فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)، دوره‌ی ۱۵، شماره‌ی ۱، بهار ۱۳۹۷، صص ۶۱- ۲۷

اثرات مالیات سبز بر رشد اقتصادی و رفاه در ایران: رویکرد تعادل عمومی تصادفی پویا (DSGE)

عبدالمجید آهنگری*، حسن فرازمند**، امیرحسین منتظرحجت*** و رضا هفت لنگ****

تاریخ وصول: ۱۳۹۵/۹/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۳

چکیده

هدف این مقاله، بررسی تأثیر وضع و اعمال مالیات سبز در اقتصاد ایران بر رشد اقتصادی و رفاه در چارچوب مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) باز کوچک نیوکینزی است؛ بدین منظور، یک مدل DSGE با لحاظ بخش‌های عمده‌ی خانوارها، بنگاه‌ها، دولت و بخش خارجی برای اقتصاد ایران کالیبره و شبیه‌سازی شده است. با توجه به پیش‌نویس لایحه‌ی پیشنهادی برنامه ششم توسعه، چهار سناریوی نیم درصد، یک درصد، یک و نیم درصد و دو درصد برای نرخ مالیات سبز در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی و تحلیل توابع عکس‌العمل آنی مدل، نشان می‌دهد که وضع مالیات سبز در قالب چهار سناریوی مطروحه بر رشد اقتصادی، هم در کوتاه مدت و هم در بلندمدت تأثیر منفی بسیار کمی می‌گذارد؛ همچنین نتایج نشان می‌دهد که اعمال مالیات سبز در قالب چهار سناریوی فوق‌الذکر، تأثیر مثبت و اندکی بر روی رفاه می‌گذارد. در نظر گرفتن نتایج همزمان اثرات مالیات سبز بر روی رشد اقتصادی و رفاه، مشخص می‌سازد که اگر رویکرد دولت، توجه به افزایش کیفیت محیط زیست، کاهش آلاینده‌ها و نتیجتاً توسعه‌ی پایدار و افزایش رفاه باشد، بایستی کاهش تولید اقتصادی را پذیرا باشد. نتایج هر چهار سناریو، نشان می‌دهد که کاهش تولید کل اقتصاد و افزایش رفاه بسیار اندک است.

طبقه‌بندی JEL: D62، E17،E62، K32، H23، O41

واژه‌های کلیدی: *مالیات سبز، توسعه‌ی پایدار، آلودگی، اقتصاد باز کوچک، مدل DSGE*

* دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده‌ی اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه شهید چمران اهواز. ایران. (نویسنده‌ی مسئول)، (a_m_ahangari@yahoo.com)

** دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده‌ی اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه شهید چمران اهواز. اهواز. ایران.

*** استادیار و عضو هیئت علمی دانشکده‌ی اقتصاد و علوم اجتماعی دانشگاه شهید چمران اهواز. اهواز. ایران.

**** دانشجوی دکترای اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز. اهواز. ایران.

۱- مقدمه

فعالیت‌های اقتصادی و به تبع آن رشد و توسعه‌ی اقتصادی، به‌خصوص در دهه‌های اخیر، بدون توجه به محدودیت‌های طبیعی، خسارات جبران‌ناپذیری به محیط زیست وارد کرده است. از عوامل مؤثر در آلودگی محیط زیست، می‌توان به احتراق سوخت‌های فسیلی[۱]، ضایعات صنعتی، مواد رادیو اکتیو، زباله شهری، حرارت، مواد شیمیایی و آلوده‌کننده‌های طبیعی اشاره کرد. استفاده از این موارد، منجر به انتشار گازهای گلخانه‌ای و به تبع آن گرم شدن زمین، سوراخ شدن لایه‌ی ازن، باران‌های اسیدی، وارونگی هوا و از بین رفتن زیستگاه‌ها می‌شود. این آلاینده‌ها چون در گردش و جریان هستند، به مکان‌های گوناگون در سطح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی منتقل می‌شوند. بدین جهت انتشار آلودگی به عنوان کالای منفی عمومی جهانی مطرح می‌شود (مقیمی و همکاران،۱۳۹۰:۶۳).

مالیات‌های زیست‌محیطی[۲] یا مالیات‌های سبز[۳] یکی از ابزارهای اقتصادی و به طور دقیق‌تر یکی از سیاست‌های مالی در حفظ و حراست از محیط زیست است که سال‌های طولانی است که در کشورهای مختلف از آن استفاده می‌شود (اکو[۴]، ۷۸:۱۹۹۳). اقتصاددان انگلیسی بنام پیگو[۵] در سال ۱۹۲۰ برای نخستین بار استفاده از مالیات را برای مقابله با انتشار آلودگی پیشنهاد کرد. براساس نظریه پیگو افرادی که محیط زیست را آلوده می‌کنند، می‌بایست مقدار خسارتی را که در اثر انتشار آلودگی به محیط زیست وارد می‌نمایند جبران کنند؛ به‌همین دلیل اینگونه مالیات‌ها را به نام مالیات‌های پیگویی[۶] می‌شناسند (ترنز، پیرس و باتمن[۷]، ۲۲۳:۱۳۸۸).

مالیات پیگویی که در ادبیات محیط زیست به مالیات سبز معروف است، در کشورهای مختلف به صورت‌های متفاوتی مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ از جمله کشورهای پیشرو در این زمینه می‌توان به کشورهای اسکاندیناوی (دانمارک، فنلاند، سوئد و نروژ) و استرالیا اشاره کرد که از اوایل دهه‌ی ۹۰ میلادی اقدام به وضع مالیات سبز بر آلاینده‌ها کردند. در چندین کشور از جمله استرالیا، اتریش، بلژیک، دانمارک، فنلاند، فرانسه و نروژ هزینه دفع زباله‌های آلاینده پرداخت می‌شود که از این نظر شبیه به مالیات پیگو است؛ چرا که مالیات‌هایی با نرخ‌های ویژه هستند که با انتشار آلاینده‌ها مرتبط هستند؛ مثال دیگر، کشورهایی از قبیل بلژیک، فرانسه، آلمان، هلند و سوئیس هستند که عوارضی را برای فرود هواپیما اخذ

[۱] منبع اصلی انرژی که اقتصاد جهانی بر مبنای آن شکل گرفته است، سوخت‌های فسیلی است.

[2] Environmental Taxes
[3] Green Taxes
[4] Ekko
[5] Pigou
[6] Pigovian Taxes
[7] Turner, Pearce and Bateman

می‌کنند که آن به سطح آلودگی صوتی که ایجاد می‌کند، بستگی دارد (گرامی و کرمی، ۱۳۹۰:۱۲۵-۱۳۳).

مطالعات دو دهه‌ی اخیر، همبستگی بالایی بین افزایش گازهایی چون متان[8] و دی اکسید کربن[9] و دمای جوّ زمین نشان داده‌اند. بر اساس مطالعات انجام شده پیش‌بینی می‌شود که دو برابر شدن حجم دی اکسید کربن در جوّ اطراف زمین منجر به افزایش در حدود ۱/۵ تا ۴/۵ درجه سلسیوس[10] در دمای سطح زمین طی ۵۰ سال آینده شود (ابلر و همکاران[11]، ۲۰۰۰:۶۸). این پدیده که تحت عنوان گرم شدن زمین از آن یاد می‌شود، تهدیدی جدی برای جوّ زمین به حساب می‌آید و انتظار می‌رود آثار شدیدی را بر کل اکوسیستم[12] زمین (شامل منابع آب، کشاورزی، منابع غذایی و سلامت انسان) به همراه داشته باشد (منظور و حقیقی، ۱۳۹۰:۱).

نظر به اهمیّت و پیامدهای گسترده‌ی این پدیده، راهبردهای متعددی برای کاهش این آثار اتخاذ کرده‌اند؛ برای نمونه در سال ۱۹۹۷ و بر طبق پیمان کیوتو[13،14]، تعدادی از کشورهای صنعتی متعهد شدند که انتشار گازهای گل‌خانه‌ای[15] خود را طی دوره ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ حداقل ۵ درصد در مقایسه با سطح آن در دهه‌ی ۱۹۹۰ کاهش دهند (آژانس بین‌المللی انرژی[16]، سازمان کشورهای صادرکننده نفت[17]، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[18]، ۲۰۱۰). در دسامبر ۲۰۱۲ نخستین دوره‌ی تعهد تحت این پروتکل منقضی شد. از دیگر تلاش‌های جهانی صورت گرفته برای کاهش آلودگی، می‌توان از طرح تغییر آب و هوای

---

[8] Methane, CH_4
[9] Carbon Dioxide, CO_2
[10] Celsius
[11] Abler, et al.
[12] Ecosystem
[13] Kyoto Protocol
[14] پیمان کیوتو پیمانی بین‌المللی است به منظور کاهش صدور گازهای گل‌خانه‌ای، که عامل اصلی گرم‌شدن زمین در دهه‌های اخیر محسوب می‌شوند. این پیمان که کنوانسیون سال ۱۹۹۲ سازمان ملل متحد در خصوص تغییرات آب و هوا (ریو) را تکمیل و ترمیم می‌کند، در چارچوب سازمان ملل متحد شکل گرفت. با افزایش گازهای گل‌خانه‌ای نظیر متان، دی اکسید کربن، بخار آب و اکسید نیتروژن در جوّ زمین، دمای کره در حال افزایش بوده که این امر باعث ایجاد تغییرات ناخوشایند در محیط زیست شده است در سال ۱۹۹۷ طی پیمانی معروف به کیوتو کشورهای صنعتی متعهد شدند که ظرف ده سال آینده میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را ۵٪ کاهش دهند و به کشورهای در حال توسعه کمک‌های مالی برای افزایش ضریب نفوذ استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر نظیر انرژی خورشیدی و بادی، اعطا نمایند. این پیمان در تاریخ ۱۶ فوریه سال ۲۰۰۵ برای کشورهای عضو، لازم‌الاجرا گردید.
[15] Greenhouse Gas
[16] International Energy Agency (IEA)
[17] Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC)
[18] Organization of Econmic Co-operation and Development (OECD)

کانادا[۱۹]، سیستم مبادله‌ی انتشار در اتحادیه اروپا[۲۰] و تفاهم جهانی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای در اجلاس تغییرات اقلیمی پاریس[۲۱] در سال ۲۰۱۵ نام برد.

در زمینه‌ی تولید و انتشار گازهای گل‌خانه‌ای در بُعد منطقه‌ای و جهانی، ایران به‌ترتیب رتبه‌ی نخست در خاورمیانه و رتبه‌ی سیزدهم در جهان را در سال ۲۰۱۲ به‌خود اختصاص داده است (مؤسسه‌ی منابع جهانی[۲۲]، ۲۰۱۶). در صورتی‌که در همان سال از لحاظ تولید ناخالص داخلی (برابری قدرت خرید[۲۳]) در رتبه‌ی اول خاورمیانه و رتبه‌ی هجدهم در دنیا قرار داشته است[۲۴]. این امر نشان از پیشی گرفتن انتشار آلودگی، بیش از تولید ناخالص داخلی دارد.

مسئله‌ی پیش‌رو این است که روش‌های فعلی برای کنترل آلودگی که عمدتاً بر عوارض و جریمه تکیه دارد، در زمینه‌ی حفاظت از محیط زیست چندان مؤثر نبوده است و بایستی با ابزارهای دیگر از جمله مالیات‌های سبز، سعی در کنترل آلودگی محیط زیست کرد و در این راستا باید از تجربیات دهه‌های اخیر کشورهای پیشرو در زمینه‌ی مالیات‌های سبز استفاده شود. وضع مالیات سبز بر بخش‌های آلوده‌کننده با توجه به تجربه کشورهای دیگر، می‌تواند به‌عنوان یک سیاست در این مسیر در نظر گرفته شود. برقراری چنین مالیاتی، اگر چه با هدف کاهش آلودگی صورت می‌گیرد؛ امّا می‌تواند بر دیگر متغیرها، مانند تولید و رفاه جامعه تأثیرگذار باشد. شایان ذکر است که در حوزه‌ی ادبیات نظری اقتصادی، تعاریف و مفاهیم گوناگونی در خصوص رفاه وجود دارد که این امر اکثراً به صورت کیفی ارائه می‌شود. برای کمی کردن و در نتیجه محاسبه‌ی میزان رفاه، نیاز به شاخصی وجود دارد تا با کمک آن، میزان رفاه و تغییرات آن در طول زمان سنجیده شود؛ به همین منظور رفاه را میانگینی موزون از سطح مصرف، میزان فراغت و انباشت آلودگی در نظر گرفته‌ایم؛ لازم به ذکر است که از آن‌جایی که خانوارها مالکان بنگاه‌ها هستند، پس رفاه خانوارها، رفاه جامعه نیز محسوب می‌شود.

۲- مروری بر ادبیات موضوع

دریافت مالیات بر آلودگی، مطابق انتظار، موجب کاهش انتشار آلاینده‌های زیست محیطی می‌شود که در پی آن افزایش تجربه خواهد شد؛ امّا از سوی دیگر افزایش مالیات از جمله مالیات بر آلودگی و دریافت آن از واحدهای تولیدی، کاهش تولید و

---

[19] Canada's Climate Change Plan

[20] European Union Emissions Trading System (EU-ETS)

[۲۱] براساس بیانیه‌ی پایانی این اجلاس، ۱۹۵ کشور شرکت‌کننده در این کنفرانس متعهد شدند که میزان افزایش درجه حرارت کره‌ی زمین را حداکثر تا ۲ درجه‌ی سانتی‌گراد نگاه دارند.

[22] World Resources Institute

[23] Purchasing Power Parity (PPP)

[۲۴] با احتساب اتحادیه اروپا به عنوان یک کشور

در نتیجه کاهش مصرف و رفاه را در پی خواهد داشت؛ بنابراین، برآیند تأثیرات وضع مالیات بر آلودگی، می‌تواند کاهش و یا افزایش رفاه را به همراه داشته باشد (هادیان و استادزاد ۵۸:۱۳۹۲).

در یک نگاه اجمالی، می‌توان گفت ادبیات محیط زیستی و به طور اخص مالیات‌های سبز در دو دهه‌ی اخیر، رشد قابل توجهی داشته و نظر اقتصاددانان را به خود جلب کرده است. در این ارتباط می‌توان به مطالعات مختلفی اشاره کرد که طی این سال‌ها انجام شده است.

هاون بی[۲۵] (۲۰۰۵) به بررسی پیامدهای رفاهی اصلاح مالیات سبز در اقتصادهای باز کوچک برای پنسیلوانیا پرداخت. وی در یک مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر، پیامدهای احتمالی جانشینی مالیات‌های کربن را با مالیات‌های متداول بر رفاه و عرضه و تقاضای کالا شبیه‌سازی کرد. طبق نتایج این پژوهش، مالیات‌های زیست محیطی، باعث افزایش رفاه می‌شود.

وسیما و دلینک[۲۶] (۲۰۰۷) در مطالعه‌ی خود با استفاده از روش تعادل عمومی محاسبه‌پذیر در مورد ایرلند، مشاهده کردند که با مالیات ۱۰-۱۵ یورویی بر هر تن دی اکسید کربن، آلودگی به اندازه ۲۵ درصد کاهش می‌یابد؛ همچنین کاهش رفاه حاصل از این مالیات ۱ درصد برآورد شده است.

گلوم، کاواگوچی و سپالوِدا[۲۷] (۲۰۰۷) در مقاله‌ی خود، با استفاده از یک مدل تعادل عمومی در اقتصاد امریکا از منظری دیگر فرضیه‌ی منافع دوگانه را مورد بررسی قرار دادند. نتیجه‌ی تحقیق این بود که مالیات فزاینده‌ی بنزین و استفاده از منابع آن برای کاهش مالیات بر سرمایه، در واقع منجر به منافع رفاهی (منافع کارائی) و نیز کیفیت بهتر محیط زیست (منافع سبز) می‌شود.

لیانگ و همکاران[۲۸] در پژوهش خود که در سال (۲۰۰۷) در مورد اقتصاد چین انجام شد، نشان دادند که در نتیجه‌ی کاهش یارانه‌ی تولید یا معافیت‌های مالیاتی، دی اکسید کربن به میزان ۱۰-۵ درصد کاهش می‌یابد؛ همچنین در پژوهش آن‌ها مشخص شد که با معاف کردن بخش‌های مصرف‌کننده که بیشتر انرژی‌بر هستند از مالیات زیست محیطی، حتی امکان افزایش تولید ناخالص داخلی نیز وجود دارد.

بیرتنس و فائن[۲۹] (۲۰۰۸) در مقاله‌ی خود به بررسی اثر دریافت مالیات بر آلودگی ناشی از مصرف انرژی بر تولید، اشتغال و مصرف در اقتصاد نروژ پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که دریافت مالیات بر آلودگی ناشی از مصرف انرژی موجب کاهش تولید، اشتغال و مصرف می‌شود؛ در حالی‌که جبران معادل آن با

[25] Hwan Bae
[26] Wissemia and Dellink
[27] Glomm, Kawaguchi and Sepulveda
[28] Liang, Fan and Wei
[29] Bjertnas and Faehn

درآمدهای مالیاتی به صورت یارانه به واحدهای تولیدی، می‌تواند باعث افزایش رفاه در جامعه شود.

برائو[۳۰] (۲۰۱۱) در مقاله‌ای به بررسی سناریو مالیات بر کربن ۳۱ یورویی به ازای هر تن انتشار و اثر آن بر آلودگی برای کشور فرانسه پرداخته است. وی نشان داده است که با اجرای این سیاست، انتشار دی اکسید کربن ۱۴ درصد کاهش می‌یابد؛ اگر چه رفاه هر خانوار نیز کاهش می‌یابد و سهم خانوارهای ثروتمندتر از این کاهش مطلوبیت بیشتر است. وی نتیجه می‌گیرد که توزیع یک‌نواخت درآمدهای مالیاتی میان خانوارها موجب افزایش درآمد خانوارهای فقیر خواهد شد.

دیسو و ایلند[۳۱] (۲۰۱۱) در پژوهش خود درباره‌ی اقتصاد کانادا به این نتیجه می‌رسند که با سناریوی دریافت مالیات ۴۰ دلار به ازای هر تن انتشار دی اکسید کربن، در صورت بازگشت مالیات ضمن تعدیل کاهش پتانسیل رقابت، موجب کاهش بیشتری در تولید ناخالص داخلی خواهد شد. بدون عودت مالیات بر آلودگی تولید ناخالص داخلی ۰/۱۳ درصد کاهش می‌یابد و با عودت آن تولید ناخالص ۰/۱۷ درصد کاهش می‌یابد. این شرایط برای رفاه نیز برقرار است.

اوئسلاتی[۳۲] (۲۰۱۳) در پژوهش خویش به بررسی آثار کوتاه مدت و بلندمدت اصلاح مالیات زیست‌محیطی در اقتصاد انگلستان بر روی رشد اقتصادی و رفاه پرداخته است. ایشان از مدل رشد درون‌زا بر پایه‌ی انباشت سرمایه‌ی انسانی استفاده می‌کند. وی نتیجه‌گیری می‌کند که اندازه‌ی اثرات اصلاح مالیات محیط‌زیستی بر رشد اقتصادی و رفاه به نوع اصلاح مالیات محیط زیستی بستگی دارد و در بلندمدت هم رشد اقتصادی و هم رفاه بهبود می‌یابند.

اوئسلاتی (۲۰۱۵) در مقاله‌ی خود تحت عنوان «اثرات رشد و رفاهِ اصلاح مالیات زیست محیطی و سیاست پرداخت عمومی» به بررسی تأثیر اصلاح مالیات زیست محیطی و سیاست پرداخت عمومی بر روی رشد و رفاه، در چارچوب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی در اقتصاد انگلستان پرداخته است. وی از مدل رشد درونزای دو بخشی استفاده می‌کند که در آن تعاملات بین سلامتی، آموزش و محیط زیست در نظر گرفته شده است. وی نشان می‌دهد که اصلاحات مالیاتی (در جهت افزایش مالیات) همراه با یک تغییر متناسب در ساختار پرداخت عمومی ممکن است رشد و رفاه را در بلندمدت بهبود بخشد.

پژوهش پیش‌رو در تلاش است برای رفع نواقص مطالعات گذشته، در چارچوب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE[۳۳]) اقتصاد باز کوچک بر پایه‌ی آموزه‌های مکتب اقتصاد نیوکینزی، اثرات اعمال و وضع مالیات سبز بر رشد و رفاه

[30] Bureau
[31] Dissou and Eyland
[32] Oueslati
[33] Dynamic Stochastic General Equilibrium

در اقتصاد ایران را بررسی کند. در این راستا یک مدل تعادل عمومی با لحاظ بخش‌های داخلی، خارجی و بخش‌های پولی و مالی و همچنین حفاظت محیط‌زیست طراحی، کالیبره و شبیه‌سازی شده است. مدل شامل بخش خانوار، بخش بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای نهایی در قالب بازار رقابت انحصاری و قیمت‌گذاری با لحاظ چسبندگی، تولیدکنندگان کالاهای سرمایه‌ای، صادرکنندگان و واردکنندگان و همچنین تلفیق دولت به عنوان بخش مالی و بانک مرکزی به عنوان نهاد پولی در انتقال شوک‌های ناشی از وضع مالیات سبز خواهد بود. ویژگی برجسته‌ی مدل علاوه بر ورود مالیات سبز به عنوان نیاز و رویکرد آتی اقتصاد ایران و همچنین تلاش‌های سازمان حفاظت محیط زیست به عنوان متولی مبارزه با انتشار آلاینده‌ها، گستردگی و جامعیت آن است؛ به نحوی که بخش خانوار تصمیمات بهینه روی مصرف، میزان عرضه نیروی کار و میزان آلودگی انجام می‌دهد؛ همچنین منحنی فیلیپس هایبریدی نیوکینزین‌ها برای تورم داخلی، تورم کالاهای وارداتی و تورم کالاهای صادراتی به تفکیک تصریح شده است. ضمن آن‌که به دلیل سلطه‌ی بخش مالی و درجه‌ی پایین استقلال بانک مرکزی، قید بودجه‌ی دولت و ترازنامه‌ی بانک مرکزی تلفیق شده است. از جمله مطالعاتی که در زمینه‌ی تأثیرات مالیات سبز بر شاخص‌های اقتصادی در ایران انجام گرفته است، می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد:

مقیمی و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله‌ای تحت عنوان «بررسی آثار رفاهی و زیست محیطی مالیات سبز و کاهش یارانه سوخت در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه» با استفاده از جدول داده-ستانده سال ۱۳۸۰ به بررسی آثار رفاهی و زیست محیطی دو سیاست وضع مالیات سبز و کاهش یارانه سوخت در ایران می‌پردازند. برای این منظور، ایشان اقدام به سناریو سازی می‌کنند. برای وضع مالیات سبز، ۵ سناریو (وضع مالیات بر سوخت‌های فسیلی؛ ۱٪، ۵٪، ۱۰٪، ۲۵٪ و ۵۰٪) و برای کاهش یارانه‌ی سوخت، نیز ۵ سناریو (کاهش ۱٪، ۵٪، ۱۰، ۲۵٪ و ۵۰٪ یارانه‌ی سوخت‌های فسیلی) را در نظر می‌گیرند. ایشان نتیجه می‌گیرند که در همه‌ی سناریوها، تغییرات رفاه مثبت است. در هر دو سیاست، بالاترین نرخ رشد رفاه با در نظر گرفتن آثار زیست محیطی، نرخ مالیات ۱۰٪ (سناریوی سوم) است.

هراتی و همکاران (۱۳۹۱) در مقاله‌ای به نام «تعیین مالیات زیست محیطی بهینه در الگوی رشد تعمیم‌یافته با وجود انتقال تکنولوژی پاک و کیفیت محیط زیست: نمونه‌ی اقتصاد ایران» به تعیین سیاست زیست‌محیطی بهینه‌ی مالیات در چارچوب الگویی پویا می‌پردازند؛ برای این منظور ایشان امکان انتقال تکنولوژی پاک را به الگوی رشد AK اضافه کرده و الگو را به صورت نظری به اقتصاد باز تعمیم می‌دهند. ایشان نتیجه می‌گیرند که نرخ بهینه‌ی مالیات بر آلودگی حدوداً

۱۵ درصد است؛ همچنین براساس نتایج تحلیل حساسیت، شاخص‌های کشش آلودگی نسبت به تولید و ترجیحات زیست محیطی مصرف‌کننده، بیشترین تأثیر را بر مالیات زیست محیطی در ایران دارد؛ ضمن اینکه شاخص‌های نرخ رشد خارجی و شاخص‌های تجاری کمترین تأثیر را دارد.

هادیان و استادزاد (۱۳۹۲) در مقاله‌ای به نام «برآورد سطح بهینه‌ی مالیات بر آلودگی در اقتصاد ایران» به برآورد سطح بهینه مالیات بر آلودگی در اقتصاد ایران با استفاده از یک الگوی رشد تعمیم‌یافته می‌پردازند. به این منظور ایشان یک الگوی سه بخشی شامل خانوار، بنگاه و دولت را در نظر می‌گیرند و پس از حل الگو با استفاده از آمار مربوط به اقتصاد ایران مقدار بهینه‌ی مالیات بر آلودگی را محاسبه می‌کنند. ایشان نتیجه می‌گیرند که پس از کالیبره کردن الگوی حل شده، نرخ بهینه‌ی مالیات بر آلودگی ۷/۸ هزار ریال به ازای هر تن انتشار CO_2 می‌شود.

این پژوهش برای رفع نواقص و تکمیل ادبیات تجربی پیشین داخلی تلاش می‌کند تا یک مدل اقتصاد باز کوچک نیوکینزی را با حضور متغیر نرخ ارز، بنگاه‌های صادراتی و وارداتی، احتساب بانک مرکزی به عنوان مقام پولی و سازمان حفاظت محیط زیست به عنوان متولی مبارزه با انتشار آلاینده‌ها با استفاده از مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) برای اقتصاد ایران، طراحی و شبیه‌سازی کند. شایان ذکر است که در اقتصاد ایران تا کنون پژوهشی با این گستردگی و جامعیت در خصوص مالیات‌های سبز انجام نپذیرفته است.

۳- مدل نظری (تئوریک)

روش‌شناسی

روش مورد استفاده در این پژوهش، تعادل عمومی پویای تصادفی (یا به اختصار DSGE) است. این روش شاخه‌ای از نظریه‌ی تعادل عمومی کاربردی است که در اقتصاد کلان معاصر، تأثیر زیادی گذاشته است. این روش تلاش می‌کند تا برای کل پدیده‌های اقتصادی، مانند رشد اقتصادی، چرخه‌ی کسب و کار، اثرات سیاست‌های پولی و سیاست‌های مالی بر اساس مدل اقتصاد کلان که از اصول اقتصاد خرد گرفته شده است، توضیحی پیدا کند؛ در حالی‌که مدل‌های سنتی پیش‌بینی اقتصاد کلان در برابر نقد لوکاس[۳۴] آسیب‌پذیر هستند (که ادعا می‌کند اثرات سیاست‌های اقتصادی را نمی‌توان با استفاده از داده‌های تاریخی پیش‌بینی کرد) حداقل در تئوری این آسیب‌پذیری را ندارند؛ همچنین، از آن‌جا که مدل‌های پایه خُردی[۳۵] بر اساس ترجیحات تصمیم‌سازان در مدل بنا شده‌اند، مدل‌های DSGE از یک معیار

[34] Lucas Critique
[35] Microfounded Models

طبیعی برای ارزیابی اثرات تغییر سیاست بر متغیرهای اقتصادی، بهره‌مند هستند (کانووا[۳۶]، ۲۰۰۷).

مدل اقتصادی این پژوهش، یک اقتصاد باز کوچک نیوکینزی است که به بخش‌های خانوارها (ریکاردویی و غیر ریکاردویی)، بنگاه‌ها (تولیدکنندگان نهایی و واسطه‌ای داخلی که کالاهایشان را داخل می‌فروشند، واردکنندگان و صادرکنندگان)، دولت (مقام مالی، جلوگیری از آلودگی، تأمین اجتماعی، نفت و مقام پولی) و در نهایت بخش خارجی تقسیم‌بندی می‌شود.

خانوار

بخش خانوار به دو نوع عامل اقتصادی نماینده تقسیم می‌شود: ریکاردویی[۳۷] و غیر ریکاردویی. خانوار ریکاردویی نیروی کار فعالی تعریف می‌شود که در هر دوره، مبلغی به سیستم تأمین اجتماعی و بازنشستگی می‌پردازند. تعداد خانوارهای ریکاردویی به صورت نسبتی ($(1-\omega)$) از کل جمعیت هست. در مقابل، خانوار غیر ریکاردویی، نیروی کار غیر فعالی (بازنشسته) است که مابقی جمعیت را تشکیل می‌دهد. نوع اول خانوارها (خانوارهای ریکاردویی) قادر به بیشینه‌سازی مطلوبیت بین‌دوره‌ای به وسیله‌س انتخاب بین مصرف، پس‌انداز، سرمایه‌گذاری، کار کردن، فراغت و آلودگی است. برای پس‌انداز کردن، خانوار می‌تواند از دو ابزار پس‌انداز متفاوت استفاده کند؛ سرمایه‌ی فیزیکی و اوراق مشارکت. به‌طور خلاصه، خانوار ریکاردویی با درآمد قابل تصرف پس از پرداخت مالیات‌ها می‌تواند کالاهای مصرفی، کالاهای سرمایه‌ای و اوراق مشارکت خریداری کند. از طرف دیگر، خانوار غیر ریکاردویی می‌تواند فقط درآمد خود (مزایای دریافتی از سیستم تأمین اجتماعی) را به استفاده از کالاهای مصرفی اختصاص می‌دهد.

خانوارهای ریکاردویی (R) – نیروی کار فعال (پرداخت‌کنندگان مالیات)

خانوارهای ریکاردویی از مصرف، مطلوبیت و در نتیجه رفاه به‌دست می‌آورند و از آلودگی و کار کردن عدم مطلوبیت و در نتیجه عدم رفاه کسب می‌کنند. توابع در

[36] Canova
[37] Ricardian

نظر گرفته شده در تابع رفاه زیر به شکل توابع ریسک گریز نسبی ثابت[۳۸] هستند. هدف از این امر، بهره‌گیری از خواص مطلوب این توابع است[۳۹،۴۰].

$$max\, E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [S_t^C \frac{C_{R,t}^{1-\sigma}}{1-\sigma} - S_t^L \frac{L_t^{1+\psi}}{1+\psi} - \frac{Pol_t^{1+\sigma_{Pol}}}{1+\sigma_{Pol}}] \qquad (۱)$$

که در آن E_t عملگر انتظارات، $\beta \in (0,1)$ عامل تنزیل بین دوره‌ای، C_R مصرف خانوار ریکاردویی، L نیروی کار، Pol جریان آلودگی، S^C شوک مصرف بین دوره‌ای، S^L شوک عرضه نیروی کار، σ ضریب ریسک گریزی نسبی، ψ عدم مطلوبیت نهایی نیروی کار و σ_{Pol} حساسیت مصرف‌کننده (ترجیحات) نسبت به آلودگی می‌باشد. قید بودجه خانوار ریکاردویی به شرح زیر است:

$$P_t(1+\tau_c)(C_{R,t}+I_t)+\frac{B_{t+1}}{R_t^B}=W_tL_t(1-\frac{\tau_l}{\phi_t^l}-\tau_p)+R_tK_t(1-\frac{\tau_k}{\phi_t^k})+B_t \qquad (۲)$$

در قید بودجه‌ی خانوار ریکاردویی، P سطح عمومی قیمت‌ها (قیمت مصرف‌کننده)، I سرمایه‌گذاری، B اوراق مشارکت که سررسید آن‌ها تک‌دوره‌ای است، R^B نرخ بازدهی اوراق مشارکت (با نرخ بهره پایه) که سررسید آن‌ها نیز تک‌دوره‌ای است، W دستمزد، R بازدهی سرمایه، K انباشت سرمایه، ϕ^l و ϕ^k اجزای تصادفی مالیات بر درآمد نیروی کار و مالیات بر درآمد ناشی از سرمایه هستند؛ در حالی‌که τ_c، τ_l، τ_k و τ_p اجزای ایستای مالیات بر مصرف، مالیات بر درآمد نیروی کار، مالیات بر درآمد ناشی از سرمایه و پرداختی به سیستم تأمین اجتماعی هستند. این نکته شایان ذکر است که B_t اوراق مشارکت منتشره توسط دولت است که در دوره‌ی $(t-1)$ منتشر شده و سررسید آن در دوره t است؛ بنابراین، تصمیمات B_{t+1} و K_{t+1} در دوره t گرفته می‌شود. انباشت سرمایه از رابطه‌ی زیر تبعیت می‌کند:

$$K_{t+1}=(1-\delta)K_t+I_t \qquad (۳)$$

---

[38] Constant Relative Risk Aversion (CRRA)

رایج‌ترین فرم برای تصریح تابع مطلوبیت، فرم تابع ریسک گریز نسبی ثابت است (گالی، ۲۰۰۸؛ لیم و مک نلیز، ۲۰۰۸؛ کلاریدا و همکاران، ۲۰۰۸؛ گالی و موناسلی، ۲۰۰۵؛ کریستوفل و کوئستر، ۲۰۰۸؛ کریستوفل و همکاران، ۲۰۰۹؛ راونا و والش، ۲۰۰۶). توابع مطلوبیت دیگری نیز ادبیات نظری وجود دارد که از جمله آن می‌توان به توابع مطلوبیت لگاریتمی اشاره کرد و توابع مطلوبیتی که ترکیبی از فرم لگاریتی و CRRA باشد (گرتلر و کارادی، ۲۰۱۱).

[۳۹] به‌عنوان مثال، اگر $\sigma_C \to 0$، تابع مصرف خطی می‌شود، اگر $\sigma_C \to 1$ (با استفاده از قاعده‌ی هوپیتال)، تابع مصرف تبدیل به $\ln C$ می‌گردد (رومر و منکیو، ۱۹۹۱).

[۴۰] تابع مطلوبیت بایستی دارای ویژگی‌های مشخصی باشد: $U_C>0$، $U_L<0$ و $U_{Pol}<0$، این بدان معناست که مصرف، کار و آلودگی به ترتیب دارای اثرات مثبت، منفی، مثبت و منفی بر روی رفاه خانوارها داشته باشد. از سویی دیگر، $U_{CC}<0$، $U_{LL}<0$ و $U_{PolPol}<0$ نشان می‌دهد که تابع مطلوبیت مقعر است. مقعر بودن تابع مطلوبیت نشان می‌دهد که اگر مصرف افزایش، عرضه کار کاهش و همچنین آلودگی کاهش یابد سطح مطلوبیت نیز افزایش می‌یابد، اما به نسبت‌های کوچکتر و کوچکتر

از طرفی با لحاظ یک تابع با کشش جانشینی ثابت (CES)[۴۱]، کالاهای جدید سرمایه‌ای در هر دوره به صورت زیر تأمین می‌شود:

$$I_t=[(1-\varpi)^{\frac{1}{\upsilon}}(I_t^d)^{\frac{(\upsilon-1)}{\upsilon}}+(\varpi)^{\frac{1}{\upsilon}}(I_t^m)^{\frac{(\upsilon-1)}{\upsilon}}]^{\frac{\upsilon}{(\upsilon-1)}} \quad (۴)$$

$$P_t^I I_t=P_t^{I,d} I_t^d+P_t^{I,m} I_t^m \quad (۵)$$

در معادله‌ی بالا، I، I^d و I^m، به ترتیب کل کالاهای سرمایه‌ای، کالاهای سرمایه‌ای داخلی و سرمایه‌ای خارجی هستند. υ کشش جانشینی بین کالاهای داخلی و خارجی، ϖ وزن کالاهای وارداتی و $1-\varpi$ وزن کالاهای سرمایه‌ای داخلی در سرمایه‌گذاری کل است؛ همچنین $P^{I,d}$ و $P^{I,m}$ به ترتیب قیمت کالاهای سرمایه‌ای داخلی و قیمت کالاهای سرمایه‌ای وارداتی است. با توجه به معادله‌ی (۴)، تابع تقاضا برای کالاهای سرمایه‌ای داخلی و خارجی به صورت زیر در می‌آید:

$$I_t^d=(1-\varpi)\left(\frac{P_t^{I,d}}{P_t^I}\right)^{-\upsilon} I_t \quad (۶)$$

$$I_t^m=(\varpi)\left(\frac{P_t^{I,m}}{P_t^I}\right)^{-\upsilon} I_t \quad (۷)$$

$$(P_t^I)^{1-\upsilon}=(1-\varpi)\left(P_t^{I,d}\right)^{1-\upsilon}+(\varpi)\left(P_t^{I,m}\right)^{1-\upsilon} \quad (۸)$$

خانوار ریکاردویی کالاهای مصرفی (C_R)، کالاهای سرمایه‌ای (I) را در سطح قیمت (P) خریداری می‌کند؛ همچنین اوراق مشارکت (B) با سررسید یک دوره‌ای را خرید و فروش می‌نماید. این اوراق، سودی با نرخ بدون ریسک (R_B) پرداخت می‌کند که توسط مقام پولی منتشر و کنترل می‌شود. این نوع خانوارها سه نوع مالیات (مالیات بر مصرف، مالیات بر درآمد نیروی کار و مالیات بر درآمد ناشی از سرمایه) را می‌پردازند و همچنین مبلغی به تأمین اجتماعی نیز می‌پردازند. پس درآمد این نوع از خانوارها از سه منبع تأمین می‌شود: درآمد نیروی کار، که به سطح دستمزدهای اسمی (W) بستگی دارد؛ درآمد ناشی از اجاره دادن سرمایه به بنگاه‌ها، که تابعی از نرخ بازدهی سرمایه (R) است؛ و درآمد به‌دست آمده از اوراق مشارکت دوره‌ی قبل. برای حل مسأله خانوار ریکاردویی، از تابع لاگرانژین[۴۲] زیر استفاده می‌کنیم:

---

[۴۱] این تابع به صورت تابع کشش ثابت جانشینی (Constant Elasticity of Substitution (CES)) در نظر گرفته شده است. دلیل این امر خواص مطلوب این توابع می‌باشد. به این صورت که اگر $\frac{\theta-1}{\theta}=1$، تابع خطی یا تابع جانشین‌های کامل می‌گردد. اگر $\frac{\theta-1}{\theta}$ به صفر میل کند، تابع ما، کاب-داگلاس خواهد بود در نهایت، اگر $\frac{\theta-1}{\theta}$ به منفی بی نهایت میل کند، تابع ما، لئونتیف یا مکمل‌های کامل خواهد شد (برگستروم، ۲۰۱۱).

[42] Lagrangian Function

$$l=E_t\sum_{t=0}^{\infty}\beta^t\{[S_t^C\frac{C_{R,t}^{1-\sigma}}{1-\sigma}-S_t^L\frac{L_t^{1+\psi}}{1+\psi}-\frac{Pol_t^{1+\sigma_{Pol}}}{1+\sigma_{Pol}}]$$
$$-\lambda_t[P_t(1+\tau_c)\left(C_{R,t}+K_{t+1}-(1-\delta)K_t\right)+\frac{B_{t+1}}{R_t^B} \quad (۹)$$
$$-W_tL_t(1-\frac{\tau_l}{\phi_t^l}-\tau_p)-R_tK_t(1-\frac{\tau_k}{\phi_t^k})-B_t]\}$$

شرایط مرتبه اول برای خانوار نماینده به شرح زیر است:

$$\frac{\partial l}{\partial C_{R,t}}=S_t^C C_{R,t}^{-\sigma}-\lambda_t P_t(1+\tau_c)=0 \quad (۱۰)$$

$$\frac{\partial l}{\partial L_t}=-S_t^L L_t^{\psi}+\lambda_t W_t\left(1-\frac{\tau_l}{\phi_t^l}-\tau_p\right)=0 \quad (۱۱)$$

$$\frac{\partial l}{\partial K_{t+1}}=-\lambda_t P_t(1+\tau_c)$$
$$+\beta E_t\lambda_{t+1}[(1-\delta)P_{t+1}(1+\tau_c)+R_{t+1}(1-\frac{\tau_k}{\phi_{t+1}^k})]=0 \quad (۱۲)$$

$$\frac{\partial l}{\partial B_{t+1}}=-\frac{\lambda_t}{R_t^B}+\beta E_t\lambda_{t+1}=0 \quad (۱۳)$$

از معادله (۱۰) داریم:

$$\lambda_t=\frac{S_t^C C_{R,t}^{-\sigma}}{P_t(1+\tau_c)} \quad (۱۴)$$

با جایگذاری معادله (۱۴) در معادله (۱۱)، معادله عرضه نیروی کار به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$\frac{S_t^L}{S_t^C}L_t^{\psi}C_{R,t}^{-\sigma}\left[\frac{(1+\tau_c)}{\left(1-\frac{\tau_l}{\phi_t^l}-\tau_p\right)}\right]=\frac{W_t}{P_t} \quad (۱۵)$$

با جایگذاری معادله (۱۴) در معادلات (۱۲) و (۱۳) معادلات اولر[۴۳] به شرح زیر استخراج می‌شود:

$$S_t^C C_{R,t}^{-\sigma}=\beta E_t\frac{S_{t+1}^C C_{R,t+1}^{-\sigma}}{P_{t+1}(1+\tau_c)}\left[(1-\delta)P_{t+1}(1+\tau_c)+R_{t+1}\left(1-\frac{\tau_k}{\phi_{t+1}^k}\right)\right] \quad (۱۶)$$

$$\frac{S_t^C C_{R,t}^{-\sigma}}{P_t}=R_t^B\beta E_t\frac{S_{t+1}^C C_{R,t+1}^{-\sigma}}{P_{t+1}} \quad (۱۷)$$

خانوارهای غیر ریکاردویی (NR) – نیروی کار غیر فعال (بازنشسته)

عوامل اقتصادی غیر ریکاردویی دارای رفتار به مراتب ساده‌تری هستند. از آن‌جایی که آن‌ها مطلوبیت بین‌دوره‌ای را بیشینه‌سازی نمی‌کنند، مصرفشان محدود به ارزش مبالغ دریافتی از سیستم تأمین اجتماعی (PEN) تحت فرض زیر است:

[43] Euler Equations

$$(1+\tau_c)P_tC_{NR,t}=PEN \quad (۱۸)$$

مصرف کل

مصرف کل خانوارهای ریکاردویی و غیر رویکاردویی از فرم زیر تبعیت می‌کند[۴۴]:

$$C_t=(1-\omega)C_{R,t}+\omega C_{NR,t} \quad (۱۹)$$

از سویی دیگر، تابع مصرف خانوارها و محدودیت مصرف خانوارها عبارتند از:

$$C_t=[(1-\gamma)^{\frac{1}{\xi}}(C_t^d)^{\frac{\xi-1}{\xi}}+(\gamma)^{\frac{1}{\xi}}(C_t^m)^{\frac{\xi-1}{\xi}}]^{\frac{\xi}{\xi-1}} \quad (۲۰)$$

$$P_t^CC_t=P_t^{C,d}C_t^d+P_t^{C,m}C_t^m \quad (۲۱)$$

در معادله‌ی (۲۰)، کالاهای مصرفی C، از دو جزء کالاهای مصرفی داخلی C^d و کالاهای مصرفی وارداتی C^m تشکیل می‌شوند. ξ، γ و $1-\gamma$، به ترتیب، کشش جانشینی بین دوره‌ای برای دو نوع مصرف فوق، سهم کالای مصرف صادراتی و سهم کالای مصرفی داخلی را اندازه‌گیری می‌کنند؛ همچنین $P^{C,d}$ و $P^{C,m}$ به ترتیب قیمت کالاهای مصرف داخلی و قیمت کالاهای مصرفی وارداتی است. تابع تقاضای مصرف بر حسب C^d و C^m، از حداقل‌سازی معادله (۲۰) (تابع مصرف خانوارها) نسبت به محدودیت مصرف خانوارها یا معادله (۲۱) حاصل می‌شود.

$$C_t^d=(1-\gamma)\left(\frac{P_t^{C,d}}{P_t^C}\right)^{-\xi}C_t \quad (۲۲)$$

$$C_t^m=(\gamma)\left(\frac{P_t^{C,m}}{P_t^C}\right)^{-\xi}C_t \quad (۲۳)$$

$$(P_t^C)^{1-\xi}=(1-\gamma)\left(P_t^{C,d}\right)^{1-\xi}+(\gamma)\left(P_t^{C,m}\right)^{1-\xi} \quad (۲۴)$$

از آن‌جایی که P سطح عمومی قیمت‌ها (قیمت مصرف‌کننده) است، پس داریم:

$$P_t^C=P_t \quad (۲۵)$$

واردات کل از جمع واردات کالاهای مصرفی و کالاهای سرمایه‌گذاری به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$Im_t=C_t^m+I_t^m \quad (۲۶)$$

---

[۴۴] این فرم یکی از متداول‌ترین فرم‌های مورد استفاده در ادبیات نظری است (بوسکا و همکاران، ۲۰۱۰؛ گالی و همکاران، ۲۰۰۷؛ ایتاوا، ۲۰۰۹؛ کوئنن و استراب، ۲۰۰۴؛ فورلانتو، ۲۰۰۷؛ دلاری، ۲۰۱۲؛ مایر و همکاران، ۲۰۱۰؛ استاهلر و توماس، ۲۰۱۱؛ سواربریک، ۲۰۱۲؛ موتا و تیرلی، ۲۰۱۰؛ دیاز، ۲۰۱۲؛ کولسیاگو، ۲۰۱۱؛ مایر و استاهلر، ۲۰۰۹؛ و فورنی و همکاران، ۲۰۰۹).

شوک‌های مربوط به خانوارها

دو شوک مربوط به رفتار خانوارهای ریکاردویی وجود دارد: شوک مربوط به ترجیحات بین‌دوره‌ای (S^C) و شوک عرضه‌ی نیروی کار (S^L). در حالی‌که شوک نخست بر انتخاب مصرف بین‌دوره‌ای اثر می‌گذارد، شوک دوم بر عرضه‌ی نیروی کار و تعیین دستمزدهای اسمی مؤثر است. شوک S^C شامل تغییرات ارزش‌گذاری بین ارزش حال و آینده است که ادبیات نظری رفتار بین‌دوره‌ای، آن را به عنوان کلیدی برای درک نوسانات کل مطرح می‌کند (پریمیسری و همکاران[۴۵]، ۲۰۰۶). علاوه بر این شوک S^L برای مدل‌سازی تغییرات عرضه نیروی کار اضافه شده است. هال[۴۶]، ۱۹۹۷ و چاری و همکاران[۴۷]، ۲۰۰۷، این شوک را به عنوان عامل تغییرات عمده اشتغال بیش از عامل چرخه کسب و کار مطرح می‌کنند. دو شوک دیگر در اجزای تصادفی وجود دارد؛ مالیات بر درآمد نیروی کار (ϕ^l)و مالیات بر درآمد ناشی از سرمایه (ϕ^k). این شوک‌ها برای توصیف اجزای تصادفی مربوط به این دو نوع مالیات به‌کار رفته‌اند.

$$\log S_t^C = (1-\rho_{sc}) \log S_{ss}^C + \rho_{sc} \log S_{t-1}^C + \epsilon_{sc,t} \quad (۲۷)$$

$$\log S_t^L = (1-\rho_{sl}) \log S_{ss}^L + \rho_{sl} \log S_{t-1}^L + \epsilon_{sl,t} \quad (۲۸)$$

$$\log \phi_t^l = (1-\rho_l) \log \phi_{ss}^l + \rho_l \log \phi_{t-1}^l + \epsilon_{l,t} \quad (۲۹)$$

$$\log \phi_t^k = (1-\rho_k) \log \phi_{ss}^k + \rho_k \log \phi_{t-1}^k + \epsilon_{k,t} \quad (۳۰)$$

که در آن ϵ_{sc}، ϵ_{sm}، ϵ_l و ϵ_k شوک‌های برونزا و ρ_{sc}، ρ_{sl}، ρ_l و ρ_k اجزای خودهمبسته‌ی به ترتیب شوک بین‌دوره‌ای مصرف، شوک بر روی عرضه نیروی کار، شوک مالیات بر درآمد نیروی کار و شوک مالیات بر درآمد ناشی از سرمایه هستند.

بنگاه‌ها

در این مطالعه، بنگاه‌ها به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند. دسته‌ی نخست کالاهایی تولید می‌کنند که در بازار داخلی مصرف می‌شود. دسته‌ی دوم بنگاه‌هایی هستند که اقدام به واردات کالا می‌کنند و در نهایت دسته‌ی سوم، کالاهای تولید شده را صادر می‌کنند.

دسته‌ی نخست

این بنگاه‌ها در این مطالعه به دو زیربخش تقسیم می‌شود: بنگاه‌های تولیدکننده‌ی کالاهای نهایی (خرده‌فروشی)؛ و بنگاه‌های تولیدکننده‌ی کالاهای واسطه‌ای (عمده‌فروشی). بخش عمده‌فروشی توسط تعداد بسیار زیادی از بنگاه‌های تشکیل

[45] Primiceri et al
[46] Hall
[47] Chari et al

شده که هر کدام از این بنگاه‌ها یک کالاهای متفاوت مطابق با ساختار رقابت انحصاری تولید می‌کنند. در صنعت خرده فروشی، یک بنگاه مجزا وجود دارد که کالاهای نهایی را در یک کالا مجزا (Y) تجمیع می‌کند که توسط عوامل اقتصادی مصرف می‌شود. در کنار این ویژگی‌ها، شایان ذکر است که در این مطالعه، فرض شده است که بازارهای عوامل تولید دارای یک ساختار رقابت کامل هستند.

بنگاه تولیدکننده‌ی کالاهای نهایی (خرده‌فروشی)

نخست، تعریف رفتار جمع‌گر تابع تولید ضروری است. کالای نهایی توسط یک بنگاه مجزا تولید می‌شود که در شرایط رقابت کامل عمل می‌کند؛ برای این منظور، بنگاه زنجیره‌ای از کالاهای واسطه‌ای را ترکیب می‌کند و آن‌ها را در یک کالای نهایی مجزا با استفاده از تکنولوژی زیر تجمیع می‌نماید:

$$Y_t=\left(\int_0^1 Y_{j,t}^{\frac{\varphi-1}{\varphi}}dj\right)^{\frac{\varphi}{\varphi-1}} \qquad (۳۱)$$

که در آن Y تولید کل، Y_j کالای واسطه‌ای jام، φ کشش جانشینی بین کالاهای واسطه‌ای است. فرم به کار گرفته شده، جهت تجمیع دارایی‌ها، جمعگر دیکسیت استیگلیز[۴۸] نامیده می‌شود (دیکیست استیگلیتز، ۱۹۷۷).

همان‌گونه که ذکر شد، تولید کننده‌ی کالاهای نهایی در شرایط رقابت کامل است و سودش را با استفاده از تکنولوژی معادله (۳۱) حداکثر می‌کند که در آن قیمت‌های کالاهای واسطه‌ای داده شده‌اند؛ بنابراین مسئله‌ی بنگاه خرده‌فروشی به شرح زیر است:

$$\max_{Y_{j,t}} P_tY_t-\int_0^1 P_{j,t}Y_{j,t}dj \qquad (۳۲)$$

با جای‌گزاری معادله (۳۱) در معادله (۳۲) داریم:

$$\max_{Y_{j,t}} P_t\left(\int_0^1 Y_{j,t}^{\frac{\varphi-1}{\varphi}}dj\right)^{\frac{\varphi}{\varphi-1}}-\int_0^1 P_{j,t}Y_{j,t}dj$$

شرط مرتبه‌ی اول برای هر کالای واسطه‌ای jام به شکل زیر است:

$$P_t\left(\int_0^1 Y_{j,t}^{\frac{\varphi-1}{\varphi}}dj\right)^{\frac{\varphi}{\varphi-1}-1}Y_{j,t}^{\frac{\varphi-1}{\varphi}-1}-P_{j,t}=0$$

$$Y_{j,t}=Y_t\left(\frac{P_t}{P_{j,t}}\right)^{\varphi} \qquad (۳۳)$$

معادله (۳۳) نشان می‌دهد که تقاضا برای کالای واسطه‌ای jام تابعی نزولی از قیمت نسبی آن و صعودی با توجه به تولید کل اقتصاد است.

[48] Dixit-Stiglitz Aggregator

سطح عمومی قیمت با جایگذاری معادله (۳۳) در معادله (۳۱) حاصل می‌شود:

$$Y_t=\{\int_0^1 [Y_t(\frac{P_t}{P_{j,t}})^{\varphi}]^{\frac{\varphi-1}{\varphi}} dj\}^{\frac{\varphi}{\varphi-1}}$$
$$P_t=(\int_0^1 P_{j,t}^{\frac{\varphi-1}{\varphi}} dj)^{\frac{\varphi}{\varphi-1}} \quad (۳۴)$$

بنگاه‌های تولیدکننده‌ی کالاهای واسطه‌ای (عمده‌فروشی)

بنگاه‌های عمده‌فروش، مسئله‌شان را در گام نخست حل می‌کنند. در گام نخست، بنگاه‌ها قیمت عوامل تولید را داده شده فرض می‌کنند: دستمزدها (W) و بازدهی سرمایه (R). این بنگاه‌ها مقادیر این نهاده‌ها را به صورتی تعیین می‌کنند که هزینه‌هایشان کمینه شود. در مرحله‌ی دوم، بنگاه‌ها قیمت‌های بهینه کالای jام را تعیین می‌کنند. این بنگاه‌ها این مقدار را به صورتی تعیین می‌کنند که مطابق با این قیمت سودشان بیشینه شود.

گام نخست

هدف از گام نخست کمینه‌سازی هزینه‌های تولید است.

$$\min_{L_{j,t},K_{j,t}} W_tL_{j,t}+R_tK_{j,t} \quad (۳۵)$$

که با توجه به تکنولوژی زیر حاصل می‌شود[۴۹]:

$$Y_{j,t}=A_tK_{j,t}^{\alpha}L_{j,t}^{1-\alpha} \quad (۳۶)$$

که در آن α سهم سرمایه در تولید، A بهره‌وری است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\log A_t=(1-\rho_A)\log A_{ss}+\rho_A \log A_{t-1}+\epsilon_{A,t} \quad (۳۷)$$

که در آن $\epsilon_{A,t}$ شوک‌های برونزا و ρ_A اجزای خودهمبسته‌ی شوک بهره‌وری هستند. تابع لاگرانژین بنگاه عمده‌فروش به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$l=W_tL_{j,t}+R_tK_{j,t}+\chi_t(Y_{j,t}-A_tK_{j,t}^{\alpha}L_{j,t}^{1-\alpha}) \quad (۳۸)$$

شرایط مرتبه‌ی اول برای بنگاه عمده‌فروش به صورت زیر استخراج می‌شود:

$$\frac{\partial l}{\partial L_{j,t}}=W_t-(1-\alpha)\chi_tA_tK_{j,t}^{\alpha}L_{j,t}^{-\alpha}=0 \quad (۳۹)$$

---

[۴۹] همانند تابع مطلوبیت خانوار، تابع تولید بایستی دارای چند ویژگی باشد: اکیداً صعودی ($F_K>0$ و $F_L>0$)؛ اکیداً مقعر ($F_{KK}<0$ و $F_{LL}<0$)؛ و دو مرتبه مشتق‌پذیر باشد. همچنین بایستی فرض شود که تابع تولید دارای بازگشت ثابت نسبت به مقیاس است، $F(zK_t,zL_t)=zY_t$. و در پایان این تابع باید شروط موسوم به اینادا (Inada Conditions) را برآورده سازد: $\lim_{K\to 0}=\infty$، $\lim_{K\to\infty}=0$، $\lim_{L\to 0}=\infty$ و $\lim_{L\to\infty}=0$.

$$\frac{\partial l}{\partial K_{j,t}} = R_t - \alpha\chi_t A_t K_{j,t}^{\alpha-1} L_{j,t}^{1-\alpha} = 0 \quad (۴۰)$$

که در آن χ بیانگر هزینه‌ی نهایی حقیقی است. با حل معادلات (۲۵) و (۲۶)، به معادلات زیر می‌رسیم:

$$W_t = \chi_t(1-\alpha)\frac{Y_{j,t}}{L_{j,t}} \quad (۴۱)$$

$$R_t = \chi_t\alpha\frac{Y_{j,t}}{K_{j,t}} \quad (۴۲)$$

با استفاده از معادلات (۴۱) و (۴۲) معادله زیر حاصل می‌شود:

$$\frac{W_t}{R_t} = \left[\frac{(1-\alpha)}{\alpha}\right]\frac{K_{j,t}}{L_{j,t}} \quad (۴۳)$$

گام دوم

در دومین گام، بنگاه عمده‌فروش، سودش را از طریق انتخاب قیمت کالای jام بیشینه می‌سازد:

$$\max_{P_{j,t}} P_{j,t}(1-\tau_t^p\mu)Y_{j,t} - W_t L_{j,t} - R_t K_{j,t} \quad (۴۴)$$

