

اندازه‌گیری آثار زیست محیطی فعالیت‌های اقتصادی در ایران

با رویکرد جدول داده - ستاده

زهرانصراللهی^۱، زهره احمدی^۲، سمانه عشرتی^۳

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۳/۲۸

چکیده

امروزه رشد فعالیت‌های اقتصادی به دنبال رشد جمعیت، مسائلی همانند بهره‌برداری بیش از اندازه از منابع طبیعی و آلودگی‌های زیست محیطی را به یکی از معضلات زندگی بشر تبدیل کرده است. بر این اساس رشد اقتصادی همراه با محدودیت‌هایی است که خود، عامل آن است و انسان برای در امان ماندن از آثار فعالیت‌های اقتصادی خود نیازمند الگوی جدیدی از رشد است که علاوه بر حفظ محیط زیست با آن سازگار باشد. این الگوی جدید توسعه پایدار نام گرفته است. توجه به مسائل زیست محیطی یکی از مهم‌ترین دلایل مطرح شدن بحث توسعه پایدار است. قدم نهادن در این مسیر در گام اول مستلزم شناسایی منابع عمده ایجاد آلودگی است. از این رو، در این تحقیق به بررسی و اندازه‌گیری انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های بشر با استفاده از جدول داده- ستاده پرداخته شده است. بر اساس محاسبات انجام شده مشخص شد که در مورد اغلب آلاینده‌ها، بخش‌های حمل و نقل هوایی، جاده‌ای و ریلی بزرگ‌ترین منتشرکنندگان گازهای آلاینده می‌باشند.

طبقه‌بندی JEL: Q53, Q56, D57

واژگان کلیدی: آلودگی هوا، فعالیت‌های اقتصادی، جدول داده- ستانده.

^۱استادیار دانشگاه یزد، دانشکده اقتصاد، گروه مدیریت و حسابداری (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی:

Nasrolaz@Yahoo.com

^۲دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه یزد

^۳دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه یزد

۱. مقدمه

تجربه کشورهای توسعه یافته نشان داد پی گیری هدف توسعه اقتصادی با بهره برداری غیرمسئولانه از محیط زیست به گونه ای بوده که مصرف آزمندانه منابع طبیعی منجر به تخریب محیط زیست بشر شده و زندگی نسل های آینده را به مخاطره انداخته، به طوری که امروز جهان با خطرات جدی در ارتباط با محیط زیست روبه رو است. واقعیت های پیرامون ما نشان می دهد که کره زمین، دستخوش بحران زیست محیطی است. کاهش سطح جنگل ها، آلودگی هوا و آب، گرم شدن کره زمین و تغییرات جوی، بالا آمدن آب دریا، انبوه زباله های شهری و صنعتی، تهی شدن منابع، تخریب مراتع، کاهش تنوع زیستی، تخریب لایه ازن و ... خود مصادیقی از بحران های زیست محیطی است.

این مسأله در کشورهای در حال توسعه همراه با تسریع در روند توسعه، افزایش جمعیت، توسعه شهرها، افزایش وسایل نقلیه و گسترش ترافیک شهری، توسعه سریع و نامتعادل اقتصادی، افزایش مصرف انرژی و عدم رعایت مقررات زیست محیطی شکل جدی تری به خود گرفته است.

در سال های اخیر کشورها به اهمیت مسایل زیست محیطی پی برده اند و با احساس خطر نسبت به این مساله به وضع برخی قوانین در سطح ملی و یا تنظیم موافقت نامه های بین المللی پرداخته اند. این روند و در نتیجه احساس نیاز به خروج از بحران های فوق منجر به ظهور و بروز موضوع اساسی در دنیا به نام توسعه پایدار شده است. کشورها در این راستا به دنبال کاهش ضایعات زیست محیطی و همزمان طی نمودن مراحل توسعه می باشند، یعنی تلاش می کنند فرآیند توسعه به گونه ای هدایت شود که ضمن حداکثرسازی ارزش افزوده فعالیت های اقتصادی، نظام طبیعت پویایی تعادلی خود را از دست ندهد.

مفهوم توسعه پایدار به عنوان راهبرد خروج از چالش های زیست محیطی با طرح در کنفرانس ۱۹۷۲ آغاز شد، بر اساس "گزارش برانت لند"^۱ توسعه پایدار عبارت است از توسعه ای که نیازهای کنونی جهان را تامین کند، بدون آن که توانایی نسل های آتی را در برآوردن نیازهای خود به مخاطره افکند (یونسکو،^۲ ۱۹۹۷، ۱۳).

در واقع یکی از محورهای اصلی توسعه پایدار در هر کشور چگونگی تعامل بخش انرژی، محیط زیست و اقتصاد است و توسعه پایدار رویکرد نوین جهان متمدن را حرکت

^۱ Brundland Report.

^۲ UNESCO.

از "محیط زیست اقتصادی" به سوی "اقتصادی زیست محیطی" می‌داند؛ رویکردی که لزوم حمایت از محیط زیست را به وسیله همیاری و تعامل میان رشته‌ای بین متخصصان منابع طبیعی و محیط زیست با کارشناسان و نخبگان حوزه اقتصادی و دولتمردان حوزه سیاست بیش از پیش مورد تأکید قرار داده و از جمله ضروری‌ترین لوازم تضمین توسعه پایدار برمی‌شمرد (نصراللهی و غفاری، ۱۳۸۹، ۷۶).

چند عامل است که می‌تواند سرمنشاء توجه به مساله پایداری باشند؛ اول تعامل فعالیت‌های اقتصادی با محیط زیست و ایجاد محدودیت در برابر رشد اقتصادی است. عامل دوم مساله فقر فزاینده‌ای است که الگوهای متعارف رشد نتوانسته‌اند آن را ریشه کن سازند و عامل سوم تغییرات آب و هوایی و انتشار گازهای آلاینده زاست (وصفی، ۱۳۸۵، ۲۷).

انتشار گازهای گلخانه‌ای (GES) و آثار آن یکی از مواردی است که در مسائل محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. افزایش این گازها در جو بیش از مقدار طبیعی آن، باعث گرم شدن هرچه بیشتر آب و هوای کره زمین، از بین رفتن لایه محافظ زمین در مقابل اشعه‌های خطرناک خورشید، و به خطر افتادن کل حیات طبیعی می‌شود. اگر مقدار گازهای گلخانه‌ای در جو بیش از حد طبیعی آن باشد، جو زمین گرم‌تر و گرم‌تر می‌شود و به دنبال آن دمای کره زمین بالا می‌رود. بنابراین، چالش‌های زیست محیطی به یکی از مهم ترین دغدغه‌های سیاست‌گذاران تبدیل شده است. مواجهه با این موضوع در گام اول مستلزم شناسایی منابع عمده ایجاد آلودگی است. از این رو، در این تحقیق به بررسی و اندازه‌گیری انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های اقتصادی در ایران با استفاده از جدول داده - ستاده پرداخته شده است.

سازماندهی مقاله به این ترتیب است که در ادامه تحقیق، در بخش دوم به ادبیات تحقیق اعم از مرور مبانی نظری و مطالعات تجربی پرداخته می‌شود. در بخش سوم معرفی داده‌ها و مدل تحقیق ارائه شده است. در بخش چهارم به تجزیه و تحلیل یافته‌ها پرداخته شده و در نهایت در بخش پنجم نتیجه‌گیری تحقیق ارائه شده است.

۲. چارچوب داده-ستاده

جداول داده- ستانده از مهم ترین ابزارهای تحلیل ساختار اقتصادی، پیش‌بینی و برنامه‌ریزی می‌باشد، و تصویری جامع از اقتصاد کشور، روابط بین فعالیت‌ها و وابستگی آنها با یکدیگر

را نشان می‌دهد (جهانگرد، ۱۳۷۷ب). اصل اساسی تحلیل داده-ستانده بیان می‌دارد که فرایند تولید در هر یک از بخشها می‌تواند به وسیله برداری از ضرایب ساختاری نشان داده شود که بیان‌کننده رابطه بین نهاده جذب شده و ستانده تولید شده است. در سیستم داده-ستانده هر بخش یا فعالیت، برای تولید محصول از تعدادی نهاده اولیه (مثل نیرو یکار با مهارت‌های مختلف و سرمایه) به علاوه برخی از محصولات تولید شده در سایر بخش‌ها به عنوان نهاده واسطه‌ای استفاده می‌کند. همچنین تولیدات هر بخش یا فعالیت را می‌توان به دو قسمت تقسیم نمود: قسمتی که به عنوانی کنهاده واسطه در خود آن صنعت و سایر صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرد. بخش دیگر به تقاضای نهایی تخصیص داده می‌شود که شامل مصرف، سرمایه‌گذاری به انضمام تغییرات موجودی‌های فیزیکی، هزینه‌های دولتی و خالص صادرات می‌باشد.

کل ستانده (تولید) بخش (X_i) می‌تواند برای تقاضای واسطه و تقاضای نهایی ارایه شود، براین اساس معادله ستانده یا تراز تولیدی به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$X_i = \sum X_{ij} + Y_i \quad (1)$$

که عنصر X_{ij} نهاده ای است که از بخش i به بخش j واگذار می‌شود (i نشانگر شماره سطر و j شماره ستون است) و Y_i کل تقاضای نهایی برای بخش i را نشان می‌دهد که شامل تولید برای مصرف خانوارها و دولت، اهداف سرمایه‌گذاری شامل تشکیل سرمایه ثابت و تغییرات دارایی و صادرات می‌باشد. با فرض تابع تولید خطی، می‌توان نوشت:

$$X_{ij} = r_{ij} X_j \quad (2)$$

r_{ij} (برابر با نسبت $\frac{X_{ij}}{X_j}$) نشان دهنده این است که برای تولید هر واحد ستانده بخش j چه مقدار از نهاده i استفاده شده است، می‌توان گفت که r_{ij} بیانگر این است که بخش j چه نسبتی از نیازهای خود را از بخش i تأمین می‌کند و X_j کل تولید محصول j است. با جایگذاری رابطه (۲) در رابطه (۱) داریم:

$$X_i = \sum r_{ij} X_j + Y_i \quad (3)$$

برای نشان دادن سیستم تولیدی یک کشور سیستمی از n معادله همزمان خواهیم داشت که شکل ماتریسی سیستم، به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$AX + Y = X \quad (4)$$

A یک ماتریس ($n \times n$) ضرایب‌نیداده- ستانده‌یعنی ij ها است. X و Y به ترتیب بردارهای ستونی ($n \times 1$) تقاضای نهایی و تولید کل برای n کالا است. با استفاده از «I» به عنوان ماتریس واحد، معادله (4) به شکل زیر نوشته می‌شود:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (5)$$

این عبارت ماتریس بنیادی تحلیل داده ستانده است، و $(I-A)^{-1}$ ، ماتریس معکوس لئونتیف نامیده شده است (کروز³، ۲۰۰۲).

۲-۱. الگوهای بررسی ارتباط اقتصاد و محیط زیست

الگوهای داده - ستانده ساده‌ترین و متعارف‌ترین روش برای بررسی ارتباط بین اقتصاد و محیط زیست است، به‌ویژه در مطالعات مربوط به انرژی و آلودگی کاربرد زیادی دارند. برای تعمیم مدل داده - ستانده، به مسایل محیط زیستی، الگوهای مختلفی از پژوهشگران این زمینه مطرح شده است. به صورت کلی اکثر مدل‌های داده- ستانده محیط زیست را در سه نوع الگو می‌توان تقسیم بندی کرد: الف) الگوهای ساده؛ ب) الگوهای ایجاد سطر و ستون جدید در جدول داده ستانده؛ و ج) الگوهای تعامل بین فعالیت‌های تولیدی با اکولوژی (بانویی، ۱۳۸۳). با توجه به این‌که در این تحقیق از الگوی ساده استفاده شده، این مدل با جزئیات بیشتری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

الگوی ساده ایجاد آلاینده

در این الگو مقادیر مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها بر حسب واحدهای فیزیکی به مدل اضافه شده اند. انتشار آلاینده‌ها از انرژی‌های ثانویه مانند بنزین، نفت سفید، گاز طبیعی تصفیه شده و ... مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این الگو فرض بر این است که فقط انرژی‌های ثانویه که محصول فرآورده‌های نفتی و گازی هستند در اقتصاد مصرف می‌شود و انتشار آلاینده‌ها فقط از احتراق این حامل‌ها حاصل می‌شود. این حامل‌های انرژی عبارتند از: بنزین، نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره، گاز مایع و گاز طبیعی. بنابه فروض اولیه داده

³. Cruz

- ستانده مبنی بر همگن بودن عوامل تولید و خطی بودن تابع تولید، فرض می‌شود که نسبت مصرف انرژی به کل تولید در هر یک از بخش‌های اقتصادی ثابت است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$C_{kj} = \frac{f_{kj}}{X_j} \quad (6)$$

$$F = C * X \quad \text{به طوری که:}$$

در عبارت فوق C نشان دهنده میزان مصرف حامل انرژی k به ازاء هر واحد تولید کل بخش j است و f بیانگر کل مصرف حامل انرژی k توسط بخش j می‌باشد. با جایگذاری مقدار $X = (I - A)^{-1}Y$ میزان مصرف انرژی توسط تولید کنندگان به دست می‌آید که این مقدار با f_{ind} نشان داده می‌شود:

$$f_{ind} = C'(I - A)^{-1}Y \quad (7)$$

در عبارت فوق: C = شدت انرژی برای فعالیت‌های تولیدی (علامت ' به معنی ماتریس قطری است)؛ Y = کل تقاضای نهایی. برای انتشار گازهای آلاینده نیز چنین فرآیندی را می‌توان طی کرد به طوری که می‌توان نوشت:

$$e_j = \frac{E_j}{X_j} \quad (8)$$

عبارت 8 را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$E = e * X \quad (9)$$

با جایگذاری مقدار X در عبارت فوق خواهیم داشت:

$$E_{ind} = e'(I - A)^{-1}Y \quad (10)$$

که عبارت فوق میزان انتشار دی‌اکسید کربن بر حسب واحد فیزیکی توسط تولید کنندگان را ارائه می‌دهد. عبارت فوق به صورت ماتریسی است و ماتریس $e'(I - A)^{-1}$ نشانگر ضرایب مستقیم و غیرمستقیم انتشار آلاینده توسط تولید کنندگان است.

۳. مطالعات تجربی

در این بخش به برخی از تحقیقات انجام گرفته، ابتدا در ایران سپس به تحقیقات انجام گرفته در خارج از ایران در این زمینه پرداخته می‌شود.

در سال ۱۳۷۷، طراحی و تدوین داده ستانده انرژی با ابعاد 43×43 انجام گرفت. این یک جدول داده ستانده غیر آماری بود که بر مبنای اطلاعات آماری سال ۱۳۷۳ و بر پایه ساختار و ضرایب فنی جدول داده - ستانده سال ۱۳۷۰ مرکز آمار ایران و با استفاده از روش RAS تعدیل شده تهیه شده بود. (عسگری و بختیاری، ۱۳۸۲، ۴۱۹).

اخباری (۱۳۸۲) تحقیق دیگری با عنوان محاسبه آلاینده زایی مصارف خانوارها با استفاده از تحلیل داده - ستانده محیط زیستی برای سال ۱۳۷۸ انجام داده است. در این تحقیق از یک جدول داده - ستانده ۲۵ بخشی برای سال ۱۳۷۸ استفاده شده است. آمار و اطلاعات مربوط به آلاینده‌ها نیز از ترازنامه انرژی ۱۳۷۸ تهیه شده است. در این تحقیق مجموع آلاینده زایی مصرف خانوارها برای سال ۱۳۷۸، برابر با ۱۵۳۸۹۸۲۹۴ تن است و بخش برق، سایر صنعت ساخت، حمل و نقل بار و صنایع معدن بالاترین میزان انتشار CO_2 را دارند.

تحقیق دیگری نیز با عنوان " بررسی کمی پیوند بین فعالیت‌های اقتصادی، محیط زیست و انرژی در قالب الگوی داده - ستانده بسط یافته با تأکید بر انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) در ایران " توسط وصفی اسفستانی (۱۳۸۵) انجام گرفته است. وی در تحقیق خود از جداول داده - ستانده سال ۱۳۷۸ استفاده کرده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که خانوارها مسئولیت ۶۳ درصد و کالاهای صادراتی مسئولیت ۷/۶ درصد از انتشار CO_2 را بر عهده دارند.

تحقیقی نیز با عنوان " بررسی نقش تقاضاکنندگان نهایی در ایجاد آلودگی هوا در قالب داده - ستانده بسط یافته با تأکید بر انتشار ($CO_2, SO_2, NO_x, CH, SPM$) در ایران " توسط فرامرزی (۱۳۸۶) انجام گرفته است. در این پژوهش بر مبنای داده‌های سال ۱۳۷۸ با استفاده از الگوی داده - ستانده تعمیم یافته ایجاد آلودگی میکروبلر، الگوی تعمیم یافته ایجاد آلودگی لئوتنیف میزان انتشار ۵ نوع آلاینده ($CO_2, SO_2, NO_x, CH, SPM$) و همچنین هزینه‌ای که برای کاهش آلاینده‌ها توسط بخش‌های اقتصادی پرداخته شده، مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس محاسبات انجام شده مشخص شد که تقاضاکنندگان نهایی به طور غیر مستقیم به میزان ۱۵۷۷۲۴۷۳۵ تن (CO_2)، ۱۳۸۳۵۶۶/۹۶ تن (SO_2)، ۴۵۵۱۸۱۹/۵۶ تن (NO_x)،

۹۹۲۹۰۶/۳۱۶ تن (CH)، ۲۳۶۲۱۶/۶۸۴ تن (SPM) منتشر می‌کنند.

تحقیقی در سال ۱۹۹۸ برای کشور استرالیا توسط مانفرد لنزن^۴ انجام گرفته است که انرژی اولیه و گازهای گلخانه‌ای منتشره از مصرف سوخت‌های فسیلی را بررسی می‌کند. نتایج تحقیق نشان داد که بخش‌های با بالاترین شدت انرژی عبارتند از: تولید برق حرارتی، محصولات سفالی، فلزات اساسی غیر آهنی، آهن و فولاد و پایین‌ترین شدت انرژی هم مربوط به خدمات اجتماعی، سایر حمل و نقل، خدمات و انبارداری و خدمات بازرگانی و مالی می‌باشد.

در تحقیق دیگری که توسط لوئیس کروز^۵ برای کشور پرتغال در سال ۲۰۰۲ انجام گرفت، سه سوخت فسیلی ذغال سنگ، نفت خام و گاز طبیعی مورد بررسی قرار گرفته و فرض می‌شود که فقط یک نوع آلاینده محیط زیستی که عبارت است از CO₂، در طبیعت منتشر می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که شدت ذغال سنگ به ترتیب در صنایع استخراج صنعت محصولات ذغالی، تولید برق از سوخت‌های فسیلی و توزیع برق بالاتر از سایر بخش‌هاست. شدت نفت نیز در بخش‌های استخراج نفت خام و صنعت تصفیه و بازیافت محصولات نفتی، تولید برق از سوخت‌های فسیلی و توزیع برق از سایر بخش‌ها بالاتر بوده است. شدت CO₂ نیز در بخش‌های استخراج صنعت محصولات ذغالی، استخراج نفت خام و صنعت تصفیه و بازیافت محصولات نفتی و استخراج گاز طبیعی و صنعت تصفیه و بازیافت محصولات گازی بالاتر از سایر بخش‌هاست.

موخوپادیای و چاکرابورتی^۶ طی مطالعه‌ای تأثیر اصلاحات اقتصادی انجام گرفته در سال‌های ۱۹۹۱ و ۱۹۹۲ را بر مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها در هند بررسی نمودند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در این دوره مصرف انرژی در هند سالانه با نرخ ۵/۷ درصد افزایش یافته و اولین صنایع انرژی بر آلاینده‌زا به ترتیب عبارتند از: محصولات نفتی، برق، آهن و فولاد، حمل و نقل و صنایع نساجی.

در مطالعه انجام گرفته توسط لایوپ^۷ در سال ۲۰۰۷ تغییرات در ضریب فزاینده اسپانیا طی دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۵ در چارچوب داده-ستاده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. وی با تمایز قایل شدن بین اثرات فزاینده‌ای که به‌علت تغییرات در ضرایب انتشار (اثرات شدت آلودگی) و ضرایب فنی (اثرات ساختار اقتصادی) حاصل می‌شوند، چنین نتیجه گرفت که

4. Manfred Lenzen

5. Luis Cruz

6. Mukhopadhyay & Chakraborty

7. Llop

کاهش معناداری در شدت آلودگی فعالیت‌های تولیدی وجود دارد. نتایج نشان‌دهنده آن است که شدت آلودگی و ساختار اقتصادی به ترتیب به صورت منفی و مثبت در ایجاد تغییرات ضرایب انتشار نقش دارند.

باختر^۸ (۲۰۰۸) با استفاده از جدول داده- ستانده برگرفته از BEA و داده‌های اداره آمار ایالات متحده به تعیین این موضوع می‌پردازد که کدام بخش‌ها بیشترین نقش را در ایجاد آلودگی سرب و اسید سولفوریک دارند. وی این نتایج را با استفاده از اندازه‌گیری وزن آلودگی توسط تراکم جمعیت مقایسه می‌کند. باختر دریافت که بیشترین آلودگی اسید سولفوریک و سرب مربوط به بخش‌های تولید انرژی الکتریکی و اجزای الکتریکی است. باختر (۲۰۰۹) در سال ۲۰۰۹ با استفاده از جدول داده- ستانده لئونتیف به تجزیه و تحلیل و تعیین میزان آلودگی در هر دو بخش تقاضای کالای نهایی و واسطه‌ای در ایالات متحده پرداخت. وی دریافت که بیشترین آلودگی ایجاد شده در سال ۲۰۰۲، در هر دو بخش‌های تولید نهایی کالا و استفاده از کالای واسطه، مربوط به محصولات اولیه فلزات غیر آهنی بوده است.

آلکانترا و پادایلا در سال ۲۰۰۹ طی مطالعه به بررسی انتشار گاز CO₂ در شاخه‌ای از بخش خدمات پرداخته‌اند. لازم به ذکر است، در این مطالعه کل تولید بخش خدمات به پنج زیرگروه که به انتشار گاز CO₂ می‌پردازند، تقسیم شده است. نتایج به دست آمده از این مطالعه بیانگر نقش متفاوت زیرگروه‌های خدمات در این زمینه بود که فعالیت‌های حمل و نقل دارای بالاترین سطح انتشار گاز CO₂ در بخش خدمات می‌باشند. از دیگر نتایج به دست آمده در این مطالعه آن است که این فعالیت‌ها در قسمت تقاضای نهایی سایر بخش‌های اقتصادی مورد نیاز می‌باشند که در این صورت باعث افزایش گازهای منتشر شده می‌شود. به دلیل اثر کشش قوی فعالیت‌های خدمات در سایر بخش‌های اقتصادی، نقش مستقیم و غیر مستقیم سایر فعالیت‌های بخش خدمات در تولید گازهای گلخانه‌ای با اهمیت‌تر است. با توجه به نتایج به دست آمده، فعالیت‌هایی نظیر تجارت در بخش عمده فروشی و خرده فروشی، هتل و رستوران‌داری، املاک و مستغلات، فعالیت‌های بازرگانی و کسب و کار باید مورد توجه قرار گیرند.

۴. معرفی جدول داده- ستانده سال ۱۳۸۴

در ایران آخرین جدول داده- ستانده آماری تهیه شده توسط مرکز آمار ایران مربوط به سال

۱۳۸۰ می باشد و آخرین جدول داده- ستانده آماری منتشر شده توسط بانک مرکزی ایران مربوط به سال ۱۳۷۸ است. علاوه بر این با استفاده از روش های غیر آماری برای سال های اخیر نیز جدول داده- ستانده بهنگام شده است که یکی از این جداول داده- ستانده به-هنگام شده وزارت نیرو برای سال ۱۳۸۴ می باشد، که در این مطالعه مبنای محاسبات قرار گرفته است.

تشکیل جدول داده- ستانده انرژی و محیط زیستی

با استفاده از جدول داده- ستانده و آمار مصرف انرژی در ترازنامه انرژی، مصرف انرژی بخش های مختلف بر حسب واحدهای فیزیکی برآورد شد. با ضرب ضرایب EPA (ضرایب انتشار آلاینده ها) در مصرف انرژی، میزان انتشار گازهای گلخانه ای به تفکیک بخش ها به دست آمد^۹. به این ترتیب جدولی تهیه شد که نحوه تعامل فعالیت های اقتصادی، انرژی و میزان انتشار آلاینده محیط زیستی را نشان می دهد. با استفاده از فرض ثابت بودن ضرایب فنی در تحلیل داده- ستانده، ضرایب مصرف انرژی و انتشار آلاینده های گازی، از جدول سال ۱۳۷۸ به جدول بهنگام شده سال ۱۳۸۴ تسری داده شد و به این ترتیب جدول داده- ستانده انرژی و محیط زیستی برای سال ۱۳۸۴ برآورد شد.

۵. محاسبه مدل

در این قسمت مدل پیشنهادی محاسبه شده، و نتایج به دست آمده تجزیه و تحلیل می شود فرضیه ها و سوالات طرح شده در پژوهش نیز در این قسمت بررسی می شود. در این بررسی شش حامل انرژی وارد مدل می شوند که عبارتند از بنزین (f_g)، نفت سفید (f_k)، نفت گاز (f_o)، نفت کوره (f_h)، گاز مایع (f_p) و گاز طبیعی (f_n). غیر از گاز طبیعی که بر حسب هزار متر مکعب است سایر حامل های انرژی بر حسب هزار لیتر می باشند. میزان مصرف هر کدام از حامل های فوق به صورت جبری به شکل زیر نشان داده می شود:

$$f_h = c'_h (I - A)^{-1} Y$$

$$f_g = c'_g (I - A)^{-1} Y$$

^۹ ضرایب EPA برای انتشار دی اکسید کربن از دفتر تغییرات آب و هوایی سازمان ملل (مستقر در سازمان حفاظت محیط زیست) اخذ شد.

^{۱۰} وصفی اسفستانی، ۱۳۸۵

$$f_p = c'_p (I - A)^{-1} Y$$

$$f_k = c'_k (I - A)^{-1} Y$$

$$f_n = c'_n (I - A)^{-1} Y$$

$$f_o = c'_o (I - A)^{-1} Y$$

که g, k, o, h, p و n به ترتیب دلالت بر بنزین، نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره، گاز مایع و گاز طبیعی دارد. عبارات فوق میزان مصرف حامل‌های مختلف انرژی تولیدکنندگان را نشان می‌دهد.

برای تخمین انتشار آلاینده‌های SO_x, NO_x, HC, SPM و CO_2 نیز از معادلاتی استفاده می‌شود که شکل آن‌ها همانند عبارات مربوط به انرژی می‌باشد. برای این کار ابتدا انتشار آلاینده‌های SO_x, NO_x, HC, SPM و CO_2 از هر یک از حامل‌های انرژی محاسبه شده و سپس کل گازهای منتشره با هم جمع زده شده است.

با استفاده از جدول داده- ستانده انرژی و محیط زیستی، به ترتیب ضرایب مدل تخمین زده می‌شود. ابتدا c ها (ضرایب مستقیم مصرف انرژی) و e (ضرایب مستقیم انتشار آلاینده) محاسبه می‌شوند که در جدول ۱ ضرایب مستقیم مربوط به حامل‌های انرژی نشان داده شده است.

ضرایب مستقیم نشان می‌دهد که به ازای یک میلیون ریال تقاضای نهایی برای هر بخش به طور مستقیم چه میزان مصرف انرژی صورت گرفته است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که بالاترین ضرایب مستقیم مربوط به مصرف بنزین در بخش‌های حمل و نقل هوایی و جاده‌ای و استخراج سایر معادن می‌باشد. در رابطه با مصرف نفت سفید نیز بالاترین ضرایب مستقیم مربوط به سایر خدمات، خدمات پشتیبانی و کمکی حمل و نقل و فرآورده‌های نفتی و محصولات پتروشیمی می‌باشد. بالاترین ضرایب مستقیم مصرف نفت کوره نیز مربوط به تولید محصولات کانی غیر فلزی، حمل و نقل آبی و تولید و توزیع آب، برق و گاز می‌باشد. در رابطه با گاز مایع نیز خدمات هتل و رستوران، فرآورده‌های نفتی و محصولات پتروشیمی و سایر خدمات به ترتیب بالاترین ضرایب مستقیم را دارا می‌باشند. بالاترین ضرایب مستقیم گاز طبیعی نیز به ترتیب در بخش‌های تولید، توزیع و انتقال آب، برق و گاز، محصولات کانی غیر فلزی و خدمات هتل و رستوران است.

جدول ۱. ضرایب مستقیم مصرف انرژی‌های مختلف- هزار لیتر به میلیون ریال

مصرف انرژی بخش‌های اقتصادی کشور	گاز طبیعی (هزار متر مکعب)	بنزین	نفت سفید	گازوئیل	نفت کوره و سیاه	گاز مایع - تن
محصولات						

						خدمات تعمیراتی
						خدمات هتل و رستوران
						حمل و نقل ریلی
						حمل و نقل جاده‌ای
						حمل و نقل آبی
						حمل و نقل هوایی
						خدمات پشتیبانی و کمکی حمل و نقل
						خدمات پست و مخابرات واسطه‌گر ی‌های مالی
						خدمات مستغلا ت وسایر خدمات کسب و کار
						سایر خدمات

منبع: محاسبات تحقیق

در جدول (۲) نیز جمع سطری ضرایب مستقیم و غیرمستقیم نشان داده شده است. این ضرایب نشان می‌دهد که با افزایش یک میلیون ریال تقاضای نهایی برای هر یک از بخش‌ها، مصرف حامل‌های انرژی چه میزان افزایش می‌یابد. به طور مثال محاسبات نشان می‌دهد که با افزایش یک میلیون ریال تقاضای نهایی برای بخش حمل و نقل هوایی به طور مستقیم و غیرمستقیم ۵۳۸ لیتر بنزین در خود بخش و سایر بخش‌ها مصرف می‌شود.

محاسبات نشان می‌دهد که بالاترین ضرایب مستقیم غیرمستقیم مصرف بنزین به ترتیب در بخش‌های حمل و نقل هوایی، حمل و نقل جاده‌ای و سایر خدمات بوده است و بالاترین ضرایب مستقیم- غیرمستقیم نفت سفید هم در بخش‌های سایر خدمات، خدمات پشتیبانی و کمکی حمل و نقل، و بخش فرآورده‌های نفتی و محصولات پتروشیمی بوده است.

جدول ۲. ضرایب مستقیم- غیرمستقیم انتشار مصرف انرژی‌های مختلف- هزار لیتر بر میلیون ریال

بخش‌های اقتصادی کشور	مصرف انرژی				
	گاز طبیعی (هزار متر مکعب)	بنزین	نفت سفید	گازوئیل	نفت کوره و سیاه گاز مایع- تن
محصولات کشاورزی					
محصولات معدنی					
محصولات غذایی و آشامیدنی و توتون و تنباکو					
محصولات نساجی و محصولات چوبی و کاغذی					
فرآورده‌های نفتی و محصولات پتروشیمی					
محصولات کانی غیرفلزی					
فلزات اساسی و محصولات فلزی ساخته شده					
محصولات ماشینی و تجهیزات					
آب، برق و گاز					
ساختمان					
بازرگانی و انواع خدمات تعمیراتی					
خدمات هتل و رستوران					

بخش‌های اقتصادی کشور	مصرف انرژی	گاز طبیعی (هزار متر مکعب)	بنزین	نفت سفید	گازوئیل	نفت کوره و سیاه	گاز مایع- تن
حمل و نقل ریلی							
حمل و نقل جاده‌ای							
حمل و نقل آبی							
حمل و نقل هوایی							
خدمات پشتیبانی و کمکی حمل و نقل							
خدمات پست و مخابرات و واسطه‌گری‌های مالی							
خدمات مستغلات و سایر خدمات کسب و کار							
سایر خدمات							

منبع: محاسبات تحقیق

ضرایب مستقیم، ضرایب مستقیم- غیرمستقیم، هر یک از بخش‌ها از انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز محاسبه شده و در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده می‌شود.

جدول ۳. ضرایب مستقیم انتشار آلاینده‌های مختلف- کیلوگرم بر میلیون ریال

بخش‌های اقتصادی کشور	مصرف انرژی	SOx	NOx	CO	HC	SPM	CO ₂
محصولات کشاورزی							
محصولات معدنی							

CO ₂	SPM	HC	CO	NO _x	SO _x	مصرف انرژی بخش‌های اقتصادی کشور
						انواع خدمات تعمیراتی
						خدمات هتل و رستوران
						حمل و نقل ریلی
						حمل و نقل جاده‌ای
						حمل و نقل آبی
						حمل و نقل هوایی
						خدمات پشتیبانی و کمکی حمل و نقل
						خدمات پست و مخابرات و واسطه‌گری های مالی
						خدمات مستغلات و سایر خدمات کسب و کار

CO ₂	SPM	HC	CO	NO _x	SO _x	مصرف انرژی بخش‌های اقتصادی کشور
						سایر خدمات

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۴. ضرایب مستقیم- غیرمستقیم انتشار آلاینده‌های مختلف- کیلوگرم بر میلیون ریال

CO ₂	SPM	HC	CO	NO _x	SO _x	مصرف انرژی بخش‌های اقتصادی کشور
						محصولات کشاورزی
						محصولات معدنی
						محصولات غذایی و آشامیدنی و توتون و تنباکو
						محصولات نساجی و محصولات چوبی و کاغذی
						فراورده‌های نفتی و محصولات پتروشیمی
						محصولات کانی غیرفلزی
						فلزات اساسی و محصولات

CO ₂	SPM	HC	CO	NO _x	SO _x	مصرف انرژی بخش‌های اقتصادی کشور
						فلزی ساخته شده
						محصولات ماشینی و تجهیزات
						آب، برق و گاز
						ساختمان
						بازرگانی و انواع خدمات تعمیراتی
						خدمات هتل و رستوران
						حمل و نقل ریلی
						حمل و نقل جاده‌ای
						حمل و نقل آبی
						حمل و نقل هوایی
						خدمات پشتیبانی و کمکی حمل و نقل
						خدمات پست و مخابرات و واسطه‌گری مالی
						خدمات مستغلات و سایر

CO ₂	SPM	HC	CO	NO _x	SO _x	مصرف انرژی بخش‌های اقتصادی کشور
						خدمات کسب و کار
						سایر خدمات

منبع: محاسبات تحقیق

بر اساس محاسبات به عمل آمده ترتیب سه بخش اول با بالاترین ضرایب مستقیم و ضرایب مستقیم- غیرمستقیم انتشار آلاینده در جداول ۵ و ۶ منعکس شده است. همانطور که با توجه به این جداول مشخص است در اغلب موارد بخش‌های حمل و نقل دارای بیشترین ضرایب مستقیم، مستقیم غیرمستقیم انتشار آلاینده‌ها بوده‌اند.

جدول ۵. بخش‌های با رده‌های اول تا سوم انتشار آلاینده‌ها با توجه به ضرایب مستقیم و ضرایب مستقیم- غیرمستقیم

ضرایب مستقیم- غیرمستقیم		ضرایب مستقیم				
۳	۲	۱	۳	۲	۱	آلاینده
حمل و نقل هوایی	حمل و نقل ریلی	محصولات کانی غیرفلزی	حمل و نقل ریلی	حمل و نقل هوایی	محصولات کانی غیرفلزی	SO _x
حمل و نقل آبی	خدمات پشتیبانی کمکی و حمل و نقل	سایر خدمات	حمل و نقل هوایی	خدمات پشتیبانی کمکی و حمل و نقل	سایر خدمات	NO _x
سایر خدمات	حمل و نقل آبی	حمل و نقل هوایی	سایر خدمات	حمل و نقل جاده‌ای	حمل و نقل هوایی	CO
حمل و نقل ریلی	حمل و نقل جاده‌ای	حمل و نقل هوایی	حمل و نقل ریلی	حمل و نقل جاده‌ای	حمل و نقل هوایی	HC
حمل و نقل هوایی	حمل و نقل جاده‌ای	حمل و نقل ریلی	حمل و نقل هوایی	حمل و نقل جاده‌ای	حمل و نقل ریلی	SPM
آب و برق و گاز	حمل و نقل هوایی	حمل و نقل آبی	آب و برق و گاز	حمل و نقل هوایی	حمل و نقل آبی	CO ₂

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه تأثیرات زیست محیطی فعالیت‌های بشر امروزه به عنوان یکی از محدودیت‌های رشد مطرح شده است. حامل‌های انرژی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نهاده‌های تولیدی در فعالیت‌های اقتصادی نقش اساسی در انتشار آلاینده‌ها و تأثیرات زیست محیطی ایفا می‌کنند.

در این تحقیق با استفاده از الگوی داده-ستانده مصرف انرژی و آلاینده‌گی ناشی از مصرف حامل‌های انرژی مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج محاسبات نشان داد که بخش حمل و نقل بزرگترین مصرف‌کننده حامل‌های انرژی و منبع انتشار آلاینده‌ها می‌باشد. واقعیت‌های پیرامون ما نشان می‌دهد توسعه سریع شهرنشینی باعث تقاضای بسیار زیاد برای فعالیت‌های زیربنایی نظیر حمل و نقل و مصرف انرژی شده است. رشد بالای مصرف انرژی به صورتی است که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۵ مصرف انرژی بخش حمل و نقل و انتشار گازهای گلخانه‌ای نسبت به سال ۲۰۰۰ تا دو برابر افزایش یابد (محرم‌نژاد، احمدی، ۱۳۸۷، ۳-۲).

اگر چه بخش حمل و نقل با ایجاد تسهیلات لازم برای توسعه سرمایه‌گذاری‌ها و دیگر فعالیت‌های مشابه، می‌تواند کمک بسیار زیادی به توسعه اقتصادی کشور نماید. در عین حال با توجه به بالا بودن انرژی برای این بخش گسترش بدون برنامه‌ریزی و عدم توجه به عوارض جنبی گسترش این بخش می‌تواند توسعه پایدار را با مخاطراتی مواجه نماید. بنابراین در حالی که رشد و توسعه وابستگی زیادی به گسترش امکانات حمل و نقل دارد اما باید گسترش این بخش با برنامه‌ریزی صورت گیرد.

در ایران نیز یکی از مصرف‌کنندگان انرژی از نوع فرآورده‌های نفتی، بخش حمل و نقل می‌باشد. مصرف بالای انرژی در بخش حمل و نقل و همچنین رشد روزافزون آن، از دو دلیل اصلی ناشی می‌شود که عبارتند از: ۱- افزایش تعداد وسایل نقلیه و عدم کارایی مصرف سوخت آنها و ۲- مصرف بسیار زیاد سوخت خودروهای ساخت داخل و خارج نشدن خودروهای فرسوده از چرخه‌ی حمل و نقل کشور. بنابراین دو موضوع باعث شده تا مصرف سوخت خودروهای ایرانی بالاتر از شاخص‌های موجود و قابل قبول جهانی باشد. (معاونت امور انرژی وزارت نیرو، ۱۳۸۲، ۱۳).

بخش حمل و نقل (جاده‌ای، ریلی، هوایی و دریایی) مهم‌ترین بخش مصرف‌کننده

انرژی و انتشاردهنده آلاینده‌گی است. بر این اساس، در هر گونه اقدام و فعالیتی در جهت حمایت از محیط زیست، باید با محوریت این بخش صورت پذیرد.

بهبود کارایی در حمل و نقل و کاهش زمان مسافرت می‌تواند سبب کاهش اثرات زیست محیطی می‌شود. از طرفی، درونی‌سازی اثرات خارجی زیست محیطی، بخصوص افزایش قیمت‌های حامل انرژی و قیمت سوخت، می‌تواند در رسیدن به این هدف منطقی باشد.

از طرف دیگر، الزام خودروسازها در جهت کاهش مصرف انرژی خودروهای تولیدی و بهبود کیفیت انرژی‌های مورد استفاده در بخش حمل و نقل می‌تواند از گسترش عوارض جنبی ناشی از گسترش فعالیت‌های حمل و نقل بکاهد.

فرهنگ سازی و گسترش استفاده از خدمات تجارت الکترونیک می‌تواند گام موثری در این زمینه تلقی شود.

افزایش آگاهی‌های عمومی و فرهنگ‌سازی مصرف بهینه انرژی، ایجاد قوانین و الزاماتی جهت از رده خارج کردن خودروهای فرسوده و ... از جمله اقداماتی است که می‌تواند باعث تشویق استفاده بهینه از انرژی در بخش حمل و نقل شود.

منابع

- اخباری، محمد (۱۳۸۲). محاسبه آلاینده‌زایی مصارف خانوارها با استفاده از تحلیل جدول داده- ستانده محیط زیستی سال ۱۳۷۸. مجموعه مقاله‌های دومین همایش کاربرد تکنیک‌های داده- ستانده در برنامه‌ریزی اقتصادی اجتماعی. نشر مرکز تحقیقات اقتصاد ایران: ۳۵۰-۳۲۱.
- آمار نامه انرژی (سال‌های مختلف). مدیریت برنامه‌ریزی، شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران.
- بانویی، علی اصغر (۱۳۸۳). روش‌های برنامه‌ریزی. جزوه درسی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی.
- ترازنامه انرژی، سال‌های مختلف، دفتر برنامه‌ریزی انرژی، معاونت امور انرژی، وزارت نیرو.
- جعفری، عسگر و محسن بختیار (۱۳۸۲). بررسی آثار و تبعات افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر بخش‌های اقتصادی، مصارف خانوارها، شاخص هزینه زندگی و هزینه و درآمد دولت با استفاده از جدول داده- ستانده انرژی. مجموعه مقاله‌های دومین همایش کاربرد تکنیک‌های داده- ستانده در برنامه‌ریزی اقتصادی اجتماعی. مرکز تحقیقات اقتصاد ایران: ۴۶۶-۴۱۹.
- دفتر تغییرات بین‌المللی آب و هوا، مستقر در سازمان حفاظت از محیط زیست.
- لئونتیف، واسیلی (۱۳۶۵). اقتصاد داده - ستانده. وزارت برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی اجتماعی و انتشارات، تهران.
- محرم نژاد، ناصر و احمدی، مه‌ری (۱۳۸۷). توسعه پایدار در حمل و نقل شهری. سومین کنفرانس منطقه‌ای ترافیک ۱۳۸۵.
- نصراللهی، زهرا و غفاری، مرضیه. آلودگی هوا و عوامل موثر بر آن (مطالعه موردی انتشار SPM و

SO₂ در صنایع تولیدی ایران. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال دهم، شماره سوم: ۷۵-۹۶.
- وصفی اسفستانی، شهرام (۱۳۸۵). بررسی کمی پیوند بین فعالیت‌های اقتصادی، محیط زیست و انرژی با تاکید بر انتشار دی‌اکسید کربن (CO₂). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبائی.

- Lenzen, M. (1998). Primary energy and greenhouse gases embodied in Australian final consumption: An input-output analysis. *Energy Policy*, 26(6): 495 – 506.
- Cruz, L. (2002). Energy –environment –economy interactions: An input- output approach applied to Portuguese case. The 7th biennial conference of the international society for Ecological Economics.
- Alcántara, V., & Padilla, E. (2009). Input–output subsystems and pollution an application to the service sector and CO₂ emissions in Spain. *Ecological Economics*, 68, Issue 3: 905–914.
- Burkander, P. (2008). Modeling pollution using input-output analysis. Math 319, Project II.
- Burkander, P. (2009). An application of input-output analysis to pollution, Senior Honors Theses: 227.
- Llop, M. (2007). Economic structure and pollution intensity within the environmental input–output framework. *Energy Policy*, 35: 3410–3417.
- Mukhopadhyay, K. (2005). Environment and poverty in India: An input-output approach. Paper submitted for the fifteenth international input-output conference to be held at the Renmin University in Beijing.