فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران/ سال بیست‌ویکم/ شماره ۶۸/ پاییز ۱۳۹۵/ صفحات ۲۰۶-۱۶۳

سنجش ردپای بوم‌شناختی کربن دهک‌های خانوارهای شهری و روستایی در ایران با رهیافت ماتریس حسابداری اجتماعی (SAM)

یعقوب اندایش[۱]، سید کمال صادقی[۲]، زهرا کریمی تکانلو[۳]

محمد علی متفکر آزاد[۴] و حسین اصغر پور[۵]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۴/۱۰/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۲

چکیده

هر کشوری با توجه به موقعیت زیستی آن ظرفیتی در جذب آلاینده‌ها دارد. با افزایش تولید، جمعیت و مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی‌های فسیلی، انتشار آلاینده‌ها از جمله دی‌اکسید کربن افزایش یافته و اثرات مخربی به محیط زیست وارد می‌نماید. به‌طوریکه موجب عدم تعادل در گازهای گلخانه‌ای، گرم‌تر شدن زمین، تغییرات اقلیمی و آب هوایی و به خطر افتادن زندگی انسان‌ها و جانداران شده است. بسته به اینکه بخش‌های تولیدی و خانوارها به چه صورت از کالاها و خدمات و با چه نوع تکنولوژی استفاده نمایند بُعد اثرات مخرب می‌تواند متفاوت باشد. ردپای بوم شناختی کربن روشی برای سنجش اثر انسان‌ها بر انتشار کربن است. این پژوهش با هدف سنجش ردپای کربن خانوارها در تلاش است به این سؤالات پاسخ دهد: ردپای بوم شناختی کربن دهک‌های خانوارها به تفکیک دهک‌های شهری و روستایی چه مقدار است؟ کدام دهک‌ها ردپای بوم شناختی کربن بیشتری دارند؟ در کل خانوارها چند درصد از کل ردپای بوم شناختی کربن در کشور را تشکیل می‌دهند؟ و سرانه ردپای بوم شناختی کربن هر نفر در هر دهک چقدر است؟ روش بکارگرفته شده مبتنی بر ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ می‌باشد. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که در سال ۱۳۹۰ کل ردپای خالص مستقیم و غیرمستقیم کربن در کشور ۵۱۷ میلیون تن است که سهم خانوارها ۶۴ درصد و مابقی مربوط به مصرفی نهایی دولت، صادرات و سایر مصارف است. ردپای خانوارهای شهری بیشتر از خانوارهای روستایی و دهک‌های بالای درآمدی بیشتر از سایر دهک‌ها است. دهک دهم شهری ۱۱ برابر دهک اول، دهک دهم روستایی ۹ برابر دهک اول و دهک دهم شهری ۴ برابر دهک دهم روستایی ردپای کربن به‌جای گذاشته‌اند. سرانه ردپای کربن یک ایرانی ۴۴۲۹ کیلوگرم در سال است به‌طوری‌که یک نفر در دهک اول شهری ۱۱۲۴ کیلوگرم، دهک دهم شهری ۱۷۱۳۴ کیلوگرم، دهک اول روستایی ۹۶۵ کیلوگرم و دهک دهم روستایی ۹۸۰۳ کیلوگرم در سال ردپای کربن به‌جای می‌گذارند. با توجه به یافته‌های فوق می‌توان گفت که افراد با درآمد بیشتر ردپای کربن بیشتری در اقتصاد ایران از خود به‌جای می‌گذارند.

واژگان کلیدی: توسعه پایدار، ردپای کربن، ماتریس حسابداری اجتماعی و دهک‌های خانوارها.

طبقه‌بندی JEL: *P28, Q25, Q53, Q56, Q57*.

۱- استادیار گروه اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز (نویسنده مسئول)،
پست الکترونیکی: andayesh230@gmail.com

۲- دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه تبریز ، پست الکترونیکی: sadeghiseyedkamal@gmail.com

۳- دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه تبریز ، پست الکترونیکی: zahra.karimi.tu@gmail.com

۴- استاد گروه اقتصاد دانشگاه تبریز ، پست الکترونیکی: motafakker@tabrizu.ac.ir

۵- دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه تبریز ، پست الکترونیکی: asgharpur@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

با اهمیت یافتن مسائل زیست محیطی در سطح بین الملل، اکثر کشورها سعی در پیاده‌سازی سیاست‌هایی در این مورد کردند اگرچه سرعت آن در برخی کشورها بیشتر و در برخی پایین بود. انتشار بیشتر گازهای گلخانه‌های در ایران نیز شرایط زندگی را برای انسان‌ها و جانداران بیش از پیش با مشکل مواجه می‌نماید و بیش از پیش نیازمند کنترل انها و رعایت استانداردها در این زمینه می‌باشد. بدین منظور ابتدا باید جریان انتشار این آلاینده‌ها مشخص شود و سپس با اتخاذ سیاست‌های مناسب تلاش برای کنترل و کاهش آن‌ها نمود.

یکی از راه‌های بررسی اثرات انسان‌ها بر انتشار کربن و یا سایر گازهای گلخانه‌های محاسبه ردپای خانوارها و افراد ساکن در انتشار این گازها است. با معلوم شدن ردپا و سهم هر گروه خانوار و سهم آلاینده‌زایی تولید کالاها و خدمات مصرفی خانوارها می‌توان ترتیباتی جهت کنترل آن اتخاذ نمود. هدف اصلی مقاله حاضر، سنجش ردپای بوم شناختی با تأکید بر کربن در دهک‌های خانوارها با رویکرد الگوی ماتریس حسابداری اجتماعی می‌باشد که می‌توان اثرات مصرف نهایی خانوارها از بخش‌های اقتصادی بر انتشار کربن در ایران را محاسبه و تحلیل نمود.

در ردپای کربن[1]، به‌طور مستقیم میزان خروجی گازهای عامل تغییرات آب و هوایی به جو را اندازه‌گیری می‌کنند که مقیاسی از مقدار کل خروجی دی‌اکسید کربن[2] و سایر گازهای گلخانه‌های مربوط به یک جمعیت، سیستم یا فعالیت معین با در نظر گرفتن همه منابع، فرونشین‌ها، ذخیره‌شدن‌ها در محدود زمانی و مکانی آن جمعیت، آن سیستم یا فعالیت است. به‌عبارت دیگر ردپای کربن اندازه‌گیری منحصر به فرد کل مقدار دی‌اکسید کربن است که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از فعالیت‌ها یا در طول چرخه عمر یک محصول انتشار می‌یابد.

1- Carbon footprint
2-CO_2

Archive of SID

www.SID.ir

این فعالیت‌ها شامل فعالیت افراد، جمعیت‌ها، دولت‌ها، شرکت‌ها، سازمان‌ها، فرآیندهای تبدیل و بخش‌های صنعتی و غیره می‌باشند. محصولات شامل کالاها و خدمات می‌شود. در هر صورت انتشار هم به‌صورت مستقیم (در محل داخلی) و هم به‌صورت غیرمستقیم (خارج از محل اصلی، خارجی، بالادست، پایان دست) باید در نظر گرفته شود.

با این محاسبه مشخص می‌شود آیا تولید این گازها به تناسب ظرفیت جذب محیط پیرامون است یا اینکه بیش از حد تولید می‌شوند. گازهای گلخانه‌ای از طریق فعالیت‌های مربوط حمل و نقل، تولید مواد غذایی، سوخت،کالاهای ساخته‌شده، مواد، چوب، جاده‌ها، ساختمان‌ها و خدمات وارد جو زمین می‌شوند. برای سادگی اغلب برحسب میزان دی‌اکسید کربن یا معادل دی‌اکسید کربن سایر گازهای گلخانه‌ای گزارش می‌شوند. کل مقدار دی‌اکسید کربن به‌طور فیزیکی در واحد جرم (کیلوگرم، تن و غیره) اندازه‌گیری می‌شود و بنابراین هیچ تبدیلی به واحد سطح (هکتار، مترمربع، کیلومتر مکعب و غیره) صورت نمی‌گیرد.

ردپای کربنی خانوارها را می‌توان به دو بخش مستقیم و غیرمستقیم تقسیم کرد: منابع "غیرمستقیم" که اغلب ردپای کربن خانوارها مربوط به آن‌هاست، شامل خروجی سوخت مصرفی برای تولید کالاهایی است که دورتر از مصرف‌کننده نهایی تولید می‌شوند. بخش "مستقیم" شامل خروجی ناشی از سوختی است که در ماشین یا اجاق خانه فرد مصرف‌کننده به‌کار می‌رود. کشورهای پیشرفته با محاسبه ردپای کربن در تولیدات صنایع سعی می‌کنند صنایعی که ردپای کربن بالاتری دارند را به‌سمت کشورهای در حال توسعه سوق دهند.

تعریف فوق حداقل سه جنبه مهم دارد: نخست آنکه، در قالب شاخص‌های کلان و بخشی قابل سنجش و همچنین بین مناطق قابل مقایسه است. دوم، تصویر واقع‌بینانه‌تری از وضعیت موجود تعامل انسان با منابع طبیعی را آشکار می‌کند و در نهایت، ردپای بوم شناختی دارای دو جنبه بومی و غیربومی است، یعنی اینکه علاوه‌بر سنجش انتشار کربن ناشی از تولید کالاها و خدمات در داخل یک منطقه، انتشار کربن ناشی از تولید کالا و

Archive of SID

www.SID.ir

خدمات صادرات و همچنین انتشار کربن ناشی از تولید کالا و خدمات وارداتی که به اصطلاح کربن مجازی گویند را هم مورد توجه قرار می‌دهد و از این حیث مبادلات تجاری، کربن در تجارت بین الملل نیز نقش بسزایی در ردپای بوم شناختی ایفا می‌کند.

ادبیات موجود نشان می‌دهد که پژوهشگران از دو روش در سنجش ردپای کربن استفاده می‌کنند که زیر مجموعه ردپای بوم شناختی است. روش اول ماهیت کلان دارد و بر مبنای مصرف آشکار منابع مورد نظر به‌کار رفته در تولید کالاها و خدمات داخلی به‌علاوه منابع به‌کار رفته در تولید کالاها و خدمات واردات منهای منابع به‌کار رفته در تولید کالاها و خدمات صادرات محاسبه می‌گردد که اولین بار توسط واکرناگل[1] و ریس[2] در سال ۱۹۹۶ مطرح شد. اما به‌کارگیری روش مذکور نمی‌تواند وضعیت ردپای بوم شناختی را در جهت مدیریت منابع در سطح بخش‌های مختلف اقتصادی آشکار نماید. برای برون رفت از این مسئله، طیف وسیعی از پژوهشگران مثل‌هوباسک[3]، لنزن[4]، موری[5]، فرنگ[6]، بیکنل[7] و گیلجوم[8]، روش دومی را در قالب نظام حسابداری بخشی به‌شکل جدول داده–ستانده مبنای محاسبه این شاخص قرار داده‌اند که روش به‌کار گرفته در این پژوهش نیز بر این مبنا است.

هدف این مقاله بررسی اثرات دهک‌های خانوارها در انتشار مستقیم و غیرمستقیم کربن است که در تلاش است به این پرسش پاسخ دهد که ردپای بوم شناختی کربن دهک‌های خانوارها به تفکیک دهک‌های شهری و روستایی چه مقدار است، کدام دهک‌ها ردپای بوم شناختی کربن بیشتری دارد، چند درصد از کل ردپای بوم شناختی کربن در کشور را تشکیل و سرانه ردپای بوم شناختی کربن هر نفر در هر دهک درآمدی

1- Wackernagel
2-Rees
3- Hubacek
4- Lenzen
5- Murray
6- Freng
7- Bicknell
8- Giljum

Archive of SID

www.SID.ir

چقدر است. بدین منظور در ادامه بر پیشینه مطالعات خارجی و داخلی در زمینه ردپای بوم شناختی کربن مروری صورت می‌گیرد. سپس روش ماتریس حسابداری اجتماعی و چگونگی به‌کارگیری آن در محاسبه ردپای بوم شناختی کربن و پایه‌های آماری تشریح می‌گردد. در ادامه یافته‌های ردپای بوم شناختی دهک‌های خانوارها تحلیل و سرانجام به نتیجه‌گیری پرداخته می‌شود.

۲- مروری بر پیشینه موضوع

ردپای کربن زیر مجموعه ردپای بوم شناختی است که طی چند سال گذشته به‌طور گسترده‌ای رایج شده است و در حال حاضر به‌طور قابل ملاحظه‌ای در سراسر رسانه‌ها استفاده می‌شود. با تغییرات آب و هوایی محاسبه ردپای کربن در دستور کار و سیاست‌های شرکت‌های کشورهای اروپایی و آمریکا قرار گرفته است.

بیشتر مقالات مرتبط با ردپای کربن به‌دنبال پاسخ به این سؤال می‌باشند که چگونه انتشار دی‌اکسید کربن را می‌توان به یک محصول خاص، شرکت (بنگاه) یا سازمان نسبت داد؟

جفری‌هاموند[1] (۲۰۰۷) می‌نویسد شاخصی که اغلب به‌عنوان ردپای کربن معرفی می‌شود در واقع وزن کربن انتشار یافته بر اساس کیلوگرم یا تن به ازای هر فرد یا فعالیت است.

هاون[2] (۲۰۰۷) یادآوری می‌کند که تجزیه و تحلیل ردپای کربن صندلی یک اداره به‌عنوان ارزیابی چرخه عمر[3] محصول؛ تمام مواد اولیه، مراحل تولید، حمل و نقل، استفاده و مصرف در هر مرحله از رشد و توسعه را به‌حساب می‌آورد.

اکل[4] (۲۰۰۷) اشاره می‌کند که ارزیابی ردپای کربن یک کسب و کار، فقط محاسبه انرژی مصرف شده نیست بلکه افزایش ضایعات در شیوه‌های کسب و کار را هم در نظر می‌گیرد. از طرف دیگر هیچ دامنه واضح و روشنی برای تجزیه و تحلیل فراهم نمی‌کند.

