مقایسه آثار رفاهی و زیست‌محیطی انواع مالیات بر کربن به تفکیک مناطق مختلف در ایران با استفاده از الگوی تعادل عمومی پویای منطقه‌ای

فرهاد خداداد کاشی[1]
مهدی اکابری تفتی [2]
یگانه موسوی جهرمی [3]
علی‌اکبر خسروی‌نژاد [4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۴

چکیده

در این مطالعه با استفاده از الگوی تعادل عمومی پویای منطقه‌ای، آثار رفاهی و زیست‌محیطی اعمال مالیات غیرمتوازن بر کربن به تفکیک مناطق مختلف در ایران مورد بررسی قرار می‌گیرد. به این منظور ابتدا میزان تمایل به پرداخت استان‌های مختلف جهت گریز از آثار زیان‌بار آلودگی محاسبه شده و بر اساس آن استان‌های ایران در قالب ۸ منطقه طبقه‌بندی می‌گردد. پس از آن سه سناریوی سیاستی مختلف تعریف گردیده و نتایج هر یک مورد مقایسه قرار می‌گیرد. این سه سناریو به صورت سناریوی پایه (بدون مالیات و دخالت دولت)؛ مالیات یکنواخت بر کربن و مالیات غیرمتوازن بر کربن به تفکیک مناطق می‌باشند. سال مبنا سال ۱۳۹۰ در نظر گرفته شده است و با توجه به اینکه اثرگذاری سیاستهای زیست‌محیطی در دراز مدت می‌باشد، اثرات سیاست‌های مختلف در ۳۵ دوره ۱۰ ساله بررسی گردید. بر اساس نتایج تحقیق، درونی کردن هزینه‌های آلودگی محیط زیست با وضع مالیات بر کربن آثار رفاهی و زیست‌محیطی مثبت داشته و این آثار با وضع مالیات غیرمتوازن بهبود می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: الگوی تعادل عمومی پویای منطقه‌ای، آثار رفاهی و زیست‌محیطی، مالیات غیرمتوازن بر کربن، هزینه‌های آلودگی محیط زیست

۱. عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور، تهران kodadadepnu.acir
۲. دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه پیام نور، تهران (نویسنده مسئول) m-akaberi- t@yahoo.com
۳. عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور، تهران yeganehmj@gmail.com
۴. عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، تهران khosravinejad@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

اقتصاددانان برای محیط زیست سه کارکرد قائل هستند: کارکرد اول محیط زیست عبارت است از فراهم کردن منابع و نهاده لازم برای انجام فعالیت‌های اقتصادی. در واقع بدون منابع محیط زیست، فعالیت‌های اقتصادی ممکن نیست.

کارکرد دوم محیط زیست به جذب پسماند ناشی از فعالیت تولید و مصرف مربوط می‌شود. به عبارت روشن‌تر محیط زیست از یک طرف تأمین کننده نهاده‌های لازم برای فعالیت‌های اقتصادی است و از طرف دیگر بدلیل جذب پسماندها دچار تخریب و استهلاک می‌شود.

بهره‌برداری از محیط زیست به عنوان محلی برای زیست و کسب رفاه و استفاده از آن با هدف تفریح و اوقات فراغت، کارکرد سوم محیط زیست می‌باشد. با توجه به اهمیت این سه کارکرد مشخص است که اگر برای هر یک از جنبه‌های فوق، بازار وجود داشت، کارکردهای فوق به قیمت قابل توجهی مبادله می‌شد. این در حالی است که انسان طی سالیان متمادی از محیط زیست به صورت مجانی بهره‌برداری کرده است و از آنجا که در سالیان اخیر، محیط زیست بی رویه مورد بهره‌برداری قرار گرفته است، دچار فرسایش و انواع آلودگی شده است و در حال حاضر در مصرف خدمات زیست محیطی مقوله ازدحام به منصه ظهور رسیده است و ضروری است مدیریت بهینه‌ای در مورد بهره‌برداری از محیط زیست اعمال شود. بنابراین قیمت‌گذاری کارکردهای محیط‌زیستی، گام مهمی به منظور تعدیل تصمیمات اقتصادی و مدنظر قرار دادن محیط‌زیست در سیاست‌گذاری است.

با توجه به اینکه کالاهای محیط‌زیستی که در زمره کالاهای عمومی دسته‌بندی می‌شوند، اطلاعات به نسبت دقیقی از قیمت آنها نیز وجود ندارد. این امر مقدمه‌ای برای شکست بازار و به تبع آن بروز آثار خارجی منفی خواهد بود. این پدیده سبب می‌شود تا مصرف‌کنندگان با شدت بیشتری از منابع محیط‌زیستی استفاده کرده و باعث تنزل کیفیت و کمیت آنها شوند. در نهایت دخالت دولت به عنوان گزینه‌ای مناسب برای تلفیق منابع محیط‌زیستی و اهداف توسعه اقتصادی توجیه‌پذیر می‌گردد؛ زیرا منابع محیط‌زیستی محدود است و از طرف دیگر با گسترش فعالیت‌های تولیدی از کیفیت این‌گونه منابع کاسته می‌شود. بنابراین ضرورت دارد تا به منظور منطقی کردن استفاده از منابع محیط‌زیستی، سیستم قیمت‌گذاری تعریف و به تناسب آن ابزارهای اقتصادی مرتبط استفاده شود. بر این اساس انتخاب و گزینش ابزارهای اقتصادی و سیاستگذاری مختلف برای حفاظت از محیط زیست یک وظیفه چالش برانگیز برای دولت‌هاست. این مسئله بسیار حایز اهمیت است، زیرا دولت‌ها دارای اهداف چندگانه و متعدد هستند. در حیات سیاسی روزمره، این اهداف از شبکه‌ای

Archive of SID

www.SID.ir

از فشارها و نفوذ اقشار مختلف در نظامی اداری و سیاسی تدوین می‌شود.

بر این اساس در این تحقیق با معرفی سه سناریوی مختلف مالیات بر کربن، سیاست‌های مختلف زیست‌محیطی، با استفاده از الگوی تعادل عمومی پویای منطقه‌ای بررسی می‌گردد. به این منظور با محاسبه میزان تمایل به پرداخت بابت عدم وجود آلودگی در مناطق مختلف، مالیات متناسب با آن در استان‌های مختلف وضع می‌گردد و پس از آن آثار رفاهی و زیست محیطی آن مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. بر این اساس جهت دستیابی به اهداف مورد نظر، این تحقیق از شش بخش تشکیل شده است. بعد از مقدمه، مبانی نظری و پیشینه پژوهش بخش دوم را تشکیل می‌دهد. در بخش سوم ساختار مدل تحقیق و اجزای آن ارائه شده و نحوه کالیبره کردن آن موضوع بخش چهارم می‌باشد. در نهایت با تعریف سناریوی‌های مختلف، نتایج سیاست‌گذاری بر اساس مدل تحقیق بررسی می‌شود و در بخش پایانی تحقیق به ارائه نتایج پرداخته می‌شود.

۲- مبانی نظری

توسعه اقتصادی سریع در دهه‌های اخیر بدون توجه به محدودیت‌های طبیعت با وارد نمودن فشار بیش از حد به محیط زیست، خسارات جبران ناپذیری را به‌بار آورده است و به دلیل گسترش میزان آلودگی‌ها توجه به آثار زیست‌محیطی توسعه از اهمیت زیادی برخوردار گشته است. اقتصاددانان با مطالعات تئوریک و بررسی تجربی کشورهای مختلف، راهکارهای متفاوتی را برای جلوگیری و یا کنترل این آثار زیان‌بار معرفی نموده‌اند. با توجه به اقبال عمومی کشورها به مالیات‌های زیست محیطی و استفاده از ابزارهای اقتصادی، مطالعات بسیاری نیز در این کشورها انجام گرفته است (آروسون، ۲۰۰۵).

در ادامه به برخی از مطالعات داخلی و بین‌المللی مرتبط با تحقیق حاضر اشاره می‌گردد. کاسکلا و شاب (۱۹۹۵) به معرفی مالیات سبز پس از جنگ جهانی دوم در آلمان پرداختند و اصلاح نظام مالیاتی را در یک اقتصاد باز در حال 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 (۱۹۹۷) به منظور ارزیابی اثرات اقتصادی افزایش قیمت حاملهای انرژی در مکزیک، تاثیر 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 حاکی از آن است که 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 بکار گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

هیل (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 ۵ تا ۲۵ درصد موجب کاهش هزینه بیش از ۹ درصد می‌گردد. همچنین انتقال بخشودگی مالیاتی از صنایع معینی نیز می‌تواند هزینه را کاهش دهد.

هاون بی (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 مالیات‌های متداول شبیه‌سازی کرد.

معین 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 غیرانرژی مدل‌سازی شده‌اند. آلودگی هوا، رفاه، بیکاری و تورم از متغیرهای مورد بررسی هستند.

خیابانی (۱۳۸۷)، یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه را برای ارزیابی افزایش قیمت تمامی حامل‌های انرژی در اقتصاد ایران، طراحی کرد. این الگو بر مبنای الگوی مشهور تعادل عمومی استاندارد طراحی شده که در بیشتر کشورها مورد استفاده قرار گرفته است. در این مطالعه، کشش‌های مورد نظر، کالیبره و نتایج سه سناریوی افزایش قیمت بررسی شده است. بررسی آثار توزیعی سیاست بین دهکهای مختلف نیز از نقاط قوت این مطالعه است. مبنای داده‌های مورد استفاده در این مطالعه، ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۸۰ است که در آن حامل‌های انرژی به تفکیک وجود ندارد.

مقیمی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی آثار رفاهی و زیست محیطی 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 قیمت حامل‌های انرژی، انتشار اغلب آلاینده‌ها کاهش یافته است، لیکن در مورد CH و CO بنا به چگونگی تغییر فناوری تولید پس از افزایش قیمت حامل‌های انرژی، ممکن است انتشار این دو آلاینده با کاهش یا افزایش مواجه شود.

شاهمرادی و همکاران (۱۳۹۰) در پروهشی با عنوان بررسی اثرات افزایش قیمت حامل‌های انرژی و پرداخت یارانه نقدی در ایران به تحلیل آثار افزایش قیمت حامل‌های انرژی در کنار پرداخت یارانه نقدی به خانوارها و بخش‌های تولیدی با استفاده از الگوی تعادل‌های محاسبه پذیر پرداخت‌هاند. نتایج نشان می‌دهد که در سیاست افزایش قیمت حامل‌های انرژی و پرداخت یارانه نقدی کاهش سهم دولت از ۲۰ درصد به ۱۰ درصد باعث می‌شود نیمی از کاهش در رفاه خانوارها جبران شده و کاهش در تولید نیز تا حدی جبران گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

۳- ساختار مدل تحقیق

از جمله پیشرفت‌های مهم در دهه اخیر، توسعه مدلهای ارزیابی یکپارچه اقتصادی اقلیمی[1] است. این مدل‌ها قادر هستند مسایل اقتصادی و زیست محیطی را به صورت همزمان مورد بررسی قرار دهند و حاصل به‌کارگیری ابزارهای اقتصادی، مدل‌سازی ریاضی، تئوریهای تصمیم و سایر علوم مرتبط می‌باشند. در این مطالعه نیز از مدل تعادل عمومی پویای منطقه‌ای بر پایه مطالعه نوردهاس (۲۰۱۱) استفاده شده است. این مدل به عنوان مدل پویای منطقه‌ای اقتصادی اقلیمی (RICE[2]) شناخته می‌شود. 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[3] در تابع تولید لحاظ شده است و تقاضا برای سوخت‌های کربن بر اساس میزان تقاضا برای انرژی استخراج می‌گردد.

۲. در مدل تحقیق چگونگی تعیین عرضه انرژی تغییر کرده است. 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. آثار جهانی تغییرات اقلیمی از تخمین اثرات منطقه‌ای مشتق شده است. این تخمین بر اساس تحلیل وضعیت متغیرهای بازاری، غیربازاری و آثار بالقوه خطرات بدست می‌آید. در حالی که در مدلهای قبلی تنها تأثیر تغییر درجه حرارت را بررسی می‌کردند (نوردهاس، ۲۰۱۱).

رهیافت کلی مدل RICE مطابق تئوری رشد اقتصادی و مدل توسعه یافته فرانک رمزی در دهه ۱۹۲۰ است که با تلاش کوپمنز و دیگران در دهه ۱۹۶۰ ساخته، به وسیله رابرت سولو (۱۹۷۰) خلاصه و به عنوان تئوری رشد اقتصادی معرفی گردید. در این مدل سرمایه‌گذاری در محیط زیست نیز لحاظ شده است. کاهش گازهای گلخانه‌ای در مدل تعمیم یافته مانند سرمایه‌گذاری در مدل اصلی در نظر گرفته شده است. بر اساس 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.

این مدل برای ۳۵ دوره۱۰ ساله اجرا می‌گردد و تمام متغیرهای جریان در مدل تجربی به صورت سالانه لحاظ می‌گردد و متغیرهای انباشته بر اساس سال پایه در مدل قرار گرفته می‌شود. اقتصاد ملی به ۸ منطقه تقسیم می‌گردد و در هر منطقه مجموعه‌ای از ترجیحات تعریف می‌گردد که نشان‌دهنده تابع رفاه اجتماعی

1. Integrated-assessment Models of the Economics of Climate Change
2. Regional Dynamic Integrated Model of Climate and the Economy
3. Carbon-energy

Archive of SID

www.SID.ir

است و تعیین کننده مسیر مصرف و سرمایه‌گذاری است.

متغیرهای تصمیم قابل کنترل اقتصادی شامل مصرف، نرخ سرمایه‌گذاری در سرمایه ملوس، سرمایه‌گذاری در اقلیم، کاهش اولیه در انتشار گازهای گلخانه‌ای است. در هر منطقه یک کالا تولید می‌شود که می‌تواند مصرف یا سرمایه‌گذاری گردد. در این مدل تمام تغییرات در رفاه که تابعی از مصرف است، منعکس می‌گردد. بر این اساس تغییرات اقلیمی نیز در مصرف منعکس می‌گردد. هیچ نوع تجارت بین‌المللی در کالاها یا سرمایه بجز تغییر در مجوزات انتشار کربن در نظر گرفته نشده است. به این صورت که هر منطقه جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای وجهی را دریافت و برای افزایش آن وجهی را پرداخت می‌کند.

هر منطقه دارای مقدار اولیه سرمایه و نیروی کار بوده و دارای سطح مشخصی از تکنولوژی می‌باشد. رشد جمعیت و تکنولوژی برون‌زا بوده در حالی که تراکم سرمایه به وسیله بهینه‌یابی مصرف در طی زمان حاصل می‌شود. در مدل RICE یک نهاده به عنوان انرژی‌های کربنی به تولید اضافه شده است. منظور از انرژی‌های کربنی استفاده از سوختهای فسیلی به عنوان حامل انرژی است. مصرف سوخت‌های فسیلی معادل مقدار کربن آزاد شده از سوخت‌های فسیلی در نظر گرفته شده است. در مدل RICE میزان انتشار آلاینده درون‌زا بوده و محدود به میزان CO_2 تولیدات صنعتی می‌باشد. دلیل در نظر نگرفتن سایر گازهای گلخانه‌ای این است که بر اساس اطلاعات موجود در مطالعات هیأت بین دولتی تغییرات آب و هوا[1] (IPCC) نزدیک به ۸۰ درصد جذب اشعه‌های خورشیدی به وسیله گاز دی اکسید کربن انجام می‌شود؛ همچنین بیش از ۹۰ درصد آلاینده CO_2 از منابع صنعتی منتشر می‌گردد، بر این اساس عمده توجه بر روی CO_2 صنعتی می‌باشد. برای برآورد آثار تغییرات اقلیمی در مدل ارزیابی یکپارچه به تخمین میزان کربن انتشار یافته در بخش‌های مختلف به تفکیک مناطق مختلف تکیه می‌شود. این موضوع اولین بار به وسیله نوردهاس ۱۹۸۹ و ۱۹۹۱ مطرح گردید که ارزیابی تغیرات اقلیمی با استفاده از چارچوب حساب‌های ملی با اضافه نمودن فعالیت‌های غیربازاری صورت گرفت.

معادلات مدل در قالب سه گروه طبقه‌بندی می‌گردند که شامل تابع هدف، روبط اقتصادی و روابط ژئوفیزیکی می‌باشد که در ادامه به آن پرداخته می‌شود.

۳-۱- تابع هدف

در این مدل اهداف اقتصادی و زیست محیطی به منظور ارتقاء سطح زندگی یا افزایش ارزش حال مصرف طی زمان لحاظ شده است. تابع مصرف در مدل به صورت تعمیم یافته[2] در نظر گرفته شده است به‌طوری‌که

1. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
2. Generalized Consumption

Archive of SID

www.SID.ir

نه تنها خرید کالاها و خدمات در بازارهای سنتی بلکه کالاها و خدمات غیر بازاری نظیر استراحت، امکانات فرهنگی و میزان بهره‌مندی از محیط زیست را نیز شامل می‌گردد. تابع رفاه اجتماعی، به عنوان تابع هدف دارای سه فرض اساسی می‌باشد: ۱- رفاه اجتماعی تابعی فزاینده از مصرف می‌باشد؛ ۲- رفاه اجتماعی نهایی تابع 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[1] به دنبال حداکثر نمودن تابع هدف به صورت معادله زیر می‌باشد:

$$W_j=\sum_t U[c_j(t), L_j(t)]R(t) \qquad (۱)$$

در معادله فوق W_j تابع هدف در منطقه j، $U[c_j(t),L_j(t)]$ مطلوبیت حاصل از مصرف در منطقه j، $c_j(t)$ میزان مصرف سرانه در دوره t، $L_j(t)$ جمعیت در زمان t و $R(t)$ فاکتور تنزیل ترجیحات زمانی است که مطلوبیت با استفاده از آن در طی زمان‌های مختلف تنزیل می‌گردد. نرخ ترجیحات زمانی ($\rho(t)$)، که پایه فاکتور تنزیل ترجیحات زمانی ($R(t)$) است، یکی از مهم‌ترین پارامترها در این مدل می‌باشد، این پارامتر در طی زمان کاهش می‌باشد و با استفاده از آن فاکتور تنزیل ترجیحات زمانی به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$R(t)=\prod^{t}_{V=0}[1+\rho(V)]^{-10} \qquad (۲)$$

نرخ ترجیحات زمانی یک پارامتر انتخاب است که از 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 پس‌انداز است. نرخ ترجیحات زمانی با فرض کاهش بی‌شکیبایی[2] به صورت نزولی در طی زمان در نظر گرفته شده است.

در مدل RICE مطلوبیت به تفکیک مناطق مختلف محاسبه می‌گردد و فرم کلی تابع مطلوبیت به صورت زیر ارائه شده است:

$$U[c_J(t),L_J(t)]=L_J(t)\ \{c_J(t)^{1-\alpha}-1\}/(1-\alpha) \qquad (۳)$$

۱. مربوط به دانشی که به مطالعهٔ نیروهای فیزیکی و جریانات داخلی زمین می‌پردازد.

2. Declining Impatience

Archive of SID

www.SID.ir

در معادله فوق پارامتر α اندازه ارزش اجتماعی سطوح مختلف مصرف را نشان می‌دهد. این پارامتر بیان کننده انحنای تابع مطلوبیت، کشش مطلوبیت نهایی مصرف یا نرخ گریز از نابرابری است. این نرخ با توجه به تمایل هر منطقه برای صرف‌نظر نمودن مصرف نسل کنونی برای افزایش مصرف نسلهای آتی اندازه‌گیری می‌شود. در این مدل اندازه α برابر یک در نظر گرفته شده[1] و تابع مطلوبیت به صورت لگاریتمی تبدیل می‌شود:

$$U[c_J(t), L_J(t)] = L_J(t)\{\log[c_J(t)]\} \quad (۴)$$

رشد جمعیت دارای مسیر نمایی می‌باشد و به این صورت است که رشد جمعیت دوره اولیه بر اساس داده‌های موجود استخراج شده است و فرض شده است که رشد جمعیت به صورت یک تصاعد هندسی در حال کاهش است. به‌طوری‌که اگر $g_J^{pop}(t)$ نرخ رشد جمعیت در منطقه J در دوره t باشد و δ_J^{pop} نرخ کاهش ثابت باشد. رشد جمعیت در طی زمان به صورت زیر خواهد بود.

$$g_J^{pop}(t) = g_J^{pop}(0)\exp(-\delta_J^{pop} t) \quad (۵)$$

به‌راحتی می‌توان فرضی را پذیرفت که جمعیت پایدار[2] است. مزیت آن این است که مسیر جمعیت با دو پارامتر نشان داده می‌شود و می‌تواند برای پروژه‌های مختلف مناسب باشد. پارامترهای انتخاب شده برای مدل رشد جمعیت معادل ۱/۵ درصد در دهه اول و در دهه‌های بعدی به ۲ درصد می‌رسد.

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[3] و تغییرات تکنولوژی ذخیره کربن لحاظ می‌گردد. تغییرات تکنولوژی به صورت خنثای هیکس[4] 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 ساده‌سازی انرژی‌های کربنی و آلاینده‌های صنعتی بر حسب معادل کربن در نظر گرفته می‌شوند. در منطقه J تولید یا $Q_J(t)$به صورت ثابت نسبت به مقیاس با سه نهاده سرمایه $K_J(t)$، نیروی کار $L_J(t)$ و انرژی‌های کربنی $ES_J(t)$

۱. در چنین حالتی مطلوبیت نهایی معکوس میزان مصرف خواهد بود و با افزایش مصرف، مطلوبیت نهایی کاهش می‌یابد.

2. Stable
3. Economy-wide
4. Hicks-neutral

Archive of SID

www.SID.ir

در نظر گرفته شده است که انرژی‌های کربنی نشان‌دهنده خدمات انرژی است. 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.

$$Q_J(t)=\Omega_J(t)\{A_J(t)\,K_J(t)^{\gamma}L_J(t)^{1-\beta_J-\gamma})\,ES_J(t)^{\beta_J}-C_J^{E}(t)ES_J(t)\} \qquad (۶)$$

در معادله فوق γ کشش تولید نسبت به سرمایه است که فرض شده است برابر ۰/۳ می‌باشد. β_J کشش تولید نسبت به نهاده خدمات انرژی است و $(1-\beta_J-\gamma)$ کشش تولید نسبت به نیروی کار است. $A_J(t)$ سطح تغییرات تکنولوژی خنثای هیکس است. $\Omega_J(t)$ ضریب خسارت است که بستگی به آثار تغییرات اقلیمی دارد. نهاده نیروی کار برابر جمعیت در نظر گرفته شده است به‌طوری‌که فرض شده نسبتی از جمعیت است که با ضریب $A_J(t)$ تعدیل می‌گردد. $C_J^{E}(t)ES_J(t)$ هزینه تولید انرژی‌های کربنی را نشان می‌دهد که می‌بایست از تولید کسر گردد. ارتباط بین نهاده انرژی‌های کربنی و خدمات انرژی به صورت معادله زیر نشان داده می‌شود:

$$ES_J(t)=\varsigma_J(t)\,E_J(t) \qquad (۷)$$

در معادله فوق $\varsigma_J(t)$ نسبت میزان خدمات انرژی‌های کربنی به کربن منتشر شده می‌باشد. با افزایش سطح تکنولوژی در بخش انرژی این شاخص افزایش می‌یابد. معادلات تکنیکی در مدلهای RICE برای پیش‌بینی رشد تکنولوژی $(A_J(t))$ یا بهره‌وری کل عوامل (TFP) مشابه رشد جمعیت است و فرض شده است که بهره‌وری کل عوامل در طول سه قرن به تدریج رشد نماید و نهایتاً متوقف شود. در صورتی که g_J^{A} نرخ رشد TFP در دوره t و δ_J^{A} نرخ ثابت نزول باشد، رشد بهره‌وری در زمان t به صورت زیر خواهد بود:

$$g_J^{A}(t)=g_J^{A}(0)\exp(-\delta_J^{A}\,t) \qquad (۸)$$

مقدار δ_J^{A} به نحوی انتخاب می‌شود که $A_J(t)$ به صورت مجانبی به سمت A^{*}_J حرکت کند و فرض شده است که A^{*}_J سطح مجانبی بهره‌وری کل عوامل تولید در منطقه j است.

۳-۲- محدودیت‌های اقتصادی

در یک اقتصاد تک بخشی بسته به میزان تولید یا درآمد $(Q_J(t))$ برابر $C_J(t)+I_J(t)$ می‌باشد که $C_J(t)$

Archive of SID

www.SID.ir

مصرف و $I_J(t)$ سرمایه‌گذاری است. در مدل RICE، مناطق می‌توانند مجوز انتشار کربن را با کالاها مبادله کنند. با در نظر گرفتن این مبادله، محدودیت مخارج مناطق به صورت معادله زیر خواهد بود:

$$Q_J(t)+\tau_J(t)[\Pi_J(t)-E_J(t)]=C_J(t)+I_J(t) \quad (۹)$$

در معادله فوق $\Pi_J(t)$ سقف مجوز آلایندگی کربن است که به منطقه J اختصاص داده شده و $\tau_J(t)$ قیمت هر واحد مجوز کربن یا مالیات بر کربن می‌باشد. $\Pi_J(t)-E_J(t)$ درآمد خالص خرید و فروش مجوز را نشان می‌دهد. درصورتی که بیش از سقف مجوز، آلایندگی در منطقه‌ای ایجاد شود می‌بایست از مناطقی که فروشنده می‌باشند، مجوز خریداری نمود و در این شرایط، خالص دریافتی منفی خواهد شد. تخصیص مجوزهای زیست‌محیطی بر اساس قرارداد بین اعضاء تعیین می‌شود و مالیات کربن در هر منطقه به صورت برون‌زا تعیین می‌شود. هر منطقه می‌تواند با سایر مناطق با توجه به مجوز انتشار و اندازه مالیات بر کربن تجارت آلاینده نماید.

معادله بعدی تابع مصرف سرانه ($c_J(t)$) را ارائه می‌دهد:

$$c_J(t)=C_J(t)/L_J(t) \quad (۱۰)$$

اندازه‌گیری حجم سرمایه نیز به صورت معادله زیر می‌باشد:

$$K_J(t)=K_J(t-1)(1-\delta_K)^{10}+10\times I_J(t-1) \quad (۱۱)$$

در معادله فوق δ_K نرخ استهلاک سالانه موجودی سرمایه است. فرض می‌گردد نرخ استهلاک سالانه سرمایه ۱۰ درصد می‌باشد. ضریب ۱۰ در $I_J(t-1)$ در معادله فوق به این دلیل است که سرمایه‌گذاری در ۱۰ سال با نرخ سالانه اندازه‌گیری می‌شود.

در ادامه معادلات طرف عرضه در بازار انرژی ارائه می‌گردد. در ابتدا هزینه انرژی‌های کربنی به صورت معادله زیر ارائه می‌گردد:

$$c_J^E(t)=q(t)+Markup_J^E(t) \quad (۱۲)$$

به‌طوری‌که $c_J^E(t)$ هزینه هر واحد انرژی‌های کربنی در منطقه J، $q(t)$ قیمت انرژی‌های کربنی و Mark-

Archive of SID

www.SID.ir

up_j^E (t) میزان مارک آپ در مناطق مختلف است که با توجه به هزینه‌های توزیع و مالیات‌های مختلف بر انرژی می‌تواند متفاوت باشد. ولی فرض شده است در طی زمان ثابت است. برای محاسبه قیمت انرژی ابتدا معادله کربن انباشته در دوره t به صورت زیر ارائه می‌گردد:

$$CumC(t)=CumC(t-1)+10\times E(t) \quad (۱۳)$$

در معادله فوق CumC(t) مصرف کربن انباشته در انتهای دوره t و E(t) مجموع کربن منتشر شده می‌باشد. با توجه به سطح تراکم کربن منحنی عرضه انرژی‌های کربنی به صورت زیر ارائه می‌گردد:

$$q(t)=\xi_1+\xi_2\,[CumC(t)/CumC(t)^*]^{\xi_3} \quad (۱۴)$$

در معادله فوق q(t) قیمت انرژی‌های کربنی است و ξ پارامترها می‌باشند. $CumC^*$ نشان‌دهنده نقطه عطف است که هزینه‌های نهایی انرژی‌های کربنی از آن به بعد به صورت فزاینده افزایش می‌یابد. بر طبق محاسبات انجام شده به وسیله راگنر ۱۹۹۷) عرضه کربن یا q(t) بر اساس واحد دلار بر تن به صورت معادله زیر می‌باشد:

$$q(t)=113+700[CumC(t)/6000]^4 \quad (۱۵)$$

در رابطه فوق هزینه انرژی‌های کربنی به دو قسمت تقسیم می‌شوند. اولین بخش (ξ_1=۱۱۳) هزینه نهایی مستقل از تهی شدن منابع است. این قسمت نشان‌دهنده هزینه حال برداشت از انرژی‌های کربنی می‌باشد و قسمت دوم نشان‌دهنده یک تابع افزایشی است (راگنر، ۱۹۹۷).

تراکم دی اکسید کربن، تغییرات اقلیمی و خسارت اقتصادی

در مدلهای رشد سنتی ارتباطات ژئوفیزیکی و تغییرات اقلیمی در نظر گرفته نشده است. با توجه به اینکه هرچه میزان تراکم دی اکسید کربن 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 اقلیمی 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. فرض شده است که دی اکسید کربن انباشته به صورت رابطه خطی زیر می‌تواند

Archive of SID

www.SID.ir

بین مخازن جابه‌جا شود.

$$M_{AT}(t)=10\times ET(t)+\Phi_{11} M_{AT}(t-1)-\Phi_{12} M_{AT}(t-1)+\Phi_{21} M_{UP}(t-1) \quad (۱۶)$$

$$M_{UP}(t)=\Phi_{22} M_{UP}(t-1)-\Phi_{12} M_{AT}(t-1)+\Phi_{21} M_{UP}(t-1)+\Phi_{32} M_{LO}(t-1)-\Phi_{23} M_{UP}(t-1) \quad (۱۷)$$

$$M_{LO}(t)=\Phi_{33} M_{LO}(t-1)-\Phi_{32} M_{LO}(t-1)+\Phi_{23} M_{UP}(t-1) \quad (۱۸)$$

در معادلات فوق $M_{AT}(t)$ حجم تراکم کربن در پایان دوره در اتمسفر، $M_{UP}(t)$ میزان کربن انباشته در سطح اقیانوس‌ها، $ET(t)$ میزان دی اکسید کربن منتشر شده ناشی از تغییرات کاربری اراضی و $M_{LO}(t)$ ذخایر کربن در اعماق اقیانوس‌ها است. Φ_{ij} نرخ انتقال از یک منبع به منبع دیگر را نشان می‌دهد. برای کالیبره شدن معادلات از منابع جهانی استفاده شده است. ارتباط بین تراکم گازهای گلخانه‌ای و جذب انرژی خورشیدی $F(t)$ از طریق محاسبات تجربی بر اساس مدل نوردهاس به صورت زیر ارائه می‌گردد:

$$F(t)=\eta\{\log[M_{AT}/M_{AT}^{PI}]/(\log(2)\}+O(t) \quad (۱۹)$$

به‌طوری‌که M_{AT} مقدار تراکم CO_2 در اتمسفر بر اساس واحد میلیون تن و $F(t)$ میزان جذب انرژی خورشیدی در مقیاس وات در هر متر مربع را نشان می‌دهد. $O(t)$ میزان جذب تابش به وسیله سایر گازهای گلخانه‌ای را نشان می‌دهد که با توجه اینکه سایر گازها، پتانسیل تهدیدی به مراتب کمتری نسبت به دی اکسید کربن دارند به صورت برون‌زا وارد مدل شده‌اند. M_{AT}^{PI} سطح تراکم دی اکسید کربن اتمسفر قبل از صنعتی شدن[۱] می‌باشد. در ادامه ارتباط بین جذب انرژی خورشیدی و تغییرات اقلیمی (افزایش دما) را نشان می‌دهد. افزایش جذب تابشی موجب گرم شدن لایه‌های اتمسفر می‌گردد و به موجب گرم شدن سطح اقیانوس‌ها تدریجاً اعماق اقیانوس‌ها نیز گرم می‌شود. به دلیل وجود اینرسی حرارتی در لایه‌های مختلف، وقفه‌هایی در گرم شدن کل سیستم وجود دارد، این وقفه‌ها را می‌توان به صورت زیر مدل‌بندی نمود:

$$T(t)=T(t-1)+\sigma_1\{F(t)-\lambda T(t-1)-\sigma_1[T(t-1)-T_{LO}(t-1)]\} \quad (۲۰)$$

$$T_{LO}(t)=T_{LO}(t-1)+\sigma_3[T(t-1)-T_{LO}(t-1)] \quad (۲۱)$$

۱. معادل ۲۸۰ سهم در میلیون در نظر گرفته شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

به‌طوری‌که $T(t)$ میزان افزایش متوسط دمای هوای اتمسفر و سطح اقیانوسها، T_{LO} میزان افزایش دما در اعماق اقیانوسها، λ پارامتر بازخورد و σ_i ضریب انتقال دما در لایه‌های مختلف است.

نهایتاً خسارت اقتصادی تغییرات اقلیمی به صورت ارتباط بین افزایش جهانی دما و کاهش درآمد به صورت زیر ارائه شده است:

$$D_J(t)=\theta_{1,J}T(t)+\theta_{2,J}T(t)^2 \qquad (۲۲)$$

در معادله فوق $D_J(t)$ خسارت تغییرات اقلیمی 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 زیست‌محیطی سیاست‌های مختلف مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

۴- کالیبره کردن اجزای مدل

یکی از مهم‌ترین مراحل اجرای مدل تعادل عمومی کالیبره کردن مدل و اندازه‌گیری مقادیر پارامترها و متغیرهای برون‌زای مدل می‌باشد. در این بخش نحوه کالیبره نمودن اجرای مدل بیان می‌گردد. با توجه به این که مدل تحقیق به صورت منطقه‌ای است، ابتدا ترجیحات خانوارها در استان‌های مختلف نسبت به آلودگی هوا بررسی شده و سپس بر اساس مقادیر محاسباتی، استان‌های ایران را در مناطق مختلف طبقه‌بندی نموده و در نهایت پارامترهای خاص هر منطقه و کل کشور محاسبه و ارائه می‌گردد. در ادامه جهت بررسی ترجیحات خانوارها در مورد آلودگی هوا، هزینه اجتماعی آلودگی به تفکیک استان‌های مختلف ارائه شده و بر اساس آن استان‌های کشور طبقه‌بندی می‌شوند.

محاسبه هزینه اجتماعی آلودگی به تفکیک استان‌های مختلف در ایران

در این تحقیق با الگوبرداری از ادبیات تجربی بر اساس سه روش، هزینه اجتماعی انتشار دی اکسیدکربن به عنوان نماینده آلاینده‌ها در استان‌های مختلف ایران محاسبه شده و قابلیت استفاده آن در مدل تحقیق بررسی می‌شود. در ابتدا هزینه آلودگی با استفاده از شاخص‌های بانک جهانی استخراج می‌گردد. جهت محاسبه هزینه‌های اجتماعی انتشار دی اکسید کربن براساس مطالعه بانک جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست به اطلاعات ترازنامه انرژی مراجعه می‌گردد. با توجه به اینکه هزینه هر تن گاز دی اکسید کربن بر اساس ترازنامه انرژی برابر ۲۹۶ ریال به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ می‌باشد[۱]. با ضرب عدد فوق در مقدار دی اکسیدکربن منتشر شده، هزینه اجتماعی انتشار گاز دی اکسید کربن محاسبه شده است. در جدول زیر

۱. مقدار هزینه هر واحد دی اکسید کربن در ترازنامه بر اساس قیمت‌های سال ۱۳۸۱ برابر ۸۰ ریال به ازای هر تن بیان شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

هزینه‌های اجتماعی انتشار دی اکسید کربن به تفکیک هر استان ارائه می‌شود.

جدول (۱)- هزینه‌های اجتماعی انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای به قیمت‌های سال ۱۳۹۰ براساس مطالعه بانک جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست به تفکیک مناطق مختلف (میلیون ریال)

رتبه	نام استان	متوسط هزینه اجتماعی در دوره ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱	آزمون t اختلاف با میانگین
۱	تهران	۴۰۴۸۵۸۰,۹	۸,۵۲۶
۲	کرمان	۴۰۲۶۵۰۷,۸	۸,۲۵
۳	اصفهان	۳۹۲۷۴۱۶,۹	۷,۰۱۴
۴	قزوین	۳۹۱۸۲۳۳,۶	۶,۸۹۹
۵	گلستان	۳۸۴۹۱۵۳,۷	۶,۰۳۷
۶	خراسان شمالی	۳۷۸۳۴۹۵,۹	۵,۲۱۸
۷	زنجان	۳۶۹۷۹۰۸,۴	۴,۱۵۱
۸	ایلام	۳۶۹۱۶۱۴,۹	۴,۰۷۲
۹	چهارمحال	۳۶۸۵۹۸۳	۴,۰۰۲
۱۰	لرستان	۳۶۲۸۴۱۰,۹	۳,۲۸۳
۱۱	آذربایجان شرقی	۳۵۵۸۵۱۸,۱	۲,۴۱۱
۱۲	گیلان	۳۵۳۱۷۸۱,۲	۲,۰۷۸
۱۳	بوشهر	۳۴۵۶۷۵۹,۱	۱,۱۴۲
۱۴	همدان	۳۴۴۶۳۸۲,۱	۱,۰۱۲
۱۵	یزد	۳۴۰۵۹۹۷,۸	۰,۵۰۸
۱۶	آذربایجان غربی	۳۳۷۵۷۶۸,۷	۰,۱۳۱
۱۷	سمنان	۳۳۶۳۲۲۲,۵	-۰,۰۲۵
۱۸	مرکزی	۳۳۴۳۴۱۴,۶	-۰,۲۷۲
۱۹	فارس	۳۳۳۶۸۵۱,۴	-۰,۳۵۴

Archive of SID

www.SID.ir

رتبه	نام استان	متوسط هزینه اجتماعی در دوره ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱	آزمون t اختلاف با میانگین
۲۰	خوزستان	۳۳۰۰۳۵۸,۵	۰,۸۱-
۲۱	کهگیلویه	۳۲۴۲۹۴۹	۱,۵۲۶-
۲۲	کرمانشاه	۳۲۰۹۷۶۳,۵	۱,۹۴-
۲۳	اردبیل	۳۱۷۲۸۶۷,۷	۲,۴-
۲۴	هرمزگان	۳۱۵۱۷۲۹,۵	۲,۶۶۴-
۲۵	البرز	۳۱۰۲۴۹۸,۲	۳,۲۷۸-
۲۶	سیستان	۳۰۸۳۶۳۶,۴	۳,۵۱۳-
۲۷	خراسان رضوی	۲۸۰۷۸۰۸,۶	۶,۹۵۵-
۲۸	مازندران	۲۷۵۵۳۷۳,۲	۷,۶۰۹-
۲۹	قم	۲۵۸۹۳۸۲,۹	۹,۶۸-
۳۰	خراسان جنوبی	۲۴۸۴۲۹۷,۹	۱۰,۹۹۱-
۳۱	کردستان	۲۳۴۵۸۲۰,۴	۱۲,۷۱۹-

منبع: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج جدول فوق، استان‌هایی که آماره t اختلاف با میانگین آنها از ۲/۰۴۲ بالاتر می‌باشد، دارای تمایل به پرداخت بالاتر از متوسط کشورها و استان‌هایی که رقم فوق کمتر از ۲/۰۴۲- می‌باشد دارای تمایل به پرداخت کمتر از متوسط کشوری می‌باشند. بنابراین در استان‌های تهران، کرمان، اصفهان، قزوین، گلستان، خراسان شمالی، زنجان، ایلام، چهارمحال، لرستان، آذربایجان شرقی و گیلان، متوسط هزینه اجتماعی آلودگی از متوسط کشور بالاتر و استان‌های اردبیل، هرمزگان، البرز، سیستان، خراسان رضوی، مازندران، قم، خراسان جنوبی و کردستان متوسط هزینه اجتماعی آلودگی از متوسط کشور پایین بوده و در سایر استان‌ها هزینه‌های اجتماعی فاصله معنی‌داری با متوسط کشور ندارد. با توجه به اینکه در شاخص فوق الذکر هزینه هر واحد آلودگی در تمام استان‌ها یکسان در نظر گرفته شده است و تنها هزینه اجتماعی آلودگی مرتبط با مقدار انتشار آلاینده است، نمی‌توان در تحلیل منطقه‌ای از نتایج آن استفاده نمود، بنابراین از روش‌های دیگری جهت محاسبه هزینه اجتماعی آلودگی نیز بهره‌گرفته می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص دیگری که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است، میزان تجهیزات زیست‌محیطی استفاده شده در منازل مسکونی می‌باشد که به عنوان تمایل جهت گریز از آثار زیان‌بار آلاینده‌های زیست محیطی در نظر گرفته شده است. با توجه به اینکه افزایش تراکم گاز دی اکسید کربن باعث جذب بیشتر انرژی تابشی خورشید شده و این امر موجب افزایش دما می‌گردد. تجهیزات مورد بررسی شامل کالاهایی است که جهت مطبوع نمودن کیفیت هوا مورد استفاده قرار می‌گیرد که شامل پنکه، کولر آبی متحرک، کولر گازی متحرک، کولر آبی ثابت، کولر گازی ثابت، برودت مرکزی، حرارت مرکزی و پکیج می‌باشد که با نست جمع تعداد خانوارهایی که از این تجهیزات استفاده نموده‌اند بر کل خانوارها این شاخص محاسبه شده است.

جدول (۲)- هزینه اجتماعی آلودگی بر اساس متوسط سهم میزان استفاده از تجهیزات مقابله با آن

رتبه	نام استان	متوسط میزان استفاده از تجهیزات مقابله با آلودگی	آزمون t اختلاف با میانگین
۱	بوشهر	۱,۸۶	۱۲,۹۴۳۲۷
۲	خوزستان	۱,۷۷۳۳۳۳۳	۱۱,۷۴۳۲۶
۳	هرمزگان	۱,۵۴۵۸۳۳۳	۸,۵۹۳۲۴۱
۴	یزد	۱,۴۹۴۱۶۶۷	۷,۸۷۷۸۵۱
۵	ایلام	۱,۲۰۰۸۳۳۳	۳,۸۱۶۲۸۲
۶	تهران	۱,۲	۳,۸۰۴۷۴۳
۷	سیستان	۱,۱۸۷۵	۳,۶۳۱۶۶۵
۸	فارس	۱,۱۸۵	۳,۵۹۷۰۴۹
۹	قم	۱,۱۲۸۳۳۳۳	۲,۸۱۲۴۲۸
۱۰	گلستان	۱,۱۱	۲,۵۵۸۵۸
۱۱	اصفهان	۱,۰۸۷۵	۲,۲۴۷۰۳۹
۱۲	کرمان	۱,۰۷۶۶۶۶۷	۲,۰۹۷۰۳۸
۱۳	مازندران	۰,۹۸۹۱۶۶۷	۰,۸۸۵۴۹۱
۱۴	کهگیلویه	۰,۹۷۵	۰,۶۸۹۳۳۵

Archive of SID

www.SID.ir

رتبه	نام استان	متوسط میزان استفاده از تجهیزات مقابله با آلودگی	آزمون t اختلاف با میانگین
۱۵	سمنان	۰,۹۵۵	۰,۴۱۲۴۱
۱۶	البرز	۰,۸۷۴۱۶۶۷	۰,۷۰۶۸۳-
۱۷	خراسان جنوبی	۰,۸۵۱۶۶۶۷	۱,۰۱۸۳۷-
۱۸	گیلان	۰,۸۱۷۵	۱,۴۹۱۴۵-
۱۹	خراسان شمالی	۰,۸۰۶۶۶۷	۱,۶۴۱۴۵-
۲۰	لرستان	۰,۷۵۵۸۳۳۳	۲,۳۴۵۳-
۲۱	کرمانشاه	۰,۷۰۰۸۳۳۳	۳,۱۰۶۸۵-
۲۲	مرکزی	۰,۶۶۳۳۳۳۳	۳,۶۲۶۰۸-
۲۳	چهارمحال	۰,۶۴۰۸۳۳۳	۳,۹۳۷۶۲-
۲۴	همدان	۰,۶۲۲۵	۴,۱۹۱۴۷-
۲۵	آذربایجان غربی	۰,۵۴۹۱۶۶۷	۵,۲۰۶۸۶-
۲۶	قزوین	۰,۵۴۵۸۳۳۳	۵,۲۵۳۰۲-
۲۷	خراسان رضوی	۰,۵۰۸۳۳۳۳	۵,۷۷۲۲۵-
۲۸	زنجان	۰,۴۷۵۸۳۳۳	۶,۲۲۲۲۶-
۲۹	آذربایجان شرقی	۰,۴۲۸۳۳۳۳	۶,۸۷۹۹۵-
۳۰	کردستان	۰,۴۲۸۳۳۳۳	۶,۸۷۹۹۵-
۳۱	اردبیل	۰,۲۴۴۱۶۶۷	۹,۴۲۹۹۷-

منبع: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج جدول فوق در استان‌های بوشهر، خوزستان، هرمزگان، یزد، ایلام، تهران، سیستان، فارس، قم، گلستان، اصفهان و کرمان، متوسط هزینه اجتماعی آلودگی از متوسط کشور بالاتر و در استان‌های لرستان، کرمانشاه، مرکزی، چهارمحال، همدان، آذربایجان غربی، قزوین، خراسان رضوی، زنجان، آذربایجان شرقی، کردستان و اردبیل متوسط هزینه اجتماعی آلودگی از متوسط کشور پایین بوده و در سایر استان‌ها هزینه‌های اجتماعی فاصله معنی‌داری با متوسط کشور ندارد. شاخص فوق نیز دچار برخی کاستی‌ها است:

Archive of SID

www.SID.ir

به‌طوری‌که این شاخص قادر به محاسبه هزینه هر واحد آلاینده نبوده و تنها قادر به رتبه‌بندی استان‌ها بر اساس ترجیحات آشکار شده خانوارها در مورد افزایش دما می‌باشد. همچنین در نظر گرفتن کالاهای مورد بررسی نیز چالش برانگیز می‌باشد به‌طوری‌که برخی از کالاها مانند برودت مرکزی، حرارت مرکزی و پکیج موارد استفاده متعدد داشته و نمی‌توان موارد استفاده آن را تفکیک نمود. بر این اساس از روش قیمت هدانیک برای بررسی تمایل به پرداخت خانوارها برای گریز از آلودگی استفاده شده است، که در ادامه به بررسی این روش و ارائه نتایج آن پرداخته می‌شود.

مدل قیمت هدانیک به صورت شکل‌های تابعی مختلفی برای برآورد تأثیرات متغیرهای مستقل به کار گرفته می‌شود. شکل عمومی تابع قیمت هدانیک را می‌توان به شکل زیر بیان کرد:

$$P=P(H,N,ED) \qquad (۱)$$

که در P قیمت فروش یا اجاره بهای منزل، H ویژگی‌های ساختاری خانه، N مشخصه‌های محلی، E ویژگی‌های زیست‌محیطی و D مشخصه‌های دیگر هستند. چنانچه همه این مشخصه‌های را با بردار X نمایش دهیم، شکل عمومی تابع قیمت هدانیک، می‌تواند به صورت رابطه زیر بیان شود (براچینگر[1]):

$$P=F(X) \qquad X=(X_1,X_2,\ldots,X_K,\ldots,X_N) \qquad (۲)$$

که در آن، P اجاره‌بهای مسکن و X بردار متغیرهای مستقل از جمله کیفیت هوا هستند. با محاسبه مشتق جزئی این تابع، قیمت ضمنی هریک از مشخصه‌های مسکن به دست می‌آید:

$$\frac{\partial P}{\partial X_K}(X)=\frac{\partial f}{\partial X_K}(X) \qquad (k=1,\ldots,K) \qquad (۳)$$

قیمت ضمنی به دست آمده، حداکثر تمایل به پرداخت یا پیشنهاد پرداخت برای یک واحد افزایش در متغیر مستقل، با فرض ثابت ماندن سایر ویژگی‌های مسکن در سطح بهینه است. به بیان دیگر، قیمت ضمنی، اضافه مبلغ پولی است که باید هر خانواده پرداخت کند تا به رده بالاتر از مشخصه مورد نظر وارد شود.

برای محاسبه تمایل به پرداخت خانوارها برای گریز از آثار زیان بار آلودگی از روش قیمت هدانیک استفاده شده است در این روش نحوه اثرگذاری میزان انتشار آلودگی بر ارزش منازل مسکونی بررسی گردید. تابع

1. brachinger, h. wolfgang

Archive of SID

www.SID.ir

تخمینی به صورت فرم لگاریتمی دوطرفه به شکل معادله زیر در نظر گرفته شده است.

$$\text{Ln } P=\alpha_0+\sum\beta_I \text{ Ln } X_i \qquad (۲۳)$$

در معادله فوق Ln P لگاریتم قیمت یک متر واحد مسکونی به تفکیک مناطق مختلف و $\text{Ln } X_i$ لگاریتم عوامل مؤثر بر آن می‌باشد که یکی از آنها سطح انتشار دی اکسید کربن در مناطق مختلف است. پس از بررسی پایایی و آزمون هاسمن مدل شیب یکسان در دوره‌ها و عرض از مبدأ متفاوت انتخاب گردید و بر این اساس نتایج تخمین به روش داده‌های تابلویی پویا به صورت زیر ارائه می‌گردد:

(۲۴)

LOG(HOUSEPVA)=0.657 LOG(HOUSEPVA(-1))-0.325 LOG(CO2)-0.539 LOG(RAIN)+
[0.0000] [0.0000] [0.0000]
0.772 LOG(BOTON) -1.654 LOG(TEMP)
[0.0003] [0.0000]

در معادله فوق HOUSEPVA: متوسط قیمت یک متر مربع زیربنای واحد مسکونی، CO_2: میزان انتشار دی‌اکسید کربن به تفکیک استان، BOTON: سهم ساختمان‌های فلزی و بتن آرمه در هر استان، TEMP: تفاوت میانگین دمای هر استان از میانگین کشور و RAIN: مجموع بارش سالانه در هر استان می‌باشد و در زیر هر متغیر درجه خطای آن بیان شده است.

مقدار احتمال آماره آزمون جی برابر مقدار ۳۱/۲۴ می‌باشد و بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که ابزارهای مورد استفاده برای تخمین از اعتبار لازم برخوردارند. بر اساس نتایج تخمین می‌توان بیان نمود که قیمت مسکن در مناطق مختلف رابطه منفی با سطح دی اکسید کربن دارد، بنابراین در مناطق مختلف خانوارها تمایلات خود را نسبت به هوای پاکیزه با کاهش تمایل به پرداخت وجه بیشتر در شرایط وجود مقدار بیشتر انتشار دی اکسید کربن نشان می‌دهند. قیمت ضمنی یا تمایل به پرداخت برای هر یک از عوامل مورد بررسی به صورت معادله زیر محاسبه شده است:

$$\partial P/\partial X_i=\beta i \; Pi/X_i \qquad (۲۵)$$

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۳)- هزینه اجتماعی آلودگی بر اساس تمایل به پرداخت برای گریز از آثار زیان‌بار آلودگی

رتبه استان بر اساس تمایل به پرداخت	استان	تمایل به پرداخت برای گریز از آلودگی	آزمون t اختلاف با میانگین
۱	تهران	۲۹۷۱٫۶۰۷۶	۲۶,۱۴۲۴۰۵
۲	اصفهان	۱۳۱۰,۱۳۵۹	۵,۴۱۰۳۴۵
۳	قزوین	۱۱۵۷,۳۰۹۵	۳,۵۰۳۳۵۷۳
۴	البرز	۱۰۹۲,۵۵۷۳	۲,۶۹۵۳۷۱
۵	مرکزی	۱۰۶۵,۵۳۱۴	۲,۳۵۸۱۳۸۳
۶	فارس	۱۰۴۳,۳۰۷۱	۲,۰۸۰۸۲۰۶
۷	خراسان جنوبی	۱۰۱۱,۷۵۴۱	۱٫۶۸۷۰۹۸۱
۸	آذربایجان شرقی	۱۰۰۷٫۶۳۸۵	۱٫۶۳۵۷۴۳۱
۹	قم	۹۷۶,۲۲۲۶۹	۱,۲۴۳۷۳۲۶
۱۰	همدان	۹۵۲,۲۱۴۹۷	۰,۹۴۴۱۶۱۱
۱۱	گیلان	۹۳۴,۵۱۷۸۴	۰,۷۲۳۳۳۴
۱۲	زنجان	۸۹۷,۰۶۵۷۹	۰,۲۵۶۰۰۲۵
۱۳	سمنان	۸۷۹٫۶۴۳۰۴	۰,۰۳۸۵۹۹۱
۱۴	خوزستان	۸۲۷,۵۱۱۹۸	۰٫۶۱۱۸۹۹-
۱۵	بوشهر	۷۹۹,۸۰۰۲۱	۰,۹۵۷۶۹۰۱-
۱۶	هرمزگان	۷۸۹,۵۱۱۱۹	۱,۰۸۶۰۷۷۸-
۱۷	کردستان	۷۶۹٫۶۱۹۰۷	۱,۳۳۴۲۹۴۳-
۱۸	مازندران	۷۶۳,۴۴۵۶۶	۱,۴۱۱۳۲۶۹-
۱۹	چهارمحال	۷۵۶,۰۳۷۵۶	۱,۵۰۳۷۶۶۱-
۲۰	گلستان	۷۳۰,۲۴۶۴	۱,۸۲۵۵۹۱۶-
۲۱	کرمانشاه	۷۲۸٫۶۰۰۱۶	۱,۸۴۶۱۳۳۶-
۲۲	اردبیل	۷۲۵,۱۷۰۴۸	۱,۸۸۸۹۲۹۵-

Archive of SID

www.SID.ir

رتبه استان بر اساس تمایل به پرداخت	استان	تمایل به پرداخت برای گریز از آلودگی	آزمون t اختلاف با میانگین
۲۳	لرستان	۶۸۹,۷۷۶۲۴	-۲,۳۳۰۵۸۳۵
۲۴	خراسان رضوی	۶۶۰,۲۸۱۰۳	-۲,۶۹۸۶۲۸۵
۲۵	کرمان	۶۰۴,۴۴۵۹۲	-۳,۳۹۵۳۴۶۳
۲۶	آذربایجان غربی	۵۶۶,۰۳۳۵۶	-۳,۸۷۴۶۶۰۷
۲۷	ایلام	۵۶۳,۹۷۵۷۶	-۳,۹۰۰۳۳۸۲
۲۸	سیستان	۵۵۰,۲۵۷۰۶	-۴,۰۷۱۵۲۱۹
۲۹	خراسان شمالی	۵۲۸,۹۹۳۰۷	-۴,۳۳۶۸۵۶۸
۳۰	یزد	۵۰۵,۵۳۴۱	-۴,۶۲۹۵۸۰۸
۳۱	کهگیلویه	۳۱۴,۲۹۵۴۲	-۷,۰۱۵۸۸۲

منبع یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج جدول فوق در استان‌های تهران، اصفهان، قزوین، البرز، مرکزی و فارس متوسط هزینه اجتماعی آلودگی از متوسط کشور بالاتر و در استان‌های لرستان، خراسان رضوی، کرمان، آذربایجان غربی، ایلام، سیستان، خراسان شمالی، یزد و کهگیلویه، متوسط هزینه اجتماعی آلودگی از متوسط کشور پایین بوده و در سایر استان‌ها هزینه‌های اجتماعی فاصله معنی‌داری با متوسط کشور ندارد. با توجه به اینکه در روش قیمت هدانیک، هزینه هر واحد دی‌اکسید کربن محاسبه شده است در مدل تحقیق قابل استفاده می‌باشد. بنابراین در ادامه بر اساس شاخص تمایل به پرداخت بر اساس قیمت هدانیک استان‌های ایران در مناطق مختلف طبقه‌بندی شده و پارامترها و مقادیر برون‌زا به تفکیک مناطق ارائه می‌شود.

مشخصات منطقه‌ای

به منظور طبقه‌بندی استان‌های ایران در ۸ طبقه از روش فاصله با میانگین به نسبت انحراف معیار استفاده شده است. جدول زیر محدوده تمایل به پرداخت در مناطق مختلف بیان می‌شود تا با استفاده از آن ۳۱ استان ایران در قالب ۸ استان طبقه‌بندی شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۴)- طبقه‌بندی استان‌های ایران با توجه به تمایل به پرداخت برای گریز از آلودگی کربن[۱]

نام منطقه	محدوده قرارگیری	فاصله تمایل به پرداخت
منطقه ۱	Min + 3/4σ <Willing	Willing>1211
منطقه ۲	Min + 1/2σ <Willing<Min +3/4	Willing<1211>1099
منطقه ۳	Min + 1/4σ <Willing<Min + 1/2σ	Willing<1099>988
منطقه ۴	Min <Willing<Min + 1/4σ	Willing<988>876
منطقه ۵	Min - 1/4σ <Willing<Min	Willing<876>764
منطقه ۶	Min - 1/2σ <Willing<Min -1/4	Willing<764>653
منطقه ۷	Min - 3/4σ <Willing<Min -1/2	Willing<653>541
منطقه ۸	Willing< Min - 3/4σ	Willing<541

منبع: یافته‌های تحقیق

بر اساس اطلاعات جدول فوق ۳۱ استان ایران در ۸ منطقه به صورت جدول زیر طبقه‌بندی شده‌اند. همچنین در جدول زیر علاوه بر تمایل به پرداخت محاسباتی، میزان هزینه اجتماعی آلودگی کربن بر اساس مطالعه بانک جهانی و سازمان حفاظت محیط زیست نیز ارائه و رتبه استان بر اساس این روش نیز ارائه شده است.

جدول (۵)- طبقه‌بندی استان‌های ایران با توجه به تمایل به پرداخت برای گریز از آلودگی کربن

نام منطقه	استان	تمایل به پرداخت برای گریز از آلودگی
منطقه ۱	تهران	۲۹۷۱,۶۰۷۶
	اصفهان	۱۳۱۰,۱۳۵۹
منطقه ۲	قزوین	۱۱۵۷,۳۰۹۵
منطقه ۳	البرز	۱۰۹۲,۵۵۷۳
	مرکزی	۱۰۶۵,۵۳۱۴
	فارس	۱۰۴۳,۳۰۷۱
	خراسان جنوبی	۱۰۱۱,۷۵۴۱
	آذربایجان ش	۱۰۰۷,۶۳۸۵

۱. انحراف معیار (σ) برابر ۴۴۶/۲ و میانگین (Min) برابر ۸۷۶/۵ می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

نام منطقه	استان	تمایل به پرداخت برای گریز از آلودگی
منطقه ۴	قم	۹۷۶,۲۲۲۶۹
	همدان	۹۵۲,۲۱۴۹۷
	گیلان	۹۳۴,۵۱۷۸۴
	زنجان	۸۹۷,۰۶۵۷۹
	سمنان	۸۷۹,۶۴۳۰۴
منطقه ۵	خوزستان	۸۲۷,۵۱۱۹۸
	بوشهر	۷۹۹,۸۰۰۲۱
	هرمزگان	۷۸۹,۵۱۱۱۹
	کردستان	۷۶۹,۶۱۹۰۷
منطقه ۶	مازندران	۷۶۳,۴۴۵۶۶
	چهارمحال	۷۵۶,۰۳۷۵۶
	گلستان	۷۳۰,۲۴۶۴
	کرمانشاه	۷۲۸,۶۰۰۱۶
	اردبیل	۷۲۵,۱۷۰۴۸
	لرستان	۶۸۹,۷۷۶۲۴
	خراسان رضوی	۶۶۰,۲۸۱۰۳
	کرمان	۶۰۴,۴۴۵۹۲
منطقه ۷	آذربایجان غ	۵۶۶,۰۳۳۵۶
	ایلام	۵۶۳,۹۷۵۷۶
	سیستان	۵۵۰,۲۵۷۰۶
منطقه ۸	خراسان شمالی	۵۲۸,۹۹۳۰۷
	یزد	۵۰۵,۵۳۴۱
	کهگیلویه	۳۱۴,۲۹۵۴۲

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول فوق میزان تمایل به پرداخت جهت دسترسی به هوای پاکیزه به تفکیک استان‌های مختلف ارائه

Archive of SID

www.SID.ir

شده و بر اساس اختلاف تمایل به پرداخت از میانگین کشوری، استان‌های ایران در ۸ منطقه طبقه‌بندی شده است. در ادامه جهت کالیبره کردن اجزای مدل اطلاعات متغیرهای مورد نیاز در سال ۱۳۹۰[۱] به عنوان سال پایه ارائه می‌شود.

با توجه به اینکه در مدل RICE نیاز به اطاعات متغیرهای مختلف در سال پایه می‌باشد، در جدول شماره ۲، اطلاعات اقتصادی مناطق در سال پایه ارائه می‌گردد.

جدول (۶)- اطلاعات مناطق در سال پایه (۱۳۹۰)

نام منطقه	جمعیت (میلیون نفر)	محصول ناخالص داخلی (میلیارد ریال)	سرمایه (میلیارد ریال)	مقدار دی اکسید کربن (میلیون تن)
منطقه ۱	۱۷,۰۶	۱۸۵۳۲۹۵,۸۴	۵۵۹۶۹۵۳,۴۴	۱۱۸,۴۲
منطقه ۲	۱,۲۰	۸۴۹۹۲,۸۳	۲۵۶۶۷۸,۳۴	۱۴,۶۵
منطقه ۳	۱۲,۷۷	۷۸۱۳۴۳,۱۶	۲۳۵۹۶۵۶,۳۴	۷۵,۶۴
منطقه ۴	۸,۶۴	۱۲۴۲۴۶۹,۹۲	۳۷۵۲۲۵۹,۱۶	۱۰۰,۷۶
منطقه ۵	۱۹,۶۳	۱۰۴۳۰۳۰,۳۸	۳۱۴۹۹۵۱,۷۴	۷۳,۲۰
منطقه ۶	۶,۱۷	۲۶۸۱۰۹,۰۱	۸۰۹۶۸۹,۲۲	۲۶,۱۰
منطقه ۷	۲,۶۰	۲۸۶۹۰۶,۶۵	۸۶۶۴۵۸,۰۸	۴۷,۸۴
منطقه ۸	۱۷,۰۶	۱۸۵۳۲۹۵,۸۴	۵۵۹۶۹۵۳,۴۴	۱۱۸,۴۲

منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه با استفاده از اطلاعات جدول فوق و بهره‌گیری از اطلاعات مطالعات مرتبط داخلی و خارجی نحوه کالیبره کردن مدل ارائه می‌گردد.

کالیبره کردن سایر اجزای مدل

مدلهای تعادل عمومی با استفاده از پارامترها و متغیرهای برون‌زای مدل قادرند متغیرهای درون‌زای مدل را محاسبه نمایند. با توجه به اینکه مدل تحقیق به صورت منطقه‌ای می‌باشد، ممکن است پارامترها در تمام مناطق یکسان یا متفاوت باشند. در ادامه برخی از پارامترهای مهم که در تمام مناطق یکسان می‌باشند ارائه

۱. دلیل استفاده از سال ۱۳۹۰ به عنوان سال پایه، وجود سرشماری در آن سال، وجود داده‌های مورد نیاز در آن سال و نزدیکی به زمان حال می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

می‌گردد و در ادامه پارامترهای خاص مناطق معرفی می‌گردند.

جدول (۷)- پارامترهای مشترک در تمام مناطق ایران

علامت اختصاری	نام پارامتر	مقدار
δK	نرخ استهلاک سالانه سرمایه	۱۰
γ	کشش محصول نسبت به سرمایه	۰/۳۰
$\zeta(t)$	شدت انتشار کربن در انرژی‌های کربنی	۰/۲۷۴
$gz(t)$	نرخ رشد $\zeta(t)$ در هر دهه	−۱۵/۸۸۵۴
$\delta z(t)$	نرخ کاهش $g^z(t)$ در هر دهه	۰/۲۳۸۷۱۱
$\delta z2(t)$	نرخ درجه دوم کربن‌زدایی	−۰/۰۰۰۸۵
$gpop(t)$	نرخ اولیه رشد جمعیت در هر دهه	۱۵/۷
$\delta pop(t)$	نرخ کاهش رشد جمعیت	۲۲/۲
$gA(t)$	نرخ رشد تکنولوژی	۳/۸
$\delta A(t)$	نرخ کاهش رشد تکنولوژی	۰/۰۰۰۰۰۱
$\rho(t)$	نرخ تنزیل ترجیحات اجتماعی	۳
$g\rho$	نرخ رشد، $\rho(t)$ در هر دهه	۰/۲۶
$\rho(0)$	نرخ تنزیل ترجیحات اجتماعی اولیه	۳
β	کشش محصول نسبت به انرژی‌های کربنی	۰/۰۵

منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه پارامترهایی که در مناطق مختلف، غیر یکسان می‌باشند، ارائه شده است. این پارامترها ضریب خسارت در مناطق مختلف و بهره‌وری کل عوامل تولید می‌باشند. ضریب خسارت از تقسیم کل تمایل به پرداخت جهت گریز از آلودگی[۱] به درآمد در منطقه محاسبه شده است و بهره‌وری کل عوامل تولید مقداری لحاظ شده است که بر اساس آن تولید ناخالص داخلی هر منطقه در سال ۹۰ به بعد از اجرای مدل برابر مقدار واقعی آن می‌گردد.

۱. این شاخص از حاصل‌ضرب تمایل به پرداخت برای گریز از آلودگی کربن هزار ریال به ازای هر متر مربع منزل مسکونی در تعداد منازل مسکونی در متوسط هر واحد مسکونی حاصل شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۸)- پارامترهای خاص هر منطقه

نام منطقه	ضریب خسارت در مناطق	بهره وری کل عوامل تولید
منطقه ۱	۰/۰۱	۲۵/۷۸
منطقه ۲	۰/۰۰۷۶	۱۸/۴۲
منطقه ۳	۰/۰۰۷	۱۶/۶
منطقه ۴	۰/۰۰۴۱	۳۴/۵
منطقه ۵	۰/۰۰۳	۱۶/۷
منطقه ۶	۰/۰۰۲۶	۱۶/۷
منطقه ۷	۰/۰۰۲	۱۵/۷۷
منطقه ۸	۰/۰۰۱	۲۷/۲

منبع: یافته‌های تحقیق

با استفاده از پارامترها و متغیرهای برون‌زا و سیاستی فوق و استفاده از مدل RICE و بهره‌گیری از نرم‌افزارهای گمز و اکسل، متغیرهای درون‌زای تحقیق بدست می‌آید. مقادیر متغیرهای درون‌زا با توجه به نوع سیاست اعمالی متفاوت می‌باشد. برخی از متغیرهای درون‌زای تحقیق به شرح جدول زیر می‌باشد:

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۹)- متغیرهای درون‌زای مورد بررسی در تحقیق

علامت اختصاری متغیر	شرح متغیر	واحد
W	سطح رفاه	یوتیل
U(t)	سطح مطلوبیت	مطلوبیت دوره t
c(t)	مصرف سرانه	میلیون ریال بر نفر
Q(t)	سطح تولید	تریلیون ریال
E (t)	میزان انتشار دی اکسید کربن از بخش صنعت	گیگا تن کربن در سال
CumC(t)	تراکم دی اکسید کربن	گیگا تن کربن
ET(t)	میزان انتشار دی اکسید کربن	گیگا تن کربن در سال
F(t)	میزان جذب انرژی خورشیدی	وات بر متر مربع
T(t)	افزایش دمای هوای جو	سانتی‌گراد
D(t)	خسارت زیست محیطی به عنوان نسبتی از تولید	بدون واحد
WPDVC	کل ارزش حال مصرف	میلیون ریال

منبع: یافته‌های تحقیق

بر این اساس در ادامه با ارائه سناریوی‌های مختلف نتایج سیاست‌های مختلف بر روی متغیرهای برون‌زای مهم تحقیق بررسی می‌گردد.

۵- سیاست‌گذاری بر اساس مدل RICE

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 اقتصادی که می‌تواند جهت مصرف یا سرمایه‌گذاری اختصاص یابد، کاهش می‌یابد. نتیجه این سیاست، کاهش خسارت اقلیمی و افزایش مصرف در آینده می‌باشد.

سرمایه‌گذاری در اقلیم به‌صورت کاهش میزان مصرف سوخت‌های فسیلی یا حرکت به سمت مصرف سوخت‌های کم کربن می‌باشد که به واسطه آن خسارت اقلیمی به واسطه تولید کاهش می‌یابد. سیاست‌مداران بر اساس مدل RICE می‌توانند از مالیات کربن یا مجوزهای آلایندگی به عنوان ابزارهای سیاستی استفاده کنند. بر طبق معادله (۲۵) سیاست‌مداران می‌توانند برای هر منطقه مالیات بر کربن یا مجوز آلایندگی به عنوان ابزارهای سیاستی اعمال نمایند. مالیات کربن معادل صفر در تمام مناطق به عنوان پایه

Archive of SID

www.SID.ir

یا مبنا در مدل در نظر گرفته شده است، در این صورت هیچ کنترلی از سوی دولت جهت کاهش خطرات جهانی صورت نگرفته است و حجم آلاینده 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 در هر منطقه برابر قیمت سایه‌ای زیست‌محیطی آن باشد. قیمت سایه‌ای زیست‌محیطی کربن، اثر تغییرات زیست‌محیطی یک واحد آلودگی بر ارزش حال مصرف را نشان می‌دهد.

در ادامه با استفاده از شبیه‌سازی ملاحظه می‌گردد که سیاست‌های اعمالی جهت کاهش خسارت دارای هزینه‌ها و منافع متفاوتی در مناطق مختلف می‌باشد. برخی مناطق تأثیر بیشتری به واسطه تغییرات اقلیمی متحمل می‌شوند و هزینه‌های یک سیاست بهینه کاملاً نامتقارن است. برای بررسی آثار سیاستگذاری در این تحقیق سه سناریوی مختلف تعریف می‌گردد و آثار رفاهی و زیست محیطی هر سیاست تحلیل می‌گردد. این سه سناریو به صورت زیر می‌باشد:

۱. سناریوی اول: عدم دخالت دولت در اقتصاد
۲. سناریوی دوم: اعمال مالیات بر کربن به صورت یکسان در سطح ملی
۳. سناریوی سوم: اعمال مالیات بر کربن در هر منطقه برابر قیمت سایه‌ای زیست‌محیطی کربن در هر منطقه

در ادامه با استفاده از مدل RICE اثر هر کدام از سناریوی‌های فوق بر وضعیت رفاهی و زیست محیطی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. به این منظور ابتدا نیاز است قیمت سایه‌ای کربن در دوره مورد بررسی محاسبه گردد. قیمت سایه‌ای در این تحقیق از تقسیم کل تمایل به پرداخت در هر منطقه به میزان انتشار دی اکسید کربن در هر منطقه محاسبه شده است. این شاخص به تفکیک هر منطقه و کل کشور بر اساس متوسط تمایل به پرداخت خانوارها محاسبه شده و به صورت جدول زیر ارائه می‌گردد:

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۱۰)- قیمت سایه‌ای کربن به تفکیک مناطق مختلف و کل کشور (ریال بر تن کربن)

نام منطقه	قیمت سایه‌ای کربن
کل کشور	۸۷۶,۵۴۹۷
منطقه ۱	۱۶۳۲,۹۰۳
منطقه ۲	۱۰۳۲,۰۵۸
منطقه ۳	۹۴۰,۰۰۵۳
منطقه ۴	۸۲۴,۱۱۶۶
منطقه ۵	۷۵۴,۸۳۷۲
منطقه ۶	۷۰۰,۹۵۷
منطقه ۷	۵۷۱,۱۷۸۱
منطقه ۸	۴۴۹,۶۰۷۵

منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه با در اختیار داشتن قیمت سایه‌ای کربن در کل کشور و به تفکیک مناطق و وضع مالیات بر کربن به ازای آن به ارائه نتایج سه سناریو پرداخته می‌شود. جهت ارائه نتایج به صورت خلاصه متغیرهای درون‌زای کلیدی به صورت نمودار نشان داده شده‌اند. در ابتدا سطح تولید در سه سناریو مختلف به صورت نمودار زیر در دوره مورد بررسی ارائه می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

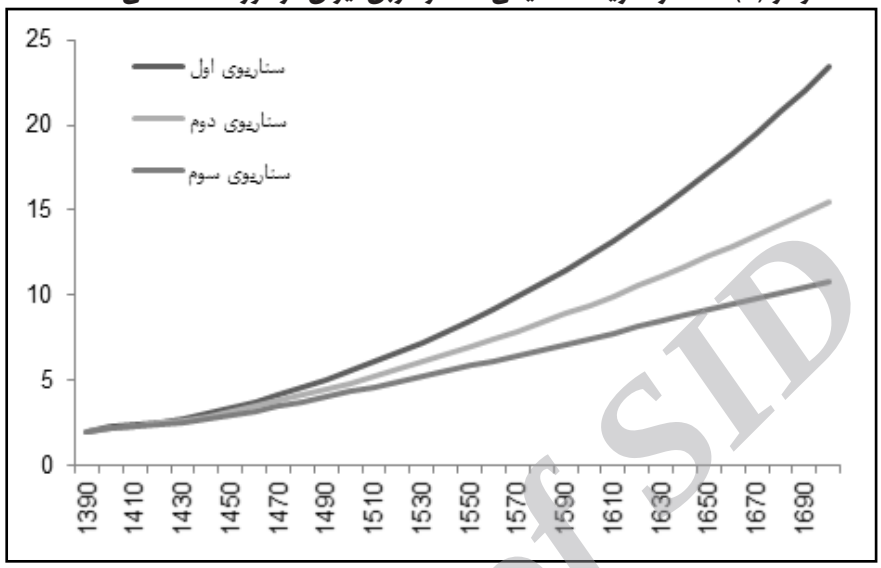
نمودار (۱)- تولید ناخالص ملی در ایران طی دوره ۱۷۳۰ تا ۱۳۹۰

همان‌طور که در نمودار فوق قابل مشاهده است، در صورت وضع مالیات بر کربن، سطح تولید ناخالص کاهش می‌یابد، بر این اساس سطح تولید در سناریوی اول بالاتر از دو سناریوی دیگر می‌باشد. ولی موضوعی که در نمودار فوق بررسی نشده است، میزان خسارت‌های زیست‌محیطی در فرآیند تولید می‌باشد. با توجه به اینکه در سناریوی اول قیمت کربن پایین‌تر از سطح بهینه آن می‌باشد، تقاضا برای انرژی‌های کربنی زیاد بوده و در نتیجه میزان خسارت زیست‌محیطی بالاتر از دو سناریوی دیگر می‌باشد. این موضوع در نمودار آتی بررسی می‌گردد.

Archive of SID

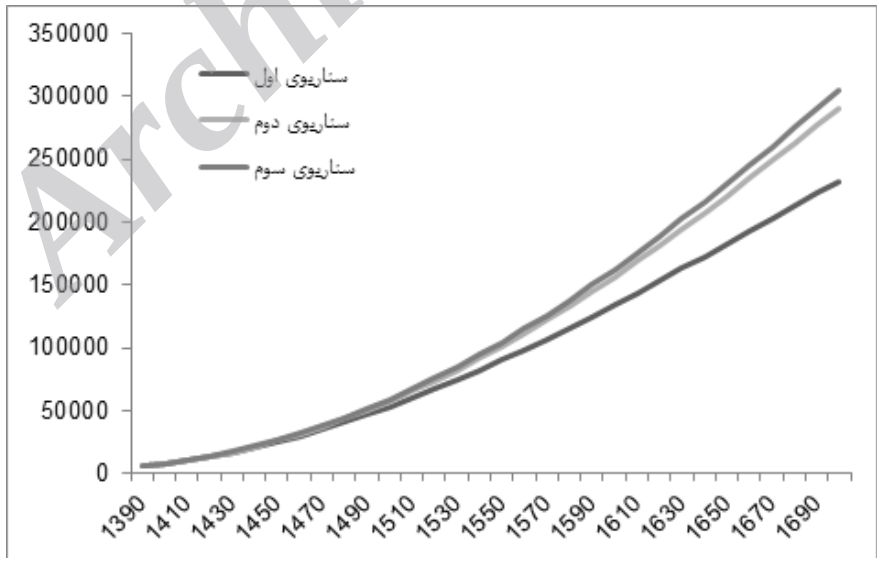
www.SID.ir

نمودار (۲)- خسارت زیست‌محیطی انتشار کربن ایران در دوره ۱۳۹۰ الی ۱۷۳۰



با توجه به اطلاعات نمودار فوق، با وضع مالیات بر کربن بهینه بر کربن میزان خسارت زیست‌محیطی کاهش می‌یابد. با کسر میزان خسارت زیست‌محیطی از سطح تولید ناخالص، میزان تولید خالص به صورت نمودار زیر ارائه می‌گردد:

نمودار (۳)- تولید خالص ملی ایران در دوره ۱۷۳۰ تا ۱۳۹۰

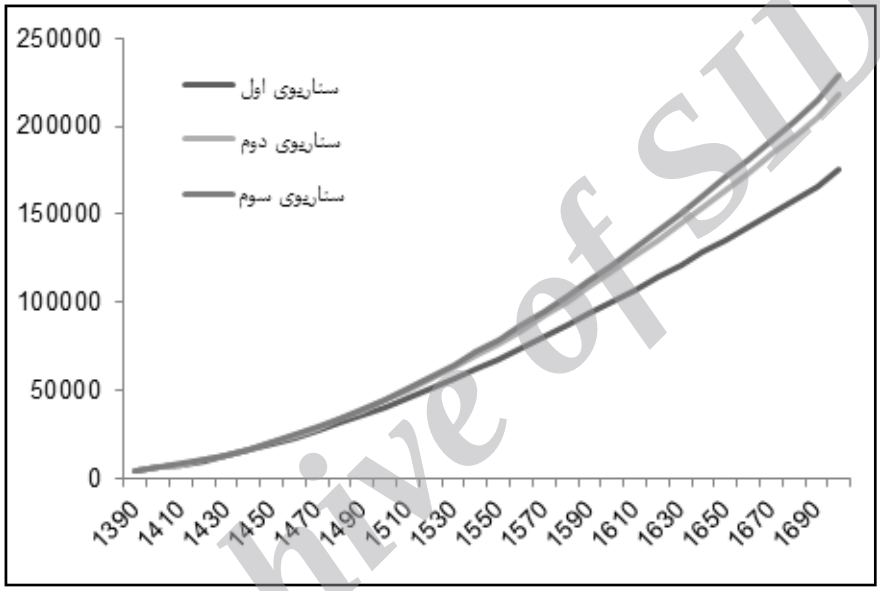


Archive of SID

www.SID.ir

بر اساس اطلاعات نمودار فوق، با اعمال مالیات بر کربن به صورت بهینه، سطح تولید خالص افزایش می‌یابد. این وضعیت با اعمال مالیات غیرمتوازن بر کربن به تفکیک مناطق مختلف (سناریوی سوم) بالاتر از اعمال مالیات متوازن بر کربن (سناریوی دوم) می‌باشد. با کسر سرمایه‌گذاری از سطح تولید خالص میزان مصرف بدست می‌آید که به عنوان شاخص رفاه خانوارها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. نموار زیر سطح مصرف را در دوره مورد بررسی ارائه می‌دهد:

نمودار (۴)- سطح مصرف در اقتصاد ایران در دوره ۱۷۳۰ تا ۱۳۹۰



بر طبق نمودار فوق با اعمال مالیات بر کربن در درازمدت، سطح مصرف افزایش می‌یابد. این افزایش مصرف در سناریوی سوم بالاتر از سناریوی دوم نیز می‌باشد. در ادامه، ارزش حال مصرف در دوره مورد بررسی به عنوان شاخص رفاه به صورت نمودار زیر ارائه می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۱۱)- ارزش حال مصرف به عنوان شاخص رفاهی به تفکیک سه سناریو (تریلیون ریال)

عنوان سناریو	ارزش حال مصرف
سناریوی اول	۲۵۸۲۸
سناریوی دوم	۲۶۷۵۷
سناریوی سوم	۲۶۹۹۰

منبع: یافته‌های تحقیق

بر اساس اطلاعات ارزش حال مصرف در ایران در دوره ۱۷۳۰ تا ۱۳۹۰، اعمال مالیات بر کربن به اندازه قیمت سایه‌ای باعث افزایش رفاه در دوره مورد بررسی می‌گردد. همچنین در صورتی که مالیات‌های متناسب با قیمت سایه‌ای در هر منطقه وضع گردد، سطح رفاه بالاتر از وضع مالیات یکسان در مناطق خواهد بود.

Archive of SID

www.SID.ir

۶- نتیجه‌گیری

در این تحقیق قیمت بهینه دی اکسید کربن در ایران به صورت کلی و به تفکیک مناطق مختلف محاسبه گردید و آثار رفاهی و زیست‌محیطی وضع آن مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی اثرگذاری این سیاست سه سناریوی مختلف تعریف و با استفاده از الگوی تعادل عمومی پویای منطقه‌ای نتایج آن شبیه‌سازی گردید.

این سه سناریو به صورت سناریوی اول: عدم دخالت دولت در اقتصاد؛ سناریوی دوم: اعمال مالیات بر کربن به صورت یکسان در سطح ملی؛ و سناریوی سوم: اعمال مالیات بر کربن در هر منطقه برابر قیمت سایه‌ای زیست‌محیطی کربن در هر منطقه، تعریف گردید. در ادامه با استفاده از مدل RICE اثرگذاری هر کدام از سناریوی‌های فوق بر سطح رفاه و محیط زیست مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج تحقیق با اعمال مالیات بر کربن به صورت بهینه در دوره مورد بررسی، سطح مصرف حال خالص افزایش می‌یابد. این وضعیت با اعمال مالیات بر کربن به تفکیک مناطق (سناریوی سوم) بالاتر از اعمال مالیات بر کربن (سناریوی دوم) به صورت کلی در ایران می‌باشد. بنابراین اعمال مالیات بر کربن به اندازه قیمت سایه‌ای باعث افزایش رفاه در دوره مورد بررسی می‌گردد. همچنین با اعمال مالیات بر کربن به صورت بهینه از میزان انتشار و تراکم دی اکسید کربن کاسته می‌شود. بنابراین با اعمال مالیات بهینه بر کربن وضعیت زیست‌محیطی جامعه نیز ارتقاء پیدا می‌کند. لازم به ذکر است که بر اساس شاخص زیست‌محیطی (سطح انتشار و تراکم دی اکسید کربن) سناریوی دوم بر سوم برتری دارد. بنابراین به عنوان نتیجه کلی در صورتی که اهداف رفاهی ارجح باشد اعمال مالیات غیرمتوازن بر کربن توصیه می‌شود و در شرایطی که وضعیت محیط زیست دارای اهمیت بالاتر باشد، اعمال مالیات متوازن مناسب‌تر می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

فهرست منابع

۱. پور اصغر سنگاچین، فرزام (۱۳۸۹). «مقایسه تحلیلی ابزارهای اقتصادی برای حفاظت از محیط زیست و پیشنهادهایی برای عملیاتی کردن آنها در برنامه‌های توسعه کشور». محیط زیست و توسعه، سال ۱، شماره ۱، صص ۹۰ – ۷۳.

۲. تقوی، مهدی و حسین محمدی (۱۳۸۸). «تاثیر زیرساخت‌های سرمایه‌گذاری روی رشد اقتصادی ایران». پژوهشنامه اقتصادی. دوره ۹ شماره ۱ پیاپی ۳۲. صص ۴۲-۱۵.

۳. خیابانی، ناصر (۱۳۸۷). «یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی افزایش قیمت تمامی حامل‌های انرژی در اقتصاد ایران». فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال پنجم، شماره ۱۶، صص ۳۴-۱.

۴. شاهمرادی، ا.، حقیقی، ا. و زاهدی، ر. (۱۳۸۸). «تحلیل تأثیر سیاست‌های قیمتی در بخش‌های اقتصادی»، وزارت نیرو، معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی، دفتر برنامه ریزی تلفیقی و راهبردی، تهران، ایران.

۵. کامان. مایک، استاگل. زیگرید. (۲۰۰۵). «مقدمه‌ای بر اقتصاد بوم شناختی»، ترجمه اسماعیل صالحی، علی حبیبی، فرزام پور اصغر سنگاچین، دانشگاه تهران.

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

۷. مقیمی، مریم، ناصر شاهنوشی، شهناز دانش، بیت الله اکبری مقدم و محمود دانشور (۱۳۹۰). « بررسی آثار رفاهی و زیست‌محیطی مالیات سبز وکاهش یارانه سوخت در ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی قابل محاسبه» . اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال نوزدهم، شماره ۷۵.

۸. منظور، داود و ایمان حقیقی (۱۳۹۰). «آثار اصلاح قیمت‌های انرژی بر انتشار آلاینده‌های زیست محیطی در ایران؛ مدل سازی تعادل عمومی محاسبه پذیر». محیط شناسی، سال سی و هفتم، شمارهٔ ۶۰، زمستان ۹۰، صفحهٔ ۱.

9. Anonymous (2004). Developing green taxation, Summary of a Government Assignment Report 5390.

10. Bae, Jeong Hwan & James S. Shortle (2005). «The Welfare Consequences of

Archive of SID

www.SID.ir

Green Tax Reform in Small Open Economies». American Agricultural Economics Association Annual Meeting.

11. Dubo, Ikhupupuleny. (2003).»Impact of Energy Subsidies on Energy Consumption and Supply in Zimbabwe: Do the Urban Poor Really Benefit?» Energy Policy, Vol. 31, No.2: 1635- 1645.
12. Hill, M. (1998). Green tax reform in sweden: the second dividend and the cost of tax exemptions, Economics Department, Stockholm School of Economics and the Beijer Institute, Stockholm, Sweden.
13. Koskela, E. and R. Schob (1995). Green tax reform, structural unemployment, and welfare, Hans-Werner Sinn, University of Munich.
14. Nordhaus. William D. and Joseph Boyer (1999). "Roll the DICE Again: Economic Models of Global Warming". Yale University.
15. Nordhaus, William (2011). "Estimates of the Social Cost of Carbon: Background and Results from the Rice-2011 Model". Cowles Foundation Discussion Paper no. 1826.
16. Saveyn, Bert and Denise Van Regemorter (2007). « Environmental Policy in a Federal State. A Regional CGE Analysis of the NEC Directive in Belgium «. Faculty of Economics and Applied Economic SCIENCES CENTER FOR ECONOMIC STUDIES ENERGY, TRANSPORT & ENVIRONMENT . Energy, Transport and Environment Working Papers Series with number ete0701.
17. Saveyn, Bert and Denise Van Regemorter. (2007). « Environmental Policy in a Federal State, A Regional CGE Analysis of the NEC Directive in Belgium». Energy, Transport and Environment Working Papers Series with number ete0701.
18. Uri, N. D. and R, Boyd. (1997). «An Evaluation of the Economic Effects of Higher Energy Prices in Mexico». Energy Policy, Vol. 25, No. 2:205-215,.
19. William D. Nordhaus and Joseph Boyer1. (1999) "Roll the DICE Again: Economic Models of Global Warming".Yale University.

Archive of SID

www.SID.ir

20. Zhao, Yu-Huan (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. Volume 5, 2011, Pp. 1291–1302.

21. Israel, Debra and Arik Levinso (2004). "Willingness to Pay for Environmental Quality: Testable Empirical Implications of the Growth and Environment Literature". Policy. Volume 3, Issue 1.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir