

تجزیه‌کنش قیمتی تقاضای برق در ایران: تحلیل تعادل عمومی

محاسبه‌پذیر

داود منظور¹

ایمان حقیقی²

محمد ابراهیم آقابابائی³

چکیده

هدف این مقاله، معرفی کاربردهای رویکرد تعادل عمومی محاسبه‌پذیر در تجزیه و تحلیل کنش‌های قیمتی است. به عنوان یک نمونه کاربردی، کنش قیمتی تقاضای برق مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق از یک الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر برای اقتصاد ایران با فرض یک اقتصاد باز و کوچک استفاده شده است. در چارچوب مدل تعادل عمومی پیشنهادی، چگونگی محاسبه سهم خانوارها و فعالیت‌های تولیدی از کنش قیمتی کل تقاضای برق و همچنین نحوه تجزیه اثرات کنش قیمتی تقاضای برق در فعالیت‌های تولیدی به «اثر مقیاس»، «اثر جانشینی (برق‌بری)» و «اثر تخصیص مجدد» معرفی شده است.

نتایج نشان می‌دهد که با افزایش 100 درصدی قیمت نهاده برق، تقاضای برق در کوتاه‌مدت به میزان 8/78 درصد کاهش یافته است. از این مقدار حدود 0/32 واحد درصد از کاهش تقاضای برق مربوط به خانوارها بوده و حدود 8/46 واحد درصد نیز سهم فعالیت‌های تولیدی است. در فعالیت‌های تولیدی نیز تغییر در برق‌بری با 5/63 واحد درصد بیشترین اثر را به خود اختصاص داده است. اثر مقیاس و اثر تخصیص مجدد نیز موجب کاهش تقاضای برق فعالیت‌های تولیدی به ترتیب به میزان 1/06 و 0/12 واحد درصد شده‌اند. از میان فعالیت‌های تولیدی، فعالیت‌های «خدمات عمده‌فروشی و خرده‌فروشی» و «فلزات و کانی‌های غیر فلزی» بیشترین نقش را در اثر جانشینی دارند. به گونه‌ای که در کوتاه‌مدت این دو فعالیت از کل 5/63 واحد درصد اثر جانشینی، به ترتیب 2/27 و 1/84 واحد درصد از تغییر تقاضا را به خود اختصاص داده‌اند.

واژگان کلیدی: کنش قیمتی، تقاضای برق، تعادل عمومی محاسبه‌پذیر، تجزیه کنش.

Keywords: Electricity, Demand, Computable General Equilibrium, Elasticity, Iran.

JEL Classification: D21 .D22 .D58 .L94 .Q41.

Manzoor@isu.ac.ir

¹ عضو هیات علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه امام صادق (ع)

haqiqi@ses.ac.ir

² مدرس دانشگاه علوم اقتصادی

Aghababaei@ut.ac.ir

³ دانشجوی دکتری علوم اقتصادی دانشگاه تهران

1- مقدمه

کشش قیمتی تقاضا میزان حساسیت تقاضای یک کالا را به تغییر قیمت نشان می‌دهد. از این رو کشش قیمتی نه تنها یک پارامتر پر اهمیت در سیاست‌گذاری اقتصادی به شمار می‌رود بلکه یکی از عوامل تعیین‌کننده در میزان اثربخشی سیاست‌های اقتصادی نیز می‌باشد. به عنوان مثال، کشورها در تصمیم برای تعیین مقدار عرضه نفت باید توجه کنند که افزایش یا کاهش درآمد ناشی از افزایش عرضه، به کم‌کشش بودن یا پرکشش بودن تقاضای نفت بستگی دارد (Hansen & Lindholt, 2008). همچنین، مقدار کشش تقاضا تعیین‌کننده چگونگی و میزان تغییر رفتار کارگزاران اقتصادی در اثر سیاست مالیات بر کالاهای ناشایست است (Goel, 2009) و لذا در تعیین نرخ این مالیات باید مورد توجه قرار گیرد. به شکل مشابه، میزان تغییر در انتشار آلاینده‌ها بر اثر وضع مالیات‌های سبز بستگی به کشش قیمتی تقاضای انرژی‌های فسیلی دارد (Lucas & Lutz, 2009). در همه مثال‌های پیشین، تعیین ابعاد یک سیاست برای دستیابی به یک هدف، مستلزم اطلاع از کشش‌های قیمتی است.

کاربرد وسیع کشش‌های قیمتی در سیاست‌گذاری اقتصادی باعث شده است بسیاری از مطالعات اقتصادی به بررسی کشش‌های قیمتی در مورد محصولات مختلف اختصاص یابند. مطالعات آماری و اقتصاد سنجی قادرند میزان حساسیت تقاضای برق به تغییر در قیمت برق را محاسبه نمایند. اما اغلب این مطالعات به بررسی کشش‌های قیمتی به صورت تجمیعی و برای کل تقاضای یک محصول می‌پردازند. در این مطالعات فرض می‌شود کشش قیمتی یک پارامتر برون‌زا بوده و لذا در این بررسی‌ها عموماً عوامل تعیین‌کننده مقدار این پارامتر مورد بررسی قرار نمی‌گیرد. اما این پارامتر می‌تواند خود تحت تاثیر سیاست‌های اقتصادی در بلند مدت تغییر کند. یک سوال مهم این است که چه عواملی تعیین‌کننده مقدار کشش قیمتی تقاضا هستند؟ با تفکیک این عوامل موثر، می‌توان اثربخشی سیاست‌های اقتصادی را بهبود بخشید. به بیان دیگر، سیاست‌گذاری بخشی و منطقه‌ای ایجاب می‌کند که کشش‌های قیمتی تقاضای کل به اجزای مختلف آن تجزیه شوند. این تحقیق نیز با هدف کمک به سیاست‌گذاری‌های بخشی، سعی در تجزیه کشش قیمتی تقاضا خواهد داشت.

این تحقیق به چند دلیل بر بازار برق متمرکز است. اول اینکه بازار برق یکی از بازارهایی است که در آن قیمت‌گذاری‌های بخشی و منطقه‌ای، ممکن و شایع است. در ثانی در ایران طی سالیان

گذشته، شکاف زیادی بین هزینه تمام شده اقتصادی هر کیلووات ساعت برق تحویلی به مشترکین و متوسط نرخ فروش برق ایجاد شده است. به نحوی که مقایسه متوسط قیمت جهانی برق با قیمت آن در ایران حاکی از پایین بودن این قیمت در ایران و در نتیجه چهار برابر بودن مصرف سرانه برق در کشور نسبت به استانداردهای جهانی است.¹ به همین دلیل است که در سال 1389، سیاست افزایش قیمت برق در قانون هدفمندسازی یارانه‌ها لحاظ شده و لذا بررسی آثار افزایش قیمت برق بر تقاضای آن مورد توجه قرار گرفت. به این ترتیب به نظر می‌رسد می‌توان از نتایج تحلیل کثش قیمتی تقاضای برق در چگونگی قیمت‌گذاری تبعیضی و بخشی برق در اجرای این قانون بهره گرفت. البته رویکرد معرفی شده در این تحقیق را می‌توان برای تجزیه کثش قیمتی تقاضا در مورد سایر محصولات نیز به کار برد.

هدف این مطالعه بررسی تغییرات تقاضای برق به تفکیک عوامل تشکیل‌دهنده آن به واسطه افزایش دائمی در قیمت برق است. به عبارت دیگر این مقاله به دنبال تجزیه کثش قیمتی و توضیح عوامل تشکیل‌دهنده به صورت نظری و اندازه‌گیری شدت آن در اقتصاد ایران می‌باشد. از این رو بخش دوم ضمن مرور اجمالی بر مطالعات صورت گرفته در این زمینه، به بررسی و تبیین اثرات تعادل عمومی ناشی از تغییر قیمت نهاده برق و مکانیسم‌های تعدیل در تقاضای برق در چند گام تکرار شونده می‌پردازد. در بخش سوم ویژگی‌های مدل تعادل عمومی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش چهارم تقاضای نهاده برق از سوی بنگاه‌ها و خانوارها با تفصیل بیشتری مورد بررسی قرار گرفته و تجزیه سهم بنگاه‌ها و سهم خانوارها از تغییر نسبی برق‌بری تقاضای کل و همچنین تجزیه سهم بنگاه‌ها به اثر جانشینی در سطح خرد، اثر تخصیص مجدد و اثر مقیاس می‌پردازد. نتایج برآورد مدل تعادل عمومی برای اقتصاد ایران در بخش پنجم ارائه و تحلیل گردیده است. بخش ششم نیز به نتیجه‌گیری و ارائه توصیه‌های سیاستی می‌پردازد.

¹ در سال 2008 سرانه مصرف برق در بخش خانگی در ایران 2900 کیلووات ساعت در سال بوده، در حالی که متوسط سرانه مصرف برق هر مشترک خانگی در جهان در این سال حدود 900 کیلووات ساعت بوده است (آمار و نمودارهای انرژی در ایران و جهان 1387-2008، 1389).

2- ادبیات موضوع و مطالعات صورت گرفته

در ادبیات اقتصادی، بررسی میزان واکنش تقاضا به تغییرات قیمت از طریق سنجش کشش‌های قیمتی و درآمدی صورت می‌پذیرد. هر چند میزان کشش‌های تقاضا اطلاعات مفیدی در زمینه میزان واکنش تقاضا ارائه می‌دهند، اما این اطلاعات در مورد تعدیلات صورت گرفته به خاطر افزایش قیمت محدود است. به عبارتی اهمیت انواع مختلف اثرات جانشینی و سایر تعدیلات داخل بنگاه‌ها و خانوارها تنها با استفاده از کشش (تجمع شده) تقاضا قابل شناسایی نیست. کشش قیمتی تقاضا درصد کاهش تقاضای کل برق به ازای یک درصد افزایش قیمت برق را نشان می‌دهد، ولی برای مقاصد سیاست‌گذاری، تجزیه دقیق‌تر عوامل تشکیل دهنده این کشش ضروری به نظر می‌رسد. از این رو در این مطالعه با بهره‌گیری از چارچوب تعادل عمومی اثر افزایش قیمت بر تقاضا به عوامل مختلف تجزیه خواهد شد.

بررسی اثرات ناشی از تغییرات قیمت انرژی بر تقاضای آن در قالب الگوهای تعادل جزئی، مورد توجه بسیاری از مطالعات بوده است. غالب مطالعات صورت گرفته در این زمینه رویکردی جزئی به مساله داشته و بسیاری از آثار تعادل عمومی مورد غفلت قرار گرفته است. بهره‌گیری از چارچوب مدل‌های تعادل جزئی در بررسی نحوه تعدیل تقاضا به سبب افزایش قیمت موجب می‌شود تعاملات بخش‌ها و تعدیلات صورت گرفته به خوبی منعکس نگردد. مدل‌های تعادل عمومی قادرند تمامی اثرها را اندازه‌گیری نمایند و از این جهت در این زمینه مناسب‌تر به نظر می‌رسند. تغییر قیمت نهاده برق علاوه بر اثر جانشینی و اثر درآمدی در سطح خرد، در سطح کلان نیز سبب ایجاد تعدیلاتی در همه بخش‌ها و نهاده‌ها می‌گردد. بررسی دقیق‌تر این اثرات نیازمند بهره‌گیری از نگاه تعادل عمومی است. به طور کلی در رویکرد تعادل عمومی روابط اثرگذاری و اثرپذیری ناشی از افزایش قیمت برق را می‌توان این‌گونه بیان نمود:

✓ جانشینی عوامل تولید و کالاهای واسطه‌ای در هر یک از فعالیت‌های تولیدی به دنبال افزایش قیمت برق؛

✓ اثر قیمت بالاتر برق بر هزینه تولید و قیمت کالاهای غیر قابل تجارت که از طریق ساختار داده - ستانده منتقل می‌شود.

✓ افزایش قیمت برق باعث افزایش هزینه تولید و کاهش توان رقابت در مورد کالاهای قابل تجارت می‌شود. با توجه به فرض ثابت بودن قیمت‌های جهانی و شرط سود صفر در تولید،

ممکن است تقاضا برای برخی نهادهای دیگر مانند نیروی کار کاهش یابد که به کاهش دستمزد و هزینه کار می‌انجامد. این تغییرات در مجموع اثر جانشینی تقاضای برق را متاثر می‌سازد.

✓ ساختار صنعت ممکن است تغییر کند. افزایش قیمت برق در اقتصاد باز باعث کاهش محصولات برق بر و افزایش سایر محصولات است (اثر ریبزینسکی)¹.

✓ سهم برق در تقاضای انرژی کاهش یافته و ممکن است شدت مصرف انرژی در ترکیب همه نهادهای کاهش یابد.

✓ افزایش قیمت برق تغییرات سطح تولید در کلیه فعالیت‌ها را به دنبال دارد (اثر مقیاس) که این امر به نوبه خود تقاضای برق را متاثر می‌سازد.

هر چند تغییر تقاضای برق در اثر تغییرات قیمت آن، نتیجه تعاملات بسیار زیاد و پیچیده بین متغیرهای اقتصاد می‌باشد، ولی به طور کلی این تعدیلات را در چند گام تکرار شونده می‌توان خلاصه نمود.

✓ گام نخست: افزایش قیمت برق بسته به میزان برق‌بری مستقیم و غیر مستقیم در ساختار تولید بنگاه، سبب افزایش هزینه تولید بنگاه می‌گردد. با افزایش قیمت محصولات داخلی، میزان تقاضای داخلی و همچنین تقاضای صادراتی محصولات بنگاه‌ها تا جایی کاهش می‌یابد که هزینه نهایی تولید تقریباً با قیمت‌های ثابت جهانی برابر گردد. در این مرحله به دلیل افزایش قیمت‌های داخلی در مقایسه با قیمت‌های وارداتی، عرضه داخلی نیز کاهش خواهد یافت (اثر مقیاس). کاهش سطح فعالیت تولیدی تقاضای همه نهادهای از جمله برق را کاهش می‌دهد.

✓ گام دوم: کاهش سطح فعالیت داخلی باعث کاهش تقاضای کار و سرمایه شده و درآمد خانوارها را از این محل کاهش می‌دهد. کاهش درآمد خانوارها سبب می‌شود تقاضای خانوارها از همه کالاها و خدمات از جمله برق کاهش یابد (اثر درآمدی منفی).

✓ گام سوم: بنگاه‌ها و خانوارها با افزایش قیمت، از میزان استفاده از برق به عنوان نهاده تولید و یا مصرف می‌کاهند و سایر حامل‌های انرژی و یا سایر نهادهای تولید را به جای

¹. Rybczynski Effect

². این اثر جانشینی با اثر جانشینی مرسوم متفاوت است.

آن جایگزین می‌کنند. از این رو اثر جاننشینی¹ باعث کاهش تقاضای برق و افزایش تقاضای سایر نهاده‌ها می‌شود.

✓ گام چهارم: اثر جاننشینی باعث افزایش تقاضای کار و سرمایه خواهد شد. از سوی دیگر افزایش تقاضا از کار و سرمایه باعث افزایش درآمد خانوارها از این محل شده و تقاضا برای همه کالاها و خدمات از جمله برق افزایش می‌یابد (اثر درآمدی مثبت).

✓ گام پنجم: جاننشینی نهاده‌های تولید از یک سو و اثر درآمدی مثبت از سوی دیگر باعث می‌شود توان رقابت در سطح بین الملل مجدداً افزایش یافته و لذا صادرات افزایش و واردات کاهش یابد. این اثر که به عنوان اثر محصول² شناخته می‌شود، سبب افزایش تقاضای برق می‌شود.

در بین مطالعات صورت گرفته، Ang (1995) در مقاله خود به تجزیه تغییرات در تقاضای انرژی به مولفه‌های مختلف شامل تغییرات سطح تولید، تغییرات ساختار تولید و تغییر شدت مصرف انرژی در بخش‌های اقتصاد به صورت نظری پرداخته است. در این مقاله چارچوبی کلان برای تجزیه اثرات تغییر قیمت انرژی ارائه گردیده است. همچنین Steenhof (2006) در مقاله خود به تجزیه تقاضای برق در بخش صنعتی چین پرداخته است. با استفاده از این تکنیک، افزایش سطح فعالیت صنعتی عامل اصلی افزایش تقاضای برق در بخش صنعتی در سال‌های 1998 تا 2002 به شمار می‌رود و البته این اثر تا حدودی با افزایش کارآیی خنثی شده است. مطالعات بسیار اندکی نیز با استفاده از رویکرد تعادل عمومی در این حوزه صورت پذیرفته است. به عنوان مثال Madlener (1996) به صورت جامع به بررسی نقاط ضعف و قوت رویکردهای مختلف در زمینه اندازه‌گیری اثرات تفکیک شده تقاضا پرداخته است. در نهایت Holmoy در سال 2005 مدلی برای اقتصاد نروژ ارائه نموده که با استفاده از رویکرد تعادل عمومی محاسبه‌پذیر به تجزیه حساسیت قیمتی تقاضای برق پرداخته است.

در ایران، هر چند مطالعات محدودی در زمینه محاسبه کشش تقاضای برق صورت پذیرفته، اما تجزیه کشش قیمتی تقاضا اصلاً مورد توجه نبوده است. تقریباً همه این مطالعات از رویکرد تعادل جزئی برای محاسبه کشش استفاده نموده‌اند. برای نمونه مطالعه فتح ا... زاده اقدم (1373) تقاضای

1. با افزایش قیمت انرژی، کالاها و خدمات غیر انرژی جانشین انرژی می‌گردد.

2. Output Effect

انرژی بخش خانگی کشور را تخمین زده است. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که برق همانند حامل‌های انرژی، کالایی ضروری در سبد مصرفی خانوار محسوب می‌شود. مطالعه وی کشش قیمتی تقاضای برق را در کوتاه‌مدت 0/073- و در بلندمدت 0/678- برآورد نموده است. فخرایی (1371) توابع تقاضای تک‌معادله‌ای حامل‌های انرژی را برای بخش‌های مختلف برآورد نموده است. بر اساس توابع تقاضای تخمین زده شده و ضرایب به دست آمده، کشش‌های قیمتی برق در بخش خانگی - تولیدی 0/4- برآورد شده است. وی کشش تقاضای برق نسبت به تولید ناخالص داخلی را در بخش خانگی نیز 0/3 محاسبه نموده است. کشش قیمتی و متقاطع تقاضای برق، در هر دو حالت، کوچک‌تر از یک برآورد شده و افزایش سهم مخارج برق با افزایش یک درصدی قیمت واقعی برق، به میزان 0/048 درصد به دست آمده است. در مطالعه خوش سیما (1382)، مدل AIDS برای تخمین تقاضای حامل‌های گاز طبیعی، برق و فرآورده‌های نفتی با روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتب انتخاب شده است و نتایج به دست آمده نیز حاکی از بی‌کشش بودن تقاضای فرآورده‌های نفتی و برق می‌باشد. این نتیجه در مطالعه شاهمرادی و هنرور¹ (2008) نیز تایید شده است.

در مطالعه حاضر ضمن برآورد سهم خانوار و سهم فعالیت‌های تولیدی از حساسیت قیمتی تقاضای برق، میزان حساسیت در فعالیت‌های تولیدی به چند مولفه تغییر در نسبت نهاده‌های تولیدی (اثر مقیاس)، اثر تغییر برق‌بری (اثر جانشینی) و اثر تخصیص مجدد تجزیه می‌گردد. به علاوه اثر جانشینی (به تفکیک سهم هر فعالیت از کل اثر جانشینی فعالیت‌های تولیدی) و اثر مقیاس برای فعالیت‌های تولیدی نیز ارائه گردیده است.

3- معرفی مدل و داده‌ها

در تحقیق حاضر یک تحلیل مقایسه‌ای ایستا انجام خواهد شد. به بیان دیگر تصویر اولیه اقتصاد با تصویر اقتصاد پس از افزایش قیمت برق مقایسه خواهد شد. سپس کشش تقاضای برق به اجزای آن تفکیک می‌شود. برای شبیه‌سازی تصویر اقتصاد ایران، از یک مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر بهره گرفته می‌شود. این مدل در برگیرنده 9 فعالیت تولیدی، دولت، بخش خارجی و همچنین

¹. Shahmoradi & Honarvar

خانوارهاست. فرض می‌شود که فعالیت‌های تولیدی به دنبال حداقل‌سازی هزینه بر اساس قیمت‌های داده شده هستند و به این ترتیب سطح عرضه محصول، صادرات و همچنین تقاضا از نهاده‌ها و همچنین کار و سرمایه را تعیین می‌کنند. به علاوه فرض شده است خانوارها در پی حداکثرسازی مطلوبیت مقید به محدودیت بودجه هستند و از این طریق سطح تقاضای خانوارها از کالاها و خدمات داخلی و وارداتی تعیین می‌شود. تابع مطلوبیت خانوارها یک تابع مطلوبیت غیر مستقیم بر اساس درآمد و همچنین بردار قیمت کالاها و خدمات است. برای سادگی تحلیل فرض شده است تراز پرداخت‌ها همچنین بودجه دولت در موازنه قرار دارند.

فرض شده است توابع تولید و مطلوبیت از فرم ساختار لایه‌ای¹ با کشش جانشینی ثابت² (CES) بهره گرفته‌اند. در تحقیق حاضر ساختار تولید و مصرف، مطابق مطالعه منظور و همکاران (1390) در نظر گرفته شده است.³ در این الگو متغیرهای درون‌زا را می‌توان در سه دسته شاخص‌های قیمت (شاخص قیمت کالاها و خدمات داخلی، کالاها و خدمات وارداتی، نرخ ارز، دستمزد و بهره سرمایه)، شاخص‌های سطح فعالیت (سطح تولید، عرضه، صادرات و تقاضا از نهاده‌ها) و شاخص‌های رفاه (سطح مطلوبیت، سطح درآمد و سطح تقاضا از کالاها و خدمات) تقسیم‌بندی نمود. در این الگو متغیرهای درون‌زا بر اثر تعامل کارگزاران اقتصادی در بازارها تعیین می‌شوند. متغیرهای برون‌زا در مدل تعادل عمومی نیز در دو دسته کشش‌های جانشینی و همچنین پارامترهای سهم طبقه‌بندی می‌شوند.

کشش‌های جانشینی در مدل تعادل عمومی به صورت برون‌زا تعیین می‌شوند. معمولاً سه روش برای تعیین کشش‌های جانشینی وجود دارد. در روش اول که روش متداول در مطالعات تعادل عمومی است، مقادیر کشش بر اساس سایر مطالعات انتخاب می‌شود و سپس دامنه‌ای از مقادیر مختلف برای تحلیل حساسیت نتایج به کار گرفته می‌شود. در روش دوم این کشش‌ها بنا به استنباط محقق اختیار می‌شوند. در نهایت در روش سوم لازم است همه پارامترهای کشش جانشینی تخمین زده شود. روش سوم به دلیل نیاز به داده‌های گسترده فعالیت‌های تولیدی به صورت سری زمانی،

¹. Nested Structure

². Constant Elasticity of Substitution

³. بیان ریاضی شروط اساسی به کار رفته در مدل تعادل عمومی شامل تسویه بازار، توازن درآمد و شرط سود صفر برای هر بخش نیز در مطالعه منظور و همکاران (1390) ارائه شده است. همچنین برای اطلاعات بیشتر در زمینه مدل‌سازی انرژی در چارچوب مدل‌های تعادل عمومی محاسبه‌پذیر به (Küster, Ellersdorfer, & Fahl, 2007) مراجعه نمایید.

معمولا یا غیر ممکن است یا هزینه بسیار بالایی دارد. در مدل این تحقیق کشتش جانشینی در لایه ارزش افزوده (کار و سرمایه)، کشتش جانشینی در لایه انرژی (برق و لایه سایر حامل‌ها) و کشتش جانشینی در لایه نهاده‌های واسطه وجود دارد که بین این سه لایه نیز یک پارامتر جانشینی تعریف می‌شود.¹ کشتش‌ها بر اساس مطالعه منظور و همکاران (1390) تعیین شده‌اند و برای تحلیل حساسیت، دامنه‌ای از مقادیر کشتش مورد بررسی قرار خواهد گرفت. به دلیل فقدان اطلاعات در خصوص این پارامتر باید سناریوهای مختلفی از کشتش جانشینی در نظر گرفت. به بیان دقیق‌تر، فرض خواهد شد کشتش جانشینی بین نهاده برق و لایه انرژی‌های فسیلی (سایر حامل‌های انرژی) مقادیر 0، 0/1، 0/2، 0/3، 0/4، 0/5 به خود بگیرد. هر چند این مقادیر فرضی هستند اما با توجه به مطالعات انجام شده در سایر کشورها و همچنین مطالعات کشتش قیمتی انرژی در ایران، انتظار می‌رود مقدار کشتش جانشینی بین برق و سایر حامل‌های انرژی در همین دامنه قرار داشته باشد.²

پارامترهای سهم نیز به صورت برون‌زا تعیین می‌شوند. با این تفاوت که پارامترهای سهم در فرآیند کالیبراسیون و بر اساس اطلاعات مربوط به تصویر اقتصاد در سال پایه محاسبه شده‌اند. در فرآیند شبیه‌سازی لازم است مدل طراحی شده بر اساس داده‌های سال پایه کالیبره شود. به عبارت دیگر برای آنکه مدل طراحی شده قادر باشد داده‌های سال پایه را باز تولید نماید، لازم است پارامترهای سهم بر اساس داده‌های سال پایه محاسبه شوند. کالیبراسیون مدل تعادل عمومی یا بر مبنای جداول داده ستانده انجام می‌شود یا بر اساس ماتریس حسابداری اجتماعی صورت می‌پذیرد. این دو ساختار به گونه‌ای تنظیم شده‌اند که تعاملات بخشی فعالیت‌های مختلف را به تفصیل در بر دارند و تصویر تفصیلی از روابط اقتصادی بخش‌های مختلف ارائه می‌کنند. مدل تحقیق حاضر بر مبنای ماتریس داده‌های خرد انرژی 1380 وزارت نیرو طراحی شده است. این ماتریس که یک شکل

1. برای توضیح بیشتر در خصوص مقدار پارامتر جانشینی لایه‌های مختلف بین کار، سرمایه، انرژی و نهاده‌های واسطه به مطالعه شاهمرادی و همکاران (1388) مراجعه کنید.

2. جانشینی بین برق و لایه سایر حامل‌های انرژی، بدین مفهوم است که با افزایش قیمت برق، تقاضا برای شکل دیگری از حامل‌های انرژی افزایش می‌یابد. این کشتش جانشینی در فعالیت‌های گوناگون متفاوت است، اما تعیین مقدار دقیق آن نیازمند داده‌های فراوان و محاسبات تکنیکی است. توجه به این نکته لازم است که پارامتر جانشینی بین «برق و لایه سایر حامل‌های انرژی» با پارامتر «جانشینی بین برق و گاز طبیعی» با پارامتر «جانشینی بین برق و زغال سنگ» متفاوت است.

تغییر یافته از ماتریس حسابداری اجتماعی است اطلاعات مفیدی از بازار انرژی و همچنین بازار برق در بر دارد که در تحلیل حاضر مفید خواهد بود.¹

4- مبنای نظری «تکنیک تجزیه حساسیت قیمتی» تقاضای کل برق

«تکنیک تجزیه حساسیت قیمتی» یک تکنیک نوین در مطالعات تعادل عمومی است. به همین منظور برای آشنایی بیشتر علاقمندان به این مبحث، در این قسمت مبانی نظری «تکنیک تجزیه کشش» معرفی شده است. همچنین در این بخش به برخی از فروضی که مدل تحقیق بر اساس آن بنا شده است اشاره خواهد شد. در مدل تحقیق حاضر برای بررسی دقیق‌تر تعديلات صورت گرفته در فعالیت‌های مختلف، تقاضا برای نهاده برق به دو گروه اصلی شامل تقاضای واسطه‌ای بنگاه‌ها و تقاضای نهایی خانوارها و نهادها تقسیم می‌شود. شرط تعادل در بازار برق به صورت زیر خواهد بود:

$$E = E_h + E_s \quad (1)$$

که در آن E نمایانگر عرضه کل برق، E_s مجموع تقاضای فعالیت‌های تولیدی از نهاده برق، E_h مجموع تقاضای برق خانوارها و نهادهاست. در ادامه فرم تابعی تقاضای خانوارها و تولیدکنندگان از نهاده برق بیان شده و سپس چگونگی تفکیک کشش با کمک آنها تبیین خواهد شد.

4-1- تقاضای برق از سوی فعالیت‌های تولیدی

میزان تقاضا برای برق به عنوان یک نهاده از سوی فعالیت‌های تولیدی صورت می‌پذیرد. رفتار بهینه‌یابی تولیدکنندگان تعیین‌کننده میزان تقاضای آنها از نهاده‌هاست. همان‌طور که گفته شد، تولیدکنندگان به دنبال حداقل‌سازی هزینه و بهینه‌یابی تولید هستند. از این رو برای استخراج تابع تقاضای برق فعالیت‌های تولیدی، نیازمند بررسی تابع هزینه فعالیت‌ها می‌باشیم. توابع تولید لایه‌ای

¹ برای توضیح بیشتر به مطالعه شاهمرادی و همکاران (1388) رجوع کنید.

هر فعالیت، تابعی از نیروی کار و سرمایه، نهاده‌های واسطه‌ای و انرژی در نظر گرفته شده است. با فرض ساختار لایه‌ای تولید، می‌توان تابع تولید فعالیت j را به صورت زیر بیان نمود¹:

$$Q_j = F_j(L, K) + G_j(I) + D_j(EL, E) \quad (2)$$

$$D_j(E, NE) = \alpha_{en,j} \left[\theta_{el,j} \frac{1}{\delta} (EL)^{\frac{\delta-1}{\delta}} + (1 - \theta_{el,j}) \frac{1}{\delta} (E)^{\frac{\delta-1}{\delta}} \right]^{\frac{\delta}{\delta-1}}$$

که در آن L ، K ، I به ترتیب نهاده‌های نیروی کار، سرمایه و نهاده‌های واسطه‌ای بوده، α_{en} معرف سهم انرژی در تولید فعالیت j ، θ_{el} سهم نهاده برق از کل نهاده انرژی، EL نهاده برق و E نهاده انرژی به جز برق است. تابع هزینه واحد به دست آمده از تابع تولید نیز به صورت زیر می‌باشد:

$$C_j = f_j(P_L, P_K) + g_j(P_I) + d_j(P_{el}, P_E) \quad (3)$$

که در آن P_L ، P_K ، P_I به ترتیب نمایانگر شاخص قیمت نهاده نیروی کار، سرمایه و کالای واسطه‌ای می‌باشند. در این معادله قیمت برق با P_{el} و قیمت انرژی‌های فسیلی نیز با P_E نشان داده شده است و:

$$d_j(P_{el}, P_E) = S_{en,j} \left[\theta_{el,j} (P_{el})^{1-\delta} + (1 - \theta_{el,j}) (P_E)^{1-\delta} \right]^{\frac{1}{1-\delta}}$$

این تابع بر حسب قیمت‌های بازاری برق، سوخت‌های فسیلی (نهاده انرژی به جز برق)، نهاده واسطه، نیروی کار و سرمایه بدست آمده است. با فرض اینکه تابع هزینه بنگاه به صورت فوق باشد و با فرض بهینه‌یابی رفتار تولیدکننده می‌توان تابع تقاضا برای برق را استخراج نمود. بر اساس قواعد اقتصاد خرد و با استفاده از لم شفارد² تابع تقاضای برق برای فعالیت j به صورت زیر خواهد بود:

¹. برای اطلاعات بیشتر به Mysen, 1991 or Uzawa, 1962 or Grepperud & Rasmussen, 2004 مراجعه کنید.

². Shephard's Lemma

$$d_j = AL_j \cdot \frac{\partial c_j}{\partial P_{el}} = \theta_{el} \cdot AL_j \cdot S_{en,j} \left[\frac{[\theta_{ej}(P_{el})^{1-\delta} + (1-\theta_{ej})(P_e)^{1-\delta}]^{\frac{1}{1-\delta}}}{P_{el}} \right]^{\delta} \quad (4)$$

که در این تابع، AL بیانگر سطح فعالیت می باشد.

4-2- تقاضای برق خانوارها

خانوارها با مصرف کالاها و خدمات به دنبال حداکثر کردن مطلوبیت خود هستند. ساختار مطلوبیت به شکل فرم لایه ای تابع با کشش جانشینی ثابت¹ (CES) در نظر گرفته شده است که در آن خدمات حاصل از نهاده برق (E) و خدمات حاصل از سایر حامل های انرژی (NE)، لایه خدمات انرژی (EN) را تشکیل می دهند و در لایه بالایی انرژی با کالاها و خدمات غیر انرژی (M) ترکیب شده و مطلوبیت کل خانوار را تشکیل می دهد.

$$U = \mu \left[\sum_{i=1}^N \alpha_i \gamma M_i^{\gamma-1} \right]^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} + (1-\mu) \left[\beta_{el}^{\frac{1}{\varphi}} (FL)^{\frac{\varphi-1}{\varphi}} + (1-\beta_{el})^{\frac{1}{\varphi}} (F)^{\frac{\varphi-1}{\varphi}} \right]^{\frac{\varphi}{\varphi-1}}$$

در این تابع μ سهم کالاها و خدمات غیر انرژی در سبد خانوار، γ کشش جانشینی کالاها و خدمات غیر انرژی، φ کشش جانشینی کالاها و خدمات انرژی و α_i و β_{el} به ترتیب سهم کالای i ام از کل کالاها و خدمات غیر انرژی و سهم برق از کل کالاها و خدمات انرژی در سبد مصرفی خانوار است.

از تابع مطلوبیت فوق، تابع مطلوبیت غیر مستقیم به دست می آید، که با توجه به "اتحاد روی"²، تابع تقاضای برق خانوارها به صورت زیر از آن استخراج می شود:

$$E_{el}^h = WL \cdot \beta_{el} \cdot (1-\mu) \left[\frac{[\beta_{el}(P_{el})^{1-\varphi} + (1-\beta_{el})(P_e)^{1-\varphi}]^{\frac{1}{1-\varphi}}}{P_{el}} \right]^{\varphi} \quad (5)$$

در معادله فوق، WL نیز نمایانگر سطح رفاه می باشد.

¹. Constant Elasticity of Substitution

². Roy's Identity

3-4- روش تجزیه تقاضای برق

برای تجزیه تغییرات تقاضا به دنبال افزایش قیمت برق، ابتدا نرخ تغییر تقاضای کل برق از محاسبه دیفرانسیل کلی تساوی (1) و تقسیم طرفین بر E به صورت زیر به دست می آید:

$$\hat{E} = \frac{E_S}{E} \hat{E}_S + \frac{E_H}{E} \hat{E}_H \quad (6)$$

که در آن \hat{E} نرخ تغییر در تقاضای کل برق $\left(\frac{dE}{E}\right)$ ، \hat{E}_S نرخ تغییر در تقاضای نهاده برق از جانب فعالیت‌های تولیدی و \hat{E}_H نرخ تغییر در مصرف برق توسط خانوارهاست. در ادامه به بررسی مولفه‌های تشکیل دهنده نرخ تغییر تقاضای برق فعالیت‌های تولیدی می‌پردازیم. کل تقاضای نهاده برق از حاصل جمع تقاضای نهاده برق همه فعالیت‌های تولیدی به دست می آید:

$$E_S = \sum_j E_j = \sum_j Z_j^E V_j^F \quad (7)$$

که در آن V_j^F کل نهاده‌های مورد استفاده فعالیت تولیدی Z_j^E را به صورت تجمیعی بوده و Z_j^E نیز سهم نهاده برق در آن فعالیت از کل نهاده‌های همان صنعت است. به عبارت دیگر $Z_j^E = \frac{E_j}{V_j^F}$ خواهد بود. با استفاده از فرمول (7) تغییر در E_S را می‌توان به صورت زیر بیان نمود:

$$dE_S = \sum_j V_j^F \cdot dZ_j^E + \sum_j Z_j^E \cdot dV_j^F \quad (8)$$

برای محاسبه نرخ تغییر، دو طرف را به E_S تقسیم نموده و با مرتب نمودن داریم:

$$\hat{E}_S = \sum_j \frac{E_j}{E_S} \hat{Z}_j^E + \sum_j \frac{E_j}{E_S} \hat{V}_j^F = \bar{Z}^E + \bar{V}^F + cov\left(\frac{Z_j^E}{Z^E}, \bar{V}_j^F; \lambda_j^{VF}\right) \quad (9)$$

در این معادله $\bar{Z}^E = \frac{E_S}{V^F}$ Z^E برق‌بری متوسط و $V^F = \sum_j V_j^F$ است. $\lambda_j^{VF} = \frac{V_j^F}{V^F}$ بوده که به قیمت‌های ثابت اندازه گرفته می‌شود. \bar{Z}^E میانگین وزنی نرخ تغییر برق‌بری صنایع است. کوواریانس مورد نظر نیز کوواریانس وزنی بین برق‌بری و نرخ تغییر کل نهاده‌ها را با وزن‌های λ_j^{VF} اندازه می‌گیرد.

بدین ترتیب، تغییر نسبی در تقاضای نهاده برق به سه عامل تجزیه گردیده است:

1. اثر جانیشینی (\bar{Z}^E): که نشان دهنده تغییرات تناسبی در میانگین وزنی شدت مصرف برق در فعالیت‌های تولیدی است.

2. اثر مقیاس¹ (\bar{V}^E): که رشد متوسط تقاضای نهاده‌ها - به صورت تجمیع شده - را نشان می‌دهد.

3. اثر تخصیص مجدد² ($\left(cov\left(\frac{z_j^E}{z^E}, \bar{V}_j^E; \lambda_j^{VF}\right) \right)$): شدت همبستگی میان تغییرات تناسبی در میانگین وزنی شدت مصرف برق در فعالیت‌های تولیدی و تغییرات تناسبی مصرف کل نهاده‌ها در هر یک از فعالیت‌های تولیدی را نشان می‌دهد.

برای محاسبه عناصر موثر در کشش قیمتی لازم است تغییرات تقاضای بخش‌ها و خانوارها از مدل تعادل عمومی محاسبه شود. به عبارت دیگر ابتدا مدل با داده‌های سال پایه کالیبره می‌شود. سپس مجدداً مدل تعادل عمومی با اعمال سیاست افزایش قیمت برق مورد محاسبه قرار خواهد گرفت. در این مرحله میزان تغییر تقاضا بر اساس تغییر قیمت محاسبه خواهد شد. پس از محاسبه میزان تغییر تقاضای برق بر اثر افزایش قیمت، می‌توان عوامل موثر بر کشش را با دقت بیشتر مورد تحلیل و بررسی قرار داد.

5- نتایج مدل

با استفاده از شیوه معرفی شده در این مقاله، کشش قیمتی کل تقاضای برق ابتدا به تفکیک بخش خانگی و فعالیت‌های تولیدی تجزیه و سپس حساسیت تقاضای برق فعالیت‌های تولیدی نسبت به تغییر قیمت آن نیز به اثر جانیشینی (برق‌بری)، اثر مقیاس و اثر تخصیص مجدد تجزیه شد. نتایج اجرای مدل نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت (با فرض کشش جانیشینی صفر میان نهاده برق و انرژی فسیلی) با افزایش 100 درصدی قیمت نهاده برق، تقاضای برق تنها به میزان 8/78 درصد کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر در کوتاه‌مدت کشش قیمتی تقاضای برق در این مدل کمتر از 0/09- برآورد گردیده است. در این حالت تقاضای خانوارها حدود 1/47 درصد کاهش یافته که با توجه به سهم 0/22 تقاضای خانوار از کل افزایش مصارف برق، حدود 0/32 واحد درصد از کاهش

¹. Scale Effects

². Re-allocation Effects

تقاضای برق مربوط به خانوارهاست. این در حالی است که با توجه به کاهش 10/84 درصدی تقاضای نهاده برق در فعالیت‌های تولیدی و سهم 0/78 آنها از کل ارزش مصارف برق، حدود 8/5 واحد درصد نیز سهم فعالیت‌های تولیدی است.

جدول 1: سهم خانوارها و فعالیت‌های تولیدی از کاهش تقاضای برق (معادله (6)) - واحد درصد

تقاضای برق / کَشش جانشینی		کوتاه‌مدت		میان‌مدت		بلندمدت	
		0	0/1	0/2	0/3	0/4	0/5
درصد تغییرات تقاضای برق خانوارها (\bar{E}_H)		-1/47	-7/88	-13/89	-19/51	-24/77	-29/7
(1)	سهم خانوارها از کل تغییرات تقاضا ($\frac{E_H}{E} \bar{E}_H$)	-0/32	-1/73	-3/05	-4/29	-5/45	-6/53
درصد تغییرات تقاضای برق فعالیت‌های تولیدی (\bar{E}_S)		-10/84	-15/7	-20/34	-24/75	-28/96	-32/97
(2)	سهم فعالیت‌های تولیدی از کل تقاضای برق ($\frac{E_S}{E} \bar{E}_S$)	-8/46	-12/25	-15/86	-19/31	-22/59	-25/72
(3)	درصد تغییرات در تقاضای کل {(1)+(2)}	-8/78	-13/98	-18/92	-23/6	-28/04	-32/25

منبع: محاسبات تحقیق

همان‌گونه که در جدول (1) ملاحظه می‌شود، با افزایش کَشش جانشینی بین نهاده برق و انرژی‌های فسیلی مقدار مطلق کَشش قیمتی تقاضای برق نیز افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر افزایش قیمت نهاده برق در بلندمدت باعث کاهش شدیدتر در تقاضای نهاده برق از جانب خانوارها و فعالیت‌های تولیدی می‌شود که در این میان تقاضای فعالیت‌های تولیدی در بلندمدت تاثیر بیشتری می‌پذیرد. به گونه‌ای که در بلندمدت (با کَشش جانشینی 0/5 میان نهاده برق و انرژی فسیلی) از کل 32/2 درصد کاهش در تقاضای برق به واسطه افزایش قیمت، سهم بنگاه‌ها حدود 25/7 واحد درصد و سهم خانوارها حدود 6/5 واحد درصد می‌باشد.

نکته قابل توجه این است که درصد تغییر در تقاضای نهاده برق توسط فعالیت‌های تولیدی که در جدول (1) آورده شده است، برآیند درصد تغییر نهاده برق در همه فعالیت‌های تولیدی است. نتایج تغییر در تقاضای نهاده برق به تفکیک فعالیت‌های تولیدی در جدول (پ 1) در پیوست ارائه شده است.

همان گونه که در بخش 4 ذکر شد، کاهش تقاضای نهاده برق در فعالیتهای تولیدی را می توان به سه اثر جانشینی (برق بری) (\bar{Z}^E) ، اثر مقیاس (\bar{V}^E) و اثر تخصیص مجدد $\left(COV \left(\frac{Z_j^E}{Z^E}, \bar{V}_j^E; \lambda_j^{VF} \right) \right)$ تقسیم نمود. نتایج واکنش فعالیت های تولیدی به افزایش قیمت نهاده برق در جدول (2) تجزیه شده است.

جدول 2: تجزیه حساسیت قیمتی تقاضای برق در فعالیتهای تولیدی (معادله (9))

بلندمدت		میانمدت		کوتاهمدت		
0/5	0/4	0/3	0/2	0/1	0	مقدار کشش جانشینی
-0/87	-0/9	-0/94	-0/98	-1/02	-1/06	اثر مقیاس (\bar{V}^E)
-30/52	-26/08	-21/39	-16/42	-11/17	-5/63	اثر جانشینی (\bar{Z}^E)
-0/1	-0/1	-0/11	-0/11	-0/12	-0/12	اثر تخصیص مجدد $\left(COV \left(\frac{Z_j^E}{Z^E}, \bar{V}_j^E; \lambda_j^{VF} \right) \right)$

منبع: محاسبات تحقیق

در کوتاهمدت با کشش جانشینی صفر بین نهاده برق و انرژی های فسیلی، از کل کاهش در تقاضای نهاده برق توسط فعالیت های تولیدی، $5/63$ واحد درصد مربوط به اثر جانشینی (برق بری) است و اثر مقیاس و تخصیص مجدد به ترتیب حدود 1 و $0/12$ واحد درصد از کل کاهش را تشکیل می دهند.

همان گونه که ملاحظه می شود، تغییر نسبی در متوسط برق بری فعالیت های تولیدی یا به عبارت دیگر، اثر جانشینی (برق بری)، در مقایسه با اثر مقیاس و اثر تخصیص مجدد، بالاترین میزان تاثیر در حساسیت قیمتی تقاضای برق فعالیت های تولیدی را به خود اختصاص داده است. این اثر با افزایش کشش جانشینی بین نهاده برق و انرژی فسیلی به شدت افزایش می یابد. به عبارت دیگر اثر جانشینی (برق بری) در بلندمدت بیشتر از کوتاهمدت می باشد. این در حالی است که تغییر نسبی در کل نهاده های تجمیع شده (اثر مقیاس) و همچنین اثر تخصیص مجدد با تغییر کشش جانشینی تقریباً ثابت بوده و تغییر چندانی نداشته است.

با توجه به اهمیت نقش اثر جانشینی (برق بری) در حساسیت کل تقاضای برق در فعالیت های تولیدی، در جدول (3) سهم هر یک از فعالیت های تولیدی از اثر جانشینی (\bar{Z}^E) کل فعالیت های تولیدی - محاسبه شده در جدول (2) - تعیین شده است.

جدول 3: سهم هر یک از فعالیت‌های تولیدی (Z_1^E) از اثر جانشینی (برق‌بری) کل فعالیت‌های تولیدی (Z^E)
واحد درصد

بلندمدت		میانمدت		کوتاهمدت		سهم برق (درصد)	کشش جانشینی
0/5	0/4	0/3	0/2	1/0	0/0		
-1/44	-1/2	-0/95	-0/69	-0/41	-0/11	4/82	کشش جانشینی
-1/31	-1/16	-1/01	-0/85	-0/68	-0/51	3/94	کشش جانشینی
-2/59	-2/15	-1/68	-1/18	-0/64	-0/07	8/89	کشش جانشینی
-0/3	-0/25	-0/19	-0/13	-0/06	0/02	1/04	کشش جانشینی
-8/21	-7/06	-5/86	-4/59	-3/25	-1/84	27/06	کشش جانشینی
-3/03	-2/53	-2/01	-1/45	-0/85	-0/21	10/28	کشش جانشینی
-8/1	-7/04	-5/93	-4/76	-3/55	-2/27	25/59	کشش جانشینی
-5/55	-4/68	-3/76	-2/78	-1/74	-0/63	18/38	کشش جانشینی
-30/52	-26/08	-21/39	-16/42	-11/17	-5/63	100	جمع کل - اثر جانشینی (Z^E در جدول (2))

منبع: محاسبات تحقیق

همان‌گونه که در جدول (3) ملاحظه می‌شود، فعالیت‌های «خدمات عمده‌فروشی و خرده‌فروشی» و «فلزات و کانی‌های غیر فلزی» بیشترین نقش را در اثر جانشینی (برق‌بری) به عهده دارند. به گونه‌ای که در کوتاه‌مدت این دو فعالیت از کل $5/63$ واحد درصد اثر جانشینی (برق‌بری)، به ترتیب $2/27$ و $1/84$ واحد درصد اثر جانشینی (برق‌بری) را به خود اختصاص داده‌اند. در بلندمدت و با افزایش کشش جانشینی، فعالیت «فلزات و کانی‌های غیر فلزی» نسبت به فعالیت «خدمات عمده‌فروشی و خرده‌فروشی» تاثیر پررنگ‌تری در کاهش تقاضای برق ایفا می‌نماید. این مساله لزوم استفاده از سیاست‌های تبعیض قیمتی در فعالیت‌های مختلف تولیدی را متناسب با اهداف سیاست‌گذار یادآوری می‌کند. نتایج مدل در خصوص اثر مقیاس فعالیت‌های تولیدی به ازای افزایش 100 درصدی در قیمت برق با کشش‌های مختلف تقاضا در جدول (پ 2) در پیوست ارائه شده است.

6- نتیجه‌گیری

کشش‌های قیمتی تقاضا یکی از عوامل تعیین‌کننده در اثربخشی سیاست‌گذاری‌های اقتصادی هستند. کاربرد وسیع کشش‌های قیمتی در سیاست‌گذاری اقتصادی باعث شده است بسیاری از مطالعات اقتصادی به تخمین کشش‌های قیمتی تقاضای کل در مورد محصولات مختلف اختصاص

یابند. اما سیاست‌گذاری بخشی و منطقه‌ای ایجاب می‌کند که کشش‌های قیمتی تقاضای کل به اجزای مختلف آن تجزیه شوند. در این تحقیق در چارچوب مدل تعادل عمومی پیشنهادی، چگونگی محاسبه سهم خانوارها و فعالیتهای تولیدی از کشش قیمتی کل تقاضای برق و همچنین نحوه تجزیه اثرات کشش قیمتی تقاضای برق در فعالیتهای تولیدی به «اثر مقیاس»، «اثر جانشینی (برق‌بری)» و «اثر تخصیص مجدد» معرفی شد. اجرای مدل نشان می‌دهد که با فرض افزایش 100 درصدی قیمت برق نتایج ذیل حاصل شده است:

1. میزان کاهش تقاضای برق از جانب خانوارها به نسبت کوچک بوده و با سهم به نسبت کوچک خانوارها از مصرف برق، این بخش سهم ناچیزی در کل کاهش تقاضای برق ایفا می‌کند. خانوارها حتی در بلندمدت نمی‌توانند نسبت به تغییرات قیمت برق واکنش چندانی نشان دهند. به عبارت دیگر، برای استفاده خانگی، تغییرات قیمت برق اثرات درآمدی قابل ملاحظه‌ای برای صنعت برق به همراه خواهد داشت، ولی تاثیر آن در اصلاح الگوی مصرف برق در بخش خانگی چندان معنادار نیست.

2. واکنش تقاضای برق نسبت به قیمت آن در فعالیتهای تولیدی، در بلندمدت به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد (حدوداً سه برابر کوتاه‌مدت)؛ هر چند در بلندمدت نیز هم‌چنان تقاضای برق صنعت نسبت به قیمت برق کم کشش می‌باشد.

3. از میان فعالیتهای تولیدی، فعالیت «خدمات عمده‌فروشی و خرده‌فروشی» و «فلزات و کانی‌های غیر فلزی» بیشترین نقش را در اثر جانشینی (برق‌بری) دارند. این مساله در بلندمدت نیز به همین منوال است. از این رو، اهتمام بیشتر به این دو فعالیت، می‌تواند سیاست‌گذار را در نیل به اهداف خود یاری رساند. تبعیض قیمتی میان فعالیتهای تولیدی و خانوارها و حتی تبعیض قیمتی بین فعالیتهای تولیدی، می‌تواند سیاست‌گذار را در رسیدن به اهداف خود موفق سازد.

4. از تجزیه کشش قیمتی تقاضای برق در فعالیتهای تولیدی، نتیجه می‌گیریم عامل اصلی در تغییرات تقاضای برق، تغییرات شدت مصرف برق در هر یک از فعالیتهای تولیدی است که اصطلاحاً آن را «اثر جانشینی (برق‌بری)» می‌نامیم. هر چند در بلندمدت اثر مقیاس و اثر تخصیص مجدد تغییر چندانی با کوتاه‌مدت ندارند، اما اثر جانشینی (برق‌بری) در بلندمدت به شدت افزایش می‌یابد؛ به عبارت دیگر اثر جانشینی (برق‌بری) در بلندمدت بیشتر از کوتاه‌مدت می‌باشد.

در مجموع می‌توان گفت اگر هدف سیاست قیمتی، افزایش درآمد باشد، افزایش تعرفه برق خانگی می‌تواند گزینه مناسبی باشد. اما اگر هدف کاهش تقاضا باشد، این سیاست چندان موثر نخواهد بود. به عبارت دیگر اگر سیاست گذاران به دنبال کاهش تقاضای برق باشند، افزایش قیمت برق فعالیت‌های تولیدی سیاست موثری خواهد بود. همچنین اگر سیاست گذاران به دنبال کاهش تقاضای سایر حامل‌های انرژی (انرژی‌های فسیلی) و کاهش آلودگی هوا باشند، کاهش قیمت برق یک سیاست اثر بخش است. در این بین تغییر تعرفه برق برای خدمات و فلزات موثرتر است.

منابع و مأخذ

الف: منابع و مأخذ فارسی

1. خوش‌سیما، رضا (1382). بررسی تابع تقاضای انرژی در بخش خانگی، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران.
2. شاهمرادی، اصغر. حقیقی، ایمان. زاهدی، راضیه. و آقابابائی، محمد ابراهیم (1388). "تحلیل تاثیر سیاست‌های قیمتی در بخش‌های اقتصادی (با تمرکز بر آب و انرژی): رویکرد تعادل عمومی محاسبه‌پذیر". گزارش نهایی طرح تحقیقاتی وزارت نیرو، ایران.
3. فتح‌ا...زاده اقدم، رضا (1373). تقاضای انرژی خانگی، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تهران.
4. فخرایی، حمید (1371). پیش‌بینی تقاضای انواع انرژی در بخش‌های مصرف‌کننده، مؤسسه‌ی عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه، تهران.
5. منظور، داود. آقابابائی، محمد ابراهیم. و حقیقی، ایمان (1390). "تحلیل اثرات بازگشتی ناشی از بهبود کارایی در مصارف برق در ایران: الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر". فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی 8، 28.
6. وزارت نیرو (1389). آمار و نمودارهای انرژی در ایران و جهان 1387-2008، وزارت نیرو.

ب: منابع و مأخذ لاتین

1. Ang, B. W. (1995). "Decomposition Methodology In Industrial Energy Demand Analysis". *Energy* 20(11): 1081-1095.
2. Goel, Rajeev K., (2009). "Cigarette Advertising and U.S. Cigarette Demand: A Policy Assessment". *Journal of Policy Modeling* Elsevier, 31(3): 351-357, May.
3. Hansen, Petter Vegard & Lindholt, Lars (2008). "The Market Power of OPEC 1973-2001". *Applied Economics, Taylor and Francis Journals* 40(22): 2939-2959.
4. Holmøy, Erling. (2005). "The Anatomy of Electricity Demand: A CGE Decomposition for Norway". *Discussion Papers 426*, Research Department of Statistics Norway.
5. Küster, Robert; Ellersdorfer, Ingo; Fahl, Ulrich. (2007). "A CGE-Analysis of Energy Policies Considering Labor Market Imperfections and Technology Specifications". Institute of Energy

- Economics and the Rational Use of Energy, Department Energy Economics and System Analyses Universität Stuttgart.
6. Lucas Davis, W & Lutz, Kilian, (2009). "Estimating the Effect of a Gasoline Tax on Carbon Emissions". CEPR Discussion Papers 7161, C.E.P.R. Discussion Papers.
 7. Madlener R. (1996). "Econometric Analysis of Residential Energy Demand: A Survey". Journal of Energy Literature **II**(2) (December): 3-32.
 8. Shahmoradi, Asghar and Honarvar, Afshin (2008). "Gasoline Subsidy and Consumer Surplus in the Islamic Republic of Iran". OPEC Energy Review **32**(3): Pages232 – 245.
 9. Steenho, Paul A. (2006). "Decomposition of Electricity Demand in China's Industrial Sector". Energy Economics **28**(3): 370-384.

پیوست

جدول (پ 1): درصد تغییر در تقاضای برق به تفکیک فعالیت‌های تولیدی به ازای افزایش 100 درصدی قیمت برق

بلندمدت		میانمدت		کوتاهمدت		کشش جانشینی
0/5	0/4	0/3	0/2	0/1	0	
-30/38	-25/67	-20/65	-15/32	-9/66	-3/65	کشاورزی
-32/59	-28/93	-25/14	-21/23	-17/21	-13/08	نفت و کانی‌ها
-30/14	-25/31	-20/15	-14/65	-8/78	-2/52	خوراک و پوشاک
-30/07	-24/97	-19/47	-13/50	-7/05	-0/03	فرآورده‌های نفتی
-34/52	-30/68	-26/65	-22/41	-17/96	-13/28	فلزات و کانی‌های غیر فلزی
-30/40	-25/66	-20/62	-15/23	-9/50	-3/38	صنعت
-32/59	-28/60	-24/41	-20/03	-15/46	-10/69	عمده‌فروشی و خرده‌فروشی
-29/89	-25/19	-20/18	-14/86	-9/22	-3/22	خدمات

منبع: محاسبات تحقیق

جدول (پ 2): اثر مقیاس به تفکیک فعالیت‌های تولیدی به ازای افزایش 100 درصدی قیمت برق

بلندمدت		میانمدت		کوتاهمدت		کشش جانشینی
0/5	0/4	0/3	0/2	0/1	0	
-0/91	-1/00	-1/10	-1/21	-1/32	-1/44	کشاورزی
1/05	0/82	0/58	0/32	0/04	-0/26	نفت و کانی‌ها
-1/58	-1/65	-1/72	-1/78	-1/85	-1/92	خوراک و پوشاک
-1/29	-1/41	-1/55	-1/72	-1/90	-2/11	فرآورده‌های نفتی
-6/71	-6/78	-6/84	-6/90	-6/95	-6/99	فلزات و کانی‌های غیر فلزی
-1/37	-1/36	-1/35	-1/33	-1/31	-1/28	صنعت
-31/53	-27/12	-22/44	-17/50	-12/26	-6/72	برق
-1/62	-1/70	-1/79	-1/89	-1/98	-2/08	عمده‌فروشی و خرده‌فروشی
0/36	0/34	0/31	0/29	0/26	0/23	خدمات

منبع: محاسبات تحقیق