

شناسایی بخش‌های کلیدی اقتصاد ایران بر اساس کمترین انتشار آلاینده کربن دی‌اکسید با استفاده از رویکرد ماتریس حسابداری اجتماعی

مهسا تیموری

کارشناس ارشد اقتصاد (نویسنده مسئول)

teymouri.mahsa69@gmail.com

فاطمه بزازان

دانشیار گروه اقتصاد

fbazzazan@alzahra.ac.ir

یعقوب اندایش

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید چمران

Andayesh230@gmail.com

امروزه آلودگی به یکی از چالش‌های اصلی مدیریتی کشورها تبدیل شده است؛ به گونه‌ای که کشورها علاوه بر سیاست‌ها و اقدامات درون مرزهای خود، سامان‌دهی آلودگی را در حوزه بین‌المللی نیز دنبال می‌کنند. ایران به عنوان کشوری در مسیر توسعه، برای دستیابی به رشد مستمر توأم با حفظ محیط زیست، لازم است به مبحث شدت انرژی و نیز انتشار آلاینده گازهای گلخانه‌ای توجه بیشتری داشته باشد. در این راستا هدف پژوهش حاضر تعیین اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری در بخش‌های اقتصادی با توجه به حداقل انتشار گاز دی‌اکسید کربن و حداکثر رشد اقتصادی است. به همین منظور به کمک ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ دی‌اکسید کربن مستقیم و غیرمستقیم ناشی از تولیدات بخش‌های اقتصادی و ضریب فزاینده تولید محاسبه و به کمک روش نرمال‌سازی این شاخص‌ها و شاخص ترکیبی این دو، اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری تعیین گردید. نتایج نشان می‌دهد که بخش‌های ساخت محصولات غذایی، کشاورزی، ساختمان، ساخت محصولات فلزی به لحاظ این شاخص ترکیبی بیشترین ضریب فزاینده تولید و کمترین میزان انتشار دی‌اکسید کربن را در اولویت قرار داده‌اند.

طبقه‌بندی JEL: F1, F13, F14, F21

واژگان کلیدی: بخش‌های اقتصادی، ضریب فزاینده تولید، ضریب فزاینده انتشار دی‌اکسید کربن، ماتریس حسابداری اجتماعی.

۱. مقدمه

طی سال‌های اخیر آگاهی بسیاری در مورد اهمیت جنبه‌های محیط زیستی توسعه پایدار در میان جوامع مختلف ایجاد شده است، به طوری که اکثر کشورها، اهداف کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدتی را در این زمینه برای خود تبیین نموده و خود را متعهد به دستیابی به این اهداف جدید نموده‌اند. در ادامه افزایش آگاهی‌ها، همچنین شاهد تحولات عمیقی در سیستم‌های اطلاعات محیط زیستی از نحوه گردآوری داده‌های فیزیکی و اقتصادی تا توسعه چارچوب‌های مفهومی برای هدایت سیاست‌های مربوط به منابع محیط زیستی بوده‌ایم. برای مثال شاخص‌های عملکرد محیط زیستی در بسیاری از کشورها نقش مهمی را ایفا می‌کنند و حساب‌های منابع طبیعی و محیط زیستی با ادغام در حساب‌ها و سنجه‌های اقتصادی، تمهیداتی را برای سیاست‌گذاران جهت نیل به توسعه پایدار فراهم آورده‌اند. تجربه کشورهای توسعه یافته نشان می‌دهد که توسعه اقتصادی با بهره‌برداری غیرمسئولانه از محیط زیست به گونه‌ای است که مصرف بیش از حد منابع طبیعی منجر به تخریب محیط زیست بشر شده و زندگی نسل‌های آینده را به مخاطره انداخته، به طوری که امروزه جهان با خطرات جدی در ارتباط با محیط زیست روبه‌رو است. واقعیت‌های پیرامون ما نشان می‌دهد که کره زمین دستخوش بحران زیست‌محیطی است. کاهش سطح جنگل‌ها، آلودگی هوا، گرم شدن کره زمین و تغییرات جوی، بالا آمدن آب دریا، انبوه زباله‌های شهری و صنعتی، تهی شدن منابع، تخریب مراتع، کاهش تنوع زیستی، تخریب لایه اوزون و ... مصادیقی از بحران‌های محیط زیستی است.

گاز دی‌اکسید کربن یکی از مهم‌ترین گازهایی است که منجر به تغییرات آب و هوا و گرمایش کره زمین می‌شود. بر اساس آمار ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۰، میزان انتشار دی‌اکسید کربن در اقتصاد ایران بالغ بر ۱۴،۵۷۱ تن بوده که در این سال سرانه هر ایرانی از انتشار این گاز گلخانه‌ای بالغ بر ۷/۳۹ تن است حدود ۶۰ درصد از کل گازهای گلخانه‌ای حاصل از سوزاندن سوخت‌های فسیلی در جهان را CO₂ تشکیل می‌دهد. (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۰).

با توجه به اصل کمیابی در اقتصاد، خصوصاً در ایران و آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های اقتصادی، نیاز مبرم به شناخت بخش‌های اقتصادی به منظور سرمایه‌گذاری مولدتر و رسیدن به سطحی مناسب از رشد و توسعه پایدار دیده می‌شود. لذا در این پژوهش به بررسی بیشترین رشد اقتصادی همراه با کمترین تولید گاز دی‌اکسید کربن پرداخته شده است.

۲. ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق

فرایند رشد اقتصادی (برای بیشتر اقتصادها و در بیشتر ادوار گذشته) همیشه با دفع مواد زائد و پسماندها به محیط زیست همراه بوده است. چنین الگویی با افزایش استفاده از مواد و به طور غیرقابل اجتنابی، تقاضا برای ذخایر منابع طبیعی زیست‌محیطی جهانی را افزایش می‌دهد، این تقاضا در جای خود ناشی از دیدگاه بدبینانه نسبت به عرضه منابع طبیعی اقتصادی در آینده است. حتی اگر کسی برای نجات نظریه بپذیرد که این فرضیه‌ها پایه‌ای معتبر هستند، نتایج حاصل از این پیش‌فرض‌های مهم دور از حقیقت است (و به طور حتم و ضرورتاً مصیبت‌بار نیستند). با وجود خطر ساده‌سازی بیش از حد موضوعات به بررسی سه دیدگاه مختلف می‌پردازیم (پرمن و مک‌گیل ری، ترجمه حمیدرضا ارباب، ۱۳۸۳).

