

تاریخ دریافت: ۱۵ مرداد ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: ۲۱ آذر ۱۴۰۲ صفحات ۱۲۵ الی ۱۷۰

سناریوپردازی آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت اعمال سیاست مالیات بر کربن و حذف یارانه حامل‌های انرژی بر انتشار گاز CO₂ در ایران

محمد صیادی *

دانشیار، دانشکده اقتصاد دانشگاه خوارزمی، m.sayadi@khu.ac.ir

حبیب سهیلی احمدی

استادیار، دانشکده اقتصاد دانشگاه خوارزمی، h.soheyli@khu.ac.ir

محمدرضا آریافار

کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه خوارزمی، mohamadreza.aryiafar@gmail.com

فرزانه مرادی

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه خوارزمی، farzane.moradi7070@gmail.com

چکیده: هدف اصلی این مقاله بررسی آثار سیاست‌های حذف یارانه حامل‌های انرژی و اعمال مالیات کربن بر متغیرهای عملکرد اقتصادی از یک سو و میزان مصرف انرژی و میزان انتشار CO₂ در ایران از سوی دیگر است. برای این منظور، از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه Iran ORANI-G استفاده شده است که برای شبیه‌سازی و تحلیل شوک‌ها و سیاست‌های اقتصادی استفاده می‌شود. در این تحقیق، ۶ سناریو شامل ۲ سناریو حذف یارانه حامل‌های انرژی و ۴ سناریو اعمال مالیات کربن در بستر کوتاه‌مدت و بلندمدت مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که در سناریو حذف یارانه حامل‌های انرژی در کوتاه‌مدت گرچه تولید ناخالص داخلی کاهش می‌یابد؛ اما میزان انتشار CO₂ کاهش قابل توجهی دارد که این کاهش انتشار در بلندمدت بیشتر نیز خواهد بود. افزایش مالیات کربن در مقابل حذف یارانه حامل‌های انرژی علاوه بر اینکه اثر کاهشی کمتری در کوتاه‌مدت بر روی تولید ناخالص داخلی داشته است، کاهش انتشار در کوتاه‌مدت و بلندمدت قابل توجه‌تری را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که حذف یارانه حامل‌های انرژی و اعمال مالیات کربن، می‌توانند به‌عنوان سازوکارهای مؤثر در جهت کاهش مصرف انرژی و انتشار گاز CO₂ در ایران مطرح شوند. از سوی دیگر، با اعمال سیاست بازچرخانی منابع مالیاتی تحصیل شده برای حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر و نیز ارتقای بهره‌روی انرژی می‌توان از آثار انقباضی این سیاست‌ها بر متغیرهای اقتصادی کلاتی نیز کاست.

واژگان کلیدی: یارانه انرژی، انتشار گاز دی‌اکسید کربن، الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه، مالیات بر کربن

* نویسنده مسئول

۱. مقدمه

با افزایش تقاضای انرژی، میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای نیز در بخش‌های مختلف اقتصادی افزایش می‌یابد که تأثیرات محلی، منطقه‌ای و جهانی مهمی دارد. با توجه به روش‌های ارزش‌گذاری در حوزه محیط‌زیست، هزینه تخریب برای انتشار هر یک از آلاینده‌های موجود در هوا بر اساس شدت اثرگذاری‌شان بر محیط، محاسبه می‌شود. به عبارت دیگر، هزینه تخریب، مجموع پولی است که بتواند صدمات ناشی از انتشار مواد آلاینده و گازهای گلخانه‌ای را جبران کند. این هزینه می‌تواند معیار مناسبی برای کمی کردن آثار انتشار آلاینده‌های هوا در محیط‌های اثرپذیر انسانی و طبیعی باشد (طاهری و همکاران، ۱۳۹۶). مصرف بی‌رویه انرژی، به‌ویژه سوخت‌های فسیلی برای تحقق اهداف رشد اقتصادی و علاوه‌بر آن، ضعف کارایی در مصرف آن باعث افزایش آلودگی زیست‌محیطی می‌شود، به‌طوری‌که از عوامل مهم آلودگی هوا، انتشار گاز دی‌اکسید کربن است که یکی از مهم‌ترین انواع گازهای گلخانه‌ای و نتیجه مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش‌های تولیدی، تجاری، خدماتی و خانگی می‌باشد (هو و وو^۱، ۲۰۲۳). یارانه‌های انرژی که اشکال مختلفی دارند در موضوع توسعه اقتصادی اجتماعی تأثیر بالایی دارا می‌باشند، چرا که می‌توانند در حجم مصرف و نوع سوخت مصرفی تأثیرگذار باشند، این تغییر مصرف باعث شده تا گازهای آلاینده بیشتری تولید شود، در نتیجه شرایط آب‌وهوایی دستخوش تغییراتی قرار بگیرد (سلیمانی^۲، ۲۰۱۹).

بررسی آثار حذف یارانه حامل‌های انرژی بر روی میزان تقاضا (مصرف) انرژی و به تبع آن انتشار گاز دی‌اکسید کربن با توجه به مسائل گفته شده، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. برخورداری از محیط‌زیستی سالم، نشانگر افزایش قدرت اقتصادی جامعه می‌باشد که با افزایش سطح کیفی مصرف در برابر منابع محدود توسط سیاست‌های علم اقتصاد امکان‌پذیر است. با افزایش مصرف انرژی در جهان نیز انتشار مواد آلاینده ناشی از احتراق حامل‌های انرژی گسترش یافته است، به‌طوری‌که بر اساس آمار منتشر شده توسط BP^۳ در سال‌های گذشته تولید گاز دی‌اکسید کربن که مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای به شمار می‌آید از ۵۰۴/۸ میلیون تن در سال ۲۰۱۰ به ۶۶۰/۵ میلیون تن در سال ۲۰۲۱ افزایش یافته است که افزایشی ۳۰/۸۴ درصدی را نشان می‌دهد.

^۱ Hu & Wu

^۲ Solaymani

^۳ British Petroleum

از سوی دیگر، استفاده از مالیات برای مقابله با انتشار آلودگی اولین بار توسط یک اقتصاددان انگلیسی به نام پیگو مطرح شد که در سال ۱۹۲۰ استفاده از این سیاست را برای مقابله با مشکل انتشار آلودگی پیشنهاد کرد. این نظریه بیان می‌کند افرادی که باعث آلودگی محیط‌زیست می‌شوند باید به جبران خسارت ناشی از آلودگی پردازند که این مالیات‌ها را مالیات‌هایی پیگویی می‌نامند (پژویان و مقیمی‌نیا، ۱۳۸۵). این نوع از مالیات‌ها به‌عنوان یکی از ابزارهای مهم سیاست‌گذاری محیط‌زیست، در کشورهای مختلف به‌عنوان راه‌حلی برای کاهش آلاینده‌های هوا و زمین و افزایش استفاده از منابع تجدیدپذیر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سیاست‌هایی مانند مالیات بر کربن و حذف یارانه انرژی، به‌عنوان سیاست‌های بازار محور، از جمله سیاست‌های پرکاربرد برای کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن (CO₂) هستند. مالیات بر کربن به‌صورت مستقیم برای کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و افزایش استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به کار گرفته می‌شود. این مالیات‌ها به دلیل افزایش هزینه‌های تولید و مصرف سوخت‌های فسیلی، می‌توانند تشویق به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و کاهش مصرف انرژی ناپایدار را ایجاد کنند. همچنین، سیاست حذف یارانه انرژی نیز به‌منظور کاهش مصرف انرژی و افزایش کارایی انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با حذف یارانه‌های انرژی، هزینه‌های استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر کاهش می‌یابد و تشویق به استفاده از این منابع انرژی افزایش می‌یابد.

ایران در زمره بزرگ‌ترین مصرف کنندگان انرژی‌های فسیلی و در عین حال، همواره طی سال‌های اخیر در بین ۱۰ کشور با بیشترین میزان انتشار بالای گازهای گلخانه‌ای قرار داشته است. علاوه بر این، بر اساس آخرین آمار اعلام شده از سوی آژانس بین‌المللی انرژی (IEA)^۱، ایران در سال ۲۰۲۱، با پرداخت ۵۸.۹ میلیارد دلار یارانه انرژی (آشکار و ضمنی) پس از روسیه، بیشترین میزان یارانه انرژی را در بین کلیه کشورها پرداخت کرده است. با عنایت به اهمیت موضوع، هدف اصلی این تحقیق، بررسی نوع و نحوه واکنش متغیرهای مهم اقتصادی، انرژی و محیط‌زیستی به سیاست‌های حذف یارانه حامل‌های انرژی و نیز اعمال مالیات محیط‌زیستی، در بستر زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت در قالب یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) است. این مدل‌ها امکان سنجش تأثیر هم‌زمان سیاست‌ها را در کل اقتصاد و نیز بر بخش‌های اقتصادی را فراهم می‌کنند. به کمک این مدل‌ها، می‌توان به‌دقت

۱. International Energy Agency

تأثیرات حذف یارانه حامل‌های انرژی بر تقاضا انرژی و به تبع آن انتشار گاز CO₂ را بررسی کرد و سیاست‌های مناسب جهت کاهش این آثار ناخواسته را شناسایی و پیشنهاد کرد. این تحقیق بدین صورت سازماندهی شده است که پس از مقدمه، در بخش دوم به تبیین مبانی نظری تحقیق پرداخته می‌شود. بخش سوم به مروری بر مهم‌ترین مطالعات پیشین اختصاص دارد. بخش چهارم به روش‌شناسی تحقیق می‌پردازد. بخش پنجم به تجزیه و تحلیل یافته‌های تجربی تحقیق اختصاص دارد و بخش ششم به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری می‌پردازد.

۲. مبانی نظری تحقیق

پس از انقلاب صنعتی به‌ویژه در دهه‌های اخیر با استفاده بیشتر از انرژی، متوسط بهره‌وری عوامل تولید افزایش یافته است، اما استفاده از انرژی فسیلی به‌خاطر به دلیل تأثیرات آلوده‌کننده آن، موجب تخریب بیش‌ازپیش محیط‌زیست در جوامع مختلف شده است. از این‌رو می‌توان ادعا کرد که مصرف انرژی فسیلی مهم‌ترین علت تخریب محیط‌زیست طی دوره‌های مختلف به‌ویژه قرن اخیر بوده است (پیمنتل^۱، ۱۹۹۱). بر اساس قضیه کوز^۲، آلودگی محیط‌زیست، یکی از پیامدهای جانبی تولید است که موجب عدم کارایی مکانیسم بازار در تخصیص منابع می‌شود و با توجه به هزینه مبادله، لازم است دولت در اقتصاد دخالت کند و با استفاده از ابزارهایی، هزینه مبادله را کاهش دهد. از جمله عواملی که بر کیفیت محیط‌زیست تأثیر دارد، کیفیت سیاست‌های دولت است. به تعبیر دیگر، دولت می‌تواند با اجرای سیاست‌های مناسب، توسعه پایدار را در بستر محیط‌زیست مطلوب رقم بزند و در مقابل، با سیاست‌گذاری نامناسب منجر به تخریب محیط‌زیست شود (پورغفار دستجردی، ۱۳۹۳).

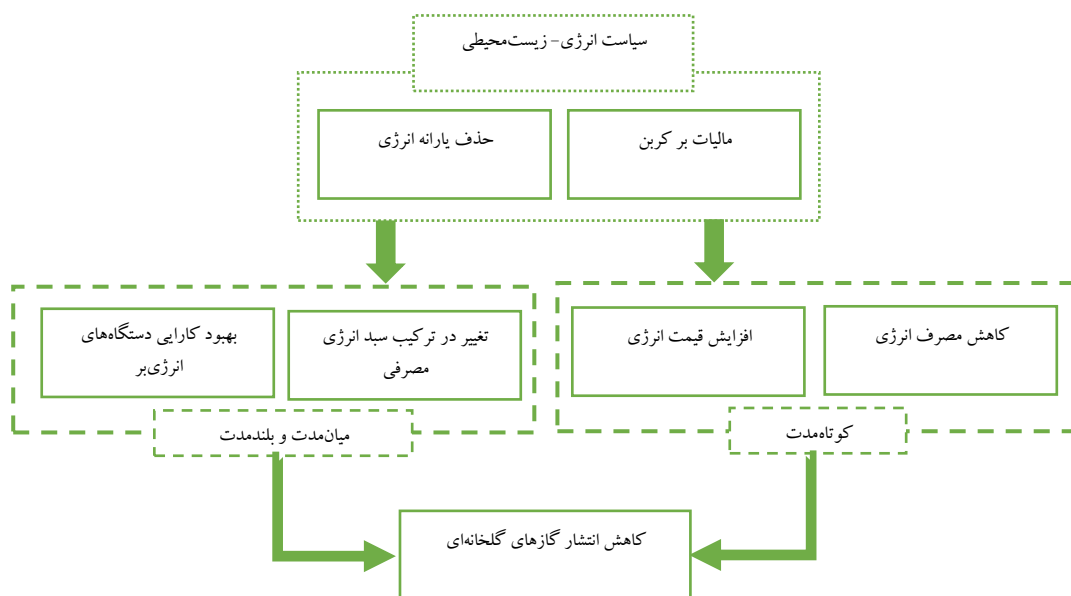
همان‌طور که در شکل (۱) به تصویر کشیده شده است، سیاست‌های مالیات بر کربن و حذف و اصلاح یارانه انرژی در بستار کوتاه‌مدت از طریق افزایش قیمت انرژی‌های فسیلی و کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی در فرایندهای تولید و مصرف موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای خواهد شد (لیو و لی^۳، ۲۰۱۱). علاوه بر این، در بستار میان‌مدت و بلندمدت این امکان وجود دارد که با اجرای سیاست‌های

^۱ Pimentel

^۲ . Coase

^۳ Liu and Li

مالیات بر کربن و نیز حذف یا اصلاح یارانه حامل‌های انرژی، ترکیب انرژی مصرفی در فرایندهای تولید و مصرف به سمت انرژی‌های با انتشار آلودگی پایین و یا صفر، توجه اقتصادی بیشتر پیدا کند و سهم آنها در سبد تولید و مصرف انرژی افزایش یابد. علاوه بر این، افزایش قیمت حامل‌های انرژی فسیلی انگیزه سرمایه‌گذاری بر تولید دستگاه‌های کارا تر به لحاظ مصرف انرژی را افزایش می‌دهد که از این کانال نیز می‌تواند موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شود (مریل^۱، ۲۰۱۵، کائو و همکاران^۲، ۲۰۱۹).



شکل (۱). کانال‌های تأثیر سیاست مالیات بر کربن و حذف یارانه انرژی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای

منبع: (لیو و لی، ۲۰۱۱)، مریل، ۲۰۱۵، کائو و همکاران، ۲۰۱۹)

^۱ Merrill

^۲ Cao and et.,al

- مالیات بر کربن

ایده اجرای مالیات کربن برای مهار انتشار کربن به کار اصلی پیگو (۱۹۲۰) برمی‌گردد که برای اولین بار اصل آلاینده پرداخت را برای توضیح اثرات خارجی منفی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای معرفی کرد. این ایده ساده بیانگر آن است که مالیات اعمال شده برای هر تن CO_2 را به سرمایه‌گذاری در فرایندهای تولید پاک‌تر، حفظ رقابت و سپس کاهش آلودگی کلی هوا با درونی کردن (از طریق قیمت) اثرات خارجی منفی ناشی از آن، سوق دهد (دیستفانو و دلساندرو^۱، ۲۰۲۳). از دهه ۱۹۸۰ به بعد، بسیاری از محققان به مطالعه مالیات کربن پرداخته‌اند طبق نظر اساتید، مزایای سبز و آبی مالیات کربن به یکدیگر ارتباط وابسته‌ای دارند. درآمد حاصل از مالیات کربن می‌تواند برای تعدیل سایر مالیات‌های تجاری مورد استفاده قرار گیرد و اقتصاد را بهبود بخشیده و سرمایه‌گذاری و اشتغال بیشتری را تحریک کند (وی و همکاران^۲، ۲۰۲۲).

- مالیات‌های زیست‌محیطی

مالیات‌ها از یک سو بر شرایط توزیعی جامعه اثرگذار هستند و از سوی دیگر، با جابه‌جایی منابع از بازاری به بازار دیگر، آثار تخصیصی به همراه دارند. از این رو یکی از دغدغه‌های کارشناسان اقتصادی، شناسایی پایه‌هایی از مالیات است که کمترین عدم کارایی را به جامعه تحمیل نماید. در بین انواع مالیات‌ها تنها پایه مالیاتی که چنین ویژگی را دارد، مالیات‌های زیست‌محیطی^۳ است. این پایه مالیاتی که بر انواع آلودگی‌های محیط‌زیستی اعمال می‌شود، نه تنها کارایی را خدشه‌دار نمی‌کند؛ بلکه به دلیل کاهش هزینه‌های ناشی از آلودگی، فایده اجتماعی را نیز افزایش می‌دهد. به همین دلیل به این نوع مالیات در اصطلاح مالیات سبز اطلاق می‌شود (پژویان و امین‌رشتی، ۱۳۸۶).

^۱ Distefano & D'Alessandro

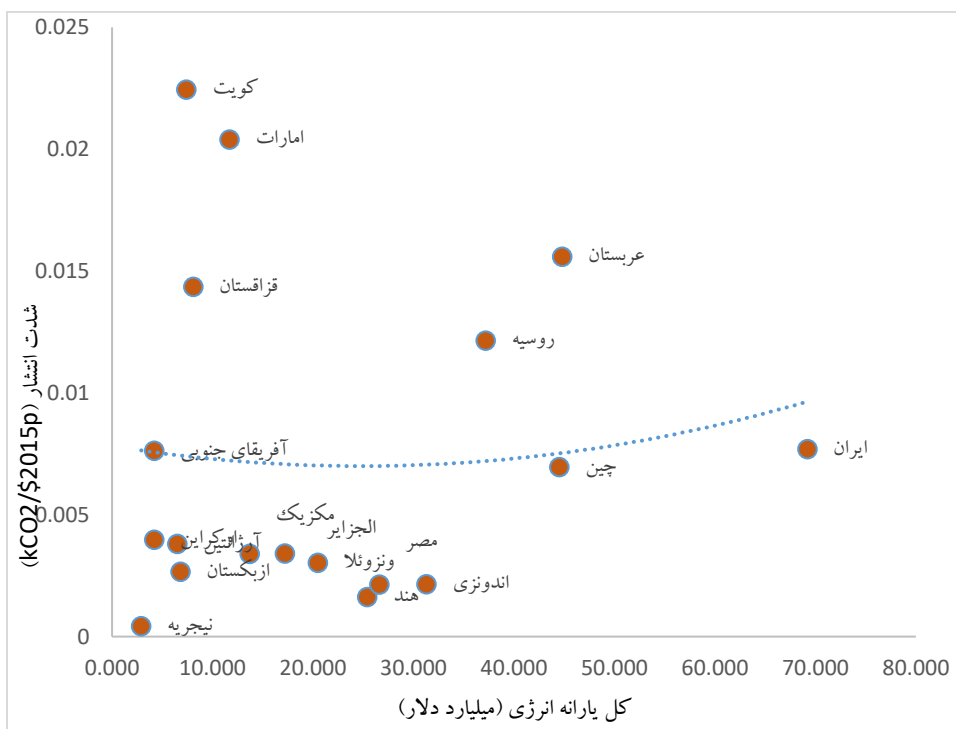
^۲ Wei et al

^۳ . Environmental Taxes

- یارانه انرژی

بر اساس تعریف آژانس بین‌الملل انرژی^۱ (IEA)، یارانه عبارت است از هرگونه اقدام دولت که هزینه‌های تولید را کاهش دهد یا قیمت‌های دریافتی تولیدکنندگان را افزایش دهد و یا قیمت‌های پرداختی مصرف‌کنندگان را کاهش دهد. پرداخت یارانه یکی از سیاست‌های اقتصادی رایج در کشورهای در حال توسعه و حتی کشورهای توسعه‌یافته است. اجرای صحیح، هدفمند و مقطعی این سیاست، تأمین‌کننده اهدافی مانند حمایت از اقشار آسیب‌پذیر، توزیع عادلانه‌تر درآمد، تثبیت قیمت‌ها می‌باشد. در مقابل اجرای نادرست و غیرهدفمند این سیاست منجر به اتلاف بودجه دولت و ایجاد ناکارایی خواهد شد. در اغلب موارد شواهد تجربی نشان داده است که پرداخت‌های همگانی و غیرهدفمند، نه تنها در ارتقای درآمد و رفاه اقشار آسیب‌پذیر تأثیری ندارد، بلکه منافع آن بیشتر متعلق به گروه‌های بالای درآمدی می‌شود. در نتیجه با دقت به اینکه ضریب مصرف انرژی در اقشار پردرآمد جامعه بالاتر است پس میزان استفاده اقشار دهک‌های بالای درآمدی از یارانه انرژی به مراتب بیشتر از دهک‌های پایین درآمدی می‌باشد؛ لذا مهم‌ترین هدف از پرداخت یارانه یعنی توزیع عادلانه درآمد محقق نگردیده و از طرفی دیگر دولت متحمل فشار مالی زیادی شده است (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۴).

^۱ International Energy Agency



شکل (۲). شدت انرژی برحسب کل یارانه انرژی

Source: Enerdata، ۲۰۲۱

۳. پیشینه تحقیق

مطالعات داخلی

مقیم و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی آثار رفاهی و زیست محیطی مالیات سبز و کاهش یارانه سوخت ایران با استفاده از الگوی تعادل عمومی پرداخته‌اند. در این مطالعه، با وضع مالیات بر سوخت، تقاضای واسطه‌ای و مصرفی سوخت‌های فسیلی کاهش می‌یابد. در این مطالعه پنج سناریوی مالیاتی وضع شده است. در تمام سناریوها با لحاظ اثر مثبت کاهش آلودگی هوا، تغییرات رفاه مثبت است و میزان آن با افزایش نرخ مالیات افزایش می‌یابد. در هر دو سیاست، بالاترین نرخ رشد رفاه با نظر گرفتن آثار زیست محیطی، نرخ مالیات ۱۰ درصد است.

منظور و رضایی (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات اصلاح قیمت سوخت مصرفی نیروگاه‌ها بر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای پرداختند. نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل نشان داد که در صورت ادامه روند قیمت‌های قبل از اجرای هدف‌مندی یارانه‌ها در چهارچوب مدل، میزان آلاینده‌های کربنی از ۱۵۶ میلیون تن در هر تراوات ساعت در ابتدای دوره با ۵ درصد رشد سالیانه به ۲۷۷/۸ میلیون تن برای گازهای گلخانه‌ای و ۱۷۵ هزار تن برای گازهای آلاینده‌ها در پایان دوره خواهد رسید.

آماده و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای اثرات زیست‌محیطی و رفاهی اصلاح یارانه حامل‌های انرژی را با استفاده از الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر برای اقتصاد ایران بررسی کردند. در این مطالعه، منظور از اعمال سیاست اصلاح قیمت حامل‌های انرژی، اصلاح نظام فعلی پرداخت یارانه و توزیع مجدد آن است که برای توزیع مجدد دو حالت کامل به خانوارها و توزیع آن میان خانوارها، تولیدکنندگان و دولت به نسبت ۵۰، ۳۰ و ۲۰ درصد در نظر گرفته شد. سناریوی باز توزیع درآمد میان خانوارها، در میان خانوارهای شهری حدود ۱۶ درصد و در میان خانواده‌های روستایی ۵۳ درصد افزایش رفاه ایجاد کرده است.

جعفری صمیمی و عزیزاده ملفه (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای به شبیه‌سازی اثر اعمال مالیات سبز بر رشد اقتصادی ایران با استفاده از رویکرد تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) پرداخته‌اند. یافته‌های تحقیق دلالت بر این دارد 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.

دودایی نژاد و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از فرضیه مزیت مضاعف، اعمال مالیات بر کربن در اقتصاد ایران را با الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه مورد ارزیابی قرار داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد، مالیات ۵۱/۳ ریال بر هر کیلوگرم انتشار دی‌اکسید کربن در سناریوی بازگرداندن کل مالیات به صورت یکجا به خانوار، ۷۳/۵ ریال در سناریوی کاهش مالیات بر تولید و ۵۸ ریال

در سناریوی کاهش مالیات بر نیروی کار باعث تحقق هدف کاهش ۱۲ درصدی انتشار می‌شود. در هر سه سناریو بودجه مصرفی واقعی خانوار و شاخص رفاهی معادل، افزایش پیدا می‌کند. طاهری (۱۳۹۸) در مطالعه اخیر خود به بررسی اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر بخش کشاورزی ایران با استفاده از رویکرد CGE پرداخته است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد، با اعمال سناریوی افزایش قیمت حامل‌های انرژی به سطح فوب خلیج فارس، مصرف حامل‌های انرژی، سطح تولید، تقاضای داخلی، اشتغال و صادرات کاهش و قیمت فعالیت، قیمت داخلی و قیمت نهاده سرمایه فعالیت‌های کشاورزی افزایش خواهد یافت.

صیفوری و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه اخیر خود با به کارگیری روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)، اثرات اجرای سیاست مالیات سبز بر میزان انتشار آلاینده‌ها با تأکید بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر برای کشورهای عضو گروه D^۸ را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج تحقیق حاکی از وجود یک ارتباط منفی بین حجم مالیات‌های زیست‌محیطی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر با انتشار آلاینده‌ها است. به عبارتی با اجرای این سیاست مالیاتی در کشورهای مورد بررسی، می‌توان به کاهش مصرف انرژی‌هایی فسیلی و استفاده بهینه از این انرژی‌ها و در کنار آن توسعه زیرساخت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر امیدوار بود.

عباس زاده کرمجوان و عباس زاده (۱۳۹۹) با بهره‌گیری از آخرین ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ و همچنین طراحی یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه در قالب چهار سناریو پیامدهای احتمالی وضع مالیات کربن بر تولید ناخالص داخلی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان‌دهنده آن بوده که وضع مالیات بر کربن در تمامی سناریوها، کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و کاهش تولید ناخالص داخلی را به همراه دارد؛ به طوری که در سناریوی آخر که از بالاترین میزان مالیات کربن همراه بوده، در ازای فقط ۰.۵۴ درصدی در تولید ناخالص داخلی، میزان انتشار دی‌اکسید کربن ۱۰.۷ درصد کاهش یافته است.

محمدی‌پور و همکاران (۱۴۰۰) تأثیر شوک‌های قیمتی در حامل‌های انرژی منتخب در سبب مصرفی خانوار و توابع تولید بنگاه‌ها (از دو سمت عرضه و تقاضای اقتصاد به صورت هم‌زمان) بر اقتصاد کلان ایران را با استفاده از الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)^۱ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان می‌دهد، تمامی شوک‌های قیمتی در حامل‌های انرژی منتخب، ضمن افزایش هزینه‌های تولید و ایجاد شرایط تورمی، موجب کاهش مصرف کل، سرمایه‌گذاری کل و تقاضای کل می‌شود و به دنبال کاهش تولید محصولات غیرنفتی و تولید کل، میزان اشتغال نیز کاهش پیدا می‌کند.

مصوری نظام آباد (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای به بررسی اثر مالیات بر کربن بر رفاه اقتصادی ایران در چهارچوب سیستم‌های پویا پرداخته است که در مدل پویا از دو متغیر مهم تولید ناخالص داخلی و تورم برای کانال تأثیرگذاری، استفاده شده است. نتایج حاکی از آن بوده که افزایش ۳ درصدی GDP از کانال مالیات کربن منجر به کاهش رفاه اقتصادی شده و همچنین با افزایش ۲۵ درصدی تورم بر مالیات سبز و در نهایت رفاه اقتصادی اثر گذاشته است؛ بنابراین نتیجه‌گیری شده است که اساساً تغییراتی که بر GDP و تورم اتفاق افتاده بود روی درجه تأثیرگذاری مالیات سبز بر رفاه در ایران، اثر داشته است.

مطالعات خارجی

سهیلی^۲ (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای به تحلیل اثرات حذف یارانه برق در ایران بر آلودگی هوا با استفاده از رویکرد مدل تصحیح خطای برداری پرداخته است. در این مطالعه به دلیل آنکه قیمت برق در ایران کمتر از سطح واقعی آن است لذا پرداخت یارانه به مصرف برق موجب افزایش مصرف این حامل‌های انرژی و در نتیجه افزایش آلودگی زیست‌محیطی شده است. در این مطالعه رابطه بین مصرف برق و قیمت آن با استفاده از مدل تصحیح خطای برداری محاسبه شده

^۱ . Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE)

^۲ . Sohaili

است. نتایج نشان داد که کاهش قیمتی برق در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب ۰/۰۳- و ۰/۱۴- است، بنابراین با یک درصد افزایش در قیمت برق به علت حذف یارانه برق، مصرف برق کاهش می‌یابد و آلودگی زیست‌محیطی آن حدود ۰/۰۳ و ۰/۱۴ درصد به ترتیب در کوتاه‌مدت و بلندمدت کاهش می‌یابد.

اورانگو و هوباجک^۱ (۲۰۱۳) در تحقیقی با عنوان برآورد اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی و اقتصادی حذف یارانه‌های غیرمستقیم انرژی در اوکراین به این نتیجه رسیدند که با حذف یارانه انرژی مصرف انرژی کل و انتشار گازهای گلخانه‌ای به ترتیب ۲/۵ و ۳/۶ درصد کاهش می‌یابد و حذف یارانه گروه‌های کم‌درآمد را که سهم بیشتری از درآمد خود را به تأمین سوخت اختصاص می‌دهند تحت تأثیر قرار می‌دهد.

سلیمانی و کری (۲۰۱۴) اثرات اصلاح یارانه انرژی بر اقتصاد و بخش حمل‌ونقل مالزی را بررسی نمودند. بر اساس یافته‌های آنان، این سیاست، تولید ناخالص داخلی واقعی و سرمایه‌گذاری را افزایش می‌دهد. درحالی‌که صادرات و واردات مالزی در این بخش کاهش می‌یابد. هزینه‌های بخش حمل‌ونقل به دلیل افزایش قیمت نهاده‌های واسطه‌ای تحت تأثیر قرار می‌گیرد. اصلاح یارانه انرژی مالزی منجر به کاهش اولیه انتشار گاز کربن‌دی‌اکسید و تقاضا برای برق و گاز فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل می‌شود.

یاهو و عثمان^۲ (۲۰۱۵) نشان دادند که اثرات منفی سیاست اقتصادی حذف یارانه انرژی را با هدایت درآمد جمع‌آوری‌شده از مالیات محیط‌زیست به پرداخت یارانه سبد خرید خانوار می‌توان تغییر داد. این تحقیق با استفاده از یک مدل تعادل عمومی قابل‌محاسبه انتشار گاز کربن‌دی‌اکسید را کاهش می‌دهد.

سلیمانی و همکاران^۳ (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی اصلاح یارانه انرژی و شوک قیمت نفت در بخش حمل‌ونقل مالزی پرداخته‌اند. در این مطالعه با استفاده

^۱ Ogarenko & Hubacek

^۲ Yahoo and Othman

^۳ Solaymani et al

از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر، به بررسی اثرات بلندمدت ۳ سناریو پرداخته شده است که عبارت‌اند از: افزایش قیمت نفت، اصلاح یارانه انرژی و ترکیب این دو باهم در بخش حمل‌ونقل مالزی. نتایج کلی سه سناریوی شبیه‌سازی حاکی از آن بود که ترکیب شوک قیمت نفت و حذف یارانه انرژی باعث کاهش گازهای گلخانه‌ای در بخش حمل‌ونقل مالزی خواهد شد.

ایرانی و ترابلیسی^۱ (۲۰۱۶) به بررسی تأثیر توقف تدریجی یارانه انرژی در کشورهای شورای همکاری خلیج فارس پرداختند. تجزیه و تحلیل با استفاده از رابطه بین تولید ناخالص و مصرف انرژی در طول دوره ۲۰۱۳-۱۹۸۰ و پیامدهای اثرات یارانه انرژی بر اقتصاد منطقه انجام گرفته است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که حذف یارانه انرژی اثرات منفی قابل توجهی بر رشد اقتصادی ندارد، در عوض لغو یارانه ممکن است بهره‌وری انرژی و پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی را افزایش دهد.

مانداکا^۲ (۲۰۱۷) میزان کاهش گازهای گلخانه‌ای با حذف یارانه سوخت‌های فسیلی برای کشورهای عضو منا را مورد بررسی قرارداد و به این نتیجه رسید که سیاست اصلاح قیمت سوخت‌های فسیلی ابزار مهمی برای سیاست اقتصادی و آب‌وهوا است. با افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی به میزان ۲۰ سنت در هر لیتر در ایالات متحده، تولید گازهای گلخانه‌ای بسته به کشور و نوع سوخت به میزان ۱۰ تا ۹۰ درصد کاهش می‌یابد.

سراخ و همکاران^۳ (۲۰۲۰) اثر اصلاح یارانه بر اقتصاد عربستان و نیز میزان انتشار کربن را مورد بررسی قرار داده‌اند. یافته‌های تحقیق مبتنی بر مدل داده - ستانده^۴ نشان می‌دهد، حذف یارانه انرژی فعالیت‌های اقتصادی را به‌ویژه در صنایع انرژی با تأثیر منفی همراه می‌سازد. علاوه بر

۱ . Irani & Trablesi

۲ . Mundaca

۳ . Sarrakh and et., al

۴ . Input- Putput

این، حذف یارانه‌های انرژی با افزایش قیمت‌های انرژی منجر به کاهش در انتشار دی‌اکسید کربن و بهبود مصرف انرژی می‌شود.

آدکنله و اوسنی^۱ (۲۰۲۱) با به کارگیری یک مدل NARDL، به بررسی ارتباط حذف یارانه سوخت و انتشار کربن در کشور نیجریه پرداخته‌اند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد، حذف یارانه سوخت منجر به کاهش انتشار کربن در کوتاه‌مدت و بلندمدت از کانال کاهش مصرف انرژی و افزایش قیمت‌های انرژی می‌شود.

جیا و لین^۲ (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای اثر حذف یارانه‌های صنعت برق بر روی رفاه، اقتصاد کلان و انتشار دی‌اکسید کربن چین را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج به کارگیری الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه بازگشتی نشان می‌دهد، حذف یارانه‌های صنعت برق می‌تواند قیمت کالاها را کاهش، رقابت‌پذیری بنگاه‌ها (به‌ویژه بنگاه‌های وابسته به صنعت برق) و عملکرد اقتصادی را بهبود بخشیده و انتشار دی‌اکسید کربن را کاهش دهد. هرچند که نیاز است که سیاست‌های کم کربن پس از حذف یارانه‌های انرژی به کار گرفته شود.

لی و همکاران^۳ (۲۰۲۲)، در مطالعه‌ای از یک چارچوب مدل ترکیبی از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) و الگوریتم بهینه‌سازی بیزی (BO) برای به حداکثر رساندن تولید ناخالص داخلی، دستیابی به اهداف برنامه‌ریزی زیست‌محیطی، کشف طرح مالیات زیست‌محیطی بهینه برای تحقق بهینه‌سازی چندهدفه اقتصاد و محیط‌زیست در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ استفاده کردند. نتایج نشان می‌دهد که اجرای هماهنگ سیاست‌های حفاظت از محیط‌زیست و مالیات کربن و نرخ‌های مالیات زیست‌محیطی متمایز بخشی در چین می‌تواند توسعه اقتصادی و حاکمیت محیطی را بهتر متعادل کند.

^۱ Adekunle, I. A., and Oseni

^۲ Jia and Lin

^۳ Li et al

تعو و وانگ^۱ (۲۰۲۲)، در مقاله‌ای به بررسی نقش مالیات ساختاری کربن و یارانه انرژی پاک در انتقال کربن پرداختند. رویکرد تعادل عمومی تصادفی پویای محیطی ناهمگن (E-DSGE) با ناهمگنی ثابت برای توصیف مسیر تأثیر سیاست زیست‌محیطی ساختاری بر سیستم زیست‌محیطی-اقتصادی چین اعمال شد. نتایج نشان داد که سیاست کاهش انتشار کربن ساختاری اثرات هم افزایی دارد و می‌تواند رابطه بین تقاضای انرژی و رشد اقتصادی را متعادل کند. علاوه بر این، متمایز کردن فناوری تولید و فناوری نوآوری سبز می‌تواند شرکت‌های صرفه‌جویی در انرژی را ارتقا دهد و ساختار صنعتی را بهبود بخشد.

زو و همکاران^۲ (۲۰۲۳) با یک مدل تعادل عمومی قابل‌محاسبه پویا زیست‌محیطی چندمنطقه‌ای اثر دو سیاست مالیات کربن و تجارت انتشار کربن را در چین بررسی کرده‌اند. نتایج نشان‌دهنده آن بوده است که برای توسعه اقتصادی، تجارت انتشار کربن بهتر از مالیات کربن برای تجارت انتشار کربن، هزینه اقتصادی کمتری را ایجاد کرده؛ اما برای کاهش انتشار، مالیات کربن از تجارت انتشار کربن بهتر بوده است؛ زیرا مجموع آلاینده‌ها از سال ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ در هنگام معرفی سیاست مالیات کربن کمترین مقدار را داشته‌اند.

چان و ژاو^۳ (۲۰۲۳) به بررسی نقش زنجیره تأمین تولید در انتخاب سیاست‌های اقلیمی با استفاده از یک مدل تعادل عمومی تصادفی پویا محیطی (E-DSGE)^۴ پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن بوده که نرخ‌های مالیات کربن بهینه در تمام مراحل تولید، برای تجمع شوک‌های عرضه و ضد چرخه‌ای برای شوک‌های تقاضای کل بوده است و اگر شوک از یک مرحله تولید خاص ناشی شود، نرخ‌های مالیات بهینه کربن ضمنی در مراحل مختلف متفاوت است و به ماهیت شوک‌ها بستگی داشته است.

^۱ Tu & Wang

^۲ Xu et al

^۳ Chan and Zhao

^۴ Environmental Dynamic Stochastic General Equilibrium

با بررسی مطالعات انجام شده در داخل و خارجی می‌توان چنین عنوان کرد که هرچند مطالعات متعددی در ادبیات موضوعی به ارزیابی آثار حذف یارانه‌های انرژی و یا اعمال مالیات سبز صورت گرفته است، اما به نظر می‌رسد این مطالعه از حیث ارزیابی آثار سیاست‌های حذف یارانه حامل‌های انرژی و اعمال مالیات سبز به صورت توأمان در بستر کوتاه‌مدت و بلندمدت و با طراحی یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مبتنی بر مدل ORANI برای اقتصاد ایران دارای نوآوری باشد.

۴. روش‌شناسی پژوهش

با پیشرفت تئوری‌های رشد، ابزارهای تحلیل تقابل بین متغیرها در ارتباط با رشد نیز گسترده‌تر گردید. به لحاظ دامنه وسیع اثرگذاری متغیرها، تحلیل چندجانبه متغیرها از تحلیل تعادل‌های جزئی فراتر رفته و الگوهای تعادل عمومی مورد توجه قرار گرفت. به همین دلیل از دهه ۱۹۸۰ الگوهای تعادل عمومی کاربردهای زیادی پیدا کرد. در دهه ۱۹۸۰، مدل‌های تعادل عمومی برای تحلیل نتایج سیاست‌های اقتصادی در سطح کلان و تأثیرات تخصیص منابع در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته استفاده شده است (هازیلا و کوپ)^۱. مدل‌های تعادل عمومی به دلیل اینکه شامل وابستگی متقابل پیچیده‌ای^۲ در مدل است نسبت به مدل‌های تعادل جزئی ترجیح داده می‌شود (تیسن، ۱۹۹۸)^۳. اولین مدل تعادل عمومی قابل محاسبه کلان، مدل رشد چندبخشی^۴ جوهانسن (۱۹۶۰) است که برای کشور نروژ طراحی شد. این مدل، ترکیبی از مدل پویای داده - ستانده لئونتیف با توابع تولید و مصرف اقتصاد کلان بود. به دنبال مدل جوهانسن، مدل‌های دیگری مثل مدل ORANI برای اقتصاد استرالیا و مدل GTAP برای اقتصاد جهان طراحی شد. توسعه دوم مدل‌های تعادل عمومی مربوط به رهیافت هاربرجر-اسکارف-شون-والی است که مبتنی بر الگوریتم کامپیوتری اسکارف

^۱ Hazilla M, Kopp RJ (۱۹۹۰)

^۲ Complex Interdependencies

^۳ Thissen M. (۱۹۹۸)

^۴ Multisectoral Growth (MSG) model

برای حل عددی مدل بود. این مدل که مدل تعادل عمومی کاربردی نامیده شده بود^۱ به طور عمده برای اقتصاد آمریکا و کشورهای توسعه‌یافته دیگر استفاده شده است.^۲ در این پژوهش برای تحلیل اقتصادی سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی و نیز سیاست اعمال مالیات بر کربن بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن یک مدل ORANI-G IRAN برای اقتصاد ایران طراحی می‌شود.

۴-۱. مدل تعادل عمومی قابل محاسبه ایران ORANI-G IRAN

مدل تعادل عمومی قابل محاسبه ORANI-G که در این تحقیق ساخته شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد، بر اساس مدل مبنایی ORANI اقتصاد استرالیا است و برای توسعه مدل‌های جدید استفاده می‌شود در حقیقت، این نسخه قبلاً به عنوان پایه‌ای برای مدل‌های آفریقای جنوبی، ویتنام، اندونزی، کره جنوبی، تایلند، فیلیپین، پاکستان، دانمارک، فیجی و چین مورد استفاده قرار گرفته است (هاریج، ۲۰۰۳).^۳ مدل ORANI-G یک مدل CGE تک کشوری است که برای تحلیل موضوعات سیاستی طراحی شده است. مدل ORANI در زمره مدل یوهانسن^۴ است. خصوصیت متمایز یک مدل نوع یوهانسن این است که به صورت یک سیستم معادلات خطی در شکل تغییرات درصدی متغیرها نوشته می‌شود. به تعبیر دیگر، به جای نوشتن معادله ذیل:

$$Y = f(x_1, x_2) \quad (1)$$

که Y محصول و X_1 و X_2 نهاده‌ها هستند، در یک مدل یوهانسن از شکل تغییر درصدی خطی به صورت زیر استفاده می‌شود:

^۱ Applied General Equilibrium (AGE)

^۲ Ezaki (۲۰۰۶)

^۳ Horridge, ۲۰۰۳

^۴ Johansen Model

$$y - \varepsilon_1 x_1 - \varepsilon_2 x_2 = 0 \quad (2)$$

که ε_i ، کشش محصول با توجه به نهاده i و γ ، x_1 ، x_2 ، تغییرات درصدی Y ، X_1 و X_2 می‌باشند. در نماد ماتریسی، یک مدل یوهانسن می‌تواند صورت زیر نشان داده شود.

$$Az = 0 \quad (3)$$

که $A_{m \times n}$ ماتریس ضرائب و Z ، بردار تغییرات درصدی در متغیرهای مدل است. m تعداد معادلات و n تعداد متغیرها است (هاریج، ۲۰۰۳).

۴-۱-۱. نهاده‌های واسطه و عوامل اولیه

ساختار مدل در شکل (۳) نشان داده شده است. مدل دارای یک ساختار نظری است و نمونه‌ای از اکثر مدل‌های تعادل عمومی محاسبه‌پذیر ایستا است. این مدل همچنین، شامل تعداد زیادی معادله است که توصیف‌کننده عرضه کالاهای تولیدکنندگان، تقاضای تولیدکنندگان برای نهاده‌ها و عوامل اولیه تولیدشده، تقاضای نهاده‌ها جهت تشکیل سرمایه، تقاضای خانوار، تقاضای صادرات، تقاضای دولت، ارتباط مقادیر پایه به هزینه‌های تولید و قیمت‌های خریداران، شرایط تسویه بازار برای کالاها و عوامل اولیه و متغیرها و شاخص‌های قیمتی دیگر است (جون و همکاران، ۲۰۱۰).^۱

شکل (۳) نشان می‌دهد که کالاهای مرکب^۲ و عامل اولیه مرکب^۳، با استفاده از یک تابع تولید لئونتیف با یکدیگر ترکیب می‌شوند. در نتیجه، همگی در تناسب مستقیمی با کل تولید تقاضا می‌شوند. هر کالای مرکب، یک تابع CES از یک کالای داخلی و وارداتی است. عامل اولیه مرکب، یک تجميع^۴ CES از زمین، سرمایه و نیروی کار مرکب است. نیروی کار مرکب، خود یک تجميع CES از انواع نیروی کار در حرفه‌های مختلف است. تمام صنایع در این ساختار تولید مشارکت می‌کنند و نسبت‌های نهاده و پارامترهای رفتاری

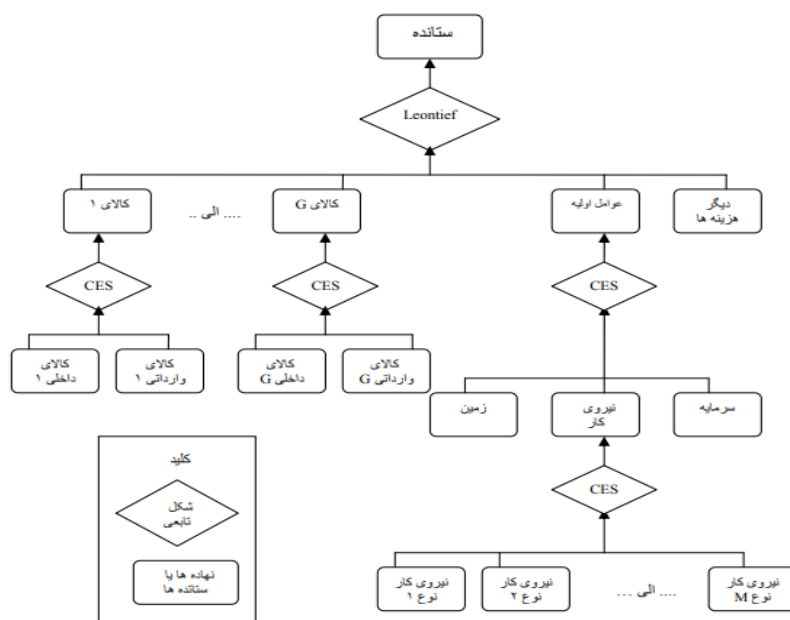
۱. Jun et al, ۲۰۱۰

۲. Commodity Composites

۳. Primary Factor Composite

۴. Aggregate

می‌تواند بین صنایع تغییر کند. مدل‌سازی تقاضای خانوار به صورت یک سیستم مخارج خطی است که بین کالاهای ضروری و لوکس تفاوت قائل می‌شود، درحالی‌که انتخاب‌های خانوار بین کالاهای وارداتی و داخلی، با استفاده از یک ساختار CES مدل‌سازی می‌شود (Horridge, ۲۰۰۲).



شکل (۳). ساختار تولید مدل ORANI-G

مأخذ: Horridge, ۲۰۰۳

مدل‌سازی ORANI-G سمت تولید اقتصاد را با این فرض نشان می‌دهد که تولید کالاهای در هر صنعت، به وسیله سرمایه، انواع مختلف نیروی کار، ترکیب کالاهای داخلی و وارداتی و "دیگر هزینه‌ها" انجام می‌شود. این نهادها به وسیله یک تکنولوژی تولید معین، برای تولید یک سطح مشخص با یکدیگر ترکیب می‌شوند.

در مدل ORANI-G، تمام عوامل تولید متغیر هستند؛ به این معنی که، تولیدکنندگان سرمایه و زمین کشاورزی را اجاره می‌کنند؛ اما فرض می‌شود که این عوامل، قابل انتقال بین صنایع نیستند (Horridge, ۲۰۰۲).

همانند اغلب مدل‌های CGE، مشخصه تولید به صورت (لایه‌ای) لانه‌ای^۱ است (شکل ۱-۴) لایه بالای مدل ORANI-G، تقاضا برای نهاده‌ها در هر صنعت Z_j ، با حداقل کردن تابع هزینه بنگاه، با استفاده از یک تابع تولید لئونتیف^۲ به دست می‌آید. نهاده‌هایی که وارد ساختار تولید در این لایه می‌شوند، شامل کالاهای مرکب^۳ (i) ، یک نهاده اولیه $(s, g+1)$ و دیگر هزینه‌ها $(g+2)$ هستند. بنابراین، تابع تولید در لایه بالایی توسط تابع لئونتیف و به صورت زیر معین می‌شود (دیکسون و همکاران، ۱۹۸۶).

$$Leontief \left\{ \frac{X_{ij}^1}{A_{ij}^1} \right\} = A_j^1 Z_j \quad (۴)$$

که X_{ij}^1 ، نهاده مؤثر کالا یا عامل i برای تولید رایج در صنعت Z_j ، سطح فعالیت صنعت Z_j و A_{ij}^1 ، ضرایب فنی هستند که تغییرات فنی را امکان‌پذیر می‌کنند.

در مدل ORANI، بالانویس^۴ ۱، نشان‌دهنده نهاده‌ها برای تولید جاری است. بالانویس ۲، نهاده‌ها جهت تشکیل سرمایه را مشخص می‌کند. بالانویس ۳، جریان کالاهای مصرفی خانوار، بالانویس ۴، صادرات و بالانویس ۵، "دیگر" تقاضاها را مشخص می‌کنند. (Dixon et al, ۱۹۸۶)

چون فرض بر مشخصه لئونتیف است، تابع تولید نشان‌دهنده بازدهی ثابت نسبت به مقیاس است و هیچ‌گونه امکانات جانشینی بین نهاده‌ها در تابع تولید وجود ندارد. این فرض که از تحلیل داده - ستانده گرفته شده، توسط مطالعات متعدد تصدیق شده است (Sevaldson, ۱۹۷۶).

^۱. Nested

^۲. Leontief

^۳. Composite Commodities

^۴ Superscript

در سطح دوم لایه تولید، کالاهای مرکب، $X_{(is)j}^1$ ، که به وسیله هر صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند، شامل ترکیبی از کالاهای تولید داخل ($S = 1$) و کالاهای وارداتی ($S = 2$) هستند که با یکدیگر ترکیب می‌شوند. همچنین، در سطح دوم لایه تولید، نهاده اولیه $(X_{(g+1,s)j}^1)$ ، شامل ترکیبی از نیروی کار ($S = 1$)، سرمایه ($S = 2$) و زمین ($S = 3$) می‌باشد که با یک تکنولوژی CES با یکدیگر ترکیب می‌شوند. لایه دوم تولید می‌تواند به صورت ذیل بیان می‌شود (Dixon et al, ۱۹۸۶).

$$X_{ij}^1 = CES_{S=1,2} \left\{ \frac{X_{(is)j}^1}{A_{(is)j}^1} \right\} \quad (5)$$

و

$$X_{(g+1,s)}^1 = CES_{S=1,2,3} \left\{ \frac{X_{(g+1,s)j}^1}{A_{(g+1,s)j}^1} \right\} \quad (6)$$

که $i = 1, \dots, g$ و بیانگر g محصول متفاوت و $j = 1, \dots, h$ ، که نشان‌دهنده h صنعت متفاوت است. در مدل ساخته شده، بر اساس جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۰ که به صورت یک ماتریس نامتقارن است $i = 110$ و $j = 155$ است.

استفاده از یک تکنولوژی تولید CES برای ترکیب کالاهای تولید داخل و وارداتی، نشان می‌دهد که این دو منبع ممکن است جانشین کاملی برای یکدیگر نباشند و تقاضا برای این نهاده‌ها، مطابق با تغییرات قیمت نسبی آن‌ها تغییر می‌کند. در تمایز این منابع از کشش جانشینی آرمینگتون^۱ استفاده می‌شود. کشش جانشینی آرمینگتون، کشش جانشینی بین محصولات تولید داخل و محصولات مشابه وارداتی است. (Armington, ۱۹۶۹).

همچنین، امکانات جانشینی بین سه نهاده اولیه متفاوت، از طریق یک تکنولوژی CES در نظر گرفته می‌شود.

^۱. Armington

در سطح سوم لایه تولید، m نوع متفاوت از نیروی کار، $(X'_{(g+1,1,m),j})$ توسط یک تکنولوژی تولید CES با یکدیگر ترکیب می‌شوند تا نهاده نیروی کار تجمیعی^۱ به دست آید، که این نهاده وارد عامل اولیه مرکب می‌شود. به عبارت دیگر:

$$X'_{(g+1,1,m),j} = CES_{m=1, \dots, M} \left\{ \frac{X'_{(g+1,1,m),j}}{A'_{(g+1,1,m),j}} \right\} \quad j = 1, \dots, h \quad (7)$$

تابع CES، امکانات جانشینی بین انواع مختلف نیروی کار را بر اساس تغییرات قیمت‌های نسبی بین انواع مهارت‌های متفاوت مورد ملاحظه قرار می‌دهد (Dixon et al, ۱۹۸۶).

برای حل لایه بالایی تولید برای به دست آوردن توابع تقاضای نهاده، سطح ستاده در هر صنعت به علاوه قیمت‌های نهاده‌ها (به استثنا قیمت مربوط به تقاضای نیروی کار مرکب)، برون‌زا تلقی می‌شوند. بنابراین، با شرط مشخصات تولید فوق، جهت به دست آوردن معادلات تقاضای نهاده، بایستی مسئله حداقل‌سازی هزینه زیر را حل کرد (Dixon et al, ۱۹۸۶):

$$X'_{(g+1,1,m),j}, X'_{(g+1,s),j}, X'_{(is),j}, X'_{ij} \text{ را به گونه‌ای انتخاب کنید تا رابطه زیر حداقل شود:}$$

$$\sum_{i=1}^g \sum_{s=1}^2 P^1_{(is),j} X^1_{(is),j} + \sum_{m=1}^M P^1_{(g+1,1,m),j} X^1_{(g+1,1,m),j} + \sum_{s=2}^3 P^1_{(g+1,s),j} X^1_{(g+1,s),j} + P^1_{g+2,j} X^1_{g+2,j} \quad (8)$$

در این رابطه X'_{ij} تقاضا برای نهاده‌های اولیه و واسطه مؤثر توسط صنعت j ، $X'_{(is),j}$ تقاضا برای نهاده‌های واسطه داخلی و وارداتی i توسط صنعت j ، $X'_{(g+1,s),j}$ تقاضا برای نهاده عامل اولیه مرکب توسط صنعت j است که شامل سرمایه، نیروی کار و زمین می‌باشد، $X'_{(g+1,m),j}$ تقاضا برای نیروی کار از گروه‌های مهارتی متفاوت توسط صنعت j ، $P^1_{(is),j}$ قیمت نهاده واسطه داخلی و وارداتی، $p^1_{(g+1,m),j}$ قیمت نیروی کار از گروه مهارتی m در صنعت j ، $P^1_{(g+1,s),j}$ قیمت عامل اولیه s در صنعت j ، $P^1_{g+2,j}$ قیمت دیگر هزینه‌ها است. اصطلاح "دیگر هزینه‌ها" پوشش‌دهنده مالیات‌های متعدد گوناگون روی بنگاه‌ها، نظیر مالیات‌ها یا عوارض شهرداری است. به منظور به دست آوردن یک سطح واحد فعالیت،

^۱. Aggregated

صنعت j بایستی $A_{g+j}^{(1)}$ از "دیگر هزینه‌ها" را متحمل شود. اثر تغییرات در مالیات‌های تولید و غیره، می‌تواند با نشان دادن تغییرات مناسب در "دیگر هزینه‌ها" شبیه‌سازی شود. چون راه‌حل سیستم معادلات غیرخطی در مدل ORANI، بر اساس تکنیک خطی‌سازی یوهانسن است، راه‌حل مسئله حداقل‌سازی فوق نیز بایستی به شکل تغییر درصدی وارد مدل شود. معادلات زیر، نشان‌دهنده جواب‌هایی برای مسائل حداقل کردن هزینه به شکل تغییر درصدی است.

۲-۱-۴. معادله تقاضای نهاده واسطه

این معادله صورت رابطه زیر است:

$$x_{(is)j}^{(1)} = z_j - \sigma_{ij}^{(1)} \left(p_{(is)j}^{(1)} - \sum_s S_{(is)j}^{(1)} p_{(is)j}^{(1)} \right) + a_j^{(1)} + a_{(ij)}^{(1)} + a_{(is)j}^{(1)} - \sigma_{ij}^{(1)} \left(a_{(is)j}^{(1)} - \sum_s S_{(is)j}^{(1)} a_{(is)j}^{(1)} \right) \quad (9)$$

$$i = 1, \dots, g, s = 1, 2, j = 1, \dots, h$$

به ترتیب، تغییرات درصدی در متغیرها و $a_{(is)j}^{(1)}, a_{ij}^{(1)}, a_j^{(1)}, z_j, p_{(is)j}^{(1)}, x_{(is)j}^{(1)}$ پارامترهای مربوطه هستند که قبلاً با حروف بزرگ تعریف شده‌اند. $\sigma_{ij}^{(1)}$ کشش جانشینی بین نهاده‌های واسطه کالای i از منابع داخلی و وارداتی در صنعت j است. همچنین، $S_{(is)j}^{(1)}$ سهم کالای i از منبع s در کل هزینه نهاده‌های i برای صنعت j است و از رابطه زیر به دست می‌آید، (Wet De ۲۰۰۳):

$$S_{(is)j}^1 = \frac{p_{(is)j}^1 x_{(is)j}^1}{\sum_s p_{(is)j}^1 x_{(is)j}^1} \quad (10)$$

۳-۱-۴. توابع تقاضا برای عوامل اولیه

توابع تقاضای صنعت j برای نیروی کار عمومی، سرمایه و زمین کشاورزی، به شکل تغییرات درصدی به صورت زیر است (Wet De، ۲۰۰۳):

$$\begin{aligned}
 x_{(g+1,v)j}^{(1)} = & z_j - \sigma_{(g+1,v)j}^{(1)} \left(P_{(g+1,v)j}^{(1)} - \sum_s S_{(g+1,v)j}^* p_{(g+1,v)j}^{(1)} \right) + a_j^{(1)} \\
 & + a_{g+1,j}^{(1)} + a_{(g+1,v)j}^{(1)} \\
 & - \sigma_{(g+1,v)j}^{(1)} \left(a_{(g+1,v)j}^{(1)} - \sum_v S_{(g+1,v)j}^* a_{(g+1,v)j}^{(1)} \right)
 \end{aligned} \quad (11)$$

$$j = 1, \dots, h, v = 1, 2, 3$$

در این معادله، $x_{(g+1,v)j}^{(1)}$ تقاضای صنعت j برای نیروی کار عمومی، سرمایه و زمین کشاورزی، $P_{(g+1,v)j}^{(1)}$ قیمت‌های پرداخت‌شده برای نیروی کار عمومی، اجاره سرمایه و اجاره زمین کشاورزی است، z_j ، سطح فعالیت صنعت j ، $\sigma_{(g+1,v)j}^{(1)}$ پارامتر CES است که منعکس‌کننده درجه جانشینی بین عامل اولیه v و دیگر عوامل اولیه در فرایند تولید صنعت j است، $S_{(g+1,v)j}^*$ سهم اصلاح‌شده عامل اولیه v ($v = 1$) برای نیروی کار، $v = 2$ برای سرمایه و $v = 3$ برای زمین کشاورزی در کل هزینه عوامل اولیه استفاده‌شده در صنعت j است که بر طبق رابطه زیر به دست می‌آید (وت ده، ۲۰۰۳)^۱

$$v = 1, 2, 3 \quad S_{(g+1,v)j}^* = \frac{\sigma_{(g+1,v)j}^1 S_{(g+1,v)j}^1}{\sum_{v=1}^3 \sigma_{(g+1,v)j}^1 S_{(g+1,v)j}^1 S_{(g+1,v)j}^*} \quad (12)$$

که $S_{(g+1,v)j}^1$ سهم نیروی کار، سرمایه و زمین کشاورزی در پرداخت‌های صنعت j برای عوامل اولیه است و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$S_{(g+1,v)j}^1 = \frac{p_{(g+1,v)j}^1 X_{(g+1,v)j}^1}{\sum_{v=1}^3 p_{(g+1,v)j}^1 X_{(g+1,v)j}^1} \quad (13)$$

که $v = 2$ $p_{(g+1,v)j}^1 X_{(g+1,v)j}^1$ پرداخت‌های اجاره‌ای صنعت j برای سرمایه و زمین کشاورزی است. همچنین، $p_{(g+1,1)j}^1 X_{(g+1,1)j}^1$ مخارج صنعت j روی نیروی کار است.

^۱ (Wet De, ۲۰۰۳)

$a_j^{(1)}$ تغییر فنی خشی، $a_{g+1,j}^{(1)}$ تغییر فنی نهاده عامل اولیه و $a_{(g+1,v)j}^{(1)}$ تغییر فنی نیروی کار، سرمایه و زمین است.

اگرچه در مسئله حداقل کردن هزینه، قیمت سرمایه و زمین برون‌زا است، قیمت نیروی کار برون‌زا نیست و تابعی از انواع نیروی کار لحاظ شده در مدل است. بنابراین، هزینه نیروی کار (در شکل تغییرات درصدی به) صورت زیر تعریف می‌شود (دیکسون و همکاران، ۱۹۸۶).^۱

$$j = 1, \dots, h \quad p_{(g+1,1)1}^1 = \sum_{q=1}^M P_{(g+1,1,q)j}^1 S_{(g+1,1,q)j}^1 + \sum_{q=1}^M a_{(g+1,1,q)j}^1 S_{(g+1,1,q)j}^1 \quad (14)$$

اگر ضریب تکنولوژی $a_{(g+1,1,q)j}^1$ برابر با صفر باشد، آنگاه تغییر درصدی در هزینه نیروی کار $P_{(g+1,1,q)j}^1$ ، متوسط وزنی تغییرات درصدی در هزینه واحدهای کار صنعت j از گروه‌های مهارتی مختلف است. وزن‌ها، سهم هر گروه مهارتی در کل هزینه نیروی کار صنعت j $S_{(g+1,1,q)j}^1$ هستند. با معلوم بودن این هزینه، تقاضا برای انواع مختلف نیروی کار می‌تواند تعیین شود. به شکل تغییر درصدی این معادله تقاضا صورت زیر نشان داده می‌شود: (Dixon et al, ۱۹۸۶)

$$\begin{aligned} x_{(g+1,1,q)j}^{(1)} &= x_{(g+1,1)j}^{(1)} \\ &- \sigma_{(g+1,1,q)}^{(1)} \left(p_{(g+1,1,q)j}^{(1)} - \sum_q S_{(g+1,1,q)j}^{*(1)} p_{(g+1,1,q)j}^{(1)} \right) \\ &+ a_{(g+1,1,q)j}^{(1)} \\ &- \sigma_{(g+1,1,q)j}^{(1)} \left(a_{(g+1,1,q)j}^{(1)} - \sum_q S_{(g+1,1,q)j}^{*(1)} a_{(g+1,1,q)j}^{(1)} \right) \end{aligned} \quad (15)$$

$j = 1, \dots, h \quad q = 1, \dots, M$

^۱. Dixon et al, ۱۹۸۶

در این معادله، $X_{(g+1,q)j}^{(1)}$ تقاضا برای نهاده‌های نیروی کار با مهارت‌های خاص به وسیله صنعت j ، $X_{(g+1,q)j}^{(1)}$ تقاضای صنعت j برای نیروی کار به طور کلی، $p_{(g+1,q)j}^{(1)}$ قیمت پرداخت شده به وسیله صنایع برای واحد کار از مهارت‌های مختلف است. $\sigma_{(g+1,q)}^{(1)}$ ضریب CES است که منعکس کننده درجه قابلیت جانشینی نیروی کار از نوع q و نیروی کار از انواع دیگر در فرایند تولید صنعت j است. $S_{(g+1,q)j}^{*(1)}$ سهم اصلاح شده نیروی کار از نوع q در کل هزینه نیروی کار صنعت j است و بر طبق رابطه زیر به دست می‌آید:

(۱۶)

$$S_{(g+1,q)j}^{*(1)} = \frac{\sigma_{(g+1,q)j}^{(1)} S_{(g+1,q)j}^{(1)}}{\sum_{q=1}^M \sigma_{(g+1,q)j}^{(1)} S_{(g+1,q)j}^{(1)}}$$

در این معادله، $S_{(g+1,q)j}^{*(1)}$ سهم مهارت q در کل هزینه نیروی کار صنعت j است و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$q = 1, \dots, M \quad S_{(g+1,q)j}^{(1)} = \frac{P_{(g+1,q)j}^{(1)} X_{(g+1,q)j}^{(1)}}{\sum_{q=1}^M P_{(g+1,q)j}^{(1)} X_{(g+1,q)j}^{(1)}} \quad (۱۷)$$

به طور خلاصه، تابع تقاضا برای نیروی کار با یک نوع مهارت خاص، تقاضا برای این نوع نیروی کار را به تقاضای کلی صنعت برای نیروی کار، هزینه‌های انواع متفاوت نیروی کار و همچنین، متغیرهای مختلف تغییرات فنی، ارتباط می‌دهد. اگر هیچ گونه تغییر فنی وجود نداشته باشد، افزایش در قیمت نیروی کار از یک نوع معین (مثلاً نیروی کار ماهر) نسبت به قیمت انواع دیگر نیروی کار، باعث می‌شود تا استفاده از این نوع نیروی کار با نرخ کندتری از انواع دیگر نیروی کار افزایش یابد.

روابط (۱۳)، (۱۴)، (۱۵)، (۱۶)، (۱۷) جواب مسئله حداقل کردن هزینه در مدل ORANI را به دست می‌دهند و نشان‌دهنده معادلات تقاضای خطی شده برای نهاده‌های واسطه، سرمایه، زمین، نیروی کار و نیروی کار از انواع مختلف مهارتی است.^۱ (وت دی، ۲۰۰۳)^۲

۵. تجزیه و تحلیل یافته‌های تجربی تحقیق

۵-۱. بستن مدل

بستن^۳، یک انتخاب از متغیرهای درون‌زا و برون‌زا برای حل مدل است. همانند اکثر مدل‌های سنتی ORANI، در مدل ORANI-G Iran، تعداد متغیرها از تعداد معادلات بیشتر است. در یک بستر معتبر، تعداد متغیرهای درون‌زا بایستی برابر با تعداد معادلات باشد (هوریج، ۲۰۰۶).^۴ بستن‌های زیادی می‌تواند این شرط را برآورده کند جدول (۱-۴) یک بستر کوتاه‌مدت برای مدل ORANI-G نشان می‌دهد که از بسترهای کوتاه‌مدت مدل‌های خانواده ORANI تبعیت می‌کنند. در این جدول ۲۰، مجموعه متغیرهای برون‌زا وجود دارد. اولین گروه متغیرهای برون‌زا GDP را از سمت عرضه محدود می‌کنند. در این گروه، ذخایر سرمایه‌ای در سطوح کل و هر صنعت ثابت فرض می‌شود، نرخ بازده روی سرمایه آزاد است تا تعدیل شود. دستمزد واقعی ثابت فرض می‌شود و اشتغال کل تعدیل می‌شود و بر این دلالت می‌کند که صنایع می‌توانند هرچه نیروی کار نیاز دارند در یک نرخ دستمزد واقعی ثابت استخدام کنند. همچنین، زمین و تمام تغییرات فنی در کوتاه‌مدت ثابت فرض می‌شوند (Horridge، ۲۰۰۳). دومین گروه متغیرها، GDP واقعی را در سمت مخارج محدود می‌کنند. اکثر متغیرهای کل سمت مخارج (مصرف واقعی کل، سرمایه‌گذاری و مخارج دولت) ثابت نگاه‌داشته می‌شوند.

^۱. به دلیل پرهیز از طولانی شدن تصریح معادلات سایر بخش‌های مدل این بخش ذکر نشده است، که در صورت درخواست خواننده، ارسال خواهد شد.

^۲ Wet De، ۲۰۰۳

^۳ Closure

^۴. Horridge، ۲۰۰۳

در سومین گروه متغیرها، قیمت‌های واردات بدون تغییر فرض می‌شوند، زیرا ایران به عنوان یک اقتصاد کوچک باز در ارتباط با بقیه دنیا مدل‌سازی می‌شود. همچنین، انتقال‌دهنده‌های^۱ فعالیت‌های صادراتی، یعنی قیمت‌های صادراتی ثابت نگه داشته می‌شوند. در گروه چهارم، تغییرات در نرخ مالیات تولید، انتقال‌دهنده‌ها برای مالیات کالاها و تعرفه‌های واردات همگی برونزا فرض می‌شوند. (هوریج، ۲۰۰۳)

گرچه ذخایر سرمایه‌ای در کل و در سطح صنعت در کوتاه‌مدت ثابت فرض می‌شوند، تغییرات در سهم هر صنعت در سرمایه‌گذاری واقعی کل، توسط قوانین مخصوص سرمایه‌گذاری (مثلاً سیاست‌های دولت) امکان‌پذیر می‌شود. این تغییرات در الگوی تقاضا برای نهاده‌ها جهت تشکیل سرمایه منعکس می‌شود. در گروه پنجم، متغیرهای "finv^۱" و "finv^۲" که هر دو انتقال‌دهنده هستند، برونزا هستند. "finv^۱" ارتباط‌دهنده سرمایه‌گذاری به سود و "finv^۲"، ارتباط‌دهنده سرمایه‌گذاری سایر صنایع به سرمایه‌گذاری کل است. صنایع مرتبط با انتقال‌دهنده "finv^۱"، صنایعی هستند که سرمایه‌گذاری در آن‌ها به طور برونزا، تعیین می‌شود. (Horridge, ۲۰۰۳)

ششمین گروه، شامل متغیرهایی است که مرتبط با تعداد خانوارها و ترجیحات مصرفی آن‌ها است. این متغیرها در بستارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت مدل‌های خانواده ORANI برونزا هستند. هفتمین گروه، شامل نرخ مبادله ارز (ϕ) است. در مدل ORANI-G، همانند اکثر مدل‌های نئوکلاسیکی، فرض بر این است که تنها قیمت‌های نسبی اهمیت دارند. بنابراین، برای تعیین سطح کلی قیمت‌ها، بایستی حداقل یک متغیر برونزا بنام "شمارشگر"^۲ وجود داشته باشد. در اینجا از نرخ مبادله ارز به عنوان شمارشگر استفاده می‌شود. (Horridge, ۲۰۰۳)

۲-۵. پایگاه داده‌ای مدل

جدول ۱ پایگاه داده‌ای مدل است، که در حقیقت ساختار پایه‌ای آن را نشان می‌دهد. عناوین ستونی در قسمت اصلی شکل (یک ماتریس جذب)، تقاضاکنندگان ذیل را مشخص می‌کند: ۱. تولیدکنندگان داخلی که به I صنعت ($I=155$) تقسیم می‌شوند، ۲. سرمایه‌گذاران

^۱ Shifters

^۲ Numeraire

که به I صنعت (I=۱۵۵) تقسیم می‌شوند. ۳. یک خانوار نماینده منفرد، ۴. یک خریدار خارجی کلی صادرات، ۵. تقاضای دولت و ۶. تغییرات در موجودی انبار

جدول ۱: پایگاه داده‌ای جریان‌ات Iran ORANI-G

		ماتریس جذب					
		۱	۲	۳	۴	۵	۶
		تولید کنندگان	سرمایه - گذاران	خانوار	صادرات	دولت	تغییر در موجود انبار
اندازه		I	I	۱	۱	۱	۱
جریان‌ات پایه	C*S	V ^۱ BAS	V ^۲ BAS	V ^۳ BAS	V ^۴ BAS	V ^۵ BAS	V ^۶ BAS
کالاهای حاشیه	C*S*M	V ^۱ MAR	V ^۲ MAR	V ^۳ MAR	V ^۴ MAR	V ^۵ MAR	n/a
مالیات‌ها	C*S	V ^۱ TAX	V ^۲ TAX	V ^۳ TAX	V ^۵ TAX	V ^۶ TAX	n/a
نیروی کار	O	V ^۱ LAB					
سرمایه	۱	V ^۱ CAP					
زمین	۱	V ^۱ LND					
مالیات تولید	۱	V ^۱ PTX					
دیگر هزینه‌ها	۱	V ^۱ OCT					

ماتریس تولیدات توأم	
SIZE	I
C	MAKE
عوارض واردات	
SIZE	I
C	MAKE

اقدام هر ستون، نشان‌دهنده ساختار خرید به‌وسیله بنگاه‌های مشخص شده در آن ستون است. هر کدام از C نوع کالای مشخص شده در مدل، می‌تواند از داخل به دست آید یا از خارج وارد شود. کالاها با منبع مشخص، به‌عنوان نهاده برای تولید جاری یا تشکیل سرمایه مورد استفاده قرار می‌گیرند و یا وسیله خانوارها، دولت مصرف می‌شوند، یا به موجودی انبار اضافه یا از آن کم می‌شوند. فقط کالاهای تولید داخل در ستون صادرات ظاهر می‌شوند. از کالاهای تولید داخل، M تای آن‌ها ($M=6$) به‌عنوان خدمات حاشیه (تجارت عمده‌فروشی و خرده‌فروشی و حمل‌ونقل) مورد استفاده قرار می‌گیرند. خدمات حاشیه، جهت انتقال کالاها از منابع آن‌ها به مصرف‌کنندگان این کالاها مورد نیاز هستند. این خدمات عبارت‌اند از: خدمات عمده‌فروشی و خرده‌فروشی، خدمات حمل‌ونقل بار با راه‌آهن، خدمات حمل‌ونقل جاده‌ای بار، خدمات حمل‌ونقل آبی و خدمات حمل‌ونقل هوایی. مالیات کالاها روی خریدها قابل پرداخت هستند. طبقه "دیگر هزینه‌ها"، مالیات‌های متفرقه روی بنگاه‌ها نظیر مالیات‌های جمع‌آوری شده از شهروندان را شامل می‌شود. (Horridge, 2003)

هر سلول در ماتریس جذب شکل (۲-۴) نام ماتریس داده‌ای متناظر را شامل می‌شود. برای مثال، V^2MAR یک آرایه چهاربعدی است که نشان‌دهنده هزینه M خدمت حاشیه‌ای ($=6$) روی جریان C کالا $155 = C$ هم تولید داخل و هم وارداتی (S) به I سرمایه‌گذار است. در اصل، هر صنعت قادر به تولید یکی از C نوع کالا است. ماتریس MAKE در پایین جدول ۱ ارزش ستاده هر کالا را به‌وسیله هر صنعت نشان می‌دهد. سرانجام، فرض می‌شود که تعرفه‌ها روی واردات در نرخ‌هایی وضع می‌شوند که توسط کالا و نه توسط مصرف‌کننده تغییر می‌کنند. درآمد به‌دست آمده به‌وسیله بردار تعرفه‌ای $V \cdot TAR$ نشان داده می‌شود.

برای انجام این مطالعه، از جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۰ استفاده شد. جدول مذکور، یک ماتریس نامتقارن 110×155 است. یعنی دارای ۱۵۵ سطر و ۱۱۰ ستون می‌باشد. سطرهای این ماتریس، نشان‌دهنده محصولات و ستون‌های آن، نشان‌دهنده رشته فعالیت‌ها (صنایع)

هستند. با استفاده از داده‌های فوق، پایگاه اطلاعاتی مدل تعادل عمومی ORANI-G Iran ساخته شد.

جدول ۲: طبقه‌بندی سناریوها

ردیف	سناریوها
سناریوی ۱	شبیه‌سازی اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن (بستار کوتاه‌مدت)
سناریوی ۲	شبیه‌سازی اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن (بستار بلندمدت)
سناریوی ۳	شبیه‌سازی اثر سیاست اعمال مالیات بر حامل‌های انرژی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن (بستار کوتاه‌مدت)
سناریوی ۴	شبیه‌سازی اثر سیاست اعمال مالیات بر حامل‌های انرژی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن (بستار بلندمدت)
سناریوی ۵	شبیه‌سازی اثر سیاست هم‌زمان حذف یارانه و اعمال مالیات بر حامل‌های انرژی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن (بستار کوتاه‌مدت)
سناریوی ۶	شبیه‌سازی اثر سیاست هم‌زمان حذف یارانه و اعمال مالیات بر حامل‌های انرژی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن (بستار بلندمدت)

جهت ساده‌سازی نتایج ۱۱۰ بخش موجود در جدول داده ستانده ۱۳۹۰ در ۱۴ گروه تجزیه شده است. جدول ۳، گروه‌های تجزیه شده و بخش‌های موجود در هر گروه را نشان می‌دهد. در این تحقیق برای برآورد حذف یارانه حامل‌های انرژی و اعمال مالیات بر گاز دی‌اکسید کربن، با استفاده از داده‌های ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۸، میزان گاز دی‌اکسید کربن منتشر شده در هر بخش را به دست آمده است.

جدول ۳: یافته‌های تحقیق

سخت‌های طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	زغال‌سن گک	گاز طبیعی	نفت کوره	نفت سفید	بترین	گاز مایع	نفت گاز - گازوئیل	
		۱۳۳۳۴۸	۴۸۴۴	۲۹۷۶۳۴	۵۰۶۳		۱۰۷۰۲۶۱۳	کشاورزی
۲۶۰۶/۷		۱۶۲۷۹۱۱/۳	۲۳۰۷۹۷/۷	۱۵۰۹/۴	۲۸۹۸/۲	۶۷۷۶/۹	۱۵۲۶۹۵/۶	معدن
۱۰۷۹۰/۱		۶۷۳۸۶۲۳/۵	۹۵۳۳۷۰/۹	۶۲۴۸/۲	۱۱۹۹۷	۲۸۰۵۲/۶	۶۳۲۰۷۲/۵	صنایع وابسته به کشاورزی
۳۹۳۹۵		۲۴۶۰۲۸۱/۱	۳۳۸۰۸۴/۳	۲۲۸۱۲/۲	۴۳۸۰۱/۴	۱۰۲۴۲۰/۸	۲۳۰۷۷۱۳/۳	دیگر محصولات صنعتی
۳۱۲۷۸		۱۹۵۳۳۶۶۶/۷	۷۷۶۹۳۳/۱	۱۸۱۱۱/۹	۳۳۷۷۶/۵	۸۱۳۱۷/۸	۱۸۳۲۲۲۷/۹	محصولات فلزی
۳۳۷۴۸/۲		۲۱۰۷۶۳۲۵/۵	۲۹۸۸۱۰۷	۱۹۵۴۲/۳	۳۷۵۲۲/۹	۸۷۷۳۹/۹	۱۹۷۶۹۲۸/۸	ماشین‌آلات و تجهیزات
۱۶۴۸۹۳۶		۶۰۸۵۹۲۶/۷	۷۰۶۹۸۹/۲		۲۳۳۴۲۲۶۲/۸	۵۱۷۴۲/۷	۲۵۱۰۳۳۸۷ ۱	حمل‌ونقل
۲۰۱۰۹۱۱		۷۴۲۱۹۱۱/۳	۸۶۲۱۸۷/۸		۲۸۴۶۶۶۳۶۶/۲	۶۳۱۰۱/۳	۳۶۱۴۰۸۴/۳	عمده‌فروشی و خرده‌فروشی
۱۲۷۱۶۶/۷	۱۴۰۳/۵	۳۷۵۶۰۸۸/۸	۵۷۰۸۱/۵	۴۲۹۰۳۴	۳۶۲۷/۲	۲۲۲۷۳	۱۰۳۵۳۲	تسهیلات
۱۷۳۰۵۰۵/۷	۱۹۰۳۱/۲	۵۰۹۳۲۵۹/۶	۷۷۴۰۳۶/۳	۵۸۱۷۷۷۹/۹	۴۹۱۸۶	۳۰۱۴۰۶/۴ ۳	۱۴۰۳۹۱۲/۵	خدمات
۱۸۵۱۹۱۲/۶	۲۰۳۶۶/۴	۵۴۵۰۶۵۷/۶	۸۲۸۳۴۰/۲	۶۲۵۹۳۷/۱	۵۲۶۳۶/۷	۳۲۲۵۵۲/۶ ۰	۱۵۰۲۴۰۶/۶	ساختمان
۲۳۰۶۵۳۳		۸۷۳۴۴۲۳۳	۴۷۶۷۵۰۰۹				۲۷۸۵۹۱۰۰	برق
۱۰۷۰۶۲/۷		۳۶۴۰۳۴/۳	۵۲۴۱۸			۱۳۲۲۷/۱	۲۴۷۵۰/۲	نفت خام و گاز طبیعی
۲۷۳۶۹۱۴/۳		۹۳۰۶۰۴۷/۷	۱۳۳۹۹۹۷			۳۳۸۱۳۱/۹	۶۳۲۷۰۵/۸	ساخت کک و فراورده‌های حاصل از نفت

۳-۵. شبیه‌سازی سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی بر انتشار گاز

دی‌اکسید کربن (بستار کوتاه‌مدت و بلندمدت)

یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد، حذف یارانه انرژی موجب کاهش تولید ناخالص داخلی می‌شود، در اثر کاهش تولید میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن نیز کاهش می‌یابد. این روند کاهشی به دلیل وجود اثر جانشینی در بلندمدت به مراتب بیشتر است. کاهش تولید باعث کاهش اشتغال در کوتاه‌مدت است؛ اما در بلندمدت به دلیل به‌وجودآمدن مشاغل جدید اشتغال تغییر محسوسی نمی‌یابد. شاخص قیمت مصرف‌کننده در کوتاه‌مدت به دلیل کاهش

تولید ناخالص داخلی افزایش می‌یابد و موجب افزایش تورم شده؛ اما موجب کاهش مصرف واقعی خانوار نمی‌شود؛ لذا در بلندمدت شاخص قیمت مصرف‌کننده کاهش یافته و مصرف واقعی خانوار نیز کاهش می‌یابد.

جدول ۴: یافته‌های تحقیق

تغییرات درصدی متغیرها	حذف یارانه (کوتاه‌مدت)	حذف یارانه (بلندمدت)
درصد تغییرات تولید ناخالص داخلی	-۰/۲۳۴۴۸۷	-۱/۶۵۵۰۰۸
تغییر در میزان انتشار دی‌اکسید کربن	-۲/۵۶۲۷۴۶	-۵/۴۰۰۳۱
درصد تغییرات اشتغال	-۱/۶۴۵۷۷۹	۰
مصرف واقعی خانوار	۰	-۱/۴۱۷۲۴۲
درصد تغییرات شاخص قیمت مصرف‌کننده	۱/۴۰۵۳۶۵	-۰/۵۴۸۶۸۱

در جدول داده ستانده ۱۳۹۰ بر ۶ صنعت (کشاورزی، تسهیلات، برق، نفت و گاز، محصولات فلزی و بازرگانی) یارانه اعمال شده است. با اعمال شوکی مبنی بر حذف یارانه ۶ صنعت مذکور درآمد حاصل از حذف یارانه آن‌ها افزایش یافته است. با حذف یارانه حامل‌های انرژی محصول تولیدی صنایع کاهش پیدا می‌کند.

جدول ۵: یافته‌های تحقیق

تغییرات درصدی متغیرها	محصول صنایع (کوتاه‌مدت)	درآمد حذف یارانه (کوتاه‌مدت)	محصول صنایع (بلندمدت)	درآمد حذف یارانه (بلندمدت)
کشاورزی	-۲/۰۲۳۶۳۸	۱۳۹۱۶۵۱۲۰	-۲/۶۱۳۳۵۹	۱۵۶۵۷۴۹۴
معادن	-۰/۲۱۳۵۵۳	-۴۷۷/۴۰۳۶۵۶	۰/۶۴۲۵۴۵	-۱۶۶۹/۹۰۱۶۱۱
تسهیلات	-۰/۳۱۷۳۸۱	۳۲۴۱۴۰۱۲	-۰/۷۹۱۹۰۸	۳۶۱۲۴۸۲/۲۵
صنایع وابسته به کشاورزی	-۰/۲۰۱۹۰۳	۸۳۷/۱۷۲۶۰۷	-۰/۶۶۰۴۳۱	-۳۳۲۲/۵۴۰۷۷۱
برق	-۱/۸۲۸۹۱۲	۱۴۷۴۵۸۸۱	-۱/۴۸۹۸۱۸	۱۶۷۱۴۴۷/۳۷۵
نفت و گاز	-۰/۰۴۱۰۷۱	۱۵۷۴۹۶۸۳۲	-۲/۵۸۳۰۹۴	۱۶۷۸۹۶۷۶
فرآورده‌های نفتی	-۰/۲۱۸۷۶	-۸۱۷۹/۶۱۸۱۶۴	-۱/۳۸۳۵۲۷	-۳۶۱۷۵/۷۰۳۱۳
سایر صنایع	-۰/۲۱۲۹۵	-۹۰۴۰/۴۳۴۵۷	-۰/۸۱۸۲۶	-۵۴۹۵۹/۶۴۴۵۳۱
محصولات فلزی	-۱/۹۸۱۴۹۹	۶۲۳۳۹۲۲۰	-۱/۶۸۹۵۸۹	۶۱۷۳۸۴۸/۵
ماشین‌آلات	-۰/۳۶۶۶۳۷	۷۹۱۴۲/۶۹۵۳۱	-۱/۵۵۰۹۶	-۴۸۱۲۱/۵۴۸۸۷۵
ساختمان	-۰/۰۷۴۱۸۸	۹۷۵۸۲۹/۲۵	-۱/۸۷۸۳۷۸	-۱۲۷۴۷۰۳/۷۵
تجارت	-۰/۳۷۸۴۸۴	۸۸۳۳۵۹۳۶	-۱/۶۴۵۴۸۶	۹۵۰۹۱۶۳
حمل و نقل	-۰/۲۹۸۹	-۵۹۴۳۶/۵۶۲۵	-۱/۳۶۲۸۰۵	-۶۸۲۹۵/۶۲۵
خدمات	-۰/۰۲۳۴۹۶	۷۹۹۳۳۳/۲۵	-۱/۰۴۴۸۸	-۱۶۷۱۶۹۷/۵

۵-۴. شبیه‌سازی سیاست اعمال مالیات بر حامل‌های انرژی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن (بستار کوتاه‌مدت و بلندمدت)

افزایش مالیات و سیاست‌های مالیاتی در کوتاه‌مدت باعث کاهش تولید ناخالص داخلی و در نتیجه کاهش مصرف می‌شود، اما این کاهش تولید ناخالص داخلی در مقابل سناریو حذف یارانه حامل‌های انرژی بسیار کمتر است. در میان شاخص‌های اقتصاد کلان، تولید ناخالص داخلی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ زیرا به‌عنوان مهم‌ترین شاخص عملکرد اقتصادی در تجزیه و تحلیل‌ها و ارزیابی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به وابسته بودن اقتصاد ایران به نفت با برقراری مالیات سبز بر حامل‌های انرژی میزان تولید کالاها و خدمات کاهش یافته و در نتیجه باعث کاهش در تولید ناخالص داخلی می‌گردد، بنابراین دولت باید بپذیرد که با برقراری مالیات سبز بر آلاینده‌ها، درست است که میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد؛ اما به دلیل بالاتر بردن هزینه تولید کالاهای انرژی بر آلاینده محیط‌زیست، موجب کاهش تولید می‌شود و GDP به شدت کاهش پیدا می‌کند و درآمدهای دولت نیز کم می‌شود به همین دلیل میزان اشتغال نیز کاهش می‌یابد. کاهش تولید سبب افزایش شاخص مصرف‌کننده می‌باشد، شاخص قیمت مصرف‌کننده معیاری برای اندازه‌گیری تورم در جامعه است؛ لذا با افزایش شاخص قیمت مصرف‌کننده مصرف واقعی خانوارها در کوتاه‌مدت کاهشی نداشته است؛ اما شاخص قیمت‌ها در بلندمدت کاهش و مصرف واقعی خانوار در بلندمدت کاهش یافته است.

جدول ۶: یافته‌های تحقیق

تغییرات درصدی متغیرها	مالیات بر کربن (کوتاه‌مدت)	مالیات بر کربن (بلندمدت)
درصد تغییرات تولید ناخالص داخلی	-۰/۰۰۰۰۰۳	-۰/۰۰۰۱۶۷
تغییر در میزان انتشار دی‌اکسید کربن	-۲۳/۵۵۱۱۱۹	-۲۳/۵۵۱۶۹۷
درصد تغییرات اشتغال	-۰/۰۰۰۰۲۶	۰
مصرف واقعی خانوار	۰	-۰/۰۰۰۱۴۷
درصد تغییرات شاخص قیمت مصرف‌کننده	۰/۰۰۰۰۴۵	-۰/۰۰۰۰۰۸

باتوجه به یافته‌های تحقیق با برقراری مالیات سبز بر بخش‌های آلاینده محیط‌زیست (زغال‌سنگ، نفت، گاز، فرآورده‌های نفتی) انتشار گاز دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد و تا حد زیادی به کنترل آلودگی هوا کمک می‌کند.

در بلندمدت به دلیل اثر جانشینی تغییرات متغیرهای (تولید ناخالص داخلی، میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن، اشتغال، شاخص قیمت مصرف‌کننده و مصرف واقعی خانوار) به میزان بیش‌تری تغییر پیدا خواهد کرد. در سناریو حذف یارانه‌های انرژی، تولید ناخالص داخلی به میزان بیشتری کاهش می‌یابد؛ اما میزان کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن در سناریو اعمال مالیات بر گاز دی‌اکسید کربن اثربخش‌تر از سناریو حذف یارانه حامل‌های انرژی می‌باشد. باتوجه به جدول شماره ۷-۵ همان‌طور که مشاهده می‌کنید، با اعمال مالیات بر کربن میزان محصول صنایع نیز کاهش کمتری نسبت به سناریو حذف یارانه حامل‌های انرژی یافته است.

جدول ۷: یافته‌های تحقیق

تغییرات درصدی متغیرها	محصول صنایع (کوتاه‌مدت)	محصول صنایع (بلندمدت)
کشاورزی	-۰/۰۰۰۰۰۵	-۰/۰۰۰۰۱۶۴
معدن	-۰/۰۰۰۰۰۸	-۰/۰۰۰۰۱۵۷
تسهیلات	-۰/۰۰۰۰۰۲	-۰/۰۰۰۰۱۵۹
صنایع وابسته به کشاورزی	-۰/۰۰۰۰۰۹	-۰/۰۰۰۰۱۴۴
برق	-۰/۰۰۰۰۸۱	-۰/۰۰۰۰۲۴
نفت و گاز	-۰/۰۰۰۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۰۱۹۱
فرآورده‌های نفتی	-۰/۰۰۰۰۰۷	-۰/۰۰۰۰۱۶
سایر صنایع	-۰/۰۰۰۰۱۸	-۰/۰۰۰۰۱۷۵
محصولات فلزی	-۰/۰۰۰۰۱۲	-۰/۰۰۰۰۲۰۴
ماشین‌آلات	-۰/۰۰۰۰۱۴	-۰/۰۰۰۰۲۰۴
ساختمان	-۰/۰۰۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۰۲۲۳
تجارت	-۰/۰۰۰۰۰۲	-۰/۰۰۰۰۱۸۲
حمل و نقل	-۰/۰۰۰۰۰۹	-۰/۰۰۰۰۱۸۱
خدمات	-۰/۰۰۰۰۰۶	-۰/۰۰۰۰۱۲۶

باتوجه به نتایج می‌توان بیان کرد که به دلیل اهمیت آثار زیست‌محیطی و ضرورت کاهش آلاینده‌های موجود در هوا، بهره‌گیری از نظام مالیات سبز در چارچوب نظام مالیاتی کشور می‌تواند به میزان قابل‌ملاحظه‌ای در کاهش آلودگی مؤثر باشد، لذا اعمال مالیات سبز به عنوان یکی از مالیات‌های غیرمستقیم ضروری است.

۵-۵. شبیه‌سازی سیاست اعمال هم‌زمان حذف یارانه و اعمال مالیات حامل‌های انرژی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن (بستار کوتاه‌مدت و بلندمدت)

گرمایش زمین و سیر صعودی افزایش درجه حرارت زمین طی دهه‌های اخیر، تأثیرات مخربی بر بخش‌های مختلف اقتصاد و محیط‌زیست وارد کرده است. از آنجا که یارانه‌های انرژی سبب افزایش مصرف انرژی در صنایع و خانوارها شده، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای افزایش یافته است؛ لذا باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده از حذف یارانه حامل‌های انرژی و اعمال مالیات بر کربن در این قسمت اثر توأم حذف یارانه حامل‌های انرژی و اعمال مالیات بر کربن را بررسی می‌کنیم.

باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده تغییر در میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن با اعمال هم‌زمان یارانه و مالیات بر کربن به مراتب افزایش بیشتری یافته است. شاخص قیمت مصرف‌کننده به دلیل فشاری که بر تولیدکننده اعمال شده افزایش بیشتری یافته است اما مصرف واقعی خانوار تغییر محسوسی نکرده است. در بلندمدت شاخص قیمت مصرف‌کننده کاهش یافته همچنین مصرف واقعی خانوار در بلندمدت کاهش یافته است.

جدول ۸: یافته‌های تحقیق

تغییرات درصدی متغیرها	حذف یارانه و اعمال مالیات بر کربن (کوتاه‌مدت)	حذف یارانه و اعمال مالیات بر کربن (بلندمدت)
درصد تغییرات تولید ناخالص داخلی	-۰/۲۳۴۴۹	-۱/۶۵۵۱۷۶
تغییر در میزان انتشار دی‌اکسید کربن	-۲۵/۷۰۰۵۳۹	-۲۷/۸۴۸۸۹۶
درصد تغییرات اشتغال	-۱/۶۴۵۸۰۸	۰
مصرف واقعی خانوار	۰	-۱/۴۱۷۳۹۹
درصد تغییرات شاخص قیمت مصرف‌کننده	۱/۴۰۵۴۲۶	-۰/۵۴۸۶۹۳

با اعمال هم‌زمان سناریوها محصول تولیدی صنایع به میزان بیشتری کاهش یافته است و درآمد حاصل از حذف یارانه‌ها به مراتب بیشتر شده است.

جدول ۹: یافته‌های تحقیق

تغییرات درصدی متغیرها	محصول صنایع (کوتاه‌مدت)	درآمد حذف یارانه (کوتاه‌مدت)	محصول صنایع (بلندمدت)	درآمد حذف یارانه (بلندمدت)
کشاورزی	-۲/۰۲۳۶۴۶	۱۳۹۱۶۵۱۳۶	-۲/۶۱۳۵۲	۱۵۶۵۷۵۳۴
معادن	-۰/۲۱۳۵۶۳	-۴۷۷/۳۶۶۹۹۰۴	۰/۶۴۲۴۲۱	-۱۶۷۰/۴۴۶۰۴۵
تسهیلات	-۰/۳۱۷۳۸۴	۳۲۴۱۳۹۷۶	-۰/۷۹۲۰۸۴	۳۶۱۲۴۷۷/۵
صنایع وابسته به کشاورزی	-۰/۲۰۱۹۱۸	۸۳۷/۲۱۴۰۵	-۰/۶۶۰۵۶۹	-۳۳۲۲/۸۱۷۶۹۵
برق	-۱/۸۲۸۹۸۳	۱۴۷۴۵۸۶۳	-۱/۴۹۰۰۷۲	۱۶۷۱۴۱۵/۵
نفت و گاز	-۰/۰۴۱۰۷۲	۱۵۷۴۹۶۸۳۲	-۲/۵۸۲۹۷	۱۶۷۸۹۶۲۸
فرآورده‌های نفتی	-۰/۲۱۸۷۶	۸۱۷۹/۱۷۴۸۰۵	-۱/۳۸۳۶۸۴	-۳۶۱۷۹/۴۸۴۳۸
سایر صنایع	-۰/۲۱۲۹۹۶۳	۹۰۴/۳۱۸۳۵۹	-۰/۸۱۸۴۵۴	-۵۴۹۶۷/۱۰۱۵۶
محصولات فلزی	-۱/۹۸۱۵۱	۶۲۲۳۹۲۵۶	-۱/۶۸۳۶۸۴	۶۱۷۳۸۴۴
ماشین‌آلات	۰/۳۶۶۶۳۴	۷۹۱۴۴/۸۲۸۱۳	-۱/۵۵۱۱۷۵	-۴۸۱۲۵/۲۵۷۸۱
ساختمان	-۰/۰۷۴۱۸	۹۷۵۸۷۳/۳۱۲۵	-۱/۸۷۸۶۱۲	۱۲۷۴۸۱۸/۲۵
تجارت	-۰/۳۷۸۴۸۷	۸۸۳۵۹۶۸	-۱/۶۴۵۶۸۲	۹۵۰۹۱۵۵
حمل و نقل	-۰/۲۹۸۹۰۸	-۵۹۴۳۴/۳۹۰۶۳	-۱/۳۶۲۹۹۹	-۶۸۲۹۸/۶۶۴۰۶
خدمات	-۰/۰۲۳۵۱	۷۹۹۳۶۴/۰۶۲۵	-۱/۰۴۵۰۱۲	-۱۰۶۷۱۸۳۳/۸۷۵

از نتایج تحقیق درمی‌یابیم، با اعمال ۳ سناریو مذکور روند تغییرات متغیرهای تولید ناخالص داخلی، میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن، اشتغال، کاهشی و روند تغییر شاخص قیمت مصرف‌کننده افزایشی می‌باشد اما مصرف واقعی خانوار تغییر محسوسی نکرده است. در بلندمدت روند تغییرات متغیرهای تولید ناخالص داخلی، میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن و شاخص قیمت مصرف‌کننده به مراتب بیشتر کاهش یافته و اشتغال تغییر محسوسی نکرده اما مصرف واقعی خانوار نیز کاهش یافته است.

جدول ۱۰: سناریوها (بستار کوتاه‌مدت)

سناریو (۵)	سناریو (۳)	سناریو (۱)	
-۰/۲۳۴۴۹	-۰/۰۰۰۰۰۳	-۰/۲۳۴۴۸۷	درصد تغییرات تولید ناخالص داخلی
-۲۵/۷۰۰۵۳۹	-۲۳/۵۵۱۱۱۹	-۲/۵۶۲۷۴۶	تغییر در میزان انتشار دی‌اکسید کربن
-۱/۶۴۵۸۰۸	-۰/۰۰۰۰۲۶	-۱/۶۴۵۷۷۹	درصد تغییرات اشتغال
۰	۰	۰	مصرف واقعی خانوار
۱/۴۰۵۴۲۶	۰/۰۰۰۰۴۵	۱/۴۰۵۳۶۵	درصد تغییرات شاخص قیمت مصرف‌کننده

همان‌طور که مشخص است با اعمال هر ۳ سناریو در کوتاه‌مدت تولید ناخالص داخلی کاهش یافته است، اما این کاهش در سناریو (۵) یعنی اعمال هم‌زمان حذف یارانه حامل‌های انرژی و سناریوی مالیات بر کربن دی‌اکسید کاهش بیشتری یافته است. تغییر در متغیرهای تولید ناخالص داخلی، اشتغال، مصرف واقعی خانوار و شاخص قیمت مصرف‌کننده در سناریو اعمال هم‌زمان یارانه و اعمال مالیات بر کربن با سناریو حذف یارانه نزدیک است؛ اما میزان کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن در سناریو اعمال هم‌زمان بیشتر از سناریو حذف یارانه است این رو سناریو اعمال هم‌زمان ترجیح داده می‌شود. همچنین به دلیل کاهش تولید ناخالص داخلی متغیر اشتغال کاهش یافته است که میزان کاهش در سناریو (۵) بیشتر است؛ لذا قیمت شاخص قیمت مصرف‌کننده افزایش یافته است؛ اما در کوتاه‌مدت میزان مصرف واقعی خانوار

جدول ۱۱: سناریوها (بستار بلندمدت)

سناریو (۶)	سناریو (۴)	سناریو (۲)	
-۱/۶۵۵۱۷۶	-۰/۰۰۰۱۶۷	-۱/۶۵۵۰۰۸	درصد تغییرات تولید ناخالص داخلی
-۲۷/۸۴۸۸۹۶	-۲۳/۵۵۱۶۹۷	-۵/۴۰۰۳۱	تغییر در میزان انتشار دی‌اکسید کربن
۰	۰	۰	درصد تغییرات اشتغال
-۱/۴۱۷۳۹۹	-۰/۰۰۰۱۴۷	-۱/۴۱۷۲۴۲	مصرف واقعی خانوار
-۰/۵۴۸۶۹۳	-۰/۰۰۰۰۰۸	-۰/۵۴۸۶۸۱	درصد تغییرات شاخص قیمت مصرف کننده

تغییر محسوسی نکرده است. سناریو اعمال مالیات به جهت کاهش کمتر در تولید ناخالص داخلی، اشتغال، مصرف واقعی خانوار و شاخص قیمت مصرف کننده نسبت به سناریو حذف یارانه ترجیح داده می‌شود. یافته‌های تحقیق با یافته‌های دودابی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۸) در یک راستا است.

با اعمال سناریوهای (۲) و (۴) و (۶)، تولید ناخالص داخلی و میزان انتشار دی‌اکسید کربن کاهش بیشتری یافته است. در بلندمدت در مقایسه با کوتاه‌مدت درصد تغییرات کاهش انتشار دی‌اکسید کربن به دلیل وجود اثر جانشینی به مراتب بیشتر است. در بلندمدت برخلاف کوتاه‌مدت اشتغال تغییر محسوسی نکرده است؛ اما میزان مصرف واقعی خانوار کاهش یافته است؛ لذا سناریوهای بلندمدت به دلیل عدم تغییر اشتغال و کاهش مصرف واقعی خانوار و همچنین کاهش بیشتر انتشار گاز دی‌اکسید کربن ترجیح داده می‌شود.

۶. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این مقاله، طراحی یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه موسوم به IRAN-ORAN-G و کاربرد آن در شبیه‌سازی و تحلیل سناریوهای سیاستی اقتصادی بوده است. این تحقیق از رویکرد تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی اثرات سیاست‌های مالیات بر

کربن و حذف یارانه حامل‌های انرژی در ایران استفاده نموده است. همان‌طور که مشاهده شد حذف یارانه انرژی منجر به کاهش تولید ناخالص داخلی و به تبع آن باعث کاهش تولید انتشار گاز دی‌اکسید کربن می‌شود که در بلندمدت به علت اثر جانشینی این روند کاهشی در انتشار کربن نسبت به کوتاه‌مدت بیشتر بوده و همچنین با کاهش در تولید، کاهش اشتغال در کوتاه‌مدت را شاهد هستیم که این امر در بلندمدت تغییر قابل توجهی ایجاد نمی‌کند. کاهش در تولید ناخالص داخلی در کوتاه‌مدت شاخص قیمت مصرف‌کننده افزایش می‌دهد و افزایش تورم را در پی دارد؛ اما منجر به کاهش مصرف واقعی خانوار نمی‌شود؛ لذا در بلندمدت شاخص قیمت مصرف‌کننده کاهش یافته و مصرف واقعی خانوار نیز کاهش می‌یابد. سیاست اعمال مالیات بر کربن در کوتاه‌مدت کاهش تولید ناخالص داخلی و در نتیجه کاهش مصرف به همراه دارد نتایج نشان می‌دهد که کاهش تولید ناخالص داخلی و مصرف در سیاست مالیات بر کربن به مراتب کمتر از اعمال سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی است. همچنین میزان کاهش انتشار دی‌اکسید کربن در بلندمدت بیشتر از سناریو کوتاه‌مدت خواهد بود، لذا استفاده از سناریو مالیات بر کربن انتشار گاز دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد و تا حد زیادی به کنترل آلودگی هوا کمک می‌کند. با اجرای هم‌زمان سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی و مالیات بر کربن، میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن کاهش بیشتری می‌یابد. در کوتاه‌مدت شاخص قیمت مصرف‌کننده افزایش بیشتری یافته است اما مصرف واقعی خانوار تغییر چشمگیری نکرده است. در بلندمدت شاخص قیمت مصرف‌کننده و مصرف واقعی خانوار کاهش یافته است همچنین در بلندمدت بر خلاف کوتاه‌مدت میزان اشتغال تغییری نداشته است. با توجه به یافته‌های تحقیق، اجرای سیاست‌ها تحت سناریوهای ۱، ۳ و ۵ که هر سناریوهای با افق کوتاه‌مدت هستند، اثر انقباضی کمتری بر روی تولید ناخالص داخلی دارند. اجرای سیاست تحت سناریوهای ۵ و ۶ (به ترتیب سیاست هم‌زمان حذف یارانه و اعمال مالیات بر حامل‌های انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت) بیشترین اثر را بر روی کاهش انتشار CO₂ دارند. سناریوهای ۲ و ۴ (به ترتیب سیاست‌های سیاست حذف یارانه حامل‌های

انرژی و سیاست اعمال مالیات بر حامل‌های انرژی در بلندمدت) بیشترین تأثیر را در انتشار CO₂ داشته و در عین حال، کمترین اثر انقباضی بر روی متغیرهای کلان (از جمله GDP) به جای می‌گذارند. لازم به ذکر است که سناریو ۶ (سیاست هم‌زمان حذف یارانه و اعمال مالیات بر حامل‌های انرژی) بیشترین کاهش انتشار CO₂ را در بین تمامی سناریوهای ذکر شده دارد؛ هرچند که با اجرای این سناریو اثر انقباضی بر روی تولید ناخالص داخلی نسبت به سایر سناریوها بیشتر می‌باشد.

در خاتمه و با توجه به یافته‌های تحقیق، بهره‌گیری از نظام مالیات سبز در چارچوب نظام مالیاتی کشور می‌توان به میزان قابل توجهی در کاهش انتشار مؤثر واقع شود. از سوی دیگر، مالیات بر سوخت‌های فسیلی، هرچند آثار انقباضی بر روی GDP (بویژه در کوتاه‌مدت) دارد، اما اتخاذ این سیاست می‌تواند میزان انتشار دی‌اکسید کربن را کاهش دهد. از سوی دیگر، چنانچه نظام قیمت‌گذاری و یارانه‌های انرژی به‌درستی و به‌صورت جامع و باتوجه به تمام جوانب اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جامعه ایران و با استفاده از تجارب سال‌های گذشته، صورت بگیرد، بدون تردید منافع و مزایایی بیشتر از معایب و کاستی‌های آن خواهد داشت. علاوه بر این، به‌منظور طراحی اقدامات اصلاحی هدفمند، لازم است تا سیاستگذار یارانه‌های انرژی (آشکار و ضمنی) بخش‌ها و حامل‌های مختلف را شناسایی و برآورد نموده و پایگاه داده‌های قابل اتکایی را بر اساس آن ایجاد نماید. این مهم برای درک مزایای بالقوه اصلاحات و اثرات جانبی نامطلوب آن بر عاملین اقتصادی و همچنین طراحی ویژگی‌های اصلاحی مورد نیاز است. به‌منظور ممانعت از بروز آشوب‌های اجتماعی، اقناع‌سازی و تبیین صحیح ضرورت اصلاح یارانه انرژی به همراه شفافیت در بازتوزیع منابع حاصل از اجرای سیاست و حمایت هدفمند و زمانبندی شده از صنایع برای ممانعت از کاهش رقابت‌پذیری آن‌ها، ضروری است.

منابع

- آماده، حمید، غفاری، علیرضا، فرج زاده، زکریا (۱۳۹۳)، تحلیل اثرات محیط زیستی و رفاه اصلاح یارانه حامل‌های انرژی (کاربرد الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر)، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال چهارم، شماره ۱۳، صفحات ۳۳-۶۲.
- پژویان و مقیمی نیا. (۱۳۸۵). ارزیابی اقتصادی و سیاست‌های کنترل آلودگی هوا ناشی از حمل‌ونقل: مورد تهران. *آینده پژوهی مدیریت*، ۱۸ (شماره ۱ (پیاپی ۶۸))، ۱۳-۲۳.
- پژویان، جمشید و رشتی، نارسیس. (۱۳۸۰). یارانه‌ها و خطاهای نوع اول و دوم. *پژوهشنامه اقتصادی*، ۲ (۴)، ۱۳-۳۶.
- جعفری صمیمی، احمد، علیزاده ملفه، الهام. (۱۳۹۵). شبیه‌سازی مالیات سبز بر رشد اقتصادی در ایران با کاربرد روش تعادل عمومی قابل محاسبه. *فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، دوره ۶، شماره ۲۲، صفحات ۵۷-۷۰.
- خوهرسندی، محمدی، خزایی، عارف. (۱۳۹۴). بررسی اثر توسعه مالی بر مصرف انرژی با روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (منتخبی از کشورهای درحال توسعه نفتی و غیرنفتی). *اقتصاد مالی*، ۹ (۳۳)، ۱۵-۳۴.
- دودابی نژاد، جهانگرد اسفندیار، بانوئی علی اصغر، فریدزاد علی، برخورداری سجاد، آماده حمید، دودابی نژاد امیر. مزیت مضاعف با اعمال مالیات بر کربن در اقتصاد ایران: مدل تعادل عمومی قابل محاسبه. *فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی*. ۱۳۹۸؛ دوره ۵، شماره ۳، صفحات ۷-۳۱.
- صیفوری، جلوه، و خانزادی، آزاد، و کریمی، محمد شریف. (۱۳۹۹). بررسی اثرات اجرای سیاست مالیات سبز بر میزان انتشار آلاینده‌ها با تاکید بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر (مطالعه موردی کشورهای عضو گروه D۸). *مطالعات اقتصاد انرژی*، دوره ۱۶، شماره ۶۷، صفحات ۱۶۵-۱۹۰.
- طاهری، صادقی و عصارآرانی. (۱۳۹۶). تأثیر افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر هزینه تخریب آلاینده‌های هوا در ایران (رویکرد تعادل عمومی محاسبه‌پذیر CGE). *پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)*، دوره ۶۵، شماره ۱۷، صفحات ۱۳۱-۱۵۷.

طاهری، احسان. (۱۳۹۸). اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر بخش کشاورزی ایران (رویکرد CGE). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی، دوره ۱۱، شماره ۴۲، صفحات ۱۴۳-۱۶۶.

عباس زاده کرمجوان سجاد، عباس زاده نصرت‌الله. (۱۳۹۹). ارزیابی اقتصادی سیاست مالیات کربن: کاربردی از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه. فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی، دوره ۶، شماره ۱، صفحات ۷-۳۷.

محمدی پور، علی، سلمانپور نوز، علی، فخرحسینی، سید فخرالدین. (۱۴۰۰). بررسی تأثیر شوک‌های قیمتی حامل‌های انرژی بر اقتصاد کلان ایران: رویکرد الگوهای تعادل عمومی تصادفی پویا (DSGE). فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، دوره ۱۱، شماره ۴۴، صفحات ۸۵-۱۰۴.

مصورى نظام آباد، زینب. (۱۴۰۱). تأثیر مالیات بر کربن بر شاخص‌های رفاه اقتصادی در ایران با رویکرد سیستم‌های پویا. فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد مقدماتی، (۲) ۳۴.

Cao, J., Ho, M. S., Jorgenson, D. W., & Nielsen, C. P. (۲۰۱۹). China's emissions trading system and an ETS-carbon tax hybrid. *Energy Economics*, ۸۱, ۷۴۱-۷۵۳.

Chan, Y. T., & Zhao, H. (۲۰۲۳). Optimal carbon tax rates in a dynamic stochastic general equilibrium model with a supply chain. *Economic Modelling*, ۱۱۹, ۱۰۶۱۰۹.

De Wet, T. J. (۲۰۰۵). The effect of a tax on coal in South Africa: A CGE analysis (*Doctoral dissertation, University of Pretoria*).

Dixon, P.B. Rimmer, M.T. and Wittwer, G. ۲۰۱۰. Modeling the Australian government's buyback scheme with a dynamic multi- regional CGE model. *CoPS/IMPACT working paper, No G- 186, Monash University*.

Distefano, T., & D'Alessandro, S. (۲۰۲۳). Introduction of the carbon tax in Italy: Is there room for a quadruple-dividend effect. *Energy Economics*, 120, ۱۰۶۰۷۸.

Hazilla, M., & Kopp, R. J. (۱۹۹۰). Social cost of environmental quality regulations: A general equilibrium analysis. *Journal of Political Economy*, ۹۸(۴), ۸۵۳-۸۷۳.

Horridge, M. ۲۰۰۳. ORANI-G: A Generic Single-Country Computable General Equilibrium Model. *Centre of Policy Studies (CoPS), Monash University*. <http://www.monash.edu.au/policy/oranig.htm>

Horridge, M. ۲۰۰۹. Hands on computing with ORANI-G: First simulation. Practical GE Modeling, Course at Center of Policy Studies (CoPS), *Monash University, Australia*, ۶-۱۱ July.

Horridge, M. Madden, J. and Wittwer, G. ۲۰۰۵. The impact of ۲۰۰۲- ۲۰۰۳ drought on Australia. *Journal of Policy Modeling*, ۲۷: ۲۸۵- ۳۰۸.

international energy agency (۲۰۲۲), energy subsidies report.

Jun, X., Qun, D., & Yangbo, S. (۲۰۱۰). Integrated water and CGE model of the impacts of water policy on the Beijing's economy and output. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, ۸(۲), ۶۱-۶۷.

Li, Sijing, Ning Jia, Zhenni Chen, Huibin Du, Zengkai Zhang, and Bomin Bian. (۲۰۲۲). "Multi-objective optimization of environmental tax for mitigating air pollution and greenhouse gas." *Journal of Management Science and Engineering* , 49(12).

Liu, W., & Li, H. (۲۰۱۱). Improving energy consumption structure: a comprehensive assessment of fossil energy subsidies reform in China. *Energy policy*, ۳۹(۷), ۴۱۳۴-۴۱۴۳.

Merrill, L. (۲۰۱۵). Tackling fossil fuel subsidies and climate change: Levelling the energy playing field. *Nordic Council of Ministers*.

Mundaca, G. (۲۰۱۷). How much can CO₂ emissions be reduced if fossil fuel subsidies are removed?. *Energy Economics*, ۶۴, ۹۱-۱۰۴.

OECD, ۲۰۰۵ ,Bank Profitability .*OECD Paris*.

- Ogarenko, I., & Hubacek, K. (۲۰۱۳). Eliminating indirect energy subsidies in Ukraine: Estimation of environmental and socioeconomic effects using input-output modeling. *Journal of Economic Structures*, ۲(۱), ۱-۲۷.
- Othman, J. (۲۰۱۷). Carbon and energy taxation for CO₂ mitigation: a CGE model of the Malaysia. *Environment, Development and Sustainability*, ۱۹(۱), ۲۳۹-۲۶۲.
- Pimentel, David. "Ethanol fuels: Energy security, economics, and the environment." *Journal of agricultural and environmental ethics* ۴ (۱۹۹۱): ۱-۱۳.
- Sarrakh, R., Renukappa, S., Suresh, S., & Mushatat, S. (۲۰۲۰). Impact of subsidy reform on the kingdom of Saudi Arabia's economy and carbon emissions. *Energy Strategy Reviews*, ۲۸, ۱۰۰۴۶۵.
- Sevaldson, P. (۱۹۷۶). Price changes as causes of variations in input-output coefficients. *Advances in Input-Output Analysis. Cambridge, Mass: Ballinger.*
- Sohaili, K. (۲۰۱۰). Analysis of electricity subsidies removing in Iran on air pollution by using of VECM. *Procedia Environmental Sciences*, ۲, ۲۵۲-۲۵۵
- Solaymani, S. (۲۰۱۷). Carbon and energy taxes in a small and open country. *Global Journal of Environmental Science and Management*, ۳(۱), ۵۱-۶۲.
- Solaymani, S. (۲۰۱۹). CO₂ emissions patterns in ۷ top carbon emitter economies: The case of transport sector. *Energy*, ۱۶۸, ۹۸۹-۱۰۰۱.
- Thissen, M., (۱۹۹۹). A Classification of Empirical CGE Modeling, Research report, Graduate School Research Institute Systems, Organisations and Management, No. ۹۹۰۲.
- Tu, Qianyang, And Ying Wang. "Analysis Of The Synergistic Effect Of Carbon Taxes And Clean Energy Subsidies: An Enterprise-Heterogeneity E-Dsge Model Approach." *Climate Change Economics* ۱۳, No. ۰۱ (۲۰۲۲): ۲۲۴۰۰۱۲.

Wei, R., Ayub, B., & Dagar, V. (۲۰۲۲). Environmental benefits from carbon tax in the Chinese carbon market: a roadmap to energy efficiency in the post-COVID-۱۹ era. *Frontiers in Energy Research*, 10.

Xu, H., Pan, X., Li, J., Feng, S., & Guo, S. (۲۰۲۳). Comparing the impacts of carbon tax and carbon emission trading, which regulation is more effective?. *Journal of Environmental Management*, 330, ۱۱۷۱۵۶.

Hu, Y., & Wu, W. (۲۰۲۳). Can fossil energy make a soft landing?—the carbon-neutral pathway in China accompanying CCS. *Energy Policy*, ۱۷۴, ۱۱۳۴۴۰.

Yahoo, M., & Othman, J. (۲۰۱۷). Employing a CGE model in analysing the environmental and economy-wide impacts of CO₂ emission abatement policies in Malaysia. *Science of the Total Environment*, ۵۸۴, ۲۳۴-۲۴۳.

Zhang, X., Zhou, X., & Wang, K. (۲۰۲۱). The effect of carbon tax on air pollution: Evidence from China. *Energy Economics*, ۱۰۵۱۸۵.