


## اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها بر انتشار آلاینده‌های هوا: تحلیل تجزیه ساختاری


دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان،  
ایران

مهدیه مودی 

استادیار گروه اقتصاد دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان،  
زاهدان، ایران

رمضان حسین زاده 

دانشیار گروه اقتصاد دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان،  
زاهدان، ایران

جواد شهرکی 

### چکیده

خانوارها به‌طور مستقیم و غیرمستقیم موجب انتشار انواع آلاینده‌های هوا می‌شوند. انتشار غیرمستقیم آلاینده‌ها توسط خانوارها در اثر مصرف انواع کالاها و خدماتی اتفاق می‌افتد که برای تولید آن‌ها از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود. از این رو هدف این مطالعه بررسی تغییر ساختار مصرف خانوارها بر میزان انتشار غیرمستقیم چهار نوع آلاینده هوا شامل دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن و متان با استفاده از تحلیل تجزیه ساختاری در الگوی داده - ستانده بین دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ می‌باشد. در این مطالعه، ماتریس مصرف کالاها و خدمات توسط خانوارها به دو جزء، ساختار مصرف و حجم کل مصرف تجزیه و سپس اثر تغییر ساختار مصرف بر میزان انتشار آلاینده‌ها بررسی شده است. نتایج تحقیق نشان داده است که تغییر ساختار مصرف خانوارها موجب افزایش هر چهار نوع آلاینده هوا شده است. میزان افزایش این آلاینده‌ها در اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها برابر ۷۸/۰۸ میلیون تن دی‌اکسید کربن، ۳۱۹/۲۸ هزارتن دی‌اکسید گوگرد و ۲۹۶/۱ هزارتن اکسید نیتروژن و ۴۸۱/۲ هزارتن متان شده است.

واژگان کلیدی: آلاینده‌های هوا، ساختار مصرف خانوارها، تحلیل داده ستانده، سوخت‌های فسیلی.

طبقه‌بندی JEL: C۶۷، Q۴۱.

## ۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، جنبه‌های زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی مورد توجه قرار گرفته است. صنعتی شدن جوامع و رشد فعالیت‌های اقتصادی بشر موجب افزایش روزافزون مصرف انواع انرژی و سوخت‌های فسیلی شده است. افزایش مصرف انرژی نیز به دنبال خود، موجب افزایش انتشار انواع آلاینده‌های هوا را در پی داشته است.<sup>۱</sup> انتشار این آلاینده‌ها مشکلات متعددی را ایجاد کرده است. یکی از عوامل مهم انتشار انواع آلاینده‌های هوا، خانوارها می‌باشند. خانوارها به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از سوخت‌های فسیلی استفاده کرده و موجب انتشار مستقیم و غیرمستقیم انواع آلاینده‌های هوا می‌شوند. انتشار مستقیم آلاینده‌ها توسط خانوارها، از مصرف مستقیم سوخت‌های فسیلی ایجاد می‌شود. به‌عنوان مثال استفاده از گاز طبیعی برای پخت‌وپز و گرمایش منزل و یا استفاده از بنزین در خودروهای شخصی از موارد انتشار مستقیم آلاینده‌ها توسط خانوارها محسوب می‌شود. انتشار غیرمستقیم آلاینده‌ها توسط خانوارها از مصرف غیرمستقیم سوخت‌های فسیلی ایجاد می‌شود.

مصرف غیرمستقیم سوخت‌های فسیلی توسط خانوارها عبارت است از سوخت‌های فسیلی مورد استفاده در بخش‌های تولیدی و خدماتی برای تولید انواع کالاها و خدمات که توسط خانوارها مصرف می‌شود. در واقع خانوارها با مصرف کالاها و خدماتی که در فرایند تولیدشان از سوخت‌های فسیلی و انرژی استفاده شده است، به‌طور غیرمستقیم باعث افزایش انتشار انواع آلاینده‌های هوا می‌شوند.<sup>۲</sup> به‌عنوان مثال وقتی خانوارها از خدمات بانک، خدمات حمل و نقل عمومی و محصولات سایر بخش‌های اقتصادی استفاده می‌کنند، این بخش‌ها برای تولید کالاها و خدمات از انرژی‌های فسیلی استفاده می‌کنند و به دنبال آن آلاینده‌های مختلف هوا انتشار می‌یابد. این قسمت از انتشار آلاینده‌ها، انتشار غیرمستقیم خانوارها محسوب می‌شود. بنابراین هرچقدر میزان مصرف کالاها و خدمات توسط خانوارها افزایش یابد، بخش‌های تولیدی جهت پاسخگویی به این افزایش تقاضا، سوخت‌های فسیلی بیشتری استفاده کرده و آلاینده‌های بیشتری نیز ایجاد خواهد شد. در

---

۱. محمود زاده و همکاران (۱۳۹۳)

۲. بزازان و خسروانی (۱۳۹۵)

مجموع می‌توان بیان کرد که انتشار غیرمستقیم خانوارها، میزان انتشار آلاینده‌ها در بخش‌های مختلف اقتصادی است که ناشی از تقاضا و استفاده خانوارها از کالاها و خدمات آن بخش‌ها می‌باشد. این مقدار انتشار آلاینده‌ها در بخش‌های مختلف، بستگی به عوامل متعددی از جمله بهره‌وری انرژی در بخش‌ها، نوع و ترکیب سوخت‌های مصرفی در بخش‌ها و همچنین میزان ارتباطات بخش‌ها با سایر بخش‌های اقتصادی دارد. هر چقدر یک بخش خاص برای تولید محصولات خود به سایر بخش‌های اقتصادی وابستگی بیشتری داشته باشد، در فرایند تقاضای مصرفی خانوارها و بدنبال آن افزایش تولید در بخش مذکور، سایر بخش‌های اقتصادی نیز بایستی تولیدات خود را افزایش دهند. این افزایش تولید، مجدداً میزان مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها را افزایش خواهد داد. به عبارت دیگر در ادامه افزایش تقاضای خانوارها برای کالاها و خدمات در بخش‌ها (انتشار غیرمستقیم خانوارها)، بخش‌های اقتصادی نیز دارای مصرف کل انرژی (مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی) هستند و موجب انتشار کل (مستقیم و غیرمستقیم) آلاینده‌ها می‌شوند.

از سوی دیگر ساختار مصرف کالاها و خدمات توسط خانوارها بر مصرف غیرمستقیم انرژی و به دنبال آن انتشار انواع آلاینده‌ها تأثیر می‌گذارد. به‌عنوان مثال اگر ساختار مصرف خانوارها به سمت کالاهای انرژی‌بر سوق پیدا کنند (سهم کالاهای انرژی‌بر در مخارج مصرفی خانوارها افزایش یابد)، میزان مصرف غیرمستقیم انرژی خانوارها و به دنبال آن انتشار غیرمستقیم آنها نیز افزایش خواهد یافت. یکی از بخش‌هایی که سهم عمده‌ای در میزان مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها دارد، بخش صنعت می‌باشد. بر این اساس چنانچه ساختار مصرف خانوارها به سمت کالاهای صنعتی سوق پیدا کند و سهم این نوع کالاها در مخارج مصرفی خانوارها افزایش یابد، میزان مصرف غیرمستقیم انرژی توسط خانوارها نیز افزایش خواهد یافت. در یک جمع‌بندی می‌توان گفت که ترکیب مصرف خانوارها و اینکه سهم بخش‌های مختلف اقتصادی از میزان مصرف خانوارها چقدر باشد، تأثیر مهمی بر میزان مصرف غیرمستقیم انرژی توسط خانوارها و همچنین مصرف انرژی در کل اقتصاد خواهد داشت.

با توجه به اهمیت تغییر ساختار مصرف خانوارها بر مصرف غیرمستقیم انرژی و به دنبال آن انتشار انواع آلاینده‌های هوا، هدف این مطالعه بررسی اثرات تغییر ساختار خانوارها بر انتشار غیرمستقیم چهار نوع آلاینده‌ی هوا شامل دی‌اکسید کربن ( $CO_2$ )، دی‌اکسید گوگرد

( $SO_2$ )، اکسیدهای نیتروژن ( $NO_x$ ) و متان ( $CH_4$ ) ناشی از مصرف انواع سوخت‌های فسیلی می‌باشد. برای این منظور از رهیافت تحلیل تجزیه ساختاری در الگوی داده - ستانده در اقتصاد ایران بین دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ استفاده شده است. یکی از ویژگی‌های اساسی این مطالعه نسبت به سایر مطالعات مشابه، در نظر گرفتن اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها بر انتشار آلاینده‌ها می‌باشد که در سایر مطالعات مورد غفلت واقع شده است. همچنین مطالعات پیشین، بیشتر بر آلاینده دی‌اکسید کربن متمرکز شده‌اند که در این مطالعه آلاینده‌های بیشتری مورد بررسی قرار گرفته است. این مطالعه شامل چهار بخش است. در بخش بعدی، مطالعات مرتبط پیشین مورد بررسی قرار می‌گیرد. بخش سوم به روش‌شناسی تحقیق اختصاص دارد. بخش چهارم نتایج تحقیق ارائه می‌شود و در بخش پایانی جمع‌بندی و پیشنهادات ارائه می‌شود.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

تحلیل تجزیه  $DA^1$  یکی از روش‌های مورد استفاده برای تجزیه یک متغیر به عوامل تعیین‌کننده آن و تعیین سهم هر یک از این عوامل در تغییرات آن متغیر می‌باشد. این روش در مباحث مربوط تولید، اشتغال، مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها در فالیته‌های اقتصادی مورد استفاده قرار گرفته است. روش‌های تحلیل تجزیه به دو گروه کلی، تحلیل تجزیه شاخص  $IDA^2$  و تحلیل تجزیه ساختاری  $SDA^3$  تقسیم‌بندی می‌شوند. در هر کدام از این گروه‌ها نیز تکنیک‌های متعددی برای تجزیه وجود دارد.  $4$  دامنه کاربرد تکنیک‌های  $SDA$  با تکنیک‌های  $IDA$  متفاوت است. روش  $SDA$  قادر به اندازه‌گیری تأثیر عوامل بیشتری مانند تغییرات تکنولوژیکی تولید (اثرات لئونتیف یا اثرات فنی) و تغییرات ساختاری یعنی تغییر ساختار تقاضای نهایی می‌باشد.  $5$  این روش همچنین قادر به تخمین اثرات مستقیم و غیرمستقیم است. تفاوت‌های بیشتر روش‌های تجزیه شاخص و تجزیه ساختاری توسط هوکسترا و واندربرگ  $6$  (۲۰۰۳) و بررسی شده است. همچنین در هر کدام از این روش‌ها نیز رهیافت‌های مختلفی برای تجزیه وجود دارد. رهیافت‌های مختلف مورد

- 
1. Decomposition Analysis
  2. Index Decomposition Analysis
  3. Structural Decomposition Analysis
  4. Wang, et al (2017)
  5. Ang (2010) and Su and Ang (2012)
  6. Hoekstra and van den Bergh

استفاده در روش *IDA* توسط آنگک و ژانگ<sup>۱</sup> (۲۰۰۰) و آنگک (۲۰۰۴) مورد بررسی و بحث قرار گرفته است. میلر و بلیر<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) رهیافت‌های مختلف مورد استفاده در روش *SDA* را بررسی کرده‌اند. محققین مختلف روش تجزیه ساختاری را در طول زمان برای بررسی اثر عوامل مختلف بر انتشار آلاینده‌های هوا بسط و گسترش داده‌اند. بر اساس این روش تغییرات انتشار آلاینده‌ها را در مرحله اول می‌توان به سه عامل عمده یعنی تغییرات ضریب مستقیم انتشار، تغییر ساختار تکنولوژیکی یا همان تغییر در ماتریس معکوس لئونتیف و تغییر در تقاضای نهایی تجزیه کرد. هر کدام از این عوامل در مرحله بعد به عوامل بیشتری قابل تجزیه هستند. به عنوان مثال تقاضای نهایی به دو قسمت ساختار تقاضای نهایی یا همان سهم هر بخش از کل تقاضای نهایی اقتصاد و حجم تقاضای نهایی که همان مجموع تقاضای نهایی همه بخش‌های اقتصاد است، قابل تقسیم‌بندی می‌باشد. نحوه تجزیه و تشکیل ماتریس‌های ساختار و حجم تقاضای نهایی در میلر و بلیر (۲۰۰۹) توضیح داده شده است. بر این اساس هر کدام از اجزای تقاضای نهایی مانند مصارف خانوارها را نیز می‌توان به دو عامل تغییر ساختار مصرف و حجم مصرف خانوارها تجزیه نمود. ساختار مصرف خانوارها نشان‌دهنده سهم هر یک از بخش‌ها از کل مخارج مصرفی خانوارها می‌باشد و حجم مصرف اشاره به کل تقاضای مصرفی خانوارها از کل کالاها و خدمات تولیدشده در بخش‌ها می‌باشد.

مطالعات مختلفی در ارتباط با انتشار آلاینده‌های هوا در فعالیت‌های اقتصادی با استفاده از مدل داده - ستانده در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است که به شرح زیر می‌باشد. اخباری (۱۳۸۵) با استفاده از جدول داده - ستانده سال ۱۳۷۸، میزان انتشار آلاینده‌های هوا از جمله دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، هیدروکربن‌ها، اکسیدهای نیتروژن و ذرات معلق را برای بخش‌های مختلف اقتصاد مورد بررسی قرار داده است. نتیجه تحقیق نشان داده است که بخش‌های حمل‌ونقل، برق و معدن دارای بیشترین ضرایب فزاینده آلودگی تولید بوده‌اند.

نصراللهی و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی تحت عنوان اندازه‌گیری آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی در ایران با رویکرد جدول داده ستانده به بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های اقتصادی با استفاده از جدول داده ستانده سال ۱۳۸۵

1. Ang and Zhang  
2. Miller and Blair

پرداخته‌اند. نتایج نشان داده است که بالاترین ضرایب مربوط به مصرف بنزین در بخش‌های حمل‌ونقل هوایی و جاده‌ای و استخراج سایر معادن بوده است.

شریفی و حسین زاده (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای تحت عنوان اثر رشد فرآورده‌های نهایی بر انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از سوخت‌های فسیلی در ایران به بررسی رابطه‌ی بین رشد فرآورده‌های نهایی و میزان تولید دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در تولید این فرآورده‌ها پرداخته‌اند. برای این منظور تولید دی‌اکسید کربن ناشی از فعالیت‌های اقتصادی با استفاده از جداول داده - ستانده‌ی سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۸۰ برآورد و تغییرات حاصل از رشد فرآورده‌های نهایی دوره‌ی مورد مطالعه محاسبه شده است. نتایج تحقیق نشان داده است که تغییرات انتشار دی‌اکسید علاوه بر تولید فرآورده‌ی نهایی به ضریب فزاینده‌ی مستقیم انتشار آلاینده‌ها نیز وابسته است. بر این اساس، افزایش در تولید فرآورده‌های نهایی خدمات حمل‌ونقل و انبارداری، محصولات کانی غیرفلزی و مواد غذایی و آشامیدنی‌ها و دخانیات به ترتیب بیش‌ترین افزایش دی‌اکسید را به همراه داشته است.

فطرس و همکاران (۱۳۹۲) با رویکرد تجزیه‌ی ساختاری، تغییرات در انتشار دی‌اکسید کربن را با استفاده از جداول داده - ستانده ۱۳۷۰-۱۳۷۵ و ۱۳۸۰ برای بخش‌های مختلف صنعتی بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که سطح تقاضای نهایی مهم‌ترین عامل مؤثر برافزایش انتشار دی‌اکسید کربن بوده است.

نصراللهی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی با استفاده جدول داده - ستانده سال ۱۳۸۵ برای استان یزد، میزان انتشار آلاینده‌های محیط زیستی توسط بخش‌های اقتصادی را برآورد کرده‌اند و به این نتیجه رسیدند که در استان یزد ۲۶/۹۸ میلیون تن گاز دی‌اکسید کربن در کل بخش‌های اقتصاد استان منتشر شده است.

رنجکش زرنق (۱۳۹۵) طی مطالعه‌ای به شناسایی عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن در اقتصاد ایران با استفاده از تحلیل تجزیه ساختاری و با استفاده از جداول داده ستانده داخلی سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ تغییر در انتشار دی‌اکسید کربن طی دوره پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که رشد اقتصادی بیشترین اثر را بر افزایش انتشار دی‌اکسید کربن داشته است.

بزازان و خسروانی (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای با هدف سنجش میزان انتشار آلاینده‌ی دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف انواع حامل‌های انرژی توسط خانوار در ایران، با استفاده از الگوی داده ستانده به بررسی پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان داده است که سهم خانوار در انتشار دی‌اکسید کربن به طور مستقیم ۴۱ درصد و به صورت غیرمستقیم ۲۹ درصد است.

مطالعات بسیاری در ارتباط با انتشار آلاینده‌ها با استفاده از مدل داده - ستانده در خارج از کشور انجام شده است که در زیر به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود.

لیم و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۹) به تحلیل ارتباط میان مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از بخش‌های صنعتی کشور کره، با استفاده از تحلیل تجزیه ساختاری پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان داده است که تغییرات در شدت انرژی و تقاضای نهایی داخلی بر کاهش‌های انتشار مؤثر بوده است.

اگلیه تی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایتالیا را به سه عامل اصلی اثر تکنولوژی، اثر ترکیب تقاضای نهایی و اثر سطح تقاضای نهایی تجزیه کرده‌اند. نتایج به دست آمده از تحلیل تجزیه‌ی ساختاری نشان داده است که سطح تقاضای نهایی اثر عمده‌ای بر افزایش انتشار دی‌اکسید کربن در این کشور داشته است.

لیو و لیانگ<sup>۳</sup> (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای خود تغییرات  $SO_2$ ،  $NO_x$  و ضایعات جامد صنعتی با روش داده - ستانده برای ۴۱ محصول نهایی در دوره زمانی ۲۰۰۷-۲۰۱۲ در چین را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این بررسی نشان داده است که در طول دوره مورد بررسی، ضریب انتشار گاز دی‌اکسید کربن به طور کلی کاهش یافته است که عامل اصلی آن تأثیر تغییرات تکنولوژی بوده است.

مچ و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای با عنوان اثرات زیست محیطی مصرف خانوارها در کشور چک به بررسی اثر مصرف خانوارها بر انتشار دو نوع آلاینده دی‌اکسید کربن ( $CO_2$ ) و دی‌اکسید گوگرد ( $SO_2$ ) با استفاده از مدل داده - ستانده پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان داده است که بخش برق و حمل و نقل بیشترین اثر را بر انتشار آلاینده‌ها و بخش خدمات کمترین آلاینده را داشته‌اند.

ما و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۹) در مطالعه خود به بررسی تغییرات انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از سیستم تولید برق در کشور چین را با استفاده از مدل داده - ستانده مورد بررسی قرار داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که تغییر ساختار مصرف انرژی موجب کاهش انتشار دی‌اکسید کربن شده است.

- 
1. Lim, *et al*
  2. Aglietti, *et al*
  3. Liu and liang
  4. Mach, *et al*
  5. Ma, *et al*

بررسی مطالعات پیشین در رابطه با تجزیه تغییرات انتشار آلاینده‌های هوا نشان می‌دهد که اکثر مطالعات روی سطح تقاضای نهایی به‌طور کلی متمرکز شده‌اند و تنها مطالعه آگلیه تی و همکاران (۲۰۱۱) به اثر تغییر ترکیب تقاضای نهایی بر انتشار آلاینده‌ها پرداخته‌اند. البته این مطالعه به اثر کل تقاضای نهایی توجه کرده و اثر تغییر ساختار و ترکیب مصرف خانوارها را به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار نداده است. از سوی دیگر مطالعاتی که مربوط به اثر تغییر مصارف خانوارها بر انتشار آلاینده‌ها هستند، کل تقاضای نهایی خانوارها را مورد بررسی قرار داده‌اند و تغییر ساختار مصرف آنها مورد مطالعه قرار نگرفته است. از جمله این مطالعات می‌توان به مطالعه مچ و همکاران (۲۰۱۸) در کشور چک و مطالعه بزازان و خسروی (۱۳۹۵) در کشور ایران اشاره کرد. این مطالعات اثر تغییر کل مصرف خانوارها بر انتشار دی‌اکسید کربن را مورد بررسی قرار داده و اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها را نادیده گرفته‌اند.

### ۳. روش‌شناسی و داده‌های تحقیق

در این مطالعه برای بررسی اثر تغییر ساختار و حجم مصرف خانوارها بر تغییرات انتشار آلاینده‌های هوا بین دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ از روش تحلیل تجزیه ساختاری در الگوی داده - ستانده استفاده شده است. نقطه شروع تحلیل در این مدل، رابطه (۱) می‌باشد.

$$X = (I - A)^{-1} \cdot Y \Rightarrow X = C \cdot Y \quad (1)$$

در این رابطه  $X$ : بردار تولید بخش‌ها،

$I$ : ماتریس واحد یا یکه،

$A$ : ماتریس ضرایب فنی،

$Y$ : تقاضای نهایی،

$C = (I - A)^{-1}$ : ماتریس معکوس لئوتیف می‌باشد.

از تقسیم میزان انتشار آلاینده‌ها در بخش‌های مختلف اقتصاد بر میزان تولید آنها می‌توان شدت انتشار آلودگی در بخش‌های مختلف را به صورت رابطه (۲) به دست آورد.

$$d_j = \frac{D_j}{X_j} \quad (2)$$

در این رابطه  $d_j$  شدت انتشار آلودگی در بخش  $Z_j$  تولید کل بخش  $Z_j$  مقدار  $D_j$



کل آلودگی انتشار یافته از بخش مورد نظر است. شکل ماتریسی آلودگی ایجاد شده در بخش های مختلف اقتصادی به صورت رابطه (۳) می باشد.

$$D = \hat{d}.X \Rightarrow \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ \dots \\ D_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 & \cdot & \cdot \\ \cdot & d_2 & \cdot \\ \cdot & \cdot & d_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

با جایگذاری رابطه (۱) در رابطه (۱) و تفکیک انواع تقاضای نهایی رابطه (۴) حاصل می شود.

$$D = \hat{d}.C.Y = \hat{d}.C.(y_c + y_x + y_I + y_G) \quad (4)$$

در این رابطه  $y_c$  مخارج مصرفی خانوارها از انواع کالاها و خدمات،  $y_x$  صادرات،  $y_I$  سرمایه گذاری، و  $y_G$  مخارج دولتی می باشد. تغییرات انتشار آلودگی در اثر تغییرات تقاضای نهایی خانوارها بر اساس روش میانگین در الگوی تجزیه ساختاری به صورت رابطه (۵) خواهد بود.

$$D = S \cdot \frac{1}{p} (\hat{d} + \hat{d}') + \frac{1}{p} (C + C'). y_c \quad (5)$$

بر اساس میلر و بلیر (۲۰۰۹) ماتریس کل تقاضای نهایی اقتصاد به دو زیرماتریس ساختار تقاضای نهایی و حجم تقاضای نهایی قابل تقسیم است. بر این اساس در این مطالعه برای بررسی اثر تغییر ترکیب مصرف خانوارها بر انتشار آلودگی، مقدار کل مصرف خانوارها به دو قسمت، حجم مصرف و ساختار مصرف خانوار تجزیه شده است. حجم مصرف خانوارها برابر مجموع کل مصرف خانوارها از همه بخش ها بدون توجه به سهم هر بخش از مصارف خانوارها می باشد. ساختار مصرف خانوارها نیز نشان دهنده سهم هر بخش از کل مصرف خانوارها می باشد. رابطه تجزیه مصرف خانوارها و شکل گسترده و ماتریسی آن به صورت رابطه (۶) می باشد.

$$y_c = S.T \quad S = \begin{bmatrix} s_1 = y_{1c} / \sum y_c \\ s_2 = y_{2c} / \sum y_c \\ \vdots \\ s_n = y_{nc} / \sum y_c \end{bmatrix}, \quad T = \sum y_c \quad (6)$$

در این رابطه ماتریس  $K$  نشان‌دهنده ساختار مصرف خانوارها و ماتریس  $T$  حجم کل مصرف خانوارها می‌باشد. تجزیه تغییرات مصرف خانوارها به دو قسمت تغییر ساختار و تغییر حجم مصرف به صورت رابطه ۷ می‌باشد.

$$y_c = S \cdot \frac{1}{4}(T' + T') + \frac{1}{4}(S' + S'). \quad T \quad (7)$$

با قرار دادن رابطه (۷) در رابطه (۵) می‌توان اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها را بر میزان انتشار آلاینده‌ها به دست آورد.

$$D = \frac{1}{4}(\hat{d}' + \hat{d}') \cdot \frac{1}{4}(C' + C') + \frac{1}{4}(T' + T') + \frac{1}{4}(\hat{d}' + \hat{d}') + \frac{1}{4}(C' + C') \cdot \frac{1}{4}(S' + S'). \quad T \quad (8)$$

جزء اول از سمت راست رابطه (۸) اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها بر انتشار آلودگی هوا و جزء دوم اثر تغییر حجم کل مصرف خانوارها بر انتشار آلودگی را نشان می‌دهد. این مطالعه به بررسی اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها بر انتشار چهار نوع آلاینده هوا شامل دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن و متان بین دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ با استفاده از جدول داده - ستانده پرداخته است.

داده‌های موردنیاز در این تحقیق شامل جداول داده - ستانده دو سال مورد مطالعه یعنی ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ می‌باشد. این جداول از مرکز آمار ایران اخذ شده است. این جداول حاوی واردات کالاها و خدمات نیز می‌باشد که برای تولید آن‌ها در داخل کشور انرژی مصرف نشده است و بنابراین آلودگی نیز ایجاد نشده است. بنابراین واردات کالاها و خدمات از جداول داده - ستانده ملی دو سال مورد نظر بر اساس روش پیشنهادی میلر و بلر (۲۰۰۹) و همچنین بانویی (۱۳۹۲) حذف شده و به جداول داده - ستانده داخلی تبدیل شده‌اند.

بر اساس اطلاعات ترازنامه انرژی، میزان انتشار آلاینده‌ها به تفکیک بخش‌ها وجود ندارد. بلکه میزان انتشار انواع آلاینده‌ها به تفکیک نوع سوخت فسیلی وجود دارد. بنابراین برای تفکیک مقدار انتشار آلاینده‌های هر نوع سوخت فسیلی بر اساس بخش‌های اقتصادی، ابتدا مصرف فیزیکی انواع سوخت فسیلی هر بخش بر حسب لیتر محاسبه شده است. سپس سهم هر بخش، از کل مصرف فیزیکی سوخت‌ها در اقتصاد محاسبه شده و در مقدار کل

انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از آن سوخت فسیلی در اقتصاد که در ترازنامه وجود دارد، ضرب شده است. به این ترتیب مقدار انتشار دی‌اکسید کربن در هر بخش از سوخت فسیلی نوع  $i$  به دست آمده است. مصرف فیزیکی سوخت‌ها از تقسیم مصرف ریالی آن در بخش‌ها طبق جدول *USE* داده - ستانده بر قیمت آن در هر بخش محاسبه شده است. این روند برای انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از بنزین، گاز طبیعی، گازوئیل و سایر سوخت‌های فسیلی در بخش‌های اقتصادی انجام شده است. در مرحله آخر، با جمع انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از همه سوخت‌های فسیلی در هر بخش مقدار کل انتشار دی‌اکسید کربن در هر بخش به دست آمده است.

برای تفکیک سایر آلاینده‌ها مانند دی‌اکسید گوگرد نیز روند مشابهی انجام شده است. یعنی از ترازنامه انرژی کشور، میزان کل دی‌اکسید گوگرد ناشی از انواع سوخت‌های فسیلی اتخاذ شده و در مرحله بعد بر اساس سهم هر بخش از مصرف نوع سوخت فسیلی مورد نظر در انتشار دی‌اکسید گوگرد ناشی از آن، میزان انتشار دی‌اکسید گوگرد ناشی از سوخت فسیلی منتخب، برای هر بخش مشخص شده است. این روند برای سوخت‌های فسیلی مانند بنزین، گاز طبیعی و گازوئیل انجام شده است. در نهایت انتشار دی‌اکسید گوگرد در هر بخش ناشی از انواع سوخت‌های فسیلی بدست آمده است.

مصرف ریالی سوخت‌های فسیلی در هر بخش از جدول مصرف داده - ستانده (*Use table*) اخذ شده است. این جداول مقدار مصرف انواع کالاها و خدمات از جمله انواع سوخت‌های فسیلی را در بخش‌های مختلف نشان می‌دهد. قیمت سوخت‌های فسیلی و مقدار کل انتشار آلاینده‌های ناشی از هر سوخت‌های فسیلی از ترازنامه انرژی ایران اخذ شده است.

در نهایت برای حذف اثرات تغییر قیمت‌ها، جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۰ با روش تعدیل مضاعف به قیمت ثابت سال ۱۳۸۰ تبدیل شده است. آمار مورد نیاز برای محاسبه شاخص قیمت بخش‌های مختلف برای تبدیل جدول از مرکز آمار ایران اخذ شده است.

#### ۴. تحلیل یافته‌های تحقیق

تغییر میزان انتشار آلاینده‌های مورد بررسی در مطالعه و همچنین اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها بر میزان انتشار در کل اقتصاد برای دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ در جدول (۱) نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات جدول، کل انتشار دی‌اکسید کربن در سال ۱۳۸۰ برابر

۳۲۶۴۳۷/۹ هزارتن بوده و این رقم در سال ۱۳۹۰ به ۵۳۴۳۳۵/۵۶ هزارتن افزایش یافته است. کل افزایش دی اکسید کربن در طی دوره مورد مطالعه برابر ۲۰۷۸۷۹/۷ هزارتن می باشد. از سوی دیگر افزایش انتشار این آلاینده در اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها برابر ۸۷۰۸۳/۲۹ هزارتن می باشد که این میزان ۴۱/۸۸ درصد کل افزایش این آلاینده در طی دوره مورد مطالعه می باشد.

کل انتشار دی اکسید گوگرد در طی دوره مورد مطالعه از ۱۱۷۴/۹۷ هزارتن در سال ۱۳۸۰ به ۱۴۰۳/۰۷ هزارتن در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است. کل افزایش این آلاینده در اقتصاد در طی دوره برابر ۲۲۸/۱ هزارتن بوده است. همچنین افزایش انتشار این آلاینده در اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها برابر ۳۱۹/۲۸ هزارتن می باشد. این مقدار ۱۳۹/۹۷ درصد کل تغییر انتشار این آلاینده می باشد. علت بیشتر بودن اثر تغییر ساختار مصرف از کل تغییر برای این آلاینده، می تواند منفی بودن اثر تغییر سایر عوامل از جمله تغییر در ساختار سایر اجزای تقاضای نهایی و تغییرات تکنولوژیکی باشد.

جدول ۱. تغییرات انتشار آلاینده‌ها در اقتصاد و سهم و اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها برای دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ (هزارتن، درصد)

آلاینده‌های هوا	۱۳۸۰	۱۳۹۰	کل تغییر	تغییر ناشی از ساختار مصرف	سهم
دی اکسید کربن	۳۲۶۴۳۷/۹	۵۳۴۳۳۵/۵۶	۲۰۷۸۷۹/۷	۸۷۰۸۳/۲۹	۴۱/۸۸
دی اکسید گوگرد	۱۱۷۴/۹۷	۱۴۰۳/۰۷	۲۲۸/۱	۳۱۹/۲۸	۱۳۹/۹۷
اکسید نیتروژن	۹۹۵/۹۷	۱۸۰۶/۵	۸۱۰/۵۲	۲۹۶/۱۰	۳۶/۵۳
متان	۱۴۱۸/۵۲	۵۴۱۱/۶۵	۳۹۹۳/۱۳	۴۸۱/۲	۱۲/۰۵

منبع: محاسبات تحقیق

کل افزایش انتشار اکسیدهای نیتروژن و همچنین اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها بر افزایش انتشار این آلاینده طی دوره مورد مطالعه به ترتیب برابر ۸۱۰/۵۲ هزارتن و ۲۹۶/۱ هزارتن بوده است. سهم تغییر ساختار مصرف در کل افزایش انتشار این آلاینده برابر ۳۶/۵۳ درصد بوده است. افزایش انتشار متان در دوره ۱۳۸۰-۱۳۹۰ برابر ۳۹۹۳/۱۳ هزارتن بوده است. تغییر ساختار مصرف خانوارها طی این دوره موجب افزایش ۴۸۱/۲ هزارتن متان شده است. این مقدار معادل ۱۲/۰۵ درصد کل افزایش انتشار متان می باشد.

اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها بر انتشار انواع آلاینده‌ها در بخش‌های مختلف اقتصاد برای دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ در جدول (۲) نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات جدول، تغییر ساختار مصرف موجب افزایش انتشار دی‌اکسید کربن به میزان ۸۷/۰۸۳ میلیون تن در کل بخش‌های اقتصاد شده است. اثر این عامل در ۱۵ بخش مثبت بوده و موجب افزایش انتشار دی‌اکسید کربن شده است و در ۸ بخش دیگر منفی بوده و موجب کاهش انتشار این آلاینده شده است. بیشترین مقدار انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از تغییر ساختار مصرف خانوارها در سه بخش «آب، برق و گاز»، «صنایع شیمیایی» و «ارتباطات» می‌باشد. افزایش انتشار دی‌اکسید کربن در این بخش‌ها در اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها به ترتیب برابر ۳۰۷۶۷/۹۸، ۲۶۳۷۹/۳۹ و ۱۴۸۰۲/۷۶ هزار تن می‌باشد.

یکی از دلایل عمده این امر، افزایش سهم مصرف خانوارها از محصولات سه بخش مذکور در طی دوره مورد مطالعه می‌باشد. افزایش سهم این بخش‌ها از کل تقاضای نهایی خانوارها در طی دوره مورد مطالعه به ترتیب برابر ۱/۸۵ درصد، ۴/۹۳ درصد و ۶/۲ درصد بوده است. به عبارت بهتر، سهم مصرف خانوارها از محصولات سه بخش مذکور افزایش یافته و این امر موجب افزایش انتشار دی‌اکسید کربن شده است. از دیگر دلایل افزایش انتشار این آلاینده در بخش‌ها، افزایش شدت انتشار آن بوده است. شاخص شدت انتشار دی‌اکسید کربن در بخش‌های «ارتباطات» و «آب، برق و گاز» بیشترین افزایش را در طی دوره مورد مطالعه داشته‌اند. این امر موجب افزایش بیشتر انتشار دی‌اکسید کربن در این بخش‌ها شده است. به عبارت دیگر به دلیل تغییر ساختار مصرف خانوار از کالا و خدمات بخش‌های مذکور و هم‌منظور بالا بودن شدت انتشار دی‌اکسید کربن در این بخش‌ها، انتشار این آلاینده افزایش بیشتری داشته است.

رشد جمعیت و افزایش تعداد خانوارها و به تبع آن افزایش مصرف خانوارها از محصولات بخش آب، برق و گاز طی دوره مورد مطالعه از دیگر دلایل افزایش انتشار دی‌اکسید کربن در این بخش می‌باشد. همچنین گسترش شدید و توسعه زیرساخت‌های بخش ارتباطات طی دوره ۱۳۸۰-۱۳۹۰ از جمله ایجاد اپراتورهای تلفن‌های خانگی و تلفن‌های همراه از یک سو و افزایش حجم شدید تقاضا توسط خانوارها برای این محصولات از سوی دیگر، از دیگر دلایل افزایش مصرف انرژی در این بخش و به دنبال آن افزایش انتشار دی‌اکسید کربن دانست.

جدول ۲. اثر تغییر ساختار مصرف خانوار بر تغییر انتشار آلاینده‌های هوا بین دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ (هزار تن)

بخش‌ها	دی‌اکسید کربن	دی‌اکسید گوگرد	اکسید نیتروژن	متان
کشاورزی جنگلداری و ماهیگیری	۷۱۱۹/۰۲	۲۹/۲۴	۴۲/۱۹	۸۵/۲۶
معادن	-۵۰۷/۸۸	-۲/۱۱	-۳/۱۳	-۳/۰۷
محصولات غذایی و آشامیدنی و دخانیات	۵۳۷۸/۱۴	۲۰/۶۴	۱۷/۰۴	۱۱/۲۳
صنایع منسوجات و پوشاک و چرم	۱۴۹۵/۹۳	۴/۱۲	۴/۶۰	۱۲/۰۶
صنایع چوب کاغذ و انتشارات	۵۱۳/۰۹	۱/۰۴	۱/۲۴	۱/۲۱
صنایع شیمیایی	۲۶۳۷۹/۳۹	۱۸/۱۷	۳۶/۸۲	۲۱۹/۰۰
صنایع لاستیک و پلاستیک	۳۹۱/۴۲	۰/۷۹	۰/۹۱	۰/۹۹
صنایع کانی‌های غیرفلزی	۱۳۱۵/۰۲	۷/۶۰	۳/۰۰	۱/۵۲
صنایع فلزات اساسی و محصولات فلزی	۲۳۲۵/۲۰	۲/۱۶	۴/۶۴	۲/۱۰
صنایع ماشین‌آلات	۱۰۳۹/۹۰	۱/۷۸	۳/۱۳	۳/۳۳
سایر صنایع	۳۴۴/۶۷	۰/۷۰	۱/۰۰	۲/۰۸
آب برق و گاز	۳۰۷۶۷/۹۸	۸۶/۰۸	۷۸/۴۳	۵/۰۸
ساختمان	-۱۳۲/۱۳	-۰/۵۶	-۰/۸۷	-۱/۷۲
عمده‌فروشی و خرده‌فروشی و تعمیرات	۶۳۹۱/۱۴	۱۸/۹۳	۲۶/۷۸	۸۱/۴۰
حمل و نقل	۱۱۵۱۰/۳۳	۲۲/۰۷	۴۸/۳۵	۱۱/۹۰
ارتباطات	۱۴۸۰۲/۷۶	۱۲۸/۳۶	۸۶/۱۵	۱۷۵/۲۲
هتل و رستوران	-۶۲۷۵/۲۹	-۴/۹۹	-۲۰/۲۱	-۴۹/۰۵
بانک و بیمه	-۳۱۶۹/۰۸	-۱/۹۲	-۸/۱۷	-۲۵/۹۴
خدمات حرفه‌ای، مشاغل و مستغلات	-۱۱۰۳/۹۱	-۰/۳۵	-۲/۰۶	-۳/۷۹
امور عمومی و دفاع و تأمین اجتماعی	۰/۵۳	۰	۰	۰/۰۴
آموزش	-۹۹۵/۲۲	-۱/۳۹	-۲/۸۲	-۱۲/۸۳
بهداشت	-۵۲۶۵/۵۳	-۳/۸۶	-۱۱/۳۴	-۱۶/۰۰
سایر خدمات	-۵۲۴۲/۲۳	-۷/۲۶	-۹/۶۳	-۱۸/۸۶
مجموع	۸۷۰۸۳/۲۹	۳۱۹/۲۸	۲۹۶/۱۰	۴۸۱/۲۰

منبع: محاسبات تحقیق

از سوی دیگر، انتشار دی‌اکسید کربن در بخش‌های خدماتی اقتصاد مانند «هتل و

رستوران»، «بانک و بیمه»، «خدمات حرفه‌ای و مستغلات»، «آموزش»، «بهداشت» و «سایر خدمات» کاهش یافته است. بیشترین کاهش انتشار دی‌اکسید کربن به ترتیب در سه بخش «سایر خدمات»، «هتل و رستوران» و «بهداشت» بوده است. یکی از دلایل عمده کاهش انتشار این آلاینده در این بخش‌ها، کاهش سهم این بخش‌ها از کل مصرف خانوارها طی دوره مورد مطالعه می‌باشد. در این دوره سهم این بخش‌ها بخصوص بخش «هتل و رستوران» به شدت کاهش یافته است. نوسانات شدید قیمت‌ها بخصوص در سال‌های پایانی دوره مورد مطالعه و کاهش قدرت خرید خانوارها در این دوره موجب شده است تا خانوارها مقدار مخارج خود را از بخش‌های خدماتی مانند «هتل» و «رستوران» و «بانک و بیمه» و «بهداشت» کاهش دهند و بودجه خانوارها بیشتر صرف محصولات ضروری تر مانند محصولات «کشاورزی» و «صنایع غذایی» و «آب، برق و گاز» شود.

از سوی دیگر، گسترش اینترنت و توسعه دیجیتال طی دوره مورد مطالعه موجب دیجیتالی شدن بخش‌های خدماتی بخصوص بخش‌هایی مانند «بانک و بیمه» و «خدمات مشاغل و مستغلات» و «آموزش» شده است. ظهور مدل‌های جدید کسب و کار و خارج شدن مدل‌های کسب و کار قدیمی، توسعه بانکداری اینترنتی، ایجاد و گسترش نرم افزارها برای استفاده از خدمات بیمه‌ای طی دوره مورد مطالعه موجب شده است تا میزان مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها در بخش خدماتی کاهش چشمگیری داشته باشد.

تغییر ساختار مصرف خانوار در ۱۴ بخش موجب افزایش انتشار دی‌اکسید گوگرد و در ۹ بخش دیگر موجب کاهش انتشار این آلاینده شده است. این عامل موجب افزایش انتشار ۳۱۹/۲۸ هزار تن آلاینده‌ی دی‌اکسید گوگرد در کل اقتصاد شده است. سه بخش «ارتباطات»، «آب برق و گاز» و «کشاورزی جنگلداری و ماهیگیری» بیشترین مقدار انتشار این آلاینده را به ترتیب به میزان ۱۲۸/۳۶، ۸۶/۰۸ و ۲۹/۲۴ هزار تن داشته‌اند. علت اصلی افزایش این آلاینده در این بخش‌ها افزایش سهم خانوارها از کل مصرف می‌باشد. به‌عنوان مثال سهم مصرف خانوارها از بخش کشاورزی طی دوره مورد مطالعه حدود ۴ درصد افزایش یافته است. بالا بودن شدت انرژی و شدت انتشار آلاینده در این بخش‌ها سبب شده است که تغییر ساختار مصرف خانوار از کالا و خدمات تولیدی این بخش‌ها تاثیر پررنگ‌تری بر انتشار این آلاینده داشته باشد. به‌عنوان مثال سهم گازوئیل در کل انرژی مصرفی

بخش کشاورزی بالا می‌باشد و ضریب انتشار دی‌اکسید گوگرد<sup>۱</sup> برای این سوخت فسیلی بالا می‌باشد. بنابراین افزایش مصرف خانوارها از محصولات بخش کشاورزی مقدار انتشار این آلاینده را به مقدار بیشتری افزایش داده است.

تغییر ترکیب مصرف خانوار موجب افزایش انتشار اکسیدهای نیتروژن به میزان ۲۹۶/۱۰ هزار تن در کل اقتصاد شده است. اثر این عامل در ۱۵ بخش مثبت بوده و باعث افزایش انتشار اکسیدهای نیتروژن شده است. همچنین اثر این عامل در ۸ بخش دیگر منفی بوده و موجب کاهش انتشار این آلاینده شده است. سه بخش «ارتباطات»، «آب برق گاز» و «حمل و نقل» به ترتیب با افزایش ۴۳/۱۵ هزار تن، ۴۸/۳۵ هزار تن و بیشترین افزایش انتشار را در اثر تغییر ترکیب مصرف خانوارها داشته‌اند. در مورد این آلاینده نیز باید ذکر کرد که دلیل اصلی و عمده افزایش انتشار این آلاینده در این بخش‌ها بالا بودن نسبی افزایش سهم مصرف خانوارها از محصولات و خدمات تولیدی این بخش‌ها می‌باشد. دلیل دیگر افزایش انتشار این نوع آلاینده در این بخش‌ها افزایش شدت انتشار آن می‌باشد. بررسی تغییرات شدت انتشار اکسیدهای نیتروژن در بخش‌های مختلف نشان می‌دهد که شاخص شدت انتشار این آلاینده در دو بخش «آب برق گاز» و «حمل و نقل» در طی دوره مورد مطالعه به شدت افزایش یافته است.

ستون آخر از جدول (۲) تغییر ساختار مصرف خانوار بر انتشار متان را نشان می‌دهد. همان‌طور که جدول نشان می‌دهد تغییر ساختار مصرف موجب افزایش ۴۸۱/۲ هزار تن در کل اقتصاد شده است. اثر این عامل در ۱۵ بخش مثبت بوده و موجب افزایش انتشار متان شده است و در ۸ بخش دیگر موجب کاهش انتشار این آلاینده شده است. سه بخش «صنایع شیمیایی»، «ارتباطات» و «کشاورزی جنگلداری و ماهیگیری» بیشترین مقدار انتشار این آلودگی را داشته‌اند. میزان افزایش انتشار متان در این بخش‌ها به ترتیب برابر ۲۱۹ هزار تن، ۱۷۵/۲۲ هزار تن و ۸۵/۲۶ هزار تن بوده است. از دلایل افزایش انتشار متان در این بخش‌ها علاوه بر افزایش سهم مصرف خانوارها از محصولات این بخش‌ها می‌توان به افزایش شدت انتشار متان نیز اشاره کرد. بررسی تغییرات شدت انتشار متان در بخش‌ها طی دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد که این شاخص در دو بخش «صنایع شیمیایی»، «ارتباطات» بیشترین افزایش را در طی دوره مورد مطالعه داشته است. بنابراین

۱. انتشار دی‌اکسید گوگرد به ازای هر لیتر سوخت فسیلی



با افزایش مصرف خانوارها در محصولات این بخش‌ها میزان انتشار متان به مقدار بیشتری افزایش یافته است.

## ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف این مطالعه بررسی نقش تغییر ساختار مصرف خانوارها بر انتشار چهار آلاینده دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن و متان ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی بین دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ می‌باشد. برای این منظور از رویکرد تجزیه ساختاری در مدل داده - ستانده استفاده شده است. این مطالعه، روش تجزیه ساختاری با جزئیات بیشتر یعنی تغییر ساختار مصرف خانوارها را برای بررسی دقیق‌تر و بهتر تغییرات انتشار انواع آلاینده‌ها مورد استفاده قرار داده است. بنابراین نتایج این مطالعه می‌تواند برای برنامه‌ریزی بهتر برای کاهش انتشار آلاینده‌ها در اقتصاد ایران مورد استفاده قرار گیرد. نتیجه تخمین مدل نشان داده است تغییر ساختار مصرف خانوارها موجب افزایش هر چهار نوع آلاینده در طی دوره مورد مطالعه شده است. دی‌اکسید کربن بیشترین افزایش را در بین چهار نوع آلاینده هوا در اثر تغییر ساختار مصرف داشته است. این امر به دلیل ضریب انتشار بالای این آلاینده برای همه سوخت‌های فسیلی می‌باشد. به عبارت بهتر، در اثر مصرف هر واحد (هر لیتر یا مترمکعب) سوخت‌های فسیلی در فعالیت‌های تولیدی و خدماتی مقدار بیشتری دی‌اکسید کربن نسبت به دی‌اکسید گوگرد و سایر آلاینده‌ها ایجاد می‌شود. نتایج تحقیق در سطح بخش‌ها نشان داده است که چهار بخش «آب برق گاز»، «صنایع شیمیایی»، «ارتباطات»، «کشاورزی جنگلداری و ماهیگیری» بیشترین افزایش انتشار آلاینده‌ها را در اثر تغییر ساختار مصرف خانوارها داشته‌اند. دلیل اصلی این امر، افزایش سهم مصرف خانوارها از محصولات این بخش‌ها از کل مصرف خانوارها یعنی مجموع مصرف از تمام بخش‌های اقتصادی می‌باشد. افزایش سهم این بخش‌ها از کل مصرف خانوارها در طی دوره مورد مطالعه به ترتیب برابر ۱/۸۵ درصد، ۴/۹۳ درصد و ۶/۲ درصد و ۴/۱ درصد بوده است. یکی دیگر از دلایل اصلی این امر به جز افزایش سهم این بخش‌ها از کل مصرف خانوارها، افزایش شدت مصرف انرژی و به دنبال آن افزایش شدت انتشار آلاینده‌ها در این بخش‌ها در طی دوره مورد مطالعه بوده است. با توجه به نتایج به دست آمده برای جلوگیری از انتشار انواع آلاینده‌ها و اثرات مخرب آنها بر محیط زیست و سلامت انسان‌ها در مرحله اول پیشنهاد می‌شود برنامه‌هایی در جهت تشویق خانوارها به

مصرف کمتر انرژی و همچنین خودداری از مصرف بی‌رویه و اسراف در مصرف سایر کالاها و خدمات صورت گیرد. در این راستا بایستی بر صرفه‌جویی در مصرف کالاها و خدماتی که دارای شدت بالای مصرف انرژی و شدت بالای انتشار آلاینده‌ها هستند، مانند بخش‌های «آب، برق و گاز» و «صنایع شیمیایی» تأکید شود. وضع و اجرای استانداردهای مصرف انرژی در بخش‌هایی که سهم بالایی در مصرف خانوارها دارند و به کارگیری سیاست‌هایی در جهت تشویق این بخش‌ها در استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته‌تر، می‌تواند انتشار آلاینده‌های هوا در اثر افزایش مصرف خانوارها را کاهش دهد. سیاست‌های تشویقی در جهت نوسازی تجهیزات و بهبود فنی ماشین‌آلات مورد استفاده در بخش‌های مختلف اقتصادی می‌تواند نقش موثری در کاهش انتشار آلاینده‌ها داشته باشد. تغییر ترکیب سوخت‌های مصرفی و استفاده از سوخت‌های کمتر آلاینده نظیر گاز طبیعی و همچنین استفاده از انرژی‌های پاک مانند انرژی‌های بادی و خورشیدی در بخش‌هایی که سهم بالایی در مصرف خانوارها دارند، از دیگر اقدامات مثبت در جهت کاهش انتشار می‌باشد.

## منابع

- اخباری، محمد (۱۳۸۵)، «کاربرد تکنیک داده ستانده در بررسی اثرهای محیط زیستی فعالیت‌های اقتصادی در سال ۱۳۷۸ (استخراج ضرایب فزاینده ماتریس‌های مبادله آلودگی تولید، آلودگی در آمد نیروی کار و آلودگی اشتغال)»، مجموعه مقاله‌های دومین همایش کاربرد تکنیک‌های داده - ستانده در برنامه‌ریزی اقتصادی و اجتماعی، تهران، مرکز تحقیقات اقتصاد ایران.
- بزازان، فاطمه و خسروانی، ندا (۱۳۹۵)، «سنجش میزان انتشار دی‌اکسید کربن توسط بخش‌های مختلف تولیدی و خانوارها ناشی از مصرف انرژی در ایران (رویکرد داده ستانده زیست محیطی)»، فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی، سال اول، شماره ۱، صفحات ۲۵-۱.
- ذاکری، زهرا (۱۳۹۳)، «ضرورت توجه به محیط‌زیست در قانون هدفمندی یارانه‌ها: بررسی میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم آلاینده‌های کربن دی‌اکسید»، معاونت پژوهش‌های اقتصادی دفتر مطالعات اقتصادی، مرکز پژوهش‌های مجلس.

- رنجکش زرنق، هاجر (۱۳۹۵)، «تحلیل تجزیه ساختاری تغییر در انتشار دی اکسید کربن در فعالیت های اقتصادی ایران»، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- شریفی، نورالدین و حسین زاده، رمضان (۱۳۹۲)، «اثر رشد فرآورده های نهایی بر انتشار دی اکسید کربن ناشی از مصرف سوخت های فسیلی در ایران: یک تحلیل داده - ستانده»، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، دوره ۱۰، شماره ۳۷، صفحات ۲۶-۱.
- فطرس، محمدحسن و براتی، جواد و رسول زاده، مریم (۱۳۹۲)، «تحلیل تجزیه ی ساختاری انتشار دی اکسید کربن صنعتی ایران با رویکرد داده ستانده»، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال دهم، شماره ۴۱، صفحات ۱۵۲-۱۳۱.
- محمود زاده، محمود و صادقی، سمیه و صادقی، ثریا (۱۳۹۳)، «پیامدهای زیست محیطی مصرف انرژی و صادرات صنعتی: مطالعه موردی زیر بخش های صنعت در ایران»، مجله علمی پژوهشی سیاست گذاری اقتصادی، سال ششم، شماره دوازدهم، صفحات ۱۵-۱.
- نصراللهی، زهرا و احمدی، زهره و عشرتی، سمانه (۱۳۹۱)، «اندازه گیری آثار زیست محیطی فعالیت های اقتصادی در ایران با رویکرد جدول داده - ستانده»، فصلنامه مدل سازی اقتصادی، سال دهم، شماره ۳، صفحات ۹۷-۷۵.
- نصراللهی، زهرا و وصفی اسفستانی، شهرام و نوری زاده، سمیه (۱۳۹۳)، «ارزیابی زیست محیطی فعالیت های اقتصادی با استفاده از جدول داده ستانده (یزد - ۱۳۸۵)»، فصلنامه مدل سازی اقتصادی، سال هفدهم، شماره ۶، صفحات ۶۴-۴۵.

## References

- Aglietti, C, Zoppoli, P, Infantino, G (2011) "Decomposition Analysis of Italy's Greenhouse Gas Emissions: an I/O approach based on NAMEA data", 18th Annual Conference of European Association of Environmental and Resource Economists, 29 June-2 July 2011, Rome.
- Ang, B.W., (2004). "Decomposition analysis for policymaking in energy: Which is the preferred method?", Energy Policy ,vol.32 (9), pp.1131-1139.
- Ang, B.W., Mu, A.R., Zhou, P., (2010). "Accounting frameworks for tracking energy efficiency trends", Energy Economics, vol. 32 (5), pp. 1209-1219.
- Ang, B.W., Zhang, F.Q., (2000). " A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies", Energy, vol.25 (12), pp. 1149-1176.
- Cellura M, Longo S, Mistretta M. (2011). "The energy and environmental impacts of Italian Households consumption, an input-output approach", renewable and sustainable energy reviews, pp 3897-3908.
- Cruz, L. Barata, E. (2008), "Economic responsibility for CO<sub>2</sub> emissions, an

- input-output approach", international input-output meeting on managing the environment, pp. 9-11.
- Hoekstra, R., Vandenberg, J., (2003). " Comparing structural decomposition analysis and index ", Energy Economics, vol 25 (1), pp.39-64.
- Lim, H. J, Yoo, S. H, Kwak, S. J. (2009) "Industrial CO2 emissions from energy use in Korea: A structural decomposition analysis", Energy Policy, vol.37, pp. 686-698.
- Liu J, Liang M (2017) "Changes to pollutants and carbon emission multipliers in China 2007-2012: An input-output structural decomposition analysis", Journal of Environmental Management, Vol. 203, pp. 76-86.
- Ma, J. J., Du, G., and Xie, B. C. (2019). "CO2 emission changes of China's power generation system: Input-output subsystem analysis", Energy Policy vol.124,pp. 1-12.
- Mach, R., Weinzettel, J. and Š asný, M. (2018). " Environmental Impact of Consumption by Czech Households: Hybrid Input–Output Analysis Linked to Household Consumption Data", Ecological Economics, vol. 149, pp.62-73.
- Miller, R. E., Blair, P. D., (2009), " Input–Output Analysis: Foundations and Extensions ", seconded. Cambridge University Press, Cambridge.
- Su, B., Ang, B. W., (2012), " Structural decomposition analysis applied to energy and emissions: Some methodological developments ", Energy Economics, vol. 34, pp. 177-188.
- Wang, H., Ang, B.W., Su, B., (2017a), " Assessing drivers of economy-wide energy use and emissions: IDA versus SDA ", Energy Policy, vol.107,pp. 585-599.

## The Impact of Changes in Households' Consumption Structure on Air Pollutant Emissions: Structural Decomposition Analysis

**Mahdieh Moodi**

M.A. Student in Economics, Department of Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

**Ramezan Hosseinzadeh\***

Assistant Professor Department of Economics, Faculty of Management and Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

**Javad Shahraki**

Associated Professor in Economics, Department of Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

### Abstract

Households, directly and indirectly, are responsible for emission of various air pollutants. Indirect emission by households is due to the consumption of goods and services which use fossil fuels in their production processes. The purpose of this study is to investigate the changes in the structure of households' consumption on the indirect emissions of four types of air pollutants including carbon dioxide, sulfur dioxide, nitrogen oxides and methane using structural decomposition analysis in the input-output model during 2001-2011. In this study, the matrix of consumption of goods and services by households was divided into the following two components: the total volume of consumption and the structure of consumption. We have then investigated the effect of changes in the structure of consumption on pollutant emissions. The results show that the change in the structure of consumption has increased the all air pollutant emissions. The increased amounts of these pollutants as a result of changes in consumption structure is 78.08 million ton CO<sub>2</sub>, 319.28 thousand tons SO<sub>2</sub>, 296.1 thousand tons NO<sub>x</sub> and 481.2 thousand tons Methane.

**Keywords:** Air Pollutant, Structure of Household Consumption, Input-Output Analysis, Fossil Fuels.

**JEL Classification:** C67 , Q41.

---

\* Corresponding Author: ra.hosseinzadeh@eco.usb.ac.ir