فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی
سال دهم، شماره چهل، پاییز ۱۳۹۹ (۳۴-۱۵)

Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research
Vol. 10, No. 40, September 2020 (15-34)

# بررسی اثر مالیات سبز بر مصرف انرژی و رفاه اجتماعی در ایران با استفاده از الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE)

**سلمان ستوده‌نیا[۱]، *محمدطاهر احمدی شادمهری[۲]، سید محمدجواد رزمی[۳]، مهدی بهنامه[۴]**

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه بین‌الملل فردوسی مشهد
۲. دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد
۳. دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد
۴. استادیار و عضو هیئت علمی دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه فردوسی مشهد

**(دریافت: ۱۳۹۸/۶/۲۶ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۲)**

# Studying the Effect of Green Tax on Iran's Energy Consumption and Social Welfare Using Recursive Dynamic Computable General Equilibrium (RDCGE) Model

***Salman Sotoodeh Nia[1], *Mohammad Taher Ahmadi Shadmehri[2], Seyed Mohammad Javad Razmi[3], Mahdi Bahnameh[4]**

1. Ph.D. Student of Economics, University of Economics, Ferdowsi University of Mashhad
2. Associate Professor, Faculty of Economics, Ferdowsi University of Mashhad
3. Associate Professor, Faculty of Economics, Ferdowsi University of Mashhad
4. Assistant Professor, Faculty of Economics, Ferdowsi University of Mashhad

**(**Received: 17/Dec/2019 Accepted: 23/Nov/2019**)**

**چکیده:**

در این مطالعه به بررسی اثر وضع مالیات سبز در قالب سناریوهای مختلف (پایه، ۵٪، ۱۰٪ و ۲۰٪) بر مصرف انرژی‌های فسیلی (نفت گاز، بنزین و گازطبیعی)، انتشار گازهای گلخانه‌ای و رفاه اجتماعی در ایران با مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE) پرداخته شد. کالیبراسیون مدل با بکارگیری ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ و سناریوی پایه (۰٪ اعمال مالیات سبز) صورت پذیرفت. همچنین، جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Matlab استفاده شد. نتایج نشان داد که همراه با افزایش نرخ وضع مالیات سبز، اگر یک شوک مثبت بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، از روند افزایش مصرف نفت گاز، گاز طبیعی و بنزین کاسته می‌شود. همچنین، با اعمال ۰٪ و ۵٪ مالیات سبز، مصرف انرژی‌های فسیلی مورد بررسی کارایی نداشته، با اعمال ۱۰٪ مالیات سبز، مصرف گاز طبیعی و بنزین کارایی داشته، لیکن مصرف نفت‌گاز کارایی ندارد. با اعمال ۲۰٪ مالیات سبز، مصرف انرژی‌های فسیلی مورد بررسی کارایی خواهد داشت. همراه با افزایش نرخ وضع مالیات سبز، اگر یک شوک بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، از روند افزایش انتشار گازهای آلاینده کاسته می‌شود و به منظور کاهش انتشار گازهای آلاینده در فرایند رشد اقتصادی، می‌بایست نرخ مالیات سبز بیش از ۱۰٪ اعمال شود. در نهایت، همراه با افزایش نرخ وضع مالیات سبز از ۰٪ به ۵٪، ۱۰٪ و ۲۰٪ اگر یک شوک بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، رفاه اجتماعی به ترتیب، کمتر از ۱٪، بیش از ۱٪ و مجدداً کمتر از ۱٪ افزایش می‌یابد. لذا در میان سناریوهای مورد بررسی، وضع ۱۰٪ مالیات سبز، بهترین سناریو جهت افزایش رفاه اجتماعی می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** مصرف انرژی، مالیات سبز، رفاه اجتماعی، الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی.

**طبقه‌بندی JEL:** D58، H23، Q52.

**Abstract:**

In this study the effects of levying various green taxes (base, 5%, 10% and 20%) on Iran's fossil energy consumption (oil gas (OG), natural gas (NG) and gasoline (GA)), pollutant gas emission and social welfare was studied using a Recursive Dynamic Computable General Equilibrium (RDCGE) model. In order to RDCGE calibration, the Iran's social accounting matrix (SAM)) and base scenario was used. Required data was gathered from central bank of Iran (CBI), Iran's statistic center and ministry of energy during 2008-2016 seasonality. Also, for data analyzing Matlab software was applied. Results indicate that in while increasing green tax, a positive shock of economic growth (1%), reduces the increasing trend of OG, NG and GA. Also, levying 0% and 5% green tax couldn't make the consumption of mentioned energies efficient, levyeing 10% green tax makes the consumption of NG and GA efficient and levying 20% green tax makes the consumption of mentioned energies efficient. In addition, while increasing green tax, a positive shock of economic growth (1%), reduces the increasing trend of gas pullotants emission and in orther to decreasing gas pollutants emission during economic growth, 10% green tax should be levy. Finally, while increasing green tax from 0% to 5%, 10% and 20%, a positive shock of economic growth (1%) increases the social welfare, less than 1%, more than 1% and less than 1%, respectively. Therefore, between studied scenarios, levying 10% green tax is the best for increasing social welfare.

.

**Keywords:** Energy Consumption, Green Tax, Social Welfare, RDCGE.
**JEL:** D58, H23, Q52.

*** نویسنده مسئول:** محمدطاهر احمدی شادمهری
E-mail: shadmhri@um.ac.ir

*Corresponding Author: Mohammad Taher Ahmadi Shadmehri

## ۱- مقدمه

در دنیای کنونی حرکت به سمت توسعه اقتصادی بدون در نظر گرفتن انرژی غیرممکن به نظر می‌رسد. انرژی در کشورهای در حال توسعه علاوه بر نقش خود به عنوان عامل اصلی تولید، به عنوان یک منبع درآمد ملی نیز محسوب می‌شود، لذا لزوم حرکت به سمت رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه از یک سو و نقش اساسی انرژی در این راه از سوی دیگر، نشان‌دهنده اهمیت شناخت عوامل اثرگذار بر مصرف و مدیریت انرژی است (قائد و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۴۰). در فعالیت‌های تولیدی و خدماتی، انرژی به عنوان نیروی محرکه از جایگاه مهمی برخوردار است و در مجموع، اهمیت ویژه‌ای در رشد و توسعه اقتصادی دارد (حسین‌زاده و مداح، ۱۳۹۷: ۱۰۵). انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های مهم در تولید کالاها و خدمات محسوب شده و نقش مهمی را در طرف عرضه و تقاضای اقتصاد ایفا می‌کند (قزوینیان، ۱۳۹۷: ۱۰۰). از نقطه نظر تقاضا، انرژی به عنوان یکی از عوامل مؤثر در تصمیمات مصرف‌کنندگان برای حداکثر کردن مطلوبیت مطرح بوده و در طرف عرضه اقتصاد نیز می‌تواند به همراه سایر نهاده‌های تولید، نظیر موجودی سرمایه و نیروی کار، نقش اساسی و مهمی در رشد و توسعه اقتصادی کشورها و همچنین ارتقای استانداردهای زندگی ایفا کند (جباری و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۲۵). از طرف دیگر، مصرف بی‌رویه انرژی، به ویژه سوخت‌های فسیلی برای تحقق اهداف رشد اقتصادی و علاوه بر آن ضعف کارآیی در مصرف انرژی باعث افزایش آلودگی محیط زیست می‌شود ؛ به طوری که از عوامل مهم آلودگی هوا، انتشار گاز دی اکسیدکربن که یکی از مهمترین انواع گازهای گلخانه‌ای است (ابویی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۷۰)، نتیجه مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش‌های تولیدی، تجاری، خدماتی و خانگی می‌باشد (مجدزاده طباطبائی و هادیان، ۱۳۹۷: ۱۵۱). بر اساس آمار سازمان جهانی بهداشت (WHO)[1]، منابع آلاینده در فضای باز باعث مرگ و میر ۳/۷ میلیون نفر شده که ۶۵ درصد از این میزان، مربوط به قاره آسیا می‌باشد (سازمان جهانی بهداشت، ۲۰۱۷). به گزارش مؤسسه تأثیرات سلامت (HEI)[2] بیش از ۹۰ درصد جمعیت جهان در مناطقی با هوای ناسالم زندگی می‌کنند (مؤسسه تأثیرات سلامت، ۲۰۱۷). بررسی اخیر بانک جهانی نیز نشان می‌دهد که آلودگی هوا به تنهایی چهارمین عامل مرگ و میر زودرس در جهان می‌باشد (بانک جهانی، ۲۰۱۷)[3]. براساس آخرین آمارهای گزارش آژانس بین‌المللی انرژی[4] در سال ۲۰۱۷، سرانه مصرف نهایی انرژی ایران در بخش‌های کشاورزی، خانگی، تجاری و عمومی، حمل و نقل و صنعت به ترتیب ۳/۴، ۲/۰، ۱/۶ و ۱/۴ برابر متوسط جهانی است (آژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۷)[5]. همچنین، بر اساس آخرین آمار منتشر شده مربوط به ترازنامه انرژی، مصرف انرژی در ایران از ۱۵۱/۲۳ میلیون تن معادل نفت خام در سال ۱۳۸۷ به ۱۸۷/۴۳ میلیون تن معادل نفت خام در سال ۱۳۹۵ رسیده است. علاوه بر این، انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده از ۵۳۵/۳۱ میلیون تن در سال ۱۳۸۷ به ۵۹۸/۹۶ میلیون تن در سال ۱۳۹۵ رسیده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۵). با توجه به مطالب فوق، به دلیل گسترش اثرات جانبی منفی ناشی از مصرف انرژی از جمله آلودگی هوا و اثرات زیان بار آن بر اقتصاد، محیط زیست و سلامت جامعه، ضروری است که دولت از طریق انگیزه‌های اقتصادی مانند مالیات سبز این اثرات را به سطح بهینه رساند (رافعی و صیادی، ۱۳۹۷: ۱۵۵). این پایه مالیاتی که بر انواع آلودگی‌های محیط زیستی اعمال می‌شود، نه تنها کارایی را خدشه‌دار نمی‌کند، بلکه به دلیل کاهش هزینه‌های ناشی از آلودگی، فایده اجتماعی را نیز افزایش می‌دهد. لذا این نوع مالیات اصطلاحاً مالیات سبز نامیده می‌شود (ترکی و دهمرده، ۱۳۹۷: ۷۹). مالیات سبز بر پایه هزینه اعمال می‌شود، از این رو گستردگی بسیاری داشته و درآمد مناسبی را برای دولت به همراه دارد، به همین جهت می‌تواند جانشین سایر پایه‌های مالیاتی گردد. این نکته از یکسو اثر اختلال‌زایی مالیات‌های دیگر را کاهش داده و از سوی دیگر برای جامعه به دلیل کاهش آلودگی فواید بسیاری دارد. لیکن، در قوانین مالیاتی ایران، موردی که به توان آن را به مالیات سبز مرتبط ساخت مشاهده نشده است؛ تنها در بخش معافیت‌های مالیاتی تمهیداتی برای مؤسسات و شرکت‌هایی که صنایع خود را از شهرهای بزرگ به مناطق کمتر توسعه یافته منتقل می‌کنند، دیده شده است. همچنین برای شرکت‌ها و مؤسساتی که در امر تحقیق و توسعه برای بهبود روش‌های تولید و کاهش آلودگی هزینه‌هایی انجام دهند، این هزینه‌ها به عنوان هزینه‌های قابل قبول مالیاتی در نظر گرفته خواهد شد (عامری و میری، ۱۳۹۴: ۴۹). از طرف دیگر، آثار اقتصادی و اجتماعی مالیات سبز دارای دامنه گسترده‌ای است، لذا مطالعه و پیش‌بینی آثار احتمالی

1. World Health Organization
2. Health Effects Institute
3. World Bank
4. International Energy Agency
5. International Energy Agency (IEA) (2017)

سیاست‌های مختلف امری ضروری می‌باشد. همچنین، اکثر مطالعات انجام شده در این حوزه با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی، تعادل عمومی محاسبه‌پذیر ایستا و در پیشرفته‌ترین حالت تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویا صورت پذیرفته است. لیکن در مدل‌های اقتصادسنجی اثرات مالیات سبز بر سایر بخش‌های اقتصاد بررسی نمی‌شوند. مدل‌های تعادل عمومی پویا نیز، به دو دسته مدل‌های بین زمانی و بازگشتی تقسیم می‌شوند. مدل‌های بین زمانی مبتنی بر فرض نظریه رشد بهینه هستند که در آن فرض می‌شود عاملین اقتصادی قابلیت پیش‌بینی کامل را دارند که در بسیاری از شرایط اقتصادی و خصوصاً در کشورهای در حال توسعه، صادق نیست. از این رو، بسیاری از کارشناسان معتقدند که مدل‌های بازگشتی واقع بینانه‌تر بوده و از قابلیت اعتماد بیشتری برخوردار می‌باشند (دکالو و همکاران، ۲۰۱۳: ۲۲۰)[1]. لذا در این مطالعه به بررسی اثر مالیات سبز در قالب سناریوهای مختلف (پایه، ۵٪، ۱۰٪ و ۲۰٪) بر مصرف انرژی‌های فسیلی (نفت‌گاز، بنزین و گاز طبیعی)، انتشار گازهای گلخانه‌ای و رفاه اجتماعی در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE)[2] پرداخته می‌شود.

## ۲- ادبیات موضوع

میگوئل و مانزانو[3] در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر اصلاح مالیات سبز بر اقتصاد اسپانیا با استفاده از یک مدل تعادل عمومی پویا (DSGE) در چارچوب تشکیل درآمد خنثی پرداختند. نتایج حاکی از این است که در صورت وجود سهام محیط زیست، سود سهام بستگی به نوع اصلاحات، اندازه و نحوه اجرای آن دارد، به طوری‌که، اصلاحات یک مرحله‌ای موجب ایجاد سود سهام بیشتری به همراه اعمال هزینه‌های کارآیی بالا در کوتاه‌مدت شده و اصلاحات به صورت تدریجی، تنها سود سهام در کوتاه‌مدت را افزایش داده و این درآمد در بلندمدت وجود نخواهد داشت (میگوئل و مانزانو، ۲۰۱۱: ۵۲).

وبستر و آیاتاکشی[4] در مطالعه‌ای به تجزیه و تحلیل طرف عرضه و تقاضای انرژی‌های فسیلی و تأثیرات مالیات‌های زیست محیطی در قالب اقتصاد ملی و اقتصاد باز کشور انگلستان با استفاده از تکنیک داده- ستانده پرداختند. نتایج حاصل از این بررسی حاکی از این است که این سیاست در کوتاه‌مدت تغییری در قیمت کالاهای نهایی ایجاد نکرده (که این امر به دلیل تعیین این قیمت‌ها در بازار جهانی است)، اما بر میزان سودآوری بنگاه‌های تولیدی تأثیرگذار است. کاهش حاشیه سود، دو انگیزه اساسی را برای تولیدکنندگان فراهم خواهد کرد. از یک سو، آنان را به استفاده از تکنولوژی‌های دوست‌دار محیط زیست تشویق کرده و از سوی دیگر، از منابع تولید در جهت تولید کالاهایی که آسیب کمتری به محیط زیست وارد می‌کند، استفاده خواهند کرد (وبستر و آیاتاکشی، ۲۰۱۳: ۱۴۲۳).

چانگ و همکاران[5] در مطالعه‌ای با استفاده از تئوری بازی‌ها، اثرات تخصیص مضاعف مالیات بر الکتریسیته در صنعت برق تایوان را بررسی کردند. یافته‌های تحقیق نشان داد که اعمال مقدار مشخص مالیات بر برق مصرفی و باز توزیع آن در قالب کمک هزینه تحقیق و پژوهش به نیروگاه‌ها باعث افزایش رفاه اجتماعی می‌گردد، (چانگ و همکاران، ۲۰۱۴: ۹۱۸).

اوئسلاتی[6] در مطالعه‌ای 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 پرداخت. برای این منظور، از مدل رشد درون‌زای دو بخشی استفاده کرد که در آن تعاملات بین سلامتی، آموزش و محیط زیست در نظر گرفته شده است. نتایج نشان داد 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 (اوئسلاتی، ۲۰۱۵: ۳).

مولر[7] در مطالعه‌ای به تحلیل تقاضای انرژی برق و سایر انرژی‌ها در بخش صنعت و تجارت با هدف بررسی امکان استفاده از مالیات‌های زیست محیطی به منظور جایگزین کردن انرژی الکتریسیته به عنوان نهاده دوستدار محیط زیست با سایر انرژی‌ها در هشت زیربخش صنعت کشور دانمارک طی دوره ۲۰۱۱-۱۹۶۶ پرداخت. برای این منظور با استفاده از روش هم‌جمعی، روابط تقاضای بلندمدت به تفکیک زیربخش‌ها برآورد شده و اثر تغییر قیمت‌های نسبی برق و سایر نهاده‌های انرژی بر جانشینی بین مصرف آنها بررسی گردیده است. نتایج پرکشش بودن تقاضای انرژی در پنج زیربخش را نشان می‌دهد

1. Decaluwé et al. (2013)
2. Recursive Dynamic Computable General Equilibrium
3. Miguel & Manzano (2011)
4. Webster & Ayatakshi (2013)
5. Chang et al. (2014)
6. Oueslati (2015)
7. Moler (2017)

و نتایج حاصل از آزمون واکنش آنی، امکان استفاده از مالیات به منظور جایگزین نمودن برق با سایر انرژی‌های فسیلی را تأیید می‌کند (مولر، ۲۰۱۷: ۹۹).

ویسه و لین[1] به بررسی تأثیر مالیات کربن بر تولید، رفاه و آلودگی محیط زیست در چین پرداختند. نتایج نشان داد که با اعمال مالیات کربن، علی‌رغم کاهش تولید در بخش‌های مختلف از جمله برق، رفاه افزایش یافته و مالیات کربن، آلودگی محیطی را تا حدود ۶۲/۵٪ کاهش می‌دهد (ویسه و لین، ۲۰۱۸: ۱۱۹).

مقیمی و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی آثار رفاهی و زیست محیطی مالیات سبز و کاهش یارانه سوخت در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه پرداختند. برای این منظور، با استفاده از جدول داده – ستانده سال ۱۳۸۰ و مدل تعادل عمومی قابل محاسبه، آثار رفاهی و زیست محیطی دو سیاست وضع مالیات سبز و کاهش یارانه سوخت بررسی شده است. همچنین، با استفاده از تکنیک MCP و نرم‌افزار GAMS، تغییرات رفاه با لحاظ آثار زیست محیطی و بدون لحاظ آثار زیست محیطی، تغییر در تقاضای انرژی و تغییرات سهم آلاینده $CO_2$، $NO_X$ و CH در قالب پنج سناریوی مالیاتی ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که با وضع مالیات بر سوخت، تقاضای واسطه‌ای و مصرفی سوخت‌های فسیلی کاهش می‌یابد (مقیمی و همکاران، ۱۳۹۰: ۸۰).

اسلامی و هادیان در مطالعه‌ای به ارزیابی تأثیر مالیات سبز بر اشتغال بخش‌های مختلف اقتصادی کشور ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه پرداختند. برای این منظور، در این مطالعه تلاش شده تا با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۸۴ و مدل تعادل عمومی قابل محاسبه، آثار سیاست وضع مالیات سبز بر تقاضای حامل‌های انرژی فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی در قالب هفت سناریو بر سطح اشتغال در ایران بررسی شود. نتایج نشان می‌دهد که با وضع مالیات بر حامل‌های انرژی، اشتغال به شدت کاهش یافته است. همچنین، در حالت اعمال شوک یکباره و بیشتر از ۱۵٪ بدلیل عدم توانایی جایگزینی عوامل با یکدیگر اشتغال بسیار متأثر از سیاست مالیات سبز بوده ولی در حالت شوک تدریجی کمتر از ۱۵٪ این شاخص کمتر متأثر می‌شود (اسلامی و هادیان، ۱۳۹۳: ۴۹).

حیدری و همکاران در مطالعه‌ای به ارائه مدلی جهت تعیین نرخ بهینه مالیات‌های زیست محیطی پرداختند. آنها با استفاده از بازی استاکلبرگ و تجزیه تحلیل‌های عددی، تخصیص مجدد مالیات در بازار برق ایران را بررسی نموده و نرخ بهینه مالیات بر برق را تعیین کردند. بر اساس نتایج تحقیق، اگر نرخ مالیات برق ۲/۲۶ ریال بر هر کیلو وات ساعت باشد، تولید و مصرف برق بهینه خواهد بود و هزینه‌های تحقیق و توسعه جهت تکنولوژی‌های کاهنده آلودگی به خوبی عمل خواهد کرد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۴: ۶۹).

جعفری صمیمی و علیزاده ملفه در مطالعه‌ای به شبیه‌سازی مالیات سبز بر رشد اقتصادی ایران با کاربرد روش تعادل عمومی قابل محاسبه پرداختند. نتایج به دست آمده نشان داد که افزایش نرخ مالیات سبز به عنوان مالیات غیرمستقیم در تمامی سناریوها، رشد اقتصادی را افزایش می‌دهد. همچنین در همه سناریوها با لحاظ اثر مثبت کاهش آلودگی، تغییرات رشد اقتصادی مثبت است و میزان آن با افزایش نرخ مالیات افزایش می‌یابد (جعفری‌صمیمی و علیزاده ملفه، ۱۳۹۵: ۵۸).

ترکی و دهمرده به مدل‌سازی تأثیرات مالیات سبز بر هزینه‌های سلامت با استفاده از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه پرداختند. برای این منظور مدل ارائه شده با ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ ایران کالیبره شده و متغیرهای درون‌زای مدل با تکنیک مسائل مکمل خطی و با استفاده از نرم‌افزار گمز محاسبه شد. نتایج نشان داد که با افزایش نرخ‌های مالیات سبز، هزینه‌های سلامت ناشی از کاهش آلودگی هوا به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. همچنین، ارزیابی مالی این تأثیرات بر شاخص‌های سلامت از جمله مرگ و میر، بیماری و اثرات دیگر ناشی از آلودگی هوا به ترتیب ۶۲، ۲۶/۴ و ۱۱/۶٪ برآورد شد (ترکی و دهمرده، ۱۳۹۷: ۸۳).

مرور مبانی نظری و ادبیات موضوع تحقیق نشان می‌دهد که ایران به لحاظ شاخص‌های زیست محیطی و مصرف انرژی از جایگاه مناسبی برخوردار نمی‌باشد. لذا اعمال مالیات‌های سبز می‌تواند ضمن کاهش مصرف بی‌رویه انرژی در کشور، موجب کاهش اثرات منفی ناشی از انتشار گازهای آلاینده شود. از طرف دیگر، مرور مطالعات پیشین نشان می‌دهد که تاکنون مطالعه جامعی در کشور به بررسی همزمان اثر مالیات‌های سبز بر مصرف انرژی‌های فسیلی، انتشار گازهای آلاینده و رفاه اجتماعی نپرداخته است. از طرف دیگر، اکثر مطالعات انجام شده در این حوزه با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی، مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر ایستا و در پیشرفته‌ترین حالت مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای ساده صورت پذیرفته است.

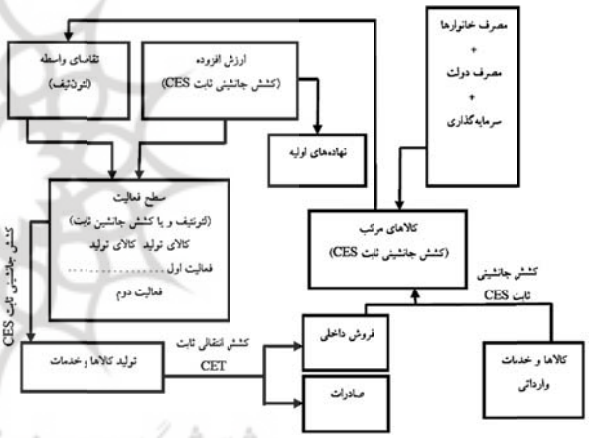
1. Wesseh & Lin (2018)

لذا در این مطالعه بـه بررسـی تـأثیر مالیـات سـبز بـر مصـرف انرژی‌های فسیلی، انتشار گازهای آلاینده و رفـاه اجتمـاعی بـا بهره‌گیری از رهیافت الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویـای بازگشتی (RDCGE) پرداخته می‌شود.

## ۳- روش‌شناسی

### ۳-۱- مراحـــل بـــرآورد مـــدل تعـــادل عمـــومی محاسبه‌پذیر (CGE) برای اقتصاد ایران

در این مطالعه به منظور برآورد مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر (CGE) از الگوی هوزو (۲۰۰۴)[1] که شامل معادلات مربوط به تولید، مصرف خانوارها و دولـت، پـس‌انـداز، سـرمایه‌گـذاری و تجارت خـارجی اسـت، اسـتفاده مـی‌شـود. شـکل زیـر فراینـد معـادلات تحقیـق حاضـر را بـر اسـاس مـدل تعـادل عمـومی محاسبه‌پذیر (CGE) نشان می‌دهد:




**شکل ۱:** اجزاء مدل تعادل عمومی محاسبه پذیر (CGE)
**مأخذ:** لافگرین (۲۰۰۱)[2]

معادلات این مدل به‌صورت زیر می‌باشد:

| | |
|---|---|
| ۱ | $VA_j = b_j \prod_h FD_{hj}^{\beta_{hj}}$ |
| ۲ | $X_{ij} = ax_{ij} Y_j$ |
| ۳ | $VA_j = ay_j Y_j$ |
| ۴ | $FD_{hj} = \frac{\beta_{hj}.PN_j}{W_h}.VA_j$ |
| ۵ | $PS_j = ay_j.PN_j + \sum_i ax_{ij}.PQ_1$ +REMIT.EXR |
| ۶ | $Y_{hoh} = \sum_h W_h.FS_h$ +GOVTH |
| ۷ | $C_i.PQ_1 = \lambda_{ci}$ $(Y_{hoh} - TAX_{dir} - SAV_{hoh})$ |
| ۸ | $TAX_{ind.j} = tx_j.PS_j.Y_j$ |
| ۹ | SAVING=INVEST |
| ۱۰ | $TAX_{dir} = td.\sum_h W_h FS_h$ |
| ۱۱ | $TARIFF_j = tm_j.$ $PM_j.M_j$ |
| ۱۲ | $Y_g = TAX_{dir} + \sum_j TAX_{ind.j} + \sum_j TARIFF_j + E_{oil}$ |
| ۱۳ | $G_i.PQ_i = \lambda_{gi} GDTOT$ |
| ۱۴ | $ID_i.PQ_i = \mu_i.INVEST$ |
| ۱۵ | $SAVING = (SAV_{hoh} + SAV_g + EXR.SAV_f)$ |
| ۱۶ | $SAV_{hoh} = s_{hoh}.Y_{hoh}$ |
| ۱۷ | $SAV_g = s_g.Y_g$ |
| ۱۸ | $E_i = (\frac{\theta_i^{\rho_{ei}}.\beta_{ei}(tx_i + PS_i)}{PE_i})^{\frac{1}{1-\rho_{ei}}}.Y_i$ |
| ۱۹ | $PE_i = pwe_i + EXR$ |
| ۲۰ | $PM_i = pwm_i + EXR$ |
| ۲۱ | $Q_i = \gamma_i(\alpha_{mi}.M_i^{\rho_{mi}} + \alpha_{di} + D_i^{\rho_{mi}})^{\frac{1}{\rho_{mi}}}$ |
| ۲۲ | $M_{iq} = (\frac{\gamma_i^{\rho_{mi}}.\alpha_{mi}.PQ_i}{(1+tm_i).PM_i})^{\frac{1}{1-\rho_{mi}}}.Q_i$ |
| ۲۳ | $D_i = (\frac{\gamma_i^{\rho_{mi}}.\alpha_{di}.PQ_i}{PD_i})^{\frac{1}{1-\rho_{mi}}}.Q_i$ |
| ۲۴ | $Y_i = \theta_i(\beta_{ei}.E_i^{\rho_{ei}} + \beta_{di}.D_i^{\rho_{ei}})^{\frac{1}{\rho_{ei}}}$ |
| ۲۵ | $D_i = (\frac{\theta_i^{\rho_{ei}}.\beta_{di}.(tx_i+PS_i)}{PD_i})^{\frac{1}{1-\rho_{ei}}}.Y_i$ |
| ۲۶ | $\sum_j FD_{hj} = FS_h$ |
| ۲۷ | $Q_i = C_i + G_i + ID_i + \sum_j X_{ij}$ |
| ۲۸ | $\sum_i pwe_i.E_i + SAV_f + REMIT =$ $\sum_i pwm_i.M_i$ |
| ۲۹ | $PINDEX = \sum_i \omega_i PQ_i$ |

1. Hosoe (2004)
2. Löfgren (2001)

به طوری‌که در معادلات فوق متغیرها عبارتند از:

| | |
|---|---|
| $VA_j$ | ارزش افزوده بخش jام |
| $FD_{hj}$ | تقاضا برای عامل تولید h ام توسط بخش j ام |
| $Y_j$ | ستاده ناخالص بخش j |
| $X_{ij}$ | تولید بخش i که به عنوان نهاده واسطه‌ای توسط بخش j مصرف می‌شود |
| $PN_j$ | قیمت ارزش افزوده بخش j ام |
| $W_h$ | دستمزد عوامل تولید |
| $PS_j$ | قیمت عرضه |
| $PQ_i$ | قیمت کالای مرکب |
| $Y_{hoh}$ | درآمد خانوار |
| $FS_h$ | مقدار عرضه عامل اولیه hام |
| GOVTH | پرداخت‌های انتقالی دولت به خانوارها |
| REMIT | خالص وجود دریافتی از خارج |
| EXR | نرخ ارز |
| $C_i$ | مقدار مصرف خانوارها از کالای بخش i ام |
| $TAX_{dir}$ | مالیات مستقیم بر درآمد خانوارها |
| $SAV_{hoh}$ | پس‌انداز خانوارها |
| $TAX_{ind,j}$ | مالیات غیرمستقیم در هر بخش |
| $TARIFF_j$ | تعرفه واردات |
| $E_{oil}$ | درآمد دولت ناشی از صادرات نفت |
| $Y_g$ | کل درآمد دولت |
| $PM_j$ | قیمت داخلی واردات |
| $M_j$ | مقدار واردات |
| GDTOT | کل مخارج دولت |
| $SAV_g$ | پس‌انداز دولت |
| $G_i$ | مخارج دولت |
| $SAV_f$ | پس‌انداز خارجی |
| $ID_i$ | سرمایه‌گذاری |
| SAVING | کل پس‌انداز |
| INVEST | کل سرمایه‌گذاری |
| $PE_i$ | قیمت داخلی صادرات |
| $Q_i$ | کالای مرکب |
| $D_i$ | کالای تولید شده داخلی |
| $PD_i$ | قیمت کالای تولید شده داخلی |
| $E_i$ | مقدار صادرات |
| PINDEX | شاخص قیمت |

همچنین پارامترهای مدل عبارتند از:

| | |
|---|---|
| i و j | اندیس بخش‌ها |
| h | اندیس عوامل اولیه تولید (نیروی کار و سرمایه) |
| $b_j$ | پارامتر کارایی در تابع تولید |
| $\beta_{hj}$ | پارامتر سهم در تابع تولید یا کشش تولید بخش j نسبت به نهاده h |
| $ax_{ij}$ | ضریب کمینه نیاز به نهاده واسطه بخش i برای تولید یک واحد ستاده ناخالص بخش j (ضرایب فنی داده– ستاده) |
| $ay_j$ | ضریب کمینه نیاز به ارزش افزوده برای تولید یک واحد ستاده ناخالص |
| $\lambda_{ci}$ | پارامتر سهم در تابع مطوبیت یا سهم هر کالا در سبد مصرفی خانوار |
| $tx_j$ | نرخ مالیات بر فروش |
| td | نرخ مالیات مستقیم |
| $tm_j$ | نرخ تعرفه واردات |
| $\lambda_{gi}$ | پارامتر سهم مخارج دولت در هر بخش |
| $S_{hoh}$ | تمایل متوسط به پس‌انداز بخش خصوصی |
| $S_g$ | تمایل متوسط به پس‌انداز دولت |
| $\mu_i$ | پارامتر سهم سرمایه‌گذاری بخش i |
| $pwe_i$ | قیمت جهانی صادرات |
| $pwm_i$ | قیمت جهانی واردات |
| $\gamma_i$ | پارامتر کارایی در تابع تولید کالای مرکب |
| $\alpha_{mi}$ | پارامتر سهم در تابع آرمینگتون |
| $\alpha_{di}$ | پارامتر سهم در تابع آرمینگتون |
| $\rho_{mi}$ | توان تابع آرمینگتون یا پارامتر مربوط به کشش جانشینی |
| $\eta_i$ | کشش تابع آرمینگتون |
| $\theta_i$ | پارامتر کارایی تابع انتقال |
| $\beta_{ei}$ | پارامتر سهم در تابع انتقالی |
| $\beta_{di}$ | پارامتر سهم در تابع انتقالی |
| $\rho_{ei}$ | توان تابع انتقالی یا پارامتر مربوط به کشش انتقالی |
| $\sigma_i$ | کشش انتقالی |
| $\omega_i$ | وزن قیمت در هر بخش |

علاوه بر این، فرض می‌شود که بخش‌های اقتصادی برای تولید از نیروی کار و سرمایه به عنوان نهاده‌های اولیه استفاده می‌کنند. برای واقعیت بخشی به مدل، افزون بر نهاده‌های اولیه، فرض می‌شود که بخش‌ها، نهاده‌های واسطه‌ای را نیز

برای تولید به کار می‌برند. برای راحتی، مراحل تولید به دو مرحله بالایی و پایینی تقسیم می‌شود. فرض می‌شود در مرحله پایین، ارزش افزوده (یا عامل اولیه مرکب)[1] از ترکیب نیروی کار و سرمایه با فناوری تولید کاب - داگلاس[2] به دست می‌آید (معادله ۱). در مرحله بالا، ستاده ناخالص از ترکیب ارزش افزوده و نهاده‌های واسطه‌ای با فناوری تولید لیونتیف[3]، تولید می‌شود. با توجه به این دو مرحله، هر بخش تابع سود خود را نسبت به تولیدش بیشینه می‌کند (معادلات ۲، ۳، ۴ و ۵). همچنین در این مطالعه فرض می‌شود که عوامل تولید (نیروی کار و سرمایه) در تعادل بوده و عرضه عوامل ثابت است. پس تغییر در مالیات سبز، تغییری در کل تقاضای نیروی کار و سرمایه ایجاد نمی کند و تنها انتقال عوامل تولید از بخشی به بخش دیگر صورت می‌گیرد. برای محاسبه مصرف بخش خصوصی (خانوارها)، فرض می‌شود که مصرف کنندگان سبد مصرفی خود را طوری انتخاب می‌کنند که مطلوبیت آنها بیشینه شود. درآمد آنها از محل عرضه عوامل تولید (نیروی کار و سرمایه) به اضافه پرداخت‌های انتقالی دولت به خانوارها و خالص وجوه دریافتی از خارج به دست می‌آید (معادله ۶). مطلوبیت خانوارها بستگی به مقدار مصرف آنها از کالای تولید شده در هر بخش دارد. تابع مطلوبیت، یک تابع کاب- داگلاس است که با توجه به قید بودجه که برابر با درآمد خالص خانوار (درآمد خانوار منهای مقدار مالیات مستقیم و پس‌انداز) است، بیشینه خواهد شد. با توجه به این، معادله مصرف خانوار به دست می‌آید (معادله ۷). همچنین دولت با اعمال مالیات بر فروش (معادله ۸)، مالیات مستقیم بر درآمد خانوار (معادله ۹) و تعرفه بر واردات (معادله ۱۰) به اضافه درآمد حاصل از صادرات نفت کسب درآمد می‌کند (معادله ۱۱). مخارج دولت تابعی از کل مخارج دولت در همه بخش‌ها که متغیری برون‌زا است، درنظر گرفته شده است (معادله ۱۲). سرمایه‌گذاری در هر بخش (معادله ۱۳) تابعی از کل سرمایه‌گذاری است که برابر کل پس‌انداز (معادله ۱۴) خواهد بود و از مجموع پس‌اندازهای خصوصی (معادله ۱۵)، دولتی (معادله ۱۶) و پس‌انداز خارجی به دست می‌آید. پس‌انداز خارجی به صورت متغیری برون‌زا فرض شده است و بنابراین نرخ ارز، تراز تجاری را برقرار می‌کند. همچنین، کل پس‌انداز برابر با کل سرمایه‌گذاری خواهد بود (معادله ۱۷). در بخش تجارت خارجی فرض می‌شود که کشور کوچک است. یعنی کشور تأثیری روی قیمت‌های بازارهای جهانی ندارد. بنابراین قیمت‌های جهانی واردات و صادرات ثابت است (معادله ۱۸ و ۱۹). هنگامی که مدل برای یک اقتصاد باز در نظر گرفته می‌شود، نیاز به لحاظ کردن برخی ملاحظات در مورد جانشینی بین کالاهای وارداتی، صادراتی و عرضه شده در داخل وجود دارد. در مدل‌های تعادل عمومی بین کالاهای وارداتی و داخلی و همچنین بین کالاهای تولید شده برای صادرات و کالاهای تولید شده برای فروش داخلی تفاوت وجود دارد. فرض می‌شود که مجموع کالاهای وارداتی و عرضه شده در داخل، کالای مرکب[4] (کالای آرمینگتون)[5] را می‌سازد. این کالای مرکب به عنوان نهاده‌های واسطه‌ای و مصارف نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. فرض می‌شود که واردات جانشین ناقص برای تولیدات داخلی است؛ به این معنی که یک واحد کالای وارداتی می‌تواند با بیش از یک واحد کالای داخلی جانشین شود. این فرضیه به فرضیه آرمینگتون مشهور است. رابطه بین واردات و تولید داخلی به صورت یک تابع کشش ثابت جانشینی (CES)[6] نمایش داده می‌شود (معادله ۲۰). با توجه به مسئله بیشینه سازی، توابع تقاضا برای واردات و تولیدات داخلی به صورت معادله‌های (۲۱) و (۲۲) به دست خواهد آمد. همچنین فرض می‌شود که صادرات به طور ناقص قابل تبدیل به تولید داخلی است. رابطه بین صادرات و تولید داخلی نیز بر اساس یک تابع کشش ثابت انتقالی (CET)[7] بیان می‌شود (معادله ۲۳). با توجه به مسئله بیشینه سازی، توابع عرضه صادرات و کالای داخلی به ترتیب به صورت رابطه‌های (۲۴) و (۲۵) به دست خواهد آمد. برای ایجاد تعادل در چهار بازار نیروی کار، سرمایه، کالای مرکب، ارز خارجی، عامل تعدیل کننده برای تساوی عرضه و تقاضا در هر بازار، قیمت‌های مربوطه هستند. در بازار نیروی کار، نرخ دستمزد، در بازار سرمایه، بهره یا رانت سرمایه، در بازار کالای مرکب، قیمت کالای مرکب و در بازار ارز، نرخ ارز عوامل تعدیل کننده هستند (معادله‌های ۲۶، ۲۷ و ۲۸). چون بی نهایت راه‌حل با قیمت‌های نسبی مشابه وجود دارد، برای اطمینان از این که تنها یک راه‌حل وجود داشته باشد و آن هم راه‌حل تعادلی است،

1. Composite Primary Factor
2. Cobb-Douglas
3. Leontief
4. Composite Good
5. Armington Good
6. Constant Elasticity of Substitution
7. Constant Elasticity of Transformation

از معادله نرمال کننده قیمت استفاده می‌شود. در این معادله، شاخص قیمت ثابت بوده و تغییرات قیمت‌های دیگر نسبت به این قیمت سنجیده می‌شود (معادله ۲۹). با توجه به وابستگی اقتصاد کشور به درآمدهای نفتی، وارد کردن بخش نفت به مدل ضروری است. روش‌های مختلفی برای وارد کردن بخش نفت به مدل وجود دارد. دسته‌ای از مطالعات، این بخش را مانند بخش بنگاه در نظر گرفته و از فرض حداکثرسازی سود برای تبیین روابط آن استفاده می‌کنند، دسته‌ای دیگر، از یک فرایند برون‌زا جهت مدل‌سازی این بخش بهره می‌گیرند. در مطالعه حاضر، جهت تابع تولید بخش نفت از روش حداکثر کننده سود استفاده نشد. زیرا جریان تولید نفت وابسته به ذخایر نفتی بوده، ارتباط چندانی با سرمایه و نیروی کار نداشته و شرکت ملی نفت ایران مانند سایر شرکت‌های دولتی به دنبال حداکثر کردن سود نمی‌باشد. لذا تولید نفت و درآمدهای صادرات آن به صورت یک فرایند خودرگرسیون مرتبه یک (AR(1)) مدل سازی شده است:

(۳۰)

$$\mathrm{Ln}(Y_t^{oil}) = (1-\rho_{yoil})\ln(\overline{Y}^{oil}) + \rho_{yoil}\ln(Y_{t-1}^{oil}) + \varepsilon_t^{yoil}\varepsilon_t^{yoil} \approx N(0,\sigma^{yoil})$$

فرض بر این است که انباشت ذخایر صندوق توسعه ملی در هر دوره بر اساس رابطه زیر می‌باشد:

(۳۱)

$$NDF_t = NDF_{t-1} + \phi_F Y_t^{oil} - F_t + \alpha_{nd} ND_t + Z_t$$

به طوری‌که:

$NDF_{t-1}$ مانده ذخایر صندوق توسعه ملی از دوره قبل که به دوره جاری منتقل شده است

$\phi_F$ سهم صندوق از درآمدهای نفتی

$F_t$ تسهیلات اعطایی صندوق به بخش خصوصی

$\alpha_{nd}$ درصدی از خالص بدهی بخش خصوصی به صندوق که در هر دوره به صندوق بازپرداخت می‌شود.

$Z_t$ سود حاصل از سپرده‌گذاری آن بخش از منابع صندوق که به بخش خصوصی تخصیص داده نشده است.

به عبارت دیگر، بررسی دقیق پویایی انباشت ذخایر صندوق توسعه ملی بدین صورت است که در هر دوره $\phi_F$ درصد از درآمدهای نفتی به صندوق واریز می‌شود. صندوق در هر دوره به میزان $F_t$ از منابع را به بخش‌های خصوصی، تعاونی و عمومی غیردولتی از طریق بانک‌های تجاری تسهیلات اعطا می‌کند. چنانچه فرض کنیم $\alpha_F$ درصد از منابع صندوق در هر دوره به بخش خصوصی تسهیلات داده می‌شود، خواهیم داشت (صیادی و همکاران، ۱۳۹۵: ۳۵):

(۳۲)

$$F_t = \alpha_F NDF_t$$

علاوه بر این، خالص بدهی بخش خصوصی به صندوق به صورت زیر خواهد بود:

(۳۳)

$$ND_t = ND_{t-1} + (1+rd)F_t - \alpha_{nd} ND_t$$

به طوری‌که خالص بدهی بخش خصوصی به صندوق شامل مانده انباشت خالص بدهی دوره قبل ( $ND_{t-1}$ ) که به دوره جاری منتقل می‌شود، به علاوه اصل و فرع تسهیلات دریافتی از صندوق ( $(1+rd)F_t$ ) منهای بازپرداخت تسهیلات به صندوق در هر دوره ( $\alpha_{nd} ND_t$ ) می‌باشد. $r_d$ نیز نرخ سود تسهیلات اعطایی صندوق به بخش می‌باشد. علاوه بر این، فرض می‌شود که به مانده ذخایر صندوق در هر دوره، سود *r تعلق می‌گیرد (صیادی و همکاران، ۱۳۹۵: ۳۶):

(۳۴)

$$Z_t = *NDF_t$$

## ۳-۲- مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE)

در مطالعات مربوط به تجزیه و تحلیل آثار سیاست‌های مختلف از جمله اثرات مالیات سبز بر بخش‌های اقتصادی از دو روش تعادل جزیی و تعادل عمومی می‌توان بهره جست. در روش اول اثرات مالیات سبز در سطح خرد و درون یک بخش مورد بررسی قرار می‌گیرد و ارتباط بین بخش‌ها و سیستم اقتصادی نادیده گرفته می‌شود و چنانچه بخش مورد مطالعه ارتباط تنگاتنگی با دیگر بخش‌های اقتصادی داشته باشد، استفاده از این مدل‌ها نتایج درست و کامل در اختیار نخواهد گذاشت و موجب گمراهی سیاست‌گذاران در تبیین سیاست‌های اقتصادی خواهد شد. لیکن در روش تحلیل تعادل عمومی، بخش‌های مختلف اقتصادی یک کشور به صورت مجموعه‌ای به هم پیوسته دیده می‌شوند که هر گونه تغییری در یکی از این بخش‌ها، سایر بخش‌های اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این روش به طور اساسی از یکی از

مدل‌های کلان اقتصادی از جمله داده- ستانده، ماتریس حسابداری اجتماعی (SAM)[1] و مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE)[2] به عنوان چارچوب تحلیل استفاده می‌شود. تکنیک‌های تعادل عمومی قابل محاسبه در دهه ۱۹۷۰ برای حل هم‌زمان قیمت‌ها و مقادیر بازار و همچنین شبیه‌سازی مطالعات مربوط به اقتصاد بازار رقابتی، توسعه پیدا کردند. اولین مدل CGE کاربردی توسط یوهانسن (۱۹۶۰)[3] برای تحلیل موضوعات مربوط به رشد و تخصیص منابع در اقتصاد نروژ به کار رفت. آدلمن و روبینسون (۱۹۷۸)[4] اولین مدل CGE را برای یک کشور در حال توسعه تدوین کردند. مدل آنها برای تحلیل موضوعات توزیع درآمد و فقر در کره استفاده شد. پیشرفت‌های پی در پی در قدرت محاسبات و الگوریتم‌های حل مسئله، باعث کاربرد وسیع مدل‌های CGE برای تحلیل سیاست‌ها شد. این مدل‌ها ثابت کردند که ابزار تحلیلی قوی در امور مالیه عمومی، تجارت جهانی، توسعه اقتصادی، اقتصاد کلان و منابع طبیعی هستند (دکالو و همکاران، ۲۰۱۳: ۲۲۰). با پیشرفت بیشتر، مدل‌های چند بخشی و چند عاملی به طور گسترده‌ای برای ارزیابی تجارت، صنعتی شدن، رشد و تغییرات ساختاری، پدیده شهرنشینی، ثبات و توزیع کلان اقتصادی استفاده شد. مزیت بزرگ مدل‌های تعادل عمومی آن است که به اقتصاددانان اجازه می‌دهد تا اثرات تغییرات سیاستی یا عوامل برون‌زا را در چارچوب سیستمی بررسی و تحلیل کنند که با تمام بخش‌های اقتصادی و کل جهان مرتبط است. برتری عمده مدل‌های تعادل عمومی نسبت به مدل‌های اقتصادسنجی، وابسته نبودن این مدل‌ها به داده‌های سری زمانی است. افزون بر این چارچوب خردی محکم مدل‌های تعادل عمومی که به طور کامل رفتار بهینه سازی عاملان اقتصادی را توصیف می‌کند، این امکان را به این مدل‌ها می‌دهد که پایه‌های تحلیلی قوی‌تری داشته باشند و بنابراین افزون بر مدل‌های سنجی، بر مدل‌های داده - ستانده نیز ترجیح داده شوند. مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) مدل‌های گسترده اقتصادی هستند که راه‌حل به دست آمده از آنها، تعادل عمومی همزمان را در تمام بازارهای اقتصادی نمایش می‌دهد. این مدل‌ها یک چارچوب جامع از حساب جریان دایره‌وار پرداخت‌ها در اقتصاد ارائه می‌کند (لافگرین، ۲۰۰۱: ۵۵). در مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE)، پویایی مبتنی بر فرض انتظارات تطبیقی است. به طوری‌که عاملین اقتصادی فرض می‌کنند شرایط جاری اقتصاد در تمام دوره‌های آتی اقتصاد حاکم است. در واقع این مدل‌ها یک سری مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه ایستا در دوره‌های زمانی مختلف هستند که ارتباط بین دوره‌ای به وسیله معادلات رفتاری برای متغیرهای درون‌زایی مانند انباشت سرمایه و روزآمدسازی متغیرهای برون‌زایی مانند عرضه نیروی کار برقرار می‌شود. ذخیره سرمایه به شکل درون‌زا با معادله انباشت سرمایه و عرضه نیروی کار به شکل برون‌زا در فاصله بین دوره‌های زمانی تغییر می‌کند. از آنجا که یک مدل پویای بازگشتی در هر زمان به شکل یک دوره‌ای حل می‌شود، می‌توان اجزاء درون دوره‌ای (بخش ایستا) و بین دوره‌ای (بخش پویا) مدل را از یکدیگر تفکیک کرد (دکالو و همکاران، ۲۰۱۳: ۲۲۰).

### ۳-۲-۱- بخش ایستای مدل

مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه بر اساس رفتار بهینه‌سازی مصرف‌کننده و تولیدکننده شکل می‌گیرد. مصرف‌کننده در پی بیشینه کردن مطلوبیت و تولیدکننده نیز سعی در بیشینه کردن سود یا کمینه کردن هزینه دارد. جدول زیر جزئیات مدل را در ارتباط با فعالیت‌ها، عوامل تولید و نهادها نشان می‌دهد. این جزئیات منطبق بر داده‌های قابل دسترس جدول SAM می‌باشد. فعالیت‌ها شامل سه بخش کشاورزی، صنعت و معدن و خدمات بوده که از دو عامل نیروی کار و سرمایه برای تولید استفاده می‌کنند. نهادها نیز شامل خانوارها، دولت و دنیای خارج می‌باشد:

**جدول ۱.** جزئیات مدل تحقیق

| مجموعه | زیرمجموعه |
|---|---|
| فعالیت‌ها | کشاورزی، صنعت و معدن و خدمات |
| عوامل تولید | نیروی کار و سرمایه |
| نهادها | خانوارها، دولت و دنیای خارج |

همچنین جدول ۲، چهار سناریوی مورد بررسی در مطالعه حاضر را در قالب نرخ‌های متفاوت وضع مالیات سبز بر انرژی‌های فسیلی (نفت‌گاز، بنزین و گاز طبیعی) نشان می‌دهد:

1. Social Accounting Matrix (SAM)
2. Computable General Equilibrium
3. Johansen (1960)
4. Adelman & Robinson (1978)

**جدول ۲.** سناریوهای مطالعه

| سناریو | نرخ مالیات سبز (درصد) | منابع انرژی | اهداف |
|---|---|---|---|
| ۰ | ۰ | نفت‌گاز<br>بنزین<br>گازطبیعی | مصرف انرژی<br>انتشار گازهای آلاینده<br>رفاه اجتماعی |
| ۱ | ۵ | | |
| ۲ | ۱۰ | | |
| ۳ | ۲۰ | | |

### ۳-۲-۲- بخش پویا و کالیبراسیون مدل

یکی از گام‌های مهم در مدل‌سازی مدل‌های تعادل عمومی، کالیبره کردن مدل است. کالیبره کردن عبارت است از فرایند تعیین مقادیر پارامترهای معادلات ایستا و پویای یک مدل به گونه‌ای که بتوان با استفاده از مدل کالیبره شده (اصطلاحاً مدل تصریح شده به شکل عددی) مقادیر متغیرهای درون‌زا را برای سال پایه بازتولید کرد. در واقع، زمانی که پارامترهای معادلات مدل تعیین شد، از حل سیستم معادلات مدل، مقدار متغیرهای درون‌زای مدل به دست می‌آید که باید با مجموعه داده‌های سال پایه سازگار باشد. علاوه بر این، پارامترهای معادلات پویای مدل باید به گونه‌ای تعیین شود که از حل معادلات بین زمانی نسبت به بخش ایستای مدل مسیر بهینه متغیرهای مدل به گونه‌ای استخراج شود که مقادیر این متغیرها برای سال پایه با داده‌های موجود سازگار باشد. ادبیات موجود در زمینه کالیبره کردن مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه عمدتاً بر دو مسئله تمرکز یافته است:

الف) فرایند کالیبره کردن مدل‌های CGE ایستا؛

ب) مسائل مرتبط با کالیبره کردن مدل‌های پویا در شرایط تعادل بلندمدت پایدار (ارندت و همکاران[1]، ۲۰۰۲: ۳۷۵).

در مدل‌های CGE پویا، بسته به اینکه آیا داده‌های سال پایه در شرایط تعادلی بلندمدت قرار دارند یا نه، سه حالت برای کالیبره کردن مدل می توان در نظر گرفت: در حالت اول فرض می‌شود داده‌های سال پایه موجود هستند و سال پایه در وضعیت تعادلی بلندمدت قراردارد. در این صورت، کالیبره کردن مدل تنها شامل تعیین پارامترهای معادلات ایستا و پویای مدل است، به نحوی که داده‌های سال پایه در مجموعه معادلات ایستا و پویا صدق کنند. در این حالت، از حل معادلات بین زمانی مدل، داده‌های سال پایه به دست می‌آید. این فرض فرایند کالیبره کردن مدل را آسان می‌کند؛ زیرا با این فرض نه تنها داده‌های سال پایه بازتولید می‌شوند، بلکه تمامی متغیرهای دوره‌های بعد معلوم است. در حالت دوم و سوم فرض می‌شود که اقتصاد در وضعیت تعادلی بلندمدت قرار ندارد. نسبت به اینکه داده‌های سال پایه برای کالیبره کردن مدل وجود داشته باشد یا نه، دو حالت به وجود می‌آید. حالت اول این است که داده‌های سال پایه موجود است. در این شرایط کالیبره کردن مدل شامل تعیین پارامترهای معادلات ایستا و پویا به نحوی است که داده‌های سال پایه در مجموعه معادلات مدل صدق کنند. در این شرایط، مقادیر داده‌های دوره‌های بعد نامعلوم است. بنابراین، پارامترهای معادلات پویا باید به نحوی تعیین شوند که از حل همزمان آنها داده‌های سال پایه بازتولید شوند و اقتصاد به سمت مسیر تعادلی بلندمدت حرکت کند (بویز و فلوراکس[2]، ۲۰۰۸: ۱۲). در حالت سوم، داده‌های سال پایه وجود ندارد و اقتصاد نیز در مسیر تعادلی بلندمدت قرار ندارد. در این حالت، کالیبره کردن مدل نه تنها شامل تعیین پارامترهای معادلات ایستا و پویای مدل است، بلکه باید پایگاه داده‌های سال پایه نیز تولید شود. در این شرایط باید داده‌های سال پایه به نحوی تولید شود که در مجموعه معادلات ایستا و پویای مدل صدق کند. بنابراین، کالیبره کردن مدل‌های CGE پویا در شرایطی که اقتصاد در تعادل بلندمدت قرار ندارد، شامل پیچیدگی‌هایی است که در کالیبره کردن مدل‌های ایستا و مدل‌های پویای در وضعیت تعادلی بلندمدت وجود ندارد. زیرا یک مدل CGE پویا در سال پایه نه تنها شامل مجموعه‌ای از داده‌های معلوم مربوط به یک دوره از زمان است، بلکه مجموعه‌ای از داده‌های مجهول و نامعلومی را در برمی گیرد که مربوط به تمامی دوره‌های آتی است. بنابراین، تعیین مقادیر آتی متغیرها برای محاسبه پارامترهای مدل بخشی از فرایند کالیبره کردن مدل به شمار می‌رود (لافگرین و همکاران، ۲۰۰۱: ۵۵).

از آنجا که متغیرهای موجودی، معمولاً در شرایط تعادلی بلندمدت قرار ندارند، در خارج از مسیر تعادلی بلندمدت مقدار آنها از یک دوره به دوره بعد تغییر می‌کند. بنابراین، در کالیبره کردن باید پارامترهایی تعیین شوند که رفتار مدل در طول زمان را به نحوی نشان دهند، که بتوان با استفاده از مدل CGE داده‌های سال پایه را بازتولید کرد (دکالو و همکاران، ۲۰۱۳:

1. Arndt et al. (2002)

2. Boys & Florax (2008)

۲۲۰). معادلات بخش پویای مدل عبارتند از:

| شماره | مدل | فرمول |
|---|---|---|
| (۳۵) | انباشت سرمایه | $KD_{i,t+1} = (1-\delta)KD_{i,t} + QINV_{i,t}$ |
| (۳۶) | تقاضای سرمایه‌گذاری | $\frac{QINV_{i,t}}{KD_{i,t}} = \phi_i.(\frac{R_{i,t}}{U_t})^{\sigma_K^{INV}}$ |
| (۳۷) | هزینه استفاده از سرمایه | $U_t = PINV_t.(ir+\delta)$ |
| (۳۸) | رشد عرضه نیروی کار | $QFS_{1,t+1} = QFS_{1,t}.(1+n_t)$ |
| (۳۹) | سرمایه‌گذاری کل | $INV_t = PINV_t.\Sigma_i INV_{i,t}$ |

علاوه بر این، در این تحقیق از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی استفاده شد که یک ماتریس متقارن ۷۱ بخشی بوده و از به روز کردن جدول داده- ستانده متقارن سال ۱۳۸۰ و تلفیق آن با حساب‌های ملی سال ۱۳۹۰ به دست آمده است. همچنین، در این ماتریس، بخش کشاورزی، صنعت و خدمات به ترتیب به ۴، ۲۵ و ۴۲ زیربخش تقسیم شده اند. علاوه بر این، نهادها نیز شامل خانوارها، شرکت‌ها، دولت و دنیای خارج بوده و خانوارها نیز به مشتمل بر دو گروه خانوارهای شهری و روستایی و در بردارنده دهک‌های جمعیتی می‌باشند. در مطالعه حاضر، زیربخش‌های یاد شده در سه بخش اصلی صنعت، کشاورزی و خدمات و خانوارها نیز در یک گروه تجمیع شده است. ماتریس حسابداری اجتماعی کلان سال ۱۳۹۰ در جدول ۳ ارائه شده است.

داده‌های مربوط به برآورد مدل تحقیق به صورت فصلی برای دوره ۹۵-۱۳۸۷ از بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، مرکز آمار ایران و وزارت نیرو گردآوری شد. علاوه بر این، جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از نرم‌افزار Matlab استفاده شد.

**جدول ۳.** ماتریس حسابداری اجتماعی کلان ایران در سال ۱۳۹۰

| حساب | تولید | عوامل تولید | نهادها | انباشت سرمایه | دنیای خارج | جمع ورودی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تولید | ۳/۷۴۴/۷۲۲/۶۲۷ | ۰ | ۳/۶۴۱/۱۱۷/۰۷۴ | | ۸۲۳/۲۴۷/۱/۹۰۶ | ۱۱/۴۹۵/۶۰۵/۲۴۳ |
| عوامل تولید | ۶/۲۰۹/۲۷۱/۳۷۷ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲۳/۸۰۲/۸۸۷ | ۶/۲۳۳/۰۷۴/۲۶۴ |
| نهادها | ۱۲۹/۲۲۳/۵۶۴ | ۶/۲۱۲/۸۰۶/۶۲۲ | ۱/۰۸۵/۲۳۷/۷۴۶ | ۰ | ۴/۴۶۷/۲۶۶ | ۷/۴۳۱/۷۳۵/۱۹۹ |
| پس‌انداز | ۰ | ۰ | ۲/۶۹۹/۷۳۴/۸۶۰ | ۰ | ۰ | ۲/۶۹۹/۷۳۴/۸۶۰ |
| دنیای خارج | ۱/۴۱۲/۳۸۷/۶۷۴ | ۲۰/۲۶۷/۶۴۲ | ۵/۶۴۵/۵۲۰ | | ۰ | ۱/۹۳۵/۰۹۳/۴۰۰ |
| جمع ورودی | ۱۱/۴۹۵/۶۰۵/۲۴۳ | ۶/۲۳۳/۰۷۴/۶۴۲ | ۷/۴۳۱/۷۳۵/۱۹۹ | | ۱/۹۳۵/۰۹۳/۴۰۰ | ۲۹/۷۹۵/۲۴۲/۹۶۶ |

**مأخذ:** مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

## ٤- نتایج برآورد مدل

یکی از مسایل بسیار مهم در حل مدل‌های CGE، روش برآورد پارامترهای موجود است که استفاده از روش کالیبراسیون، به دلیل سادگی و نیاز به اطلاعات کمتر نسبت به روش اقتصادسنجی، با استقبال فراوانی از سوی مدل سازان روبه‌رو بوده است. بر این اساس، مدل کالیبره شد. مقادیر کالیبره شده و پارامترهای مدل بر اساس ماتریس SAM سال ۱۳۹۰ و سناریوی پایه در جدول ۴ ارائه شده است.

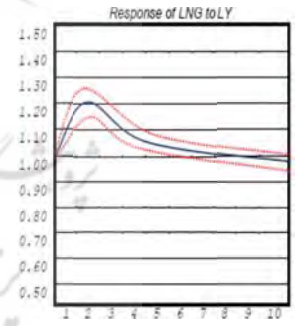
در ادامه به بررسی توابع واکنش آنی (IRF)[1] یعنی چگونگی اثرپذیری مصرف انرژی‌های فسیلی (نفت‌گاز، بنزین و گاز طبیعی)، انتشار گازهای گلخانه‌ای و رفاه اجتماعی از شوک مثبت رشد اقتصادی، در قالب سناریوهای وضع مالیات سبز (پایه، ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪) بر مصرف انرژی‌های یاد شده در ایران پرداخته می‌شود. توابع واکنش آنی بیانگر این است که اگر یک شوک یا تغییر ناگهانی به اندازه یک انحراف معیار در رشد اقتصادی ایجاد شود، تأثیر آن بر مصرف انرژی‌های فسیلی، انتشار گازهای آلاینده و رفاه اجتماعی در قالب سناریوهای وضع مالیات سبز چگونه خواهد بود.

1. Impulse Response Function

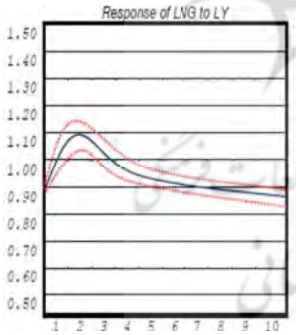
**جدول ٤.** مقادیر کالیبره شده و پارامترهای مدل

| تابع | پارامتر/ کشش | | بخش صنعت | بخش کشاورزی | بخش خدمات |
|---|---|---|---|---|---|
| مصرف | سهم کالا | | ۰/۱۸۴ | ۰/۲۳۱ | ۰/۵۸۵ |
| | میل نهایی به مصرف خانوارها | | ۰/۶۳۳ | ۰/۶۳۳ | ۰/۶۳۳ |
| | انتقال یا کارایی | | ۱/۴۲۳ | ۱/۸۲۶ | ۱/۹۰۳ |
| تولید کاب– داگلاس | سهم عوامل تولید | نیروی کار | ۰/۱۱۳ | ۰/۲۹۰ | ۰/۳۴۳ |
| | | سرمایه | ۰/۸۸۷ | ۰/۷۱۰ | ۰/۶۵۷ |
| تولید نهایی لئونتیف | سهم واسطه‌های نهایی | صنعت | ۰/۲۸۸ | ۰/۰۶۷ | ۰/۱۱۹ |
| | | کشاورزی | ۰/۰۱۱ | ۰/۳۶۹ | ۰/۰۰۹ |
| | | خدمات | ۰/۱۶۹ | ۰/۱۰۶ | ۰/۱۴۷ |
| کالای مرکب آرمینگتون | سهم ارزش افزده | | ۰/۵۳۱ | ۰/۴۵۸ | ۰/۷۲۵ |
| | کشش جانشینی | | ۱/۴ | ۱/۴ | ۱/۴ |
| | سهم واردات | | ۰/۴۶۱ | ۰/۲۷۶ | ۰/۰۷۸ |
| | انتقال | | ۲/۲۰۱ | ۱/۸۳۳ | ۱/۲۳۱ |
| تابع تبدیل | کشش تبدیل | | ۱/۲ | ۱/۲ | ۱/۲ |
| | سهم صادرات | | ۰/۵۲۴ | ۰/۸۸۲ | ۰/۹۳۴ |
| | انتقال | | ۲/۰۰۳ | ۳/۳۴۲ | ۴/۴۷۶ |
| سهم صندوق توسعه ملی از درآمدهای نفتی | | | | ۰/۲۰ | |
| سهم شرکت ملی نفت از درآمدهای نفتی | | | | ۰/۱۴۵ | |
| سهم مناطق نفت خیز و محروم از درآمدهای نفتی | | | | ۰/۰۲ | |
| سهم تسهیلات اعطایی به بخش خصوصی از صندوق توسعه ملی | | | | ۰/۱۵ | |
| نرخ سود تسهیلات اعطایی به بخش خصوصی | | | | ۰/۰۱۵ | |
| نرخ سود مانده ذخایر صندوق در هر دوره | | | | ۰/۰۱۳۷ | |

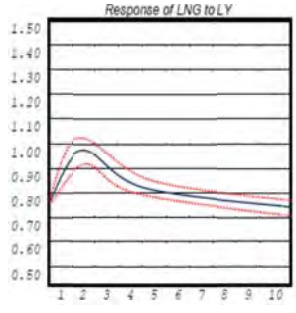
**مأخذ:** یافته‌های تحقیق



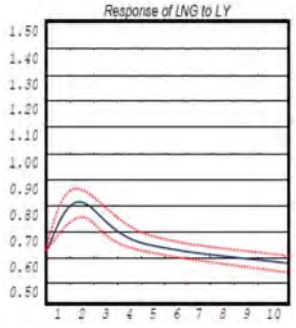

**نمودار ۱.** IRF گاز طبیعی به رشد اقتصادی (سناریوی ۰)



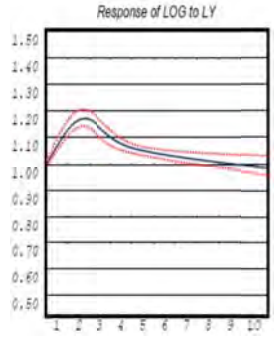

**نمودار ۲.** IRF گاز طبیعی به رشد اقتصادی (سناریوی ۱)



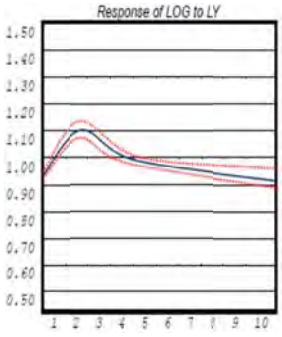

**نمودار ۳.** IRF گاز طبیعی به رشد اقتصادی (سناریوی ۲)



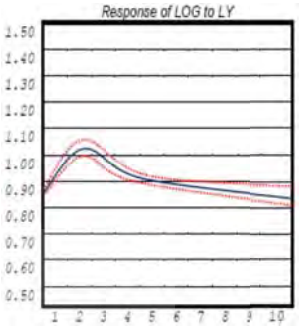

**نمودار ٤.** IRF گاز طبیعی به رشد اقتصادی (سناریوی ۳)



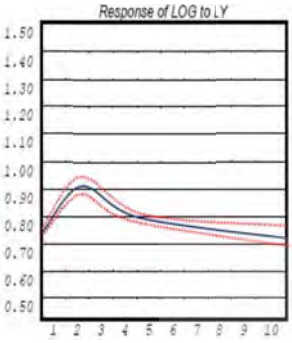

**نمودار ۵.** IRF نفت‌گاز به رشد اقتصادی (سناریوی ۰)



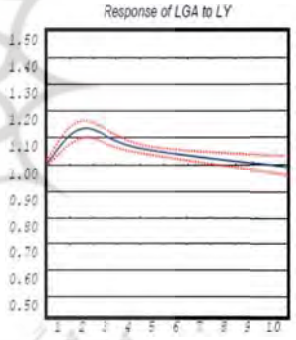

**نمودار ٦.** IRF نفت‌گاز به رشد اقتصادی (سناریوی ۱)



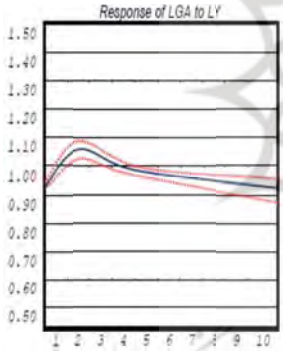

**نمودار ۷.** IRF نفت‌گاز به رشد اقتصادی (سناریوی ۲)



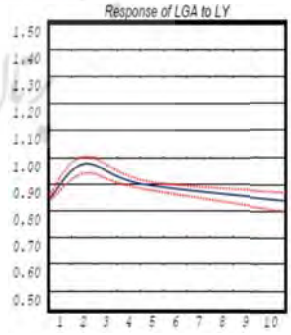

**نمودار ۸.** IRF نفت‌گاز به رشد اقتصادی (سناریوی ۳)



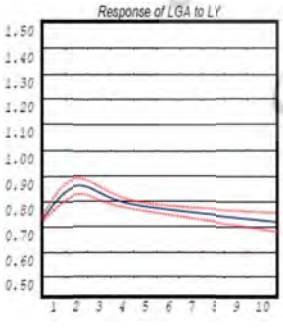

**نمودار ۹.** IRF بنزین به رشد اقتصادی (سناریوی ۰)



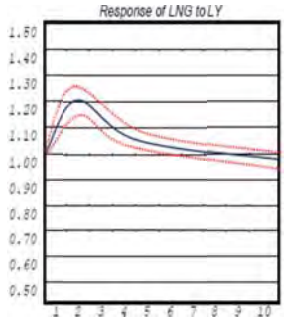

**نمودار ۱۰.** IRF بنزین به رشد اقتصادی (سناریوی ۱)



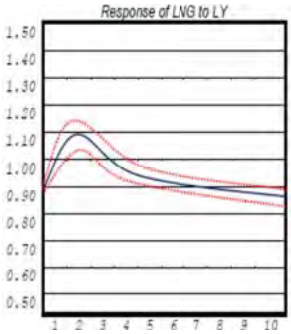

**نمودار ۱۱.** IRF بنزین به رشد اقتصادی (سناریوی ۲)



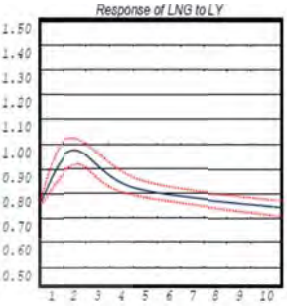

**نمودار ۱۲.** IRF بنزین به رشد اقتصادی (سناریوی ۳)



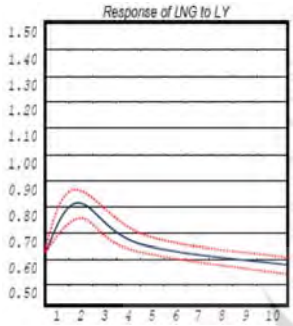

**نمودار ۱.** IRF گاز طبیعی به رشد اقتصادی (سناریوی ۰)



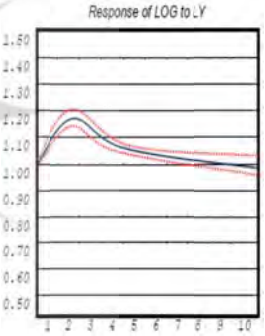

**نمودار ۲.** IRF گاز طبیعی به رشد اقتصادی (سناریوی ۱)



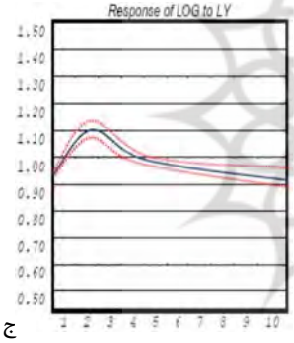

**نمودار ۳.** IRF گاز طبیعی به رشد اقتصادی (سناریوی ۲)




**نمودار ٤.** IRF گاز طبیعی به رشد اقتصادی (سناریوی ۳)

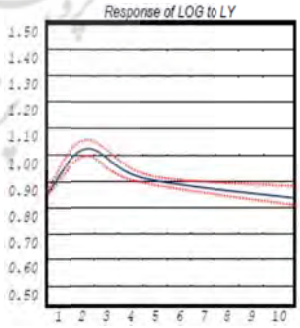



**نمودار ۵.** IRF نفت‌گاز به رشد اقتصادی (سناریوی ۰)

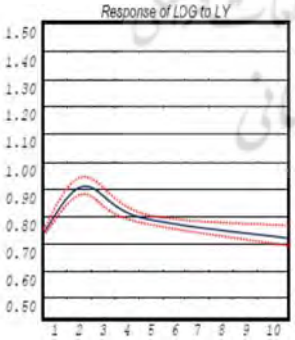



ج

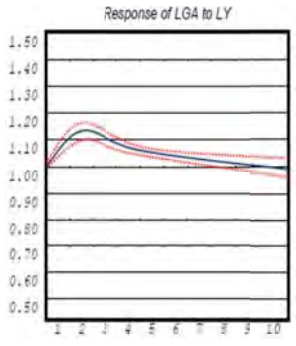
**نمودار ٦.** IRF نفت‌گاز به رشد اقتصادی (سناریوی ۱)



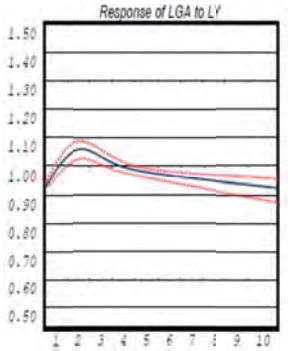

**نمودار ۷.** IRF نفت‌گاز به رشد اقتصادی (سناریوی ۲)



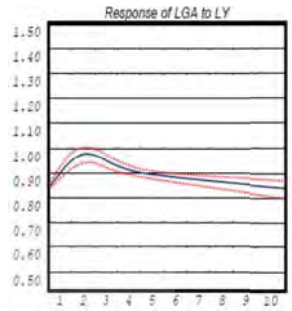

**نمودار ۸.** IRF نفت‌گاز به رشد اقتصادی (سناریوی ۳)



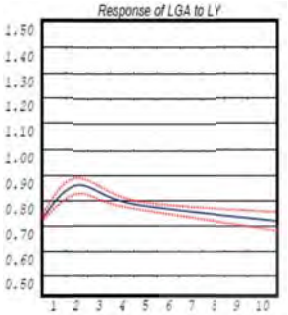

**نمودار ۹.** IRF بنزین به رشد اقتصادی (سناریوی ۰)



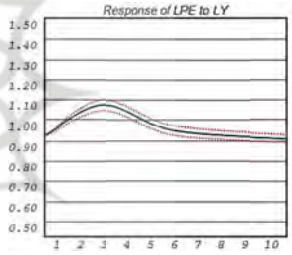

**نمودار ۱۰.** IRF بنزین به رشد اقتصادی (سناریوی ۱)



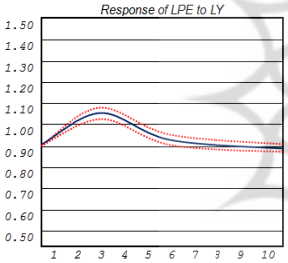

**نمودار ۱۱.** IRF بنزین به رشد اقتصادی (سناریوی ۲)



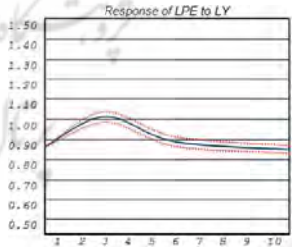

**نمودار ۱۲.** IRF بنزین به رشد اقتصادی (سناریوی ۳)



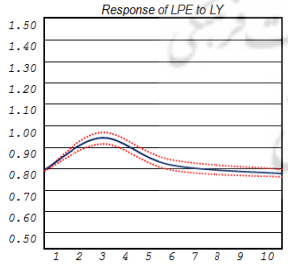

**نمودار ۱۳.** IRF انتشار گازهای آلاینده به رشد اقتصادی (سناریوی ۰)



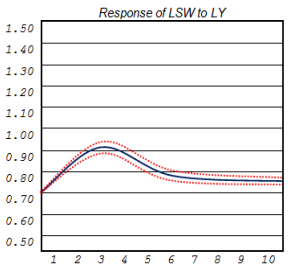

**نمودار ۱٤.** IRF انتشار گازهای آلاینده به رشد اقتصادی (سناریوی ۱)



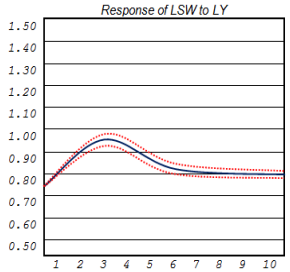

**نمودار ۱۵.** IRF انتشار گازهای آلاینده به رشد اقتصادی (سناریوی ۲)



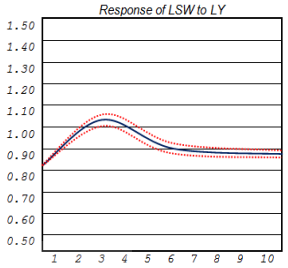

**نمودار ۱٦.** IRF انتشار گازهای آلاینده به رشد اقتصادی (سناریوی ۳)



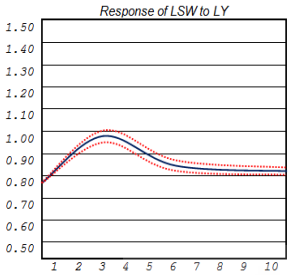

**نمودار ۱۷.** IRF رفاه اجتماعی به رشد اقتصادی (سناریوی ۰)




**نمودار ۱۸.** IRF رفاه اجتماعی به رشد اقتصادی (سناریوی ۱)




**نمودار ۱۹.** IRF رفاه اجتماعی به رشد اقتصادی (سناریوی ۲)




**نمودار ۲۰.** IRF رفاه اجتماعی به رشد اقتصادی (سناریوی ۳)

به طور کلی می‌توان بیان داشت که همراه با افزایش نرخ وضع مالیات بر مصرف انرژی‌های فسیلی، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، از روند افزایش مصرف گاز طبیعی کاسته می‌شود. همچنین، با اعمال ۰٪ و ۵٪ مالیات سبز، مصرف گاز طبیعی کارایی نداشته (شدت مصرف انرژی بیش از یک) و با اعمال ۱۰٪ و ۲۰٪ مالیات سبز، مصرف گاز طبیعی کارایی خواهد داشت (شدت مصرف انرژی کمتر از یک).

همچنین، همراه با افزایش نرخ وضع مالیات بر مصرف انرژی‌های فسیلی، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، از روند افزایش مصرف نفت‌گاز کاسته می‌شود. همچنین، با اعمال ۰٪، ۵٪ و ۱۰٪ مالیات سبز، مصرف نفت‌گاز کارایی نداشته (شدت مصرف انرژی بیش از یک) و با اعمال ۲۰٪ مالیات سبز، مصرف نفت‌گاز کارایی خواهد داشت (شدت مصرف انرژی کمتر از یک).

علاوه بر این، همراه با افزایش نرخ وضع مالیات بر مصرف انرژی‌های فسیلی، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، از روند افزایش مصرف بنزین کاسته می‌شود. همچنین، با اعمال ۰٪ و ۵٪ مالیات سبز، مصرف بنزین کارایی نداشته (شدت مصرف انرژی بیش از یک) و با اعمال ۱۰٪ و ۲۰٪ مالیات سبز، مصرف بنزین کارایی خواهد داشت (شدت مصرف انرژی کمتر از یک).

از طرف دیگر، همراه با افزایش نرخ وضع مالیات بر مصرف انرژی‌های فسیلی، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، از روند افزایش انتشار گازهای آلاینده کاسته می‌شود. همچنین، با اعمال ۰٪ و ۵٪ مالیات سبز، با افزایش رشد اقتصادی، انتشار گازهای آلاینده بیش از رشد اقتصادی افزایش می‌یابد. لیکن با اعمال ۱۰٪ مالیات سبز، با افزایش رشد اقتصادی، انتشار گازهای آلاینده تقریباً معادل رشد اقتصادی افزایش می‌یابد. در نهایت، با اعمال ۲۰٪ مالیات سبز، با افزایش رشد اقتصادی، انتشار گازهای آلاینده کمتر از رشد اقتصادی کاهش می‌یابد. لذا به منظور کاهش انتشار گازهای آلاینده در فرایند رشد اقتصادی، می‌بایست نرخ مالیات سبز بیش از ۱۰٪ اعمال شود.

در نهایت، در سناریوهای اعمال ۰٪ و ۵٪ نرخ مالیات سبز، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، رفاه اجتماعی کمتر از ۱٪ افزایش می‌یابد (به ترتیب، ۰/۹۱٪ و ۰/۹۵٪). زیرا نرخ‌های یاد شده، جهت کاهش اثرات منفی اجتماعی ناشی از انتشار گازهای آلاینده کافی نمی‌باشند. لیکن همراه با افزایش نرخ مالیات سبز از ۰٪ به ۵٪، رفاه اجتماعی افزایش می‌یابد. زیرا اثرات مثبت کاهش انتشار گازهای آلاینده بیشتر از اثرات منفی ناشی از وضع مالیات بر تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان می‌باشد. همچنین، با اعمال وضع مالیات سبز معادل ۱۰٪، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص

داخلی وارد شود، رفاه اجتماعی بیش از ۱٪ افزایش می‌یابد (۱/۰۳٪). زیرا نرخ یاد شده، جهت کاهش اثرات منفی اجتماعی ناشی از انتشار گازهای آلاینده کافی می‌باشد. در نهایت، با اعمال وضع مالیات سبز معادل ۲۰٪، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، رفاه اجتماعی کمتر از ۱٪ افزایش یافته (۰/۹۸٪) و در مقایسه با وضع نرخ مالیات معادل ۱۰٪، رفاه اجتماعی کاهش می‌یابد. زیرا اثرات مثبت کاهش انتشار گازهای آلاینده کمتر از اثرات منفی ناشی از وضع مالیات بر تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان می‌باشد. لذا در میان سناریوهای مورد بررسی، نرخ مالیات سبز ۱۰٪ بهترین سناریو جهت افزایش رفاه اجتماعی می‌باشد.

## ۵- بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه سناریوهای اثر مالیات سبز (پایه، ۵٪، ۱۰٪ و ۲۰٪) بر مصرف انرژی‌های فسیلی (نفت‌گاز، بنزین و گاز طبیعی)، انتشار گازهای گلخانه‌ای و رفاه اجتماعی در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE) و نرم‌افزار Matlab شبیه‌سازی شد. کالیبراسیون مدل با بکارگیری ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ و سناریوی پایه (۰٪ اعمال مالیات سبز بر انرژی‌های فسیلی) صورت پذیرفت. بر این اساس مهمترین یافته‌های تحقیق عبارتند از:

أ. همراه با افزایش نرخ وضع مالیات بر مصرف انرژی‌های فسیلی، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، از روند افزایش مصرف نفت‌گاز کاسته می‌شود. همچنین، با اعمال ۰٪، ۵٪ و ۱۰٪ مالیات سبز، مصرف نفت‌گاز کارایی نداشته (شدت مصرف انرژی بیش از یک) و با اعمال ۲۰٪ مالیات سبز، مصرف نفت‌گاز کارایی خواهد داشت (شدت مصرف انرژی کمتر از یک).

ب. همراه با افزایش نرخ وضع مالیات بر مصرف انرژی‌های فسیلی، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، از روند افزایش مصرف گاز طبیعی کاسته می‌شود. همچنین، با اعمال ۰٪ و ۵٪ مالیات سبز، مصرف گازطبیعی کارایی نداشته (شدت مصرف انرژی بیش از یک) و با اعمال ۱۰٪ و ۲۰٪ مالیات سبز، مصرف گاز طبیعی کارایی خواهد داشت (شدت مصرف انرژی کمتر از یک).

ج. همراه با افزایش نرخ وضع مالیات بر مصرف انرژی‌های فسیلی، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، از روند افزایش مصرف بنزین کاسته می‌شود. همچنین، با اعمال ۰٪ و ۵٪ مالیات سبز، مصرف بنزین کارایی نداشته (شدت مصرف انرژی بیش از یک) و با اعمال ۱۰٪ و ۲۰٪ مالیات سبز، مصرف بنزین کارایی خواهد داشت (شدت مصرف انرژی کمتر از یک).

د. همراه با افزایش نرخ وضع مالیات بر مصرف انرژی‌های فسیلی، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، از روند افزایش انتشار گازهای آلاینده کاسته می‌شود. همچنین، با اعمال ۰٪ و ۵٪ مالیات سبز، با افزایش رشد اقتصادی، انتشار گازهای آلاینده بیش از رشد اقتصادی افزایش می‌یابد. لیکن با اعمال ۱۰٪ مالیات سبز، با افزایش رشد اقتصادی، انتشار گازهای آلاینده تقریباً معادل رشد اقتصادی افزایش می‌یابد. در نهایت، با اعمال ۲۰٪ مالیات سبز، با افزایش رشد اقتصادی، انتشار گازهای آلاینده کمتر از رشد اقتصادی کاهش می‌یابد. لذا به منظور کاهش انتشار گازهای آلاینده در فرایند رشد اقتصادی، می‌بایست نرخ مالیات سبز بیش از ۱۰٪ اعمال شود.

ه. در سناریوهای اعمال ۰٪ و ۵٪ نرخ مالیات سبز، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، رفاه اجتماعی کمتر از ۱٪ افزایش می‌یابد (به ترتیب، ۰/۹۱٪ و ۰/۹۵٪). زیرا نرخ‌های یاد شده، جهت کاهش اثرات منفی اجتماعی ناشی از انتشار گازهای آلاینده کافی نمی‌باشند. لیکن همراه با افزایش نرخ مالیات سبز از ۰٪ به ۵٪، رفاه اجتماعی افزایش می‌یابد. زیرا اثرات مثبت کاهش انتشار گازهای آلاینده بیشتر از اثرات منفی ناشی از وضع مالیات بر تولیدکنندگان و مصرف کنندگان می‌باشد. همچنین، با اعمال وضع مالیات سبز معادل ۱۰٪، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، رفاه اجتماعی بیش از ۱٪ افزایش می‌یابد (۱/۰۳٪). زیرا نرخ یاد شده، جهت کاهش اثرات منفی اجتماعی ناشی از انتشار گازهای آلاینده کافی می‌باشد. در نهایت، با اعمال وضع مالیات سبز معادل ۲۰٪، اگر یک شوک مثبت به اندازه یک انحراف معیار (۱٪) بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، رفاه اجتماعی کمتر از ۱٪ افزایش یافته (۰/۹۸٪) و در مقایسه با وضع نرخ مالیات معادل ۱۰٪، رفاه اجتماعی کاهش می‌یابد. زیرا اثرات مثبت کاهش انتشار گازهای آلاینده کمتر از اثرات منفی ناشی از وضع مالیات بر تولیدکنندگان و مصرف

کنندگان می‌باشد. لذا در میان سناریوهای مورد بررسی، نرخ مالیات سبز ۱۰٪ بهترین سناریو جهت افزایش رفاه اجتماعی می‌باشد.

علاوه بر این، نتایج مطالعه حاضر با بخشی از یافته‌های تحقیق وبستر و آیاتاکشی (۲۰۱۳) که به بررسی تأثیر مالیات‌های زیست‌محیطی در انگلستان پرداخته و دریافتند که این سیاست بر رفاه بنگاه‌های تولیدی تأثیرگذار است، همخوانی دارد. همچنین، یافته‌های تحقیق مطالعه حاضر بخشی از نتایج مطالعه اوئسلاتی (۲۰۱۵) را که به بررسی تأثیر اصلاح مالیات زیست محیطی بر روی رشد و رفاه در انگلستان پرداخته و دریافت که اصلاحات مالیاتی رشد و رفاه را در بلندمدت بهبود می‌بخشد، تأیید می‌کند. از طرف دیگر، نتایج مطالعه حاضر با بخشی از یافته‌های تحقیق ویسه و لین (۲۰۱۸) که به بررسی تأثیر مالیات کربن بر تولید، رفاه و آلودگی محیط زیست در چین پرداخته و دریافتند که مالیات کربن، علی‌رغم کاهش تولید در بخش‌های مختلف، آلودگی زیست محیطی را کاهش می‌دهد، همخوانی دارد. در نهایت، یافته‌های مطالعه حاضر بخشی از نتایج مطالعه مقیمی و همکاران (۱۳۹۰) را که به بررسی آثار رفاهی و زیست محیطی مالیات سبز پرداخته و دریافتند که با وضع مالیات بر سوخت، تقاضای واسطه‌ای و مصرفی سوخت‌های فسیلی کاهش می‌یابد، تأیید می‌کند.

اما با توجه به نتایج تحقیق می‌توان نکات زیر را به صورت پیشنهاد به کار گرفت:

حفظ محیط زیست به عنوان یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار، در کنار سایر ابعاد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی توسعه جامعه، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است که علاوه بر تصریح آن در قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، در برنامه‌های کلان و اسناد بالادستی نظام، از جمله سند چشم انداز ۲۰ ساله نیز مورد تأکید قرار گرفته است. طی سال‌های اخیر، رشد اقتصادی کشور مبتنی بر بهره برداری گسترده از منابع طبیعی بوده که این امر باعث ایجاد خسارات جبران ناپذیری به محیط زیست شده و مشکلات متعددی از جمله آلودگی هوا و کمبود آب را برای کشور به همراه داشته است. یکی از کاراترین و کم هزینه‌ترین سیاست‌ها در جهت دستیابی به اقتصاد سبز و گذار از شرایط موجود، مالیات‌های سبز می‌باشد. این ابزار سیاستی از مزیت‌های قابل توجهی برخوردار است که در صورت به کارگیری صحیح می‌تواند اهداف زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی را به صورت توأم محقق سازد.

با توجه به اینکه نتایج تحقیق نشان داد که اعمال مالیات سبز می‌تواند منجر به کاهش مصرف بی‌رویه انرژی‌های فسیلی (نفت‌گاز، گازطبیعی و بنزین)، کاهش انتشار گازهای آلاینده و افزایش رفاه اجتماعی شود، بهره‌گیری از نظام اعمال مالیات سبز در چارچوب نظام مالیاتی کشور به عنوان یکی از مالیات‌های غیرمستقیم ضروری می‌باشد.

همچنین، اعمال مالیات‌های سبز ضمن افزایش درآمدهای دولت و اثرات مثبت اقتصادی از دو جهت می‌تواند بر حفاظت از محیط زیست اثرگذار باشد: اولاً دولت با استفاده از درآمد حاصل از اخذ مالیات سبز، می‌تواند سیاست‌های حفاظتی خود را در خصوص محیط زیست پیگیری کند، ثانیاً اعمال این سیاست مالیاتی، بخش‌های تولیدی را ترغیب می‌کند به منظور کاهش هزینه‌های خود، نسبت به تغییر تکنولوژی، به کارگیری شیوه‌های نوین تولید و در نتیجه کاهش انتشار آلاینده‌ها در فرایند تولید خود اقدام کنند.

به عبارت دیگر، حرکت به سمت تکنولوژی‌های سبز و پاک به ویژه در بخش تولید (با اهرم فشار اعمال مالیات سبز) باعث می‌شود که کشور در مسیر رشد پایدار قرار گیرد. به‌طوری که ضمن صرفه‌جویی در مصرف انرژی، با تکیه بر پتانسیل‌های موجود و تشویق سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، کشور می‌تواند در مسیر توسعه پایدار و رشد اقتصاد سبز قرار گیرد تا بدین ترتیب از وابستگی شدید اقتصادی به سوخت‌های فسیلی و در نهایت میزان آلودگی زیست محیطی کاسته شود. از طرف دیگر، اعمال مالیات‌های سبز در کشور می‌تواند باعث افزایش کیفیت محیط زیست و همچنین کمک به بازسازی و احیاء منابع طبیعی باشد. این مالیات‌ها به عنوان یکی از بهینه‌ترین ابزارهای سیاستی، طی سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از کشورها قرار گرفته است. به کارگیری صحیح این ابزار مطابق با اصول علمی و شناسایی نقاط قوت و ضعف آن با مرور تجربیات جهانی، می‌تواند منافع گسترده‌ای را برای کشور به همراه داشته باشد. در این راستا، جهت اعمال و اجرای صحیح نظام مالیات سبز، پیشنهادات زیر ارائه می‌شود:

مالیات زیست محیطی (سبز) می‌بایست معتبر باشد و عامه مردم باید متقاعد شوند که دولت متعهد به اعمال این نوع مالیات است. نرخ مالیات‌های زیست محیطی در عین قابل پیش‌بینی بودن لازم است گاهی اوقات به تدریج افزایش یابند تا به سطح اعلام شده برسند. همچنین، نرخ‌های مالیات سبز می‌بایست متناسب با برخی عوامل نظیر تورم و رشد واقعی اقتصاد، تغییر ترجیحات شهروندان برای حفاظت از محیط زیست و اثر نوآوری بر هزینه کاهش آلودگی تغییر یابند. علاوه بر این، با توجه به دشواری جبران بخش‌های آسیب‌دیده از

خسارات زیست محیطی، بهتر است درآمدهای حاصل از مالیات‌های زیست‌محیطی به منظور انطباق با آسیب‌های زیست محیطی، جبران هزینه‌های افزایش یافته بیمارستان‌ها و ... به کار گرفته شود. گاهی اوقات اختصاص درآمدهای حاصل از مالیات زیست محیطی در زمینه‌هایی مانند تأمین هزینه‌های عمومی یارانه‌ها یا نوآوری‌های زیست محیطی، می‌تواند به افزایش پذیرش سیاستی مالیات کمک کند. از طرف دیگر، به منظور ایجاد مشارکت حداکثری و افزایش پذیرش سیاست اعمال مالیات سبز، برقراری ارتباطات شفاف و بهره‌مندی از نظرات ذینفعان در طراحی مالیات‌های سبز ضروری است. در نهایت، با توجه به مزیت‌های عمده مالیات‌های سبز، تدوین صحیح این مالیات‌ها و پیش بینی نحوه اثرگذاری آنها بر فعالیت‌های اقتصادی بخش‌های مختلف کشور اهمیت دارد. در این راستا، انجام مطالعات جامع فرابخشی به ویژه در حوزه‌های آب و انرژی که کشور از نظر بهره وری در آنها از وضعیت مناسبی برخوردار نمی‌باشد، بایستی در اولویت قرار گیرد که این امر نیازمند همکاری دستگاه‌های مختلف و هماهنگی آنها در طراحی صحیح مالیات‌های سبز متناسب با شرایط و محدودیت‌های کشور می‌باشد.

## منابع


ابویی مهریزی، عطیه؛ فریدزاد، علی و بالونژاد، روزبه (۱۳۹۷). "سنجش آثار توزیعی ناشی از افزایش قیمت حامل‌های انرژی در ایران: مقایسه مدل‌های قیمتی داده-ستانده". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، دوره ۸، شماره ۳۰، ۱۸۷-۱۶۷.

اسلامی اندارگلی، مجید و هادیان، ابراهیم (۱۳۹۳). "ارزیابی تأثیر مالیات سبز بر اشتغال بخش‌های مختلف اقتصادی کشور ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه". مطالعات اقتصاد انرژی، دوره ۱۰، شماره ۴۳، ۸۵-۴۷.

ترکی هرچگانی، محمدعلی و دهمرده، نظر (۱۳۹۷). "مدل‌سازی تأثیرات مالیات سبز بر هزینه‌های سلامت با استفاده از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه". *فصلنامه مدلسازی اقتصادی*، دوره ۱۲، شماره ۴۳، ۹۷-۷۹.

جباری، امیر؛ مرادخانی، نرگس و فیروزه، غزال (۱۳۹۶). "بررسی اعمال مالیات سبز بر حامل‌های انرژی انتشار دهنده گاز دی اکسید کربن و منفعت مضاعف ناشی از آن در اقتصاد ایران". *اقتصاد و الگوسازی*، دوره ، شماره ۱۳، ۱۴۷-۱۲۵.

جعفری صمیمی، احمد و علیزاده ملفه، الهام (۱۳۹۵). "شبیه‌سازی مالیات سبز بر رشد اقتصادی در ایران با کاربرد روش تعادل عمومی قابل محاسبه". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، دوره ۶، شماره ۲۲، ۷۰-۵۷.

حری، حمیدرضا؛ جلایی، سید عبدالمجید و جعفری، سعید (۱۳۹۲). "بررسی تأثیر توسعه مالی و مصرف انرژی بر تخریب زیست محیطی در ایران در چارچوب فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)". *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی*، دوره ۲، شماره ۶، ۴۸-۲۷.

حسین‌زاده کندسری، زهرا و مداح، مجید (۱۳۹۷). "اثر مالیات آلودگی بر تقاضای خانوارها برای کالاهای آلوده‌کننده محیط زیست". *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره ۲۰، شماره ۳، ۱۱۵-۱۰۵.

حیدری، مهدی؛ یعقوب‌نژاد، یحیی؛ هلالی، ریحانه و عباسپور، مرتضی (۱۳۹۴). "ارائه مدلی جهت تعیین نرخ بهینه مالیات‌های زیست محیطی (با تأکید بر تخصیص مجدد در صنعت برق ایران)". *پژوهشنامه مالیات*، شماره ۲۶، ۸۵-۶۵.

رافعی، میثم و صیادی، محمد (۱۳۹۷). "سیاست مالی دولت و رفاه اجتماعی در ایران با تأکید بر شاخص آمارتیاسن (رهیافت آزمون ARDL کرانه‌ها)". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، دوره ۸، شماره ۳۲، ۱۶۸-۱۵۱.

صیادی، محمد؛ محمدی، تیمور و شاکری، عباس (۱۳۹۵). "چارچوب سیاست مالی برای مدیریت درآمدهای نفتی در ایران: رویکرد تعادل عمومی تصادفی پویا (DSGE)". *پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی*، دوره ۲، شماره ۲، ۷۶-۳۳.

عامری، ریحانه و میری، اشرف السادات (۱۳۹۴). "بررسی مالیات‌های محیط‌زیست با تأکید بر وضع مالیات سبز در حفظ حقوق محیط‌زیست در ایران". *مجله اقتصادی*، دوره ۱۵، شماره ۱۱ و ۱۲، ۶۴-۴۹.

قائد، ابراهیم؛ دهقانی، علی و فتاحی، محمد (۱۳۹۸). "بررسی تأثیر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی ایران". *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، دوره ۹، شماره ۳۵، ۱۴۸-۱۳۷.

قزوینیان، محمدحسن؛ هژبرکیانی، کامبیز؛ دهقانی، علی؛ زندی، فاطمه و سعیدی، خلیل (۱۳۹۷). "مقایسه تطبیقی اثر شوک‌های مصرف کل انرژی بر انتشار دی اکسید کربن و رشد اقتصادی در ایران و کشورهای منتخب منا". *فصلنامه علمی*

*پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، دوره ۹، شماره ۳۳، ۱۰۸-۹۱.

مجدزاده طباطبائی، شراره و هادیان، ابراهیم (۱۳۹۷). "بررسی اثرات اقتصادی، رفاهی و زیست محیطی سیاست قیمت گذاری تعرفه‌ای به منظور توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران: کاربرد الگوی تعادل عمومی پویای محاسبه‌پذیر با رهیافت تلفیقی". *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، دوره ۶ شماره ۲۴، ۱۸۶-۱۵۱.

مقیمی، مریم؛ شاهنوشی، ناصر؛ دانش، شهناز؛ اکبری مقدم، بیت ا... و دانشور، محمود (۱۳۹۰). "بررسی آثار رفاهی و زیست محیطی مالیات سبز و کاهش یارانه سوخت در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه". *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، دوره ۱۹، شماره ۷۵، ۱۰۸-۷۹.

وزارت نیرو، معاونت برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی، ترازنامه انرژی، ۱۳۹۵.

Arndt, C., Robinson, S. & Tarp. F. (2002). "Parameter Estimation for a Computable General Equilibrium Model: A Maximum Entropy Approach". *Economic Modelling*, 19, 375–398.

Boys, K. A. & Florax. R. J. G. M. (2008). "Meta-Regression Estimates for CGE Models: Input Substitution Elasticities in Production Agriculture". *Paper presented at the Eleventh Annual Conference on Global Economic Analysis, Helsinki, Finland, and June*, 12–14.

Chang, M. C., Hu, J. L. & Han, T. F. (2014). "An Analysis of a Feed-in Tariff in Taiwan's Electricity Market". *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 44(1), 916-920.

Decaluwé, B., Lemelin, A., Maisonnave, H. & Robichaud. V. (2013). "Standard PEP Model: Single-Country, Recursive Dynamic Version, Politique Économique et Pauvreté/Poverty and Economic Policy Network. Université Laval, Québec, 220-245.

Hosoe, N. (2004). "Computable General Equilibrium Modeling with GAMS". [online]<ww3.grips.ac.jp/~nhosoe/cge.gams20040209.pdf>.

IEA. (2017). "Energy Price & Taxes". Second Quarter.

Löfgren, H. (2001). "A CGE Model for Malawi: Technical Documentation". TMD Discussion Paper, No. 70, *International Food Policy Research institute*, Washington D.C., U.S.A., 55-68.

Miguel, C. & Manzano, B. (2011). "Gradual Green Tax Reforms". *Energy Economics Journal*, 33, S50–S58.

Moller, N. F. (2017). "Energy Demand, Substitution and Environmental Taxation: An Econometric Analysis of Eight Subsectors of the Danish Economy". *Energy Economics Journal*, 61, 97-109.

Oueslati, W. (2015). "Growth and Welfare Effects of Environmental Tax Reform and Public Spending Policy". *Economic Modelling*, 45, 1-13.

Webster, A. & Sukanya, A. (2013). "The Effect of Fossil Energy and Other Environmental Taxes on Profit Incentives for Change in an Open Economy: Evidence from the UK". *Energy Policy Journal*. 61, 1422–1431.

Wesseh, P. K. & Lin, B. (2018). "Optimal Carbon Taxes for China and Implications for Power Generation, Welfare, and the Environment". *Energy Policy*, 118, 1-8.