دیدگاه نخست: منابع طبیعی زیست‌محیطی بی‌نهایت محدود هستند، همان‌طور که ظرفیت تحمل مواد زائد توسط محیط زیست نیز محدود است. فرایند رشد اقتصادی سرانجام منجر به تقلیل، تخلیه و اتمام این منابع طبیعی پایه می‌شود و ظرفیت سیستم‌های اکولوژیکی در تصفیه پسماندها به مواد غیر مضر را کاهش می‌دهد. از این منظر رشد اقتصادی به طور نامحدود و برای همیشه پایدار نخواهد بود، در اقتصاد سرانجام به نقطه‌ای می‌رسیم که محدودیت منابع طبیعی مسئله‌ای غیرقابل انکار بوده و فعالیت‌های اقتصادی بیشتر غیرممکن می‌شود. سطح مواد زائد تخلیه‌شده به سیستم نباید از مقدار مواد بازیافت بیشتر باشد این نسخه از دیدگاه اول را روایت قوی محدودیت‌های رشد می‌نامیم.

فرایند رشد منجر به کاهش مداوم مقدار و کیفیت خدمات زیست‌محیطی شده و خود باعث افزایش مشکلات سیستم در تأمین رشد دائمی خواهد شد. از این دیدگاه محدودیت مطلق رشد ناشی از محدودیت منابع طبیعی، غیرقابل اجتناب است (روایت ضعیف محدودیت‌های رشد). **دیدگاه دوم:** روایت دوم را دیدگاه خوش بینانه اقتصادی می‌نامیم. رشد اقتصادی (حداقل در آغاز حرکت خود) با نرخ‌های فزاینده برداشت منابع طبیعی تجدید نشدنی، بهره‌برداری منابع طبیعی تجدید شدنی و افزایش دفع مواد زائد به محیط زیست (که قطعاً بخشی از آن زیان بار است) همراه است. در هر صورت نتایج حاصل از فرایند رشد ناشی از تغییر در قیمت‌های نسبی است که باعث تعدیل و اصلاح رفتار تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان می‌شود. اثر خالص چنین تغییرات رفتاری تغییر در ارتباط میان نهاده، ستاده و مقدار مواد آلوده کننده است که در مجموع امکان رشد اقتصادی مداوم را فراهم می‌کند.

با افزایش تولید مواد زائد، هزینه جمع‌آوری و دفع پسماندها و مدیریت مواد زائد افزایش می‌یابد. تولیدکنندگان پسماندهای صنعتی جهت حداقل کردن هزینه‌های خود، فن‌آوری‌هایی را که باعث کاهش تولید مواد زائد می‌شود انتخاب می‌کنند؛ و لذا درصد ضایعات تولیدی و نسبت مواد زائد به محصول، در طول زمان کاهش می‌یابد. برداشت و بهره‌برداری از منابع طبیعی باعث افزایش قیمت‌های حقیقی منابع طبیعی می‌شود. تغییر در قیمت‌های نسبی موجب افزایش بازیافت مواد و افزایش تمایل به پذیرش روش‌هایی می‌شود که به طور نسبی از منابع طبیعی زیست‌محیطی کمتری استفاده می‌کنند (در مقایسه با مقدار سایر نهاده‌ها). اثر خالص چنین واکنش‌هایی، کاهش در نسبت مواد زائد به محصول و کاهش نسبت منابع طبیعی به محصول خواهد بود. تحت شرایط خاص این امر با توجه به محدودیت‌های مطلق منابع طبیعی باعث رشد نامحدود خواهد شد. جوهره این استدلال حضور آثار جانشینی قوی قیمتی است.

دیدگاه سوم: اصطلاح رفتار تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان که در دیدگاه دوم شرح دادیم، بر پایه فرض وجود بازارهای منابع طبیعی زیست‌محیطی قابلیت جانشینی وسیع بین منابع طبیعی زیست‌محیطی و سایر نهاده‌ها و تعدیل رفتاری سریع و قوی نسبت به تغییر در قیمت‌های نسبی بود.

با توجه به ناتوانی بازارها در انجام کارآمد وظایف یا نبود بازار منابع طبیعی متأسفانه چنین سازوکارهایی یا ناقص عمل کرده و یا اصلاً اثری ندارند. دلایل ناتوانی بازار فقدان حقوق مالکیت، فقدان بازارهای سلف، اطلاعات ناقص است.

نخستین اقتصاددانی که تأثیر آلودگی را بر کارایی اقتصادی به طور منظم و مدون مورد بررسی قرار داد پیگو^۱ (۱۹۲۰) بود. وی در تحلیل خود میان هزینه‌های اختصاصی تولید و فعالیت مصرفی شامل مواد سوختنی، ماده خام، هزینه‌های نیروی کار و غیره و هزینه‌های اجتماعی این فعالیت‌ها تفاوت قائل شد وی ملاحظه نمود که آلودگی باعث تحمیل هزینه‌های خارجی می‌شود و بین هزینه‌های مصرفی و هزینه‌های عمومی شکاف ایجاد می‌کند. هزینه‌های خارجی تولید به همراه هزینه‌های اختصاصی در امر تولید در مجموع هزینه‌های اجتماعی تولید را تشکیل می‌دهند. تنها در صورتی که آلودگی به حد صفر برسد امکان صفر شدن هزینه‌های خارجی فراهم می‌شود که این امر بعید به نظر می‌رسد زیرا همواره در فرایند تولید ضایعاتی تولید شده و لازم است که هزینه‌هایی برای کنترل این آلودگی‌ها صرف شود.

پاریخ^۲ و همکاران (۲۰۰۹) طی مطالعه به محاسبه انتشار دی‌اکسید کربن در اقتصاد هند با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی پرداختند نتایج مطالعات آن‌ها نشان می‌دهد که میزان انتشار کل دی‌اکسید کربن طی سال‌های ۲۰۰۳-۲۰۰۴ برابر با ۱۲۱۷ میلیون تن بوده است که ۵۷٪ آن ناشی از سوخت زغال سنگ است. بیشترین انتشار مستقیم کربن دی‌اکسید در بخش برق است. فرانکو^۳ و همکاران (۲۰۰۹) طی مطالعه‌ای با استفاده از رویکرد ماتریس حسابداری اجتماعی به محاسبه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش‌های مختلف اقتصادی پرداختند نتایج آن‌ها حاکی از آن است که بیشترین منابعی که باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود سوخت‌های مورد استفاده جهت وسایل گرمایشی و نیز بعد از آن بخش کشاورزی است.

1. Pigu
2. Parikh and et al
3. Franco and et al

کانسینو^۱ و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی انتشار گازهای گلخانه‌ای از جمله دی‌اکسید کربن طی سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۲ محاسبه کردند و نتایج محاسبات آنان حاکی از آن است که بیشترین میزان انتشار مربوط به بخش‌های برق، حمل‌ونقل، کشاورزی، جنگل‌داری و ماهیگیری است.

پال و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی اثرات رشد اقتصادی بر روی تغییرات آب و هوایی و محیط زیست را مورد مطالعه قرار دادند نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که انتشار کل بخش‌های تولیدی از انتشار مستقیم در این بخش‌ها بیشتر است.

پال و همکاران^۲ (۲۰۱۲) با تهیه ماتریس حسابداری اجتماعی زیست‌محیطی هند تغییرات آب و هوا را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه بخش‌های انرژی بر، اثر چشمگیری بر مصرف انرژی و انتشار آلودگی داشته‌اند.

آلجاندرو و همکاران^۳ (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای تحت عنوان «شدت انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن در یک مدل ماتریس حسابداری اجتماعی اقتصاد آندلس» به محاسبه شدت انرژی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن در اندلس پرجمعیت‌ترین منطقه در اسپانیا، با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ می‌پردازند. نتایج نشان می‌دهد که وابستگی قوی میان بخش‌های انرژی، مصرف‌کنندگان انرژی و اهمیت اثرات ناشی از آن با فرض درون‌زا بودن حساب عوامل و مصرف خصوصی وجود دارد. شواهد نشان می‌دهد که ۲۶٫۵ درصد کاهش در میزان تجهیزات انرژی به طور مستقیم امکان ثابت ماندن انتشار گازهای گلخانه‌ای را فراهم می‌کند. ماردونز و همکاران^۴ (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای با عنوان «ماتریس حسابداری اجتماعی فراگیر سازگار با محیط زیست برای کشور شیلی» با استفاده از اطلاعات جدول داده-ستانده سال ۲۰۰۸، حساب‌های ملی، الگوی خانوار و انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی به شرح کامل ماتریس

1. Cansino and et al

2. Pal and et al.

3. Alejandro

4. Mardones

حسابداری اجتماعی فراگیر سازگار با محیط زیست برای کشور شیلی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که لازم است روابط اقتصادی به منظور ارزیابی کامل اثر یک بخش بر فعالیت اقتصادی، توزیع درآمد و آلودگی در نظر گرفته شود. بخش‌های تجارت، ساخت‌وساز و صنعت غذایی به شدت رشد اقتصادی و اشتغال را افزایش داده و نابرابری را کاهش می‌دهد.

مطالعاتی نیز در داخل کشور در این زمینه صورت گرفته است که از جمله:

جهانگرد (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای به اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های اقتصادی با ملاحظه آلودگی زیست‌محیطی با رویکرد داده-ستانده پرداخته است نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در منسوجات، پوشاک، و چرم، پالایشگاه‌های نفت و سایر صنایع در اولویت هستند و با بخش‌هایی که صرفاً هدف رشد اقتصادی را تأمین می‌کنند، متفاوت هستند.

بانویی و کمال (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای به سنجش محتوای مستقیم و غیرمستقیم دی‌اکسید کربن در صادرات و واردات با رویکرد داده-ستانده پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بخش‌های ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات و فلزات اساسی بیشترین نقش را در انتشار دی‌اکسید کربن در اثر واردات محصولات داشته‌اند.

صادقی و همکاران (۱۳۹۴) طی مطالعه‌ای به بررسی ردپای کربن، متان، و اکسید نیتروژن زیربخش‌های کشاورزی در مقایسه با سایر بخش‌های اقتصادی با استفاده از الگوی ماتریس حسابداری اجتماعی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که سهم بخش کشاورزی از ردپای کربن، متان و اکسید نیتروژن بین کل بخش‌های اقتصادی به ترتیب ۱۰/۲ درصد، ۱۰/۵ درصد و ۱۷ درصد است. ۸۰ درصد ردپای کربن در کشاورزی مربوط به مصرف گازوئیل است. در تولید دو گاز دیگر نیز گازوئیل در بخش کشاورزی نقش عمده‌ای دارد.

صادقی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی به بررسی تراز تجاری ردپای کربن در بخش‌های اقتصادی ایران پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد کل تراز تجاری ردپای کربن کشور منفی ۴/۵ تن است که این تراز منفی نسبت ناچیزی از کل ردپای کربن بخش‌های اقتصادی است. بخش‌های نفت، توزیع گاز طبیعی، ساخت مواد شیمیایی و

محصولات شیمیایی، حمل و نقل جاده‌ای به ترتیب بیشترین تراز تجاری ردپای کربن مثبت و بخش‌های ساخت محصولات غذایی، ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر، ساخت فلزات اساسی به ترتیب منفی‌ترین تراز تجاری کربن دارند.

صادقی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای به سنجش ردپای کربن دهک‌های خانوار به تفکیک شهری و روستایی با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی پرداخته‌اند که نتایج نشان می‌دهد کل ردپای خالص مستقیم و غیرمستقیم کربن در کشور ۵۱۷ میلیون تن است که سهم خانوار ۶۴ درصد و مابقی مربوط به مصرف نهایی دولت، صادرات و سایر مصارف است.

۳. روش‌شناسی

ماتریس حسابداری اجتماعی در واقع بیان ماتریسی حساب‌های ملی با تأکید بر ابعاد اجتماعی انواع مبادلات در بخش‌های واقعی و مالی است که بر پایه توالی حساب‌های مندرج در سیستم حساب‌های ملی قابل ارائه است. با توجه به محدودیت‌ها و نارسایی‌های جدول داده-ستانده در بررسی‌های هم‌زمان مسائل اقتصادی و اجتماعی و نیز به منظور نظام‌مند کردن آمارهای اجتماعی در قالب یک ماتریس جبری، با بسط جداول داده-ستانده، ماتریس حسابداری اجتماعی تهیه می‌گردد.

در تجزیه و تحلیل هم‌زمان رشد و توزیع درآمد در چارچوب الگوی متعارف SAM در شرایط متعارف از روابط هم‌زمان تراز تولیدی و تراز درآمدی عوامل تولید و نهادهای داخلی جامعه استفاده می‌شود که به شکل روابط زیر است:

$$Y_n = B_n Y_n + X_n \quad (۱)$$

$$(I - B_n) Y_n = X_n \quad (۲)$$

$$Y_n = (I - B_n)^{-1} X_n = M_a X_n \quad (۳)$$

به طوری که:

$$(I - B_n)^{-1} = M_a \quad (۴)$$

$$B_n = [B_{ij}] ; B_{ij} = T_{ij} [Y_j]^{-1} \quad (۵)$$

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{11} & 0 & T_{13} \\ T_{21} & 0 & 0 \\ 0 & T_{32} & T_{33} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} \Leftrightarrow \sum y_i = \sum T_{ij} + X \quad (6)$$

$$\frac{T_{ij}}{y_j} \Leftrightarrow B = \begin{bmatrix} B_{11} & 0 & B_{13} \\ B_{21} & 0 & 0 \\ 0 & B_{32} & B_{33} \end{bmatrix} \quad (7)$$

B_{11} : ماتریس ضرایب مستقیم مبادلات بین بخشی است.

B_{13} : میل متوسط به مصرف گروه‌های خانوار است.

B_{21} : ماتریس ضرایب متوسط درآمد عوامل تولید از حساب تولید است (ماتریس ضرایب ارزش افزوده)

B_{32} : ماتریس سهم درآمد عوامل تولید که در خانوار خرج می‌شود یا به عبارت دیگر، ماتریس ضرایب متوسط درآمد خانوارها از عوامل تولید است.

B_{33} : ماتریس ضرایب متوسط مبادلات نهادها با نهادها یا درون نهادی است.

به کارگیری این الگوها بدون در نظر گرفتن فروضی همچون وجود ظرفیت اضافی تولید در سطح بخش‌ها و نامحدود بودن طرف عرضه (واسطه‌ای و عوامل اولیه) امکان‌پذیر نیست. از این جهت می‌توان رابطه (۳) را برحسب تغییرات تقاضای نهایی (متغیرهای برون‌زا) که تغییرات متغیرهای کلان اقتصادی (اقلام تزریقی) را بر بخش‌های تولیدی، درآمد عوامل تولید و درآمد نهادهای داخلی جامعه (متغیرهای درون‌زا) نشان می‌دهد، ارائه نمود:

$$\Delta Y_n = (I - B_n)^{-1} \Delta X_n = M_a \Delta X_n \quad (8)$$

$$E_{k \times n} \quad (9)$$

$$e_{kj} = E_{kj} \times y_n^{-1} \quad (10)$$

$$E_{kj} = e_{kj} \times Y_n \quad (11)$$

همان‌طور که در معادلات بالا ذکر شد $Y_n = (I - B)^{-1} X_n$ است، با جایگزینی در معادله (۱۱) داریم:

$$E = e \times (I - B)^{-1} Y_n \quad (12)$$

E سطح آلاینده‌گی کل را نشان می‌دهد و تابعی از درآمدها است به طوری که میزان آلودگی به تولید فعالیت‌های اقتصادی وابسته شده که به طور مستقیم و غیرمستقیم درصدد پاسخگویی به درآمد است. می‌توان گفت که با افزایش درآمد نهایی میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم آلاینده توسط تولیدکنندگان افزایش می‌یابد.

تحلیل ماتریس حسابداری اجتماعی محیط زیستی ابزار مفیدی برای محاسبه مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از آن، با رویکرد عرضه محور که در آن تأکید بر میزان مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید بخش‌های اقتصادی است و آلاینده ایجادشده به عنوان یک نوع محصول فرعی فعالیت‌های تولیدی به حساب می‌آید.

انتشار مستقیم دی‌اکسید کربن ناشی از تولید کالا و خدمات آن بخش تولیدی است در حالی که انتشار غیرمستقیم مربوط به مصرف کالاها و خدمات واسطه‌ای است که خود، کربن دی‌اکسید انتشار داده‌اند و بخش‌های تولیدی در فرایند تولید خود از آن استفاده می‌نمایند. حال می‌توان مصرف انرژی و میزان آلاینده ناشی از آن توسط بخش‌های تولیدی را مطرح کرد (داس و پاول، ۲۰۱۴). معادله تراز انرژی را که در آن K نوع انرژی مصرفی است را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$e_k = \sum e_{ik} + e_{ky} \quad (13)$$

$$(i=1,2,\dots,n)$$

در این رابطه e_k کل انرژی نوع k ام است که از حاصل جمع:

e_{ik} مصرف انرژی نوع k توسط بخش i ام است.

e_{ky} مصرف انرژی نوع k ام توسط خانوار است، به دست آمده است.

بنابراین کل انرژی مصرف‌شده در این اقتصاد (E) از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E = \sum_{k=1}^r e_k = \sum_{k=1}^r [\sum_{i=1}^n e_{ik} + e_{ky}] \quad (14)$$

$$E = \sum_{i=1}^n E_{i+} E_y \quad (15)$$

رابطه زیر انتشار مستقیم دی‌اکسید کربن توسط هر بخش به ازای هر واحد تولید را نشان می‌دهد: بنابراین:

$$P_i = Q_i / Y_i \quad (۱۶)$$

Q_i = میزان انتشار آلاینده CO₂ توسط هر بخش؛

Y_i = میزان تقاضای هر بخش؛

P_i = میزان انتشار مستقیم آلاینده‌گی.

با ایجاد ماتریس قطری از ضرایب مستقیم (e) و محاسبه اثر کل مستقیم و غیرمستقیم آلاینده‌گی بخش‌ها با استفاده از ماتریس معکوس لئونتیف که با M_i نشان داده می‌شود، اثر کل آلاینده‌گی برآورد می‌شود.

کل آلاینده‌گی برابر است با

$$M_i = e \times (I - B)^{-1} \quad (۱۷)$$

این اثر به این معنا است که هر بخش برای اینکه یک واحد درآمد خود را افزایش دهد در کل چقدر آلودگی ایجاد می‌کند.

۴. منابع آماری، برآورد مدل و تجزیه و تحلیل

در این مطالعه از پایه‌های آماری زیر استفاده شده است:

الف) ماتریس حسابداری اجتماعی داخلی ۱۳۹۰؛

ب) مصرف فرآورده‌های عمده نفتی (بنزین، گاز طبیعی، نفت گاز یا گازوئیل، نفت سفید، گاز مایع، نفت سیاه، زغال سنگ و زغال چوب)؛

ج) ضریب فزاینده تبدیل انرژی به آلاینده دی‌اکسید کربن.

این پژوهش با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی سال ۱۳۹۰ انجام گرفته است. جهت عملیاتی کردن جدول به دلیل محدودیت‌های آماری مصرف انرژی، جدول ۹۱ بخشی ماتریس حسابداری اجتماعی به ۲۷ بخش بر اساس رتبه‌بندی ISIC ادغام شده است که شرح و نحوه ادغام در جدول ۱ آمده است. با توجه به اینکه انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از تولیدات بومی است؛ لذا در استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی باید از ماتریس حسابداری اجتماعی داخلی استفاده

شود که در آن واردات کالاهای خارجی حذف شده باشد. به همین منظور این مطالعه از ماتریس حسابداری اجتماعی داخلی سال ۱۳۹۰ استفاده شده است.

جدول ۱. ادغام بخش‌های اقتصادی از ۹۱ بخش به ۲۷

کد رشته	فعالیت‌ها	نحوه ادغام
۱	کشاورزی	زراعت، دامداری، جنگلداری، ماهیگیری
۲	نفت خام و گاز طبیعی	-
۳	سایر معادن	-
۴	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها و توتون و تنباکو	محصولات غذایی و توتون و تنباکو
۵	ساخت منسوجات	-
۶	ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز	-
۷	دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی	-
۸	ساخت چوب و محصولات چوبی	-
۹	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	ساخت کاغذ و انتشار
۱۰	ساخت کک، فراورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و محصولات شیمیایی	کک و شیمیایی
۱۱	ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	-
۱۲	ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی	-
۱۳	ساخت فلزات اساسی	-
۱۴	ساخت محصولات فلزی فابریکی به‌جز ماشین‌آلات و تجهیزات	-
۱۵	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	-
۱۶	ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی	-
۱۷	ساخت ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	-
۱۸	ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	-
۱۹	ساخت ابزار پزشکی، ابزار ایتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت	-
۲۰	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر و سایر	تولید وسایل نقلیه موتوری و

کد رشته	فعالیت‌ها	نحوه ادغام
	تجهیزات حمل‌ونقل	سایر وسایل
۲۱	سایر صنایع	ساخت مبلمان، مصنوعات و بازیافت
۲۲	برق	-
23	توزیع گاز طبیعی	-
۲۴	آب	-
۲۵	ساختمان	مسکونی و سایر ساختمان‌ها
۲۶	حمل‌ونقل	هوایی، ریلی، جاده‌ای، لوله‌ای، آبی
۲۷	سایر خدمات	تمامی خدمات به جز حمل‌ونقل

ادغام توسط محقق بر اساس رتبه‌بندی ISIC

عمده مصرف فرآورده‌های نفتی مطرح شده توسط فعالیت‌های اقتصادی و خانوارها صورت می‌گیرد از آنجایی که تولید دی‌اکسید کربن از مصرف انرژی ایجاد می‌شود، لذا انواع انرژی‌های فرآورده‌های نفتی که با مصرف آن‌ها دی‌اکسید کربن ایجاد می‌شود در این مطالعه شامل: نفت سفید، بنزین، نفت گاز، گاز طبیعی، گاز مایع، نفت سیاه و نفت کوره، زغال سنگ و زغال چوب است که از ترازنامه انرژی و ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰ که توسط وزارت نیرو تهیه و تنظیم شده، استخراج شده است (وزارت نیرو، ۱۳۹۰) همچنین قابل ذکر است که آمار مربوط به مصرف زیربخش‌های صنعتی از فرآورده‌های نفتی موردنظر، برگرفته از آمار کارگاه‌های صنعتی است.

سوخت‌های مصرفی در زیربخش‌های صنعتی دارای واحدهای مختلفی هستند (لیتر، مترمکعب، کیلوگرم و ...)، لذا برای اینکه قابلیت جمع‌پذیری داشته باشند باید آن‌ها را به یک واحد تبدیل کرد. در بخش نهایی ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۸۵ جدولی برای تبدیل واحد سوخت‌ها به واحد میلیون بی تی یو^۱ وجود دارد.

1. British Thermal Unit (BTU)

در نتیجه واحدهای متفاوت فرآورده‌های عمده نفتی، به واحد میلیون بی تی یو (میزان حرارتی که از مصرف سوخت ایجاد می‌شود) تبدیل شده است، می‌توان گفت که هر زیر بخش صنعتی از مصرف سوخت‌های فسیلی مدنظر چند میلیون بی تی یو (ارزش حرارتی) آزاد می‌کند. برای یادگیری محاسبات میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در بخش خانوار و زیر بخش‌های صنعتی به خسروانی (۱۳۹۵) مراجعه شود.

با توجه به رابطه ۱۶ میزان انتشار آلاینده CO_2 به صورت مستقیم قابل استخراج است و همچنین در ادامه با توجه به رابطه ۱۷ اثر کل انتشار آلاینده CO_2 (مستقیم و غیرمستقیم) قابل استخراج است، کسر ضرایب انتشار آلاینده مستقیم از میزان اثر کل انتشار آلاینده CO_2 ، ضرایب انتشار آلاینده CO_2 به صورت غیرمستقیم را نتیجه می‌دهد. در جدول ۲ نتایج محاسبه ضرایب انتشار CO_2 توسط بخش‌های مختلف تولیدی را به ازای یک واحد افزایش تولید به صورت مستقیم، غیرمستقیم و مجموع این دو نشان می‌دهیم و ارقام کربن دی‌اکسید بر حسب کیلوگرم توسط بخش‌های مختلف به ازای هر یک میلیون ریال افزایش تولید است.

جدول ۲. ضرایب انتشار مستقیم، غیرمستقیم و کل آلاینده CO_2 توسط بخش‌ها بر حسب کیلوگرم به ازای یک میلیون ریال

رتبه	انتشار	رتبه	انتشار	رتبه	انتشار	بخش‌ها	کد بخش
برحسب	کل	رتبه	غیرمستقیم	رتبه	مستقیم		
کمترین			CO_2		CO_2		
میزان							
۱۵	۱۳۰,۷	۲۳	۱۳۰,۴	۱	۰,۳	ساختمان	۱
۳	۷۳,۰	۴	۷۱,۱	۲	۱,۸	ساخت ماشین‌آلات دفتری،	۲
۴	۸۹,۲	۶	۸۶,۰	۳	۳,۲	ساخت وسایل نقلیه موتوری، حمل‌ونقل	۳
۱	۴۷,۷	۲	۴۴,۳	۴	۳,۴	ساخت رادیو و تلویزیون،	۴
۶	۱۰۸,۵	۱۳	۱۰۲,۰	۵	۶,۵	ساخت ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی	۵
۵	۹۷,۹	۷	۹۰,۳	۶	۷,۶	ساخت ابزار پزشکی،	۶

رتبه برحسب کمترین میزان	انتشار کل	رتبه	انتشار غیرمستقیم CO ₂	رتبه	انتشار مستقیم CO ₂	بخش‌ها	کد بخش
۱۷	۱۳۵,۷	۲۲	۱۲۷,۱	۷	۸,۵	ساخت محصولات فلزی فابریکی	۷
۷	۱۰۹,۰	۱۰	۱۰۰,۲	۸	۸,۸	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات	۸
۱۰	۱۱۹,۳	۱۵	۱۰۸,۸	۹	۱۰,۵	سایر صنایع	۹
۹	۱۱۳,۳	۱۱	۱۰۱,۷	۱۰	۱۱,۷	ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	۱۰
۱۶	۱۳۱,۱	۱۹	۱۱۷,۹	۱۱	۱۳,۲	ساخت پوشاک،	۱۱
۱۲	۱۲۳,۹	۱۶	۱۰۹,۸	۱۲	۱۴,۱	ساخت چوب و محصولات چوبی	۱۲
۱۹	۱۳۶,۲	۲۱	۱۲۲,۰	۱۳	۱۴,۲	کشاورزی	۱۳
۲		۱	۳۶,۳	۱۴	۱۴,۵	نفت خام و گاز طبیعی	۱۴
۱۴	۱۳۰,۶	۱۷	۱۱۴,۵	۱۵	۱۶,۱	ساخت منسوجات	۱۵
۲۳	۱۶۸,۳	۲۴	۱۴۹,۹	۱۶	۱۸,۳	آب	۱۶
۲۰	۱۴۰,۲	۲۰	۱۲۰,۲	۱۷	۲۰,۰	ساخت محصولات غذایی	۱۷
۱۳	۱۲۷,۹	۱۴	۱۰۷,۹	۱۸	۲۰,۱	سایر خدمات	۱۸
۱۱	۱۲۲,۹	۱۲	۱۰۱,۸	۱۹	۲۱,۱	دباغی و پرداخت چرم	۱۹
۸	۱۱۳,۱	۵	۸۳,۹	۲۰	۲۹,۲	ساخت کک	۲۰
۱۸	۱۳۵,۸	۸	۹۷,۴	۲۱	۳۸,۴	سایر معادن	۲۱
۲۱	۱۵۹,۷	۱۸	۱۱۶,۸	۲۲	۴۲,۹	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	۲۲
۲۴	۲۰۵,۲	۲۵	۱۵۳,۸	۲۳	۵۱,۴	ساخت فلزات اساسی	۲۳
۲۲	۱۶۰,۶	۳	۶۰,۹	۲۴	۹۹,۷	توزیع گاز طبیعی	۲۴
۲۶	۳۵۸,۹	۲۶	۱۶۷,۳	۲۵	۱۹۱,۵	ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲۵
۲۵	۳۰۵,۶	۹	۱۰۰,۰	۲۶	۲۰۵,۶	حمل‌ونقل	۲۶
۲۷	۱۵۲۲,۰	۲۷	۱۶۷,۵	۲۷	۱۳۵۴,۵	برق	۲۷

مأخذ: محاسبات پژوهش

نتایج حاصل از جدول ۲ حاکی از آن است که از منظر انتشار مستقیم آلاینده دی‌اکسید کربن به ترتیب بخش‌های برق، حمل‌ونقل که درواقع منظور تولید، توزیع و انتقال برق است، عمده منتشرکننده گاز دی‌اکسید کربن است. این بخش برای اینکه به میزان ۱۰۰۰ تومان برق تولید کند موجب نشر گاز دی‌اکسید کربن به میزان ۱۳۵۴/۵ کیلوگرم می‌شود. از طرفی دیگر از منظر بیشترین میزان انتشار غیرمستقیم آلاینده به ترتیب بخش‌های برق، ساخت محصولات کانی غیرفلزی، ساخت فلزات اساسی، رتبه‌های نخست در انتشار گاز دی‌اکسید کربن را دارا می‌باشند.

جدول ۳. ضریب فزاینده تولید واحد میلیون ریال و ضرایب نرمال شده

کد بخش	بخش‌ها	ضریب فزاینده تولید	رتبه	ضرایب فزاینده تولید نرمال شده	ضریب فزاینده کربن دی‌اکسید نرمال شده	میانگین ضریب نرمال شده	رتبه
۱	محصولات غذایی	۳,۱	۱	۱	۰,۹۳۷	۰,۹۷	۱
۲	کشاورزی	۲,۸	۲	۰,۸۱	۰,۹۴۰	۰,۸۷	۲
۳	ساختمان	۲,۶	۳	۰,۶۷	۰,۹۴۴	۰,۸۱	۳
۴	ساخت محصولات فلزی فابریکی به‌جز ماشین‌آلات	۲,۶	۴	۰,۶۷	۰,۹۴۰	۰,۸۰	۴
۵	دبازی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی	۲,۵	۵	۰,۶۵	۰,۹۴۹	۰,۸۰	۵
۶	ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز	۲,۵	۶	۰,۶۵	۰,۹۴۳	۰,۸۰	۶
۷	ساخت منسوجات	۲,۵	۷	۰,۶۵	۰,۹۴۴	۰,۸۰	۷
۸	سایر صنایع	۲,۵	۸	۰,۶۴	۰,۹۵۱	۰,۸۰	۸
۹	آب	۲,۵	۹	۰,۶۳	۰,۹۱۸	۰,۷۷	۹
۱۰	ساخت فلزات اساسی	۲,۵	۱۰	۰,۶۳	۰,۸۹۳	۰,۷۶	۱۰
۱۱	ساخت وسایل نقلیه موتوری،	۲,۵	۱۱	۰,۶۲	۰,۹۷۲	۰,۷۹	۱۱
۱۲	حمل‌ونقل	۲,۵	۱۲	۰,۶۲	۰,۸۲۵	۰,۷۲	۱۲
۱۳	ساخت چوب	۲,۵	۱۳	۰,۶۱	۰,۹۴۸	۰,۷۸	۱۳

کد بخش	بخش‌ها	ضریب فزاینده تولید	رتبه	ضرایب فزاینده تولید نرمال شده	ضریب فزاینده کربن دی‌اکسید نرمال شده	میانگین ضریب نرمال شده	رتبه
۱۴	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی و چاپ	۲,۴	۱۴	۰,۵۹	۰,۹۲۴	۰,۷۶	۱۴
۱۵	ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲,۴	۱۵	۰,۵۸	۰,۷۸۹	۰,۶۹	۱۵
۱۶	ساخت ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی	۲,۴	۱۶	۰,۵۷	۰,۹۵۹	۰,۷۶	۱۶
۱۷	ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	۲,۳	۱۷	۰,۵۳	۰,۹۵۵	۰,۷۴	۱۷
۱۸	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات	۲,۳	۱۸	۰,۵۲	۰,۹۵۸	۰,۷۴	۱۸
۱۹	ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی	۲,۳	۱۹	۰,۴۸	۰,۹۶۶	۰,۷۲	۱۹
۲۰	سایر خدمات	۲,۲	۲۰	۰,۴۷	۰,۹۴۶	۰,۷۱	۲۰
۲۱	ساخت کک، فراورده‌های حاصل از تصفیه نفت	۲,۲	۲۱	۰,۴۷	۰,۹۵۶	۰,۷۱	۲۱
۲۲	ساخت ماشین‌آلات دفتری،	۲,۱	۲۲	۰,۳۹	۰,۹۸۳	۰,۶۹	۲۲
۲۳	سایر معادن	۲,۰	۲۳	۰,۳۲	۰,۹۴۰	۰,۶۳	۲۳
۲۴	برق	۱,۹	۲۴	۰,۲۸	۰,۰۰۰	۰,۱۴	۲۴
۲۵	توزیع گاز طبیعی	۱,۸	۲۵	۰,۲۱	۰,۹۲۳	۰,۵۶	۲۵
۲۶	ساخت رادیو و تلویزیون،	۱,۶	۲۶	۰,۱۱	۱,۰۰۰	۰,۵۵	۲۶
۲۷	نفت خام و گاز طبیعی	۱,۵	۲۷	۰	۰,۹۹۸	۰,۵۰	۲۷

مأخذ: محاسبات پژوهش

جدول شماره ۳ ماتریس ضریب فزاینده تولید بخش‌های مختلف اقتصادی را آشکار می‌کند. ارقام مذکور آثار و تبعات مستقیم و غیرمستقیم افزایش یک واحد مشخص اقلام تزریقی بخش‌ها را بر افزایش مبادلات واسطه بین بخشی و همچنین میزان افزایش تولید هر بخش که از جمع ستونی ماتریس مذکور حاصل می‌گردد را نشان می‌دهد. بیشترین افزایش تولید ناشی از اثرات مستقیم و غیرمستقیم یک واحد اقلام تزریقی به ترتیب در بخش‌های ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدن ۳,۱ واحد، کشاورزی، ساختمان، ساخت محصولات فلزی فابریکی متمرکز شده است. بخش ساخت محصولات غذایی سهم بیشتری در افزایش تولید نسبت به سایر بخش‌های دیگر دارد. پس رتبه‌های بالاتر نشان‌دهنده تولید بیشتر و در نتیجه رشد اقتصادی بالاتری هستند.

به منظور مشخص کردن بخش‌های اقتصادی که دارای بیشترین رشد اقتصادی و نیز کمترین میزان انتشار آلاینده دی‌اکسید کربن می‌باشند نیاز است ضرایب به‌دست آمده از انتشار دی‌اکسید کربن و نیز ضریب فزاینده تولید بین صفر و یک نرمال شوند و با محاسبه میانگین ضرایب نرمال شده و رتبه‌بندی فعالیت‌های تولیدی با اهمیت‌ترین بخش‌ها از منظر هدف تحقیق مشخص گردد.

با توجه به جدول شماره ۳ مشخص است که بخش‌های ساخت محصولات غذایی، کشاورزی، ساختمان، ساخت محصولات فلزی فابریکی، دباغی و ساخت محصولات چرم، ساخت پوشاک و ساخت منسوجات رتبه‌های اول تا چهارم را به خود اختصاص می‌دهند و این بخش‌ها با شاخص ترکیبی رشد اقتصادی و میزان انتشار آلاینده دی‌اکسید کربن در اولویت قرار می‌گیرند. البته قابل ذکر است که با توجه به اینکه نتایج مطالعه حاکی از آن است که بیشترین میزان رشد اقتصادی و کمترین میزان انتشار آلودگی هوا در بخش کشاورزی است و اینکه ایران همواره با مشکل کم‌آبی مواجه است پس دولت قبل از هرگونه اقدام در جهت سرمایه‌گذاری در این بخش‌ها باید تمهیداتی در جهت رفع مشکل کم‌آبی در نظر بگیرد.

۵. نتیجه‌گیری

با توجه به اصل کمیابی در اقتصاد و خصوصاً در کشوری در حال توسعه همانند ایران و آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های اقتصادی نیاز مبرم به شناخت بخش‌های اقتصادی به منظور

سرمایه‌گذاری در آن بخش‌ها و رسیدن به سطحی مناسب از رشد و توسعه پایدار با لحاظ مسائل زیست‌محیطی واضح به نظر می‌رسد. بدین لحاظ در این مطالعه با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی فعالیت‌های کلیدی اقتصاد ایران با توجه به پتانسیل رشد اقتصادی و انتشار پایین آلاینده کربن دی‌اکسید شناسایی شدند. بخش ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدن، کشاورزی، ساختمان، ساخت محصولات فلزی فابریکی، دباغی و پرداخت چرم، بیشترین ضریب فزاینده تولید را دارند. ساخت رادیو و تلویزیون، نفت خام و گاز طبیعی دارای کمترین ضریب فزاینده تولید می‌باشند. ضریب فزاینده تولید نشان‌دهنده آن است که اگر یک واحد تزریق مثل افزایش تقاضای نهایی در اقتصاد افزایش یابد در بخش محصولات غذایی بیشترین تولیدات ایجاد می‌شود و با توجه به این مفهوم پس بیشترین میزان رشد اقتصادی در این بخش‌ها حاصل می‌گردد پس سیاست دولت که به دنبال افزایش رشد اقتصادی در ایران است با توجه به محاسبات انجام‌شده توسط محقق می‌بایست در بخش‌های ساخت محصولات غذایی، کشاورزی، ساختمان، ساخت محصولات فلزی فابریکی، انجام گیرد؛ و با توجه به ضرایب انتشار کربن دی‌اکسید که به روش مستقیم و غیرمستقیم محاسبه شده است. بخش‌های ساخت رادیو و تلویزیون، ساخت ماشین‌آلات دفتری کمترین میزان انتشار دی‌اکسید کربن را دارند. با ترکیب دو شاخص مذکور و نرمال کردن آن معلوم شد که بخش‌های ساخت محصولات غذایی، ساختمان، کشاورزی، ساخت محصولات فلزی فابریکی، دباغی و چرم‌سازی، ساخت پوشاک، ساخت منسوجات، رشد اقتصادی بالاتر و انتشار دی‌اکسید کربن کمتری را دارند، در نتیجه اگر هدف دولت رسیدن به بالاترین رشد اقتصادی و کمترین میزان آلاینده است می‌بایست در این بخش‌ها سرمایه‌گذاری انجام دهد که ابعاد اقتصادی و زیست‌محیطی بهتری دارد.

منابع

- اندایش، یعقوب؛ صادقی، سید کمال؛ کریمی تکانلو، زهرا؛ متفکر آزاد، محمدعلی و حسین اصغر پورقورچی (۱۳۹۴). «مطالعه وضعیت ردپای کربن، متان و اکسید نیتروژن زیربخش‌های کشاورزی در مقایسه با سایر بخش‌های اقتصادی در ایران با رهیافت ماتریس حسابداری اجتماعی». *ویژنه‌نامه فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*. دوره اول. شماره اول. صص ۱۳-۳۰.
- اخباری، محمد (۱۳۸۲). «کاربرد تکنیک داده-ستانده در بررسی اثرهای محیط زیست فعالیت‌های اقتصادی در سال ۱۳۷۸». دومین همایش کاربردهای جدول داده-ستانده. تهران. اسفندماه.
- بانویی، علی اصغر و الهام کمال (۱۳۹۳). «سنجش محتوای مستقیم و غیرمستقیم دی اکسید کربن در صادرات و واردات ایران با استفاده از رویکرد داده-ستانده». *فصلنامه سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی دانشگاه الزهراء (س)*. سال دوم. شماره سه. صص ۷۰-۴۱.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. معاونت اقتصادی. اداره حساب‌های اقتصادی. ماتریس حسابداری اجتماعی اقتصاد (۱۳۷۸).
- پرمن، راجر؛ یوما، مک گیل ری (۱۳۸۲). *اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی*. ترجمه حمیدرضا ارباب. تهران. نشر نی.
- ترازنامه انرژی کشور (۱۳۹۰). مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی. گروه مدیریت انرژی.
- جهانگرد، اسفندیار (۱۳۹۳). «اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های اقتصادی ایران با ملاحظه آلودگی‌های زیست‌محیطی». *فصلنامه مجلس و راهبرد*. سال بیست و یکم. شماره هشتاد. صص ۴۳۶-۱.
- صادقی، کمال؛ اندایش، یعقوب؛ کریمی تکانلو، زهرا؛ متفکر آزاد، محمدعلی و حسین اصغر پورقورچی (۱۳۹۵). «سنجش ردپای بوم‌شناختی کربن دهک‌های خانوارهای شهری و روستایی در ایران با رهیافت ماتریس حسابداری اجتماعی». *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*. سال بیست و یکم. شماره ۶۸. صص ۲۰۶-۱۶۳.
- صادقی، کمال؛ اندایش، یعقوب؛ کریمی تکانلو، زهرا؛ متفکر آزاد، محمدعلی و حسین اصغر پورقورچی (۱۳۹۵). «مطالعه وضعیت تراز تجاری ردپای کربن بخش‌های اقتصادی در ایران با رهیافت ماتریس حسابداری اجتماعی». *فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*. دوره ۱۲. شماره ۴. صص ۳۸-۱.

نعمت الهی، زهرا و سید علی حسینی یکانی (۱۳۹۵). «آثار زیست‌محیطی افزایش قیمت حامل‌های انرژی: استخراج ماتریس حسابداری اجتماعی محیط زیستی ایران». *مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران*. دوره ۴۷-۲. شماره ۱. صص ۱۳۹-۱۲۷.

Antweiler, W., Copeland, B. R., & Taylor, S. M. (2001). *Agyeman, Julian, Environmental Justice and Sustainability*, in Atkinson, Dietz/Neumayer (eds), *Handbook of Sustainable Development, Environment*, pp. 877-908

Cansino, J. M., Cardenete, M. A., Ordóñez, M., & Román, R. (2012). "Economic analysis of greenhouse gas emissions in the Spanish economy". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 16 (8), pp. 6032-6039.

Frankel, J. A., & Rose, A. K. (2005). "Is trade good or bad for the environment? Sorting out the causality". *Review of Economics and Statistics*, Vol. 87(1), pp. 85-91.

Gallardo, A., & Mardones, C. (2013). "Environmentally extended social accounting matrix for Chile". *Environment, Development and Sustainability*, Vol. 15 (4), PP. 1099-1127.

Hirschman, A. O. (1958). "The strategy of economic development", No. HD 82 H 49.

Pigou, A. C. (1920). *The Economics of Welfare*, 4th. London: Macmillan

Pal, B. D., Pohit, S., & Roy, J. (2012). "Environmentally extended social accounting matrix (ESAM) for Climate Change Analysis in India". Available at SSRN 2122951.

Pal, B., Pohit, S., & Roy, J. (2011). "Impact of economic growth on climate change: An Environmentally extended social accounting matrix (ESAM) based approach for India".

Parikh, J., Panda, M., Ganesh-Kumar, A., & Singh, V. (2009). "CO₂ emissions structure of Indian economy", *Energy Policy*, Vol. 34 (8), pp. 1024-1031.

فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی