

مدل‌سازی تأثیرات مالیات سبز بر هزینه‌های سلامت با استفاده از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه

محمدعلی ترکی هرچگانی* نظر دهمرده**

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۶/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۹/۰۸

چکیده

هدف این مقاله بررسی اثرات مالیات سبز بر هزینه‌های سلامت در ایران است. برای دستیابی به این هدف، از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه با در نظر گرفتن اثرات متقابل بخش‌های انرژی، اقتصاد، محیط زیست و سلامت به صورت همزمان، استفاده شد. مدل ارائه شده با داده‌های ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ ایران کالیبره شده و متغیرهای درون‌زای مدل با تکنیک مسائل مکمل خطی و با استفاده از نرم‌افزار گمز محاسبه شد. نتایج نشان داد با افزایش نرخ‌های مالیات سبز، هزینه‌های سلامت ناشی از کاهش آلودگی هوا به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. همچنین ارزیابی مالی این تأثیرات بر شاخص‌های سلامت از جمله مرگ و میر، بیماری و اثرات غیرسلامت ناشی از آلودگی هوا به ترتیب ۶۲، ۲۶/۴ و ۱۱/۶ درصد برآورد گردید. بر اساس نتایج، می‌توان با اعمال مالیات سبز تا حد زیادی هزینه‌های سلامت ناشی از آلودگی هوا را کاهش داد.

طبقه‌بندی JEL: C68, H23, K32.

واژگان کلیدی: سلامت، مالیات سبز، الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه.

* استادیار اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: torki@pnu.ac.ir

** استاد اقتصاد دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران، پست الکترونیکی: nazar@hamoon.usb.ac.ir

۱. مقدمه

به دلیل افزایش روند مرگ و میر ناشی از بیماری‌های غیرواگیر از جمله بیماری‌های قلبی-عروقی، بیماری‌های مزمن ریوی و سکته که بسیاری از آنها ناشی از تأثیرات آلودگی به ویژه در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران می‌باشد؛ سازمان بهداشت جهانی (WHO)^۱ از دو دهه پیش این نوع بیماری‌ها را جزء اولویت‌های بهداشتی کشورهای در حال توسعه اعلام کرده است. براساس اعلام این سازمان، ۶۰ درصد علل مرگ و میر و ۴۳ درصد بار جهانی بیماری‌ها مربوط به بیماری‌های عمده غیرواگیر می‌باشد (کریمی، جوادی و جعفرزاده، ۱۳۹۰). آمار مرگ و میر ناشی از آلودگی هوا در سطح جهان در سال ۲۰۱۲ در حدود ۷/۳ میلیون نفر بوده است که این میزان، معادل ۱۲ درصد کل نرخ مرگ و میر جهانی است (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۴). مرگ و میر جهانی ناشی از منابع آلاینده در فضای باز، ۳/۷ میلیون مورد مرگ و میر بوده که ۶۵ درصد از این میزان مربوط به قاره آسیا می‌باشد (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۶).

به گزارش موسسه تأثیرات سلامت^۲ (۲۰۱۷) بیش از ۹۰ درصد جمعیت جهان در سال ۲۰۱۵ در مناطقی با هوای ناسالم زندگی می‌کنند. قرارگرفتن درازمدت در معرض ذرات معلق کمتر از ۲/۵ میکرومتر (PM_{2.5}) باعث مرگ حدود ۴/۲ میلیون نفر گردید. بررسی اخیر بانک جهانی^۳ (۲۰۱۶) نیز نشان می‌دهد که آلودگی هوا به‌تنهایی چهارمین عامل مرگ و میر زودرس در جهان است.

این ارقام بیان‌گر آن است که در حال حاضر آلودگی محیط‌زیست به عنوان مهم‌ترین خطر زیست‌محیطی بر سلامت در سطح جهانی مطرح است (نایاک و چودھاری^۴، ۲۰۱۸؛ منوسی و فرانچینی^۵، ۲۰۱۷؛ سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۶).

به دلیل گسترش اثرات جانبی منفی ناشی از مصرف انرژی از جمله آلودگی هوا و اثرات زیان‌بار آن بر اقتصاد، محیط زیست و سلامت جامعه، ضروری است از طریق انگیزه‌های

^۱ World Health Organization

^۲ Health Effects Institute

^۳ World Bank

^۴ Nayak & Chowdhury

^۵ Mannucci & Franchini

اقتصادی (مانند مالیات سبز) و غیراقتصادی این اثرات را به سطح بهینه رساند. از سوی دیگر، با توجه به اینکه اقتصاد ایران وابستگی شدید به درآمدهای نفتی داشته و در زمان تهدیدهای اقتصادی از جمله تحریم‌ها، اقتصاد در بخش‌های مختلف دچار اختلال می‌شود؛ بنابراین، سیاست‌گذاران اقتصادی به دنبال ایجاد روش‌های درآمدی پایدار و دائمی مانند مالیات‌ها می‌باشند. هرچند اجرای مالیات‌ها ناکارایی اقتصادی را به همراه دارند؛ اما مالیات‌های زیست محیطی (مالیات سبز) کمترین ناکارایی اقتصادی را ایجاد می‌کنند. بنابراین، برای تبیین دریافت مالیات سبز از یک طرف و ضرورت تعیین مزایای سلامتی ناشی از اعمال سیاست‌های زیست محیطی از طرف دیگر، این پژوهش به مدل‌سازی تأثیرات مالیات سبز بر هزینه‌های بخش سلامت با در نظر گرفتن اثرات متفاوت بخش‌های اقتصاد، انرژی، محیط‌زیست با استفاده از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE)^۱ می‌پردازد.

با توجه به اینکه حامل‌های انرژی دارای اثرات جانبی مثبت (تولید) و منفی (ایجاد آلودگی) بوده و همچنین ایجاد آلودگی در مرحله بعدی بر شاخص‌های سلامت تأثیرگذار می‌باشد؛ بنابراین، با بررسی سناریوهای مختلف نرخ‌های مالیات سبز بر این حامل‌ها اثرات آن بر ایجاد آلودگی و نهایتاً شاخص‌های سلامت سنجیده شده است. مدل ارائه شده با داده‌های ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ ایران کالیبره شده است و متغیرهای درون‌زای مدل با استفاده از تکنیک MCP^۲ و با استفاده از نرم‌افزار GAMS^۳ محاسبه گردیده است.

مقاله حاضر در پنج بخش سازمان‌دهی شده است. بعد از مقدمه، در بخش دوم، ادبیات موضوع مرور می‌شود. در بخش سوم، مدل، تصریح شده است. بخش چهارم به نتایج تجربی مدل و بخش پنجم به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها اختصاص یافته است.

۲. مروری بر ادبیات

ادبیات گسترده‌ای در خصوص مالیات مطلوب و اصلاحات مالیاتی با در نظر گرفتن اثرات جانبی مورد تحلیل قرار گرفته است. بیشتر مطالعات فرض می‌کنند کیفیت محیط زیست به

¹ Computable General Equilibrium

² Mixed Complementarily Problem

³ General Algebraic Modeling System

صورت جداگانه وارد تابع مطلوبیت می‌شود و در نتیجه از اثر بازخورد کیفیت محیط زیست بر رفتار عوامل اقتصادی چشم‌پوشی می‌کند. هرچند برخی مطالعات مانند مایرز و پروست^۱ (۱۹۹۷)؛ ویلیامز^۲ (۲۰۰۲) و مایرز و ون‌رگمورتر^۳ (۲۰۰۸) اثرات بازخورد را نیز در نظر گرفته‌اند.

این مقاله به بررسی چگونگی منافع مرتبط با سلامت ناشی از سیاست‌های زیست‌محیطی (مالیات سبز) می‌پردازد. تمرکز مطالعه بر منافع مرتبط با سلامت است که به عنوان بزرگ‌ترین دستاورد بهبود در کیفیت هواست؛ به طوری که در بخش خانوار مدل توسعه‌یافته به بررسی اثرات بازخورد آلودگی هوا بر اثرات سلامت می‌پردازد. اثرات دیگر آلودگی هوا شامل پوشش گیاهی، مواد و میدان دید در برخی مطالعات در نظر گرفته شده‌اند.^۴

ترکیب اثرات آلودگی هوا بر هزینه‌های سلامت توسط مصرف‌کنندگان و زمان در دسترس آنان و بهره‌وری نیروی کار در بخش دولتی در نظر گرفته شده است. همچنین در تابع سلامت شاخص‌های موثر بر سلامت مرتبط با آلودگی هوا و مصرف خدمات پزشکی لحاظ شده است. این رویکرد مناسب‌ترین روش مدل‌سازی برای اثرات عوارض آلودگی هوا می‌باشد.

درمان واقعی اثرات مرگ و میر نیاز به نوعی مدل‌سازی دارد که در آن بیشتر از یک متغیر سلامت مستمر بیان شود.^۵ در این مقاله، علاوه بر اثرات مرگ و میر^۶ و بیماری^۷، اثرات غیرسلامت^۸ نیز در نظر گرفته شده است. منظور از اثرات غیرسلامت، اثراتی مانند کاهش دید و ارزش زیبایی‌شناسی مناظر ناشی از آلودگی توسط افراد می‌باشد.

مدل تعادل عمومی قابل محاسبه ابزاری مشهور برای تجزیه و تحلیل سیاست‌های مالیاتی است که به طور گسترده، از اواخر دهه ۱۹۷۰ تاکنون به عنوان مدل‌های تحلیل سیاستی مورد

^۱ Mayeres & Proost

^۲ Williams

^۳ Mayeres & Van Regemorter

^۴ یک مدل واقعی‌تر از اثرات مربوط به غیرسلامت آلودگی هوا توسط اشمیت (۲۰۰۰) ارائه شده است.

^۵ به مطالعه فریمن (۲۰۰۳) مراجعه شود.

^۶ Mortality

^۷ Morbidity

^۸ Non Health Effects

استفاده قرار گرفته است و می‌تواند اثرات تغییرات سیاستی و یا عوامل برونزای بخش‌های اقتصادی را تحلیل کند (نادران و فولادی، ۱۳۸۴).

نسخه استاندارد این مدل، هزینه‌ها و منافع پیشنهادی سیاستی محیط زیستی را محاسبه می‌کند. این مدل دارای یک تابع کیفیت زیست‌محیطی وابسته به انتشار آلودگی است که از طریق یک تابع مطلوبیت بر رفاه اجتماعی تأثیر می‌گذارد (مایرز و ون‌رگمورتر، ۲۰۰۸). به برخی از مهم‌ترین مطالعات خارجی و داخلی مرتبط با تأثیر مالیات‌های زیست‌محیطی بر اقتصاد و همچنین اثرات آلودگی هوا و سلامت پرداخته می‌شود.

فرج‌زاده (۲۰۱۸) با استفاده از مدل تعادل عمومی به ارزیابی تأثیر مالیات بر آلاینده‌های مختلف در دو سناریوی مالیاتی سطح متوسط و زیاد بر رفاه خانوارها پرداخته است. نتایج نشان داد اجرای مالیات به رفاه بیشتر و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر می‌گردد.

ویسه و لین^۱ (۲۰۱۸) دریافته‌اند با اعمال مالیات کربن علی‌رغم کاهش تولید در بخش‌های مختلف از جمله بخش برق، رفاه افزایش یافته و مالیات کربن، آلودگی محیطی را تا حدود ۶۲/۵ درصد کاهش می‌دهد. پیو و اوتمان^۲ (۲۰۱۷) نشان داده‌اند بهبود بهره‌وری سوخت می‌تواند اثر سود دوجانبه را با مزایای همزمان اقتصاد و کیفیت محیط‌زیست ایجاد نماید. همچنین اجرای همزمان سیاست مالیاتی سوخت و بهبود بهره‌وری یک اقدام مکمل و مناسب برای کاهش بیشتر انتشار آلودگی است.

مایرز و ون‌رگمورتر (۲۰۰۸) سلامت و سیاست‌های زیست‌محیطی را با استفاده از مدل GEM-E3^۳ برای کشورهای اتحادیه اروپا بررسی کرده‌اند. آنها نتیجه گرفته‌اند مدل‌سازی صریح و روشن از اثرات مرتبط با سلامت و آلودگی هوا بر مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان اجازه ارزیابی بهتر از تأثیر سیاست‌های زیست‌محیطی بر مصرف خصوصی و اشتغال را می‌دهد.

مطالعات صورت گرفته در ایران با روش تعادل عمومی در زمینه اثرات مالیات سبز بر شاخص‌های اقتصادی و اثرات محیط‌زیستی نتایج متفاوتی را در بر داشته است. در این زمینه

¹ Wesseh & Lin

² Pui & Othman

³ General Equilibrium Model for Economy- Energy- Environment

می‌توان به مطالعات جعفری صمیمی و علیزاده‌ملفه (۱۳۹۵)؛ نعمت‌الهی، شاهنوشی‌فروشان، جوان‌بخت و دانشورکاخکی (۱۳۹۴)؛ فیض‌پور، شاه‌محمدی مهرجردی و آسایش (۱۳۹۳)؛ آماده، غفاری و فرج‌زاده (۱۳۹۳)؛ فرج‌زاده (۱۳۹۱) و مقدسی و طاهری (۱۳۹۱) اشاره نمود. به طور کلی، نتایج اکثر این مطالعات نشان می‌دهند با اجرای مالیات‌های زیست‌محیطی، هرچند ممکن است تولید بسیاری از بخش‌ها کاهش یابد؛ اما به دلیل کاهش آلودگی هوا رفاه جامعه افزایش می‌یابد.

در زمینه تأثیرات آلودگی هوا و سلامت مطالعاتی در سطح تعادل جزئی صورت گرفته که به برخی از آنها اشاره می‌شود. گل‌خندان (۱۳۹۶) و فتاحی، عصار، صادقی و اصغرپور (۱۳۹۴) نتیجه گرفته‌اند گسترش آلودگی هوا باعث افزایش هزینه‌های بخش سلامت می‌شود. همچنین فلاحی، سهیلی، نظیفی و عباس‌پور (۱۳۹۲) شهرنشینی را عامل تشدیدکننده آلودگی هوا می‌دانند که بیشترین تأثیر را بر سلامت و امید به زندگی افراد داشته است؛ هرچند اثر مثبت گسترش شهرنشینی بر بهداشت و سلامت بیشتر از اثر منفی آن از طریق آلودگی هوا بوده است.

به‌کارگیری مدل‌های تعادل عمومی در مقایسه با تعادل جزئی برای بررسی آثار و تبعات سیاست‌ها و شوک‌های اقتصادی کاربرد موثرتری دارند. بدین منظور، این مقاله تأثیرات سلامتی ناشی از سیاست مالیات سبز را با استفاده از مدل تحلیل تعادل عمومی مورد مطالعه قرار می‌دهد. از معدود مطالعات مرتبط در این زمینه پژوهش مایرز و ون‌رگمورت (۲۰۰۸) می‌باشد که اثرات و بازخوردهای سلامت ناشی از سیاست‌های زیست‌محیطی را با استفاده از مدل تعادل عمومی مورد مطالعه قرار داده‌اند. از آنجا که هیچکدام از مطالعات یاد شده در ایران، ارتباطات بخش‌های اقتصاد، انرژی، محیط‌زیست و سلامت را به صورت همزمان و با مدل تعادل عمومی در نظر نگرفته‌اند؛ بنابراین، در این مطالعه براساس طراحی یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه، تأثیرات مالیات سبز در سناریوهای مختلف بر هزینه‌های بخش سلامت ایران با به‌کارگیری ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفته است.

۳. تصریح مدل

برای تحقق هدف پژوهش از چارچوب استاندارد مدل تعادل عمومی متناسب به مایرز و ون‌رگمورتر (۲۰۰۸)؛ اوریان، دی‌میگوئل، میلر و موناسینگ^۱ (۲۰۰۵) و بگین، دسوس، رونالد هولست و ون‌در‌منسبورگ^۲ (۱۹۹۶) استفاده شده است. در این مدل، اقتصاد باز در نظر گرفته شده است و همچون سایر مطالعات فرض می‌شود بازارهای عوامل تولید در شرایط اشتغال کامل هستند. داده‌های مورد نیاز از جداول ماتریس حسابداری اجتماعی (SAM^۳) و داده-ستاده سال ۱۳۹۰، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی وزارت نیرو، بانک جهانی^۴ و سازمان بهداشت جهانی (WHO) استخراج شده است.

کل اقتصاد ایران به یازده بخش، سه عامل تولیدی (نیروی کار، سرمایه و انرژی) و دو گروه خانوار (شهری و روستایی) تقسیم شده است. زیربخش انرژی شش نوع حامل انرژی شامل بنزین، نفت سفید، نفت کوره، گاز مایع، گازوییل و گاز طبیعی و در بخش آلودگی نیز هشت آلاینده شامل اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، دی‌اکسید گوگرد (SO_2)، تری‌اکسید گوگرد (SO_3)، مونواکسید کربن (CO)، ذرات معلق (SPM^۵)، دی‌اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4) و اکسید دی‌نیتروژن (N_2O) در نظر گرفته شد. همچنین برای سلامت شاخص‌های مرگ و میر، بیماری، تعداد روزهای بستری و هزینه‌های پزشکی مرتبط با آلودگی در نظر گرفته شد.

توابع تولید از نوع کشش جانشینی ثابت (CES^۶) و توابع بخش مصرف از نوع سیستم مخارج خطی (LES^۷) استفاده گردید که در ادامه با توجه به حجم زیاد معادلات، تنها به ذکر روابط مرتبط اکتفا می‌گردد.

مطابق پژوهش مایرز و ون‌رگمورتر (۲۰۰۸) در بخش خانوار مدل حاضر، تأثیرات آلودگی هوا بر شاخص سلامت لحاظ شده است. گفتنی است در همه بخش‌ها فرض بازده ثابت نسبت

¹ O'Ryan, De Miguel, Miller and Munasinghe

² Beghin, Dessus, Roland-Holst and van der Mensbrugge

³ Social Accounting Matrix

⁴ <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>

⁵ Suspended Particulate Matter

⁶ Constant Elasticity Substitution

⁷ Linear Expenditure System

به مقیاس و بهینه‌سازی هزینه لحاظ شده است. عرضه عوامل اصلی شامل سرمایه، انرژی و نیروی کار نیز برون‌زا در نظر گرفته شده است.

۳-۱. بخش بنگاه

تکنولوژی تولید بر اساس ساختار تودرتو^۱ (آشیانه‌ای) و بر پایه توابع کشش جانشینی ثابت (CES) در نظر گرفته شد. با فرض حداقل کردن هزینه‌ها، تولیدات داخلی هر یک از بخش‌ها با استفاده از عوامل سرمایه، نیروی کار و انرژی به عنوان ورودی صورت می‌گیرد (اوریان، دی‌میگنول، میلر و موناسینگ، ۲۰۰۵):

$$\begin{aligned} \min \quad & P_{KEL_i}KEL_i + P_{ABND_i}ABND_i \\ \text{s. t.} \quad & XP_i = \left[a_{kel,i}KEL_i^{\rho_i^P} + a_{abnd,i}ABND_i^{\rho_i^P} \right]^{\frac{1}{\rho_i^P}} \end{aligned} \quad (1)$$

به طوری که KEL_i نهاده‌های واسطه‌ای غیرانرژی (نیروی کار و سرمایه) و نهاده‌های انرژی، $ABND_i$ میزان انتشار آلودگی (از نهاده‌های انرژی و غیرانرژی)، P قیمت مربوطه و XP_i میزان تولید بخش i ام را نشان می‌دهد.

در مدل‌های تعادل عمومی فروض همگنی نهاده‌ها معمولاً براساس هدف مطالعه در نظر گرفته می‌شود. از آنجا که هدف پژوهش حاضر ارزیابی تأثیرات مالیات سبز (بر حامل‌های مختلف انرژی) بر هزینه‌های سلامت است؛ بنابراین، نهاده انرژی به صورت ناهمگن و نهاده‌های سرمایه و نیروی کار برای سادگی مدل به صورت همگن در نظر گرفته شده است. تابع آشیانه‌ای انرژی با توجه به شش حامل اصلی انرژی مورد مطالعه به صورت زیر در نظر گرفته شد:

$$E_i = a_i^{ve} \left(\sum_{e=1}^6 \delta_i^{ve} QFE_{i,e}^{-\rho_i^{ve}} \right)^{-\frac{1}{\rho_i^{ve}}} \quad (2)$$

E_i تابع کل نهاده انرژی است که با لحاظ شش نهاده انرژی به صورت یک تابع CES تصریح شده است؛ $QFE_{i,e}$ حامل‌های انرژی و اندیس e نمایانگر حامل‌های انرژی می‌باشد

¹ Nested

(هادیان و اسلامی اندارگلی، ۱۳۹۳). همچنین مبتنی بر مطالعه بگین، دسوس، رونالد هولست و ون‌در‌منسبورگ (۱۹۹۶) تابع آلودگی به صورت زیر در نظر گرفته شد:

$$E_p = \sum_i v_i^p \cdot XP_i + \sum_i \pi_i^p \left(\sum_j XA_{Pij} + \sum_h XA_{Cih} + \sum_f XAFD_f^i \right) \quad (3)$$

به طوری که i شاخص بخش، j شاخص محصول، h شاخص خانوار، P شاخص تولید، XP محصول تولید شده، XA_C مصرف نهایی کالای آلاینده است. همچنین v_i^p انتشار آلاینده به ازای یک واحد تولید یا محصول در بخش i ام را نشان می‌دهد. E_p مجموع تمام آلودگی‌ها (کل سطوح آلودگی‌ها برای هر آلوده‌کننده) است. عبارت $\sum_i v_i^p \cdot XP_i$ نیز مقدار باقی‌مانده از آلودگی در تولید است که به‌وسیله مصرف نهاده‌ها توضیح داده نشده است. $\sum_j XA_{Pij}$ مصرف انرژی توسط بنگاه‌ها، $\sum_h XA_{Cih}$ مصرف انرژی توسط خانوارها و $\sum_f XAFD_f^i$ تقاضای نهایی است.

سیاست مالیات بر آلودگی به صورت دریافت مبلغی مشخص از هر واحد (تن) آلاینده اعمال می‌شود. با توجه به تفاوت در سطح انتشار آلاینده‌ها توسط حامل‌های مختلف انرژی، دریافت مبلغ تعیین شده مالیات از آلاینده‌ها به معنای دریافت نرخ‌های مختلف مالیات از حامل‌های انرژی خواهد بود. مطابق پژوهش بگین، دسوس، رونالد هولست و ون‌در‌منسبورگ (۱۹۹۶) دریافت مالیات از مصرف حامل‌های انرژی را می‌توان به صورت معادله زیر نشان داد:

$$PQS_c = (\delta_c PD_c^{-\rho_c} + (1 - \delta_c) PM_c^{-\rho_c})^{-\frac{1}{\rho_c}} + \sum_P \pi_c^P \tau^P \quad (4)$$

در معادله فوق PD قیمت کالای داخلی عرضه شده به بازار داخل، PM قیمت کالای وارداتی، δ_c پارامتر سهم، ρ_c پارامتر کشش، π_c^P میزان انتشار آلاینده نوع P به ازای هر واحد از حامل انرژی نوع c و τ^P میزان مالیات دریافتی به‌ازای هر واحد آلودگی آلاینده P است.

۳-۲. بخش خانوار

فرض بر این است که تمام درآمد تولید شده توسط فعالیت‌های اقتصادی بین مصرف‌کنندگان توزیع می‌شود. هر مصرف‌کننده، به طور بهینه، درآمد قابل تصرف خود را بین مصرف کالاها،

اوقات فراغت و سلامت تخصیص می‌دهد. سازگار با مطالعه مایرز و ون‌رگمورتر (۲۰۰۸) تابع مطلوبیت مصرف‌کننده برپایه تابع مطلوبیت مخارج خطی (LES) تصریح می‌گردد:

$$\begin{aligned} \text{Max } U^0 &= \alpha_1^0 \ln(C - \bar{C}) + \alpha_2^0 \ln(l - \bar{l}) + \alpha_3^0 \ln(H - \bar{H}) - \sum_{m=1}^M \alpha_{H,m}^0 \cdot A_m \quad (5) \\ \text{s.t. } P_C C + w l + P_{MED} MED &\leq I \end{aligned}$$

به طوری که U^0 سطح حداکثر تابع مطلوبیت؛ $(C - \bar{C})$ مصرف اضافی، $(l - \bar{l})$ اوقات - فراغت اضافی و $(H - \bar{H})$ سلامت اضافی است. همچنین تابع غلظت آلاینده‌های هوا $(\sum_{m=1}^M \alpha_{H,m}^0 \cdot A_m)$ نیز به صورت مجزا در نظر گرفته شد. برای به دست آوردن میزان تقاضای مصرف، اوقات فراغت و سلامت تابع مطلوبیت (U^0) با توجه به محدودیت بودجه به حداکثر می‌رسد.

با توجه به معادله بخش خانوار، مجموع درآمد (I) نباید از هزینه مصرف، اوقات فراغت و مراقبت‌های پزشکی تجاوز نماید. P_C قیمت مصرفی کالای C بوده که برابر مجموع قیمت تولیدکننده (q_C) و مالیات (t_C) می‌باشد. P_{MED} قیمت مصرفی کالاها و خدمات دارویی و پزشکی برای مصرف‌کننده می‌باشد ($P_{MED} = q_{MED} + t_{MED}$). اگر در کشوری کمک مالی جهت مراقبت‌های پزشکی از طریق سیستم‌های تأمین اجتماعی در نظر گرفته شود، مالیات خدمات پزشکی (t_{MED}) منفی خواهد بود. w نرخ دستمزد نیروی کار می‌باشد. مجموع درآمد قابل دسترس خانوارها به صورت زیر خواهد بود:

$$I = w \left(T - \sum_{m=1}^M \theta_m A_m \right) + P \quad (6)$$

P درآمد غیر از کار، T کل زمان قابل دسترس مصرف‌کننده و θ_m مقدار کاهش هر واحد از غلظت آلاینده هوا نسبت به مرجع است. H شاخص سلامتی است و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$H = H^* - \sum_m \beta_{1,m} A_m + \beta_2 MED \quad (7)$$

H^* سطح برونزای سلامتی افراد (بدون وجود آلودگی هوا و خدمات پزشکی) و β_2 و $\beta_{1,m}$ به ترتیب، شاخص‌های موثر بر سلامت آلودگی هوا و مصرف خدمات پزشکی هستند. از شرایط مرتبه اول حداکثرسازی مطلوبیت روابط زیر حاصل می‌شود:

$$C = \bar{C} + \frac{\alpha_1^d I^d}{P_C}$$

$$l = \bar{l} + \frac{\alpha_2^d I^d}{w}$$

$$MED = \frac{\bar{H} - H^* + \sum_m \beta_{1,m} A_m}{\beta_2} + \frac{\alpha_3^d I^d}{P_{MED}} \quad (8)$$

$$I^d = w \left(T - \sum_m \theta_m A_m \right) + P - P_C \bar{C} - w \bar{l} - P_{MED} \frac{\bar{H} - H^* + \sum_m \beta_{1,m} A_m}{\beta_2} \quad (9)$$

I^d درآمد قابل تصرف است که می‌تواند به C ، l و MED اختصاص داده شود. \bar{C} ، \bar{l} و \bar{H} به ترتیب، سطح امرار معاش از مصرف، اوقات فراغت و سلامت می‌باشند.

پارامترهای تابع مطلوبیت مخارج خطی (LES) هستند. $\alpha_{H,m}^d$ مطلوبیت نهایی ناشی از کاهش غلظت آلاینده m ($\alpha_{H,m}^d > 0$) ($m = 1, \dots, M$) و A_m غلظت محیط از آلاینده m است و هشت نوع آلودگی را در بر می‌گیرد که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$A_m = A_m(EM_1, \dots, EM_{p_0}) \quad \forall m \quad (10)$$

به طوری که غلظت محیط مجموعه‌ای از M آلاینده است. A_m برونزا در نظر گرفته می‌شود. فرض بر این است که تابعی از آلاینده‌های مختلف تعادل مرجع در نظر گرفته شود. (EM_{p_0} with $p_0 = 1, \dots, 8$)

۳-۳. دولت

درآمد دولت از مجموع مالیات‌های مستقیم، مالیات خانوارها و مالیات‌های غیرمستقیم حاصل می‌شود. یارانه‌ها به عنوان درآمد منفی محسوب می‌شوند. در این مقاله معادله (۱۱) نشان‌دهنده کل درآمد دولت می‌باشد؛ به طوری که $MiscRev$ ، $\sum_h Tax_h^H$ ، I_{oil} و $\sum_p \tau_{poll} E_p$ به ترتیب،

نشان‌دهنده درآمدهای مختلف دولت، مالیات مستقیم خانوار، درآمد نفت و مالیات سبز می‌باشد.^۱

$$GRev = MiscRev + \sum_n Tax_h^H + I_{oil} + \sum_p \tau_{poll} E_p \quad (11)$$

۳-۴. اثرات سلامت

برآورد اثرات سلامت آلودگی هوا شامل شناسایی و ارزیابی صریح آنها از طریق چندمرحله و به روش زیر محاسبه شده است. نخست، اثرات سلامت شناسایی گردید. مراحل ارزیابی شامل چهار مرحله شناسایی آلاینده‌ها و اندازه‌گیری غلظت، برآورد جمعیت موجود در معرض، ایجاد ضریب دز-واکنش و برآورد اثرات سلامت است.

به طور معمول، اندازه‌گیری اثرات سلامتی به دو روش فیزیکی و پولی صورت می‌گیرد. در روش فیزیکی، تأثیرات سلامت آلودگی هوا بر اساس سال‌های زندگی تنظیم شده با ناتوانی (DALYs)^۲ برآورد می‌شود. روش DALY شدت بیماری را ارزیابی می‌کند. ساراف، اوایگن، روتا و کرویتورو^۳ (۲۰۰۵) جزئیات بیشتری در مورد استفاده از روش DALY ارائه داده‌اند. در روش پولی، ارزش DALY را می‌توان با استفاده از دو روش برآورد کرد. رویکرد سرمایه انسانی (HCA)^۴ که برآورد هزینه غیرمستقیم از دست دادن بهره‌وری از طریق ارزش درآمد آتی فرد می‌باشد (کیرچ^۵، ۲۰۰۸). بر این اساس، DALY مربوط به سهم متوسط یک نفر در تولید (GDP سرانه) است. این روش حدپایینی برای از دست دادن DALY را فراهم می‌کند. در رویکرد دوم، ارزش یک زندگی آماری (VSL)^۶ می‌باشد که تمایل به پرداخت (WTP)^۷ را

^۱ برای رعایت اختصار تنها به رابطه درآمد بسنده شد؛ جهت اطلاعات بیشتر به مقاله بگین، دسوس، رونالد هولست و ون‌در منسبورگ (۱۹۹۶) مراجعه شود.

^۲ Disability-Adjusted Life Years (DALYs)

^۳ Sarraf, Owaygen, Ruta and Croitoru

^۴ Human Capital Approach

^۵ Kirch

^۶ Value of a Statistical Life (VSL)

^۷ Willingness to Pay (WTP)

برای اجتناب از مرگ اندازه‌گیری می‌کند. این برآورد با رعایت رفتار فردی در هنگام مواجهه با خطرات و هزینه‌های سلامت به دست می‌آید (جوهانسون^۱، ۲۰۰۶).

روش VSL یک حدبالایی از آسیب‌های سلامت را فراهم می‌کند. این روش، هزینه‌های درد و رنج و هزینه‌های مستقیم مربوط به بیماری را به همراه می‌آورد. این هزینه‌ها از طریق رویکرد هزینه بیماری (COI)^۲ محاسبه می‌شود.

در مرحله برقراری ضرایب دز-واکنش^۳، اثرات PM₁₀ و PM_{2.5} بر مرگ و میر از توابع نسبی خطر (RR)^۴ استفاده می‌شود. مرگ و میر ناشی از مواجهه کوتاه‌مدت کودکان زیر سن ۵ سال از رابطه (۱۲) که توسط پاپ، بورت، تون، کیل، کروسکی و ...^۵ (۲۰۰۲) ارائه شده به دست می‌آید.

$$RR = \exp[\beta(x - x_0)] \quad (12)$$

به طوری که $0/00006 \leq \beta \leq 0/0010$ و x میانگین سالانه رایج غلظت PM₁₀ و x_0 غلظت اولیه PM₁₀ برحسب میکروگرم در مترمکعب می‌باشد. همچنین مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی و سرطان ریه مرتبط با در معرض قرار گرفتن درازمدت بزرگسالان بالای ۳۰ سال نیز از رابطه (۱۳) که توسط پاپ، بورت، تون، کیل، کروسکی و ... (۲۰۰۲) ارائه شده برآورد می‌شود.

$$RR = [(x + 1)/(x_0 + 1)]^\beta \quad (13)$$

به طوری که β برای مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی و سرطان ریه به ترتیب $0/2541 \leq \beta \leq 0/0562$ و $0/37873 \leq \beta \leq 0/08563$ می‌باشد. x میانگین سالانه رایج غلظت PM_{2.5} و x_0 غلظت اولیه PM_{2.5} برحسب میکروگرم در مترمکعب می‌باشد.

برای برآورد اثرات PM₁₀ در میزان بیماری، مواردی مانند؛ برونشیت مزمن، پذیرش بیمارستان در بیماران مبتلا به مشکلات تنفسی، دفاتر اورژانس، فعالیت روزانه محدود، عفونت‌های تنفسی پایین در کودکان و علائم تنفسی عمومی در نظر گرفته می‌شود. در این

¹ Johansson

² Cost of Illness

³ Dose-Response Coefficients

⁴ Relative risk

⁵ Pope, Burnett, Thun, Calle, Krewski, Ito and Thurston

پژوهش ضرایب دز- واکنش مرگ و میر و بیماری به علت قرارگرفتن در معرض $PM_{2.5}$ و PM_{10} نیز از مطالعه پاپ، بورت، تون، کیل، کروسکی و ... (۲۰۰۲) استفاده شد. سایر اطلاعات مربوطه از وزارت بهداشت ایران در سال ۱۳۹۴ تهیه شده است. برای تبدیل اثرات سلامت آلودگی هوا به شاخص DALYs از مطالعه مایرز و ون‌رگمورتر (۲۰۰۸) استفاده شد.

۴. نتایج تجربی

نتایج حاصل از تغییرات انتشار آلاینده‌ها از اعمال سیاست مالیات سبز در جدول (۱) منعکس شده است. بر این اساس انتشار تمامی آلاینده‌ها همواره کاهش می‌یابد. این کاهش در سناریوهای مالیاتی پایین مانند ۱ و ۵ درصد نامحسوس می‌باشد؛ به طوری که در سناریوی یک درصد مالیات سبز، بیشترین کاهش انتشار مربوط به آلاینده‌های SO_2 و CH_4 در حدود ۱/۴ درصد و کمترین کاهش به CO_2 با یک درصد کاهش می‌باشد. افزایش مالیات از ۱۰ به ۱۵ درصد اثرات معنادارتری بر کاهش انتشار آلاینده‌ها دارد. در سناریوی مالیاتی ۳۰ درصد، بیشترین کاهش به آلاینده‌های NO_x ، SO_3 و CH_4 و کمترین آن به N_2O و CO اختصاص دارد.

جدول ۱. تغییرات میزان انتشار آلاینده‌ها در پاسخ به سناریوهای مختلف مالیات سبز (درصد)

سناریوهای مالیات سبز						آلاینده‌ها
٪۳۰	٪۲۰	٪۱۵	٪۱۰	٪۵	٪۱	
-۳۲/۲۵	-۱۷/۵	-۱۲/۸۵	-۵/۲۸	-۳/۲۵	-۱/۳۲	NO_x
-۲۴/۵۵	-۱۶/۷۲	-۱۱/۴۵	-۷/۳۷	-۳/۰۵	-۱/۲۵	SO_2
-۲۶/۷۸	-۱۸/۲۵	-۱۳/۲۴	-۸/۵۶	-۳/۵۴	-۱/۴۳	SO_3
-۲۱/۴۵	-۱۴/۶۲	-۱۰/۸	-۷/۳۲	-۳/۰۳	-۱/۲۳	CO
-۲۱/۸۳	-۱۵/۶	-۱۱/۶۲	-۷/۴۹	-۳/۱۲	-۱/۲۷	SPM
-۲۲/۵۶	-۱۵/۲۳	-۱۰/۵	-۶/۴	-۲/۶۵	-۱/۰۵	CO_2
-۲۴/۸۵	-۱۷/۳۵	-۱۲/۹۲	-۸/۳۲	-۳/۴۴	-۱/۴	CH_4
-۲۰/۳۵	-۱۳/۵۶	-۱۰/۱۶	-۶/۵۵	-۲/۷۱	-۱/۱۲	N_2O

منبع: یافته‌های پژوهش

در این مطالعه، هزینه‌های خسارت ناشی از کاهش انتشار آلاینده‌های هوا در اثر اعمال مالیات سبز در ایران با توجه به دو مطالعه ساراف، اوایگن، روتا و کرویتورو (۲۰۰۵) و مایرز و رگمورتر (۲۰۰۸) که ارتباط کل خسارت‌های آلودگی هوا را بر مرگ و میر، بیماری و اثرات غیرسلامت (مانند کاهش دید و ارزش زیبایی‌شناسی مناظر) را نشان داده‌اند، محاسبه شده است. اثرات سلامت آلاینده‌های ذرات معلق (PM_{10} و $PM_{2.5}$) و دی‌اکسید گوگرد (SO_2) که تأثیر قابل‌توجهی بر سلامت افراد دارند؛ به صورت مجزا و اثرات سایر آلاینده‌ها به صورت یکپارچه در نظر گرفته شد. این مطالعه نشان داد که $PM_{2.5}$ ، PM_{10} ، سایر آلاینده‌ها و SO_2 به ترتیب با ۵۵/۲، ۳۳/۵، ۱۰/۴ و ۰/۹ درصد بیشترین سهم شاخص‌های سلامت را به خود اختصاص داده‌اند.

نتایج اثرات آلودگی بر شاخص‌های سلامت در جدول (۲) مشاهده می‌شود. بر این اساس، توزیع شاخص‌های سلامت و همچنین ارزیابی مالی این تأثیرات از جمله مرگ و میر، بیماری و اثرات غیرسلامت ناشی از آلودگی هوا به ترتیب ۶۲، ۲۶/۴ و ۱۱/۶ درصد می‌باشد. گفتنی است در این مطالعه جهت محاسبه ارزش پولی از پایه حداقل حقوق و دستمزد مصوب وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی سال ۱۳۹۵ و معادل ۲۷۰۷۲۲ ریال استفاده شده است.

جدول ۲. برآورد اثرات سلامت بر اساس ارزیابی پولی

ارزش (میلیون ریال)	کل DALYs	تأثیر سالانه سلامت
۳۲۰۴۷	۱۱۸۳۷۶	مرگ و میر
۱۳۶۷۱	۵۰۴۹۸	بیماری
۵۹۹۰	۲۲۱۲۶	اثرات غیرسلامت
۵۱۷۰۸	۱۹۱۰۰۰	کل مرگ و میر، بیماری و اثرات غیرسلامت

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (۳) درصد تغییر در متوسط هزینه‌های سالانه سلامت شامل هزینه‌های مرگ و میر، بیماری و اثرات غیرسلامت ناشی از اعمال سناریوهای مختلف مالیات سبز را نشان می‌دهد. بر

این اساس، همواره ارتباط مثبت بین افزایش مالیات سبز با کاهش هزینه‌های سلامت مشاهده می‌شود.

جدول ۳. برآورد کاهش تأثیر سالانه هزینه‌های سلامت ناشی از اعمال سناریوهای مختلف مالیات سبز

سناریوهای مالیات سبز						تأثیر سالانه سلامت
٪۳۰	٪۲۰	٪۱۵	٪۱۰	٪۵	٪۱	
-۲۴/۳۳	-۱۶/۱۰	-۱۱/۷۰	-۷/۱۶	-۳/۱۰	-۱/۲۶	هزینه‌های سلامت (مرگ و میر، بیماری و اثرات غیرسلامت)

منبع: یافته‌های پژوهش

۵. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

هدف این مقاله مدل‌سازی تأثیرات سلامتی ناشی از سناریوهای مالیات سبز بر هزینه‌های سلامت بود. بدین منظور از چارچوب استاندارد تحلیل تعادل عمومی استفاده گردید. در این راستا، کل اقتصاد ایران به یازده بخش کشاورزی، نفت خام و گاز طبیعی، سایر معادن، صنعت، برق، توزیع گاز طبیعی، آب، ساختمان، حمل و نقل، بهداشت و درمان و خدمات، عوامل تولید به سه بخش نیروی کار، سرمایه و انرژی و خانوارها به دو گروه شهری و روستایی تقسیم گردید.

نتایج نشان داد هرچند با افزایش نرخ‌های مالیات سبز در سناریوهای مختلف، انتشار آلاینده‌های مختلف کاهش می‌یابد؛ اما میزان کاهش در نوع آلاینده‌ها متفاوت می‌باشد؛ به طوری که در سناریوهای پایین‌تر (۱، ۵ و ۱۰ درصد) کاهش میزان آلاینده‌های SO_3 ، CH_4 و SPM نسبت به سایر آلاینده‌ها بیشتر اما در سناریوهای بالاتر مثلاً ۳۰ درصد آلاینده NO_x دارای بیشترین کاهش و معادل ۳۲/۲۵ درصد می‌باشد.

از آنجا که کاهش آلاینده‌ها تأثیر مثبت بر شاخص‌های سلامت از جمله مرگ و میر و بیماری دارد؛ اما نوع آلاینده نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ به طوری که آلاینده‌های ذرات معلق (PM_{10} و $PM_{2.5}$) بیشترین و دی‌اکسید گوگرد (SO_2) کمترین تأثیر بر شاخص‌های

سلامت دارند. آلاینده $PM_{2.5}$ به‌تنهایی بیش از نیمی از این سهم را به خود اختصاص داده است.

در ارزیابی مالی هزینه‌های سلامت سهم مرگ و میر، بیماری و اثرات غیرسلامت ناشی از آلودگی هوا به ترتیب، ۶۲، ۲۶/۴ و ۱۱/۶ درصد برآورد گردید. این امر نشان‌دهنده اثر سهم بسیار بالای مرگ و میر می‌باشد. از طرفی اعمال سیاست مالیات سبز به طور قابل توجهی باعث کاهش هزینه‌های سلامت می‌گردد. به‌طور مثال، با نرخ مالیاتی ۱۰ و ۳۰ درصد، به ترتیب، ۷/۱۶ و ۲۴/۳۳ درصد از هزینه‌های سلامت کاسته خواهد شود. این امر ضرورت اجرای مالیات سبز را مورد تأیید قرار می‌دهد.

با توجه به اینکه هزینه‌های سلامت ناشی از آلودگی هوا و ارزش ریالی آن‌ها زیاد است. عزم جدی برای کاهش آلودگی بیشتر از پیش نمایان می‌شود؛ به طوری که هیئت وزیران نیز در ۱۵ دی ۹۵ در بررسی لایحه مالیات بر ارزش افزوده، مالیاتی را به عنوان مالیات سبز تعیین کرد تا واحدهایی که حد مجاز و استاندارد محیط‌زیست را رعایت نمی‌کنند، براساس معیارهایی نظیر شدت، مدت، نوع و مکان آلودگی با نرخ‌های نیم، یک و یک و نیم درصد به مأخذ فروش یا درآمد ارائه خدمات، حسب مورد، مشمول مالیات سبز شوند.

پیشنهاد می‌گردد علاوه بر اینکه دولت با تأکید بیشتری نسبت به تصویب و اجرای سیاست یاد شده قدم بر می‌دارد، باید بخشی از درآمد حاصل از مالیات سبز را در تکنولوژی‌های کاهنده آلودگی، به ویژه، صنایع آلوده‌کننده و بخش دیگر را برای کمک به بخش سلامت هزینه نماید.

منابع

- آماده، حمید، غفاری، علیرضا، فرج‌زاده، زکریا (۱۳۹۳). تحلیل اثرات محیط‌زیستی و رفاهی اصلاح یارانه حامل‌های انرژی (کاربرد الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر)، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۴(۱۳): ۶۲-۳۳.
- جعفری صمیمی، احمد، علیزاده‌ملفه، الهام (۱۳۹۵). شبیه‌سازی مالیات سبز بر رشد اقتصادی ایران با کاربرد روش تعادل عمومی قابل‌محاسبه، *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، ۶(۲۲): ۷۰-۵۷.

- فتاحی، مریم، عصارى، عباس، صادقی، حسین، اصغرپور، حسین (۱۳۹۴). تحلیل تجربی رابطه بین آلودگی هوا و هزینه‌های عمومی سلامت: رویکرد داده‌های تابلویی پویا. *مدلسازی اقتصادی*، ۹(۳(پیاپی ۳۱)): ۶۰-۴۳.
- فرج‌زاده، زکریا (۱۳۹۱) اثرات زیست‌محیطی و رفاهی اصلاح سیاست‌های تجاری و انرژی در ایران، پایان‌نامه دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- فلاحتی، علی، سهیلی، کیومرث، نظیفی، مینو، عباس‌پور، سحر (۱۳۹۲). بررسی و مدل‌سازی اثر آلودگی هوا بر سلامت، با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی. *مجله اپیدمیولوژی ایران*، ۹(۲): ۴۹-۳۹.
- فیض‌پور، محمدعلی، شاه‌محمدی مهرجردی، ابوالفضل، آسایش، فاطمه (۱۳۹۳). مالیات سبز عاملی فراموش شده در برنامه‌ریزی صنعتی ایران، *محیط‌شناسی*، ۴۰(۲): ۴۱۳-۴۰۱.
- کریمی، سعید، جوادی، مرضیه، جعفرزاده، فاطمه (۱۳۹۰). بار اقتصادی و هزینه‌های سلامت ناشی از بیماری‌های مزمن در ایران و جهان، مدیریت اطلاعات سلامت، *ویژنه‌نامه اقتصاد سلامت*، ۸(۷): ۹۹۶-۹۸۴.
- گل‌خندان، ابوالقاسم (۱۳۹۶). سنجش تأثیر آلودگی هوا بر هزینه‌های بخش سلامت در ایران، *مجله پژوهش سلامت*، ۲(۳): ۱۶۶-۱۵۷.
- مقدسی، رضا، طاهری، فرزانه (۱۳۹۱). پیامدهای اقتصادی و زیست‌محیطی مالیات بر آلودگی، *تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۴(۳): ۱۱۱-۷۷.
- نادران، الیاس، فولادی، معصومه (۱۳۸۴). ارائه یک مدل تعادل عمومی برای بررسی مخارج دولت بر تولید، درآمد و اشتغال خانوارها، *پژوهشنامه اقتصادی*، ۱۹: ۸۰-۴۵.
- نعمت‌الهی، زهرا، شاهنوشی‌فروشانی، ناصر، جوان‌بخت، غدیری، دانشورکاخکی، محمود (۱۳۹۴). ارزیابی آثار هدفمندی یارانه حامل‌های انرژی بر فعالیت‌های تولیدی، *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، ۵(۱۹): ۲۴-۱۱.
- هادیان، ابراهیم، اسلامی‌اندارگلی، مجید (۱۳۹۳). ارزیابی تأثیر مالیات سبز بر اشتغال بخش‌های مختلف اقتصادی کشور ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل‌محاسبه، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۱۰(۴۳): ۸۵-۴۷.
- Beghin, J., Dessus, S., Roland-Holst, D., & van der Mensbrugge, D. (1996). General equilibrium modelling of trade and the environment.
- Farajzadeh, Z. (2018). Emissions tax in Iran: Incorporating pollution disutility in a welfare analysis. *Journal of Cleaner Production*, 186: 618-631.
- Freeman, A.M. (2003). The measurement of environmental and resource values,

theory and methods, resources for the future, Washington, D.C.

- Health Effects Institute (2017). State of global air 2017. Special Report. Boston, MA: Health Effects Institute.
- Kirch, W. (Ed.). (2008). Encyclopedia of public health: Volume 1: A-H Volume 2: I-Z. Springer Science & Business Media.
- Mannucci, P. M., & Franchini, M. (2017). Health effects of ambient air pollution in developing countries. *International journal of environmental research and public health*, 14(9): 1048.
- Mayeres, I., & Proost, S. (1997). Optimal tax and public investment rules for congestion type of externalities. *Scandinavian journal of economics*, 99(2): 261-279.
- Mayeres, I., & Van Regemorter, D. (2008). Modelling the health related benefits of environmental policies and their feedback effects: a CGE analysis for the EU countries with GEM-E3. *The Energy Journal*: 135-150.
- Nayak, T., & Chowdhury, I. R. (2018). Health Damages from Air Pollution: Evidence from Open Cast Coal Mining Region of Odisha, India. *Ecology*, 1(1).
- O'Ryan, R., De Miguel, C. J., Miller, S., & Munasinghe, M. (2005). Computable general equilibrium model analysis of economywide cross effects of social and environmental policies in Chile. *Ecological Economics*, 54(4): 447-472.
- Pope III, C. A., Burnett, R. T., Thun, M. J., Calle, E. E., Krewski, D., Ito, K., & Thurston, G. D. (2002). Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Jama*, 287(9): 1132-1141.
- Pui, K. L., & Othman, J. (2017). Economics and environmental implications of fuel efficiency improvement in Malaysia: A computable general equilibrium approach. *Journal of cleaner production*, 156, 459-469.
- Sarraf, M., Owaygen, M., Ruta, G., & Croitoru, L. (2005). Islamic Republic of Iran: Cost assessment of environmental degradation. Sector Note, (32043-IRN).
- Schmidt T. (ed) (2000), GEM-E3-ELITE, European emission mitigation policy and technological evolution: economic evaluation with the GEM-E3-EG model, final report for DG RES.
- Wesseh, P. K., & Lin, B. (2018). Optimal carbon taxes for China and implications for power generation, welfare, and the environment. *Energy Policy*, 118: 1-8.
- Williams III, R. C. (2002). Environmental tax interactions when pollution affects health or productivity. *Journal of Environmental Economics and Management*, 44(2): 261-270.
- World Bank. (2016). The cost of air pollution: strengthening the economic case for action. Washington, D.C.: World Bank Group.
- World Health Organization. (2014). 7 million premature deaths annually linked to air pollution. World Health Organization, Geneva, Switzer.
- World Health Organization. (2016). Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease.

