

## فعالیت‌های اقتصادی و تحلیل آثار زیست‌محیطی ناشی از مصرف انرژی در استان خراسان رضوی: مدل داده-ستانده منطقه‌ای RAS-CHARM

جواد براتی

استادیار گروه اقتصاد گردشگری، پژوهشکده گردشگری جهاددانشگاهی خراسان رضوی،  
j\_baraty@yahoo.com

هادی رفیعی دارانی\*

استادیار گروه اقتصاد گردشگری، پژوهشکده گردشگری جهاددانشگاهی خراسان رضوی،  
hadirafiy@yahoo.com, h.rafiעי@acecr.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۳۰

### چکیده

انرژی، یکی از عوامل اصلی تولید در فعالیت‌های مختلف اقتصادی است. توسعه فعالیت‌های اقتصادی در کشورها و مناطق مختلف، مصرف انرژی بیشتر و به دنبال آن تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی را به دنبال دارد. اما میزان و آثار هر فعالیت اقتصادی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای، متفاوت است. این تحقیق، با هدف بررسی نقش فعالیت‌های اقتصادی استان خراسان رضوی در تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی، انتشار گازهای CO<sub>2</sub> و CO را به‌عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای در چارچوب سناریوهای مختلف سیاستی (تغییر در هزینه‌های دولت، هزینه خانوار و تشکیل سرمایه) مورد تحلیل قرار داده است. جهت دستیابی به اهداف مطالعه از مدل داده - ستانده مبتنی بر روش CHARM RAS استفاده شد. نتایج نشان داد که افزایش ۱۰ درصدی هزینه خانوارها، هزینه‌های دولت و تشکیل سرمایه در استان خراسان رضوی باعث افزایش تولید آلاینده CO<sub>2</sub> به ترتیب به میزان ۵۸,۳ درصد، ۷۱,۴ درصد و ۱۲,۵ درصد و افزایش تولید آلاینده CO به ترتیب به میزان ۱۲۵,۵ درصد، ۱۶۵,۵ درصد و ۲۵,۶ درصد می‌گردد که نشان‌دهنده نقش و اهمیت سیاست‌های دولت در تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌باشد. همچنین بخش صنعت به‌عنوان اصلی‌ترین بخش تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی شناسایی شده بالغ بر ۹۷ درصد افزایش آلاینده‌ها در سناریوهای مختلف به این بخش اختصاص دارد. همچنین نتایج نشان داد که فعالیت‌های کلیدی استان که از آلاینده‌ها بالاتری برخوردارند شامل «ساخت کک و فرآورده‌های ناشی از پالایش نفت»، «استخراج نفت خام، گاز طبیعی و خدمات پشتیبانی معادن»، «ساخت مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی»، «انتقال و توزیع برق» و «حمل و نقل زمینی» می‌باشند.

طبقه‌بندی JEL: Q43, Q5, R15

واژه‌های کلیدی: انرژی، آلاینده زیست‌محیطی، داده ستانده، CHARM RAS، خراسان

رضوی

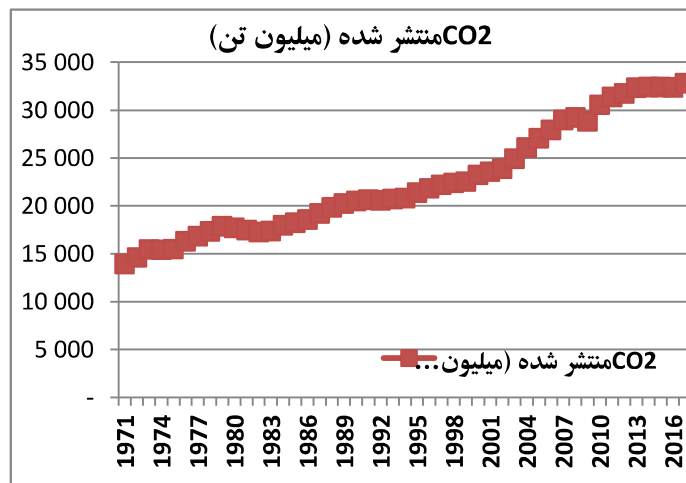
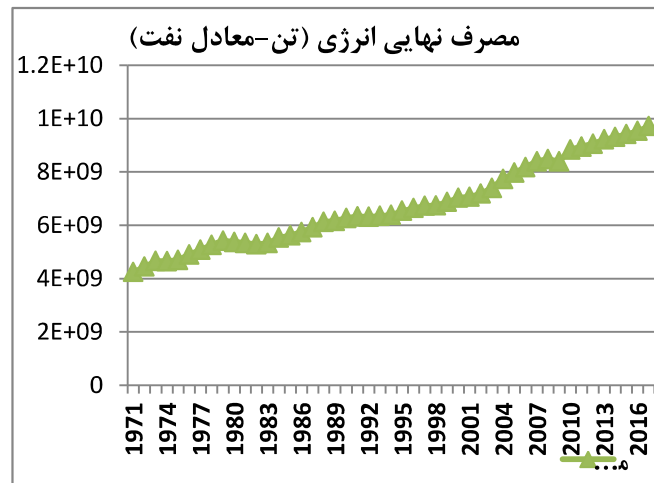
\*. نویسنده مسئول

## ۱- مقدمه

امروزه انرژی از اساسی‌ترین پیش نیازهای توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها محسوب می‌شود و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید، جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه اقتصادی هر کشور دارد (پناهی و همکاران، ۱۳۹۳). به‌طوری‌که پیوند بین فعالیت‌های مختلف اقتصادی و مصرف انرژی، هر روز گسترده‌تر می‌شود. تغییرات و افزایش جمعیت و رشد شهرنشینی به همراه کارایی پایین تولید، انتقال، توزیع و مصرف انرژی، موجب افزایش تقاضای آن و مصرف سریع منابع مرتبط شده است. به تبع رشد مصرف انرژی به ویژه انرژی‌های فسیلی، مشکلات زیست‌محیطی که یکی از مهم‌ترین آن‌ها آلودگی‌های هوا در اثر انتشار و نشر گازهای آلاینده ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی می‌باشد افزایش چشم‌گیری داشته است. اکسید گوگرد، اکسید نیتروژن، مونوکسیدکربن، ذرات معلق، هیدروکربن‌ها و دی‌اکسیدکربن از جمله گازهای آلاینده و گلخانه‌ای هستند که در اثر مصرف انرژی در فعالیت‌های اقتصادی و خانوارها به ویژه احتراق سوخت‌های هیدروکربنی به جو راه می‌یابند (ساری و همکاران، ۲۰۰۸). در این خصوص وجود منابع غنی سوخت‌های فسیلی، ارزان بودن حامل‌های انرژی و اعطای یارانه‌های بالا در کشور و عدم استفاده بهینه از آن باعث شده است تا مصرف و اتلاف این منابع با ارزش طی چند دهه گذشته افزایش قابل توجهی داشته باشد (کلانترهمزی و همکاران، ۱۳۹۴).

به‌طور تاریخی رشد با افزایش مصرف انرژی رابطه مستقیم داشته و از طرف دیگر افزایش مصرف انرژی یکی از منابع اصلی افزایش آلاینده‌های زیست‌محیطی است (جافی و استیونس، ۱۹۹۵؛ کوهلر و همکاران، ۲۰۰۶). همان‌گونه که در نمودار (۱) نشان داده شده مصرف انرژی طی دهه‌های مختلف روند افزایشی داشته که به دنبال آن تولید  $CO_2$  به‌عنوان اصلی‌ترین آلاینده نیز سیر افزایشی داشته است. افزایش آلاینده‌هایی همچون دی‌اکسیدکربن و متان بر دمای جو زمین اثر گذاشته و منجر به افزایش آن می‌شوند (آبلر و همکاران، ۲۰۰۰). بخشی از این تغییرات و همچنین انتشار گازهای گلخانه‌ای، ناشی از تولید است که در کشور یا منطقه مبدأ تولید قرار می‌گیرد و برخی نیز ناشی از مصرف است که در کشورها و مناطقی با تمرکز بالای جمعیتی سکنی

می‌گزیند. لذا تفاوت‌های منطقه‌ای و لزوم انجام تحلیل‌های منطقه‌ای در این خصوص دارای اهمیت بسیار است.



منبع: آژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۶<sup>۱</sup>

نمودار ۱. مصرف انرژی و انتشار CO2 در جهان

1. International Energy Agency (IEA)

از آنجا که فعالیت هر سیستمی ممکن است تبعات و آثاری بر سایر سیستمها داشته باشد استفاده از انرژی بر محیط زیست تأثیرگذار بوده و لذا استفاده بهینه از انرژی و بهبود محیط زیست مستلزم اخذ سیاستهای اصولی می‌باشد (مهدوی عادل و نظری، ۱۳۹۳). آلودگی ناشی از وجود غلظت مواد جامد، مایعات یا گازهای موجود در هوا می‌باشد و تأثیر منفی بر محیط اطراف و افراد دارد. چنین آلاینده‌هایی ممکن است به‌طور طبیعی (از گرد و غبار، آتش سوزی و آتشفشان) یا در اثر فعالیت انسان ایجاد شوند. آلاینده‌های مختلف هوا می‌توانند تا مدت‌ها در جو بمانند و اگرچه اغلب به‌عنوان یک موضوع محلی در نظر گرفته می‌شوند، ممکن است دامنه محلی، ملی، منطقه‌ای یا جهانی داشته باشند (آژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۶).

به‌عنوان منبع غالب آلودگی هوا، بخش انرژی باید در صدر اقدامات برای بهبود کیفیت هوا در سراسر جهان باشد. طیف وسیعی از سیاستها و فناوری‌های اثبات شده برای انجام این کار توسط کشورهای مختلف در نظر گرفته شده است. در ایالات متحده، اتحادیه اروپا و ژاپن، مقررات مربوط به کاهش عمده تولید گازهای گلخانه‌ای در بعضی از بخشها باعث بهبود وضعیت زیست‌محیطی شده است. در آسیا، مقررات سختگیرانه‌تری در رابطه با کیفیت سوخت، راندمان انرژی و فناوری‌های تصفیه پس از احتراق به‌کار گرفته شده و اگرچه انتشار آلاینده‌ها مطابق با رشد بسیار سریع تقاضای انرژی که در سالهای اخیر مشاهده شده است، افزایش یافته است، ولی پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در کیفیت هوا دیده شده است (آژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۶).

