نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هشتم، شماره ٤، تابستان ١٤٠٠

صفحات ٨٩ – ١٠٢

تحلیل فضایی عوامل تاثیرگذار بر مصارف مستقیم انرژی و تولید CO_2 خانوارها در شهر اردبیل

طاهر پریزادی[1]؛ دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

حبیب اله فصیحی؛ دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، گروه جغرافیای انسانی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

فرهاد آگاه؛ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

دریافت مقاله : ۱۳۹۹/۰۲/۰۱ پذیرش نهایی:۱۳۹۹/۰۲/۲۴

چکیده

مصرف مستقیم سوخت و انرژی توسط خانوارها در تولید و انتشار CO_2، سهم عمده‌ای دارد. به همین دلیل شناخت عوامل مرتبط با مصارف خانوار در راستای برنامه‌ریزی و اعمال مدیریت بر انتشار کربن بسیار اهمیت داشته و در این مقاله به این موضوع پرداخته شده است. محدوده مطالعاتی، شهر اردبیل و جامعه آماری خانوارهای ساکن این شهر بوده‌اند. میزان مصرف گاز شهری، برق و سوخت خودرو ملاک تعیین میزان انرژی مصرفی مستقیم خانوار بوده که داده‌های دو مورد نخست از روی قبوض مربوط به‌دست آمده و دیگری به همراه سایر داده‌ها با پرسش از سرپرستان خانوارهای نمونه حاصل شده‌اند. تعداد نمونه بر مبنای مدل کوکران ۳۸۳ خانوار تعیین شده و توزیع نمونه به‌صورت تصادفی خوشه‌ای بوده است. همچنین از ابزار پرسشنامه برای گردآوری داده‌های پیمایشی استفاده شده است. ابتدا میزان مصرف انرژی هر خانوار نمونه بر حسب واحد مگاژول محاسبه و سپس با توجه به آن، میزان تولید CO_2 هر خانوار از روی رقم انرژی، تعیین گردید. آنگاه با استفاده از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی و ابزار درون‌یابی کریجینگ، نقشه‌های توزیع فضایی تولید شده و به کمک نرم‌افزار TerrSet Geospatial Monitoring and Modeling System نقشه‌های رابطه فضایی ترسیم گردیدند. یافته‌های تحقیق نشان دادندکه پهنه‌های با بالاترین مصرف انرژی و تولید CO_2 به‌صورت پراکنده در جنوب و جنوب‌غربی شهر و پهنه‌های با کمترین مقدار، در شمال، شمال‌شرق و مرکز شهر قرار دارند. فراوانی خانوارهای با مصرف زیادتر انرژی و تولید بیشتر CO_2 در مناطق دو و یک شهرداری و فراوانی خانوارهای با کمترین مقدار، در مناطق سه و چهار بیشتربوده است. به لحاظ رقم میانگین، مناطق دو و سه، رقمی بالاتر از رقم میانگین کل شهر و مناطق یک و پنج، رقمی کمتر از آن داشته‌اند. ۸۰ درصد از تولید کربن خانوارها، از منشاء مصرف خانگی مستقیم سوخت، ۱۵ درصد از منشاء وسیله نقلیه و ۵ درصد از محل مصرف برق بوده است. رابطه فضایی کل ۱۱ متغیر مورد بررسی با تولید کربن در سطح شهر رقم ۰/۶۷ را به دست داده اما رابطه تک تک متغیرها با تولید CO_2 از ۰/۴۹ برای تعداد اعضای خانواده دارندهٔ گواهینامه رانندگی تا ۰/۱۷ برای تحصیلات سرپرست خانوار، متفاوت بوده است. پهنه‌های با بیشترین رابطه فضایی (۰/۸ و بیشتر)به صورت نواری شمالی – جنوبی در حاشیه شرقی شهر و پهنه‌های با کمترین رقم، (۰/۲ و کمتر) در شمال‌شرقی شهر قرار داشته‌اند.

واژه های کلیدی: انرژی، CO_2، مصارف خانوار، رابطه فضایی، اردبیل

[1] :نویسنده مسئول Email:tparizadi@khu.ac.ir

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]

مقدمه

بیش از ۸۰ درصد انرژی مصرفی در جهان از سوخت‌های فسیلی فراهم گردیده (World Bank Group, ۲۰۲۰) و بخش عمدهٔ تولید CO_2 ناشی از مصرف منابع فسیلی به‌ویژه به عنوان منبع انرژی است (OECD, ۲۰۱۱: ۱۸). حاصل این مصرف تولید و انتشار حدود ۱۰ میلیارد تن کربن است که ۱/۹۷ درصد آن سهم کشورماست (Statistica, ۲۰۱۸). باوجود نقش حیاتی CO_2 و ترکیبات گازی دیگر جو در ایجاد توازن و تعادل دما در زمین و بقاء موجودات زنده، با این حال، انتشار روزافزون و فزونی مقدار آن در جو از زمان انقلاب صنعتی، تبعات ناگواری داشته که گرمایش جهانی بدیهی‌ترین آنهاست. گرمایش جهانی و تغییرات آب‌وهوایی واجد پیامدهای بالقوهٔ فیزیکی، بوم‌شناختی و بهداشتی هستند و رویدادهای جوی چون سیل، خشکسالی، توفان، امواج دمایی، بالا آمدن سطح آب دریاها و اختلال در سیستم‌های آبی، آشکارترین نتایج آن می‌باشند. اهمیت این موضوع تا جایی است که طی دو سه دههٔ اخیر، سالی نگذشته که همایش مهمی در این ارتباط در سطح بین‌المللی برگزار نشده و پیمان‌نامه‌های مهمی در خصوص کاهش گازهای گلخانه‌ای به امضا نرسیده باشد. از سوی دیگر، پایان‌پذیری منابع فسیلی، سیاستگذاران را به توسعهٔ استفاده از منابع تجدیدپذیر و با آلایندگی کمتر که توان بالقوه ای برای جانشینی با منابع انرژی کنونی دارند، ترغیب نموده است. تهدید فزایندهٔ تغییر آب‌وهوایی و گرم‌شدن زمین، کشورهای مختلف را در قالب پیمان کیوتو، متعهد به کاهش گازهای گلخانه‌ای و به‌ویژه انتشار CO_2 نموده است.

کشور ما نیز از غائلهٔ مصرف مفرط انرژی و منابع سوخت‌های فسیلی به‌دور نیست. شاخص مصرف انرژی در ایران پنج برابر متوسط میزان این شاخص در جهان است (حوری جعفری، ۱۳۹۵) و مطابق رده‌بندی آژانس بین‌المللی انرژی، به لحاظ انتشار CO_2 ، کشور ما در سال ۲۰۱۳ در رتبه نهم جهانی قرار داشته است (آژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۳) که در سال ۲۰۱۸ به رده هفتمین رسیده است (Statistica, ۲۰۱۸). بدین لحاظ است که مدیریت کربن و منابع تولید آن در ایران حائز اهمیت فراوان هستند.

مصارف مستقیم سوخت و انرژی توسط خانوارها در ترسیب کربن نقش عمده‌ای دارد (Guan et al, ۲۰۰۸; Feng et al. ۲۰۱۱). خانوارها مسئول حدود سه چهارم از انتشار کربن جهانی هستند (Druckman and Jackson, ۲۰۱٦: ۱۸۱). در چین در حدود یک سوم (Qi, ۲۰۱۲) و در انگلستان ۷۴ درصد (Baiocchi et al., ۲۰۱۰) از ترسیب کربن ناشی از مصرف مستقیم سوخت به‌وسیلهٔ خانوارهاست. در کشور ما یکی از پرمصرف‌ترین بخش‌های تقاضاهای انرژی، بخش خانگی است به‌طوری که بیش از یک سوم تقاضای انرژی مربوط به این بخش است (فطرس و براتی، ۱۳۹۰: ۱). بنابراین اگر بخواهیم به سمت آینده کربن کم حرکت کنیم ، درک عامل‌های این انتشار از اهمیت بسیاری برخوردار است Druckman and (Jackson, ۲۰۱٦ :۱۸۱).

میزان مصرف مستقیم سوخت و انرژی در خانوارها از عوامل مختلفی تبعیت می‌کند که در تحقیقات مختلف به آنها پرداخته شده است. یکی از این عوامل، درآمد خانوارهاست. به موازات افزایش درآمد، مصرف انرژی در خانوار نیز فزونی می‌یابد(امیری و همکاران، ۱۳۹۶؛ قصوری، ۱۳۸۲ ؛ قلی‌زاده و براتی، ۱۳۹۱ ; Li et al., ۲۰۱٦; Sernio and Klasen, ۲۰۱۵; Liu et al., ۲۰۱۱; Buchs and Schnepf, ۲۰۱۳; Brand and Boardman, ۲۰۰۸; Druckman and Jackson, ۲۰۱٦; Battles and Hojjati, ۲۰۰۳ ;۲۰۰۵; Guertin et al., ۲۰۰۳). به همین ترتیب، مصرف انرژی رابطه مستقیمی را با هزینه‌های خانوار نشان می‌دهد (Rachauri ۲۰۰٤; Battles and Hojjati, ۲۰۰۵; Guertin et al., ۲۰۰۳). پایگاه اجتماعی خانوارها، عامل دیگری است که

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]

تحقیقات مختلف بر رابطه آن با مصرف انرژی صحه گذاشته‌اند. چنان‌که در خانوارهـای بـا پایگـاه اجتمـاعی بـالاتر معمـولا، مصرف انرژی بیشتر است (فطـرس و قربـان سرشـت، ۱۳۹۱؛ Wood and Newborough ۲۰۰۷; Druckman et al. ۲۰۱۱; Shove ۲۰۱۱; Guertin et al., ۲۰۰۳). هر چند با افزایش بعد خانوار، مصرف سرانه انرژی معمولا کاهش می‌یابـد امـا وقتـی مصرف انرژی بر حسب واحد خانوار محاسبه گردد، به‌طور معمول در خانوارهای پرجمعیت‌تر، انرژی بیشتری به مصرف می-رسد (جعفری براتی و بانوی، ۱۳۸۶ Das and Paul, ۲۰۱٤; Robert, ۲۰۰۸; Yu et al., ۲۰۱۳; Qu, ۲۰۱۳; Wang et al., ۲۰۱۸; Buchs and Schnepf, ۲۰۱۳; Druckman and Jackson, ۲۰۱٦; Tukker et al. ۲۰۱۰; Brounen et al., ۲۰۱۲; Battles and Hojjati, ۲۰۰۵; The horizon ۲۰۲۰ programme of the EU; DEFRA, ۲۰۰۸; Druckman and Jackson, ۲۰۰۸; Nuryanti and Herdinie, ۲۰۰۷; Laicāne et al, ۲۰۱٤). تحقیقات صورت گرفته نشان داده‌اند که در خانوارهایی که سن سرپرست بیشتر است، مصرف انرژی، زیادتر است (جعفری براتی و بانوی، ۱۳۸۶؛ Xu, ۲۰۱۵; Buchs and Schnepf, ۲۰۱۳; Baiocchi et al., ۲۰۱۰; Wier et al., ۲۰۰۱; Brounen et al., ۲۰۱۲; Laicāne et al, ۲۰۱٤). همچنین نتایج تحقیقات نشان داده‌اند که در خانوارهایی که سن و سال اعضای خانواده بیشتر بوده مصرف انرژی به ازاء واحد خانوار رقم بیشتری بوده است (جعفـری براتـی و بـانوی، ۱۳۸۶؛ Xu, ۲۰۱۵; Buchs and Schnepf, ۲۰۱۳; Baiocchi et al., ۲۰۱۰; Wier et al., ۲۰۰۱; Brounen et al., ۲۰۱۲; Laicāne et al, ۲۰۱٤). از متغیرهای دیگر تاثیر گذار بر مصرف انرژی که در تحقیقات مختلف آشکار شده، نوع شـغل و ساختار اشتغال است. تحقیقات فطرس و براتی (۱۳۹۰) نشان داد که که با کاهش نـرخ بـی‌کـاری در خانوارهـا، مصـرف انرژی نیز کاهش می‌یابد. اما پاره‌ای تحقیقات به رابطهٔ معکوس میان ضریب اشتغال و مصرف انرژی پی برده‌اند (Xu, ۲۰۱۵; DEFRA, ۲۰۰۸; Shakouri et al., ۲۰۱٤ Buchs and Schnepf, ۲۰۱۳; Gough et al., ۲۰۱۱; Chen, ۲۰۱۷). مسـاحت منزل گرچه خودتا حد زیادی تابع درآمد است، اما طبیعی است که در خانوارهایی که در منزل با مسـاحت بیشـتری بـه‌سـر می‌برند، در مقایسه با خانوارهای ساکن در مساکن محقر، انرژی زیادتری مصرف کنند (جعفری براتـی و بـانوی، ۱۳۸۶ Xu, ۲۰۱۵; Liu etal., ۲۰۱۳; Brounen et al., ۲۰۱۲; Bhattacharjee , ۲۰۱۱; Nuryanti and Herdinie, ۲۰۰۷; Guertin et programme of the EU-al., ۲۰۰۳; The horizon ۲۰۲۰). خانوارهای شهرنشین به لحاظ بالاتر بودن میـانگین درآمـد یـا مقتضیات زندگی شهرنشینی، میانگین مصرف انرژی بالاتری در مقایسه با خانوارهـای روستانشـین دارنـد (قصـوری، ۱۳۸۲؛ Wang, ۲۰۱۲ ; Wang et al., ۲۰۱۸; DEFRA, ۲۰۰۸; Buchs and Schnepf, ۲۰۱۳; Gough et al., ۲۰۱۱; Jones and Kammen ۲۰۱۱; Bhattacharjee , ۲۰۱۱). بخشی از مصارف سوخت در خانوارها، به سوخت خودرو اختصـاص دارد. بـرای خانواری که فاقد وسیله نقلیه موتوری است، مصرف سوخت خودرو معنا ندارد اما از جهتـی، داشـتن یـا نداشـتن خـودرو تـا حدودی تابع درآمد، شغل و سبک زندگی نیز می‌تواند باشد. از این جهت است کـه تحقیقـاتی بـه ایـن موضـوع پرداختـه و دریافته‌اند که داشتن وسیله نقلیه و تعداد وسیله نقلیه مورد استفاده در یک خـانوار رابطـهٔ مسـتقیمی بـا مصـرف انـرژی در خانوارهـا دارد (Herdinie, ۲۰۱۱; Chen, ۲۰۱۷ and Xu, ; Nuryanti ۲۰۱۵). وسـایل برقـی مـورد اسـتفاده در خانوارهـا مخصوصا وسایل سرمازا و گرمازا از عوامل و متغیرهای دیگر تاثیرگذار در سطح مصرف انرژی خانوارها هستند. این متغیر نیز از جهتی خود از درآمد و سبک زندگی خانوارها تبعیت می‌کند اما از سویی حداقلی از آنها مخصوصا برای استفاده در اوقات گرم و سرد سال، اجتناب‌ناپذیر هستند. بنابراین می‌توان گفت که تعداد و نوع وسایل برقی مورد استفاده توسط هر خانوار در میزان مصرف انرژی آن خانوار تاثیرگذار است (The horizon ۲۰۲۰ programme of the EU- Nababan, ۲۰۱۵). و بـالاخره سطح تحصیلات سرپرست خانواده نیز متغیری است که می‌تواند در تعیین سبک زنـدگی و مصـرف انـرژی خـانوار دخالـت

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]

نمایـد (Xu, ۲۰۱۵; Baiocchi et al., ۲۰۱۰; Brand and Preston, ۲۰۱۰; Lenzen et al., ۲۰۰۶; Buchs and Schnepf, ۲۰۱۳; Bhattacharjee , ۲۰۱۱)

این پژوهش بر آن است تا تاثیر ۱۱ متغیر مربوط به خانوار را در میزان مصرف انرژی خانوارها و تولید CO_2 در شهر اردبیل را با تاکید بر تباین‌های فضایی مورد بررسی قرار دهد. توجه به تباین‌های فضایی در سطح شهر وجه ممیز این تحقیق از پژوهش‌هایی است که پیش‌تر به آنها اشاره گردید.

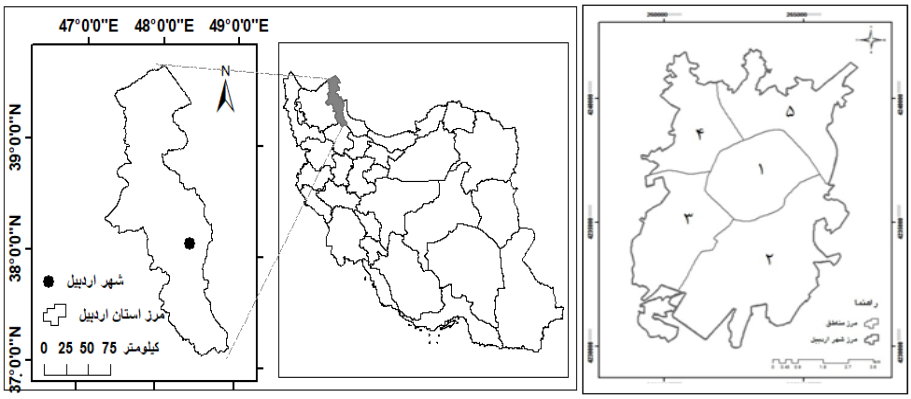
داده‌ها و روش کار

محدوده شهری اردبیل با ۶۲۸۹ هکتار مساحت و حدود ۵۳۰۰۰۰ نفر جمعیت در سرشماری سال ۱۳۹۵ (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵)، قلمرو این مطالعه است. شهر اردبیل از ۵ منطقه شهرداری تشکیل شده است (جدول ۱).

جدول۱. مشخصات مناطق شهری اردبیل

مناطق شهرداری اردبیل	جمعیت سال ۹۵	مساحت (هکتار)
منطقه ۱	۱۱۳۴۷۶	۹۶۳/۹
منطقه ۲	۱۱۰۵۸۹	۲۲۸۵/۹
منطقه ۳	۱۰۰۵۰۴	۱۰۹۳/۹
منطقه ۴	۱۰۳۸۱۲	۸۵۷/۹
منطقه ۵	۱۰۰۹۹۳	۱۰۸۷/۵
کل شهر اردبیل	۵۲۹۳۷۴	۶۲۸۹/۱

ماخذ: درگاه اینترنتی شهرداری اردبیل ۱۳۹۸



شکل۱. موقعیت شهر اردبیل و مناطق شهرداری اردبیل

داده‌های مورد استفاده مشتمل بر داده‌های اسنادی و پیمایشی هستند. داده‌های متغیرهای مصرف برق و گاز خانوارها از روی قبوض مربوط استخراج شده و بقیه به‌صورت پیمایشی و با ابزار پرسشنامه گرداوری گردیده‌اند. تعداد نمونه آماری از روی مدل کوکران با خطای ۵درصد، ۳۸۳ خانوار با توجه به رقم ۱۵۸۶۲۷خانوارهای ساکن در شهر اردبیل در سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، تعیین شده است. انتخاب گروه نمونه به صورت تصادفی خوشه‌ای بوده به‌طوری که تعداد نمونه به نسبت یکسانی از رقم خانوارهای ساکن در هر منطقه از شهرداری اردبیل تقسیم گردد. به منظور قابلیت

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]

استفاده از داده‌ها در کار میان‌یابی و تهیه نقشه‌های پراکندگی فضایی، مختصات جغرافیایی هر خانوار پاسخگو با ابزار GPS تعیین شده و در پرسشنامه قید گردید. پرسشنامه از نوع محقق‌ساخته و مشتمل بر ۱۱ گویه از سؤالات عینی بوده است. هر گویه یک متغیر تاثیرگذار بر مصرف انرژی را که بالطبع بر میزان تولید CO_2 نیز تاثیر مستقیم داشته، مورد پرسش قرار داده است. متغیرها به استناد ادبیات تحقیق و در انطباق با شرایط محلی تعیین شده‌اند.

به‌منظور یکدستی محاسبات، داده‌های متغیرهای مربوط به مصرف انرژی، از روی جدول ۳، به واحد مگاژول (Mj) تبدیل شدند. همچنین محاسبهٔ فاکتور انتشار دی‌اکسیدکربن بر پایه جدول ۴ بوده است.

جدول ۲. واحدهای تبدیل انرژی

نوع سوخت	محتوی انرژی (مگاژول)
یک کیلووات ساعت برق	۳.۶
یک متر مکعب گاز طبیعی	۳۷.۵
یک لیتر بنزین یا گازوئیل	۳۴.۷

مأخذ: Silverman, ۲۰۱۸

جدول ۳. فاکتور انتشار دی‌اکسیدکربن

نوع سوخت	فاکتور انتشار(گرم)
برق	۴/۱
گاز طبیعی	۱۵/۳
بنزین یا گازوئیل	۱۸/۹

همچنین با به‌کارگیری رابطه ۱، سوخت‌های مصرفی خانوار به CO_2 تبدیل شده است.

رابطه ۱.

$$\text{End use } CO_2 = \sum m \left(E_a \times CO2\ coefficeient_a + N_b \times CO2coefficeient_b + G_c \times CO2coefficeient_c\right)$$

E_a : میانگین ماهانهٔ میزان مصرف برق خانوار بر حسب کیلووات ساعت

N_b: میانگین ماهانهٔ مصرف گاز طبیعی خانوار بر حسب متر مکعب

G_C: میانگین ماهانهٔ مصرف بنزین یا گازوئیل خانوار بر حسب لیتر

$Co_2Coefficient_c$: فاکتور انتشار انواع سوخت‌ها بر اساس استاندارد انتشار IPCC S

پس از انجام تغییر و تبدیل‌های گفته‌شده، اطلاعات پیمایش وارد Arc GIS شده و با استفاده قابلیت‌های Interpolation و ابزار مدل درون‌یابی کریجینگ نقشه‌های توزیع فضایی تولید شده و آنگاه به کمک نرم‌افزار TerrSet Geospatial Monitoring and Modeling System رابطه فضایی میان هر متغیر با متغیر تولید CO_2 محاسبه گردید. در محاسبه رابطه فضایی، محاسبهٔ مقادیر R تعدیل‌شده از روی رابطه ۲ بوده است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]

رابطه ۲.

$$R^2 \text{ Adjusted} = 1 - \frac{(1-R2)(N-1)}{N-P-1}$$

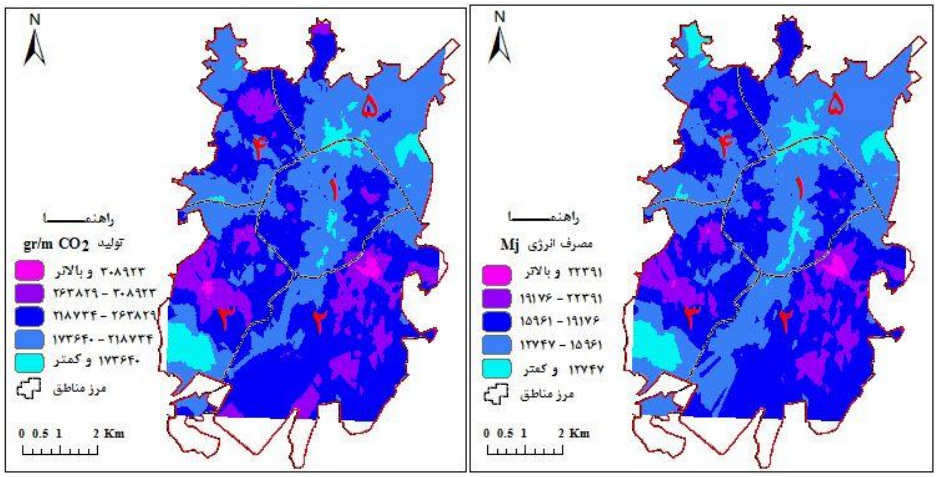
N :تعداد کل مشاهدات

P :تعداد متغیرهای پیش بین

R^2 :ضریب تعیین

شرح و تفسیر نتایج

توزیع فضایی مصرف انرژی خانوار و تولید Co_2 به روش شرح پیش‌گفته به صورت شکل‌های ۲ و ۳ ترسیم گردیده است.



شکل ۲. ن پراکندگی فضایی مصرف انرژی در شهر اردبیل **شکل ۳. پراکندگی فضایی سرانه تولید CO_2 در شهر اردبیل**

با توجه به شکل‌های ۲ و ۳، در سطح شهر اردبیل میزان مصرف انرژی و بالطبع تولید CO_2 خانوارها در چهار پهنه که به ترتیب وسعت منطبق بر جنوب‌غرب شهر (منطقه ۳ شهرداری) شمال شهر (حدفاصل مناطق یک و پنج شهرداری) شمال شرق شهر (منطقه پنج شهرداری) و مرکز (منطقه یک شهرداری) در کمترین میزان یعنی کمتر از ۱۷۲۶۴۰ گرم در ماه قرار دارد. پهنه‌های با کمترین میزان انتشار، ۳۷/۷ هکتار (۰/۶ درصد) از مساحت از شهر را به خود اختصاص داده‌اند. برعکس، پهنه‌های با حداکثر مصرف انرژی و حداکثر تولید CO_2 (۳۰۸۹۲۳ گرم در ماه و بیشتر) شامل لکه‌های پراکنده‌ای هستند که در جنوب‌شرقی و جنوب‌غربی یعنی محدودهٔ شهرداری‌های ۲ و ۳ قرار گرفته‌اند مساحت این پهنه‌ها در شهر ۳۰۱/۹ هکتار بوده و ۴/۸ درصد از مساحت شهر را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین در ۳۳۸۹/۹ هکتار از پهنهٔ شهر (۳۸ درصد) میزان تولید CO_2 خانوارها در هر ماه بین ۱۷۳۶۴۰ تا ۲۱۸۷۲۴ گرم در ماه، در ۲۸۰۴/۹ هکتار مساحت (۴۴/۶درصد از

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]

مساحت شهر) بین ۲۱۸۷۲۴ تا ۲۶۳۸۲۹ گرم در ماه، در ۷۵۴/۷ هکتار (۱۲ درصد) بین ۲۶۳۸۲۹ تا ۳۰۸۹۲۳ و بالاخره در ۳۷/۷ هکتار (۰/۶ درصد) تولید CO_2 بیشتر از ۳۰۸۹۲۳ گرم در ماه محاسبه شده است.

در میان مناطق شهرداری، در منطقهٔ دو ، در ۱۲ درصد از مساحت منطقه، سرانهٔ تولید CO_2 بین ۲۱۸۷۲۴ تا ۲۶۳۸۲۹ گرم در ماه و در ۵۳/۴ درصد، بین ۱۷۳۶۴۰ تا ۲۱۸۷۲۴ بوده است. دامنه‌های تولید مشابه برای منطقهٔ یک شهرداری، به‌ترتیب ۵ درصد و ۵۳ درصد بوده‌اند که دلالت بر فراوانی بیشتر خانوارهای با مصرف بالاتر انرژی در این دو منطقه در مقایسه با سایر مناطق دارد. برعکس، در مناطق سه و چهار، سرانهٔ تولید CO_2 به‌ترتیب در ۶۴ درصد و ۵۷ درصد خانوارها بین ۲۱۸۷۲۴ تا ۲۶۳۸۲۹ گرم در ماه بوده که دلالت بر وفور خانوارهای کم‌مصرف‌تر در این دو منطقه دارد. میانگین مصرف سرانه انرژی و تولید CO_2 خانوارها در هریک از مناطق شهرداری به شرح جدول ۴ بوده است.

جدول۴. مصارف خانوار انرژی و تولید Co_2 در سطح مناطق شهرداری اردبیل

مناطق شهرداری	یک	دو	سه	چهار	پنج	کل شهر
مصرف انرژی(مگاژول در ماه)	۱۵۲۲۰	۱۸۲۸۲	۱۷۰۹۵	۱۵۸۷۸	۱۴۱۳۹	۱۶۲۲۷
تولید CO2 (گرم در ماه)	۲۱۰۷۷۶	۲۵۴۰۸۸	۲۳۸۱۹۷	۲۲۴۵۱۲	۱۹۸۱۴۴	۲۲۶۵۱۵

با توجه به اطلاعات جدول۴، خانوارهای ساکن در مناطق دو و سه شهرداری، مصرف انرژی بالاتری از میانگین سرانه مصرف انرژی در شهر داشته و بالطبع میزان تولید CO_2 آنها نیز از حد میانگین شهر بالاتر است. در منطقه چهار شهرداری رقم یاد شده به رقم میانگین شهر نزدیک است اما در دو منطقهٔ یک و پنج سرانه مصرف انرژی و تولید CO_2 از میانگین کلی شهر کمتر است.

جدول۵. سهم سوخت، وسیلهٔ نقلیه و برق در تولید Co_2 خانوارها در مناطق شهرداری اردبیل

مناطق شهری	تولید CO_2 از منشاء مصرف برق		تولید CO_2 از منشاء مصرف گاز		تولید CO_2 از منشاء مصرف سوخت خودرو	
	مقدار (گرم)	درصد	مقدار (گرم)	درصد	مقدار (گرم)	درصد
یک	۸۹۳۲۷۶	۴/۹	۱۵۰۵۱۳۷۶	۸۱/۱	۲۶۰۳۶۴۳	۱۴
دو	۱۰۷۰۱۰۰	۴/۸	۱۷۷۸۶۲۵۰	۷۹/۵	۳۵۰۳۴۴۲	۱۵/۷
سه	۹۰۱۸۳۶	۴/۸	۱۵۰۳۲۲۵۰	۷۸/۹	۳۱۲۱۷۵۲	۱۶/۳
چهار	۷۱۱۴۳۲	۴	۱۴۷۸۳۶۲۵	۸۲/۳	۲۴۶۵۹۲۵	۱۳/۷
پنج	۵۵۹۴۰۴	۵	۱۰۲۱۲۷۵۰	۸۰	۱۹۰۹۱۲۳	۱۵
کل شهر	۱۰۳۴۰	۴/۶	۱۸۲۱۶۵	۸۰/۴	۳۴۰۰۹	۱۵

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]

با توجه به یافته‌های پیمایش، بیش از ۸۰ درصد تولید CO_2 خانوارها از منشاء سوخت خانگی صورت گرفته و این نسبت در تمامی شهر و تمامی مناطق تقریبا همسان بوده است. پس از سوخت خانگی، سهم حمل و نقل در تولید CO_2 با نسبت حدود ۱۵ درصد قرار گرفته و انرژی برق کمتر از ۵ درصد در این زمینه سهم دارد.

جدول ۶. رابطه فضایی میان متغیرهای مورد بررسی با تولید Co_2 در مناطق شهرداری اردبیل (مقادیر R تعدیل‌شده)

متغیرها	منطقه یک	منطقه دو	منطقه سه	منطقه چهار	منطقه پنج	کل شهر
۱. تعداد اعضای خانواده	۰/۵۳۱	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۰/۱۳	۰/۵۳	۰/۴۴
۲. تعداد افراد شاغل در هر خانواده	۰/۴۸	۰/۳۵	۰/۱۳	۰/۶۰	۰/۶۹	۰/۳۴
۳. سن سرپرست خانوار	۰/۵۳۴	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۵۰	۰/۰۰۰۸	۰/۴۵
۴. تعداد افراد دارای گواهینامه رانندگی	۰/۴۰	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۴۹
۵. میزان تحصیلات سرپرست خانوار	۰/۴۴	۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۵۷	۰/۱۷
۶. تعداد وسیله نقلیه خانوار	۰/۰۵	۰/۴۸	۰/۴۲	۰/۲۰	۰/۷۲	۰/۳۵
۷. تعداد اتاق واحد مسکونی	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۳۵	۰/۵۳	۰/۲۲	۰/۲۳
۸. مساحت منزل مسکونی	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۴۹	۰/۲۸	۰/۴۱
۹. تعداد یخچال فریزر	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۰۰۴	۰/۰۵	۰/۳۹
۱۰. استفاده از کولر گازی	۰/۰۸	۰/۲۷	۰/۲۰	۰/۰۴	۰/۷۰	۰/۲۸
۱۱. میانگین درآمد ماهیانه سرپرست خانوار	۰/۲۱	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۵۱	۰/۰۴	۰/۲۹

با توجه به مقادیر R تعدیل‌شده در جدول ۶، در کل شهر، توزیع فضایی خانوارها با توجه به دو متغیر تعداد افرادی از هر خانواده که دارندهٔ گواهینامه رانندگی هستند و رقم تولید CO_2 ، بالاترین میزان رابطه را نشان داده که حدود ۰/۴۹ بوده است. به عبارت دیگر خانوارهایی که در آنها تعداد بیشتری از اعضا گواهینامه رانندگی داشته‌اند، میزان بیشتری انرژی مصرف کرده و بالطبع CO_2 بیشتری هم تولید کرده‌اند. پس از آن رابطه فضایی میان سن سرپرست خانوار و تولید CO_2 حدود ۰/۴۵ به دست آمده است. این ارتباط، منطقی به نظر می‌رسد چنان‌چه حداقل سن برای دریافت گواهینامه رانندگی ۱۸ سال است و از این رو در خانوارهایی که فرزندان کم و سن و سال دارند نسبت کمتری از اعضا واجد شرایط دریافت گواهینامه هستند. به همین ترتیب، توزیع فضایی خانوارها بر مبنای تعداد اعضای خانوار و توزیع فضایی خانوارها بر مبنای رقم تولید CO_2 ، رابطه‌ای برابر ۰/۴۴ را به‌دست داده است. بنابراین، در اغلب خانوارهایی که تعداد اعضا، زیادتر بوده، Co_2بیشتری تولید شده است. مساحت منزل مسکونی نیز رابطه بالایی با تولید CO_2 داشته است. بسیار منطقی است که در خانه‌های با مساحت زیادتر، CO_2 بیشتری تولید گردد چرا که به استناد یافته‌هایی که به آن اشاره گردید حدود ۸۰ درصد تولید CO_2 به مصرف سوخت خانگی مربوط می‌شود. در شهر اردبیل با آب و هوای سرد میزان سوخت مصرفی برای گرمایش فضای خانه زیاد و تولید آب گرم مصرفی زیاد بوده و به همین دلیل، این متغیر رابطه بالایی با تولید CO_2 نشان داده است. تعداد دستگاه یخچال و فریزر در خانوارها خود تابعی از متغیرهای دیگر چون درآمد و تعداد اعضای خانواده است. در هر حال در اغلب خانوارهایی که تعداد بیشتری یخچال و فریزر مورد استفاده قرار گرفته، تولید CO_2 بیشتری تولید

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]

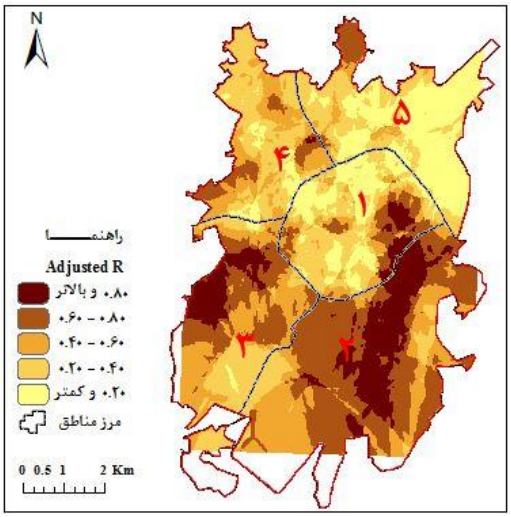
شده است. تعداد وسیله نقلیه بر مبنای هر ۱۰۰۰cc حجم موتور معادل ۱، رابطه فضایی نسبتا بالایی (۰/۳۵) با میزان تولید CO_2 نشان داده است. تعداد وسیله نقلیه خود از متغیرهایی چون درآمد و نسبت افراد شاغل تبعیت می‌کند و در هر حال در اغلب موارد خانوارهایی که رقم مربوط به تعداد وسیله نقلیه در آنها بالاتر بوده، سوخت بیشتری مصرف کرده و CO_2 بیشتری هم تولید کرده‌اند. تعداد افراد شاغل در خانواده در درآمد خانواده تاثیر می‌گذارد و درآمد خانواده می‌تواند در بسیاری دیگر از متغیرها چون مساحت منزل، تعداد وسیله نقلیه، تعداد یخچال و فریزر مورد استفاده، داشتن یا نداشتن کولر گازی تاثیر بگذارد. اشتغال خود باعث سفرهای شهری بیشتر و استفاده زیادتر از وسایل نقلیه موتوری می‌گردد و به این دلیل به موازات بالارفتن نسبت افراد شاغل در خانوارها، تاحدودی زیادی تولید CO_2 افزایش یافته است. توزیع خانوارها در شهر با توجه به متغیر درآمد خانوار با متغیر تولید CO_2 به میزان ۰/۲۹، همبستگی دارند و این رقم برای متغیر تعداد کولر گازی مورد استفاده، ۰/۲۸ و برای تعداد اتاق در هر منزل، ۰/۲۳ بوده است. توزیع خانوارها با توجه به متغیرهای میزان تحصیلات سرپرست خانوار و تولید CO_2 ، تنها ۰/۱۷ رابطه داشته‌اند.

ارقام رابطه فضایی (R تعدیل‌شده) در خصوص متغیرهای مختلف، در میان مناطق شهری تفاوت‌های زیادی با یکدیگر دارد. در منطقه پنج، توزیع فضایی رقم تعداد وسیله نقلیه در خانوار و تولید CO_2 ، رابطه‌ای برابر ۰/۷۲ داشته‌اند. در حالی که در منطقه یک، رقم مشابه تنها ۰/۰۵ و کمترین رقم رابطه در میان ۱۲ متغیر بوده است. در منطقه پنج شهرداری، متغیر تعداد اعضای خانواده با میزان رابطه ۰/۵۳ ، رابطه بالایی با تولید CO_2 داشته است در حالی که رقم مشابه در منطقه سه تنها ۰/۰۰۲ و برای منطقه دو ۰/۰۰۸ و کمترین رقم بوده است. میزان رابطه فضایی متغیر سن سرپرست خانوار در مناطق پنج، سه و دو ناچیز (به ترتیب ۰/۰۰۰۸، ۰/۰۱ و ۰/۱۱) اما در مقابل، در مناطق چهار و یک بالا بوده است (به ترتیب ۰/۵۳۴ و ۰/۵۰). رقم رابطه فضایی درآمد ماهانهٔ خانوار در مناطق دو، پنج و سه به‌ترتیب ۰/۰۳، ۰/۰۴ و ۰/۰۵ با تولید CO_2 بوده در حالی‌که میزان رابطه فضایی در منطقهٔ چهار، برابر ۰/۵۱ و برای منطقهٔ یک برابر ۰/۲۱ بوده است. توزیع فضایی خانوارها بر حسب میزان تحصیلات سرپرست خانوار و تولید CO_2 در مناطق سه و چهار به میزان ۰/۰۲ و ۰/۱۳ رابطه نشان داده‌اند در حالی که رقم مشابه برای مناطق پنج، یک و دو به ترتیب ۰/۵۷، ۰/۴۴ و ۰/۲۵ به‌دست آمده است. مقادیر R تعدیل شده برای متغیر مساحت منزل مسکونی، در سه منطقهٔ یک و دو و سه یکسان (۰/۲۰) بوده در منطقه پنج نیز اختلاف زیادی با رقم سه منطقهٔ یاد شده ندارد اما در منطقه چهار حدود ۰/۴۹ محاسبه شده است.

محاسبات از روی نقشهٔ رابطه فضایی مجموع متغیرهای ۱۱ گانه با تولید CO_2 (شکل ۴)، ارقام R تعدیل‌شده برای منطقه یک را ۰/۶۶، برای منطقه دو ۰/۷۲، برای منطقه سه ۰/۸۰، برای منطقه چهار ۰/۸۸ و برای منطقه پنج ۰/۸۷ به دست داد که دلالت بر وجود رابطه بالا میان آنها دارد. همچنین رقم یاد شده برای کل شهر ۰/۶۷ محاسبه شده است که بر رابطهٔ بالای متغیرهای مورد بررسی با تولید CO_2 ، دلالت می‌نماید.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]



شکل ۴. مقادیر Adjusted R (تعدیل شده) برای مجموع متغیرهای مورد بررسی در ارتباط با تولید CO_2

بر اساس شکل ۴، بالاترین مقادیر R تعدیل‌شده با مقدار ۰/۸ و بیشتر، پهنه‌ای نواری شکل است که در حاشیهٔ شرقی شهر از مرکز تا جنوب امتداد یافته و تقریبا نیمی از مساحت منطقهٔ دو و بخشی از منطقهٔ یک را شامل می‌گردد. با این مقدار R تعدیل‌شده، پهنهٔ به مراتب کوچک‌تری نیز در لبهٔ شرقی منطقهٔ سه مشاهده می‌گردد. پهنه‌هایی که متغیرهای ۱۱ گانهٔ مورد بررسی با متغیر تولید CO_2 رقم رابطه کمتر از ۰/۲ را داشته‌اند، تقریبا تمام وسعت منطقهٔ پنج شهرداری در شمال-شرقی شهر را پوشانیده‌اند. در مرکز شهر که منطبق بر منطقهٔ یک شهرداری است، گرچه پهنه‌های دارندهٔ رقم رابطه پایین، غالب هستند اما از طرفی در بخشی از آن حداکثر رقم R تعدیل‌شده نیز دیده می‌شود.

نتیجه‌گیری

سرانه تولید CO_2 در ایران را بانک جهانی برای سال ۲۰۱۶، ۸/۳۸۴ تن اعلام نموده که حدود یک سوم آن از منشاء مصارف خانگی سوخت و انرژی است که موضوع بررسی این تحقیق بوده است. مطابق این برآورد، هر خانوار ایرانی از محل مصارف مستقیم سوخت در منزل در هر ماه ۷۷۵۵۲ گرم کربن انتشار می‌دهد. مقایسه این رقم با رقم مشابه برای خانوارهای شهر اردبیل یعنی تولید ۲۲۶۵۱۵ گرم CO_2 که در این تحقیق نمایان گردید، دلالت بر این دارد که مصارف خانگی سوخت در اردبیل نزدیک به سه برابر از میانگین کل کشور زیادتر است. یکی از دلایل حتمی این موضوع طول دورهٔ سرما و میانگین پایین دمای هوا در این دوره است که استفاده از وسایل گرمایشی را در بخش زیادی از سال ضرری می‌سازد. چنانچه نسبت بسیار بالایی از مصارف سوخت خانوار (بیشتر از ۸۰ درصد) به مصرف گاز شهری اختصاص یافته در حالی که این نسبت در کشور بسیار پایین تر و حدود ۴۰ درصد بیان شده است (جعفری‌سرشت و بانوی، ۱۳۹۶). تراکم پایین ساختمانی، قدمت ساختمان‌ها، مساحت بالنسبه بالای منازل که از مشخصه‌های کالبدی شهر اردبیل است (خلیلی، ۱۳۹۸) نیز می‌توانند از عوامل دیگر دخیل در این موضوع باشند.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]

در تحقیقاتی که در سایر مناطق جهان از جمله چین (لیو ،۲۰۱۱؛ لی، ۲۰۱۶)، انگلستان (شنف، ۲۰۱۳؛ برند، ۲۰۰۸؛ دورتمن، ۲۰۱۶)، هند (سرانیو و کلاسن (۲۰۱۵)، ایالات متحده (بتل، ۲۰۰۵) و فیلیپین (سرینو و کلاسن، ۲۰۱۵) انجام شده به رابطه بالای میان درآمد خانوار و تولید CO_2 پی برده‌اند. در اردبیل نیز این رابطه مثبت و برابر ۰/۲۹ به دست آمد که رقم قابل توجهی است. به‌مانند نتایجی که از تحقیقات در شهرهای منتخب چین (چی، ۲۰۱۳؛ یو، ۲۰۱۳؛ وانگ، ۲۰۱۸)، هند (رابرت، ۲۰۰۸)، ایالات متحده (دروکمند و جکسون، ۲۰۱۶؛ بتل و حجتی،)، تایوان (بوش و شنف، ۲۰۱۳) و شهرهای منتخب اروپا (برنامه افق ۲۰۲۰ اروپا، ۲۰۱۰؛ توکر و همکاران، ۲۰۱۰)، به‌دست آمده، در اردبیل رابطه زیادی در حد ۰/۴۴ بین تعداد اعضای خانواده و تولید CO_2 وجود دارد. همچنین در این شهر مساحت منزل رابطه بالایی (۰/۴۱) با تولید CO_2 نشان می‌دهد و تحقیقاتی مثل زو (۲۰۱۵) و لیو (۲۰۱۳) در شهرهای چین، باتاچاری (۲۰۱۱) و گورتین (۲۰۰۳) در شهرهای هند، نوریاناتی در جاکارتا (۲۰۱۵) و برونن (۲۰۱۲) در شهرهای اروپا نیز به نتایج مشابهی رسیده‌اند. ساختار سنی خانواده یکی از متغیرهایی است که در این تحقیق به میزان ۰/۴۵ با تولید Co_2 رابطه فضایی نشان داد و نتایج تحقیقات دیگران نیز بررابطه مثبت این متغیر را با تولیدCO_2 دلالت داشته که از آن جمله می‌توان به تحقیقات لیکن (۲۰۰۱۴) در لیتونی، ویر(۲۰۰۱) در ایالات متحده، زو (۲۰۱۵) در چین و بایوچی و همکار (۲۰۱۰) در انگلستان اشاره نمود. بر خلاف نتایج تحقیقات زو (۲۰۱۵) در چین، بایوچی و همکاران (۲۰۱۰) و باتاچاری (۲۰۱۱) در هند، برند و پرستون (۲۰۱۰) در انگلستان و ویر و همکاران (۲۰۰۶) در شهرهای تانزانیا که سطح سواد رابطهٔ بالایی با تولید CO_2 داشته است، نتایج تحقیق در اردبیل تنها ۱۷/. رابطه میان این دو متغیر را آشکار نمود. برخلاف نتایج تحقیقات دیگر از جمله تحقیقات دفرا (۲۰۰۸) و گوق (۲۰۱۱) در لندن، چن (۲۰۱۷) و زو (۲۰۱۵) در شهرهای چین و بوش و شنف (۲۰۱۳) در تایوان که به موجب آنها در خانوارهایی که تعداد افراد شاغل زیاد است، چون غذا غالبا از بیرون منزل تهیه شده و یا صرف می‌گردد و در نتیجه مصرف سوخت برای پخت و پز در خانوار در حد صفر و از این‌رو رابطهٔ میان اشتغال و تولید CO_2، منفی است، در شهر اردبیل به موازات بالارفتن نسبت اشتغال در خانوارها، میزان مصرف سوخت و تولید CO_2 افزایش یافته است. شاید علت این موضوع را بتوان چنین بیان داشت که ضریب اشتغال بالاتر به معنای درآمد بیشتر و درآمد بیشتر زمینه‌ساز استفاده از مسکن وسیع‌تر و استفاده از وسایل برقی زیادتر است و به واسطهٔ فرهنگ و سبک خاص زندگی، شرایط اشتغال بر صرف یا تهیهٔ غذای آماده در بیرون به طوری که بر میزان پخت و پز و مصرف سوخت تاثیر بگذارد، آن‌چنان تاثیرگذار نیست. و بالاخره اینکه بر خلاف نتایج تحقیقات نبابن در اندونزی (۲۰۱۵) تعداد لوازم خانگی منزل (یخچال و فریزر و کولر گازی) چندان رابطهٔ فضایی قوی با تولید CO_2 نشان نداده که این موضوع می‌تواند به تفاوت شرایط آب و هوایی اندونزی با آب‌و هوای گرم و مرطوب استوایی با آب و هوای سرد اردبیل مربوط باشد.

منابع

جعفری‌سرشت، داود و راضیه بانوی. ۱۳۹۶. اثر عوامل فیزیکی ساختمان و متغیرهای جمعیتی بر مصرف انرژی مسکونی نقاط شهری. *فصلنامه اقتصاد مسکن*، ۶۰ : ۵۶-۳۵.

حوری جعفری، حامد. ۱۳۹۵. مصاحبه به عنوان مشاور مدیرعامل شرکت بهینه سازی مصرف سوخت: http://www.irna.ir/fa/News/۸۲۲۶۳٤۱۳

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]

شهرداری اردبیل. ۱۳۹۸. *اطلاعات مناطق و نواحی شهرداری*: https://ardabilcity.ir/

خلیلی، علی. ۱۳۹۸. *تاثیر ارتقاء جایگاه سیاسی اردبیل بر تحولات کالبدی این شهر*. رساله دکتری رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی.

فطرس، محمد حسین و جواد براتی. ۱۳۹۰. تاثر مصرف نهایی خانوارهای شهری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از بخش‌های مختلف اقتصادی در ایران: یک تحلیل تجزیه شاخص. *فصلنامه مطالعات انرژی*، **۲۸(۸)** : ۷۳-۴۹.

قصوری، شکوفه. ۱۳۸۲. بررسی و مقایسهٔ ترکیب و الگوی مصرف انرژی خانوارهای شهری و روستایی ایران طی سال‌های ۷۸-۱۳۵۰.*چهارمین همایش ملی انرژی. معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو*. تهران.

قلی‌زاده، علی‌اکبر و جواد براتی. ۱۳۹۱. تحلیل عوامل مؤثر بر مصرف انرژی و برق مصرفی خانوار در ایران با تاکید بر بهره‌وری انرژی. *فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد و تجارت نوین*، **۲۵ و ۲۶** : ۱۶۷-۱۴۵.

مرکز آمار ایران. ۱۳۹۵. *نتایج نهایی سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهر اردبیل*. انتشارات مرکز آمار ایران، تهران.

Baiocchi, G., J. Minx, and K. Hubacek. ۲۰۱۰. The impact of social factors and consumer behavior on carbon dioxide emissions in the United Kingdom. *Journal of Industrial Ecology*, ۱٤: ٥٠–٧٢.

Battles, S. J., and B. Hojjati. ۲۰۰٥. Two Decades of U.S. household trends in energy-intensity indicators: A look at the underlying factors. *The 28th annual international association for energy economics, international conference*, United States Association for Energy Economics, June ۳, ۲۰۰٥

Bhattacharjee, S. ۲۰۱۱. Socio-economic factors affecting individual household energy. Proceedings of *the ASME 2011 5th International Conference on Energy Sustainability ES2011* August ۷-۱۰, ۲۰۱۱. Washington DC, USA.

Brand, C., and B. Boardman. ۲۰۰۸. Taming of the few: The unequal distribution of greenhouse gas emissions from personal travel in the UK. *Energy Policy*, ۳٦: ۲۲٤-۲۳۸.

Brounen, D., N. Kok, and J. Quigley. ۲۰۱۲. Residential energy use and conservation: Economics and demographics. *European Economic Review*, ٥٦: ۹۳۱–۹٤٥

Büchs, M., and S.V. Schnepf. ۲۰۱۳. Who emits most? Associations between socio-economic factors and UK households' home energy, transport, indirect and total $Co_۲$ emissions. *Ecological Economics*, ۹۰: ۱۱٤–۱۲۳

Chen, T. ۲۰۱۷. The factors affecting electricity consumption and the consumption characteristics in the residential sector: a case example of Taiwan. S*ustainability*, **۹(۸)**.

Das, A., and S.K. Paul. ۲۰۱٤. $Co_۲$ emissions from household consumption in India between ۱۹۹۳-۹٤ and ۲۰۰٦-۰۷: A decomposition analysis. *Energy Economics*, ٤۱: ۹۰-۱۰٥

DEFRA. ۲۰۰۸. *Distributional impacts of personal carbon t*rading. Department for Environment, Food and Rural Affairs. London.

Druckman, A., and T. Jackson. ۲۰۰۸. Household energy consumption in the UK: A highly geographically and socio-economically disaggregated model. *Energy Policy*, ۳٦: ۳۱۷۷-۳۱۹۲

Druckman, A., Y. Hartfree, D. Hirsch, and K. Perren. ۲۰۱۱. *Sustainable income standards: Towards a greener minimum?* York: Joseph Rowntree Foundation.

Druckman, A., and T. Jackson. ۲۰۱٦. *Understanding households as drivers of carbon emissions*. in: Clift, R. and A. (Edts). *Taking stock of industrial ecology*. Springer Cham Heidelberg New York, Dordrecht, London. DOI ۱۰,۱۰۰۷/۹۷۸-۳-۳۱۹-۲۰٥۷۱-۷

Feng Z.H., L.L. Zou, and Y.M. Wei. ۲۰۱۱. The impact of household consumption on energy use and $Co_۲$ emissions in China. *Energy*, ۳٦: ٦٥٦–٦۷۰.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]

Gough, S., V. Abdallah, J. Johnson, C. Ryan-Collins, and D. Smith. ۲۰۱۱. *The distribution of total greenhouse gas emissions by households in the UK, and some implications for social policy* .Case paper ۱۵۲. Centre for Analysis of Social Exclusion. London.

Guan D.B.; K. Hubacek, C.L. Weber, G.P. Peters, and D. Reiner. ۲۰۰۸. The drivers of Chinese Co۲ emissions from ۱۹۸۰ to ۲۰۳۰. *Human and Policy Dimensions,* ۱۸: ٦۲٦–٦۳٤.

Guertin, C., S.C. Kumbhakar, and A.K. Duraiappah. ۲۰۰۳. *Determining demand for energy services: Investigating income-driven behaviors*. International Institute for Sustainable Development: http://www.iisd.org/pdf/۲۰۰۳/energy determining-demand.pdf

Jones, C.M., and D.M. Kammen. ۲۰۱۱. Quantifying carbon footprint reduction opportunities for the U.S households and communities. *Environmental Science & Technology*, **٤٥**: ٤۰۸۸–٤۰۹٥.

Laicāne, I., A. Blumberga, M. Rošā, and D., Blumberga. ۲۰۱٤. Determinants of household electricity consumption savings: A Latvian case study. *Agronomy Research,* **۱۲(۲)**: ٥۲۷–٥٤۲.

Li, J., X. Huang, H. Yang, X. Yi, Q. Jiansheng and Z. Zhang. ۲۰۱٦. Situation and determinants of household carbon emissions in northwest China. *Habitat International*, **٥۱**:۱۷۸-۱۸۷. DOI: ۱۰,۱۰۱٦/j.habitatint.۲۰۱٥,۱۰,۰۲٤

Liu, W., G. Spaargaren, N. Heerink, A.P.J. Mol, and C. Wang. ۲۰۱۳. Energy consumption practices of rural households in north China: Basic characteristics and potential for low carbon development. *Energy Policy*, **٥٥:** ۱۲۸-۱۳۸.

Nababan, T.S. ۲۰۱٥. *The factors affecting the household energy consumption, energy elasticity, and energy intensity in Indonesia*. Munich Personal RePEc Archive, Available in: http://mpra.ub.uni-muenchen.de/٦٦۲٥۷/

Nuryanti, S., and S. Herdinie. ۲۰۰۷. Analysis of the characteristics of energy consumption in the household sector in Indonesia. Proceedings of the *Third National Seminar on Human Resources for Nuclear Technology*, Yogyakarta, ۲۱-۲۲ November ۲۰۰۷: ۱۷۱ – ۱۸۲.

OECD, ۲۰۱۱, *OECD green growth studies: Energy.* OECD Publication

Qi, Y. ۲۰۱۲. *Annual review of low carbon development in China (2011–2012)*. Social Sciences Academic Press. Beijing.

Qu, J., J. Zeng, Y. Li, Q. Wang, T. Maraseni, L. Zhang, et al. ۲۰۱۳. Household carbon dioxide emissions from peasants and herdsmen in northwestern arid-alpine regions, China. *Energy Policy*, **٥۷:** ۱۳۳-۱٤۰.

Roberts, S. (۲۰۰۸). Demographics, energy and our homes. Energy Policy, **۳٦(۱۲),** ٤٦۳۰-٤٦۳۲

Serino, M.N.V., and S. Klasen. ۲۰۱٥. Estimation and determinants of the Philippines' household carbon footprint. *The Developing Economies*, **٥۳(۱)**: ٤٤-٦۲

Shakouri, H., A. Najmi, and A. Keramati. ۲۰۱٤. Energy consumption in the residential sector: A study on critical factors. *International Journal of Sustainable Energy* · June ۲۰۱٤. DOI: ۱۰,۱۰۸۰/۱٤۷۸٦٤٥۱,۲۰۱٤,۹۳۰٤٦٦

Silverman, D. ۲۰۱۸. *Energy units and conversions*. U.C. Irvine, Physics and Astronomy Availlable in: https://www.physics.uci.edu/~silverma/units.html

Statistica (Web Site). ۲۰۱۸. *Largest producers of territorial fossil fuel Co_2 emissions worldwide in 2018 based on their share of global Co_2 emissions*. Retrieved ۲۰۲۰-۰٤-۱۷ from: https://www.statista.com/statistics/۲۷۱۷٤۸/the-largest-emitters-of-co۲-in-the-world/

The horizon ۲۰۲۰ programme of the EU. ۲۰۱۷. *Understanding variation in energy consumption methodological report*. Available in: http://www.indicators.odyssee-mure.eu/php/odyssee-decomposition/documents/interpretation-of-the-energy-consumption-variation-glossary.pdf

Tukker, A., M. J. Cohen, K. Hubacek, and O. Mont. ۲۰۱۰. The impacts of household consumption and options for change. *Journal of Industrial Eco*logy, ۱٤: ۱۳–۳۰.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]

Wang, Y., Z. Minjuan and C. Wei. ۲۰۱۸. Spatial effect of factors affecting household $Co_۲$ emissions at the provincial level in China: A geographically weighted regression model. *Carbon Mannagement*, **۲(۲)**: ۱۸۷-۲۰۰.

Wang, Z. ۲۰۱۲. *Study on calculation and impact factors of carbon emissions from residents' consumption*. University of Science and Technology of China

Wier, M., J. Lenzen, S. Munksgaard. SmedEffects of household consumption patterns on $Co_۲$ requirements. *Economic Systems Research*, **۱۳**: ۲۵۹-۲۷٤

Wood, G., and M. Newborough. ۲۰۰۷. Energy-use information transfer for intelligent homes: Enabling energy conservation with central and local displays. *Energy and Buildings.* **۳۹:** ٤۹٥–٥۰۳.

World Bank Group. ۲۰۲۰. *Fossil fuel energy consumption*. Available in: https://data.worldbank.org/indicator/eg.use.comm.fo.zs, ۲۰۲۰-۰٤-۱۷

Xu, X., T.Y. Tan, S. Chen, G. Yang, and W. Su. ۲۰۱٥. Urban household carbon emission and contributing factors in the Yangtze River Delta. *China. PLoS One*, **۱۰(٤)**, doi: ۱۰,۱۳۷۱/journal.pone.۰۱۲۱٦۰

Yang, X.M, Y.S. Ge and H.Y. Zeng. ۲۰۱۰. The household carbon emission analysis under individual consumer behavior. *China's Population Resources and Environment*, **۲۰**:۳٥–٤۰.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.89]