نشریه علمی (فصلنامه) پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی شماره ۹۰
سال بیست و هفتم، تابستان ۱۳۹۸، صفحه ۲۷۶-۲۴۳

برآورد هزینه اجتماعی کربن در ایران: مفاهیم و نتایج مدل DICE-2016R و رویکردهای جایگزین

حسن فرازمند
دانشیار دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهید چمران اهواز (نویسنده مسئول)
hfrazmand@scu.ac.ir
احمد صلاح منش
استادیار دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهید چمران اهواز
salahmanesh@yahoo.com.au
یعقوب اندایش
استادیار دانشگاه شهید چمران اهواز
andayesh230@gmail.com
محمدرضا رضایی
دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشگاه شهید چمران اهواز
mrrezaee891@gmail.com

هدف این مقاله بررسی هزینه اجتماعی کربن (SCC) به عنوان یکی از مهمترین موضوعات برای فهمیدن و به‌کارگیری سیاست‌های تغییرات آب و هوایی، در ایران با استفاده از اطلاعات اقتصادی دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۹۵ است. این مفهوم نشان دهنده هزینه‌های اقتصادی ناشی از انتشار یک تن کربن اضافه است. در این مطالعه از سه رویکرد برای بررسی موضوع و مقایسه نتایج استفاده شده است؛ این رویکردها شامل استفاده از مدل پویای تعادل عمومی اقتصادی- محیط‌زیستی(DICE-2016R)، شاخص‌های بانک جهانی و ترازنامه انرژی، بررسی میزان سال‌های عمر از دست رفته است. در بررسی مدل پژوهش از چند سناریو شامل بررسی اثر نرخ تنزیل، تحلیل میانگین سال‌های عمر از دست رفته و کشش سرمایه استفاده شده است. نتایج برآورد مدل پژوهش نشان می‌دهد که هزینه اجتماعی کربن سالانه در ایران به میزان ۵۱۳۸۹۱.۲۳۲ ریال بر تن CO_2 در سال ۱۳۹۵ برای دوره‌ی منتهی به سال ۱۴۰۰ است. همچنین نتایج بیان‌گر این مطلب است که در پی اجرای سیاست‌های کنترل انتشار کربن، تولید و مصرف در دوره‌های اولیه کاهش می‌یابد و با جایگزینی تکنولوژی روند صعودی پیدا می‌کند. نکته مهم مقاله این است که استفاده از روش سال‌های عمر از دست رفته نتایج قابل اتکاتری نسبت به سایر روش‌ها به‌دست می‌دهد.

طبقه‌بندی JEL: Q5، H23، Q54، H4، Q58.
واژگان کلیدی: هزینه اجتماعی کربن، تغییرات آب و هوایی، CO2، اثرات جانبی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۳/۱۸

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

۱. مقدمه

آسیب‌های زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی مهم‌ترین پیامد جنبی منفی مؤثر بر رفاه جامعه شناخته می‌شود. انتشار آلودگی همراه با افزایش فعالیت‌های اقتصادی، تأثیر مثبت افزایش تولید و رشد اقتصادی بر رفاه اجتماعی را کاهش می‌دهد. از این رو دغدغه سیاست‌گذاران اقتصادی در تدوین و اجرای برنامه‌های اقتصادی، کنترل آسیب‌های زیست محیطی ناشی از گسترش فعالیت‌های اقتصادی می‌باشد (فطرس و همکاران،۱۳۸۹). در همین راستا هیئت بین‌الدولتی تغییرات آب و هوایی (IPCC) که مرجعی معتبر در زمینه تغییرات آب و هوایی و تأثیرات گرمایش جهانی است، در گزارش‌های خود اعلام کرده است: " گرم شدن سیستم آب و هوایی امری واقعی است و قسمت عمده‌ی افزایش دمایی که از اواسط قرن بیستم در کره زمین مشاهده شده است، مربوط به گازهای گلخانه‌ای بخصوص دی اکسید کربن است که انسان‌ها تولید کرده‌اند"(مجمع بین الدولتی آب و هوایی،۲۰۱۳). همچنین آخرین بررسی مدل‌های تغییرات آب و هوایی IPCC نشان می‌دهد در فاصله سال‌های ۲۱۰۰-۱۹۹۰ میلادی میانگین دمای هوای سطح زمین بین ۱/۱ تا ۶/۴ درجه سانتیگراد افزایش می‌یابد. هرچند اغلب بررسی‌ها تنها به نشان دادن نتایج گرمایش جهانی تا سال ۲۱۰۰ میلادی اکتفا می‌کنند، اما دانشمندان معتقدند حتی اگر میزان گازهای گلخانه‌ای جو زمین ثابت بماند، اثرات آن تا پایان هزاره سوم پابرجا خواهد بود.گزارش‌های بین‌المللی و داخلی در ارتباط با ایران نیز نشان می‌دهند، با توجه به میزان روبه رشد و بالای مصرف انرژی در ایران طی پنجاه سال اخیر و نیز پایین بودن بهره‌وری انرژی، ایران از جمله کشورهای با تولید بالای آلودگی‌های زیست محیطی به شمار می‌رود به شکلی که طبق آخرین آمار تراز نامه انرژی و آمارهای رسمی بانک جهانی و سازمان ملل ایران با تولید سالانه ۷۲۰ میلیون تن دی اکسید کربن رتبه هشتم را در جهان و رتبه اول را در کشورهای عضو اوپک دارد، همچنین در بازه زمانی سال ۲۰۱۸-۱۹۹۰ در حالی که جمعیت ایران تنها ۴۰٪ افزایش داشته است تولید و انتشار دی اکسید کربن با ۲۰۰٪ رشد مواجه بوده است، این وضعیت ایران را در رتبه

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

سوم رشد انتشار کربن پس از چین و هند قرار می‌دهد. این در حالی است که اکثر کشورها در همین بازه با اجرای برنامه‌های مناسب سعی در کاهش میزان آلودگی داشته‌اند (مجمع اقتصادی سازمان ملل،۲۰۱۶) و (ترازنامه انرژی،۱۳۹۶). بنابراین لزوم توجه و بررسی هزینه‌های ایجاد شده در پی انتشار گازهای گلخانه‌ای بیش از پیش ضروری می‌باشد.

جهت بررسی این موضوع باید در نظر داشت محیط‌زیست یکی از مؤلفه‌های اصلی در سیاست‌های کلان جهانی بوده و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر از قبیل قدرت نظامی، سیاسی، اقتصادی و غیره را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به همین دلیل مهمترین عامل و پیش نیاز هر فعالیت کلان اقتصادی، سازگاری آن با محیط‌زیست خواهد بود. علاوه بر این اهمیت محیط‌زیست به‌اندازه‌ای است که علاوه بر توجه جهانی به آن در بسیاری از برنامه ریزی‌ها و سیاستگذاری‌های بخشی نیز به عنوان اولویت مطرح شده است. در ایران، در قانون برنامه ششم به مسأله محیط‌زیست توجه جدی‌تری نسبت به برنامه‌های پیشین شده و حتی در اجرای پروژه‌ها شرط توجیه پذیری زیست محیطی مد نظر قرارگرفته است (برنامه ششم توسعه،۱۳۹۶).

امروزه مفهوم توسعه با رعایت حفاظت از منابع طبیعی و محیط‌زیست مترادف است. باید در نظر داشت که تأثیر متقابل اقتصاد و محیط‌زیست واقعیتی غیرقابل چشم پوشی است، به گونه‌ای که هر تصمیم اقتصادی مستقیماً بر محیط‌زیست تأثیر می‌گذارد و سیاست‌های زیست محیطی نیز اقتصاد را متأثر می‌کند. بنابراین انتخاب و گزینش ابزارهای اقتصادی و سیاستگذاری مختلف برای حفاظت از محیط زیست یک وظیفه چالش برانگیز برای دولت‌ها است. این مسأله بسیار حائز اهمیت است، زیرا دولت‌ها دارای اهداف چندگانه و متعدد هستند. در حیات سیاسی روزمره، این اهداف در شبکه‌ای از تصمیم‌گیری‌ها قرار دارند که از یکدیگر تأثیر می‌پذیرند. همچنین باید در نظر داشت که کالاهای زیست محیطی یکی از انواع کالاهای عمومی هستند. این امر مقدمه‌ای برای شکست بازار و به تبع آن بروز آثار خارجی خواهد بود. در این حالت بازارها دیگر راه حل‌های بهینه پارتو را ضمانت نمی‌کنند (کالیز و جونز[1]، ۱۳۸۸).

1. Cullis, Jones

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

بنابراین برای برخورد با آثار جانبی ابتدا باید آنها را شناخت و سعی در اندازه‌گیری آنها کرد. پس از این مرحله سیاست‌گذاری‌های مناسب و کلان اقتصادی انجام می‌گیرد، یکی از این سیاست‌های کلان اقتصادی جهت مقابله با آلودگی‌های محیط‌زیستی، سیاست مالی است. در بین انواع سیاست‌های مالی، مالیات‌های زیست محیطی مهمترین و کاراترین ابزاری است. این مالیات‌ها که بر انواع آلودگی‌های محیط‌زیستی اعمال می‌شود، علاوه بر کارایی، به دلیل کاهش هزینه‌های ناشی از آلودگی، فایده اجتماعی را نیز افزایش می‌دهد. این نوع مالیات که اغلب بر پایه هزینه وضع می‌شود، پس از محاسبه مالیات سبز نامیده می‌شود. این مالیات بر تولید کننده‌آلودگی وضع می‌شود و هزینه‌های خصوصی طرف تولیدکننده‌آلودگی با هزینه‌های اجتماعی آلودگی مساوی می‌باشد. افزون بر این، این مالیات علاوه بر افزایش بهره‌وری، می‌تواند به عنوان یک منبع درآمدی برای دولت در این زمینه به حساب آید، از طرفی جمع‌آوری این نوع مالیات باعث کاهش هزینه‌های زیست محیطی و ثبات اقتصادی نیز می‌گردد (پژویان و امین رشتی، ۱۳۸۸). باید در نظر داشت نحوه وضع این مالیات باید به صورت بلند مدت در کنار سیاست‌های حمایتی از تکنولوژی‌های سبز صورت گیرد. اما مسأله مهمی که در وضع مالیات سبز باید مد نظر قرار گیرد محاسبه میزان هزینه اجتماعی آلودگی‌ها جهت محاسبه مالیات است.

دریافت مالیات آلودگی، مطابق انتظار، موجب کاهش آلاینده‌های زیست محیطی می‌شود که در پی آن افزایش مطلوبیت فردی و رفاه اجتماعی تجربه خواهد گردید. اما از سوی دیگر افزایش مالیات و دریافت آن از واحدهای تولیدی، کاهش تولید و در نتیجه کاهش مصرف و رفاه اجتماعی را در پی‌خواهد داشت. بنابراین، برآیند تأثیرات وضع مالیات بر آلودگی می‌تواند کاهش و یا افزایش رفاه اجتماعی را به همراه داشته باشد. به همین دلیل ضرورت دارد تا سطح این نوع مالیات به گونه‌ای تعیین گردد که برآیند تأثیرات آن منجر به حداکثر رفاه اجتماعی شود. در سال‌های اخیر الگوهایی با نرخ رشد درون‌زا بسط داده شده است، که به منظور درک ارتباط بین رشد اقتصادی و آلودگی، ملاحضات زیست محیطی در این الگوها در نظر گرفته شده است(هادیان و همکاران،۱۳۹۲). برای مدل‌سازی مناسب باید در نظر داشت که آلودگی

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

محیط‌زیست بسیاری از حوزه‌های علوم طبیعی، اجتماعی و اقتصادی را در بر می‌گیرد. این مورد خصوصاً در ارتباط با تغییرات اقلیمی که پیوندی قوی با علوم طبیعی دارد و نیازمند انواعی از علوم‌سیاسی و اجتماعی جهت رسیدن به بهترین روش سیاست‌گذاری مؤثر و کارآمد است، بیشتر نمایان می‌شود (نوردهاوس[1]،۲۰۱۶).

این پژوهش بنابر ضرورت عنوان شده مبنی بر محاسبه هزینه‌های جانبی آلودگی و ضرورت سال‌های اخیر از میان انواع آلودگی‌های محیط‌زیستی به مسأله آلودگی هوا و هزینه‌هایی که به جامعه تحمیل می‌کند با به کارگیری مدلی که جنبه‌های مختلف محیط‌زیستی و اقتصادی را در برمی‌گیرد خواهد پرداخت، چرا که مسأله اقتصاد و گرم شدن هوا از مهم‌ترین موضوعات علم اقتصاد طی دو دهه اخیر بوده است. باید در نظر داشت جهت بررسی موضوع آلودگی و هزینه‌های جانبی آن مدل‌های تجربی، محیط‌زیستی، اقتصادی متفاوتی وجود دارد، روش‌هایی که به صورت عمده در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرند، روش‌هایی هستند که مبتنی بر روش‌های دستوری و بخش‌نامه‌ای می‌باشند. بنابراین ضرورت بررسی این هزینه‌ها با شاخصی که نتایج قابل اتکایی را ایجاد کند ضروری می‌باشد. نوآوری این مقاله به این بخش مربوط می‌شود.

پژوهش حاضر تلاش دارد تا بررسی هزینه اجتماعی کربن با استفاده از مدل‌هایی که جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی را در بر می‌گیرند گامی جدید در جهت محاسبه هزینه‌های اجتماعی ایجاد شده در پی انتشار گازهای گلخانه‌ای بردارد. این مقاله جهت انجام محاسبات با بررسی آمارهای انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران و سهم هر کدام، کربن را که ۷۰درصد از سهم گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در ایران را شامل می‌شود، انتخاب کرده است. در توضیح اهمیت این انتخاب باید در نظر داشت که تولید و انتشار کربن از مجاری مختلفی رفاه جامعه را متأثر می‌کند مانند گرم شدن هوا، شیوع بیماری‌های عفونی، مرگ و میر، کاهش تولیدات کشاورزی و غیره.

1. Nordhaus

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

سؤالات مهمی که این مطالعه در پی پاسخ به آن است بدین ترتیب هستند: اثر اجرای سیاست‌های کنترلی انتشار کربن چه تأثیری بر مصرف، تولید ملی و رفاه خواهد داشت؟ بهترین روش بررسی هزینه اجتماعی کربن چیست؟ هزینه اجتماعی کربن در ایران به چه میزان است و با اجرای سیاست کنترلی تغییرات آن به چه شکل خواهد بود؟ (جهت پاسخ به پرسش‌ها، با شبیه‌سازی مدل برای ۱۰۰ دوره با گام ۵ ساله انجام خواهد شد). در ادامه ابتدا مختصری از مهمترین مطالعات صورت گرفته داخلی و خارجی بیان می‌شود و پس از آن مبانی نظری و زیرمجموعه‌های آن، اطلاعات مورد نیاز جهت ارائه نتایج تجربی مدل ، مهمترین نتایج تجربی از مدل و سیاست‌گذاری طبق مدل خواهد آمد. پس از این قسمت نیز هزینه اجتماعی بر اساس سیاست‌گذاری صورت گرفته ارائه خواهد شد. در انتها نیز مهمترین نتیجه گیری از مطالعه ارائه می‌گردد.

۲. مبانی نظری و تجربی پژوهش

در این بخش ابتدا مبانی نظری پژوهش به همراه مطالعات خارجی و داخلی انجام گرفته در زمینه هزینه اجتماعی کربن و روش‌های مقابله با آنها تشریح خواهد شد، در ادامه این بخش و بر اساس مطالعات تجربی گفته شده مدل نظری پژوهش ارائه خواهد شد.

ـ مبانی تجربی کنترل آلودگی

با اشاعه مفهوم "توسعه پایدار" حفاظت از محیط‌زیست وتوجه به نیازها وشرایط زندگی نسل آینده، استفاده هدفمند وکارآ ازمنابع ، مفهوم جدیدی پیدا می‌کند. حفاظت از محیط‌زیست وکاهش اثرات زیانبار فعالیت‌های اقتصادی بر شرایط محیطی زندگی انسان‌ها درچارچوب مفهوم توسعه پایدار تغییر درنوع نگرش به تخصیص منابع ودستیابی به حداکثر کارآیی اقتصادی را طلب می‌نماید. در این رهگذر استفاده از ابزارها و چارچوب‌های سیاستگذاری نوین، که شرایط توسعه پایدار را مهیا می‌سازد، مفید است چرا که بازار از حل مشکل آلودگی ناتوان است، در این راستا بخش عمومی راه حل‌های حل مسأله آلودگی محیط‌زیست را بدین شرح ارائه می‌دهد: ساز و کار مالیاتی؛ وضع مقررات برای سطح محصول تولید کننده؛ ایجاد استانداردهای لازم برای انتشار کربن

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

یکی از این مقررات است. در این روش انتشار کربن به صفر نمی رسد، اما می‌توان آن را کنترل کرد. رهیافت دیگر تمرکز بر مسأله هزینه‌های جانبی دارد. این راه حل‌ها می‌تواند به نوعی باعث بهینه پارتو با توجه به آزمایش هیکس-کالدور[1] شود. نکته مهم این است که اگر دولت بخواهد دخالت کند باید به‌گونه‌ای باشد که اصلاح تخصیص نادرست منابع با حداقل هزینه انجام گیرد (کالیز و جونز، ۱۹۹۸). در این ارتباط اقتصاددانان با مطالعات تئوریک و بررسی تجربی کشورهای مختلف، راه کارهای متفاوتی را برای جلوگیری و یا کنترل این آثار زیان بار معرفی نموده‌اند. (کلاسکا و شاب[2]،۱۹۹۵) به معرفی مالیات سبز پس از جنگ جهانی دوم در آلمان پرداختند و اصلاح نظام مالیاتی را در یک اقتصاد باز در حالت عدم اشتغال مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند مالیات سبز آثار خارجی منفی را داخلی می‌کند و عاملان بازار را تحت تأثیر قرار می‌دهد. یوری و بوید[3](۱۹۹۷) به منظور ارزیابی اثرات اقتصادی افزایش قیمت حامل‌های انرژی در مکزیک، تأثیر افزایش قیمت بنزین و برق را در اقتصاد مکزیک با استفاده از یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه مورد بررسی قرار دادند. نتیجه مطالعه مذکور نشان داد افزایش قیمت، سبب کاهش مصرف انرژی، کاهش اثرات مخرب زیست محیطی و در نهایت، افزایش دریافت‌های دولت می‌شود که می‌توان بخشی از آن را برای بازپرداخت بدهی‌های خارجی و تعدیل آن به‌کار گرفت. هیل[4](۱۹۹۸) هزینه کاهش آلودگی با استفاده از مالیات‌های زیست محیطی و همچنین هزینه بخشودگی مالیات با و بدون محدودیت اشتغال را بررسی نمود و نشان داد که کاهش انتشار CO_2 بین میزان ۵تا ۲۵درصد موجب کاهش هزینه بیش از ۹درصد می‌گردد. همچنین انتقال بخشودگی مالیاتی از صنایع معینی نیز می‌تواند هزینه را کاهش دهد. هاون بی[5](۲۰۰۵) به بررسی پیامدهای رفاهی اصلاح مالیات سبز در اقتصادهای باز کوچک برای پنسیلوانیا پرداخت. وی در یک مدل تعادل عمومی محاسبه پذیر، پیامدهای احتمالی جانشینی مالیات‌های کربن را با

1. Kaldor Hicks
2. Koskela, E., R. Schob
3. Uri, N. D. and R, Boyd
4. Hill, M
5. Hwan Bae

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

مالیات‌های متداول شبیه سازی کرد. آلدی و پیزر[1](۲۰۰۹) طی تحقیقاتی با عنوان سیاست‌های مالیاتی در آمریکا با فرض اینکه تنها آمریکا مالیات کربن اجرا کند به این نتیجه رسیدند که اعمال مالیات اثر یک جانبه بر تولید و مصرف و رقابت داشته است. این مطالعه با استفاده از نمونه‌گیری از ۴۰۰ تولید کارخانه‌ای در آمریکا در بازه زمانی۱۹۸۶-۱۹۹۴ بوده است. یوهان[2](۲۰۱۱) طی مطالعات گسترده با عنوان اثر مالیات کربن بر صنایع انرژی بر رقابتی با استفاده از ۲۱ کشور اروپایی طی ۱۶ سال به این نتیجه رسید که اگر کشورهای وارد کننده بر واردات صنایع مالیات وضع کنند این اعمال اثر منفی بر رقابت‌ها خواهد داشت. وانق[3](۲۰۱۱) طی تحقیقاتی با عنوان بررسی اثر مالیات کربن بر بخش‌های رقابتی در کوتاه مدت نشان داد که مالیات کربن ممکن است باعث آشفتگی کوتاه مدت اقتصاد رقابتی در چین شود و این آشفتگی بر بخش‌های مختلف اقتصاد اثر بالقوه بگذارد و این اثر بر بازارهای داخلی و صادراتی نمایان شود. نرخ مالیات تعیین‌کننده اساسی در این اثر رقابتی است. نوردهاوس (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با عنوان برآورد هزینه‌های اجتماعی کربن: مقایسه و نتایج حاصل از مدل DICE[4]-2013R و رهیافت‌های جایگزین بیان می‌کند، یکی از مهم‌ترین موضوعات اقتصادی حال حاضر طراحی سیاست‌هایی در رابطه با گرمای جهانی با موضوع هزینه‌های اجتماعی کربن (SCC) است. نتایج این مطالعه نشان داده‌اند که هزینه‌های اجتماعی کربن بر اساس قیمت‌های سال ۲۰۱۵، ۱۸/۶ دلار برای هر تن است. همچنین نتایج پیش بینی رشد ۳درصدی را تا سال ۲۰۵۰ نشان می‌دهند.

دونگ و همکاران[5](۲۰۱۷) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی مالیات کربن در کاهش CO_2 و نابرابری مالی استانی در چین به تحلیل ارتباط مالیات کربن و نابرابری مالی منطقه‌ای پرداختند. در این مطالعه تأکید می‌شود که در خلال توسعه سریع چین، استفاده از اقدامات سنتی برای رسیدن به اهداف کاهش کربن امکان پذیر نیست و می‌بایست با اقدامات مدیریتی مانند برنامه‌های اجرایی

1. Aldy, J. E. and W. A. Pizer
2. Yu-Huan
3. vangh
4. The Dynamic Integrated Climate-Economy model
5. Dong.Huijuan and et all

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

بهره‌وری انرژی به اهداف مورد نظر رسید. مالیات کربن به عنوان یک ابزار مکمل حمایتی در رسیدن به اهداف ذکر شده اجرا می‌شود. در این مطالعه با استفاده از یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه CGE تحت سناریوی‌های مختلف بازار کار و مالیات کربن برخودروها تا سال ۲۰۳۰ بررسی‌ها صورت گرفته است. نتایج نشان می‌دهند که تحت سناریوهای مختلف کربن صنعتی چین تا سال ۲۰۳۰ کاهش خواهد یافت. در زمینه بررسی روش‌های کنترل آلودگی در مطالعات داخلی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

نعمتی(۱۳۸۶) در رساله دکترای خود آثار اقتصادی و زیست محیطی وضع مالیات بر کربن را در قالب یک الگوی تعادل عمومی بررسی کرده است. در این مطالعه عرضه کار درون‌زا بوده و دو بخش کلی انرژی و غیر انرژی مدل سازی شده‌اند.آلودگی هوا، رفاه، بیکاری و تورم از متغیرهای مورد بررسی هستند. مقیمی و همکاران(۱۳۸۹) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی آثار رفاهی و محیط‌زیستی مالیات سبز و کاهش یارانه سوخت در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه آثار اقتصادی و اجتماعی مالیات سبز را مورد بررسی قرار داده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش قیمت‌های حامل‌های انرژی، انتشار اغلب آلاینده‌ها کاهش یافته است. رنجبر فلاح و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای با همین عنوان اثر انتشار گازهای CO_2، SO_2 و NOX که ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی،بر سطح تولید ناخالص داخلی ایران را بررسی نمودند. برای این منظور با استفاده از اطلاعات سری زمانی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۵۳و الگوی کاب- داگلاس ، تأثیر انتشار این آلاینده‌ها بر روی GDP با استفاده از روش حداقل مربعات معمولیOLS مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج تحقیق نشان دهنده اثر منفی انتشار این گازهای گلخانه‌ای بر روی GDP می‌باشد. به‌طوری‌که یک‌درصد افزایش در انتشار این آلاینده‌ها منجر به کاهش تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۱۸۸درصد می‌شود. همچنین یک‌درصد افزایش در هزینه‌های تخریب ناشی از انتشار این آلاینده‌ها منجر به کاهش تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۲۳۱درصد می‌شود. نوروزی حسنلویی (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان اثر مالیات کربن بر رقابت‌های بین‌المللی صنایع انرژی بر تأکید می‌کنند که مالیات‌های کربن یا دیگر مالیات‌های سبز شاخصی برای اندازه‌گیری و کاهش گازهای گلخانه‌ای هستند.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

نکته محوری این مطالعه امکان تأثیر گذاری منفی مالیات بر رقابت‌های بین‌المللی است. بنابراین با به‌کار گیری مدل جاذبه و داده‌های بانک جهانی به بررسی اثر مالیات کربن بر روی بخش صادرات انرژی بر ده کشور می‌پردازد. نتیجه این مطالعه پس از بررسی هفت صنعت انرژی بر در دوره ۲۰۱۰-۲۰۰۰ بدین شکل ارائه شده است: مالیات کربن اثر منفی بر صادرات کالاهای مورد بررسی داشته است. خداداد کاشی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان مقایسه آثار رفاهی انواع مالیات کربن در مناطق ایران، به بررسی آثار رفاهی مالیات کربن پرداختند. در این مطالعه از یک مدل تعادل عمومی جهت تحلیل آثار رفاهی مالیات کربن استفاده شده است. این مطالعه برای یک دوره ده ساله از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ اثر گذاری مالیات کربن مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از اثر مثبت بر رفاه بوده است. همان‌طور که مطالعات انجام شده نشان می‌دهند تعیین مالیات کربن و شناخت هزینه‌های اجتماعی، ضروری و بهترین روش برخورد با مسأله آلودگی هوا است. بنابراین با توجه به ارتباط تنگا تنگ اقتصاد و محیط‌زیست لزوم استفاده از مدلی که هر دو جنبه اقتصادی محیط‌زیستی را مورد توجه قرار دهد بیش از پیش ضروری می‌باشد این ضرورت به حدی است که برنده جایزه نوبل اقتصاد به پژوهشگری در این زمینه در سال ۲۰۱۸ اهدا گردید. از طرف دیگر در مباحث مرتبط با محیط‌زیست لازم است مباحث به صورت پیوسته به روز شوند تا اقدامات لازم در مسیر محافظت برداشته شود. بنابراین از نوآوری‌های این پژوهش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: تعیین پویای هزینه‌ی اجتماعی کربن و به کارگیری جدیدترین مدل در این زمینه، و استفاده از سال‌های زندگی از دست رفته در مدل به عنوان شاخصی جهت محاسبه قیمت سایه‌ای کربن در مدل که جزئی مهم در محاسبه مدل است. نتایج مطالعات ذکر شده نشانگر این موضوع است که از تمامی روش‌های گفته شده موضوع هزینه‌های اجتماعی در الویت بررسی‌ها قرار دارد. همچنین در مطالعات داخلی بحث بررسی همه جانبه آثار جانبی کمتر دیده شده است. جهت بررسی این مطلب در ادامه الگوی نظری پژوهش بر اساس مطالعات ذکر شده ارائه می‌گردد و سپس نتایج و پیشنهادات لازم ارائه می‌گردد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

۳. الگوی نظری پژوهش

دانشمندان محیط‌زیست از دهه ۱۹۹۰ میلادی؛ در حال توسعه مدل‌ها و پیش بینی‌های تغییرات اقلیمی هستند. جامعه علمی در این مدت برای ارزیابی به مدل‌های ارزیابی یکپارچه متکی بوده است. از آنجایی که مدل‌های پیشین تنها جنبه‌های فیزیکی را مد نظر قرار می‌دادند اقتصاددانان تلاش دارند تا از طریق گسترش مدل‌های ارزیابی یکپارچه به سمت اندازه‌گیری هزینه‌های اجتماعی این مدل‌ها را تقویت کنند. پرکاربردترین و بروزترین مدل در این زمینه مدل تعادل عمومی پویای اقتصادی – محیط‌زیستی (DICE) است (باریج[1]، ۲۰۱۲).

این مدل‌ها قادر هستند مسایل اقتصادی و محیط‌زیستی را به صورت همزمان مورد بررسی قرار دهند و نتیجه به کارگیری ابزارهای اقتصادی، مدل سازی ریاضی، تئوری‌های تصمیم و سایر علوم را به صورت یکپارچه ارائه دهند. این مدل‌ها سه هدف دارند، اول اجازه کنترل سیاست‌های تغییرات آب و هوایی را می‌دهند، دوم آنها ابعاد مختلف تغییرات آب و هوایی را در یک چارچوب ادغام می‌کنند و سوم این مدل‌ها به کمی کردن اهمیت گرمایش جهانی در محدوده دیگر مشکلاتی که وجود دارند، کمک می‌کنند. این مدل‌ها به دو نوع کلی تقسیم می‌شوند: اول مدل‌های ارزیابی سیاست و دوم مدل‌های بهینه سازی سیاست‌ها. مدل‌های نوع دوم تلاش می‌کنند سطح کارآمد مالیات کربن برای تأثیر گذاری در اقتصاد تعیین کنند. این توابع با به حداکثر رساندن یک تابع رفاه اقتصادی مسأله را حل کنند. یکی از مهمترین ویژگی‌هایی که برای این مدل‌ها ذکر می‌شود این است که مدل در قالب یک تابع ساده بیان شوند. این مدل‌ها به عنوان ابزاری مفید برای درک چگونگی تأثیر تغییرات آب و هوایی در بخش‌های اقتصادی به کار می‌روند. در میان مدل‌های ارزیابی تغییرات آب و هوایی که مشکلات دیگر مدل‌ها را مرتفع کرده و جدیدترین آنها نیز می‌باشد، مدل DICE است که اولین بار توسط نورد هاوس در سال ۱۹۸۹ طراحی و ارائه شد. این مدل طی سالیان اخیر چندین بار بروز رسانی شده است و آخرین بروز رسانی آن در سال ۲۰۱۶ با عنوان DLCE-2016R ارائه شده است. این مدل به عنوان مدل پویای

1. Barrage

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

تعادل عمومی اقتصادی- محیط‌زیستی (DICE) شناخته می‌شود (نوردهاوس،۲۰۱۱) (نوردهاوس، ۱۹۹۲). برخی از ویژگی‌های اصلی این مدل که آن را با سایر مدل‌های قبلی متمایز می‌کند به شرح زیر می‌باشد.

۱. سه نهاده سرمایه، نیروی کار و انرژی‌های کربنی در تابع تولید لحاظ شده است و تقاضا برای سوخت‌های کربن بر اساس میزان تقاضا برای انرژی استخراج می‌گردد.

۲. در مدل‌های قبلی عرضه انرژی با توجه به قیمت‌های بازاری تعیین می‌گردید، در حالی که در مدل‌های اخیر عرضه منابع تمام شدنی انرژی فسیلی بر اساس هزینه نهایی استخراج تعیین می‌شود.

۳. برآورد بر اساس تحلیل وضعیت متغیرهای بازاری، غیربازاری و آثار بالقوه خطرات به‌دست می‌آید. در حالی که در مدل‌های قبلی تنها تأثیر تغییر درجه حرارت را بررسی می‌کردند.

۴. رهیافت کلی مدل DICE مطابق تئوری رشد اقتصادی و مدل توسعه یافته رمزی[1] در دهه ۱۹۲۰ است که با تلاش کوپمنز[2] و دیگران در دهه ۱۹۶۰ ساخته، به وسیله سولو[3] (۱۹۷۰) خلاصه و به عنوان تئوری رشد اقتصادی معرفی گردید. در این مدل سرمایه‌گذاری در محیط‌زیست نیز لحاظ شده است. کاهش گازهای گلخانه‌ای در مدل تعمیم یافته مانند سرمایه‌گذاری در مدل اصلی در نظر گرفته شده است. براساس این دیدگاه انباشت گازهای گلخانه‌ای به عنوان یک سرمایه منفی و کاهش گازهای گلخانه‌ای به عنوان کاهش حجم سرمایه منفی در نظر گرفته شده است (نوردهاوس،۲۰۱۳).

مدل تعادل عمومی پویای اقتصادی- محیط‌زیستی(DICE) یا مدل تاس که سه عامل اقلیم، اقتصاد و چرخه کربن را همزمان مورد ارزیابی قرار می‌دهد. اجازه می‌دهد هزینه‌ها و منافع کاهش گرم شدن گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گیرد(گولسو و همکاران [4]،۲۰۱۱).

1. Ramse
2. Koopmans
3. Robert Solow
4. Golosov, Mikhail, John Hassler, Per Krusell, and Aleh Tsyvinski

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

معادلات این پژوهش با استفاده از مطالعات (نوردهاوس، سزتورس[1]،۲۰۱۳) و (نوردهاوس،۲۰۱۴ و۲۰۱۶) ارائه می‌شود. در این مدل اهداف اقتصادی و زیست‌محیطی به منظور ارتقاء سطح زندگی یا افزایش ارزش حال مصرف طی زمان لحاظ شده است.

ساختار این مدل به صورت تابع رفاه اجتماعی، به عنوان تابع هدف، قیدهای اقتصادی و قیدهای زیست محیطی است. تابع هدف دارای سه فرض اساسی می‌باشد: ۱- رفاه اجتماعی تابعی فزاینده از مصرف می‌باشد؛ ۲- رفاه اجتماعی نهایی تابعی کاهنده از مصرف می‌باشد؛ ۳- مطلوبیت نهایی مصرف نسل کنونی دارای ارزش بالاتری نسبت به همان مقدار مصرف در نسل آینده است. اهمیت نسبی نسل‌های مختلف بستگی به نرخ ترجیحات زمانی دارد و فرض شده است که ترجیحات زمانی مثبت بوده و نسل حاضر بر نسل‌های آتی ارجحیت دارد. بر این اساس هر منطقه با در نظر گرفتن محدودیت‌های اقتصادی و ژئوفیزیکی به دنبال حداکثر نمودن تابع هدف به صورت معادله زیر می‌باشد:

۳-۱. تابع هدف

$$W = \sum_{t=1}^{T\max} U\left[c(t), L(t)\right] R(t) \qquad (۱)$$

که C(t): مصرف سرانه، L(t): عامل جمعیت، $R(t) = (1+\rho)^{-t}$ عامل تنزیل مطلوبیت یا رفاه که ρ نرخ ترجیحات زمانی، یا نرخ کنترل جمعیت است (نوردتاوس،۲۰۱۶) و (باریج،۲۰۱۲).

نرخ ترجیحات زمانی یک پارامتر انتخاب است که با بسیاری از تصمیمات اجتماعی نظیر سیاست‌های پولی یا مالی آشکار می‌گردد. این پارامتر دارای ارتباط نزدیک با نرخ بهره بازاری (یا بهره‌وری نهایی سرمایه) و نرخ پس انداز است. نرخ ترجیحات زمانی با فرض کاهش بی‌شکیبایی[2] به صورت نزولی در طی زمان در نظر گرفته شده است (نوردهاوس، سزتور۲۰۱۳،) و (نورهاوس،۲۰۱۴ و۲۰۱۶).

1. Sztorc
2. Declining Impatience

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

۳-۳. قیدهای اقتصادی

تولید بر اساس مدل استاندارد اصلاح شده نئوکلاسیک به وسیله یک تابع تولید با سه نهاده نیروی کار، سرمایه و انرژی‌های کربنی صورت می‌گیرد. تغییرات تکنولوژی در این تابع به دو صورت تغییرات تکنولوژی کلی اقتصادی و تغییرات تکنولوژی ذخیره کربن لحاظ می‌گردد. تغییرات تکنولوژی به صورت خنثای هیکس[1] در نظر گرفته شده است به‌طوری‌که تغییرات تکنولوژی در زمینه انباشت کربن موجب کاهش نسبت انتشار کربن به ازای مصرف نهاده انرژی‌های کربنی می‌گردد. به منظور ساده سازی انرژی‌های کربنی و آلاینده‌های صنعتی بر حسب معادل کربن در نظر گرفته می‌شوند (نوردهاوس، ،سزتور،۲۰۱۳) و (نورهاوس،۲۰۱۴ و۲۰۱۶).

تولید ناخالص به صورت زیر خواهد بود.

$$Q(t)=\Omega(t)\left[1-\Lambda(t)\right]Y(t)=C(t)+I(t) \qquad (۲)$$

Q(t) از یک تابع تولید ناخالص به‌دست می‌آید. در تولید ناخالص هزینه‌ها و خسارات کسر می‌شود. که Q(t) تولید خالص پس از کسر زیان، Y(t) تولید ناخالص، یک تابع کاب داگلاس از سرمایه، نیروی کار و تکنولوژی است.

C(t): مصرف، I(t): سرمایه‌گذاری ناخالص و نیروی کارمتناسب با جمعیت است همچنین سرمایه با توجه به نرخ پس انداز بهینه سازی شده به‌دست می‌آید. می‌توان مجوز انتشار کربن را با کالاها مبادله کرد. با در نظر گرفتن این مبادله، محدودیت بودجه به صورت معادله رو به رو خواهد بود: $Q(t)+\tau(t)[\Pi(t)-E(t)]=C(t)+I(t)$ در معادله $\Pi(t)$ سقف مجوز آلایندگی کربن است که به اختصاص داده شده و $\tau(t)$ قیمت هر واحد مجوز کربن یا مالیات بر کربن می‌باشد و $\Pi(t)-E(t)$ درآمد خالص خرید و فروش مجوز را نشان می‌دهد.

1. Hicks-neutral

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

انتشار گازهای گلخانه‌ای کنترل نشده توسط یک سطح از شدت کربن به دست می‌آید، میزان کربن منتشر شده بستگی به میزان استفاده از انرژی با در نظر گرفتن سطح مشخص کارایی دارد البته مقدار کارایی اقتصاد در طی زمان با تغیر تکنولوژی کربن اندوز می‌تواند تغییر کند. اگر $\sigma(t)$: ضریب میزان CO_2 منتشر شده توسط صنایع، E(t) مجموع کل CO_2 منتشر شده و $\mu(t)$ نرخ کاهش تولید گازهای گلخانه ای+ میزان گازهای تولید شده باشد، معادله انتشار به صورت زیر خواهد بود:

$$E(t) = \sigma(t)\left[1-\mu(t)\right]Y(t) + E_{land}(t) \qquad (۳)$$

$$\Omega(t) = D(t) \Big/ \left[1+D(t)\right]$$

متغیرهای اضافی دیگر D(t) و A(t) نشان دهنده تابع خسارات و تابع تنزیل مصرف هستند. تابع خسارت اقتصادی تغییرات آب و هوایی به صورت ارتباط بین افزایش جهانی دما و کاهش درآمد نیز به صورت زیر ارائه شده است:

$$D(t) = \psi_1 T_{AT}(t) + \psi_2 \left[T_{AT}(t)\right]^2 \qquad (۴)$$

۳-٤. قیدهای زیست محیطی

تراکم دی اکسید کربن، تغییرات آب و هوایی، خسارات اقتصادی

در مدل‌های رشد سنتی ارتباطات ژئوفیزیکی و تغییرات اقلیمی در نظر گرفته نشده است. با توجه به‌اینکه هرچه میزان تراکم دی اکسیدکربن در اتمسفر افزایش یابد، میزان جذب انرژی خورشیدی به وسیله آن نیز افزایش می‌یابد و باعث افزایش دمای کره زمین و ایجاد خسارت می‌گردد. در این قسمت از تحقیق، ارتباط بین میزان تراکم دی‌اکسید کربن در اتمسفر و تغییرات آب و هوایی در قالب معادلات آسیب بررسی می‌گردد. در ابتدا سه منبع برای ذخیره دی اکسید کربن منتشر شده در نظر گرفته شده است که شامل اتمسفر، سطح و اعماق اقیانوس‌ها می‌باشد. معادله ژئوفیزیک انتشار گازهای گلخانه‌ای سیکل کربن، تغییرات آب وهوایی به صورت زیر است.

$$M_j(t) = \varphi_{0j} E(t) + \sum_{i=1}^{3} \varphi_{ij} M(t-1) \qquad (۵)$$

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

که از سه منبع اتمسفرAT، سطح اقیانوس‌ها UPو زیست کره LO به‌دست می‌آید.

پارامتر φ نشان دهنده، چرخه گازهای گلخانه‌ای است. تمامی گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر در چرخش هستند.

ارتباط بین گازهای گلخانه‌ای و افزایش تابش در معادله زیر نشان داده می‌شود.

$$F(t)=\eta\left\{\log_2\left[M_{AT}(t)/M_{AT}(1750)\right]\right\}+F_{EX}(t) \qquad (۶)$$

که F(t) تغییر کل در انرژی تابشی ناشی از صنایع انسانی مانند CO_2، $F_{EX}(t)$ انرژی برون‌زا و انرژی تابشی با توجه به غلظتCO_2 در اتمسفر است.

مدل ساده گرم شدن کره زمین به صورت زیر است.

$$T_{AT}(t)=T_{AT}(t-1)+\xi_1\left\{F(t)-\xi_2 T_{AT}(t-1)-\xi_3\left[T_{AT}(t-1)-T_{LO}(t-1)\right]\right\} \qquad (۷)$$

$$T_{LO}(t)=T_{LO}(t-1)+\xi_4\left[T_{AT}(t-1)-T_{LO}(t-1)\right] \qquad (۸)$$

T_{AT} متوسط جهانی دمای زمین و T_{LO} حداقل دمای اقیانوس‌ها

معادله(۳) اثرات اقتصادی و یا خسارات تغییرات آب و هوایی است که جزء کلیدی در محاسبه است.

T_{AT}: متوسط تغییرات آب وهوایی به عنوان شاخصی از زیان‌ها فرض می‌شود. خسارات می‌توانند به نوعی توسط یک درجه دوم از تغییرات دما توضیح داده شوند. خسارت تغییرات آب و هوایی در هر یک از مناطق به صورت از دست رفتن بخشی از تولید خالص است که به موجب تغییر در متوسط دمای جهانی ایجاد شده است. این متغیر به عنوان آثار زیست محیطی سیاست‌های مختلف مورد مقایسه قرار می‌گیرد (نوردهاوس،۲۰۱۶).

۳-۵. هزینه اجتماعی کربن

رویکرد هزینه اجتماعی کربن به‌دنبال به‌دست آوردن هزینه نهایی و هزینه‌های جانبی منفی ناشی از تغییرات اقلیمی در پی انتشار یک تن کربن اضافی است. قیمتی که به این صورت برای کربن محاسبه می‌گردد به عنوان تمایل به پرداخت اجتماع برای جلوگیری از تأثیر منفی تغییرات اقلیمی

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

در نظر گرفته می‌شود. به عبارت دیگر، هزینه اجتماعی کربن برابر است با درآمد رفاهی جامعه از بهبود محیط‌زیست به علت کاهش یک تن کربن (تول[1]،۲۰۰۹). این بدان معنا است که جامعه چه مقدار باید پرداخت کند تا آسیب‌های تغییرات آب و هوایی جبران شود (نوردهاوس،۲۰۱۰). در اینجا برای محاسبه هزینه‌های اجتماعی کربن به صورت زیر عمل می‌شود:

$$SCC(t) = -\frac{\partial W}{\partial E(t)} \Big/ \frac{\partial W}{\partial C(t)} \qquad (۹)$$

صورت این معادله تأثیر منفی انتشار گازهای گلخانه‌ای در زمان t برای رفاه است، در حالی که مخرج کسر معیار ارزش رفاهی نهایی یک واحد مصرف کل در دوره t است. این نسبت، تأثیر اقتصادی یک واحد انتشار گازها را از لحاظ مصرف دوره t به عنوان یک شمارنده محاسبه می‌کند. در محاسبات واقعی، یک تقریب گسسته در نظر گرفته می‌شود. توجه داشته باشید که SCC زمان بندی شده است. این نشان می‌دهد که هزینه نهایی انتشار در زمان t (از نظر مصرف در زمان t به عنوان یک شمارشگر) در طول زمان تغییر می‌کند(نوردهاوس،۲۰۱۶).

محاسبات این پژوهش با استفاده از نرم افزار GAMS و Excel صورت می‌گیرد. در ادامه ابتدا سیاست‌گذاری هایی جهت برآورد مدل و پس از آن داده‌های مورد نیاز و مهمترین نتایج محاسباتی مدل پویای تعادل عمومی اقتصادی - محیط‌زیستی DICE بر اساس آخرین اصلاحات سال ۲۰۱۶ خواهد آمد.

٤. سیاست‌گذاری بر اساس مدل پژوهش

سیاست‌گذاری در مدل‌های اقلیمی- اقتصادی با در نظر گرفتن بده بستان بین مصرف حال و آینده اعمال می‌گردد. به‌طوری‌که با کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در زمان حال، میزان تولید فعلی اقتصاد که می‌تواند جهت مصرف یا سرمایه‌گذاری اختصاص یابد، کاهش می‌یابد. نتیجه این سیاست، کاهش خسارت اقلیمی و افزایش مصرف در آینده می‌باشد (نورهاوس،۲۰۱۴).

سرمایه‌گذاری در اقلیم به صورت کاهش میزان مصرف سوخت‌های فسیلی یا حرکت به سمت مصرف سوخت‌های کم کربن یا جایگزینی انرژی‌های نو می‌باشد که به واسطه آن خسارت

1. Tol

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

اقلیمی به واسطه تولید کاهش می‌یابد. جهت سیاست‌گذاری می‌بایست سیاست بهینه به نحوی طراحی شود که سطح آلودگی از نظر اقتصادی در سطح بهینه قرار داشته باشد. این امر در شرایطی ایجاد می‌شود که مالیات بر کربن برابر قیمت سایه‌ای زیست محیطی آن باشد. سیاستمداران براساس مدل DICE می‌توانند از مالیات کربن یا مجوزهای آلایندگی به عنوان ابزارهای سیاستی استفاده کنند. همچنین سیاست مداران می‌توانند برای هر بخش اقتصادی مالیات بر کربن یا مجوز آلایندگی به عنوان ابزارهای سیاستی استفاده نمایند. اگر مالیات کربن صفر در نظر گرفته شود، در این صورت هیچ کنترلی از سوی دولت جهت کاهش خطرات جهانی صورت نگرفته است و حجم آلایندها توسط یک بازار بدون قانون تعیین می‌شود. سیاست بهینه پاراتو به نحوی طراحی می‌شود که سطح آلودگی از نظر اقتصادی در سطح بهینه قرار داشته باشد. این امر در شرایطی ایجاد می‌شود که مالیات بر کربن برابر قیمت سایه‌ای زیست محیطی آن باشد. قیمت سایه‌ای زیست‌محیطی کربن، اثر تغییرات زیست محیطی یک واحد آلودگی بر ارزش حال مصرف را نشان می‌دهد. قیمت سایه‌ای در این تحقیق از تقسیم کل تمایل به پرداخت بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن محاسبه شده است.

