

فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری

صفحه‌ی اصلی وب سایت مجله:
www.jqe.scu.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۴۲۷۱-۲۷۱۷
شاپا چاپی: ۵۸۵۰-۲۰۰۸

بررسی و شبیه سازی اثر سیاست‌های محیط زیستی بر بخش‌های مختلف اقتصاد ایران تا افق ۲۰۵۰: رهیافت الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه چند منطقه‌ای

مصطفی غلامی*، زین‌العابدین صادقی** سیدعبدالمجید جلائی اسفندآبادی***، مهدی نجاتی****

* دانشجوی دکتری گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
ایمیل: m.gholami@aem.uk.ac.ir

** دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. (نویسندهٔ مسئول).
ایمیل: z_sadeghi@uk.ac.ir

*** استاد گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
ایمیل: jalaee@uk.ac.ir

**** دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
ایمیل: mnejati@uk.ac.ir

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۲۲ آبان ۱۴۰۳
تاریخ بازنگری: ۱۰ اسفند ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش: : ۵ تیر ۱۴۰۴

طبقه‌بندی JEL: D58،F18،Q56 :

واژگان کلیدی:
سیاست‌های محیط زیستی، بازیافت درآمد، بخش‌های اقتصادی،مدل تعادل عمومی قابل محاسبه چندمنطقه ای.

ارتباط با نویسنده (گان) مسئول:
ایمیل: z_sadeghi@uk.ac.ir
0000-0002-6591-6090

آدرس پستی:
کرمان، بزرگراه امام خمینی، میدان پژوهش، دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده مدیریت و اقتصاد، کد پستی: 76169-13439

اطلاعات تکمیلی:
این مقاله برگرفته از رساله دکتری آقای مصطفی غلامی در رشته علوم اقتصادی به راهنمایی دکتر زین‌العابدین صادقی، دکتر سید عبدالمجید جلائی و دکتر مهدی نجاتی در دانشگاه شهید باهنر کرمان است.
قدردانی: از تمامی افراد و موسساتی که در انجام این تحقیق مؤلف را مساعدت نمودند، قدردانی می‌شود.
تضاد منافع: نویسنده مقاله اعلام می‌کند که در انتشار مقاله ارائه شده تضاد منافعی وجود ندارد.
منابع مالی: نویسنده (ها) هیچگونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

چکیده

یکی از مهمترین مسائل مطرح در سطح جهانی و ملی در بسیاری از کشورهای دنیا مسائل محیط زیستی هستند و تاکنون کنفرانس‌ها و نشست‌های بین المللی مهمی در این خصوص برگزار شده و کشورها به معاهدات و کنوانسیون‌های متعددی برای جلوگیری از ناگوارتر شدن وضعیت محیط زیست جهانی متعهد شده‌اند.با توجه به اقتصاد متکی به سوخت‌های فسیلی در کشور ایران و همچنین آلودگی‌های ناشی از این نوع سوخت‌ها توجه به سیاست گذاری در این زمینه در بخش‌های مختلف بسیار حائز اهمیت است. لذا برای پاسخ به این نگرانی‌ها ابزارهای سیاستی گوناگونی در دست سیاست گذاران است که مهم‌ترین آن‌ها مالیات بر کربن است. در این مطالعه از یک مدل تعادل عمومی پویای قابل محاسبه (DCGE) برای بررسی اثرات مالیات برکربن و اثرات بازیافت مالیات کربن تحت سناریوهای مختلف استفاده شده است.در این تحقیق صادرات،واردات، تولید و قیمت بخش‌های مختلف مورد بررسی قرارگرفته است. نتایج شبیه سازی شده و اعمال سناریوها بر بخش‌های مختلف اقتصاد ایران نشان می‌دهد که تولید در صنایع انرژی بر در چهار سناریو به شدت کاهش یافته است و در مقابل تولید انرژی‌های تجدید پذیر در تمامی سناریوها افزایش چشمگیری داشته است. همچنین میزان تولید در بخش خدمات و کشاورزی تنها در سناریو کاهش مالیات بر سود سرمایه در ازای مالیات بر کربن به بنگاه‌ها افزایش یافته است.متناسب با تغییر در تولید، قیمت نیز در تمامی سناریوها تغییر کرده است.

ارجاع به مقاله:
غلامی، مصطفی.، صادقی، زین‌العابدین.، جلائی، سید عبدالمجید و نجاتی، مهدی. (۱۴۰۳). م بررسی و شبیه سازی اثر سیاست‌های محیط زیستی بر بخش‌های مختلف اقتصاد ایران تا افق ۲۰۵۰: رهیافت الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه چند منطقه‌ای. *فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، ۲۱(۳)، ۲۹-۱.
10.22055/jqe.2021.38511.2405

© 2024 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

۱. مقدمه

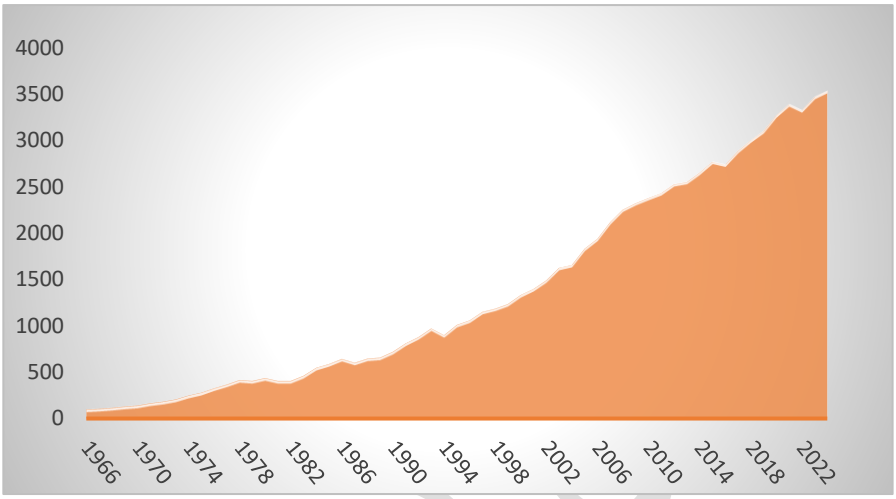
توجه به توسعه پایدار و لزوم حفاظت از محیط زیست و نیز اثرات نامطلوب آلودگی محیط زیست بر کیفیت زندگی سبب شده که محیط زیست به یکی از مهمترین دغدغه‌های سیاست گذاران اقتصادی تبدیل شود. به همین دلیل در طول چند دهه اخیر راه‌های بهبود کیفیت محیط زیست و عوامل مؤثر بر آن به‌خصوص توجه به فناوری‌ها و تکنولوژی‌های روز دنیا در کانون توجه تحلیل گران اقتصادی قرار گرفته است (tamizi, 2016). به‌طورکلی هر کشوری برای رسیدن به رشد و توسعه، اهداف و برنامه‌های مختلفی را مدنظر قرار می‌دهد. از آنجا که محیط زیست یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار به شمار می‌آید، می‌بایست فرآیند توسعه و رشد اقتصادی به گونه‌ای طراحی شود که ضمن حداکثرسازی ارزش افزوده فعالیت‌های اقتصادی، نظام طبیعت، پویایی تعادلی خود را از دست ندهد (Moradhasel

& Mazini, 2017). اما کشورهای در حال توسعه برای رسیدن به این اهداف، با معضل تخریب محیط زیست روبه رو هستند، چرا که بیشتر فعالیت‌های اقتصادی آنها وابسته به منابع طبیعی است و کمتر فعالیتی را می‌توان یافت که در نهایت منجر به ایجاد ضایعات محیط زیستی نشود(Sameti & Bastanifar,2004).

ایران یکی از پانزده کشـــور جهان از لحاظ مصـــرف بالای مواد نفتی بوده و در میان کشورهای اوپک بیشـترین میزان مصـرف انرژی را دارا اسـت و با تولید ۱٫۹٪ از کل گازهای گلخانه‌ای جهان جزو یکی از ۱۰ کشـور تولیدکننده گازهای آلاینده و گلخانه‌ای معرفی شـده است. با توجه به اینکه کلیه کشورهایی که دارای رتبه بالاتر از ایران می‌باشند، دارای صنایع بزرگ و یا جمعیت بسیار زیاد هستند (انستیتو جهانی منابع طبیعی، ۲۰۲۱)، این آمار نشان از وجود بحران‌های محیط زیسـت و مشـکلات عدیده در حوزه آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای در کشـور دارد. آمارها نشـان می‌دهد بیش از ۹۸ درصـد انرژی مصـرفی ایران از طریق این منابع تأمین می‌شود که این امر منجر به مشکلات زیادی مانند آلودگی هوا و عوارض ناشی از آن شده است (Tavana, et al,2019). بر اساس آمارهای موجود مصرف سرانه انرژی در ایران بسـیار بالا بوده و کشـور ایران جزء ۱۵ کشـور پر مصـرف انرژی در دنیا اسـت به طوری که انرژی مصرفی در ایران از ۳٫۳۲۲TWH برای سال ۲۰۲۱ به ۳٫۵۳۱TWH در سال ۲۰۲۳ رسیده است. شکل ۱ نشان می‌دهد که کشور ایران با سهم ۱٫۸۶ % از انتشار گازهای گلخانه‌ای در سـال ۲۰۲۲ جزء ۱۰ کشـور اول آلوده کننده در دنیا اسـت. شـکل ۲ (Global Carbon Budget, 2023).

یافته‌ها برای کشـور ایران در سـال ۱۴۰۱ نشـان می دهد، میزان مصـرف نهایی انرژی در این کشور معادل ۱٫۸ برابر متوسط سرانه مصرف نهایی انرژی جهانی است که ترازنامه انرژی داخلی نیر این موضـــوع را تایید می کند.انتشـــار آلاینده‌ها به طور کلی از پنج بخش حمل و نقل، نیروگاه، صـــنعتی، تجاری-مســـکونی و کشـــاورزی ناشـــی می‌شـــود که بخش نیروگاهی، صـنعت و حمل و نقل بیشـترین میزان انتشـار آلایندگی را دارند (EPI,2022). برای کشور ایران نیز به این صورت است که بررسی بخشرهای عمده مصرف کننده انرژی در ســـال ۱۴۰۰ نشـــان می‌دهد در این ســـال بخش حمل و نقل به اســـتثنای CO_2 و SO_2 بیشترین سهم را در تولید سایر گازهای آلاینده و گلخانه‌ای داشته است. این در حالی است که بخش‌های نیروگاهی، خانگی تجاری عمومی و حمل و نقل به ترتیب ۳۱٫۷، ۲۲٫۴ و ۲۱٫۷ درصـد از سـهم انتشـار دی اکسـید کربن را در بین بخش‌های مصـرف کننده و تولید کننده انرژی داشته‌اند. براساس سرانه، مصرف نهایی انرژی ایران در بخش‌های کشاورزی،

خانگی، تجاری و عمومی، صنعت و حمل و نقل به ترتیب ۳/۴، ۱/۷،۲/۱ و ۱/۶ برابر متوسط جهانی است (Energy Statistical Survey, 2024).

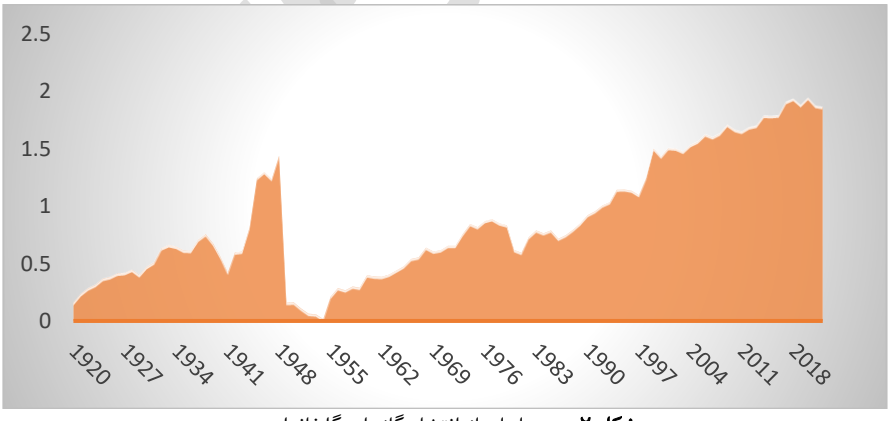


شکل ۱. روند سالانه مصرف انرژی در ایران

مأخذ: اداره اطلاعات انرژی ایالات متحده (2023) و موسسه انرژی- بررسی آماری انرژی جهان (2024)

Figure 1. Annual trend of energy consumption in Iran

Source: US Energy Information Administration (2023) and Energy Institute-World Energy Statistical Survey (2024)



شکل ۲. سهم ایران از انتشار گازهای گلخانه‌ای

مأخذ: بودجه جهانی کربن(2023)

Figure 2. Iran's Share of Greenhouse Gas Emissions
Source: Global Carbon Budget (2023)

در پروتکل کیوتو به منظور دستیابی کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به اهداف مورد نظر در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به مکانیسم انعطاف پذیر در نظر گرفته شده است. این مکانیسم‌ها شامل تجارت نشر (ET)[1]، اجرای مشترک (JI)[2] و مکانیسم توسعه پاک (CDM)[3] است (UNDP, 2006). در این میان آنچه بیشتر وابسته به حضور کشورهای در حال توسعه در جهت تلاش‌های جهانی کاهش انتشارات است. مکانیسم توسعه پاک است (۴) مکانیسم توسعه پاک در اصل یک مکانیسم تجارت است که طی آن ارزش کاهش انتشارات تأیید شده بر اساس تن دی اکسید کربن معادل بین خریدار و فروشنده تعیین می‌گردد .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 سرمایه گذاری 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 (Distefano & D’Alessandro, 2023).

از دهه ۱۹۸۰ به بعد، بسیاری از محققان به مطالعه مالیات کربن پرداخته‌اند طبق یافته های محققین در این حوزه، مزایای سبز و آبی مالیات کربن به یکدیگر ارتباط وابسته‌ای دارند. درآمد حاصل از مالیات کربن می‌تواند برای تعدیل سایر مالیات‌های تجاری مورداستفاده قرار گیرد و اقتصاد را بهبود بخشیده و سرمایه‌گذاری و اشتغال بیشتری را در اقتصاد ایجاد کند (Wei et al, 2022). امروزه دولت‌ها سیاست‌های مختلفی در ارتباط با انتشار گازهای گلخانه‌ای به منظور تشویق شرکت‌ها به کاهش سطح انتشار این نوع گازها اعمال می‌کنند. یکی از سیاست‌های پرکاربرد در زمینه کاهش انتشار، سیاست مالیات بر کربن است که در آن برای هر واحد انتشار حاصل از فرآیندهای تولیدی و اقتصادی مالیات کربن پرداخت می‌شود (Alegoz, 2024).

