل (که در قید بودجه فرض شده) است.

$$Y_t = AK_t (L_t)^\beta \quad (9)$$

که در آن K_t : حجم سرمایه است که مجموع حجم سرمایه کالاهای داخلی و حجم سرمایه کالاهای خارجی است و β : کشش تولید نسبت به نیروی کار است. بنابراین در این مطالعه، تولید داخلی به صورت غیرمستقیم و از طریق سرمایه به صورت تصادفی در نظر گرفته شده است. انتظار داریم با افزایش تحریم‌های واردات سرمایه (χ) اولاً حجم سرمایه در بلندمدت کاهش یابد که متعاقب این کاهش تولید نیز کاهش خواهد یافت.^۲ همچنین با نوسانات بالای بازار ارز (σ_{R}) به دلیل ناطمینانی که در الگو به وجود می‌آید، انتظار داریم که تولید بلندمدت کاهش یابد.

۴-۳- دولت

در این مطالعه فرض شده است منابع تامین مالی دولت درآمدهای ناشی از فروش نفت خام و درآمدهای مالیات بر تولید (درآمد خانوار) باشد. درآمدها و مخارج دولت به ترتیب با رابطه‌های (۱۰) و (۱۱) مشخص می‌شود.

۱- نشان‌دهنده تکنولوژی است که باعث افزایش تولید در سطح ثابتی از نهاده‌ها می‌شود.

۲- بررسی میزان کاهش تولید بر اساس این نوع تحریم، سناریو اول این تحقیق است.

$$I_G = Y_t(K_t, L_t)\tau + (1-\nu)I_{oil} \quad (10)$$

$$E_G = G + TR \quad (11)$$

که در این روابط متغیرها و پارامترهای الگو عبارتند از: τ : نرخ مالیات بر درآمد، ν : شدت تحریم نفتی (اثرگذاری تحریم نفتی)، I_{oil} : درآمدهای نفتی، G : مخارج مصرفی، E_G : مخارج دولت و I_G : درآمدهای دولت.

در رابطه (۱۰) اگر تحریم نفتی داشته باشیم، ν به یک نزدیک می‌شود و در صورتی هیچ‌گونه تحریمی وجود نداشته باشد ν به صفر میل می‌کند، بنابراین به راحتی مبادله و فروش نفت صورت می‌گیرد. متغیرها و پارامترهای دیگر این روابط در قسمت‌های قبل تعریف شده است. با فرض اینکه دولت به اندازه φ درصد از درآمد را به مخارج مصرفی اختصاص می‌دهد، رابطه (۱۲) را خواهیم داشت.

$$G = \varphi I_G \quad (12)$$

با فرض کسری بودجه‌ای به اندازه BD رابطه شماره (۱۳) را خواهیم داشت. همچنین با توجه به رابطه (۱۴) کسری به اندازه ξ درصد از درآمدهای دولت در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که $\xi > 0$ باشد کسری بودجه و در صورت $\xi < 0$ باشد مازاد بودجه خواهیم داشت.

$$E_G - I_G = BD \quad (13)$$

$$BD = \xi I_G \quad (14)$$

با توجه به روابط (۱۰)، (۱۴) رابطه (۱۵) را خواهیم داشت:

$$E_G = BD + I_G = (1 + \xi)I_G \Rightarrow G + TR_G = (1 + \xi)I_G \quad (15)$$

$$\varphi I_G + TR_G = (1 + \xi)I_G \Rightarrow TR_G = (1 + \xi - \varphi)I_G$$

حال با جایگذاری رابطه (۱۰) در (۱۵) میزان پرداخت‌های انتقالی دولت به خانوار با استفاده از رابطه (۱۶) قابل محاسبه است.

$$TR_G = (1 + \xi - \varphi)[Y_t(K_t, L_t)\tau + (1-\nu)I_{oil}] \quad (16)$$

در قسمت قبل به این نتیجه رسیدیم که با افزایش تحریم بر سرمایه خارجی، تولید بلندمدت کاهش می‌یابد، بنابراین با توجه به رابطه (۱۶) با کاهش تولید، پرداخت‌های

دولت به بخش خصوصی نیز کاهش خواهد یافت. کاهش پرداخت‌های انتقالی موجب کاهش مصرف و یا کاهش سرمایه‌گذاری می‌شود. اگر مصرف کاهش یابد به طور مستقیم رفاه اجتماعی کاهش خواهد یافت. اگر سرمایه‌گذاری کاهش یابد (سرمایه‌گذاری به سرمایه در بخش تولید تبدیل می‌شود)، سرانجام در بلندمدت موجب کاهش بیشتر تولید و به تبع آن مصرف خواهد شد.

در رابطه (۱۶) توجه به این نکته ضروری است که در صورت اعمال تحریم‌های نفتی به‌طور مستقیم، درآمدهای دولت کاهش خواهد یافت و این کاهش درآمد به‌صورت مستقیم درآمدهای انتقالی خانوار را کاهش می‌دهد. بنابراین انتظار داریم که اثرگذاری تحریم‌های نفتی بر رفاه اجتماعی بیشتر از تاثیر تحریم بر کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای واسطه‌ای باشد.

۴-۴- معادله حرکت نیروی کار

در الگوی بسط داده شده در این مطالعه، نرخ رشد نیروی کار ثابت و برابر با (n) در نظر گرفته شده است. همچنین نرخ رشد جمعیت و نیروی کار یکسان فرض شده است، بنابراین رابطه (۱۷) را خواهیم داشت:

$$\dot{L} = \frac{dL_t}{dt} = nL_t \Rightarrow dL_t = nL_t dt \quad (17)$$

این یک معادله دیفرانسیل مرتبه یک است. با حل این معادله رابطه (۱۸) را برای نیروی کار در طول زمان خواهیم داشت که در این رابطه L_0 نیروی کار در زمان صفر بوده و در حل الگو داده شده است.

$$\Rightarrow \frac{dL}{dt} = nL_t \Rightarrow \frac{dL}{L_t} = n dt \Rightarrow \int \frac{dL}{L_t} = \int n dt \Rightarrow L_t = L_0 e^{nt} \quad (18)$$

۴-۵- بسط الگو

در قسمت‌های قبل فرض الگو مورد بررسی قرار گرفته است. در این قسمت الگوی نهایی بسط داده شده مورد بررسی قرار خواهد گرفت. با توجه به محاسبات صورت گرفته^۱ ساده‌سازی روابط (۸) و (۱۶) معادله حرکت سرمایه به صورت رابطه (۱۹) خواهد بود.

$$dK_t = \{(\zeta + \omega)(\wp Y_t + \aleph I_{oil} - C_t) - \delta K_t\} dt + \{\omega(\wp Y_t + \aleph I_{oil} - C_t)\sigma_\mu\} dz_t \quad (19)$$

که در این رابطه با تعریف مجدد، پارامترهای جدیدی به صورت رابطه‌های (۲۰) تا (۲۲) معرفی کرده‌ایم:

$$\wp = 1 + (\xi - \varphi)\tau \quad (20)$$

$$\aleph = (1 + \xi - \varphi)(1 - \nu) \frac{1}{\mu} \quad (21)$$

$$\omega = (1 - \chi)\mu(1 - \zeta) \quad (22)$$

بنابراین با توجه به روابط (۱)، (۲)، (۹)، (۱۷) و (۱۹)، الگوی این مطالعه به صورت مجموعه روابط (۲۳) خواهد بود.

$$\begin{aligned} & \text{Max} \int_0^\infty \frac{C_t^{1-\varepsilon}}{1-\varepsilon} e^{-\rho t} \\ & \text{s.t.} \\ & dK_t = \{(\zeta + \omega)(\wp Y_t + \aleph I_{oil} - C_t) - \delta K_t\} dt \\ & \quad + \{\omega(\wp Y_t + \aleph I_{oil} - C_t)\sigma_\mu\} dz_t \end{aligned} \quad (23)$$

$$dL_t = nL_t dt$$

$$Y_t(K, L) = AK_t(L_t)^\beta$$

با توجه به الگوی بسط داده شده روابط (۲۳)، برنامه‌ریز اجتماعی به دنبال حداکثرسازی رفاه اجتماعی با توجه به محدودیت‌ها و معادلات حرکت سرمایه و نیروی کار است. با توجه به این روابط، برنامه‌ریز اجتماعی با یک مساله بهینه‌سازی تصادفی روبه‌رو است. در

۱- با توجه به محدودیت صفحه‌ای مقاله نمی‌توان محاسبات را در پیوست اضافه کرد، از این رو در صورت نیاز به محاسبات صورت گرفته با نویسندگان تماس گرفته شود.

قسمت بعد روش‌شناسی حل این مساله بهینه‌سازی تصادفی در دو مرحله (تشکیل تابع $SHBJ$ و حل عددی این تابع) مورد بررسی قرار گرفته است.

۵- روش‌شناسی و حل الگو

۵-۱- تشکیل تابع همیلتون، بلمن، ژاکوبین تصادفی

به‌منظور بهینه‌سازی مجموعه معادلات (۲۳) در ابتدا تابع همیلتون، بلمن، ژاکوبین تصادفی ($SHBJ$) را باید تشکیل و سپس به بهینه‌سازی این تابع پردازیم.^۱ فرض می‌کنیم مساله بهینه‌سازی را به صورت روابط (۲۴) داریم:

$$V(X_0) = \text{Max } E_0 \left[\int_0^{\infty} h(x, u) e^{-\rho t} dt \right] \quad (24)$$

S.t.

$$d\bar{x} = \bar{g}(x, u) dt + \bar{\sigma}(\bar{x}) dw$$

که در این رابطه هدف حداکثرسازی تابع تنزیل شده $h(x, u)$ در یک فاصله زمانی نامحدود است. همچنین در رابطه (۲۴)، \bar{x} بردار متغیرهای وضعیت^۲ و \bar{u} بردار متغیرهای کنترل^۳ است. در قید مساله حداکثرسازی $\bar{g}(x, u) dt$ جزء قطعی و $\bar{\sigma}(\bar{x}) dw$ جزء تصادفی مساله است. با توجه به تابع هدف و قیدهای مساله، تابع $SHBJ$ را به صورت رابطه (۲۵) تشکیل می‌دهیم.

$$\rho V(\bar{x}) = \max_{u \in U} h(\bar{x}, \bar{u}) + \nabla_x V(\bar{x}) \cdot \bar{g}(x, u) + \frac{1}{2} \text{tr} \left[(\Delta_x V(\bar{x})) (\sigma^2(\bar{x})) \right] \quad (25)$$

در این رابطه، $\nabla_x V(\bar{x})$ بردار گرادیان^۴ V و $\Delta_x V(\bar{x})$ ماتریس هیشین^۵ V است. پس از تشکیل رابطه (۲۵) باید شرایط اولیه حداکثرسازی را با توجه به متغیرهای کنترل نوشت.

۱- به‌منظور مطالعات بیشتر به یانگ و زو (۱۹۹۹)، کاپن (۲۰۰۵) و (۲۰۰۷)، وایگرینک و همکاران (۲۰۰۶) و بروک و همکاران (۲۰۰۸) مراجعه شود.

- 2- State Variable
- 3- Control Variable
- 4- Gradient
- 5- Hessian Matrix

با توجه به مساله حداکثرسازی این مطالعه (رابطه ۲۳) و مقایسه با رابطه (۲۴) متغیرهای وضعیت در این مطالعه L_t ، K_t و متغیر کنترل C_t است، بنابراین بردار متغیرهای وضعیت $\vec{x} = \begin{bmatrix} K_t \\ L_t \end{bmatrix}$ و متغیر کنترل $\vec{u} = C_t$ است. همچنین با توجه به روابط (۲۳) و (۲۴)

بردارهای جزء قطعی \vec{g} و جزء تصادفی $\vec{\sigma}$ در روابط (۲۶) و (۲۷) آمده است.

$$\vec{g} = \begin{bmatrix} \{(\zeta + \omega)(\phi Y_t + \aleph I_{oil} - C_t) - \delta K_t\} \\ nL_t \end{bmatrix} \quad (26)$$

$$\vec{\sigma} = \begin{bmatrix} \{\omega(\phi Y_t + \aleph I_{oil} - C_t)\sigma_\mu\} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (27)$$

با توجه به محاسبات صورت گرفته تابع $SHBJ$ به صورت رابطه (۲۸) محاسبه شده است.

$$\rho V(K, L) = \text{Max}_C \begin{bmatrix} U(C) + V_K \{(\zeta + \omega)(\phi Y_t + \aleph I_{oil} - C_t) - \delta K_t\} \\ + V_L nL_t + \frac{1}{2} V_{KK} \{\omega(\phi Y_t + \aleph I_{oil} - C_t)\sigma_\mu\}^2 \end{bmatrix} \quad (28)$$

حال با شرایط اولیه حداکثرسازی از رابطه (۲۸) نسبت به متغیر کنترل C_t مشتق گرفته و

برابر صفر قرار می‌دهیم. ($\frac{\partial V}{\partial C} = 0$) با حل چند معادله دیفرانسیل (روابط (۲۱a) تا (۳۱a))

مقدار $V(K, L)$ در رابطه (۲۹) محاسبه شده است.

$$V = \frac{1}{(\zeta + \omega)} \times \begin{bmatrix} C^{-\varepsilon} K_t - \left(\frac{\omega^2 \sigma_\mu^2}{-(\zeta + \omega) + \phi \omega^2 \sigma_\mu^2 AL_t^\beta} \right) \\ \frac{-(\zeta + \omega) + \phi \omega^2 \sigma_\mu^2 AL_t^\beta}{(\phi AL_t^\beta K_t + \aleph I_{oil} - C_t) \phi \omega^2 \sigma_\mu^2 AL_t^\beta} \end{bmatrix} \quad (29)$$

که تمامی پارامترهای این رابطه در قسمت‌های قبل تعریف شده است.

با تغییر حروف گذاری پارامترها بر اساس رابطه (۳۰) و مشتق‌گیری نسبت به متغیرهای

وضعیت از رابطه (۲۹)، روابط (۳۱) و (۳۲) را خواهیم داشت.

$$\begin{aligned} \Psi(L_t) &= \wp AL_t^\beta \\ \Psi_L &= \frac{\partial \Psi}{\partial L} = \wp \beta AL_t^{\beta-1} \\ \Xi(L_t) &= \frac{\omega^2 \sigma_\mu^2}{-(\zeta + \omega) + \wp \omega^2 \sigma_\mu^2 AL_t^\beta} \\ \Xi_L &= \frac{\partial \Psi}{\partial L} = \frac{(\omega^2 \sigma_\mu^2)^2 \wp A \beta L_t^{\beta-1}}{(-(\zeta + \omega) + \wp \omega^2 \sigma_\mu^2 AL_t^\beta)^2} \end{aligned} \quad (30)$$

$$\begin{aligned} \lambda &= (\Xi)(\Psi K_t + \aleph I_{oil} - C_t)^{\frac{1}{\Xi \Psi}} \\ \frac{\partial \lambda}{\partial L} &= \left\{ \begin{aligned} & - \frac{\Xi_L \Psi + \Xi \Psi_L}{(\Xi \Psi)^2} \ln \left[\Xi (\Psi K_t + \aleph I_{oil} - C_t) \right] \\ & + \frac{1}{\Xi \Psi} \left[\frac{\Xi_L (\Psi K_t + \aleph I_{oil} - C_t) + \Psi_L \Xi K_t}{\Xi (\Psi K_t + \aleph I_{oil} - C_t)} \right] \end{aligned} \right\} \lambda \end{aligned}$$

$$V_K = \frac{1}{\zeta + \omega} \left[C^{-\varepsilon} - (\Psi K_t + \aleph I_{oil} - C_t)^{\frac{(\zeta + \omega)}{\omega^2 \sigma_\mu^2 \Psi}} \right] \quad (31)$$

$$V_L = - \frac{1}{(\zeta + \omega)} \frac{\partial \lambda}{\partial L} \quad (32)$$

که با ساده‌سازی رابطه (۲۸) خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \rho V &= \frac{C_t^{1-\varepsilon}}{1-\varepsilon} + \left[\frac{1}{2} (\zeta + \omega) V_K + \frac{1}{2} C^{-\varepsilon} \right] \\ &\quad \times (\Psi K_t + \aleph I_{oil} - C_t) - \delta V_K K_t + V_L n L_t \end{aligned} \quad (33)$$

که در این رابطه مقادیر V_L و V_K با استفاده از رابطه‌های (۳۱) و (۳۲) قابل محاسبه است. از طرفی در وضعیت یکنواخت تغییرات سرمایه در طول زمان برابر با صفر است، بنابراین با

توجه به محاسبات صورت گرفته^۱ مقدار حجم سرمایه در وضعیت یکنواخت با استفاده از رابطه (۳۴) قابل محاسبه است.

$$K_t = \frac{(NI_{oil} - C_t) \left[\zeta + \omega + \omega \sigma_\mu \frac{dz_t}{dt} \right]}{\left[\delta - (\rho AL_t^\beta) \left(\zeta + \omega + \omega \sigma_\mu \frac{dz_t}{dt} \right) \right]} \quad (34)$$

رابطه (۳۳) تابع *SHBJ* را نشان می‌دهد که در ادامه هدف حداکثرسازی این تابع نسبت به مصرف (C_t) است. اگر روابط (۳۰) تا (۳۴) را در این رابطه قرار دهیم، تابع *SHBJ* تنها بر حسب مصرف و پارامترهای الگو به دست خواهد آمد. با توجه به پیچیدگی این تابع (رابطه ۳۳) نمی‌توان به صورت تحلیلی^۲ مساله حداکثرسازی را حل کرد، بنابراین به منظور محاسبه مقادیر بهینه متغیرهای الگو از روش حل عددی^۳ استفاده شده است. در میان روش‌های بهینه‌سازی، الگوریتم ژنتیک^۴ که یک روش بهینه‌سازی تکاملی است را انتخاب کرده‌ایم که در ادامه به بررسی این الگوریتم پرداخته‌ایم.

۲-۵- حداکثرسازی تابع همیلتون، بلمن، ژاکوبین تصادفی با استفاده از الگوریتم ژنتیک^۵

در کنار روش‌های بهینه‌سازی مبتنی بر گرادیان (حل تحلیلی الگو)، روش‌های بهینه‌سازی دیگری نیز وجود دارد که به حل مسائل مختلف در این حوزه کمک می‌کنند.^۶ در ادامه اجزای سازنده الگوریتم ژنتیک پیوسته به منظور حداکثرسازی تابع *SHBJ* (رابطه ۳۳) مورد بررسی قرار گرفته است.

۱- در صورت نیاز نویسندگان جزئیات محاسبات را ارائه خواهند نمود.

2-Analytical

3- Numerical Model

4- Genetic Algorithm - GA

۵- مراحل اجرای الگوریتم ژنتیک توسط نویسندگان در نرم افزار متلب، نگارش شده است.

۶- به منظور بررسی این روش و همچنین مزیت‌ها و معایب الگوریتم ژنتیک و از طرفی آشنایی با پارامترهای آن به استاذزاد (۱۳۹۱) مراجعه شود.

به منظور حداکثرسازی تابع هدف *SHBJ* (رابطه ۳۳) و به منظور آغاز فرآیند تنظیم متغیرها توسط الگوریتم ژنتیک، یک کروموزوم را به صورت آرایه‌ای از مقادیر مصرف (C_t) که تابع هدف باید بر اساس این متغیر بهینه شود، تعریف می‌کنیم، بنابراین کروموزوم‌های مساله مورد بررسی این مطالعه شامل ۱ ژن وراثتی است که در رابطه (۳۵) آمده است.

$$Chromosome = [C] \quad (35)$$

برای شروع کار با الگوریتم ژنتیک، یک جمعیت اولیه m تایی تعریف می‌کنیم. در این مطالعه به دلیل پیچیدگی که در تابع هدف وجود دارد، به منظور بررسی کل رویه توسط الگوریتم، جمعیت اولیه را ۱۰۰۰ کروموزوم (که جمعیت بسیار بزرگی است) در نظر می‌گیریم. یکی از نوآوری‌های این مطالعه تغییر در برنامه‌نویسی الگوریتم ژنتیک است. به منظور قابل اطمینان‌تر شدن جواب‌های گزارش شده، مراحل بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک را ۱۰۰ بار تکرار کرده و متغیرها و مقدار تابع هدف *SHBJ* در هر مرحله گزارش شده است. در نهایت مقادیر گزارش شده را بر اساس حداکثر تابع هدف *SHBJ* گزارش کرده‌ایم. این کار باعث می‌شود که اطمینان حاصل کنیم که الگوریتم ژنتیک تمام رویه مقادیر مصرف (C_t) را بررسی کرده و به طور قطعی نقطه بهینه کلی گزارش شده است.

نکته دیگر که کار برنامه‌نویسی این مطالعه را مشکل‌تر کرده است، وجود جزء تصادفی در رابطه حجم سرمایه (رابطه ۳۴) است که این متغیر در تابع هدف *SHBJ* نیز بکار برده شده است، بنابراین تابع هدف که باید بهینه‌سازی روی آن انجام گیرد نیز تصادفی خواهد بود. به این منظور در برنامه نوشته شده در ابتدا مقدار $\frac{dz_t}{dt} \sim N(0, I)$ (در رابطه ۳۴) که تابع توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس ۱ است، انتخاب و پس از آن مراحل الگوریتم ژنتیک تعمیم یافته مطرح شده در بالا تکرار شده است. برای $\frac{dz_t}{dt}$ ، تعداد ۱۰۰ مقدار تصادفی در نظر گرفته شده و برای هر ۱۰۰ مقدار تخصیص داده شده الگوریتم تکرار و مقادیر بهینه برآورد شده است. در نهایت از متغیرها میانگین گرفته شده و نتیجه نهایی مقدار میانگین بهینه متغیرها گزارش شده است. در ادامه به بررسی مقادیر بهینه برای اقتصاد ایران پرداخته شده است.

۶- یافته‌های تجربی برای اقتصاد ایران

در این بخش در ابتدا به برآورد بعضی از پارامترهای مربوط به اقتصاد ایران می‌پردازیم. از آنجا که محاسبه تمامی پارامترها غیرممکن است و به اجبار بعضی از آنها از مطالعات پیشین اقتباس می‌شود، سپس با فرض اینکه اقتصاد در وضعیت یکنواخت است و همه مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان عقلایی هستند به محاسبه مقادیر تولید و همچنین رفاه در وضعیت یکنواخت برای اقتصاد ایران پرداخته می‌شود.

۶-۱- بررسی پارامترهای الگو

پارامترهای تابع تولید (A و β) و همچنین پارامترهای نوسانات نرخ ارز برآورد شده است. پارامترهای دیگر الگو با توجه به مطالعات پیشین برای اقتصاد ایران در نظر گرفته شده است. خلاصه پارامترها و متغیرهای برون‌زا برای اقتصاد ایران و همچنین منبع برای هر داده در جدول شماره (۳) ارائه شده است. برای پارامتر ρ تنوع وسیعی از مقادیر مورد استفاده در مطالعات داخلی و خارجی وجود دارد به طوری که مطالعات خارجی مانند سیراکایا و همکاران (۲۰۰۹) مقدار ۰/۰۴ و پالما (۲۰۱۰) مقدار ۰/۰۱ را برای این پارامتر در نظر گرفته‌اند، اما در بین مطالعات داخلی می‌توان به دلالی و همکاران (۱۳۸۷) و اسمعیل‌زاده (۱۳۸۸) با مقدار ۰/۰۵، عبدلی (۱۳۸۸) مقدار ۰/۰۷۲ و کیارسی (۱۳۸۶) با مقدار ۰/۰۹ اشاره کرد. با توجه به ساختار اقتصاد ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه این پارامتر از مقدار نسبتاً بالای برخوردار است، بنابراین در مطالعه حاضر مقدار پارامتر مورد نظر مطابق با مطالعه کیارسی (۱۳۸۶) برابر ۰/۰۹ در نظر گرفته شده است. در جدول شماره (۳) نرخ استهلاک سرمایه براساس مطالعه امینی و نشاط (۱۳۸۴) برابر ۰/۰۳۷ در نظر گرفته شده است. این مطالعه یکی از کامل‌ترین مطالعات انجام شده در این زمینه است. به منظور برآورد نرخ استهلاک در بخش‌های مختلف برای اقتصاد ایران مطالعات متعددی انجام شده است که تقریباً تمامی آنها به نرخ‌های مشابهی دست پیدا کرده‌اند. از جمله این مطالعات می‌توان به بغزیان (۱۳۷۶) با نرخ معادل ۳/۶ درصد و امینی، صفاری‌پور و نهایندی (۱۳۷۷) با نرخ برابر ۳/۷۵ درصد برای استهلاک کل اقتصاد ایران اشاره کرد.

جدول (۳) - پارامترها و متغیرهای مربوط به اقتصاد ایران (بر اساس سال)

پارامتر یا متغیر	نماد	مقدار در سال	واحد	منبع
درآمدهای نفتی	I_{oil}	۵/۴۳۴۴۸۵	میلیارد ریال	نماگرهای اقتصادی سه ماهه سوم سال ۱۳۹۰
هزینه‌های مصرفی دولت	G	۶۵۹۳۴۱/۵	میلیارد ریال	نماگرهای اقتصادی سه ماهه سوم سال ۱۳۹۰
نرخ رشد جمعیت	n	۱/۳	درصد	مرکز آمار ایران
عکس کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف خانوار	ε	۰/۷۹	-	استادزاد (۱۳۹۱)
پارامتر انتقال در تابع تولید	A	۰/۰۲	-	محاسبات تحقیق ^۱
کشش تولید نسبت به نیروی کار	β	۰/۱۶	-	محاسبات تحقیق ^۲
نرخ ترجیح زمانی	ρ	۰/۰۹	-	کیارسی (۱۳۸۶)
نرخ مالیات بر درآمد	τ	۱۰	درصد	گزارش اقتصادی و ترازنامه بانک مرکزی سال ۱۳۸۸
درآمدهای غیرنفتی دولت	I_G	۳۸۴۲۸۸	میلیارد ریال	گزارش اقتصادی و ترازنامه بانک مرکزی سال ۱۳۸۸
کسری بودجه	BD	۱۲۷۲۳۷/۸	میلیارد ریال	بانک داده بانک مرکزی
نرخ استهلاک	δ	۰/۰۳۷	درصد	امینی و نشاط (۱۳۸۴)
جمعیت	N	۷۳/۶	میلیون نفر	مرکز آمار ایران
سهم مخارج مصرفی دولت از کل درآمدهای دولت	φ	۰/۸۱	-	یافته‌های تحقیق
نسبت کسری بودجه به کل درآمدهای دولت	ξ	۰/۱۶	-	یافته‌های تحقیق
انحراف معیار نرخ ارز در بازه زمانی ۸۹-۹۲	σ_μ	۷۵۵/۱	-	یافته‌های تحقیق
سهم کالاهای سرمایه‌ای داخلی از کل سرمایه‌گذاری	ζ	۰/۶	-	یافته‌های تحقیق

۱- در صورت نیاز به محاسبات صورت گرفته با نویسندگان تماس گرفته شود.

۲- در صورت نیاز به محاسبات صورت گرفته با نویسندگان تماس گرفته شود.

۶-۲- کالیبره کردن الگو برای اقتصاد ایران

در قسمت قبل پارامترهای الگو برآورد و مورد بررسی قرار گرفته است. در این قسمت به دنبال کالیبره کردن الگو برای اقتصاد ایران هستیم. با توجه به روابط (۳۰) تا (۳۴) و تابع تولید در رابطه (۳۶) و روش‌شناسی مطرح شده در قسمت‌های قبل، مقادیر رفاه و همچنین تولید در وضعیت یکنواخت با توجه به سطوح مختلف تحریم بررسی شده است.

در سناریو اول فرض شده است که تحریم کالاهای سرمایه‌ای وجود نداشته باشد. نمودار (۱) نشان‌دهنده تغییرات رفاه اجتماعی و همچنین تولید با اعمال تحریم‌های نفتی در سطوح مختلف اثرگذاری است. در این نمودار محور افقی نشان‌دهنده سطح تحریم، محور عمودی سمت راست سطح رفاه اجتماعی و محور عمودی سمت چپ میزان تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت ۱۳۷۶ را در وضعیت یکنواخت نشان می‌دهد. همانگونه که در این نمودار مشاهده می‌شود، اثر تحریم نفتی به صورت خطی بر رفاه و تولید ناخالص داخلی در وضعیت یکنواخت تاثیرگذار نیست بلکه اثر تحریم بر تولید و رفاه به صورت غیرخطی است.

با توجه به نمودار (۱):

۱- با افزایش تحریم هم سطح رفاه اجتماعی و هم سطح تولید کاهش می‌یابد.

۲- تابع تاثیر تحریم بر تولید و همچنین رفاه تابعی مقعر است

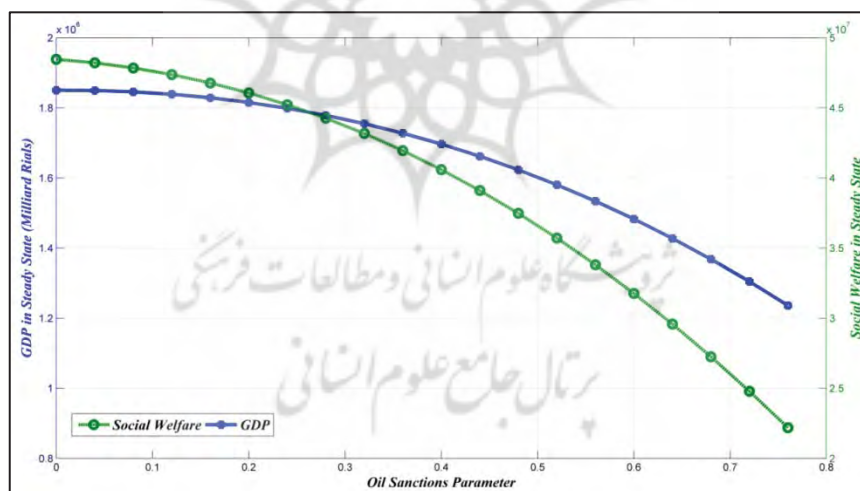
$(\frac{\partial^2 Y}{\partial U^2} < 0, \frac{\partial^2 U}{\partial U^2} < 0)$. بر اساس مقعر بودن منحنی ترسیم شده، اگر به مشتق دوم و

حرکت روی منحنی از بالا به پایین توجه شود، هر بار که تحریم بیشتر می‌شود (از چپ به راست روی محور افقی نمودار (۱)) میزان کاهش رفاه و تولید بشتر از دفعه قبلی می‌شود.

۳- اثرگذاری تحریم‌های نفتی بر رفاه به مراتب بیشتر از تولید است، زیرا با افزایش تحریم‌های نفتی بر اساس فرض الگو، درآمدهای دولت کاهش می‌یابد و با کاهش درآمدهای دولت، پرداخت‌های انتقالی دولت به خانوار کاهش خواهد یافت، با کاهش پرداخت‌های انتقالی دولت، درآمد خانوار کاهش خواهد یافت. با کاهش درآمدهای

خانوار اولاً، مصرف خانوار کاهش خواهد یافت که این موضوع به‌طور مستقیم باعث کاهش رفاه می‌شود. ثانیاً، با کاهش درآمد خانوار، پس‌انداز خانوار نیز کاهش خواهد یافت و به دنبال آن حجم سرمایه نیز کاهش خواهد یافت.^۱ با کاهش حجم سرمایه در وضعیت یکنواخت، تولید نیز کاهش خواهد یافت. با کاهش تولید، درآمد خانوار از تولید (در وضعیت یکنواخت) نیز کاهش خواهد یافت. با کاهش درآمد، مصرف نیز کاهش می‌یابد. با کاهش مصرف، رفاه نیز در وضعیت یکنواخت کاهش خواهد بود، بنابراین تحریم‌ها یک اثر مستقیم بر رفاه (کاهش مصرف به‌صورت مستقیم) و یک اثر غیرمستقیم بر رفاه (کاهش مصرف به دلیل کاهش تولید در وضعیت یکنواخت) دارد.

۴- اگر فرض کنیم که اقتصاد ایران در وضعیت یکنواخت قرار داشته باشد، با توجه به تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ (محور عمودی نمودار (۱))، می‌توان نتیجه گرفت که در این سناریو اثرگذاری تحریم‌های نفتی بر اقتصاد بالای ۸۰ درصد بوده است. نکته قابل توجه آنکه در سناریوی سوم این مقدار تعدیل خواهد شد.



نمودار (۱) - تغییرات رفاه اجتماعی و همچنین تولید با اعمال تحریم‌های نفتی

۱- زیرا فرض شده است که سرمایه‌گذاری توسط خانوار صورت می‌گیرد.

در سناریوی دوم فرض شده است که تحریم نفتی اعمال نشود و تنها تحریم بر واردات کالاهای وارداتی بر اقتصاد اعمال شود ($U=0$).

نمودار (۲) نشان‌دهنده تغییرات رفاه اجتماعی و تولید با اعمال سطوح مختلف اثرگذاری تحریم بر کالای سرمایه‌ای است. در این نمودار محور افقی نشان‌دهنده سطح تحریم بر کالاهای سرمایه‌ای، محور عمودی سمت راست سطح رفاه اجتماعی و محور عمودی سطح چپ میزان تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت ۱۳۷۶ را در وضعیت یکنواخت نشان می‌دهد.

بر اساس نمودار (۲)، اثر تحریم بر کالاهای سرمایه‌ای مانند تحریم‌های نفتی به صورت خطی بر رفاه و تولید ناخالص داخلی در وضعیت یکنواخت تأثیرگذار نیست، بلکه اثر این نوع تحریم نیز بر تولید و رفاه به صورت غیرخطی است. با توجه به نمودار (۲):

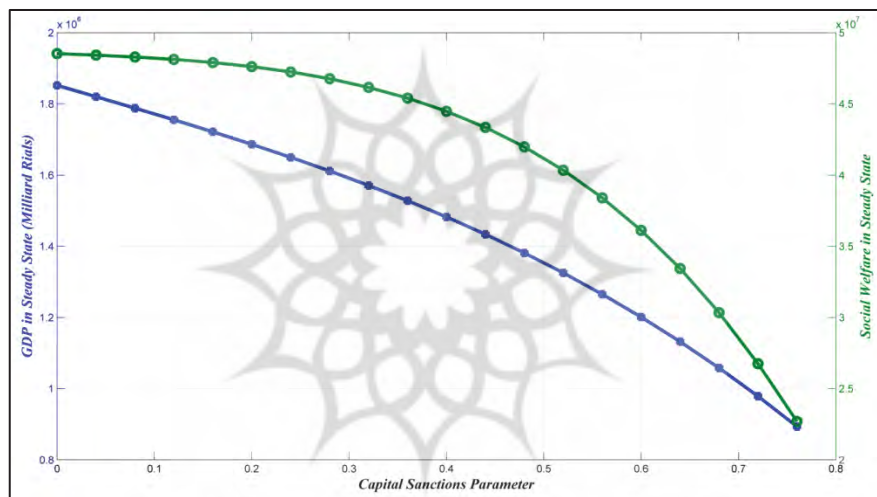
۱- با افزایش تحریم بر کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای هم سطح رفاه اجتماعی و هم سطح تولید کاهش می‌یابد.

۲- تأثیر تحریم کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای بر تولید و همچنین رفاه تشکیل یک تابع مقعر می‌دهد ($\frac{\partial^2 U}{\partial v^2} < 0$ ، $\frac{\partial^2 Y}{\partial v^2} < 0$) و بر اساس مقعر بودن منحنی ترسیم شده، اگر به مشتق دوم و حرکت روی منحنی از بالا به پایین توجه شود، هر بار که تحریم بیشتر می‌شود (از چپ به راست روی محور افقی نمودار (۲)) میزان کاهش رفاه و تولید بیشتر از دفعه قبلی می‌شود.

۳- برعکس سناریو اول، در این سناریو (دوم) اثرگذاری تحریم‌های کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای بر تولید به مراتب بیشتر از رفاه است، زیرا تحریم کالاهای سرمایه‌ای اثر مستقیم بر کاهش تولید و اثر غیرمستقیم منفی بر رفاه دارد. بر اساس فرض الگو، با اعمال تحریم کالاهای سرمایه‌ای درآمد خانوار به صورت مستقیم تغییر نخواهد کرد. با اعمال تحریم کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای، حجم سرمایه در وضعیت یکنواخت کاهش خواهد یافت. با کاهش حجم سرمایه تولید نیز کاهش می‌یابد. با کاهش تولید،

درآمد بلندمدت خانوار کاهش و در نتیجه مصرف در وضعیت یکنواخت کاهش خواهد یافت که این کاهش در مصرف باعث کاهش رفاه اجتماعی می‌شود.

۳- اگر فرض کنیم که اقتصاد ایران در وضعیت یکنواخت قرار داشته باشد و با توجه به تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ (محور عمودی نمودار (۲)) در سطح تولید حدود ۱ میلیون میلیارد ریال، می‌توان نتیجه گرفت که در سناریو دوم اثرگذاری تحریم‌های کالاهای سرمایه‌ای بر اقتصاد حدود ۶۵ تا ۷۰ درصد (محور افقی نمودار (۲)) بوده است.



نمودار (۲) - تغییرات رفاه اجتماعی و همچنین تولید با اعمال تحریم‌های کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای

با توجه به نتایج سناریوهای اول و دوم (نتیجه ۴)، وابستگی به درآمدهای نفتی در اقتصاد ایران اثبات شده است. همچنین این موضوع اثبات شده است که درآمدهای نفتی به صورت محدود در تولید بکار گرفته شده است، زیرا اگر درآمدهای نفتی به کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای تبدیل شده باشد باید با اعمال تحریم‌های نفتی تولید نیز به اندازه رفاه اجتماعی در سناریو اول تحت تاثیر قرار می‌گرفت. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده

می‌توان استدلال کرد که هدف از تحریم‌های نفتی تأثیرگذاری بر رفاه اقتصاد ایران است. علاوه بر این، هدف اصلی تحریم کالاهای سرمایه‌ای تأثیر بر تولید است.

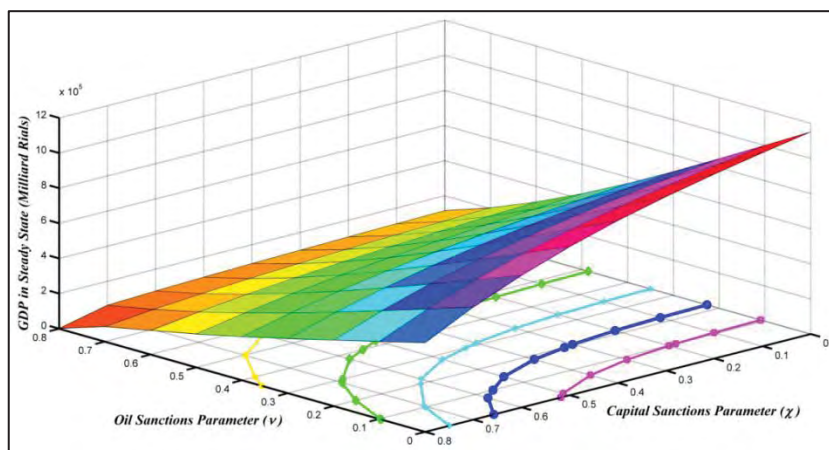
در اقتصاد ایران تنها راه مقابله با تحریم‌های نفتی کاهش وابستگی رفاه خانوار به درآمدهای نفتی است. اگر درآمدهای نفتی در تولید سرمایه‌گذاری شود و به جای پرداخت‌های انتقالی، درآمدهای حاصل از تولید به خانوار تعلق گیرد، اثر مستقیم تحریم‌های نفتی بر رفاه کاهش خواهد یافت. در نتیجه اثرگذاری تحریم‌های نفتی بر رفاه اجتماعی را می‌توان با این سیاستگذاری کاهش داد.

در سناریوی سوم اثرگذاری تحریم‌های نفتی و کالای سرمایه‌ای به صورت همزمان بررسی شده است. تغییرات تولید در وضعیت یکنواخت با اعمال همزمان تحریم‌های نفتی و کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای در نمودار (۳) رسم شده است.

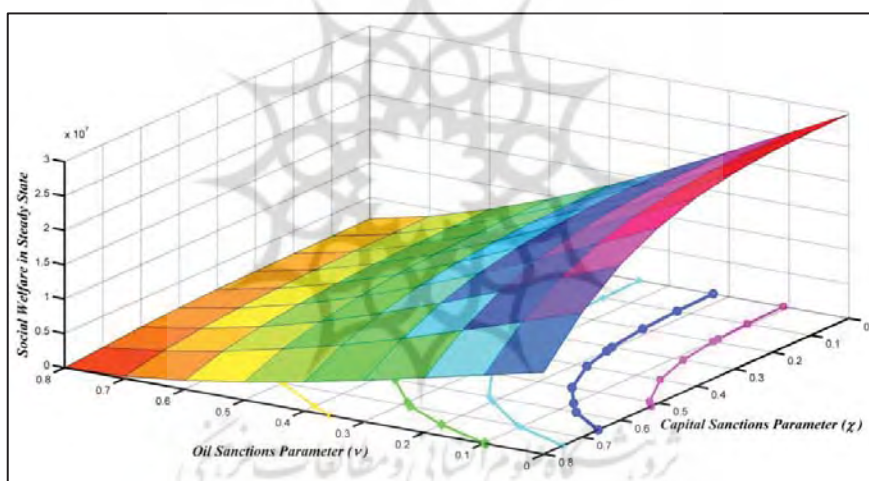
نمودار (۴)، تغییرات رفاه اجتماعی در وضعیت یکنواخت با اعمال همزمان تحریم‌های نفتی و کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای را نشان می‌دهد.

با توجه به نمودارهای ترسیم شده، در سناریوی سوم می‌توان نتیجه گرفت که اثر اعمال همزمان تحریم کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای و نفتی بر تولید $(Y(U, \chi))$ و همچنین رفاه $(U(U, \chi))$ تشکیل توابعی مقعر می‌دهد. در نتیجه مقعر بودن رابطه ترسیم شده، اگر به مشتق دوم و حرکت روی منحنی از بالا به پایین توجه شود، هر بار که تحریم بیشتر می‌شود (از چپ به راست روی محور افقی نمودار (۱)) میزان کاهش رفاه و تولید بیشتر از دفعه قبلی می‌شود.

با توجه به نمودار (۳) به منظور بررسی اثرگذاری تحریم‌های همزمان بر اقتصاد ایران اگر فرض کنیم که اقتصاد ایران در وضعیت یکنواخت قرار داشته باشد، می‌توان نتیجه گرفت که بر اساس تولید تحقق‌یافته سال ۱۳۹۰ (محور عمودی نمودار (۳)) درجه تحریم‌های نفتی حدود ۳۰ درصد و همزمان تحریم کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای بین ۳۰ تا ۵۰ درصد بوده است.



نمودار (۳) - تغییرات تولید در وضعیت یکنواخت با اعمال همزمان تحریم‌های نفتی و کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای



نمودار (۴) - تغییرات رفاه در وضعیت یکنواخت با اعمال همزمان تحریم‌های نفتی و کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای

۷- نتیجه‌گیری

پیامدهای تحریم اقتصادی تنها در حوزه اقتصادی ظاهر نمی‌شوند. فرآیند تحریم بسیار پویا است، بنابراین فرآیندی تصادفی است. در این مطالعه با استفاده از یک الگوی رشد تعمیم یافته به صورت دینامیکی و همچنین تصادفی در سناریوهای مختلف تاثیر شدت تحریم بر تولید و همچنین بر رفاه اجتماعی در اقتصاد ایران در وضعیت یکنواخت بررسی

شده است. تحریم‌هایی که به‌منظور کاهش رفاه اجتماعی بنا شده‌اند، اگر بسیار زیاد باعث کاهش رفاه اجتماعی شوند، می‌توانند باعث آشوب و نارضایتی‌های اجتماعی و به‌تبع آن منجر به براندازی دولت‌ها شود.

هدف اصلی این مطالعه بررسی این موضوع بود که تا چه حد تحریم‌های مختلف برای اقتصاد ایران (تحریم‌های نفتی یا تحریم کالاهای مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای) موفق بوده‌اند. همچنین در این مطالعه به‌صورت دینامیکی (نه استاتیک) و تصادفی (نه معین) در سناریوهای مختلف تأثیر شدت تحریم بر تولید و بر رفاه اجتماعی در اقتصاد ایران در وضعیت یکنواخت بررسی شد. علاوه بر این با فرض اینکه اقتصاد در وضعیت یکنواخت بوده است، به‌صورت تقریبی میزان و درصدی را که تحریم‌ها اثرگذار بر روند اقتصادی (تولید) بوده است، محاسبه شد.

پس از بسط الگو با فرض سه سناریو، به‌منظور بهینه‌سازی رفاه اجتماعی بین دوره‌ای در ابتدا تابع همیلتون، بلمن، ژاکوبین تصادفی (*SHBJ*) را تشکیل و سپس به بهینه‌سازی این تابع به روش بهینه‌سازی تکاملی الگوریتم ژنتیک پرداخته شده است.

در سناریوی اول فرض شده است که تحریم کالاهای سرمایه‌ای وجود ندارد و تنها تحریم‌های نفتی بر اقتصاد ایران اعمال شده است. نتایج این سناریو حاکی از آن است که با افزایش تحریم‌های نفتی هم سطح رفاه اجتماعی و هم سطح تولید کاهش می‌یابد. تأثیر تحریم‌های نفتی بر تولید و همچنین رفاه را به صورت یک تابع مقعر نشان داده‌ایم، یعنی در ابتدای اعمال تحریم‌ها (سطوح پایین تحریم) تأثیرگذاری تحریم‌ها بر تولید و رفاه به‌مراتب کمتر از سطوح بالای تحریم است. همچنین اثرگذاری تحریم‌های نفتی بر رفاه به‌مراتب بیشتر از تولید است.

در سناریوی دوم فرض شده است که تحریم نفتی اعمال نشده و تنها تحریم بر واردات کالاهای سرمایه‌ای بر اقتصاد داشته‌ایم. با افزایش تحریم بر کالاهای سرمایه‌ای هم سطح رفاه اجتماعی و هم سطح تولید کاهش می‌یابد. تابع رابطه تحریم کالاهای سرمایه‌ای بر تولید و رفاه را با ترسیم تابعی مقعر نشان داده‌ایم، به این معنی که در سطوح پایین اعمال

این نوع تحریم‌ها، تاثیرگذاری تحریم‌ها بر تولید و رفاه به مراتب بیشتر از سطوح بالای تحریم است. بر عکس سناریو اول در این سناریو (دوم) اثرگذاری تحریم‌های کالاهای سرمایه‌ای بر تولید به مراتب بیشتر از رفاه است، زیرا تحریم کالاهای سرمایه‌ای اثر مستقیم بر کاهش تولید و اثر غیرمستقیم منفی بر رفاه دارد.

با توجه به نتایج سناریوهای اول و دوم، وابستگی به درآمدهای نفتی در اقتصاد ایران نیز اثبات شده است. این موضوع نیز اثبات شد که درآمدهای نفتی به صورت محدود در تولید بکار گرفته شده‌اند. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده استدلال شد که هدف از تحریم‌های نفتی تاثیرگذاری بر رفاه بوده و علاوه بر این هدف اصلی تحریم کالاهای سرمایه‌ای تاثیر بر تولید است.

در اقتصاد ایران تنها راه مقابله با تحریم‌های نفتی کاهش وابستگی رفاه خانوار به درآمدهای نفتی است. اگر درآمدهای نفتی در تولید سرمایه‌گذاری شود و به جای پرداخت‌های انتقالی، درآمدهای حاصل از تولید به خانوار تعلق گیرد، اثر مستقیم تحریم‌های نفتی بر رفاه کاهش خواهد یافت. در نتیجه اثرگذاری تحریم‌های نفتی بر رفاه اجتماعی را می‌توان با این سیاستگذاری کاهش داد.

در سناریوی سوم اثرگذاری تحریم‌های نفتی و کالای سرمایه‌ای به صورت همزمان بررسی شد. با توجه به نتایج به دست آمده در سناریوی سوم این نتیجه حاصل شد که تاثیر اعمال همزمان تحریم کالاهای سرمایه‌ای و نفتی بر تولید و همچنین رفاه را باید در قالب یک تابع مقعر ملاحظه کرد.

همچنین به منظور بررسی اثرگذاری تحریم‌های همزمان بر اقتصاد ایران اگر فرض کنیم که اقتصاد ایران در وضعیت یکنواخت قرار داشته باشد، می‌توان نتیجه گرفت که بر اساس تولید تحقق یافته سال ۱۳۹۰، درجه تاثیر تحریم‌های نفتی بر میزان رفاه در اقتصاد ایران حدود ۳۰ درصد کاهشی و اثر تحریم همزمان سرمایه‌ای و نفتی بر میزان رفاه در اقتصاد ایران بین ۳۰ تا ۵۰ درصد کاهشی بوده است.

فهرست منابع

- استادزاد، علی حسین (۱۳۹۱)، تعیین سهم بهینه انرژی‌های تجدیدپذیر در قالب یک الگوی رشد پایدار: مورد ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته علوم اقتصادی: دانشگاه شیراز
- بانک مرکزی جمهوری ایران، گزارش اقتصادی و ترانزنامه، سال‌های مختلف.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، نماگرهای اقتصادی، سال‌های مختلف.
- بغزیان، آلبرت (۱۳۷۱)، برآورد موجودی سرمایه در زیر بخش‌های عمده اقتصادی (۱۳۵۶-۱۳۳۸)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و علوم سیاسی دانشگاه شهید بهشتی.
- دلالی اصفهانی رحیم، بخشی دستجردی رسول و جعفر حسینی (۱۳۸۷)، «بررسی نظری و تجربی نرخ ترجیح زمانی مطالعه موردی اقتصاد ایران: ۱۳۸۳-۱۳۵۱»، *مجله دانش و توسعه*، ۱۵(۲۵): ۱۶۷-۱۳۷.
- عبدلی، قهرمان (۱۳۸۸)، «تخمین نرخ تنزیل اجتماعی برای ایران»، *پژوهش‌های اقتصادی*، ۹(۳): ۱۳۵-۱۸۶.
- کیارسی، مهرباب (۱۳۸۶)، نرخ بهینه مالیات و مخارج دولتی در چارچوب الگوی سه بخشی رشد درونزا-الگو ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان.
- امینی علیرضا و محمد نشاط (۱۳۸۴)، «برآورد سری زمانی موجودی سرمایه در اقتصاد ایران طی دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۳۳۸»، *مجله برنامه و بودجه*، ۹۰: ۸۶-۵۳.
- مرکز آمار ایران، سالنامه آماری کشور، سال‌های مختلف.
- میرعمادی، طاهره (۱۳۹۰)، «چارچوبی برای ارزیابی راهبردهای مقابله با تحریم از منظر نظام ملی نوآوری»، *سیاست علم و فناوری*، ۳(۴): ۸۳-۹۹.
- Alan, E. (2000), "Ineffectiveness at Its Best: Fighting Terrorism with Economic Sanctions", *Minnesota Journal of Global Trade*, 9: 299-326.
- Ann, E.K. and Hufbauer, G.C. (1999), "Same Song, Same Refrain? Economic sanctions in the 1990's", *The American Economic Review* (Papers and Proceedings of the One Hundred Eleventh Annual Meeting of the American Economic Association), 89(2): 403-408.

- Bilgram, S.J.R. (2004), *Dynamics of Sanctions in World Affairs*, New Delhi, Atlantic Publishers & Distributors.
- Broek J.L., Wiegerinck W.A. And Kappen H.J. (2008), "Optimal Control in Large Stochastic Magent Systems", *Alamas 07*, 2(3): 9-20.
- Cooper, D.A. (2010), "Coercive or Corrosive: The Negative Impact of Economic Sanctions on Democracy," *International Interactions*. 36(3):12-30, Available from: <http://ssrn.com/abstract=1630664> .
- Cooper, D.A. and Li, Y. (2006), "U.S. Economic Sanction Threats Against China: Failing to Leverage Better Human Rights", *Foreign Policy Analysis*, 2: 307-324.
- Hufbauer, S.E. (1990), *Economic Sanctions Reconsidered-History and Current Policy*, 2nd Edition, Institute for International Economics, Washington DC.
- Kappen H.J. (2005), "A Linear Theory for Control of Non-linear Stochastic Systems", *Physical Review Letters*, 95: 200-210.
- Kappen H.J. (2007), "An Introduction to Stochastic Control Theory, Path Integrals and Reinforcement Learning, In 9th Granada Seminar on Computational Physics: Computational and Mathematical Modeling of Cooperative Behavior in Neural Systems: 149-181.
- Nations Online Project (2005), Third World Countries in Terms of their Gross National Income (GNI)
http://www.nationsonline.org/oneWorld/third_world.htm#GNI
- Osieja, H. (2006), "*conomic Sanctions as an Instrument of U.S. Foreign Policy: The Case of the U., Embargo against Cuba*. Boca Rotan, Florida.
Available from: <http://www.bookpump.com/dps/pdf-b/1123140b.pdf>
- Peksen, D. (2009), "Economic Sanctions and Political Repression: Assessing the Impact of Coercive Diplomacy on Political Freedoms", *Human Rights Review*, 10(3): 393- 411.
- Romer, P. (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 98: 71-101.
- Rennack, D.E. (2006), *North Korea: Economic Sanctions*, Washington D.C., Congressional Research Service,
Available from: <http://www.fas.org/sgp/crs/row/RL31696.pdf>
- Solow, R. M. (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, (70): 65-94.
- Solow, R. M. (1993), "An Almost Practical Step toward Sustainability", *Resources Policy*, 19: 162- 172.
- Yong J. and Zhou X.Y. (1999), *Stochastic Controls, Hamiltonian Systems and HJB Equations*, Springer.