جهت تخمین مدل با استفاده از پارامترها و متغیرهای برون‌زا و سیاستی و استفاده از مدلDICE و بهره‌گیری از نرم افزارهای گمز و اکسل، متغیرهای درون‌زای تحقیق به‌دست می‌آید. مقادیر متغیرهای درون‌زا با توجه به نوع سیاست اعمالی متفاوت می‌باشد. برخی از متغیرهای درون‌زای تحقیق که برای تحلیل موضوع دارای اهمیت می‌باشند به شرح زیر هستند (لازم بذکر است از آنجایی که محاسبه برخی از شاخص‌های استفاده شده نیاز به مطالعه جداگانه‌ای دارند به نتایج سایر مطالعات مراجعه شده است).

سطح رفاه و مطلوبیت، تولید، ارزش فعلی مصرف و روند آن، روند انتشار کربن، روند قیمت کربن و ارتباط بین خسارت‌های آب و هوایی و تولید.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

با در اختیار داشتن قیمت سایه‌ای کربن کشور و وضع مالیات بر کربن به ازای آن به ارائه نتایج گزاره‌های زیر پرداخته می‌شود. جهت ارائه نتایج به صورت خلاصه متغیرهای درون‌زای کلیدی به صورت نمودار نشان داده شده‌اند.

گزاره اول: برآورد مدل بر اساس اطلاعات پایه و حالت بهینه

گزاره دوم: تحلیل نرخ تنزیل اجتماعی

گزاره سوم: تحلیل ضریب رشد تکنولوژی

گزاره چهارم: تحلیل مقایسه‌ای نرخ جهانی کربن و متوسط سال‌های زندگی از دست رفته

۵. اطلاعات اقتصادی- اجتماعی محاسبات

جهت برآورد مدل از اطلاعات اقتصادی-اجتماعی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۰ استفاده شده است. این اطلاعات شامل تولید ملی، اطلاعات جمعیتی بر اساس آخرین سرشماری سال ۱۳۹۵ بوده است. همچنین اطلاعات محیط‌زیستی مرتبط با انتشار گازهای گلخانه‌ای از ترازنامه انرژی استخراج شده شده است. نکته مهم در بررسی اثرات گازهای گلخانه‌ای این است که طی سالیان اخیر به دلیل تشویق به استفاده از گاز طبیعی بیش از ۶۰درصد از انتشار کربن ناشی از مصرف گاز طبیعی بوده است (ترازنامه انرژی،۱۳۹۴). همچنین بررسی آماری گازهای گلخانه‌ای در ایران نشانگر این است که از حدود ۷۲۱ میلیون تن گاز گلخانه‌ای انتشار یافته در ایران در سال ۱۳۹۴، ۷۰۰ میلیون‌تن آن سهم کربن بوده است (شامل ۶۰۰ میلیون تن دی اکسید کربن و ۱۰۰ میلیون تن مونو اکسید کربن) (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۶). بنابراین لزوم توجه به آثار کربن بیش از پیش خودنمایی می‌کند. بر این اساس در برآورد مدل از آمار مرتبط با کربن استفاده شده است. در ادامه نتایج سناریوهای مختلف تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد.

٦. اطلاعات مورد نیاز جهت کالیبره کردن مدل

مدل‌های ارزیابی یکپارچه با استفاده از پارامترها و متغیرهای برون زای مدل قادرند متغیرهای درون‌زای مدل را محاسبه نمایند. در انجام محاسبات باید در نظر داشت که اثرات گازهای گلخانه‌ای به صورت منطقه‌ای و محدود نبوده و به صورت سراسری تأثیر گذار است. مانند گرم

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

شدن هوا، شیوع بیماری‌های واگیر و گرمسیری، خشک سالی و...، بنابراین ابتدا باید کل هزینه اجتماعی تحمیل شده به جامعه بر اساس مدلی که همه شاخص‌های اقتصادی و زیست محیطی را در خود دارد، انجام شود و سپس با توجه به سهم هر بخش اقتصادی در ایجاد آلودگی اقدام به سیاست‌گذاری شود. بدین منظور برخی از پارامترهای مهم مورد استفاده در مدل ارائه خواهد شد.

جدول۱. پارامترهای برون‌زای مدل

ردیف	نام پارامتر	منبع	مقدار
۱	نرخ استهلاک	قانون مالیات‌های مستقیم	۱۳/۵
۲	کشش تولیدی سرمایه	بانک مرکزی ۱۳۹۵	۰/۴۲
۳	شدت انتشار کربن	نوردهاوس(۲۰۱۶)	۰/۲۷۴
۴	نرخ رشد اولیه جمعیت در هر دوره	مرکز آمار ایران	۰/۰۶۴
۵	نرخ کاهش رشد جمعیت	خدادادکاشی‌و همکاران،۱۳۹۴	۰/۲۱۵
۶	نرخ رشد تکنولوژی	بانک مرکزی	۰/۰۴
۷	نرخ تنزیل اجتماعی اولیه[1]	کمسیون اروپا (نرخ توصیه ای)	۰/۰۳
۸	نرخ رشد نرخ تنزیل اجتماعی در هر دوره	نوردهاوس،۲۰۱۶	۰/۰۰۲۶
۹	کشش محصول نسبت به انرژی کربنی	خداداد کاشی و همکاران،۱۳۹۴	۰/۰۵
۱۰	سهم انرژی در GDP	ترازنامه انرژی،۱۳۹۶	۰/۳۲
۱۱	نرخ کارایی انرژی پاک	نوردهاوس،۲۰۱۶	۰/۴۲
۱۲	نرخ بهره‌وری سرمایه	بانک مرکزی ۱۳۹۵	۰/۳۷۳۱
۱۳	نرخ رشد اقتصادی در هر دوره	بانک مرکزی ۱۳۹۵	۰/۰۳
۱۴	ضریب خسارات(درصدی از تولید ملی)	فتاحی و همکاران،۱۳۹۲	۰/۰۲

۱. نرخ تنزیل اجتماعی نرخی است که ترجیحات جامعه را برای ترجیح حال و آینده سرمایه‌گذاری ها مشخص می‌کند. این نرخ برای ایران با مقادیر متفاوتی محاسبه شده است. به عنوان مثال دلالی اصفهانی (۱۳۸۸) ۷.۲٪ ، عبدلی(۱۳۸۸) مقدار ۲.۱۶٪ و در جدیدترین محاسبه شیردل و همکاران (۱۳۹۶) مقدار ۵.۱۲٪ را محاسبه نموده است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

ردیف	نام پارامتر	منبع	مقدار
۱۵	نرخ کاهش موجودی سرمایه	بانک مرکزی ۱۳۹۵	۰/۰۱۰۱
۱۶	نرخ رشد هزینه مصرفی خانوار	بانک مرکزی۱۳۹۵	۰/۱۱۴
۱۷	نرخ رشد هزینه‌های دولتی	بانک مرکزی ۱۳۹۵	۰/۰۱
۱۸	نرخ رشد کربن در هر دوره	فتاحی و همکاران،۱۳۹۲	۰/۰۵
۱۹	نرخ رشد موجودی سرمایه	بانک مرکزی،۱۳۹۵	۰/۰۲

مأخذ: نتایج تحقیق

۷. محاسبه قیمت سایه‌ای کربن

همان طور که در قسمت قبل ذکر شد جهت انجام محاسبات می‌بایست ابتدا قیمت سایه‌ای کربن محاسبه گردد. بدین منظور در مطالعات مختلف از شاخص‌های متفاوتی جهت محاسبه قیمت سایه‌ای کربن استفاده شده است. خداداد کاشی و همکاران (۱۳۹۴) از قیمت‌گذاری هدانیک و هزینه‌های فرار از آثار آلودگی مانند هزینه صرف شده بر روی وسایل سرمایشی استفاده کرده‌اند. اما در جدیدترین مطالعات بین‌المللی از شاخص میانگین سال‌های از دست رفته زندگی و هزینه‌های درمانی ناشی از بیماری‌های مرتبط با آلودگی هوا استفاده شده است، در این خصوص می‌توان به مطالعات نوردهاوس(۲۰۱۴، ۲۰۱۰، ۲۰۱۶) اشاره کرد. استفاده از شاخص سال‌های از دست رفته زندگی جهت انجام محاسبات با واقعیت از سازگاری بیشتری برخوردار است. بنابراین در این مطالعه از این شاخص استفاده شده است. بر اساس این شاخص قیمت سایه‌ای کربن بر حسب ریال بر تن برابر با ۱۰.۷۹۴.۳۶۲ خواهد بود (محاسبات پژوهش). همچنین مطالعات بین‌المللی این هزینه را ۵۵۰ دلار بر هر تن کربن اندازه‌گیری کرده‌اند.

۸. نتایج تجربی پژوهش

در این تحقیق بر اساس سه روش، هزینه اجتماعی کرین به عنوان نماینده آلاینده‌ها درایران برآورد شده است و با نتایج مدل تحقیق مقایسه می‌شود. در ابتدا هزینه آلودگی با استفاده از شاخص‌های

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

بانک جهانی استخراج می‌گردد. جهت محاسبه هزینه‌های اجتماعی انتشار دی‌اکسیدکربن براساس مطالعه بانک جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست به اطلاعات ترازنامه انرژی مراجعه می‌گردد.

روش اول: با توجه به اینکه هزینه هر تن گاز دی اکسید کربن بر اساس ترازنامه انرژی و گزارش‌های بانک جهانی برابر ۳۰۰ ریال بر اساس سال پایه ۱۳۹۰ می‌باشد، با ضرب عدد فوق در مقدار دی اکسیدکربن منتشر شده، هزینه اجتماعی انتشار گاز دی اکسید کربن به‌دست می‌آید. در جدول زیر هزینه اجتماعی کربن بر اساس این روش و به نسبت سهم هر بخش اقتصادی آمده است.

جدول ۲. هزینه اجتماعی کربن در سال ۹۵ بر اساس قیمت هرتن کربن در سال پایه ۱۳۹۰

ردیف	عنوان بخش اقتصادی	هزینه اجتماعی کربن(میلیون ریال بر تن)
۱	صنعت	۲۸۰۰۰
۲	حمل و نقل	۴۴۰۱۸
۳	کشاورزی	۴۴۶۸
۴	پالایشگاهی	۴۴۶۸
۵	نیروگاهی	۵۱۶۰۲
۶	خانگی، تجاری و عمومی	۴۱۳۶۸
۷	جمع کل کشور	۱۷۳۹۲۴

مأخذ: نتایج تحقیق

محاسبات برای کل کشور انجام شده است و نشانگر سهم بخش‌های اصلی اقتصاد کشور از ایجاد هزینه اجتماعی بر اساس آمار ترازنامه انرژی است. نتایج نشان می‌دهند که بخش‌هایی که از سهم بالاتری برخوردارند از میزان هزینه جانبی بیشتری نیز برخوردار هستند.

در رد استفاده از روش بالا نکته مهمی که برای محاسبه هزینه اجتماعی کربن باید به آن توجه کرد، این است که هزینه‌هایی که گازهای گلخانه‌ای ایجاد می‌کنند طیف وسیعی از هزینه‌ها را شامل می‌شود. در میان این هزینه‌ها گرم شدن هوا، خشکسالی، بروز بیماری‌های گرمسیری مرتبط با گرمای هوا، افزایش مصرف انرژی، مشکلات تنفسی، تغییر الگوی کشت از اهمیت بیشتری برخوردارند. این نوع از هزینه‌های جانبی ایجاد شده محدود به یک ناحیه جغرافیایی مشخص

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

نمی‌گردد و به صورت اقلیمی و در یک ناحیه وسیع تأثیر گذار است. بنابراین استفاده از شاخص قیمت کربن بدون توجه به سایر شاخص‌های اقتصادی و محیط‌زیستی توجیه‌پذیر نمی‌باشد.

روش دوم: شاخص دیگری که در اینجا مورد استفاده قرار می‌گیرد، میانگین سال‌های زندگی از دست رفته در طول یک سال متأثر از مرگ و میر و بیماری‌های حساس به آب و هوا است. در این شاخص ابتدا قیمت سایه‌ای کربن محاسبه شده سپس با استفاده از آن هزینه اجتماعی کربن محاسبه می‌گردد. در توجیه استفاده از این شاخص می‌توان به ذکر دلایل زیر پرداخت.

طبق مطالعات صورت گرفته مانند نوردهاوس،(۲۰۰۸) و انثوف و تول[1]،(۲۰۱۰)، اثرات سلامتی حداقل از چهار طریق بر رفاه فرد و اجتماع اثر می‌گذارد:

۱. مرگ و میر، ۲. بیماری‌ها، ۳. کاهش بهره‌وری نیروی کار، ۴. هزینه‌های بهداشتی.

در ارزیابی اثرات سلامتی باید توجه داشت که زیان‌های مخرب درمانی بیماری و مرگ‌ومیر بر زمان سرمایه‌گذاری و عرضه نیروی کار دارد. به صورت مشخص اگر یک عضو خانواده به بیماری مبتلا گردد، دیگر اعضای خانواده می‌بایست جهت حفظ سطح مشخصی از درآمد عرضه کار خود را افزایش دهند و از اوقات فراغت خود بکاهند. همچنین جهت جلوگیری از کاهش نسبی وزن رفاهی، برای افراد غیر مولد دو برابر درآمد سرانه لحاظ می‌گردد (نوردهاوس و بویر[2]،۲۰۰۲ و باریج ،۲۰۱۲). در این مطالعه جهت انجام محاسبات مرتبط با میانگین سال‌های زندگی از دست رفته از آمارهای سازمان بهداشت جهانی و وزارت بهداشت استفاده می‌گردد نتایج استفاده از این روش در کاربرد مدل پژوهش نیز خواهد آمد.

برای محاسبه خسارت‌های وارد شده در این شاخص می‌توان از آمارهای مختلفی بهره‌برد مانند: محاسبه خسارت‌های بهداشتی ناشی از آلودگی هوا و گازهای گلخانه‌ای فتاحی و همکاران(۱۳۹۲) که ضریبی بین ۲/۳٪ تا ۳٪ از تولید ناخالص داخلی را لحاظ کرده‌اند. همچنین مطالعه مؤسسه بین‌المللی بار بیماری‌ها و نیز سازمان بهداشت جهانی نشان گر مرگ و میر بیش از

1. Anthoff, David, and Richard S.J. Tol
2. Nordhaus W.D. and J. Boyer

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

۲۶۲۶۷نفر برای ایران در سال ۲۰۱۶ بوده است. مؤسسه HEI نیز ۳۳۳۰۰ نفر مرگ و میر ناشی از بیماری‌های مرتبط با آلودگی هوا را در این سال ذکر کرده است.

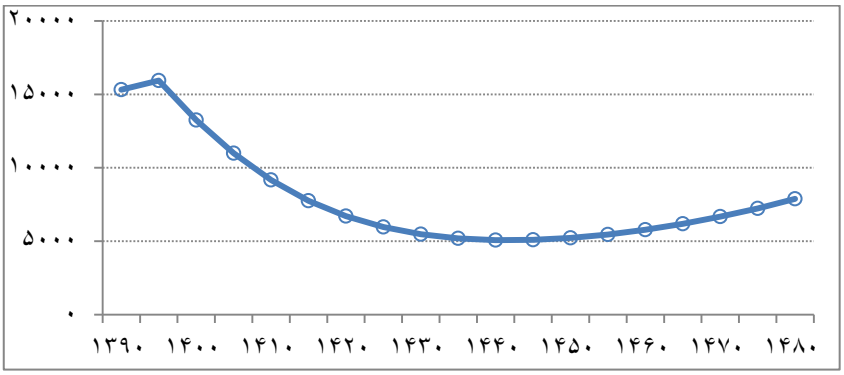
از نظر میزان سال‌های زندگی از دست رفته مؤسسه بار بیماری‌ها میزان ۷۸۱.۳۰۰ سال را برای سال ۲۰۱۶ محاسبه کرده است. بانک جهانی هزینه‌ها و خسارت‌های رفاهی ناشی از آلودگی هوا در ایران را ۳۰ میلیارد دلار برآورد کرده است. وزارت بهداشت نیز آمار افراد در خطر آلودگی با ریسک بالا در ایران را در حدود ۴۰ میلیون نفر اعلام کرده است. همان‌طور که اطلاعات داده شده نشان می‌دهد، هزینه‌های ایجاد شده بر اثر آلودگی در این روش بسیار بالاتر خواهد بود. به عنوان مثال، اگر از هزینه سرانه درمانی و جمعیت در خطر به عنوان شاخصی جهت محاسبه هزینه‌های ایجاد شده استفاده گردد عدد ۱۶.۱۵۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰ ریال به‌دست می‌آید.

۹. نتایج مدل پژوهش

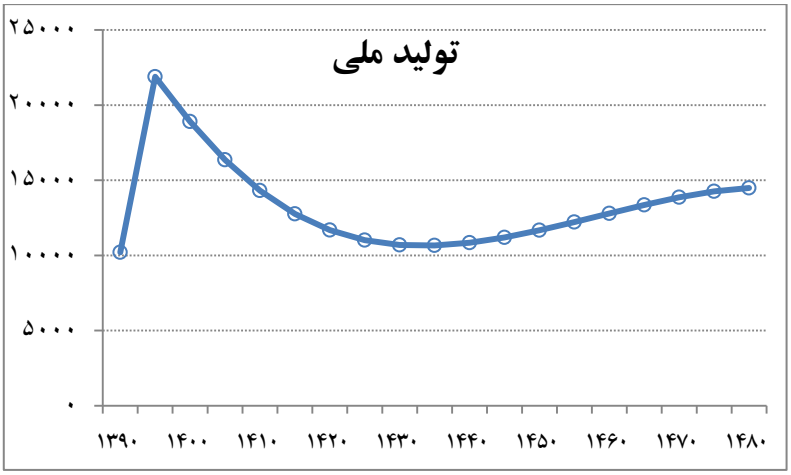
قبل از ارائه نتایج چند نکته ذکر می‌گردد: مهمترین عامل در تعیین نرخ بهینه مالیات توجه به غلظت اولیه کربن است. برای حل مشکل بی‌نهایت در مدل بهینه سازی را برای یک دوره مشخص، انجام شده است (نوردهاوس،۲۰۱۶). تمام متغیرهای جریان در مدل تجربی به صورت سالانه لحاظ می‌گردد و متغیرهای انباشته بر اساس سال پایه در مدل در نظر گرفته می‌شود. برای محاسبه ابتدا اقتصاد ملی به صورت یکپارچه و بر اساس مجموعه‌ای از ترجیحات تعریف می‌گردد که نشان‌گر تابع رفاه اجتماعی است و مسیرهای مصرف و سرمایه‌گذاری را معین می‌کند. متغیرهای تصمیم قابل کنترل شامل مصرف، نرخ سرمایه‌گذاری در سرمایه ملموس،سرمایه‌گذاری در اقلیم،کاهش اولیه در انتشارگازهای گلخانه‌ای است. فرض می‌شود در اقتصاد ملی یک کالا تولید می‌شود که می‌تواند مصرف یا سرمایه‌گذاری شود. به همین خاطر تغییرات اقلیمی نیز در مصرف منعکس می‌گردد. اقتصاد ملی دارای یک سطح اولیه از سرمایه، نیروی کار و تکنولوژی است. رشد تکنولوژی برون‌زا بوده در حالی که تراکم سرمایه به وسیله بهینه‌یابی مصرف در طی زمان حاصل می‌شود. جهت ارائه نتایج به صورت خلاصه متغیرهای درون‌زای کلیدی به صورت نمودار نشان داده شده‌اند. پس از این بخش تحلیل گزاره‌ها خواهد آمد. در ابتدا تولید به صورت

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

نمودار زیر در دوره مورد بررسی ارائه می گردد. قبل از ارائه نمودارها لازم بذکر است محور تمامی نمودارها نشانگر سال یا دروه است. واحد محور عمودی نیز کنار هر نمودار ذکر شده است.

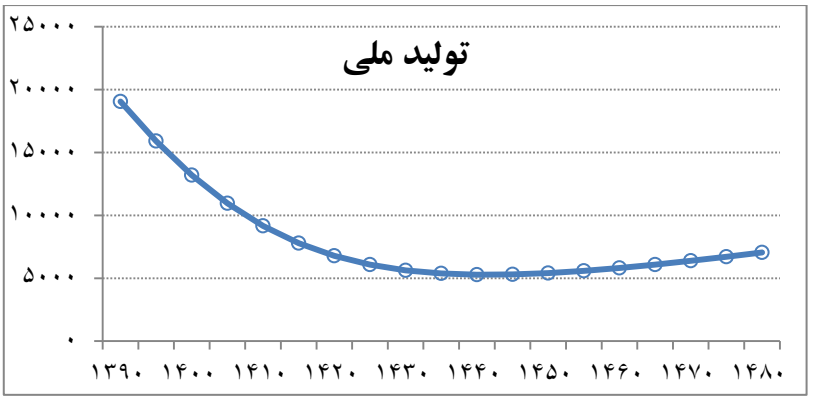


نمودار۱. روند سطح تولید ملی بر حسب اطلاعات پایه در طول دوره بررسی(میلیارد ریال)

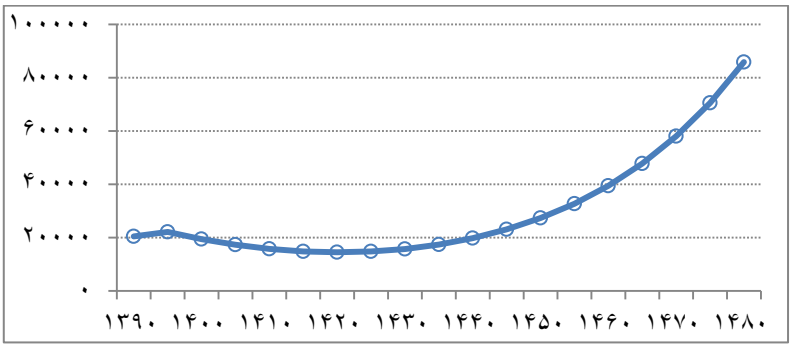


نمودار ۲. روند سطح تولید ملی با افزایش نرخ رشد اقتصادی در طول دوره بررسی(میلیارد ریال)

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]



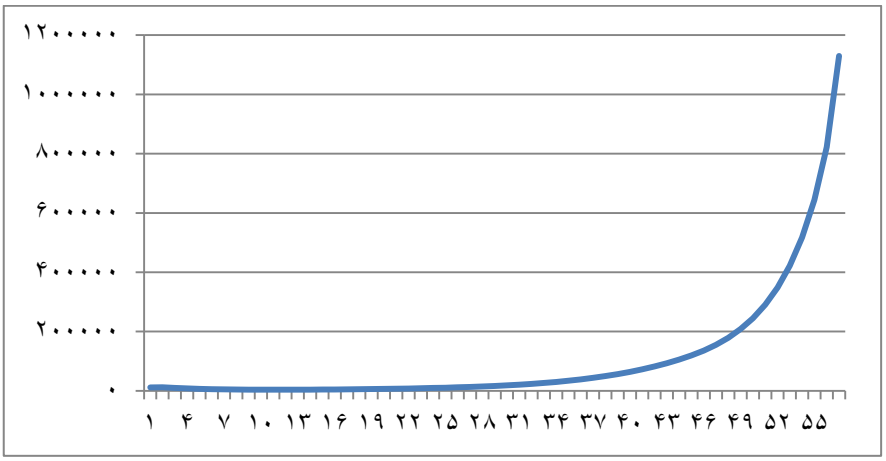
نمودار ۳. روند سطح تولید ملی بر حسب اطلاعات پایه
و اعمال نرخ تنزیل اجتماعی ۸درصد در طول دوره بررسی(میلیارد ریال)



نمودار۴. روند سطح تولید ملی در طول دوره بررسی
به صورت بهینه و نرخ تنزیل ۸درصد و ضریب رشد تکنولوژی ۴.(میلیارد ریال)

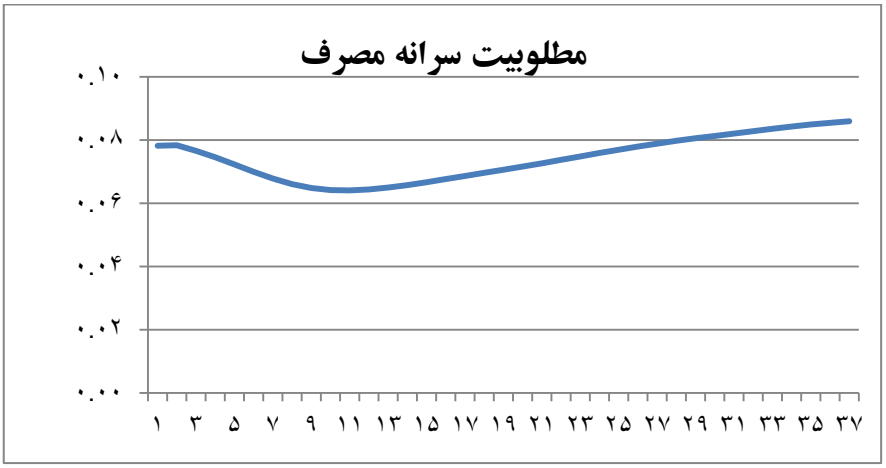
همان‌طور که نمودارها نشان می‌دهند. اعمال مالیات بر کربن به میزان قیمت سایه‌ای کربن، تحلیل نرخ تنزیل اجتماعی حداکثری و ضریب رشد تکنولوژی دو برابری حالت پایه، تولید ملی ابتدا با کاهش روبه رو شده و پس از چند دوره و جایگزینی تکنولوژی، تولید به روند سعودی بر خواهد گشت. این روند در حالت بهینه و با اعمال ضریب رشد تکنولوژی بالاتر، علاوه بر داشتن سطح بالاتری ازتولید نرخ رشد تولید و نیز بزرگتر و برگشت به روند صعودی نیز سریعتر خواهد بود.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]



نمودار ۵. روند مصرف در طول دوره بررسی(میلیارد ریال)

همان‌طور که نمودار نشان می‌دهد، مصرف سرانه نیز ابتدا با یک سطح پایین شروع شده و در نهایت با اعمال سیاست مالیات کربن به نرخ صعودی خواهد رسید. ارزش فعلی مصرف نیز برابر با ۳۲۱.۷۷۵.۴۲۰ ریال در سال ۱۳۹۵ بوده است.



نمودار ۶. برآورد روند مطلوبیت در طول دوره بررسی(برحسب یوتیل)

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

این نمودارها نیز نشانگر کاهش مطلوبیت به ازای هر واحد مصرف در دوره‌های ابتدایی و سپس افزایش آن پس از جایگزینی تکنولوژی است.

در ادامه تحلیل هزینه اجتماعی کربن ارائه می‌گردد.

۱۰. هزینه اجتماعی کربن (SCC) بر اساس مدل DICE-2016R

در مدل‌های ارزیابی یکپارچه تجزیه و تحلیل SCC بر اطلاعات تجربی تکیه می‌کند. تمام مدل‌های ارزیابی پویای ارزیابی یکپارچه که برای تخمین SCC مورد استفاده قرار می‌گیرند دارای یک ساختار مشابه هستند، اگر چه برخی از آنها ساختارهای مختلفی دارند. توصیف معادله‌ای و نحوه محاسبه آن در قسمت‌های قبل بیان گردید، در ادامه برآوردهای عددی SCC ارائه می‌گردد.

برآورد مدل DICE-2016R با فرض نرخ بهره‌وری محاسبه شده توسط بانک مرکزی و قیمت سایه‌ای بین‌المللی و نرخ تنزیل اجتماعی ۸٪ و نرخ رشد اقتصادی۴٪ نشانگر هزینه اجتماعی کربن به مقدار۵۱۳۸۹۱/۲۳۲ ریال بر تن است. این هزینه‌ها در دوره‌های ابتدایی بدلیل عدم جایگزینی تکنولوژی‌های جایگزین افزایش یافته اما با گذشت زمان و جایگزینی تکنولوژی‌های جدید و جایگزین شروع به کاهش خواهد کرد (محاسبات پژوهش).

محاسبات با نرخ سایه‌ای به‌دست آمده از میانگین سال‌های از دست رفته به میزان ۱۰.۷۹۴.۳۶۲ ریال بر تن برای کربن که در قسمت اطلاعات اقتصادی به آن اشاره شد، تفاوت چندانی با محاسبه با استفاده از قیمت بین‌المللی ندارد. همچنین انجام محاسبه با نرخ تنزیل ۵٪ میزان هزینه اجتماعی با استفاده از این دو روش را افزایش می‌دهد. تعداد دوره‌های زمانی رسیدن به هزینه اجتماعی صفر با این فرض افزایش می‌یابد(نتایج پژوهش)

محاسبه هزینه اجتماعی کربن انجام شده قبل با فرض کشش سرمایه ۰/۴۲ بودند. اگر سیاست‌گذاری در جهت کاهش کشش سرمایه صورت گیرد و این مقدار را به ۳۰٪ کاهش دهد، نتیجه محاسبه هزینه اجتماعی کربن به میزان ۵۱۵۵۶۲/۹۱۵ ریال بر تن خواهد بود. در این مورد نیز تغییر نرخ تنزیل اجتماعی تأثیر چندانی بر این هزینه ندارد. نکته‌ای که باید به آن توجه داشت این

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

است که در تمامی موارد به صورت تقریبی هزینه‌های اجتماعی پس از ۳۵ دوره به صفر خواهد رسید (نتایج پژوهش).

نکته آخر در مورد اجرای سیاست کنترلی کربن با استفاده از مالیات کربن جهت کاهش هزینه اجتماعی با توجه به اثرات منی آن بر تولید ملی و مصرف در دوره‌های ابتدایی و تشویق به جایگزینی تکنولوژی‌های جدید اجرای این سیاست باید به صورتی باشد که اثر منفی این مالیات بر تولید و مصرف به حداقل ممکن برسد.

۱۱. نتیجه گیری

در این پژوهش بر اساس سه رویکرد مختلف هزینه‌اجتماعی کربن در ایران بر اساس اطلاعات اقتصادی دوره ۱۳۹۵-۱۳۹۰ و برای ۱۰۰ دوره ۵ ساله شبیه سازی گردید. نتایج نشانگر ارتباط معکوس بین سیاست‌های کنترلی کربن و تولید و مصرف در دوره‌های ابتدایی داشت. نتایج بررسی مدل نشانگر اثر مثبت سرعت رشد تکنولوژی بر رشد تولید ملی در نتیجه اعمال سیاست‌های کنترلی خواهد بود.

مقایسه روش‌های مختلف محاسبه اثرات جانبی انتشار کربن نشان می‌دهد که استفاده از روش به کار رفته در ترازنامه انرژی هزینه‌ها را کمتر از حد واقعی و استفاده از روش سال‌های زندگی از دست رفته به صورت مستقیم هزینه‌ها را بیشتر از حد واقعی برآورد می‌کند. مشکل اساسی روش‌های معمول این است که توانایی نشان دادن اثرات هزینه‌های اجتماعی و کنترل‌های انتشار بر متغیرهای اقتصادی به صورت بلند مدت را ندارند، بنابراین قابلیت سیاست‌گذاری مؤثر و مناسب را ایجاد نمی‌کنند. بنابراین جهت مقابله مناسب‌تر با پدیده تغییرات آب و هوایی و مشکلات ناشی از آن پیشنهاد می‌گردد با به‌کار گیری یک برنامه بلند مدت و کنترل مداوم آن بعد از گذشت هر پنج یا ده سال سعی در اصلاح روند در صورت انحراف از مسیر شود. همان‌طور که در مبانی نظری بیان گردید از آنجایی که تغییرات اقلیمی پدیده‌ای است که چندین حوزه را در بر می‌گیرد، مناسب‌تر است که با به‌کارگیری الگوهای نظری که تمامی این حوزه‌ها را در بر می‌گیرد سیاست‌گذاری صورت گیرد. از آنجایی که سهم عمده‌ای از انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

بخش نیروگاهی و خانگی می‌باشد. پیشنهاد می‌گردد جهت کاهش هزینه‌های اجتماعی انتشار کربن، تشویق و حمایت از سرمایه‌گذاری در انرژی‌های نو و تجدید پذیر مانند ایجاد نیروگاه‌های برق بادی و خورشیدی در اولویت دستگاه‌های مسئول قرار گیرد. توجیه پذیر بودن این مسأله در مطالعه‌ای که شریفی و همکاران(۱۳۹۱) به منظور برق رسانی به مناطق دور افتاده با استفاده از سیستم هیبریدی انجام دادند به اثبات رسید. همان‌طور که نتایج نشان گر اثر مثبت ضریب رشد تکنولوژی در مطالعه بود. پیشنهاد می‌گردد جهت افزایش سرعت رشد تکنولوژی از سیاست‌هایی که در این راستا هستند استفاده گردد. به عنوان مثال حمایت از مطالعات توسعه‌ای در صنعت، سیاست‌گذاری در جهت تولید محصولاتی با آلایندگی کمتر، سیاست‌گذاری بلند مدت در جهت جایگزینی خودروهای برقی و... . با توجه به اینکه نیروگاه‌های تولید برق موجود به صورت عمده نیروگاه‌های با سوخت فسیلی هستند، هرچه بتوان ساعات کمتری از این نیروگاه‌های موجود کشور استفاده کرد و به‌جای آن از نیروگاه‌های تجدیدپذیر در محل استفاده شود، ضمن کمک به توسعه اقتصادی کشور، دستیابی به اهداف بزرگی همچون کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، ذخیره بخشی از ذخایر فسیلی برای نسل‌های آینده، صرفه جویی‌های بلند مدت و بهره‌گیری از انرژی رایگان خورشید، باد و ... را نیز تأمین خواهد کرد. دولت می‌تواند ازطریق ابزار قانون گذاری، مانند استانداردهای زیست محیطی و تجهیزات کنترل آلودگی، در میزان اثرگذاری تولید (انباشت سرمایه) در محیط زیست اثر بگذارد. درعین حا ل، با توجه به اینکه اعمال سیاست‌های زیست‌محیطی شدیدتر و اجبار تولیدکنندگان به کنترل آلودگی موجب افزایش هزینه‌های تولید می‌شود، ضروری است نتیجهٔ تحلیل هزینهٔ فایدهٔ اعمال این گونه سیاست‌ها مدنظر برنامه‌ریزان قرارگیرد. در این خصوص، به منظور کاهش هزینه‌های ناشی از اعمال این سیاست‌ها بر تولیدکنندگان، استفاده از سیاست‌های ترکیبی، مانند سیاست مالیاتی و درجه‌ای از قانون‌گذاری به همراه با افزایش آگاهی زیست محیطی تولیدکنندگان می‌تواند راهکار مناسب تلقی شود. در آخر نکته‌ای که در ارتباط با پیشینه پژوهش بیان می‌شود این است که نتایج این پژوهش نسبت به سایر

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

پژوهش‌های داخلی هزینه‌ها را واقعی تر محاسبه کرده و منطبق با پیش بینی‌های نظری بیان شده و تجربه شده مطالعات خارجی است.

منابع

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۷)، حساب‌های ملی ایران، اداره‌ی حساب‌های اقتصادی، سال‌های مختلف.

پژویان، جمشید؛ نارسیس، امین رشتی (۱۳۸۸)، "مالیات‌های سبز با تأکید بر مصرف بنزین"، *پژوهشنامه اقتصادی*، دوره ۷ ، شماره یک، صص ۱۵-۴۴.

حسینی، صفدر و محمد قربانی (۱۳۸۴)، *اقتصاد فرسایش خاک*، مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

خداداد کاشی، فرهاد؛ اکابری تفتی، مهدی؛ موسوی جهرمی، یگانه و علی اکبر خسروی‌نژاد (۱۳۹۴)،"مقایسه آثار رفاهی و زیست‌محیطی انواع مالیات بر کربن به تفکیک مناطق مختلف در ایران با استفاده از الگوی تعادل عمومی پویای منطقه‌ای". *پژوهشنامه مالیات* ، سال بیست و سوم، شماره ۴ (پیاپی ۷۶)، ص‌ص ۱۴۳-۱۸۰.

رنجبر فلاح، محمدرضا و سمیه باهوش کیوانی (۱۳۹۲). "برآورد هزینه‌های اقتصادی انتشار گازهای آلاینده (NOx,SO2,CO2) از بخش انرژی بر تولید ناخالص داخلی ایران"، *فصلنامه علوم و مهندسی محیط‌زیست*، مقاله ۶، شماره ۵۵ ص‌ص ۵۵- ۶۹.

سازمان امور مالیاتی(۱۳۹۴)، قانون مالیات‌های مستقیم، قابل دریافت در آدرس:
http://download.tax.gov.ir/GeneralDownloads/DirectTaxLaw13940431.pdf

فتاحی، مریم، عصاری؛ صادقی، عباس و اصغرپور، حسین(۱۳۹۲)، "تأثیر آلودگی هوا بر هزینه‌های عمومی سلامت،مقایسه تطبیقی کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته"، *فصل نامه تحقیقات توسعه اقتصادی*، شماره یازدهم، صص ۱۳۲-۱۱۱.

فطرس، محمد حسن؛ غفاری، هادی و آزاده شهبازی (۱۳۸۹)، "مطالعه رابطه آلودگی هوا و رشد اقتصادی کشورهای صادر کننده نفت"، *پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، سال اول، شماره ۱، صص۵۹-۷۷.

قربانی، محمد و فیروز زارع علی(۱۳۸۸)، "ارزش‌گذاری ویژگی‌های مختلف آلودگی هوا در مشهد"، *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۸۹، صص ۲۴۱-۲۱۵.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

کالیز، جان و فلیپ جونز (۱۳۸۸). *مالیه عمومی و انتخاب عمومی (جلد اول)*، (ترجمه: دکتر الیاس نادران، آرش اسلامی و علی چشمی)، تهران: نشر سمت.

معین نعمتی، حمید(۱۳۸۶)، "بررسی آثار سیاست انرژی بر اقتصاد و محیط زیست در چارچوب مدل تعادل عمومیCGE "، به راهنمایی جمشید پژویان. رسالهٔ دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکدهٔ مدیریت و اقتصاد، گروه اقتصاد، رشتهٔ اقتصاد.

مقیمی، مریم؛ شاهنوشی، ناصر؛ دانش، شهناز؛ اکبری مقدم، بیت الله و محمود دانشور (۱۳۸۹)،"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، شماره۷۵، صص۷۹-۱۰۸ .

نوروزی حسنلویی، هاجر (۱۳۹۳)،" بررسی اثر مالیات کربن روی رقابتهای بین‌المللی صنایع انرژی بر "، *کنفرانس بین‌المللی و آنلاین اقتصاد سبز*، بابلسر:شرکت پژوهشی طرود شمال، برگرفته از: https://www.civilica.com/Paper-GETOROUD01-GETOROUD01_034.html

وزارت نیرو- معاونت امور انرژی (۱۳۹۵)، ترازنامه‌ی انرژی، سال‌های مختلف (۱۳۸۵-۱۳۹۵).

هادیان، ابراهیم و مجید اسلامی اندار گلی (۱۳۹۳)، "ارزیابی تأثیر مالیات سبز بر اشتغال بخش‌های مختلف اقتصادی کشور ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه"، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال دهم ، شماره ۴۳ ، صص ۸۵-۴۷.

Aldy, J. E. and W. A. Pizer (2009). "Issues in designing US climate change policy." *The Energy Journal* 30(3), pp. 179-210.

Barrage, Lint (2014). "Optimal Dynamic Carbon Taxes in a Climate-economy Model with Distortionary Fiscal Policy". *Brown University*, Providence. http://www.lintbarrage.com/research.

Dong Huijuan, Dai Hancheng, Geng Yong , Fujita Tsuyoshi , Liu.Zhe , Xie Yang , Wu. Rui , Fujii Minoru , Masui Toshihiko and Tang Liang (2017). "Exploring Impact of Carbon tax on China's CO2 Reductions and Provincial Disparities".*Renewable and Sustainable Energy Reviews*. No. 77, pp. 596–603.

Golosov Mikhail, John Hassler, Per Krusell and Aleh Tsyvinski (2011). "Optimal taxes on fossil fuel in General Equilibrium". *Econometrica*, No. 82, pp. 41–88.

Hill M. (1998). "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.

Hill M. (1999). *Green tax reforms in Sweden: The second dividend and the cost of tax exemptions* (No. 119). Beijer Discussion Paper Series.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

Hwan Bae J. and Shortle, J. (2005), "The Welfare Consequences of Green Tax Reform in Small Open Economies", *Department of Agricultural Economics and Rural Sociology the Pennsylvania State University*.

Hwan Bae S. (2005)."The Welfare Consequences of Green Tax Reform in Small Open Economies". Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, the Pennsylvania State University. Thesis (Ph.D.), Pennsylvania State University.

IPCC (2013), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*, Working Group I

IPCC Working Group II (2016). Schneider, S.H., S. Semenov, A. Patwardhan, I. Burton, C.H.D. Magadza, M. Oppenheimer, A.B. Pittock, A. Rahman, J.B. Smith, A. Suarez and F. Yamin, 2016: Assessing key *vulnerabilities and the risk from climate change. Climate Change 2016: Impacts, Adaptation and Vulnerability.* Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 779-810.

Koopmans Tjalling C. (1965). "On the Concept of Optimal Economic Growth," *Academiae Scientiarum Scripta Varia*, 28(1), pp. 1-75. Available at: http://cowles.econ.yale.edu/P/au/p_koopmans.htm.

Koopmans Tjalling C. (1965). "On the Concept of Optimal Economic Growth". *Academiae Scientiarum Scripta Varia* 28, No.1, pp. 1–75. Available at: http://cowles.econ.yale.edu/P/au/p_koopmans.htm.

Koskela E., R. Schob et al. (1999). "Green Tax Reform, Structural Unemployment, and Welfare", University of Munich.

Nordhaus W.D. (1977), "Economic Growth and Climate: The Carbon Dioxide Problem", *American Economic Review Papers and Proceedings*, 67(1), pp.341– 346.

Nordhaus W.D. (1991a), "To Slow or not to Slow: The Economics of the Greenhouse Effect", *Economic Journal*, 101(47), pp. 920–937.

Nordhaus W.D. (1991b), "The cost of slowing climate change: A survey", *The Energy Journal*, 12(1), pp. 37–66.

Nordhaus W.D. (1991c), "A sketch of the economics of the greenhouse effect", *American Economic Review*, 81(2), pp. 146–150.

Nordhaus W.D. (1994), *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*, MIT Press, Cambridge, MA.

Nordhaus W.D. (2007), *The Challenge of Global Warming: Economic Models and Environmental Policy*, Yale University, New Haven, CT.

Nordhaus W.D. (2008), *A Question of Balance: Weighing the Options on Global Warming Policies*, Yale University Press, New Haven, CT.

Nordhaus W.D. (2013), "Integrated economic and climate modeling", in Dixon P. and D. Jorgenson (eds) *Handbook of Computable General Equilibrium Modeling*, 1st edition, vol. 1A-1B, Elsevier, North Holland, pp. 1069–1131.

Nordhaus W.D. (2014), "Estimates of the social cost of carbon: Concepts and results from the DICE-2013R model and alternative approaches", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 1, 1/2, pp. 273–312.

Nordhaus W.D. and J. Boyer (2000), *Warming the World: Economic Modeling of Global Warming*, MIT Press, Cambridge, MA.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]

Nordhaus W.D. and P. Sztorc (2013), *DICE 2013-R: Introduction and User's Manual*, Yale University, New Haven, CT.

Nordhaus William (2011). "Estimates of the Social Cost of Carbon: Background and Results from the Rice-2011 Model". *Cowles Foundation Discussion Paper*, No. 1826.

Nordhaus William (2014), "Estimates of the Social Cost of Carbon: Concepts and Results from the DICE-2013R Model and Alternative Approaches", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, Vol. 1, No.1/2 (Spring/Summer), Published by: The University of Chicago Press on behalf of the Association of Environmental and Resource Economists, pp. 273-312, Stable URL: http://www.jstor.org/stable/10.1086/676035

Nordhaus William D. (1992). "An Optimal Transition Path for Controlling Greenhouse Gases," *Science*, vol. 258, November 20, pp. 1315-1319.

Nordhaus William D. (2002). "Modeling induced innovation in climate-change policy," in *Technological Change and the Environment*, edited by A. Grübler, N. Nakicenovic and W. D. Nordhaus. Washington, DC: Resources for the Future, pp.182–209.

Nordhaus William D. (2010). Economic aspects of global warming in a post-Copenhagen environment. *Proceedings of the U.S. National Academy of Sciences* 107 (26), pp. 11721-11726.

Nordhaus William, and Paul Sztorc (2013). *DICE 2013R: Introduction and User's Manual*, available from at http://www.econ.yale.edu/~nordhaus/homepage/.

Nordhaus William. (2011). "The Economics of Tail Events with an Application to Climate Change," *Review of Environmental Economics and Policy,* 5(2), pp.240-257.

Tol, R.S.J. (2009). "The Economic Effects of Climate Change," *Journal of Economic Perspectives*.

UNDP (2016). *World Population Prospects (WPP), The 2016 Revision Report United Nations*, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Internet: http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/.

Uri, N. D. and R, Boyd. (1997). "An Evaluation of the Economic Effects of Higher Energy Prices in Mexico". *Energy Policy*, Vol. 25, No. 2, pp. 205-215.

WANG, X. and Z. LI (2011). "Analyzing Effect of Green Tax Policy in China and its Reform Design." Productivity Research.

Yu-Huan, ZHAO (2011). "The Study of Effect of Carbon Tax on the International Competitiveness of Energy-intensive Industries: An Empirical Analysis of OECD 21 Countries, 1992-2008". *Energy Procedia*, No. 5 , pp. 1291–1302.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-10-30]