نشریه علمی- پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۱۸، شماره ۵۰، زمستان ۱۳۹۳، صفحات ۵۳-۲۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۵/۰۶ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۰۱/۳۰

رابطه بین تقاضای انرژی و حمل‌ونقل خانوارهای شهری و آلودگی محیط زیست از طریق انتشار گازهای گلخانه‌ای در استان‌های ایران

حسین پناهی [۱]
پرویز محمدزاده [۲]
اکرم اکبری [۳]

چکیده

انرژی به‌عنوان یـکی از مهم‌ترین عوامل تولید جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسـعه اقـتصادی هـر کشور دارد. به‌طوری که بخش بزرگی از مصرف انرژی در جهان توسط سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود که این امر موجب انتشار وسیع مواد آلاینده و نیز آسیب‌های جهانی هم‌چون گرم شدن کره زمین و تغییرات آب و هوایی شده است. در این مطالعه برای تخمین تابع تقاضای انرژی (شامل برق و گاز طبیعی) و حمل‌ونقل (مصرف سالانه بنزین برای خانوارهایی که خودروی شخصی دارند) از روش داده‌های ادغام شده و روش دو مرحله‌ای هکمن استفاده شده است. برای این منظور داده‌های هزینه–درآمد خانوار برای سال ۱۳۸۸ که تقریباً ۱۴۰۰۰ خانوار شهری می‌باشد به کار گرفته شده است. بعد از تخمین تابع تقاضای انرژی و حمل‌ونقل به برآورد ضرایب انتشار آلودگی ناشی از مصرف سه حامل انرژی برق، گاز و بنزین پرداخته و در نهایت میزان انتشار ناشی از سه حامل انرژی فوق محاسبه شده است. نتایج حاصل از تخمین تابع تقاضای سه حامل مختلف انرژی (برق، گاز و بنزین) نشان می‌دهد بیش‌ترین میزان انتشار دی‌اکسیدکربن مربوط به برق بوده و کم‌ترین آن مربوط به بنزین می‌باشد. هم‌چنین نتایج حاصل از برآورد انتشار دی‌اکسیدکربن ایجاد شده توسط مصرف حامل‌های مختلف انرژی در استان‌های کشور نیز نشان می‌دهد بیش‌ترین میزان انتشار CO_2 مربوط به استان تهران بوده و کم‌ترین آن مربوط به سه استان کهگیلویه و بویراحمد، خراسان شمالی و ایلام است.

واژگان کلیدی: انتشار دی‌اکسیدکربن، مصرف انرژی، حمل‌ونقل، روش دو مرحله‌ای هکمن.
طبقه‌بندی JEL: Q56, R4, C25

۱ـ استادیار گروه اقتصاد دانشگاه تبریز. Email:panahi@tabrizu.ac.ir
۲ـ استادیار گروه اقتصاد دانشگاه تبریز. Email:pmohamadzadeh@yahoo.com
۳ـ دانشجوی کارشناسی ارشد توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز. Email:akramakbari98@yahoo.com

مقدمه

انرژی به منزله موتور توسعه اقتصادی، اجتماعی و بهبود کیفیت زندگی انسان تلقی می‌شود. از سوی دیگر، ضعف در کارایی جریان تولید، انتقال، توزیع، مصرف و عدم وابستگی لازم به انرژی‌های مطمئن و سالم که لازمه یک سیاست توسعه پایدار است، نیز وجود دارد. لذا باتوجه به نیاز روزافزون به منابع انرژی و محدودبودن منابع انرژی فسیلی، ضرورت سالم نگه داشتن محیط‌زیست، کاهش آلودگی هوا وتأمین سوخت از اهمیت بالایی برخوردار است.

میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در کلیه بخش‌های مصرف‌کننده انرژی معادل ۵۳۹ میلیون تن بوده که اختلاف عمده‌ای با دیگر گازهای آلاینده منتشر شده در همان زمان دارد. سهم هر یک از بخش‌های مصرف‌کننده انرژی در انتشار CO_2 نشان می‌دهد که بخش‌های خانگی، تجاری و عمومی معادل ۲۵/۷ درصد، بخش صنعتی معادل ۱۵/۸ درصد، بخش حمل‌ونقل معادل ۲۴/۹ درصد، بخش کشاورزی معادل ۲/۵ درصد، بخش نیروگاهی معادل ۲۷/۹ درصد و بخش پالایشگاهی معادل ۳/۲ درصد از کل انتشار را به عهده دارند. بنابراین از میان بخش‌های مختلف مصرف‌کننده انرژی، بخش خانگی یکی از پر مصرف‌ترین بخش‌های تقاضای انرژی است، به طوری که تقاضای انرژی در بخش خانگی، بیش از یک سوم مصرف انرژی در کشور را تشکیل می‌دهد (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۸: ۲۷۶).

رشد روزافزون خانوارهای شهری، وابستگی به انرژی و به‌تبع آن رشد مصرف انرژی به ویژه انرژی‌های فسیلی موجب افزایش مشکلات زیست‌محیطی شده است. یکی از مهم‌ترین آلودگی‌های بخش انرژی، آلودگی هوا در اثر انتشار و نشت گازهای آلاینده ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی است. اکسیدهای گوگرد، اکسیدهای نیتروژن، مونوکسیدکربن، ذرات معلق، هیدروکربن‌ها و دی‌اکسیدکربن ازجمله گازهای آلاینده وگلخانه‌ای هستند که در اثر مصرف انرژی بنگاه‌ها و خانوارها به‌ویژه احتراق سوخت‌های هیدروکربنی به جو راه می‌یابند.

منبع اصلی گرمایش جهانی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و عامل اصلی انتشار نیز مصرف انرژی است. بنابراین کاهش مصرف انرژی به کاهش انتشار می‌انجامد. از سویی ممکن

است حرکت به سمت اهداف پروتکل کیوتو به منظور کاهش انتشار، رشد اقتصادی را کاهش دهد (ساری و سویتاس[۴]، ۲۰۰۸: ۱۶۶۹).

مسائل زیست‌محیطی یکی از دغدغه‌های مهم در جهان بوده و بی‌توجهی به آن می‌تواند مانع بزرگی برای توسعه پایدار ایجاد کند. اهمیت مسائل زیست‌محیطی به مرور زمان با افزایش فعالیت‌های بخش حمل‌ونقل، رشد مصرف انرژی توسط خانوارهای شهرها بیش‌تر خواهد شد و هرگونه مطالعه‌ای که به حفظ و بهبود محیط‌زیست کمک کند می‌تواند حائز اهمیت باشد. لذا با توجه به اهمیت انرژی و حمل‌ونقل در آلودگی هوا، در این مطالعه هدف اصلی برآورد انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی و حمل‌ونقل خانوارهای شهری با بهره‌گیری از روش دو مرحله‌ای هکمن در استان‌های مختلف ایران در سال ۱۳۸۸ با استفاده از داده‌های هزینه و درآمد خانوارهای شهری می‌باشد.

با توجه به اهمیت ویژه دی‌اکسیدکربن در آلودگی هوا و افزایش پدیده گرمایش جهانی در اغلب مطالعات تجربی، آن را به عنوان معیار آلودگی محیط‌زیست در نظر گرفته‌اند. بنابراین، برای نشان دادن تأثیر الگوهای متفاوت مصرف انرژی توسط خانوارهای شهری و حمل‌ونقل بر انتشار دی‌اکسیدکربن لازم است توضیحاتی درباره تأثیر حمل‌ونقل و مصرف انرژی بر آلودگی محیط‌زیست داده شود.

فعالیت‌های بخش حمل‌ونقل معمولاً با افزایش فعالیت‌های اقتصادی و تولید ناخالص داخلی (GDP) افزایش می‌یابد. به‌طوری که، یکی ازچالش‌های اساسی سیستم‌های حمل‌ونقل شهری، تأثیرمنفی آن برکیفیت محیط‌زیست و ایجاد آلودگی هوا در شهرهاست. از این رو با توجه به آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های مربوط به سیستم‌های حمل‌ونقل شهری، وضع مقررات، قوانین وسیاست‌های ملی، برنامه‌ریزی و ایجاد انگیزه‌های اقتصادی از جمله راهبردهای مفید برای کنترل این آثار سوء به شمار می‌روند. آثار زیست‌محیطی حمل‌ونقل شهری باید به نحوی تنظیم شودکه ساختار محیط را که شامل کاربری زمین، شکل شهری، آثاردیداری، فرا ساختار، ترافیک، تأثیرات اجتماعی حمل‌ونقل در ایجاد مناطق

4- Sari & Soytas

شغلی، مسکونی، امنیت وحفاظـت فردی وآلـودگی صدا و هوا (محلی، منطـقه‌ای، جهانی) است، رادربرگیرد (اسکیپر[5] و همکاران، ۲۰۰۹: ۲).

در بررسی مهم‌ترین عوامل آلوده‌کننده محیط‌زیست که به دلیل فعالیت حمل‌ونقل اتفاق می‌افتد بایستی مسائل زیر را مورد توجه قرار داد.

مصرف سوخت مهم‌ترین دلیل آلوده شدن محیط‌زیست می‌باشد. از یک سو پروسه تهیه و استخراج سوخت و رسانیدن آن تا محل توزیع و از سوی دیگر مصرف سوخت و سوزاندن آن در وسایط نقلیه موتوری که در کلیه بخش‌های حمل‌ونقل مورد استفاده قرار می‌گیرد، تأثیر بسزایی در آلوده شدن محیط‌زیست دارد.

با مصرف سوخت، آلاینده‌های بسیاری نظیر اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسیدگوگرد، ذرات معلق و سرب تولید می‌گردند که آسیب‌های جدی به سلامت انسان و سایر موجودات وارد می‌آورند. این آلاینده‌ها به نسبت‌های مختلف توسط سوخت‌های مختلف گازوئیل، بنزین و گاز تولید می‌شوند. کیفیت مصرف سوخت وسیله نقلیه مهم‌ترین عامل تعیین نسبت‌های تولید این آلاینده‌ها می‌باشد (فروزنده و صادق‌زاده، ۱۳۸۲: ۱۸۰).

موضوع انرژی یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین مسائل روز دنیا محسوب می‌شود و در کلیه معادلات سیاسی، اقتصادی و بین‌المللی نقش مهمی ایفا می‌کند. چرا که انرژی، نیروی محرکه توسعه بوده و چرخ صنعت بدون آن از حرکت می‌ایستد. نیاز روزافزون جامعه جهانی به‌ویژه کشورهای در حال توسعه به منابع انرژی از یک طرف و محدودیت منابع آن از طرف دیگر اهمیت آن را دو چندان می‌نماید. منابع انرژی‌های تجدیدناپذیر به‌ویژه سوخت‌های فسیلی منابع نامحدودی نیستند و با مصرف فزاینده در آینده نزدیک، پایان این منابع قابل پیش‌بینی است. بنابراین انسان ناگزیر از اتخاذ تصمیم به موقع و صحیح در رابطه با منابع انرژی و مصارف آن است. اما این تنها یک بُعد قضیه است. بعد دیگر آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه انرژی است که دنیا را با خطرهای جدی مواجه کرده است. مصرف سوخت‌های فسیلی در انواع و اقسام مختلف آن، مواد آلاینده خطرناکی را

5- Schipper

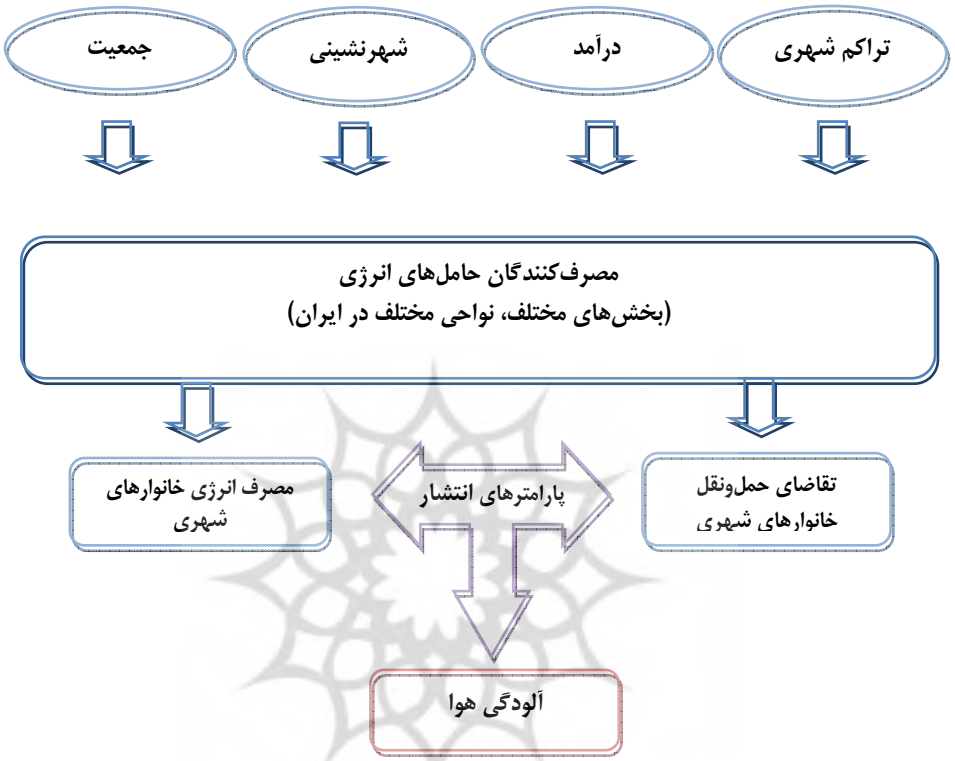
تولید می‌کند که انباشت این مواد در جو زمین در طی ده‌ها سال هم‌اکنون به معضل جدی تبدیل شده است. مهم‌ترین این مواد گازهای گلخانه‌ای هستندکه طی یک قرن گذشته باعث گرم شدن تدریجی کره زمین و پدید آمدن عوارض ناشی از آن شده که هم اکنون از آن به‌عنوان «تغییرات آب و هوا» یاد می‌شود. پیامدهای ناشی از تغییرات آب و هوا همه کره زمین را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد و این مسئله امروزه به‌ویژه در مناطق آسیب‌پذیرتر قابل مشاهده است. پدیده ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در مقیاس کوچک‌تر، آلودگی هوای شهرهای بزرگ است که سلامت شهروندان را به‌شدت تهدید می‌کند (ترازنامه هیدروکربوری، ۱۳۸۸: ۵۱۰).

هم‌چنین نرخ بالای رشد جمعیت و رشد بالای شهر و شهرنشینی و در نتیجه آن افزایش تعداد وسایل نقلیه از مواردی هستند که باعث افزایش مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه می‌شوند. اعتقاد بر این است که اتومبیل شخصی یکی از عوامل اولیه توسعه شهرها است. هر چند اتومبیل را دلیل حاشیه‌نشینی نمی‌دانند. ولی حاشیه‌نشینی را پیامد تغییرات مشابه در ساختار اقتصادی-اجتماعی زندگی شهری می‌دانند که آن را واکنشی در جهت تملک اتومبیل دانسته‌اند(وینگر[6]، ۱۹۹۳: ۱۰۷).

همان‌طور که در نمودار (۱) نشان داده شده است افزایش جمعیت، شهرنشینی و تراکم شهری باعث افزایش مصرف حامل‌های انرژی شده و هم‌چنین افزایش تقاضا در بخش حمل‌ونقل شده، در نتیجه آلودگی هوا را افزایش می‌دهند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

6- Wenger



نمودار (۱) روابط بین حامل‌های انرژی و آلودگی محیط‌زیست

پیشینه تحقیق

در زمینه آلودگی هوا و مصرف انرژی در خارج و داخل کشور مطالعات متعددی صورت گرفته که در اغلب این مطالعات از روش‌های معمول و متعارف اقتصادسنجی در داده‌های سری زمانی و داده‌های تابلویی استفاده شده است.

شمالنسی[۷] و همکاران (۱۹۹۵) در مطالعه‌ای به بررسی مصرف انرژی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ۱۴۱ کشور طی سال‌های ۱۹۹۰- ۱۹۵۰ پرداخته‌اند. در این مطالعه از تکنیک داده‌های پانل و روش اثرات ثابت برای بررسی تأثیر مصرف انرژی بر انتشار گاز

7- Schmalencee

دی‌اکسیدکربن استفاده شده که نتایج نشان می‌دهد که بین انتشار سرانه گاز دی‌اکسیدکربن و مصرف انرژی و درآمد سرانه یک رابطه U شکل وارونه برقرار می‌باشد. یعنی با افزایش درآمد سرانه و مصرف انرژی در ابتدا میزان آلودگی افزایش یافته و به‌تدریج با افزایش سطح آن‌ها میزان آلودگی کاهش می‌یابد. علم[8] و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه خود به بررسی تأثیر عوامل تعیین‌کننده آلودگی محیطزیست در پاکستان طی سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۷۱ پرداخته‌اند. یافته‌های اصلی این تحقیق نشان داد افزایش در تولید ناخالص داخلی و شدت استفاده از انرژی باعث افزایش آلودگی محیطزیست (انتشار گاز دی‌اکسیدکربن) شده است. آنگ[9] (۲۰۰۷) در مطالعه خود به بررسی رابطه علّی پویا بین انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، مصرف انرژی و تولید در کشور فرانسه طی سال‌های ۲۰۰۰–۱۹۶۰ پرداخته است. نتایج مطالعه نشان داد که رشد اقتصادی علّیت بلندمدت مصرف انرژی و آلودگی محیطزیست بوده و یک رابطه علّی یک‌طرفه از سوی مصرف انرژی به رشد تولید در کوتاه‌مدت برقرار است. هم‌چنین، یافته‌های این مطالعه نشان داد که با افزایش استفاده از انرژی، انتشارگاز دی‌اکسیدکربن نیز افزایش می‌یابد.

کول و نئومایر[10] (۲۰۰۴) در مطالعه خود به بررسی تأثیر عوامل جمعیتی بر آلودگی هوا در ۸۶ کشور منتخب طی سال‌های ۱۹۹۸- ۱۹۷۵ با استفاده از روش داده‌های تابلویی پرداخته‌اند. در این مطالعه از تکنیک داده‌های پانل برای بررسی تأثیر عوامل جمعیتی بر آلودگی هوا استفاده شده است. در این تحقیق از متغیرهای نرخ رشد جمعیت شهرنشینی، متوسط اندازه خانوار و مصرف انرژی برای بررسی عوامل مؤثر بر آلودگی هوا استفاده شده است. نتایج اصلی مطالعه نشان می‌دهد که با افزایش جمعیت، آلودگی محیطزیست افزایش یافته است. هم‌چنین با افزایش جمعیت شهرنشینی و کاهش اندازه خانوار آلودگی محیطزیست افزایش می‌یابد و افزایش سطح تولید باعث افزایش استفاده از انرژی شده و آلودگی افزایش می‌یابد. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که کشورهای در حال توسعه تمایل به افزایش جمعیت، نسبت شهرنشینی بالا و متوسط اندازه پایین‌تر خانوار دارند. ژنگ، وانگ، گلیسر و

8- Alam
9- Ang
10- Cole & Neumayer

کان[11] (۲۰۰۹)، به بررسی وضعیت ۷۴ شهر چین با استفاده از داده‌های خرد و روش دو مرحله‌ای هکمن پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد میانگین دمای ژانویه ارتباط منفی و معنی‌داری با انتشار دی‌اکسیدکربن توسط خانوارها دارد. هم‌چنین از کشش درآمدی شهرها می‌توان برای پیش‌بینی رشد انتشار کربن استفاده کرد. گلیسر و کان[12] (۲۰۱۰)، انتشار دی‌اکسیدکربن و توسعه شهر با استفاده از روش دو مرحله‌ای هکمن پرداخته‌اند. با توجه به نتایج آن‌ها، کم‌ترین میزان انتشار دی‌اکسیدکربن مربوط به کالیفرنیا و بیش‌ترین میزان دی‌اکسیدکربن مربوط به اوکلاهما و تگزاس می‌باشد. هم‌چنین ارتباط منفی و قوی بین انتشار و مقررات استفاده از زمین وجود دارد. به‌طور کلی انتشار دی‌اکسیدکربن در شهرها به میزان قابل توجهی پایین‌تر از حومه شهرها است.

فطرس و براتی (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای در خصوص تجزیه انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی در هر یک از بخش‌های اقتصادی ایران، چهار عامل اثرگذار بر انتشار دی‌اکسیدکربن (فعالیت اقتصادی، تغییرات ساختاری،ضریب انتشار دی‌اکسیدکربن و شدت انرژی) را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. آن‌ها با تجزیه و تحلیل شاخص لاسپیرز، به بیان تفاوت‌ها در میزان اثرگذاری هر یک از چهار عامل مذکور بر بخش‌های خانگی، صنعت، حمل‌ونقل، کشاورزی و سایر، پرداختند. نتایج نشان داد، رشد اقتصادی بزرگ‌ترین اثر مثبت را بر تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن در تمام بخش‌ها از جمله بخش خانگی داشته است. شدت انرژی اثری نسبتاً قابل توجه بر تغییر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش خانگی گذاشته در حالی که اثر آن بر سه بخش دیگر کوچک و گاه حتی منفی بوده است.

محمدباقری (۱۳۸۹)، در مطالعه خود به بررسی روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن با استفاده از داده‌های سال ۲۰۰۸-۱۹۶۵در ایران با به‌کارگیری روش ARDL پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد انتشار دی‌اکسیدکربن نسبت به تولید ناخالص داخلی بی کشش است، اما مقدار آن در بلندمدت بیش‌تر از کوتاه‌مدت است. هم‌چنین بر اساس نتایج به‌دست آمده، کشش دی‌اکسیدکربن

11- heng, Wang, Glaeser & Kahn
12- laeser & Kahn

نسبت به مصرف انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت مشابه و نزدیک به یک است. علاوه بر این، شکل U وارون منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در شرایط ایران مورد تأیید نیست. بهبودی و برقی گلعذانی (۱۳۸۷) در مقاله‌ای به بررسی اثرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران با استفاده از داده‌های سری زمانی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۴۶ به روش آزمون هم‌انباشتگی یوهانسون- جوسیلیوس پرداخته‌اند. بر اساس نتایج به‌دست آمده توسط آن‌ها، یک درصد افزایش در شدت استفاده از انرژی باعث افزایش ۰/۹۲ درصدی انتشار سرانه گاز دی‌اکسیدکربن و آلودگی محیط‌زیست شده است. هم‌چنین، با افزایش یک درصدی تولید ناخالص داخلی سرانه انتشار سرانه گاز دی‌اکسیدکربن به مقدار ۱/۳۱درصد افزایش یافته است.

قصوری (۱۳۸۲) در مطالعه‌ای به بررسی و مقایسه‌ی ترکیب و الگوی مصرف انرژی خانوار شهری و روستایی ایران پرداخته و عوامل تأثیرگذار بر مصرف انرژی خانوار شهری را درآمد خانوار، قیمت سبد انرژی و وسعت خانوار شهری بیان کرده است. وی با مقایسه و بررسی عوامل مذکور و با استفاده از فنون اقتصادسنجی نتیجه گرفته که تنها عاملی که دولت می‌تواند از طریق مصرف انرژی خانوارها را کنترل کند قیمت سبد انرژی است. وی در مطالعه خود، علاوه بر تغییرات مصرف نسبت به قیمت چگونگی تغییر اقلام سبد انرژی نسبت به تغییرات رفاهی خانوار، به بررسی سهم مصرف انواع حامل‌های انرژی در سبد هزینه خانوار و نیز نسبت سبد انرژی به سبد هزینه کل خانوار پرداخته است.

در اغلب مطالعات برای آلودگی هوا و مصرف انرژی از روش‌های متعارف و متداول اقتصادسنجی سری‌های زمانی و داده‌های تابلویی استفاده شده و به رابطه میان مصرف انرژی و آلودگی هوا در سطح کلان پرداخته شده است. با توجه به اینکه یکی از پرمصرف‌ترین بخش‌های تقاضای انرژی، بخش خانگی است و بیش از یک سوم انرژی در کشور را تقاضای انرژی بخش خانگی تشکیل می‌دهد، با وجود جایگاه و اهمیت مصرف انرژی توسط خانوارهای شهری و حمل‌ونقل و انتشار دی‌اکسیدکربن، در این مطالعه، به برآورد انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از این بخش با روش دو مرحله‌ای هکمن و در سطح

خانوارها (خرد) پرداخته شده که این دو وجه تمایز این مطالعه با مطالعات انجام شده قبلی را بیان می‌کند.

منطقه مورد مطالعه

بر اساس ادبیات نظری و مطالعات تجربی انجام شده نظیر مطالعات وانگ، گلیسر و کان (۲۰۰۹) و گلیسر و کان (۲۰۱۰)، مدل دو مرحله‌ای هکمن و داده‌های ادغام شده برای برآورد انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی و حمل‌ونقل خانوارهای شهری کشور ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد.

معادله اصلی به صورت زیر می‌باشد:

$$\gamma_3(\text{Domestic Fuel})+ \gamma_2(\text{Electricity})+= \gamma_1(\text{Transportation})\text{Emission} \quad (۱)$$

که در رابطه فوق، Emission: میزان انتشار دی‌اکسیدکربن، Transportation: میزان استفاده از خدمات حمل‌ونقل توسط خانوارها (که برحسب میزان مصرف بنزین اندازه‌گیری شده است)، Electricity: نشان دهنده مصرف برق خانگی و Domestic Fuel: سوخت خانگی که شامل گاز طبیعی است.

هر یک از ۳ منبع اصلی در معادله (۱) براساس معادلات زیر محاسبه می‌شوند:

معادله مربوط به برق مصرفی خانوارها به فرم زیر برآورد خواهد شد:

(۲)

$$\text{Log(Electricity)}=\alpha+\beta_1 \log(\text{Income})+ \beta_2(\text{Household Size})+ \beta_3(\text{Age of Household Head})+U$$

معادله مربوط به محاسبه مصرف سوخت‌های خانگی و حمل‌ونقل با استفاده از روش دو مرحله‌ای هکمن برآورد شد، که معادله غیرخطی احتمال مصرف سوخت و شدت مصرف سوخت به فرم زیر بیان می‌گردد:

(۳)

Prob(cpmsume Fuelj)=f(Income, Houseold Size, Age of Household Head)

$$Log(consumption|consumption>0)=\alpha+\gamma_1 Log(Income)+e \qquad (۴)$$

که در آن، Income: درآمد خانوارها، Household Size: بُعد خانوارها و Age of Household Head: سن سرپرست خانوارهاست. آمار و اطلاعات مربوط به این متغیرها از طرح هزینه و درآمد خانوارها در سال ۱۳۸۸ استخراج شده است. چون اکثر خانوارهای شهری از برق خانگی بهره‌مند هستند و همه شهرهای کشور روی هم انباشته شده‌اند به این دلیل از روش داده‌های ادغام شده[۱۳] استفاده شده و لزومی به کاربرد مدل‌های گسسته نبوده است.

مواد و روش‌ها

با توجه به ماهیت داده‌ها، در این تحقیق برای تخمین معادلات مربوط به حمل‌ونقل و سوخت خانگی از روش دو مرحله‌ای هکمن [۱۴] استفاده شده است. از آنجا که بخشی از خانوارها دارای مصرف صفر از گاز طبیعی و هم‌چنین خودروی شخصی (بنزین) هستند، استفاده از روش‌های اقتصادسنجی معمول و متعارف دارای نتایج تورش‌دار و ناسازگار می‌باشد و برای به دست آوردن برآوردهای سازگار بهتر است از مدل‌های اقتصادسنجی گسسته از جمله روش هکمن دو مرحله‌ای استفاده شود که در آن معادله اول (پروبیت) به بررسی عوامل موثر بر مصرف یا عدم مصرف می‌پردازد و در معادله دوم (رگرسیون خطی) به عوامل موثر بر میزان شدت مصرف پرداخته می‌شود.

محققان از روش‌ها و مدل‌های اقتصادسنجی مختلفی برای تخمین تابع تقاضای انرژی و حمل‌ونقل خانوارهای شهری استفاده می‌کنند. رایج‌ترین مدل‌های مورد استفاده عبارت از روش داده‌های ادغام شده[۱۵]، مدل لاجیت[۱۶]، مدل پروبیت[۱۷] و مدل هکمن دو مرحله‌ای

13- Pooling Data
14- Heckman's Two-Stage Method
15- Pooled Data
16- Logit Method

است. این مدل‌ها، مدل‌های با متغیرهای وابسته دو حالت[۱۸] نامیده می‌شوند. برای مثال مصرف گاز طبیعی، اگر خانوار مصرف کند (استفاده از گاز طبیعی) یک را به خود اختصاص خواهد داد و سایر تصمیمات صفر خواهند شد.

$$\begin{cases} Y = 1 & \text{اگر خانوار گاز طبیعی مصرف کند در غیر این صورت} \\ Y = 0 & \end{cases}$$

هر انتخاب، براساس ارزش آن برای فرد صورت می‌پذیرد که عوامل مختلفی می‌توانند بر انتخاب خانوار موثر واقع شوند. محققان با استفاده از مدل‌های مذکور به شناسایی این عوامل پرداخته و ارزش انتخاب مورد نظر را برآورد می‌نمایند (هیل[۱۹] و همکاران، ۲۰۱۱: ۵۹۱).

روش هکمن دو مرحله‌ای[۲۰]

در این تحقیق برای تخمین معادلات مربوط به حمل‌ونقل و سوخت خانگی از روش دو مرحله‌ای هکمن [۲۱] استفاده شده است. دلیل اصلی بهره‌گیری از روش دو مرحله‌ای هکمن، نقص الگوهای لاجیت و پروبیت در تمایز بین عوامل مؤثر بر اقدام به تصمیم و عوامل مؤثر بر میزان فعالیت است (توبین،[۲۲] ۱۹۵۸: ۲۷).

وجود دو خطا در مدل‌های لاجیت و پروبیت محتمل است. خطای اول ناشی از غیر تصادفی بودن نمونه‌هاست و خطای دوم مربوط به یکسان فرض کردن متغیرهای موثر بر اقدام به تصمیم و متغیرهایی که بر میزان فعالیت بعد از تصمیم اولیه اثر می‌گذارند، می‌باشد (هیل و همکاران، ۲۰۱۱: ۵۹۷).

17- Probit Method
18- Binary
19- Hill
۲۰ـ برای اطلاع از روش هکمن دو مرحله‌ای و مزیت آن نسبت به لاجیت و پروبیت به Greene, 2012 مراجعه شود.
21- Heckman's Two-Stage Method
22- Tobin

الگوی توبیت با بهره‌گیری از هر دو گروه افراد (کسانی که اقدام به تصمیم دارند و کسانی که ندارند)، خطای نوع اول (غیرتصادفی بودن نمونه) را برطرف می‌نماید. اما خطای نوع دوم برطرف نمی‌شود. هکمن یک روش دو مرحله‌ای برای برآورد الگوی توبیت و به منظور رفع خطای دوم ارائه نمود. در این روش الگوی توبیت شامل دو معادله می‌باشد. اولی معادله‌ی پروبیت و دیگری معادله‌ی رگرسیون خطی می‌باشد. متغیر وابسته در معادله‌ی پروبیت شامل یک متغیر دو جمله‌ای با مقادیر صفر و یک می‌باشد. یعنی متغیر وابسته یک متغیر کیفی بوده که مقادیر صفر و یک را به خود می‌گیرد که در آن عدد یک به‌منزله تمایل به مصرف گاز طبیعی بوده و صفر نشان‌دهنده عدم تمایل به مصرف می‌باشد. این متغیر از روی متغیر وابسته در الگوی توبیت ساخته می‌شود. بدین منظور Y_kهایی که مقدار آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است عدد یک در نظر گرفته می‌شود و Y_kهایی که مقدار صفر دارند همان صفر باقی می‌مانند. بدین ترتیب متغیر مستقل پروبیت برای تمام مشاهدات ساخته می‌شود.

پس از برآورد مدل پروبیت، در مرحله‌ی دوم الگوی رگرسیون خطی برای مشاهداتی که Y_k برای آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است برآورد می‌شود.

الگوی پروبیت

$$Z_k = \alpha + \beta X'_k + Vk \qquad K=1, 2, 3,\dots N$$

$$\begin{cases} Z_K = 1 & \text{if } Y_K^{\&} > 0 \\ Z_K = 0 & \text{if } Y_K^{*} \le 0 \end{cases} \qquad (۱)$$

متغیر وابسته (Z_k) شامل یک متغیر دو جمله‌ای با مقادیر صفر و یک می‌باشد. یعنی متغیر وابسته برداری از صفر و یک می‌باشد که عدد یک بیانگر تمایل مصرف و صفر به منزله عدم تمایل به مصرف می‌باشد. برای این منظور برای Y_kهایی که مقدار آن‌ها بزرگ‌تر از صفر است عدد یک در نظر گرفته می‌شود و Y_kهایی که مقـدار آن‌ها صفر است همان صفر باقی می‌ماند، V_k جمله اخلال می‌باشد (هکمن[۲۳]، ۱۹۷۹: ۱۵۵).

23- Heckman

الگوی رگرسیون خطی

$$Y_K=\alpha+\beta X'_K+\sigma\lambda_K+e_K k=1,2,3,\ldots,N \qquad (۲)$$

که در آن، α: عرض از مبدا؛ β و σ: ضرایب پارامترهای الگو؛ X_k: متغیرهای مستقل مدل (درآمد، سن سرپرست خانوار و بعد خانوار)؛ Y_k: میزان تمایل به رانندگی؛ V_k و e_k: جملات خطا (مستقل از متغیرهای توضیحی بوده و بر فرض توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس ثابت استوار هستند)؛ هم‌چنین متغیر نسبت معکوس میلز که به‌صورت $\lambda_i = \frac{\phi(\beta' x_i / \sigma)}{\Phi(\beta'_x / \sigma)}$ تعریف می‌شود، با استفاده از پارامترهای برآورد شده الگوی پروبیت برای کلیه مشاهدات $Y_i > 0$ ساخته می‌شود.

همان‌گونه که رابطه (۲) نشان می‌دهد، در این مرحله متغیر نسبت معکوس میلز λ_i به مجموعه متغیرهای مستقل در الگوی رگرسیونی اضافه می‌شود. ضریب این متغیر خطای ناشی از انتخاب نمونه را بازگو می‌کند. چنانچه ضریب این متغیر از لحاظ آماری بزرگ‌تر از صفر باشد، حذف مشاهدات صفر از مجموعه مشاهدات باعث تورش پارامترهای برآورد شده الگو خواهد شد و اگر ضریب این متغیر از لحاظ آماری برابر صفر باشد، حذف مشاهدات صفر اگرچه منجر به تورش‌دار شدن پارامترهای برآورد شده نمی‌گردد؛ اما منجر به از بین رفتن کارایی برآورد کننده خواهد گردید. لذا حضور متغیر نسبت معکوس میلز در الگوی رگرسیون خطی مذکور، وجود ناهمسانی واریانس الگوی اولیه را رفع می‌کند و استفاده از برآوردکننده OLS را بلامانع می‌نماید (ابریشمی، ۱۳۸۷: ۵۶۳).

یافته‌ها و بحث

در این قسمت ابتدا سه کالای برق، گاز طبیعی (به‌عنوان سوخت خانگی) و حمل‌ونقل (لیتر سالانه بنزین توسط خانوارها) تخمین زده شده است. سپس ضرایب انتشار ناشی از هر سه کالای مورد نظر را برآورد کرده و در نهایت به محاسبه میزان آلودگی ناشی از این کالاها پرداخته شده است.

جدول (۱) نتایج حاصل از تخمین مدل

روش / متغیر	داده‌های ادغام شده	هکمن دو مرحله‌ای			هکمن دو مرحله‌ای		
متغیر وابسته	لگاریتم برق	لگاریتم گازطبیعی			لگاریتم بنزین		
مدل	OLS	پروبیت	اثر نهایی	OLS	پروبیت	اثر نهایی	OLS
لگاریتم درآمد	۰/۲۸۴۷ (۲۷/۷۴)***	۰/۲۰۰۵۵ (۱۲/۱۰)***	۰/۰۷۵ (۱۲/۱۱) ***	۰/۲۳۸۶ (۱۳/۰۴)***	۰/۰۲۹۹ (۱۱/۶۸)***	۰/۰۱۲ (۱۱/۶۹)***	۰/۴۸۶۷ (۲۹/۸۳)***
سن سرپرست خانوار	۰/۰۰۳۳ (۷/۰۵)***	۰/۰۰۴۲ (۵/۵۵)***	۰/۰۰۲ (۵/۵۶)***	–	−۰/۰۱۶۴ (−۲۱/۳۶)***	−۰/۰۰۶ (−۲۱/۳۲)***	–
بعد خانوار	۰/۰۷۵۹ (۱۸/۶۴)***	−۰/۰۸۳۱ (−۱۲/۴۸)***	−۰/۰۳۱ (−۱۲/۴۸)***	–	۰/۰۸۳۲۹ (۱۲/۶۶)***	۰/۰۳۳ (۱۲/۶۳)***	–
عرض از مبدا	۵/۲۶ (۲۸/۶۲)***	−۳/۱۳۹۶ (−۱۰/۶)***		۶/۱۰۱۶ (۱۶/۲۲)***	–	۲/۵۹۰۲ (۸/۶۱)***	۲/۵۹۰۲ (۸/۶۱)***
تعداد مشاهدات	۱۱۲۰۳	۱۳۹۱۴			۱۳۹۱۴		
نسبت‌معکوس‌میلز	–	–	–	۰/۸۲۵۳	–	–	−۰/۱۹۴۵
R^2 / R^2 مک فادن	۰/۱۱	۰/۱۵	–	–	۰/۱۰۲	–	–

* و ** و*** به ترتیب بیانگر سطح معنی‌داری ۱۰درصد، ۵ درصد و ۱درصد می‌باشد.

R^2 برای معادله OLS و R^2 مک فادن برای روش دو مرحله‌ای هکمن می‌باشد.

نتایج حاصل از تخمین برق نشان می‌دهد بین مصرف برق و درآمد، سن و بعد خانوار رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. یعنی با افزایش درآمد میزان استفاده از برق افزایش می‌یابد که این هم به نوبه خود باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. طوری که به ازای افزایش یک درصد درآمد میزان استفاده از برق مصرفی به اندازه ۲۸درصد افزایش می‌یابد. با توجه به ضروری بودن کالای برق در دهه‌های اخیر به نظر می‌رسد تقاضای برق نسبت به تغییرات درآمد ناشی از این باشد که سطح مخارج برق نسبت به کل درآمد خانوارها اهمیت خاصی دارد. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد به ازای افزایش سن و بعد خانوار، میزان مصرف برق نیز افزایش می‌یابد.

معنی‌داری نسبت میلز نشان می‌دهد که بین متغیرهای موثر بر تصمیم‌گیری خانوارها برای مصرف بنزین و گاز طبیعی و متغیرهای موثر بر میزان مصارف بنزین و گاز اختلاف وجود دارد.

در برآورد کالای گاز طبیعی انتظار می‌رود برخی از متغیرها بر مصرف یا عدم مصرف موثر بوده و برخی دیگر از این متغیرها بر میزان شدت مصرف موثر باشند. در همین راستا، در این بخش برای شناسایی و تفکیک این دو گروه از متغیرها، الگوی دو مرحله‌ای هکمن برآورد گردید. معادله اول الگوی هکمن (روش پروبیت)، متغیرهای موثر بر مصرف یا عدم مصرف گازطبیعی خانوارها را نشان می‌دهد. هم‌چنین معادله دوم روش هکمن (روش رگرسیون خطی)، عوامل موثر بر میزان شدت مصرف (برای خانوارهایی که گاز مصرف می‌کنند) را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از روش پروبیت نشان می‌دهد، درآمد و سن تأثیر مثبت و معنی‌داری بر احتمال مصرف گاز طبیعی دارند. در حالی که بعد خانوار تأثیر منفی و معنی‌داری بر آن دارد. یعنی با افزایش درآمد احتمال مصرف گاز طبیعی افزایش می‌یابد. اثر نهایی این متغیر نشان می‌دهد به ازای افزایش یک درصد درآمد، مصرف گازطبیعی ۷/۵درصد افزایش می‌یابد. هم‌چنین نتایج مطالعه نشان می‌دهد افزایش بعد خانوار احتمال مصرف گاز طبیعی را کاهش می‌دهد و با افزایش یک واحد بعد خانوار در نقطه میانگین، احتمال مصرف گاز طبیعی ۳درصد کاهش می‌یابد. وقتی تعداد اعضای خانوار بیش‌تر می‌شود از انرژی و سوخت بیش‌تری استفاده کرده و صورتحساب پرداختی برای خانوار زیاد می‌باشد. در مواجهه با صورتحساب انرژی بالاتر، خانوارهای با مصرف انرژی بالاتر ممکن است انگیزه بیش‌تری برای کاهش مصرف خود نسبت به خانوارهایی که انرژی کم‌تر مصرف می‌کنند داشته باشند. به این ترتیب از شیوه‌های صرفه‌جویی بیش‌تری استفاده می‌کنند. بنابراین، میزان مصرف انرژی (گاز طبیعی) با افزایش بعد خانوار کاهش می‌یابد.

در تخمین تابع تقاضای حمل‌ونقل (که بیانگر لیتر سالانه بنزین توسط خانوارها که مالک خودرو هستند) نیز، از روش دو مرحله‌ای هکمن استفاده شده است. نتایج حاصل از مدل پروبیت (مدل اول) نشان می‌دهد درآمد و بعد خانوار رابطه مثبت و معنی‌داری با احتمال مصرف بنزین دارند. یعنی با افزایش درآمد و تعداد اعضای خانوار تمایل به استفاده از ماشین

و به عبارتی مصرف بنزین افزایش می‌یابد. چرا که بنزین کالایی است که به‌طور عمده توسط اقشار پردرآمد جامعه به میزان بالا مصرف می‌شود. مصرف بنزین از دو طریق بر محیط زیست آسیب وارد می‌کند یکی کاهش منابع انرژی زمین و دیگری آلودگی به‌دلیل انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشد، در حالی که سن رابطه منفی و معنی‌داری بر مصرف بنزین دارد. یعنی با افزایش سن تمایل به استفاده از خودروی شخصی کم‌تر می‌شود.

پس از تخمین معادلات مربوط به سه کالا، در این بخش به‌نحوه برآورد ضرایب آلودگی ناشی از مصرف سه کالا پرداخته می‌شود[۲۴]:

(۱) کیلووات ساعت/تن ۰/۰۰۱۴۵= $\frac{\text{میزان CO2 ناشی از نیروگاه‌ها}}{\text{میزان مصرف برق}}$ ضریب CO2 ناشی از مصرف برق

(۲) مترمعکب/تن ۰/۰۰۲۱۶= $\frac{\text{میزان CO2 ناشی از گاز طبیعی}}{\text{میزان مصرف گاز طبیعی}}$ ضریب CO2 ناشی از مصرف گاز طبیعی

(۳) لیتر/تن ۰/۰۰۲۳۸= $\frac{\text{میزان CO2 ناشی از بنزین}}{\text{میزان مصرف بنزین}}$ ضریب CO2 ناشی از مصرف بنزین

بعد از اینکه ضرایب مربوط به میزان آلودگی ناشی از مصرف سه کالای برق، گاز طبیعی و بنزین محاسبه شد. ابتدا ضرایب به‌دست آمده از تخمین معادلات مربوط به برق، گاز طبیعی و بنزین را در معادله مربوط به آن‌ها جای‌گذاری کرده و برق، گاز طبیعی و بنزین را محاسبه کرده و اعداد به‌دست آمده را در معادله اصلی به‌جای برق، گاز طبیعی و حمل‌ونقل قرار می‌دهیم. سپس ضرایب آلودگی را در این اعداد ضرب کرده و میزان آلودگی مربوط به هر سه کالا مشخص می‌شود.

۲۴ـ برای مطالعه بیشتر در خصوص نحوه برآورد ضرایب به مقاله منتشر شده از سوی آژانس حفاظت از محیط زیست ایالات متحده مراجعه شود.

$$Log(Electric)=5.26+0.2847\ log(Income)+0.0759(Household\ Size)+0.0033(Age\ of\ Houshold\ Head)$$

در معادله برق که به‌صورت فوق تخمین زده شده، به‌جای متغیرهای درآمد، سن و بعد خانوار متوسط آن‌ها را جایگذاری کرده و در تعداد خانوار[۲۵] ضرب کرده و بر قیمت کالا[۲۶] در همان سال (۱۳۸۸) تقسیم می‌شود. سپس عدد به‌دست آمده در معادله اصلی به‌جای برق جایگذاری خواهد شد. در معادلات مربوط به گاز طبیعی و بنزین نیز همین کار را تکرار کرده با این تفاوت که در این معادلات ابتدا احتمال مصرف یا عدم مصرف را محاسبه و در عدد به‌دست آمده از رگرسیون خطی ضرب می‌شود. یا به‌عبارتی با محاسبه امید ریاضی، اعداد به دست آمده را در معادله اول جایگذاری می‌کنیم.

$$Emission\ CO_2= 0.00238 * 185915503+ 0.00145* 4457407481+ 0.00216*1533527375 = 10218139$$

نتایج حاصل از برآورد معادله فوق، نشان می‌دهد میزان کل آلودگی ناشی از سه کالا برابر حدود ۱۰/۲ میلیون تن است که بیش‌ترین میزان آلودگی مربوط به برق و گاز طبیعی بوده و کم‌ترین میزان مربوط به بنزین می‌باشد. مصرف برق به‌علت شهرنشینی و رشد جمعیت، استفاده بیش‌تر از وسایل برق خانگی و نظایر آن روند صعودی داشته است. چون تولید برق کشور عمدتاً به‌وسیله نیروگاه‌های حرارتی انجام می‌شود و نیروگاه‌های آبی و خورشیدی سهم بسیار کمی از تولید برق کشور را در اختیار دارند. این نوع از نیروگاه‌ها ازسوخت‌های نفت کوره، گازوئیل وگاز طبیعی استفاده می‌کنند که ضریب انتشار بالایی دارند، بنابراین، خانوارهای شهری به‌عنوان مهم‌ترین مصرف‌کننده برق سهم بالایی در انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف برق در کشور دارد. اگرچه برق در نقطه مصرف نهایی نسبتاً کمتر روی پیامدهای زیست‌محیطی و بهداشتی اثر می‌گذارد.

مصرف گاز طبیعی خانوارهای شهری در مقایسه با مصرف فرآوردهای مختلف نفتی بسیار بیش‌تر بوده و این افزایش قابل توجه مصرف، باعث انتشار بالای دی‌اکسیدکربن ازمصرف این نوع سوخت شده است. ارتقای کیفیت وسایل گازسوز، استفاده از لوازم برقی

۲۵ـ اطلاعات مربوط به تعداد خانوار از سایت مرکز آمار ایران استخراج شده است.

۲۶ـ اطلاعات مربوط به قیمت کالاها از ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۸ استفاده شده است.

کم‌مصرف از جمله راه‌هایی است که می‌توانند باعث کاهش مصرف انرژی خانوارهای شهری و به‌تبع آن، کاهش انتشار مستقیم گازهای گلخانه‌ای شوند. هم‌چنین با توجه به روند فزاینده تقاضای بنزین و نیاز به کنترل و کاهش آن، به‌دلیل آثار منفی ناشی از بالا بودن مصرف بنزین سیاست افزایش قیمت در بلندمدت می‌تواند بر کاهش مصرف بنزین اثرگذار بوده و این به‌نوبه خود کاهش واردات و هزینه‌های دولت و نیز کاهش آلودگی محیط‌زیست را به‌دنبال می‌آورد.

پس از این که میزان انتشار دی‌اکسیدکربن کل ناشی از مصرف حامل‌های مختلف انرژی مشخص شد. در این قسمت به محاسبه میزان انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف سه حامل انرژی برق، گاز طبیعی و بنزین برای هر استان پرداخته و سپس استان‌ها از نظر میزان ایجاد آلودگی دی‌اکسیدکربن ناشی از حامل‌های مختلف انرژی رتبه‌بندی شده و نتایج آن در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول (۲) نتایج حاصل از میزان انتشار دی‌اکسیدکربن بر حسب هر استان (واحد تن می‌باشد)

استان	CO_2 ناشی از مصرف برق	CO_2 ناشی از مصرف گاز طبیعی	CO_2 ناشی از مصرف بنزین	CO_2 ناشی از مجموع مصرف هر سه حامل انرژی
مرکزی	۱۲۸۴۳۸/۲	۱۲۸۶۸۹/۳	۱۹۲۰۶/۹	۲۷۶۳۳۴/۴
گیلان	۱۸۴۴۶۴/۶	۱۸۸۳۷۸/۱	۲۷۲۶۴/۳	۴۰۰۱۰۷
مازندران	۲۳۳۴۷۵/۶	۲۳۷۱۶۵/۱	۴۴۷۵۶/۵	۵۱۵۳۹۷/۲
آذربایجان‌شرقی	۳۱۳۸۱۶/۳	۳۰۰۶۹۰/۶	۴۰۹۰۴/۲	۶۵۵۴۱۱/۲
آذربایجان‌غربی	۲۱۷۲۸۵/۳	۲۰۱۰۴۸/۴	۲۸۳۲۴/۴	۴۴۶۶۵۸/۱
کرمانشاه	۱۵۵۹۲۶/۴	۱۴۵۷۵۵/۶	۲۱۸۸۴/۴	۳۲۳۵۶۶/۴
خوزستان	۳۴۲۲۲۳/۸	۲۹۰۱۲۱	۵۱۰۰۱/۸	۶۸۳۳۴۶/۶
فارس	۳۳۴۹۸۲/۶	۳۱۰۷۵۲/۶	۴۷۳۹۶/۵	۶۹۳۱۳۱/۶
کرمان	۱۸۷۶۱۵/۹	۱۷۲۳۸۸/۸	۲۲۹۴۳/۲	۳۸۲۹۴۸
خراسان رضوی	۵۰۷۰۳۰/۳	۴۹۵۸۰۴/۵	۷۶۲۸۰/۹	۱۰۷۹۱۱۶
اصفهان	۵۲۰۵۵۹/۱	۵۲۷۳۹۱	۸۱۵۶۴/۵	۱۱۲۹۵۱۵
سیستان‌وبلوچستان	۱۲۷۹۴۶/۳	۹۸۱۰۳/۴	۱۵۷۸۴/۹	۲۴۱۸۳۴/۶
کردستان	۱۰۸۲۷۵/۹	۱۰۳۴۰۵/۳	۱۶۸۹۲/۹	۲۲۸۴۷۴/۱

همدان	۱۳۱۱۴۷/۲	۱۲۸۲۱۱/۶	۱۹۷۷۴/۱	۲۷۹۱۳۲/۹
چهارمحال و بختیاری	۵۵۷۲۰/۸	۵۰۷۱۸/۷	۷۶۰۷/۲۵	۱۱۴۰۴۶/۸
لرستان	۱۲۶۷۷۰/۲	۱۱۴۶۸۰/۹	۱۸۳۹۴/۶۳	۲۵۹۸۴۵/۷
ایلام	۳۹۸۷۷/۲	۳۴۶۴۱	۵۹۱۹/۲	۸۰۴۳۷/۴
کهگیلویه و بویراحمد	۳۳۵۰۱/۹	۲۹۵۷۶/۳	۵۰۲۱/۸	۶۸۰۹۹/۹
بوشهر	۷۰۶۰۳/۴	۶۴۳۴۹/۷	۱۰۵۱۲/۶	۱۴۵۴۶۵/۷
زنجان	۶۹۸۹۰/۷	۶۵۵۷۴	۷۷۵۶/۸	۱۴۳۲۲۱/۵
سمنان	۵۸۳۳۹/۱	۵۹۱۲۳/۳	۷۸۲۱/۲	۱۲۵۲۸۳/۶
یزد	۱۰۵۸۳۱/۴	۱۰۳۷۲۴/۴	۱۴۸۷۰/۲	۲۲۴۴۲۹
هرمزگان	۸۴۶۵۲/۸	۷۷۴۱۷/۹	۱۳۵۷۷/۳	۱۷۵۶۴۸
تهران	۱۹۶۴۴۲۵	۱۹۳۶۳۶۸	۳۸۰۰۴۰/۱	۴۲۸۰۸۳۳
اردبیل	۹۲۵۷۳/۹	۸۵۹۱۸/۵	۱۴۴۴۷/۲	۱۹۲۹۳۹/۶
قم	۱۲۳۹۹۰/۲	۱۱۷۴۳۰/۵	۱۶۷۲۱/۵	۲۵۸۱۴۲/۲
قزوین	۱۱۲۵۸۱/۹	۱۱۰۵۳۲/۴	۱۹۶۳۳/۸	۲۴۲۷۴۸/۲
گلستان	۱۰۵۸۱۶/۵	۹۹۹۹۷/۱	۱۵۴۹۵/۸	۲۲۱۳۰۹/۴
خراسان جنوبی	۵۰۴۱۸/۸	۴۹۰۳۹/۸	۷۴۱۳/۳	۱۰۶۸۷۱/۹
خراسان شمالی	۳۵۷۶۵/۱	۳۰۰۰۵/۹	۳۲۴۳/۶	۶۹۰۱۴/۷

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود استان‌ها از نظر میزان ایجاد آلودگی دی‌اکسیدکربن بسیار متفاوت می‌باشند. براساس تحلیل‌ها و تئوری‌های اقتصادی و هم‌چنین با توجه به ماهیت مدل‌سازی قسمت‌های قبلی می‌توان این اختلاف را در متفاوت بودن عواملی از قبیل درآمد، بعد خانوار و سن در استان‌های مختلف دانست. به بیان دیگر، با توجه به اینکه میزان متغیرهایی مانند درآمد، بعد خانوار و سن سرپرست خانوارها در استان‌های مختلف متفاوت می‌باشد لذا میزان مصرف حامل‌های انرژی توسط خانوارهای استان‌های مختلف متفاوت بوده و در نتیجه میزان ایجاد آلودگی دی‌اکسیدکربن توسط آن‌ها نیز متفاوت خواهد بود.

بر اساس نتایج به‌دست آمده، مشاهده می‌گردد کم‌ترین میزان انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف برق، مربوط به سه استان کهگیلویه و بویراحمد، خراسان شمالی و ایلام

می‌باشد و بیش‌ترین میزان انتشار آلودگی، مربوط به استان تهران است. از جمله عواملی که می‌تواند در پایین‌تر بودن انتشار دی‌اکسیدکربن این استان‌ها موثر باشد، میزان درآمد خانوارها می‌باشد چرا که درآمد این استان‌ها در مقایسه با سایر استان‌ها پایین بوده و تقاضا برای کالاها و خدمات (نرمال) مختلف از جمله وسایل الکترونیکی کم‌تر خواهد بود و به تبع آن میزان مصرف برق توسط این استان‌ها نیز در سطح پایین‌تری قرار گرفته و آلودگی کمتری ایجاد می‌کنند. اما در استان‌هایی مانند تهران که درآمد خانوارهای آن‌ها زیاد است، برعکس استان‌های کم درآمد از وسایل الکتریکی زیادی استفاده کرده و در نتیجه میزان مصرف برق آنها بالا رفته و آلودگی بیش‌تری را ایجاد می‌کنند.

هم‌چنین کم‌ترین میزان انتشار آلودگی ناشی از مصرف بنزین مربوط به استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، خراسان شمالی و ایلام می‌باشد و بیش‌ترین میزان هم مجدداً به استان تهران تعلق دارد که باز علت آن بالا بودن سطح درآمد در این استان می‌باشد. یعنی افزایش درآمد باعث افزایش امکانات حمل‌ونقل، بیش‌تر شدن فراغت افراد و پرداختن به مسافرت و تفریحات و به‌طورکلی افزایش فعالیت‌ها می‌شود و در نتیجه مصرف بنزین افزایش می‌یابد و آلودگی ناشی از مصرف بنزین نیز زیاد می‌شود.

تحلیل‌های فوق به‌طور مشابه برای آلودگی ناشی از مصرف گاز طبیعی نیز صادق است. یعنی مصرف گاز طبیعی نیز تحت تأثیر پارامترهای اقتصادی از قبیل درآمد خانوارها قرار داشته است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد پایین‌ترین میزان آلودگی مربوط به استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، ایلام و خراسان شمالی می‌باشد که پایین بودن میزان درآمد می‌تواند دلیل آن باشد. با پایین بودن میزان متوسط درآمد، سرانه استفاده از گاز طبیعی کم‌تر شده و در نتیجه آلودگی کم‌تری منتشر خواهد شد. بیش‌ترین میزان انتشار دی‌اکسیدکربن هم مربوط به استان تهران می‌باشد. علاوه‌بر درآمد، جمعیت هم از جمله عواملی است که در بالاتر بودن میزان مصرف گاز طبیعی در استان تهران موثر بوده و باعث افزایش آلودگی ناشی از مصرف گاز آن استان می‌شود.

نتیجه‌گیری

انرژی به‌عنوان یکی از عناصر کلیدی اقتصاد نقش مهم و حیاتی در توسعه جوامع ایفا می‌کند.

رشد روزافزون اقتصاد و نیاز مبرم آن به انرژی، ضرورت استفاده بهینه انرژی را نمایان می‌سازد. بنابراین هرگاه انرژی به مقدار کافی و به‌موقع در دسترس باشد، توسعه اقتصادی نیز میسر خواهد بود. ایران با دارا بودن منابع و ذخایر متنوع انرژی جایگاه ویژه‌ای در بین کشورهای جهان دارد. با این وجود میزان مصرف آن در کشور بسیار بالاتر و بیش‌تر از سایر کشورهای در حال توسعه بوده که این امر منجر به ایجاد مسائل و مشکلات زیست‌محیطی شده است و این مسئله هشداری برای برنامه‌ریزان و مدیران کشور می‌باشد.

در این مطالعه ابتدا به تخمین تابع تقاضای انرژی و حمل‌ونقل خانوارهای شهری با استفاده از داده‌های هزینه و درآمد خانوارهای شهری در سال ۱۳۸۸ و با روش داده‌های ادغام شده و روش دو مرحله‌ای هکمن پرداخته شد. سپس ضرایب مربوط به هر یک از این کالاها (برق، گاز و بنزین) را محاسبه کرده و در نهایت به برآورد میزان CO_2 منتشر شده از هر کالا پرداخته شد. در نهایت این تخمین به‌صورت جداگانه برای هریک از استان‌های کشور انجام و این استان‌ها از نظر میزان آلودگی طبقه‌بندی شدند. نتایج حاصل از تخمین معادلات مربوط به برق، گاز طبیعی و بنزین حاکی از آن است که به ازای افزایش درآمد تقاضا برای هر یک از کالاها افزایش می‌یابد. هم‌چنین نتایج به‌دست آمده از برآورد انتشار دی‌اکسیدکربن نشان می‌دهد بیش‌ترین میزان انتشار مربوط به برق و کم‌ترین میزان انتشار مربوط به بنزین می‌باشد. شایان ذکر است که مصرف برق به تنهایی باعث آلودگی بیش‌تر هوا نمی‌شود بلکه جریان تولید برق در نیروگاه‌ها عامل اصلی این آلودگی می‌باشد.

هم‌چنین بر اساس محاسبات مربوط به میزان آلودگی کل ایجاد شده در اثر مصرف حامل‌های مختلف انرژی شامل برق، گاز طبیعی و بنزین در سطح استان‌ها، مشاهده گردید که پایین‌ترین میزان آلودگی مربوط به استان‌های ایلام، کهگیلویه و بویراحمد و خراسان شمالی است و بیش‌ترین میزان هم به استان تهران مربوط می‌شود.

منابع

- بهبودی، داود و برقی گلعذانی، اسماعیل (۱۳۸۷)، «اثرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران»، ***فصلنامه اقتصاد مقداری***، شماره ۴، صص: ۵۳ -۳۵.

- فطرس، محمدحسن و براتی، جواد (۱۳۹۰)، «تجزیه انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی به بخش‌های اقتصادی ایران: یک تحلیل تجزیه شاخص»، ***فصلنامه مطالعات اقتصادانرژی***، سال هشتم، شماره ۲۸، صص: ۷۳-۴۹.

- فروزنده، کاظم و صادق‌زاده، جواد، (۱۳۸۲)، «ویژگی‌های زیست‌محیطی صنعت حمل‌ونقل در جهت حصول به توسعه پایدار»، چهارمین همایش ملی انرژی، تهران، معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو.

- قصوری، شکوفه (۱۳۸۲)، «بررسی و مقایسه، ترکیب و الگوی مصرف انرژی خانوارهای شهری و روستایی ایران طی سال‌های ۱۳۵۰-۱۳۷۸»، چهارمین همایش ملی انرژی، تهران، معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو.

- گجراتی، دامودار (۱۳۸۷)، «***مبانی اقتصادسنجی***»، ترجمه حمید ابریشمی، جلد دوم، چاپ چهارم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

- محمدباقری، اعظم (۱۳۸۹)، «بررسی روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران»، ***فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی***، سال هفتم، شماره ۲۷، صص ۱۲۹-۱۰۱.

- مرکز آمار ایران، «داده‌های آمارگیری از هزینه و درآمد خانوارهای ایران»، سال‌های مختلف.

- موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی (۱۳۸۸)، «ترازنامه هیدروکربوری کشور سال ۱۳۸۷»، تهران، گروه مدیریت انرژی.

- وزارت نیرو (۱۳۸۸)، «ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۸»، تهران، معاونت امور برق و انرژی.

- Alam, S. Ambreen, F and Muhammad, B. (2007), "Sustainable Development in Pakistan in the Context of Energy Consumption Demand and Environmental Degradation", ***Journal of Asian Economics***, Vol.18, pp. 825-837.

- Ang, J.B., (2007), "CO_2 Emissions, Energy Consumption and Output in France", ***Energy Policy***, Vol. 35, pp. 4772-4778.

- Cole, M.A. and Neumayer, E. (2004), "Examining the Impact of Demographic Factors on Air Pollution", ***Population and Environment***, Vol. 26, No. 1, pp. 5-21.

- Glaeser, E.L. and Kahn, M.E. (2010), "The Greenness of Cities: Carbon Dioxide Emissions and Urban Development", ***Journal of Urban Economics***, Vol. 67, pp. 404-418.

14- Greene, W.H. (2012), "***Econometric Analysis***", 7th Edition, New York: Macmillan.

- Hill, C. Griffiths, W. and Lim, G. (2011), "***Principles of Econometrics***", Fourth Edition, John Wiley & Sons.

- Heckman, J., (1979), "Sampling Selection Bias as a Specification Error", ***Journal of Econometrics***, Vol. 47, pp.153-161.

- Sari, R. and Soytas, U., (2008), "Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member", ***Ecological Economics***, Vol. 68, pp. 1667-1675.

- Schipper, L. Fabian, H. and Leather, J. (2009), "Transport and Carbon Dioxide Emissions: Forecasts, Options Analysis and Evaluation", ADB Sustainable Development Working Paper Series, No. 9, pp. 1-41.

- Schemalencee, R. Stoker, T.M. and Judson, R.A. (1995), "World Energy Consumption and Carbon Dioxide Emission 1950-2050", ***Energy Policy***, Vol.62, pp. 1-17.

- Tobin, J. (1958), "Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables", ***Econometrica,*** Vol. 26, No. 1, pp. 24-36.

- Wenger, M. (1993), "Reduction of CO_2 Emissions of Transport by Reorganization of Urban Activities", Paper Presented at the Seminar of the Special Interest Group Transport and Spatial Development of the World Conference on Transport Research (WCTRS) in Black Heath, Australia, December, Published in: Hayashi, Y, Roy, J, eds

(1996): Transport, Land-Use and the Environment, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 103-124.

- Zheng, S. Wang, R. Glaeser, E.L. and Kahn, M.E. (2009), "The Greenness of China: Household Carbon Dioxide Emission and Urban Development", Working Paper, No. 15621, Available, at: http://www.nber.org/papers/w15621.

- United States Environmental Protection Agency (EPA), Office of Transportation and Air Quality, "Greenhouse Gas Emissions from a Typical Passenger Vehicle", 2011, Available in EPA-420-F-11-041.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی