

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشکده مدیریت و اقتصاد

بخش اقتصاد

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته اقتصاد گرایش
انرژی

بررسی کارایی انرژی در بخش خانگی استان‌های کشور (رهیافت
تقاضای مرزی تصادفی)

مؤلف:

محمد صالح انصاری لاری

استاد راهنما:

دکتر مجتبی بهمنی

استاد مشاور:

دکتر علیرضا شکیبایی

شهریور ۱۳۹۲

تقدیم با بوسه بر دستان پدرم:

به او که نمی دانم از بزرگی اش بگویم یا مردانگی سخاوت، سکوت، مهربانی و

پدرم راه تمام زندگیست

پدرم دلخوشی همیشگیست

تقدیم به مادر عزیز تو از جانم:

مادرم هستی من ز هستی توست تا هستم و هستی، دارم دوست

غمگسار جاودانی مادر است

چشم سار مهربانی مادر است

تقدیم به خواهرم:

که وجودش شادی بخش و صفایش مایه آرامش من است.



این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط دریافت درجه کارشناسی ارشد به

بخش اقتصاد

دانشکده مدیریت و اقتصاد

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو: محمد صالح انصاری لاری

استاد راهنما: دکتر مجتبی بهمنی

استاد مشاور: دکتر علیرضا شکیبایی

داور ۱: دکتر حسین اکبری فرد

داور ۲: دکتر زین العابدین صادقی

نماینده تحصیلات تکمیلی: سیدصادق علوی

معاون آموزشی و پژوهشی دانشکده: دکتر امید پورحیدری

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

جناب آقایان دکتر مجتبی بهمنی و دکتر علیرضا شکیبایی، اساتید راهنما و مشاورم:

بدون شك جایگاه و منزلت معلم، اجّل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم.

اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تامین می کند و سلامت امانت هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب " من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر الله عزّ و جلّ": از استاد با کمالات و شایسته؛ **جناب آقای دکتر بهمنی** که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ نمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند؛ همچنین از استاد صبور و با تقوا، **جناب آقای دکتر شکیبایی** که زحمت مشاوره این رساله را در حالی متقبل شدند که بدون مساعدت ایشان، این پروژه به نتیجه مطلوب نمی رسید، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

همچنین لازم می دانم از دوستان عزیزم، آقایان، محمود خراسانی و آرش جمشیدنژاد صمیمانه سپاسگزاری می کنم.

چکیده:

الگوسازی تقاضای انرژی در بخش‌های مختلف مصرف‌کننده انرژی، از جمله اقدامات لازم برای مدیریت بهتر بخش انرژی و سیاست‌گذاری مناسب به منظور افزایش بهره‌وری در این بخش می‌باشد و کارایی انرژی همواره از اهداف اصلی سیاست‌گذار انرژی بوده است. در این مطالعه علاوه بر تخمین کارایی انرژی بخش خانگی استان‌های کشور به بررسی عوامل موثر 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 اقتصاد سنجی فضایی و روش مرزی تصادفی، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که مصرف انرژی نسبت به قیمت بسیار کم‌کشش و نسبت به سطح درآمد سرانه خانوار و جمعیت، باکشش می‌باشد و با افزایش اندازه خانوار، مصرف انرژی کاهش می‌یابد و اینکه مصرف انرژی در استان‌ها از یک الگوی فضایی تبعیت می‌کند. همچنین ایلام، سیستان بلوچستان، اردبیل و بوشهر دارای کمترین کارایی انرژی بخش خانگی بین استان‌های کشور می‌باشند. همچنین نتایج حاکی از این است که شاخص شدت انرژی، معیار مناسبی برای پیش‌بینی کارایی انرژی بخش خانگی کشور، نمی‌باشد.

کلمات کلیدی: مصرف انرژی، بخش خانگی، کارایی انرژی، اقتصاد سنجی فضایی، روش

مرزی تصادفی

طبقه بندی JEL: N75, O13, P28, Q40

فهرست مطالب:

فصل اول: کلیات تحقیق

۲.....	مقدمه
۳.....	ضرورت انجام تحقیق
۴.....	فرضیه‌ها
۴.....	اهداف اساس تحقیق
۵.....	نتایج مورد استفاده پس از تحقیق
۵.....	استفاده کنندگان از نتیجه پایان نامه
۵.....	جنبه جدید بودن و نوآوری طرح
۵.....	روش ابزار گردآوری اطلاعات
۶.....	روش تجزیه و تحلیل اطلاعات
۶.....	تعریف مفاهیم و واژه‌ها

فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۸.....	مقدمه
۹.....	مصرف انرژی
۱۱.....	کارایی انرژی
۱۲.....	شاخص‌های نسبتی
۱۴.....	کارایی فنی و کارایی با کاربرد انرژی

۱۶.....مطالعات خارجی.....

۱۹.....مطالعات داخلی.....

فصل سوم: روش تحقیق

۲۳.....مقدمه.....

۲۳.....رویکرد اقتصاد سنجی فضایی.....

۲۳.....مفهوم و سابقه اقتصاد سنجی فضایی.....

۲۵.....نحوه لحاظ کردن عامل مکان.....

۲۷.....رویکرد مرزی تصادفی.....

فصل چهارم: معرفی و برآورد مدل

۳۱.....مقدمه.....

۳۲.....معرفی داده‌ها و متغیرهای پژوهش.....

۳۴.....برآورد با روش سنجی فضایی و تفسیر نتایج.....

۳۹.....تخمین مدل با رویکرد تقاضای مرزی تصادفی و تفسیر نتایج.....

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۵۰.....نتیجه گیری.....

۵۱.....پیشنهادات.....

۵۵.....فهرست منابع و مآخذ.....

۵۹.....پیوست‌ها.....

فصل اول:

کلیات تحقیق

۱-۱ مقدمه

از میان بخش‌های مختلف مصرف‌کننده انرژی، بخش خانگی یکی از پر مصرف‌ترین بخش‌ها است. تقاضای انرژی مفید در بخش خانگی، بیش از یک سوم مصرف انرژی در کشور می‌باشد (ترازنامه انرژی کشور). اجرای سیاست‌های کارایی انرژی یکی از فعالیت‌های مهم نهادهای بین‌المللی فعال در بخش انرژی، از جمله آژانس بین‌المللی انرژی (IEA)^۱ است. علاوه بر این صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای هدف اصلی دولت‌ها در سراسر جهان است و البته ایران نیز از این امر مستثنی نیست. بویژه در چند سال اخیر اقدامات زیادی انجام شده است و مشوق‌های زیادی برای افزایش کارایی انرژی در نظر گرفته شده است. تبلیغات رسانه‌ای از صدا و سیما، افزایش قیمت حامل‌های انرژی و روش‌های جدید قیمت‌گذاری، تدوین مقررات استاندارد ساخت و ساز و الزام تولیدکنندگان لوازم انرژی بر به افزایش کارایی و ایجاد وبسایت‌های گوناگون، چند نمونه از کارهای انجام گرفته در چند سال اخیر برای افزایش کارایی انرژی است. می‌توان گفت این مسئله جدیدی نیست و کارایی انرژی همیشه از اهداف اصلی سیاست‌گذار 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 کند. با توجه به رایج بودن استفاده از سوخت فسیلی در بخش خانگی و پایان پذیر بودن این منابع، مدیریت مصارف انرژی در کشور ضروری است.

بخش خانگی یکی از بخش‌های اصلی مصرف‌کننده انرژی است که مصارف آن را عمدتاً گرمایش، سرمایش و پخت و پز تشکیل می‌دهند. در طی دوره ۱۳۸۴-۱۳۵۰، این بخش همواره بیش‌ترین سهم از مصرف انرژی را در کل کشور داشته است. در 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 همواره به استثنای برخی سال‌ها، همواره یک روند صعودی داشته، به گونه‌ای که متوسط نرخ رشد آن ۷.۸ درصد است. (منظور و دیگران، ۱۳۸۸)

این پژوهش ابتدا عوامل موثر بر مصرف انرژی بخش خانگی را با رویکرد اقتصادسنجی فضایی بررسی می‌کند. سپس با تعریف کارایی انرژی آن را بصورت آماری اندازه‌گیری کند. کارایی انرژی

^۱ International Energy Agency

با روش تقاضای مرزی تصادفی در استان‌های کشور بدست خواهد آمد. با آگاهی از وضعیت کارایی مصرف انرژی در بخش خانگی استان‌های کشور می‌توان نهادهای مربوطه به سیاست گذاری در این بخش را در ارایه خدمات مناسب تر به خانوارها و استفاده کاراتر از منابع پایان پذیر و محیط زیست کمک کرد. عمده ترین مصارف انرژی بخش خانگی شامل برق، گاز طبیعی، نفت سفید و نفت گاز می‌شود. با استفاده از متغیرهای مصرف انرژی (گاز طبیعی، نفت سفید، نفت گاز و برق)، قیمت واقعی انرژی، جمعیت، درآمد سرانه، بعد خانوار، درجه روزهای گرم و سرد و همچنین تعداد خانه‌ها، همه بصورت استانی طی سالهای ۱۳۸۱-۱۳۸۸ کارایی انرژی بدست خواهد آمد. از این رو سوال‌های اساس این پژوهش به قرار زیر است:

سوال ۱- آیا مصرف انرژی در بخش خانگی کشور با تعداد خانه‌ها، رابطه دارد؟

سوال ۲- آیا مصرف انرژی در بخش خانگی کشور با درآمد سرانه، رابطه دارد؟

سوال ۳- آیا مصرف انرژی در بخش خانگی کشور با جمعیت، رابطه دارد؟

سوال ۴- آیا بین کارایی انرژی خانگی هر استان با سرانه مصرف انرژی هر واحد مسکونی، رابطه وجود دارد؟

سوال ۵- آیا بین کارایی انرژی خانگی هر استان با سرانه مصرف انرژی، رابطه وجود دارد؟

۲-۱ ضرورت انجام تحقیق

ضرورت‌ها و الزامات انجام این پژوهش به شرح زیر است:

- ا. پایان پذیری منابع و ضرورت صیانت از منابع
- ب. توجه بیشتر به معیارهای رفاهی در خانوارها و ضرورت مدیریت مصارف انرژی به ویژه در بخش خانگی
- ت. شناسایی استان‌هایی که دارای کارایی انرژی کمتری هستند و برنامه‌ریزی دقیق‌تر برای افزایش کارایی انرژی در این استان‌ها

- ث. لزوم آگاه سازی سیاست گذاران، سازمان‌ها و نهادی مربوطه از وضعیت کارایی انرژی بخش خانگی کشور
- ج. ضرورت آگاهی بخشی به خانوارها در مصرف بهینه انرژی
- ح. چگونگی تاثیر متغیرهای قیمتی و غیرقیمتی بر کارایی انرژی بخش خانگی کشور

۱-۳ فرضیه‌ها

- فرضیه ۱- مصرف انرژی در بخش خانگی کشور با تعداد خانه‌ها رابطه دارد.
- فرضیه ۲- مصرف انرژی در بخش خانگی کشور با درآمد سرانه رابطه دارد.
- فرضیه ۳- مصرف انرژی در بخش خانگی کشور با جمعیت رابطه دارد.
- فرضیه ۴- بین کارایی انرژی خانگی هر استان با سرانه مصرف انرژی هر واحد مسکونی رابطه وجود دارد.
- فرضیه ۵- بین کارایی انرژی خانگی هر استان با سرانه مصرف انرژی آن رابطه وجود دارد.

۱-۴ اهداف اساسی تحقیق

اهداف اساسی این پژوهش به شرح زیر است:

- ۱) بررسی عوامل موثر بر مصرف انرژی در بخش خانگی در استان‌های کشور
- ۲) اندازه گیری کارایی انرژی بخش خانگی در استان‌های کشور
- ۳) مقایسه کارایی انرژی بخش خانگی بین استان‌های کشور

۵-۱ نتایج مورد استفاده پس از انجام تحقیق

انتظار می‌رود که نتایج بتواند برای در آگاه سازی مسئولان به ویژه سیاست گذاران بخش انرژی کشور مفید واقع شود. همچنین کاربرد نتایج حاصل برای مدیریت منابع انرژی در آینده کشور مفید باشد و با نشان دادن صورت کلی از وضعیت کارایی انرژی در بخش خانگی کشور، تمرکز سیاست گزاران را به سمت سیاست‌های افزایش کارایی انرژی جلب کند.

۶-۱ استفاده کنندگان از نتیجه پایان نامه

سیاستگذاران، تصمیم گیرندگان حوزه انرژی کشور، وزارت نیرو، وزارت نفت، موسسه استاندارد، سازمان بهره وری انرژی، استانداری‌ها، اداره گمرک، وارد کنندگان لوازم خانگی و..... می‌توانند از نتایج این پژوهش بهره ببرند.

۷-۱ جنبه جدید بودن و نوآوری در طرح

با توجه به افزایش قیمت انرژی جهانی و به ویژه افزایش نرخ ارز در کشور و در نتیجه افزایش هزینه فرصت استفاده از حامل‌های انرژی، این پژوهش، برای اولین بار بحث کارایی انرژی را به طور خاص در بخش خانگی کشور بصورت استانی بررسی می‌کند. همچنین این مطالعه برای اولین بار با استفاده از روش اقتصاد سنجی فضایی، تاثیر تک تک عوامل اصلی در مصرف کل انرژی را بصورت جامع در استان‌های کشور نشان می‌دهد.

۸-۱ ابزار و روش گردآوری اطلاعات

روش جمع آوری اطلاعات بصورت کتاب خانه ای بوده و داده‌های مورد استفاده از مرکز آمار، بانک مرکزی، ترازنامه انرژی کشور و مرکز هواشناسی کشور گرفته شده است.

۹-۱ روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات از تحلیل رگرسیون چند متغیره با داده‌های تابلویی^۱ استفاده شده است. نرم افزارهای مورد استفاده در این تجزیه و تحلیل Excel، Matlab، Frontier می‌باشد.

۱-۱۰ تعریف مفاهیم و واژه‌ها

کارایی انرژی: در اینجا مفهوم کارایی انرژی نظریه رفتار تولید کننده در اقتصاد خرد، ارائه می‌شود. بر اساس این تئوری، استفاده از اصطلاح کارایی انرژی، غیر دقیق و مبهم است. در واقع برای کاهش مصرف انرژی برای تولید مقداری معین، باید سطح کارایی فنی یا کارایی تخصیصی ارتقا پیدا کند.

^۱ Panel Data

فصل دوم:

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

پروتکل کیوتو^۱ کاهش گازهای گلخانه‌ای را بین سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۰۸ در دستور کار خود برای کشورهای شرکت کننده قرار داد. با وجود اقدامات برای کاهش انتشار و نیرومندتر شدن اقدامات بین‌المللی، تولید CO₂، به بالاترین سطح خود در سال ۲۰۱۰ رسید (آژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۰). تولید گازهای گلخانه‌ای یکی از موضوعات مورد بحث در نشست‌های بین‌المللی مانند کنپهاگن^۲ (۲۰۰۹) و کانکن^۳ (۲۰۱۰) بود. بهبود کارایی انرژی یکی از مقرون به صرفه‌ترین راه‌های کاهش انتشار CO₂، در کنار افزایش امنیت عرضه انرژی و افزایش رقابت در صنعت در نظر گرفته شد. به منظور طراحی و پیاده‌سازی موثر سیاست‌های انرژی برای افزایش کارایی انرژی، لازم است اطلاعاتی در مورد قیمت انرژی تقاضا شده و کاهش درآمدی به علاوه خود شاخص کارایی انرژی، وجود داشته باشد.

در تجزیه و تحلیل سیاست‌های انرژی شاخص معمول و مورد استفاده در سطح کشور، شدت انرژی است که به عنوان نسبت مصرف انرژی نسبت به GDP بیان می‌شود. شدت انرژی اغلب به عنوان جایگزین کارایی انرژی در نظر گرفته می‌شود؛ در حالیکه تغییرات شدت انرژی تابعی از چندین عوامل، از جمله ساختار اقتصاد می‌باشد. بنابراین ضعف نسبت ساده مصرف کل انرژی به سطح GDP، آن است که کارایی انرژی خاص هر اقتصاد را اندازه‌گیری نمی‌کند (آژانس بین‌المللی انرژی ۲۰۰۹). از این رو بسیار دشوار است که نتیجه‌گیری‌های سیاست‌های انرژی بر پایه این نسبت ساده گرفته شود.

مبانی نظری یکی از مهم‌ترین بخش‌های یک پژوهش است که بر اساس آن مدل‌سازی صورت می‌گیرد. در واقع مبانی نظری، بیان تئوریک یک واقعیت بر پایه تجربیات و ریاضیات است که به عنوان مبنای مدل‌سازی از آن استفاده می‌شود. پس از مقدمه، ابتدا مبانی نظری مصرف انرژی و سپس کارایی انرژی بررسی می‌شود.

۲-۲ مصرف انرژی

^۱ Kyoto Protocol

^۲ Copenhagen

^۳ Cancun

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 می‌روند برق و گاز طبیعی و نفت سفید و نفت گاز هستند. نفت کوره و گاز مایع کم اهمیت‌تر هستند. با چشم‌پوشی از سوخت‌های کم کاربرد، فرض می‌شود خانوارها برق، گاز طبیعی، نفت سفید و نفت گاز و تجهیزات سرمایه‌ای را برای تولید کالای ترکیبی انرژی به کار می‌برند. برای نفت گاز و نفت سفید از یک علامت اختصاری (O) استفاده می‌شود.

تابع تولید کالای ترکیبی انرژی (S) می‌تواند به صورت معادله ۱ نوشته شود:

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

که در آن E الکتریسیته، G گاز، O نفت سفید و نفت گاز 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، متاثر می‌شود. متغیرهای آب و هوا و شرایط جوی به صورت (W) در مدل ۲ مشخص می‌شود.

$$U = u(s(E, G, O, CS), X, Z, W) \quad (2)$$

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

$$Y - P_s \cdot S - X = 0 \quad (3)$$

^۱ Alberini, Filippini 2011

که در آن Y درآمد پولی و PS قیمت کالای ترکیبی انرژی است. قیمت مصرف کل (X)، یک در نظر گرفته می‌شود. راه حل برای این مساله بهینه سازی، توابع تقاضا برای EN ، CS ، X را به دست می‌دهد.

$$EN^* = E^* (P_E, P_G, P_O, P_{CS}, Y ; Z, W) \quad (4)$$

$$CS^* = CS^* (P_E, P_G, P_O, P_{CS}, Y ; Z, W) \quad (5)$$

$$X^* = X^* (P_E, P_G, P_O, P_{CS}, Y ; Z, W) \quad (6)$$

در معادله ۴، ۵، ۶ و P_{CS} نشان دهنده قیمت موجودی سرمایه و سایل انرژی بر می‌باشد. EN مصرف انرژی شامل (برق، گاز طبیعی، نفت سفید) در نظر گرفته شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود در بهینه کردن میزان مصرف انرژی، قیمت برق، قیمت گاز طبیعی و قیمت نفت سفید و نفت گاز به عنوان حامل‌های انرژی، درآمد، ویژگی‌های خانوار و وضعیت آب و هوا موثر است.

معادلات ۴ تا ۶ تعادل بلندمدت خانوار را توصیف می‌کند. این مدل ایستا است 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 پیوسته تغییر در درآمد یا قیمت تغییر دهند (آلبرینی و فیلیپینی، ۲۰۱۱). در این مطالعه، معادله ۴ بررسی خواهد شد.

برای متغیر آب و هوا و شرایط جوی (W)، در معادله ۴ نیز، متغیرهای HDD و CDD بکار می‌رود. در رابطه ۷ قیمت انرژی بصورت میانگین وزنی از قیمت چهار حامل انرژی برق، گاز طبیعی و نفت سفید و نفت گاز، در نظر گرفته می‌شود. همچنین ویژگی‌های خانوار (Z)، با متغیر میانگین اندازه خانوار در رابطه ۷، نشان داده می‌شود. با توجه مبانی نظری مطرح شده برای تقاضای انرژی بخش خانگی استان‌های کشور و داده‌های در دسترس، رابطه ۷ ارائه می‌شود:

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

EN_{it} مصرف کل انرژی (برق، گاز طبیعی، نفت سفید و نفت گاز) بخش خانگی، P_{it} قیمت واقعی انرژی، Y_{it} درآمد سرانه واقعی، POP_{it} جمعیت، ahs_{it} میانگین اندازه بعد خانوار، HDD_{it} ^۱ نیاز به گرمایش، CDD_{it} ^۲ نیاز به سرمایش، $hous_{it}$ تعداد خانه‌های مسکونی، همه برای استان i در سال t می‌باشد. لازم به ذکر است که اگر متغیرها بصورت لگاریتمی بکار روند، ضرایب برآوردی نشان دهنده کشش تقاضا می‌باشند.

۲-۳ کارایی انرژی

تقاضای انرژی از تقاضا برای خدمات انرژی مشتق می‌شود (برای مثال: گرم کردن خانه، پختن و پز، گرمایش آب، روشنایی، حمل و نقل و ...). خانوارها و بنگاه‌ها، انرژی، سرمایه و نیروی کار را ترکیب می‌کنند تا کالای مرکب خدمات انرژی را تولید کنند. بنابراین، خدمات انرژی نیاز به فرآیند تولید دارد و می‌توان تابع تولید وابسته آن را تعریف کرد. معمولاً بهبود سطح کارایی کاربرد انرژی، عبارت است از کاهش مصرف انرژی به پایین تر از سطحی که در آن، بدون هرگونه بهبودی، مصرف انرژی صورت می‌گیرد (سورل^۳، ۲۰۰۹). بنابراین رابطه بلندمدت بین تقاضای خدمات انرژی، تقاضای انرژی و بهبود کارایی انرژی بسیار مهم است.

البته غالباً کارایی انرژی با اثر بازگشتی^۴ مورد بحث قرار می‌گیرد. زمانی که بهبود فنی در تکنولوژی ایجاد شود، انرژی کم تری نیاز است تا سطح معنی از خدمات انرژی تولید شود. با این حال مصرف به اندازه ای که پیش بینی شده بود کاهش نمی‌یابد و مصرف کنندگان رفتار خود را با قیمت‌های ضمنی جدید خدمات انرژی ناشی از بهبود تکنولوژی، تعدیل می‌کنند و اثر بازگشتی رخ می‌دهد. بنابراین اثر بازگشتی تعدیل منطقی است نسبت به تغییر قیمت‌های ضمنی و حرکت به سمت نقطه جدید بهینه اقتصادی، روی منحنی است. البته این مسئله در اینجا مورد بحث قرار نمی‌گیرد و تمرکز اصلی بحث روی دور شدن مصرف کنندگان انرژی از موقعیت اقتصادی بهینه، روی منحنی بی تفاوتی می‌باشد (وجود ناکارایی). قابل ذکر است که اگر مصرف کنندگان انرژی و خدمات انرژی،

^۱ Heating Degree Day

^۲ Cooling Degree Day

^۳ Sorrell 2009

^۴ Rebound Effect

این ناکارایی را کاهش دهند و کارا تر شوند، اثر بازگشتی می تواند همان نتیجه گفته شده را موجب شود و در نتیجه قیمت ضمنی خدمات انرژی کاهش می یابد. با این وجود، مهم افزایش کارایی اقتصادی کاربرد انرژی است (نه فقط بهبود فنی در تکنولوژی).

تعریف رایج فنی کارایی انرژی بر اساس علم ترمودینامیک قرار دارد. طبق علم ترمودینامیک، نسبت مقدار گرمایی خروجی به یک ورودی انرژی را کارایی انرژی می نامند. در مقابل اقتصاددانان از یک تعریف ترکیبی استفاده می کنند. آنها نسبت یک متغیر پولی را بر یک ورودی انرژی (که با معیار ترمودینامیک محاسبه شده)، کارایی انرژی می نامند (هانتینگتون^۱، ۱۹۹۴). اگرچه این نسبت ساده بطور فراگیر در ادبیات اقتصاد انرژی کاربرد دارد، در اینجا تعریف دیگری که بر اساس تئوری تولید کننده در اقتصاد خرد کاربرد دارد نیز، ارائه می شود. اهمیت کاربرد چارچوبی که انرژی در تابع تولید بکار برده می شود، تا خدمات انرژی تولید شود، در این است که سطح کارایی انرژی به دست می آید.

۲-۳-۱ شاخص های نسبتی

بر اساس باتاچاریا^۲ (۲۰۱۱) تعریف ساده کارایی انرژی بصورت معادله ۸ می باشد:

$$\text{energy efficiency} = \frac{\text{Useful output of process}}{\text{Energy input into process}} \quad (8)$$

علاوه بر این پاترسون^۳ (۱۹۹۶)، روش های دیگری که می توان خروجی و ورودی این نسبت را اندازه گیری کرد، بیان کرده است.

۱- شاخص ترمودینامیکی: محاسبه بعضی نسبت های ترمودینامیک ساده و برخی مانند: مصرف واقعی انرژی نسبت به یک فرآیند ایده آل، پیچیده اند. مقادیر ترمودینامیکی کارایی انرژی، یک جز از تابع حالت است که در یک فرآیند منحصر به فرد اندازه گیری می شود. فرآیند باید در یک شرایط ویژه محیطی انجام گیرد (دما، فشار، غلظت، فورمول شیمیایی، گونه های

^۱ Huntingtun 1994

^۲ Bhattacharyya 2011

^۳ Patterson 1996