اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر بخش کشاورزی ایران (رویکرد CGE)

احسان طاهری[۱*]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۶ /۲/۱ تاریخ پذیرش:۱۳۹۷/۹/۱۱

چکیده

افزایش مصرف انرژی در بخش کشاورزی بمنظور پاسخگویی به نیاز فزاینده برای غذا، باعث انتشار آلاینده‌های هوا شده که سبب تخریب محیط‌زیست می‌شود و هزینه‌هایی را بر جامعه وارد می‌کند که به آن‌ها هزینه تخریب می‌گویند. یکی از راه‌های کاهش انتشار آلاینده‌های هوا و هزینه تخریب آن‌ها، افزایش قیمت حامل‌های انرژی می‌باشد. از آن‌جا که این سیاست، اثرات اقتصادی را نیز به دنبال دارد، لذا هدف این پژوهش بررسی این اثرات بر بخش کشاورزی ایران با استفاده از یک مدل CGE و بر پایه ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۸۵ می‌باشد. نتایج نشان می‌دهند که با اعمال سناریوی افزایش قیمت حامل‌های انرژی به سطح فوب خلیج فارس، مصرف حامل‌های انرژی، سطح تولید، تقاضای داخلی، اشتغال، صادرات، تقاضای واسطه، تقاضای خانوارهای شهری و روستایی کاهش یافته، ولی قیمت فعالیت، قیمت داخلی و قیمت نهاده سرمایه برای فعالیت‌های کشاورزی و مقدار واردات این محصولات افزایش خواهد یافت. از سوی دیگر، مقدار انتشار آلاینده‌های هوا کم‌تر شده و هزینه تخریب در فعالیت‌های سایر کشاورزی و زراعت و باغداری به ترتیب ۲۵۱,۹ و ۷۴۸ میلیارد ریال (به قیمت ثابت سال ۱۳۸۱) کاهش می‌یابد. در مجموع کل هزینه تخریب در بخش کشاورزی حدود هزار میلیارد ریال کاهش می‌یابد و از ۵ درصد به حدود ۳,۲ درصد ارزش افزوده این بخش می‌رسد.

طبقه‌بندی JEL : C68, Q51, P28, Q11

واژه‌های کلیدی: تعادل عمومی قابل محاسبه، هزینه تخریب آلاینده‌های هوا، حامل‌های انرژی، بخش کشاورزی.

[۱] دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس.

*- نویسنده مسئول : eh.taheri@modares.ac.ir

پیشگفتار

بخش کشاورزی یکی از بخش‌های مصرف کننده انرژی می‌باشد و انرژی به عنوان یک نهاده مصرفی، دارای اهمیت ویژه در این بخش است (نصرنیا و اسماعیلی،۱۳۸۸). امروزه بخش کشاورزی بمنظور پاسخگویی به نیاز روز افزون غذا برای جمعیت روبـه رشـد کره زمین و فراهم کردن مواد غذایی کافی و مناسب، به مقدار زیادی وابسته به مصرف انرژی می‌باشد. سیستم تولیدات کشاورزی در دنیا به دلیل استفاده از مکانیزاسیون، کودها و سموم شیمیایی و بذرهای اصلاح شده به گونه‌ای عمیقی تغییر یافته است و در نتیجـه، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در جریان انرژی مصرفی در بخش کشاورزی ایجاد شده و موجب وابستگی بیش‌تری به انرژی سوخت فسیلی شده است. این تغییر الگوی مصرف انرژی، مشکلاتی از قبیل گرم شدن محیط‌زیست ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی آب و خاک (هاتیرلی[1] و همکاران، ۲۰۰۵) تخریـب و فرسایش خاک، آلودگی محیط زیست، کاهش کیفیت مواد غذایی و خطر مسمومیت آن‌ها و مخارج بالای انرژی را ایجاد کرده، که در نتیجه بازده انرژی را در این سیستم‌ها نسبت به سیستم‌های سنتی کاهش می‌دهد و باعث عدم ثبات و ناپایداری می‌شود.

مسایل گفته شده، ضرورت پرداختن به بررسی و ارزیابی‌های روزآمد در زمینه مسایل مربوط به محیط‌زیست را در حیطه فعالیت‌های بخش کشاورزی آشکار می‌کند. با توجه به منابع طبیعیِ محدود و اثرات سوء ناشی از عدم استفاده نامناسب از منابع گوناگون انرژی بر سـلامتی انسان و محیط زیست و با توجه به کمبودهایی که در رابطه با روش‌های تحلیل برای سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی وجود دارد، ارایه الگوهایی برای بررسی ارتباط بین فعالیت‌های اقتصادی و محیط زیست، امری بسیار مهم و ضروری به نظر می‌رسد (علی پور و همکاران،۱۳۹۳).

متأسفانه، بسیاری از کارکردهای محیط زیست قیمت‌گذاری نشده و این مسئله باعث شده است تا افراد رفتار خوبی با محیط‌زیست نداشته باشند و از راههای گوناگون باعث آلودگی و تخریب آن شوند. بنابراین قیمت‌گذاری کارکردهای محیط‌زیست، گامی مهم بمنظور تعدیل تصمیم‌های اقتصادی و مدنظر قرار دادن محیط‌زیست در سیاست‌های کلان اقتصادی است(تول[2]، ۲۰۰۹). پس از مشخص شدن هزینه‌های انتشار آلاینده‌های هوا، می‌توان آن‌ها را در تصمیم‌گیری‌ها مد نظر قرار داده و برای کاهش آن‌ها اقدام کرد. در ادبیات اقتصادی برای ارتباط دادن اثرات محیط‌زیست بر اقتصاد از یک تابع تحت عنوان تابع خسارت[3] استفاده می‌شود که بر اساس آن تعیین می‌شود که

---

[1]- Hatirli
[2] -Tol
[3] -Damage Function

برای مثال، در اثر انتشار آلاینده‌های هوا و افزایش دمای کره زمین چه مقدار خسارت بر اقتصاد وارد می‌شود یا این‌که با توجه به روش‌های ارزشگذاری محیط‌زیست چه منافعی از بین می‌رود (تول،۲۰۰۲ ؛ دیکسون[1] و همکاران،۲۰۱۳). تابع خسارت استفاده شده در پژوهش، هزینه تخریب آلاینده‌های هوا در بخش کشاورزی می‌باشد که از ترازنامه انرژی استخراج شده است. از آنجا که اثرات منفی انتشار آلاینده‌های هوا بر محیط در حساب‌های رسمی محاسبه نمی‌شوند، با توجه به روش‌های ارزش‌گذاری محیط زیست، برای هر تن انتشار هر یک از آلاینده‌های هوا، بر اساس شدت اثرگذاری‌شان بر محیط، یک هزینه در نظر گرفته شده که به آن هزینه تخریب می‌گویند. به بیان دیگر، هزینه تخریب، مجموع پولی است که بتواند صدمات ناشی از انتشار مواد آلاینده و گازهای گلخانه‌ای را جبران کند. این هزینه می‌تواند معیار مناسبی برای کمّی کردن آثار انتشار آلاینده‌های هوا در محیط‌های اثرپذیر انسانی و طبیعی باشد(ترازنامه انرژی،۱۳۹۱).

همان گونه که گفته شد، برای مصرف نهاده‌ی با اهمیت انرژی، همواره در بخش کشاورزی تمایل بالایی وجود داشته است که مهم‌ترین دلیل رشد مصرف آن در کشور ایران، می‌تواند توزیع یارآن‌های آن باشد. چنین روندی از مصرف، افزون بر استفاده‌ی ناکارا از منابع کمیاب انرژی و داشتن بار مالی بالا برای دولت، موجب تخریب محیط‌زیست نیز خواهد شد (طاهری و موسوی،۱۳۸۹). از آنجا که مصرف بالای حامل‌های انرژی در کشور، از عوامل اصلی انتشار آلاینده‌های هوا می‌باشد، پس طراحی سیاست‌هایی برای کاهش انتشار آلاینده‌ها، باید به کاهش مصرف این حامل‌ها منجر شود(طاهری، ۱۳۹۴).

استفاده از سیاست مالیات بر آلودگی سبب کاهش مصرف حامل‌های با ضریب آلودگی بیش‌تر می‌شود و استفاده از فناوری‌های پاک را ترغیب می‌کند. حال اگر قیمت حامل‌های دارای آلایندگی بیش‌تر، افزایش یابد، گویا سیاست مالیات بر آلودگی وضع شده است و بسته به مقدار جانشینی بین حامل‌ها، بار مصرف آن‌ها بر حامل‌های دارای آلایندگی کم‌تر منتقل شده و لذا مقدار آلودگی کل کاهش خواهد یافت. یعنی همان‌گونه که مالیات بر آلودگی، استفاده از دستگاههای با آلودگی کمتر را تشویق می‌کند، مالیات بر مصرف انرژی هم سبب استفاده از دستگاههای با انرژی‌بری کمتر یا دارای راندمان انرژی بالاتر خواهد گردید که از این راه مقدار مصرف انرژی و در نتیجه انتشار آلاینده‌های هوا را کاهش می‌دهد. لذا، افزایش قیمت حامل‌های انرژی از جمله سیاست‌های رایج در دنیا برای کاهش مصرف حامل‌های انرژی و اثرات زیست محیطی ناشی از آن‌ها می‌باشد که به مالیات زیست‌محیطی غیرمستقیم معروف است (طاهری، ۱۳۹۶). با کاهش یارانه و افزایش قیمت حامل‌های انرژی انتظار می‌رود میزان تقاضای انرژی و انتشار آلاینده‌ها نیز کاهش یابد و با توجه به

[1]- Dixon

اینکه انرژی از نهاده‌های مهم در تولید کشاورزی است لذا تولید از افـزایش قیمت انرژی متأثر خواهد شد(موسوی و همکاران،۱۳۹۱-ب).

اسناد بالادستی شامل سیاست‌های کلی محیط زیست ابلاغی مقام معظم رهبری، در مورد بهینه سازی مصرف انرژی و کاهش شدت انرژی و افزایش سهم انرژی های تجدیدپذیر و هم‌چنین، سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف نیز بر لزوم صرفه جویی مصرف منابع انرژی و مقابله به هدرفت سرمایه های کشور تمرکز دارد. توافقنامه پاریس نیز هم جهت با سیاست های ابلاغی مقام معظم رهبری در حوزه محیط زیست می‌باشد. در این توافق‌نامه شرکت‌کنندگان موظف هستند که به صورت نامشهود ۴ درصد کاهش انتشار داشته باشند و همین گونه مشروط بر کنار رفتن تحریم‌ها و همکاری کشورهای اروپایی و استفاده از فناوری‌های روز ۸ درصد به تعهدات ما اضافه می‌شود. در همین راستا نیز مطابق با قانون هدفمندی یارانه‌ها، دولت میتواند قیمت حامل‌های انرژی را تا ۹۰درصد قیمت فوب خلیج فارس افزایش دهد.

به دلیل نقش بالای این حامل‌ها در اقتصاد کشور و اثرات متقابل آن‌ها بر بخش‌های گوناگون و هم‌چنین، با توجه به امکان جانشینی بین حامل‌های گوناگون و ضرایب انتشار متفاوت آن‌ها در بخش‌های گوناگون، این سوال مطرح می‌شود که اجرای این سیاست چه تاثیری بر مصرف حامل‌های انرژی و تولید بخش کشاورزی دارد و اینکه اثرات نهائی بر انتشار آلاینده‌های هوا و هزینه تخریب آن‌ها در بخش کشاورزی ایران چگونه خواهد بود. برای پاسخ به این سوالات لازم است از روشی استفاده شود که ضمن مدلسازی کل اقتصاد، آثار جانشینی بین نهاده‌های گوناگون و ارتباط متقابل بخش‌ها را نیز در نظر بگیرد. رویکرد تعادل عمومی محاسبه پذیر با دارا بودن ویژگی‌های بالا، کاربرد فراوانی در بررسی سیاست‌های انرژی و محیط‌زیست در جهان دارد (طاهری،۱۳۹۴)، از این‌رو در این تحقیق از این رویکرد استفاده خواهد شود. لذا هدف این پژوهش بررسی اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی افزایش قیمت حامل‌های انرژی (بنزین، نفت گاز، نفت سفید، نفت کوره، گاز طبیعی، گاز مایع و برق)، بر بخش کشاورزی ایران با استفاده از یک مدل CGE می‌باشد.

وضعیت مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌های هوا در بخش کشاورزی

بررسی مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران نشان می دهد که در سال‌های گوناگون، همراه با افزایش تولید و ارزش افزوده، مصرف انواع حامل‌های انرژی شامل انواع فرآورده‌های نفتی و برق افزایش یافته است (شهیدی‌پور،۱۳۹۰). نفت گاز، اصلی‌ترین حامل انرژی در بخش کشاورزی می‌باشد. در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹ مصرف این حامل در این بخش از ۴۱۵۰ به ۴۴۴۰ میلیون

لیتر رسیده، اما پس از اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها، مقدار مصرف آن در سال‌ای ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ به حدود ۳۸۸ میلیون لیتر رسیده است. بنزین و نفت سفید دو حامل پرمصرف دیگر در این بخش هستند و همان گونه که در نمودار یک مشاهده می‌شود، روند مصرف آن‌ها تقریبا مشابه نفت گاز است(ترازنامه انرژی،۱۳۹۱).

مقدار انتشار گاز دی اکسید کرین از بخش کشاورزی ناشی از مصرف حامل‌های انرژی گفته شده، در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹ از ۱۱/۱ میلیون تن به ۱۳/۷ میلیون تن افزایش یافته اما پس از آن، روندی کاهشی به خود گرفته و به ۱۲/۳ و ۱۲/۶ میلیون تن به ترتیب در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ رسیده است. برای سه آلاینده SPM، SO2 و NOX نیز همان گونه که در نمودار دو مشاهده می‌شود، روند انتشار تا سال ۱۳۸۹ افزایشی و پس از آن کاهشی می‌باشد. مقدار انتشار هر یک از دو آلاینده CH4 و SO3 نیز در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۱ به ترتیب ۶۵۰ و ۴۰۰ تن بوده است(ترازنامه انرژی،۱۳۹۱).

همان گونه که گفته شد، انتشار آلاینده‌های هوا، زیآن‌های اقتصادی را به بخش‌های گوناگون وارد می‌کند که این زیآن‌ها تحت عنوان هزینه تخریب برای هر آلاینده بر اساس مقدار تاثیرگذاری آن در نظر گرفته می‌شود که بیش‌ترین مقدار هزینه تخریب برای انتشار هر تن آلاینده هوا به ترتیب برای آلاینده‌های SPM ، SO2، NOX، CO، CH و CO2 می‌باشد. مقدار کل این هزینه در بخش کشاورزی، طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹ از ۳ به ۳,۶ هزار میلیارد ریال (به قیمت ثابت سال ۱۳۸۱) افزایش یافته اما در سال ۱۳۹۰ به ۳,۱ هزار میلیارد ریال کاهش یافته است. با توجه به اینکه ارزش افزوده بخش کشاورزی در سال ۱۳۹۰ حدود ۷۰ هزار میلیارد ریال (به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶) بوده است(ترازنامه انرژی،۱۳۹۱)، لذا هزینه تخریب این سال، تقریبا ۴ درصد از ارزش افزوده این بخش را شامل می‌شود که رقم اندکی نمی‌باشد.

مرور ادبیات

با افزایش مصرف انرژی و روشن شدن ابعاد خطرات انتشار آلاینده‌های هوا، شامل گرم شدن زمین و آلودگی هوا و آثار آن بر اقتصاد، به‌تدریج مطالعاتی گسترده برای تعیین آثار و برآوردهای اقتصادی آن‌ها بر محیط‌زیست و شهروندان در بسیاری از کشورها شروع شد، تا به‌واسطه آن‌ها بتوان سیاست‌ها و ابزارهای مناسبی را برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌ها اتخاذ کرد. با توجه به نقش بالای انرژی و سایر نهاده‌های تولید در بخش کشاورزی و یارانه‌های پرداختی به آن‌ها و تاثیر آن بر مصرف انرژی، سطح تولید و انتشار آلاینده‌های هوا در این بخش،

پژوهش‌های متعددی در این زمینه انجام شده است که می‌توان آن‌ها را از راههای زیر دسته‌بندی کرد.

گروهی از این مطالعات به بررسی سناریوهای گوناگونی برای وضع مالیات یا کاهش یارانه بر تولید یا نهاده‌های تولید از قبیل انرژی در بخش کشاورزی پرداخته‌اند (ردی و دشپاند[1]،۱۹۹۲؛ لافگرین و السید[2]، ۲۰۰۱؛ طاهری و موسوی،۱۳۸۹؛ رحمانی و همکاران،۱۳۹۰؛ علیجانی و همکاران،۱۳۹۱؛ موسوی و همکاران،۱۳۹۱-الف؛ موسوی و همکاران،۱۳۹۱-ب)، اما گروهی دیگر از مطالعات به بررسی سیاست کاهش یارانه انرژی در تمام بخش‌های کشور پرداخته و نتایج آن را برای زیربخش‌های گوناگون بخش کشاورزی را نیز ارائه کرده‌اند(جنسن و تار[3]، ۲۰۰۲؛ کرکلا[4]، ۲۰۰۴؛ منظور و همکاران، ۱۳۸۹؛ نعمت‌اللهی و همکاران،۱۳۹۱؛ اسکندری و همکاران، ۱۳۹۶، رحیمی نیا و همکاران،۱۳۹۴).

نتایج این مطالعات نشان داد که نهاده‌های تولید تاثیر معناداری بر تولید بخش کشاورزی داشته‌اند و افزایش قیمت آن‌ها از طریق افزایش هزینه تولید، عموما سبب کاهش متغیرهای تولید، مصرف انرژی، اشتغال و صادرات شده و باعث افزایش واردات می‌شود؛ البته، بایستی توجه داشت که بنا به مدل و فروض مورد استفاده در این مقالات، نتایج بدست آمده در آن‌ها تا حدودی در برخی موارد با یکدیگر متفاوت می‌باشد، اما کلیت نتایج آن‌ها تضادی با هم ندارند. از سوی دیگر، به دلیل کشش پایین محصولات در این بخش و کاهش درآمد حقیقی خانوارها، رفاه خانوارها نیز کاهش می‌یابد. این امر باعث شده است که برای برخی از محصولات کشاورزی، تقاضای واردات نیز کم‌تر از قبل شود. لذا، حمایت از تولیدکنندگان با استفاده از تسهیلات اعتباری و یافتن فناوری جایگزین جهت کاهش هزینه تولید و کاهش قیمت، مهم‌ترین پیشنهادهای این مطالعات بودند. در واقع اثر افزایش قیمت انرژی در کوتاه‌مدت، کاهش تولید و اشتغال است (صندوق بین‌المللی پول[5]،۲۰۰۰). هر چند تغییرات تکنولوژی در بلندمدت ممکن است تا ۱۵ سال به طول انجامد (یورگ و همکاران[6]، ۲۰۰۶).

طیفی دیگر از مطالعات نیز به بررسی اثرات زیست‌محیطی ناشی از انتشار آلاینده‌های هوا در نتیجه مصرف نهاده‌های گوناگون تولید در بخش کشاورزی پرداخته‌اند که خود شامل چند دسته

[1]- Ready and Deshpande
[2]- Lofgren and El-Said
[3] -Jensen and Tarr
[4] -Kerkelä
[5] - IMF
[6]- Urge

می‌شوند. برخی از آن‌ها مانند پرتی و همکاران (۲۰۰۰)، تگدیمیر و دافی[1] (۲۰۰۴)، علیپور و همکاران (۱۳۹۳)، شرزه‌ای و ماجد (۱۳۹۳) هزینه آلودگی‌ها در این بخش را به صورت کمی بیان کرده‌اند. نتایج مطالعات داخلی نشان داد که با انتشار کربن دی اکسید از بخش کشاورزی ایران، سالانه به طور میانگین به مقدار ۱۷۴۴ میلیارد ریال هزینه ایجاد می‌شود و هم‌چنین، به ازای هر دلار ارزش افزوده در بخش کشاورزی، مقدار مصرف کود، نیترات و سم در بخش کشاورزی ایران بیش‌تر از مقدار مصرف شده در کشورهای صنعتی و پیشرفته است. برخی مطالعات مانند مطالعه موسوی (۱۳۹۴) به بررسی عوامل موثر بر شدت مصرف انرژی و انتشارکربن در بخش کشاورزی پرداخته‌اند که نتایج آن نشان دادند تولید ناخالص داخلی سرانه و نیروی کار سرانه باعث کاهش شدت استفاده از انرژی در بخش کشاورزی می‌شوند. مقالات دیگری مانند مقیمی و همکاران (۱۳۹۰)، مقدسی و طاهری،۱۳۹۱، آماده و همکاران (۱۳۹۳) و موسوی و همکاران (۱۳۹۳) نیز به بررسی تغییر در انتشار آلاینده‌های هوا پس از کاهش یارانه‌های حامل‌های انرژی و کودهای شیمیایی پرداخته‌اند که نتایج آن‌ها نیز حاکی از کاهش انتشار آلاینده‌ها پس از اعمال سناریوهای پژوهش است.

با توجه به ادبیات موجود و آمارهای بیان شده، با افزایش قیمت حامل‌های انرژی، انتظار کاهش مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها در بخش کشاورزی را خواهیم داشت و لذا، می‌توان به موثر بودن این سیاست پی برد. حال از آنجا که انرژی یک نهاده ضروری در بخش کشاورزی می‌باشد، این سوال مطرح می‌شود که افزایش بیش‌تر قیمت حامل‌های انرژی، چه اثراتی بر تولید و مصرف حامل‌های انرژی در این بخش خواهد داشت و هم‌چنین اثرات زیست‌محیطی آن به چه ترتیبی خواهد بود. تا جایی که نویسنده اطلاع دارد، پیامدهای زیست محیطی انتشار آلاینده‌های هوا ناشی از مصرف حامل‌های انرژی، بصورت خاص برای بخش کشاورزی، در مطالعات داخلی وجود ندارد و در بیش‌تر مطالعات، اثرات زیست محیطی به صورت کلی برای تمام بخش‌ها با هم ذکر شده است. لذا نوآوری تحقیق حاضر نسبت به مطالعات پیشین از این جهت می‌باشد که کاهش انتشار آلاینده‌های هوا و هزینه تخریب آن‌ها در نتیجه‌ی افزایش قیمت حامل‌های انرژی را برای ایران مدل‌سازی کرده و هم‌چنین، آن را به صورت تفکیک شده برای بخش کشاورزی نشان می‌دهد که با توجه به آن می‌توان سیاست قیمت‌گذاری انرژی در این بخش را در راستای اهداف زیست‌محیطی تعیین کرد.

[1] -Tegtmeier and Duffy

روش پژوهش

مدل‌های تعادل عمومی قابل محاسبه[1] (CGE) به گونه‌ای گسترده از اواخر دهه ۱۹۷۰ به عنوان مدل‌های تحلیل سیاستی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این مدل‌ها که بسیار انعطاف‌پذیرند، دترمنیستیک[2] بوده و با در نظر گرفتن قانون والراس در بازارها، توانایی زیادی برای دربرگرفتن مباحث گوناگون اقتصادی دارند. مزیت بزرگ این رویکرد این است که به اقتصاد آن‌ها اجازه می‌دهد تا اثرات تغییرات سیاستی و یا عوامل برونزا را در چارچوب سیستمی که به تمام بخش‌های اقتصادی مرتبط است، بررسی و تحلیل کنند(طیب‌نیا و فولادی،۱۳۸۸).

این مدل‌ها به عنوان یک ابزار شبیه‌سازی تجربی استاندارد برای ارزیابی یک سیاست بوجود آمده‌اند. نقطه قوت آن‌ها در توانائی‌شان در مشخص‌کردن اثرات اقتصادی سیاست‌های انرژی و محیط‌زیست می‌باشد. شاید مهم‌ترین کاربرد آن‌ها تحلیل معیارهایی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از احتراق سوختهای فسیلی باشد. سیاست‌های جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای، تلفیقی از ابزارها از مالیات‌ها و سوبسیدها گرفته تا برنامه‌های انتقال درآمد و وضع سهمیه بر کالاهای انرژی حاوی کربن را در بر می‌گیرد. این واقعیت که انرژی بطور بالقوه یک نهاده برای تمام فعالیت‌های اقتصادی می‌باشد، در کنار قابلیت محدود جانشینی دیگر کالاها با سوخت‌های فسیلی، بر این مفهوم دلالت دارد که اثرات این سیاست‌ها فراتر از سهم انرژی در درآمد ملی، از راه بازارهای چندگانه تاثیرات بیش‌تری بر اقتصاد می‌گذارند. این مفهوم محرک اصلی برای استفاده از رویکرد تعادل عمومی در این زمینه می‌باشد(وینگ[3]، ۲۰۰۷).

پایه داده‌ای مورد استفاده رایج برای کالیبراسیون[4] پارامترهای مدل 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 گوناگون اقتصاد در قالب سطرها و ستون‌های یک ماتریس نشان داده می‌شود. در این ماتریس هر حساب کلان اقتصادی به وسیله یک ستون که نشان‌دهنده پرداخت‌ها و یک سطر که نشان‌دهنده دریافت‌های آن حساب می‌باشد بازتاب می‌شود. در واقع ماتریس حسابداری اجتماعی تمام مبادلات اقتصادی را در قالب یک ماتریس ارایه می‌کند (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۷). این ماتریس با توجه به اهداف مدل‌های CGE معمولا دارای ابعاد گوناگونی خواهد بود. در مدل استفاده شده در این پژوهش با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی و جدول داده ستانده سال ۱۳۸۵ و با تمرکز بر بخش‌های پرمصرف در

---

[1] - Computable General Equilibrium
[2] -Deterministic
[3] -Wing
[4] -Calibration

زمینه حامل‌های انرژی و هم‌چنین آمار انتشار آلاینده‌های موجود در تراز نامه انرژی برای بخش‌ها، ۲۵ فعالیت بر اساس طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های اقتصادی[1] (ISIC) در نظر گرفته شده که هر کدام یک کالای متناظر با فعالیت را تولید می‌کنند. به علت ارزش افزوده پایین فعالیت‌های دامداری، مرغداری،پرورش کرم ابریشم، زنبورعسل، ماهیگیری و جنگل‌داری، تمامی آن‌ها در یک فعالیت به نام "سایر کشاورزی" تجمیع[2] شده‌اند و لذا این فعالیت همراه با فعالیت زراعت و باغداری، بخش کشاورزی مدل را تشکیل می‌دهند و در ادامه، اثرات اعمال سیاست بر آن‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. هم‌چنین، مقادیر کشش‌های جانشینی بین نهاده‌ها در توابع تولید به صورت برونزا وارد مدل می‌شوند که در این تحقیق از کشش‌های مطالعات منظور و حقیقی (۱۳۹۰) و مقیمی و همکاران (۱۳۹۰) استفاده شده است.

مدل‌سازی ریاضی

مدل تعادل عمومی در شکل ریاضی شامل مجموعه‌ای 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[3] می‌باشند، ولی با توجه به هدف پژوهش، برخی معادلات به مدل اضافه شده‌اند تا بتوانند اهداف تحقیق را جهت اعمال سناریوهای مورد نظر برآورده سازند که در ادامه به توضیح آن‌ها می‌پردازیم. در بلوک تولید، تابع تولید لئونتیف در بالاترین سطح در نظر گرفته شده و تولید فعالیت از ترکیب مواد واسطه کل (QINTA) و ارزش افزوده کل(QVAT) بدست آمده و تولیدکننده با توجه به آن‌ها سود خود را بیشینه می‌کند 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 و مقدار حاصل شده از فعالیت می‌باشند.

$$QVAT_a = ivat_a . QA_a \qquad (۱)$$

$$QINTA_a = inta_a . QA_a \qquad (۲)$$

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

$$QINT_{ca} = ica_{ac} . QINTA_a \qquad (۳)$$

[1] -International Standard Industrial Classification
[2] - Aggregate
[3]- Lofgren et.al

از سوی دیگر، هم ارزش افزوده کل، یک تابع CES از ارزش افزوده (QVA) و نهاده انرژی کل مورد استفاده در تولید (QTEN) می‌باشد و شرایط استفاده بهینه از نهاده‌ها و سود صفر هم به ترتیب در معادلات ۴ و ۵ آمده است که در آن‌ها a_a^{vat} ، δ_a^{vat} و ρ_a^{vat} به ترتیب بیانگر پارامترهای کارائی، سهم و توان در تابع CES ارزش افزوده کل بوده و $PTEN_a$ و PVA_a هم به ترتیب قیمت نهاده انرژی کل و قیمت ارزش افزوده می‌باشند.

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

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

عوامل تولید در مدل شامل دو نهاده نیروی کار و سرمایه می‌باشند. ارزش افزوده هم با توجه به معادله ۶ بصورت یک تابع CES از عوامل تولید (QF) می‌باشد که بر اساس شرط برابری قیمت با هزینه نهایی عامل تولید در بازار رقابت کامل، معادله ۷ را بصورت شرط مرتبه نخست بیشینه سازی سود خواهیم داشت که در آن WF_f قیمت عامل تولید f بوده و a_a^{va} ، δ_a^{va} و ρ_a^{va} به ترتیب بیانگر پارامترهای کارائی، سهم و توان در تابع CES ارزش افزوده می‌باشند.

$$\mathrm{QVA_a} = \mathrm{a_a^{va}}\left(\sum_{\mathrm{f}\epsilon\mathrm{F}} \delta_{\mathrm{f,a}}^{\mathrm{va}}.\mathrm{QF}_{\mathrm{f,F}}^{-\rho_{\mathrm{a}}^{\mathrm{va}}}\right)^{\frac{-1}{\rho_{\mathrm{a}}^{\mathrm{va}}}} \quad (۶)$$

$$WF_f.WFDIST_{f,a} = PVA_a.\left(1-tva_a\right).QVA_a.\left(\sum_{f\epsilon F}\delta_{f,a}^{va}.QF_{f,a}^{-\rho_a^{va}}\right)^{-1}.\delta_{f,a}^{va}.QF_{f,a}^{-(1+\rho_a^{va})} \quad (۷)$$

با توجه به هدف تحقیق، نهاده انرژی به صورت جداگانه وارد مدل شده است تا بتوان تغییرات مورد نظر بر این بخش را در مدل اعمال کرد. حامل‌های انرژی در مدل شامل بنزین، نفت‌گاز، نفت سفید، نفت‌کوره، گازمایع و گازطبیعی می‌باشند. با توجه به معادله ۸ نهاده انرژی کل تابعی CES از حامل‌های انرژی مورد استفاده در تولید (QENE) می‌باشد و a_a^{ten} ، δ_a^{ten} و ρ_a^{ten} به ترتیب بیانگر پارامترهای کارائی، سهم و توان در تابع CES نهاده انرژی کل می‌باشند.

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

با توجه به برقراری شرایط رقابت کامل در مدل، قیمت حامل‌های انرژی به صورت معادله ۹ بدست می‌آید و با جاگذاری معادله ۸ در آن، می‌توان تقاضای حامل‌های انرژی را به شکل معادله ۱۰ محاسبه کرد که رابطه بین قیمت حامل‌های انرژی و تقاضای آن‌ها و چگونگی تاثیرگذاری تغییر در هر کدام از آن‌ها را بر کل مدل نشان می‌دهد(خیابانی، ۱۳۸۷؛ lecca, ۲۰۱۱).

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

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

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

$$QH_h = \left(1 - mps_h\right).\left(1 - ty_h\right).YH_h \quad (11)$$

مقدار مصرف کل خانوار با توجه به تابع CES معادله ۱۲ شامل خرید کالاهای انرژی $QHTE_h$ و غیر انرژی $QHTN_h$ می‌باشد که در آن a_h^{tc} ، δ_h^{tc} و ρ_h^{tc} به ترتیب پارامتر های انتقال، سهم و توان در تابع CES مصرف کل خانوار می‌باشند.

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

شرط مرتبه نخست برای انتخاب بهینه بین استفاده از کالاهای انرژی و غیر انرژی هم با توجه به مقدار جانشینی بین کالاها و قیمت نسبی‌شان 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 می‌باشد (Hill, ۱۹۹۹).

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

کل مخارج مصرفی خانوار هم با مخارج مصرفی روی کالاهای انرژی و غیر انرژی برابر می‌باشد که در آن PH_h قیمت مصرف کل خانوار می‌باشد.

$$PH_h . QH_h = PHTE_h . QHTE_h + PHTN_h . QHTN_h \quad (۱۴)$$

مقدارکل انرژی مصرفی خانوار هم یک تابع CES از حامل‌های انرژی مصرفی خانوار $QHE_{c,h}$ می‌باشد که در آن a_h^{ce} ، δ_h^{ce} و ρ_h^{ce} به ترتیب پارامتر های انتقال، سهم و توان در تابع CES مصرف کل انرژی خانوار می‌باشند.

$$QHTE_h = a_h^{ce}\left(\sum_{c\epsilon C}\delta_{c,h}^{ce} . QHE_{c,h}^{\rho_h^{ce}}\right)^{\frac{-1}{\rho_h^{ce}}} \quad (۱۵)$$

مقدار مصرف هر یک از حامل‌های انرژی توسط خانوار هم با توجه به معادله زیر تعیین می‌شود که با توجه به آن، قیمت حامل‌های انرژی برای خانوار $PHE_{c,h}$ بر مصرف خانوار تاثیر می‌گذارد.

$$QHE_{c,h} = PHTE_h . QHTE_h . \left(\delta_{c,h}^{ce}\right)^{-1} . a_h^{ce})^{\rho_h^{ce}} . \left(\frac{PHE_{c,h}}{PHTE_h}\right)^{-(1+\rho_h^{ce})} \quad (۱۶)$$

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

$$QHN_{c,a} = ihne_{c,h} . QHTE_h \quad (۱۷)$$

قیمت کالاهای غیرانرژی کل $PHTN_h$ نشان‌دهنده هزینه کالای غیرانرژی خاص برای هر واحد از کل کالاهای غیرانرژی می‌باشد که $ihne_{c,h}$ مقدار مصرف کالای غیرانرژی برای هر واحد مصرف کل کالاهای غیرانرژی می‌باشد.

$$PHTN_h = \sum_{c\epsilon C} PQ_c . ihne_{c,h} \quad (۱۸)$$

برای ارتباط دادن مصرف حامل‌های انرژی با انتشار آلاینده‌های هوا در مدل، بدین صورت عمل شده است که ابتدا با توجه به ماتریس حسابداری اجتماعیِ استفاده شده در مدل، مقدار مصرف واسطه هر یک از حامل‌ها توسط فعالیتها در نظر گرفته می‌شود. در مرحله بعد با توجه به مقدار انتشار آلاینده‌های هوا از مصرف حامل‌های انرژی در بخش‌های گوناگون با توجه به ترازنامه انرژی، مقدار آلاینده منتشر شده (تن) در فعالیت مورد نظر را با مقدار 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 می‌شود، بدست آید (مقیمی،۱۳۹۰). این آمارها بر اساس ضرایب انتشار کلیِ بدست آمده برای هر بخش و هم‌چنین،

ارزش افزوده هر فعالیت و مقدار مصرف حامل‌های انرژی در آن‌ها، به زیربخش‌های 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 فعالیت‌های گوناگون و هم‌چنین، حامل‌های گوناگون در فعالیتی خاص متفاوت می‌باشند(ذاکری،۱۳۹۳).

معادله زیر نحوه محاسبه مقدار انتشار آلاینده i را نشان می‌دهد که در آن $ef_{c,a}$ ضریب انتشار حامل c در بخش a و $ef_{c,h}$ ضریب انتشار حامل c درنهاد h می‌باشد.

$$MZ_i = \sum_{a\epsilon en}\sum_{c\epsilon en} QENE_{c,a} . ef_{c,a} + \sum_{h}\sum_{c\epsilon en} QHE_{c,h} . ef_{c,h} \quad (۱۹)$$

برای وارد کردن هزینه تخریب هم با توجه به ترازنامه انرژی انتشار هر تن از آلاینده‌های گوناگون دارای یک هزینه تخریب متناسب می‌باشد که مقدار این ضریب برای هر آلاینده از تقسیم هزینه تخریب آن آلاینده بر مقدار انتشارش بدست آمد. به این صورت که به ازای انتشار هر تن از آلاینده خاص چند میلیارد ریال هزینه ایجاد می‌شود. معادله زیر روش محاسبه هزینه تخریب آلاینده i را نشان می‌دهد که در آن k_i هزینه تخریب آلاینده i می‌باشد.

$$CD_i = k_i . MZ_i \quad (۲۰)$$

لذا 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. در مورد بستن[1] بازار عوامل تولید فرض شده که سرمایه در اشتغال کامل بوده و امکان تحرک آن بین فعالیت‌های گوناگون وجود ندارد و قیمت سرمایه در هر بخش از عرضه و تقاضای سرمایه در آن بخش تعیین می‌شود. در بازار نیروی کار هم به دلیل وجود بیکاری در کشور، اشتغال ناقص در نظر گرفته شده و امکان تحرک نیروی کار بین فعالیت‌ها وجود دارد و لذا، دستمزد نیروی کار ثابت فرض شده و مقدار اشتغال توسط تقاضای نیروی کار تعیین می‌شود. هم‌چنین در مورد دنیای خارج، نرخ ارز در بازار تعیین شده و لذا، پس‌انداز خارجی ثابت می‌باشد. در تراز پس انداز- سرمایه گذاری نیز فرض شده سرمایه‌گذاری ثابت بوده و تغییرات نرخ پس انداز نقش تسویه کنندگی بازار را ایفا می‌کند. برای تراز دولت هم فرض شده که پس انداز

[1]-Closure

دولت به عنوان پسماند درآمدها و مخارج دولت، نقش تسویه کنندگی بازار را بر عهده داشته و نرخهای مالیاتها برونزا می‌باشند.

نتایج و بحث

پس از این‌که معادلات مرتبط با مدل مورد نظر طراحی و مدل به گونه بهینه حل شد، می‌توان سناریوهای مورد نظر را اعمال کرد. در این مرحله با تغییر یک پارامتر یا متغیر برونزا، نتایج تعادل جدید با تعادل اولیه مقایسه می‌شود که به این نوع تحلیل، ایستای مقایسه‌ای می‌گویند. محاسبات و مدل‌سازی پژوهش هم در بسته نرم‌افزاری GAMS انجام شده است. هر چند مسایل آلودگی محیط زیست در ایران، صرفا به خاطر قیمت ها نیست و ریشه‌های غیرپولی مانند فرسودگی دستگاها و تجهیزات، تکنولوژی ضعیف و ناسازگار با محیط زیست، خودروهای فرسوده و ناکارا هم دارد اما در این میان به نظر می‌رسد نقش قیمت‌ها در تشویق کارایی در مصرف انرژی و استفاده از سوخت‌های پاک پررنگ‌تر باشد. لذا، این بخش 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 (هم اکنون قیمت حامل‌های انرژی مانند بنزین حدود یک دوم، نفت - گاز و نفت کوره حدود یک پنجم، نفت سفید حدود یک هفتم، گاز مایع و گاز طبیعی حدود یک سوم، و میانگین قیمت برق حدود یک دوم قیمت فوب خلیج فارس می‌باشند[۱]).

همان‌گونه که در جدول ۱ آمده است، با افزایش قیمت حامل‌های انرژی، مصرف آن‌ها در فعالیت‌های کشاورزی با شدت متفاوتی کاهش می‌یابد که به نظر می‌رسد به دلایل زیر باشد. دلیل نخست این‌که هرچه قیمت یک حامل بیش‌تر افزایش یابد تقاضا برای آن بیش‌تر کاهش می‌یابد؛ درصد این کاهش در فعالیت‌های کشاورزی به مقدار مصرف آن حامل بستگی دارد. نتیجه‌جالبی که در این زمینه بدست آمد، تغییرات یکسان مصرف حامل‌های انرژی در فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد که به نظر می‌رسد به دلیل تشابه ساختار کلان تولیدی آن‌ها باشد چرا که این نتیجه برای فعالیت‌های غیرکشاورزی متفاوت است. دلیل دوم می‌تواند کاهش مقدار سطح فعالیت باشد. با افزایش قیمت حامل‌های انرژی، هزینه تولید در برخی فعالیت‌های وابسته به کشاورزی افزایش یافته و سبب کاهش سطح تولید و در نتیجه کاهش تقاضای آن‌ها برای کالاهای کشاورزی می‌شود که این امر باعث کاهش تولید بخش کشاورزی می‌شود.

---

[۱]- آمارها از سایت http://www.nerkhbox.com بدست آمده است.

از آن‌جا که برآیند افزایش قیمت حامل‌های انرژی و کاهش مصرف آن‌ها در نهایت، سبب افزایش هزینه انرژی در بخش کشاورزی می‌شود، لذا فعالیت‌ها تا حد امکان به دنبال جانشین کردن سایر نهاده‌های تولید ارزان‌تر به جای انرژی خواهند بود. به دلیل این‌که دستمزد نیروی کار در کوتاه‌مدت ثابت در نظر گرفته شده، این امر سبب افزایش استفاده از نهاده نیروی کار خواهد شد، اما به دلیل اینکه تولید کاهش می‌یابد، اثر جانشینی بین نیروی کار و انرژی کم‌تر از اثر کاهش تولید بر کاهش تقاضای نیروی کار بوده و لذا در مجموع اشتغال کم‌تر می‌شود. از سوی دیگر، با توجه به اینکه در بستن بازار عوامل تولید، فرض شده است که عرضه سرمایه ثابت است، تقاضای بیش‌تر برای جانشین کردن سرمایه به جای انرژی و هم‌چنین، پوشش هزینه‌های تولید سبب افزایش قیمت سرمایه شده و لذا هزینه تولید از این نظر نیز افزایش می‌یابد.نکته دیگر اینکه با افزایش قیمت کالاهای تولیدی، قیمت مواد اولیه مورد استفاده بخش‌ها نیز افزایش می‌یاید و هر چند مقدار مصرف آن‌ها در نتیجه کاهش تولید کمتر می‌شود، اما برآیند آن‌ها سبب افزایش هزینه تولید می‌شود. لذا تغییر در هزینه انرژی، عوامل تولید و مواد اولیه در نهایت، قیمت محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد. به دلیل اینکه نرخ ارز ثابت در نظر گرفته شده است، این افزایش قیمت کالاها سبب افزایش واردات و کاهش صادرات محصولات کشاورزی می‌شود چرا که قیمت کالاهای خارجی به گونه نسبی در داخل ارزان‌تر شده و قیمت کالاهای صادراتی برای خارجی‌ها افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، با افزایش قیمت حامل‌های انرژی و هم‌چنین کاهش اشتغال، مخارج خانوارها نیز افزایش یافته و لذا تقاضای آن‌ها برای کالاهای گوناگون از جمله محصولات کشاورزی نیز کم‌تر شده و سمت تقاضا نیز دچار رکود می‌شود. این نتایج مشابه نتایج بدست آمده در مطالعات منظور و همکاران (۱۳۸۹)، نعمت‌اللهی و همکاران (۱۳۹۱) و رحیمی نیا و همکاران (۱۳۹۴) می‌باشد.

با کاهش مصرف حامل‌های انرژی، از آنجا که انتشار آلاینده‌ها با مصرف حامل‌های انرژی رابطه‌ای مستقیم دارد، لذا انتظار داریم که انتشار آلاینده‌ها نیز کاهش یابد، اما از آنجا که مصرف هر یک از حامل‌ها در فعالیت‌های گوناگون دارای ضرایب انتشار متفاوتی می‌باشد و از سوی دیگر قیمت حامل‌های انرژی هم به صورت نامتوازن تغییر می‌کند، لذا همین مسئله سبب می‌شود تا نتیجه‌گیری در مورد اثرات نهایی تغییرات، مقداری پیچیده شود. در جدول ۳ درصد تغییر در مقدار انتشار آلاینده‌ها در فعالیت‌های کشاورزی را مشاهده می‌کنید. همان گونه که گفته شد درصد تغییر در مقدار انتشار آلاینده‌ها در فعالیت‌های گوناگون، از برآیند تغییرات مصرف حامل‌ها در آن فعالیت‌ها و ضرایب انتشار حامل‌ها بدست می‌آید. کاهش در انتشار آلاینده‌های هوا به طور میانگین در فعالیت سایر کشاورزی در حدود ۲۹ درصد و برای فعالیت زراعت و باغداری حدود ۳۴ می‌باشد.

از آن‌جا که انتشار هر یک از آلاینده‌های هوا دارای هزینه‌های تخریب متفاوتی می‌باشد لذا، تغییرات انتشار آلاینده‌ها بر این هزینه‌ها هم تاثیر خواهد داشت که با توجه به جدول ۵ می‌توان این تغییرات را مشاهده کرد. بر اساس آمار تراز نامه انرژی سال ۱۳۸۵ بیش‌ترین مقدار هزینه تخریب برای انتشار هر تن از آلاینده‌های هوا به ترتیب برای گازهای SPM، SO2، NOX، CO، CH و CO2 می‌باشد. لذا، می‌توان انتظار داشت که فعالیت‌هایی که بیش‌ترین کاهش مطلق را در مصرف گازهای پرهزینه‌تر داشته باشند، با کاهش هزینه تخریب بیش‌تری مواجه شوند. گفتنی است که این پژوهش جزو معدود مطالعاتی است که اثرات تغییر قیمت حامل‌های انرژی بر انتشار آلاینده‌های هوا را به گونه خاص برای بخش کشاورزی بدست آورده است و مقالات دیگر تنها به بررسی اثرات کلی بر انتشار آلاینده‌ها پرداخته‌اند.

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهند که پس از اعمال سناریو، کاهش هزینه تخریب در فعالیت‌های سایر کشاورزی، زراعت و باغداری به ترتیب ۲۵۱,۹ و ۷۴۸ میلیارد ریال (به قیمت ثابت سال ۱۳۸۱) خواهد بود که در مجموع کل هزینه تخریب در بخش کشاورزی حدود هزار میلیارد ریال کاهش می‌یابد. از آنجا که ارزش افزوده بخش کشاورزی در سال ۱۳۸۵، حدود ۶۲ هزار میلیارد ریال (به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶) می‌باشد، لذا هزینه تخریب آلاینده‌های هوا ناشی از مصرف حامل‌های انرژی در این بخش، حدود ۵ درصد از ارزش افزوده آن می‌باشد که با اعمال سناریوی افزایش قیمت حامل‌های انرژی، این هزینه به حدود ۳/۲ درصد از ارزش افزوده این بخش کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش با استفاده از یک مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر به بررسی اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی افزایش قیمت حامل‌های انرژی در بخش کشاورزی ایران پرداخته شده است. لذا، ابتدا به اهمیت بررسی مسایل انرژی و هزینه‌های اثرات زیست‌محیطی آن در بخش کشاورزی پرداخته شد. سپس آمار بالای مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌های هوای ناشی از آن در بخش کشاورزی ایران بیان شد. از آن‌جا که هزینه‌های ناشی از انتشار آلاینده‌های هوا به صورت رسمی در اقتصاد محاسبه نمی‌شوند لذا، جزو آثار جانبی بشمار 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 محیط‌زیست، مالیات‌های زیست‌محیطی به عنوان ابزاری برای کاهش این هزینه‌ها مطرح شد. در ادامه به تشریح روش تعادل عمومی محاسبه‌پذیر 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 زیست‌محیطی اعمال شد.

نتایج اثرات اقتصادی نشان می‌دهند که با اعمال این سناریو، مصرف حامل‌های انرژی، سطح تولید، تقاضای داخلی، اشتغال، صادرات، تقاضای واسطه، تقاضای خانوارهای شهری و روستایی کاهش یافته، ولی قیمت فعالیت، قیمت داخلی و قیمت نهاده سرمایه برای فعالیت‌های کشاورزی و مقدار واردات این محصولات افزایش خواهد یافت.

هم‌چنین در زمینه اثرات زیست‌محیطی، با اعمال این سناریو، به دلیل کاهش مصرف حامل‌های انرژی، مقدار انتشار تمامی آلاینده‌های در فعالیت‌های کشاورزی کاهش می‌یابد. هم‌چنین، هزینه تخریب در فعالیت‌های سایر کشاورزی و زراعت و باغداری به ترتیب ۲۵۱,۹ و ۷۴۸ میلیارد ریال (به قیمت ثابت سال ۱۳۸۱) کاهش خواهد یافت که در مجموع کل هزینه تخریب در بخش کشاورزی حدود هزار میلیارد ریال کاهش می‌یابد و از ۵ درصد به حدود ۳/۲ درصد ارزش افزوده این بخش می‌رسد.

با توجه به آمارهای بیان شده در مورد اثربخشی سیاست‌های قیمتی در کاهش مصرف حامل‌های انرژی و نتایج بدست آمده در این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذاران حوضه انرژی و محیط‌زیست برای کاهش هزینه‌های تخریب ناشی از انتشار آلاینده‌های هوا، قیمت حامل‌هایی که سبب انتشار آلاینده‌های هوا با هزینه تخریب بالا می‌شوند (مانند نفت کوره و گازوئیل) را بیش‌تر از بقیه حامل‌ها افزایش دهند چرا که این اقدام به احتمال زیاد سبب رو آوردن این فعالیت‌ها به جایگزینی سوخت‌های پاکتر و بهبود بهره‌وری انرژی می‌شود که با توجه به هدف اولیه اعمال سیاست، سبب انتشار کم‌تر آلاینده‌های هوا می‌شود چرا که شدت انرژی و نرخ رشد آن در ایران بسیار بالاتر از میانگین جهانی بوده و بر اساس اسناد بالادستی مانند سیاست‌های کلی محیط زیست ابلاغی مقام معظم رهبری، توافقنامه پاریس و قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی بایستی مصرف انرژی را کاهش دهیم و این کار تنها از راه افزایش بهره‌وری امکان‌پذیر خواهد بود.

از سوی دیگر، از آنجا که با افزایش قیمت حامل‌های انرژی، مقدار تولید فعالیت‌های کشاورزی کاهش می‌یابد، لذا توصیه می‌شود که دولت با وجوه درآمدی ناشی از افزایش قیمت حامل‌ها، در افزایش بهره‌وری انرژی بخش کشاورزی سرمایه‌گذاری کند تا ضمن کاهش مصرف حامل‌های انرژی، کاهش تولید قبلی را هم جبران کند.

هم‌چنین، به دلیل کاهش حدود هزار میلیارد ریالی در هزینه‌های تخریب بخش کشاورزی در نتیجه اصلاح قیمت حامل‌های انرژی، پیشنهاد می‌شود که دولت و مسئولان بخش انرژی و محیط‌زیست، این عامل را نیز هنگام تصمیم‌گیری در این زمینه لحاظ کنند.

منابع

- آماده، ح. غفاری، ع. و فرجزاده، ز. (۱۳۹۳). تحلیل اثرات محیط زیستی و رفاهی اصلاح یارانه حامل‌های انرژی (کاربرد الگوی تعادل عمومی محاسبه پذیر). پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال چهارم، شماره ۱۳، صفحات ۶۲-۳۳.
- اخباری، م. (۱۳۸۱). "محاسبه آلاینده زایی مصارف نهایی خانوارها با استفاده از تحلیل جدول داده-ستانده زیست محیطی سال ۱۳۷۸"،دومین همایش کاربرد تکنیکهای داده-ستانده, تهران.
- اسکندری، م. محمدی، ح. میرزایی، ح. و کیخا، ا. (۱۳۹۶). آثار هدفمندسازی یارانه‌های انرژی بر روند متغیرهای کلان در بخش کشاورزی، تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد ۹، شماره ۱، صص ۱۴۴ -۱۲۵.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، (۱۳۸۷). ماتریس حستابداری اجتماعی اقتصاد ایران در سال ۱۳۷۸. تهران: معاونت اقتصادی ادارهٔ حسابهای اقتصادی.
- ترازنامه انرژی سال‌های ۱۳۹۱ -۱۳۸۴.: دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی کشور، وزارت نیرو، تهران.
- ذاکری، ز. (۱۳۹۳). ضرورت توجه به محیط زیست در قانون هدفمندی یارانه ها: بررسی مقدار انتشار مستقیم و غیر مستقیم CO_2. مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی.
- رحمانی، ف. احمدیان، م. و یزدانی، س. (۱۳۹۰). بررسی آثار حذف یارانه‌ی نهاده‌های کشاورزی بر تولید محصولات کشاورزی منتخب در ایران، اقتصاد کشاورزی، جلد ۵، شماره ۳؛ صص ۷۷-۵۵.
- رحیمی‌نیا، ه. اکبری مقدم، ب. و منجذب، م. (۱۳۹۴). آثار تغییر در نظام یارآن‌های ایران بر متغیرهای قیمتی و مقداری تولید داخلی و اشتغال(با استفاده از یک مدلCGE)، فصلنامه تحقیقات مدلسازی اقتصادی، شماره ۱۹؛ صص ۱۱۲-۷۳.
- خیابانی، ن. (۱۳۸۷)."یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی افزایش قیمت تمامی حامل‌های انرژی در ایران"،فصلنامه مطالعاات اقتصاد انرژی،سال پنجم، شماره ۱.
- شرزه‌ای، غ. و ماجد، و. (۱۳۹۳). نگاهی متفاوت به فعالیتهای بخش کشاورزی: هزینه‌های زیست-محیطی بخش کشاورزی در ایران، فصلنامه اقتصاد کشاورزی، ویژه‌نامه، صص ۹۶-۱۸.

- شهیدی‌پور، غ. (۱۳۹۰). بررسی ارتباط بین انتشار گازهای آلاینده، مصرف انرژی و ارزش افزوده در بخش‌های اقتصادی ایران با تاکید بر کشش شدت آلودگی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

- طاهری، ا. صادقی، ع. و عصاری، ع. (۱۳۹۶). تأثیر افزایش قیمت حامل های انرژی بر هزینه تخریب آلاینده‌های هوا در ایران (رویکرد تعادل عمومی محاسبه پذیر CGE). فصلنامه پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، سال هفدهم ـ شماره ۳؛ صص ۱۵۷ – ۱۳۱.

- طاهری، ف. و موسوی، ن. (۱۳۸۹). بررسی نقش انرژی در ارزش افزوده‌ی بخش کشاورزی در ایران. مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی جلد ۲، شماره ۲؛ صص ۶۰-۴۵.

- طیب نیا، ع. و فولادی، م. (۱۳۸۸). بررسی آثار افزایش قیمت های جهانی بر سطح قیمت های داخلی، تراز تجاری و نرخ ارز، با استفاده از یک مدل تعادل عمومی محاسبه‌ای. مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۸۹ ، صص ۱۵۷-۱۸۴.

- علی‌پور، ع. موسوی، ح. و خلیلیان، ص. (۱۳۹۳). ارزیابی هزینه انتشار گاز گلخانه‌ای کربن دی اکسید حاصل از توسعه بخش کشاورزی ایران. مجله اقتصاد کشاورزی، شماره ۱، صص ۸۱-۶۳.

- علیجانی، ف. سالارپورف م. و صبوحی، م. (۱۳۹۱). ارزیابی اثرات حذف یارانه تولید بر بخش کشاورزی در قالب مدل تعادل عمومی. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد ۲۶، شماره ۳؛ صص ۲۱۸ – ۲۲۷.

- مقدسی، ر. و طاهری، ف. (۱۳۹۱). پیامدهای اقتصادی و زیست محیطی مالیات بر آلودگی. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد ۴، شماره ۳؛ صص ۱۱۱ – ۷۷.

- مقیمی، م. شاهنوشی، ن، شهناز، د. اکبری‌مقدم، ب. داشنور، م. (۱۳۹۰). بررسی آثار رفاهی و زیست محیطی مالیات سبز وکاهش یارانه سوخت در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه. اقتصاد کشاورزی و توسعه, سال نوزدهم، شماره ۷۵.

- منظور، د. و حقیقی، ا. (۱۳۹۰). آثار اصلاح قیمت‌های انرژی بر انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی در ایران؛ مدل‌سازی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر. محیط شناسی، سال سی و هفتم، شماره ۶۰، صص ۱-۱۲.

- منظور، د. شاهمرادی، ا. و حقیقی، ا. (۱۳۸۹). بررسی اثرات حذف یارانه آشکار و پنهان انرژی در ایران: مدلسازی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر بر مبنای ماتریس داده‌های خرد تعدیل شده، فصل مطالعات اقتصاد انرژی، سال هفتم، شماره ۲۶؛ صص ۵۴-۲۱.

- موسوی ن، شایگانی ب، و فرج زاده، ذ. (۱۳۹۱). اثرات مالیات بر فعالیت‌های کشاورزی. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد۴ ،شماره ۴، صص ۹۶- ۶۳.

- موسوی، ن. فرج زاده، ذ. و طاهری، ف. (۱۳۹۱). اثرات رفاهی کاهش یارانه انرژی در بخش کشاورزی ایران. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی. جلد ۲۶، شماره۴ ؛ صص ۳۰۶- ۲۹۸ .
- موسوی، ن. فرج زاده، ذ. طاهری، ف. (۱۳۹۳). بررسی پیامدهای اقتصادی و زیست‌محیطی حذف یارانه کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها با استفاده از الگوی تحلیل تعادل عمومی (۱۳۹۳). اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و دوم، شماره ۸۸، صص ۲۰۵ – ۱۷۱.
- موسوی، ن. (۱۳۹۴). عوامل تعیین‌کننده شدت مصرف انرژی و انتشارکربن در بخش کشاورزی. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد۷ ،شماره ۲، صص ۲۱۴- ۱۹۷.
- موسوی نیک، ه. (۱۳۹۱). بهنگام سازی جدول داده-ستانده، ماتریس حسابداری اجتماعی و طراحی الگوی CGE و کاربردهای آن در سیاستگذاری اقتصادی-اجتماعی، پایه های آماری ماتریس حسابداری اجتماعی ۱۳۸۵، تهران، دفتر مطالعات اقتصادی مرکز پژوهشهای مجلس شورای اسلامی.
- نصرنیا، ف. و اسماعیلی، ع. (۱۳۸۸). رابطه علی بین انرژی و اشتغال، سرمایه‌گذاری و ارزش افزوده در بخش کشاورزی. هفتمین کنفرانس اقتصادکشاورزی ایران. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
- نعمت‌اللهی، ز. شاهنوشی، ن. جوان‌بخت، ع. دانشور کاخکی، م. (۱۳۹۲). آثار افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر بخش‌های کشاورزی و صنایع غذایی. اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۲۱، شماره ۸۳؛ صص ۵۹ – ۳۵.

Refrences

- Dixon, J., Scura, L., Carpenter, R. & Sherman, P. (2013). Economic analysis of environmental impacts: Routledge.
- Hatirli, S. A., Ozkan, B. & Fert, K., (2005). an econometric analysis of energy input-output in Turkish agriculture, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 9, 608-623.
- Hill, M. (1999). Green tax reforms in Sweden: The second dividend and the cost of tax exemptions. The Royal Swedish Academy of Sciences, Stockholm. Beijer Institute of Ecological Economics. Discussion Paper, 119: 43.
- Jensen, J., & Tarr, D. (2002). Trades, Foreign Exchange Rate, and Energy Policies in Iran: Reform Agenda, Economic Implications, and Impact on the Poor. World Bank, POLICY RESEARCH WORKING PAPER 2768.
- IMF (2010). Islamic Republic of Iran, Selected Issues Paper, IMF Country Report, No.10/76.
- Kerkelä, L. (2004). Distortion costs and effects of price liberalisation in Russian energy markets: A CGE analysis. BOFIT Discussion Papers.

- Lecca, P., Swales, K., & Turner, K. (2011)." An investigation of issues relating to where energy should enter the production function",Economic Modelling, *28*, 2832-2841.
- Lofgren, H., & El-Said, M. (2001). Food Subsidies in Egypt: Reform Options. Distribution and Welfare. Journal of Food Policy, 26: 65–83.
- Lofgren, H., Harris, R.L. & Robinson, S. (2003). Exercises in General Equilibrium modeling using GAMS, MicroComputers in Policy Research (Vol. 4a): Washington, D.C.International Food Policy Research Institute.
- Pretty, J. N., Brett, C., Gee, D., Hine, R. E., Mason, C. F., Morison, J. I. L., & Van Der Bijl, G. (2000). An assessment of the total external costs of UK agriculture. Agricultural Systems, 65(2), 113–136.
- Ready, V. R. & Deshpande, R. S. (1992). Input subsidies: whither the direction of policy chenges. Indian Journal of Agricultural Economics, 47(3): 349-356.
- Tegtmeier, E. M., & Duffy, M. D. (2004). External costs of agricultural production in the United States. International Journal of agricultural sustainability, 2(1), 1-20.
- Tol, R.S. (2002). Estimates of the damage costs of climate change. Part 1: Benchmark estimates. Environmental and resource Economics ,21(1): 47-73.
- Tol, R.S. (2009). The economic effects of climate change. The Journal of Economic Perspectives: 29-51.
- Urge-Vorsatz, Diana, Gergana Miladinova & Laszlo Paizs (2006). "Energy in Transition from the Iron Curtain to the European Union", Energy policy. Vol 34, pp 2279-2297.
- Wing, I.S. (2007). Computable general equilibrium models for the analysis of energy and climate policies. *Prepared for the International Handbook of Energy Economics*.

پیوست‌ها

جدول ۱- درصد تغییر در مصرف حامل‌های انرژی در فعالیت‌ها پس از اعمال سناریو.

	گاز طبیعی	بنزین	نفت سفید	گازوئیل	نفت کوره	گاز مایع	برق
سایر کشاورزی	-۰.۲۱	-۰.۱۱	-۰.۳۴	-۰.۲۹	-۰.۲۸	-۰.۲۱	-۰.۱۴
زراعت و باغداری	-۰.۲۱	-۰.۱۱	-۰.۳۴	-۰.۲۹	-	-۰.۲۱	-۰.۱۴

ماخذ : محاسبات پژوهش

جدول ۲- درصد تغییر در متغیرهای اقتصادی فعالیت‌ها پس از اعمال سناریو

	سایر کشاورزی	زراعت و باغداری
سطح تولید	-۱.۱	-۰.۹۲
تقاضای داخلی	-۱.۱۱	-۱.۲۳
اشتغال	-۵.۴	-۶,۴۳
واردات	۰.۰۰۵	۲,۶۶
صادرات	-۱.۷۸	-۳.۴۹
تقاضای واسطه	-۱.۲	-۱.۳۶
تقاضای خانوارهای شهری	-۱.۴۶	-۱.۴۶
تقاضای خانوارهای روستایی	-۲.۸۷	-۲.۸۷
قیمت فعالیت	۱	۲
قیمت داخلی	۱	۲,۱
قیمت نهاده واسطه کل	۰,۶	۰,۲
قیمت نهاده سرمایه	۰,۴۹	۰,۵۸

ماخذ : محاسبات پژوهش

جدول ۳- تغییرات در انتشار آلاینده های هوا.

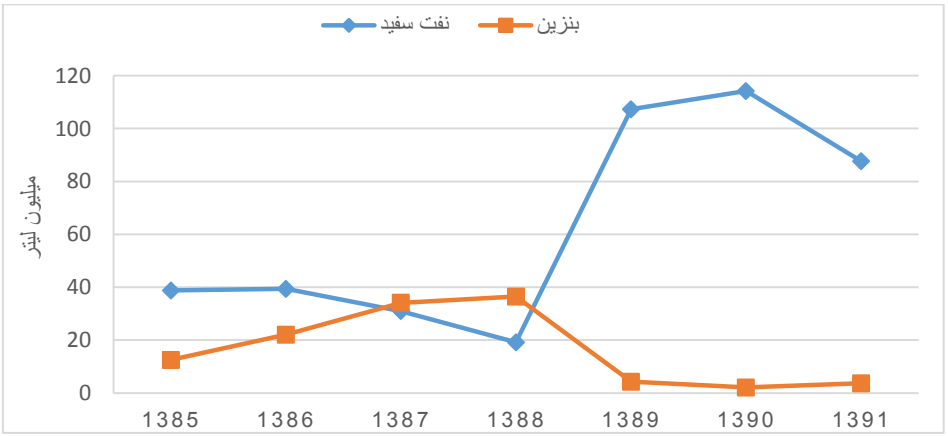
	SPM	CH	SO3	CO	CO2	SO2	NOX	توضیحات
سایر کشاورزی	۸۱۳۵	۱۳۳۴۲	۱۱۶	۷۲۸۲	۳۱۳۳۲۶۳	۱۹۰۸۴.۲۵	۱۸۶۹۹	پیش از اعمال سناریو (تن)
	۵۷۵۵	۹۵۴۱	۸۲.۰۶۱۲۴	۵۷۲۹	۲۲۱۸۰۶۹	۱۳۴۹۸	۱۳۲۴۷	پس از اعمال سناریو (تن)
	-۰.۲۹	-۰.۲۸	-۰.۲۹	-۰.۲۱	-۰.۲۹	-۰.۲۹	-۰.۲۹	درصد تغییر
زراعت و باغداری	۲۰۹۳۶	۳۳۱۱۰	۲۹۸	۱۱۶۸۵	۷۹۸۱۰۲۷	۴۹۱۰۰	۴۷۹۰۲	پیش از اعمال سناریو (تن)
	۱۳۸۱۵	۲۱۸۹۶	۲۱۱	۷۹۸۵	۵۲۷۰۵۵۷	۳۲۴۰۲.۰۵	۳۱۶۱۸	پس از اعمال سناریو (تن)
	-۰.۳۴	-۰.۳۳	-۰.۳۴	-۰.۳۱	-۰.۳۳	-۰.۳۴	-۰.۳۳	درصد تغییر

ماخذ : محاسبات پژوهش

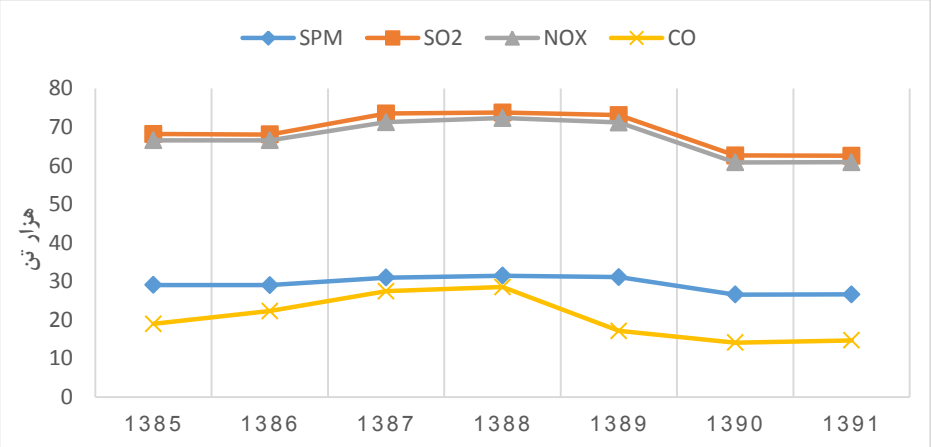
جدول ۴- مقدار هزینه تخریب آلاینده‌های هوا در فعالیت‌ها (میلیارد ریال).

	سناریوی پایه	سناریوی اول	مقدار کاهش	درصد تغییر
سایر کشاورزی	۸۶۱,۹	۶۱۰	۲۵۱,۹	-۰,۲۹
زراعت و باغداری	۲۲۰۱,۵	۱۴۵۳	۷۴۸,۵	-۰,۳۳
جمع	۳۰۶۳,۴	۲۰۶۲,۳	۱۰۰۰,۴	-۰,۳۲

ماخذ : محاسبات پژوهش



نمودار ۱- مصرف حامل‌های انرژی منتخب در بخش کشاورزی ایران.



نمودار ۲- مقدار انتشار آلاینده‌های هوای منتخب در بخش کشاورزی ایران.