

## کدام یک از بخش‌های اقتصادی ایران دی‌اکسیدکربن (CO<sub>2</sub>) بیشتری منتشر می‌کند؟

بختیار جواهری

استادیار گروه علوم اقتصادی دانشگاه کردستان

bakhtiarjavaheri89@gmail.com

سحر عمیدی

دانشجوی کارشناسی ارشد علوم اقتصادی دانشگاه کردستان

amidisahar@yahoo.com

زینب فیضی‌مقدم

دانشجوی کارشناسی ارشد علوم اقتصادی دانشگاه کردستان

z.feizi@chmail.ir

### چکیده

دی‌اکسیدکربن (CO<sub>2</sub>) یکی از مهمترین گازگلخانه‌ای است که باعث مخاطرات گوناگونی در جهان می‌شود که به دلیل مصرف سوخت‌های فسیلی روزبه‌روز رو به افزایش است. هدف از این مطالعه بررسی میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم گاز دی‌اکسیدکربن توسط بخش‌های اقتصادی است که می‌تواند شاخص مناسبی جهت سنجش عملکرد بخش‌های تولیدی از نقطه نظر سازگاری با محیط زیست محسوب شود. برای بررسی آلاینده‌زایی بخش‌های مختلف اقتصاد کشور از جدول داده-ستانده و ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۰ استفاده می‌شود زیرا تحلیل داده-ستانده ارتباط و پیوند میان مصرف، تولید و استفاده از سوخت‌های فسیلی و تأثیرات محیط زیستی آنها را به گونه‌ی ارتباطات یک بخش با سطح فعالیت دیگر بخش‌ها مورد توجه قرار می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد بیشترین میزان انتشار مستقیم CO<sub>2</sub> مربوط به بخش‌های «تولیدات صنعتی (ساخت)» و «خدمات کسب و کار» و بیشترین میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO<sub>2</sub> و انتشار غیرمستقیم CO<sub>2</sub> مربوط به بخش‌های «تولیدات صنعتی (ساخت)» و «کشاورزی، جنگل‌داری و دامپزشکی»، کمترین میزان انتشار غیر مستقیم CO<sub>2</sub> مربوط به بخش‌های «آموزش» و «ماهگیری» و کمترین میزان انتشار مستقیم CO<sub>2</sub> و انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO<sub>2</sub> مربوط به بخش‌های «بهداشت و مددکاری اجتماعی و تفریحی و مذهبی» و «آموزش» است. بنابراین بخش‌هایی که میزان انتشار آلاینده‌ی بیشتری از سطح مجاز و مورد انتظار دارند بایستی دولت با اتخاذ سیاست‌های تشویقی و تنبیهی مناسب زمینه لازم برای کاهش انتشار آلاینده‌ی آنها را مهیا کند.

واژگان کلیدی: انتشار دی‌اکسیدکربن، ترازنامه انرژی، جدول داده-ستانده، انتشار مستقیم و غیرمستقیم دی‌اکسیدکربن.

طبقه بندی JEL: C67, D57, P18, P28, P48, Q42, R15

## Which one of the Iran economic sectors emit more CO<sub>2</sub>?

### Bakhtiar Javaheri

Assistant professor in Economics, University of Kurdistan

bakhtiarjavaheri89@gmail.com

### Sahar Amidi

M.Sc Student in Economics, University of Kurdistan

amidisahar@yahoo.com

### Zanab Faizimoghadam

M.Sc Student in Economics, University of Kurdistan

z.feizi@chmail.ir

### Abstract

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) is one of the most important greenhouse gas that causes different dangers in world that is because the daily increase of using fossil fuels. The purpose of this paper is to survey direct and indirect emission of CO<sub>2</sub> gas by economic sectors that can be a proper index for measuring function of producing sectors in the point of compromise with environment. In order to survey pollutant forming in different sectors of country's economics, input-output table and balance sheet energy from 1390 are used because analysis of input-output and connection between using, producing and usage of fossil fuels and their environmental effects considered to be kind of connecting one sector with activity level of other sector. The result shows that the most measure of direct emission of CO<sub>2</sub> anent of sectors {industry product (manufacture)} and {Business Services} and the most measure of direct and indirect emission of CO<sub>2</sub> and indirect emission of CO<sub>2</sub> anent of sectors {industry product (manufacture)} and {Agriculture, forestry and Veterinary}, fewer measure of indirect emission of CO<sub>2</sub> anent of sectors {education} and {fishing} and fewer measure of direct emission of CO<sub>2</sub> and direct and indirect emission of CO<sub>2</sub> anent of sectors {Health and social work, and recreational and religious} and {education}. So government should be taking a Persuasive and punishment policy suitable for providing less pollutant emission in sectors of measuring pollutant emission that have more Authorized and expected level.

**Key words:** balance sheet energy, direct and indirect emission of CO<sub>2</sub>, emission CO<sub>2</sub>, input-output table.

**JEL Classification:** C67, D57, P18, P28, P48, Q42, R15

## مقدمه

از ابتدای صنعتی شدن، تغییرات اقلیم، موجب نگرانی‌هایی شده است. افزایش انتشار آلاینده‌های GHG و حرکت و انتشار آن به مرور زمان به سطوح بالاتری از جو فعالان محیط زیست را نسبت به بررسی آثار این آلاینده‌ها و راه‌های کاهش اثرات تخریبی آنها، حساس نموده‌است و تغییرات غلظت این گازها در اتمسفر و مشکلات پیرامون افزایش غلظت مورد توجه بیشتر قرار گرفته‌است. اثرات تغییر اقلیم در یک افق طولانی مدت آشکار می‌شود و فعالیت‌های کنونی بشر، محیط زیست و مآلا توسعه پایدار را تحت تأثیر قرار خواهد داد. انتشار گازهای گلخانه‌ای انسان‌ساخت در بیوسفر، عامل اصلی تغییر اقلیم محسوب می‌شوند (پروبولی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۵). از آنجایی که محیط زیست اکثرا جزء کالای مجانی محسوب می‌شود برای همین خانوارها و بنگاه‌ها سعی در استفاده و تخریب هر چه بیشتر آن دارند یکی از روش‌های تخریب محیط زیست انتشار آلاینده‌های زیست محیطی است.

چنانچه اقتصاد توسعه یافته‌تر باشد و صنعتی شدن افزایش یابد، در صورت عدم توجه به مسائل زیست محیطی مرتب با آن، تغییرات بیشتری در اقلیم رخ می‌نماید و انتشار آلودگی بیشتر می‌شود. پس باید جامعه را به کمتر آلوده کردن محیط به وسیله تولید، مصرف آگاهانه‌تر محصولات و استفاده منطقی از انرژی و حمل و نقل و توجه به جنبه‌های زیست محیطی، تشویق کرد تا تغییرات اقلیم و آلودگی به وسیله انتشار گازهای آلاینده کمتر شود. باید پذیرفت که سرمایه‌گذاری‌های اقتصادی و تولیدی بدون در نظر گرفتن اثرات زیست محیطی آن اثرات جبران ناپذیری داشته و ممکن است هزینه این عدم سرمایه‌گذاری اولیه به حدی سنگین باشد که قابل جبران نباشد. با وجود اینکه تأمین انرژی و مصرف آن یکی از پیش نیازهای اساسی زندگی انسان است اما با مصرف بیش از حد سوخت‌های فسیلی خطر پایان یافتن آنها و خطر تخریب بیش از حد محیط زیست همواره در حال افزایش است. مصرف فراتر از انتظار انرژی علاوه بر تخریب محیط زیست موجب کاهش منابع پایان پذیر و افزایش قیمت این منابع می‌گردد (پروبولی و همکاران، ۲۰۱۵، سوری و ابراهیمی، ۱۳۹۰، فطرس و براتی، ۱۳۹۰). اگر انسان از روند مصرف بهینه این منابع خارج شود به گونه‌ایی که این منابع تا حد انقراض پیش رود و جایگزینی برای منابع یافت نشود در ابتدای انقراض فقط عده ثروتمندی می‌توانند از این منابع استفاده کنند اما به مرور زمان سرانجام منابع با نابودی مواجه می‌شود. باتوجه به مطالب فوق مطالعه وضعیت ایران از منظر میزان انتشار CO<sub>2</sub> جهت برنامه‌ریزی و ایجاد زیرساخت‌های لازم در راستای کاهش انتشار آلاینده‌ها مخصوصا گازهای گلخانه‌ای امری ضروری است.

هدف این پژوهش تعیین بخشی‌هایی است که گاز دی‌اکسیدکربن بیشتری منتشر می‌کنند زیرا CO<sub>2</sub> یکی از مهمترین گاز گلخانه‌ای است که باعث مخاطرات گوناگونی در جهان می‌شود که به دلیل مصرف سوخت‌های فسیلی روزه‌روز رو به افزایش است. میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO<sub>2</sub> توسط بخش‌های تولیدی شاخص مناسبی جهت سنجش عملکرد بخش‌های تولیدی از نقطه نظر محیط زیست است. به بیانی دیگر بخش‌هایی که آلودگی بیشتری تولید می‌کنند باید با سیاست‌های تشویقی و تنبیهی دولت برای کاهش انتشار آلاینده‌گی روبرو شوند.

ادامه مقاله حاضر در پنج بخش تنظیم شده‌است. بخش دوم شامل مبانی نظری است؛ در بخش سوم به پیشینه تحقیق پرداخته شده‌است؛ بخش چهارم به روش‌شناسی تخصیص داده‌شده‌است و در بخش پایانی پایه‌های آماری، نتایج حاصله و تحلیل آنها ارائه شده‌است.

1 Perobelli & et

## مبانی نظری

موضوع محیط زیست در نیمه دوم قرن ۲۱ وارد مباحث بحث اقتصاد شد. مارشال اولین کسی بود که روشی را برای تحلیل اقتصادی تخریب محیط زیست از طریق معرفی صرفه‌های جانبی بیان کرد. اگر چه مارشال فقط منافع ناشی از توسعه صنعتی را مدنظر داشت، اما راه حل اصلی تحلیل مسائل محیط زیست در آن مفهوم نهفته بود. بعدها پیگو مفهوم آثار جانبی را به یک شمشیر دولبه تشبیه نمود که نه فقط منافع، بلکه هزینه را نیز شامل می‌شود. پیگو بیان کرد بجز وضعیت تولید افرادی که خارج از بازار هستند؛ رفاه افراد خصوصی از طریق تغییر هزینه‌ها و منافع متأثر می‌شود. اولین بحث جدی در مورد آثار جانبی توسط کاپ مطرح شد که پی‌آمد معکوس رشد اقتصادی بر محیط زیست را پیش بینی کرد. کاپ بر هزینه اجتماعی تأکید داشت. هزینه اجتماعی نشان‌دهنده‌ی بار مستقیم و غیرمستقیمی است که توسط فعالیتهای اقتصادی به مردم تحمیل می‌شود. او به صراحت تمامی هزینه‌هایی را ذکر کرد که از فرآیند تولید ناشی شده و با آلوده کردن آب و هوا به دیگران منتقل می‌شود (سوری و ابراهیمی، ۱۳۹۰). براساس نظر مایر و کنت، درباره‌ی رابطه‌ی مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست، پس از انقلاب صنعتی با استفاده‌ی بیشتر از انرژی، از طرفی متوسط بهره‌وری نیروی کار و از طرف دیگر میزان تخریب محیط زیست افزایش یافت. بنابراین سیاست‌های اتخاذی در بخش انرژی و محیط زیست ارتباط نزدیکی با هم دارند و بخش انرژی بیشترین نقش را در تغییر شرایط محیط زیست ایفا می‌کند (شیم<sup>۲</sup>، ۲۰۰۶).

آثار جانبی زمانی به وجود می‌آید که فعالیت واحدهای اقتصادی (بنگاه و مصرف‌کنندگان) بر تولید و مصرف واحدهای دیگر اثر گذاشته و هزینه‌ها و منفعی که به دیگران تحمیل می‌شود اما به طور رسمی در محاسبات سود و زیان وارد نمی‌گردد. این آثار جانبی تخصیص بهینه منابع در اقتصاد را مختل می‌کند. گازهای گلخانه‌ای ترکیباتی از جو زمین هستند که اشعه‌های گرم مادون قرمز انعکاس یافته از زمین را مجدداً به زمین می‌تابانند. به طور طبیعی این عمل باعث تنظیم گرمای زمین در درجه‌ای مطلوب و قابل زیست می‌گردد. اما با تراکم بیش از اندازه این گازها در جو زمین، اصطلاحاً لایه‌ای ایجاد می‌گردد که موجب افزایش دما به طور ناطلوب می‌شود. این افزایش دما می‌تواند پیامدهایی مانند خشک‌سالی، طوفان‌های دریایی، بالا آمدن سطح آب دریا، کاهش منابع آب شیرین، گرم شدن هوا، آتش‌سوزی جنگل‌ها، بیابان‌زایی، افزایش بیماری‌های متعلق به مناطق گرم و مهاجرت را به همراه داشته‌باشد (عبداللهی، ۱۳۸۹). از آنجا که مسائل و مشکلات محیط زیست عمدتاً ناشی از ناتوانی بازار در تعریف حقوق مالکیت است دولت باید بعد از شناسایی بخش‌هایی که باعث آلودگی محیط زیست می‌شوند چند راه حل برای کاهش آلودگی زیست محیطی وجود دارد (۱) راه حل چانه زنی (۲) راه حل قانون عمومی (۳) راه حل مالیاتی استفاده از دو راه حل اول معمولاً استفاده نمی‌شود اما برای راه حل سوم دولت می‌تواند برای واحدهای اقتصادی که از سطح بهینه تخریب محیط زیست فراتر رفته‌اند؛ مالیات تعیین کند تا میزان تخریب محیط زیست را به سطح مطلوبی برساند. راه حل‌های دیگری هم مانند کنترل مستقیم (دولت باید استانداردهایی را تعریف کند)، تبلیغات و مجوزهای بازاری برای کنترل آلودگی وجود دارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد از میان فعالیت‌های گوناگون بشر بیشترین انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به بخش انرژی است. از میان گازهای گلخانه‌ای بیشترین سهم انتشار آلاینده‌ی و بیشترین هزینه اجتماعی بخش‌های مصرف‌کننده انرژی در سال ۱۳۹۰ مربوط به CO<sub>2</sub> است. بخش‌های نیروگاهی و خانگی، تجاری و عمومی بیشترین انتشار CO<sub>2</sub> را در این سال به خود اختصاص داده‌اند. میزان انتشار CO<sub>2</sub> به ترتیب نیروگاه‌ها ۱۶۵،۲ میلیون تن، بخش خانگی، تجاری و عمومی ۱۳۶،۷ میلیون تن، حمل و نقل ۱۲۶،۴ میلیون تن، صنعت ۹۱،۵ میلیون تن، پالایشگاه‌ها ۱۴،۹ میلیون تن و کشاورزی ۱۲،۳ میلیون تن در سال ۱۳۹۰ بوده‌است. به دلیل حجم بالای مصرف، ۵۴٪ از کل انتشار CO<sub>2</sub> مربوط به گاز طبیعی بوده‌است که از نظر مسئله تغییرات اقلیم قابل توجه

<sup>2</sup> Shim

می‌باشد. در سال ۱۳۹۰ مصارف نهایی و مصرف بخش انرژی گاز طبیعی ۱۵۲۷۲۲,۳ میلیون متر مکعب بوده‌است. بنابر آمار مراجع بین‌الملل در سال ۲۰۱۱، ایران با ذخایری بیش از ۳۳ تریلیون مترمکعب و سهمی معادل ۱۵,۹ درصد، در جایگاه دومین کشور دارنده ذخایر گاز طبیعی قرار گرفت. برآورد سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن به میزان ۷,۳ تن در سال به ازای هر نفر بوده‌است. میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در جهان طی سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۰ به ۱,۳ گیگاتن افزایش یافته‌است. در سال ۲۰۱۰ دو بخش تولید برق و حرارت و حمل و نقل مسئول انتشار دو سوم CO<sub>2</sub> منتشر یافته در جهان هستند. بخش تولید برق و حرارت بیشترین سهم را در انتشار CO<sub>2</sub> (۴۱ درصد) در جهان را به خود اختصاص داده‌است. در این سال بخش حمل و نقل مسئول انتشار ۲۲ درصد از دی‌اکسیدکربن در جهان بوده‌است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۰).

### پیشینه تحقیق

ناجی‌میدانی و داودی (۱۳۹۴)، در مقاله‌ی خود به مطالعه تحلیل تجزیه‌ای شاخص انتشار ترکیبات کربن (دی‌اکسیدکربن و منوکسیدکربن) در بخش‌های حمل و نقل و زیر بخش‌های آن در ایران طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۹۰ از طریق روش تحلیل تجزیه‌ای شاخص (IDA) پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که در کل بخش حمل و نقل مقیاس و رشد اقتصادی بیشترین تأثیر را بر افزایش انتشار ترکیبات کربن داشته‌است. اثر شدت انتشار و ترکیب سوختی در طی این سال‌ها متفاوت بوده و تغییرات شیوه حمل و نقل تأثیر چندانی نداشته‌است، بررسی اثرات قیمتی نشان می‌دهد که ارزان بودن سوخت باعث افزایش انتشار ترکیبات کربن شده‌است. در مقابل، شدت انرژی و تا حدی تغییر ساختار در بخش حمل و نقل تا حدی اثر کاهنده‌ای بر میزان انتشار داشته‌است. در بخش حمل و نقل جاده‌ای نیز وضعیت به همین منوال بوده‌است، در این بخش ترکیبات سوختی و شدت انتشار بیشترین اثر بر کاهش انتشار منوکسیدکربن داشته‌است. در بخش حمل و نقل ریلی و هوایی مقیاس مهمترین اثر را در افزایش انتشار ترکیبات کربن دارد. این موارد نشان می‌دهد، استفاده از ترکیب سوخت‌های پاک، توسعه ناوگان حمل و نقل عمومی و ریلی، توسعه زیربنایی در تمامی بخش‌های حمل و نقل می‌تواند در کاهش انتشار ترکیبات کربن نقش داشته‌باشد.

بانویی و کمال (۱۳۹۳)، در مطالعه‌ی خود به بررسی سنجش محتوای مستقیم و غیرمستقیم دی‌اکسیدکربن در صادرات و واردات سال ۱۳۸۵ ایران با استفاده از رویکرد داده-ستانده، پرداختند. نتایج حاکی از آن است که، واردات محصولات آلاینده نسبتاً ماهیت سرمایه‌بر داشته‌اند. بنابراین، با وجود فرض واردات رقابتی و از نظر ملی و منابع زیست محیطی داخلی پیشنهاد می‌شود که حداقل در آینده‌ای نزدیک واردات این محصولات به همان میزان ادامه یابد؛ زیرا اگر تولیدات داخلی به روش فعلی جایگزین واردات صورت گرفته شود، به انتشار بیشتر CO<sub>2</sub> در داخل منجر شده و تخریب بیشتر را به همراه خواهد داشت.

فطرس و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهش خود با عنوان تحلیل تجزیه ساختاری انتشار دی‌اکسیدکربن (CO<sub>2</sub>) صنعتی ایران با رویکرد داده-ستانده جداول سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۰ برای بخش‌های مختلف صنعتی، طی دوره‌های ۱۳۷۵-۱۳۷۰ و ۱۳۸۰-۱۳۷۵ پرداختند. نتایج حاکی از آن است که توسعه فناوری صنایع، تأثیری اندک بر کاهش انتشار داشته‌است، بهبود در سطح صادرات به عنوان عاملی در جهت کاهش انتشار طی دوره ۱۳۸۰-۱۳۷۵ بوده‌است. 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» بوده‌است. برای کاهش انتشار لازم است توجه ویژه‌ای به این عوامل صورت گیرد.

نصراللهی و همکاران (۱۳۹۳)، در تحقیقی نسبت به ارزیابی زیست محیطی فعالیت‌های اقتصادی یزد با استفاده از جدول داده-ستانده در سال ۱۳۸۵ اقدام نموده‌اند نتایج پژوهش نشان می‌دهد که گاز دی‌اکسیدکربن در یزد توسط بخش‌های اقتصادی انتشار یافته‌است که بخش ساخت فلزات اساسی، ساخت فلزی فابریکی به جز ماشین‌آلات و تجهیزات، با نزدیک به ۴۰ درصد بیشترین سهم از میزان انتشار آلاینده‌ی استان را داشته و بررسی ضرایب مستقیم و غیرمستقیم نیز نشان می‌دهد که بخش حمل و نقل-انبارداری و ارتباطات، با ۲,۹۷ تن برای هر میلیون ریال تقاضا بالاترین میزان ضرایب انتشار را به خود اختصاص داده‌است.

خلیلی‌عراقی و همکاران (۱۳۹۱)، با استفاده از روش تحلیل تجزیه شاخص و استفاده از روش میانگین لگاریتم شاخص دیویژیا (LMDI)، تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن در سطح کلان اقتصاد و در سطح بخش‌های اقتصادی را مورد بررسی قرار داده‌اند. عوامل اثر گذار در سالهای ۱۳۴۶-۱۳۸۵ در قالب هشت دوره پنج ساله و دو دوره سه ساله برای ۱۳۸۳-۱۳۸۷ مورد بررسی قرار گرفته‌است. نتایج حاکی از این است که در سطح کلان اقتصاد، تغییرات سرانه تولید ناخالص داخلی، جمعیت و شدت انرژی اثر مثبت بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته‌اند و تغییرات شدت کربن سوخت‌های فسیلی در بیشتر دوره‌ها نقش مؤثری در کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است. همچنین شدت کربن سوخت‌های فسیلی و شدت انرژی مصرفی در بخش‌های خدمات و کشاورزی نقش مثبت در انتشار دی‌اکسیدکربن داشته‌اند و اثر سهم بخش کشاورزی از کل تولید ناخالص داخلی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در این بخش بر خلاف سایر بخش‌های اقتصادی منفی بوده‌است.

فطرس و براتی (۱۳۹۰)، در مطالعه‌ی تجزیه‌ی انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی در بخش‌های اقتصادی ایران طی دوره زمانی ۱۳۷۶-۱۳۸۶، یک تحلیل تجزیه‌ای براساس شاخص IDA انجام داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که رشد اقتصادی بزرگ‌ترین اثر مثبت را بر تغییرات انتشار CO<sub>2</sub> در تمام بخش‌های مورد بررسی، به‌جز بخش صنعت و حمل و نقل و کل اقتصاد داشته‌است. تغییرات ساختاری در دو بخش صنعت و حمل و نقل، اثر غالب را بر افزایش انتشار CO<sub>2</sub> داشته‌است. شدت انرژی اثری نسبتاً بزرگ بر تغییر انتشار CO<sub>2</sub> در بخش خانگی-عمومی داشته‌است، در حالی که اثر آن در چهار بخش دیگر کوچک و گاه حتی منفی بوده‌است. اثر تغییر در ضریب انتشار CO<sub>2</sub> نیز به‌جز در دیگر بخش‌ها (نیروگاهی، پالایشگاهی و...) در چهار بخش دیگر اقتصادی، کوچک بوده‌است، تجزیه‌ی شدت انتشار CO<sub>2</sub> نشان داده که حدود ۸۲ درصد از تغییر در شدت انتشار CO<sub>2</sub> در اثر تغییرات ساختاری بوده‌است.

بهبودی و همکاران (۱۳۸۹)، در مطالعه خود بررسی رابطه‌ی مصرف انرژی (شدت استفاده از انرژی)، رشد اقتصادی و انتشار سرانه‌ی دی‌اکسیدکربن، به عنوان معیاری برای آلودگی محیط زیست در ایران پرداخته‌اند. برای این منظور از داده‌های سری زمانی در دوره‌ی زمانی ۱۳۸۳-۱۳۴۶ و از روش هم‌انباشتگی جوهانسون-جوسیلیوس و مدل تصحیح خطای برداری (VECM) استفاده شده‌است. نتایج حاصل از مطالعه آنان نشان می‌دهد رابطه‌ی مثبتی بین متغیرهای مستقل همانند: مصرف انرژی، رشد اقتصادی، آزادسازی تجاری، جمعیت شهرنشین و متغیر انتشار سرانه‌ی دی‌اکسیدکربن در ایران وجود دارد.

امیرتیموری و خلیلیان (۱۳۸۸)، در مطالعه خود به بررسی فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس برای کشورهای عضو اوپک با استفاده از داده‌های ترکیبی دوره ۲۰۰۱-۲۰۰۶ پرداخته‌اند. نتایج نشان داد فرضیه منحنی کوزنتس برای کشورهای عضو اوپک پذیرفته نشد و میزان CO<sub>2</sub> در این کشورها در فرآیند رشد اقتصادی به طور مستمر افزایش یافته‌است.

وارثی و ترابی (۱۳۸۸)، آلاینده‌ی زیست محیطی صنایع کشور با استفاده از رویکرد داده-ستانده (مورد خاص دی‌اکسید-کربن) در سال ۸۰ را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاصل مشخص می‌کند که در چه بخش‌هایی می‌توان با استفاده از قیمت-گذاری، مالیات‌ستانی و دیگر سیاست‌های مناسب، تقاضای نهایی و از این رهگذر آلودگی هوا توسط دی‌اکسیدکربن را کنترل کرد.

کایس و سامی<sup>۳</sup> (۲۰۱۶)، با داده‌های ۵۸ کشور، طی دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۲ و روش داده‌های پانل پژوهش خود را انجام دادند. نتایج بیانگر این است که مصرف انرژی تأثیر مثبتی بر انتشار دی‌اکسیدکربن بر کل پانل دارد. از طرفی تأثیر رشد اقتصادی بر محیط زیست با توجه به گرم شدن کره زمین به دیگر مشکلات زیست محیطی افزوده است؛ در واقع تولید ناخالص داخلی سرانه تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار کربن داده‌های پانل جهانی (اروپا، شمال آسیا، خاورمیانه، آفریقا شمالی و کشورهای جنوب صحرا آفریقا) دارد. علاوه بر این شواهد تجربی حضور منحنی U شکل وارونه بین انتشار دی‌اکسیدکربن و تولید ناخالص داخلی سرانه را نشان می‌دهد.

<sup>3</sup> Kais & Sami

عباسی و ریاض<sup>۴</sup> (۲۰۱۶)، در پژوهش خود با استفاده از روش VAR، VECM و ARDL در دوره زمانی کلی ۱۹۷۱-۲۰۱۱ و یک نیم دوره طی بازه زمانی ۱۹۸۸-۲۰۱۱ بیشتر آزدسازی و توسعه بخش مالی پژوهش را مدنظر قرار داده‌اند. نتایج بیانگر این است که، متغیرهای مالی نقش مهمی در کاهش انتشار آلاینده‌ها در دوره که بیشترین درجه آزدسازی و توسعه بخش مالی را داشته‌اند؛ مشاهده شده‌است. حتی پس از آن نشان داده شده که، انتشار آلاینده‌های مربوط به متغیرهای مالی در مقایسه با انتشار آلاینده‌های مربوط به افزایش درآمد سرانه بسیار کوچکتر بوده‌اند. به بیانی دیگر با افزایش آزدسازی و توسعه مالی انتشار آلاینده‌ها کاهش یافته‌است.

پروبل<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۵)، در پژوهشی تأثیر افزایش درآمد خانوارهای برزیلی بر انتشار CO<sub>2</sub> با استفاده از جدول داده‌استانده طی سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۹ را بررسی کردند. نتایج حاکی از آنست که، درآمد و مصرف، باعث افزایش گازهای گلخانه‌ای و اثرات سیستماتیک آنها شده‌است. در نتیجه برای جلوگیری از فرآیند تولید آلودگی، مصرف آگاهانه‌تر محصولات و استفاده منطقی‌تر از انرژی در حمل و نقل پیشنهاد می‌شود.

### روش تحقیق

به منظور محاسبه میزان انتشار آلاینده‌ی دی‌اکسیدکربن به طور مستقیم و غیرمستقیم توسط بخش‌های مختلف تولیدی، ابتدا رابطه سنتی داده-ستانده (میلر و بایر<sup>۶</sup>، ۲۰۰۹) مورد توجه قرار می‌گیرد:

$$X_i = \sum Z_{ij} + F_i \quad (1)$$

که به صورت رابطه زیر نیز بیان می‌شود

$$X = Ze + F \quad (2)$$

e بردار ستونی واحد و F بردار ستونی از تقاضای نهایی است. این رابطه بیان می‌کند تولید هر بخش، یا به صورت نهاده واسطه در فرآیند تولید دیگر بخش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد و یا در بخش‌های نهایی مصرف می‌شود. بنابراین تولید کل هر بخش برابر با مجموع تقاضای واسطه و تقاضای نهایی بخش مذکور است (ذاکری، ۱۳۹۳).

در حالت کلی یک مدل داده-ستانده بسته برای هر خانوار با n بخش تولیدی را در نظر می‌گیریم این مدل با خانوارهای درون‌زا ماتریسی به ابعاد (n) \* (n) را دنبال می‌کند.

$$X = A * X + f^* \quad (3)$$

که در آن X بردار ستونی ستانده با (n) عنصر و A\* یک ماتریس (n) \* (n) از ضرایب نهاده و f\* یک بردار ستونی از تقاضای نهایی با (n) عنصر و بدون مصرف خانوار است. ماتریس A\* از رابطه  $Z_{ij}/X_j$  به دست می‌آید. راه حل برای معادله (۱)

$$X = (I - A^*)^{-1} f^* \quad (4)$$

$B^* = (I - A^*)^{-1}$  یک ماتریس معکوس لئونتیف است.

رابطه زیر CO<sub>2</sub> توسط هر بخش به ازای هر واحد تولید را نشان می‌دهد:

$$P = P^A * X \quad (5)$$

در رابطه P میزان انتشار CO<sub>2</sub> مستقیم (میلیون بی‌تی‌یو) در بخش‌های مختلف اقتصادی، P<sup>A</sup> ماتریس قطری انتشار مستقیم CO<sub>2</sub> بخش‌ها و X تولید کل هر بخش را نشان می‌دهد.

برای محاسبه میزان انتشار دی‌اکسیدکربن مستقیم از معادله ۶ استفاده می‌شود.

$$P = (I - A^*)^{-1} * p \quad (6)$$

<sup>4</sup> Abbasi & Riaz

<sup>1</sup> Perobelli & et

<sup>6</sup> Miller and Blair

p ماتریس ستونی (1)\*(n) ضریب انتشار CO<sub>2</sub> است. رابطه ۶ بیان می‌کند به ازای یک واحد تغییر در تقاضای نهایی، میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO<sub>2</sub> در بخش‌های مختلف تولیدی چقدر خواهد بود.

با توجه به اینکه تولیدات منجر به انتشار CO<sub>2</sub> می‌شود، بنابراین برای محاسبه میزان انتشار مستقیم آلاینده‌گی از ماتریس ضرایب فنی استفاده می‌شود میزان انتشار مستقیم دی‌اکسیدکربن از رابطه ۷ قابل محاسبه است.

$$P=A*. p \quad (7)$$

رابطه ۷ بیان می‌کند به ازای یک واحد تغییر در تقاضای نهایی، میزان انتشار مستقیم CO<sub>2</sub> در بخش‌های مختلف تولیدی چقدر خواهد بود.

میزان انتشار غیرمستقیم دی‌اکسیدکربن از تفاضل معادله ۶ و ۷ قابل محاسبه می‌باشد. بیانگر این مفهوم است که به ازای یک واحد تغییر در تقاضای نهایی، انتشار غیرمستقیم CO<sub>2</sub> در بخش‌های مختلف تولیدی به چه میزان است.

### یافته‌ها

دو روش برای محاسبه میزان انتشار مستقیم CO<sub>2</sub> وجود دارد: (۱) روش مرجع (۲) روش بخشی. روش مرجع یک روش بالا به پایین است و در آن برای تخمین میزان انتشار CO<sub>2</sub>، از اطلاعات تأمین انرژی کشورها استفاده می‌شود و هیچ گونه اطلاعات دقیقی در مورد مصرف نوع سوخت مصرفی هر بخش وجود ندارد. نتایج به دست آمده از روش مرجع به عنوان کران بالای میزان انتشار CO<sub>2</sub> در نظر گرفته شده و به عنوان کنترل نتایج به دست آمده از روش بخشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (IEA، ۲۰۱۳). در این مقاله، برای سنجش محتوای مستقیم CO<sub>2</sub> از روش بخشی استفاده شده و همچنین برای محاسبه میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO<sub>2</sub> از دونوع پایه‌ی آماری استفاده شده است: (۱) جدول داده-ستانده به‌هنگام شده سال ۱۳۹۰ توسط مرکز آمار ایران، که حاوی ۷۱ بخش اقتصادی است (مرکز آمار ایران) و متناسب با آمار موجود انتشار CO<sub>2</sub> به ۲۰ بخش جمع شده است. (۲) آمارهای فیزیکی انتشار CO<sub>2</sub> بر حسب تن که مستقیماً از گزارش ترازنامه هیدروکربوری وزارت نیرو استخراج شده است (وزارت نیرو، ۱۳۹۰). برای تناسب بین این دو داده، تعدیلاتی صورت پذیرفته است که به طور خلاصه بیان می‌کنیم: گزارش ترازنامه هیدروکربوری کشور سال ۱۳۹۰، آمار مربوط به انتشار CO<sub>2</sub> را در ۶ سر فصل کلی (خانگی و تجاری و عمومی، صنعت، حمل و نقل، کشاورزی، نیروگاه و پالایشگاه) به دست می‌دهد. بیان این نکته ضروری است که در این پژوهش فرض می‌کنیم، ارتباط مستقیمی بین مصرف حامل‌های انرژی بخش‌های اقتصادی با میزان انتشار CO<sub>2</sub> وجود دارد؛ بنابراین، میزان مصرف انرژی را مبنای تعدیل CO<sub>2</sub> قرار داده شده است.

جدول ۱: میزان انتشار CO<sub>2</sub> ناشی از تولید و مصرف انرژی در سال ۱۳۹۰ (هزار تن)

| انتشار دی‌اکسیدکربن (هزار تن) | عنوان بخش            |  |
|-------------------------------|----------------------|--|
| ۱۳۶۶۵۶،۱۲۹                    | خانگی، تجاری و عمومی |  |
| ۹۱۵۳۶،۱۷۵                     | صنعت                 |  |
| ۱۲۶۳۷۷،۸۰۰                    | حمل و نقل            |  |
| ۱۲۳۴۴،۳۰۱                     | کشاورزی              |  |
| ۱۴۹۱۵،۲۸۹                     | پالایشگاهی           |  |
| ۱۶۵۱۸۴،۸۷۷                    | نیروگاهی             |  |
| ۵۴۷۰۱۴،۵۷۱                    | جمع                  |  |

مأخذ: ترازنامه هیدروکربوری کشور سال ۱۳۹۰ صفحه ۲۷۴



براساس آمار جدول ۱ نیروگاه بیشترین و بخش خانگی، تجاری و عمومی بعد از بخش نیروگاه دومین جایگاه مصرف و تولید انرژی را به خود اختصاص داده‌است و کمترین این میزان مربوط به بخش کشاورزی است.

مصرف نهاد «خانوار» و زیر بخش‌های مربوط به «خدمات بجز حمل و نقل»، «ساختمان» و «تولید و توزیع آب» به بخش خانگی و تجاری و عمومی نسبت داده می‌شود. با توجه به آمار موجود در ترازنامه هیدروکربوری ۱۳۹۰، حامل‌های اصلی مصرف انرژی در بخش خانگی و تجاری و عمومی، به ترتیب گاز طبیعی، نفت خام و فرآورده‌های نفتی، کل برق، منابع تجدیدپذیر قابل احتراق و زغال سنگ است. همانطور که در این گزارش آمده‌است، بخش خانگی، تجاری و عمومی به تنهایی بیشترین مصرف کننده گاز طبیعی در کشور بوده و حدود ۷۳،۵۷ درصد از کل مصرف انرژی این فرآورده در کشور مربوط به این بخش می‌باشد. بنابراین، با توجه به این که مصرف اصلی انرژی در بخش خانگی، تجاری و عمومی، گاز طبیعی با بیش از ۳۱۸،۱ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۰ بوده‌است، می‌توان برای اختصاص میزان انتشار CO<sub>2</sub> به این بخش‌ها از وزن میزان تقاضای این بخش‌ها از گاز طبیعی استفاده کرد. داده‌های مربوط به بخش خانگی، تجاری و عمومی در جدول ۲ آمده‌است.

جدول ۲: اختصاص بخش خانگی و تجاری و عمومی به زیر بخش‌ها (واحد: تن)

| بخش/نهاد                                      | توزیع گاز طبیعی | سهم تقاضای بخش گاز از کل تقاضای این بخش‌ها (درصد) | میزان انتشار CO <sub>2</sub> |
|---|-----------------|---|------------------------------|
| خانوار  | ۹۶،۹۴۶          | ۹۷،۸۹۶  | ۱۰۶۸۹۷۹۹۳                    |
| ساختمان                                       | ۹۳              | ۰،۰۹۴   | ۱۰۲۵۴۶،۹۱۶                   |
| آب  | ۳۴              | ۰،۰۳۴   | ۳۷۴۹۰،۲۷۰                    |
| خدمات بجز حمل و نقل                           | ۱،۹۵۷           | ۱،۹۷۶   | ۲۱۵۷۸۹۵،۸۶۲                  |
| مجموع تقاضای خانوارها و سایر خدمات از بخش گاز | ۹۹۰۳۰           | ۱۰۰   | ۱۰۹۱۹۵۹۲۶                    |

مأخذ: محاسبات محقق

همانطور که جدول ۲ نشان می‌دهد بخش خانوار در بخش خانگی، تجاری عمومی بیشترین میزان انتشار دی‌اکسیدکربن را به خود اختصاص داده همچنین کمترین میزان انتشار مربوط به بخش آب است.

میزان انتشار CO<sub>2</sub> در بخش صنعت برای سال ۱۳۹۰، معادل ۹۱۵۳۶۱۷۵ تن در سال بوده‌است. این رقم را به زیر بخش‌های بخش صنعت اختصاص داده شده‌است. برای این کار باید میزان مصرف سوخت‌های فسیلی زیر بخش‌های صنعت محاسبه گردد. باید توجه داشت که بخش صنعت و زیربخش‌های آن در جدول داده-ستانده حاوی کارگاه‌های صنعتی یک نفر کارکن و بیشتر است؛ به دلیل اینکه آمارهای CO<sub>2</sub> برای زیر بخش‌های صنعت وجود ندارد، برای محاسبه CO<sub>2</sub> انتشار یافته توسط زیر بخش‌های صنعت به صورت زیر عمل شده‌است. آمار مربوط به زیر بخش‌های صنعت به دو دسته تقسیم می‌شوند: (۱) کارگاه‌های صنعتی بین ۱ تا ۹ نفر کارکن (۲) کارگاه‌های صنعتی بیش از ۱۰ نفر کارکن. با جمع مقادیر مربوط به مصرف سوخت‌های فسیلی در هر زیر بخش صنعت مقدار کل مصرف سوخت‌های فسیلی را محاسبه کرد. آمار مربوط به کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر برای سال ۱۳۹۰ وجود دارد اما آخرین آمار مربوط به کارگاه‌های صنعتی زیر ۱۰ نفر کارکن آمار مربوط به سال ۱۳۸۱ است که ۵۰ هزار نمونه کارگاه‌های صنعتی زیر ده نفر کارکن با استفاده از سرشماری عمومی به دست آمده‌است. فرض می‌کنیم نسبت بین کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر و زیر ۱۰ نفر کارکن بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰ ثابت مانده‌است، آمار کارگاه‌های زیر ۱۰ نفر کارکن در سال ۱۳۹۰ تخمین زده شده‌است. در جدول ۳ میزان مصرف سوخت‌های فسیلی به وسیله کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر و زیر ده نفر کارکن آورده شده است. برای اینکه قابلیت جمع پذیری داشته باشند آنها

را باید به یک واحد تبدیل کرد. در بخش نهایی ترانزنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰ جدول تبدیل واحد سوخت‌ها به میلیون بی-تی‌یو وجود دارد که با استفاده از آن تبدیلات جدول ۳ صورت گرفته‌است.

جدول ۳: تبدیل واحد حامل‌های انرژی به میلیون بی‌تی‌یو

| میلیون بی تی یو | مقدارهای مصرف شده توسط کارگاههای صنعتی | حامل انرژی     |
|-----------------|--|----------------|
| ۹۹۹۳۱۹۳۲۷       | هزار متر مکعب<br>۲۸۳۰۱۳۱۲              | گاز طبیعی      |
| ۸۵۵۱۵،۶۶        | هزار لیتر<br>۲۴۲۱۸۵۴                   | نفت سیاه       |
| ۳۶۳۹۷،۷۶        | هزار لیتر<br>۱۰۳۰۸۰۶                   | گازوئیل        |
| ۵۲۴۹،۸۲         | هزار لیتر<br>۱۴۸۶۷۸                    | بنزین          |
| ۹۷۲،۶۸          | هزار لیتر<br>۲۷۵۴۷                     | نفت سفید       |
| ۲۴۹۳۵۹۷،۵۲      | هزار کیلوگرم<br>۸۹۸۲۷                  | گاز مایع       |
| ۶۵۶۴۶۸،۴۸       | هزار کیلوگرم<br>۲۳۶۴۸                  | زغال سنگ و چوب |

مأخذ: محاسبات محقق

برای اینکه معلوم شود هر حامل انرژی چند میلیون بی‌تی‌یو مصرف می‌کند با استفاده از ضرایب انتشار مورد تأیید سازمان حفاظت محیط زیست در دستورالعمل ۲۰۱۱ هیات بین‌الدول تغییر آب و هوا IPCC، میزان انتشار CO<sub>2</sub> برای هر بخش صنعتی را مورد محاسبه قرار گرفت. نتایج محاسبه در جدول ۴ نشان داده شده‌است.

جدول ۴: میزان انتشار دی‌اکسیدکربن به ازای مصرف هر سوخت در هر بخش صنعت

| انتهشار CO <sub>2</sub> برای مصرف هر سوخت در بخش صنعت برحسب کیلوگرم به ازای یک میلیون بی‌تی‌یو | حامل انرژی                                 |
|--|--|
| ۵۲۹۸۳۹۱۰۷۱۸  | گاز طبیعی                                  |
| ۶۲۶۴۰۲۲،۰۹۵  | نفت سیاه و کوره                            |
| ۲۷۲۶۹۲۰،۱۷۹  | گازوئیل                                    |
| ۳۶۸۶۴۲،۳۶۰   | بنزین                                      |
| ۷۳۱۴۵،۵۳۶  | نفت سفید                                   |
| ۱۵۷۰۴۶۷۷۱،۸  | گاز مایع                                   |
| ۱۲۹۵۴۷۴۸۹،۸  | زغال سنگ و چوب                             |
| ۵۳۲۷۹۹۳۷۷،۰۹   | میزان کل انتشار CO <sub>2</sub> در هر صنعت |

مأخذ: محاسبات محقق

در جدول ۴ میزان مصرف سوخت‌ها در صنایع برحسب میلیون بی‌تی‌یو، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن به ازای هر سوخت و در هر بخش محاسبه گردید جمع کل آنها میزان کل انتشار دی‌اکسیدکربن در هر صنعت را نشان می‌دهد. در مرحله بعدی، ارقام مربوط به میزان تقاضای زیر بخش‌های یادشده از بخش «پالایش و توزیع گاز طبیعی» موجود در جدول داده-ستانده ۱۳۹۰، سهم هر یک از زیر بخش‌ها از میزان تقاضای گاز طبیعی و با توجه به معیار وزن تقاضای این زیر بخش‌ها از گاز طبیعی، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن هر یک از زیر بخش به دست می‌آید.

ترازنامه هیدروکربوری ۱۳۹۰ آمار مربوط به بخش معدن را نشان نمی‌دهد. بخش معدن در جدول داده-ستانده سال ۱۳۹۰ دو زیر بخش دارد: بخش استخراج نفت خام و گاز طبیعی، بخش سایر معادن. طبق آمار موجود در ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰، میزان گاز همراه ۱۰۳،۹ میلیون متر مکعب در روز گزارش شده‌است. برای تعیین میزان انتشار CO<sub>2</sub> در بخش استخراج نفت خام، باید این مقدار به هزار متر مکعب در سال تبدیل شود تا از طریق آمار موجود در ترازنامه هیدروکربوری در سال ۱۳۹۰ در خصوص تبدیل واحدهای مختلف سوخت‌های فسیلی به میلیون بی‌تی‌یو، میزان انتشار گاز طبیعی با واحد میلیون بی‌تی‌یو به دست آید؛ سپس با استفاده از ضرایب انتشار مورد تأیید سازمان حفاظت محیط زیست در دستورالعمل ۲۰۱۱ هیات بین‌الدول تغییر آب و هوا IPCC، میزان انتشار CO<sub>2</sub> مربوط به بخش نفت خام و گاز طبیعی به دست می‌آید. میزان انتشار CO<sub>2</sub> در بخش سایر معادن را می‌توان از آمارهای مربوط به مصرف سوخت‌های فسیلی موجود در گزارش «نتایج آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور در سال ۱۳۹۰» که توسط معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی مرکز آمار ایران، به دست آورد. این طرح مقدار سوخت مصرف شده، در نیروگاه داخلی معادن در حال بهره‌برداری کشور برحسب فعالیت را نشان می‌دهد. مانند مراحل پیشین این میزان مصرف سوخت‌های فسیلی به میلیون بی‌تی‌یو تبدیل شده و با استفاده از ضرایب انتشار IPCC، میزان انتشار CO<sub>2</sub> این بخش نیز به دست می‌آید.

میزان انتشار CO<sub>2</sub> بخش‌های حمل و نقل، کشاورزی و نیروگاه در ترازنامه هیدروکربوری آمده‌است. در ترازنامه هیدروکربوری میزان انتشار CO<sub>2</sub> مربوط به پالایشگاه به طور مستقل نشان داده شده‌است. در نظام طبقه‌بندی فعالیت‌های اقتصادی ISIC، rev.4، عنوان مربوط به دو بخش «پالایشگاه گازی» و «پالایشگاه نفتی» اختصاص می‌یابد؛ پس می‌توان با نسبت ستانده هر بخش به مجموع ستانده هر بخش به مجموع ستانده‌های دو بخش، میزان انتشار CO<sub>2</sub> مربوط به پالایشگاه در ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰ را به این دو بخش اختصاص داد.

جدول ۵. میزان انتشار CO<sub>2</sub> به تفکیک زیربخش‌های اقتصادی (هزارتن) در سال ۱۳۹۰

| ردیف | بخش‌های اقتصادی                                   | میزان انتشار CO <sub>2</sub> هزارتن به ازای یک میلیون بی‌تی‌یو |
|------|---|--|
| ۱    | کشاورزی، جنگل‌داری و دامپزشکی                     | ۴۴۳۳   |
| ۲    | ماهگیری   | ۱۳۸۲   |
| ۳    | نفت خام و گاز طبیعی                               | ۵۴۴۴۱  |
| ۴    | استخراج معادن                                     | ۳۴۸۳   |
| ۵    | تولیدات صنعتی (ساخت)                              | ۱۴۵۹۷۳   |
| ۶    | تأمین برق   | ۷۰۴۰   |
| ۷    | توزیع گاز   | ۱۸۰۳۵  |
| ۸    | آبرسانی؛ مدیریت پسماند، فاضلاب و فعالیت‌های تصفیه | ۱۵۲۱   |
| ۹    | ساختمان   | ۳۸۴۲۳  |
| ۱۰   | عمده فروشی  | ۵۶۱۶۹  |
| ۱۱   | هتل و خوابگاه                                     | ۵۰۷۳   |
| ۱۲   | حمل و نقل و انبارداری                             | ۳۴۴۶۴  |
| ۱۳   | بانک  | ۸۴۸۴   |
| ۱۴   | سایر واسطه‌گری‌های مالی و فعالیت‌های جنبی آنها    | ۱۶۰۶   |
| ۱۵   | بیمه  | ۲۱۱۳   |
| ۱۶   | خدمات کسب و کار                                   | ۴۳۳۵۰  |
| ۱۷   | امور عمومی و دفاع و تامین اجتماعی                 | ۱۹۰۵۹  |
| ۱۸   | آموزش   | ۱۳۲۳۰  |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| ۱۳۴۳۳  | بهداشت و مددکاری اجتماعی و تفریحی و مذهبی | ۱۹ |
| ۷۸۹۰   | سایر خدمات                                | ۲۰ |
| ۵۱۹۵۰۴ | جمع                                       |    |

مأخذ: محاسبات محقق

جدول ۵ نشان می‌دهد، کل میزان انتشار CO<sub>2</sub> مربوط به بخش‌های اقتصادی ۵۱۹۵۰۴ هزار تن بوده است اما آمار موجود در ترازنامه هیدروکربوری ۱۳۹۰ (جدول ۱) ۵۴۷۰۱۴ هزار تن است؛ زیرا در ترازنامه هیدرو کربوری سال ۱۳۹۰، آمار مربوط به میزان انتشار CO<sub>2</sub> بخش‌های نفت خام و گاز طبیعی و سایر معادن موجود نیست. بنابراین برای تطابق بین بخش‌های اقتصادی موجود در جدول داده-ستانده ۱۳۹۰ و آمار مربوط به انتشار CO<sub>2</sub>، میزان انتشار CO<sub>2</sub> مربوط به بخش‌های یاد شده را محاسبه و اضافه کرده‌ایم. با توجه به اینکه کل میزان انتشار CO<sub>2</sub> در (جدول ۲) برابر ۱۰۹۱۹۵ هزار تن است که اختلاف بین انتشار CO<sub>2</sub> محاسبه شده و آمار موجود در ترازنامه هیدروکربوری (جدول ۱)، (۲۷۴۶۱ = ۱۰۹۱۹۵ - ۱۳۶۶۵۶) هزار تن) با میزان انتشار CO<sub>2</sub> بخش معدن (جمع مقادیر مربوط به بخش نفت خام و گاز طبیعی، سایر معادن) برابر است.

حال برای بررسی میزان انتشار CO<sub>2</sub> در هر بخش (به صورت مستقیم و غیرمستقیم) و به ازای یک واحد تولید (میلیارد ریال) از تکنیک داده-ستانده استفاده شده است. جدول (۶) نتایج میزان انتشار CO<sub>2</sub> توسط بخش‌های تولیدی را به ازای یک واحد تولید و در سه قسمت انتشار مستقیم، انتشار غیرمستقیم و انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO<sub>2</sub> نشان می‌دهد.

جدول ۶. میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO<sub>2</sub> (تن) توسط بخش‌های مختلف به ازای یک میلیارد ریال تولید در سال ۱۳۹۰

| ردیف | بخش‌های اقتصادی                                   | میزان انتشار مستقیم CO <sub>2</sub> | رتبه | میزان انتشار غیرمستقیم CO <sub>2</sub> | رتبه | میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO <sub>2</sub> | رتبه |
|------|---|-------------------------------------|------|--|------|---|------|
| ۱    | کشاورزی، جنگل‌داری و دامپرشی                      | ۱۶                                  | ۶    | ۸۰                                     | ۲    | ۹۶  | ۲    |
| ۲    | ماهیگیری  | ۱                                   | ۱۸   | ۵۳                                     | ۱۹   | ۵۵  | ۱۸   |
| ۳    | نفت خام و گاز طبیعی                               | ۵                                   | ۱۱   | ۵۹                                     | ۹    | ۶۵  | ۱۰   |
| ۴    | استخراج معادن                                     | ۲                                   | ۱۵   | ۶۰                                     | ۸    | ۶۲  | ۱۲   |
| ۵    | تولیدات صنعتی (ساخت)                              | ۱۲۹                                 | ۱    | ۲۱۵                                    | ۱    | ۳۴۴   | ۱    |
| ۶    | تأمین برق   | ۱۹                                  | ۵    | ۶۲                                     | ۵    | ۸۱  | ۷    |
| ۷    | توزیع گاز   | ۱۲                                  | ۷    | ۷۴                                     | ۳    | ۸۷  | ۵    |
| ۸    | آبرسانی؛ مدیریت پسماند، فاضلاب و فعالیت‌های تصفیه | ۴                                   | ۱۲   | ۵۴                                     | ۱۳   | ۵۹  | ۱۳   |
| ۹    | ساختمان   | ۱۰                                  | ۹    | ۵۷                                     | ۱۰   | ۶۷  | ۸    |
| ۱۰   | عمده فروشی  | ۲۱                                  | ۴    | ۶۱                                     | ۷    | ۸۲  | ۶    |
| ۱۱   | هتل و خوابگاه                                     | ۲                                   | ۱۶   | ۵۴                                     | ۱۵   | ۵۶  | ۱۶   |
| ۱۲   | حمل و نقل و انبارداری                             | ۲۴                                  | ۳    | ۶۴                                     | ۴    | ۸۸  | ۴    |
| ۱۳   | بانک  | ۱۰                                  | ۸    | ۵۷                                     | ۱۱   | ۶۷  | ۹    |
| ۱۴   | سایر واسطه‌گری‌های مالی و فعالیت‌های جنبی آنها    | ۳                                   | ۱۳   | ۵۴                                     | ۱۴   | ۵۷  | ۱۴   |
| ۱۵   | بیمه  | ۲                                   | ۱۷   | ۵۴                                     | ۱۶   | ۵۵  | ۱۷   |
| ۱۶   | خدمات کسب و کار                                   | ۲۸                                  | ۲    | ۶۱                                     | ۶    | ۸۹  | ۳    |
| ۱۷   | امور عمومی و دفاع و تأمین اجتماعی                 | ۳                                   | ۱۴   | ۵۳                                     | ۱۸   | ۵۶  | ۱۵   |
| ۱۸   | آموزش   | ۱                                   | ۱۹   | ۵۳                                     | ۲۰   | ۵۵  | ۱۹   |
| ۱۹   | بهداشت و مددکاری اجتماعی و تفریحی و مذهبی         | ۱                                   | ۲۰   | ۵۳                                     | ۱۷   | ۵۵  | ۲۰   |
| ۲۰   | سایر خدمات  | ۹                                   | ۱۰   | ۵۵                                     | ۱۲   | ۶۴  | ۱۱   |
|      | جمع   | ۳۰۵                                 |      | ۱۳۳۵                                   |      | ۱۶۴۰  |      |

مأخذ: محاسبات محقق

نتایج جدول ۶ بیان می‌کند از منظر انتشار  $CO_2$  مستقیم به ترتیب بخش‌های «تولیدات صنعتی (ساخت)»، «خدمات کسب و کار»، «حمل و نقل و انبارداری»، «عمده فروشی»، «تأمین برق» رتبه‌های نخست را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین بیشترین میزان انتشار  $CO_2$  غیرمستقیم به ترتیب مربوط به بخش‌های «تولیدات صنعتی (ساخت)»، «کشاورزی، جنگل‌داری و دامپزشکی»، «توزیع گاز»، «حمل و نقل و انبارداری»، «تأمین برق» بوده‌است. در پایان هم بخش‌های «تولیدات صنعتی (ساخت)»، «کشاورزی، جنگل‌داری و دامپزشکی»، «خدمات کسب و کار»، «حمل و نقل و انبارداری»، «توزیع گاز» بیشترین میزان انتشار  $CO_2$  را به طور مستقیم و غیرمستقیم داشته‌اند.

جدول ۷. سهم بخش‌های مختلف تولیدی در انتشار مستقیم  $CO_2$ 

| رتبه | سهم در انتشار مستقیم و غیرمستقیم $CO_2$ (درصد) | رتبه | سهم در انتشار غیرمستقیم $CO_2$ (درصد) | رتبه | سهم در انتشار مستقیم $CO_2$ (درصد) | بخش  |
|------|--|------|---------------------------------------|------|------------------------------------|--|
| ۲    | ۵,۸۵   | ۲    | ۶                                     | ۶    | ۵,۱۷                               | کشاورزی، جنگل‌داری و دامپزشکی                    |
| ۱۷   | ۳,۳۴   | ۱۹   | ۴                                     | ۱۸   | ۰,۴۳                               | ماهگیری  |
| ۱۰   | ۳,۹۵   | ۹    | ۴,۴۵                                  | ۱۱   | ۱,۷۹                               | نفت خام و گاز طبیعی                              |
| ۱۲   | ۳,۷۸   | ۸    | ۴,۴۷                                  | ۱۵   | ۰,۷۴                               | استخراج معادن                                    |
| ۱    | ۲۰,۹۷  | ۱    | ۱۶,۱۰                                 | ۱    | ۴۲,۳۰                              | تولیدات صنعتی (ساخت)                             |
| ۷    | ۴,۹۵   | ۶    | ۴,۶۶                                  | ۵    | ۶,۲۴                               | تأمین برق  |
| ۵    | ۵,۲۸   | ۳    | ۵,۵۶                                  | ۷    | ۴,۰۷                               | توزیع گاز  |
| ۱۳   | ۳,۵۸   | ۱۳   | ۴,۰۷                                  | ۱۲   | ۱,۴۳                               | آبرسانی؛ مدیریت پسماند، فاضلاب و فعالیتهای تصفیه |
| ۸    | ۴,۱۱   | ۱۰   | ۴,۳۱                                  | ۹    | ۳,۲۶                               | ساختمان  |
| ۶    | ۴,۹۹   | ۷    | ۴,۵۴                                  | ۴    | ۶,۹۴                               | عمده فروشی                                       |
| ۱۶   | ۳,۴۲   | ۱۵   | ۴,۰۴                                  | ۱۶   | ۰,۷۴                               | هتل و خوابگاه                                    |
| ۴    | ۵,۳۶   | ۴    | ۴,۸۰                                  | ۳    | ۷,۸۳                               | حمل و نقل و انبارداری                            |
| ۹    | ۴,۰۹   | ۱۱   | ۴,۲۵                                  | ۸    | ۳,۴۲                               | بانک   |
| ۱۴   | ۳,۴۹   | ۱۴   | ۴,۰۵                                  | ۱۳   | ۱,۰۳                               | سایر واسطه‌گری‌های مالی و فعالیتهای جنبی آنها    |
| ۱۷   | ۳,۳۸   | ۱۶   | ۴,۰۳                                  | ۱۷   | ۰,۵۲                               | بیمه   |
| ۳    | ۵,۴۵   | ۵    | ۴,۵۹                                  | ۲    | ۹,۲۱                               | خدمات کسب و کار                                  |
| ۱۵   | ۳,۴۴   | ۱۸   | ۴                                     | ۱۴   | ۰,۹۶                               | امور عمومی و دفاع و تامین اجتماعی                |
| ۱۹   | ۳,۳۳   | ۲۰   | ۳,۹۹                                  | ۱۹   | ۰,۴۳                               | آموزش  |
| ۲۰   | ۳,۳۳   | ۱۷   | ۴,۰۱                                  | ۲۰   | ۰,۳۷                               | بهداشت و مددکاری اجتماعی و تفریحی و مذهبی        |
| ۱۱   | ۳,۹۱   | ۱۲   | ۴,۱۰                                  | ۱۰   | ۳,۱۰                               | سایر خدمات                                       |

مأخذ: محاسبات محقق

جدول ۷ نشان می‌دهد در بین بخش‌های تولیدی مورد بررسی پس از بخش «تولیدات صنعتی (ساخت)» با سهمی معادل ۴۲,۳۰ درصد از کل انتشار  $CO_2$  به ترتیب بخش‌های «خدمات کسب و کار» با ۹,۲۱ درصد، «حمل و نقل و انبارداری» با ۷,۸۳ درصد، «عمده فروشی» با ۶,۹۴ درصد و «تأمین برق» با ۶,۲۴ درصد، به ترتیب رتبه‌های ۲ تا ۵ را به خود اختصاص داده‌اند. این ۵ بخش نخست ۷۳ درصد از انتشار مستقیم  $CO_2$  را به خود اختصاص داده‌اند.

بیشترین میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم و  $CO_2$  مربوط به بخش «تولیدات صنعتی (ساخت)» و کمترین میزان انتشار غیرمستقیم  $CO_2$  مربوط به بخش «آموزش» کمترین میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم  $CO_2$  مربوط به بخش «بهداشت و مددکاری اجتماعی و تفریحی و مذهبی» است.

### بحث و نتیجه‌گیری

میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم  $CO_2$  توسط بخش‌های تولیدی می‌تواند شاخص مناسبی جهت سنجش عملکرد بخش‌های تولیدی از نقطه نظر سازگاری با محیط زیست محسوب شود. به بیانی دیگر بخش‌هایی که میزان انتشار آلاینده‌ی بیشتری از سطح مجاز و مورد انتظار دارند بایستی دولت با اتخاذ سیاست‌های تشویقی و تنبیهی مناسب زمینه لازم برای کاهش انتشار آلاینده‌ی آنها را مهیا کند. سیاست تنبیهی می‌تواند افزایش مالیات یا جریمه به دلیل آلودگی بیش از حد مجاز زیست محیطی یا افزایش قیمت حامل انرژی به گونه‌ای که بخش‌های اقتصادی به صورت بهینه از آن استفاده کنند باشد و سیاست تشویقی مانند سوبسید یا سیاست‌های حمایتی دیگر را شامل می‌شود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بخش‌های «تولیدات صنعتی (ساخت)»، «کشاورزی، جنگل‌داری و دامپزشکی»، «خدمات کسب و کار»، «حمل و نقل و انبارداری»، «توزیع گاز» بیشترین میزان انتشار  $CO_2$  را به طور مستقیم و غیرمستقیم  $CO_2$  را به ازای یک واحد تولید دارند. این پنج بخش ۶۸،۵۸ درصد از انتشار مستقیم دی‌اکسیدکربن و ۴۲،۹۲ درصد از انتشار مستقیم و غیرمستقیم  $CO_2$  را به خود اختصاص داده‌اند. در نتیجه انتظار می‌رود با بهبود وضعیت این بخش‌ها تا حدود زیادی شاخص‌های زیست محیطی کشور را بهبود بخشید.

### منابع

- امیرتیموری، سمیه و خلیلیان، صادق، (۱۳۸۸). بررسی رشد اقتصادی و میزان انتشار گاز  $CO_2$  در کشورهای عضو اوپک: رهیافت منحنی زیست محیطی کورنتس. علوم محیطی، سال هفتم، شماره ۱، صفحات ۱۶۱-۱۷۲.
- بانویی، علی‌اصغر و کمال، الهام، (۱۳۹۳). سنجش محتوای مستقیم و غیر مستقیم دی‌اکسیدکربن در صادرات و واردات ایران با استفاده از رویکرد داده-ستانده. فصلنامه سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی دانشگاه الزهراء (س)، سال دوم، شماره ۳، صفحات ۴۱-۷۰.
- بهبودی، داود و فلاحی، فیروز و برقی‌گلعدانی، اسماعیل، (۱۳۸۹). عوامل اقتصادی و اجتماعی موثر بر انتشار سرانه‌ی دی-اکسیدکربن در ایران (۱۳۸۳-۱۳۴۶). مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۹۰، صفحات ۱۷-۱.
- خلیلی‌عراقی، منصور و شرزهای، غلامعلی و برخوردار، سجاد. (۱۳۹۱). تحلیل تجزیه انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی در ایران. محیط‌شناسی، سال سی و هشتم، شماره ۶۱، صفحه ۹۳-۱۰۴.
- ذاکری، زهرا، (۱۳۹۳). ضرورت توجه به محیط زیست در قانون هدفمندی یارانه‌ها: بررسی میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم آلاینده‌ی  $CO_2$ . مطالعات اقتصادی (گروه اقتصاد کلان و مدلسازی).
- سوری، علی و ابراهیمی، محسن، (۱۳۹۰). اقتصاد منابع طبیعی و محیط زیست. انتشارات نور علم، صفحات ۱۹۳-۱۹۴.
- طرح آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور، (۱۳۹۰). مرکز آمار ایران.
- طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر، (۱۳۹۰). مرکز آمار ایران.
- طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۹ تا ۹۹ نفر کارکن، (۱۳۸۱). مرکز آمار ایران.
- عبداللهی، محسن، (۱۳۸۹). تغییرات آب و هوایی: تأملی بر راهبردها و تدابیر حقوقی سازمان ملل متحد. فصلنامه حقوق، دوره ۴۰، شماره ۱.
- فطرس، محمدحسن و براتی، جواد و رسول‌زاده، مریم، (۱۳۹۳). تحلیل تجزیه ساختاری انتشار دی‌اکسیدکربن ( $CO_2$ ) صنعتی ایران با رویکرد داده-ستانده، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. سال یازدهم، شماره ۴۱، صفحات ۱۳۱-۱۵۲.
- فطرس، محمدحسن و براتی، جواد، (۱۳۹۰). تجزیه‌ی انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف انرژی به بخش‌های اقتصادی ایران؛ یک تحلیل تجزیه‌ی شاخص. فصلنامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، سال هشتم، شماره‌ی ۲۸، صفحات ۴۹-۷۳.



- ناجی‌میدانی، علی‌اکبر و داودی، آزاده، (۱۳۹۴). تحلیل تجزیه‌ای شاخص انتشار ترکیبات کربن (دی‌اکسیدکربن و منوکسیدکربن) در بخش‌های حمل و نقل و زیر بخش‌های آن در ایران طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۹۰. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال بیست و سوم، شماره ۷۴، صفحات ۱۱۷-۱۵۰.
- نصراللهی، زهرا و وصفی‌اسفستانی، شهرام و نوری‌زاده، سمیه، (۱۳۹۳). ارزیابی زیست محیطی فعالیت‌های اقتصادی با استفاده از جدول داده-ستانده (یزد). فصلنامه مدلسازی اقتصادی، سال هشتم، شماره ۲ "پیاپی ۲۶"، صفحات ۷۵-۸۹.
- نظام طبقه‌بندی فعالیت‌های ISIC rev,4.
- وارثی، محسن و ترابی، تقی، (۱۳۸۸). بررسی آلاینده‌های زیست محیطی صنایع کشور با استفاده از رویکرد داده-ستانده (مورد خاص دی‌اکسید کربن). علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره دهم، شماره سه.
- وزارت نیرو، (۱۳۹۰). ترازنامه انرژی. معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی.
- Abbasi, Faiza & Riaz, Khalid, (2016), CO<sub>2</sub> Emissions and Financial Development in an Emerging Economy: An Augmented VAR Approach, Contents lists available at Science Direct, *Energy Policy*90, Pp 102-114.
- IEA, (2013), "CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion Highlights" International Energy Agency.
- IPCC, (2014), Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kais, Saidi & Sami, Hammami, (2016), An Econometric Study of the Impact of Economic Growth and Energy Use on Carbon Emissions: Panel Data Evidence from Fifty Eight Countries, Contents lists available at Science Direct, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*59, Pp 1101-1110.
- Miller and Blair, (2009), Input-Output Analysis Foundations and Extensions, Cambridge Press.
- Perobelli, Fernando Salgueiro, Faria, Weslem Rodrigues & Vale, Vinicius de Almeida, (2015), The increase in Brazilian household income and its impact on CO<sub>2</sub> emissions: evidence for 2003 and 2009 from input-output tables, *Energy Economics*, PP 1-24.
- Shim, Jae Hyun, (2006), The reform of energy subsidies for the enhancement of marine sustainability, case study of south korea, University of Delawar