نوع و میزان آلودگی در ارتباط با انرژی بیشتر با توسعه اقتصادی یک کشور مرتبط است. در کشورهای با سطح درآمد پایین، خانوارها وابستگی بالایی به زیست توده جامد همچون چوب و ذغال دارند (مانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه آفریقا و آسیا) که استفاده از آنها معمولاً علاوه بر آلودگی منجر به مرگ زودرس به‌دلیل ذرات نامطلوب می‌شود. با پیشرفت اقتصادی، کشورها استفاده از آنها از سوخت‌های فسیلی در تولید برق و صنعت به‌طور کلی افزایش می‌یابد، که به دنبال آن انتشار دی‌اکسید گوگرد و سایر آلاینده‌ها افزایش می‌یابد. روش‌های نوین کشاورزی که شامل مکانیزاسیون و استفاده از کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات می‌شود، می‌تواند منجر به آلودگی هوا و همچنین اثرات زیست‌محیطی دیگری شود. با افزایش بیشتر درآمدها، ممکن است

آلودگی هوای خانوار کاهش یابد (در صورت تغییر مصرف‌کنندگان به منابع انرژی پاک‌تر)، اما تقاضا برای خدمات بیشتر انرژی از جمله وسایل برقی و سوخت وسایل حمل و نقل به‌طور بالقوه منجر به انتشار بیشتر آلاینده‌ها می‌شود. همچنین به موازات مراحل اولیه توسعه اقتصادی که معمولاً با افزایش جمعیت و شهرنشینی همراه می‌باشد، می‌توانند آلودگی هوای مرتبط با انرژی را افزایش دهند (آژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۶).

مصرف نهاده انرژی در بخش‌های مختلف متأثر از عوامل متعددی است که اصلی‌ترین عامل تأثیرگذار بر مصرف آن، میزان تقاضای محصولات و خدمات تولیدی بخش‌ها می‌باشد که به‌صورت غیرمستقیم و به‌عنوان تقاضای مشتق شده، تقاضای انرژی را در پی دارد. طی دهه‌های اخیر، به‌دلیل روند تغییر تکنولوژی و به‌کارگیری ماشین‌آلات و تجهیزات انرژی‌بر در بسیاری از بخش‌های اقتصادی، استفاده از نهاده انرژی از اهمیت به‌سزایی برخوردار شده است. استفاده از انرژی، اگرچه به‌عنوان یک شاخص حائز اهمیت در توسعه مناطق مطرح است، ولی نوع و کیفیت آن و به‌ویژه اثرگذاری آن بر محیط زیست از منظر تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی به‌عنوان یک دغدغه و مسأله کلیدی در دهه‌های اخیر مطرح شده است. بحران ناشی از مصرف بی‌رویه مواد و انرژی و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی به‌عنوان یک چالش جدی پیش روی بشر مطرح می‌باشد. هدف اصلی این مطالعه بررسی انرژی‌بری بخش‌های اقتصادی و به‌دنبال آن میزان تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی در استان خراسان رضوی به تفکیک اجزای تقاضای نهایی و فعالیت‌های مختلف اقتصادی است. دو نوآوری مهم در این تحقیق عبارت است از (۱) نوع جدول داده-ستانده به‌کار رفته در تحلیل‌ها که براساس مطالعات جدید در این حوزه، تحلیل آثار زیست‌محیطی را بهتر از سایر جداول داده-ستانده منطقه‌ای نشان می‌دهد (استفاده از روش CHARM RAS) و (۲) تمایز قائل شدن به اجزای تقاضای نهایی در اثرگذاری بر انتشار گاز CO<sub>2</sub> به‌طوری‌که الگوی مصرف (هزینه خانوار)، جهت‌گیری‌های تولید (تشکیل سرمایه) و سیاست و ساختار هزینه‌ای دولت (مخارج دولت محلی) را برای یک استان خاص (خراسان رضوی) مورد تحلیل قرار می‌دهد.

## ۲- پیشینه پژوهش

در زمینه هدف اصلی مطالعه و همچنین به کارگیری جداول داده-ستانده در تحلیل مصرف انرژی بخش های اقتصادی و تولید آلاینده های زیست محیطی، مطالعات مختلفی صورت گرفته است. لیاسکاس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۰)، در مطالعه ای شناسایی عواملی که بر تغییر سطح انتشار CO<sub>2</sub> صنعتی اتحادیه اروپا مؤثر بوده است را مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور، تغییرات مشاهده شده در انتشار دی اکسید کربن، با استفاده از تحلیل تجزیه<sup>۲</sup> به چهار عامل مختلف، شامل: سطح محصول، شدت انرژی، ترکیب سوختی و تغییرات ساختاری. نتایج نشان داد که امکان کاهش انتشار CO<sub>2</sub> بدون آنکه تأثیر منفی بر رشد اقتصادی اتحادیه اروپا بگذارد، وجود دارد. از این حیث، نتایج این مطالعه، پیوند ضعیف میان رشد اقتصادی و مصرف انرژی در کشورهای توسعه یافته را تأیید و اثبات کرده است که این پیوند ضعیف، میان انتشار دی اکسید کربن ناشی از مصرف انرژی و رشد اقتصادی نیز برقرار است.

یابه<sup>۳</sup> (۲۰۰۴)، در مطالعه ای عواملی را که بر انتشار CO<sub>2</sub> توسط صنایع ژاپن مؤثر بوده است، بین سال های ۱۹۹۵ و ۱۹۸۵، با استفاده از جداول داده-ستانده، مورد آزمون قرار داد. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که هر دو نوع تغییرات فنی، در کاهش انتشار CO<sub>2</sub> طی دوره اقتصاد حبابی اواخر دهه ۱۹۸۰ ژاپن (اما نه در دوره رکود اوایل دهه ۱۹۹۰) سهمیم بوده اند. اثرات پیوندهای پسین و پیشین همچنین طی دوره رونق اواخر دهه ۱۹۸۰ کاهش یافته است، در حالی که محصولات شیمیایی و بخش های ماشین آلات الکتریکی در کاهش هر دو اثر مورد بررسی، سهمیم بوده اند. نتایج در مجموع بیانگر آن بوده است که هر دو بخش محصولات شیمیایی و ماشین آلات الکتریکی، در کاهش اثرات انتشار CO<sub>2</sub> طی دوره ۱۹۹۵-۱۹۸۵ نسبتاً موفق بوده اند.

پائول و باتاچاری<sup>۴</sup> (۲۰۰۴)، با استفاده از تحلیل تجزیه، عوامل مؤثر بر تغییرات در سطح انتشار CO<sub>2</sub> مرتبط با مصرف انرژی کشور هند را بر حسب چهار عامل ضریب آلودگی، شدت انرژی، تغییرات ساختاری و فعالیت اقتصادی مورد بررسی قرار دادند.

1. Liaska
2. Decomposition Analysis
3. Yabe
4. Paul and Bhattacharya

دوره مورد بررسی این مطالعه، سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۶ بوده است. نتایج نشان داده است که رشد اقتصادی، بیشترین تأثیر مثبت را بر تغییرات انتشار  $CO_2$  در تمامی بخش‌های اصلی اقتصاد هند داشته است. انتشار  $CO_2$  از بخش‌های صنعتی و حمل و نقل، بیانگر روند کاهشی بوده است که به علت بهبود در کارایی انرژی و جایگزینی سوخت می‌باشد.

اکاک و همکاران (۲۰۰۴)، در مطالعه‌ای به بررسی مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست و منابع انرژی تجدیدپذیر در ترکیه پرداختند. در این مطالعه، استفاده از انرژی و تأثیرات زیست‌محیطی اصلی آن، از دیدگاه توسعه پایدار در ترکیه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که منابع انرژی تجدیدپذیر یکی از مؤثرترین راه‌ها برای توسعه پایدار انرژی و جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست در ترکیه می‌باشد که با توجه به موقعیت جغرافیایی ترکیه، پیشنهاد استفاده از انرژی‌های برق آبی، زمین گرمایی، خورشیدی و بادی ارائه شد.

بالات (۲۰۰۵)، در مطالعه‌ای به بررسی استفاده از منابع انرژی و مشکلات زیست‌محیطی آن‌ها پرداخت. او در این مطالعه اذعان داشت که مشکلات زیست‌محیطی ناشی از تولید، تبدیل و استفاده از انرژی باعث افزایش آگاهی عمومی در کلیه بخش‌های عمومی، صنعت و دولت در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که تأثیرات زیست‌محیطی مصرف انرژی از دو طریق استفاده از منابع طبیعی و آلودگی محیط زیست قابل مشاهده است:

چانگ و همکاران (۲۰۰۸)، با استفاده از تحلیل تجزیه ساختاری داده-ستانده (I-O)، تغییرات در انتشار دی‌اکسید کربن را طی دوره ۱۵ ساله برای کشور تایوان مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها انتشار دی‌اکسید کربن را برای سه دوره پنج ساله (۱۹۸۹-۱۹۹۴، ۱۹۹۴-۱۹۹۹ و ۲۰۰۴-۱۹۹۹) به ۹ عامل تجزیه کرده و عوامل اصلی مؤثر بر تغییر در انتشار را شناسایی کردند. این مطالعه نشان داده که شدت انرژی (و  $CO_2$ ) در صنایع بسیار بالا است، بنابراین تلاش زیادی برای بهبود شدت انرژی و ترکیب سوختی، در جهت حرکت به سوی منابع کربن‌اندوز، مورد نیاز است تا انتشار  $CO_2$ ، به‌ویژه در بخش‌های برق و تولید نیرو، کاهش یابد.

لیم و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۹)، به تحلیل ارتباط میان مصرف انرژی و انتشار CO<sub>2</sub> ناشی از بخش‌های صنعتی کشور کره، با استفاده از تحلیل تجزیه ساختاری داده-ستانده، پرداختند. منابع تغییر در انتشار دی‌اکسید کربن برای دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۳ بر حسب هشت عامل کلی تغییر در ضریب انتشار (به دلیل تغییر در شدت انرژی و شدت کربن)؛ تغییر در رشد اقتصادی؛ و تغییرات ساختاری (بر حسب تغییر در تقاضای نهایی داخلی، صادرات، واردات کالاهای واسطه‌ای و نهایی، و تکنولوژی تولید) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داده که نرخ رشد انتشار CO<sub>2</sub> صنعتی از سال ۱۹۹۸ (سال بحران مالی کشور کره)، شدیداً کاهش یافته است.

اگلیه‌تی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۱)، در مطالعه‌ای به تحلیل تجزیه انتشار گازهای گلخانه‌ای ایتالیا، طی دوره ۱۳ ساله از ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۸ پرداختند. آنها با استفاده از تکنیک تجزیه ساختاری، کل انتشار گاز گلخانه‌ای را به سه عامل اصلی (اثر تکنولوژی، اثر ترکیب تقاضای نهایی و اثر سطح تقاضای نهایی) تجزیه کرده‌اند. نتایج به دست آمده از تحلیل تجزیه ساختاری نشان داد که پیوند ناچیزی بین رشد اقتصادی و انتشار گاز گلخانه‌ای در این کشور وجود دارد و کاهش شدت انتشار نیز این پیوند ناچیز را تصدیق می‌کند.

ژو و همکاران (۲۰۲۰)، در مطالعه‌ای به بررسی و شبیه‌سازی انتشار گازهای گلخانه‌ای بر اساس مدل داده-ستانده پرداختند. نتایج مطالعه موردی برای استان گوانگدونگ چین نشان داد که استراتژی‌های کاهش مصرف انرژی با هدف بخش‌های خاص اقتصاد ممکن است به اندازه کافی عملی نباشد. هم نوع استراتژی‌های کاهش، هم مقوله‌ای که در آن دخالت دارد، تأثیر تعیین کننده‌ای در کاهش عملکرد دارد.

یو و همکاران (۲۰۲۰)، در مطالعه‌ای به بررسی تأثیرات تحرک مشترک بر مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در چین پرداختند. این مطالعه تحلیل چرخه عمر سوخت‌ها و تحلیل داده-ستانده را برای اندازه‌گیری اثرات مستقیم و غیر مستقیم تحرک‌پذیری در مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای، نسبت به تغییر حالت سفر و تغییر نگرش نسبت به خرید خودرو، مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که در

1. Lim & el.al  
2. Aglietti & el.al

مقایسه با استفاده از تحرک مشترک، مصرف انرژی مستقیم و انتشار  $CO_2$  افزایش خواهد یافت. با این حال، مزایای محیطی غیرمستقیم ناشی از تأثیر بالقوه خدمات مشترک بر رفتار خرید خودرو مسافران و سپس صنعت تولید خودرو مورد تأیید قرار گرفت. آن‌ها پیشنهاد دادند که دولت، شرکت و مصرف‌کنندگان باید هم‌کاری نزدیکی داشته باشند و نقش‌ها، مسئولیت‌ها و روابط را به وضوح تعریف کنند تا به رشد مبتنی بر کاهش آلودگی و بهبود محیط زیست برسند.

ترابی و وارثی (۱۳۸۸)، در مطالعه‌ای به شناسایی روابط متقابل میان سطح فعالیت‌های تولید بخش‌های صنعتی کشور ایران در یک مقطع زمانی مشخص (۱۳۸۰)، مصرف و شدت مصرف انرژی این فعالیت‌ها و آثار زیست-محیطی مرتبط با آن پرداخته‌اند. آنها برای این منظور از رویکرد داده-ستانده برای محاسبه بردارهای شدت انرژی و شدت دی‌اکسید کربن فعالیت‌های صنعتی اقتصاد ایران استفاده نمودند. در نهایت، استفاده از قیمت‌گذاری، مالیات‌ستانی و دیگر سیاست‌های مناسب را در کنترل تقاضای نهایی و در نتیجه، کنترل انتشار دی‌اکسید کربن پیشنهاد دادند.

فطرس و براتی (۱۳۹۰)، عوامل مؤثر بر تغییر در سطح و شدت انتشار  $CO_2$  ناشی از مصرف انرژی کل اقتصاد ایران را طی دوره ۸۶-۱۳۷۶ مورد مطالعه قرار داده‌اند. آن‌ها برای این منظور، چهار عامل اثرگذار بر انتشار  $CO_2$  یعنی، فعالیت اقتصادی، تغییرات ساختاری، ضریب انتشار  $CO_2$  و شدت انرژی را با استفاده از تحلیل تجزیه شاخص تحلیل کرده‌اند. براساس نتایج به‌دست آمده، رشد اقتصادی بزرگ‌ترین اثر مثبت را بر تغییرات انتشار  $CO_2$  در تمامی بخش‌های مورد بررسی (به‌جز صنعت و حمل و نقل)، داشته است. در دو بخش صنعت و حمل و نقل، تغییرات ساختاری اثری غالب را بر افزایش انتشار  $CO_2$  کشور داشته است. تجزیه شدت انتشار  $CO_2$  نشان داده است که حدود ۸۲ درصد از تغییر در شدت انتشار  $CO_2$  در اثر تغییرات ساختاری بوده است.

کهنسال و رفیعی (۱۳۹۱)، در مطالعه‌ای به بررسی تبعات افزایش مخارج مصرفی خانوارهای شهری و روستایی بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی و تولید آلاینده‌های زیست محیطی پرداختند. نتایج حاصله نشان داد که به‌طور کلی واکنش مصرف انرژی در بخش کشاورزی نسبت به مخارج خانوارهای شهری بیشتر از روستایی است. همچنین افزایش مخارج مصرفی خانوارها در خصوص محصولات کشاورزی تأثیر ناچیزی

بر مصرف انرژی کل استان خراسان رضوی دارد. از دیگر نتایج حائز اهمیت، تأثیر افزایش مخارج خانوارهای استان بر میزان تولید آلاینده CO<sub>2</sub> است که میزان آن اختلاف قابل توجهی با سایر آلاینده‌های زیست محیطی دارد.

اسلامی و همکاران (۱۳۹۲)، در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر اصلاح قیمت حامل‌های انرژی بر بخش‌های مختلف اقتصادی با استفاده از جدول داده - ستانده پرداختند. نتایج نشان داد که در مورد نتایج اعمال سناریوی اول (قیمت مصوب حامل‌های انرژی در سال ۱۳۹۰) و افزایش قیمت در مرحله اول (اثرات مستقیم)، با افزایش قیمت حامل‌های انرژی در این سناریو، صنعت آجر با بیشترین درصد افزایش قیمت محصول یعنی ۱۳۸ درصد در رتبه اول بیشترین تأثیرپذیری، بخش سیمان با افزایش قیمت ۸۶ درصد در رتبه دوم و صنعت خدمات حمل و نقل، انبار اداری و ارتباطات با تغییر قیمتی برابر ۶۵ درصد در رتبه سوم این معیار اثرگذاری قرار دارند.

صادقی و همکاران (۱۳۹۳)، در مطالعه‌ای به تحلیل تجزیه ساختاری آلودگی در ایران با استفاده از رهیافت داده - ستانده پرداختند. در این مطالعه تحلیل تجزیه انتشار به سه اثر ساختاری لئونتیف، تقاضای نهایی و شدت انتشار؛ با استفاده از روش تحلیل تجزیه ساختاری (SDA) و سپس مقایسه بین آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که در سطح گروه‌ها سه اثر مذکور به‌طور عمده در جهت افزایش انتشار مشارکت دارند (در هر دو مقایسه ۱۳۶۵-۱۳۷۰ و ۱۳۸۵-۱۳۸۰). در حالی که در سطوح زیرگروه‌ها، در سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۷۰ نزدیکی بالایی بین سه روش در اثر شدت انتشار مشاهده شد؛ اما در سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۸۰ چنین نزدیکی و تقریبی مشاهده نمی‌شود.

فطرس و همکاران (۱۳۹۳)، در مطالعه‌ای به بررسی و تحلیل تجزیه ساختاری انتشار دی اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) صنعتی ایران با استفاده از رویکرد داده-ستانده پرداختند. نتایج نشان داد که سطح تقاضای نهایی مهم‌ترین عامل مؤثر بر افزایش انتشار CO<sub>2</sub> بوده است. روند تحولات ساختاری صادرات بهبود یافته به‌طوری‌که اثری کاهنده بر انتشار داشته‌است. توسعه فناوری صنایع، اگرچه تأثیری اندک بر کاهش انتشار داشته‌است، با این وجود بهبود در سطح صادرات به‌عنوان عاملی در جهت کاهش انتشار طی

دوره ۱۳۸۰-۱۳۷۵ بوده است. بهبود در کارایی انرژی از مهم‌ترین عوامل کاهش انتشار CO<sub>2</sub> در فعالیت‌های «حمل و نقل»، «تصفیه و تولید فرآورده‌های نفتی»، «تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی» و «تولید فلزات اساسی» بوده است.

جهانگرد (۱۳۹۵)، در مطالعه‌ای به تخصیص نامناسب منابع و رشد اقتصادی ایران؛ رویکرد داده-ستانده پرداخت. در این مطالعه هدف بررسی نقش تخصیص منابع بین بخشی در تولید طی دوره ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۰ برای پاسخ به سوال کم‌رشدی اقتصاد ایران است. برای این امر از جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۵۲، ۱۳۶۵، ۱۳۷۰، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ ملی ایران در قالب ۱۹ بخش به قیمت ثابت استفاده شد. نتایج نشان داد متوسط ضریب فزاینده تولید اقتصاد ایران برابر ۱٫۸ است و ساختار تخصیص منابع آن از بخش‌های کشاورزی به سمت برخی فعالیت‌های صنعتی و خدماتی سوق یافته است و با کشورهای توسعه یافته و حتی در حال توسعه متفاوت می‌باشد.

بابایی و جلالی‌فر (۱۳۹۷)، در مطالعه‌ای به ارزیابی جایگاه بخش نفت و گاز در اقتصاد ایران با استفاده از الگوی داده - ستانده پرداختند. نتایج نشان داد که طی سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ ضریب پیوستگی پیشین افزایش یافته که علت آن را می‌توان رشد بخش پایین‌دستی صنعت نفت و گاز دانست. همچنین در این مطالعه ادعان شده که ستانده بخش نفت و گاز نهاده اصلی در بخش پایین‌دستی نفت و گاز می‌باشد و گسترش صنعت پالایش طی سال‌های مورد بررسی، موجب افزایش این ضریب شده است.

شارعی و همکاران (۱۳۹۷)، در مطالعه‌ای به سنجش آثار تغییر تکنولوژی و توزیع بر شدت انتشار دی‌اکسیدکربن پنج صنعت انرژی بر اول کشور با استفاده از رویکرد شناسایی ضرایب مهم جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۰ پرداختند. نتایج حاصل از دو رویکرد تقاضا محور «لئونتیف» و عرضه محور «گش» نشان داد یک درصد تغییر تکنولوژی و توزیع هر کدام از بخش‌های ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی، ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای، ساخت فلزات اساسی و ساخت کانی غیرفلزی منجر به کاهش بیش از یک درصد شدت انتشار دی‌اکسیدکربن تمام پنج صنعت انرژی بر مورد بررسی می‌شود.

حیدری و همکاران (۱۳۹۹)، در مطالعه‌ای به سنجش میزان انتشار دی‌اکسیدکربن برای محاسبه و تجزیه و تحلیل ضرایب و کشش‌های مرتبط با انتشار دی‌اکسیدکربن در اقتصاد ایران با استفاده از الگوی داده-ستانده زیست‌محیطی پرداختند. در این

مطالعه از جدول داده-ستانده ۵۲ بخشی کشور در سال ۱۳۸۹ و ادغام بخش‌ها و تقلیل آن به ۲۴ فعالیت استفاده شد. نتایج محاسبات مدل داده ستانده زیست‌محیطی نشان داد که بخش‌های حمل و نقل، صنایع کانی‌های غیرفلزی و صنایع فلزات اساسی به ترتیب بیشترین اثرگذاری را به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در انتشار دی اکسیدکربن داشته‌اند.

در یک جمع‌بندی در خصوص مطالعات گذشته می‌توان گفت که رهیافت داده-ستانده ابزاری به نسبت کارآمد جهت تحلیل همزمان کلیه بخش‌های اقتصادی در مصرف انرژی و تبعات و آثار آن است. بسته به هدف مطالعه، از جداول داده-ستانده منطقه‌ای، ملی و یا بین کشوری استفاده شده است که از روش‌های مختلف اقدام به تعدیل و بروزرسانی آن‌ها شده است. همچنین نتایج مطالعات نشان داده که بسته به ساختار اقتصادی، منطقه و یا کشور مورد مطالعه، اثرگذاری فعالیت‌های اقتصادی بر مصرف انرژی و به دنبال آن تبعات زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی می‌تواند متفاوت باشد. ولی آنچه حائز اهمیت است و در تمام مطالعات بدان اشاره شده، رابطه مستقیم رشد اقتصادی با مصرف انرژی و به دنبال آن تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌باشد.

### ۳- روش تحقیق

برای محاسبه انرژی‌بری بخش‌های اقتصادی، از دو نوع پایه آماری استفاده شده است. ابتدا از جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۴ استان خراسان رضوی که با روش CHARM-RAS توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان تهیه شده است، استفاده گردید و سپس با استفاده از میزان مصرف انرژی بخش‌های مختلف اقتصادی بر اساس مصرف انرژی و تبدیل آن‌ها به واحد یکسان اقدام به تحلیل آثار زیست‌محیطی شد. استفاده از روش CHARM-RAS برای مطالعات محیط زیستی، مناسب‌تر از روش‌های سهم مکانی است (بانویی و همکاران، ۱۳۹۶). دلیل مناسب‌تر بودن این روش، در تمرکز روش CHARM بر تجارت و مبادله کالا و خدمات بین مناطق است. لذا برای مطالعات زیست‌محیطی و همچنین مطالعات بخش عرضه اقتصاد، آثار به مراتب مناسب‌تری به‌دست می‌دهد (فلگ<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۵).

نخستین مفهوم در روش CHARM، خالص صادرات است که به صورت زیر بیان می‌شود:

$$b_i = e_i - m_i \quad (1)$$

که در رابطه فوق،  $e_i$  صادرات و  $m_i$  واردات منطقه است و  $b_i$  نمایانگر خالص صادرات است (فلگ و همکاران، ۲۰۱۵). برای هر منطقه، مقدار  $b_i$  از کسر تقاضای نهایی داخلی و تقاضای واسطه از ستانده به دست می‌آید (کرونبرگ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹). تجارت همزمان دو طرفه ( $q_i$ ) به صورت رابطه (۲) تعریف می‌شود:

$$q_i = (e_i + m_i) - |e_i - m_i| \quad (2)$$

که در رابطه (۲)،  $e_i + m_i$  حجم کل تجارت منطقه و  $e_i - m_i$  خالص صادرات را نشان می‌دهد. به منظور محاسبه  $q_i$ ، کرونبرگ، فرمول تجربی زیر را پیشنهاد می‌کند:

$$q_i = h_i(x_i + z_i + f_i) \quad (3)$$

که در رابطه (۳)،  $h_i$  بیانگر ناهمگنی کالاها یا خدمات در بخش مورد نظر،  $x_i$  ستانده بخش،  $z_i$  تقاضای واسطه‌ای و  $f_i$  تقاضای نهایی داخلی است. مقدار  $0 \leq h_i < \infty$  است. کرونبرگ فرض می‌کند که مقدار  $h_i$  بین مناطق مختلف یک کشور فرق نمی‌کند و به ساختار تولید آن کالا یا خدمت در کشور بستگی دارد. لذا، مقدار  $h_i$  از داده‌های کشور به دست می‌آید و به مناطق، تعمیم داده می‌شود (فلگ و همکاران، ۲۰۱۵).

به منظور محاسبه  $z_i$  در منطقه، نیاز به برآورد ناحیه اول جدول داده-ستانده است. برای این منظور ابتدا، ماتریس قطری نسبت ستانده (ارزش افزوده) منطقه به کشور تشکیل می‌شود<sup>۲</sup>. با ضرب ماتریس فوق در ناحیه اول جدول داده-ستانده کشور، ناحیه اول جدول داده-ستانده منطقه به دست می‌آید. جمع سطری ماتریس مذکور،  $z_i$  را نتیجه می‌دهد.

ضمن اینکه تقاضای نهایی داخلی منطقه، از نسبت سهم کل ستانده منطقه به کشور، در خصوص تمامی بخش‌ها به دست می‌آید (کرونبرگ، ۲۰۰۹). با توجه به موارد فوق، تمامی اجزای رابطه (۳) برآورد می‌شوند ( $x_i$  یا ستانده بخش‌ها از جداول حساب‌های منطقه‌ای مرکز آمار ایران اخذ می‌شود). با به دست آوردن  $q_i$ ، مقدار

1. Kronenberg

۲. کرونبرگ و فلگ به منظور ساخت ناحیه اول از آمار اشتغال بخش‌ها استفاده کرده‌اند. در این پژوهش، از آمار ارزش افزوده و یا ستانده بخش‌ها استفاده خواهد شد. زیرا تعداد بخش‌های بیشتری را (با توجه به آمار موجود در اقتصاد ایران) در برمی‌گیرد.

$v_i = e_i + m_i$  (حجم تجارت منطقه) محاسبه می‌شود. با در نظر گرفتن حجم تجارت منطقه و خالص صادرات، واردات و صادرات از روابط زیر حاصل می‌شوند:

$$m_i = \frac{q_i + |b_i| - b_i}{2} \quad (۴)$$

$$e_i = \frac{q_i + |b_i| + b_i}{2} \quad (۵)$$

شایان ذکر است که محاسبه بردار ارزش افزوده در روش فوق، به صورت پسماند (از تفریق جمع ستونی ناحیه اول از ستانده منتشر شده توسط مرکز آمار ایران)، صورت می‌پذیرد. در این تحقیق، بر اساس مطالعه بانویی و همکاران (۱۳۹۶) از روش CHARM-RAS استفاده می‌شود که فرایند ذیل برای آن انجام گرفته است:

الف- نقطه شروع این روش، برآورد تقاضای واسطه‌ای بخش‌های اقتصادی است. برای این منظور، ابتدا، سهم تقاضای واسطه‌ای هر یک از بخش‌ها به کل تقاضای واسطه‌ای برآورد شده به روش CHARM محاسبه شده و سپس، در کل هزینه‌های واسطه‌ای ارائه شده توسط مرکز آمار ایران ضرب می‌شود تا تقاضای واسطه‌ای تعدیل شده به دست آید.

ب- با توجه به تغییرات رخ داده در تقاضای واسطه‌ای، مجدداً، مقادیر صادرات و واردات محاسبه می‌شوند.

ج- مقادیر تقاضای نهایی داخلی، بدون تغییر، مجدداً مورد استفاده قرار می‌گیرند.  
د- ناحیه اول جدول داده- ستانده منطقه‌ای به روش CHARM که دارای جمع ستونی و سطری برآوردی است (به ترتیب، مصرف واسطه‌ای و تقاضای واسطه‌ای برآورد شده)، با توجه به آمار مصرف واسطه‌ای مرکز آمار ایران و تقاضای واسطه‌ای به دست آمده به شرح بند الف، مجدداً با استفاده از روش RAS تراز می‌گردد.

در این مطالعه برای بررسی و تحلیل آثار زیست‌محیطی، از میزان انرژی بری بخش‌های اقتصادی و تبدیل آن به میزان آلاینده‌گی تولیدی بهره گرفته شد. در این خصوص و با توجه به روابط مربوط به جدول داده ستانده که در بخش‌های قبل ارائه شد، چنانچه میزان انرژی مصرفی به تفکیک بخش‌های مختلف اقتصاد موجود باشد که به صورت  $E_i$  نشان داده می‌شود با تقسیم آن بر کل ستانده بخش  $i$ ، ضریب انرژی بخش  $i$  نام  $(\lambda_i)$  به دست می‌آید:

$$\lambda_i = \frac{E_i}{X_i} \quad (۶)$$

این ضریب نشان می‌دهد که به ازاء یک واحد تولید بخش آم، چه میزان انرژی مورد نیاز است. ماتریس ضرایب انرژی که در واقع ماتریس قطری ضریب انرژی است به صورت ذیل می‌باشد:

$$\lambda = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \dots & & \\ \vdots & & & \\ 0 & \dots & \dots & \lambda_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

ماتریس معکوس انرژی (E) از ضرب ماتریس ضرایب انرژی در معکوس ماتریس لئونتیف به دست می‌آید که مجموع ستونی عناصر آن، ضریب فزاینده انرژی را نشان می‌دهد:

$$E = \lambda(I - A)^{-1} \quad (8)$$

تغییر در میزان مصرف انرژی از طریق تغییر ناشی از تولید به دست می‌آید:

$$\Delta E = \sum_{j=1}^n \lambda_j \Delta X_j \quad (9)$$

و به بیان دیگر می‌توان تغییر در مصرف انرژی را بر حسب تقاضای نهایی و یا اجزاء آن محاسبه نمود:

$$\begin{aligned} \Delta E &= \sum_{j=1}^n \lambda_j \sum_{i=1}^n (I - A)^{-1} \Delta F_i \\ &= \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \lambda_j (I - A)^{-1} \Delta F_i \end{aligned} \quad (10)$$

آمار انرژی مصرفی با استفاده از آمار و اطلاعات شرکت پخش فرآورده‌های نفتی استان و بر اساس بخش‌های اصلی یعنی حمل‌ونقل، صنایع، کشاورزی، نیروی مسلح، برق، اصناف، خانگی و مصرف اداری به دست آمد. میزان سهم انرژی تخصصی و در واقع سهم هر بخش اقتصادی با استفاده از آمار جدول داده‌سزاندده مصرف محاسبه و از طریق میزان کل انرژی، تخصیص میزان انرژی مصرفی هر بخش محاسبه شد.

با توجه به میزان تغییرات در اجزاء تقاضای نهایی می‌توان انرژی‌بری بخش‌های مختلف را مورد بررسی قرار داد. از آنجایی که مصرف هر کدام از اجزاء انرژی باعث تولید نوع خاصی از آلاینده می‌شود لذا با استفاده از ضرایب سرانه تولید آلاینده‌گی حامل‌های انرژی (جدول ذیل)، میزان آلاینده‌گی کل بخش‌های اقتصادی به دست آمد.

جدول ۱. سرانه تولید آلاینده‌گی حامل‌های انرژی (کیلوگرم به متر مکعب)

N2O	CH4	CO <sub>2</sub>	SPM	CO	SO3	SO2	NO <sub>x</sub>	سرانه آلاینده‌گی - کیلوگرم به متر مکعب
۰.۰۰۷۱۰۳۷۴۶	۰.۱۰۶۰۸۲۶۰۶	۳۴۵۶.۹۲۵۲۵۲	۰	۶.۷۳۰۵۶۲۴۹۴	۰	۰.۱۴۶۸۱۰۷۵	۰.۶۸۸۵۸۹۷۷۴	گاز مایع - کیلوگرم آلاینده‌گی ب تن
۰.۱۰۹۴۳۰۴۶۸	۱.۱۲۸۰۶۷۶۰۳	۳۳۷۹.۰۶۰۲۳۳	۱.۳۰۰۰۰۰۷۷۲	۳۵۰	۰	۱.۵۰۰۰۳۸۵۸۶	۱۳.۵	بنزین - کیلوگرم آلاینده‌گی به متر مکعب
۰.۰۲۰۵۷۵۵۳۵	۰.۱۰۲۸۷۷۶۷۷	۲۴۶۳.۸۲۶۰۳۳	۰	۰.۷۳۸۱۱۱۱۰۸	۰	۲.۲۷۰۵۵۳۸۰۱	۰.۴۷۳۲۳۷۳۱۴	نفت سفید - کیلوگرم آلاینده‌گی به متر مکعب
۰.۲۲۸۸۸۵۰۵۳	۰.۱۳۶۱۵۱۹۱۷	۲۸۴۷.۱۶۹۳۴۳	۸.۹۷۶.۵۹۴۱	۴.۵۴۵۹۱۰۵۵۷	۰.۴۲۰۴۰۹۷۵۹	۱۵.۵۶۰۹۹۱۵	۳۱.۹۰۵۱۴۹۶۷	نفت گاز - کیلوگرم آلاینده‌گی به متر مکعب
۰.۰۲۴۷۱۶۰۶۴	۰.۱۲۳۶۵۴۹۹۱	۳۶۲۳.۳۲۹۱۲۷	۱.۳۲۴۵۸۶۸۸	۵.۱۶۹۳۱۶۲۳۹	۰.۵۴۶۵۹۰۹۰۱	۵۱.۱۵۱۷۹۸۲۵	۹.۳۶۴۱۰۲۷۱۷	نفت کوره - کیلوگرم آلاینده‌گی به متر مکعب
۰.۹E-۵.۵۷۵۰۷	۰.۷E-۲۰.۳۱۹۵	۰.۰۰۳۰۴۹۸۴۲	۰.۷E-۲۰.۹۴۲	۰.۷E-۹.۵۴۸۸۱	۰	۰.۹E-۵.۹۸۱۹	۰.۶E-۵.۹۰۷۰۷	گاز طبیعی - کیلوگرم آلاینده‌گی به متر مکعب

منبع: ترازنامه انرژی (۱۳۹۶)

در این مطالعه از افزایش ۱۰ درصدی در اجزاء تقاضای نهایی به‌عنوان سناریوهای اصلی مطالعه استفاده شد که شامل (۱) تغییر در هزینه خانوارها، (۲) تغییر در هزینه‌های دولت و (۳) تغییر در تشکیل سرمایه می‌باشد. به دلیل نوع جدول CHARM RAS که یک جدول نیمه آماری است و استفاده حداکثری از داده‌های واقعی، انتظار می‌رود نتایج تناسب بیشتری با واقعیت داشته باشد و اعتبار نتایج بیشتر از اعتبار مطالعات مبتنی بر جداول داده-ستانده غیر آماری باشد. لازم به ذکر است که جدول داده-ستانده مورد استفاده در این مطالعه، ۷۷ بخشی است که یکی از مفصل‌ترین و جزئی‌ترین (به لحاظ تعداد بخشهای اقتصادی) جداول منطقه‌ای می‌باشد که تا کنون در استان خراسان رضوی تهیه شده است و لذا از این حیث، تحلیل نتایج فعالیت‌های اقتصادی حائز اهمیت می‌باشد.

#### ۴- نتایج

در ذیل با ارائه نتایج تغییرات مصرف انرژی و تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از اجرای سناریوهای مختلف پرداخته شده است. از آنجایی که اصلی‌ترین آلاینده تولیدی  $CO_2$  و  $CO$  می‌باشد، در این مطالعه تنها به ارائه نتایج این دو آلاینده پرداخته شده است. جزئیات مربوط به بخش‌های اقتصادی در سه سناریوی اول در پیوست ارائه شده است.

#### تغییرات تولید آلاینده‌ها ناشی از افزایش هزینه خانوارها

در جدول (۲) میزان تولید  $CO_2$  و  $CO$ ، یعنی دو آلاینده اصلی ناشی از افزایش هزینه خانوارها در بخش‌های اقتصادی ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که میزان افزایش تولید  $CO_2$  و  $CO$  به دلیل افزایش ۱۰ درصدی هزینه خانوارها ۷۱۲۷ و ۷۹۳ هزار تن می‌باشد که در خصوص  $CO_2$  بالغ بر ۹۷ درصد افزایش تولید آن در بخش صنعت، و بخش خدمات و کشاورزی به ترتیب ۱،۳۲ و ۱،۲ درصد کل افزایش تولید را دربرمی‌گیرد. رشد افزایش آلاینده‌گی  $CO_2$  و  $CO$  به ترتیب ۵۸،۳ و ۱۲۵،۵۲ درصد می‌باشد که درصد تغییرات آلاینده‌گی در بخش صنعت اختلاف قابل توجهی با دو بخش کشاورزی و خدمات دارد. بنابراین به نظر می‌رسد که بخش صنعت نقش به‌سزایی در افزایش تولید ناشی از تغییرات هزینه خانوارها و بخش خصوصی دارد. همچنین در خصوص  $CO$ ، بالغ بر ۹۸ درصد افزایش تولید آن مربوط به بخش صنعت می‌باشد.

براساس نتایج به دست آمده بخش‌های اصلی که CO<sub>2</sub> و CO آن‌ها افزایش قابل توجهی داشته شامل ساخت کک و فرآورده‌های اصلی حاصل از پالایش، استخراج نفت خام گاز طبیعی و خدمات پشتیبان معادن و همچنین ساخت مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی می‌باشد. از آنجایی که افزایش هزینه‌های خانوارها به منزله افزایش بعد تقاضا در سطح اقتصاد کلان استان می‌باشد، لذا می‌توان اذعان نمود که تحریک ۱۰ درصدی تقاضای خانوارهای استان خراسان رضوی، افزایش ۵۸,۳ درصدی تولید CO<sub>2</sub> و ۱۲۵,۵ درصدی تولید CO را به همراه دارد. اگرچه افزایش و تحریک بعد تقاضا بر راحتی امکان‌پذیر نیست و وابستگی بالایی به قدرت خرید خانوارها، سطح درآمد و سطح فناوری دارد.

جدول ۲. تغییرات تولید CO<sub>2</sub> در بخش‌های اقتصادی ناشی از تغییر ۱۰ درصدی در هزینه خانوارها

بخش اقتصادی	میزان آلاینده CO <sub>2</sub> اولیه (هزارتن)	میزان آلاینده CO <sub>2</sub> ثانویه (هزارتن)	میزان تغییرات آلاینده (هزارتن)	تغییرات آلاینده (درصد)	سهم افزایش آلاینده (درصد)
کشاورزی	۱,۲۱۷	۱,۳۰۲	۸۵	۷,۰۲	۱,۲۰
صنعت	۷,۹۲۶	۱۴,۸۷۴	۶,۹۴۷	۸۷,۶۵	۹۷,۴۸
خدمات	۳,۰۸۲	۳,۱۷۷	۹۴	۳,۰۶	۱,۳۲
کل	۱۲,۲۲۶	۱۹,۳۵۲	۷,۱۲۷	۵۸,۳۰	۱۰۰,۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. تغییرات تولید CO در بخش‌های اقتصادی ناشی از تغییر ۱۰ درصدی در هزینه خانوارها

بخش اقتصادی	میزان آلاینده CO اولیه (هزارتن)	میزان آلاینده CO ثانویه (هزارتن)	میزان تغییرات آلاینده (هزارتن)	تغییرات آلاینده (درصد)	سهم افزایش آلاینده (درصد)
کشاورزی	۶۳	۶۸	۵	۷,۹۷	۰,۶۴
صنعت	۳۷۲	۱,۱۵۴	۷۸۲	۲۱۰,۰۵	۹۸,۵۵
خدمات	۱۹۶	۲۰۳	۶	۳,۲۷	۰,۸۱
کل	۶۳۲	۱,۴۲۵	۷۹۳	۱۲۵,۵۲	۱۰۰,۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

### تغییرات تولید آلاینده‌ها ناشی از افزایش هزینه‌های دولت

نتایج در خصوص افزایش ۱۰ درصدی هزینه‌های دولت، حاکی از افزایش میزان آلاینده‌گی CO<sub>2</sub> و CO به ترتیب به میزان ۷۱/۴ و ۱۶۵/۶ درصد می‌باشد که به ترتیب ۸۷۳۲ و ۱۰۴۶ هزار تن است. بر اساس نتایج به دست آمده عمده میزان آلاینده‌گی تولیدی در بخش صنعت بوده به گونه‌ای که بالغ بر ۹۹ درصد افزایش CO<sub>2</sub> تولیدی و ۹۹,۵ درصد افزایش CO تولیدی در این بخش می‌باشد. بخش‌های ساخت کک و فرآورده‌های نفتی حاصل از پالایش نفت و استخراج نفت خام گاز طبیعی و خدمات پشتیبانی معادن اصلی‌ترین بخش‌های اقتصادی در افزایش تولید آلاینده‌گی می‌باشند. از آنجایی که هزینه‌های دولت نسبت به سایر سناریوهای مورد بررسی از تحرک و تغییرات بیشتری برخوردار می‌باشد، لذا به نظر می‌رسد تغییر در تولید آلاینده‌های زیست محیطی بستگی بالایی به هزینه‌های دولت و تغییرات در آن دارد. بنابراین، سنجش آثار سیاست‌های دولت و نحوه هزینه کرد آن حائز اهمیت می‌باشد.

جدول ۴. تغییرات تولید CO<sub>2</sub> در بخش‌های اقتصادی ناشی از تغییر ۱۰ درصدی در هزینه‌های دولت

بخش اقتصادی	میزان آلاینده‌گی اولیه CO <sub>2</sub> (هزارتن)	میزان آلاینده‌گی ثانویه CO <sub>2</sub> (هزارتن)	میزان تغییرات آلاینده‌گی (هزارتن)	تغییرات آلاینده‌گی (درصد)	سهم افزایش آلاینده‌گی (درصد)
کشاورزی	۱,۲۱۷	۱,۲۱۸	۱	۰,۱۰	۰,۰۱
صنعت	۷,۹۲۶	۱۶,۵۹۹	۸,۶۷۳	۱۰۹,۴۲	۹۹,۳۲
خدمات	۳,۰۸۲	۳,۱۴۰	۵۸	۱,۸۷	۰,۶۶
کل	۱۲,۲۲۶	۲۰,۹۵۷	۸,۷۳۲	۷۱,۴۲	۱۰۰,۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۵. تغییرات تولید CO در بخش‌های اقتصادی ناشی از تغییر ۱۰ درصدی در هزینه‌های دولت

بخش اقتصادی	میزان آلاینده‌گی اولیه CO (هزارتن)	میزان آلاینده‌گی ثانویه CO (هزارتن)	میزان تغییرات آلاینده‌گی (هزارتن)	تغییرات آلاینده‌گی (درصد)	سهم افزایش آلاینده‌گی (درصد)
کشاورزی	۶۳	۶۳	۰	۰,۱۵	۰,۰۱
صنعت	۳۷۲	۱,۴۱۳	۱,۰۴۱	۲۷۹,۷۰	۹۹,۵۱
خدمات	۱۹۶	۲۰۱	۵	۲,۵۴	۰,۴۸
کل	۶۳۲	۱,۶۷۸	۱,۰۴۶	۱۶۵,۵۳	۱۰۰,۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

### تغییرات تولید آلاینده‌ها ناشی از افزایش تشکیل سرمایه

در جداول ذیل نتایج در خصوص میزان آلاینده‌گی تولیدی ناشی از افزایش تشکیل سرمایه ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که افزایش ۱۰ درصدی تشکیل سرمایه باعث افزایش ۱۲/۴۷ درصدی CO<sub>2</sub> و ۲۵/۶ درصدی CO می‌شود که رشد تولید آلاینده‌گی بخش صنعت اختلاف قابل توجهی با دو بخش کشاورزی و خدمات دارد. همچنین اصلی‌ترین سهم افزایش تولید آلاینده‌گی CO<sub>2</sub> مربوط به بخش صنعت با ۹۷,۷۵ درصد و در خصوص CO سهم صنعت ۹۸,۵۴ درصد می‌باشد. لازم به ذکر است که افزایش تشکیل سرمایه عمدتاً به تحریک بعد عرضه اقتصاد کلان استان خواهد انجامید و لذا تحریک ۱۰ درصدی عرضه استان خراسان رضوی، افزایش ۱۲,۵ درصدی CO<sub>2</sub> و ۲۵,۶ درصدی CO را به همراه دارد.

جدول ۶. تغییرات تولید CO<sub>2</sub> در بخش‌های اقتصادی ناشی از تغییر ۱۰ درصدی در تشکیل سرمایه

بخش اقتصادی	میزان آلاینده‌گی اولیه CO <sub>2</sub> (هزارتن)	میزان آلاینده‌گی ثانویه CO <sub>2</sub> (هزارتن)	میزان تغییرات آلاینده‌گی (هزارتن)	تغییرات آلاینده‌گی (درصد)	سهم افزایش آلاینده‌گی (درصد)
کشاورزی	۱,۲۱۷	۱,۲۱۹	۲	۰,۱۶	۰,۱۳
صنعت	۷,۹۲۶	۹,۴۱۷	۱,۴۹۰	۱۸,۸۰	۹۷,۷۵
خدمات	۳,۰۸۲	۳,۱۱۵	۳۲	۱,۰۵	۲,۱۲
کل	۱۲,۲۲۶	۱۳,۷۵۰	۱,۵۲۵	۱۲,۴۷	۱۰۰,۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۷. تغییرات تولید CO در زیربخش‌های اقتصادی ناشی از تغییر ۱۰ درصدی در تشکیل سرمایه

بخش اقتصادی	میزان آلاینده‌گی اولیه CO (هزارتن)	میزان آلاینده‌گی ثانویه CO (هزارتن)	میزان تغییرات آلاینده‌گی (هزارتن)	تغییرات آلاینده‌گی (درصد)	سهم افزایش آلاینده‌گی (درصد)
کشاورزی	۶۳	۶۳	۰	۰,۱۷	۰,۰۷
صنعت	۳۷۲	۵۳۲	۱۵۹	۴۲,۸۵	۹۸,۵۴
خدمات	۱۹۶	۱۹۹	۲	۱,۱۵	۱,۴۰
کل	۶۳۲	۷۹۴	۱۶۲	۲۵,۶۱	۱۰۰,۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

### تغییرات تولید آلاینده‌ها ناشی از افزایش میزان تقاضای نهایی به تفکیک هر

#### فعالیت

در جدول ذیل، میزان تغییرات آلاینده‌گی CO<sub>2</sub> ناشی از افزایش ۱۰ هزارمیلیون ریالی اجزاء تقاضای نهایی در هر فعالیت ارائه شده است. در این سناریو، میزان اجزاء تقاضای نهایی که می‌تواند ناشی از تشکیل سرمایه، هزینه خانوارها، هزینه دولت و یا ترکیبی از آن‌ها باشد به میزان ۱۰ هزار میلیون ریال افزایش می‌یابد. در گام بعد، اثر این تغییر بر میزان تولید CO<sub>2</sub> مورد بررسی قرار گرفته است. به‌عنوان نمونه، نتایج مربوط به فعالیت زراعت و باغداری و خدمات کشاورزی حاکی از آن است که افزایش ۱۰ هزار میلیون ریالی (یک میلیارد تومانی) اجزاء تقاضای نهایی این فعالیت باعث افزایش تولید CO<sub>2</sub> به میزان حدود ۷۶ تن در همان فعالیت (مستقیم) و حدود ۱۳۸۰ تن در سایر فعالیت‌ها (غیر مستقیم) و در مجموع ۱۴۵۵ تن در کل گستره اقتصاد استان می‌گردد. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین تولید آلاینده‌گی CO<sub>2</sub> ناشی از اجرای این سناریو مربوط به فعالیت‌های: ساخت کُک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت - تولید، انتقال و توزیع برق - ساخت مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی می‌باشد. لازم به ذکر است که تولید آلاینده‌گی ساخت کک و فرآورده‌های پالایش نفت با حدود ۴۰۲۲۰ هزار تن آلاینده‌گی اختلاف به نسبت قابل توجهی با سایر فعالیت‌های اقتصادی دارد. بررسی نتایج به‌دست آمده در خصوص میزان آلاینده‌گی فعالیت‌های اقتصادی نشان می‌دهد که تولید CO<sub>2</sub> بستگی بالایی با میزان انرژی بری فعالیت و همچنین حجم توسعه فعالیت ناشی از تغییر اجزاء تقاضای نهایی دارد.

جدول ۸. میزان تغییرات آلاینده‌گی CO<sub>2</sub> ناشی از افزایش اجزاء تقاضای نهایی در هر فعالیت

بخش اقتصادی	تغییرات مستقیم میزان آلاینده‌گی CO <sub>2</sub> (تن)	تغییرات غیرمستقیم میزان آلاینده‌گی CO <sub>2</sub> (تن)	کل تغییرات آلاینده‌گی CO <sub>2</sub> (تن)
زراعت و باغداری و خدمات کشاورزی	۷۶	۱،۳۸۰	۱،۴۵۵
مرغداری	۲۰۳	۲،۵۸۰	۲،۷۸۳
دامداری، زنبورداری، پرورش کرم ابریشم و شکار	۲۱	۱،۳۶۶	۱،۳۸۷
جنگلداری	۲۰۳	۶۹۵	۸۹۷
ماهیگیری	۲،۲۷۶	۳،۶۷۰	۵،۹۴۶

بخش اقتصادی	تغییرات مستقیم میزان آلاینده‌گی CO2 (تن)	تغییرات غیرمستقیم میزان آلاینده‌گی CO2 (تن)	کل تغییرات آلاینده‌گی CO2 (تن)
استخراج نفت خام، گاز طبیعی و خدمات پشتیبانی معادن	۴,۳۹۷	۷۷۸	۵,۱۷۵
استخراج سایر معادن	۳۸۵	۱,۱۵۸	۱,۵۴۳
ساخت محصولات غذایی و فرآورده‌های توتون و تنباکو	۱۰	۱,۲۷۷	۱,۲۸۷
ساخت انواع آشامیدنی‌ها	۵	۱,۶۸۱	۱,۶۸۵
ساخت منسوجات	۱۶	۱,۹۳۸	۱,۹۵۴
ساخت پوشاک	۲۴	۷۱۴	۷۳۸
ساخت چرم و محصولات وابسته	۲۴	۹۲۱	۹۴۵
ساخت چوب و فرآورده‌های چوب و چوب‌پنبه، به جز مبلمان؛ ساخت کالاها از نی و مواد حصیربافی	۳۶	۵۳۲	۵۶۸
ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	۲۵	۱,۳۸۴	۱,۴۰۹
چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۲۹	۱,۰۳۹	۱,۰۶۹
ساخت کُک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت	۳۷,۲۱۳	۳,۰۰۷	۴۰,۲۲۰
ساخت مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی	۲,۶۵۹	۵,۶۱۳	۸,۲۷۲
ساخت محصولات دارویی، مواد شیمیایی مورد استفاده در داروسازی و محصولات دارویی گیاهی	۷	۱,۷۵۹	۱,۷۶۶
ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	۱۹	۲,۷۹۱	۲,۸۱۰
تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی	۲۴۸	۲,۵۲۸	۲,۷۷۶
تولید فلزات پایه	۳۴	۱,۴۲۹	۱,۴۶۳
ساخت، تعمیر و نصب محصولات فلزی ساخته شده، به جز ماشین‌آلات و تجهیزات	۶۸	۱,۲۶۴	۱,۳۳۲
تولید محصولات رایانه‌ای، تجهیزات برقی، تعمیر و نصب ماشین‌آلات و تجهیزات و تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۱۴	۱,۰۳۳	۱,۰۴۷
ساخت وسایل نقلیه‌ی موتوری، تریلرو نیم تریلر	۵۲	۱,۲۰۶	۱,۲۵۸
ساخت و تعمیر سایر تجهیزات حمل و نقل	۴۴	۱,۱۷۵	۱,۲۱۸
ساخت مبلمان	۴۳	۶۳۴	۶۷۷

بخش اقتصادی	تغییرات مستقیم میزان آلاینده‌گی CO2 (تن)	تغییرات غیرمستقیم میزان آلاینده‌گی CO2 (تن)	کل تغییرات آلاینده‌گی CO2 (تن)
ساخت، تعمیر و نصب سایر مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۳	۱،۲۸۲	۱،۳۱۴
تولید، انتقال و توزیع برق	۳،۳۷۶	۱۰،۱۹۲	۱۳،۵۶۸
تولید گاز، توزیع سوخت‌های گازی از طریق شاه لوله	۲	۲۷۵	۲۷۷
آبرسانی، مدیریت پسماند، فاضلاب و فعالیت‌های تصفیه	۳۶	۱،۶۳۸	۱،۶۷۴
ساختمان‌های مسکونی	۴۲	۱،۲۹۸	۱،۳۳۹
سایر ساختمان‌ها	۸۲	۱،۲۹۰	۱،۳۷۲
عمده‌فروشی و خرده‌فروشی، به جز وسایل نقلیه‌ی موتورسیکلت و موتورسیکلت	۱۵	۵۴۱	۵۵۶
فروش و تعمیر وسایل نقلیه موتوری و موتورسیکلت	۸	۲،۸۱۷	۲،۸۲۵
حمل و نقل با راه‌آهن	۱۱۹	۲،۱۵۹	۲،۲۷۸
سایر حمل و نقل زمینی	۱۹۹	۲،۳۲۶	۲،۵۲۴
حمل و نقل از طریق خطوط لوله	۱۱۷	۷۱۶	۸۳۳
حمل و نقل آبی و هوایی	۷۷۸	۴،۳۶۸	۵،۱۴۶
انبارداری و فعالیت‌های پشتیبانی حمل و نقل	۱۱۱	۵۶۳	۶۷۴
پست و پیک	۱	۳۱۶	۳۱۷
تأمین جا	۲	۴۶۳	۴۶۴
فعالیت‌های خدماتی مربوط به غذا و آشامیدنی‌ها	۲	۵۶۵	۵۶۷
ارتباطات	۲۰	۱،۱۷۱	۱،۱۹۱
سایر فعالیت‌های ارتباطات و اطلاعات	۱۹۷	۶۵۶	۸۵۳
بانک	۳۸	۷۳۸	۷۷۷
بیمه	۲	۸۶	۸۹
سایر فعالیت‌های خدمات مالی و بیمه	۲۳	۳۰۰	۳۲۲
خدمات واحدهای مسکونی شخصی	۰	۵۶	۵۶
خدمات واحدهای مسکونی اجاری	۰	۴۶	۴۶
خدمات واحدهای غیر مسکونی	۰	۳۸۱	۳۸۱
خدمات دلالان املاک و مستغلات	۴	۳۰۳	۳۰۶
تحقیق و توسعه	۱۱۰	۷۲۹	۸۳۸

بخش اقتصادی	تغییرات مستقیم میزان آلاینده‌گی CO2 (تن)	تغییرات غیرمستقیم میزان آلاینده‌گی CO2 (تن)	کل تغییرات آلاینده‌گی CO2 (تن)
سایر فعالیت‌های حرفه‌ای، علمی و فنی	۸	۵۰۱	۵۰۹
فعالیت‌های دامپزشکی	۴	۴۶۳	۴۶۸
فعالیت‌های کرایه و اجاره	۵۰	۹۱۴	۹۶۴
فعالیت‌های استخدام	۹	۹۸۱	۹۹۰
خدمات آژانس مسافرتی، گردانندگان تور، رزرو کردن و فعالیت‌های مربوط	۱	۲۲۲	۲۲۳
سایر فعالیت‌های کسب و کار طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۲	۶۰۱	۶۳۳
امور عمومی	۹۴	۷۲۲	۸۱۷
خدمات شهری	۱۵۰	۹۵۶	۱،۱۰۶
امور دفاعی	۷۵	۴۷۶	۵۵۱
امور انتظامی	۵	۱۵۲	۱۵۷
تأمین اجتماعی اجباری	۲۹	۵۸۸	۶۱۸
آموزش ابتدایی دولتی	۲۰	۹۴	۱۱۳
آموزش ابتدایی خصوصی	۰	۴۵۸	۴۵۸
آموزش متوسطه عمومی و فنی و حرفه‌ای دولتی	۳۳	۱۶۸	۲۰۱
آموزش متوسطه عمومی و فنی و حرفه‌ای خصوصی	۱۱	۱،۱۰۱	۱،۱۱۲
آموزش عالی دولتی	۴۳	۸۴۳	۸۸۵
آموزش عالی خصوصی	۲۶	۴۰۷	۴۳۳
سایر آموزش‌های دولتی	۲۶	۱،۲۰۱	۱،۲۲۷
سایر آموزش‌های خصوصی	۶۸	۶۰۳	۶۷۲
فعالیت‌های مربوط به سلامت انسان	۶	۶۲۲	۶۲۸
فعالیت‌های مراقبتی (مددکاری اجتماعی با تأمین جا و بدون تأمین جا)	۷	۲۹۷	۳۰۴
هنر، سرگرمی و تفریح	۱۷	۲۷۳	۲۸۹
خدمات مذهبی و سیاسی	۱۴	۹۸۶	۹۹۹
تعمیر رایانه و کالاهای شخصی و خانگی	۶	۸۰۵	۸۱۱
سایر فعالیت‌های خدماتی شخصی	۱۶	۱،۱۵۴	۱،۱۷۰

منبع: یافته‌های تحقیق

### ۵- جمع‌بندی و پیشنهادها

در تعیین اثرات زیست‌محیطی، تمرکز بر آلودگی هوا ناشی از مصرف انرژی‌های فسیلی بوده و شاخص انتشار مربوط به هریک از سوخت‌ها تعیین و بررسی شده است. مطالعات بسیاری در سطح دنیا در این حوزه انجام گرفته است که سعی شده در پیشینه تجربی و پیشینه نظری مربوط به آن، به آن‌ها اشاره گردد. نتایج به‌دست آمده براساس تحلیل‌ها بر دو آلاینده اصلی که دی‌اکسید کربن و مونوکسید کربن می‌باشد تمرکز دارد و تأثیر افزایش در هر یک از اجزای تقاضای نهایی بر آلاینده‌گی ایجاد می‌کند از فعالیت‌های اقتصادی مورد بررسی قرار داده است. نتایج نشان داده است که افزایش یکسان در تشکیل سرمایه هر فعالیت، به ترتیب در فعالیت‌های «ساخت کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت»، «استخراج نفت خام و گاز طبیعی»، «ساخت مواد و فرآورده‌های شیمیایی»، «تولید، توزیع و انتقال برق»، «سایر ساختمان‌ها»، «تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی» و «استخراج سایر معادن» بیشترین آلاینده‌گی هوایی را ایجاد می‌کنند. البته بیش از ۷۰ درصد از آلاینده‌گی ایجاد کل اقتصاد استان مربوط به «ساخت کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت» است. لذا ذکر اسامی فعالیت‌های دیگر در کنار این فعالیت، نباید از اهمیت تولید محصولات همچون بنزین، گازوئیل، نفت کوره، نفت سفید و ... بکاهد. همین تحلیل، برای سایر اجزای تقاضای نهایی نیز صورت گرفته است که نکات اصلی مربوط به این تحلیل‌ها به شرح ذیل می‌باشد:

- افزایش ۱۰ درصدی هزینه خانوارها باعث می‌شود میزان تولید  $CO_2$  و  $CO$ ، به ترتیب ۷۱۲۷ و ۷۹۳ هزار تن باشد. بالغ بر ۹۷ درصد افزایش تولید  $CO_2$  در بخش صنعت، و بخش خدمات و کشاورزی به ترتیب ۱،۳۲ و ۱،۲ درصد را در بر می‌گیرد. رشد افزایش آلاینده‌گی  $CO_2$  و  $CO$  به ترتیب ۵۸،۳ و ۱۲۵،۵۲ درصد می‌باشد که درصد تغییرات آلاینده‌گی در بخش صنعت اختلاف قابل توجهی با دو بخش کشاورزی و خدمات دارد.

- افزایش ۱۰ درصدی هزینه‌ای دولت، سبب افزایش میزان آلاینده‌گی  $CO_2$  و  $CO$  به ترتیب به میزان ۷۱/۴ و ۱۶۵/۶ درصد می‌شود. بالغ بر ۹۹ درصد افزایش  $CO_2$  تولیدی و ۹۹،۵ درصد افزایش  $CO$  تولیدی در بخش صنعت می‌باشد.

- افزایش ۱۰ درصدی تشکیل سرمایه باعث افزایش ۱۲/۴۷ درصدی  $CO_2$  و ۲۵/۶ درصدی  $CO$  می‌شود. اصلی‌ترین سهم افزایش تولید آلاینده‌گی  $CO_2$  مربوط به بخش صنعت با ۹۷,۷۵ درصد و در خصوص  $CO$  صنعت با ۹۸,۵۴ درصد می‌باشد.

- افزایش اجزاء تقاضای نهایی به میزان ۱۰ هزار میلیون ریال در هر فعالیت باعث افزایش تولید  $CO_2$  در فعالیتهای مختلف می‌گردد که بیشترین تولید آلاینده‌گی به ترتیب مربوط به فعالیتهای: ساخت کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت - تولید، انتقال و توزیع برق - ساخت مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی می‌باشد.

براساس نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که هزینه‌های دولت و خانوارها تأثیر به‌سزایی نسبت به تغییرات در سرمایه در افزایش آلاینده‌های زیست‌محیطی و به‌ویژه  $CO_2$  دارد. لذا می‌بایست در راس برنامه‌های آتی، نحوه هزینه کرد دولت و تطبیق آن با معیارهای زیست‌محیطی و شناسایی آثار جنبی آن به‌عنوان یک اصل مهم در کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی مدنظر قرار گیرد.

مقایسه نتایج مربوط به سه سناریوی اصلی نشان داد که تغییرات در تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی نسبت به تغییرات در هزینه‌های دولت حساس‌تر می‌باشد و از طرف دیگر، امکان تغییرات در هزینه‌های دولت بیشتر از امکان تغییرات در هزینه خانوارها و همچنین تشکیل سرمایه است. لذا اتخاذ سیاست‌های دولت می‌بایست با مدنظر قراردادن آثار زیست‌محیطی آنها مورد توجه ویژه قرار گیرد.

بخش صنعت نسبت به دو بخش کشاورزی و خدمات به‌عنوان اصلی‌ترین بخش تولید آلاینده‌گی ناشی از اجرای سیاست‌های مختلف و اصلی می‌باشد. لذا تأکید بر کنترل آلاینده‌گی صنایعی همچون «ساخت کک و فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت»، «استخراج نفت خام و گاز طبیعی»، «ساخت مواد و فرآورده‌های شیمیایی»، «تولید، توزیع و انتقال برق»، «سایر ساختمان‌ها»، «تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی» و «استخراج سایر معادن» و حمایت لازم به‌ویژه از منظر تکنولوژیکی می‌تواند اثرات قابل توجهی بر کاهش آلاینده‌گی داشته باشد.

## منابع

- اسلامی اندارگلی، مجید. صادقی، حسین. محمدی خبازان، محمد (۱۳۹۲). تاثیر اصلاح قیمت حامل های انرژی بر بخش های مختلف اقتصادی با استفاده از جدول داده - ستانده. پژوهش‌های اقتصادی. ۱۳(۲): ۸۵-۱۰۶.
- بانوی، علی اصغر. مهاجری، پریسا. کلهری، فاطمه. عبدالمحمدی، زهرا. ذبیحی، زهرا. محمدکریمی، سحر. پارسا، مریم (۱۳۹۶). روش‌های ترکیبی جدید CB-RAS و CHARM-RAS برای محاسبه جدول داده-ستانده منطقه‌ای و سنجش خطاهای آماری (مطالعه موردی: استان گیلان). دوفصلنامه اقتصاد و توسعه منطقه‌ای، ۲۴(۱۳): ۲۳-۱.
- پناهی، حسین. محمدزاده، پرویز. اکبری، اکرم (۱۳۹۳). رابطه بین تقاضای انرژی و حمل و نقل خانوارهای شهری و آلودگی محیط زیست از طریق انتشار گازهای گلخانه‌ای در استان‌های ایران. جغرافیا و برنامه‌ریزی. ۱۸(۵۰): ۲۹-۵۳.
- ترابی، تقی. وارثی، محسن (۱۳۸۸). بررسی آلاینده‌های زیست محیطی صنایع کشور با استفاده از رویکرد داده-ستانده (مورد خاصه دی اکسیدکربن). علوم و تکنولوژی محیط زیست. ۱۱(۴۲): ۷۷-۹۲.
- جهانگرد، اسفندیار (۱۳۹۵). تخصیص نامناسب منابع و رشد اقتصادی ایران: رویکرد داده-ستانده. پژوهش‌های اقتصادی ایران. ۶۹: ۷۳-۱۱۵.
- شارعی، الهه. فردزاد، علی. بانویی، علی‌اصغر (۱۳۹۷). محاسبه کشش شدت انتشار دی اکسیدکربن صنایع انرژی بر ایران با رویکرد شناسایی ضرایب مهم داده-ستانده. مدل‌سازی اقتصادی. ۱۲(۱): ۱۰۷-۱۳۲.
- صادقی، زین‌العابدین. حری، حمیدرضا. محمدمیرزایی، آزاده (۱۳۹۳). تحلیل تجزیه ساختاری آلودگی در ایران: رهیافت داده - ستانده. مطالعات اقتصادی کاربردی. ۳(۱۰): ۱۴۵-۱۷۵.
- طرح آمارگیری از کارگاه های صنعتی (۱۳۹۴). سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی. مرکز آمار ایران. تهران.

عاقلی کهنه شهری، لطف‌علی (۱۳۸۱). درآمدی بر برنامه ریزی اقتصادی. انتشارات نور علم. همدان.

فطرس، محمدحسن. براتی، جواد (۱۳۹۰). تجزیه انتشار دی اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی به بخش های اقتصادی ایران، یک تحلیل تجزیه شاخص. مطالعات اقتصاد انرژی. ۸(۲۸): ۴۹-۷۳.

کهنسال، محمدرضا. رفیعی دارانی، هادی (۱۳۹۱). بررسی تبعات افزایش مخارج مصرفی خانوارهای شهری و روستایی بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی و تولید آلاینده های زیست محیطی. اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۶(۴): ۲۸۷-۲۹۷.

کلانترهمزی، کاوه. پناهی، مصطفی. منصور، نبی‌الله (۱۳۹۴). ارزیابی اقتصادی پیامدهای محیط زیستی و هزینه‌های اجتماعی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل زمینی ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. ۱۱(۴۷): ۱۸۱-۲۰۴.

مهدوی عادل، محمدحسین. نظری، روح‌الله (۱۳۹۳). رشد اقتصادی، انرژی و محیط زیست: بررسی مدل E3 در ایران. اقتصاد مقداری. ۱۱(۱): ۱۹-۴۰.

Abler, D. Shortle, J. Rose, A., & Oladosu, G. (2000). Characterizing regional economic impacts and responses to climate change. *Global and Planetary Change*. 25(1-2): 67-81.

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.

Balat, M. (2005). Usage of energy sources and environmental problems. *Energy exploration and exploitation*. 23(2): 141-167.

Chang, Y.F. Lewis, C., & Lin, S.J. (2008). Comprehensive evaluation of industrial CO<sub>2</sub> emission (1989-2004) in Taiwan by input-output structural decomposition. *Energy Policy*. 36(7): 2471-2480.

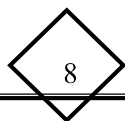
Flegg, A.T., Huang, Y., & Tohmo, T. (2015). *Using CHARM to adjust for cross-hauling: the case of the province of Hubei, China*. *Economic Systems Research*. 27: 391-413.

- Flegg, A. Huang, Y., & Tohmo, T. (2015). Cross-Hauling And Regional Input-Output Tables: The Case Study Of The Province Of Hubei,China, *Economic System Research*. 27(3): 391-413.
- Jaffe, A.B., & Stavins, R.N. (1995). Dynamic incentives of environmental regulations: The effects of alternative policy instruments on technology diffusion. *Journal of environmental economics and management*. 29(3): 43-63.
- Kohler, J. Barker, T. Anderson, D., & Pan, H. (2006). Combining energy technology dynamics and macroeconometrics: the E3MG model. *The Energy Journal*, (Special Issue# 2).
- Köhler, J. Barker, T. Anderson, D., & Pan, H. (2006). Combining Energy Technology Dynamics and Macroeconometrics: The E3MG Model. *Energy Journal*, Hybrid Modeling of Energy-Environment Policies: Reconciling Bottom-up and Top-down, 113-133.
- Kronenberg, T. (2009). Construction of regional input-output tables using nonsurvey methods: the role of cross-hauling. *International Regional Science Review*. 32(1): 40-64.
- Liaskas, K. Mavrotas, G. Mandaraka, M., & Diakoulaki, D. (2000). Decomposition of industrial CO<sub>2</sub> emissions: The case of European Union. *Energy Economics*. 22(4): 383-394.
- Lim, H.J. Yoo, S.H., & Kwak, S.J. (2009). Industrial CO<sub>2</sub> emissions from energy use in Korea: A structural decomposition analysis. *Energy Policy*. 37(2): 686-698.
- Ocak, M. Ocak, Z. Bilgen, S. Keleş, S., & Kaygusuz, K. (2004). Energy utilization, environmental pollution and renewable energy sources in Turkey. *Energy Conversion and Management*. 45(6): 845-864.
- Paul, S., & Bhattacharya, R.N. (2004). CO<sub>2</sub> emission from energy use in India: a decomposition analysis. *Energy Policy*. 32(5): 585-593.
- Sari, R. Ewing, B.T., & Soytas, U. (2008). The relationship between disaggregate energy consumption and industrial production in the United States: An ARDL approach. *Energy Economics*. 30(5): 2302-2313.
- The International Energy Agency. (2016). *World Energy Outlook: Energy and Air Pollution*. <https://www.iea.org>.
- Xu, X. Huang, G. Liu, L. Li, J., & Zhai, M. (2020). A mitigation simulation method for urban NO<sub>x</sub> emissions based on input-output analysis. *Journal of Cleaner Production*. 249: 119338.

---

Yabe, N. (2004). An analysis of CO<sub>2</sub> emissions of Japanese industries during the period between 1985 and 1995. *Energy Policy*. 32(5): 595-610.

Yu, B. Li, X., & Xue, M. (2020). Impacts of shared mobility on energy consumption and emissions in China. In *Transport and Energy Research*. 223-242.



## **An Analysis of Environmental Effects of Energy Intensive Economic Activities in Khorasan Razavi Province: Using RAS Regional Input-Output Model**

**Javad Barati**

Assistant Professor of Tourism Economic Department, Institute of Tourism Research at ACECR (Academic Center for Education, Culture and Research) Khorasan Razavi, [j\\_baraty@yahoo.com](mailto:j_baraty@yahoo.com)

**Hadi Rafiei Darani<sup>1</sup>**

Assistant Professor of Tourism Economic Department, Institute of Tourism Research at ACECR (Academic Center for Education, Culture and Research) Khorasan Razavi, [hadirafiy@yahoo.com](mailto:hadirafiy@yahoo.com), [h.rafieei@acecr.ac.ir](mailto:h.rafieei@acecr.ac.ir)

Received: 2020/04/08

Accepted: 2020/08/20

### **Abstract**

Energy is one of the main factors of production in various economic activities. The development of economic activities in different countries and regions leads to higher energy consumption and production of environmental pollutants.

This study uses an Input-Output model based on the CHARM RAS method to investigate the role of economic activities in Khorasan Razavi province in the production of environmental pollutants, CO<sub>2</sub> and CO emissions, in response to various policy scenarios (changes in government spending, household costs, and capital formation). The results showed that a 10 percent increase in household spending, government spending, and capital formation increased CO<sub>2</sub> emissions by 58.3 percent, 71.4 percent, and 12.5 percent, respectively, and increased CO emissions by 125.5 percent, 165.5 percent, and 25.6 percent respectively. These results indicate the role and importance of government policies in environmental pollutants. The industrial sector was also identified as the main producer of environmental pollutants, accounting for 97% of the increase in pollution in various scenarios. The results also showed that the province's key polluting activities include "manufacturing coke and petroleum products", "extracting crude oil, natural gas and mining support services", "manufacturing chemicals and chemical products", "Electricity transmission and distribution", and "ground transportation".

**JEL Classification:** Q43, Q5, R15

**Keywords:** Energy, Environmental pollutants, Input-Output model, CHARM RAS, Khorasan Razavi province

---

1. Corresponding Author