آلودگی

در این مطالعه، فرض می‌کنیم آلودگی، محصولی فرعی تولید[۵۰] است؛ همچنین فرض می‌کنیم که بر آلودگی ناشی از تولید بنگاه‌ها باید مالیات سبز با نرخ $\tau^{Pol}>0$ وضع و دریافت شود و هر واحد از تولید منجر به $\mu>0$ واحد از آلودگی می‌گردد؛ علاوه بر این، فرض می‌کنیم که جریان آلودگی را می‌توان با استفاده از فعالیت‌های جلوگیری عمومی[۵۱] کاهش داد، D، گرادوس و اسمالدرس[۵۲] (۱۹۹۳، ۱۹۹۶)، لایتهارت و ون در پلوگ[۵۳] (۱۹۹۴)، هتیچ[۵۴] (۱۹۹۸) و اواسلاتی[۵۵] (۲۰۱۳، ۲۰۱۵)). به‌عبارتی دیگر D فعالیت‌های عمومی برای جلوگیری از آلودگی است که توسط دولت در جهت حفاظت از محیط زیست به‌کار می‌رود؛ همچنین، DoE بودجه‌ی سازمان حفاظت محیط زیست است که به منظور مقابله با انتشار آلودگی و اثرات ناشی از آن صرف می‌شود؛ بنابراین جریان آلودگی، Pol می‌تواند صورت زیر را به خود بگیرد:

$$\log Pol_t = \mu(\log Y_t + \log Y_t^{Oil} + \log EX_t - \log D_t - \log DoE_t) \quad (۴۵)$$

---

[50] By Product
[51] Public Abatement Activities
[52] Gradus and Smulders
[53] Lighthart and van der Ploeg
[54] Hettich
[55] Oueslati

با جایگذاری معادلات (۳۳)، (۴۱) و (۴۲) در معادله‌ی (۴۴)، معادله‌ی زیر استخراج می‌شود:

$$\max_{P_{j,t}} P_{j,t}(1-\tau_t^{Pol}\mu)Y_t\left(\frac{P_t}{P_{j,t}}\right)^{\varphi} - \chi_t Y_t\left(\frac{P_t}{P_{j,t}}\right)^{\varphi}$$

شرط مرتبه‌ی اول به صورت زیر استخراج می‌شود:

$$(1-\varphi)(1-\tau_t^{Pol}\mu)Y_t\left(\frac{P_t}{P_{j,t}}\right)^{\varphi} + \varphi\chi_t Y_t\left(\frac{P_t}{P_{j,t}}\right)^{\varphi} P_{j,t}^{-1}=0 \quad (۴۶)$$

$$\mu_t=\left(\frac{\varphi-1}{\varphi}\right)(1-\tau_t^{Pol}\mu)P_{j,t}$$

با جایگذاری معادله (۴۶) در معادلات (۴۱) و (۴۲)، و دانستن این نکته که این بنگاه‌ها دارای تکنولوژی مشابه هستند ($P_{j,t}=P_t$ و $Y_{j,t}=Y_t$) قیمت‌های عوامل تولید به شرح زیر استخراج می‌شود:

$$\frac{W_t}{P_t}=\left(\frac{\varphi-1}{\varphi}\right)(1-\alpha)(1-\tau_t^{Pol}\mu)\frac{Y_t}{L_t} \quad (۴۷)$$

$$\frac{R_t}{P_t}=\left(\frac{\varphi-1}{\varphi}\right)\alpha(1-\tau_t^{Pol}\mu)\frac{Y_t}{K_t} \quad (۴۸)$$

قیمت‌گذاری کالوو[۵۶]

بنگاه عمده‌فروش انتخاب می‌کند که در هر دوره چه مقدار تولید کند؛ امّا طبق قاعده‌ی کالوو (کالوو، ۱۹۸۳). قاعده‌ی کالوو بیان می‌کند که بنگاه‌ها در انتخاب قیمت کالاهایشان در تمامی دوره‌ها شکست می‌خورند. در هر دوره مانند t، نسبت $0<1-\theta<1$ از کلیه بنگاه‌ها به صورت تصادفی انتخاب می‌شوند و اجازه می‌یابند که قیمت کالایشان را برای دوره t انتخاب کنند، $P_{j,t}^{*}$. بقیه‌ی بنگاه‌ها (نسبت θ از کلیه‌ی بنگاه‌ها) قیمت محصول دوره قبل را حفظ می‌کنند ($P_{j,t}=P_{j,t-1}$). بنابراین، با حل معادله (۴۳) نسبت به $L_{j,t}$ به معادله زیر می‌رسیم:

$$L_{j,t}=\left[\frac{(1-\alpha)}{\alpha}\right]\frac{R_t K_{j,t}}{W_t}$$

با جایگذاری معادله‌ی فوق در تابع تولید (معادله (۳۶)) معادله زیر استخراج می‌شود:

$$Y_{j,t}=A_t K_{j,t}\left\{\left[\frac{(1-\alpha)}{\alpha}\right]\frac{R_t}{W_t}\right\}^{1-\alpha}$$

از معادله‌ی فوق، معادلات زیر منتج می‌شود:

$$K_{j,t}=\frac{Y_{j,t}}{A_t}\left\{\left[\frac{\alpha}{(1-\alpha)}\right]\frac{W_t}{R_t}\right\}^{1-\alpha} \quad (۴۹)$$

و

$$L_{j,t}=\frac{Y_{j,t}}{A_t}\left\{\left[\frac{\alpha}{(1-\alpha)}\right]\frac{W_t}{R_t}\right\}^{-\alpha} \quad (۵۰)$$

[56] Pricing a la Calvo

احتمال حفظ قیمت دوره قبل برای کالای تولیدی توسط بنگاه عمده‌فروش θ است و با احتمال $(1-\theta)$ بنگاه عمده فروش، قیمت را به صورت بهینه انتخاب می‌نماید. هنگامی که تثبیت قیمت در دوره t اتفاق بیفتد، احتمال θ وجود دارد که این قیمت در دوره $t+1$ نیز بدون تغییر باقی بماند. احتمال θ^2 بیانگر آن است که این قیمت در دوره $t+2$ نیز ثابت خواهد ماند. این بنگاه بایستی این احتمالات را زمانی که در حال انتخاب ظرفیت تولیدی کالای خویش است، محاسبه کند؛ بنابراین، مسئله‌ی بنگاه قادر به تعدیل قیمت کالا به صورت زیر است:

$$\max_{P^*_{j,t}} E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta\theta)^i [P^*_{j,t} Y_{j,t+i} - P_{t+i} R_{t+i} K_{j,t+i} - P_{t+i} W_{t+i} L_{j,t+i}] \qquad (۵۱)$$

که در آن θ عامل چسبندگی تعدیل قیمت‌هاست و $P^*_{j,t}$ قیمت بهینه‌ای است که توسط بنگاه‌های قادر به تعدیل قیمت کالایشان تعیین می‌شود. معادله‌ی (۵۱) سود تنزیل شده‌ی بنگاه را در طی دوره‌ای که قیمت کالایش برابر با $P^*_{j,t}$ استف نشان می‌دهد.

با جایگذاری معادلات (۳۳)، (۴۹) و (۵۰) در معادله‌ی (۵۱) داریم:

$$\max_{P^*_{j,t}} E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta\theta)^i Y_{t+i} \left(\frac{P_{t+i}}{P_{j,t}}\right)^{\varphi} \{P^*_{j,t} - \frac{P_{t+i}}{A_{t+i}} \frac{W_{t+i}}{(1-\alpha)} \left[\frac{(1-\alpha)}{\alpha} \frac{R_{t+i}}{W_{t+i}}\right]^{\alpha}\}$$

شرط مرتبه اول به صورت زیر بدست می‌آید:

$$E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta\theta)^i Y_{j,t+i} \{1-\varphi+\varphi \frac{P_{t+i} W_{t+i}}{P^*_{j,t} A_{t+i}(1-\alpha)} \left[\frac{(1-\alpha)}{\alpha} \frac{R_{t+i}}{W_{t+i}}\right]^{\alpha}\} = 0$$

$$P^*_{j,t} = \left(\frac{\varphi-1}{\varphi}\right) \frac{E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta\theta)^i Y_{j,t+i} \frac{P_{t+i} W_{t+i}}{A_{t+i}(1-\alpha)} \left[\frac{(1-\alpha)}{\alpha} \frac{R_{t+i}}{W_{t+i}}\right]^{\alpha}}{E_t \sum_{i=0}^{\infty} (\beta\theta)^i Y_{j,t+i}} \qquad (۵۲)$$

سطح قیمت به‌طور کلی با ترکیب معادله قیمت‌گذاری (۳۴)، و قیمت‌گذاری‌های تمام بنگاه‌های دارای توانایی تعدیل قیمت و باقی بنگاه‌های فاقد قدرت تعدیل به صورت معادله زیر حاصل می‌شود:

$$P_t = [\theta P_{t-1}^{1-\varphi} + (1-\theta) P_{t-1}^{*1-\varphi}]^{\frac{1}{1-\varphi}} \qquad (۵۳)$$

دسته‌ی دوم و سوم

بنگاه‌های واردکننده و صادرکننده

واردات و صادرات براساس مدل آدولفسون و همکاران (۲۰۰۷) است. بخش واردات شامل تعداد زیادی بنگاه بوده که کالای همگن را از خارج خریداری و در عوض، آن را به کالاهای متمایز تبدیل می‌کنند (این کار با استفاده از برندسازی انجام می‌شود). این کالاهای متمایز سپس به خانوارهای داخلی فروخته می‌شود. بنگاه‌ها

کالاهای همگن را در قیمت P^{World} خریداری می‌کنند (CPI خارجی). چهارچوبی که در اینجا برای بنگاه‌های وارداتی در نظر می‌گیریم با چهارچوب بنگاه‌های واسطه در مورد تنظیم قیمت یکسان است. بخشی از واردکنندگان با احتمال $(1-\theta_F)$ می‌توانند در هر دوره بهینه‌یابی نمایند. برای آن دسته از بنگاه‌هایی که نمی‌توانند بهینه‌یابی انجام دهند، قیمت به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$P_{t+1}^F=(\pi_t^F)^{\tau_F}P_t^F \quad (۵۴)$$

که در آن، τ_F درجه شاخص‌بندی قیمت کالاهای وارداتی است. شاخص قیمت کالاهای وارداتی به صورت زیر است:

$$P_t^F=(\int_0^1 P_{j,t}^{F\frac{\varphi_F-1}{\varphi_F}}dj)^{\frac{\varphi_F}{\varphi_F-1}} \quad (۵۵)$$

کالاهای وارد شده ترکیبی پیوسته از j کالای وارداتی متمایز است که هر یک به وسیله بنگاهی متمایز و با قیمت P_j^F عرضه می‌شود و از یک تابع CES به صورت زیر تبعیت می‌کنند:

$$IM_t^F=(\int_0^1 IM_{j,t}^{F\varphi_F}dj)^{\frac{1}{\varphi_F}} \quad (۵۶)$$

این معادله دلالت بر این دارد که تقاضا برای کالاهای وارد شده به صورت زیر است

$$IM_{j,t}^F=IM_t^F(\frac{P_{j,t}^F}{P_t^F})^{-\frac{1}{\varphi_F}} \quad (۵۷)$$

مشابه با تولیدکنندگان کالاهای واسطه‌ای، بنگاه‌های واردکننده سود خود را با توجه به کالوو (۱۹۸۳) و براساس محدودیت چسبندگی قیمت حداکثر می‌کنند. برای خلاصه‌سازی به مسئله‌ی قیمت‌گذاری بهینه‌ی بنگاه‌های واردکننده نمی‌پردازیم. هزینه‌ی نهایی بنگاه‌های واردکننده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$MC_t^F=\frac{EXR_tP_t^{IMF}}{P_t^F} \quad (۵۸)$$

که در آن P^{IMF} و EX به ترتیب قیمت کالای وارداتی بر حسب دلار و نرخ ارز اسمی است. با فرض پیروی صادرات از یک تابع CES، تقاضای خارجی برای کالاهای داخلی با احتساب مالیات سبز به صورت زیر است:

$$EX_t=Y_t^{World}(1-\tau_t^{Pol}\mu)(\frac{P_t^{EX}}{P_t^{World}})^{-\varphi_{EX}} \quad (۵۹)$$

که در آن P^{EX}، P^{World}، φ_{EX} و Y^{World} به ترتیب شاخص قیمت کالاهای صادراتی، شاخص قیمت مصرف‌کننده برای مصرف‌کننده خارجی، کشش جانشینی بین کالاهای صادراتی داخلی و خارجی و کل تولید خارجی است.

نفت

مهم‌ترین جزء صادرات کشور، نفت است. با توجه به سهم بالا و عمده‌ی درآمد نفتی در تولید ناخالص داخلی و وابستگی دولت و اتکای بالای اقتصاد به درآمدهای نفتی، لازم است تا علاوه بر بخش‌های قبلی، بخش نفت نیز وارد مدل شود. با توجه به اینکه قیمت نفت به صورت برونزا تعیین می‌شود، از این رو صادرات ناشی از نفت به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$OilEX_t=EXR_tP_t^{Oil}Y_t^{Oil} \quad (۶۰)$$

که در آن P^{Oil} و Y^{Oil} به ترتیب قیمت نفت و تولید نفت است؛ همچنین قیمت نفت و تولید نفت از فرآیندهای زیر تبعیت می‌کنند:

$$\log P_t^{Oil}=(1-\rho_{POil})\log P_{ss}^{Oil}+\rho_{POil}\log P_{t-1}^{Oil}+\epsilon_{POil,t} \quad (۶۱)$$

$$\log Y_t^{Oil}=(1-\rho_{YOil})\log Y_{ss}^{Oil}+\rho_{YOil}\log Y_{t-1}^{Oil}+\epsilon_{YOil,t} \quad (۶۲)$$

شایان ذکر است که مسئولیت تولید و فروش نفت بر عهده‌ی دولت است.

دولت

بخش دولت در این مطالعه به زیر بخش: مقام مالی، جلوگیری از آلودگی، تأمین اجتماعی و مقام پولی تقسیم می‌شود.

مقام مالی

در این تحقیق، دولت مسئولیت اخذ مالیات، تولید و فروش نفت، انتشار اوراق مشارکت جهت تأمین مالی مخارج ناشی از خرید کالاها و خدمات و همچنین حفاظت از محیط زیست را داراست. نتیجه‌ی سیستم بازنشستگی به بقیه‌ی دولت انتقال یافته است. قید بودجه‌ی دولت به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

$$\Delta B_{t+1}^{CB}+\Delta B_{t+1}=P_tG_t+P_tD_t-BAL_t-TAX_t-OilEX_t+B_t \quad (۶۳)$$

که در آن، ΔB^{CB} تغییرات اوراق مشارکت دولت که به وسیله‌ی بانک مرکزی نگهداری می‌شود و ΔB بیان‌کننده اوراق مشارکت نگهداری شده به وسیله‌ی مردم است. درآمد مالیاتی از معادله زیر حاصل می‌شود:

$$TAX_t=\tau_cP_t(C_t+I_t)+\frac{\tau_l}{\phi_t^l}W_tL_t+\frac{\tau_k}{\phi_t^k}R_tK_t+\tau_t^{Pol}\mu P_t(Y_t+Y_t^{Oil}+EX_t) \quad (۶۴)$$

جلوگیری از آلودگی

بودجه‌ی لازم جهت فعالیت‌های عمومی برای جلوگیری از آلودگی معادل مالیات اخذ شده از واحدهای آلاینده در نظر گرفته می‌شود و از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$D_t=\tau_t^{Pol}\mu(Y_t+Y_t^{Oil}+EX_t) \quad (۶۵)$$

تأمین اجتماعی

تأمین اجتماعی به عنوان یک سیستم تخصیص ساده تعریف شده است.، تراز مربوط به تأمین اجتماعی تفاوت بین مقدار پرداختی‌های نیروی کار فعال، $\tau_p W_t L_t$ و مجموع مزایای پرداختی به نیروی کار غیرفعال (بازنشسته)، PEN است؛ بنابراین

$$BAL_t=\tau_p W_t L_t-PEN \quad (۶۶)$$

مقام پولی

در ادبیات نظری کینزی جدید بخش دولت و بانک مرکزی جدا از هم در نظر گرفته می‌شود؛ امّا در اقتصاد ایران با توجه به عدم استقلال کافی بانک مرکزی و دولت تفکیک دو بخش فوق‌الذکر با واقعیات اقتصاد ایران مطابقت ندارد؛ به‌همین منظور در این تحقیق دولت مسئولیت سیاست‌های پولی را بر عهده دارد. فرض بر این است که بانک مرکزی، قاعده‌ی تیلور (۱۹۹۳) را به صورت صلاحدیدی با اهداف دوگانه‌ی رشد اقتصادی و حفظ پایداری قیمت‌ها دنبال می‌کند:

$$R_t^B=a(Y_t-Y_{ss})+z(\pi_t-\pi_{ss})+R_{SS}^B \quad (۶۷)$$

که در آن (a) و (z) به ترتیب، حساسیت‌های نرخ بهره‌ی پایه نسبت به تولید و نرخ تورم هستند. از طرفی تراز پرداخت‌های بانک مرکزی به صورت زیر است:

$$\Delta M_{t+1}^C+\Delta BR_{t+1}=EXR_{t+1}\Delta FR_{t+1}+\Delta B_{t+1}^{CB} \quad (۶۸)$$

که در آن ΔM^C تغییرات پول، ΔBR تغییرات منابع بانک‌ها، ΔFR تغییرات دارایی‌های خارجی بانک مرکزی و مشارک دولت است که به وسیله‌ی بانک مرکزی نگهداری می‌شود و ΔB^{CB} تغییرات اوراق مشارکت دولت که به وسیله بانک مرکزی نگهداری می‌شود، هستند. در معادله‌ی فوق $\Delta M^C+\Delta BR$ همان تغییرات پایه‌ی پولی یا پول پرقدرت است که با نماد ΔM نشان داده می‌شود؛ بنابراین

$$\Delta M_{t+1}=\Delta M_{t+1}^C+\Delta BR_{t+1} \quad (۶۹)$$

حساب تلفیقی دولت و بانک مرکزی به صورت زیر در می‌آید:

$$m_{t+1}-exr_{t+1}fr_{t+1}+\frac{b_{t+1}}{R_t^B} \quad (۷۰)$$
$$=m_t-exr_t fr_t+G_t+D_t-bal_t-tax_t-oilex_t+b_t$$

که در آن $m_t=\frac{M_t}{P_t}$، $exr_t=\frac{EXR_t P_t^{World}}{P_t}$، $fr_t=\frac{FR_t}{P_t}$، $b_t=\frac{B_t}{P_t}$، $bal_t=\frac{BAL_t}{P_t}$، $tax_t=\frac{TAX_t}{P_t}$ و $oilex_t=\frac{OilEX_t}{P_t}$ مقادیر حقیقی می‌باشد.

تورم داخلی

نرخ تورم به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \qquad (۷۱)$$

بخش خارجی

فرض می‌شود که تولید و تورم بخش خارجی برای سادگی از فرآیندهای زیر تبعیت می‌کنند:

$$\log Y_t^{World} = (1-\rho_{YWorld}) \log Y_{ss}^{World} + \rho_{YWorld} \log Y_{t-1}^{World} + \epsilon_{YWorld,t} \qquad (۷۲)$$

$$\log \pi_t^{World} = (1-\rho_{\pi World}) \log \pi_{ss}^{World} + \rho_{\pi World} \log \pi_{t-1}^{World} + \epsilon_{\pi World,t} \qquad (۷۳)$$

که در آن $\epsilon_{YWorld,t}$ و $\epsilon_{\pi World,t}$ به ترتیب شوک تولید و تورم بخش خارجی هستند.

شرط تعادل بازار کالاها

برای کامل کردن مدل، لازم است که از شرط تعادل در بازار کالاها استفاده شود، که در آن تولید کل Y_t توسط خانوارها (C_t، I_t و Im_t)، دولت (G_t) و سایر کشورها (EX_t) تقاضا می‌شود:

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + EX_t - Im_t \qquad (۷۴)$$

معادلات مدل حول مقادیر تعادلی بلندمدت لگاریتم خطی‌سازی شده‌اند. مقادیر تعادلی بلندمدت متغیرها بر اساس معادلات مربوطه محاسبه شده که به دلیل حجم بالای سیستم معادلات خطی‌سازی شده و معادلات مربوط به محاسبه مقادیر تعادلی بلندمدت از گزارش آن خودداری شده است.

سناریوهای مطروحه

براساس پیش‌نویس لایحه‌ی پیشنهادی برنامه‌ی ششم توسعه، چهار سناریوی نیم درصد، یک درصد، یک و نیم درصد و در نهایت دو درصد برای مالیات سبز پیشنهاد شده است که در این مطالعه اثرات هر چهار سناریوی فوق‌الذکر مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۴- نتایج تجربی

کالیبراسیون

گام بعدی برای حل مدل، به‌دست آوردن مقادیر پارامترهاست. برای این منظور، دو روش وجود دارد: برآورد مدل با استفاده از تکنیک‌های اقتصادسنجی، یا استفاده از کالیبراسیون[۵۷]. روش دوم محاسبه‌ی مقادیر پارامترها از طریق داده‌ها یا استفاده از مقادیر استفاده شده در مطالعات پیشین است. این روش، روشی است که مورد

[57] Calibration

استفاده‌ی اکثر مطالعات اقتصادی است. از سوی دیگر، برآورد پارامترها نیز امکان‌پذیر است. متداول‌ترین رویکردهای مورد استفاده برای مدل‌سازی، استفاده از رویکرد برآورد حداکثر درست‌نمایی و بیزین است. این پژوهش از روش کالیبراسیون استفاده می‌کند. در این بخش، نتایج حاصل از کالیبراسیون پارامترهای ساختاری مدل و محاسبه مقادیر باثبات متغیرهای مدل ارائه می‌شود. جدول (۱) مقادیر کالیبره شده پارامترهای مدل را نشان می‌دهد. مقادیر کالیبره شده برخی از پارامترها از مقادیر استفاده شده در مطالعات پیشین گرفته شده است که در جدول زیر به مطالعات مربوطه اشاره شده است. برخی دیگر از پارامترها بر پایه‌ی داده‌ها و اطلاعات در دسترس و محاسبات اقتصادسنجی، کالیبره و برآورد شده‌اند.

جدول ۱: مقادیر پارامترهای مدل

پارامتر	توضیحات	مقدار کالیبره شده	منبع
Ω	نسبت تعداد خانوارهای غیر ریکاردویی به کل جمعیت	۰/۲۳۳	محاسبات تحقیق
β	عامل تنزیل بین دوره‌ای	۰/۹۷۴۵	تقی‌نژاد (۱۳۹۴)
σ	ضریب ریسک‌گریزی نسبی (معکوس کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف)	۱/۵۷۱	توکلیان (۱۳۹۱) و خیابانی و امیری (۱۳۹۳)
ψ	عدم مطلوبیت نهایی نیروی کار	۲/۱۷	توکلیان (۱۳۹۱)
σ_{Pol}	حساسیت مصرف کننده (ترجیحات) نسبت به آلودگی	۰/۲	پالما و همکاران[58] (۲۰۱۰)
δ	نرخ استهلاک سرمایه‌های ثابت	۰/۰۱۳۹	تقی نژاد و همکاران (۱۳۹۳)
ϖ	سهم واردات در سرمایه‌گذاری	۰/۳۵	خیابانی و امیری (۱۳۹۳)
υ	کشش جانشینی بین کالاهای وارداتی داخلی و خارجی	۱/۵	آدولفسون و همکاران (۲۰۰۷)
PEN	ارزش مبالغ دریافتی از سیستم تأمین اجتماعی	۰/۱	کاستا و همکاران (۲۰۱۴)
ξ	سهم واردات در مصرف کل	۰/۱۱	خیابانی و امیری (۱۳۹۳)
γ	کشش جانشینی بین کالاهای مصرفی داخلی و وارداتی	۱/۵۶	خیابانی و امیری (۱۳۹۳)
ρ_A	ضریب AR(1) شوک بهره‌وری	۰/۷۶	درگاهی و همکاران (۱۳۹۵)
μ	نسبتی از تولید که منجر به آلودگی می‌گردد	۰/۱	اوئسلاتی (۲۰۱۵)
α	سهم سرمایه در تولید	۰/۴۲	توکلیان (۱۳۹۱)
θ	ضریب چسبندگی قیمت تولیدکنندگان داخلی	۰/۵	توکلیان (۱۳۹۱)
τ_F	درجه شاخص‌بندی قیمت کالاهای وارداتی	۰/۵	گلاین و کولیکوف (۲۰۰۹)

ارزیابی اعتبار مدل

مقایسه گشتاورهای مرتبه‌ی اول و دوم مقادیر واقعی و شبیه‌سازی شده، یکی از معیارهای تحلیل برازش مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی هستند. در این مطالعه از داده‌های مربوط به گشتاورها و آزمون‌های آماری جهت مقایسه داده‌های واقعی و داده‌های الگو استفاده می‌کنیم تا مشخص شود مدل طراحی شده تا چه میزان با داده‌های اقتصاد ایران و مبانی نظری مطابقت دارد. جدول (۲) گشتاورهای مرتبه‌ی اول و دوم برای متغیرهای تولید ناخالص داخلی، مصرف، سرمایه‌گذاری، مخارج دولت و درآمد نفت را نشان می‌دهد که بیانگر انطباق زیاد مدل با داده‌های

[58] Palma et al

واقعی این متغیرهاست. داده‌های مورد استفاده در این مطالعه داده‌های فصلی متعلق به دوره ۱:۱۳۶۹ تا ۴:۱۳۹۳ است.

جدول ۲: گشتاورهای داده‌های واقعی و داده‌های الگو

نام متغیر	میانگین		انحراف معیار	
	داده‌های واقعی	مدل	داده‌های واقعی	مدل
تولید ناخالص داخلی	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۷۲۵	۰/۶۹۱
مصرف	۰/۷۶	۰/۶۳	۰/۶۰۶	۰/۵۳۴
سرمایه‌گذاری	۱/۸۸	۱/۳۲	۰/۷۹۲	۰/۵۰۵
مخارج دولت	۰/۵۹	۰/۵۵	۰/۲۶۵	۰/۲۴۲
درآمد نفت	۱/۴۵	۱/۵۱	۰/۳۹۵	۰/۳۳۶

سپس با کمک آزمون‌های آماری t و F، مقادیر جدول ۲ مقایسه می‌گردند. نتایج آزمون‌ها در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: آزمون‌های آماری جهت مقایسه ویژگی‌های متغیرها

متغیر		تولید ناخالص داخلی	مصرف	سرمایه‌گذاری	مخارج دولت	درآمد نفت
آزمون برابری میانگین	آماره آزمون	۰/۱۹	۰/۳۴	۱/۱۹	۰/۲۶	-۰/۴۲
	مقدار بحرانی	۱/۹۸	۱/۹۸	۱/۹۸	۱/۹۸	۱/۹۸
آزمون برابری انحراف معیار	آماره آزمون	۱/۶۹	۱/۱۵	۱/۲۷	۱/۲۳	۱/۴۰
	مقدار بحرانی	۱/۸۴	۱/۸۴	۱/۸۴	۱/۸۴	۱/۸۴

مقایسه‌ی مقدار آماره‌ی آزمون و مقادیر بحرانی در جدول ۳ نشان می‌دهد برای تمامی متغیرها مقدار آماره‌ی آزمون کوچک‌تر از مقدار بحرانی در سطح ۹۵ درصد بوده و فرض صفر رد نمی‌شود؛ لذا مقادیر ویژگی‌های شبیه‌سازی شده و واقعی در سطح اطمینان ۹۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند. از این رو می‌توان ادعا کرد الگو از قدرت برازش و دقت قابل قبولی برخوردار است.

بررسی سناریوها به صورت مجزا

پس از حل الگو و با اتکا به الگوی شبیه‌سازی شده در قسمت قبل، می‌توان به ارزیابی اثرات اعمال مالیات سبز به عنوان هدف مطالعه پرداخت. ابتدا اثرات وضع مالیات سبز بر روی رشد اقتصادی و سپس بر روی رفاه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

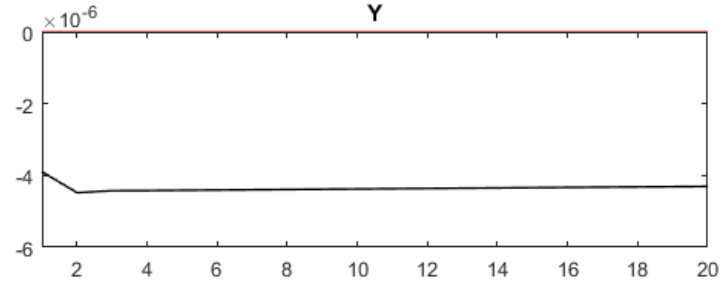
رشد اقتصادی

توابع عکس‌العمل آنی[۵۹] اثرات انحراف معیار شوک (تکانه) متغیر را روی متغیرهای دیگر بررسی می‌کند، براساس نمودارهای توابع عکس‌العمل آنی، وضع مالیات سبز

[59] Impulse-Response Functions

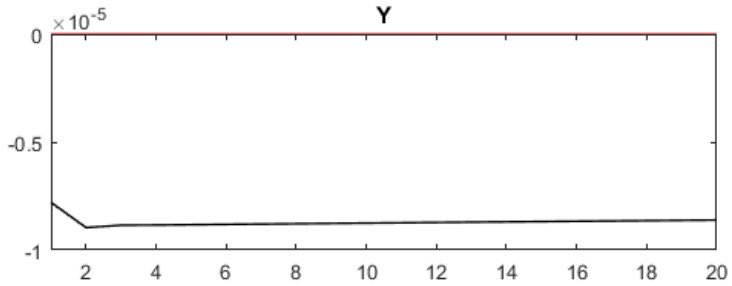
در هر چهار سناریو بر تولید کل اقتصاد تأثیر منفی می‌گذارد؛ بدین‌صورت که در ابتدای دوره‌ی دوم تولید کل دچار کاهش شده و تا انتهای این دوره، رکود تشدید می‌شود. در طی دوره‌ی دوم تولید کل اندکی افزایش می‌یابد؛ امّا به سطح دوره‌ی اول نمی‌رسد. از دوره‌ی سوم به بعد این رکود در طی زمان با شیب بسیار اندک افزایش می‌یابد (به نمودارهای ۱ الی ۴ مراجعه کنید). نتایج مطالعات دیگران در این موضوع، دارای تضاد است؛ بدین صورت که لیانگ و همکاران (۲۰۰۷)، بیرتنس و فائن (۲۰۰۸) و دیسو و ایلند (۲۰۱۱) در مطالعاتشان نشان می‌دهند که وضع مالیات بر روی آلاینده‌ها منجر به کاهش رشد اقتصادی می‌شود؛ امّا اوئسلاتی (۲۰۱۳ و ۲۰۱۵) نشان می‌دهد که اعمال مالیات سبز موجب کاهش رشد اقتصادی در کوتاه مدت و افزایش آن در بلندمدت می‌شود. این تضاد از آنجا ناشی می‌شود که اوئسلاتی در مدل خویش از درآمدهای ناشی از مالیات سبز برای سرمایه‌گذاری در سرمایه‌ی انسانی بهره جسته است و این درآمدها را صرف مخارج جاری دولت و مبارزه با آلاینده‌ها نکرده است. در بلندمدت با توجه به سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی، رشد اقتصادی تقویت خواهد شد. با توجه به اینکه محل هزینه‌کرد درآمدهای ناشی از مالیات سبز در این مطالعه، صرف مبارزه با انتشار آلودگی می‌شود، کاهش تولید کل اقتصاد دور از ذهن نیست.

نمودار ۱: اثرات وضع و اعمال مالیات سبز نیم درصدی بر تولید کل اقتصاد



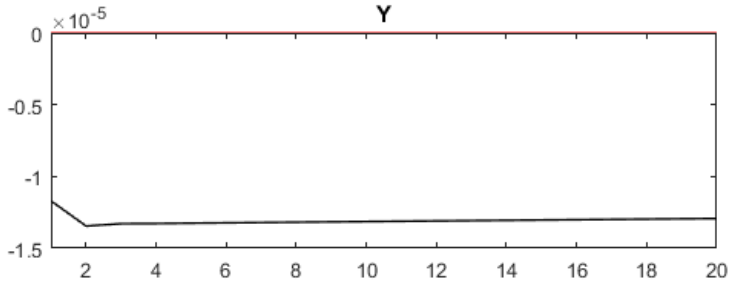
مأخذ: محاسبات تحقیق

نمودار ۲: اثرات وضع و اعمال مالیات سبز یک درصدی بر تولید کل اقتصاد



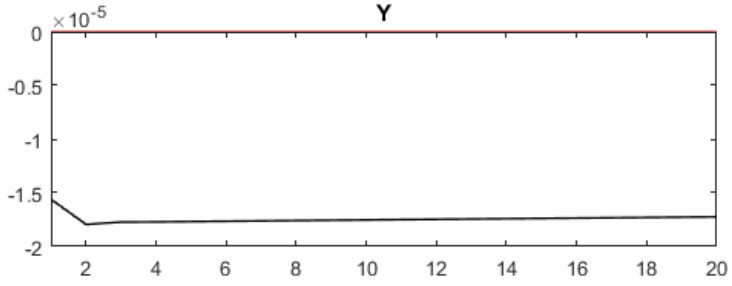
مأخذ: محاسبات تحقیق

نمودار ۳: اثرات وضع و اعمال مالیات سبز یک و نیم درصدی بر تولید کل اقتصاد



مأخذ: محاسبات تحقیق

نمودار ۴: اثرات وضع و اعمال مالیات سبز دو درصدی بر تولید کل اقتصاد



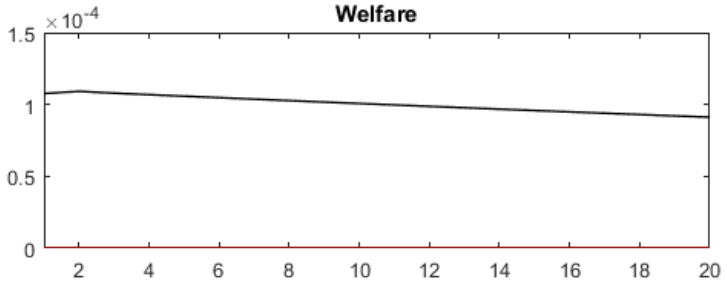
مأخذ: محاسبات تحقیق

رفاه اقتصادی

وضع مالیات سبز در هر چهار سناریو بر رفاه تأثیر مثبت می‌گذارد؛ این در حالی است که تولید کل کاهش می‌یابد. رفاه از ابتدای دوره‌ی نخست افزایش می‌یابد و تا انتهای دوره‌ی دوم رشد آن ادامه دارد؛ امّا به مرور زمان و از دوره‌ی دوم به بعد با شیب ملایم کاهش می‌یابد (به نمودارهای ۵ الی ۸ مراجعه کنید). همانند تولید کل اقتصاد، اثرات برقراری مالیات سبز بر رفاه اقتصادی نیز دارای اثرات متناقضی است؛ به‌طوری‌که مطالعات هاون بی (۲۰۰۵)، گلوم، کاواگوچی و سپالوِدا (۲۰۰۷)، بیرتنس و فائن (۲۰۰۸) و اوئسلاتی (۲۰۱۳ و ۲۰۱۵) حاکی از افزایش رفاه اقتصادی و مطالعات وسیما و دلینک (۲۰۰۷)، برائو (۲۰۱۱)، دیسو و ایلند (۲۰۱۱) حاکی از کاهش رفاه اقتصادی است. دلایل متعددی می‌توان برای این تضاد برشمرد؛ از جمله‌ی آن نوع و تعریف تابع رفاه در این مطالعات است که برخلاف تولید کل اقتصاد، دارای تعاریف و مفاهیم گوناگونی در بین مکاتب اقتصادی است.

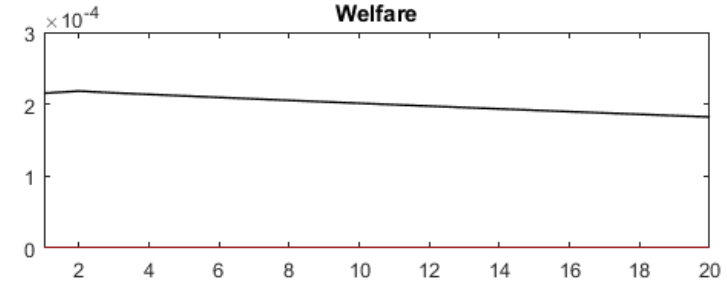
با توجه به تابع رفاه تعریف شده در این مطالعه، افزایش رفاه دور از ذهن نیست؛ زیرا علی‌رغم کاهش تولید، میزان فراغت و آلودگی افزایش می‌یابد و منجر به خنثی کردن کاهش مصرف ناشی از کاهش تولید و افزایش رفاه می‌شود.

نمودار ۵: اثرات وضع و اعمال مالیات سبز نیم درصدی بر رفاه



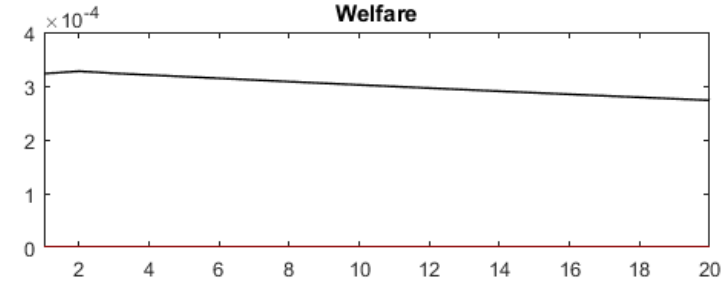
مأخذ: محاسبات تحقیق

نمودار ۶: اثرات وضع و اعمال مالیات سبز یک درصدی بر رفاه



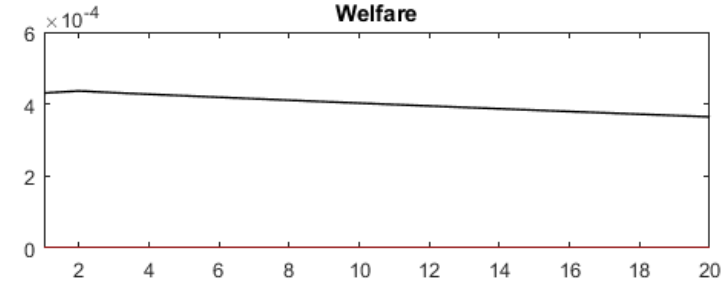
مأخذ: محاسبات تحقیق

نمودار ۷: اثرات وضع و اعمال مالیات سبز یک و نیم درصدی بر رفاه



مأخذ: محاسبات تحقیق

نمودار ۸: اثرات وضع و اعمال مالیات سبز دو درصدی بر رفاه



مأخذ: محاسبات تحقیق

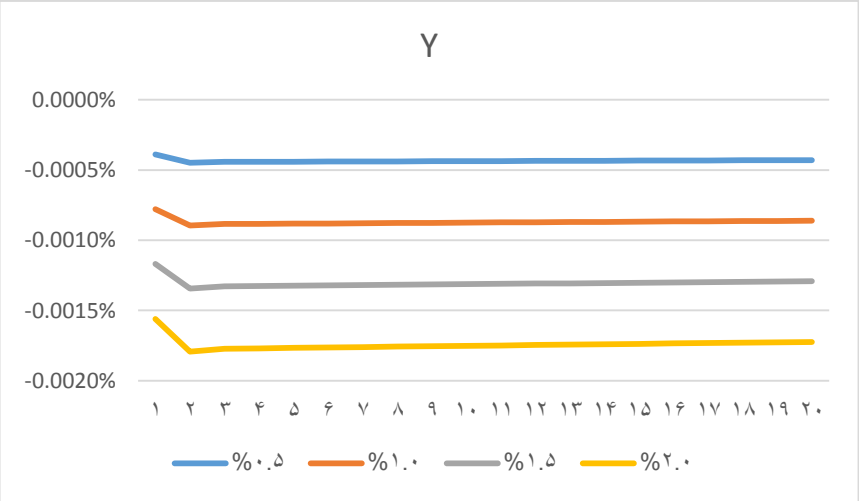
همان‌طور که از نمودارهای فوق آشکار است، وضع و اعمال مالیات سبز در هر چهار افزایش رفاه می‌شود. در ادامه چهار سناریو با هم مقایسه می‌شود.

بررسی هم‌زمان سناریوها

تولید کل اقتصاد

همان‌گونه که در بالا گفته شد، وضع و اعمال مالیات سبز در هر چهار سناریو موجب کاهش رشد اقتصادی و ماندگاری رکود در اقتصاد می‌شود. مقایسه‌ی سناریوهای چهارگانه نشان می‌دهد که مالیات سبز با نرخ نیم درصد باعث کاهش کمتر تولید کل اقتصاد و در مقابل مالیات سبز با نرخ دو درصد باعث کاهش بیشتر تولید کل اقتصاد می‌شود.

نمودار ۵: اثرات وضع و اعمال مالیات سبز در چهار سناریو بر تولید کل اقتصاد

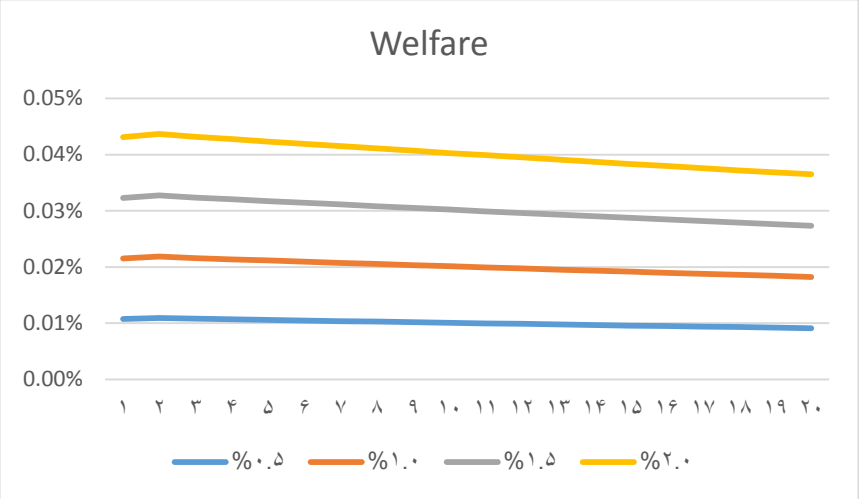


مأخذ: محاسبات تحقیق

رفاه اقتصادی

با برقراری مالیات سبز، رفاه اقتصادی در هر چهار سناریو افزایش می‌یابد و به مرور زمان کاهش می‌یابد؛ امّا مدت زمان زیادی طول می‌کشد که رفاه اقتصادی به وضعیت پایدار خویش تا پیش از وضع مالیات سبز برسد؛ همان‌طور که ملاحظه می‌شود رفاه اقتصادی در سناریوی با نرخ مالیات سبز دو درصد بیشترین جهش را در رفاه و سناریوی نیم درصدی نرخ مالیات سبز کمترین جهش را در رفاه دارد.

نمودار ۶: اثرات وضع و اعمال مالیات سبز در چهار سناریو بر رفاه



مأخذ: محاسبات تحقیق

۵- نتیجه‌گیری

همان‌گونه که در بالا ذکر شد، روش‌های فعلی برای کنترل آلودگی که عمدتاً بر عوارض و جریمه تکیه دارد در زمینه‌ی حفاظت از محیط زیست چندان مؤثر نبوده است و بایستی با ابزارهای دیگر از جمله مالیات‌های سبز، برای کنترل آلودگی تلاش کرد و در این راستا باید از تجربیات دهه‌های اخیر کشورهای پیشرو در زمینه‌ی مالیات‌های سبز استفاده شود. پژوهشی که از نظر گذشت، یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی اقتصاد باز کوچک برای اقتصاد ایران است که برای بررسی اثرات وضع مالیات سبز بر رشد اقتصادی و رفاه ارائه و شبیه‌سازی شده است که با توجه به واقعیات اقتصاد ایران و با استفاده از یک الگوی تعادل عمومی تصادفی پویا (DSGE) طراحی شده است.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، برقراری مالیات سبز نشان داد که تولید کل اقتصادی هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت دچار کاهش اندک می‌شود؛ از سوی دیگر رفاه در کوتاه مدت افزایش می‌یابد؛ امّا به مرور زمان و در بلندمدت کاهش می‌یابد؛ امّا در سطحی بالاتر از سطح رفاه پیش از اعمال مالیات سبز. نرخ مالیات ۰/۵ درصد دارای کمترین کاهش در تولید اقتصادی و کمترین افزایش در رفاه و نرخ مالیات ۲ درصد دارای بیشترین کاهش در تولید اقتصادی و بیشترین افزایش در رفاه است؛ همچنین نتایج نشان می‌دهد که اعمال مالیات سبز در قالب چهار سناریوی فوق‌الذکر، تأثیر مثبت و اندکی بر روی رفاه می‌گذارد. در نظر گرفتن نتایج همزمان اثرات مالیات سبز بر روی رشد اقتصادی و رفاه مشخص می‌سازد که اگر رویکرد دولت، توجه به افزایش کیفیت محیط زیست، کاهش آلاینده‌ها و نتیجتاً توسعه‌ی پایدار و افزایش رفاه باشد، بایستی کاهش تولید اقتصادی را پذیرا باشد.

نتایج هر چهار سناریو نشان می‌دهد که کاهش تولید کل اقتصاد و افزایش رفاه بسیار اندک است.

فهرست منابع

۱. اسلاملوئیان، کریم. هراتی، جواد و علی حسین استادزاد. (۱۳۹۲). «بررسی ارتباط پویای محصول و آلودگی در چارچوب یک الگوی رشد: آزمون فرضیه‌ی زیست محیطی کوزنتس برای اقتصاد ایران». *فصلنامه‌ی اقتصاد انرژی ایران*. سال دوم. شماره‌ی ۷: صص ۱۹۷-۱۷۱.

۲. پژویان، جمشید و بیتا تبریزیان. (۱۳۸۹). «بررسی رابطه‌ی رشد اقتصادی و آلودگی زیست محیطی با استفاده از یک مدل شبیه‌سازی پویا». *پژوهشنامه‌ی اقتصادی*. شماره‌ی ۱۰. صص ۲۰۳ – ۱۷۵.

۳. پژویان، جمشید. (۱۳۹۱). *اقتصاد بخش عمومی (مالیات‌ها)*. ویرایش اول. چاپ هشتم. انتشارات جنگل.

۴. ترنز، آر. پیرس، دی. باتمن، ای. مترجمان: دهقانیان، سیاوش، علیرضا کوچکی، علی کلاهی اهری. (۱۳۸۸). *اقتصاد محیط زیست*. ویرایش اول. چاپ چهارم. دانشگاه فردوسی مشهد: ۲۲۳-۲۲۸.

۵. لشکری‌زاده، مریم و جمشید پژویان. (۱۳۸۹). «بررسی عوامل تأثیرگذار بر رابطه میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست‌محیطی». *فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران*. سال چهارم. شماره‌ی ۴۲: صص ۱۶۹-۱۸۸.

۶. مقیمی، مریم. ناصر شاهنوشی، شهناز دانش و بیت‌الله اکبری مقدم. (۱۳۹۰). «بررسی آثار رفاهی و زیست‌محیطی مالیات سبز و کاهش یارانه‌ی سوخت در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه». *فصلنامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه*. سال نوزدهم. شماره‌ی۷۵. پاییز ۱۳۹۰: ۱۰۸-۷۹.

۷. منظور، داود و ایمان حقیقی. (۱۳۹۰). «آثار اصلاح قیمت‌های انرژی بر انتشار آلاینده‌های زیست محیطی در ایران؛ مدل‌سازی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر». *فصلنامه محیط‌شناسی*، سال سی و هفتم، شماره‌ی ۶۰. زمستان ۹۰: صص ۱-۱۲.

۸. هادیان، ابراهیم و علی حسین استادزاد. (۱۳۹۲). «برآورد سطح بهینه مالیات بر آلودگی در اقتصاد ایران». *فصلنامه‌ی علمی پژوهشی، پژوهش‌های رشد و توسعه‌ی اقتصادی*. سال سوم. شماره‌ی دوازدهم: صص ۵۷-۷۴.

۹. هراتی، جواد، کریم اسلاملوئیان و محمدعلی قطمیری. (۱۳۹۱). «تعیین مالیات زیست‌محیطی بهینه در الگوی رشد تعمیم‌یافته با وجود انتقال تکنولوژی پاک و کیفیت محیط زیست: نمونه‌ی اقتصاد ایران». *فصلنامه‌ی تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، شماره‌ی ۷: صص ۹۷-۱۲۶.

1. Abler, D., J. Shortle, A. Rose & G. Oladosu. (2000). Characterizing Regional Economic Impacts and Responses to Climate Change. Global and Planetary Change 25: 67-81.

2. Adolfson, M., S. Laseen, J. Likde & M. Villani. (2007). Bayesian Estimation of an Open Economy Model with Incomplete Pass-Through. Journal of International Economics. Vol. 22.

3. Bergstrom, T. (2011). Lecture Notes on Elasticity of Substituion. UCSB: 11-12.

4. Bjertnas, G.H. & T. Fahn. (2008). Energy Taxation in a Small, Open Economy: Social Efficiency Gains Versus Industrial Concerns. Energy Economics. 30: 2050:2071.

5. Bosca, J., A. Diaz, R. Domenech, J. Ferri, E. Perez & L. Puch. (2010). A Rational Expectations Model for Simulation and Policy Evaluation of the Spanish Economy. SERIEs. 1(1).

6. Bureau, B. (2011). Distibutional Effects of a Carbon Tax on Car Fuels in France. Energy Economics. 33: 121-130.

7. Calvo, G. (1983). Stragged Prices in a Utility-Maximizing Framework Journal of Monetary Economics. 12: 383-398.

8. Canova, F. (2007). Methods for Applied Macroeconomics Research. Princeton University Press.

9. Chari, VV., P. Kohoe & E.R. McGrattan. (2007). Business Cycle Accounting. Econometrica 75:781836.

10. Christoffel, K. & K. Kuester. (2008). Resuscitating the Wage Channel in Models with Unemployment Fluctuations. Journal of Monetary Economics. 55:865887.

11. Christoffel, K., K. Kuester & T. Likzert. (2009). The Role of Labor Markets for Euro area Monetary Policy. European Economic Review. 53:908936.

12. Clarida, R., J. Gali & M. Gertler. (2002). A Simple Framework for International Monetary Policy Analysis. Journal of Monetary Economics. 49:879904.

13. Coenen, G. & R. Straub. (2004). Non-Ricardian Households and Fiscal Policy in an Estimated DSGE Modelo to the Euro Area. Mimeo.

14. Colciago, A., V. A. Muscatelli, T. Ropele & P. Tirelli. (2006). The Role of Fiscal Policy in a Monetary Union: Are National Automatic Stablizers Effective?. ECONSTOR. Working Paper. 1682.

15. Dallari, P. (2012). Testing Rule-of-Thumb Using IRFs Matching. Deparamento de Economia Aplicada – Universidade de Vigo.

16. Diaz, S. O. (2012). A Model of Rule-of-Thumb Consumers with Nominal Price & Wage Rigidities. Bando de La Republica – Colombia. Borradores de Economia. 707.

17. Dissou, Y. & T. Eyland. (2011). Carbon Control Policies. Competitiveness. and Border Tax Adjustments. Energy Economics. 33: 556-564.

18. Dixit, A. K. & J.E. Stiglitz. (1977). Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity. The American Economic Review. 67: 297-308.

19. Forno, L., L. Monteforte & L. Sessa. (2009). The General Equilibrium Effects of Fiscal Policy: Estimates for the Euro Area. Journal of Public Economics. 93:559-585.

20. Furlanetto, F. & M. Seneca. (2007). Rule-of-Thumb Consumers. Productivity and Hours. Norges Bank. Working Paper: 5.

21. Gali, J. & T. Monacelli. (2005). Monetary Policy and Exchange Rate Volatility in a Small Open Economy. Review of Economic Studies. 72:707734.

22. Gali, J. (2008). Monetary Policy, Inflaction, and the Business Cycle: An Introduction to the New Keynesian Framework. New Jersey: Princeton University Press: 203.

23. Gali, J., J. D. Lopez-Salido & J. Valles. (2007). Understanding the Effects of Government Spending on Consumption. Journal of the European Economic Association. 5(1): 227-270.

24. Gertler, M. & P. Karadi. (2011). A Model of Uncoventional Monetary Policy. Journal of Monetary Economics. 58. 1734.

25. Glomm. G., D. Kawaguchi & F. Sepulveda. (2008). Green Taxes and Double Dividends in a Dynamic Economy. Journal of Policy Modeling. Volume 30: 19-32.

26. Gradus, R. & S. Smulders. (1993). The Trade-off between Environmental Care and Long-term Growth: Pollution in Three Prototype Growth Models. J. Econ. 58: 25-51.

27. Gradus, R. & S. Smulders. (1996). Pollution abatement and Long Term Growth Eur. J. Polit. Econ. 12: 505-532. J. Econ. 58: 25-51.

28. Hall, R. (1997). Macroeconomic Fluctuations and the Allocation of Time. J Labor Econ 15(1):223250.

29. Hettich, F. (1998). Growth Effects of a Revenue-Neutral Environmental Tax Reform. Journal of Economics. 20. 1-26.

30. Hwan Bae, S. (2005). The Welfare Consequences of Green Tax Reform in Small Open Economies. Department of Agricultural Economics and Rural Sociology the Pennsylvania State University.

31. IEA, OPEC & OECD. (2010). Analysis of the Scope of Energy Subsidies and Suggestions for the G-20 Initiative, IEA, OPEC, OECD, World Back Joint Report Prepared for Submission to the G-20 Summit Meeting. Toronto. Canada. 26-27 June.

32. Itawa, Y. (2009). Fiscal Policy in an Estimated DSGE Model of the Japanese Economy: Do Non-Ricardian Households Explain All? ESEI Discussion Paper Series. 216.

33. Liang, Q.M., Y. Fan & Y.M. Wei. (2007). Carbon Taxation Policy in China: How to Protect Energy and Trad-Intensive Sectors? Journal of Policy Modeling. 29. pp. 311-333.

34. Lighthart, J.E. & F. van der Ploeg. (1994). Pollution, the Cost of Public Funds and Endogenous Growth. Econ. Lett. 46: 339-349.

35. Lim, G. C. & P.D. McNelis. (2008). Computional Macroeconomics for The Open Economy. Cambridge: the MIT Press. P. 213.aylor Principle. University of Milan – Bicocca. Working Paper Series. 194.

36. Mayer, E. & N. Stahler. (2009). Simple Fiscal Policy Rules: Two Cheers for a Debt Brake!. XVI Encuentro de Economia Publica.

37. Mayer, E., Moyen, S. & N. Stahler. (2010). Fiscal Expenditures and Unemployment: A DSGE Perspective. ECONSTOR. Working Paper. E6 – V3.

38. OECD (2001). Environmentally Related Taxes in OECD Countries; Issues and Strategies. Head of Publications Service. OECD Publications Services.

39. Oueslati, W. (2013). Short and Long-term Effects of Environmental Tax Reform. Working Papers. 2013.09. Fondazione Eni Enrico Mattei.

40. Oueslati, W. (2015). Growth and welfare effects of environmental tax reform and public spending policy, Economic Modelling. 2015. 45: 1-13.

41. Palma, C. R., A. F. Lopes & T.N. Sequeira. (2010). Analysis Externality in an Endogenous Growth Model with Social and Ntural Capital, Ecological Economics. Vol. 69. pp. 603-612.

42. Primiceri, G.E., E. Schaumburg & A. Tambalooti. (2006). Intertemporal Disturbances. NBER Working Paper No. 12243.

43. Ravenna F. & C.E. Walsh. (2006). Optimal Monetary Policy with the Cost Channel. Journal of Monetary Economics. 53(2):199216.

44. Romer, D. & N. G. Mankiw. (1991). New Keynesian Economics – Vol. 1: Imperfect Competition and Sticky Prices, MIT Press Books. the MIT Press. Edition 1. Volume 1. Number 0262631334.

45. Stahler, N. & C. Thomas. (2011). Fimod a DSGE Model for Fiscal Policy Simulations. Banco de Espana. Documentos de Trabajo. 1110.

46. Swarbrick, J. (2012). Optimal Fiscal Policy in a DSGE Model with Heterogeneous Agents. Master Thesis. School of Economics. University of Surrey.

47. Wissema, W. & R. Dellink. (2007). AGE Analysis of the impact of a Carbon Energy Tax on the Irish Economy. Ecological Economics. 61: 671-683.

48. World Resources Institute. (2016). Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 2.0. World Resources Institute, Washington DC.