از مهم‌ترین سیاست‌ها در مورد اجرای مالیات بر کربن طرح بازیافت درآمد حاصل از مالیات بر کربن است. اکثر محققان معتقدند که کلید تحقق این "Double Dividend" (سود مضاعف) در طراحی طرح‌های بازیافت درآمد مالیات کربن نهفته است (Sun et al, 2021; Liu et al, 2023; Timilsina et al, 2024). تحقیقات نشان داده است که بازیافت درآمد مالیات

[1] Emission Trading
[2] Joint Implementation
[3] Clean Development Mechanism

کربن به جلب حمایت عمومی کمک می‌کند (Carattini et al, 2019). بازیافت درآمد مالیات کربن می‌تواند به تعدیل اثرات منفی بر هزینه‌های کسب‌وکار و هزینه‌های خانوار برای برق واقعی کمک کند (Turner et al, 2022)، رفاه افراد کم درآمد را افزایش دهد و فقر و نابرابری را کاهش دهد (Budolfson et al, 2021; Zhao et al, 2022).

رسیدن به سیاست‌های مناسب در راستای دستیابی به توسعه پایدار از یک سو و اهمیت بالای حفاظت از محیط زیست در کشور ایران با توجه حجم بالای آلایندگی از سوی دیگر سبب شده است که تمرکز اصلی این مقاله پیرامون دو موضوع اصلی باشد،در واقع این مقاله از دو جهت به ادبیات موجود کمک می‌کند، اول اعمال سیاست مالیات بر کربن به صورت بخشی در اقتصاد ایران و همچنین بازیافت درآمد حاصل از این مالیات تحت سناریوهای مختلف که تا کنون در اقتصاد ایران بررسی نشده است. در این تحقیق پس از مقدمه، به بررسی مرور ادبیات با تمرکز بر مطالعات تجربی پرداخته خواهد شد که سیاست‌های مالیات بر کربن و بازیافت آن و رابطه آن با بخش‌های اقتصادی با تکیه بر بخش خدمات را مورد بررسی قرار می‌دهد. در مرحله بعد، بخش سوم مشخصات مدل را برجسته می‌کند و بخش چهارم نتایج و بحث را ارائه و بخش پنجم به بررسی نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی می‌پردازد.

۲. ادبیات موضوع

سیاست زیست محیطی برای مقابله با افزایش هزینه های رفتاری انسان در قبال آسیب به محیط طبیعی، طراحی شده است که به دولتها کمک کنند تا با استفاده از رویکرد وضع مقررات استاندارد راهبری و پایش و یا رویکرد مبتنی بر بازار از محیط زیست محافظت نمایند. یکی از پرکاربردترین ابزارهای اقتصادی برای تغییر رفتار مالیات است (Grossman, 1999). مالیات اختلاف میان قیمتهای کارآمد خصوصی و اجتماعی ناشی از زبانهای جانبی انتشار آلودگی را حذف میکند و با وضع آن قیمت های بخش خصوصی به مرز کارآمد اجتماعی نزدیک می شود (Barde & Godard, 2012).

دخالت دولت به منظور اصلاح تأثیرات پیامدهاي جانبي زیست محیطي و کنترل آلودگی از طریق روشهای مختلفی انجام میگیرد مانند مالیات مستقیم زیست محیطي (مالیات پیگوئی) و مالیات غیر مستقیم زیست محیطی و سایر قوانین و مقررات زیست محیطي مالیات مستقیم زیست محیطي منافع شخص آلوده کننده را تحت تأثیر قرار میدهد. در این چارچوب بنگاه آلاینده به منظور کاهش میزان مالیات، مقدار تولید خود را کاهش می دهد و این موضوع به کاهش هزینه های اجتماعی ناشی از آلودگی منجر می شود. مالیات های غیر مستقیم نوعی دیگر از مالیات های زیست محیطی است که به جاي اخذ مالیات

مستقیم بر حسب واحد آلودگی مالیات را بر نهاده های تولید یا کالاهای مصرفي وضع میکند که استفاده از آنها به نوعی با آسیب زیست محیطی در ارتباط است. این نوع مالیات به دلیل توجه به مصرف از طریق کاهش تولید و وضعیت نگهداری و بهبود تکنولوژی موجب کنترل بیشتر آلاینده ها با هزینه بیشتری در مقایسه با مالیات پیگوئی میشود. هر دو نوع مالیاتهای مستقیم و غیر مستقیم زیست محیطی به جای استفاده از سیاست های کنترلی و دستوری بر سیستم قیمتي متكي است(Eslamloueyan, & Harati, 2012).

مالیات بر کربن زمینه ساز افزایش هزینه های استفاده از سوخت‌های فسیلی شده و با درونی ساختن پیامدهای خارجی مصرف این نوع از سوخت‌ها کارکردهای زیر را می‌تواند به همراه داشته باشد ۱. صرفه جویی و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی با توجه به محدودیت منابع آن ۲ .بهبود کیفیت محیط زیست با توجه به درونی سازی هزینه هاي خارجي انتشار آلاینده ها ۳. بهبود رفاه با توجه به تغییرات مصرف کالاها و خدمات و فراغت و کاهش مالیاتهای دیگر مثل مالیات بر نیروی کار و کاهش زیانهای رفاهی انتشار آلاینده ها ۴. کاهش بیکاری با کاستن از مالیات بر نیروی کار که باعث کاهش هزینه های نیروی کار میشود .۵ ایجاد منابع درآمدی برای مصارف گوناگون از جمله منابعی به منظور توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر (Pajouyan & Nemati, 2009). در ادامه به بررسی ادبیات موجود در زمینه مالیات بر کربن و بازیافت درآمد حاصل از مالیات بر کربن و انواع اثرات آن‌ها پرداخته خواهد شد.

مطالعات متعددی در مورد سیاست‌های محیط زیستی در دهه‌های اخیر انجام گرفته است. بخش اعظم این مطالعات به بررسی اثر سیاست‌های مالیات کربن بر شاخص‌های اقتصادی و محیط زیستی متمرکز شده‌اند که در ادامه به برخی از این مطالعات اشاره شده است.

شیخ‌پور و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان «بررسی تأثیر مالیات کربن بر تولید و اشتغال و مقایسه آن با مالیات سوخت در بخش صنعت» با استفاده از یک مدل داده ستانده برای کشور ایران به این نتیجه رسیدند که با اعمال مالیات بر کربن بیشترین کاهش تولید در بخش آهن و فولاد و مواد شیمیایی و کمترین کاهش تولید در صنعت چرم و مبلمان بوده است. همچنین بیشترین افزایش سطح قیمت در فعالیت پالایشگاه و غیرپالایشگاه و کمترین افزایش سطح قیمت در فعالیت تولید پوشاک وجود دارد (Sheykhpour et al, 2022).

مصوری نظام آباد و همکاران (۱۴۰۱) بررسی تأثیر مالیات بر کربن بر رفاه اقتصادی ایران در چهارچوب سیستم‌های پویا می‌باشد. برای رسیدن به هدف از ساختار معادلات

همزمان در چهارچوب مدل پویا استفاده شده است. با توجه به اینکه آثار اقتصادی مالیات کربن بر رفاه اقتصادی از طریق متغیرهای کلان اقتصادی صورت می گیرد، در مدل پویا دو متغیر مهم تولید ناخالص داخلی و تورم برای کانال تأثیرگذاری، انتخاب شده‌اند که برای تغییر تولید ناخالص داخلی سناریو ۳ درصدی افزایش که بر اساس روند این متغیر در ۲۰ سال گذشته بوده است در نظر گرفته شده است. نتایج نشان داد افزایش ۳ درصدی GDP از کانال مالیات کربن منجر به کاهش رفاه اقتصادی می‌شود (Mosavari Nezam Abad et al, 2022).

راش و ریلی[4] (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیدند که مالیات کربن ممکن است رفاه اجتماعی را بهبود بخشد، اشتغال، سرمایه گذاری و مصرف را ارتقا بخشد، اقتصاد را تقویت و انتشار کربن را کاهش و در نتیجه وضعیت «برد-برد-برد» را ایجاد کند (Rausch & Reilly,2012).

تو[5] (۲۰۱۵) نیز در تحقیق خود به بررسی جلوگیری انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش حمل و نقل در هنگ کنگ چین پرداخت. نتایج این تحقیق حاصل از تحلیل سناریو نشان داد که میزان انتشار گازهای دی اکسید کربن ناشی از بارهای هوایی را می‌توان از طریق کاهش نسبت بین محموله‌های هوایی و محموله‌های دریایی کاهش داد (To, 2015).

لی[6] و همکاران نیز به بررسی کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش حمل و نقل از طریق کشاورزی شهری در سئول کره پرداختند (Lee et al, 2015). در عین حال مطالعات متعددی خصوصاً در سال‌های اخیر در رابطه با اثرات اعمال تعرفه کربن بر سطح تولید و تجارت انجام شده است. برای مثال در مطالعه‌ای با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر به بررسی اثر افزایش مالیات سبز بر رشد اقتصادی کشور تحت هشت سناریو پرداخته‌اند. نتایج مطالعه ایشان نشان داده که افزایش نرخ مالیات سبز به عنوان مالیات غیر مستقیم در تمامی سناریوها، رشد اقتصادی را افزایش خواهد داد (Samimi and Alizadeh Melfa 2016).

چن و گو[7] (۲۰۱۷) اثر وضع تعرفه‌های کربن بر تجارت بین الملل و تجارت تولیدات صنعتی چین را بعد از وضع تعرفه‌های کربن از سوی اتحادیه اروپا، آمریکا و ژاپن با استفاده از مدل GTAP مورد بررسی قرار داده‌اند. یافته‌های ایشان نشان می‌دهد وضع این تعرفه‌ها

[4] Rausch & Reilly
[5] To
[6] Lee
[7] Chen and Guo

میزان صادرات صنایع با انتشار بالا را کاهش و در مقابل صادرات صنایع با انتشار پایین را به مقاصد مذکور افزایش داده است (Chen and Guo, 2017).

فلاویو و کوئیک[8] (۲۰۱۸) در مطالعه خود با بهره‌گیری از مدل GTAP-E نشان داده‌اند بر اثر اعمال تعرفه‌های کربن از سوی اتحادیه اروپا، رقابت پذیری تولیدات در بخش صنایع کشور برزیل خصوصاً در بخش‌های آهن و فولاد در مقابل سایر شرکای عضو گروه بریکس کاهش خواهد یافت (Flavio and Kuik, 2018).

خواستار[9] و همکاران (۲۰۲۰) با ستفاده از یک مدل تعادل عمومی به بررسی اینکه «چگونه مالیات کربن بر رفاه اجتماعی و کاهش انتشار در فنلاند تأثیر می‌گذارد؟» پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد علی‌رغم اینکه سیاست مالیات کربن در فنلاند در کاهش انتشار دی‌اکسید کربن موفق بوده است، اما اثرات منفی بر رفاه اجتماعی فنلاندی‌ها دارد. بنابراین، سطح بهینه قیمت کربن برای بازنگری سیاست‌های آتی توصیه می‌شود (Khastar et al, 2020).

ژوناپین[10] و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای تحت عنوان «مطالعه شبیه‌سازی اعمال مالیات کربن از سوی چین در مقابل تعرفه‌های کربن آمریکا»، با استفاده از مدل GTAP-E نشان دادند در صورتیکه آمریکا اقدام به وضع تعرفه‌های کربن به میزان ۴۰ دلار به ازای هر تن انتشار دی اکسید کربن نهفته در کالاهای وارداتی از کشور چین نماید، صادرات این کشور کاهش و تولید ناخالص داخلی چین نیز به میزان ۱٫۴ درصد کاهش خواهد یافت (Zhu Naipin et al, 2020).

جینیانگ[11] و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای با عنوان «افزایش جاه طلبی اقدامات اقلیمی جهانی و اثرات آن بر کره جنوبی» با استفاده از مدل تعادل عمومی محاسبه پذیر و داده‌های GTAP با تمرکز بر صنایعی همچون آهن و فولاد، فلزات و تولیدات غیر فلزی (همچون سیمان) نشان می‌دهد با اعمال تعرفه‌های کربن به میزان ۳۰ یورو به ازای هر تن دی کسید کربن نهفته در کالاهای صادراتی کره جنوبی به اتحادیه اروپا، میزان تولید آهن و فولاد در این کشور به میزان ۰٫۲۵ درصد کاهش خواهد یافت (Jinyoung et al, 2021).

چپلیو[12] (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای خود با عنوان «اثرات احتمالی مکانیزم تنظیمات مرزی کربن اتحادیه ارو پا برای اوکراین و سایر شرکای تجاری اتحادیه ارو پا« که از مدل تعادل عمومی محاسبه پذیر GTAP-E بهره گرفته نشان می‌دهد اوکراین در میان شرکای تجاری

[8] Flavio and Kuik
[9] Khastar
[10] Zhu Naipin
[11] Jinyoung
[12] Chepeliev

اتحادیه ارو پا بیشترین تأثیر منفی را از اجرایی شدن مکانیزم تنظیمات مرزی کربن خواهد پذیرفت. کمیته توسعه و تجارت سازمان ملل متحد (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای با عنوان تنظیمات مرزی کربن اتحادیه اروپا :پیامدها برای کشورهای درحال توسعه، به ارزیابی اثر اعمال این مکانیزم بر متغیرهای اقتصادی در کشورهای درحال توسعه پرداخته است. این مطالعه که از مدل تعادل عمومی GTAP-E استفاده کرده، اعمال تنظیمات مرزی کربن از سوی اتحادیه اروپا تحت دو سناریو اعمال ۴۴ دلار کربن و همچنین ۸۸ دلار کربن به ازای هر تن انتشار دی اکسید کربن را مورد ارزیابی قرار داده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد در نتیجه اعمال تنظیمات مرزی کربن، میزان نشت کربن کاهش یافته و همچنین الگوی تجارت به نفع کشورهایی که مصرف بهینه‌تر انرژی داشته‌اند، تغییر یافته است (Chepeliev, 2021).

در خصوص اثرات حاصل از بازیافت مالیات بر کربن مطالعات زیادی در سطح دنیا وجود دارد اما برای کشور ایران این مطالعات بسیار اندک است (Beck et al, 2015). با استفاده از یک مدل ثابت CGE از اقتصاد کانادا برای شبیه‌سازی اثرات مالیات کربن و طرح بازیافت درآمد آن بر رفاه خانوارها با سطوح درآمدی متفاوت استفاده می‌کنند. برای این منظور، خانوارها را بر اساس درآمد سالانه به دهک‌ها مختلف تقسیم شده‌اند. و مالیات کربن ۳۰ دلاری در هر تن را بر روی همه گازهای گلخانه‌ای احتراق و همچنین اقدامات بازیافت درآمدی که توسط دولت بریتیش کلمبیا اجرا شده است، از جمله کاهش مالیات بر درآمد شخصی و اعتبارات مالیاتی کم درآمدها، شبیه‌سازی شده‌اند.نتایج نشان می‌دهد که مالیات بر کربن یک مالیات و بازیافت درآمد حاصل از آن یک مالیات مترقی است به طوری که تأثیر منفی مالیات بر کربن بر خانوار با درآمد کمتر از متوسط، کمتر از خانوارهای با درآمد بالا است.

مک‌کیبین[۱۳] و همکاران (۲۰۱۲) از یک مدل CGE جهانی برای بررسی تأثیر مالیات کربن و طرح‌های مختلف بازیافت درآمد مالیاتی بر اقتصاد ایالات متحده استفاده کرد و به این نتیجه رسید که مالیات کربن ممکن است در کوتاه‌مدت تأثیری بر اقتصاد کلی و اشتغال داشته باشد (McKibbin et al, 2012).

رواچ[۱۴] (۲۰۱۲) با استفاده از یک مدل DSGE مالیات کربن پویا، مبتنی بر قوانین و درآمد خنثی را برای کاهش انتشار کربن و اندازه‌گیری اثرات رفاهی ناشی از آن پیشنهاد می‌کندنتایج نشان می‌دهد که مصرف کنندگان پس از اجرای مالیات کربن پویا با توزیع مجدد، وضعیت بهتری پیدا می‌کنند.

[13] McKibbin

[14] Roach

خداداد کاشی و همکاران(۲۰۱۶)،با استفاده از الگوی تعادل عمومی پویای منطقه‌ای، آثار رفاهی و زیست‌محیطی اعمال مالیات غیرمتوازن بر کربن به تفکیک مناطق مختلف در ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد. به این منظور ابتدا میزان تمایل به پرداخت استان‌های مختلف جهت گریز از آثار زیان‌بار آلودگی محاسبه شده و بر اساس آن استان‌های ایران در قالب ۸ منطقه طبقه‌بندی می‌گردد.بر اساس نتایج تحقیق، درونی کردن هزینه‌های آلودگی محیط زیست با وضع مالیات بر کربن آثار رفاهی و زیست‌محیطی مثبت داشته و این آثار با وضع مالیات غیرمتوازن بهبود می‌یابد (Khodadad Kashi et al, 2016).

مطالعاتی در مورد اثرات اقتصادی و زیست محیطی مالیات بر کربن و بازیافت درآمد آن را تحت دو سناریو مختلف مالیاتی بررسی کردند. این مطالعات شامل مواردی است که بر اساس مالیات یکنواخت کربن (Jia and Lin, 2020, Li et al, 2019)، یعنی نرخ یکنواخت برای همه مالیات دهندگان، و مطالعات مبتنی بر مالیات کربن متمایز (Weng, Wu, 2021)، یعنی نرخ‌های متفاوت برای انواع مختلف مالیات دهندگان مشخص شده است.

پومرلیو و آسن[15] (۲۰۱۹) به بررسی پیامدهای اقتصادی و توزیعی مالیات بر کربن و بازیافت درآمد حاصل از آن با سناریوهای: سود سهام به ازای هر نفر، کاهش مالیات بر حقوق و دستمزد کارکنان و اصلاح مالیات شرکت‌ها پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد مالیات کربن بر تمام انتشار کربن مربوط به انرژی با نرخ ۵۰ دلار به ازای هر تن متریک و نرخ رشد سالانه ۵ درصد، ۱٫۸۷ تریلیون دلار درآمد اضافی برای فدرال در ۱۰ سال آینده ایجاد می‌کند، اثرات توزیعی و اقتصادی مالیات بر کربن به شدت به نحوه استفاده از درآمد مالیاتی ایجاد شده بستگی دارد و بازیافت درآمد را به یک روش ضروری از هر روش دیگر مالیات کربن تبدیل می‌کند،مالیات کربن همراه با تخفیف یکجا، پیشرفت کد مالیاتی را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد، اما بر اشتغال و تولید تأثیر منفی می‌گذارد، مالیات کربن همراه با کاهش مالیات بر حقوق و دستمزد کارکنان، پیشرفت، تولید و اشتغال را افزایش می‌دهد (Pomerleau & Asen, 2019).

لیو[16] و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات سیاست طرح‌های بازیافت درآمد بر اساس مالیات‌های کربن متمایز شده توسط صنعت با استفاده از یک مدل CGE پویا می‌پردازد. یافته‌ها نشان می‌دهد که طرح‌های بازیافت درآمد می‌توانند به طور مؤثر اثرات منفی کلان اقتصادی و مالیات‌های کربن توسط صنعت را کاهش دهند. طرح‌های بازیافت درآمد مالیات غیرمستقیم کربن نسبت به طرح‌های بازیافت مستقیم در کاهش زیان تولید ناخالص داخلی سودمندتر هستند. کاربرد طرح‌های مختلف بازیافت درآمد مالیات کربن در صنایع مختلف

[15] Pomerleau & Asen
[16] Liu

متفاوت است، و به طور کلی کاهش مالیات بر درآمد شرکت‌ها و یارانه‌ها به صنایع انرژی پاک برای کاهش انتشار کربن مفیدتر است (Liu et al, 2023).

دی‌بروین و یاقوت[17] (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای از یک مدل تعادل عمومی کاربردی پویا استفاده می‌کند تا مالیات برکربن و برابری در بازیافت درآمد مالیات کربن ایرلندی را بررسی کنند. سناریوهای مورد بررسی در این مطالعه به دو دسته اصلی تقسیم شده‌اند.بدون طرح بازیافت درآمد: مالیات کربن به تدریج افزایش می‌یابد و در سال ۲۰۳۰ بدون بازیافت درآمد به ۱۰۰ یورو می‌رسد. طرح‌های بازیافت درآمد خالص: درآمد مالیات کل کربن (TCTR) برای کاهش نرخ مالیات شرکت استفاده می‌شود، TCTR برای کاهش نرخ مالیات بر فروش کالاهای انتخابی استفاده می‌شود. TCTR برای کاهش نرخ مالیات دستمزد انواع نیروی کار استفاده می‌شود، TCTR برای افزایش کل بودجه نقل و انتقالات رفاهی استفاده می‌شود، TCTR در سرانه خانوارها به طور مساوی توزیع می‌شود. یافته‌ها نشان می‌دهد همه گزینه‌های کاهش مالیات می‌توانند انتشارات را کاهش دهند و در عین حال تولید ناخالص داخلی و رفاه را افزایش دهند (Double Dividend)، اما نابرابری را نیز افزایش می‌دهند (De Bruin, & Yakut, 2024).

تحقیقات بسیار اندکی وجود دارد که سیاست‌های محیط زیستی را در سطح خرد و بخشی مورد آزمایش قرار دهد، در صورتیکه بررسی تفصیلی این موضوع از جوانب متعدد سودمند و حائز اهمیت است چرا که تفاوت کیفیت روابط میان متغیرهای رشد اقتصادی و میزان انتشار CO_2 به عنوان تخریب محیط زیست و نحوه اثرگذاری و تأثیرپذیری متغیرهای مزبور در هر بخش اقتصادی، تسّری یک تصمیم گیری واحد و کلان را نمی‌پذیرد و بر لزوم بررسی این ارتباط در اشکال مجزا و با تفصیل دلالت دارد. نظر به اینکه تاکنون مطالعه جامعی در خصوص اعمال تعرفه کربن بر تولید و تجارت بخش‌های اقتصادی به صورت همزمان برای ایران و همچنین بررسی اثر درآمد حاصل از بازتوزیع مالیات بر کربن انجام نشده، این مطالعه تلاش دارد بخشی از خلل موجود را پوشش دهد.

۳. مدل

۳-۱- مدل *CGE*

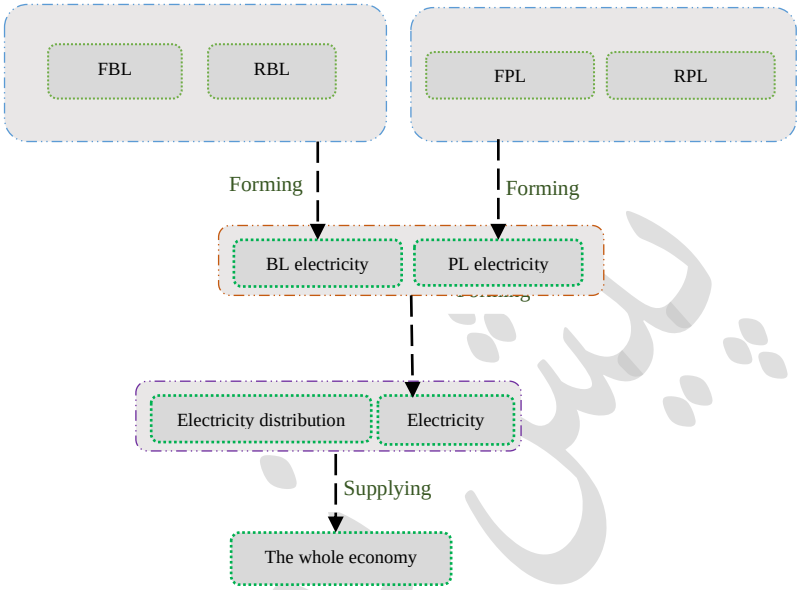
یک الگوی CGE، سیستمی از معادلات است که اقتصاد را به عنوان یک کل در نظر می‌گیرد و روابط متقابل میان اجزای آن را توصیف می‌کند. معادلات این سیستم، رفتار مصرف‌کننده و تولیدکننده را شرح می‌دهد و با اعمال قیود تصفیه‌کننده بازار، سیستم برای مجموعه‌ای از قیمت‌ها که در آن مقادیر عرضه و تقاضا در تعادل هستند، حل می‌شود. همچنین

[17] De Bruin, & Yakut

تحلیل‌های عددی امکان بررسی اثرات شوک‌های برونزا را مهیا می‌کند (Shoven & ۱۹۸۴ Whalley,). مدل‌های CGE در هر اندازه و شکلی وجود دارند. بدون توجه به این تفاوت‌ها، اغلب مدل‌های مزبور برای نشان دادن عرضه و تقاضا و موضوعات مرتبط با بازارهای عوامل تولید، پس انداز و سرمایه گذاری، تجارت، مالیات، اقتصاد محیط زیست و انرژی رویکردهای مشترکی دارند. هسته اصلی این رویکرد مشترک، مدل استاندارد CGE است. مدل استاندارد، مدلی ایستا (یک دوره‌ای) و یا مدلی با یک یا چند کشور با عوامل تولید ثابت است. الگوی تعادل عمومی GTAP یک الگوی چند منطقه‌ای و ایستاست که نسخه ۱۰ پایگاه داده مربوط به آن شامل ماتریس حسابداری اجتماعی ۱۶۱ کشور و ۷۶ بخش می‌شود. مبانی نظری که زیربنای الگوی GTAP محسوب می‌شود مشابه با مبنای نظری سایر الگوهای تعادل عمومی چند منطقه‌ای است. سیستم معادلات این الگو دو نوع مختلف از معادلات را در بر می‌گیرد. بخشی از این معادلات روابط حسابداری را پوشش می‌دهد و تضمین می‌کند که درآمد و مخارج هر عامل اقتصادی با یکدیگر در توازن قرار می‌گیرد. بخش دیگر معادلات در برگیرنده معادلات رفتاری می‌شود که دارای مبانی نظری اقتصاد خرد است. این معادلات رفتار بهینه سازی عوامل شامل بنگاه‌ها و مصرف کنندگان را مشخص می‌کند (۲۰۰۱ Brockmeier,). این الگو توسط Hertel (۱۹۹۷) ارائه شده است.الگوی استفاده شده در این تحقیق یک الگوی چند منطقه برای کشور ایران و شرکای تجاری آن است.

الگوی GTAP-E به عنوان بسطی از الگوی GTAP برای تحلیل اثرات مربوط به سیاست‌های تغییرات آب و هوایی در سطح بین الملل طراحی شد. تفاوت این الگو با الگوی هرتل در آن است که نهاده مرکب سرمایه-انرژی به ساختار تولیدی افزوده شده و انتشار کربن حاصل از احتراق سوخت‌های فسیلی به عنوان نهاده در فرآیند تولید مربوط به تولید کنندگان منطقه r یا به عنوان ستاده حاصل از مصرف کالاها توسط خانوار خصوصی و دولتی در نظر گرفته می‌شود (Burniax and Truong, 2002؛ Nijkamp et al, 2005). بخش الکتریسیته در الگوی GTAP-E با کالایی تحت عنوان کالای مجازی الکتریسیته در الگوی GTAP-E-Power جانشین شده است که این کالا ترکیبی است از انتقال، توزیع، انرژی هسته‌ای، زغال سنگ، مصرف گاز جهت تولید الکتریسته در زمان پیک مصرف برق، مصرف گاز جهت تولید الکتریسیته در زمان مصرف معمول برق، نفت مصرفی در زمان اوج و در زمان غیر اوج مصرف برق، انرژی برقابی در زمان پیک و غیر پیک، انرژی برق تولیدی از باد، نور خورشید و دیگر تکنولوژهای تولید برق (۲۰۱۶ Peters,).مدل GTAP-E-Power توسعه یافته توسط Peters (2016a) برای توسعه بازار کربن جدید استفاده می‌شود و شامل حساب‌های انتشار غیر CO2 است که مدل GTAP-E-PowerS را می‌سازد. این مدل از چهار عامل اقتصادی تشکیل شده است: تولیدکنندگان، خانوارها، دولت و بخش بین الملل. به طور کلی مدل GTAP-E-PowerS ساختارهای تولید و مصرف را در

GTAP-E-Power حفظ می‌کند. شکل ۳ چهارچوب بخش الکتریسیته را با جزئیات در این دو الگو تشریح می‌کند. (Nong, ۲۰۲۰)



شکل ۳. ساختار تولید برق در الگوهای GTAP-E-Power و GTAP-E-PowerS
مأخذ: Nong, ۲۰۲۰

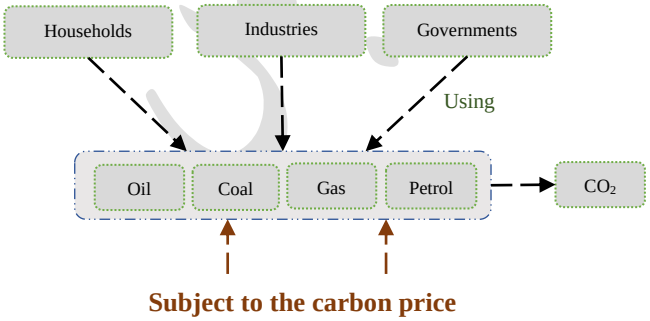
Figure 3. Electricity Generation Structure in GTAP-E-Power and GTAP-E-PowerS Patterns
Source: Nong, 2020

دو نوع برق تولید شده بر مبنای دو تکنولوژی متفاوت وجود دارد که عبارتند از بار پایه[۱۸] و بار پیک[۱۹]. هفت کالای برق متفاوت از نوع بار پایه ترکیب برق بار پایه را بر اساس قیمت‌های آن تشکیل می‌دهد. سیستم قیمت‌گذاری مشابهی برای ترکیب برق بار پیک اعمال می‌شود. از آنجایی که برق بار پایه و بار پیک برای اهداف متفاوتی، از قبیل ساعات خاصی از شبانه روز یا فصولی خاص، مصرف می‌شود، هیچ جانشینی میان این دو کالای مرکب وجود ندارد. یعنی تقاضای معمول برای برق از هر دو نوع کالاهای مرکب برق بار پایه و بار پیک بدون هیچ گونه جانشینی تأمین می‌شود.

[18] Base load (BL)
[19] Peak load (PL)

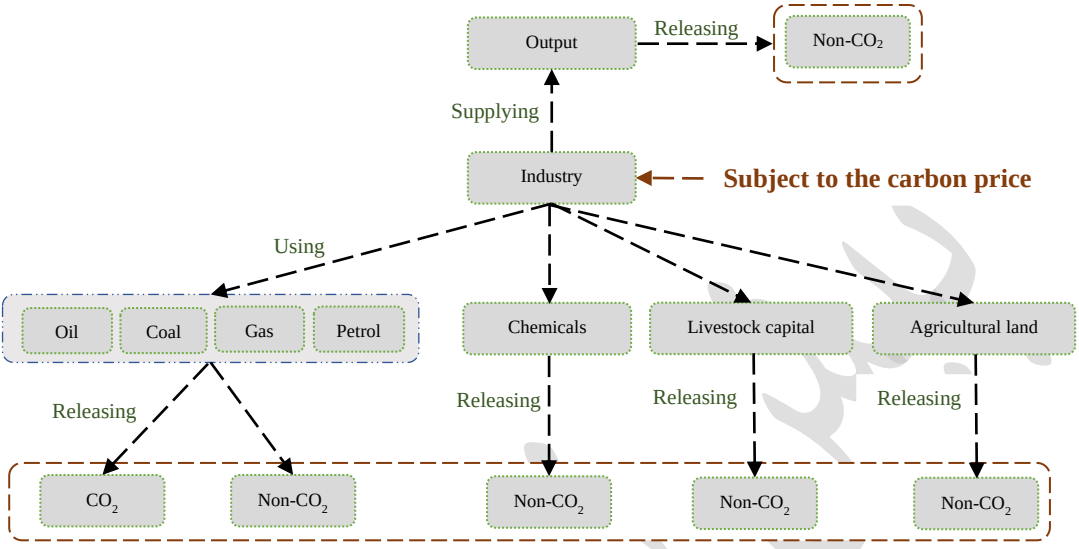
در مدل GTAP-E-Power، تنها سطوح انتشار CO2 وجود دارد که از احتراق سوخت‌های فسیلی (یعنی نفت خام، گاز طبیعی، زغال سنگ و فرآورده‌های نفتی) توسط بخش‌های صنعتی، خانوارها و دولت‌ها آزاد می‌شود. در GTAP-E-PowerS، انتشار غیر از CO2 اضافی در پایگاه داده و مدل گنجانده شده است. چنین سطوح انتشار از احتراق سوخت‌های فسیلی، استفاده از مواد شیمیایی و فرآیندهای تولید آزاد می‌شود. علاوه بر این، انتشار غیر CO2 می‌تواند از استفاده از سرمایه‌های دامی و زمین در بخش‌های کشاورزی آزاد شود. نوسانات این سطوح انتشار به تغییرات واقعی در تقاضا برای کالاها و سطوح تولید مربوطه در صورت انتشار گازهای گلخانه‌ای آزاد شده از فرآیندهای تولید مرتبط است (Nong & Siriwardana, 2018).

شکل ۴ و شکل ۵ مکانیسم‌های مربوط به بازار کربن را به ترتیب در الگوی GTAP-E-Power و GTAP-E-PowerS نشان می‌دهد. در الگوی GTAP-E-Power یک قیمت کربنی بر سوخت‌های فسیلی وضع و اخذ می‌شود. در نتیجه انتشار ایجاد شده توسط بخش‌های خصوصی و عمومی نیز مقید به قیمت کربن وضع شده هستند. همچنین، این مکانیسم نامنعطف است، زیرا همه بخشهای صنعتی بدون هیچ گونه امکان حذف صنایع هدفمند، مشمول مالیات کربن یا طرح مبادله آلاینده‌ها هستند. این وضعیت در الگوی GTAP-E-PowerS با انتخاب صنایع به جای انتخاب کالاهای سوخت فسیلی به عنوان مشمول مالیات کربن، تغییر می‌کند. آنچه در الگوی اخیر روی می‌دهد منعطف‌تر و کاربردی‌تر از مکانیسم مورد استفاده در الگوی GTAP-E-Power است. مالیات کربن یا طرح مبادله آلاینده‌ها می‌تواند قیمت کربن تولید شده توسط یک صنعت را در منابع انتشار منتخب، مانند انتشار حاصل از احتراق سوخت‌های فسیلی یا از مصرف مواد شیمیایی یا از فرآیندهای تولید و یا از تمام منابع، اخذ کند.



شکل ۴. مدل‌سازی بازار کربن در الگوی GTAP-E-Power
مأخذ: Nong, 2020

Figure 4. Carbon market modeling in the GTAP-E-Power model
Source: Nong, 2020



شکل ۵. مدل‌سازی بازار کربن در الگوی GTAP-E-Power
مأخذ: Nong, 2020

Figure 5. Carbon Market Modeling in the GTAP-E-Power
Source: Nong, 2020

۱-۳- مدل‌سازی انتشار کربن

در مدل GTAP-E معادلات مربوط به انتشار کربن همراه با آمار انتشار کربن به تفکیک بخش‌های مختلف، خانوار و دولت در پایگاه داده‌های GTAP لحاظ شده است. این انتشار ناشی از مصرف نهاده‌های انرژی از قبیل ذغال سنگ، نفت، گاز، فراورده‌های نفتی و الکتریسیته است. کل انتشار کربن حاصل از تقاضای کالای i ($CO2T(i,r)$) در منطقه r برابر با انتشار کربن بنگاه‌ها از تقاضای نهاده‌های داخلی ($CO2DF^{(i,j,r)}$) و وارداتی ($CO2IF^{(i,j,r)}$)، و همچنین تقاضای خانوار از کالاهای داخلی ($CO2DP(i,r)$) و خارجی ($CO2IP(i,r)$) است. کربن منتشرشده ناشی از تقاضای دولت از کالاهای داخلی ($CO2DG(i,r)$) و کالاهای وارداتی ($CO2IG^{(i,r)}$) نیز از اجزای انتشار کل کربن است (معادله ۱).

$$\begin{aligned} CO2T(i,r) = {} & \sum_{j=PROD_COMM} (CO2IF(i,j,r) + CO2DF(i,j,r)) \\ & + CO2IG(i,r) + CO2DG(i,r) + CO2IP(i,r) \\ & + CO2DP(i,r) \end{aligned} \quad (۱)$$

لازم به ذکر است که تنها کالاهایی که انتشار کربن را موجب می‌شوند شامل ذغال سنگ، نفت، گاز و فراورده‌های نفتی هستند. می‌توان انتشار کل را از معادله ۲ محاسبه نمود.

$$CO2TT(r) = \sum_{i=energy_comm} CO2T(i,r) \quad (۲)$$

بنابراین درصد تغییر انتشار کربن در منطقه r برابر است با (معادله ۳)

$$gco2tt(r) = \sum_{i=energy_comm} \left(\frac{CO2T(i,r)}{CO2TT(r)}\right) * gco2t(i,r) \quad (۳)$$

g نشاندهنده نرخ رشد متغیرها است. نرخ رشد انتشار کربن در هر منطقه به تفکیک کالاهای مختلف براساس معادله ۴ بیان می‌شود.

$$\begin{aligned} CO2T(i,r) * gco2t(i,r) = {} & \sum_{j=PROD_COMM} (CO2IF(i,j,r) * gco2if(i,j,r) \\ & + CO2DF(i,j,r) * gco2df(i,j,r)) + CO2IG(i,r) \\ & * gco2ig(i,r) + CO2DG(i,r) * gco2dg(i,r) \\ & + CO2IP(i,r) * gco2ip(i,r) + CO2DP(i,r) \\ & * gco2dp(i,r) \end{aligned} \quad (۴)$$

فرض براین است که انتشار کربن متناسب با مقدار تقاضای کالا توسط بنگاه‌ها، خانوار و دولت است. به عنوان مثال gco2if(i,j,r) = qfm(i,j,r) است که qfm(i,j,r) درصد تغییر تقاضای کالای i در بخش j است. ازآنجائیکه carbon intensity از نسبت کل انتشار به تولید هر منطقه محاسبه می‌شود، درصد تغییر آن برابر با معادله ۵ است.

$$co2intensity(r) = gco2tt(r) - qo(r) \quad (۵)$$

که qo(r) نرخ رشد GDP در منطقه r است.

۲-۳- داده‌ها و طراحی سناریوها

از داده GTAP-Power نسخه ۱۰ با سال پایه ۲۰۱۷ استفاده شده است که نشان دهنده آخرین مجموعه داده موجود است (Aguiar et al, 2019). این شامل جداول جهانی ورودی-خروجی داده‌ها از ۱۶۱ کشور/ منطقه در سراسر جهان است. در تجزیه و تحلیل، ما این ۱۴۱ کشور و منطقه

را در ۳ منطقه، شامل ایران،شرکای عمده تجاری کشور ایران (بیش از ۸۰درصد تجارت کشور ایران با ۲۷کشور اتفاق می افتد) و بقیه جهان، جمع می‌شود. ۷۶ بخش در ۱۶ بخش کلیدی تجمیع شده است (جدول ۱).

جدول ۱. شرح بخش‌ها در مدل CGE

مأخذ: نتایج پژوهش

Table 1. Description of sections in the CGE model

Source: Research results

بخش‌ها	توصیف بخش‌ها
بخش کشاورزی	کشاورزی، شکار، ماهیگیری و جنگلداری
زغال سنگ	زغال سنگ
نفت	نفت
فرآورده‌های نفتی	پتروشیمی، مشتقات زغال سنگ
گاز	گاز ,مشتقات گازی ,توزیع
محصولات انرژی بر	مواد معدنی، محصولات شیمیایی، محصولات دارویی اساسی، محصولات لاستیکی و پلاستیکی، محصولات معدنی، فلزات آهنی، فلزات غیر ضروری
محصولات غیر انرژی‌بر	محصولات گوشتی گاو، فرآورده‌های گوشتی، روغن‌ها و چربی‌های گیاهی، محصولات لبنی، برنج فرآوری شده، شکر، محصولات غذایی، نوشیدنی‌ها و تنباکو، منسوجات، پوشاک، محصولات چرمی، محصولات چوبی، محصولات کاغذی، انتشارات، محصولات فلزی، کامپیوتر , الکترونیک و اپتیک, تجهیزات برقی، ماشین آلات و تجهیزات، NEC وسایل نقلیه موتوری و قطعات، تجهیزات حمل و نقل، NEC تولید کننده.
شبکه توزیع و انتقال برق	برق: انتقال و توزیع
برق تجدیدپذیر بار پایه (RBL)	بار پایه هسته‌ای، بار پایه باد، بار پایه آبی، بار پایه دیگر
برق فسیلی بار پایه (FBL)	بار پایه زغال سنگ، بار پایه گاز
برق فسیلی بار پیک (FPL)	اوج بار گاز، اوج بار نفت
برق تجدیدپذیر بار پیک (RPL)	بار پیک آبی، بار پیک خورشیدی
بخش خدمات	آب، تجارت، اسکان، غذا و خدمات، انبارداری و فعالیت پشتیبانی، ارتباطات، خدمات بازرگانی، خدمات تفریحی و سایر خدمات، اداره دولتی و دفاع، آموزش، بهداشت انسانی و مددکاری اجتماعی

توصیف بخش‌ها	بخش‌ها
ساخت و ساز، فعالیت‌های املاک و مستغلات	بخش مسکن
حمل و نقلNEC، حمل و نقل آبی، حمل و نقل هوایی	بخش حمل و نقل
خدمات مالی، بیمه	بخش خدمات مالی

جدول ۲ سطوح انتشار و درصد انتشار آلایندگی کشورها/ مناطق انتخاب شده در این تحقیق را نشان می‌دهد تا اهمیت شرکای عمده تجای ایران را از نظر مصرف انرژی و همچنین سهم این کشورها در انتشار آلایندگی در دنیا را نشان دهد. داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که ۲۷ کشور شریک تجاری کشور ایران ۶۲ درصد از انرژی مصرفی کل دنیا را مصرف می‌کنند و همچنین ۶۳ درصد از انتشار کربن در دنیا مربوط به این کشورها است. از میان کشورهای معرفی شده در جدول ۲ کشورهای چین،هند،آلمان،ترکیه،عراق، امارات متحده عربی و افغانستان بیشترین حجم تجارت با کشور ایران را داشته‌اند که این کشورها در مجموع ۴۲٫۶۱ درصد از آلایندگی دنیا را منتشر می‌کنند که از یک سو ترکیب شرکای تجاری در کشور ایران و اقتصاد متکی به نفت، و سوخت‌های فسیلی از سوی دیگر به محیط زیست در این کشور ضربه وارد کرده است. به طوری که کشور ایران با امتیاز ۴۱٫۶ از شاخص EPI در رتبه ۱۱۲ در دنیا قرار گرفته است (EPI Report, 2024).

جدول ۲. سهم از انتشار co2 و میزان مصرف انرژی کشورهای منتخب

مأخذ: اداره اطلاعات انرژی ایالات متحده (۲۰۲۳)؛ مؤسسه انرژی- بررسی آماری انرژی جهان (۲۰۲۴)؛ بودجه جهانی کربن (۲۰۲۳)

Table 2. Share of CO2 Emissions and Energy Consumption of Selected Countries

Source: U.S. Energy Information Administration (2023); Energy Institute- Statistical Review of World Energy (2024); Global Carbon Budget (2023)

کشور	میزان مصرف انرژی(TWH)	سهم از انتشار co2 در دنیا(درصد)	منطقه	میزان مصرف انرژی(TWH)	سهم از انتشار co2 در دنیا(درصد)
ایران	۳۵۳۱	۱/۸۶	آلمان	۳۱۷۰	۱/۷۹
چین	۴۷۴۲۸	۳۰/۸۶	ایتالیا	۱۶۵۱	۰//۹۱
امارات	۱۴۲۶	۰/۶۶	پاکستان	۹۳۷	۰/۵۴
هند	۱۰۸۳۸	۷/۶۲	هلند	۹۵۵	۰/۳۴
ترکیه	۱۹۴۵	۱/۱۷	فرانسه	۲۴۰۷	۰/۸۰
کره جنوبی	۳۴۵۴	۱/۶۲	روسیه	۸۶۹۲	۴/۴۵
سوئیس	۳۱۵	۰/۱۰	سنگاپور	۹۶۴	۰/۱۴
برزیل	۳۸۵۴	۱/۳۰	ژاپن	۴۸۳۴	۲/۸۴
انگلستان	۱۹۳۱	۰/۸۶	مصر	۱۰۹۴	۰/۷۰
عمان	۴۳۰	۰/۱۹	مالزی	۱۳۳۵	۰/۷۸

تایلند	۱۳۹۱	۰/۷۳	کویت	۴۳۸	۰/۲۹
اسپانیا	۱۵۷۳	۰/۶۶	آذربایجان	۲۲۸	۰/۱۰
ویتنام	۱۳۵۹	۰/۹۲	عراق	۶۹۸	۰/۴۸
بلژیک	۶۴۲	۰/۲۴	افغانستان	۲۷	۰/۰۳
بقیه دنیا	۶۴۵۷۲	۳۷/۰۲			

طبق جدول ۲ ایران یکی از کشورهای پرمصرف انرژی با انتشار بالای آلایندگی است. ترکیب شرکای تجاری ایران به گونه‌ای است که کالاهای وارد شده به کشور ایران دارای مقدار کربن نهفته بالایی هستند لذا نیاز به یک تجدیدنظر جدی در سیاست‌های زیست محیطی، سیاست‌های تجاری و سیاست‌های اقتصادی در کشور ایران برای حل معضل محیط زیست است. در این تحقیق دو دسته از سناریوها را مورد بررسی قرار داده‌ایم. دسته اول سناریو مربوط مالیات بر کربن (S1) و دسته دوم مربوط به سناریوهای بازیافت مالیات بر کربن است (S2 تا S5) (جدول ۳).

جدول ۳. طراحی سناریوها برای این مطالعه
مأخذ: محاسبات پژوهش

Table 3. Design Scenarios for This Study
Source: Research Calculations

سناریوها	تعریف
S1	مالیات بر کربن ۵دلار به ازای هر تن انتشار کربن برای هر دوسال تا سال ۲۰۵۰
S2	تخصیص درآمد مالیات بر کربن به خانوار به صورت پرداخت‌های انتقالی
S3	تخصیص درآمد مالیات بر کربن به بنگاه‌ها جهت سرمایه گذاری بیشتر
S4	کاهش مالیات بر درآمد نیروی کار ماهر در ازای اخذ مالیات بر کربن
S5	کاهش مالیات بر سود سرمایه در ازای مالیات بر کربن به بنگاه‌ها

۴- نتایج و بحث

در این تحقیق سیاست‌های محیط زیستی تحت پنج سناریو در دوره ۲۰۵۰-۲۰۲۰ شبیه‌سازی شده است. در ادامه نتایج مربوط به صادرات، واردات، قیمت بخش‌های مختلف و تولید بخش‌های مختلف برای هر سناریو آورده شده است. همچنین اطلاعات استخراج شده از مدل در مورد تجارت ایران با شرکای تجاری تحت ۵ سناریو مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۴-۱- بررسی اثر اعمال مالیات بر کربن (*S1*)

در سناریو S1 مالیات بر کربن به میزان ۵ دلار برای دوسال تا سال ۲۰۵۰ اعمال شده است. همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است، واردات بخش کشاورزی با اعمال مالیات بر کربن در تمام سال‌ها به صورت کاهشی بوده است و در سال ۲۰۵۰ به میزان ۱۱٫۹ درصد کاهش یافته است، اما برای صادرات این روند افزایشی بوده است و صادرات بخش کشاورزی از ۱٫۶۷ درصد

در سال ۲۰۲۰ به ۱۰٫۹ درصد در سال ۲۰۵۰ افزایش یافته است. نتایج نشان می‌دهد با اعمال مالیات بر کربن تولید بخش کشاورزی از سال ۲۰۲۰ تا سال ۲۰۵۰ کاهش یافته است؛ به طوری‌که تولیدات در بخش کشاورزی در سال ۲۰۵۰ به میزان ۲٫۲۳ درصد کاهش یافته است که این اتفاق می‌تواند به دو دلیل باشد: الف) افزایش قیمت حامل‌های انرژی ب) کاهش تقاضای داخلی که همین عامل می‌تواند سبب کاهش واردات نیز شود .قیمت محصولات کشاورزی نیز با اعمال این سناریو از ۰٫۳۷ درصد در سال ۲۰۲۰ به ۲٫۲۵ درصد در سال ۲۰۵۰ کاهش یافته است.در مورد برق می‌توان گفت که با اعمال مالیات بر کربن واردات برق بار پایه از انرژی‌های تجدید پذیر افزایش می‌یابد که این مقدار افزایش در سال ۲۰۵۰ به ۲۱٫۶ درصد می‌رسد. اما واردات سایر حالت‌های برق مثل برق بار پیک و بار پایه از سوخت‌های فسیلی و همچنین برق بار پیک از انرژی‌های تجدیدپذیر همه به صورت تا افق ۲۰۵۰ به صورت کاهشی بوده است. با مقایسه حالات مختلف انرژی برق متوجه می‌شویم که با اعمال سناریو S1 متوجه می‌شویم که با افزایش هزینه تولید برق از سوخت‌های فسیلی تولید برق حاصل از انرژی‌های تجدید پذیر برای بار پایه به میزان ۲۱٫۲ درصد افزایش می یابدو همچنین قیمت برق حاصل از سوخت‌های فسیلی به دلیل افزایش در هزینه تولید در افق ۲۰۵۰ به میزان ۵۰٫۱ درصد افزایش می‌یابد. در بخش صنعت نیز با اعمال سناریو s1 هزینه تولید این کالاها افزایش می‌یابد که سبب کاهش تولید این کالاها و افزایش قیمت می‌شود به طوری که واردات صنایع انرژی بر در تمام سال‌ها به صورت افزایشی بوده و در سال ۲۰۵۰ به ۸٫۳۳ درصد و همچنین صادرات صنایع انرژی بر در افق ۲۰۵۰ به میزان ۵۳٫۹ درصد کاهش می‌یابد. در مورد تولید و قیمت صنایع انرژی بر می‌توان گفت روند تولید در تمام سال‌ها کاهشی بوده و به دنبال آن قیمت کالاها در صنایع انرژی بر در افق ۲۰۵۰ به میزان ۱۳٫۹ درصد افزایش یافته است. اما در بخش خدمات نتایج سناریو S1 در چهار قسمت حمل و نقل، خدمات مالی، مسکن و سایر خدمات مورد بررسی قرار گرفته است با توجه به اینکه بخش خدمات در کشور ایران عموماً از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند اعمال سناریو S1 سبب افزایش قیمت و افزایش هزینه تولید در تمامی بخش‌های خدماتی شده است که در تمامی موارد بیشتر اثرگذاری مربوط به بخش حمل و نقل بوده است به طوری که واردات در بخش حمل و نقل به میزان ۱۹٫۱ درصد افزایش یافته است که این عدد برای بخش خدمات مالی به صورت کاهشی و برابر با ۲٫۲۹ درصد است، در بخش مسکن نتایج اندکی متفاوت است و در افق ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۴ میزان واردات این بخش کاهش یافته است اما با گذشت زمان میزان واردات بخش مسکن مثبت شده است و به میزان ۶درصد در سال ۲۰۵۰ افزایش یافته است.صادرات در تمام بخش‌های خدماتی تا افق ۲۰۵۰ بصورت کاهشی بوده است و بیشتر کاهش مربوط به بخش حمل و نقل با ۳۱٫۲ درصد کاهش و پس از آن مربوط به بخش مسکن است با کاهش ۲۵٫۲ درصدی. با اعمال سناریو S1 تولید در قسمت‌های مختلف بخش خدمات به صورت کاهشی بوده

است به طوری که در افق ۲۰۵۰ تولید در بخش حمل و نقل به میزان ۱۷٫۸ درصد و در بخش خدمات مالی به میزان ۱۱٫۹ درصد و در بخش مسکن ۷٫۷ درصد کاهش یافت است که به دنبال آن قیمت در تمام بخش‌ها افزایشی بوده است به طوری بیشترین افزایش قیمت مربوط به بخش حمل و نقل بوده با ۲۰٫۳ درصد افزایش قیمت.

جدول ۴. اثر سناریو اعمال مالیات بر کربن بر بخش‌های مختلف اقتصادی (unit) (s1: %)
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 4. The effect of the carbon tax scenario on different economic sectors (s1) (unit: %)
Source: Research Calculations

variable	Import			Export			production			Price		
sector	۲۰۲۰	۲۰۳۴	۲۰۵۰	۲۰۲۰	۲۰۳۴	۲۰۵۰	۲۰۲۰	۲۰۳۴	۲۰۵۰	۲۰۲۰	۲۰۳۴	۲۰۵۰
Agr	-۱/۳۸	-۱۲/۲	-۱۱/۹	۱/۶۷	۱۵/۴	۱۰/۹	-۰/۳۸	-۲/۶۱	-۲/۲۳	-۰/۳۷	-۳/۲۰	-۲/۲۵
Non_int	-۰/۷۹	-۶/۳۳	-۰/۹۹	-۰/۱۱	-۶/۱۱	-۲۰/۳	-۰/۷۷	-۷/۹۱	-۱۰/۵	۰/۰۱	۰/۸۹	۳/۲۲
Int	۰/۲۱	۱/۲۶	۸/۳۳	-۳/۵۸	-۳۰/۰	-۵۳/۹	-۱/۷۶	-۱۷/۵	-۲۶/۷	۰/۶۲	۶/۲۱	۱۳/۹
RBL	۳/۷۱	۱۶/۸	۲۱/۶	-۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۶	۳/۶۵	۱۶/۵	۲۱/۲	-۰/۲۵	۱/۵۱	۷/۵۸
FBL	-۲/۵۷	-۱۹/۱	-۲۶/۱	۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۰۱	-۲/۵۰	-۱۸/۳	-۲۴/۹	۴/۴۷	۳۱/۶	۵۰/۱
FPL	۱/۷۰	-۱۲/۴	-۱۶/۹	۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۰۱	-۱/۶۵	-۱۲/۰	-۱۶/۲	۱/۵۳	۱۱/۶	۲۴/۹
RPL	-۰/۹۹	-۷/۸۱	-۷/۷۵	-۰/۲۸	-۲/۱۶	-۲/۰۶	-۰/۱۹	-۲/۷۰	-۲/۷۱	-۴/۷۷	-۴۸/۸	-۴۶/۶
Trans	۰/۶۰	۵/۰۶	۱۹/۱	-۲/۲۹	-۱۷/۱	-۳۱/۲	-۱/۳۰	-۱۱/۰	-۱۷/۸	۰/۹۶	۸/۶۶	۲۰/۳
Finance	-۰/۸۱	-۴/۶۹	-۲/۲۹	۱/۱۹	۰/۴۶	-۱۴/۹	-۰/۰۷	-۳/۴۲	-۱۱/۹	-۰/۳۰	-۰/۱۰	۴/۴۱
Cons	-۰/۹۴	-۶/۳۵	۶/۰۰	-۰/۱۷	-۹/۱۲	-۲۵/۲	-۰/۹۶	-۱۰/۷	-۷/۷۰	۰/۰۴	۲/۵۷	۸/۰۱
serv	-۰/۶۳	۰/۸۱	۷/۷۴	۰/۸۸	-۳/۹۷	-۲۱/۰	۰/۲۵	-۰/۹۳	-۳/۵۷	-۰/۲۲	۱/۰۹	۶/۴۷

۲-۴-بررسی اثر تخصیص بازیافت مالیات بر کربن به خانوار (*S2*)

در این سناریو مالیات بر کربن به صورت پرداخت‌های انتقالی به خانوار اختصاص می‌یابد. در جدول ۵ اثرات بازیافت مالیات بر کربن قابل مشاهده است.با افزایش درآمد خانوار افزایش تقاضا در اقتصاد اتفاق می افتد که بخشی از این افزایش تقاضا با توجه به کاهش تولید ناشی از اعمال سناریو S2 از طریق افزایش واردات در تمامی بخش‌ها پاسخ داده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد واردات در بخش کشاورزی در تمامی سال‌ها مثبت بوده است و در مقابل صادرات در این بخش در تمامی سال‌ها به صورت کاهشی بوده است به طوری که با اعمال سناریو S2 صادرات بخش کشاورزی در سال ۲۰۵۰ به میزان ۱۱٫۷ درصد کاهش یافته است. تولید در بخش کشاورزی نیز به صورت کاهشی بوده است و میزان کاهش تولیدات کشاورزی در سال در افق تحقیق ۱٫۹۴ درصد بوده است و به تناسب این کاهش در تولیدات، قیمت محصولات در بخش کشاورزی در سال ۲۰۵۰ به میزان ۲٫۷۴ درصد افزایش یافته است. مقایسه بخش کشاورزی در سناریو S2 نسبت به سناریو پایه (S1) نشان می‌دهد میزان تولید در سناریو s2 نسبت به سناریو S1 کمتر کاهش داشته و از طرفی فشار تقاضا سبب شده که قیمت در سناریو S2 نسبت به S1 افزایش داشته باشد. روند تغییرات در صنایع انرژی بر نیز به همین

صورت بوده است به طوری که واردات از ۱٫۲ درصد در سال ۲۰۲۰ به ۲۰٫۶ درصد در سال ۲۰۵۰ افزایش یافته است و این واردات می‌تواند به دلیل پاسخ به فشار تقاضای داخلی ناشی از افزایش درآمد خانوار باشد.صادرات صنایع انرژی بر به شدت کاهش یافته است به طوری که میزان صادرات این محصولات ۵۸٫۱ درصد تا سال ۲۰۵۰ کاهش یافته است. در تمامی سال‌ها تولیدات صنایع انرژی بر کاهشی بوده و به همین منوال قیمت این محصولات در سال ۲۰۵۰ به میزان ۱۵٫۷ درصد افزایش یافته است در این سناریو نیز نسبت به سناریو پایه میزان تولید محصولات انرژی کمتر کاهش یافته و افزایش قیمت‌ها نیز بیشتر بوده که این اتفاق می‌تواند ناشی از فشار تقاضا باشد. تولید انرژی‌های تجدید پذیر برای هردو حالت بارپایه و بار پیک به صورت افزایشی بوده است و نسبت به سناریو پایه میزان افزایش بیشتر بوده و در مقابل تولید برق حاصل از سوخت‌های فسیلی به صورت کاهشی بوده است؛ اما قیمت برق در تمامی حالات به صورت افزایشی بوده است که بیشترین افزایش مربوط به برق حاصل از انرژی‌های تجدیدپذیر برای بار پیک بوده است با ۱۶۲٫۳ درصد افزایش و کمترین افزایش قیمت مربوط به برق تولیدی از انرژی‌های تجدیدپذیر برای بار پایه بوده است با ۱۰درصد افزایش قیمت تا سال ۲۰۵۰. در بخش خدمات با تخصیص بازیافت درآمد حاصل از مالیات بر کربن به خانوار واردات در بخش حمل و نقل،بخش خدمات مالی و بخش مسکن به ترتیب به میزان ۳۸، ۹٫۹۳ و ۲۵٫۷ درصد افزایش یافته است. تغییرات در صادرات قسمت‌های مختلف بخش خدمات چشمگیر بوده است و بخش حمل و نقل با ۳۲٫۹ درصد و پس از آن بخش مسکن با ۳۰٫۷ درصد بیشترین کاهش را نشان داده‌اند. میزان تولیدات در بخش حمل و نقل و بخش خدمات مالی در تمامی سال‌ها کاهش یافته است اما تولیدات بخش مسکن تا سال ۲۰۴۴ به صورت کاهشی بوده؛ اما از این دوره به بعد روند صعودی داشته در سال ۲۰۵۰ به میزان ۱٫۵۱ درصد افزایش یافته است. قیمت‌ها در بخش خدمات با اعمال سناریو s2 همگی به صورت افزایشی بوده‌اند؛ اما بیشترین افزایش قیمت مربوط به بخش حمل و نقل با ۲۲ درصد افزایش بوده است که ناشی از کاهش تولید به دلیل انرژی بر بودن بخش حمل و نقل، و افزایش فشار تقاضا در این بخش بوده است.

جدول ۵. اثر بازیافت مالیات کربن به خانوار(unit) (S2: %)

مأخذ: نتایج پژوهش

Table 5. The Effect of Carbon Tax Recycling on the Household (S2) (unit: %)

Source: Research Calculations

Price			production			Export			import			variable
۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	sector
۲/۷۴	۱/۶۱	۰/۲۹	-۱/۹۴	-۱/۷۰	-۰/۲۰	-۱۱/۷	-۶/۸۹	-۱/۳۰	۴/۲۵	۰/۸۰	۰/۳۰	Agr
۶/۰۱	./۶۱	۰/۴۲	-۴/۰۴	-۴/۴۴	-۰/۵۴	-۳۴/۵	-۲۲/۵	-۳/۰۲	۱۵/۶	۶/۳۳	۰/۷۲	Non_int
۱۵/۷	۸/۱۳	۰/۹۵	-۲۲/۷	-۱۶/۴	-۱/۹۷	-۵۸/۱	-۳۷/۱	-۵/۴۹	۲۰/۶	۹/۱۳	۱/۲۰	Int
۱۰/۰	۴/۵۶	۰/۲۷	۳۳/۰	۲۲/۴	۴/۱۹	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰	۳۳/۷	۲۲/۹	۴/۲۹	RBL

FBL	-۱/۸۳	-۱۳/۶	-۱۷/۹	۰/۰۰	-۰/۰۲	-0.07	-۱/۸۰	-۱۳/۱	-۱۷/۱	۴/۶۸	۳۲/۶	۵۰/۹
FPL	-۰/۹۸	-۶/۸۹	-۷/۹۷	۰/۰۰	-۰/۰۱	-۰/۰۷	-۰/۹۸	-۶/۷۶	-۷/۷۶	۱/۷۴	۱۲/۸	۲۶/۳
RPL	-۰/۱۸	-۱/۴۴	۲/۷۲	-۰/۰۵	-۰/۴۰	۰/۷۱	۰/۱۱	۰/۱۱	۳/۵۵	۳/۳۵	۷/۵۲	۱۶۲/۳
Trans	۲/۰۳	۱۶/۴	۳۸/۰	-۲/۹۷	-۱۹/۸	۳۲/۹	-۰/۸۶	-۶/۸۶	-۱۰/۴	۱/۲۶	۱۰/۳	۲۲/۰
Finance	۰/۲۹	۳/۰۹	۹/۹۳	-۰/۸۴	-۱۱/۴	-۲۴/۸	-۰/۲۷	-۵/۶۷	-۱۰/۷	۰/۲۲	۳/۲۶	۷/۸۳
Cons	۰/۶۴	۷/۴۷	۲۵/۷	-۱/۷۸	-۱۷/۰	-۳۰/۷	-۰/۵۰	-۴/۶۳	۱/۵۱	۰/۴۷	۵/۰۲	۱۰/۱
serv	۱/۱۲	۱۲/۴	۲۶/۹	-۱/۰۸	-۱۴/۱	-۲۷/۸	۰/۳۱	۰/۵۶	۱/۲۳	۰/۲۸	۴/۰۹	۸/۹۸

۳-۴-بررسی اثر تخصیص مالیات بر کربن به بنگاه‌ها جهت سرمایه گذاری (*S3*)

در سناریو S3 بازیافت درآمد حاصل از مالیات بر کربن جهت سرمایه گذاری بیشتر به بنگاه‌ها اختصاص داده می‌شود.در جدول ۶ اثر اعمال سناریو S3 بر بخش‌های اقتصاد ایران آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد واردات بخش کشاورزی در تمام سال‌ها منفی بوده است و همچنین صادرات در تمامی سال‌ها مثبت بوده است اما در سال‌های پایانی از روند افزایشی آن کاسته شده است. تولید محصولات کشاورزی کاهش پیدا کرده است اما تغییرات چشمگیری نداشته است . نسبت به سناریو پایه تغییرات چشم گیری نداشته است. قیمت این محصولات نیز در افق تحقیق کاهشی بوده است اما قیمت نسبت به سناریو پایه . واردات صنایع انرژی بر نیز تا سال ۲۰۵۰ منفی بوده است. صادرات صنایع انرژی بر نیز تا سال ۲۰۲۴ مثبت بوده است ولی از این سال تا سال ۲۰۵۰ به میزان ۵۴٫۴ درصد کاهش یافته است.تولیدات صنایع انرژی بر نیز در تمامی سال‌ها کاهشی بوده است در این سناریو نسبت به سناریو S1 میزان تولید کالاهای انرژی بر بیشتر کاهش یافته است و سرمایه گذاری به سمت صنایع غیر آلاینده حرکت کرده است و جانشینی بین صنایع آلاینده و غیرآلاینده اتفاق افتاده است. به تناسب این کاهش تولید قیمت این محصولات در سال ۲۰۵۰ به میزان ۱۴٫۱۱ درصد افزایش یافته است.در میان حالات مختلف انرژی الکتریکی تنها واردات RBL افزایش داشته است و سایر حالات کاهش داشته‌اند. صادرات انرژی الکتریسیته در تمامی حالات تغییرات قابل توجهی از خود نشان نداده است. با اعمال سناریو 35 تنها تولید RBL افزایش داشته است و تولید در سایر حالات کاهش یافته است.تغییرات قیمت هم برای انرژی الکتریسیته تجدیدپذیر برای بار پایه تا سال ۲۰۳۴ بصورت منفی و کاهشی بوده است اما ازسال ۲۰۳۴ به بعد روند صعودی داشته و به میزان ۹٫۸۰ درصد در سال ۲۰۵۰ افزایش یافته است. با اعمال سناریو S3 در بخش خدمات بیشترین تغییرات واردات مربوط به بخش مسکن و بخش خدمات مالی بوده است که هرکدام به ترتیب ۱۵٫۷ و ۱۴٫۷ درصد کاهش داشته‌اند اما در بخش حمل نقل تغییرات واردات ابتدا بصورت کاهشی بوده است اما از سال ۲۰۴۲ به بعد واردات افزایش یافته است. در مورد صادرات نیز در افق تحقیق بیشترین تغییرات مربوط به بخش حمل و نقل بوده است که تا سال ۲۰۵۰ صادرات در بخش حمل و نقل ۳۱٫۵ درصد کاهش یافته است. تولیدات در تمامی زیر بخش‌های بخش خدمات نیز به صورت

منفی بوده است اما بیشترین کاهش در تولیدات مربوط به بخش مسکن و بخش حمل و نقل بوده است که به ترتیب ۳۰٫۵ و ۲۶٫۹ درصد کاهش در تولیدات تا سال ۲۰۵۰ داشته‌اند. بیشترین تغییرات قیمت نیز تا سال ۲۰۵۰ مربوط به بخش حمل و نقل بوده است که ۲۰٫۷ درصد افزایش قیمت داشته است.

جدول ۶. اثر بازیافت مالیات کربن به بنگاه‌ها برای سرمایه‌گذاری بیشتر (S3)
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 6. Effect of Carbon Tax Recycling on Companies to Invest More (S3)
Source: Research Calculations

Price			production			Export			import			variable
۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	sector
-۶/۱۹	-۸/۲۹	-۱/۸۲	-۲/۳۰	-۳/۱۲	-۰/۱۳	۳۳/۶	۴۶/۲	۸/۵۰	-۲۵/۱	-۲۵/۵	-۴/۳۵	Agr
۲/۱۱	-۱/۶۹	-۱/۱۹	-۲۰/۳	-۱۴/۴	-۰/۸۲	-۱۳/۶	۱۳/۲	۹/۰۸	-۱۸/۳	-۲۳/۳	-۵/۳۲	Non_int
۱۴/۱۱	۴/۵۵	-۰/۴۶	-۳۹/۷	-۲۴/۹	-۱/۴۷	-۵۴/۴	-۲۳/۱	۲/۸۶	-۵/۷۰	-۹/۳۴	-۲/۲۶	Int
۹/۸۰	-۰/۶۰	-۲/۱۸	۹/۱۹	۱۰/۵	۴/۰۳	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۰۰	۹/۷۲	۱۰/۹۰	۴/۱۱	RBL
۵۰/۴۹	۳۱/۳۰	۴/۰۲	-۳۱/۲	-۲۳/۳	-۳/۱۹	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۰	-۳۲/۵	-۲۴/۱	-۳/۲۸	FBL
۲۵/۰۵	۱۰/۹۲	۱/۰۵	-۲۳/۵	-۱۷/۲	-۲/۲۰	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۰	-۲۴/۳	-۱۷/۶	-۲/۲۵	FPL
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	-۱۳/۷	-۸/۷۰	-۰/۸۳	-۴/۲۱	-۳/۷۴	-۰/۵۲	-۱۵/۹	-۱۳/۵	-۱/۷۸	RPL
۲۰/۷۰	۷/۳۰	۰/۰۳	-۲۶/۹	-۱۶/۹	-۱/۷۲	-۳۱/۵	-۱۴/۸	-۰/۰۹	۶/۷۹	-۴/۶۵	-۱/۹۰	Trans
۲/۹۲	-۳/۹۳	-۲/۲۰	-۱۵/۵	۰//۰۲	۱/۹۲	-۱۰/۱	۱۶/۴	۸/۸۸	-۱۴/۷	-۱۴/۵	-۳/۸۰	Finance
۸/۵۰	۰/۴۴	-۱/۴۰	-۳۰/۵	-۲۹/۸	-۴/۰۶	-۲۶/۳	-۱/۴۳	۵/۶۰	-۱۵/۷	-۲۹/۹	-۶/۴۴	Cons
۷/۸۱	-۱/۳۴	-۲/۰۷	-۱۸/۵	-۸/۸۱	-۰/۵۳	-۲۴/۶	۵/۳۶	۸/۳۴	-۴/۳۳	-۱۲/۹	-۵/۰۱	serv

۴-۴-بررسی اثر تخصیص مالیات بر کربن به نیروی کار ماهر (*S4*)

در سناریو مذکور بازیافت درآمد حاصل از مالیات بر کربن به صورت کاهش مالیات بر درآمد به نیروی کار ماهر تخصیص داده می‌شود. در جدول ۷ نتایج اعمال این سناریو آورده شده است. اعمال سناریو S4 سبب شده است که درآمد نیروی کار افزایش یابد و این عامل سبب افزایش قدرت خرید نیروی کار گشته است و از طرفی افزایش انگیزه نیروی کار سبب افزایش انگیزه و تولید بیشتر شده است. در تمامی زیر بخش‌های اقتصادی افزایش قیمت اتفاق افتاده است که می‌تواند ناشی از فشار تقاضای داخلی باشد. کاهش صادرات در این سناریو می تواد هم ناشی از کاهش تولید باشد و هم ناشی از افزایش قیمت‌ها که نتایج نشان می‌دهد اثر افزایش قیمت‌ها روی صادرات بیشتر بوده است و سبب کم شدن صادرات در اکثر زیر بخش‌های اقتصادی شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد در بخش کشاورزی واردات در تمام سال‌ها بصورت صعودی بوده است و صادرات نیز در تمام سال‌ها نزولی بوده به طوری که در سال ۲۰۵۰ به میزان ۲۶٫۲ درصد کاهش یافته است. تولیدات در بخش کشاورزی با تغییرات اندکی به صورت نزولی بوده است که سبب افزایش قیمت محصولات کشاورزی به میزان ۶٫۸۳ درصد تا ۲۰۵۰ شده است. تولید در این بخش نسبت به سناریو پایه به میزان کمتری کاهش یافته است اما به دلیل فشار

تقاضای بالا با اعمال سناریو S4 قیمت نسبت به سناریو پایه افزایشی بوده‌اند.اعمال سناریو S4 سبب شده است که واردات کالاهای انرژی بر در تمامی سال‌ها به صورت صعودی باشد و صادرات این کالاها با تغییرات زیادی به صورت نزولی باشد به طوری که تا سال ۲۰۵۰ میزان ۶۱٫۸ درصد از صادرات کالاهای انرژی بر کم می‌شود اما میزان صادرات این کالاها بسیار بیشتر از واردات آن است. تولید کالاهای انرژی بر با اعمال سناریو S4 به میزان ۱۸٫۷ درصد کاهش می‌یابد که سبب افزایش قیمت این کالاها در افق زمانی تحقیق شده است. تولید کالاهای انرژی بر در این سناریو نسبت به سناریو پایه کمتر کاهش یافته است که می‌تواند به دلیل فشار تقاضا و پاسخ به تقاضای داخلی باشد. واردات انرژی الکتریسیته ناشی از منابع تجدیدپذیر برای بار پایه به میزان ۴۱٫۹ درصد افزایش می‌یابد، تغییرات در صادرات این نوع انرژی بسیار ناچیز بوده است اما تا سال ۲۰۵۰ میزان تولید این نوع انرژی ۴۹٫۰ درصد افزایش می‌یابد و همچنین تغییرات قیمت تا سال ۲۰۵۰ در این حوزه ۱۲٫۷ درصد افزایش داشته است که از تغییرات قیمت در بخش انرژی الکتریکی ناشی از سوخت‌های فسیلی بسیار کمتر بوده است. میزان صادرات، واردات و تولید FBL و FPL در طول تمامی سال‌ها نزولی بوده است اما تغییرات قیمت در این حوزه بسیار بالا بوده است. در بخش خدمات نیز بیشترین تغییرات واردات مربوط به بخش حمل و نقل و بخش مسکن بوده که به ترتیب ۵۳٫۲ و ۴۵٫۶ درصد افزایش داشته‌اند.صادرات نیز در بخش خدمات برای تمامی حوزه‌ها در تمامی سال‌ها روند نزولی داشته است که بیشترین کاهش مربوط به بخش مسکن با ۳۵٫۹ درصد است. با اعمال سناریو S4 تولیدات در بخش حمل و نقل و بخش خدمات مالی به صورت نزولی بوده است اما در بخش مسکن میزان تولیدات با افزایش ۱۱٫۹ درصدی همراه بوده است.تغییرات قیمت نیز در تمامی حوزه‌های بخش خدمات به صورت صعودی بوده است که بیشترین تغییر مربوط به بخش حمل و نقل با افزایش ۲۳٫۶ درصدی بوده است.

جدول ۷. اثر بازیافت مالیات کربن به بنگاه‌ها جهت کاهش مالیات بر درآمد نیروی کار ماهر (S4) (unit: %)
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 7. The Effect of Recycling the Carbon Tax on Companies to Reduce the Tax on the Income of Skilled Labor (S4) (unit: %) Source: Research Calculations

Source: Research Calculations

Price			production			Export			import			variable
۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	Sector
۶/۸۳	۵/۴۳	۰/۹۶	-۱/۹۰	-۱/۲۶	-۰/۲۳	-۲۶/۲	-۲۱/۰	-۴/۱۹	۱۷/۶	۱۱/۴	۱/۷۵	Agr
۸/۴۷	۵/۸۰	۰/۹۵	۰/۱۹	-۲/۰۴	-۰/۵۶	-۴۴/۶	-۳۳/۴	-۶/۶۷	۳۱/۲	۱۷/۶	۲/۵۶	Non_int
۱۷/۴	۹/۷۳	۱/۴۳	-۱۸/۷	-۱۵/۰	-۲/۳۳	-۶۱/۸	-۴۲/۴	-۸/۱۳	۳۱/۷	۱۵/۸	۲/۳۰	Int
۱۲/۷	۷/۱۶	۱/۱۰	۴۰/۹	۲۶/۳	۴/۲۹	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۴۱/۹	۲۶/۹	۴/۴۰	RBL
۵۱/۵	۳۳/۲	۴/۹۱	-۱۱/۳	-۹/۲۹	-۱/۳۰	-۰/۱۱	-۰/۰۴	-۰/۰۱	-۱۱/۷	-۹/۵۱	-۱/۳۱	FBL
۲۷/۴	۱۳/۶	۱/۹۸	-۱/۴۴	-۲/۸۶	-۰/۵۳	-۰/۱۲	-۰/۰۴	-۰/۰۱	-۱/۳۲	-۲/۷۹	-۰/۵۱	FPL
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۸/۰۶	۲/۲۳	۰/۳۴	۲/۸۰	۰/۸۹	۰/۱۱	۱۰/۶	۳/۲۷	۰/۴۰	RPL

Trans	۳/۴۰	۲۵/۲	۵۳/۲	-۳/۹۲	-۲۱/۹	-۳۴/۵	-۰/۶۱	-۳/۵۴	-۴/۶۸	۱/۶۸	۱۱/۷	۲۳/۶
Finance	۱/۶۷	۱۰/۴	۲۱/۸	-۳/۸۶	-۲۰/۹	-۳۴/۰	-۰/۹۶	-۷/۶۹	-۱۰/۹	۱/۰۳	۶/۳۴	۱۱/۵
Cons	۲/۷۶	۲۰/۴	۴۵/۶	-۴/۱۲	-۲۳/۰	-۳۵/۹	۰/۲۵	۲/۱۹	۱۱/۹	۱/۱۰	۷/۰۹	۱۲/۳
serv	۳/۳۸	۲۴/۴	۴۵/۵	-۴/۰۴	-۲۱/۸	-۳۴/۵	۰/۶۶	۳/۴۱	۷/۲۳	۱/۰۸	۶/۶۹	۱۱/۷

۵-۴-بررسی اثر تخصیص مالیات بر کربن جهت کاهش مالیات بر سود سرمایه(*S5*) *(unit: %)*

در این سناریو بازیافت درآمد حاصل از مالیات بر کربن به صورت کاهش مالیات بر سود سرمایه به بنگاه‌ها تخصیص می‌یابد. نتایج به دست آمده از اعمال سناریو S5 برای بخش‌های مختلف اقتصادی در جدول ۸ آورده شده است. در بخش کشاورزی واردات کالا در تمامی سال‌ها شیب صعودی داشته است و در سال ۲۰۳۸ بیشترین حجم واردات به میزان ۴۷٫۳۳ درصد اتفاق افتاده است در مورد افزایش واردات در تمامی بخش می‌توان گفت ناشی از افزایش موجودی سرمایه در اقتصاد است که در این حالت تولید بالاتر نیاز به نهاده بیشتری دارد که با افزایش واردات پاسخ داده می‌شود. میزان صادرات نیز در سال ۲۰۳۴ کاهش یافته است و صادرات در تمامی سال‌ها نزولی بوده است. تولیدات در بخش کشاورزی در ابتدا نزولی بوده ولی با گذشت زمان تا سال ۲۰۳۶ روند صعودی پیدا کرده و به ۱درصد افزایش در تولیدات بخش کشاورزی رسیده است و تولید محصولات کشاورزی در این سناریو نسبت به سناریو پایه افزایشی بوده است. قیمت‌ها در این بخش نیز در تمام سال‌ها افزایشی بوده و بیشترین افزایش در سال ۲۰۳۶ به میزان ۱۵٫۷ درصد بوده است. در مورد صنایع انرژی بر می‌توان گفت به دلیل افزایش موجودی سرمایه تولید زیاد می‌شود و همین عامل باعث می‌شود که تولید زیاد، نهاده‌های زیادی هم نیاز داشته باشد که سبب شده است واردات تا سال ۲۰۵۰ به صورت افزایشی باشد و در نهایت واردات صنایع انرژی بر ۴۰ درصد افزایش داشته است و در مقابل تا سال ۲۰۵۰ میزان صادرات ۴۸٫۱ درصد کاهش یافته است اما میزان صادرات نسبت به سناریو پایه افزایش یافته است که این موضوع می‌تواند به دلیل این باشد که افزایش موجودی سرمایه سبب تولید بیشتر و صادرات بیشتر گردد(اثر مقیاس) . تولیدات در صنایع انرژی بر تا سال ۲۰۳۲ بصورت کاهشی بوده است اما از این سال به بعد تولیدات در این بخش افزایش یافته است و در سال ۲۰۵۰ به ۳٫۷۲ درصد رسیده است که می‌تواند به دلیل افزایش موجودی سرمایه در اقتصاد باشد. قیمت محصولات در صنایع انرژی بر با اعمال سناریو S5 افزایشی بوده است و افزایش قیمتی معادل ۱۱٫۵ درصد داشته است. در مورد انواع مختلف انرژی الکتریسیته بیشترین تغییرات مربوط به انرژی الکتریسیته تجدیدپذیر برای بار پایه بوده است که میزان واردات این انرژی تا سال ۲۰۵۰ افزایشی به اندازه ۶۲٫۳ درصد داشته است و همچنین صادرات این نوع انرژی بصورت کاهشی اما با تغییرات اندک همراه بوده است. تولیدات در این قیمت با اعمال سناریو S5 افزایشی بوده

است به طوری که تا سال ۲۰۵۰ میزان تولید ۶۱٫۲ درصد افزایش داشته است و نسبت به سناریو پایه افزایش چشمگیری داشته است(حدود سه برابر افزایش) و از طرفی روند قیمت این نوع از انرژی در ابتدا تا سال ۲۰۴۴ به صورت صعودی بوده است اما در نهایت در سال ۲۰۵۰ قیمت نزولی شده و به میزان ۱٫۱۲ درصد کاهش یافته است. در بخش خدمات با اعمال بازیافت درآمد حاصل از مالیات بر کربن بصورت کاهش مالیات بر سود سرمایه بیشترین تغییرات مربوط به بخش حمل و نقل و مسکن بوده است. واردات در بخش حمل و نقل ۵۵٫۵ درصد افزایش یافته است که این عدد برای بخش خدمات مالی ۲۳٫۷ درصد و برای بخش مسکن ۴۸٫۹ درصد بوده است که این عامل می‌تواند به علت اثر مقیاس اتفاق افتاده باشد. صادرات در تمامی زیربخش های بخش خدمات منفی بوده است و بیشترین کاهش صادرات مربوط به بخش حمل و نقل با ۲۸٫۶ درصد کاهش بوده است اما نسبت به سناریو پایه افزایش یافته است که می‌تواند به دلیل افزایش توان تولیدی ناشی از اعمال سناریو S5 باشد. تولیدات در بخش خدمات با اعمال سناریو S5 در بخش حمل و نقل و مسکن بصورت صعودی بوده است به طوری بخش مسکن ۳۷٫۸ درصد و بخش حمل و نقل ۷٫۴۸ درصد افزایش داشته‌اند اما بخش خدمات مالی تولیدات ابتدا بصورت منفی و تا ۲۰۳۸ نزولی بوده است اما سپس صعودی شده و در سال ۲۰۵۰ میزان ۱۰٫۶ درصد افزایش داشته است. قیمت در تمامی زیر بخش‌های بخش خدمات بصورت صعودی بوده است و بیشترین افزایش قیمت مربوط به بخش حمل و نقل با ۱۷٫۹ درصد افزایش بوده است.

جدول ۸. اثر بازیافت مالیات کربن به بنگاه‌ها جهت کاهش مالیات بر سود سرمایه (S5)

مأخذ: نتایج پژوهش

Table 8. The effect of carbon tax recycling on companies to reduce capital gains tax (S5)

Source: Research Calculations

price			production			Export			import			variable
۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	۲۰۵۰	۲۰۳۴	۲۰۲۰	sector
۱۱/۷	۱۵/۵	۲/۲۵	۰/۰۴	۰/۹۵	-۰/۲۴	-۴۰/۱	-۴۷/۴	-۹/۴۳	۴۰/۶	۴۵/۰	۴/۷۶	Agr
۶/۳۷	۹/۰۲	۱/۸۷	۱۳/۸	۹/۱۶	-۰/۱۴	-۳۶/۴	-۴۶/۴	-۱۲/۵	۴۴/۳	۵۲/۱	۶/۶۹	Non_int
۱۱۱/۵	۱۰/۷	۲/۲۲	۳/۷۲	۱/۰۵	-۱/۹۶	-۴۸/۱	-۴۵/۷	-۱۲//۲	۴۰/۰	۳۳/۶	۴/۵۰	Int
-۱/۱۲	۷/۰۹	۲/۴۴	۶۱/۲	۳۷/۶	۴/۲۷	-۰/۰۸	-۰/۰۱	۰/۰۰	۶۲/۳	۳۸/۲	۴/۳۷	RBL
۴۸/۹	۳۳/۵	۵/۲۸	-۶/۸۰	-۱/۸۲	-۰/۶۶	-۰/۱۹	-۰/۰۸	۰/۰۰	-۷/۱۵	-۱/۸۸	-۰/۶۵	FBL
۲۵/۰	۱۴/۵	۲/۳۴	۶/۰۵	۵/۲۹	۰/۰۱	۰/۱۹	-۰/۰۹	۰/۰۰	۶/۲۹	۵/۵۰	۰/۰۳	FPL
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۲۴/۷	۱۳/۱	۰/۹۷	۴/۷۱	۳/۴۱	۰/۳۳	۱۸/۱	۱۲/۴	۱/۱۴	RPL
۱۷/۹	۱۲/۵	۲/۳۵	۷/۴۸	۶/۹۱	-۰/۰۶	-۲۸/۶	-۲۳/۰	-۵/۴۰	۵۵/۵	۴۰/۷	۵/۵۴	Trans
۱/۷۱	۹/۱۱	۲/۳۸	۱۰/۶	-۴/۳۰	-۱/۹۴	-۶/۶۵	-۲۸/۳	-۸/۶۲	۲۳/۷	۲۵/۷	۴/۰۷	Finance
۴/۰۴	۸/۱۸	۲/۱۳	۳۷/۸	۳۹/۰	۳/۴۵	-۱۴/۴	-۲۶/۱	-۷/۸۲	۴۸/۹	۶۰/۷	۷/۸۶	Cons
-۱/۱۲	۷/۱۴	۲/۳۷	۲۵/۰	۱۲/۲	۰/۸۷	۳/۹۲	-۲۳/۲	-۸/۵۸	۲۶/۹	۳۵/۵	۶/۴۰	serv

۵- نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

در این مطالعه از مدل تعادل عمومی پویا قابل محاسبه برای بررسی مالیات کربن استفاده شده است. دو سناریو را در مورد مالیات بر کربن مورد بررسی قرار دادیم، سناریو اول مربوط به اعمال مالیات برکربن تا سال ۲۰۵۰ و سناریو دوم که خود شامل چهار سناریو است مربوط به بازیافت درآمد حاصل از مالیات بر کربن در حالات مختلف است. بازیافت درآمد حاصل از مالیات بر کربن به بخش‌های خانوار به صورت پرداخت‌های انتقالی، به بنگاه‌ها جهت سرمایه گذاری بیشتر، به نیروی کار ماهر جهت کاهش مالیات بر درآمد و به بنگاه‌ها جهت کاهش مالیات بر سود سرمایه تخصیص داده شده است. با اعمال سناریوها نتایج اینگونه بوده است: تولید محصولات کشاورزی در تمامی سناریوها منفی بوده است و تنها در سناریو s5 به میزان کمی افزایش یافته است و تخصیص مالیات بر کربن به بنگاه‌ها جهت کاهش مالیات بر سود سرمایه به نفع بخش کشاورزی بوده است. در بخش صنعت نیز تولید محصولات انرژی بر تنها در سناریو S5 افزایش یافته است در سایر سناریوها تولید این محصولات به شدت کاهشی بوده است. تولید انرژی‌های تجدید پذیر در تمامی سناریوها مثبت بوده اما در مقایسه با سناریو پایه بیشترین افزایش مربوط به سناریوهای S4 و S5 بوده است که به ترتیب ۴۱درصد و ۶۱ درصد تولید انرژی تجدیدپذیر را افزایش داده‌اند.در بخش خدمات در چهار سناریو کاهش تولید خدمات در بخش‌های حمل و نقل، مسکن و خدمات مالی داشته‌ایم و تنها در سناریو S5 میانگین تولید در سه بخش به میزان ۱۹درصد افزایش یافته است و نشان می‌دهد اعمال تغییرات تنها در سناریو S5 به نفع بخش خدمات بوده است. بر اساس نتایج شبیه سازی شده توصیه‌های سیاستی زیر پیشنهاد می‌شود:

اگر دولت به دنبال افزایش تولید در بخش خدمات است بایستی مالیات بر سود سرمایه بنگاه‌ها را کاهش دهد.در تمامی سناریوهای اعمال شده مشخص شد که توجه به نیروی کار ماهر و کاهش مالیات بر درآمد آنها از یک طرف و کاهش مالیات بر سود سرمایه بنگاه‌ها می‌تواند تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین تولید در بخش خدمات را افزایش دهد بنابراین پیشنهاد می‌شود که دولت جایگاه ویژه‌ای برای دو مورد ذکر شده در برنامه مالیاتی خود قرار دهد و اگر هدف دولت تولید انرژی‌های تجدید پذیر باشد توجه به نیروی کار ماهر و همچنین توجه به سود بنگاه‌ها بیشترین دستاورد را خواهد داشت. تولید محصولات کشاورزی و همچنین تولید محصولات صنعتی در اغلب سناریوها با کاهش روبرو بوده است بنابراین پیشنهاد می‌شود که دولت در ازای اجرای سیاست‌های مالیاتی بسته‌های یارانه‌ای انرژی در اختیار این بخش‌ها قرار دهد.

از محدودیت‌های این تحقیق می‌توان به نحوه منطقه بندی در مدل اشاره کرد که موجب تورش شده است و پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی مناطق به تفکیک کشورهای شمال و

کشورهای جنوب منطقه بندی شوند. همچنین در دسترس نبودن داده‌های جدید یکی دیگر از این محدودیت‌ها بوده است و پیشنهاد می‌شود در تحقیق آتی از داده‌های ماتریس حسابداری اجتماعی جدیدتر استفاده گردد.

Acknowledgments: Acknowledgments may be made to individuals or institutions that have made an important contribution.

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding: The authors received no financial suort for the research, authorship, and publication of this article.

Reference

Iran Energy Balance Sheet. (2022). https://pep.moe.gov.ir.

Alizade, R., Maknoon, R., MajidPour, M., & Salimi, G. (2015). Energy policy in Iran and international commitments in the field of green house emission. *Journal of Environmental Science and Technology*, 17(1), 183-198 https://sanad.iau.ir/en/Journal/jest/Article/839784.

Alegoz, M. (2024). Quantifying the effects of carbon tax policy on servitization. *Computers & Industrial Engineering*, 190, 110085 https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.110085.

Aguiar, A., Chepeliev, M., Corong, E.L., McDougall, R., & Van der mensbrugghe, D. (2019). The GTAP data base: Version 10. *Journal of Global Economic Analysis*, 4(1), 1–27 DOI: https://doi.org/10.21642/JGEA.040101AF.

Bastanifar, I., & Sameti, M. (2004). An inquiry of green tax effect on decreasing of air pollution of Isfahan products in Isfahan province. GIAN and international symposium and workshop Isfahan University, 14-18, 271-282 https://sid.ir/paper/625626/en.

Barde, J. P., & Godard, O. (2012). Handbook of Research on Environmental Taxation Economic Principles of Environmental Fiscal Reform. Massachusetts: Edward Elgar.

Budolfson, M., Dennig, F., Errickson, F., Feindt, S., Ferranna, M., Fleurbaey, M., Klenert, D., Kornek, U., Kuruc, K., & Zuber, S. (2021). Climate action with revenue recycling has benefits for poverty, inequality and well-being. *Nature Climate Change*, 11(12), 1111-1116 https://hal.science/hal-03483584/document.

Beck, M., Rivers, N., Wigle, R., & Yonezawa, H. (2015). Carbon tax and revenue recycling: Impacts on households in British Columbia. *Resource and Energy Economics*, 41, 40-69 https://doi.org/10.1016/04.005.

Burniax, J.M., & Truong, T.P. (2002). GTAP-E: An energy-environmental version of the GTAP model. *GTAP Technical Paper*, No.16, https://econpapers.repec.org/paper/gtatechpp/923.htm.

Brockmeier, M. (2001). A graphical exposition of the GTAP model. *GTAP Technical Paper*, No. 8, https://www.gtap.agecon.edu/RecordID=311.

Carattini, S., Kallbekken, S., & Orlov, A. (2019). How to win public support for a global carbon tax. *Nature*, 565(7739), 289-291 www.nature.com/00124-x.

Chen, W., & Qing G. (2017). Assessing the effect of carbon tariffs on international trade and emission reduction of chinas industrial products under the background of global climate governance. *Sustainability*, 9(6), 1028, https://doi.org/10.3390/su9061028.

Chepeliev, M. (2021). Possible implications of the European carbon border adjustment mechanism for Ukraine and other EU trading partners. *Energy Economics*, 2(1), 1-6 https://ideas.repec.org/a/ayb/jrnerl/3.html.

De Bruin, K., & Yakut, A.M. (2024). Efficiency–equity trade-off in the Irish carbon tax: A CGE investigation of mixed revenue recycling schemes. *Economic Modelling*, 134, 106705 https://doi.org/j.econmod.2024.

Distefano, T., & D'Alessandro, S. (2023). Introduction of the carbon tax in Italy: Is there room for a quadruple-dividend effect. *Energy Economics*, 120, 106578 https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106578.

Etabi, F., & Heibati, M. (2005). Investigation Iran position in implementing Kyoto protocol and using clean development mechanism (CDM). *Deputy of Economic Research, Energy Economics. Research Group, Strategic Research Center*, 1-26.

Environmental Protection Agency (EPA). (2022). https://www.epa.gov [Accessed Dec, 21 2022]

Grossman, B. (1999). Pollution tax center for environmental economics and management faculty of economics and applied economics university of Ghent. Encyclopedia of Law and Economics Edward Elga: 538-568

Harati, J., Eslamloueyan, K., & ghetmiri, M. A. (2012). The Optimal Environmental Tax in a Generalized Growth Model with Clean Technology Diffusion and Environment Quality: the Case of Iran. Journal of Economic Modeling Research, 2(7), 97- 126. http://jfm.khu.ac.ir/article-1-332-fa.html [In Persian].

Farmad, M., Tanpor, P.M., & Amini, F. (2010). Energy balance sheet in 2008. Preparation and compilation of the office of planning for electricity and energy: Safa, Tehran [In Persian].

Jafari Samimi, A., & Alizadeh Melfa, E. (2016). Simulation of green tax on economic growth in Iran using calculable general equilibrium method. *Economic Development and Growth Research Quarterly*, 6(22), 57-70 https://egdr.journals.pnu.ac.ir/ [In Persian].

Jia, Z., & Lin, B. (2020). Rethinking the choice of carbon tax and carbon trading in China. *Technological Forecasting and Social Change*, 159, 120187 https://doi.org/10.1016/j.techfore.0187.

Khastar, M., Aslani, A., & Nejati, M. (2020). How does carbon tax affect social welfare and emission reduction in Finland? *Energy Reports*, 6, 736-744 https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.03.001.

Khodadad Kashi, Ekabari Tafti, Mousavi Jahromi, Yeganeh, & Khosravinejad. (2016). Comparing the welfare and environmental effects of different types of carbon taxes in different regions in Iran using a regional dynamic general equilibrium model. Journal of Taxation, 23(28), 0-0.

Lee, G., Lee, H., & Lee, J. (2015). Greenhouse gas emission reduction effect in the transportation sector by urban agriculture in Seoul, Korea. *Landscape and Urban Planning*, 140, 1–7 https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.-2015.03.012.

Liu, N., Yao, X., Wan, F., & Han, Y. (2023). Are tax revenue recycling schemes based on industry-differentiated carbon tax conducive to realizing the "double dividend"? *Energy Economics*, 124, 106814 https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106814.

Li, Z., Dai, H., Song, J., Sun, L., Geng, Y., Lu, K., & Hanaoka, T. (2019). Assessment of the carbon emissions reduction potential of China's iron and steel industry based on a simulation analysis. *Energy*, 183, 279-290 https://doi.org/10.1016/j.energy.099.

Hertel, T.W. (1997). Global trade analysis project: Modeling and applications. Cambridge University Press, https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/RecordID=4840.

Moradhasel, N., & Mazini, A. (2017). Evaluation of the government's role in Iran's environmental challenges (environmental economics approach). *Environmental Science and Technology Quarterly*, 10(4), 11-26 https://ier.ut.ac.ir/article_93426 [In Persian].

McKibbin, W., Morris, A., Wilcoxen, P., Cai, Y. (2012). The potential role of a carbon tax in U.S. fiscal reform. Climate and Energy Economics Discussion Paper, July 24. The Brookings Institute, Washington (DC), https://www.brookings.edu/articles/the-potential-role-of-a-carbon-tax-in-u-s-fiscal-reform.

Moon, J., Soo Hyun, O., Youngseok, P., Sunghee, L., & Eunmi, K. (2021). Increasing global climate ambition and implication for Korea. KIEP Research Paper, Word Economy Brief 21-28, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3885434.

Mosavari Nezam Abad, Z., Jalaee Esfandabadi, S.A., & Zayandehroodi, M. (2023). The impact of carbon tax on economic welfare indicators in Iran with dynamic systems approach. *Quarterly Journal of Quantitative Economics (JQE)*, doi: 10.22055/jqe.2023.41209.2498 [In Persian].

Nijkamp, P., Wang, S., & Kremers, H. (2005). Modeling the impacts of international climate change policies in a CGE context: The use of the GTAP-E model. *Economic Modeling*, 22, 955-974 https://doi.org/10.1016/-j.econmod.2005.06.001.

Nong, D. (2020). Development of the electricity-environmental policy CGE model (GTAP-E-PowerS), A case of the carbon tax in South Africa. *Energy Policy*, 140, 111375 https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111375.

Nong, D., & Siriwardana, M. (2018). Potential impacts of the emissions reduction fund on the Australian economy. *Energy Economics*, 74, 387-398 https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.06.023.

Tamizi, A. (2016). Determinants of CO2 emissions in developing countries using Bayesian econometric approach. *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, 2(4), 145-168 https://ecoj.tabrizu.ac.ir/article_4755.html [In Persian].

Tavana, A., Emami Javid, A., Houshfar, E., Mahmoudzadeh Andwari, A., Ashjaee, M., Shoaee, S., Maghmoomi, A., & Marashi, F. (2019). Toward renewable and sustainable energies perspective in Iran. *Renewable Energy*, 139, 1194-1216 https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.022.

Timilsina, G.R., Chang, Y., & Pang, J. (2024). Economic impacts of meeting China's NDC through carbon taxes with alternative schemes for recycling tax revenues. *Resources, Conservation*

and Recycling, 207, 107696 https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107696.

Turner, K., Alabi, O., Katris, A., & Swales, K. (2022). The importance of labour market responses, competitiveness impacts, and revenue recycling in determining the political economy costs of broad carbon taxation in the UK. *Energy Economics*, 116, 106393 https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106393.

To, W.M. (2015). Greenhouse gases emissions from the logistics sector: The case of Hong Kong, China. *Journal of Cleaner Production*, 13, 658–664 https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.062.

Tosi Feijo, F., & Kuik, O. (2018). Brazilian competitiveness of energy-intensive trade-exposed industrial sectors vis-à-vis the adoption of border carbon adjustments by the EU: and approach using the GTAP-EU model, Graduate Program in Economics. *Faculty of Economic Sciences- Federal University of Rio Grande do*, 14-15 https://ideas.repec.org/p/anp/en2016/100.html.

UNDP. (2006).An assessment of progress with establishing the clean development mechanism .United Nations Development Program (UNDP), 1-164 https://www.uncclearn.org/wp-content/uploads/library/undp34.pdf.

Peters, J.C. (2016a). GTAP-E-Power: An electricity-detailed economy-wide model. *Journal of Global Economic Analysis*, 1(2), 156–187 https://ideas.repec.org/a/gta/jnlgea/p156-187.html.

Peters, J.C. (2016b). The GTAP-power data base: disaggregating the electricity sector in the GTAP data base. *Journal of Global Economic Analysis*, 1(1), 209–250 DOI: https://doi.org/10.21642/JGEA.010104AF.

Pomerleau, K., & Asen, E. (2019). Carbon tax and revenue recycling: revenue, economic, and distributional implications. *Fiscal Fact*, 674 https://files.taxfoundation.org/20191105134952.

Rana, R., Sharma, M., & Singh, A. (2022). Technology Gap: Information and Communication Technology Trade and

Sustainability Issues in India. In: Handbook of Research on Developing Circular, Digital, and Green Economies in Asia, IGI Global, https://www.researchgate.net/profile/Ritu-Rana-4.

Rausch, S., & Reilly, J. (2012). Carbon tax revenue and the budget deficit: A win-win-win solution? *MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change*, Report No. 228. MIT, Cambridge, https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/72548.

Rees, R.M., Flack, K., Maxwell, A. (2014). Air: Greenhouse gases from agriculture. *Reference Module in Food Science Encyclopedia of Agriculture and Food Systems*, 293–304. https://www.researchgate.net/269403557.

Roach, T. (2021). Dynamic carbon dioxide taxation with revenue recycling. *Journal of Cleaner Production*, 289, 125045 https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125045.

Shoven, J.B., & Whalley, J. (1984). Applied general-equilibrium models of taxation and international trade: an introduction and survey. *Journal of Economic Literature*, 22(3), 1007-1051 https://www.jstor.org/stable/2725306.

Sheykhpour, M., Mirzaei, H. R., Nabieyan, S., & Zare Mehrjerdi, M. R. (2023). Investigating the effect of carbon tax on production and employment and comparing with fuel tax in the industry sector. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, Articles in Press, DOI: 10.22055/jqe.2023.41140.2495 [In Persian].

Sun, Y., Mao, X., Yin, X., Liu, G., Zhang, J., & Zhao, Y. (2021). Optimizing carbon tax rates and revenue recycling schemes: Model development, and a case study for the Bohai Bay area, China. *Journal of Cleaner Production*, 296, 126519 https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126519.

Hu, Y., & Wu, W. (2023). Can fossil energy make a soft landing?—the carbonneutral pathway in China accompanying CCS. *Energy Policy*, 174, 113440 https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113440.

Hu, X., Wu, H., Ni, W., Wang, Q., Zhou, D., & Liu, J. (2023). Quantifying the dynamical interactions between carbon pricing and environmental protection tax in China. *Energy Economics*, 126, 106912 https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106912.

Pajouyan, J., & Nemati, H. (2009). Evaluating the environmental and economic impacts of Carbon Tax Using Computable General Equilibrium Model (CGE). Journal of Applied Economics, 1(1), 1- 31. Avalabale at: https://jae.srbiau.ac.ir/article_3879.html.

UNCTAD. (2021). A European Union carbon border adjustment mechanism: Implication s for developing countries, 3-9 https://www.adb.org/sites/default/files/publication/928466/adb-brief-276-eu-carbon-border-adjustment-mechanism.pdf.

Weng, Z., Wu, Y., Li, B., & Gu, Y. (2021). Impact of differentiated industrial carbon taxes on China's economy and environment. *China Population, Resources and Environment*, 31, 75-86 https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140071.

Wei, R., Ayub, B., & Dagar, V. (2022). Environmental benefits from carbon tax in the Chinese carbon market: a roadmap to energy efficiency in the postCOVID-19 era. *Frontiers in Energy Research*, 10, https://www.frontiersin.org/articles/10.3389.

Zhu, N., Luhuan, Q., Dan J., & Nancy M. (2020). A simulation study of Chinas imposing carbon tax against American carbon tariffs. *Journal of Cleaner Production*, 33-35 https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118467.

Zhao, Y., Wang, C., & Cai, W. (2022). Carbon pricing policy, revenue recycling schemes, and income inequality: A multi-regional dynamic CGE assessment for China. *Resources, Conservation and Recycling*, 181, 106246 doi.org/10.1016/j.resconrec.106246.