

بررسی اثرات اقتصادی مالیات بر آلاینده‌ها در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر

کمال سعادت‌تی

دانشجوی دکترا دانشگاه سیستان و بلوچستان (نویسنده مسئول)

kamal.saadati@yahoo.com

جواد شهرکی

دانشیار دانشگاه سیستان و بلوچستان

j.shahraki@eco.usb.ac.ir

احمد اکبری

استاد دانشگاه سیستان و بلوچستان

a.akbari@yahoo.com

رمضان حسین‌زاده

استادیار دانشگاه سیستان و بلوچستان

ra.hosainzadeh@gmail.com

پژوهش حاضر به بررسی اثرات اقتصادی مالیات بر آلاینده‌ها در ایران در سال ۱۳۹۰ می‌پردازد. بدین منظور از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر و اطلاعات ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ استفاده می‌شود. به منظور ارزیابی اثر مالیات بر آلاینده‌ها بر متغیرهای اقتصادی و سطح تولید بخش‌های اقتصادی، شش سناریو تعریف می‌شود. نتایج نشان می‌دهد، وضع مالیات بر آلاینده‌ها با لحاظ اثر مثبت کاهش آلودگی، اثر منفی بر متغیرهای اقتصادی دارد و سطح تولید تمام بخش‌های تولیدی کاهش می‌یابد، اما هنگامی که مالیات بر آلاینده‌ها همراه با بازپرداخت مالیات از طریق کاهش مالیات‌های دیگر اعمال می‌شود، از شدت آثار منفی بر متغیرهای اقتصادی کاسته می‌شود و تنها سطح تولید بخش‌هایی که آلودگی بیشتری دارند، کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود، اعمال مالیات بر آلودگی همراه با بازپرداخت مالیات از طریق کاهش سایر مالیات‌ها صورت گیرد تا آثار منفی مالیات بر آلودگی بر سطوح تولید و دیگر متغیرهای اقتصادی کاهش یابد.

طبقه‌بندی JEL: C68, H23, P28

واژگان کلیدی: مالیات بر آلودگی، انرژی، تعادل عمومی محاسبه‌پذیر

۱. مقدمه

مصرف انرژی به‌ویژه انرژی‌های فسیلی، در بخش‌های مختلف صنعتی و خانگی و تجاری، موجب پراکنده‌شدن گازهای سمی و زیان‌آور در محیط‌زیست می‌شود که اثرات نامطلوبی بر موجودات زنده و طبیعت دارد. هرچه میزان مصرف انرژی به‌شکل بی‌رویه بالا رود، به‌همان نسبت میزان آلودگی محیط‌زیست و تأثیرات مخربی که بر سلامتی انسان‌ها و طبیعت دارد نیز بالا رفته و بیش از پیش زندگی در این محیط‌آلوده دشوار می‌شود. انتشار آلودگی در مراحل اکتشاف، استخراج، بهره‌برداری، انتقال، تبدیل، توزیع و مصرف حامل‌های مختلف انرژی باعث آلودگی آب، خاک، هوا و صدا می‌شود که هر یک دارای اثرات خاص خود بر روی انسان و محیط‌زیست است. به گزارش مؤسسه تأثیرات سلامت^۱ بیش از ۹۰ درصد جمعیت جهان در سال ۲۰۱۵ در مناطقی با هوای ناسالم زندگی می‌کنند (مؤسسه تأثیرات سلامت، ۲۰۱۷). بررسی‌های بانک جهانی نیز نشان می‌دهد که آلودگی هوا به‌تنهایی چهارمین عامل مرگ و میر زودرس در جهان می‌باشد (بانک جهانی، ۲۰۱۶). همچنین سرعت پیشروی گرمایش جهانی آن را به یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی زمین تبدیل کرده‌است. اقدامات فوری برای مبارزه با علت گرمایش جهانی مورد نیاز است، زیرا پیامدهای آن بسیار گسترده است. یکی از محرک‌های اصلی گرم شدن کره زمین، سوزاندن سوخت‌های فسیلی است که مقادیر قابل‌توجهی گازهای گلخانه‌ای را به جو اضافه می‌کند. سوزاندن سوخت‌های فسیلی همچنین باعث تولید گازهای غیر گلخانه‌ای نیز می‌شود که آسیب قابل‌توجهی به سلامت انسان وارد می‌کند و بر محیط‌طبیعی و ساخته‌شده نیز تأثیر می‌گذارد (دتر و بلوم، ۲۰۲۱)^۲.

بیشتر مسائل زیست‌محیطی معمولاً آثار گسترده روی تخصیص منابع در کل کشور یا حتی اقتصاد جهانی دارند؛ به‌عنوان مثال، باران‌های اسیدی که مربوط به انتشار سولفور و

۱. Health Effects Institute (HEI)

۲. Dettner

اکسیدنیترژن است مربوط به آب و هوای کره زمین است؛ یا تغییرات دمای کره زمین که مربوط به خروج دی‌اکسیدکربن و گازهای گلخانه‌ای است. در هرکدام از این مسائل کاهش زیاد انتشار آلودگی برای حفاظت محیط‌زیست لازم است. مدل‌های زیست‌محیطی مرتبط با مسائل تغییرات دمای زمین و باران‌اسیدی با مسأله آثارخارجی و سیاست‌هایی با هدف درونی کردن آثارخارجی سر و کار دارند (منظور و حقیقی، ۱۳۹۰).

کالاهای محیط‌زیستی، در زمره کالاهای عمومی دسته‌بندی می‌شوند، به این علت اطلاعات به نسبت دقیقی از قیمت آن‌ها وجود ندارد. این امر مقدمه‌ای برای شکست‌بازار و به تبع آن بروز آثارخارجی منفی خواهد بود. این پدیده سبب می‌شود تا مصرف‌کنندگان با شدت بیشتری از منابع محیط‌زیستی استفاده کرده و باعث تنزل کیفیت و کمیت آن‌ها شوند. درنهایت دخالت دولت به عنوان گزینه‌ای مناسب برای تلفیق منابع محیط‌زیستی و اهداف توسعه اقتصادی توجیه‌پذیر می‌گردد، زیرا منابع محیط‌زیستی محدود است و از طرف دیگر با گسترش فعالیت‌های تولیدی از کیفیت این گونه منابع کاسته می‌شود (خداداد کاشی و دیگران، ۱۳۹۲). افزایش مصرف انرژی یکی از این موارد است که در ایران باعث افزایش آلودگی و انتشار گازهای گلخانه‌ای شده است، به طوری که بر اساس اطلاعات ترازنامه انرژی، کل میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از تولید و مصرف انرژی در کشور از ۲۷۸ میلیون تن در سال ۱۳۷۸ به بیش از ۶۱۵/۵ میلیون تن در سال ۱۳۹۳ رسیده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۳). بر اساس آخرین آمارهای گزارش آژانس بین‌المللی انرژی^۱ در سال ۲۰۱۷، سرانه مصرف‌نهایی انرژی ایران در بخش‌های کشاورزی، خانگی، تجاری و عمومی، حمل‌ونقل و صنعت به ترتیب ۳/۴، ۲، ۱/۶ و ۱/۴ برابر متوسط جهانی است (ستوده‌نیا و همکاران، ۱۳۹۹). با توجه به مطالب فوق، به دلیل گسترش اثرات جانبی منفی ناشی از مصرف انرژی از جمله آلودگی هوا و اثرات زیان‌بار آن بر اقتصاد، محیط‌زیست و سلامت جامعه، ضروری است که دولت از طریق انگیزه‌های اقتصادی مانند مالیات‌سبز این اثرات را به سطح‌بینه برساند (رافعی و صیادی، ۱۳۹۷). بنابراین یکی از راه‌حل‌های مقابله با این موضوع و داخلی کردن

۱. International Energy Agency (IEA)

آثار جانبی، وضع مالیات بر آلاینده‌ها است. اما پرسشی که مطرح می‌شود، این است که مالیات بر آلاینده‌ها چه اثراتی بر متغیرهای اقتصادی دارد؟

مطالعات متعددی در زمینه بررسی اثرات مالیات بر آلاینده‌ها بر اقتصاد صورت پذیرفته که از آن جمله می‌توان به مطالعه پژوهان و نعمتی ۱۳۸۹، شاهنوشی و همکاران ۱۳۹۰، هادیان و اسلامی اندارگلی ۱۳۹۳، خداداد کاشی و همکاران ۱۳۹۴، جعفری صمیمی و علیزاده ملفه ۱۳۹۵، جباری ۱۳۹۶ و ستوده‌نیا و همکاران ۱۳۹۹ اشاره کرد. در اکثر مطالعات ذکر شده، تنها مالیات بر کربن وضع شده و این مالیات با نرخ یکنواخت، برای بخش‌های مختلف تولید و اقتصاد در نظر گرفته شده است. همچنین تأثیر این نوع مالیات بر بخش‌های مختلف تولیدی و اثر مالیات‌های بازپرداختی، یعنی اعمال مالیات بر آلودگی همراه با کاهش هم‌زمان مالیات‌های دیگر، نظیر مالیات بر تولید و مالیات بر درآمد بنگاه‌ها بر اقتصاد در نظر گرفته نشده است. بنابراین در این پژوهش تلاش می‌شود تا با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر اثر مالیات بر آلودگی بر رشد اقتصادی، مصرف، سرمایه‌گذاری، درآمد و بخش‌های تولید مورد بررسی قرار گیرد. به عبارت دیگر در وهله اول، تأثیر مالیات بر آلودگی هم در سطح اقتصاد کلان و هم در سطح صنعت بررسی و در وهله دوم، اثرات کلان اقتصادی مالیات بر آلودگی و اثرات بازپرداخت به‌عنوان راهی برای جبران اثرات منفی مالیات بر آلودگی ارزیابی می‌شود. همچنین تفاوت این پژوهش با دیگر مطالعات داخلی این است که در این مطالعه مالیات بر گازهای آلاینده CO ، CO_2 ، SO_2 ، NO_x به‌طور هم‌زمان وضع شده و میزان مالیات برای هر بخش تولیدی بر اساس میزان انتشار گازهای آلاینده، متفاوت است. علاوه بر این اثر سیاست‌های بازپرداخت مجدد از طریق کاهش دیگر مالیات‌ها بر اقتصاد در سناریوهای مختلف شبیه‌سازی می‌شود.

در بخش بعدی چارچوب نظری تحقیق و در بخش سوم روش تحقیق ارائه می‌شود. بخش چهارم بر آورد و نتایج تحقیق را نشان می‌دهد. در پایان نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارائه می‌شود.

۲. چارچوب نظری تحقیق

در ابتدای دهه‌ی ۹۰ تمرکز مطالعات از مسائل مرتبط با عرضه انرژی به آثار خارجی استفاده از انرژی به‌ویژه سوخت‌های فسیلی منتقل شد. یکی از معروفترین این مدل‌ها مدل مشهور گرین^۱ است که با سازمان همکاری اقتصادی و توسعه^۲ برای تحلیل مباحث سیاستی تغییر دمایی در مقیاس جهانی طراحی کرده‌است (لی و مارتین، ۱۹۹۴)^۳.

از لحاظ تاریخی اقتصاددانان از سیاست‌های زیست‌محیطی که بر اساس انگیزه‌های اقتصادی شکل گرفته‌بودند، حمایت کرده‌اند. این سیاست‌ها می‌تواند اشکال مختلفی داشته‌باشد، اما شاید متنوع‌ترین بحث‌ها بر اساس استفاده از مالیات باشد (بامول و اوتیس، ۱۹۸۸)^۴.

در ادبیات موجود، به لحاظ نظری و تجربی اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی مالیات بر آلاینده‌ها به‌طور وسیعی مورد توجه قرار گرفته‌است. پیگو^۵ در سال ۱۹۲۰ نظریه‌ای ارائه کرد مبنی بر اینکه منابع آلوده‌کننده بایستی بر اساس مقدار خسارتی که به محیط‌زیست وارد می‌کنند، مالیات پردازند. پیگو در جهت رفع اختلال‌های خارجی که کارایی بازارها را نسبت به شرایط عدم وجود چنین پیامدهای خارجی مختل می‌کند، پیشنهاد می‌کند در شرایط وجود پیامد خارجی منفی که به‌طور معمول شامل آلودگی‌های محیط‌زیست است، از طریق برقراری مالیات به میزان هزینه‌نهایی آلودگی، این هزینه‌های خارجی را داخلی کند (امین رشتی، ۱۳۹۱).

به‌طور کلی اعمال مالیات پیگویی یعنی مالیاتی معادل زیان‌نهایی زیست‌محیطی، برای انتشار آلاینده‌ها، درآمدی برای دولت ایجاد می‌کند. این درآمد مالیاتی می‌تواند برای کاهش اضافه‌بار مالیاتی سایر مالیات‌ها به‌کار رود. پس مالیات زیست‌محیطی هم باعث بهبود کیفیت محیط زیست می‌شود و هم با کاهش مقدار سایر مالیات‌ها مثل مالیات‌بر سرمایه و نیروی کار، اختلال-

۱. GREEN

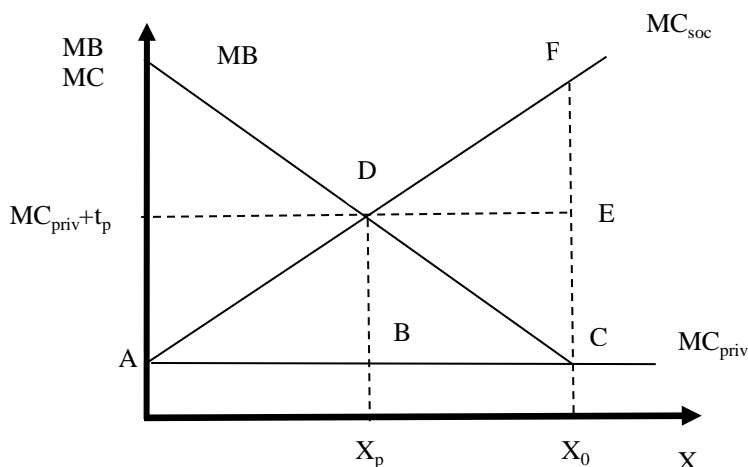
۲. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

۳. Lee & Martin

۴. Baumol & Oates

۵. Pigou

های این مالیات‌ها را کاهش می‌دهد. عقیده فوق ابتدا توسط تولاک^۱ (۱۹۶۷) مطرح شد. سپس از طریق مدل‌های تعادل جزئی که توسط نیکولز^۲ (۱۹۸۴)، ترکلا^۳ (۱۹۸۴) لی و می سیولیک^۴ (۱۹۸۶) ارائه شده بود، مورد پشتیبانی قرار گرفت. نمودار (۱) چگونگی اعمال مالیات بر آلودگی بر کالای X به‌عنوان یک کالای آلوده‌کننده را نشان می‌دهد.



نمودار ۱. مالیات پیگو

مأخذ: اسکلند، ۱۹۹۳

با فرض بازار رقابتی، بدون اعمال مالیات، مقدار تولید X از برابری هزینه‌نهایی MC_{priv} و منفعت‌نهایی بنگاه MB به‌دست می‌آید. در اینجا هزینه‌نهایی اجتماعی MC_{soc} بیشتر از منفعت اجتماعی MB است و مقدار رفاه از دست‌رفته برابر مساحت CDF خواهد بود. بر اساس نظر پیگو

۱. Tullock

۲. Nichols

۳. Terkla

۴. Lee & Misiolek

به منظور تخصیص بهینه منابع و کاهش آلودگی محیط زیست، به مقدار t_p باید مالیات وضع شود، در چنین شرایطی میزان تولید به X_p کاهش خواهد یافت و شرط زیر برقرار خواهد شد.

$$MB = MC_{soc} = MC_{priv} + t_p \quad (1)$$

درآمد مالیاتی دولت نیز برابر مساحت مستطیل $A(MC_{priv}+t_p)BD$ خواهد بود که می‌تواند برای کاهش بار مالیاتی سایر مالیات‌ها به کار گرفته شود. همان‌طور که مشاهده شد، اعمال مالیات پیگویی باعث انتقال هزینه‌های زیست محیطی به قیمت کالاها و خدمات یا فعالیت‌های آلودگی‌زا می‌شود. به عبارت دیگر استفاده از این نوع مالیات گامی در جهت داخلی نمودن هزینه‌های خارجی محیط زیست به شمار می‌آید. این مالیات برای تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان انگیزه ایجاد می‌کند تا به سمت فعالیت‌های اقتصادی با آلودگی کمتر حرکت نمایند و در نهایت میزان کل انتشار آلودگی کاهش یابد. با توجه به اینکه، این مالیات به صورت هزینه، بر واحدهای اقتصادی تحمیل می‌شود، واحدهای اقتصادی به منظور حفظ کارآیی تولید، سعی در کاهش هزینه‌ها و در نتیجه کاهش آلودگی محیط زیست خواهند داشت. اما از معایب مالیات پیگویی می‌توان به تأثیر نامطلوب بر واحدهای اقتصادی که به شدت به انرژی وابسته‌اند، اشاره کرد. مالیات سبز از طریق افزایش هزینه، سطح کارآیی واحدهای اقتصادی را کاهش می‌دهد. رقابت بین‌المللی واحدهای اقتصادی مشمول این مالیات به مخاطره می‌افتد و این واحدها به دلیل افزایش هزینه‌نهایی، در موقعیت رقابتی ضعیف قرار می‌گیرند و منجر به انتقال صنایع و واحدهای اقتصادی به کشورهایی که مالیات کمتری بر انرژی وضع می‌نمایند، می‌شود. به عبارت دیگر در برخی موارد، مالیات بر آلودگی تأثیر نامطلوب فرار سرمایه را در پی خواهد داشت. در ادامه به برخی از مطالعات بین‌المللی و داخلی مرتبط با پژوهش حاضر اشاره می‌گردد.

لی^۱ و همکاران (۲۰۲۱)، به بررسی تأثیر سیاست‌های مالیاتی زیست محیطی دولت چین بر انتشار گازهای آلاینده در چهار سناریو مالیات زیست محیطی پایین، مالیات زیست محیطی بالا، مالیات

۱. Li

زیست‌محیطی و مالیات بر کربن پایین و مالیات زیست‌محیطی و مالیات بر کربن بالا پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد، تولید ناخالص داخلی و انتشار گازهای آلاینده در تمامی سناریوها کاهش می‌یابد و این کاهش در آلودگی در مقایسه با حالتی که بخش‌های آلودگی تفکیک نشده‌اند، بیشتر است.

اصلائی^۱ و همکاران (۲۰۲۰)، به بررسی تأثیر مالیات بر کربن بر بخش کلان‌اقتصادی و ساختار صنعت فنلاند پرداخته‌اند. در این تحقیق آن‌ها از یک مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر برای ایجاد ارتباط بین اثرات مالیات بر کربن و شاخص‌های اقتصادی تولید و بخش مصرف استفاده کرده‌اند. نتایج تحقیق آن‌ها حاکی از آن است که اعمال سیاست‌های مالیات بر کربن اثرات نامطلوبی بر تولید ناخالص داخلی و نرخ تورم داشته، در حالی که تراز تجاری افزایش یافته و این به دلیل ساختار خاص صنایع فنلاند بوده است. همچنین نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که صنایع تولید برق، چوب، معدن، فلزات غیرآهنی، آهن، فولاد و صنایع حمل‌ونقل به دلیل سیاست مالیات بر کربن آسیب جدی دیده‌اند. علاوه بر این، صنایع وسایل نقلیه موتوری و قطعات، تجهیزات الکترونیکی، سایر فلزات آهنی، خدمات، صنایع نساجی و چرم از سیاست مالیات بر کربن منتفع شده‌اند.

وسه و لین^۲ (۲۰۱۸)، با استفاده از ترکیب مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر و جیتپ^۳، ابتدا نرخ بهینه مالیات بر کربن را تعیین و سپس به بررسی اثرات مالیات بر کربن بر بخش تولید برق، رفاه و محیط‌زیست پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که اعمال مالیات بر کربن باعث افزایش تولیدات بخش‌های کشاورزی و مواد غذایی و کاهش تولید در بسیاری از بخش‌های تولیدی از جمله بخش برق می‌شود، اما اعمال این مالیات در مجموع منجر به افزایش رفاه جامعه می‌شود. همچنین این مالیات باعث کاهش آلودگی محیط‌زیست تا ۶۲/۵ درصد می‌شود.

۱. Aslani

۲. Wesseh & Lin

۳. GTAP

بناوخته^۱ (۲۰۱۶)، با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر و ماتریس حسابداری-اجتماعی سال ۲۰۱۰ به بررسی تأثیر مالیات بر کربن بر اقتصاد و کاهش آلودگی پرداخت. بدین منظور وی اقتصاد را به ۲۳ بخش صنعت، ۲۳ کالا و ۴ نهاد خانوارها، دولت، سرمایه‌گذاری و دنیای خارج تقسیم کرد و دو سناریو: (۱) مالیات بر انتشار ناشی از سوخت‌های فسیلی که فقط توسط تولیدکنندگان مصرف می‌شوند. (۲) مالیات بر انتشار ناشی از سوخت‌های فسیلی که توسط تولیدکنندگان و خانوارها مصرف می‌شوند، تعریف کرد. نتایج مطالعه وی نشان داد که در هر دو سناریو تولید ناخالص داخلی کاهش می‌یابد اما میزان کاهش در سناریو اول کمتر است. همچنین در هر دو سناریو بیشترین کاهش تولید در بخش‌های نفت، حمل‌ونقل و برق بوده که بین ۷ تا ۹ درصد کاهش یافته‌است.

ستوده‌نیا و همکاران (۱۳۹۹)، به بررسی اثر وضع مالیات سبز بر مصرف انرژی‌های فسیلی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و رفاه اجتماعی در ایران در قالب سناریوهای مختلف (پایه، ۵٪، ۱۰٪، ۲۰٪) با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی و ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که همراه با افزایش نرخ 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، اعمال مالیات سبز ۰٪ و ۵٪، در مصرف انرژی‌های فسیلی مورد بررسی کارایی ندارد اما اعمال مالیات سبز ۱۰٪، در مصرف گاز طبیعی و بنزین کارایی دارد ولی در مصرف نفت گاز کارایی ندارد. اعمال مالیات سبز ۲۰٪، در مصرف انرژی‌های فسیلی مورد بررسی کارایی دارد. همراه با افزایش نرخ مالیات سبز، اگر یک شوک بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، از روند افزایش انتشار گازهای آلاینده کاسته می‌شود و به‌منظور کاهش انتشار گازهای آلاینده در فرایند رشد اقتصادی، می‌بایست نرخ مالیات سبز بیش از ۱۰٪ اعمال شود. در نهایت، همراه با افزایش نرخ مالیات سبز از ۰٪ به ۱۰٪، ۵٪ و ۲۰٪ اگر یک شوک بر تولید ناخالص داخلی وارد شود، رفاه اجتماعی به ترتیب، کمتر از ۱٪، بیش از ۱٪ و مجدداً

۱. Benavente

کمتر از ۱٪ افزایش می‌یابد. لذا در میان سناریوهای مورد بررسی، وضع ۱۰٪ مالیات سبز، بهترین سناریو جهت افزایش رفاه اجتماعی می‌باشد.

فرج‌زاده^۱ (۲۰۱۸)، با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویا به بررسی تأثیر مالیات بر آلاینده‌ها بر انتشار آلودگی و رفاه خانوارها پرداخت. بدین منظور وی دو سناریو مالیات بر انتشار متوسط و بالا را در نظر گرفت و آلودگی را در تابع مطلوبیت خانوار وارد کرد. نتایج مطالعه وی نشان داد که در هر دو سناریو، آلودگی کاهش و رفاه افزایش یافته‌است. همچنین رفاه خانوار در مقایسه با حالت عدم وجود آلودگی در تابع مطلوبیت، با وضع مالیات بر آلاینده‌ها به مراتب بیشتر افزایش می‌یابد.

جباری و همکاران (۱۳۹۶)، به بررسی آثار مالیات سبز بر تغییرات رفاه، میزان تولید و تغییرات آلاینده دی‌اکسید کربن برای سال ۲۰۱۵ در ایران و بخش‌های زغال‌سنگ، نفت، گاز و فرآورده‌های نفتی در قالب هشت سناریوی مالیاتی پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که با وضع مالیات بر بخش‌های آلاینده، در همه سناریوها با لحاظ اثر مثبت کاهش آلودگی، تغییرات رفاه مثبت و میزان آن با افزایش نرخ مالیات افزایش می‌یابد و تولید در تمامی سناریوها کاهش می‌یابد.

جعفری صمیمی و همکاران (۱۳۹۵)، به بررسی آثار افزایش مالیات سبز بر رشد اقتصادی، بر اساس طراحی یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه برای ایران و به کارگیری آخرین ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۸۰ در قالب هشت سناریو پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آن‌ها حاکی از آن است که افزایش نرخ مالیات سبز به عنوان مالیات غیرمستقیم در تمامی سناریوها، رشد اقتصادی را افزایش و آلودگی را کاهش می‌دهد.

۳. روش تحقیق

۱. Farajzadeh

اولین مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر زیست‌محیطی به‌منظور تعبیه انتشار آلاینده‌ها و کنترل رفتار آن‌ها توسط دفورنادا^۱ معرفی شد (ژیانو، ۲۰۱۵). از آن زمان مدل‌های تعادل عمومی محاسبه‌پذیر ابزار محبوبی برای ارزیابی اثرات مالیات‌سبز بر سیستم‌های اجتماعی و اقتصادی بوده‌است. در این مطالعه نیز روش تعادل عمومی محاسبه‌پذیر برای شبیه‌سازی اثرات مالیات بر آلاینده‌ها در اقتصاد ایران به‌کار گرفته شده‌است.^۲ در این روش تعادل عمومی محاسبه‌پذیر از مدل لافگرن^۳ استفاده شده و فعالیت‌های اقتصادی در چندین بلوک، شامل بلوک تولید، تجارت، درآمد و مخارج و بستن مدل و تسویه بازار طبقه‌بندی شده علاوه بر این، بلوک محیط‌زیست نیز به‌منظور تعبیه چهار نوع آلاینده CO₂، CO، SO₂ و NO_x وارد مدل شده‌است. مدل ارائه‌شده با داده‌های ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ ایران^۴ کالیبره شده و متغیرهای درون‌زای مدل با استفاده از تکنیک MCP^۵ و با استفاده از نرم‌افزار گمز^۶ محاسبه گردیده‌است. فعالیت‌های تولیدی به ۱۶ بخش، ۱۶ کالا، چهار نهاد خانوار، بنگاه‌ها، دولت و دنیای خارج تقسیم شده‌اند. ساختار کلی ماتریس حسابداری اجتماعی در این مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده‌است.

جدول ۱. ساختار کلی ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ (ارقام میلیون ریال)

حساب‌ها	تولید	عوامل تولید	نهاده‌ها	انباشت شامل تغییر در موجودی انبار	دنیای خارج	جمع ورودی
تولید	3,744,722,627		3,641,117,074	2,202,942,295	1,906,823,247	11,495,605,243

۱. Dufournaud

۲. در این قسمت از معادلات مقاله Guo & et al (2014) و Xiao & et al (2015) استفاده شده‌است.

۳. Lofgren Model

۴. دلیل استفاده از داده‌های سال ۱۳۹۰ این است که، این مقاله مستخرج از پایان‌نامه دکتر است که در آن از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ استفاده شده‌است.

۵. Mixed Complementarily Problem

۶. GAMS

6,233,074,264	23,802,887				6,209,271,377	عوامل تولید
7,431,735,199	4,467,266		1,085,237,746	6,212,806,622	129,223,564	نهادها
2,699,734,860			2,699,734,860			پس‌انداز
1,935,093,400		496,792,564	5,645,520	20,267,642	1,412,387,674	دنیای خارج
29,795,242,966	1,935,093,400	2,699,734,860	7,431,735,199	6,233,074,264	11,495,605,243	جمع خروجی

مأخذ: جدول ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰، مرکز آمار ایران

۳-۱. بخش تولید

در این مطالعه از تابع کشش جانشینی ثابت^۱ لایه به لایه به عنوان تابع تولید استفاده شده است. نهاد-های تولید در این پژوهش عبارتند از نیروی کار، سرمایه، انرژی و مواد واسطه‌ای. ترکیب بهینه نهادها مبتنی بر فروض زیر است.

$$\min \sum_{i=1}^n p_i \cdot x_i \quad (2)$$

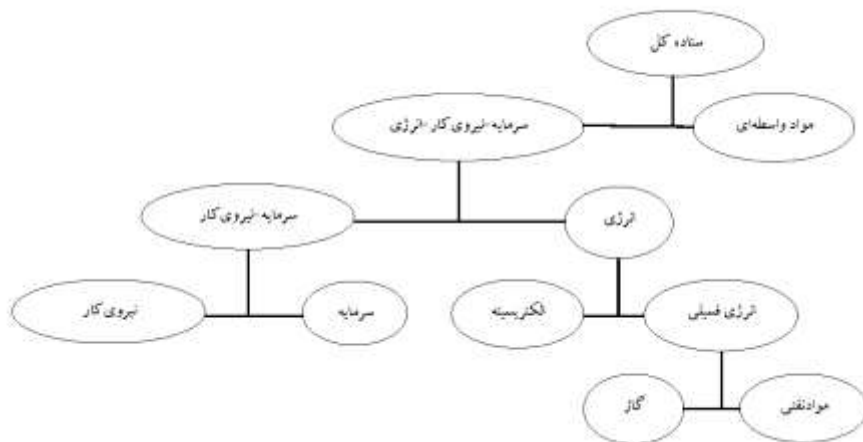
$$s. t. \quad v = A[\sum_i \beta_i \cdot (\lambda_i \cdot x_i)^\rho]^{1/\rho} \quad (3)$$

در اینجا x_i مقدار نهاد i ، p_i قیمت مربوطه، v ستاده، β_i سهم پارامتر از عامل i ، A پارامتر تبدیل کلی برای تمام عوامل ورودی، λ_i پارامتر تبدیل برای عامل نهاد i و φ ضریب مربوط به کشش جانشینی است.

همان‌طور که در نمودار ۲ مشاهده می‌کنید، در بالاترین لایه از ترکیب نهادهای واسطه‌ای و ارزش افزوده، ستاده کل (معادله ۳) و در لایه پایین‌تر، از ترکیب سرمایه و نیروی کار با نهاد انرژی،

۱. Constant Elasticity of Substitution (CES)

ارزش افزوده (معادله ۵) به دست می‌آید. در لایه‌های بعدی نیروی کار با سرمایه (معادله ۷)، برق با انرژی فسیلی (معادله ۹) و گاز با مواد نفتی (معادله ۱۱) ترکیب می‌شوند.



نمودار ۲. ساختار تولید در روش تعادل عمومی محاسبه پذیر

مأخذ: لافگرن (۲۰۰۲)

$$QA_a = \alpha_a^a (\delta_a^a \cdot QVA_a^{-\rho_a^a} + (1 - \delta_a^a) \cdot QINTA_a^{-\rho_a^a})^{\frac{-1}{\rho_a^a}} \quad (۴)$$

$$\frac{PVA_a}{PINTA_a} = \frac{\delta_a^a}{1 - \delta_a^a} \cdot \left(\frac{QINTA_a}{QVA_a} \right)^{1 + \rho_a^a} \quad (۵)$$

$$QVA_a = \alpha_a^{va} (\delta_a^{va} \cdot QKL_a^{-\rho_a^{va}} + (1 - \delta_a^{va}) \cdot QED_a^{-\rho_a^{va}})^{\frac{-1}{\rho_a^{va}}} \quad (۶)$$

$$\frac{QKL_a}{QED_a} = \left(\frac{\delta_a^{va}}{1 - \delta_a^{va}} \cdot \frac{WE_a}{PKL_a} \right)^{\frac{1}{1 + \rho_a^{va}}} \quad (۷)$$

$$QKL_a = \alpha_a^{kl} (\delta_a^{kl} \cdot QKD_a^{-\rho_a^{kl}} + (1 - \delta_a^{kl}) \cdot QLD_a^{-\rho_a^{kl}})^{\frac{-1}{\rho_a^{kl}}} \quad (۸)$$

$$\frac{QKD_a}{QLD_a} = \left(\frac{\delta_a^{kl}}{1 - \delta_a^{kl}} \cdot \frac{WL}{WK} \right)^{\frac{1}{1 + \rho_a^{kl}}} \quad (۹)$$

$$QED_a = \alpha_a^e (\delta_a^e \cdot QECN_a^{-\rho_a^e} + (1 - \delta_a^e) \cdot QELE_a^{-\rho_a^e})^{\frac{-1}{\rho_a^e}} \quad (۱۰)$$

$$\frac{QECN_a}{QELE_a} = \left(\frac{\delta_a^e}{1 - \delta_a^e} \cdot \frac{PELE_a}{PECN_a} \right)^{\frac{1}{1 + \rho_a^e}} \quad (۱۱)$$

$$QECN_a = \alpha_a^c (\delta_a^c \cdot Qpetr_a^{-\rho_a^c} + (1 - \delta_a^c) \cdot Qgas_a^{-\rho_a^c})^{\frac{-1}{\rho_a^c}} \quad (۱۲)$$

$$\frac{Q_{petr_a}}{Q_{gas_a}} = \left(\frac{\delta_a^c}{1 - \delta_a^c} \cdot \frac{P_{gas_a}}{P_{petr_a}} \right)^{\frac{1}{1 + \rho_a^c}} \quad (13)$$

در معادلات بالا $QINTA_a$ نهاده‌های واسطه‌ای، QVA_a ارزش افزوده، QA_a ستاده کل، QKL_a ترکیب سرمایه-نیروی کار، QED_a نهاده انرژی، QLD_a نیروی کار، QKD_a سرمایه، $QELE_a$ برق، $QECN_a$ انرژی فسیلی، $Qgas_a$ گاز و $Qpetr_a$ مواد نفتی است.

معادلات ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ شرط ترکیب بهینه عوامل تولید است. در معادلات بالا a مجموعه فعالیت‌های تولیدی، α پارامتر انتقال، δ پارامتر سهم و ρ پارامتر نما است. همچنین متغیر PVA_a قیمت ارزش افزوده در بخش a ، $PINTA_a$ قیمت نهاده‌های واسطه‌ای در بخش a ، PKL_a قیمت سرمایه-نیروی کار در بخش a ، WE_a قیمت انرژی در بخش a ، WK_a قیمت سرمایه، WL دستمزد نیروی کار، $PECN_a$ قیمت انرژی فسیلی در بخش a ، $PELE_a$ قیمت برق در بخش a ، $Ppetr_a$ قیمت مواد نفتی در بخش a و $Pgas_a$ قیمت گاز در بخش a را نشان می‌دهد.

۳-۲. بخش تجارت

در بخش تجارت خارجی فرض می‌شود، کشور کوچک است. یعنی کشور تأثیری روی قیمت‌های بازارهای جهانی ندارد. بنابراین قیمت‌های جهانی واردات و صادرات ثابت است. در واحد تجارت کالاهایی که هم در داخل تولید و هم وارد می‌شوند، با استفاده از تابع کشش جانشینی ثابت محاسبه می‌شوند. یعنی تفاوت در مبدأ تولید کالاها در شکل‌گیری کالاهای مرکب مدنظر قرار می‌گیرند و از آنجا که این تابع اولین بار توسط آرمینگتون^۱ مطرح شده است، آن‌ها را توابع آرمینگتون می‌نامند.

$$QQ_c = \alpha_c^q \left(\delta_c^q \cdot QM_c^{-\rho_c^q} + (1 - \delta_c^q) \cdot QDC_c^{-\rho_c^q} \right)^{\frac{-1}{\rho_c^q}} \quad (14)$$

۱. Armington

در اینجا QQ_c مقدار کالای C عرضه شده به بازار داخلی، QM_c مقدار واردات کالای C، QDC_c مقدار تولید داخلی کالای C که در بازار داخل فروخته می‌شود، α_c^q پارامتر انتقال تابع آرمینگتون، δ_c^q پارامتر سهمی تابع آرمینگتون و ρ_c^q توان تابع آرمینگتون است. ترکیب بهینه برای مقدار کالای وارداتی و کالای تولید داخلی با استفاده از شرط اول حداکثرسازی مطلوبیت مصرف کننده با قید هزینه به شکل زیر به دست می‌آید:

$$\frac{QM_c}{QDC_c} = \left(\frac{\delta_c^q}{1-\delta_c^q} \cdot \frac{PDC_c}{PM_c} \right)^{\frac{1}{1+\rho_c^q}} \quad (15)$$

در معادله بالا PM_c قیمت کالای C وارداتی و PDC_c قیمت کالای C عرضه شده در بازار داخلی است.

به صورت مشابه برای فروش کالاهای تولید داخلی، در داخل کشور و صادرات انتقال ناقص فرض شده است. یعنی تولیدکننده داخلی می‌تواند کالاهای ساخت خود را به بازارهای داخلی عرضه و یا صادر کند. کشش ناقص انتقال بین کالاهای تولید داخل که در داخل به فروش می‌رسد و کالاهای صادراتی، در قالب یک تابع با کشش تبدیل ثابت^۱ تعریف می‌شود.

$$QX_c = \alpha_c^c \left(\delta_c^c \cdot QDC_c^{\rho_c^c} + (1 - \delta_c^c) \cdot QEC_c^{\rho_c^c} \right)^{\frac{1}{\rho_c^c}} \quad (16)$$

در اینجا QX_c مقدار تولید داخلی کالای C، QDC_c مقدار تولید داخلی از کالای C که برای مصرف داخلی عرضه می‌شود، QEC_c مقدار صادرات کالای C، α_c^c پارامتر انتقال تابع CET، δ_c^c پارامتر سهمی تابع CET و ρ_c^c توان تابع CET است. ترکیب بهینه مقدار صادرات کالا و مقدار عرضه کالا به بازارهای داخلی را می‌توان از فرض حداکثر سود عرضه کننده به دست آورد:

$$\frac{PDC_c}{PEC_c} = \frac{\delta_c^c}{1-\delta_c^c} \cdot \left(\frac{QEC_c}{QDC_c} \right)^{1-\rho_c^c} \quad (17)$$

۱. Constant Elasticity of Transformation (CET)

در معادله بالا PDC_c قیمت کالای C عرضه‌شده در بازار داخلی و PEC_c قیمت کالای C صادرشده به بازارهای جهانی است. برای ایجاد تعادل در چهار بازار نیروی کار، سرمایه، کالای مرکب، ارز خارجی، عامل تعدیل‌کننده 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 تعدیل‌کننده هستند.^۱

۳-۳. بخش درآمد و مخارج

در این بلوک، یک سری معادلات به‌منظور نشان‌دادن رفتار سه نهاد اصلی اقتصاد یعنی خانوار، شرکت‌ها و دولت که شامل رفتار درآمد، مخارج، سرمایه‌گذاری و پس‌انداز است، ایجاد می‌شود. درآمد خانوار از طریق عرضه نیروی کار، سرمایه، پرداخت‌های انتقالی دولت و خالص وجوه دریافتی از خارج به‌دست می‌آید.

$$YI_h = \sum_f YIF_{h,f} + \text{transfrhg} + \text{transfrhent} + \text{transfrrh}.EXR \quad (18)$$

در معادله بالا YI_h درآمد خانوار، $YIF_{h,f}$ درآمد خانوار از عامل تولید f ، transfrhg پرداخت‌های انتقالی دولت به خانوار، transfrhent پرداخت‌های انتقالی شرکت‌ها به خانوار، transfrrh پرداخت‌های انتقالی از خارج به خانوار و EXR نرخ ارز است.

تابع تقاضای بخش خصوصی برای کالاها از تابع مطلوبیت کاب-داگلاس با توجه به قید بودجه خانوار (یعنی درآمد منهای مالیات مستقیم و پس‌انداز) استخراج می‌شود. تابع مصرف به صورت زیر است:

$$PQ_c.QH_{c,HH} = PQ_c \cdot \text{gamam}_{c,HH} + \text{betam}_{c,HH}(EH_{HH} - \sum_{cp} PQ_{cp} \cdot \text{gamam}_{cp,HH}) \quad (19)$$

۱. برای اطلاعات بیشتر از مجموعه‌ها، پارامترها، متغیرها و سایر معادلات اصلی به پیوست مراجعه کنید.

در معادله بالا PQ_c قیمت کالای مرکب C ، $QH_{c,HH}$ مقدار مصرف کالای بازاری C توسط خانوار HH ام، $\text{gammam}_{c,HH}$ حداقل معیشت سرانه کالای بازاری C برای خانوار HH ام، $\text{betam}_{c,HH}$ سهم نهایی مصرف خانوار HH ام در کالای بازاری C و EH_{HH} هزینه مصرفی خانوار است.

درآمد اولیه شرکت‌ها از عرضه سرمایه به دست می‌آید. شرکت‌ها درآمد خود را صرف پرداخت مالیات، پرداخت دستمزد به نیروی کار، خرید کالاهای مصرفی و یا پس انداز می‌کنند. باقیمانده درآمد شرکت‌ها نیز به خانوار و یا شرکت‌های اقتصادی دیگر منتقل می‌شود.

$$YI_{en} = \sum_f YIF_{en,f} + \text{transfrgent} \quad (20)$$

در معادله بالا YI_{en} درآمد شرکت، $YIF_{en,f}$ درآمد شرکت از عامل تولید f و transfrgent پرداخت‌های انتقالی دولت به شرکت است.

درآمد اولیه دولت از درآمدهای مالیاتی شامل مالیات بر تولید، مالیات بر عوامل تولید، مالیات بر درآمد خانوارها و شرکت‌ها، مالیات بر صادرات و واردات است که البته مالیات زیست محیطی نیز در این پژوهش اضافه می‌شود. همچنین مخارج عمده دولت شامل پرداخت‌های انتقالی و تقاضای مصرفی است.

$$YG = FTAX + HTAX + ATAX + MTAX + CTAX + \text{transfrg}, \text{EXR} \quad (21)$$

در معادله بالا YG درآمد دولت، $FTAX$ مالیات بر عوامل تولید، $HTAX$ مالیات بر درآمد خانوار، $ATAX$ مالیات بر تولید، $MTAX$ مالیات بر واردات، $CTAX$ مالیات بر آلودگی و transfrg پرداخت‌های انتقالی از خارج به دولت است.

۳-۴. بخش محیط زیست

وضع مالیات بر مصرف انرژی و انتشار آلودگی یک راه‌حل برای دولت به‌منظور برطرف کردن مسئله آثار جانبی زیست‌محیطی است. نهاده انرژی، صرف نهاده واسطه‌ای، تقاضای مصرفی خانوار و تقاضای مصرفی دولت می‌شود. با توجه به اینکه دولت خود اجراکننده قانون مالیات است، تقاضای مصرفی دولت نادیده گرفته می‌شود. معادلات مربوط به بخش محیط‌زیست به شرح ذیل است.

$$HHT_n = tax_n \cdot \sum_{ea} (QH_{ea} \cdot the_{ea} \cdot emiss_{ea,n}) \quad (22)$$

در معادله بالا n نشان‌دهنده ۴ نوع آلاینده CO₂، SO₂، NO_x و ea نشان‌دهنده ۳ نوع انرژی مواد نفتی، گاز و الکتریسیته است. HHT_n میزان مالیات پرداخت شده برای آلاینده n ام توسط خانوارها، tax_n نرخ مالیات بر آلودگی وضع شده بر آلاینده n ام برای خانوارها، QH_{ea} میزان تقاضای خانوار برای انرژی ea، the_{ea} ضریب تبدیل ارزش ریالی و مقدار فیزیکی انرژی ea و emiss_{ea,n} ضریب انتشار آلاینده n ام توسط انرژی ea است.

$$QPE_{n,a} = \sum_{ea} (EINT_{ea,a} \cdot the_{ea} \cdot emiss_{ea,n}) \quad (23)$$

$$TAX_{n,a} = \frac{t_n \cdot QPE_{n,a}}{QX_a \cdot PX_a} \quad (24)$$

در روابط بالا QPE_{n,a} میزان انتشار آلاینده n توسط بخش تولیدی ea، EINT_{ea,a} میزان تقاضای انرژی ea توسط بخش تولیدی ea، TAX_{n,a} نرخ مالیات بر آلاینده n ام در بخش تولید ea، t_n نرخ عوارض ویژه آلاینده‌ها^۱ و QX_a و PX_a به ترتیب مقدار و قیمت در بخش تولید a است.

۳-۵. بستن مدل و تسویه بازار

مفهوم تعادل عمومی به ترکیبی از بردار قیمت و کالا اشاره دارد که در آن تمام بازارها به‌طور هم‌زمان به تعادل می‌رسند. در حالت تعادل عمومی هیچ سهمیه‌بندی، منابع یکبار و عرضه و تقاضای اضافی وجود ندارد. در مدل CGE مورد استفاده در این مطالعه، پنج اصل اساسی بستن مدل به شرح ذیل در نظر گرفته شده است.

۱. The specific duty rates of contaminants

الف) بازار نیروی کار و سرمایه در تعادل است،

ب) بازار کالاها در تعادل است، بدین معنی که عرضه و تقاضا در تمامی بازار کالاها برابر است،

پ) تعادل در تراز پرداخت‌ها برقرار است،

ت) درآمد دولت و هزینه‌های دولت برابر است، یعنی بودجه دولت متعادل است.

۳-۶. شبیه‌سازی سناریوها

مطالعات متعددی وجود دارد که به دنبال تعیین نرخ بهینه مالیات بر آلاینده‌ها بوده‌اند، اما به دلیل استفاده از مدل‌های مختلف نتایج متفاوتی به دست آمده است. با توجه به سختی و مشکلات تعیین نرخ مالیات بهینه، بسیاری از محققان کاهش انتشار آلودگی را به عنوان هدف تعیین و اثرات نامطلوب بر فعالیت‌های اقتصادی را ارزیابی می‌کنند. ادبیات گسترده‌ای در زمینه اهداف کاهش انتشار وجود دارد و عوارض ویژه اعمال شده از طریق مالیات زیست‌محیطی با کاهش میزان انتشار در همه بخش‌های تولید، تعیین می‌شود و برای هر بخش تولید بر اساس میزان انتشار، نرخ‌های مالیاتی متفاوتی تعیین می‌شود (ژبائو، ۲۰۱۵)!

در این مطالعه شش سناریو مورد بررسی قرار می‌گیرد. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، سناریوهای ۱، ۲ و ۳ بر اساس اهداف کاهش انتشار آلودگی و نرخ‌های مالیات بر آلودگی متفاوت اجرا و در سه سناریو ۴، ۵ و ۶ هدف کاهش انتشار آلودگی ۲۵ درصد (نرخ متوسط مالیات - بر آلودگی) همراه با بازپرداخت مالیات از طریق کاهش نرخ مالیات بر تولید و نرخ مالیات بر درآمد اجرا می‌شود.

جدول ۲. سناریوهای مالیات بر آلودگی

سناریو	توضیحات
۱	کاهش ۱۰ درصدی آلودگی هوا (نرخ پایین مالیات بر آلودگی)
۲	کاهش ۲۵ درصدی آلودگی هوا (نرخ متوسط مالیات بر آلودگی)
۳	کاهش ۵۰ درصدی آلودگی هوا (نرخ بالای مالیات بر آلودگی)

کاهش ۲۵ درصدی آلودگی هوا	۴
کاهش ۲۵ درصدی آلودگی هوا همراه با کاهش مالیات بر تولید	۵
کاهش ۲۵ درصدی آلودگی هوا همراه با کاهش مالیات بر درآمد	۶

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۳-۶-۱. شبیه‌سازی نرخ‌های متفاوت مالیات بر آلودگی

در این پژوهش نرخ مالیات بر آلودگی به‌عنوان متغیر درون‌زا با توجه به اهداف کاهش انتشار گازهای آلاینده، در شبیه‌سازی لحاظ می‌شود و بر این اساس سناریوهای ۱ تا ۳ تعریف می‌شود. در سناریو ۱، هدف کاهش انتشار آلودگی هوا به میزان ۱۰ درصد و در سناریو ۲، هدف کاهش انتشار آلودگی هوا به میزان ۲۵ درصد و در سناریو ۳، هدف کاهش انتشار آلودگی هوا به میزان ۵۰ درصد است و با توجه به اهداف، نرخ‌های مالیات بر آلودگی برای هر بخش اقتصادی طبق معادله ۲۴ محاسبه می‌شود.

در جدول ۳ نرخ عوارض ویژه آلاینده‌ها برای سناریوهای ۱ تا ۳ بر اساس اهداف کاهش انتشار گازهای آلاینده نشان داده شده است.

جدول ۳. نرخ عوارض ویژه آلاینده‌ها بر اساس سناریوهای مختلف (میلیون ریال بر تن)

سناریو ۳ کاهش ۵۰ درصد	سناریو ۲ کاهش ۲۵ درصد	سناریو ۱ کاهش ۱۰ درصد	نوع گاز آلاینده
۱۱/۵۸	۵/۷۹	۲/۸۹	CO
۰/۶۲	۰/۳۱	۰/۱۵	CO ₂
۱۱۲/۶۸	۵۶/۳۴	۲۸/۱۷	SO ₂
۳۷/۰۵	۱۸/۵۲	۹/۲۶	NO _x

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۳-۶-۲. شبیه‌سازی بازپرداخت مالیات

در این بخش، تأثیر مالیات بر آلودگی همراه با بازپرداخت مالیات از طریق کاهش مالیات بر تولید و مالیات بر درآمد بنگاه‌ها، بررسی می‌شود. بدین معنی که پس از اعمال مالیات بر آلودگی، نرخ مالیات بر تولید در سناریو ۵ و نرخ مالیات بر درآمد بنگاه‌ها در سناریو ۶، به همان میزان کاهش می‌یابد.

سناریو ۲، کاهش ۲۵ درصدی آلودگی هوا، به عنوان سناریو ۴ در نظر گرفته می‌شود تا سناریو پایه برای مقایسه با سناریوهای بازپرداخت مالیات باشد. دلیل استفاده از سناریو ۲ (نرخ مالیات متوسط) به عنوان سناریوی پایه این است که میزان مالیات اخذ شده در نرخ مالیات پایین (سناریو ۱) نسبتاً کم است و اثرات بازپرداخت مالیات در این سطح قابل مشاهده نیست. همچنین در نرخ‌های بالای مالیاتی (سناریو ۳)، مالیات اخذ شده به طور نسبی زیاد است و ممکن است اثرات غیر واقعی مالیات بر آلودگی را نشان دهد.

در سناریو ۵، مالیات بر آلودگی به صورت کاهش در نرخ مالیات بر تولید به بنگاه‌ها، بازپرداخت می‌شود و معادله ۲۵ به مدل اضافه می‌شود.

$$CTAX = \sum_a (ta_a^1 - ta_a) \cdot (PX_a \cdot QX_a) \quad (25)$$

در معادله بالا CTAX مالیات پرداختی توسط بخش‌های تولیدی و ta_a^1 نرخ مالیات بر تولید است. در سناریو ۶، مالیات بر آلودگی به صورت کاهش در نرخ مالیات بر درآمد بنگاه‌ها، بازپرداخت می‌شود و معادله ۲۶ به مدل اضافه می‌شود.

$$CTAX = \sum_{en} (tient_{en}^1 - tient_{en}) \cdot YENT_{en} \quad (26)$$

در معادله بالا $tient_{en}^1$ نرخ مالیات بر درآمد و $YENT_{en}$ درآمد بنگاه است.

انتظار می‌رود که بازپرداخت مالیات بر تولید و مالیات بر درآمد، تأثیر منفی مالیات بر آلودگی در اقتصاد را به میزان قابل توجهی کاهش دهد، اما به دلیل تفاوت بین این دو مالیات، ممکن است اثرات متفاوتی بر اقتصاد داشته باشد.

۴. نتایج

در این بخش نتایج سناریوهای مختلف بر متغیرهای کلان اقتصادی و سطح تولید صنایع مختلف و میزان انتشار گازهای آلاینده نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، نتایج شش سناریو بر متغیرهای کلان اقتصادی و همچنین میزان تغییر در انتشار گازهای آلاینده نشان داده شده است. تولید ناخالص داخلی در سناریو ۳ بیشترین کاهش و در سناریو ۵ کمترین کاهش را دارد. همچنین متغیرهای مصرف خانوار، درآمد خانوار، درآمد شرکت و سرمایه‌گذاری بیشترین کاهش را در سناریو ۳ و بیشترین افزایش را در سناریو ۵ دارند. متغیرهای صادرات و واردات بیشترین کاهش را در سناریو ۳ و کمترین کاهش را در سناریو ۵ و در نهایت متغیر درآمد دولت بیشترین افزایش را در سناریو ۳ و حداقل افزایش را در سناریو ۶ دارد. میزان انتشار گازهای آلاینده نیز در تمامی سناریوها کاهش یافته است که نشان‌دهنده بهبود کیفیت محیط‌زیست است. اما بیشترین میزان کاهش در سناریو ۳ و کمترین میزان کاهش در سناریو ۱ رخ داده است.

جدول ۴. نتایج سناریوهای مالیات برآلودگی بر متغیرهای کلان اقتصادی (ارقام به درصد)

سناریو ۶	سناریو ۵	سناریو ۴	سناریو ۳	سناریو ۲	سناریو ۱	متغیرهای کلان اقتصادی
-۰/۴۵	-۰/۳۲	-۴/۱۵	-۷/۶۷	-۴/۱۵	-۲/۰۳	تولید ناخالص داخلی
۰/۰۱۲	۰/۰۲۲	-۰/۰۱۷	-۰/۰۲۷	-۰/۰۱۷	-۰/۰۱۳	مصرف خانوار
۰/۰۰۶	۰/۰۱	-۰/۰۰۹	-۰/۱۴	-۰/۰۰۹	-۰/۰۰۶	سرمایه‌گذاری
-۰/۲۱	-۰/۰۳	-۳/۰۲	-۵/۶۳	-۳/۰۲	-۱/۴۴	صادرات
-۰/۳۳	-۰/۱۷	-۳/۷۲	-۶/۷	-۳/۷۲	-۱/۵۴	واردات
۰/۰۱۶	۰/۰۲۹	-۰/۰۲۳	-۰/۰۳۶	-۰/۰۲۳	-۰/۰۱۷	درآمد خانوار
۰/۰۲۵	۰/۰۶	-۰/۱۹	-۰/۳۱	-۰/۱۹	-۰/۱۲	درآمد شرکت‌ها
۰/۲۳	۰/۹۸	۴/۶۸	۸/۳	۴/۶۸	۲/۸۸	درآمد دولت
-۹/۰۶	-۸/۹۲	-۱۰/۱۲	-۱۴/۱۹	-۱۰/۱۲	-۶/۶۱	CO
-۱۲/۲۸	-۱۱/۸۲	-۱۳/۲۱	-۱۹/۸۴	-۱۳/۲۱	-۸/۵۴	CO ₂
-۶/۸۹	-۶/۱۳	-۷/۸۸	-۱۱/۵۳	-۷/۸۸	-۵/۶۴	SO ₂
-۵/۵۸	-۵/۰۲	-۵/۹۲	-۸/۷۸	-۵/۹۲	-۴/۳۲	NO _x

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول ۵ نیز نتایج مالیات بر آلودگی را بر سطوح تولید صنایع مختلف نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بیشترین کاهش سطوح تولید در سناریو ۳ و کمترین کاهش و یا بیشترین افزایش سطوح تولید، در سناریو ۵ صورت گرفته است. بیشترین کاهش سطح تولید در بخش صنایع شیمیایی و در سناریو ۳ و بیشترین افزایش سطح تولید در بخش ساختمان و در سناریو ۵ روی داده است.

جدول ۵. نتایج سناریوهای مالیات بر آلودگی بر سطوح تولید (ارقام به درصد)

بخش تولیدی	سناریو ۱	سناریو ۲	سناریو ۳	سناریو ۴	سناریو ۵	سناریو ۶
کشاورزی	-۰/۳۸	-۰/۵۴	-۱/۲۵	-۰/۵۴	-۰/۵۴	۰/۰۹
معادن	-۰/۲۱	-۰/۴۵	-۱/۰۱	-۰/۴۵	۰/۳۷	۰/۲۶
غذا	-۰/۲۵	-۰/۳۶	-۰/۶۵	-۰/۳۶	۰/۶۵	۰/۴۶
منسوجات	-۰/۱۷	-۰/۲۵	-۰/۴۳	-۰/۲۵	۰/۳۹	۰/۲۱
صنایع چوب و کاغذ	-۰/۳۳	-۰/۵۳	-۰/۹۸	-۰/۵۳	۰/۲۶	۰/۱۴
محصولات نفتی	-۰/۳۳	-۰/۷۴	-۱/۳۸	-۰/۷۴	۰/۳۵	۰/۱۷
صنایع شیمیایی	-۹/۹۴	-۱۹/۴۵	-۳۶/۲۲	-۱۹/۴۵	-۱/۳۴	-۱/۸۹
صنایع غیر فلزی	-۲/۳۶	-۳/۳۲	-۴/۲۶	-۳/۳۲	-۰/۴۵	-۰/۶۶
صنایع فلزی	-۰/۶۸	-۸/۸۶	-۱۴/۶۲	-۸/۸۶	-۱/۵۹	-۱/۹۶
ماشین‌آلات	-۰/۱۱	-۰/۱۸	-۰/۳۱	-۰/۱۸	۰/۲۸	۰/۱۳
برق	-۷/۱۵	-۱۶/۴۵	-۲۹/۵۵	-۱۶/۴۵	-۰/۲۶	-۰/۳۲
گاز طبیعی	-۳/۹۸	-۷/۱۲	-۱۳/۲۵	-۷/۱۲	-۲/۳۳	-۳/۴۸
آب	-۲/۶۲	-۴/۲۳	-۸/۰۲	-۴/۲۳	-۰/۵۷	-۰/۹۸
ساختمان	-۰/۲۹	-۰/۴۸	-۰/۸۸	-۰/۴۸	۱/۱۱	۰/۸۶
حمل و نقل	-۱/۲۲	-۲/۳۶	-۴/۶۱	-۲/۳۶	۰/۱۳	۰/۰۲
خدمات	-۲/۰۹	-۳/۸۵	-۷/۲۲	-۳/۸۵	-۰/۴۷	-۰/۲۹

مأخذ: نتایج تحقیق

۵. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

مصرف انرژی به‌ویژه انرژی‌های فسیلی، در بخش‌های مختلف صنعتی و خانگی و تجاری، موجب پراکنده‌شدن گازهای سمی و زیان‌آور در محیط‌زیست می‌شود که اثرات نامطلوبی بر موجودات زنده و طبیعت دارد. هرچه میزان مصرف انرژی به‌شکل بی‌رویه بالا رود، به‌همان نسبت میزان آلودگی محیط‌زیست و تأثیرات مخربی که بر سلامتی انسان‌ها و طبیعت دارد، نیز بالا رفته و بیش‌از پیش زندگی در این محیط‌آلوده دشوار می‌شود. انتشار آلودگی در مراحل اکتشاف، استخراج، بهره‌برداری، انتقال، تبدیل، توزیع و مصرف حامل‌های مختلف انرژی باعث آلودگی آب، خاک، هوا و صدا می‌شود که هر یک دارای اثرات خاص خود بر روی انسان و محیط‌زیست است. به گزارش مؤسسه تأثیرات سلامت بیش از ۹۰ درصد جمعیت جهان در سال ۲۰۱۵ در مناطقی با هوای ناسالم زندگی می‌کنند. بررسی‌های بانک جهانی نیز نشان می‌دهد که آلودگی هوا به‌تنهایی چهارمین عامل مرگ و میر زودرس در جهان می‌باشد. همچنین سرعت پیشروی گرمایش جهانی آن را به یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی زمین تبدیل کرده‌است. اقدامات فوری برای مبارزه با علت گرمایش جهانی موردنیاز است، زیرا پیامدهای آن بسیار گسترده است. یکی از محرک‌های اصلی گرم شدن کره‌زمین سوزاندن سوخت‌های فسیلی است که مقادیر قابل توجهی گازهای گلخانه‌ای را به جو اضافه می‌کند. افزایش مصرف انرژی یکی از این موارد است که در ایران باعث افزایش آلودگی و انتشار گازهای گلخانه‌ای شده‌است، به‌طوری‌که براساس اطلاعات ترازنامه‌ی انرژی، کل میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از تولید و مصرف انرژی در کشور از ۲۷۸ میلیون تن در سال ۱۳۷۸ به بیش از ۶۱۵/۵ میلیون تن در سال ۱۳۹۳ رسیده‌است. با توجه به مطالب فوق، به‌دلیل گسترش اثرات جانبی منفی ناشی از مصرف انرژی از جمله آلودگی هوا و اثرات زیان‌بار آن بر اقتصاد، محیط‌زیست و سلامت جامعه، ضروری است که دولت از طریق انگیزه‌های اقتصادی مانند مالیات سبز این اثرات را به سطح‌بینه برساند.

بنابراین برای بررسی اثرات اقتصادی مالیات بر آلاینده‌ها بر متغیرهای کلان‌اقتصادی و سطح تولید صنایع مختلف، پژوهش حاضر تدوین شد تا به این پرسش‌ها پاسخ دهیم که وضع مالیات بر آلاینده‌ها چه تأثیری بر متغیرهای اقتصادی و بخش‌های تولید دارد؟ آیا این مالیات باعث بهبود

کیفیت محیط‌زیست می‌شود؟ برای پاسخ به این پرسش‌ها روش تعادل عمومی محاسبه‌پذیر برای شبیه‌سازی اثرات مالیات بر آلودگی در اقتصاد ایران به کار گرفته شد و فعالیت‌های اقتصادی در چندین بلوک، شامل بلوک تولید، تجارت، درآمد و مخارج و بستن مدل و تسویه بازار طبقه‌بندی گردید. علاوه بر این، بلوک محیط‌زیست نیز به منظور تعیبه چهار نوع آلاینده SO_2 ، CO_2 ، CO و NO_x به مدل اضافه گردید. مدل ارائه شده با داده‌های ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ ایران کالیبره و متغیرهای درون‌زای مدل با استفاده از تکنیک MCP و با استفاده از نرم‌افزار گمز محاسبه گردید. بخش‌های تولید نیز به ۱۶ بخش، ۱۶ کالا، چهار نهاد خانوار، بنگاه‌ها، دولت و دنیای‌خارج تقسیم شد. همچنین به منظور شبیه‌سازی اثرات اقتصادی مالیات بر آلاینده‌ها بر متغیرهای کلان اقتصادی و سطح تولید شش سناریو تعریف و نتایج زیر به دست آمد:

بیشترین میزان کاهش تولید ناخالص داخلی در سناریو ۳ و کمترین میزان کاهش تولید ناخالص داخلی در سناریو ۵، جایی که بازپرداخت مالیات از طریق کاهش نرخ مالیات بر تولید انجام شده، صورت گرفته است. همچنین متغیرهای مصرف خانوار، درآمد خانوار، درآمد شرکت و سرمایه‌گذاری بیشترین کاهش را در سناریو ۳ و بیشترین افزایش را در سناریو ۵ دارند. متغیرهای صادرات و واردات نیز بیشترین کاهش را در سناریو ۳ و کمترین کاهش را در سناریو ۵ و در نهایت متغیر درآمد دولت بیشترین افزایش را در سناریو ۳ و حداقل افزایش را در سناریو ۶ دارد. در مورد سطوح تولید نیز، بیشترین کاهش سطوح تولید در سناریو ۳ و کمترین کاهش و یا بیشترین افزایش سطوح تولید در سناریو ۵ روی داده است. نتایج سناریوهای ۱، ۲ و ۳ که در آن‌ها اعمال مالیات بر آلاینده‌ها بدون اجرای سیاست مکمل بازپرداخت مجدد از طریق کاهش دیگر مالیات‌ها صورت می‌گیرد، منجر به کاهش تولید ناخالص داخلی و بهبود کیفیت محیط‌زیست می‌شود که این موضوع با نتایج به دست آمده از مطالعات قبلی سازگار است. لازم به ذکر است که بر اساس شاخص زیست‌محیطی (سطح انتشار گازهای آلاینده) سناریو ۳ بر سایر سناریوها ارجحیت دارد و در صورتی که هدف کاهش آثار منفی مالیات بر آلودگی بر سطوح تولید و دیگر متغیرهای اقتصادی نظیر تولید ناخالص داخلی، مصرف، درآمد، سرمایه‌گذاری، صادرات واردات باشد، سناریو ۵ بر سایر سناریوها ارجحیت خواهد داشت.

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد که اعمال مالیات بر آلودگی به تنهایی، باعث اثرات منفی بر متغیرهای کلان اقتصادی می‌شود، اما اگر این نوع مالیات، همراه با بازپرداخت مالیات از طریق کاهش نرخ مالیات‌های دیگر باشد، می‌تواند اثرات منفی مالیات بر آلودگی را بر سطوح تولید و سایر متغیرهای اقتصادی کاهش دهد و باعث بهبود کیفیت محیط زیست شود. مقایسه نتایج این پژوهش با سایر پژوهش‌ها نشان می‌دهد که اعمال مالیات بر آلاینده‌ها به تفکیک بخش‌های انتشاردهنده و نوع گازهای آلاینده، می‌تواند نتایج دقیق‌تری در اختیار سیاست‌گذاران اقتصادی قرار دهد و پیشنهاد می‌شود، اعمال مالیات‌های زیست‌محیطی همراه با سیاست مکمل بازپرداخت مجدد از طریق کاهش دیگر مالیات‌ها صورت گیرد تا آثار منفی مالیات بر آلودگی بر سطوح تولید و دیگر متغیرهای اقتصادی نظیر مصرف، درآمد و غیره کاهش یابد.

منابع

- اسدی، مرتضی (۱۳۸۷). «هزینه خسارات آلودگی هوا و ضرورت اجرای مالیات سبز»، پژوهشنامه مالیات (نشریه علمی)، دوره ۱۶، شماره ۳، صص ۱۹۹-۲۳۴.
- اکبری مقدم، بیت‌الله (۱۳۸۷). *تعادل عمومی محاسبه‌پذیر*. قزوین: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی قزوین.
- امین رشتی، نارسیس و ابراهیم صیامی عراقی (۱۳۹۱). «تأثیر مالیات سبز بر بیکاری (مطالعه موردی کشورهای عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی)»، *فصلنامه اقتصاد کاربردی*، دوره ۳، شماره ۸، صص ۳۷-۵۶.
- توازننامه انرژی سال ۱۳۹۰ (۱۳۹۲). تهران: وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی.
- توازننامه انرژی سال ۱۳۹۳ (۱۳۹۵). تهران: وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی.
- جباری، امیر؛ مرادخانی، نوگس و غزال فیروزه (۱۳۹۶). «بررسی اعمال مالیات سبز بر حامل‌های انرژی انتشاردهنده گاز دی‌اکسید کربن و منفعت مضاعف ناشی از آن در اقتصاد ایران»، *فصلنامه اقتصاد و الگوسازی*، دوره ۸، شماره ۳۱، صص ۱۲۵-۱۴۷.

جعفری صمیمی، احمد و الهام عزیزاده ملفه (۱۳۹۵). «شبه‌سازی مالیات‌سبز بر رشد اقتصادی در ایران با کاربرد روش تعادل عمومی قابل‌محاسبه»، فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، دوره ۶، شماره ۲۲، صص ۵۷-۷۰.

خداداد کاشی، فرهاد؛ اکبری تقی، مهدی؛ موسوی جهرمی، یگانه و علی اکبر خسروی‌نژاد (۱۳۹۴). «مقایسه آثار رفاهی و زیست‌محیطی انواع مالیات‌بر کربن به تفکیک مناطق مختلف در ایران با استفاده از الگوی تعادل عمومی پویای منطقه‌ای»، پژوهشنامه مالیات، دوره ۲۳، شماره ۲۸، صص ۱۴۵-۱۷۹.

رافعی، میثم و محمد صیادی (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، صص ۱۶۸-۱۵۱.

ستوده‌نیا، سلمان؛ احمدی شادمهری، محمد طاهر؛ رزمی، سید محمد جواد و مهدی بهنام (۱۳۹۹). «بررسی اثر مالیات‌سبز بر مصرف انرژی و رفاه اجتماعی در ایران با استفاده از الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی»، فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، دوره ۱۰، شماره ۴۰، صص ۱۵-۳۴.

شریفی، علیمراد؛ خوش‌اخلاق، رحمان؛ بهاء‌لو هوره، مرضیه و علی صادقی همدانی (۱۳۹۳). «ارزیابی افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر اشتغال: رویکرد تعادل عمومی محاسبه‌پذیر»، فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، دوره ۵، شماره ۱۶، صص ۱۵۳-۱۸۰.

منظور، داوود و ایمان حقیقی (۱۳۹۰). «آثار اصلاح قیمت‌های انرژی بر انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی در ایران؛ مدل‌سازی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر»، فصلنامه محیط‌شناسی، دوره ۳۷، شماره ۶۰، صص ۱-۱۲.

هادیان، ابراهیم و مجید اسلامی اندازگلی (۱۳۹۳). «ارزیابی تأثیر مالیات‌سبز بر اشتغال بخش‌های مختلف اقتصادی کشور ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل‌محاسبه»، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، دوره ۱۰، شماره ۴۳، صص ۴۷-۸۵.

AlShehabi O. H. (2012). "Energy and labour reform: Evidence from Iran". Journal of Policy Modeling, 34(3), pp. 441-459.

Aslani A., Khastar M., Nejati M., Bekhrad K. and M. Naaranoja (2020). "Evaluation of the carbon tax effects on the structure of Finnish industries: A computable general

- equilibrium analysis". *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 37, 100611.
- Baumol W. J., Oates W. E., Bawa, V. S., Bawa, W. S. and D. F. Bradford** (1988). "The theory of environmental policy", Cambridge university press.
- Benavente J. M. G.** (2016). "Impact of a carbon tax on the Chilean economy: A computable general equilibrium analysis". *Energy economics*, 57, pp. 106-127.
- Bergin A., Gerald J. F. and I. Kearney** (2002). "The macro-economic effects of using fiscal instruments to reduce greenhouse gas emissions". paper to the Economic and Social Research Institute Conference, The sky's the limit: efficient and fair policies on global warming.
- Bruvoll A. and K. Ibenholt** (1998). "Green throughput taxation: environmental and economic consequences". *Environmental and Resource Economics*, 12(4), pp. 387-401.
- Dettner F. and M. Blohm** (2021). "External cost of air pollution from energy generation in Morocco". *Renewable and Sustainable Energy Transition*, 1, 100002.
- Eskeland G. S.** (1993). "A presumptive pigovian tax on gasoline: analysis of an air pollution control program for Mexico City". The World Bank, No. 1076.
- Farajzadeh Z.** (2018). "Emissions tax in Iran: Incorporating pollution disutility in a welfare analysis". *Journal of Cleaner Production*, 186, pp. 618-631.
- Guo Z., Zhang X., Zheng Y. and R. Rao** (2014). "Exploring the impacts of a carbon tax on the Chinese economy using a CGE model with a detailed disaggregation of energy sectors". *Energy Economics*, 45, pp. 455-462.
- Health Effects Institute** (2017). *State of global air 2017. Special Report*. Boston, MA: Health Effects Institute.
- Lee H., Martins J. O. and D. Van der Mensbrugghe** (1994). "The OECD GREEN model: an updated overview". Working Paper No. 97.
- Li G., Zhang R. and T. Masui** (2021). "CGE modeling with disaggregated pollution treatment sectors for assessing Chinas environmental tax policies". *Science of The Total Environment*, 761, 143264.
- Lofgren H., Harris R. L. and S. Robinson** (2002). "A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS". Vol. 5, *Intl Food Policy Res Inst*.
- Wesseh Jr, P. K. and B. Lin** (2018). "Optimal carbon taxes for China and implications for power generation, welfare, and the environment". *Energy Policy*, 118, pp. 1-8.
- World Bank and Institute for Health Metrics and Evaluation** (2016). "The cost of air pollution: Strengthening the economic case for action". Washington, D.C.: World Bank Group.
- Wu H. M. P. and K. D. Willett** (2017). "The taxation of environmental pollution: A model for tax revenue-environmental quality tradeoffs". *International Journal of Financial Research*, 8(1), pp. 65-78.
- Xiao B., Niu D., Guo X. and X. Xu** (2015). "The impacts of environmental tax in China: A dynamic recursive multi-sector CGE model". *Energies*, 8(8), pp. 7777-7804.

پیوست

جدول ۱. مجموعه‌های مدل

نهادهای اقتصادی	ins	فعالیت‌های تولیدی	a
نهاد اقتصادی غیردولتی	insdng	فعالیت‌های تولیدی انرژی	ea
خانوارها	h	فعالیت‌های تولیدی غیر انرژی	ean
بنگاه‌ها	en	کالاها	c
گازهای آلوده کننده	n	کالاهای انرژی	ec
عوامل تولید	f	کالاهای غیرانرژی	ecn

مأخذ: ژیانو، ۲۰۱۵

جدول ۲. پارامترهای مدل

پارامتر سهم	δ_c^c	پارامتر نما	ρ_a^{kl}	پارامتر انتقال	α_a^a
پارامتر نما	ρ_c^c	پارامتر انتقال	α_a^e	پارامتر سهم	δ_a^a
پارامتر انتقال	α_c^q	پارامتر سهم	δ_a^e	پارامتر نما	ρ_a^a
پارامتر سهم	δ_c^q	پارامتر نما	ρ_a^e	پارامتر انتقال	α_a^{va}
پارامتر انتقال	ρ_c^q	پارامتر انتقال	α_a^c	پارامتر سهم	δ_a^{va}
عامل بهره‌وری	λ_a^{nc}	پارامتر سهم	δ_a^c	پارامتر نما	ρ_a^{va}
کشش جانشینی	σ_a^{nc}	پارامتر نما	ρ_a^c	پارامتر انتقال	α_a^{kl}
نهاده غیرانرژی	$ica_{ecn,a}$	پارامتر انتقال	α_c^c	پارامتر سهم	δ_a^{kl}
میل نهایی به مصرف	mpc_h	ضریب انتشار آلودگی		$emiss_{ec,n}$	
نسبت درآمد عوامل	$shift_{insang,f}$	ضریب تبدیل مقدار قیمت و مقدار فیزیکی		$thete_{ec}$	
نسبت درآمد سرمایه	$shifentk$	سهم مخارج مصرف کننده بر روی کالاها		$shr_{h,c}$	

مأخذ: ژیانو، ۲۰۱۵

جدول ۳. متغیرهای مدل

درآمد عامل f در خارج از کشور	$transfrfrow_f$	نرخ مالیات بر واردات مربوط به بخش‌ها	tm_c
پرداخت‌های انتقالی دولت به شرکت‌ها	$transfrgent$	نرخ مالیات بر صادرات	te_c
پرداخت‌های انتقالی دولت به خانوارها	$transfrhg$	نرخ مالیات بر درآمد	tih_h
پرداخت‌های انتقالی شرکت‌ها به خانوارها	$transfrhent$	نرخ مالیات بر درآمد شرکت‌ها	$tient_{en}$
پرداخت‌های انتقالی از خارج به خانوارها	$transfrrrh$	نرخ مالیات بر درآمد عوامل تولید	tf_f
پرداخت‌های انتقالی از خارج به دولت	$transfrrg$	نرخ مالیات بر تولید (فعالیت)	ta_a
پرداخت‌های انتقالی دولت به خارج	$transfrhr$	نرخ ویژه عوارض بر آلاینده CO	tco
نرخ ارز	EXR	نرخ ویژه مالیات بر آلاینده CO_2	tco_2
تقاضای دولت برای کالاها	$\overline{QG_c}$	نرخ ویژه مالیات بر آلاینده SO_2	tso_2
مقدار تقاضای سرمایه‌گذاری برای کالا	$\overline{QINV_c}$	نرخ ویژه مالیات بر آلاینده NO_x	tno_x
مقدار تقاضای معاملاتی پول هر نهاد	$\overline{STB_c}$	قیمت جهانی کالای وارداتی	pwm_c
قیمت واردات	PM_c	قیمت جهانی کالای صادراتی	pwe_c
مقدار عرضه نیروی کار	QLS	مقدار تولید بخش‌های تولیدی	QA_a
درآمد عوامل تولید	YF_f	قیمت کالاها تولیدشده توسط بخش تولیدی	PA_a
درآمد حاصل از سرمایه‌نهادها	$YIF_{insdng,f}$	مقدار ارزش افزوده	QVA_a
مصرف خانوار	EH_h	قیمت‌های ارزش افزوده	PVA_a
تقاضای خانوار برای کالاها	QH_h	مقدار نهاده واسطه‌ای	$QINTA_a$
سرمایه‌گذاری کل	$EINV$	قیمت نهاده واسطه‌ای	$PINTA_a$
پس‌انداز شرکت‌ها	$ENTSAV_{en}$	مقدار تقاضای سرمایه-نیروی کار	QKL_a
درآمد خانوار	YI_h	قیمت سرمایه-نیروی کار	PKL_a
مقدار آلودگی منتشرشده توسط هر بخش تولیدی	$QPE_{n,a}$	تقاضای انرژی	QED_a
میزان کل مالیات زیست‌محیطی خانوار	HHT_n	قیمت انرژی	WE_a
تقاضای خانوار برای انرژی	$QHea$	تقاضای سرمایه	QKD_a
مالیات بر عامل تولید	$FTAX$	قیمت سرمایه	WK
مالیات بر درآمد خانوار	$HTAX$	تقاضای نیروی کار	QLD_a
مالیات بر درآمد شرکت	$ENTAX$	قیمت نیروی کار	WL
مالیات بر تولید	$ATAX$	تقاضای انرژی فسیلی	$QECN_a$
مالیات بر واردات	$MTAX$	قیمت انرژی فسیلی	$PECN_a$

مالیات بر صادرات	$ETAX$	تقاضای برق	$QELE_a$
مالیات زیست‌محیطی	$CTAX$	قیمت برق	$PELE_a$
درآمد دولت	YG	تقاضای مواد نفتی	$Qpetr_a$
مخارج دولت	EG	قیمت مواد نفتی	$Ppetr_a$
پس‌انداز دولت	$GSAV$	تقاضای گاز	$Qgas_a$
پس‌انداز خارجی	$FSAV$	قیمت گاز	$Pgas_a$
متغیر دامی	$WALRAS$	مقادیر کالاها در بازار داخلی	QQ_c
مقدار واردات	QM_c	قیمت کالاها در بازار داخلی	PQ_c
نرخ مالیات بر آلودگی	$TAX_{n,a}$	قیمت کالاهای داخلی	PDC_c
تولید ناخالص داخلی	GDP	مقدار کالاهای داخلی	QDC_c
مقدار عرضه سرمایه	QKS	مقدار صادرات	QEC_c

مأخذ: ژبانو، ۲۰۱۵

توجه: متغیرهای برون‌زای مدل با حروف کوچک لاتین یا حروف بزرگ لاتین خط‌دار نشان داده شده‌است و متغیرهای درون‌زای مدل با حروف بزرگ لاتین نشان داده شده‌است.

جدول ۴. معادلات اصلی مدل

$PA_a \cdot QA_a \cdot (1 - ta_a) = PVA_a \cdot QVA_a + PINTA_a \cdot QINTA_a$
$PVA_a \cdot QVA_a = QKL_a \cdot PKL_a + QED_a \cdot WE_a$
$QKL_a \cdot PKL_a = QKD_a \cdot WK + QLD_a \cdot WL$
$QED_a \cdot WE_a = QECN_a \cdot PECN_a + QELE_a \cdot PELE_a$
$QECN_a \cdot PECN_a = Qpetr_a \cdot Ppetr_a + Qgas_a \cdot Pgas_a$
$QINT_{ecn,a} = ica_{ecn,a} \cdot QINTA_a$, $PINTA_a = \sum_{ecn} ica_{ecn,a} \cdot PQ_{ecn}$
$QX_c = QA_a$, $PX_c = PA_a$
$PM_c = (1 - TAX_{n,c}) \cdot pwm_c \cdot (1 + tm_c) \cdot EXR$
$PEC_c = pwe_c \cdot (1 - te_c) \cdot EXR$
$(1 - tax_{n,c}) \cdot PX_c \cdot QX_c = PDC_c \cdot QDC_c + PEC_c \cdot QEC_c$
$PQ_c \cdot QQ_c = PDC_c \cdot QDC_c + PM_c \cdot QM_c (1 + tax_{n,c})$
$YF_k = WK \cdot QKS$, $YF_l = WL \cdot QLS$
$YIF_{insdng,f} = shift_{insdng,f} \cdot (YF_f - transfrfrow_f \cdot EXR)$
$EH_h = mpc_h \cdot (1 - tih_h) \cdot YI_h$, $EINV = \sum_c (PQ_c \cdot QINV_c + STB_c)$
$\sum_{en} YENT = shifentk \cdot WK \cdot QKS$, $ENTSAV_{en} = (1 - tient_{en}) \cdot YENT_{en}$
$FTAX = \sum_f (tf_f \cdot YF_f)$, $HTAX = \sum_h (tih_h \cdot YI_h)$
$ENTAX = \sum_{en} (tient_{en} \cdot YENT_{en})$, $ATAX = \sum_a (ta_a \cdot PA_a \cdot QA_a)$
$MTAX = \sum_c (tm_c \cdot pwm_c \cdot QM_c \cdot EXR)$, $ETAX = \sum_c (te_c \cdot pwe_c \cdot QEC_c \cdot EXR)$
$CTAX = \sum_n \sum_a (tax_{n,a} \cdot PA_a \cdot QA_a)$
$EG = \sum_c PQ_c \cdot QG_c + transfrhg + transfrhr + transfrgent$
$\sum_a QLD_a = QLS + WALRAS$, $\sum_a QKD_a = QKS$
$QQ_c = \sum_a QINT_{c,a} + QH_c + QINV_c + QG_c + STB_c$
$\sum_c (pwm_c \cdot QM_c) + transfrhr + \sum_f transfrfrow_f = \sum_c (pwe_c \cdot QEC_c) + transfrhr + transfrrg + FSAV$
$YG = EG + GSAV$
$EINV = \sum_h (1 - mpc_h) \cdot (1 - tih_h) \cdot YI_h + \sum_{en} ENTSAV_{en} + GSAV + FSAV \cdot EXR + DEPR + VBIS$
$GDP = \sum_c PQ_c (QH_c + QINV_c + QG_c + STB_c) - EXR \cdot \sum_c QM_c + \sum_c PEC_c \cdot QEC_c$

مأخذ: ژيانو، ۲۰۱۵