

## تأثیر افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر هزینه تخریب آلاینده‌های هوا در ایران (رویکرد تعادل عمومی محاسبه پذیر CGE)

احسان طاهری<sup>۱</sup>  
حسین صادقی<sup>۲</sup>  
عباس عساری آرائی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۹/۲۴

### چکیده

اکوسیستم، یکی از ارکان بنیادین زندگی بشر محسوب می‌شود و با پیشرفت و توسعه در جهان، تغییراتی در آن به وجود آمده است. انتشار آلاینده‌های هوا، یکی از عوامل مهم تخریب محیط زیست می‌باشد. انتشار آلاینده‌های هوا هزینه‌هایی را بر بخشهای مختلف وارد می‌کند که این هزینه‌ها معمولاً در محاسبات رسمی به حساب نمی‌آیند و به آنها هزینه تخریب می‌گویند. مصرف حامل‌های انرژی عامل اصلی انتشار آلاینده‌های هوا در ایران می‌باشد.

لذا این تحقیق درصدد کاهش هزینه‌های تخریب انتشار آلاینده‌های هوا ناشی از مصرف حامل‌های انرژی در ایران می‌باشد. یکی از راه‌های کاهش انتشار آلاینده‌های هوا و هزینه تخریب آنها، وضع مالیات بر مصرف حامل‌های انرژی می‌باشد. از این رو در این تحقیق، یک سناریو برای افزایش قیمت حامل‌های انرژی به قیمت فوب خلیج فارس در نظر گرفته شده، و برای این منظور از مدل تعادل عمومی محاسبه پذیر استاندارد لافگرن و همکاران استفاده شده است. پایه آماری مدل CGE ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۸۵ بوده و آمار مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌های هوا نیز از ترازنامه انرژی سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۱ به دست آمده، همچنین بخشهای اقتصادی براساس طبقه بندی ISIC به ۲۵ بخش تفکیک شده‌اند.

میزان هزینه تخریب در سناریوی پایه معادل ۱۲,۷۸ درصد از GDP سال ۱۳۸۵ به قیمت ثابت بوده که با اعمال سناریوی افزایش قیمت حامل‌های انرژی، این هزینه ۲۳ درصد کاهش یافته و به میزان ۱۰ درصد GDP رسیده است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که بخشهای حمل و نقل جاده‌ای و برق، بیشترین کاهش در هزینه تخریب را دارند.

واژگان کلیدی: مصرف حامل‌های انرژی، انتشار آلاینده‌های هوا، هزینه تخریب، تعادل عمومی محاسبه پذیر طبقه بندی JEL: . . . . .

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس
۲. دانشیار گروه توسعه و برنامه ریزی اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس
۳. عضو هیأت علمی گروه توسعه و برنامه ریزی اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس

## ۱. مقدمه

مباحث انرژی و محیط زیست، تبدیل به یکی از موضوعات اساسی در دنیای امروز شده که بسیاری از کشورهای جهان توجه ویژه ای به آن دارند. از آنجا که حفاظت از محیط زیست جهت تداوم زندگی سالم تر امری ضروری بوده و ادامه حیات نیازمند مصرف پیوسته انرژی می باشد، لازم است که همواره به بررسی مصرف انرژی و آثار سوء آن بر محیط زیست پرداخت، تا بتوان راهکارهای بهتری برای تخریب هر چه کمتر آن ارائه کرد.

در اقتصاد، انحراف قیمت های نسبی از مقادیر تعادلی، سبب تخصیص ناکارای منابع می شوند. در کشور ما به دلیل وجود ذخایر عظیم نفت و گاز، فرآورده های این منابع با قیمت پایین تر از قیمت های جهانی در اختیار مصرف کنندگان قرار می گیرد. در حال حاضر قیمت حامل های انرژی مانند بنزین حدود یک دوم، نفت گاز و نفت کوره حدود یک پنجم، و نفت سفید حدود یک هفتم و گاز مایع و گاز طبیعی حدود یک سوم قیمت فوب خلیج فارس می باشد؛<sup>۱</sup> که باعث افزایش بی رویه مصرف حامل های انرژی در کشور شده است؛ و مسائل زیست محیطی ناشی از مصرف فزاینده این حامل ها نیز نگران کننده می باشد (آسیائی و همکاران، ۱۳۹۱؛ ..... . . . . .).

اگر چه مسائل آلودگی محیط زیست در ایران، صرفاً به دلیل قیمت ها نیست و ریشه های غیر پولی هم مانند فرسودگی دستگاه ها و تجهیزات، تکنولوژی ضعیف و ناسازگار با محیط زیست، خودروهای فرسوده و ناکارا دارد، اما در این میان به نظر می رسد نقش قیمت ها در تشویق کارایی در مصرف انرژی و استفاده از سوخت های پاک پررنگ تر باشد.

به طور کلی می توان آلاینده های هوا را به دو دسته تقسیم کرد که در دسته اول، اثر گلخانه ای و در دسته دوم، آلوده کردن هوا شاخصه اصلی آنها می باشد. در این میان گازهای دی اکسید کربن، متان و دی اکسید نیتروژن بیشترین اثر گلخانه ای ناشی از فعالیت های انسانی را دارا بوده و آلاینده های مونواکسید کربن، اکسیدهای گوگرد و اکسیدهای نیتروژن هم به عنوان گازهای گلخانه ای غیرمستقیم، بیشتر در آلودگی هوا مؤثر بوده و اثر گلخانه ای کمتری دارند (..... . . . . .).

بحث انتشار آلاینده های هوا در دو سطح جهانی<sup>۲</sup> و محلی<sup>۳</sup> قابل بررسی می باشد. با افزایش انتشار گازهای گلخانه ای، میزان آن در کل جو افزایش می یابد و سبب افزایش دمای کره زمین می شود. گرمایش ناشی از انتشار گازهای گلخانه ای، آثار اقتصادی منفی بر بخشهای مختلف دارد که معمولاً در محاسبات رسمی در نظر گرفته نمی شوند. کاهش راندمان نیروگاه های حرارتی، کاهش در تولیدات

۱. آمارها از سایت ..... به دست آمده است.

2... ..

3... ..

نیروگاه‌های آبی. در اثر کاهش سطح آب پشت سدها، تخریب نواحی ساحلی. در اثر طوفان‌های دریایی شدید، همگی. تأثیرات محسوس ناشی از گرم شدن زمین در نتیجه افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشند که باعث کاهش در عرضه انرژی بخشهای تولیدکننده انرژی می‌شوند. همچنین افزایش دما، باعث کاهش بازدهی محصولات کشاورزی نیز می‌گردد (.....). (....)

از طرفی هم گرم شدن زمین در نقاط مختلف دنیا اثرات متفاوتی را بر جای خواهد گذاشت. برای مثال در نواحی خشک و بیابانی مثل ایران، سبب بیابانی تر شدن آن خواهد شد و در نواحی اقیانوسی سبب وزش طوفان‌های شدید و خسارت‌های فراوانی می‌شود. لذا تمام کشورهایی که به نحوی در انتشار آلاینده‌های هوا مؤثر اند، باید جهت کاهش آن اقدام کنند؛ چرا که در نتیجه فعالیت‌های یک کشور، تمام کشورهای جهان دچار خسارت می‌شوند.

با توجه به مطالعات صورت گرفته در رابطه با اثرات گرم شدن زمین، کشورهای خاور میانه و شمال آفریقا با توجه به شرایط اقلیمی خشک و آسیب‌پذیر، بیشترین خسارت را از آن خواهند دید. از این رو ایران نه تنها به علت اینکه از کشورهای تأثیرگذار در انتشار آلاینده‌های هوا می‌باشد و تأثیر سیاست‌های زیست‌محیطی آن، اثرات قابل توجهی در جهان خواهد داشت، بلکه به دلیل آسیب‌پذیری بالای آن، باید جهت کاهش انتشار آلاینده‌ها اقدام نماید. همچنین سایر آلاینده‌های هوا با آلوده کردن محیط محلی، سبب بروز بیماری‌های تنفسی و عروقی متعددی می‌شود.

از آنجا که اثرات منفی انتشار آلاینده‌های هوا بر محیط در حساب‌های رسمی وارد نمی‌گردد، با توجه به روشهای ارزشگذاری محیط زیست، برای هر تن انتشار هر یک از آلاینده‌های هوا، بر اساس شدت اثرگذاری بر محیط، یک هزینه در نظر گرفته شده که به آن هزینه تخریب می‌گویند. به عبارت دیگر هزینه تخریب، مجموع پولی است که بتواند صدمات ناشی از انتشار مواد آلاینده و گازهای گلخانه‌ای را جبران نماید. این هزینه می‌تواند معیار مناسبی برای کمی کردن آثار انتشار آلاینده‌های هوا در محیط‌های اثرپذیر انسانی و طبیعی باشد. طبق آمارهای ترازنامه انرژی، میزان هزینه تخریب انتشار آلاینده‌های هوا ناشی از مصرف حامل‌های انرژی در ایران طی سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۱ از حدود ۶۵ به بیش از ۱۰۰ هزار میلیارد ریال رسیده است.

با توجه به این موارد، از آنجا که مصرف بالای حامل‌های انرژی در کشور، از عوامل اصلی انتشار آلاینده‌های هوا می‌باشد، لذا طراحی سیاست‌هایی برای کاهش انتشار آلاینده‌ها، باید به کاهش مصرف این حامل‌ها منجر شود. لذا هدف این تحقیق، بررسی تأثیر افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر هزینه تخریب آلاینده‌های هوا در ایران می‌باشد. افزایش قیمت حامل‌های انرژی از جمله سیاست‌های رایج در دنیا برای کاهش مصرف حامل‌های انرژی و اثرات زیست‌محیطی ناشی از آنها می‌باشد، اما به علت نقش بالای این حاملها در اقتصاد کشور و اثرات متقابل آنها بر بخشهای مختلف

و همچنین با توجه به امکان جانشینی بین حامل های مختلف و ضرایب انتشار متفاوت آنها در بخشهای مختلف، این سؤال مطرح می شود که اثرات نهایی اجرای این سیاست ها بر انتشار آلاینده ها چگونه خواهد بود. همچنین اینکه اجرای این سیاست ها تا چه اندازه هزینه تخریب آلاینده ها را در ایران کاهش می دهد.

برای پاسخ به این سؤالات، لازم است از روشی استفاده شود که ضمن مدل سازی کل اقتصاد، آثار جانشینی بین نهاده های مختلف و ارتباط متقابل بخشها را نیز در نظر بگیرد. رویکرد تعادل عمومی محاسبه پذیر با دارا بودن ویژگی های فوق، کاربرد فراوانی در بررسی سیاست های انرژی و محیط زیست در جهان دارد و از این رو جهت بررسی این سیاست ها معمولاً از این رویکرد استفاده می شود.