1-Hammond
2- Haven
3- Life Cycle Assessment(LCA)
4-Eckel

Archive of SID

www.SID.ir

مجموعه‌ای از توصیف‌ها درباره ادبیات ردپای کربن وجود دارد که در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول۱- تعاریف کربن در ادبیات موضوع

منبع	تعریف
BP (2007)	ردپای کربن مقدار دی‌اکسید کربن منتشره ناشی از فعالیت‌های روزانه می‌باشد مانند شستن لباس یا استفاده از وسایل حمل و نقل.
CarbonTrust (2007)	- یک روش برای تخمین کل انتشار گازهای گلخانه‌ای، معادل کربن تولید شده در سراسر چرخه عمر یک محصول از تولید مواد اولیه استفاده شده در تولید آن تا دفع محصول نهایی می‌باشد. - همچنین یک روش برای برای شناسایی و اندازه‌گیری گازهای گلخانه‌های منحصر به فرد، اندازه‌گیری میزان انتشار این گازها در هر فعالیتی و در همه مراحل (تهیه مواد اولیه، تخصیص مواد برای هر محصول) می‌باشد.
Energetics (Eckel ,2007)	ردپای کربن به‌میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم ناشی از فعالیت‌های کسب و کار گفته می‌شود.
ETAP (2007)	ردپای کربن در واقع اندازه‌گیری تأثیر فعالیت‌های انسانی در محیط زیست از نظر انتشار گازهای گلخانه‌ای همچون اندازه‌گیری میزان دی‌اکسید کربن می‌باشد.
Grub & Ellis (2007)	ردپای کربن اندازه‌گیری مقدار دی اکسید منتشر شده از طریق احتراق سوخت‌های فسیلی می‌باشد. به‌طور مثال در مورد یک بنگاه تولیدی، ردپای کربن مقدار دی‌اکسید کربن منتشره به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم ناشی از فعالیت‌های روزانه می‌باشد، همچنین ممکن است بازتاب انرژی‌های فسیلی در تولید یک محصول یا محصولات یک بازار را نشان دهد.
Paliamentary Office of Science and Technology (POST 2006)	ردپای کربن مقدار کل دی‌اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای ساطع شده در طول چرخه کامل عمر یک محصول می‌باشد.

در انگلستان تراست کربن وجود دارد که هدف کلی آن توسعه درک مشترک ردپای کربن ناشی از یک محصول است (تراست کربن ۲۰۰۷، تعاریف جدول ۱ مطالعه

Archive of SID

www.SID.ir

شود). در اینجا تأکید شده که در محاسبه ردپای کربن نه تنها واحد ورودی، خروجی و پردازش که مستقیماً با محصولاتی مرتبط هستند بلکه باید بعضی از انتشارات غیرمستقیم گازهای گلخانه‌های را هم در نظر بگیرد. تفکر چرخه عمر را می‌توان در بسیاری از اسناد و مدارک یافت و به‌نظر می‌رسد با ویژگی یکسان برای تخمین ردپای کربن توسعه یافته باشد.

فرآیند استاندارد سازی به‌وسیله تراست کربن و اهدافی که در نظر گرفته است برای همه محصولات اعمال و استاندارد گازهای گلخانه ای ساطع از آن‌ها را گوشزد می‌نماید (دفرا[1]، ۲۰۰۷)

به‌طورکلی مطالعاتی که در زمینه ردپای بوم شناختی انجام گرفته‌اند حول دو روش تمرکز یافته‌اند: الگوهای تعادل جزئی و الگوهای تعادل عمومی. الگوهای تعادل جزئی ماهیت کلان دارد و یا ردپای بوم شناختی جزئی از اقتصاد بدون در نظر گرفتن کلیت اقتصاد یک کشور و ارتباط بین آن‌ها مورد محاسبه قرار می‌گیرد درحالی‌که در الگوهای تعادل عمومی وضعیت ردپای بوم شناختی در جهت مدیریت منابع در سطح بخش‌های مختلف اقتصادی بررسی می‌شود. پایه‌های آماری در مدل‌های تعادل جزئی بر حسب واحد فیزیکی است اما در مدل‌های تعادل عمومی از نوع ترکیبی واحد فیزیکی به‌همراه واحد ارزشی می‌باشد. بنابراین در مدل‌های تعادل عمومی می‌توان تحلیل‌های اقتصادی از ردپای بوم شناختی را ارائه داد.

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از ماتریس حسابداری اجتماعی از ترکیب واحدهای فیزیکی (مقدار انتشار کربن) و واحدهای ارزشی (ماتریس حسابداری اجتماعی ارزشی) با درنظرگرفتن تمامی حساب‌های متعارف در اقتصاد، ردپای کربن خانوارها را مورد محاسبه قرار می‌دهد.

با توجه به آنچه بیان گردید می‌توان مطالعات انجام شده را در دو دسته کلی مدل‌های تعادل جزئی و تعادل عمومی مورد بررسی قرار داد.

1-Defra

Archive of SID

www.SID.ir

برخـی از مطالعـات بـا روش تعـادل جزئـی عبارتنـد از: تینـگ و وو[1] (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای، ردپـای بـوم شـناختی را بـا توجـه بـه سـبک زنـدگی بـرای ارزیـابی پـروژه‌هـای ساختمانی بررسی کردند. در این مطالعه بیان شده است با توجه به سرعت رشـد پـروژه‌هـای ساختمانی و تخریب محیط زیست به ارزیابی درست اثرات سبک زندگی بر اکولوژی نیـاز می‌باشد. در ادامه این مطالعه استفاده از محاسبه ردپـای بـوم شـناختی را در مراحـل سـاخت پروژهای ساختمانی و فعالیت‌هـای افـراد و همچنـین بـرای کـاهش اثـرات زیسـت محیطـی پروژه‌های در حال ساخت و توسعه پایدار در سبک زندگی افراد توصیه می‌کند.

لی[2] و همکاران (۲۰۱۴) در مقاله‌ای تحت عنوان "توسعه روش‌های حفاظت زیسـت محیطی براساس ردپای بوم شناختی در ناحیـه جلگـه‌ای چـین" شـاخص‌هـای فشـار ردپـای مصرف و فشار ردپای آلودگی را براساس ردپای اکولوژی محاسبه نموده‌اند.

همچنین برای ارزیابی فشار به‌وجود آمده به‌وسیله انتقال منـابع و تولیـدات از منـاطق بیرونی به مناطق داخلی از شاخص جبران ردپای بوم شناختی استفاده کرده‌انـد و مـدل‌هـایی برای ارزیابی حفاظت از ناحیه جلگـه‌ای در نظـر گرفتـه‌انـد. از ایـن مـدل‌هـا بـرای محاسـبه شاخص فشار ردپای مصرف، شـاخص فشـار ردپـای تولیـد و شـاخص جبـران ردپـای بـوم شناختی برای مناطق جلگه‌ای سه استان و یک ناحیه شهری از سـال ۲۰۰۱ تـا ۲۰۱۰ اسـتفاده شده است. نتایج نشان داد که شاخص فشار ردپای مصرف و شـاخص فشـار ردپـای تولیـد به‌طورکلی در طول دوره مطالعه در تمام مناطق مذکور افزایش یافته‌اند. بـه‌عـلاوه شـاخص جبران ردپای بوم شناختی معمولاً مثبت بوده است که این امر نمایانگر امنیـت بـوم شـناختی منطقه می‌باشد.

سانی منگال[3] و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای، طراحی روش و نقش ردپـای کـربن در محصولات را بررسی کردند. در این مطالعه هدف نشان دادن یک طـرح ترکیبـی بـرای

1-Teng & Wu
2- Li
3-Sanyé-Mengual

Archive of SID

www.SID.ir

محیط زیست و ارزیابی روش چرخه زندگی برای اجرای طرح‌های اقتصادی بود. یافته‌ها نشان داد ردپای کربن محصولات دو نقش مهم ایفا می‌کند: اول، ردپای کربن محصولات یکی از شاخص‌هایی است که می‌تواند با ارزیابی چرخه عمر برآورد شود. دوم، ردپای کربن محصولات به‌عنوان یک استراتژی برای ارتباط محیط زیست با مصرف‌کنندگان برچسب می‌خورد.

نتایج نشان داد که در جهت ارزیابی و بهبود محیط زیست کشورها باید یک طرح جامع ارائه شود. این طرح، ترکیبی از روش کیفی و کمی برای ارزیابی و تجزیه و تحلیل استراتژی‌ها است. روش ردپای کربن به‌دلیل آنکه می‌تواند در مراحل مختلف و برای رسیدن به اهداف گوناگون استفاده شود، در طراحی روش‌های سازگار با محیط زیست نقش مهمی دارد. همچنین بیان شد که ردپای کربن می‌تواند به‌عنوان یک شاخص پیشگام در اجرای ارتباط کمی زیست محیطی در محصولات و خدمات باشد و نیز استفاده از روش ردپای کربن محصولات می‌تواند در بررسی جنبه‌های زیست محیطی محصولات با دیگر شاخص‌های زیست محیطی ترکیب شود.

پندی و اگراول[1] (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای ردپای کربن در بخش کشاورزی را با استفاده از روش ردپای کربن برآورد کردند. در این مطالعه بیان شد که ردپای کربن به‌عنوان یک شاخص قوی برای سنجش شدت گازهای گلخانه‌های در اثر فعالیت‌های تولیدی می‌باشد. با توجه به اینکه بخش کشاورزی از انتشاردهنده‌های مهم گازهای گلخانه‌های می‌باشد، بنابراین شناسایی شیوه‌های پایدارتر کشاورزی ضروری است. مطالعات موردی در استفاده از ردپای کربن افزایش یافته است اما اکثر مطالعات انجام شده با روش سه ردیف استاندارد منطبق نیست. از این‌رو نتایج نشان داد ردپای کربن به‌عنوان یک روش استاندارد برای بخش کشاورزی ضروری است و کاربرد مؤثر این ابزار در

1-Pandey and Agrawal

Archive of SID

www.SID.ir

سنجش شدت گازهای گلخانه‌ای و ارائه سناریوها و سیاست‌هایی برای جلوگیری از گرم شدن کره زمین و تغییر آب و هوا مؤثر می‌باشد.

سولیس گازمن[1] و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای میزان ردپای کربن ناشی از ساخت و ساز ساختمان‌های مسکونی در اسپانیا را بررسی کردند. در این مطالعه ابتدا روش بررسی چرخه عمر محصولات برای تعیین میزان ردپای کربن به‌منظور سنجش گازهای گلخانه‌های تولید شده در اثر یک پروژه ساختمانی پیشنهاد شد. این روش میزان ردپای کربن را در منابع استفاده شده و ضایعات ایجاد شده محاسبه می‌کند، بعد از انتخاب روش، ردپای کربن هر یک از عناصر به‌صورت جدا در نظر گرفته شد (مثلاً آب، انرژی، غذا، حمل و نقل، مواد ساخت و ساز و ضایعات).

یافته‌ها نشان می‌دهد ردپای کربن در هر متر مکعب به ترتیب در عوامل انرژی، آب، غذا، تحرک، مواد ساخت و ساز و ضایعات به‌میزان ۳۸۴/۸، ۰/۰۷، ۳۲/۳۵، ۰/۰۳، ۶۶۷/۲۲، ۴۹/۸۳ کیلوگرم می‌باشد. مواد ساخت و ساز در میزان کربن نقش بسیار قابل توجهی دارند. منابع دیگر ایجادکننده ردپای کربن ماشین‌آلات، برق و مواد غذایی هستند. در این پروژه ساختمانی نقل و انتقال منابع هیچ تأثیر تعیین‌کننده‌ای بر میزان ردپای کربن ندارد.

روس[2] و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای میزان ردپای کربن در محصولات غذایی را بررسی کردند. در این مطالعه ردپای کربن در محصولات تولیدی با استفاده از روش تغییرات استفاده از زمین[3] صورت گرفت. یافته‌ها نشان داد که سیستم غذایی به‌عنوان یک عامل در تغییرات آب و هوایی می‌باشد.

منابع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای؛ نیتروا‌کسید از خاک، متان از تخمیر روده حیوانات و دی‌اکسیدکربن از تغییرات در استفاده از زمین مانند جنگل‌زدایی می‌باشند. در

1-Solís-Guzmán
2-Roos
3-LUC

Archive of SID

www.SID.ir

چرخه زندگی محصولات غذایی، گازهای گلخانه‌های از عوامل همچون تولید کودمعدنی، کشت برنج، استفاده از منابع انرژی در مزارع و فعالیت‌هایی همچون پردازش، بسته‌بندی، ذخیره و توزیع محصولات ایجاد می‌شوند.

همچنین نتایج نشان داد تفاوت در میزان ردپای کربن بین انواع مختلف محصولات غذایی بسیار بزرگ است به‌طوری که ردپای کربن ناشی از محصولات دامی، بسیار بزرگ‌تر از محصولات گیاهی می‌باشد.

در مطالعه دیگری کوئینتیرو[1] و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی ردپای کربن در محصولات سرامیکی در پرتغال پرداختند. در این مطالعه به تجزیه و تحلیل انتشار گازهای گلخانه‌های هر یک از محصولات سرامیکی با توجه به رویکرد چرخش به داخل[2] و چرخش به بیرون[3] پرداخته شد و بیان شد که فعالیت‌های انسانی منجر به انتشار گازهای گلخانه‌های و تغییر آب‌وهوا به‌دلیل افزایش در درجه حرارت می‌شود. مهم‌ترین نتایج این مطالعه به شرح زیر است:

* ردپای کربن محصولات سرامیکی یک ابزار مهم برای شناسایی میزان انتشار گازهای گلخانه‌های و انجام اقدامات به منظور کاهش انتشار کربن از محصولات سرامیکی می‌باشد که باعث ارتقاء بهره‌وری انرژی و رقابت کارخانه‌های تولیدکننده سرامیک می‌شود.

* قطعات سفالی زینتی دارای بالاترین (۱/۲۲ کیلوگرم در هر قطعه) میزان انتشار گازهای گلخانه‌های و آجر دارای کمترین (۰/۰۵۳کیلوگرم در هر قطعه آجر) میزان انتشار گازهای گلخانه‌های در تمام مراحل پخت می‌باشند.

* میزان انتشار گازهای گلخانه‌های به‌ترتیب در تولید کاشی‌های سقف، تولید کاشی، دیوار و کف، تولید کاشی سرویس بهداشتی به‌میزان (۰/۷۸کیلوگرم) در هر کاشی سقف، (۱۱/۲۹کیلوگرم) در هر متر مکعب و (۱/۵ کیلوگرم) در هر کیلوگرم می‌باشد.

1-Quinteiro
2-Cradle-to-gate
3-Cradle-to-grave

Archive of SID

www.SID.ir

همه اقدامات و تکنولوژی‌های مناسب و پیشرفته برای بهبود محیط زیست باید از نقطه نظر فنی و اقتصادی مورد بررسی قرار گیرد.

متیلا[1] و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با عنوان "مباحثی روشن در ردپای کربن ناشی از فناوری اطلاعات موبایل" به بررسی ردپای کربن در دستگاه‌های تلفن پرداختند. این مطالعه با استفاده از بررسی کیفی داده‌ای میزان ردپای کربن سه نمونه گوشی همراه در ۲۰۱۲ در مراحل مختلف تولید، مصرف، بازسازی و انتقال انجام شد. به‌طورکلی نتایج ارزیابی میزان انتشار کربن از گوشی‌های هوشمند نشان داد که انتشار این گازها به‌طور گسترده‌ای در محیط زیست صورت می‌گیرد. در استفاده از گوشی‌های هوشمند نیاز قابل توجهی به زیرساخت در انتقال و ذخیره سازی اطلاعات هست و اثرات خارجی، به احتمال زیاد از اثرات ناشی از مراحل ساخت این دستگاه می‌باشد و با توجه به اینکه انتقال داده‌ها و اطلاعات در این دستگاه تأثیر عمده‌ای بر انتشار گازهای گلخانه‌های دارد نمی‌توان آن را نادیده گرفت. از سوی دیگر استفاده از گوشی‌های هوشمند از طریق برنامه‌های کاربردی تا حد زیادی منجر به صرفه‌جویی و کاهش در انتشار این گازها شود.

جاکوبسن[2] و همکاران (۲۰۱۴) ردپای کربن در تولید گوشت خوک را در فلاندر (ناحیه شمال بلژیک) بررسی کردند. در این مطالعه برای ارزیابی چرخه عمر انتشار گازهای گلخانه‌های برای تولید گوشت خوک در فلاندر از روش مشخصات در دسترس عموم[3] که توسعه‌یافته‌ترین روش در بخش باغبانی و کشاورزی است استفاده شد. در مدل سیستم گوشت خوک، از طریق یک سیستم زنجیره‌ای از هر دو داده‌های اولیه و ثانویه استفاده شده است.

1-Mattila
2-Jacobsen
3-Available Specification Methodology

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج نشان می‌دهد به ازای هر کیلوگرم گوشت خوک بدون استخوان، کربن به میزان ۴/۸-۶/۴ کیلوگرم آزاد می‌شود. در این مطالعه همچنین بیان شد دو عامل عمده در ردپای کربن در این زمینه، ترکیب و تولید خوراک دام وتولید و استفاده از کود می‌باشد.

ژائو[1] و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای انتشار کربن و ردپای کربن را در مکان‌های صنعتی مناطق مختلف چین با استفاده از داده‌های مصرف انرژی و زمین هر منطقه طی دوره ۲۰۰۸-۱۹۹۹ بررسی کردند.

در این مطالعه با استفاده از شاخص‌های ردپای بوم شناختی، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بررسی شد. فضاهای صنعتی به پنج نوع: فضاهای کشاورزی، فضاهای صنعتی حمل و نقل، فضای مسکونی و تجاری، شیلات و فضاهای نگهداری آب‌ها و دیگر فضاهای صنعتی تقسیم شدند.

یافته‌ها نشان داد مقدار کل انتشار کربن ناشی از سوخت‌های فسیلی و مصرف انرژی به‌ترتیب در مناطق مختلف کشاورزی، مسکونی- تجاری، فضاهای صنعتی حمل و نقل، فضاهای آبی و شیلات و دیگر فضاها به‌میزان ۱/۸۷٪، ۸۹/۱۲٪، ۷/۳۰٪، ۰/۱۹٪ و ۱/۵۲٪ می‌باشد. با توجه به اینکه در چین زغال‌سنگ منبع اصلی مصرف انرژی می‌باشد و از طرفی مصرف انرژی فسیلی علت اصلی انتشار کربن است، بنابراین باید استفاده از صنایع انرژی‌بر را کاهش داد، با ساختار انرژی‌های سنتی وداع کرد و استفاده از انرژی‌های پاک افزایش یابد. بدین‌جهت در این مطالعه پیشنهاد شده که برای جذب دی‌اکسیدکربن از پوشش‌های گیاهی استفاده شود، به‌خصوص از طریق جنگل‌ها و چمن‌ها.

وازکوئز رو[2] و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای استفاده از انرژی و میزان انتشار گازهای گلخانه‌های در زمینه ماهیگیری را بررسی کردند. در این مطالعه از روش ارزیابی چرخه عمر[3] و آنالیز داده‌های محیطی[4] استفاده شد. اطلاعات از شش ناوگان ماهیگیری

1-Zhao
2-Vázquez-Rowe
3- LAC
4-DEA

Archive of SID

www.SID.ir

مختلف در اسپانیا طی دوره ۲۰۱۱-۲۰۰۷ به‌دست آمد. نتایج نشان داد در سراسر جهان حدود ۱/۲٪ از انتشار گازهای گلخانه‌های ناشی از صنعت شیلات می‌باشد. همچنین بین مناطق مختلف ماهیگیری و شیلات از نظر زیست محیطی تفاوت‌های زیادی وجود دارد. این تفاوت بین شیلات نشان می‌دهد که باید روش‌های ارزیابی حیاتی در ترکیب با ردپای کربن و دیگر اثرات محیطی چرخه عمر (مانند فرسایش فسیل) در نظر گرفته شود.

با توجه به اینکه ارتباطات قوی بین تغییرات آب و هوایی و تغییر الگوهای شیلات وجود دارد و مصرف عمده خانوارهای اسپانیایی از غذاهای دریایی است و در اسپانیا صنعت شیلات یک منبع مهم گازهای گلخانه‌ای است لذا سیاست‌هایی باید اجرا شود تا میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید این صنعت را کاهش دهد.

وارون و مانیش کومار[1] (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای در هند ردپای کربن و انرژی را در صنعت قند بررسی کردند. در این بررسی برای تخمین ردپای کربن از روش ارزیابی چرخه کامل عمر محصول که یک ابزار قدرتمند برای ارزیابی تأثیرات یک محصول در سراسر طول عمر خود است، استفاده شد و مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌های از طریق یک مدل داده- ستانده به‌دست آمد.

نتایج نشان داد صنعت قند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر محیط زیست اثر گذار است. بخش عمده‌ای از قند از نیشکر تولید می‌شود. شکر محصول اصلی مصرفی است. باگاس، ملاس (شیره قند) و تفاله محصولات جانبی هستند. محصولات جانبی و مواد زائد دوباره برای اهداف دیگری استفاده می‌شوند. ظرفیت گیاهان قند در مطالعه حاضر، ۱۲۰۰۰ تن نیشکر در روز است. به‌طور همزمان ۶۰ مگاوات انرژی در ماشین آلات و ۲۷۰ کیلو ژول در روز در هر محل تقطیر به‌کار می‌رود. همچنین نتایج با استفاده از آنالیز داده- ستانده اقتصادی نشان داد که میزان انتشار گازهای گلخانه‌های به‌ترتیب در ماشین‌آلات استخراج شیره گیاهان نیشکر، ماشین‌آلات و تجهیزات برای تغلیظ مایعات و ماشین‌آلات و

1-Varun and Manish Kumar

Archive of SID

www.SID.ir

تجهیزات برای ایستگاه‌های فرار به‌میزان ۱۹/۲۵، ۶/۶۷ و ۱/۰۸ کیلوگرم دی‌اکسیدکربن در هر تن شکر است. این نرخ انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌طور مستقیم بر محیط زیست تأثیر می‌گذارد. بنابراین کاهش این نرخ در تعادل محیط زیست ضروری به نظر می‌رسد.

اما مطالعاتی که با استفاده از روش تعادل عمومی به بررسی ردپای بوم شناختی پرداخته‌اند عبارتند از: لنزن و مورای[1] (۲۰۰۱) روش بیکنل و همکارانش را اصلاح و روش جدیدی برای محاسبه محاسبه ردپای بوم شناختی در چارچوب داده- ستانده ارائه می‌دهند. همچنین لنزن و مورای (۲۰۰۳) در پژوهش دیگری نشان می‌دهند چگونه می‌توان تحلیل داده- ستانده را برای محاسبه ردپای بوم شناختی ملی و ناحیه‌ای به‌منظور تجزیه حساب ردپا در لایه‌های تولید و تبیین کمّی رابطه بین عوامل اجتماعی- اقتصادی (مانند مخارج خانوار) و جمعیتی و سنجش ردپای بوم شناختی بسط داد.

ناکامورا و کوندو[2] (۲۰۰۹) در کتابی با عنوان آنالیز داده ستانده ضایعات، مدل داده- ستانده را برای اندازه‌گیری میزان ضایعات به‌کار بردند. با توجه به اینکه در سال‌های اخیر اکولوژی صنعتی در حال رشد است، اطلاعات زیادی در مورد کاربرد مدل داده ستانده برای آن توسعه یافته است. هدف اصلی این کتاب، فراهم کردن مدل داده ستانده ضایعات[3] برای دستیابی به اطلاعاتی در زمینه اکولوژی صنعتی و مسائل مرتبط با آن است. به‌طوری‌که بتواند با استفاده از این مدل عوامل محیطی را به آلودگی‌های ناشی از فعالیت انسان‌ها سوق دهد.

در بخش‌های اولیه کتاب آنالیز داده ستانده ضایعات، اساس آنالیز داده ستانده در تولیدات اقتصادی و همچنین مدل لئونتیف و در بخش‌های دیگر آنالیز داده ستانده ضایعات مورد بحث قرار گرفت. در ابتدا پیوند اقتصاد و محیط و منابع انرژی، کاربرد مدل داده ستانده ضایعات برای اکولوژی صنعتی و مدل داده ستانده ضایعات در طول عمر یک

1- Lenzen and Murray
2- Nakamura and Kondo
3- Waste Input Output (WIO)

Archive of SID

www.SID.ir

محصول مورد بحث قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد، با استفاده از مدل داده ستانده ضایعات می‌توان وضعیت چرخه عمر یک محصول بر محیط را اندازه‌گیری و رابطه اقتصاد با محیط را به‌خوبی تشریح کرد.

ویدمن[1] و همکاران (۲۰۰۵) در مقاله‌ای اختصاص ردپای اکولوژی به مصرف نهایی با استفاده از تجزیه و تحلیل داده- ستانده را مورد مطالعه قرار دادند. روش ارائه شده در این مقاله یک تجزیه و تحلیل ترکیبی با ترکیب ردپای اکولوژی و آنالیز داده- ستانده می‌باشد. با استفاده از این روش طیف وسیعی از برنامه‌های کاربردی با نتایج ردپا، سازگار و قابل مقایسه می‌باشد. محاسبات در بخش تجربی برای انگلستان در سال ۲۰۰۰ انجام گرفت. با استفاده از این روش نتایج نشان داد ردپای بوم شناختی فعالیت صادراتی انگلستان در مقایسه با روش ردپای حساب ملی بیشتر می‌باشد.

روش ردپای اکولوژی به جزئیات فعالیت مصرفی خانوارها و جزئیات سرمایه- گذاری اختصاص داده شده است. همچنین نتایج نشان داد که روش ارائه شده، محاسبه ردپای اکولوژی را در تمام سطوح ملی و گروه‌های اجتماعی- اقتصادی متفاوت، ممکن می‌سازد. گسترش استفاده از ردپای اکولوژی در برنامه‌های کاربردی به اطلاع رسانی در زمینه سیاست‌ها و استراتژی‌های مصرف پایدار کمک می‌کند. این روش برای محاسبه ردپای بوم شناختی در هر کشور که اطلاعات اقتصادی و زیست محیطی مناسب در دسترس است، می‌تواند اعمال شود و به صرفه‌جویی در وقت، جهت جمع‌آوری داده‌ها و بهبود برآورد ردپای اکولوژی برای جوامع انسانی کمک می‌کند.

بررسی اجمالی مطالعات خارجی حاکی از اهمیت سنجش ردپای کربن در سطح بخش‌های مختلف اقتصادی است که تاکنون نه تنها در ایران مورد توجه پژوهشگران قرار نگرفته است بلکه در ایران مطالعه خاصی در مورد ردپای کربن انجام نشده است. پژوهش‌هایی که در مورد انتشار کربن در ایران صورت گرفته به جنبه انتشار کربن

1-Wiedmann

Archive of SID

www.SID.ir

به‌صورت مستقیم و کلان یا در سطح یک بنگاه و صنعت یا شهر و منطقه خاص توجه شده است(بهبودی و همکاران (۱۳۹۳)، پورعبادالهان و همکاران (۱۳۹۳)، صادقی و ابراهیمی (۱۳۹۲)، فلاحی و حکمتی (۱۳۹۲)، اصغرپور و همکاران (۱۳۹۲)، صادقی(۱۳۹۲)، صادقی و همکاران(۱۳۹۱)، بهبودی و همکاران (۱۳۹۰)، منظور و حقیقی (۱۳۹۰)، بهبودی و همکاران (۱۳۸۹)، صادقی و فشاری (۱۳۸۹) و بهبودی و برقی (۱۳۸۷)). اما اینکه هر یک از افراد در دهک‌های خانوارها چه ردپای کربنی (ردپای کربن سرانه در هر دهک) در ایران دارند تا به حال مطالعه نشده است از این‌رو پژوهش حاضر برای اولین بار به این موضوع می‌پردازد.

در این مقاله تلاش می‌شود، فصل جدیدی از کاربرد ماتریس حسابداری اجتماعی در سنجش ردپای کربن و همچنین سرانه ردپای کربن خانوارها و به تبع آن در کل اقتصاد در ایران باز شود. البته همان‌طور که بانویی و بزازان(۱۳۸۵) به‌خوبی اهمیت اقتصاد فضا را در بررسی‌های داده ستانده منطقه‌ای گوشزد نموده‌اند با تکیه بر ابعاد اقتصاد فضا و محاسبه جداول داده ستانده و ماتریس حسابداری اجتماعی منطقه‌ای می‌توان ردپای کربن در هر منطقه که از منطقه دیگر متفاوت است را محاسبه، تحلیل و با ظرفیت اکولوژیکی منطقه مقایسه نمود .

۳- روش شناسی سنجش ردپای بوم شناختی کربن در چارچوب ماتریس حسابداری اجتماعی و پایه‌های آماری

روش‌های متعددی برای برآورد ردپای کربن همچون استفاده از ماشین حساب‌های آنلاین برای آنالیز چرخه عمر یا روش‌ها و ابزارهای داده- ستانده و ماتریس حسابداری اجتماعی پیشنهاد شده است.

در مقاله حاضر به‌دلیل استفاده از روش ماتریس حسابداری اجتماعی، کل چرخه عمر محصولات در نظر گرفته نشده است. به‌طوری‌که یک محصول نیاز به مواد و انرژی برای تولید دارد و فرآیندهای تبدیلی روی آن انجام می‌شود و در اختیار خانوارها و یا

Archive of SID

www.SID.ir

نهادها که مصرف‌کننده نهایی هستند قرار می‌گیرد و در نهایت با مصرف انها ضایعات تولید می‌گردد که بازیافت یا عدم بازیافت آن می‌تواند اندازه ردپای کربن را کم یا زیاد نماید. این قسمت آخر که مربوط به ضایعات است در ماتریس حسابداری اجتماعی نمی‌گنجد بنابراین محاسبات، کمتر از حد برآورد خواهند شد و کشوری که دارای بازیافت کامل است مقدار کمی بر این ردپای کربن آن افزوده می‌شود و برعکس کشوری که بازیافت کمتری دارد به نسبت بیشتر به ردپای کربن آن افزوده می‌شود.

می‌توان گفت تجزیه و تحلیل داده- ستانده یا ماتریس حسابداری اجتماعی زیست محیطی برای محاسبه ردپای کربن در سیستم‌های کلان یا بخشی است. در این زمینه ردپای کربن از بخش‌های صنعتی، کسب و کارهای فردی، گروه‌های تولیدی بزرگ‌تر، خانوارها، دولت، سرانه شهروندان یا سرانه اعضای یک گروه اقتصادی- اجتماعی خاص به‌وسیله تجزیه و تحلیل داده - ستانده و ماتریس حسابداری اجتماعی می‌تواند انجام شود اما این روش نمی‌تواند همه محصولات موجود در اقتصاد را به‌صورت جزئی مورد تحلیل ردپای کربنی قرار دهد چراکه این مورد با وجود تعداد محصولات زیاد در اقتصاد، امکان‌پذیر نمی‌باشد. (فارن[1] و همکاران ۲۰۰۵، سای[2] و همکاران ۲۰۰۶ و وایدمن و همکاران ۲۰۰۷))

در این پژوهش از روش ماتریس حسابداری اجتماعی برای سنجش ردپای کربن خانوارها استفاده شده است که در ذیل توضیحاتی از این روش و چگونگی فرآیند محاسبه ردپای کربن آورده می‌شود.

کاربرد ماتریس حسابداری اجتماعی متعارف در حوزه‌های تجارت بین‌الملل و همچنین در ردپای بوم‌شناختی به دو علت اصلی نامناسب است. نخست آنکه، سنجش ردپای بوم شناختی هم منشأ داخلی دارد و هم منشأ خارجی. منشأ داخلی، مقدار کربن انتشار یافته ناشی از تولید کالاها و خدمات داخلی است که بخشی از آن توسط جمعیت آن کشور مصرف می‌شود و بخشی دیگر به‌صورت صادرات در سایر کشورها مصرف

1- Foran
2- Sei

Archive of SID

www.SID.ir

می‌گردد. دوم آنکه، تمامی بخش‌های اقتصادی خودکفا نیستند. یعنی برای تأمین نیازهای مصرف داخلی، بخش‌ها در فرآیند تولید خود نیاز به واردات دارند. واردات کالاها و خدمات در خارج از کشور، تولید شده و در فرآیند این تولید، کربن نیز انتشار یافته است.

جدول ۲- شکل ماتریسی سه حساب درون‌زا و حساب برون‌زای ماتریس حسابداری اجتماعی

ورودی‌ها / خروجی‌ها		حساب‌های درون‌زا			حساب‌های برون‌زا	جمع ورودی‌ها
		۱- حساب تولید	۲-حساب عوامل تولید	۳-حساب نهادها	٤-سایر حساب‌ها: شامل انباشت، مصرف دولت و حساب دنیای خارج	
حساب‌های درون‌زا	۱- حساب تولید	N_{11}	0	N_{12}	X_1	y_1^d
	۲- حساب عوامل تولید	N_{21}	0	0		y_2^d
	۳- حساب نهادها	0	N_{31}	N_{33}	X_3	y_3^d
حساب‌های برون‌زا	٤- سایر حساب‌ها شامل سوبسیدها، مالیات‌ها و دنیای خارج	$I_1^{'}$	$I_2^{'}$	$I_3^{'}$	R	y^x
	جمع خروجی‌ها	y_1^d	y_2^d	y_3^d	y^x	

مأخذ: توربک و جوونگ(۱۹۹٦)

بنابراین در سنجش ردپای بوم‌شناختی باید منشأ داخلی و خارجی را به‌طور همزمان مورد توجه قرار داد. قابل ذکر است که در ماتریس حسابداری اجتماعی فرض بر رقابتی بودن تکنولوژی کالاهای وارداتی و همسانی تکنولوژی تولید آن کالاها با کالاهای داخلی است که دقت محاسبات ردپای کربن وارداتی را کاهش می‌دهد. اگر چارچوب ماتریس

Archive of SID

www.SID.ir

حسابداری فرضی برای محاسبه ضرایب فزاینده مانند جدول ۴-۳ باشد در آن‌صورت فرآیند محاسبه ردپای آب و کربن به قرار ذیل است (سانچز چولیز و همکاران [1]، ۲۰۰۷).

۳-۱- محاسبه ضرایب فزاینده در ماتریس حسابداری اجتماعی

برای سه حساب اصلی درون‌زا، رابطه (۱) به‌شکل ماتریسی به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$\begin{bmatrix} y_1^d \\ y_2^d \\ y_3^d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11} & 0 & B_{13} \\ B_{21} & 0 & 0 \\ 0 & B_{32} & B_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1^d \\ y_2^d \\ y_3^d \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} \quad (1)$$

در رابطه (۱)، X_1 و X_2 و X_3 به‌ترتیب اقلام برون‌زای سه حساب اصلی درون‌زای ماتریس حسابداری اجتماعی، یعنی تولید (y_1^d)، درآمد عوامل تولید (y_2^d) و درآمد نهادهای داخلی جامعه (y_3^d) را نشان می‌دهند. عناصر ماتریس B_n عبارتند از:

ماتریس ضرایب مستقیم تولید = B_{11}

ماتریس ضرایب مستقیم هزینه یا مصرف خانوارها= B_{13}

ماتریس ضرایب متوسط درآمد عوامل تولید= B_{21}

ماتریس ضرایب متوسط تخصیص درآمد عوامل تولید به خانوارها = B_{32}

ماتریس ضرایب متوسط مبادلات درون نهادی و بین نهادی= B_{33}

بر مبنای رابطه (۱) می‌توان برای هریک از سه حساب اصلی و درون‌زای ماتریس حسابداری اجتماعی، یک رابطه تراز تولیدی و تراز درآمدی به‌صورت زیر نوشت:

$$\begin{aligned} y_1^d &= B_{11}y_1^d + 0 + B_{13}y_3^d + X_1 \\ y_2^d &= B_{21}y_1^d + 0 + 0 + X_2 \\ y_3^d &= 0 + B_{32}y_2^d + B_{33}y_3^d + X_3 \end{aligned} \quad (2)$$

روابط فوق، نه تنها تراز تولیدی و تراز درآمدی سه حساب اصلی را نشان می‌دهند بلکه وابستگی‌های متقابل آن‌ها را در فرآیند تولید نیز آشکار می‌کنند. یکی از محاسن

[1]- Sánchez-Chóliz *et al*

Archive of SID

www.SID.ir

اصلی روابط فوق در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی این است که می‌توان اثرات مستقیم و غیرمستقیم هریک از اقلام برون‌زایی (X_1, X_2, X_3) را بر افزایش تولید، افزایش درآمدهای عوامل تولید و نهادهای جامعه محاسبه نمود. این نوع بررسی‌ها نیاز به محاسبه ماتریس ضرایب فزاینده در الگوی ماتریس حسابداری اجتماعی دارند که بر مبنای رابطه (۲) به‌صورت زیر به‌دست می‌آیند.

$$y^d = \left(\mathrm{I} - B_n\right)^{-1} x = Mx$$
$$\left(\mathrm{I} - B_n\right)^{-1} = M \qquad (۳)$$

M به‌صورت رابطه (۴) می‌باشد:

$$M = \begin{bmatrix} M_{AA} & M_{AF} & M_{A\mathrm{I}} \\ M_{FA} & M_{FF} & M_{F\mathrm{I}} \\ M_{\mathrm{I}A} & M_{\mathrm{I}F} & M_{\mathrm{II}} \end{bmatrix} \qquad (۴)$$

در رابطه (۳) $\left(\mathrm{I} - B_n\right)^{-1}$ و یا M یک ماتریس ضرایب فزاینده حسابداری در رویکرد طرف تقاضا ماتریس حسابداری اجتماعی را بیان می‌کند. هر نوع تغییر در X از طریق ماتریس ضرایب فزاینده M می‌تواند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تغییراتی را در y^d ایجاد نماید.

ارقام ماتریس مذکور، زیر ماتریس‌های ضرایب فزاینده تولید در سطح بخش‌های اقتصادی، ضرایب فزاینده درآمد عوامل تولید در سطح بخش‌های اقتصادی و ضرایب فزاینده درآمد خانوارها در سطح بخش‌های مختلف اقتصادی ناشی از سیاست‌های توسعه و گسترش بخش‌ها را به‌طور همزمان به‌دست می‌دهد.

۲-۲- محاسبه بردار انتشار مستقیم کربن ناشی از تولید

گام بعدی محاسبه انتشار کربن مستقیم ناشی از تولید است. برای این منظور لازم است که ضرایب مستقیم انتشار کربن محاسبه گردد. اگر فرض شود که بخشهای اقتصادی فقط شامل سه بخش باشد درآن‌صورت ماتریس $\left(y_1^d\right)$ به‌شکل زیر می باشد:

Archive of SID

www.SID.ir

$$\left[y_{1}^{d} \right] = y_{11}^{d} \quad y_{12}^{d} \quad y_{13}^{d} \tag{۵}$$

با استفاده از این بردار، ضرایب مستقیم کربن را می‌توان به‌صورت زیر محاسبه نمود:

$$\left[\Phi_{j} \right] = L_{1} \quad L_{2} \quad L_{3} \begin{bmatrix} \frac{1}{y_{11}^{d}} & \cdots & 0 \\ \vdots & y_{12}^{d} & \vdots \\ 0 & \cdots & \frac{1}{y_{13}^{d}} \end{bmatrix} = \Phi_{1} \quad \Phi_{2} \quad \Phi_{3} \tag{۶}$$

عناصر Φ_j نشان می‌دهد، به ازای ارزش یک واحد تولید در بخش jام به‌صورت مستقیم چه میزان کربن منتشر می‌شود. L_i مقدار کربن انتشار یافته هر بخش اقتصادی و $y_{1}^{d}{}_{j}$ تولید هر بخش می‌باشد.

۳-۳- محاسبه ضرایب فزاینده کربن

سپس با ضرب ضرایب مستقیم کربن در ماتریس ضرایب فزاینده تولید داخلی، انتشار مستقیم و غیرمستقیم کربن یا ماتریس ضرایب فزاینده کربن بدست می‌آید:

$$\left[\beta_{ij} \right] = \begin{matrix} \Phi_{1} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \Phi_{3} \end{matrix} \begin{bmatrix} MAA_{11} & \cdots & MAA_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ MAA_{31} & \cdots & MAA_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \cdots & \beta_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{31} & \cdots & \beta_{33} \end{bmatrix} \tag{۷}$$

β_{ij} در رابطه (۷)، ماتریس ضریب فزاینده کربن هر بخش را نشان می‌دهد، یعنی هر بخش به ازای ارزش یک واحد تقاضای نهایی محصولات داخلی خود چه میزان کربن به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم انتشار می‌یابد.

در این رابطه $\widehat{\Phi_j}$ ماتریسی قطری است که قطر اصلی آن بردار ضرایب مستقیم کربن محاسبه شده در رابطه (۶) می‌باشد.

بیکنل با جمع ستونی ماتریس ضرایب فزاینده کربن، به ماتریس سطری می‌رسد که ردپای کربن را با پیش ضرب نمودن آن در ماتریس‌های متناظر با نوع ردپای کربن به‌دست

Archive of SID

www.SID.ir

می‌آورد. این امر منجر به خطا در محاسبه مقدار سرمایه طبیعی به‌کار رفته در تولید بخش‌ها می‌شود. در این روش محاسبه، مثلاً سرمایه طبیعی استفاده شده در بخش کشاورزی، در بخش صنعت محاسبه می‌شود، هرچند ممکن است مجموع ارقام ردپاهای سرمایه طبیعی با کل مقدار مصرف شده آن برابر باشد.

همان‌طور که قبلاً ذکر شد فرنگ[1] برای رفع نارسایی این روش، پیشنهاد کرد ماتریس رابطه (۷) تحت عنوان ماتریس ترکیب ضرایب فزاینده سرمایه طبیعی برای محاسبه ردپا به کار گرفته شود.

قابل ذکر است که در ماتریس حسابداری اجتماعی فقط ضرایب فزاینده حاصل از آن که معمولاً بزرگتر از ضرایب فزاینده در داده ستانده می‌باشد جایگزین می‌گردند؛ لذا انتظار می‌رود ضرایب فزاینده کربن بزرگ‌تر این ضرایب در داده ستانده باشد.

۳-٤- محاسبه ردپای کربن در تأمین مصرف داخلی بخش‌های اقتصادی و خانوارها

با پیش ضرب ماتریس ضرایب فزاینده کربن محاسبه شده در رابطه (۷) در ماتریس قطری تقاضای نهایی هریک از دهک‌های خانوارها، ماتریس η_{ij} به‌دست می‌آید. جمع سطری عناصر آن، مقدار کربن مستقیم و غیرمستقیم انتشار یافته برای تأمین تقاضای نهایی داخلی دهک‌های خانوارها را نشان می‌دهد. در واقع، ردپای بوم شناختی کربن در تأمین مصرف نهایی داخلی هر دهک به تفکیک بخش‌های اقتصادی را آشکار می‌کند:

$$\left[\eta_{ij}\right]=\begin{bmatrix}\beta_{11} & \cdots & \beta_{13}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \beta_{31} & \cdots & \beta_{33}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}N_{121} & \cdots & 0\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ 0 & \cdots & N_{123}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\eta_{11} & \cdots & \eta_{13}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \eta_{31} & \cdots & \eta_{33}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1\\ \vdots\\ 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\xi_1\\ \vdots\\ \xi_3\end{bmatrix} \quad (۸)$$

که در آن تقاضای نهایی خانوارها N_{12} با توجه به جدول ۲ از سه بخش اقتصادی به‌صورت $\left[N_{12}\right]=N_{121}\quad N_{122}\quad N_{123}$ تعریف می‌گردد.

1-Freng

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۵- محاسبه ردپای کربن خانوارها به‌واسطه مصرف کالاها و خدمات نهایی وارداتی

رابطه (۸) فقط ردپای کربن خانوارها که ناشی از مصرف کالاها و خدمات داخلی است را مورد محاسبه قرار می‌دهد. برای محاسبه ردپای کربن ناشی از کالاها و خدمات وارداتی فرض اساسی تکنولوژی یکسان کالاهای وارداتی و داخلی[1] در انتشار آلاینده‌ها به‌کار گرفته می‌شود و مقدار مصرف نهایی خانوارها ناشی از واردات، مشابه رابطه (۸) در ضرایب فزاینده انتشار کربن ضرب شده و ردپای کربن وارداتی خانوارها حاصل می‌گردد.

توضیح این که، در چارچوب ماتریس حسابداری اجتماعی، سنجش ردپای کربن به واسطه مصرف کالاها و خدمات وارداتی به دلایل زیر پیچیده است: نخست آنکه ماهیت و جایگاه واردات در نظام حسابداری بخشی به‌شکل ماتریس حسابداری اجتماعی بایستی مشخص گردد. واردات کالاها از نظر ماهیت به دو نوع واردات رقابتی و واردات غیررقابتی تقسیم می‌شود که در سنجش ردپای بوم‌شناختی کربن وارداتی، فرض واردات رقابتی بودن مبنای اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. فقط در چارچوب این فرض، ردپای کربن وارداتی قابل سنجش می‌باشد. چراکه در چارچوب این فرض، فرض برابری تکنولوژی موجود در کشور واردکننده را با سایر کشورهای صادرکننده که ریشه در نظریه‌های تجارت بین‌الملل دارد، فراهم می‌کند. دوم، با توجه به تمرکز در نظام حسابداری ماتریس حسابداری اجتماعی، تفکیک واردات به دو گروه واردات واسطه‌ای و سایر واردات امکان‌پذیر است. تحت این شرایط کربن منتشر شده در هر گروه از واردات قابل سنجش بوده و بدین ترتیب مفهوم ردپای بوم‌شناختی کربن را برجسته‌تر می‌کند.

۱- این فرض یک محدودیت به‌شمار می رود چرا که شدت مصرف انرژی در کشور با سایر کشورها و در نتیجه ضریب فزاینده انتشار کربن متفاوت می باشد. همچنین این ضریب بین کشورهای مختلف تأمین‌کننده واردات کشور ما نیز متفاوت است. لذا محاسبات از واقعیت می تواند مقداری تورش داشته باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

با پیش‌ضرب ماتریس ضرایب فزاینده کربن در ماتریس قطری واردات مصرفی نهایی هر دهک از خانوارها، ردپای کربن ناشی از مصرف کالاها و خدمات نهایی به‌صورت زیر به‌دست می‌آید.

$$[M_i^f] = \left\{ \begin{bmatrix} \beta_{11} & \dots & \beta_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{31} & \dots & \beta_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_1^* & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & m_3^* \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_1 \\ \vdots \\ m_3 \end{bmatrix} \quad (۹)$$

m_i^f در رابطه (۹)، مقدار مستقیم و غیرمستقیم کربن منتشر شده در تولید واردات مصرفی نهایی دهک iاُم خانوارها را نشان می‌دهد. m_i^* مصرف نهایی وارداتی یک دهک از بخش iاُم است.

۳-۶- محاسبه ردپای کل کربن خانوارها

از مجموع ردپای داخلی کربن هر دهک خانوار و ردپای وارداتی آن، کل ردپای کربن هر دهک(CFH) طبق رابطه ۱۰ حاصل می‌گردد.

$$CFH = \sum_{i=1}^{3} \xi_i + \sum_{i=1}^{3} m_i \quad (۱۰)$$

جمع ردپای کربن داخلی و ردپای کربن وارداتی، کل ردپای کربن خانوارها را به‌دست می دهد.

۳-۷- محاسبه ردپای سرانه کل کربن هر دهک خانوار

حال اگر ردپای کل کربن هر دهک(CFH) را بر جمعیت تقسیم نماییم، مقدار سرانه کل ردپای بوم شناختی کربن هر دهک، به‌دست می‌آید.

۳-۸- پایه‌های آماری

مبنای پایه‌های آماری مورد استفاده ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ تدوین شده از سوی مرکز پژوهش‌های مجلس در سال ۱۳۹۴ است که عملیاتی روی آن انجام گرفته

Archive of SID

www.SID.ir

است. در ماتریس نهایی بخش کشاورزی شامل ۱۲ زیر بخش و حامل‌های انرژی به ۶ زیر بخش تفکیک شده‌اند و در کل بخش‌های اقتصادی در این ماتریس از ۷۱ بخش[1] به ۸۶ بخش تفکیک شده اند.(اندایش، ۱۳۹۴) در این ماتریس، خانوارها شامل ده دهک شهری و ده دهک روستایی هستند که بعد از الگوسازی، ردپای کربن دهک‌های خانوارهای شهری و روستایی محاسبه شدند.

با توجه به توضیحات فوق، بررسی کمی سنجش ردپای بوم شناختی کربن منوط به شناخت کافی ماتریس حسابداری اجتماعی است. با توجه به جایگاه واردات در ماتریس حسابداری اجتماعی، سه نوع جدول وجود دارند:

نوع اول: در سطر آخر واردات و ستون آخر صادرات آورده می‌شود اما این صادرات و واردات شامل کالاها و خدمات واسطه‌ای و نهایی با هم است که معلوم نمی‌کند چه میزان از آن به‌صورت واسطه‌ای و چه اندازه مصرف نهایی است.

نوع دوم: که ماتریس داخلی گویند در قسمت ماتریس واسطه بین بخشی فقط داده ستانده داخلی بین بخش‌ها را نشان می‌دهد و در سطر واردات، واردات واسطه‌ای گزارش می‌شود.

نوع سوم: که ماتریس واردات می‌نامند در قسمت ماتریس واسطه بین بخشی فقط داده ستانده وارداتی بین بخش‌ها را نشان می‌دهد و در سطر واردات، واردات نهایی گزارش می‌شود.

در ماتریس حسابداری اجتماعی نوع اول (متعارف)، واردات واسطه‌ای و واردات نهایی با ارقام متناظر داخلی ادغام شده و با توجه به دو فرض اساسی این نوع جداول، سنجش ردپای بوم شناختی کربن با منشأ داخلی و خارجی در تأمین مصرف نهایی جامعه انسانی مشخص امکان‌پذیر نیست. بنابراین، باید همزمان از جدول نوع دوم و سوم که در آن واردات به واردات واسطه‌ای و واردات نهایی تفکیک شده استفاده نمود. از این‌رو در

۱- برای اطلاع از نام بخش های اقتصادی به مرکز پژوهشهای مجلس، پایه های آماری ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ مراجعه شود.

Archive of SID

www.SID.ir

این مقاله از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ تدوین شده توسط مرکز پژوهش‌های مجلس استفاده شده که واردات واسطه و نهایی در آن تفکیک گردیده است.

۳-۸-۱- محاسبه انتشار مستقیم کربن در سطح ۸۶ بخش اقتصادی و دهک‌های خانوارها به تفکیک منبع انتشار

حال باید دید مصرف ۸۶ بخش اقتصادی و دهک‌های خانوارهای شهری و روستایی از این نوع ۸ سوخت به چه صورت است. انرژی‌های مختلفی که مصرف انها موجب انتشار کربن می‌شوند عبارتند از: زغال‌سنگ، بنزین، نفت سفید، گازوئیل، نفت سیاه و کوره، گاز مایع، سوخت‌های نفتی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر و گاز طبیعی.

با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ می‌توان مصرف این اقلام را به‌صورت ارزش ریالی استخراج و همچنین سهم مصرف هر بخش یا نهاد را از هر یک از این سوخت‌ها به‌دست آورد. با به‌دست آوردن این نسبت و ضرب در کل مصرف هر یک از این سوخت‌ها و مقدار کل آلاینده کربن هر کدام از آن‌ها می‌توان مقدار آلاینده مستقیم کربن در هر یک از بخش‌های اقتصادی و دهک‌های خانوارها به تفکیک منبع انتشار به‌دست آورد. با جمع کردن کربن انتشار یافته در هر بخش ناشی از مصرف انرژی‌های مختلف کل انتشار مستقیم کربن در آن بخش به‌دست می‌آید (اندایش، ۱۳۹۴). ارقام مذکور داده‌های اولیه برای محاسبه ردپای کربن در قسمت بعد به‌شمار می‌رود.

٤-تحلیل یافته‌ها

با توجه به پایه‌های آماری و تشریح مدل در قسمت‌های قبلی می‌توان یافته‌های سنجش ردپای کربن خانوارها را به‌ترتیب زیر سازماندهی نمود. ابتدا ضرایب فزاینده مستقیم و غیرمستقیم کربن دهک‌های خانوارهای شهری و روستایی تحلیل می‌شود در ادامه ردپای کربن مصرفی مستقیم و غیرمستقیم دهک‌های خانوارها تبیین شده و در نهایت سرانه ردپای کربن خانوارها در ایران تحلیل می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

٤-١- ضرایب فزاینده، ضرایب مستقیم و غیرمستقیم انتشار کربن خانوارها به تفکیک ده دهک شهری و روستایی

خانوارها در فرآیند مصرف خود به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم موجب انتشار کربن می‌شوند. ضرایب مستقیم همان انتشار مستقیم کربن حاصل از مصرف سوخت‌ها و منابع انرژی هستند که به ازای هر یک میلیون ریال مصرف خانوارها محاسبه می‌شود. اما ضرایب غیرمستقیم بیانگر این هستند که خانوارها از کالاها و خدمات استفاده می‌کنند و چون به واسطه تولید این کالاها و خدمات کربن انتشار می‌یابد لذا خانوارها به‌صورت غیرمستقیم موجب انتشار کربن می‌شوند. جمع این دو اثر ضریب فزاینده انتشار کربن خانوار را تشکیل می‌دهد و بدین معنی است که اگر یک میلیون ریال به هزینه خانوار افزوده شود در آن‌صورت به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم چند کیلوگرم کربن توسط خانوارها انتشار می‌یابد.

نکته قابل توجه این است که ۱۶ تا ۲۴ درصد از ضرایب فزاینده انتشار کربن خانوارها مربوط به ضریب مستقیم و درصد بالایی از آن ضریب غیرمستقیم است. انتشار مستقیم کربن خانوارها به‌واسطه مصرف سوخت‌های فسیلی مثل زغال‌سنگ، نفت سفید، نفت کوره، گازوئیل، بنزین، گاز طبیعی، گاز مایع و سایر سوخت‌ها می‌باشد که خانوارهای شهری و روستایی از این نوع سوخت‌ها استفاده می‌کنند. تقریباً ۷۶ درصد از انتشار کربن مستقیم خانوارها مربوط به مصرف گاز طبیعی، بنزین۱۶ درصد، نفت سفید ۵ درصد و گازوئیل ۲ درصد می‌باشد. سایر سوخت‌ها سهم ناچیزی در انتشار کربن مستقیم خانوارها دارند.

ضرایب فزاینده انتشار کربن در تمامی خانوارهای روستایی بیشتر از خانوارهای شهری است.

دهک‌های اول خانوارهای شهری دارای ضریب فزاینده ۱۱۶ کیلوگرم انتشار کربن به ازای یک میلیون ریال مصرف است دهک دوم تفاوت معنی‌داری دارد و سپس با شیب ثابت برای دهک‌های بعدی افزایش تا اینکه ضریب فزاینده دهک دهم نسبت به دهک نهم

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش می‌یابد و مقدار آن کمتر از ضریب فزاینده دهک هفتم می‌گردد. در خانوارهای روستایی برای دهک اول از ۱۱۶ شروع و یک‌باره برای دهک دوم به ۱۳۲ می‌رسد سپس با شیب ثابت برای دهک‌های بعدی تا دهک هشتم افزایش می‌یابد و در نهایت ضریب فزاینده دهک نهم و دهم کاهش می‌یابد به‌طوری‌که رقم آن کمتر از ضریب فزاینده دهک هفتم می‌شود.

جدول۳- ضرایب فزاینده، ضرایب مستقیم و ضرایب غیرمستقیم انتشار کربن
خانوارها(کیلوگرم به ازای هر یک میلیون ریال)

خانوار	ضرایب فزاینده انتشار کربن	ضرایب مستقیم انتشار کربن	ضرایب غیرمستقیم انتشار کربن
دهک اول شهری	۱۱۵/۸	۲۵/۸	۹۰
دهک دوم شهری	۱۲۶/٤	۳۰/۸	۹۵/٦
دهک سوم شهری	۱۳۰/۷	۳۱/۷	۹۹
دهک چهارم شهری	۱۳٤/٦	۳۲/۱	۱۰۲/٤
دهک پنجم شهری	۱٤۳/۹	۳۵/۷	۱۰۸/۲
دهک ششم شهری	۱٤۷	۳٤/۲	۱۱۲/۹
دهک هفتم شهری	۱۵۲/۷	۳۵/۱	۱۱۷/۵
دهک هشتم شهری	۱۵٦/۸	۳۲/۳	۱۲٤/۵
دهک نهم شهری	۱٦٤/۹	۳۱	۱۳۳/۹
دهک دهم شهری	۱۵۱/۷	۲٤/٤	۱۲۷/۳
دهک اول روستایی	۱۱۵/٦	۲۱/۲	۹٤/٤
دهک دوم روستایی	۱۳۲/۹	۲٦/۸	۱۰٦/۱
دهک سوم روستایی	۱۳۸/۵	۲۸/۲	۱۱۰/۳
دهک چهارم روستایی	۱٤٤	۳۰	۱۱٤
دهک پنجم روستایی	۱۵۰	۳۱/٤	۱۱۸/۷
دهک ششم روستایی	۱٦۰/۷	۳۵	۱۲۵/۷
دهک هفتم روستایی	۱٦۲/٤	۳٦	۱۲٦/٤
دهک هشتم روستایی	۱۷۵	۳۸/۱	۱۳٦/۹
دهک نهم روستایی	۱۷۱/٤	۳۵/۷	۱۳۵/۸
دهک دهم روستایی	۱٦۱/۹	۲۸/٦	۱۳۳/۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

بنابراین می‌توان گفت که در دهک‌های متوسط ضرایب فزاینده انتشار کربن بیشتر از دهک‌های پایین درآمدی و دهک ثروتمند است.

ضرایب فوق نشان دهنده این است که سهم روستاییان در ضرایب فزاینده انتشار کربن بیشتر از شهرنشینان است و همین‌طور خانوارهای متوسط بیشتر از سایر خانوارها. ذکر این نکته ضروری است که ممکن است ضرایب فزاینده مصرف انتشار کربن روستائیان و دهک متوسط درآمدی بالاتر باشد ولی مصرف مطلق خانوارهای پردرآمد آنقدر بالاتر باشد که موجب شود در کل خانوارهای ثروتمند سرانه انتشار مستقیم و غیرمستقیم کربن بیشتری داشته باشند. به‌علاوه ۷۲ درصد از جمعیت ایران، شهری و ۲۸ درصد از جمعیت روستایی هستند لذا ردپای کل کربن خانوارهای شهری می‌تواند بیشتر از خانوارهای روستایی باشد و همچنین تعداد نفر جمعیت در هر دهک در شهر و روستا با همدیگر برابر نیست و می تواند روی ردپای کل هر دهک تأثیر بگذارد. ضرایب فزاینده، مستقیم و غیرمستقیم انتشار کربن دهک‌های خانوارها در جدول (۳) نشان داده شده است.

٤-۲- ردپای کربن ناشی از مصرف دهک‌های خانوارها به تفکیک مصرف کالاها و خدمات داخلی و وارداتی

با توجه به یافته‌ها در جدول (۴) کل ردپای کربن مصرف نهایی خانوارها ۳۳۳ میلیون تن است که ۲۹۲ میلیون تن آن مربوط به ردپای کربن داخلی و ۴۱ میلیون تن آن مربوط به ردپای کربن وارداتی است. بنابر این ۸۸ درصد ردپای کربن خانوارها مربوط به کربن داخلی است. ردپای خانوارهای شهری قابل توجه است به‌طوری‌که ردپای کربن خانوارهای شهری ۲۶۱ میلیون تن و خانوارهای روستایی ۷۲ میلیون تن است. این ارقام ردپای کربن به‌صورت مطلق است و در آخر این قسمت سرانه ردپای کربن هر دهک محاسبه و تحلیل خواهد شد.

اگر چه ضریب فزاینده انتشار کربن برای هزینه‌کرد هر یک واحد برای خانوارهای روستایی بیشتر از خانوارهای شهری است اما به‌دلیل هزینه‌های مصرفی بیشتر و جمعیت

Archive of SID

www.SID.ir

بیشتر، خانوارهای شهری در مجموع ردپای کربن مطلق بیشتری نسبت به خانوارهای روستایی دارند.

دهک‌های متناظر شهری ردپای بیشتری نسبت به دهک‌های متناظر روستایی دارند. به‌طوری‌که که در کل خانوارهای شهری ردپای کربن ۳/۶ برابر خانوارهای روستایی است. هم در خانوارهای شهری و هم روستایی، با افزایش درآمد خانوارها یعنی حرکت از دهک اول به دهک دهم پیوسته ردپای کربن افزوده می‌شود. آنچه یافته‌ها نشان می‌دهند این است که شیب افزایش از دهک اول به دوم زیاد است و سپس با شیب یکسانی افزایش می‌یابد تا اینکه دوباره شیب افزایش از دهک نهم به دهم نیز تندتر می‌شود. تفاوت زیاد بین دهک اول و سایر دهک ها می‌تواند ناشی از شکاف مصرفی این دهک با سایر دهک ها باشد. همچنین دهک دهم نیز شکاف مصرفی بالایی نسبت به دهک نهم دارد اما این مهم باید در مطالعه‌ای جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. ردپای دهک دهم روستایی تقریبا ۸/۵ برابر ردپای کربن دهک اول و فقیر روستایی است. این مورد برای خانوارهای شهری بیش از ۱۰ برابر است.

ردپای کربن دهک‌های دهم خانوارهای شهری و روستایی تفاوت محسوسی با هم دارند. ردپای دهک دهم خانوار شهری ۳/۹ برابر ردپای کربن دهک دهم روستایی است. اما اگر کل ردپای هر دهک تقسیم بر کل هزینه‌های مصرفی آن دهک شود و به کیلوگرم تبدیل گردد در آن‌صورت می‌توان نشان داد که هر دهک به ازای هر یک میلیون ریال هزینه مصرفی چند کیلوگرم کربن انتشار می‌دهند. این شاخص شاید اثرگذاری هر دهک بر ردپای کربن را بهتر مشخص کند. طبق شاخص مذکور خانوارهای روستایی بیشتر از خانوارهای شهری و دهک‌های متوسط بیشتر از دهک‌های پایین و بالا درآمدی، ردپای کربن به ازای هر میلیون ریال مصرف دارند. ستون پنجم جدول (۴) این مهم را تبیین می‌نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول٤- ردپای کربن انتشار یافته ناشی از مصرف دهک‌های خانوارها به تفکیک مصرف کالاها و خدمات داخلی و وارداتی سال ۱۳۹۰ (تن)

خانوار	ردپای کربن ناشی از مصرف کالاها و خدمات داخلی(تن)	ردپای کربن ناشی از مصرف کالاها و خدمات وارداتی(تن)	کل ردپای کربن خانوار(تن)	ردپای کربن به ازای هر یک میلیون ریال مصرف(کیلوگرم)	جمع ردپای کربن خانوارهای شهری و روستایی(تن)
دهک اول شهری	٦١٦٢٨٩٧	٩٣٦٧٦٢	٧٠٩٩٦٦٠	١٠٤/٢	
دهک دوم شهری	٩٠٥١٩٣٦	١٤٥٥٠٦٩	١٠٥٠٧٠٠٥	١٠٦/٣	
دهک سوم شهری	١١٤٧٠٩٦٣	١٥١٥١٤٦	١٢٩٨٦١٠٩	١٠٦/٧	
دهک چهارم شهری	١٣٧٠٠٠٦١	١٨٩٨١٦٠	١٥٥٩٨٢٢١	١٠٧/١	
دهک پنجم شهری	١٦٠٥١٧٨٠	٢١٠٠٥٦٨	١٨١٥٢٣٤٨	١٠٨	
دهک ششم شهری	١٩٦٤٩٥٣٩	٢٥٤٨٨٩٠	٢٢١٩٨٤٢٩	١١٠/٥	٢٦٠٤٦٧١١٣
دهک هفتم شهری	٢٣٢٦٢٨١١	٣١٧١٨٠٥	٢٦٤٣٤٦١٧	١١١	
دهک هشتم شهری	٢٨٨٠٧٤٧٥	٣٨١١٦٢٨	٣٢٦١٩١٠٣	١١٢/٥	
دهک نهم شهری	٣٧٥٠٦٠١٤	٤٩٢٧١٢٧	٤٢٤٣٣١٤٢	١١٣/٩	
دهک دهم شهری	٦٣٧٣٩١٨٣	٨٦٩٩٢٩٦	٧٢٤٣٨٤٧٩	١١١/٣	
دهک اول روستایی	١٨٧٣١٩٦	٣١٠٥٨٠	٢١٨٣٧٧٦	١١٣/٨	
دهک دوم روستایی	٢٧٩٠٤٣٥	٤٦٥٧٧٩	٣٢٥٦٢١٥	١١٧/٥	
دهک سوم روستایی	٣٤٥٠٦٣٨	٦٠٣٨٠٥	٤٠٥٤٤٤٣	١١٩/٤	
دهک چهارم روستایی	٤٠٦٣٤١٨	٦٢٠٤٩٥	٤٦٨٣٩١٣	١١٨/٥	
دهک پنجم روستایی	٤٦٨٧٩٥٣	٧١٦٣٩٢	٥٤٠٤٣٤٥	١١٩	٧٢٣٧٤٦٧٥
دهک ششم روستایی	٥٥٠٠٠٩٠	٩٠٦٦٥٥	٦٤٠٦٧٤٤	١٢٠/٩	
دهک هفتم روستایی	٦٣٤٨٩٩٢	٩٥٦٣٩٢	٧٣٠٥٣٨٤	١١٩/٥	
دهک هشتم روستایی	٧٨٣٢١٢٩	١١٢٧٨٣٥	٨٩٥٩٩٦٣	١٢٠/٦	
دهک نهم روستایی	٩٨٨٢٤٩٠	١٥٠٦٠٣١	١١٣٨٨٥٢١	١٢١/٩	
دهک دهم روستایی	١٦٢٤٩٢٧٠	٢٤٨٢١٠٠	١٨٧٣١٣٧٠	١١٩/٢	
جمع	٢٩٢٠٨١٢٧١	٤٠٧٦٠٥١٧	٣٣٢٨٤١٧٨٨	١١٢/٥	٣٣٢٨٤١٧٨٨

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

٤-۳- سرانه ردپای کربن افراد ایرانی در هر کدام از دهک‌های خانوارها

جهت تحلیل سهم هر نفر از افراد ایرانی در ردپای کربن باید سرانه ردپای کربن در هر یک از دهک‌های خانوارهای شهری و روستایی محاسبه شود. جمعیت شهری (۵۳/۶ میلیون نفر) و روستایی (۲۱/۵ میلیون نفر) متفاوت است و همچنین ده درصد جمعیت در هر دهک وجود ندارد (هر دهک ده درصد خانوار را شامل می‌شود و بعد خانوارها در دهک‌ها متفاوت است لذا جمعیت دهک‌ها مساوی نیستند).

در جدول (۵) جمعیت هر دهک آورده شده است. در ستون سوم این جدول سرانه ردپای کربن مصرف کالاها و خدمات داخلی به کیلوگرم در سال محاسبه شده است که از تقسیم ردپای کربن ناشی از مصرف داخلی خانوارها به جمعیت هر دهک به‌دست آمده است. بر این اساس سرانه ردپای کربن داخلی هر نفر جمعیت در دهک‌های شهری بیشتر از دهک‌های روستایی است. با حرکت از دهک اول به دهک دهم هم در خانوارهای شهری و هم روستایی، ردپای سرانه کربن نیز افزوده می‌شود اما بین دهک اول و دوم شیب زیادی وجود دارد و سپس با شیب ثابت افزوده می‌شود تا اینکه با حرکت از دهک نهم به دهم شیب خیلی تند می‌شود. در دهک دهم ردپای کربن داخلی سرانه جمعیت شهری تقریباً ۱/۸ برابر جمعیت دهک دهم روستایی است.

ستون چهارم سرانه ردپای کربن مصرف کالاها و خدمات وارداتی جمعیت هر دهک به کیلوگرم را نشان می‌دهد. این ردپای سرانه نیز از همان خصوصیات ردپای سرانه کربن داخلی برخوردار است. ستون پنجم (جمع دو ستون قبلی) کل سرانه ردپای کربن هر نفر در هر دهک به کیلوگرم را گزارش می‌کند. سرانه ردپای کربن یک نفر در دهک اول شهری ۱۱۲۴ کیلوگرم در سال ۱۳۹۰ بوده است درحالی‌که برای یک نفر در دهک دهم شهری ۱۷۱۳۴ کیلوگرم در سال است.

سرانه ردپای کربن یک نفر در دهک اول روستایی ۹۶۵ کیلوگرم در سال و این سرانه برای یک نفر در دهک دهم خانوار روستایی معادل ۹۸۰۳ کیلوگرم در سال است. میانگین سرانه کشوری معادل ۴۴۲۹ کیلوگرم در سال است.

Archive of SID

www.SID.ir

بنابراین سرانه ردپای کربن یک نفر در خانوارهای شهری بیشتر از روستایی و در دهک‌های بالا بیشتر از دهک‌های پایین است. اما اگر به ازای هر یک میلیون ریال مصرف دهک، ردپای کربن محاسبه شود قبلاً دیدیم که خانوارهای شهری بیشتر از خانوارهای روستایی و دهک‌های متوسط درآمدی بیشتر از دهک‌های پایین و بالای درآمدی به ازای هر یک میلیون ریال مصرف به ردپای کربن خودشان می‌افزایند.

جدول ۵- سرانه ردپای کربن افراد ایرانی در سال ۱۳۹۰ (کیلوگرم در سال)

خانوار	جمعیت هر دهک	سرانه ردپای کربن مصرف کالاها و خدمات داخلی	سرانه ردپای کربن مصرف کالاها و خدمات وارداتی	کل سرانه ردپای کربن
دهک اول شهری	٦٣١٤٢٧٦	٩٧٦	١٤٨	١١٢٤
دهک دوم شهری	٥٩٦٣٧٥٥	١٥١٨	٢٤٤	١٧٦٢
دهک سوم شهری	٥٨٠٦٥٧٦	١٩٧٦	٢٦١	٢٢٣٦
دهک چهارم شهری	٥٦٦٨٨١٣	٢٤١٧	٣٣٥	٢٧٥٢
دهک پنجم شهری	٥٤٣٦٠٩٥	٢٩٥٣	٣٨٦	٣٣٣٩
دهک ششم شهری	٥٣٦٣٩٧٢	٣٦٦٣	٤٧٥	٤١٣٨
دهک هفتم شهری	٥٢٠٨٣٤٨	٤٤٦٦	٦٠٩	٥٠٧٥
دهک هشتم شهری	٥٠١٦٣٩٨	٥٧٤٣	٧٦٠	٦٥٠٢
دهک نهم شهری	٤٦٤٠٦٨٢	٨٠٨٢	١٠٦٢	٩١٤٤
دهک دهم شهری	٤٢٢٧٧٤٦	١٥٠٧٦	٢٠٥٨	١٧١٣٤
دهک اول روستایی	٢٢٦٣٨٠٥	٨٢٧	١٣٧	٩٦٥
دهک دوم روستایی	٢٣٢٨١٠١	١١٩٩	٢٠٠	١٣٩٩
دهک سوم روستایی	٢٢٧٩١٣٦	١٥١٤	٢٦٥	١٧٧٩
دهک چهارم روستایی	٢٢٢١٩٩٨	١٨٢٩	٢٧٩	٢١٠٨
دهک پنجم روستایی	٢٢٠٢٨٢٠	٢١٢٨	٣٢٥	٢٤٥٣
دهک ششم روستایی	٢١١٤٠٥١	٢٦٠٢	٤٢٩	٣٠٣١
دهک هفتم روستایی	٢١٣٠٢٧٠	٢٩٨٠	٤٤٩	٣٤٢٩
دهک هشتم روستایی	٢٠٨٢١٥٩	٣٧٦٢	٥٤٢	٤٣٠٣
دهک نهم روستایی	١٩٦٩٩٦٦	٥٠١٧	٧٦٤	٥٧٨١
دهک دهم روستایی	١٩١٠٧٠١	٨٥٠٤	١٢٩٩	٩٨٠٣
جمع	٧٥١٤٩٦٦٩	٣٨٨٧	٥٤٢	٤٤٢٩

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

۵- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادهای سیاستی

این مقاله در پی پاسخ به سؤالات زیر بود: ردپای بوم شناختی کربن دهک‌های خانوارها به تفکیک دهک‌های شهری و روستایی چه مقدار است؟ کدام دهک‌ها ردپای بوم شناختی کربن بیشتری دارند؟ در کل خانوارها چند درصد از کل ردپای بوم شناختی کربن در کشور را تشکیل می دهند؟ و سرانه ردپای بوم شناختی کربن هر نفر در هر دهک درآمدی چقدر است؟

با توجه به یافته‌های تحقیق در پاسخ به سؤالات فوق می‌توان نتیجه گرفت که کل ردپای کربن مصرف نهایی خانوارهای ایرانی در سال ۱۳۹۰ معادل ۳۳۳ میلیون تن یا ۶۴ درصد از کل ردپای کربن کشور است و ۳۶ درصد دیگر به ردپای کربن مصرف نهایی دولت، صادرات و سایر مصارف مربوط می‌باشد. ضرایب فزاینده مستقیم کربن نشان داد که از کل ردپای کربن خانوارها به‌طور متوسط ۳۵ درصد به ردپای مستقیم اختصاص دارد و قسمت عمده آن مربوط به ردپای غیرمستقیم که ناشی از مصرف کالاها و خدمات بخش‌های تولیدی و آلاینده‌زا است. قسمت اعظم ردپای مستقیم مربوط به مصرف گاز طبیعی توسط خانوارها است.

۸۸ درصد از کل ردپای کربن خانوارها مربوط به ردپای کربن داخلی و ۱۲ درصد آن مربوط به ردپای کربن وارداتی است. ردپای خانوارهای شهری قابل توجه است به‌طوری‌که ردپای کربن خانوارهای شهری ۲۶۱ میلیون تن و خانوارهای روستایی ۷۲ میلیون تن است. دهک‌های متناظر شهری ردپای بیشتری نسبت به دهک‌های متناظر روستایی دارند. به‌طوری‌که که در کل خانوارهای شهری ردپای کربن ۳/۶ برابر خانوارهای روستایی است. هم در خانوارهای شهری و هم روستایی، با افزایش درآمد خانوارها یعنی حرکت از دهک اول به دهک دهم پیوسته ردپای کربن افزوده می‌شود.

آنچه یافته‌ها نشان می‌دهند این است که شیب افزایش از دهک اول به دوم زیاد است و سپس با شیب یکسانی افزایش می‌یابد تا اینکه دوباره شیب افزایش از دهک نهم به دهم نیز تندتر می‌شود. ردپای دهک دهم روستایی تقریباً ۸/۵ برابر ردپای کربن دهک اول

Archive of SID

www.SID.ir

و فقیر روستایی است. این مورد برای خانوارهای شهری بیش از ۱۰ برابر است. ردپای کربن دهک‌های دهم خانوارهای شهری و روستایی تفاوت محسوسی با هم دارند. ردپای دهک دهم خانوار شهری ۳/۹ برابر ردپای کربن دهک دهم روستایی است.

در ارتباط با سرانه ردپای هر نفر در هر دهک خانوار می‌توان نتیجه گرفت که سرانه ردپای کربن یک نفر در دهک اول شهری ۱۱۲۴ کیلوگرم در سال ۱۳۹۰ بوده است درحالی که برای یک نفر در دهک دهم شهری ۱۷۱۳۴کیلوگرم در سال است. سرانه ردپای کربن یک نفر در دهک اول روستایی ۹۶۵ کیلوگرم در سال و این سرانه برای یک نفر در دهک دهم خانوار روستایی معادل ۹۸۰۳ کیلوگرم در سال است. بنابراین سرانه ردپای کربن یک نفر در خانوارهای شهری بیشتر از روستایی و در دهک‌های بالا بیشتر از دهک‌های پایین است.

نتایج این مقاله با گزارش‌های سالانه آژانس بین‌المللی انرژی[1] مطابقت دارد. جدول (۶) انتشار کربن به ازای هر دلار و انتشار کربن برحسب سرانه جمعیتی را برای برخی گروه کشورها، طبق گزارش فوق را منعکس می نماید.

بر اساس داده‌های جدول ۶، انتشار کربن به ازای هر دلار تولید ناخالص داخلی، در کشورهای با درآمد بالا کمتر از کشورهای کم درآمد است و همان‌طور که در یافته های این مقاله مشاهده شد ضریب فزاینده انتشار کربن خانوارهای شهری کمتر از خانوارهای روستایی بود که این نتایج در آن راستا می باشد. ستون آخر جدول مذکور نشان می دهد که سرانه انتشار کربن کشورهای ثروتمند بیشتر ازکشورهای کم درآمد است، بر این اساس صحت یافته‌های این تحقیق که نشان داد ردپای کربن خانوارهای ثروتمند بیشتر از خانوارها کم درآمد است مورد تأیید قرار می گیرد.

1- International Energy Agency(IEA)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول٦- انتشار کربن به نسبت تولید ناخالص داخلی و جمعیت برخی گروه کشورها(سال۲۰۱۲)

گروه کشورها	انتشار کربن(کیلوگرم) به ازای یک دلار تولید ناخالص داخلی	انتشار کربن(تن) به ازای هر نفر جمعیت
جهان	۰/۳۸	٤/٤٧
OECD	۰/۳۰	۹/٥٦
غیر *OECD*	۰/٤۲	۳/۱۸
OECD آمریکایی	۰/۳٥	۱۲/٥٥
OECD اروپایی	۰/۲۳	٦/٥۲
OECD آسیایی	۰/۳٤	۱۰/۷٤
اتحادیه اروپا	۰/۲۳	٦/۷٥
غیر *OECD* اروپایی	۰/٦٤	۷/٦٦
ایران	۰/٤۷	٦/۷٦

مأخذ: آژانس بین المللی انرژی(۲۰۱٥)

با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان چند توصیه سیاستی را برای سیاست‌گذاران جهت برنامه‌ریزی در سطح کشور پیشنهاد نمود:

* توجه جدی سیاستگذاران به در نظرگرفتن ردپاهای کربن، در مزیت‌های نسبی و رقابتی و امتناع از بی‌اهمیت دانستن انها در تجارت خارجی.

* برنامه ریزی میان‌مدت و بلندمدت برای کاهش انتشار مستقیم و غیرمستقیم کربن بخش‌های اقتصادی بیشتر آلاینده زا با استفاده از تسهیلات تکنولوژیکی و رعایت استانداردهای بالاتر، مشارکت تولیدکنندگان، و سایر ابزارهای سیاستی.

* برنامه‌ریزی‌های دقیق منطقه‌ای برای توزیع صنایع آلاینده براساس معیارهای منطقی و صحیح.

* مالیات‌گیری از مصرف کالاها و خدمات و عوارض‌گیری از تولید بخش‌هایی که ضریب فزاینده انتشار کربن بیشتری نسبت به سایر بخش‌ها دارند و یا اینکه ابزار متناسب سیاستی برای کاهش انتشار گازهای این بخش‌ها به‌کار گرفته شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

اصغرپور، حسین، داود بهبودی و رباب محمدی خانقاهی(۱۳۹۲)، «اثرات توسعه اقتصادی و توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست در کشورهای منتخب عضو اوپک»، *فصلنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال دوم، شماره ۶،صص ۱-۲۶.

اندایش، یعقوب(۱۳۹۴)، «بررسی اثرات زیست محیطی مصرف خانوارها به تفکیک بخش‌های اقتصادی در ایران: با استفاده از روش ردپای اکولوژیک (EP) و ماتریس حسابداری اجتماعی (SAM)»، رساله دکتری، *دانشگاه تبریز*، دانشکده اقتصاد.

بانوئی، علی اصغر و فاطمه بزازان(۱۳۸۵)، نقش و اهمیت ابعاد اقتصاد فضا در محاسبه جداول داده - ستانده منطقه ای: پدیده فراموش شده در ایران، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، دوره ۸*، شماره ۲۷، تابستان ۱۳۸۵، صص ۸۹-۱۱۴

بانوئی، علی اصغر، فرشاد مومنی و سیمین عزیز محمدی(۱۳۹۲)، «سنجش ردپای بوم شناختی زمین در بخش‌های مختلف اقتصادی ایران با استفاده از رویکرد جدول داده- ستانده»، *فصلنامه سیاست گذاری پیشرفت اقتصادی*، سال اول، شماره ۱، صص ۳۵-۶۶.

بهبودی، داود و اسماعیل برقی گلعذانی(۱۳۸۷)، «اثرات زیست محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران»، *فصلنامه اقتصاد مقداری*، سال پنجم، شماره ۴ (پیاپی ۱۹)، صص ۳۵-۵۳.

بهبودی، داود، اسماعیل برقی گلعذانی و سیاب ممی پور(۱۳۹۳)، «بررسی تاثیر رشد اقتصادی بر آلودگی محیط زیست در کشورهای نفتی»، *پژوهشنامه اقتصاد کلان*، سال نهم، شماره ۱۷، نیمه اول ۱۳۹۳، صص ۵۲-۳۷

بهبودی، داود، سیمین کیانی و سعید ابراهیمی(۱۳۹۰)،« رابطه علی انتشار دی اکسید کربن، ارزش افزوده بخش صنعت و مصرف انرژی در ایران»، *فصلنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال اول، شماره ۱، صص ۳۳-۵۳.

Archive of SID

www.SID.ir

بهبودی، داود، فیروز فلاحی و اسماعیل برقی گلعذانی(۱۳۸۹)، «عوامل اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر انتشار سرانه‌ی دی اکسید کربن در ایران (۱۳۸۳-۱۳۴۶)»، *فصلنامه تحقیقات اقتصادی*، شماره ۹۰، صص ۱-۱۷.

پورعبادالهان کویچ، محسن، برقی اسکویی، محمدمهدی، سیدکمال صادقی وایرج قاسمی (۱۳۹۳)، «تجزیه عوامل مؤثر بر تغییرات انتشار آلودگی دی اکسیدکربن در زیربخش های صنعتی ایران»، *فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی*، دوره ۳، شماره ۹، صص ۱۳۱-۱۱۵.

صادقی، سید کمال (۱۳۹۲)، «بررسی رابطه انتشار گاز دی اکسید کربن و آلودگی آب در ایران با نگرش اقتصاد محیط زیست»، *فصلنامه فضای جغرافیایی*، دوره ۱۳، شماره ۴۳، صص ۲۲۷-۲۰۹

صادقی، سید کمال و سعید ابراهیمی (۱۳۹۲)، «تاثیر توسعه مالی، تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی بر آلودگی محیط زیست در ایران رهیافت(ARDL)»، *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی*، سال دوم، شماره ۷ ، صص۷۳-۴۳

صادقی، سید کمال و مجید فشاری(۱۳۸۹)، «برآورد رابطه بلندمدت بین صادرات و شاخص های کیفیت زیست‌محیطی؛مطالعه موردی ایران (۱۳۵۰-۱۳۸۶)»، *فصلنامه تحقیقات اقتصادی ایران*، دوره ۱۵، شماره ۴۴، صص ۸۳-۶۷

صادقی، سیدکمال، متفکرآزاد، محمد علی، عبادالهان محسن پور و اتابک شهباززاده(۱۳۹۱)، «بررسی رابطه علی بین انتشار دی اکسید کربن، سرمایه گذاری مستقیم خارجی، سرانه مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در ایران (رهیافت آزمون علیت تودا-یاماموتو)»، *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی*، سال اول، شماره ۴، صص ۱۱۷-۱۰۱

فلاحی، فیروز و صمد حکمتی فرید(۱۳۹۲)، «بررسی عوامل موثر بر میزان انتشار گاز دی اکسیدکربن در استان‌های کشور (رهیافت داده‌های تابلویی)»، *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی* ، شماره ۶، بهار ۱۳۹۲ صص ۱۵۰-۱۲۹

متفکر آزاد، محمد علی، انرجانی، اکبر، خسروشاهی و سیدکمالی صادقی(۱۳۹۲)، «تاثیر انتقال فناوریهای کالایی و غیرکالایی خارجی بر توسعه پایدار درایران: با تأکید بر

Archive of SID

www.SID.ir

انتشار دی اکسید کربن (آزمون سایکنون- لوتکیپول)»، *کنفرانس علوم کشاورزی و محیط زیست*، شیراز.

مرکز آمار ایران (۱۳۹۰)، «نتایج کلی سرشماری نفوس و مسکن کل کشور»، *مرکز آمار ایران*، ۱۳۸۵، ایران، تهران.

مرکز پژوهش‌های مجلس (۱۳۹۴)، بهنگام سازی جدول داده-ستاتده و ماتریس حسابداری اجتماعی و طراحی الگوی CGE و کاربردهای انها در سیاستگذاری اقتصادی – اجتماعی. دفتر مطالعات اقتصادی، شماره مسلسل ۱۲۴۵۳.

مرکز پژوهش‌های مجلس(۱۳۹۴)، «گزارش پایه‌های آماری ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰»، *مرکز پژوهشهای مجلس*، دفتر مطالعات اقتصادی (بهار ۱۳۹۴)

منظور، داود و ایمان حقیقی (۱۳۹۰). «آثار اصلاح قیمت‌های انرژی بر انتشار آلاینده‌های زیست محیطی در ایران؛ مدل سازی تعادل عمومی محاسبه پذیر». *مجله محیط شناسی*، شمارهٔ ۶۰، صص ۱۲-۱.

وزارت نیرو(۱۳۹۰)، «ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۰»، *وزارت نیرو*.

Bicknell, K.B., Ball, R.J., Cullen, R., Bigsby, H.R.(1998). "Newmethodology for the Ecological Footprint with an Application to the New Zealand Economy". *Ecological Economics*, No 27,PP.149– 160.

BP (2007), "What is a Carbon Footprint?" ,*Internet site:* http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/STAGING/global_assets/downloads/A/ABP_ADV_what_ on_earth_is_a_carbon_footprint.pdf

Bullard, C.W., Penner, P.S. and Pilati, D.A. (1978). "Net Energy Analysis: Handbook for Combining Process and Input-Output Analysis". *Resources and Energy Vol.* 1, No.3, PP. 267-313..

Carbon Trust (2007) "Carbon Footprint Measurement Methodology, Version 1.1". 27 February 2007, *The Carbon Trust*, London, UK. http://www.carbontrust.co.uk.

DEFRA (2007). "Step Forward on Reducing Climate Change Iimpacts From Products." *DEFRA press release, 30 May 2007*, from http://www.defra.gov.uk/news/2007/ 070530a.htm.

Archive of SID

www.SID.ir

Eckel, A. (2007). "The Reality of Carbon Neutrality Energetics London", *Gravure* Vol. 21, No. 2, PP. 35-36.

ETAP (2007). "The Carbon Trust Helps UK Businesses Reduce their Environmental Impact", *Press Release* ,http://ec.europa.eu/ environment/etap/pdfs/jan07_carbon_trust _initiative.pdf

Ferng, J. (2001). "Using Composition of Land Multiplier to Estimate Ecological footprints Associated with Production Activity". *Ecological Economics* No 37.PP. 159–172.

Foran, B., Lenzen, M. and Dey, C. (2005). "Balancing Act: A Triple Bottom Line Analysis of the 135 sectors of the Australian Economy". *CSIRO Resource Futures and the University of Sydney*, Canberra, ACT, Australia. www.cse.csiro.au/research/ balancingact

Grub and Ellis (2007). "Meeting the Carbon Challenge: The Role of Commercial Real Estate Owners", *Users & Managers*, Chicago.

Hammond, G. (2007). "Time to give Due Weight to the 'Carbon Footprint' Issue".*Nature* Vol. 445, No.7125 p. 256.

Haven, J. (2007). "A Definition of 'Carbon Footprint", *Environment Business* 129: 27.

Heijungs, R. and Suh, S. (2002). "The Computational Structure of Life Cycle Assessment". *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, The Netherlands.

Hubacek, K. , Guan, D. , Barrett, J. & Wiedmann, T. (2009). "Environmental Implications of Urbanization and Lifestyle Change in China: Ecological and Water Footprints". *Journal of Cleaner Production*, No. 17,PP. 1241–1248.

International Energy Agency(IEA) (2015), "Co2 Emissions from Fuel Combustion Highlights", https://www.iea.org/publications/ freepublications/publication/CO2EmissionsFromFuelCombustionHighlights2015.

Jacobsen, R., V. Vandermeulen, G. Vanhuylenbroeckand X. Gellynck, (2014), "A Life Cycle Assessment Application:The Carbon Footprint of Beef in Flanders (Belgium)", *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors*,Vol. 2, Edited by Subramanian Senthilkannan Muthu, Springer.

Lenzen, M. (2001). "Errors in Conventional and Input- Output-based Life-Cycle Inventories". *Journal of Industrial Ecology* Vol. 4, No.4, PP. 127-148.

Archive of SID

www.SID.ir

Lenzen, M. , Murray, S. A.(2001). "A modified ecological footprint method and its application to Australia". *Ecological Economics* No 37.PP. 229–255.

Lenzen, M., Murray, S.A.(2003). "The Ecological Footprint—Issues and Trends*". ISA Research Paper* 01-03. The University of Sydney.

Li, X. , Tian, M. , Wang, H. , Wang, H. & Yu, J. (2014). "Development of an Ecological Security Evaluation Method Based on The Ecological Footprint And Applicationto A Typical Steppe Region In China". Ecological Indicators, No. 39, PP. 153-159.

Mattila, T., J. Judl and J. Seppälä, (2014),"Carbon Footprint of Mobile Devices:Open Questions in Carbon Footprintingof Emerging Mobile ICT Technologies", *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors*, Vol. 1, Edited by Subramanian Senthilkannan Muthu, Springer.

Nakamura, Sh. and Y. Kondo, (2009), "Waste Input-Output Analysis", *Eco-EfficIency in Industry and Science*, vol.6 , *Springer*.

Pandey, D. and M. Agrawal, (2014), "Carbon Footprint Estimation in the Agriculture Sector", *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors*, Vol. 1, Edited by Subramanian Senthilkannan Muthu , Springer.

Patel, J. (2006). "Green Sky Thinking". *Environment Business*, No.122, P. 32.

Patz Jonathan A., Diarmid Campbell-Lendrum, Tracey Holloway & Jonathan A. Foley(2005), "Impact of Regional Climate Change on Human Health", *nature*,Vol. 438, No.7066, PP.310-7.

POST (2006) "Carbon footprint of electricity generation". *POSTnote* 268, October 2006, Parliamentary Office of Science and Technology, London, UK. http://www .parliament.uk/ documents/upload/postp n268.pdf.

Quinteiro, P., M. Almeida, A. Cláudia Dias, A. Araújoand L. Arroja, (2014),"The Carbon Footprint of Ceramic Products", *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors*, Edited by Subramanian Senthilkannan Muthu, Vol. 1, *Springer*.

Röös, E., C. Sundberg and P. A. Hansson, (2014), "Carbon Footprint of Food Products", *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors*, Vol. 1, Edited by Subramanian Senthilkannan Muthu, Springer.

Archive of SID

www.SID.ir

Sanyé-Mengual, E., R.G. Lozano, J. Oliver-Solà,C.M. Gasol and J. Rieradevall, (2014), "Eco-Design and Product Carbon Footprint Use in the Packaging Sector", *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors*, Vol. 1, Edited by Subramanian Senthilkannan Muthu, Springer.

Sanyé-Mengual, E., R.G. Lozano, J. Oliver-Solà,C.M. Gasol and J. Rieradevall, (2014), "Eco-Design and Product CarbonFootprint Use in the Packaging Sector", *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors*, Vol. 1, Edited by Subramanian Senthilkannan Muthu, Springer.

Sanyé-Mengual, E., R.G. Lozano, R. Farreny, J. Oliver-Solà, C.M. Gasol and J. Rieradevall, (2014), "Introduction to the Eco-DesignMethodology and the Role of Product Carbon Footprint", *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors*, Vol. 1, Edited by Subramanian Senthilkannan Muthu, Springer.

SEI, WWF and CURE (2006). "Counting Consumption - CO2 emissions, material flows and Ecological Footprint of the UK by region and devolved country". *Published by WWF-UK, Godalming, Surrey*, UK, 2006.http://www.ecological budget.org.uk.

Solís-Guzmán, J., A. Martínez-Rocamora and M. Marrero, (2014), "Methodology for Determining the Carbon Footprint of the Construction of Residential Buildings" , *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors*, Edited by Subramanian Senthilkannan Muthu, Vol. 1, Springer.

Suh, S., Lenzen, M., Treloar, G.J., Hondo, H., Horvath, A., Huppes, G., Jolliet, O., Klann, U., Krewitt, W.,Moriguchi, Y., Munksgaard, J. and Norris, G. (2004)."System Boundary Selection in Life-Cycle Inventories Using Hybrid Approaches". *Environmental Science &Technology*, Vol. 38, No.3, PP. 657-664.

Teng, J. & Wu, X. (2014). " Eco-footprint-based Life-Cycle Eco-Efficiency Assessment of Building Projects ". *Ecological Indicators*, Vol. 39, April 2014, PP. 160– 168.

Thorbecke. E and Jung, H.-S. (1996), "A Multiplier Decomposition Method to Analyze Poverty Alleviation", *Journal of Development Economics*, Vol. 48, No. 2,, pp. 253-277.

Varun and Manish Kumar Chauhan, (2014), "Carbon Footprint and Energy Estimationof the Sugar Industry: An Indian CaseStudy", *Assessment of Carbon Footprintin DifferentIndustrial Sectors*,Vol. 2, Edited by Subramanian Senthilkannan Muthu, Springer.

Archive of SID

www.SID.ir

Vázquez-Rowe, I., P. Villanueva-Rey, M.T. Moreiraand G. Feijoo, (2014), "A Review of Energy Use and Greenhouse Gas Emissions from Worldwide Hake Fishing", *Assessment of Carbon Footprintin Different Industrial Sectors*,Vol. 2, Edited by Subramanian Senthilkannan Muthu, Springer.

Wackernagel M. and Rees W. (1996). "Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth", *New Society Publishers, Gabriola Island*, B. C., Canada.

Wackernagel, M. (1994). "Ecological Footprint and Appropriated Carrying Capacity: A Tool for Planning Toward Sustainability". *PhD thesis.* Vancouver, Canada: School of Community and Regional Planning. The University of British Columbia. OCLC 41839429.

Wei, X. Y. & Xia, J. X. (2012). " Ecological Compensation for Large Water Projects Based on Ecological Footprint Theory: A Case Study in China ". *Procedia Environmental Sciences*, Vol.13, PP. 1338-1345.

Wiedmann, T., Barrett, J. and Lenzen, M. (2007)."Companies on the Scale - Comparing and Benchmarking the Footprints of Businesses".*International Ecological Footprint Conference*, May 8-10, 2007, Cardiff, UK.http://www.brass.cf .ac.uk/uploads/Wiedmann_et_al_P36.pdf; http://www.isaresearch.co.uk/docs/ Wiedmann_et_al_2007_Cardiff_Companies_EF.pdf.

Wiedmann, T., J. Minx, J. Barrett, M. Wackernagel, (2005), "Allocating Ecological Footprints to Final Consumption categories With Input–Output Analysis", *Ecological Economics*, Vol. 56, No. 1, PP. 28– 48.

Zhao, R., X. Chuai, X. Huang, L. Laiand J. Peng, (2014), "Carbon Emission and Carbon Footprintof Different Industrial Spaces in DifferentRegions of China", *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors*, Vol. 1, Edited by Subramanian Senthilkannan Muthu, Springer.

Archive of SID

www.SID.ir