

بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی بخش خانگی استان‌های کشور

مجتبی بهمنی^۱

استادیار اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان mbahmani@uk.ac.ir

آرش جمشیدنژاد

کارشناس ارشد علوم اقتصادی دانشگاه باهنر کرمان arash_jam_eco@yahoo.com

محمد صالح انصاری لاری

کارشناس ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه باهنر کرمان saleh.ansari.lari@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۴/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۸

چکیده

الگوسازی تقاضای انرژی در بخش‌های مختلف مصرف‌کننده‌ی انرژی، از جمله اقدامات لازم برای مدیریت بهتر بخش انرژی و سیاست‌گذاری مناسب به منظور افزایش بهره‌وری در این بخش بوده و کارایی انرژی همواره از اهداف اصلی سیاست‌گذاران بخش انرژی می‌باشد. در این مطالعه به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی بخش خانگی در ایران و برآورد تابع تقاضای انرژی این بخش پرداخته می‌شود. مصرف انرژی بخش خانگی استان‌های مختلف طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۱ با استفاده از رویکرد اقتصادسنجی فضایی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که مصرف انرژی نسبت به قیمت بسیار کم‌کشش و نسبت به سطح درآمد سرانه‌ی خانوار و جمعیت، باکشش می‌باشد و با افزایش اندازه‌ی بعد خانوار، مصرف انرژی کاهش می‌یابد. هم‌چنین نتایج حاکی از معنی‌دار نبودن اثر تعداد خانه‌های مسکونی بر مصرف انرژی است و این که مصرف انرژی در استان‌ها از یک الگوی فضایی پیروی می‌کند.

طبقه‌بندی JEL: N75, O13, P28, Q40

کلید واژه: مصرف انرژی، بخش خانگی، قیمت انرژی، اقتصادسنجی فضایی

۱- مقدمه

الگوسازی تقاضای انرژی در بخش‌های مختلف مصرف‌کننده‌ی انرژی، از جمله اقدامات لازم برای مدیریت بهتر بخش انرژی و سیاست‌گذاری مناسب به منظور افزایش بهره‌وری در این بخش است. صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای هدف اصلی دولت‌ها در سراسر جهان است و ایران نیز از این امر مستثنی نمی‌باشد. به ویژه در سال‌های اخیر اقدامات زیادی انجام شده و تشویق‌های زیادی برای افزایش کارایی انرژی در نظر گرفته شده است. افزایش قیمت حامل‌های انرژی و روش‌های جدید قیمت‌گذاری، تدوین مقررات استاندارد ساخت و ساز، ایجاد وبسایت‌های گوناگون، تبلیغات رسانه‌ای از صدا و سیما و الزام تولیدکنندگان لوازم انرژی بر به افزایش کارایی از کارهای انجام گرفته برای افزایش کارایی انرژی است. سیاست‌های کارایی انرژی مسئله‌ی جدیدی نیست و کارایی انرژی همواره از اهداف اصلی سیاست‌گذاران بخش انرژی بوده است. اصولاً یکی از مأموریت‌های مراکز علمی مربوطه باید ارتقای کارایی انرژی باشد و به ملت یک کشور کمک کند تا منابع خود را مدیریت نماید. با توجه به رایج بودن استفاده از سوخت‌های فسیلی در بخش خانگی و پایان‌پذیر بودن این منابع، مدیریت مصارف انرژی در کشور دارای اهمیت فراوانی است. بخش خانگی یکی از بخش‌های اصلی مصرف‌کننده‌ی انرژی است که مصارف آن را گرمایش، سرمایش و پخت و پز تشکیل می‌دهد. طی دوره‌ی ۱۳۸۴-۱۳۵۰، این بخش همواره بیش‌ترین سهم را از مصرف انرژی در کل کشور داشته است. طی این دوره، سهم بخش خانگی از کل مصرف انرژی به طور متوسط ۲۸/۲ درصد بوده است. این در حالی است که متوسط سهم بخش‌های صنعت، حمل و نقل و کشاورزی به ترتیب ۲۱/۴، ۲۰/۷ و ۵ درصد گزارش شده است. مصرف انرژی در این بخش به استثنای برخی سال‌ها، همواره یک روند صعودی داشته، به گونه‌ای که متوسط نرخ رشد آن ۷/۸ درصد بوده است. (منظور و همکاران، ۱۳۸۸)

امروزه بسیاری از اندیشمندان اقتصادی و علوم منطقه‌ای بر این باورند که وضعیت اقتصادی یک منطقه نه تنها تحت تأثیر عملکرد و رفتار اقتصادی آن منطقه است، بلکه متأثر از مناطق مجاور خود نیز می‌باشد. هنگام برخورد با داده‌های مکانی، استفاده از روش‌های مرسوم اقتصادسنجی به دلیل وجود وابستگی فضایی بین مشاهدات و ناهمسانی فضایی در داده‌ها، نتایج را دچار خطا یا تورش می‌کند. از این رو در این مقاله با استفاده از روش اقتصادسنجی فضایی به تجزیه و تحلیل تقاضای انرژی پرداخته

می‌شود. در این پژوهش تقاضای انرژی بخش خانگی شامل برق، گاز طبیعی و نفت سفید در ۲۸ استان ایران طی دوره‌ی ۱۳۸۸-۱۳۸۱ بررسی می‌شود. در بخش‌های بعد به بیان پیشینه‌ی تحقیق، مبانی نظری، معرفی داده‌ها و مدل، برآورد مدل و در نهایت تفسیر نتایج و نتیجه‌گیری پرداخته می‌شود.

۲- پیشینه‌ی تحقیق

مطالعات گسترده‌ای در زمینه‌ی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی انجام گرفته است. کامرشن و پرت^۱ (۲۰۰۴)، تقاضای بخش خانگی و صنعتی و همچنین تقاضای کل برق را طی سال‌های ۱۹۷۳-۱۹۹۸ با استفاده از روش سیستم معادلات هم‌زمان و روش تعدیل جزیی تخمین زده‌اند. روش سیستم معادلات هم‌زمان نشان می‌دهد که مشتریان مسکونی نسبت به مشتریان صنعتی نسبت به قیمت حساس‌ترند و همچنین متغیر آب و هوا دارای بیش‌ترین تأثیر در بخش مسکونی می‌باشد و آب و هوای سرد تقاضا را بیش‌تر از آب و هوای گرم تحت تأثیر قرار می‌دهد. رهدانز^۲ (۲۰۰۷)، مخارج خانوارها را برای گرمایش هوا و عرضه‌ی آب گرم در آلمان مورد بررسی قرار داده است. در این پژوهش بیش از ۱۲۰۰۰ خانوار آلمانی طی سال‌های ۱۹۹۸-۲۰۰۳ پوشش داده شده‌اند و ویژگی خانوارها و همچنین خانه‌های مسکونی مورد توجه قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد خانوارهایی که مالک مسکن هستند بیش‌تر از خانوارهایی که مستاجر هستند نسبت به قیمت حساسند. دلیل این مسئله، انگیزه‌ی بیش‌تر مالکان برای نصب تجهیزات با کارایی انرژی بالاتر می‌باشد.

آلبرینی و همکاران^۳ (۲۰۱۱)، مصرف بخش خانگی برق و گاز طبیعی را در ایالات متحده طی سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۹۷ با توجه به نقش درآمد و قیمت بررسی کرده‌اند. داده‌ها به صورت تابلویی^۴ به کار رفته و خانوارهای ۵۰ شهر بزرگ آمریکا را در بر گرفته است. در این مطالعه مدل‌های ایستا و پویای تقاضای برق و گاز تخمین زده شده است. نتایج نشان می‌دهد خانوارها واکنشی قوی نسبت به قیمت انرژی چه در بلندمدت و چه در کوتاه‌مدت نشان می‌دهند. البته کشش قیمتی تقاضای برق با افزایش درآمد، کاهش

1- Kamerschen & porter

2- Rehdanz

3- Alberini et all

4- Panel Data

می‌یابد، اما میزان آن کوچک است. کریسترم^۱ (۲۰۱۳) در مقاله‌ی خود، مروری بر کارهای انجام گرفته در زمینه‌ی تقاضای انرژی خانگی انجام داده است. بعضی از مطالعات تجربی در این زمینه، رابطه‌ی مثبت و برخی رابطه‌ی منفی بین متغیرهای جمعیتی و مصرف انرژی را نشان می‌دهند. هم‌چنین مهم‌ترین متغیر مؤثر بر تقاضای انرژی، درجه‌ی حرارت می‌باشد. از آن‌جا که اثر متغیرهای جمعیتی روی مصرف انرژی را می‌توان از اثر درآمدی جدا کرد، مطالعات نشان می‌دهد، مصرف انرژی در طول چرخه‌ی زندگی و بین گروه‌های قومی و رویه‌های فرهنگی^۲ متفاوت است. برونن و همکاران^۳ (۲۰۱۳)، در پژوهش خود، آگاهی، میزان سواد و رفتار خانوارها را با توجه به مخارجشان روی مصرف انرژی بررسی کرده‌اند. در این مطالعه دانش انرژی ۱۷۲۱ خانوار هلندی سنجیده شده و آگاهی آن‌ها از مصرف انرژی خودشان و اقداماتی که می‌توان برای کاهش هزینه انجام داد، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از پایین بودن دانش انرژی در بین آن‌ها بوده است، به طوری که تنها ۵۶ درصد آن‌ها از صورتحساب هزینه‌ی انرژی ماهانه خود آگاهی داشته‌اند و ۴۰ درصد خانوارها تصمیم به سرمایه‌گذاری در خرید تجهیزات کارا تر را مناسب ندیده‌اند. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که دانش انرژی و میزان آگاهی، روی رفتار مصرف‌کننده برای گرمایش و سرمایش اثر مستقیم ندارد.

پژوهش‌های داخلی بسیاری نیز در زمینه‌ی مصرف انرژی بخش خانگی انجام گرفته است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

لطفعلی پور و باقری (۱۳۸۲)، تابع گاز طبیعی بخش خانگی شهر تهران را طی دوره‌ی ۱۳۷۴-۱۳۷۸ بررسی کرده‌اند. آن‌ها در این مطالعه با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی^۴ (OLS) به روش خطی و لگاریتمی تقاضای گاز طبیعی را تخمین زده‌اند. نتایج نشان می‌دهد گاز طبیعی در بخش خانگی شهر تهران کم‌کشش بوده و کالایی ضروری می‌باشد. دلیل این امر جانشین‌های محدود این حامل انرژی است. مهم‌ترین عامل مؤثر بر میزان مصرف گاز، شرایط آب و هوایی می‌باشد. لطفعلی‌پور و لطفی (۱۳۸۳)، عوامل مؤثر بر تقاضای برق خانگی استان خراسان را در دوره‌ی ۱۳۸۰-

1- Kristrom

2- Cultural Practices

3- Brounen et all

4- Ordinary Least Squares

۱۳۵۵ بررسی کرده‌اند. این پژوهش نیز با روش OLS انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که قیمت برق و هزینه‌ی خانوار، تأثیر معناداری بر مصرف برق ندارند. همچنین کشش متقاطع قیمتی نفت و گاز طبیعی نشان‌دهنده این است که انرژی برق و سایر سوخت‌های جایگزین نمی‌توانند به راحتی جایگزین یکدیگر شوند. همچنین ضریب متغیر مصرف دوره‌ی قبل نشان می‌دهد مصرف‌کنندگان خانگی طبق عادات قبلی مصرف خود عمل می‌کنند.

منظور و اینانلو (۱۳۸۴)، تابع تقاضای انرژی خانگی در ایران را با استفاده از داده‌های سری زمانی بین سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۵۰ برآورد کرده‌اند. رویکرد مقاله‌ی مذکور، روش حداقل مربعات پویا (DOLS^۱)، می‌باشد. بر اساس نتایج این مطالعه، کشش‌های درآمدی و قیمتی انرژی خانگی، به ترتیب ۰/۷۵ و -۰/۴۴ است. کشاورز حداد و میرباقری (۱۳۸۶)، تابع تقاضای گاز طبیعی بخش خانگی و تجاری را طی دوره‌ی ۱۳۸۳-۱۳۷۴ بررسی کرده‌اند. روش مورد استفاده در این مطالعه مدل سری زمانی ساختاری (STSM)^۲ می‌باشد. به کارگیری این روش در برآورد روند اصلی تقاضای انرژی، بین عوامل اقتصادی مانند قیمت و درآمد و عوامل غیراقتصادی نظیر تغییر سلیقه‌ی مصرف‌کنندگان، پیشرفت تکنولوژی و سایر عوامل غیرقابل مشاهده تفکیک ایجاد می‌کند. کشش بلندمدت درآمدی ۰/۱۷ برآورد شده است که نشان از ضروری بودن گاز طبیعی در سبد مصرف‌کنندگان دارد. همچنین کشش قیمتی حدود ۰/۱۳- به دست آمده است که کوچک بودن آن نشان می‌دهد، مصرف‌کننده به جای گاز طبیعی حامل انرژی مناسب‌تری نمی‌تواند پیدا کند. منظور و همکاران (۱۳۸۸)، با رویکرد تابع تقاضای انعطاف‌پذیر نسبتاً ایده‌آل، به مدل‌سازی تقاضای انرژی خانگی در ایران پرداخته‌اند. در این مطالعه از داده‌های سری زمانی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۵۰ استفاده شده و همه‌ی سوخت‌های مصرفی در این بخش شامل برق، نفت سفید، نفت گاز و گاز طبیعی به صورت جداگانه مدل‌سازی شده‌اند. تمامی کشش‌های درآمدی مثبت و کشش‌های قیمتی منفی به دست آمده‌اند. همچنین برق و گاز طبیعی نسبت به قیمت کشش‌پذیر و سایر فرآورده‌ها کم‌کشش می‌باشند.

1- Dynamic Ordinary Least Squares

2- Structure Time Series Model

نوروزی (۱۳۸۸)، به برآورد تقاضای انرژی مفید بخش خانگی در ایران به تفکیک گروه‌های هزینه‌ای مختلف خانوار پرداخته است. در این مقاله از روش برآورد تقاضای انرژی MADE-II بهره گرفته شده است که لحاظ کردن توزیع درآمدی خانوار در الگوی تقاضای انرژی مفید، مهم‌ترین ویژگی این مدل می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که گرمایش، بیش‌ترین تقاضای انرژی مفید (حدود هفتاد درصد کل تقاضا) بخش خانگی را تشکیل می‌دهد. از میان استان‌های کشور چهارم‌حال بختیاری بیش‌ترین و استان هرمزگان کم‌ترین تقاضای سرانه‌ی خانوار را به خود اختصاص داده‌اند. امامی‌میبدی و همکاران (۱۳۸۹)، تابع تقاضای گاز طبیعی را به روش فیلتر کالمن برای بخش خانگی شهر تهران برآورد کرده‌اند. دلیل استفاده از این تکنیک، جلوگیری از تأثیر متغیرهایی که از مدل حذف شده‌اند و هم‌چنین عوامل غیرقابل مشاهده می‌باشد. بر اساس نتایج این مطالعه، کشش‌های درآمدی و قیمتی به ترتیب ۰/۱۱۴ و ۰/۰۹۸- می‌باشند.

۳- مبانی نظری

تقاضای مسکونی برای انرژی از تقاضا برای گرم کردن خانه، آشپزی، آب گرم، روشنایی و غیره نتیجه می‌شود و می‌تواند در چارچوب تئوری تولید خانوار بیان شود. خانوارها کالاهایی را از بازار می‌خرند و آن‌ها را در تولید کالاهای دیگری به کار می‌برند که در تابع مطلوبیت خانوارها وارد می‌شود. در بخش مسکونی ایران، مهم‌ترین سوخت‌هایی که به کار می‌رود برق، گاز طبیعی و نفت سفید هستند. نفت کوره و گاز مایع کم اهمیت‌تر می‌باشند. با چشم‌پوشی از سوخت‌های کم کاربرد، فرض می‌شود خانوارها برق، گاز طبیعی، نفت سفید و تجهیزات سرمایه‌ای را برای تولید کالای ترکیبی انرژی به کار می‌برند.

تابع تولید کالای ترکیبی انرژی (S) می‌تواند به صورت زیر نوشته شود:

$$S = s(E, G, O, CS) \quad (1)$$

که در آن E الکتریسیته، G گاز، O نفت سفید و CS موجودی سرمایه‌ای وسایل انرژی بر می‌باشد. تولید کالای ترکیبی (S)، که خدمات انرژی نامیده می‌شود، با مقدار برق، گاز و نفت خریداری شده و میزان موجودی سرمایه‌ی وسایل انرژی بر تعیین می‌شود. خدمات انرژی (S) در تابع مطلوبیت خانوارها هم‌راستا با مصرف کل (X) وارد می‌شود. تابع مطلوبیت از ویژگی‌های خانوار (Z) و آب و هوای آن منطقه‌ای که در آن

ساکن‌اند، متأثر می‌شود. متغیرهای آب و هوا و شرایط جوی به صورت (W) در مدل مشخص می‌شود.

$$U=u(s(E,G,O,CS), X, Z, W) \quad (۲)$$

خانوارها مطلوبیت‌شان را با توجه به قید بودجه حداکثر می‌کنند (آلبرینی و فیلیپینی^۱، ۲۰۱۱):

$$Y - P_s.S - X=0 \quad (۳)$$

که در آن Y درآمد پولی و Ps قیمت کالای ترکیبی انرژی است. قیمت مصرف کل (X)، یک در نظر گرفته می‌شود. حل این مسأله‌ی بهینه‌سازی، توابع تقاضای EN، CS، X را به دست می‌دهد.

$$EN^* = E^* (P_E, P_G, P_O, P_{CS}, Y ; Z, W) \quad (۴)$$

$$CS^* = CS^* (P_E, P_G, P_O, P_{CS}, Y ; Z, W) \quad (۵)$$

$$X^* = X^* (P_E, P_G, P_O, P_{CS}, Y ; Z, W) \quad (۶)$$

در معادله‌ی ۴، ۵ و ۶، P_{CS} نشان‌دهنده‌ی قیمت موجودی سرمایه‌ی وسایل انرژی‌بر می‌باشد. EN کل مصرف انرژی (برق، گاز طبیعی و نفت سفید) در نظر گرفته شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در بهینه کردن میزان مصرف انرژی، قیمت برق، گاز طبیعی و نفت سفید (به عنوان حامل‌های انرژی)، درآمد، ویژگی‌های خانوار و وضعیت آب و هوا مؤثر هستند. معادلات ۴ تا ۶ تعادل بلندمدت خانوار را توصیف می‌کنند. این مدل ایستاست و در آن فرض شده که با تغییر قیمت‌ها و درآمد، مقادیر تعادلی جدید به صورت آنی تعدیل می‌شود. به ویژه فرض می‌شود که خانوارها می‌توانند میزان استفاده از انرژی و موجودی وسایل را با تعدیل آنی و پیوسته‌ی درآمد یا قیمت تغییر دهند (آلبرینی و فیلیپینی، ۲۰۱۱). در این مقاله، معادله‌ی ۴ بررسی خواهد شد. بر اساس مباحث مطرح شده و بر طبق معادله‌ی ۴، رابطه‌ی ۷ ارائه می‌شود. در رابطه‌ی ۷ قیمت انرژی به صورت میانگین وزنی از قیمت سه حامل انرژی برق، گاز طبیعی و نفت سفید در نظر گرفته می‌شود. برای متغیر آب و هوا و شرایط جوی (W)، در معادله‌ی ۴ نیز، متغیرهای CDD و HDD به کار رفته است. هم‌چنین ویژگی‌های خانوار (Z)، با متغیر میانگین اندازه‌ی بعد خانوار در رابطه نشان داده می‌شود. با توجه به

مباحث مطرح شده برای تقاضای انرژی بخش خانگی استان‌های کشور و داده‌های در دسترس، رابطه‌ی زیر ارائه می‌شود:

$$EN_{it} = f(P_{it}, Y_{it}, POP_{it}, ahs_{it}, HDD_{it}, CDD_{it}, hous_{it}) \quad (7)$$

EN_{it} مصرف کل انرژی (برق، گاز طبیعی و نفت سفید) بخش خانگی، P_{it} قیمت واقعی انرژی، Y_{it} درآمد سرانه‌ی واقعی، POP_{it} جمعیت، ahs_{it} میانگین اندازه‌ی بعد خانوار، HDD_{it} نیاز به گرمایش، CDD_{it} نیاز به سرمایش، $hous_{it}$ تعداد خانه‌های مسکونی برای استان i در سال t می‌باشند. لازم به ذکر است، اگر متغیرها به صورت لگاریتمی به کار روند، ضرایب برآوردی نشان‌دهنده‌ی کشش تقاضا می‌باشند.

۴- داده‌ها و معرفی مدل

متغیرهای به کار رفته در این مطالعه عبارتند از: مصرف انرژی در بخش خانگی استان‌های کشور به عنوان متغیر وابسته که شامل کل مصرف انرژی (شامل گاز طبیعی، برق و نفت سفید) در هر سال به میلیون BTU^3 ، درآمد سرانه‌ی واقعی هر استان به میلیون تومان، قیمت واقعی انرژی برای هر سال در هر استان، جمعیت هر استان، میانگین بعد خانوار هر استان، میانگین نیاز به سرمایش (CDD) و نیاز به گرمایش (HDD) هر استان.

داده‌های انرژی شامل مصرف انرژی و قیمت آن‌ها از ترانزنامه‌ی انرژی کشور و داده‌های جمعیت، درآمد سرانه، میانگین بعد خانوار و تعداد خانه‌ها از مرکز آمار کشور به دست آمده‌اند. برای داده‌های میانگین نیاز به سرمایش (CDD) و نیاز به گرمایش (HDD) هر استان نیز از داده‌های مرکز هواشناسی کشور استفاده شده است. قابل توجه است که بر اساس سهم هر کدام از انرژی‌های گفته شده در مصرف انرژی خانگی کشور، میانگین وزنی از قیمت واقعی آن‌ها در هر سال گرفته شده است. هم‌چنین درآمد سرانه‌ی واقعی هر استان نیز از تقسیم تولید ناخالص داخلی بر حسب میلیون ریال (بدون ارزش افزوده بخش نفت) تقسیم بر جمعیت هر استان به دست آمده است. متغیرهای نیاز به گرمایش و نیاز به سرمایش نیز به صورت زیر محاسبه می‌شوند.

$$CDD = \sum(T - \theta 2) \quad \theta 2 = 21^{\circ}C \quad (8)$$

$$HDD = \sum(\theta 1 - T) \quad \theta 1 = 18^{\circ}C \quad (9)$$

1- Heating Degree Day
2- Cooling Degree Day
3- British Thermal Unit

که در آن CDD و HDD به درجه- روز و T دمای روزانه به سانتیگراد است و θ_2 و θ_1 استانه‌ی دمایی هستند. با توجه به داده‌های در دسترس، دوره‌ی زمانی این پژوهش نیز ۱۳۸۸-۱۳۸۱ در نظر گرفته شده است.^۱ در جدول ۱ توصیف آماری متغیرهای مورد استفاده در این مقاله ارایه شده است. منظور از بیشینه و کمینه، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین عدد بین ۲۲۴ داده می‌باشد (دوره‌ی ۸ ساله ضرب در تعداد مقاطع که ۲۸ است) که نام استان مورد نظر نیز به آن اضافه شده است. هم‌چنین، به دلیل نبود داده‌های استانی به صورت مجزا طی دوره‌ی ۱۳۸۸-۱۳۸۱، استان‌های خراسان شمالی، رضوی و جنوبی به صورت یکپارچه زیر عنوان خراسان بزرگ و استان البرز نیز زیر مجموعه‌ی تهران در نظر گرفته شده است.

جدول ۱- مصرف انرژی بخش خانگی

متغیرها معرفی	علامت اختصاری	میانگین	انحراف معیار	بیشینه	کمینه
مصرف انرژی (میلیون BTU)		۵۱۳۳۲/۱	۸۶۲۸۲/۳	۵۳۳۶/۲ (تهران)	۶۲۴/۲ (کهگیلویه و بویراحمد)
درآمد سرانه‌ی واقعی		۲۳/۲	۱۳/۳	۷۸/۵ (تهران)	۴/۷ (سیستان و بلوچستان)
قیمت واقعی انرژی		۸۷/۶	۱۹/۲	۱۴/۴	۵۹/۷
جمعیت (۱۰۰۰ نفر)		۲۴۹۸	۲۵۵۵	۱۴۱۴ (تهران)	۵۲۲ (ایلام)
میانگین بعد خانوار		۴/۷	۰/۷	۷/۴ خوزستان	۳/۴ سمنان
نیاز به گرمایش (Base 18°C)		۱۶۰۱/۷	۷۷۱/۷	۳۲۲۰/۳ (اردبیل)	۲۵/۵ (هرمزگان)
نیاز به سرمایش (Base 21°C)		۸۹۵/۱	۶۶۱/۸	۲۷۹۸/۲ (خوزستان)	۱۲/۳ (اردبیل)
تعداد خانه‌های مسکونی (۱۰۰۰ واحد)	hou	۶۰۵/۸	۷۳۷/۳	۴۵۷۰/۹ (تهران)	۸۱/۳ (کهگیلویه و بویراحمد)

مأخذ: محاسبات تحقیق

۱- آخرین ترازنامه‌ی انرژی منتشر شده که دارای داده‌های استانی انرژی می‌باشد، مربوط به پایان سال ۱۳۸۹ است، اما داده‌های استانی مصرف استانی گاز طبیعی تنها تا پایان سال ۱۳۸۸ اعلام شده و به همین علت اجباراً دوره‌ی زمانی پژوهش تا پایان سال ۱۳۸۸ می‌باشد.

بر اساس ادبیات موضوع و مبانی نظری مربوط به تقاضا (رابطه‌ی ۷)، به معرفی مدل پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است که تمامی داده‌ها به صورت لگاریتمی به کار برده می‌شوند. مدل زیر مدل تجربی برای تقاضای انرژی است:

$$\ln EN_{it} = \beta_1 + \beta_{PE} \ln P_{PEit} + \beta_Y \ln y_{Yit} + \beta_{pop} \ln POP_{it} + \beta_{ahs} \ln ahs_{it} + \beta_{HDD} \ln HDD_{it} + \beta_{CDD} \ln CDD_{it} + \beta_{hous} \ln hous_{it} + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

E_{it} لگاریتم طبیعی مصرف کل انرژی، P_{PEit} قیمت واقعی انرژی، y_{Yit} درآمد سرانه‌ی واقعی، POP_{it} جمعیت، ahs_{it} میانگین بعد خانوار، HDD نیاز به گرمایش، CDD نیاز به سرمایش و $hous$ تعداد خانه‌های مسکونی می‌باشند. در مدل زیر علاوه بر متغیرهای گفته شده، متغیر مصرف انرژی دوره‌ی قبل نیز به آن اضافه می‌شود که در آن $E_{i,t-1}$ نشان‌دهنده‌ی تقاضای انرژی دوره‌ی قبل است.

$$\ln EN_{it} = \beta_1 + \beta_{Et-1} \ln E_{i,t-1} + \beta_{PE} \ln P_{PEit} + \beta_Y \ln y_{Yit} + \beta_{pop} \ln POP_{it} + \beta_{ahs} \ln ahs_{it} + \beta_{HDD} \ln HDD_{it} + \beta_{CDD} \ln CDD_{it} + \beta_{hous} \ln hous_{it} + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

اولین آزمونی که برای تشخیص خودهم‌بستگی به کار می‌رود، آماره‌ی موران است. این آزمون نشان‌دهنده‌ی هم‌بستگی فضایی می‌باشد و در حقیقت بیان‌کننده‌ی این است که تخمین‌ها به صورت معناداری از روش‌های مرسوم (سنتی) متفاوت هستند. این آماره در زیر نشان داده است. در صورتی که این آماره بزرگ‌تر از ۱/۹۶ باشد، فرض H_0 مبنی بر عدم خودهم‌بستگی فضایی رد می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در این‌جا این آماره برابر ۳/۵۷ است که نشان‌دهنده رد شدن فرضیه‌ی H_0 و تأیید خودهم‌بستگی فضایی در اجزای اخلاص می‌باشد.

جدول ۲ - آزمون موران برای بررسی خودهم‌بستگی در اجزای اخلاص

Moran I	۰/۰۴۸
Moran I-statistic	۳/۵۷
Marginal Prob	۰/۰۲
Mean	۰/۰۸
Standard dev.	۰/۱۱

مأخذ: محاسبات تحقیق

دومین آزمونی که در این زمینه به کار می‌رود، آزمون نسبت درستنمایی^۱ است. در صورتی که این آماره بزرگ‌تر از $6/635$ باشد، فرض H_0 مبنی بر عدم هم‌بستگی فضایی رد می‌شود. همان طور که نتایج این آماره نشان می‌دهد، فرض H_0 در این جا رد می‌شود.

جدول ۳ - آزمون درستنمایی

LR Value	۸/۵۸
Marginal prob.	۰/۰۴
Chi-squared Value	۷/۰۴

مأخذ: محاسبات تحقیق

۵- رویکرد اقتصادسنجی فضایی

اقتصادسنجی فضایی شاخه‌ای از اقتصادسنجی است که اثرات فضایی^۲ را به کارکرد مدل‌های مقطعی یا ترکیبی رگرسیون اضافه می‌کند. منظور از اثرات فضایی دو دسته از عوامل هستند که به مکان استقرار متغیرها مربوط می‌شوند و می‌توان آن‌ها را تحت عناوین وابستگی فضایی^۳ یا خودهمبستگی فضایی^۴ و ناهمسانی فضایی^۵ توضیح داد. این شاخه از اقتصادسنجی از یک جهت شباهت‌هایی با آمار جغرافی^۶ و آمار فضایی^۷ دارد، اما تفاوت اقتصادسنجی فضایی با آن‌ها درست مثل تفاوت اقتصادسنجی با آمار است (انسلین^۸، ۲۰۰۸). با توجه به این که اقتصادسنجی فضایی به عامل فضا می‌پردازد، اولین کاربردهای آن در علم اقتصاد در علوم منطقه‌ای، اقتصاد شهری و املاک و مستغلات و جغرافیای اقتصادی بروز پیدا کرده است، اما به تدریج، در شاخه‌های دیگر علم اقتصاد مانند مطالعات تقاضا، اقتصاد بین‌الملل، اقتصاد نیروی کار، اقتصاد بخش عمومی، اقتصاد انرژی، مالیه‌ی عمومی محلی و اقتصاد کشاورزی و محیط زیست نیز از روش اقتصادسنجی فضایی استفاده شده است. افزایش توجه اقتصاددانان به استفاده از تکنیک

- 1- Likelihood Ratio Test
- 2- spatial effects
- 3- spatial dependence
- 4- Spatial autocorrelation
- 5- spatial heterogeneity
- 6- geostatistics
- 7- space statistics
- 8- Anselin

اقتصادسنجی فضایی در کارهای تجربی را می‌توان به دو عامل اصلی نسبت داد (انسلین، ۱۹۹۵): یک عامل به تغییر توجهات از تحلیل رفتار فعال اقتصادی به صورت مجزا و مستقل در تعامل با سایر فعالان اقتصادی مربوط می‌شود. در نظریه‌های مربوط به این حوزه تعامل مستقیم بین فعالان اقتصادی در اشکالی مثل هنجارهای اجتماعی، اثرات همسایگی و ... بررسی می‌شود. هم‌چنین، این گونه مطالعات به جنبه‌ی فضایی اثرات خارجی مارشالی و اثرات سرریز^۱ می‌پردازد. عامل دوم افزایش استفاده از اقتصادسنجی فضایی به فراهم شدن اطلاعات جغرافیایی نظیر سیستم اطلاعات جغرافیایی و اطلاعات اقتصادی-اجتماعی مربوط می‌شود.

همان گونه که بیان شد تفاوت اقتصادسنجی فضایی با اقتصادسنجی متعارف را می‌توان با دو موضوع وابستگی فضایی یا خودهم‌بستگی فضایی و ناهمسانی فضایی توضیح داد. در ادامه این دو موضوع مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۱- وابستگی فضایی

در بیش‌تر مطالعات منطقه‌ای از داده‌هایی استفاده می‌شود که بر اساس مشاهدات فضا یا زمان به دست آمده‌اند. این داده‌ها بر اساس مکان استقرار قطعی و یا استقرار نسبی به دست می‌آیند. برای مثال، داده‌های مربوط به جمعیت، اشتغال بر اساس واحدهای اداری مثل استان، ایالت، بخش و ... و بر حسب مکان استقرار جغرافیایی جمع‌آوری می‌شوند. شکل دیگر جمع‌آوری داده‌ها استفاده از تقسیم‌بندی‌هایی مثل کدگذاری بر حسب سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌باشد. وابستگی فضایی به مفهوم وجود ارتباط بین آن‌چه در یک نقطه از فضا رخ می‌دهد با آن‌چه در نقطه‌ی دیگر روی می‌دهد می‌باشد. دو موضوع ممکن است این وابستگی را ایجاد کند. اول، وجود خطای اندازه‌گیری مربوط به مناطق مختلف است. دومین دلیل، بنیادی‌تر بوده و از پدیده‌های مختلف در مورد واکنش‌های فضایی منتج می‌شود.

در کل، دو رویکرد به منظور برخورد با وابستگی فضایی وجود دارد. در یکی از آن‌ها براساس تئوری، ساختاری برای وابستگی فضایی فرض می‌شود. این ساختار در یک مدل رسمی برای تحلیل آماری به کار برده می‌شود. روش دوم مبتنی بر داده است و تفسیری از شکل مناسب وابستگی با استفاده از تعدادی شاخص نظیر آماره‌ی خودهم‌بستگی و

وابستگی متقاطع ارایه می‌دهد (توجه به این رویکرد در تحلیل سری‌های زمانی فضایی ضروری است).

۲- ناهمسانی فضایی

اصطلاح ناهمسانی فضایی به انحراف در روابط بین مشاهده‌ها در سطح مکان‌های جغرافیایی فضا اشاره دارد. فرض کنیم یک رابطه‌ی خطی به صورت زیر داریم:

$$Y_i = X_i \beta_i + \varepsilon_i \quad (12)$$

i بیانگر مشاهده‌های به دست آمده در $i=1, \dots, n$ نقطه در فضا، X_i نشان‌گر بردار یک در k از متغیرهای توضیحی همراه با مجموعه پارامترهای β_i مربوط به آن، Y_i متغیر وابسته در مشاهده یا مکان i و ε_i بیان‌گر خطای تصادفی در رابطه‌ی مذکور است. با توجه به رابطه‌ی فوق، هنگام حرکت در بین مشاهده‌ها، توزیع داده‌های نمونه‌ای نشان‌گر میانگین و واریانس ثابتی نخواهد بود. به طور مثال، چنان‌چه قیمت فروش واحدهای مسکونی در یک شهر بر حسب قیمت به سه دسته گران، متوسط و ارزان تقسیم شود و احتمالاً سه توزیع بر حسب مناطق شمال، مرکز و جنوب وجود داشته باشد و این موضوع قضیه‌ی گاوس مارکوف را از لحاظ این‌که توزیع داده‌های نمونه‌ای دارای میانگین و واریانس ثابت هستند، نقض می‌کند (اکبری، ۱۳۸۴).

چنان‌چه مکان استقرار متغیرها به عنوان مبنایی برای اثرات فضایی در نظر گرفته شود، روش‌های متفاوتی برای لحاظ کردن رابطه‌ی مکانی دو متغیر مفروض قابل اعمال است. مجاورت، فاصله‌ی مکانی، فاصله‌ی اقتصادی و استفاده از شبکه‌های اجتماعی از جمله معیارهایی هستند که می‌توانند مورد توجه قرار گیرند. به هر حال آن‌چه مشخص است در مطالعات فضایی، ارتباط فضایی متغیرها به صورت دو به دو و به صورت عددی بیان می‌شود، لذا داد ارتباط فضایی متغیر مربوط به مکان (یا فضای) i را با متغیر مربوط به مکان (یا فضای) j با w_{ij} نشان دهیم. در این صورت برای داده‌های مقطعی با N مشاهده، ارتباط فضایی متغیرها را می‌توان با ماتریسی N در N که در مطالعات فضایی به ماتریس وزن‌های فضایی^۱ یا ماتریس W معروف است، نمایش داد. معمولاً برای نتیجه‌گیری بهتر از مدل‌ها، اجزای ماتریس وزن‌های فضایی به صورت سطری استاندارد می‌شوند به گونه‌ای که برای هر i ، $\sum_{j=1}^N w_{ij} = 1$ باشد.

دو مسیر اصلی برای ملاحظه‌ی اثرات فضایی در معادلات رگرسیون متعارف وجود دارد؛ یکی از طریق متغیر وابسته و دیگری از مسیر جملات خطا. در روش اول، y_i با توجه به وزن فضایی هر منطقه‌ی دیگر یعنی w_{ij} و ضریب رگرسیون که در این جا ρ در نظر گرفته شده، به مقادیر y_j که $j \neq i$ است مرتبط می‌شود. نتیجه‌ی این رابطه در شکل ماتریسی این است که جمله‌ی ρWy به معادله‌ی رگرسیون متعارف اضافه شود. یعنی داشته باشیم:

$$y = \rho Wy + X\beta + u \quad (۱۳)$$

روش دیگر برای لحاظ کردن اثرات فضایی، استفاده از جمله خطا است. چنانچه اثرات فضایی منشا تأثیر بر جمله خطا باشد، یعنی تغییرات یا دامنه‌ی نوسانات آن تحت تأثیر مقادیر مربوط به سایر مناطق باشد، روش متداول، استفاده از معادله‌ی اضافی زیر در کنار معادله‌ی اصلی رگرسیون می‌باشد:

$$u = \lambda Wu + \varepsilon \quad (۱۴)$$

که در آن ε برداری $n \times 1$ با توزیع نرمال و واریانس ثابت است. حال با توجه به روش‌های فوق، مدل عمومی فضایی برای داده‌های مقطعی به شرح زیر به دست می‌آید (لسیج^۱، ۱۹۹۸، ۲۰۰۸):

$$y = \rho W_1 y + X\beta + u \quad u = \lambda W_2 u + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (۱۵)$$

چنانچه در مدل عمومی (معادله‌ی ۱۴)، $W_2 = 0$ باشد، مدل خود رگرسیون یا خودرگرسیون ترکیبی که از متغیرهای فضایی و متغیرهای مستقل موجود در مدل‌های مرسوم رگرسیونی تشکیل شده است، به دست می‌آید. مدل وقفه‌ی فضایی^۲ به وجود متغیر وابسته با وقفه‌ی فضایی در سمت راست معادله اشاره دارد و به اختصار مدل SAR نامیده می‌شود. اگر در مدل عمومی (معادله‌ی ۱۴)، $W_1 = 0$ باشد، یک معادله‌ی رگرسیونی با خودهم‌بستگی فضایی در جملات اخلاص معروف به مدل خطای فضایی^۳ به شرح زیر به دست می‌آید:

$$y = X\beta + u \quad (۱۶)$$

$$u = \lambda W_2 u + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n) \quad (۱۷)$$

1- Lesage
2- Spatial Lag Model
3- Spatial Error Model

۶- برآورد مدل و تفسیر نتایج

در این قسمت با توجه به مدل‌های معرفی شده و استفاده از داده‌های استان‌های کشور به برآورد مدل پرداخته می‌شود. بر اساس آزمون‌های LM(lag) و LM (error) و با توجه به معناداری این آماره‌ها برای مدل SEM در برابر مدل SAR از مدل SEM استفاده می‌شود که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.^۱

جدول ۴- نتایج آزمون

LM lag_panel Test	
۰/۱۹۴۰	LM Stat
۰/۶۵۹۶	prob
LM error_panel Test	
۱۵۴/۴۰۱۱	LM Stat
۰/۰۰۰۰۰	prob

مأخذ: محاسبات تحقیق

با توجه به مقدار این آماره و احتمال آن، وجود وابستگی فضایی بین متغیرهای وابسته رد می‌شود. وجود آماره‌ی بزرگ‌تر از $۶/۶۳۵$ به معنای رد فرضیه‌ی H_0 (وجود وابستگی فضایی بین متغیرهای وابسته) است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، وجود وابستگی فضایی در اجزای اخلال این مدل تأیید می‌شود و بنابراین مدل SEM نسبت به مدل SAR برتری دارد. حال، از آزمون نسبت هاسمن جهت‌گزینش بین مدل با وجود اثرات ثابت یا تصادفی کمک گرفته می‌شود (الهورست^۲، ۲۰۱۱).

جدول ۵- نتایج آزمون

آزمون Hausman	
۰/۰۰۰۰	Probability

مأخذ: محاسبات تحقیق

۱- لازم به ذکر است که در برآورد مدل به روش فضایی از آزمون ریشه واحد استفاده نمی‌شود و به عبارت دیگر نباید متغیرها را مانا نمود. دلیل اصلی این امر نسبت دادن پراکندگی مشاهدات به عامل مکان است و مانا کردن متغیرها نقش این عامل را از بین خواهد برد.

احتمال کم‌تر از ۵ درصد بیانگر رد مدل اثرات ثابت در مقابل تصادفی است که نتیجه‌ی این آزمون نشان‌دهنده‌ی رد مدل اثرات ثابت در مقابل مدل اثرات تصادفی است.

جدول ۶- ضرایب تخمین زده شده با مدل SEM (عدد داخل پرانتز آماره‌ی t است)

متغیر	مدل ۱۰	مدل ۱۱
عرض از مبدا	-۷/۸*** (-۴/۳۹۶)	-۸/۱۵۳*** (-۴/۱۷۶)
مصرف انرژی دوره‌ی قبل	-	۰/۰۷۱** (۲/۲۶۲)
قیمت واقعی انرژی	-۰/۰۹ (-۰/۸۴۸)	-۰/۲* (-۱/۷۳)
درآمد سرانه‌ی واقعی	۱/۱۳۵*** (۷/۸۴۴)	۱/۰۹۷*** (۶/۴۶)
جمعیت	۱/۰۷۶*** (۱۱/۵۲۵)	۱/۰۹۷*** (۱۱/۷۲)
میانگین اندازه‌ی خانوار	-۰/۶۷۴*** (-۱/۷۷۱)	-۰/۷۱۱* (-۱/۸۸)
نیاز به گرمایش	۰/۱۸۷*** (۲/۰۸۵)	۰/۱۶۶* (۱/۸۶)
نیاز به سرمایش	-۰/۲۲۳*** (-۲/۶۵۷)	-۰/۲۱۵*** (-۲/۶۱)
تعداد خانه‌های مسکونی	۳/۰۴۴*** (۰/۰۰۲)	۰/۰۸ (۰/۴۵)
وابستگی فضایی	۰/۹۳۱** (۲۰/۸۹)	۰/۸*** (۱۹/۲۹)
Teta	۰/۱۰۱ (۰/۴)	۰/۸۶۴*** (۰/۰۰۲)
R ²	۰/۹۳۱	۰/۹۳۳

مأخذ: محاسبات تحقیق

قابل توجه است که *** و ** و * نشان دهنده‌ی معناداری ضرایب به ترتیب در سطح ۹۹٪، ۹۵٪ و ۹۰٪ می‌باشد.

بر اساس نتایج به دست آمده در جدول ۶، کشش قیمتی تقاضا برای انرژی ۰/۰۹۰- و ۰/۲- برآورد شده است. ضریب منفی قیمت واقعی انرژی نشان‌دهنده‌ی وجود رابطه‌ی

عکس با مصرف انرژی و کم کشش بودن آن است. همان گونه که انتظار می‌رفت مصرف انرژی بخش خانگی دارای کشش درآمدی مثبت و معنادار است و ضرایب آن برابر با ۱/۱۳۵ و ۱/۰۹۷ می‌باشد، به این معنی که با یک درصد افزایش در درآمد واقعی، مصرف انرژی بیش از یک درصد افزایش می‌یابد. با کشش بودن متغیر جمعیت بیان‌کننده‌ی این است که با افزایش یک درصدی جمعیت، مصرف انرژی حدود ۱/۰۷ در مدل ۱۰ و ۱/۰۹۷ در مدل ۱۱، افزایش می‌یابد. ضریب تخمین زده شده برای متغیر بعد خانوار گویای این است که با افزایش اندازه‌ی خانوار گرایش به کاربرد کم‌تر انرژی وجود دارد (وجود بازدهی نسبت به مقیاس). این ضریب ۰/۶۷۴- و ۰/۷۱۱- برآورد شده است. از دیگر متغیرهای مؤثر بر مصرف برق در بخش خانگی نیاز به سرمایش CDD و نیاز به گرمایش HDD است. بر اساس نتایج به دست آمده مصرف انرژی نسبت به متغیر HDD کم کشش می‌باشد، به طوری که با یک درصد افزایش در این متغیر مصرف انرژی ۰/۱۸۷ درصد افزایش خواهد یافت، اما منفی بودن ضریب متغیر CDD نشان‌دهنده‌ی این است که افزایش تقاضا برای انرژی خانگی در ایران متناسب با نیاز به سرمایش نیست و می‌تواند ناشی از گوناگونی جغرافیای طبیعی کشور باشد. بیش‌ترین انرژی مورد استفاده برای سرمایش در ایران، برق است که تنها یکی از سه سوخت بررسی شده می‌باشد و با افزایش درجه‌ی حرارت هوا، مصرف برق در برخی از استان‌ها، به‌ویژه استان‌های جنوبی افزایش می‌یابد. این مسأله هم‌زمان با کاهش استفاده از انرژی مورد نیاز برای گرمایش در استان‌های سردسیر می‌باشد، بنابراین از مصرف سوخت‌های گاز طبیعی و نفت سفید که بیش‌تر به منظور گرمایش مورد استفاده قرار می‌گیرند، کاسته شده و میزان این کاهش بیش از افزایش مصرف برق به منظور سرمایش می‌باشد. این امر نشان می‌دهد که مصرف برق خانگی در ایران تحت تأثیر عوامل دیگری است. در حقیقت می‌توان گفت که بیش‌ترین میزان مصرف برق خانگی (کل استان‌ها) در ایران مربوط به وسایلی مانند ماشین لباسشویی، جارو برقی و دیگر وسایل پرمصرف برقی است که به منظور سرمایش یا گرمایش به کار نمی‌روند. ضریب متغیر تعداد خانوار در هیچ کدام از مدل‌ها معنادار نشده است که نشان از کم اهمیت بودن این متغیر بر مصرف انرژی بخش خانگی دارد.

همان طور که مشاهده می‌شود، با وارد شدن متغیر مصرف کل انرژی دوره‌ی قبل (مدل ۱۱)، تغییر چندانی در ضرایب برآوردی انجام نمی‌گیرد. ضریب برآوردی برای کل مصرف انرژی دوره‌ی قبل برابر ۰/۰۷۱ است که حاکی از بی‌کشش بودن مصرف انرژی

بخش خانگی نسبت به مصرف دوره‌ی قبل است. هم‌چنین ضریب فضایی معنادار و مثبت شده است که به معنای وجود وابستگی فضایی بین مکان‌های تحت بررسی است و رابطه‌ی مجاورت بین استان‌های ایران را تأیید می‌کند. این بدان معناست که مصرف انرژی در یک منطقه بر مصرف انرژی سایر مناطق (با توجه به فاصله و رابطه‌ی مجاورت بین آن‌ها) تأثیرگذار است.

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مطالعه عوامل مؤثر بر مصرف انرژی بخش خانگی در ایران طی دوره‌ی ۱۳۸۸-۱۳۸۱ مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد، مصرف انرژی بخش خانگی دارای کشش قیمتی بسیار کمی می‌باشد. هم‌چنین مصرف انرژی نسبت به سطح درآمد سرانه و جمعیت، با کشش است و با افزایش بعد خانوار، مصرف انرژی کاهش می‌یابد. مصرف کل انرژی نسبت به متغیر HDD نیز کم کشش می‌باشد. ضریب متغیر CDD منفی برآورد شده است که نشان دهنده‌ی ارتباط منفی مصرف انرژی و نیاز به سرمایه‌ی می‌باشد. ضریب متغیر تعداد خانه‌های مسکونی مثبت برآورد شده، اما معنادار نیست. کم کشش بودن مصرف انرژی بخش خانگی نسبت به قیمت انرژی بدان معناست که نمی‌توان با سیاست‌های قیمتی، مصرف انرژی را تحت تأثیر قرار داد. دلیل اصلی این امر، نبود جانشین مناسب برای حامل‌های انرژی مورد مطالعه و ضروری بودن این کالا در سبد مصرفی خانوار است.

برای کاستن از شدت مصرف انرژی به بسته‌ی سیاستی جامع و دربرگیرنده راهکارهای چند جانبه نیاز است و دل بستن به آزادسازی قیمت‌ها به تنهایی نمی‌تواند کافی باشد، به ویژه ارزان بودن قیمت انرژی در طول سالیان گذشته موجب وابستگی شدید خانوارها شده است. از این رو کاهش شدت مصرف انرژی نیازمند سرمایه‌گذاری‌های کلان و در سطح ملی است، بنابراین پیشنهاد می‌شود از سیاست‌های غیرقیمتی مانند آموزش به منظور بهبود روش‌های استفاده از انرژی، تغییر الگوی مصرف انرژی با تأکید بر بین نسلی بودن انرژی، تشویق به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر باد و خورشید، اعمال سیاست‌های مالیاتی تشویقی، تولید انرژی از زباله‌های زیست‌محیطی، ایجاد دپارتمان‌های صرفه‌جویی، اجرای برنامه‌های تشویقی به نفع کم‌مصرف‌ها، تخصیص اعتبارات مالی و بانکی برای سرمایه‌گذاری روی صرفه‌جویی

انرژی، الزام ساخت و ساز به مقررات بهینه سازی انرژی^۱، و الزام صنایع تولیدی لوازم خانگی به نصب برچسب انرژی^۲، جلوگیری از واردات لوازم پرمصرف و بدون علامت استاندارد و در نهایت آزادسازی تدریجی قیمت استفاده شود. آزادسازی قیمت‌ها و در پیش گرفتن سیاست‌های قیمتی در صورتی می‌تواند منجر به کاهش شدت مصرف انرژی شود که بازار انرژی ایران آزاد و رقابتی باشد و مردم نسبت به کشش قیمتی واکنش مثبت نشان دهند. وجود رابطه‌ی یک به یک بین مصرف انرژی و جمعیت بیان‌کننده‌ی آن است که برنامه‌ریزی به منظور تأمین انرژی می‌بایست مطابق الگوی تغییرات جمعیتی انجام گیرد. بر اساس نتایج به دست آمده، استفاده از وسایل برقی (به غیر از وسایل مورد نیاز برای گرمایش و سرمایش) نقش مهم‌تری نسبت به تجهیزات سرمایشی و گرمایشی دارند، بنابراین، تجهیزات مورد استفاده در منازل می‌بایست کانون توجه سیاست‌های کاهش مصرف و بهینه‌سازی یا مدیریت انرژی قرار گیرد. از این رو تدوین و رعایت استانداردهای مصرف و کارایی انرژی تجهیزات انرژی‌بر ضرورت بیش‌تری پیدا می‌کند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مصرف انرژی خانوار در استان‌های کشور از یک الگوی فضایی پیروی می‌کند؛ مکانمند بودن داده‌های مورد مطالعه بیانگر آن است که مکان مورد مطالعه در مصرف انرژی تأثیرگذار است و بخشی از توضیح‌دهندگی مصرف انرژی بر عهده عامل مکان است. به عنوان مثال مصرف برق در استان‌های جنوبی کشور تحت تأثیر موقعیت مکانی آن بوده و در این استان‌ها نمی‌توان انتظار کاهش مصرف برق در ساعات اوج مصرف را داشت و سیاست‌های قیمتی در این استان‌ها عملکرد بسیار ضعیف‌تری نسبت به سایر استان‌ها خواهند داشت. این بدان معناست که سیاست‌گذاران می‌بایست با توجه به موقعیت استان‌های مورد نظر بسته‌های سیاستی خود را تدوین که این خود به معنای نیاز به چندین بسته‌ی سیاستی متفاوت است.

۱- مقررات ماده‌ی ۱۹ ساختمان: این فصل از مقررات ملی ساختمان ضوابط طرح، محاسبه و اجرای عایق کاری حرارتی و سیستم‌های تأسیساتی، گرمایی، سرمایی، تهویه مطبوع، تأمین آب گرم مصرفی و روشنایی الکتریکی در ساختمان‌ها را تعیین می‌کند.

۲- برچسب انرژی از ۷ فلش رنگی تشکیل شده که روی هر یک از آن‌ها یک حرف لاتین از A تا G نوشته شده است. حرف A نشانگر کمترین مصرف انرژی و حرف G نشان‌دهنده‌ی بیش‌ترین مصرف انرژی است. برچسب انرژی به خریدار کمک می‌کند تا هنگام خرید وسایل برقی میزان برق مصرفی را در وسیله‌ی مورد نظر مورد ارزیابی قرار دهد.

فهرست منابع

- اکبری، نعمت‌الله (۱۳۸۴)، مفهوم فضا و چگونگی اندازه‌گیری آن در مطالعات منطقه‌ای، فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال هفتم، شماره‌ی ۲۳، صفحات ۳۹-۶۸.
- امامی‌میبدی، علی و محمدی، تیمور و سلطان‌العلمایی، محمد هادی (۱۳۸۹)، تخمین تابع تقاضای داخلی گاز طبیعی به روش فیلتر کالمن، فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری، دوره‌ی هفتم، شماره‌ی ۳، صفحات ۲۳-۴۱.
- دشتی، نادر و یآوری، کاظم و صباغ، مجید (۱۳۸۸)، تجزیه‌ی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در صنعت ایران با استفاده از رهیافت اقتصادسنجی، فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری، دوره‌ی ۶، شماره‌ی ۱، صفحات ۱۰۱-۱۲۸.
- کشاوری حداد، غلامرضا و میرباقری جم، محمد (۱۳۸۶)، بررسی تابع تقاضای گاز طبیعی در ایران. فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال نهم، شماره‌ی ۳۲، صفحات ۱۶۰-۱۳۷.
- لطفعلی پور، محمد رضا و لطفی احمد (۱۳۸۳)، بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی برق خانگی در استان خراسان، مجله‌ی دانش و توسعه، شماره‌ی ۱۵، صفحات ۴۸-۵۰.
- لطفعلی پور، محمد رضا و باقری احمد (۱۳۸۲)، تخمین تابع تقاضای گاز طبیعی مصارف خانگی شهر تهران، فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره‌ی ۱۶، صفحات ۱۳۳-۱۵۱.
- منظور، داود و اینانلو، علی‌نوری (۱۳۸۴)، تخمین تابع تقاضای انرژی خانگی در ایران، فصلنامه‌ی پژوهشی دانشگاه امام صادق، شماره‌ی ۲۷، صفحات ۸-۲۱.
- منظور، داود و جدیدزاده، علی و شاهمرادی، اصغر (۱۳۸۸)، مدل‌سازی تقاضای انرژی خانگی در ایران، فصلنامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، سال ششم، شماره‌ی ۲۲، صفحات ۷۱-۸۰.
- نوروزی، علی (۱۳۸۸)، برآورد تقاضای انرژی مفید خانگی بخش خانگی در ایران به تفکیک گروه‌های هزینه‌ای خانوار مختلف خانوار، فصلنامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، شماره‌ی ۲۳، صفحات ۱۶۱-۱۸۰.

Alberini, A., & Filippini, M. (2011). Response of Residential Electricity Demand to Price: The Effect of Measurement Error. *Energy Economics*, 33(5), 889-895.

Alberini, A., Gans, W., & Velez-Lopez, D. (2011). Residential Consumption of Gas and Electricity in the US: The Role of Prices and Income. *Energy Economics*, 33(5), 870-881.

Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association—LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115.

Anselin, L., Le Gallo, J., & Jayet, H. (2008). *Spatial Panel Econometrics The Econometrics of Panel Data* (pp. 625-660): Springer.

Brounen, D., Kok, N., & Quigley, J. M. (2011). Residential Energy Literacy and Conservation. *Chicago: 47th Annual AREUEA*, 30.

Elhorst, J. P. (2003). Specification and Estimation of Spatial Panel Data Models. *International Regional Science Review*, 26(3), 244-268.

LeSage, J. P. (1999). *The Theory and Practice of Spatial Econometrics*. University of Toledo. Toledo, Ohio, 28, 33.

LeSage, J. P. (2008). An Introduction to Spatial Econometrics. *Revue D'économie Industrielle*(3), 19-44.

www.amar.org.ir

www.moe.org.ir

www.cbi.ir

www.mabna19.ir