## ۲. مبانی نظری

با روشن شدن ابعاد خطرات انتشار آلاینده های هوا، شامل گرم شدن زمین و آلودگی هوا و آثار آن بر اقتصاد، به تدریج مطالعات گسترده ای برای تعیین آثار و برآوردهای اقتصادی آنها بر محیط زیست و شهروندان در بسیاری از کشورها شروع شد، تا به واسطه آنها بتوان سیاست ها و ابزارهای مناسبی را برای بهینه سازی مصرف سوخت و کاهش انتشار آلاینده ها اتخاذ کرد. ادبیات ارزشگذاری اقتصادی آلودگی های هوا ابتدا در کشورهای توسعه یافته شروع شد، اما به تدریج این مساله در بسیاری از کشورهای در حال توسعه نیز مورد استقبال قرار گرفته و مطالعات گوناگونی در این خصوص انجام شده است.

هزینه های ناشی از انتشار آلاینده های هوا معمولاً در محاسبات رسمی در نظر گرفته نمی شوند؛ در واقع، این اثرات با اینکه بر اقتصاد تأثیرگذار می باشند ولی به علت دشواری دانستن اثرات آنها، معمولاً در تصمیم گیری ها مد نظر قرار نمی گیرند. از این رو می توان این هزینه ها را به عنوان آثار جانبی در نظر گرفت. در واقع، آثار جانبی زمانی به وجود می آیند که فعالیت واحدهای اقتصادی (بنگاه ها و مصرف کنندگان) به تولید و مصرف واحدهای دیگر اثر گذاشته و این هزینه ها و منافع که به دیگران تحمیل می شود، به طور رسمی در محاسبات سود و زیان وارد نشود. به عبارت دیگر، اگرچه این آثار در عمل مشاهده می شوند، قیمتگذاری نشده و به طور رسمی هیچ جبرانی برای آنها در نظر گرفته نمی شود. اگر بتوانیم این آثار جانبی را قیمتگذاری کرده و خسارت زیان دیدگان را جبران کنیم، در این صورت می گوییم که آثار جانبی، یا بیرونی را درونی کرده ایم.

متأسفانه، بسیاری از کارکردهای محیط زیست قیمتگذاری نشده و این مساله باعث شده است تا افراد رفتار خوبی با محیط زیست نداشته باشند و به طرق مختلف باعث آلودگی و تخریب آن شوند.

بنابراین قیمتگذاری کارکردهای محیط‌زیست، گام مهمی به منظور تعدیل تصمیمات اقتصادی و مدنظر قرار دادن محیط‌زیست در سیاست‌های کلان اقتصادی است ( ... ..).

در ادبیات اقتصادی برای ارتباط دادن اثرات محیط زیست بر اقتصاد، از یک تابع تابع عنوان تابع خسارت استفاده می شود که بر اساس آن، خسارات وارده و عدم النفع تعیین می گردد و اینکه در اثر انتشار آلاینده های هوا و گرم شدن زمین، چه میزان خسارت بر اقتصاد وارد می شود یا اینکه با توجه به روشهای ارزشگذاری محیط زیست، چه منافعی از بین می رود ( ... .. ؛ ... ..). پس از مشخص شدن هزینه های انتشار آلاینده های هوا، می توان آنها را در تصمیم گیری ها مدنظر قرار داده و برای کاهش آنها اقدام کرد. برای رفع عدم بهینگی آثار خارجی، راه حل های متعددی وجود دارد که برخی از آنها به عنوان راه حل های سنتی شناخته می شوند مانند بستن مالیات بر تولید برای اثر جانبی منفی، سوبسید دادن به تولید برای اثر جانبی مثبت و سهمیه بندی که راه حل های دولت محور می باشند؛ چون معمولاً با دخالت دولت صورت می گیرند. اقتصاددانان، بویژه اقتصاددانان نئوکلاسیک، از ابزارهای مبتنی بر بازار حمایت می کنند که به معنای کنترل فعالان اقتصادی از طریق سازوکار قیمت است. این رویکرد نوع به نسبت جدیدی از ابزارهای سیاستگذاری محیط‌زیستی قلمداد می شود که براساس آن، فعالان اقتصادی و آلوده کنندگان ترغیب می شوند تا کل هزینه ها را برای دستیابی به اهداف محیط‌زیستی کاهش دهند، یا با هزینه ای مشخص به اهداف بیشتری دست پیدا کنند. پشتوانه منطقی این استدلال، آن است که برای آلوده کنندگان بسیار ساده تر است تا به گونه ای تشویق شوند که هزینه کاهش انتشار خودشان را به تناسب مقدار انتشار پرداخت کنند (پوراصغر سنگاچین، ۱۳۸۹).

استفاده از سیاست مالیات بر آلودگی، سبب کاهش مصرف حامل های با ضریب آلودگی بیشتر می شود و استفاده از فناوری های پاک را ترغیب می کند. حال اگر قیمت حامل های دارای آلودگی بیشتر، افزایش یابد، گویا سیاست مالیات بر آلودگی وضع شده است؛ و بسته به میزان جانشینی بین حامل ها، بار مصرف آنها بر حامل های دارای آلودگی کمتر منتقل شده و لذا میزان آلودگی کل کاهش خواهد یافت؛ یعنی همان طور که مالیات بر آلودگی، استفاده از دستگاه های با آلودگی کمتر را تشویق می کند، مالیات بر مصرف انرژی هم سبب استفاده از دستگاه های با انرژی بری کمتر یا دارای راندمان انرژی بالاتر خواهد گردید که از این طریق، میزان مصرف انرژی و در نتیجه، انتشار آلاینده های هوا را کاهش می دهد. البته همان طور که بیان شد، از تأثیر قیمت مطلق حامل ها هم نباید غفلت کرد. از طرفی هم سیاست های بازتوزیع درآمدی مثل یارانه ها، در جبران مقداری از اثر افزایش قیمت حامل ها بی تأثیر نخواهد بود.

از آنجا که در ایران مالیاتی تحت عنوان مالیات بر انتشار آلاینده های هوا وجود ندارد، یکی از راه های جایگزین برای کاهش انتشار آلاینده ها و هزینه تخریب آنها، مالیات بر مصرف حامل های انرژی می باشد که به مالیات زیست محیطی غیرمستقیم معروف است. لذا این تحقیق با استفاده از یک الگوی تعادل عمومی محاسبه پذیر و با طراحی یک سناریو برای افزایش قیمت حامل های انرژی (بنزین، نفت گاز، نفت سفید، نفت کوره، گاز طبیعی، گاز مایع و برق)، به دنبال مشاهده اثرات این تغییر بر میزان انتشار آلاینده های هوا ( . . . . . ) و هزینه تخریب ناشی از آنها می باشد.

### ۳. پیشینه تحقیق

در زمینه محیط زیست و اثرات متقابل آن بر اقتصاد، مقالات ارزشمندی منتشر شده است که به برخی از مهمترین آنها اشاره می شود:

شعبه بیگی و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از روش شبکه عصبی، به بررسی اثر تغییر اقلیم بر عملکرد بخش تولید انرژی در نیروگاه های کشور در دهه آینده پرداخته اند. محاسبات حاکی از آن است که بازدهی نیروگاه های گازی ۰/۶ درصد به ازای هر درجه افزایش دما، کاهش می یابد.

هراتی و همکاران (۱۳۹۳) خسارت های رفاهی ناشی از آلودگی های زیست محیطی در ایران را با رویکرد دینامیک سیستم مورد بررسی قرار دادند. آنها با در نظر گرفتن سال پایه ۱۳۸۴ و به کارگیری مقادیر پارامترهای متناظر با اقتصاد ایران، مسیر متغیرهای آلودگی سرنانه و خسارت رفاهی ناشی از آن در یک افق ۲۰ ساله را شبیه سازی کرده اند. نتایج شبیه سازی بیانگر آن است که با ادامه وضع موجود، آلودگی سرنانه و خسارت رفاهی ناشی از آن با نرخ مثبتی افزایش پیدا می کند.

علیپور و همکاران (۱۳۹۳) به ارزیابی هزینه انتشار گاز دی اکسید کربن حاصل از توسعه بخش کشاورزی ایران پرداخته اند. بدین منظور، از مفهوم قیمت سایه ای انتشار این آلاینده استفاده شد. نتایج نشان داد که در بازه زمانی سال های ۸۹-۱۳۷۱ با انتشار کربن دی اکسید از بخش کشاورزی ایران، سالانه به طور میانگین به میزان ۱۷۴۴ میلیارد ریال هزینه ایجاد می شود.

موسوی و همکاران (۱۳۹۳)، مبرقی و نعیمی فر. (۱۳۹۰)، کارگری و مستوری (۱۳۹۰) هم از دیگر پژوهشگران داخلی هستند که در مطالعات شان به کمی سازی آثار انتشار آلاینده های هوا در بخشهای مختلف پرداخته شده است.

در میان مطالعاتی که با استفاده از روش تعادل عمومی محاسبه پذیر<sup>۱</sup> ( . . . ) در زمینه محیط زیست انجام شده، تعدادی به بررسی این موضوع در سطح یک کشور پرداخته و تعدادی هم مطالعاتی بین‌المللی انجام داده‌اند.

در میان مطالعات کشوری می‌توان به کارهای منظور و حقیقی (۱۳۹۰)، مقیمی و همکاران (۱۳۸۹)، مقدسی و طاهری (۱۳۹۱)، آماده و همکاران (۱۳۹۳)، موسوی و همکاران (۱۳۹۲)، طاهری (۱۳۹۴) برای ایران و اوکودها و همکاران ( . . . . . ) در بررسی اثرات منطقه‌ای تغییر اقلیم در جنگل‌های کانادا، اولادوسو و روز ( . . . . . ) اثرات مالیات کربن بر توزیع درآمد در آمریکا، دای و همکاران ( . . . . . ) ارزیابی تعهد اقلیمی و برنامه انرژی غیرفسیلی چین تا سال ۲۰۲۰ اشاره کرد که در آنها معمولاً به تأثیر تغییر قیمت حامل‌های انرژی بر انتشار آلاینده‌ها پرداخته شده است.

همچنین در میان مطالعات بین‌کشوری به عنوان نمونه مان و ریچلز ( . . . . . ) در یک تحقیق به این نتیجه رسیدند که ۲/۵ درجه گرم شدن زمین سبب کاهش ۰/۲۵ درصدی . . . در کشورهای با درآمد بالا و کاهش ۰/۵ درصدی در کشورهای با درآمد پایین می‌شود. بوسلو و همکاران ( . . . . . ) اثرات تغییر اقلیم را با استفاده از روش . . . مورد بررسی قرار دادند. تخمین‌ها نشان داد که ۱/۹۲ درجه سانتیگراد افزایش دما نسبت به قبل از دوران صنعتی شدن منجر به کاهش ۰/۵ درصدی در . . . جهانی در سال ۲۰۵۰ می‌شود، نسبت به حالتی که در آن، تغییر اقلیم اتفاق نیفتد. .

ماتسوموتو و ماسوئی ( . . . . . ) هم به بررسی اثرات اقتصادی ایجاد سیاست‌های اقلیمی برای تعیین اولویت جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان با استفاده از روش . . . پرداختند.

یکی از دقیق‌ترین و مشهورترین مطالعات در رابطه تحلیل اقتصادی انتشار آلاینده‌ها و برآورد اقتصادی هزینه‌های جانبی، پروژه . . .<sup>۲</sup> است که با حمایت مالی کمیسیون اروپا صورت گرفت. این مطالعه به مدت ۱۰ سال و با مشارکت پژوهشگران ۱۲ کشور عضو اتحادیه اروپا انجام شد. این پروژه برای تحلیل اقتصادی هزینه‌های اجتماعی و محیط‌زیستی ناشی از انتشار آلاینده‌ها برای تولید الکتریسته برای کل اروپا به اجرا درآمد.

در این میان، نوآوری تحقیق حاضر نسبت به مطالعات پیشین در این زمینه، از آن جهت می‌باشد که کاهش انتشار آلاینده‌های هوا و هزینه تخریب آنها در نتیجه افزایش قیمت حامل‌های انرژی در

1. . . . .  
2. . . . .

ایران را به تفکیک فعالیت های مختلف و با تأکید بیشتر بر فعالیت های انرژی بر نشان داده که با توجه به آن، می توان سیاست قیمتگذاری انرژی در بخشهای مختلف را در جهت اهداف زیست محیطی تعیین کرد.

#### ۴. روش تحقیق

با توجه به اینکه حامل های انرژی عامل اصلی انتشار آلاینده های هوا هستند، پیش بینی می شود که انتشار آنها نیز پس از اصلاح قیمت های انرژی با تغییر مواجه شود. اما از آنجا که قیمت های نسبی انرژی تغییرات شدیدی خواهد داشت، نظریه اقتصادی و تجربه سایر کشورها احتمال جانشینی برخی از حامل ها و افزایش مصرف آنها را پررنگ می کند. در این صورت، امکان افزایش در انتشار برخی از آلاینده ها وجود خواهد داشت. پدیده تغییر الگوی تقاضای حامل های انرژی که جانشینی بین سوخت ها نیز نامیده می شود، ناشی از تغییر فناوری به سمت استفاده از انرژی هایی است که با افزایش کمتری در قیمت مواجه اند.

چگونگی تغییر در قیمت نسبی حامل های انرژی، نقش تعیین کننده ای در وقوع این پدیده دارد. این پدیده در اغلب کشورهای دنیا به نوعی تجربه شده است؛ از این رو، جانشینی بین سوخت ها و تغییر ترکیب مصرف سوخت، ممکن است ترکیب کلی انتشار آلاینده ها را تحت تأثیر قرار دهد. رویکرد تعادل عمومی محاسبه پذیر، قادر است با لحاظ آثار مستقیم و غیرمستقیم و همچنین آثار مقیاس و جانشینی یک سیاست، تحلیل دقیق تری از نتایج و پیامدهای سیاست های اقتصادی ارائه دهد (منظور و حقیقی، ۱۳۹۰). لذا در این تحقیق اثر افزایش قیمت حامل های انرژی بر متغیرهای اقتصادی و زیست محیطی، در قالب این الگو بررسی می شود.

مدل های تعادل عمومی قابل محاسبه<sup>۱</sup> . . . به صورت گسترده ای از اواخر دهه ۱۹۷۰ به عنوان مدل های تحلیل سیاستی مورد استفاده قرار گرفته اند. این مدل ها که بسیار انعطاف پذیر اند، دترمینیستیک بوده و با در نظر گرفتن قانون والراس در بازارها، توانایی زیادی برای دربرگرفتن مباحث مختلف اقتصادی دارند. مزیت بزرگ این رویکرد، آن است که به اقتصاددانها اجازه می دهد تا اثرات تغییرات سیاستی و یا عوامل برونزا را در چارچوب سیستمی که به تمام بخشهای اقتصادی مرتبط است، بررسی و تحلیل کنند (طیب نیا و فولادی، ۱۳۸۸).

هر چند این مدل ها با ایراداتی چون انعطاف ناپذیری در ساختار مدل مواجه اند، اما تا حدودی می توانند شرایط بسیار پیچیده دنیای واقعی را منعکس کنند. مدل های . . . به گونه ای کالیبره می شوند که ویژگی های رفتاری و ساختاری یک اقتصاد را به خوبی انعکاس دهند. این مدل ها بر

1. . . . .



مبنای تئوری تعادل عمومی والراس بنا شده اند که توسط دبرو-ارو گسترش یافت. در تئوری تعادل عمومی، تقاضای خانوارها از کالاها، در نتیجه بهینه یابی مطلوبیت و تقاضای فعالیت ها از کالاها بر اساس بهینه یابی سود حاصل می شود (طیبی و مصری نژاد، ۱۳۸۵).

این مدل ها به عنوان یک ابزار شبیه سازی تجربی استاندارد برای ارزیابی یک سیاست به وجود آمده اند. نقطه قوت آنها در توانایی شان در مشخص کردن اثرات اقتصادی سیاست های انرژی و محیط زیست می باشد. شاید مهمترین کاربرد آنها تحلیل معیارهایی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از احتراق سوخت های فسیلی باشد. سیاست های جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه ای، تلفیقی از ابزارها، مالیاتها و سوبسیدها تا برنامه های انتقال درآمد و وضع سهمیه بر کالاهای انرژی حاوی کربن را در بر می گیرد. این واقعیت که انرژی به طور بالقوه یک نهاد برای تمام فعالیت های اقتصادی می باشد، در کنار قابلیت محدود جانشینی دیگر کالاها با سوخت های فسیلی، بر این مفهوم دلالت دارد که اثرات این سیاست ها فراتر از سهم انرژی در درآمد ملی، از طریق بازارهای چندگانه، تأثیرات بیشتری بر اقتصاد می گذارند. این مفهوم، محرک اصلی برای استفاده از رویکرد تعادل عمومی در این زمینه می باشد ( ... .. .. ).

اهمیت مدل های ... به عنوان ابزاری برای تحلیل سیاست ها، کمتر مرهون دقت پیش بینی آنها بوده و بیشتر به دلیل توانایی آنها در مشخص کردن مکانیسم های مؤثر در تعدیل قیمت ها و مقادیر در میان بازارها مورد توجه قرار گرفته اند. بنابراین مدل های ... باید به عنوان یک آزمایشگاه محاسباتی نگریسته شوند که پویایی های تعاملات اقتصادی در نتیجه اعمال سیاست ها را نشان می دهد. با توجه به دلایل فوق و همچنین قابلیت این مدل ها برای شبیه سازی ریاضی انواع سیاست های رایج در زمینه انرژی و محیط زیست از قبیل افزایش قیمت های انرژی و مالیات بر مصرف آنها و یا محدودیت های مقداری بر انتشار کربن، تمایل زیادی به استفاده از مدل های ... در این زمینه ها نشان داده شده است ( ... .. .. ).

در مدل حاضر در بازار کار، میزان عرضه درونزا بوده ولی در بازار سرمایه، میزان عرضه به صورت برونزا تعیین می شود. همچنین در مورد بستن دنیای خارج، نرخ ارز در بازار تعیین شده و لذا پس انداز خارجی ثابت می باشد.

به طور کلی، معادلات مدل در سه بلوک کلی شرط سود صفر برای هر بخش، شرط تسویه بازار برای هر کالا، یا عامل تولید و در نهایت، شرط توازن درآمد برای هر نهاد و خانوار بیان می شوند. بلوک شرط سود صفر دربردارنده ساختار تولید است و نشان می دهد که درآمد حاصل از فعالیت بخش، چگونه هزینه های نهاد های واسطه، عوامل تولید و انرژی را پوشش می دهد. بلوک تسویه بازار هم دربردارنده توابع عرضه و تقاضای هر یک از کالاها و عوامل تولید است. برای

تدوین روابط این بلوک، لازم است هر بخش، توابع عرضه هر کالا را تبیین کند. همچنین توابع تقاضای بخشها و خانوارها از کالاها نیز مشخص می شود. عرضه و تقاضای کالاهای وارداتی و صادراتی نیز در این بلوک بیان می شود. در نهایت، بلوک توازن درآمد نشان می دهد که درآمدهای خانوارها و نهادها چگونه مخارج مصرفی و سرمایه ای آنها را پوشش می دهد. شرط توازن درآمد مستلزم آن است که تقاضای ایجاد شده در اقتصاد بر مبنای درآمد واقعی صورت پذیرد. (..... . . . . .).

البته برای تفکیک بیشتر معادلات معمولاً از تقسیم بندی دیگری نیز استفاده می شود که در آن بلوک های معادلات بر اساس نوع متغیرهای مورد بررسی تفکیک می شوند؛ مانند بلوک قیمت و بلوک تولید و زیرمجموعه های آن (طاهری، ۱۳۹۴). همچنین برای دستیابی به یک مجموعه سازگار در فضای اقتصاد کلان، می باید تعدادی قید و محدودیت بر روی روابط و معاملات رفتاری پیش گفته وضع شود. انتخاب و تصریح این قیدهها، نحوه و مکانیزم های تعدیل و برقراری تعادل در مدل را فراهم می کند.

به طور کلی مدل تعادل عمومی قابل محاسبه، سیستمی از معادلات همزمان شامل پارامترهای  $\theta$  است، به طوری که از بردار متغیرهای برونزای  $\theta$ ، بردار متغیرهای درونزای  $\theta$  نتیجه خواهد شد. لذا مدل تعادل عمومی قابل محاسبه، دارای جملات خطا نیست. نبود جزء خطا نشان دهنده تفسیر مدل سازی این روش به عنوان شیوه ای غیرتصادفی بوده که مغایر با شیوه تصادفی اقتصادسنجی است.

در کنار نقاط قوت، این مدل ها دارای برخی نقاط ضعف هم می باشند که به تعدادی از آنها اشاره می شود:

- ۱- معمولاً خیلی بزرگ، دربرگیرنده پارامترهای زیاد و اغلب دارای ساختار پیچیده هستند.
- ۲- با فروض بیشتر نظیر تعادل عمومی کل اقتصاد حل می شوند؛ در حالی که در برخی موارد، تعادل ناقص برقرار است؛ که البته با اعمال محدودیت هایی بر روی متغیرها، این فرض تا حدودی قابل تغییر می باشد.
- ۳- به ماتریس حسابداری اجتماعی وابستگی دارند؛ زیرا تهیه این ماتریس هر چند سال یک بار صورت می گیرد و ممکن است با دوره مورد بررسی، فاصله زمانی زیادی داشته باشد. با توجه به اینکه این ماتریس ساختار اقتصاد را نشان می دهد، در صورت عدم وجود تغییرات ساختاری مهم در اقتصاد در فاصله بین سالهای تهیه ماتریس و اجرای پژوهش، مشکل چندانی در تفسیر نتایج به وجود نخواهد آمد.
- ۴- عدم توجه به جنبه های پولی و مالی اقتصاد به علت تمرکز بر قیمت های نسبی (خوشکلام خسروشاهی، ۱۳۹۳؛ حسن زاده، ۱۳۸۹).

به طور کلی با توجه به نقاط ضعف و قوت مدل‌های تعادل عمومی، این مدل‌ها کاربرد گسترده‌ای در تحلیل سیاست‌های مختلف اقتصادی نظیر سیاست‌های تجاری، آزادسازی، مالیاتی، توزیعی و سایر سیاست‌ها دارند و دلیل اصلی کاربرد گسترده این مدل‌ها، بررسی همزمان رفتار تمام کارگزاران اقتصادی، کالاها و عوامل تولید است. بنابراین آثار سیاست‌های مختلف اقتصادی بر ساختار اقتصادی و اجتماعی کشور با استفاده از این مدل‌ها بهتر قابل تحلیل می‌باشد ( ... .. ).

پایه اطلاعاتی مورد استفاده رایج برای مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه، ماتریس حسابداری اجتماعی می‌باشد. ساختار اصلی این ماتریس یک نوع سیستم حسابداری است که در آن جریان‌های درآمد و هزینه میان نهادها و بخش‌های مختلف اقتصاد در قالب سطرها و ستون‌های یک ماتریس نشان داده می‌شود. در این ماتریس، هر حساب کلان اقتصادی توسط یک ستون که نشان دهنده پرداخت‌ها و یک سطر که نشان دهنده دریافت‌های آن حساب می‌باشد، منعکس می‌گردد. در واقع، ماتریس حسابداری اجتماعی تمام مبادلات اقتصادی را در قالب یک ماتریس ارائه می‌کند.

این ماتریس با توجه به اهداف مدل‌های ... معمولاً دارای ابعاد مختلفی خواهد بود. در مدل استفاده شده در این تحقیق، با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی و جدول داده-ستانده سال ۱۳۸۵ و با تمرکز بر بخش‌های پرمصرف در زمینه حامل‌های انرژی و همچنین آمار انتشار آلاینده‌های موجود در تراز نامه انرژی برای بخشها، همان‌طور که در جدول یک نشان داده شده، ۲۵ فعالیت بر اساس طبقه بندی بین‌المللی فعالیت‌های اقتصادی ( ... ) در نظر گرفته شده که هر کدام یک کالای متناظر با فعالیت را تولید می‌کنند. همچنین ۴۰ بلوک معادله و متغیر درونزا در مدل وجود داشته که البته با زیربخش‌های مربوط به کالاها، فعالیت‌ها، عوامل تولید، و خانوارها تعداد آنها ۱۲۵۸ معادله و متغیر درونزا می‌رسد. همچنین ۱۴ متغیر برونزا وجود دارد.

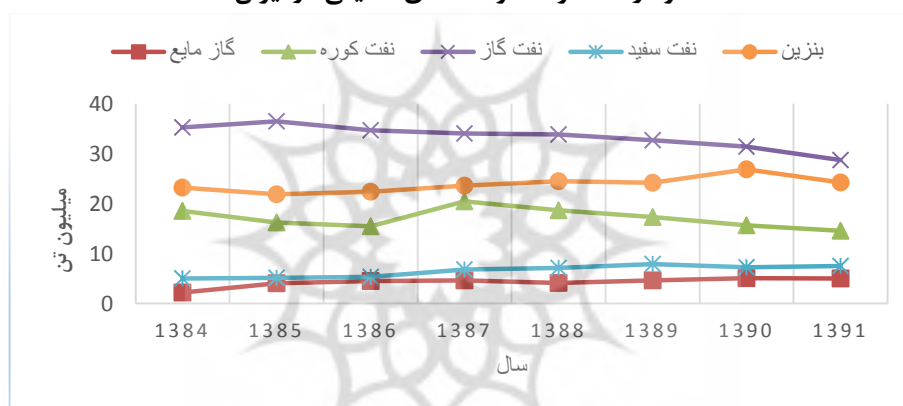
#### جدول ۱. فعالیت‌های ماتریس حسابداری اجتماعی

|                             |                  |                 |              |                |
|-----------------------------|------------------|-----------------|--------------|----------------|
| زراعت و باغداری             | سایر کشاورزی     | زغال سنگ        | معادن        | فولاد          |
| استخراج نفت خام و گاز طبیعی | محصولات شیمیایی  | سیمان           | آجر          | سایر صنایع     |
| حمل و نقل ریلی              | برق              | توزیع گاز طبیعی | آب و ساختمان | بنزین          |
| حمل و نقل جاده‌ای           | نفت کوره         | گاز مایع        | نفت سفید     | سایر خدمات     |
| خدمات حمل و نقل             | حمل و نقل دریایی | حمل و نقل هوایی | نفت گاز      | خدمات بازرگانی |

### ۵. وضعیت مصرف حامل های انرژی و انتشار آلاینده ها در ایران

مصرف سوخت های فسیلی در ایران طی سالهای ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ در نمودار ۱ نشان داده شده است. همچنین مصرف گاز طبیعی نیز طی این سالها از ۱۰۰ به بیش از ۱۵۰ میلیارد متر مکعب رسیده است. در این میان بخش حمل و نقل، بیشترین مصرف کننده بنزین و گازوییل بوده و بخش تجاری و خانگی هم بالاترین مصرف نفت سفید و گاز طبیعی و گاز مایع را دارا می باشند. بخش نیروگاه برق هم بیشترین مصرف کننده نفت کوره بوده و بخشهای صنعت و خانگی هم به ترتیب، بالاترین مصرف کنندگان برق می باشند.

#### نمودار ۱. مصرف سوخت های فسیلی در ایران



منبع: ترازنامه انرژی، ۱۳۹۱

با توجه به نتایج تجربی سالهای گذشته می توان جهت کاهش میزان انتشار آلاینده ها، بر استفاده از سیاست تغییرات قیمت نسبی حامل های انرژی تکیه کرد. کاهش مصرف حامل های انرژی گرانتر، نشان از اثربخشی سیاست های قیمتی در کنترل مصرف حامل های انرژی دارد اما همچنان انتشار آلاینده های هوا افزایشی بوده است که علت آن را می توان در پایین بودن قیمت مطلق این حامل ها از جمله گاز طبیعی دانست که از مصرف بی رویه آنها جلوگیری نمی کند و افزایش قیمت حامل های انرژی سبب روی آوردن به مصرف بیشتر گاز طبیعی شده است

همچنین آمار انتشار دی اکسید کربن در ایران در طی سالهای گذشته همواره در حال افزایش بوده و از ۴۹۰ میلیون تن در سال ۸۶ به بیش از ۵۵۰ میلیون تن در سال ۹۱ رسیده است. انتشار مونو اکسید کربن (CO)، اکسیدهای نیتروژن (NOx)، دی اکسید گوگرد (SO2) برای سالهای

۱۳۸۶ تا ۱۳۹۱ به ترتیب از ۸، ۱،۵ و ۱،۴ میلیون تن به حدود ۱۰، ۲ و ۲ میلیون تن افزایش یافته است. همچنین دیگر گازهای گلخانه ای از جمله تری اکسید سولفور ( . . . ) و متان و ذرات معلق ( . . . ) هم هرچند میزان انتشارشان در این سالها در حدود ۵۰، ۱۰۰ و ۴۰۰ هزار تن بوده است ولی به علت خطرات بالا، این میزان انتشار هم هشدار دهنده می باشد (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۱).

بر طبق آمارهای سازمان اطلاعات انرژی آمریکا، ایران در سال ۲۰۱۳ با مصرف ۱،۸ میلیون بشکه انواع سوخت های فسیلی در روز، در رتبه دوازدهم جهان قرار دارد. افزایش مصرف سوخت های فسیلی باعث افزایش انتشار آلاینده های هوا شده که ایران را در این زمینه به یکی از کشورهای پرمصرف تبدیل کرده است. ایران در سال ۲۰۱۳ با انتشار ۶۰۳ میلیون تن گاز دی اکسید کربن ناشی از مصرف انواع سوخت های فسیلی، رتبه هشتم جهان را در این زمینه داشته است.

همان طور که در جدول ۲ ملاحظه می شود، نفت گاز و پس از آن بنزین و نفت کوره در انتشار اکثر آلاینده ها نقش اساسی دارند، لذا هر برنامه ای برای کاهش مصرف آلاینده های هوا، می باید این حامل ها را در اولویت خود قرار دهد.

جدول ۲. حامل های اصلی ایجاد کننده آلاینده های منتخب

| آلاینده<br>حامل اصلی . | .....   | .....      | .....     | .....   | .....     | .....     | .....                 |
|------------------------|---------|------------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------------------|
| ۱                      | نفت گاز | نفت گاز .  | نفت گاز . | بنزین . | بنزین .   | بنزین .   | گاز طبیعی . نفت گاز . |
| ۲                      | بنزین   | نفت کوره . | بنزین .   | .       | نفت گاز . | نفت گاز . | نفت کوره .            |
| سهام هزینه<br>تخریب    | ۰،۲۱    | ۰،۲۱       | ۰،۱۱      | ۰،۲۵    | ۰،۰۲      | ۰،۱۷      |                       |

مأخذ: ترازنامه انرژی، ۱۳۸۵

#### ۶. مدل سازی ریاضی تعادل عمومی محاسبه پذیر

مدل تعادل عمومی در شکل ریاضی شامل مجموعه ای از معادلات همزمان است که بسیاری از آنها غیرخطی بوده و در این معادلات، تابع هدف خاصی وجود ندارد. معادلات اصلی استفاده شده در این مدل بر مبنای معادلات مدل تعادل عمومی قابل محاسبه استاندارد<sup>۱</sup> می باشد؛ ولی با توجه به هدف تحقیق، برخی معادلات به مدل اضافه شده اند تا اهداف تحقیق جهت اعمال سناریوهای مورد نظر برآورده شود که در ادامه، به توضیح آنها می پردازیم. در بلوک تولید، تابع تولید لئونتیف در بالاترین

1. . . . .

سطح در نظر گرفته شده و تولید فعالیت از ترکیب مواد واسطه کل ( . . . ) و ارزش افزوده کل ( . . . ) به دست آمده و تولیدکننده با توجه به آنها سود خود را حداکثر می کند که در آنها  $ivat_a$  و  $inta_a$  به ترتیب، مقدار ارزش افزوده کل و مواد واسطه کل برای هر واحد فعالیت و  $QA_a$  مقدار حاصل شده از فعالیت می باشند.

$$QVAT_a = ivat_a \cdot QA_a \quad (۱)$$

$$QINTA_a = inta_a \cdot QA_a \quad (۲)$$

مواد واسطه هم با توجه به معادله ۳ به نسبت ثابت از ماده واسطه کل مورد استفاده قرار می گیرند که در آن،  $ica_{c,a}$  مقدار کالای واسطه ... برای هر واحد فعالیت است.

$$QINT_{ca} = ica_{ac} \cdot QINTA_a \quad (۳)$$

از طرفی هم ارزش افزوده کل، یک تابع ... از ارزش افزوده ( . . . ) و نهاده انرژی کل مورد استفاده در تولید ( . . . ) می باشد و شرایط استفاده بهینه از نهاده ها و سود صفر هم به ترتیب، در معادلات ۴ و ۵ آمده است که در آنها  $a_a^{vat}$ ،  $\delta_a^{vat}$  و  $\rho_a^{vat}$  به ترتیب، بیانگر پارامترهای کارایی، سهم و توان در تابع ... ارزش افزوده کل بوده و  $PTEN_a$  و  $PVA_a$  هم به ترتیب، قیمت نهاده انرژی کل و قیمت ارزش افزوده می باشند.

$$QVAT_a = a_a^{vat} \left( \delta_a^{vat} \cdot QVA_a^{\rho_a^{vat}} + (1 - \delta_a^{vat}) \cdot QTEN_a^{\rho_a^{vat}} \right)^{\frac{-1}{\rho_a^{vat}}} \quad (۴)$$

$$\frac{QVA_a}{QTEN_a} = \left( \frac{PTEN_a}{PVA_a} \frac{\delta_a^a}{1 - \delta_a^a} \right)^{\frac{1}{1 + \rho_a^{vat}}} \quad (۵)$$

عوامل تولید در مدل شامل دو نهاده نیروی کار و سرمایه می باشد. ارزش افزوده هم با توجه به معادله ۶ به صورت یک تابع ... از عوامل تولید ( . . ) می باشد که براساس شرط برابری قیمت با هزینه نهایی عامل تولید در بازار رقابت کامل، معادله ۷ را به صورت شرط مرتبه اول حداکثر سازی سود خواهیم داشت که در آن،  $WF_f$  قیمت عامل تولید بوده و  $a_a^{va}$ ،  $\delta_a^{va}$  و  $\rho_a^{va}$  به ترتیب، بیانگر پارامترهای کارایی، سهم و توان در تابع ... ارزش افزوده می باشد.

$$QVA_a = a_a^{va} \left( \sum_{f \in F} \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{fF}^{-\rho_a^{va}} \right)^{\frac{-1}{\rho_a^{va}}} \quad (۶)$$

$$WF_f \cdot WFDIST_{f,a} = PVA_a \cdot (1 - tva_a) \cdot QVA_a \cdot \left( \sum_{f \in F} \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}} \right)^{-1} \cdot \delta_{f,a}^{va} \cdot QF_{f,a}^{-(1+\rho_a^{va})} \quad (7)$$

با توجه به هدف تحقیق، نهاده انرژی به صورت جداگانه وارد مدل شده است تا بتوان تغییرات مورد نظر در این بخش را در مدل اعمال کرد. حامل های انرژی در مدل شامل بنزین، نفت گاز، نفت سفید، نفت کوره، گازمایع و گازطبیعی می باشد. با توجه به معادله ۸ نهاده انرژی کل تابع ... از حامل های انرژی مورد استفاده در تولید ( . . . )، و  $a_a^{ten}$ ،  $\delta_a^{ten}$  و  $\rho_a^{ten}$  به ترتیب، بیانگر پارامترهای کارآیی، سهم و توان در تابع ... نهاده انرژی کل است.

$$QTE_n_a = a_a^{ten} \left( \sum_{c \in C} \delta_{c,a}^{ten} \cdot QENE_{c,a}^{\rho_a^{ten}} \right)^{\frac{-1}{\rho_a^{ten}}} \quad (8)$$

با توجه به برقراری شرایط رقابت کامل در مدل، قیمت حامل های انرژی به صورت معادله ۹ به دست می آید و با جایگذاری معادله ۸ در آن، می توان تقاضای حامل های انرژی را به شکل معادله ۱۰ محاسبه کرد که رابطه بین قیمت حامل های انرژی و تقاضای آنها و نحوه تأثیرگذاری تغییر در هر کدام از آنها را بر کل مدل نشان می دهد (خیابانی، ۱۳۸۷؛ .....).

$$PENE_{c,a} = PTEN_a \cdot QTE_n_a \cdot \left( \sum_{c \in C} \delta_{c,a}^{ten} \cdot QENE_{c,a}^{\rho_a^{ten}} \right)^{-1} \cdot \delta_{c,a}^{ten} \cdot QENE_{c,a}^{-(1+\rho_a^{ten})} \quad (9)$$

$$QENE_{c,a} = PTEN_a \cdot QTE_n_a \cdot \left( \delta_{c,a}^{ten} \right)^{-1} \cdot \left( a_a^{ten} \right)^{\rho_a^{ten}} \cdot \left( \frac{PENE_{c,a}}{PTEN_a} \right)^{-(1+\rho_a^{ten})} \quad (10)$$

همچنین میزان مصرف کل خانوار  $QH_h$  برابر است با باقیمانده درآمد  $YH_h$  بعد از پس انداز و پرداخت مالیات که  $mps_h$  میل نهایی پس انداز خانوار و  $ty_h$  نرخ مالیات بر درآمد خانوار است.

$$QH_h = (1 - mps_h) \cdot (1 - ty_h) \cdot YH_h \quad (11)$$

مقدار مصرف کل خانوار با توجه به تابع ... معادله ۱۲ شامل خرید کالاهای انرژی  $QHTE_h$  و غیر انرژی  $QHTN_h$  می باشد که در آن،  $a_h^{tc}$ ،  $\delta_h^{tc}$  و  $\rho_h^{tc}$  به ترتیب، پارامتر های انتقال، سهم و توان در تابع ... مصرف کل خانوار می باشد.

$$QH_h = a_h^{tc} \left( \delta_h^{tc} \cdot QHTE_h^{\rho_h^{tc}} + (1 - \delta_h^{tc}) \cdot QHTN_h^{\rho_h^{tc}} \right)^{\frac{-1}{\rho_h^{tc}}} \dots \quad (12)$$

شرط مرتبه اول برای انتخاب بهینه بین استفاده از کالاهای انرژی و غیر انرژی با توجه به میزان جانشینی بین کالاهای و قیمت نسبی شان در معادله ۱۳ نشان داده شده است که در آن،  $PHTE_h$  قیمت کل کالاهای انرژی و  $PHTN_h$  قیمت کل کالاهای غیر انرژی برای خانوار می باشد ( . . . . . ).

$$\frac{QHTE_h}{QHTN_h} = \left( \frac{PHTN_h}{PHTE_h} \frac{\delta_h^{tc}}{1 - \delta_h^{tc}} \right)^{\frac{1}{1+\rho_h^{tc}}} \quad (13)$$

کل مخارج مصرفی خانوار هم با مخارج مصرفی روی کالاهای انرژی و غیر انرژی برابر می باشد که در آن،  $PH_h$  قیمت مصرف کل خانوار می باشد.

$$PH_h \cdot QH_h \dots PHTE_h \cdot QHTE_h \dots PHTN_h \cdot QHTN_h \quad (14)$$

مقدار کل انرژی مصرفی خانوار یک تابع ... از حامل های انرژی مصرفی خانوار  $QHE_{c,h}$  می باشد که در آن،  $a_h^{ce}$ ،  $\delta_h^{ce}$  و  $\rho_h^{ce}$  به ترتیب، پارامترهای انتقال، سهم و توان در تابع ... مصرف کل انرژی خانوار می باشد.

$$QHTE_h = a_h^{ce} \left( \sum_{c \in C} \delta_{c,h}^{ce} \cdot QHE_{c,h}^{\rho_h^{ce}} \right)^{\frac{-1}{\rho_h^{ce}}} \quad (15)$$

میزان مصرف هر یک از حامل های انرژی توسط خانوار با توجه به معادله زیر تعیین می گردد که با توجه به آن، قیمت حامل های انرژی برای خانوار  $PHE_{c,h}$  بر مصرف خانوار تأثیر می گذارد.

$$QHE_{c,h} = PHTE_h \cdot QHTE_h \cdot \left( \delta_{c,h}^{ce} \right)^{-1} \cdot a_h^{ce} \cdot \rho_h^{ce} \cdot \left( \frac{PHE_{c,h}}{PHTE_h} \right)^{-(1+\rho_h^{ce})} \quad (16)$$

همچنین فرض شده است که کالاهای غیر انرژی مصرفی خانوار  $(QHN_{c,a})$ ، نسبت ثابتی از کل کالاهای مصرفی خانوار می باشند.

$$QHN_{c,a} = ihne_{c,h} \cdot QHTE_h \quad (17)$$

قیمت کالاهای غیرانرژی کل  $PHTN_h$  نشان دهنده هزینه کالای غیرانرژی خاص برای هر واحد از کل کالاهای غیرانرژی می باشد که  $ihne_{c,h}$  مقدار مصرف کالای غیرانرژی برای هر واحد مصرف کل کالاهای غیرانرژی می باشد.

$$PHTN_h = \sum_{c \in C} PQ_c \cdot ihne_{c,h} \quad (18)$$

برای ارتباط دادن مصرف حامل های انرژی با انتشار آلاینده های هوا در مدل، بدین صورت عمل شده است که ابتدا با توجه به ماتریس حسابداری اجتماعی استفاده شده در مدل، میزان مصرف واسطه هر یک از حامل ها توسط فعالیت ها در نظر گرفته می شود. در مرحله بعد با توجه به میزان انتشار آلاینده های هوا، از مصرف حامل های انرژی در بخشهای مختلف با توجه به ترازنامه انرژی، میزان آلاینده منتشر شده (تن) در فعالیت مورد نظر را با میزان مصرف واسطه حامل خاص در آن فعالیت (میلیارد ریال) ارتباط داده تا ضرایب انتشار هر فعالیت به این صورت که به ازای مصرف هر میلیارد ریال از حامل خاص چند تن از آلاینده مورد نظر منتشر می شود به دست آید (مقیمی، ۱۳۹۰).



این آمارها بر اساس ضرایب انتشار کلی به دست آمده برای هر بخش و همچنین ارزش افزوده هر فعالیت و مقدار مصرف حامل های انرژی در آنها، به زیربخش های آن تعمیم داده شده و در واقع، آمارهای کلی به صورت تفکیک شده درآمده اند (اخباری، ۱۳۸۰).

به این نکته باید توجه کرد که ضرایب انتشار برای یک حامل خاص در فعالیت های مختلف و همچنین حامل های مختلف در فعالیتی خاص، متفاوت می باشند. برای فعالیت هایی مثل معدن و پالایشگاه که آمار انتشار آلاینده های آنها در ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۵ موجود نمی باشد، به ترتیب، ضرایب انتشار فعالیت صنعت و سال بعد اعمال شده است (ذاکری، ۱۳۹۳).

همچنین در ترازنامه انرژی میزان مصرف بنزین خانوار در بخش حمل و نقل در نظر گرفته شده، که در بخش خانگی و تجاری نیامده است. برای محاسبه ضریب این بخش، میزان انتشار آلاینده ها در فعالیت حمل و نقل جاده ای در ترازنامه انرژی را با مصرف واسطه بنزین در فعالیت حمل و نقل جاده ای به اضافه مصرف بنزین خانوارهای شهری و روستایی و فعالیت های خدمات و بازرگانی ارتباط داده و ضرایب به دست آمده به عنوان ضریب انتشار برای بخشهای خانوار در نظر گرفته شد. معادله زیر نحوه محاسبه میزان انتشار آلاینده را نشان می دهد که در آن،  $ef_{c,a}$  ضریب انتشار حامل در بخش  $c$  و  $ef_{c,h}$  ضریب انتشار حامل در نهاد  $h$  می باشد.

$$MZ_i = \sum_{a \in en} \sum_{c \in en} QENE_{c,a} \cdot ef_{c,a} + \sum_h \sum_{c \in en} QHE_{c,h} \cdot ef_{c,h} \quad (19)$$

برای وارد کردن هزینه تخریب هم با توجه به ترازنامه انرژی، انتشار هر تن از آلاینده های مختلف، دارای یک هزینه تخریب متناسب می باشد که مقدار این ضریب برای هر آلاینده از تقسیم هزینه تخریب آن آلاینده بر میزان انتشارش به دست آمد؛ به این صورت که به ازای انتشار هر تن از آلاینده خاص، چند میلیارد ریال هزینه ایجاد می شود. معادله زیر نحوه محاسبه هزینه تخریب آلاینده را نشان می دهد که در آن،  $k_i$  هزینه تخریب آلاینده  $i$  می باشد.

$$CD_i = k_i \cdot MZ_i \quad (20)$$

## ۵. بحث و تحلیل نتایج

پس از اینکه معادلات مرتبط با مدل مورد نظر طراحی و مدل به طور بهینه حل شد، می توان سناریوهای مورد نظر را اعمال نمود. در این مرحله، با تغییر یک پارامتر یا متغیر برونزا، نتایج تعادل جدید با تعادل اولیه مقایسه می شود که به این نوع تحلیل، ایستای مقایسه ای می گویند.

همانطور که عنوان شد، یکی از راه های جلوگیری از انتشار آلاینده های هوا، استفاده از مالیات می باشد. از آنجا که در ایران، مالیاتی تحت عنوان مالیات بر انتشار آلاینده های هوا وجود ندارد، لذا

یکی از راه‌های جایگزین برای کاهش انتشار آلاینده‌های هوا، وضع مالیات بر مصرف حامل‌های انرژی است که عامل اصلی انتشار آلاینده‌های هوا می‌باشد. این بخش همان‌طور که در جدول ۲ آمده است، با طراحی یک سناریو برای افزایش قیمت حامل‌های انرژی به قیمت فوب خلیج فارس به دنبال مشاهده اثرات این تغییر بر انتشار آلاینده‌های هوا و هزینه تخریب آنها می‌باشد. محاسبات و مدل‌سازی تحقیق در بسته نرم‌افزاری ... انجام شده است.

جدول ۲. قیمت حامل‌های انرژی در سناریوهای مختلف (ریال).

| سناریو پایه | قیمت فوب خلیج فارس |                       |
|-------------|--------------------|-----------------------|
| ۱۰۰۰۰       | ۱۷۰۰۰              | بنزین (لیتر)          |
| ۳۰۰۰        | ۱۶۰۰۰              | گازوییل (لیتر)        |
| ۳۰۰۰        | ۱۵۰۰۰              | نفت کوره (لیتر)       |
| ۲۰۰۰        | ۱۵۰۰۰              | نفت سفید (لیتر)       |
| ۱۰۰۰        | ۳۰۰۰               | گاز طبیعی (مترمکعب)   |
| ۲۳۰۰        | ۹۰۰۰               | گاز مایع (مترمکعب)    |
| ۹۷۰         | ۱۹۰۰               | برق<br>(کیلووات ساعت) |

مأخذ: ... ..

البته در مورد قیمت برق، با توجه به پلکانی بودن آن، میانگین قیمت در نظر گرفته شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، با وجود اصلاح قیمت‌های انرژی در طی سال‌های گذشته، همچنان این قیمت‌ها با فوب خلیج فارس فاصله زیادی دارند.

با افزایش قیمت حامل‌های انرژی، مصرف آنها در فعالیت‌های مختلف با شدت متفاوتی کاهش می‌یابد که به نظر می‌رسد، به دلایل زیر باشد: دلیل اول، اینکه هرچه قیمت یک حامل بیشتر افزایش یابد، تقاضا برای آن بیشتر کاهش می‌یابد؛ درصد این کاهش در فعالیت‌های مختلف به میزان مصرف آن حامل در آن فعالیت خاص و میزان ارتباط آن فعالیت با فعالیت‌هایی که وابستگی بیشتری به مصرف آن حامل دارند، بستگی دارد.

برای مثال، نفت سفید چون بیشترین افزایش قیمت را داشته است، لذا بیشترین میزان کاهش نسبی در مصرف حامل‌ها برای این حامل می‌باشد؛ از طرفی هم چون خانوارهای روستایی، بیشترین

مصرف از این حامل را دارند، لذا بیشترین کاهش در مصرف نفت سفید، متعلق به خانوارهای روستایی می باشد<sup>۱</sup>.

دلیل دوم، می تواند میزان کاهش سطح فعالیت باشد. بخشهای انرژی بر با افزایش قیمت حامل ها، بسته به میزان وابستگی شان، با کاهش در میزان تولید کل مواجه خواهند شد که این امر متقابلاً از طریق ارتباطات بین بخشی سبب کاهش تولید کل و مصرف انرژی می شود؛ به این صورت که انتظار داریم فعالیت هایی که ارتباط بیشتری با بخشهای انرژی بر دارند، کاهش بیشتری در تولید کل و مصرف انرژی را داشته باشند.

برای مثال، فعالیت های برق، نفت سفید، حمل و نقل دریایی و هوایی، به علت ارتباطات بالا با بخشهای انرژی بر و نیز مصرف بالای خودشان از حامل های انرژی، شاهد بیشترین کاهش در تولید کل بوده اند و فعالیت های استخراج نفت و گاز، آب و ساختمان، و زراعت و باغداری هم به ترتیب، کمترین میزان کاهش در تولید کل را تجربه می کنند.

با کاهش مصرف حامل های انرژی، از آنجا که انتشار آلاینده ها با مصرف حامل های انرژی رابطه مستقیمی دارد، لذا انتظار داریم که انتشار آلاینده ها نیز کاهش یابد؛ اما به دلیل آنکه مصرف هر یک از حامل ها در فعالیت های مختلف دارای ضرایب انتشار متفاوتی می باشد و از طرفی، قیمت حامل های انرژی هم به صورت نامتوازن تغییر می کند، لذا همین مساله سبب می شود تا نتیجه گیری در مورد اثرات نهایی تغییرات، مقداری پیچیده شود.

همان طور که گفته شد، درصد تغییر در میزان انتشار آلاینده ها در فعالیت های مختلف، از برابری تغییرات مصرف حامل ها در آن فعالیت ها به دست می آید. هر چه در یک فعالیت، از حاملی که یک آلاینده خاص را ایجاد می کند بیشتر استفاده شود، انتظار می رود که میزان انتشار آن آلاینده در آن فعالیت بالاتر باشد. برای مثال پس از اعمال سناریوی شماره یک، فعالیت های برق حمل و نقل دریایی، بیشترین کاهش را در انتشار گاز ... داشته اند.

علت این امر را می توان در آن دانست که فعالیت برق، یکی از مصرف کنندگان عمده نفت گاز می باشد؛ از طرف دیگر، این فعالیت پس از تغییر قیمت ها، کاهش محسوسی را در مصرف نفت گاز داشته است، لذا مقدار انتشار گاز ... در این فعالیت، کاهش بالایی را تجربه کرده است. همچنین پس از فعالیت برق، فعالیت های حمل و نقل دریایی و زراعت، بیشترین درصد کاهش در گاز ... را داشته اند.

۱ به دلیل محدودیت صفحات مقاله، نتایج تغییر در مصرف حاملهای انرژی و تغییر در انتشار آلاینده های هوا ارائه نشده است اما در صورت درخواست خوانندگان در اختیار آنها قرار خواهد گرفت.

البته قابل ذکر است که این اعداد تغییر نسبی را نشان می دهند و از آنجا که دو فعالیت حمل و نقل جاده ای و برق به دلیل مصرف بالای حامل های انرژی، دارای بیشترین میزان انتشار آلاینده های هوا می باشند، لذا کاهش هر چند اندک در میزان انتشار آلاینده های آنها، اثر مطلق به مراتب بیشتری نسبت به سایر فعالیت ها خواهد داشت.

از آنجا که انتشار هر یک از آلاینده های هوا دارای هزینه های تخریب متفاوتی می باشد، لذا تغییرات انتشار آلاینده ها بر این هزینه ها هم تأثیر خواهد داشت که با توجه به جدول ۳ می توان این تغییرات را مشاهده کرد. بر اساس آمار تراز نامه انرژی سال ۱۳۸۵ بیشترین میزان هزینه تخریب برای انتشار هر تن از آلاینده های هوا به ترتیب، برای گازهای ... .. و ... .. می باشد. لذا می توان انتظار داشت که فعالیت هایی که بیشترین کاهش مطلق را در مصرف گازهای پرهزینه تر داشته باشند، با کاهش هزینه تخریب بیشتری مواجه شوند.

همان طور که ملاحظه می شود، فعالیت حمل و نقل جاده ای با ۲۲، خانوار شهری با ۱۶ و فعالیت برق با ۸ هزار میلیارد ریال هزینه تخریب، بخشهای پر هزینه تری نسبت به بقیه فعالیت ها می باشند. بخش خانوار روستایی و فعالیت های سایر صنایع، سیمان، زراعت و باغداری، آب و ساختمان و حمل و نقل ریلی هم از دیگر بخشهای با هزینه تخریب بالا می باشند.

پس از اعمال سناریوی افزایش قیمت حاملهای انرژی، فعالیت های برق با ۳۶ درصد، فعالیت حمل و نقل دریایی با ۳۴،۸ درصد و فعالیت نفت سفید با ۳۴،۴ درصد کاهش در هزینه تخریب، بیشترین میزان کاهش نسبی را تجربه کرده اند. همچنین به صورت مطلق، فعالیت حمل و نقل جاده ای با ۶، فعالیت برق با ۳ و خانوار شهری با ۲ هزار میلیارد ریال کاهش در هزینه تخریب، به ترتیب، بیشترین کاهش را نسبت به سناریوی پایه تجربه کرده اند.

کل کاهش در هزینه تخریب در نتیجه اجرای سناریوی افزایش قیمت حامل های انرژی، حدود ۱۶ هزار میلیارد ریال بوده که رقم قابل توجهی می باشد. میزان هزینه تخریب در سال ۱۳۸۵ بیش از ۶۷ هزار میلیارد ریال بوده که این هزینه تقریباً معادل ۱۲،۷۸ درصد ... .. سال ۱۳۸۵ به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (۵۲۴ هزار میلیارد ریال)<sup>۱</sup> می باشد. حال با اعمال سناریوی فوق، این هزینه ۲۳ درصد کاهش یافته و به حدود ۱۰ درصد ... .. رسیده است.

۱ آمار ... بر اساس حسابهای ملی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران می باشد.

جدول ۳. میزان هزینه تخریب آلاینده های هوا در فعالیت ها (میلیارد ریال)

| فعالیت            | هزینه تخریب | پایه .  | سناریوی اول |
|-------------------|-------------|---------|-------------|
| سایر کشاورزی      | ۸۶۱٫۹       | ۵۲۹     |             |
| زراعت             | ۳۲۰۱٫۵      | ۱۳۵۵٫۵  |             |
| سایر صنایع        | ۲۵۷۶٫۴      | ۱۶۱۳٫۲  |             |
| فولاد             | ۵۳۷٫۲       | ۳۵۵٫۱   |             |
| سیمان             | ۱۲۲۸٫۹      | ۶۱۰٫۷   |             |
| آجر               | ۱۰۲۴٫۷      | ۶۷۹٫۶   |             |
| مواد شیمیایی      | ۱۱۱         | ۶۱٫۴    |             |
| معادن             | ۲۸۱٫۸       | ۱۷۲٫۹   |             |
| خدمات حمل و نقل   | ۷۷۹٫۱       | ۴۵۸٫۳   |             |
| حمل و نقل ریلی    | ۳۲۲٫۹       | ۱۸۶٫۶   |             |
| حمل و نقل جاده ای | ۲۲۲۵۱٫۹     | ۱۳۸۸۵٫۹ |             |
| حمل و نقل هوایی   | ۱۵          | -۰٫۹    |             |
| حمل و نقل دریایی  | ۷۵۷٫۸       | ۳۰۴٫۵   |             |
| سایر خدمات        | ۱۷۵۴٫۲      | ۱۱۹۰٫۵  |             |
| خدمات بازرگانی    | ۱۷۸۸٫۵      | ۱۱۴۳٫۳  |             |
| آب و ساختمان      | ۳۱۱۵٫۴      | ۱۲۲۵٫۱  |             |
| استخراج نفت و گاز | ۵۷۲٫۳       | ۳۸٫۹    |             |
| گاز طبیعی         | ۴۳۷٫۹       | ۲۷۶٫۴   |             |
| برق               | ۸۱۴۴٫۴      | ۳۵۶۷٫۸  |             |
| بنزین             | ۳۱٫۵        | ۱۵٫۸    |             |
| نفت سفید          | ۳٫۸         | ۲       |             |
| گازوئیل           | ۹۵          | ۵       |             |
| نفت کوره و سیاه   | ۱۶٫۸        | ۱۰٫۶    |             |
| گاز مایع          | ۱۶٫۵        | ۹٫۶     |             |
| خانوار شهری       | ۱۶۶۸۹       | ۱۱۵۴۳٫۵ |             |
| خانوار روستایی    | ۳۲۳۸٫۸      | ۲۲۴۹٫۹  |             |
| جمع کل            | ۶۷۲۴۱٫۴     | ۴۱۴۹۳٫۵ |             |

مأخذ: محاسبات تحقیق

## ۶. تحلیل حساسیت

از آنجا که میزان کشش جانشینی بین نهاده ها هنگام تغییر قیمت، بر عملکرد فعالیت ها در واکنش به این تغییرات مؤثر می باشد و هر چه کشش جانشینی بالاتر باشد، قدرت تولیدکننده یا مصرف کننده برای استفاده از کالای ارزان تر بیشتر می شود، لذا در مدل استفاده شده در این تحقیق، ابتدا یک کشش جانشینی پایه با توجه به قابلیت فنی بین نهاده ها و همچنین استفاده از مطالعات پیشین در این زمینه، انتخاب شده تا نتایج اولیه به دست آید<sup>۱</sup>. سپس با تغییر میزان کشش ها، محدوده تغییرات متغیرهای مورد نظر را به دست آورده تا حساسیت مدل به این پارامترها مشخص شود. در نتیجه تغییر کشش جانشینی در لایه های مختلف تولید، مشخص شد که میزان کشش جانشینی بین نهاده

۱. مقادیر این کشش ها از مطالعات منظور و حقیقی (۱۳۹۰) و مقیمی و همکاران (۱۳۹۰) اتخاذ شده اند.

انرژی کل و ارزش افزوده، بیشترین تأثیر را بر مصرف انرژی فعالیت‌ها داشته و برای خانوارها هم میزان کشش جانشینی بین کالاهای انرژی و غیر انرژی تأثیر بسزایی در نتایج پایانی خواهد گذاشت. از آنجا که در کوتاه مدت با تغییر قیمت حامل‌های انرژی، امکان تغییر فناوری تولید و جانشینی بالا بین حامل‌ها وجود ندارد. برای این منظور، کشش‌های جانشینی برای انرژی تا حد ممکن پایین انتخاب شده‌اند. در نتایج ارائه شده در سناریوها، میزان کشش جانشینی بین نهاده انرژی کل و ارزش افزوده ۰,۲ در نظر گرفته شده است. حال با تغییر این کشش، شاهد تغییراتی در نتایج خواهیم بود که با توجه به آنها می‌توان، هم به درجه پایداری مدل پی برد و هم، یک فاصله اطمینان برای نتایج شبیه‌سازی به دست آورد ( ... .. .).

نتایج تغییر کشش نشان می‌دهد که با افزایش میزان کشش جانشینی بین نهاده انرژی کل و ارزش افزوده، چون قیمت نهادهای کار و سرمایه به طور نسبی ارزانتر از انرژی تمام می‌شود، لذا میزان مصرف حامل‌ها به میزان بیشتری نسبت به سناریوی پایه کاهش می‌یابند و از آنجا که نتایج حاصله با تغییر کشش، تغییر علامت نمی‌دهند، لذا نشان از پایداری نتایج مدل می‌باشد<sup>۱</sup>.

#### ۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این تحقیق با استفاده از یک مدل تعادل عمومی محاسبه پذیر، به بررسی تأثیر افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر هزینه تخریب آلاینده‌های هوا در ایران پرداخته شده است. لذا ابتدا به اهمیت بررسی مسائل انرژی و هزینه‌های اثرات زیست محیطی آن بر بخشهای مختلف اقتصاد پرداخته شد. سپس آمار بالای مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌های هوای ناشی از آن در ایران بیان شد و با دیگر کشورهای جهان مقایسه گردید تا جایگاه ایران در این زمینه در بین کشورهای جهان مشخص شود. از آنجا که هزینه‌های ناشی از انتشار آلاینده‌های هوا به صورت رسمی در اقتصاد محاسبه نمی‌شوند، لذا جزو آثار جانبی به حساب می‌آیند. بدین سبب به جهت درونی کردن این آثار جانبی، لازم است که ارزش آنها تعیین شود تا با سیاستگذاری بتوان این هزینه‌ها را کاهش داد. لذا پس از بیان مبانی نظری آثار جانبی و ارزشگذاری محیط زیست، مالیات‌های زیست محیطی به عنوان ابزاری برای کاهش این هزینه‌ها مطرح شد. در ادامه، به تشریح روش تعادل عمومی محاسبه پذیر به عنوان یکی از ابزارهای مورد استفاده در جهان برای سیاستگذاری انرژی و محیط زیست پرداخته شد و پس از معرفی معادلات ریاضی مدل، یک سناریو برای افزایش قیمت حامل‌های انرژی به قیمت فوب خلیج فارس به عنوان یک مالیات غیرمستقیم زیست محیطی تدوین شد.

۱ به دلیل محدودیت صفحات مقاله، این نتایج ارائه نشده است اما در صورت درخواست خوانندگان در اختیار آنها قرار خواهد گرفت. .

از آنجا که در این تحقیق از یک مدل تعادل عمومی محاسبه پذیر استفاده شده و این مدل‌ها قابلیت در نظر گرفتن آثار مقیاس و جانشینی بین نهاده‌های مختلف در تولید را دارند، لذا هنگام اجرای سناریوها، این جانشینی در نظر گرفته شده تا نتایج قابل اطمینان‌تری به دست آید. همچنین این قابلیت، سبب می‌شود تا نتایج نهایی انتشار آلاینده‌ها واقعی‌تر باشند. از طرف دیگر، با در نظر گرفتن روابط بین بخشی فعالیت‌ها، کاهش تولید و مصرف انرژی آنها به دست آمد.

نتایج نشان می‌دهند که با اعمال سناریو، مصرف حامل‌های انرژی در فعالیت‌های برق، و نفت سفید بیشترین درصد کاهش را دارند که به نظر می‌رسد به علت انرژی‌بری بالای این فعالیت‌ها و نیز ارتباطات گسترده با فعالیت‌های انرژی بر باشد. همچنین فعالیت‌های حمل و نقل دریایی و برق معمولاً بیشترین درصد کاهش در انتشار آلاینده‌ها را داشته‌اند. نتایج اعمال سناریوها نشان می‌دهند که فعالیت‌های حمل و نقل دریایی، برق و نفت سفید، بیشترین درصد کاهش در هزینه‌های تخریب را تجربه می‌کنند. فعالیت حمل و نقل جاده‌ای با ۶، فعالیت برق با ۳ و خانوار شهری با ۲ هزار میلیارد ریال کاهش در هزینه تخریب، به ترتیب، بیشترین کاهش را نسبت به سناریوی پایه تجربه کرده‌اند.

کل کاهش در هزینه تخریب در نتیجه اجرای سناریوی افزایش قیمت حامل‌های انرژی، حدود ۱۶ هزار میلیارد ریال بوده که میزان قابل توجهی می‌باشد. میزان هزینه تخریب در سال ۱۳۸۵ بیش از ۶۷ هزار میلیارد ریال بوده که این هزینه تقریباً معادل ۱۲،۸۷ درصد . . . سال ۱۳۸۵ به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ (۵۲۴ هزار میلیارد ریال) می‌باشد. حال با اعمال سناریوی افزایش قیمت حامل‌های انرژی، این هزینه ۲۳ درصد کاهش یافته و به حدود ۱۰ درصد . . . رسیده است.

با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق، پیشنهاد می‌شود که سیاستگذاران حوزه انرژی و محیط زیست برای کاهش هزینه‌های تخریب ناشی از انتشار آلاینده‌ها، قیمت حامل‌هایی که سبب انتشار آلاینده‌های هوا با هزینه تخریب بالا می‌شوند (مانند نفت کوره و گازوییل) را بیشتر از بقیه حامل‌ها افزایش دهند و همچنین برای اثربخشی بیشتر این سیاست، این افزایش قیمت را در فعالیت‌هایی که مقدار آلاینده‌زایی مطلق بالایی دارند، مانند فعالیت‌های حمل و نقل جاده‌ای و برق، تا اندازه ممکن، بیش از بقیه اعمال کنند؛ زیرا این اقدام به احتمال زیاد سبب رو آوردن این فعالیت‌ها به جایگزینی سوخت‌های دیگر می‌شود که با توجه به هدف اولیه اعمال سیاست، سبب انتشار آلاینده‌های کم‌هزینه‌تر می‌گردد. از طرف دیگر، از آنجا که با افزایش قیمت حامل‌های انرژی، میزان تولید فعالیت‌ها کاهش می‌یابد، توصیه می‌شود که دولت با وجوه درآمدی حاصل از افزایش قیمت حامل‌ها، در انرژی‌های پاک و افزایش بهره‌وری انرژی، سرمایه‌گذاری کند تا ضمن کاهش مصرف انرژی، کاهش تولید قبلی را هم جبران نماید.

### منابع و مأخذ

- آسیایی، محمد؛ خیابانی، ن. و موسوی، ب. (۱۳۹۱). بررسی اثرات زیست محیطی حذف یارانه حامل های انرژی در بخش صنعت؛ *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی*، شماره ۴، سال اول. اخباری، محمد (۱۳۸۱). محاسبه آلاینده زایی مصارف نهایی خانوارها با استفاده از تحلیل جدول داده-ستانده زیست محیطی سال ۱۳۷۸؛ دومین همایش کاربرد تکنیک های داده-ستانده، تهران. اسدی، مرتضی (۱۳۸۷). هزینه خسارات آلودگی هوا و ضرورت اجرای مالیات سبز؛ *فصلنامه تخصصی مالیات*، شماره سوم، ۱۹۹-۳۴۵.
- پوراصغر سنگاچین، فرزاد (۱۳۸۹). مقایسه تحلیلی ابزارهای اقتصادی برای حفاظت از محیط زیست و پیشنهادهایی برای عملیاتی کردن آنها در برنامه توسعه کشور؛ *محیط زیست و توسعه*، سال اول، شماره ۱، ۷۳-۹۰.
- حسن زاده، محمد (۱۳۸۹). تجزیه و تحلیل آثار بحران مالی جهانی بر رفاه خانوارها در دهکهای درآمدی مختلف، رساله دکتری علوم اقتصادی، دانشگاه تربیت مدرس.
- حسینی نسب، ابراهیم و حاضری نیری، هاتف (۱۳۹۱) تحلیل تعادل عمومی محاسبه پذیر اثر اصلاح یارانه حاملهای انرژی بر تورم و تولید ناخالص داخلی؛ *فصلنامه پژوهشهای رشد و توسعه اقتصادی*، سال دوم، شماره ۷.
- خوشکلام خسروشاهی، موسی (۱۳۹۳). بهنگام سازی جدول داده-ستانده، ماتریس حسابداری اجتماعی و طراحی الگو و کاربردهای آن در سیاستگذاری اقتصادی-اجتماعی، آشنایی با مدل های تعادل عمومی قابل محاسبه و بررسی مقایسه ای با سایر مدلها. تهران: مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی.
- خیابانی، ناصر (۱۳۸۷) یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی افزایش قیمت تمامی حاملهای انرژی در ایران؛ *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال پنجم، شماره ۱.
- دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی کشور، ترازنامه انرژی سالهای ۹۱-۱۳۸۵، وزارت نیرو.
- دفتر مطالعات اقتصادی (۱۳۹۱). بهنگام سازی جدول داده-ستانده، ماتریس حسابداری اجتماعی و طراحی الگوی . . . و کاربردهای آن در سیاستگذاری اقتصادی-اجتماعی، پایه های آماری ماتریس حسابداری اجتماعی ۱۳۸۵؛ مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی.
- ذاکری، زهرا (۱۳۹۳). ضرورت توجه به محیط زیست در قانون هدفمندی یارانه ها: بررسی میزان انتشار مستقیم و غیر مستقیم . . .؛ مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی. .



- شیعه بیگی، اندیشه؛ عباسپور، مجید؛ سلطانیه، محمد؛ حسین زاده لطفی، فرهاد و عابدی زهرا (۱۳۹۳). ارزیابی تغییر اقلیم و پیش بینی اثر آن بر عملکرد و مصرف سوخت نیروگاه های حرارتی ایران در دهه آینده؛ *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره ۱۶، شماره ۶۱.
- طاهری، احسان (۱۳۹۴). ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر اقتصاد ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه ( . . . )؛ پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه تربیت مدرس.
- طیب نیا علی و فولادی معصومه (۱۳۸۸). بررسی آثار افزایش قیمت های جهانی بر سطح قیمت های داخلی، تراز تجاری و نرخ ارز، با استفاده از یک مدل تعادل عمومی محاسبه ای؛ *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۸۹: ۱۸۴-۱۵۷.
- طیبی، سید کمیل و مصری نژاد، شیرین (۱۳۸۵). روش شناسی مدل تعادل عمومی قابل محاسبه ( . . . )، تئوری و کاربرد؛ *فصلنامه اقتصاد مقداری*، سال سوم، شماره ۱.
- عتابی، فریده؛ کرباسی، عبدالرضا و والیزاده معجزی، فرناز (۱۳۸۶). بررسی تأثیر یارانه انرژی بر انتشار آلاینده های هوا در بخش حمل و نقل در ایران؛ *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره نهم، شماره ۳.
- علی پور، علیرضا؛ موسوی، سیدحبیب اله و خلیلیان، صادق (۱۳۹۳). ارزیابی هزینه انتشار گاز گلخانه ای کربن دی اکسید حاصل از توسعه بخش کشاورزی ایران؛ *مجله اقتصاد کشاورزی*، شماره ۱: ۸۱-۶۳.
- کارگری، نرگس و مستوری رضا (۱۳۹۰). کمی سازی اثرات انتشار گازهای آلاینده و گلخانه ای در چرخه حیات یک نیروگاه چرخه طبیعی؛ *تشریح انرژی ایران*، شماره ۴، دوره ۱۴.
- مبوقی دینان، نغمه و نعیمی فر، افسانه (۱۳۹۰). بررسی تأثیر هزینه های ناشی از آلودگی هوا در تعیین کارآمدترین بخشهای اقتصادی-زیست محیطی در فرایند توسعه صادرات؛ *فصلنامه محیط شناسی*، سال سی و هفتم، شماره ۵۹.
- مقبومی، مریم و همکاران (۱۳۹۰). بررسی آثار رفاهی و زیست محیطی مالیات سبز و کاهش یارانه سوخت در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه؛ *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال نوزدهم، شماره ۷۵.
- منظور، داود و حقیقی، ایمان (۱۳۹۰). آثار اصلاح قیمت های انرژی بر انتشار آلاینده های زیست محیطی در ایران: مدل سازی تعادل عمومی محاسبه پذیر؛ *محیط شناسی*، سال سی و هفتم، شماره ۶۰: ۱۲-۱.

موسوی، میرحسین؛ بزرگر، نرگس و معمارزاده، عباس (۱۳۹۳). برآورد قیمت سایه ای آلاینده های زیست محیطی ناشی از مصرف سوخت های فسیلی در بخش های اقتصادی (مطالعه موردی: استان تهران)؛ علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره شانزدهم، شماره ۴.

هراتی، جواد و همکاران (۱۳۹۳). تجزیه و تحلیل خسارت های رفاهی ناشی از آلودگی های زیست محیطی در ایران (با رویکرد دینامیک سیستم)؛ فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، سال چهاردهم، شماره ۴: ۱۱۳-۱۴۷.

*Resource and Energy Economics*.....

..Assessment of China's

*Energy Policy*.....

..Economic Modelling..


پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
رتال جامع علوم انسانی

.....  
..... *Procedia Environmental Sciences*.....

.....  
.....*Forest Policy and Economics*.....

.....  
.....*Computational Economics*,.....

.....  
.....*Journal of Economic Perspectives*.....



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی