پژوهشنامه‌ی اقتصاد کلان
علمی – پژوهشی
سال دهم، شماره‌ی۱۹، نیمه ی اول۱۳۹۴

بررسی تاثیر کاهش یارانه برق بر مصرف برق با به کارگیری رویکرد تلفیقی شبکه ی عصبی و اقتصادسنجی[1]

محمد حسین پورکاظمی *
رویا آقایی فر **

تاریخ دریافت:۱۳۸۹/۱۰/۲۹ تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۶/۵

چکیده

بخش انرژی و از جمله برق، در ایران از یارانه‌های دولتی، بهره‌مند بوده است. اجرای قانون هدفمندسازی یارانه‌ها به عنوان یک تصمیم مهم در عرصه اقتصاد کشور، مطرح شده، لذا اثر کاهش یارانه بر مصرف برق، موضوع قابل توجه و بررسی است. در این پژوهش با استفاده از سه سناریو، تاثیر افزایش قیمت برق بر مصرف آن، ارزیابی شده است. در ابتدا، تابع مصرف برق با استفاده از روش خودتوضیح با وقفه های گسترده[2] برآورد شده است، سپس متغیرهای مستقل مدل به کمک روش شبکه عصبی[3] پیش‌بینی و بر اساس آنها متغیر وابسته مدل برآورد می‌شود. نتایج پیش‌بینی‌های آینده‌نگر به صورت پویا نشان می‌دهد که افزایش قیمت برق تا ۴۵۰ ریال هر کیلو وات ساعت (قیمت تصویب شده کنونی)، قیمت تمام شده اقتصادی معادل ۷۹۴ ریال و قیمت جهانی برابر با ۱۲۵۲/۵ ریال هر کیلو وات ساعت مصرف را به ترتیب ۹/۴۴ درصد، ۱۲/۱۹ درصد و ۱۴/۵۱ درصد کاهش می‌دهد.

طبقه بندی JEL: C45، Q49، C59

واژه های کلیدی: مصرف برق، شبکه ی عصبی، مدل اقتصاد سنجی ARDL

---

[1] این مقاله برگرفته شده از پایان نامه کارشناسی ارشد رویا آقایی فر به راهنمایی محمدحسین پورکاظمی در دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی می باشد.

* نویسنده مسئول- دانشیار اقتصاد دانشگاه شهید بهشتی(Email: h_pourkazemi@yahoo.com.au)
** کارشناس ارشد برنامه‌ریزی سیستم های اقتصادی دانشگاه شهید بهشتی
(Email:royaaghaeifar@gmail.com)

[2] Auto-Regressive Distributed Lag
[3] Neural Network

۱- مقدمه

تاریخچه پرداخت یارانه در جهان به پس از جنگ جهانی بر می‌گردد چرا که دولت به دلیل رکود اقتصادی و تورم، برخلاف نظریه کلاسیک و بر طبق نظریه کینز در اقتصاد دخالت کرد. اصولا یارانه‌ها به کالاهای اساسی پرداخت می‌شد، یعنی کالاهایی که دارای ضریب اهمیت ویژه در سبد مصرفی خانوار باشد، به راحتی در اختیار عموم و مخصوصا افراد ساکن در مناطق محروم قرار گیرد و در نهایت دارای کشش درآمدی پایین باشد، یعنی برای طبقات کم درآمد جامعه کالای ضروری باشد (قادری، ۱۳۸۳، ص ۵۲۷-۵۲۸). با انقلاب صنعتی انرژی به یک کالای اساسی تبدیل و مشمول پرداخت یارانه شد. این یارانه‌ها با این استدلال پرداخت می‌شد که منجر به کاهش فقر، بالا بردن امنیت عرضه انرژی، رشد و توسعه اقتصادی خواهد شد (گزارش G-20). اما پرداخت یارانه که به صورت کمتر شدن قیمت انرژی اثر می‌کند، سبب ایجاد اختلال در قیمت‌های تعادلی بازار و علامت دهی نادرست نسبت به تخصیص منابع انرژی خواهد شد. از آن‌جا که اقتصاد، علم تخصیص بهینه منابع است و قیمت‌ها نیز ابزاری برای رسیدن به این هدف هستند، بنابراین اگر انرژی قیمت واقعی خود را نداشته باشند، اتلافی در مصرف آن‌ها صورت می‌گیرد و تخصیص منابع بهینه نخواهد بود. چرا که تمام هزینه‌های تولید از جمله هزینه فرصت، در قیمت ظاهر نمی‌شود (پژوهشکده مطالعات اقتصادی و صنعتی شریف، ۱۳۸۹). پس کاهش رفاه اجتماعی و نقصان بازده تولید، هزینه‌ای است که به دلیل استمرار اجرای این خط مشی، به جامعه تحمیل می‌شود (خیابانی، ۱۳۸۷، ص ۲). با توجه به ماده یک، بند (ج)، لایحه هدفمند کردن یارانه‌ها که بیان می‌دارد «میانگین قیمت فروش داخلی برق به گونه‌ای تعیین گردد که به تدریج و حداکثر تا پایان برنامه ی پنجم توسعه اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران معادل قیمت تمام شده‌ی آن باشد»، لذا حذف یارانه‌های انرژی و هدفمند کردن آن در حوزه برق موضوع قابل توجه و بررسی است. اثر این طرح روی صنایع مختلف با توجه به تفاوت در ساختار هزینه، ساختار رقابت در داخل و میزان تعامل با بازار خارجی یکسان نیست. به طور کلی حذف یارانه از سویی منجر به افزایش هزینه‌ی نهایی تولید می‌شود و قابلیت رقابت، سطح بهینه‌ی تولید و تقاضای سرمایه‌گذاری را دگرگون می‌کند. از سوی دیگر، به دلیل تغییر قیمت نسبی کالاها و جا به جایی خط بودجه‌ی

مصرف کننده، روی سطح تعادلی تولید صنایع مختلف اثر می‌گذارد. این صنایع یا عرضه‌کننده‌ی مستقیم هستند و یا از رهگذر تغییر در مصرف محصولات جانشین یا مکمل تحت شعاع قرار می‌گیرند. بنابراین شوک‌های قیمتی می‌تواند سطوح متفاوتی از تولید و مصرف را ایجاد کند. در چنین شرایطی، عوامل بازار مثل نیروگاه‌ها، شرکت‌های توزیع نیروی برق، صنایع بزرگ، واسطه‌ها و مراکز دیسپاچینگ توجه ویژه به پیش‌بینی مصرف خواهند داشت، چرا که بقا در بازار برق بدون آگاهی از پیش‌بینی تغییرات مصرف کل سیستم میسر نیست و سود و زیان عوامل بازار، نتیجه‌ی آگاهی دقیق از وضعیت مصرف برق است.

از سویی در تحقیقات جدید، بیشترین گرایش به سمت تحقیقات کاربردی به ویژه در زمینه‌ی پردازش اطلاعات بوده و در این میان به توسعه‌ی تئوری سیستم‌های دینامیکی هوشمند، مبتنی بر داده‌های تجربی توجه خاص شده است. از این گروه می‌توان به شبکه‌های عصبی مصنوعی اشاره کرد که با پردازش روی داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل کرده و به نحو مناسبی به پیش بینی می پردازد (سهراب خانی، ۱۳۸۵، ص ۳-۴). از آن جا که روابط حاکم بر سری های زمانی بازار برق نشان از آشوبناک بودن و پیچیدگی این سری ها دارد، روش های غیرخطی مانند شبکه ی عصبی عملکرد مناسبتری در پیش بینی این سری ها از خود نشان داده است (اگروال[1]، ۲۰۰۹، ص ۱۵). اما با توجه به اینکه در الگوهای اقتصادی به تحلیل نیروها یا متغیرهایی که بر مصرف اثر می‌گذارند و تخمین صحیح اثر کمی آن ها نیازمندیم، روش شبکه عصبی به تنهایی کارامد نیست. در این مقاله به ارائه ی یک رویکرد مناسب مبتنی بر هوش مصنوعی و اقتصاد سنجی برای پیش بینی مصرف برق خواهیم پرداخت. به کمک این رویکرد، اثر کاهش یارانه بر مصرف برق بررسی خواهد شد.

۲- پیرامون قیمت برق

برق به عنوان یک انرژی گران قیمت و با ارزش از قیمت تمام شده بالایی برخوردار است. با توجه به تبصره یک قانون هدفمندسازی یارانه‌ها، قیمت تمام شده برق با در نظر

[1] Aggarwal

گرفتن مجموع هزینه‌های تبدیل انرژی، انتقال، توزیع نیروی برق و هزینه سوخت (با راندمان حداقل ۳۸ درصد نیروگاه‌های کشور) و رعایت استانداردها محاسبه می‌شود (گزارش های وزارت نیرو). در ایران علاوه بر بعد اقتصادی، ملاحظات اجتماعی و سیاسی نیز در تعیین قیمت برق دخیل بوده که موجب عدم تناسب قیمت با هزینه‌ی سرمایه ی تمام شده و جاری و در نتیجه مصرف بیش از اندازه‌ی آن شده است. این عدم تناسب از یک سو و نبود بازار رقابتی و فعالیت اندک بخش خصوصی در زمینه سرمایه گذاری در بخش برق از سویی دیگر، موجب به مخاطره افتادن استمرار خدمات صنعت برق گردیده است. طی سال های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ قیمت برق در ایران ثابت ماند. در پایان سال ۱۳۸۵ برای مصارف خانگی مقرر شد مصارف مازاد بر الگوی مصرف مشمول یارانه کمتری شوند. در سال ۱۳۸۶ قیمت برق برای مصارف عمومی، کشاورزی و صنعتی نسبت به سال قبل از آن افزایشی نداشت. اما قیمت برق مشترکین سایر مصارف نسبت به سال قبل ۱۵ درصد افزایش یافت. در بخش مصارف خانگی نیز قیمت نسبت به سال قبل افزایش داشت که برحسب الگوی مصرف این بخش تعیین گردید. در سال ۱۳۸۷ قیمت برق در برخی بخش‌ها با تغییر همراه بود. طی بخش نامه ابلاغ شده در مرداد ماه سال ۱۳۸۷ بهای برق دستگاه‌های اجرایی که بیش از ۵۰ درصد سهام آنها متعلق به دولت است، با تعرفه‌ی عمومی ۸-۲ تعیین گردید. بر این اساس بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها، مدارس، مراکز خدماتی مشمول این تعرفه نخواهند بود. همچنین مصرف واحدهای تولیدکننده محصولات کشاورزی شامل زراعی، باغبانی، دامی و آبزیان براساس تعرفه‌ی کشاورزی تنظیم گردد. سایر قیمت‌های برق بدون تغییر و مانند قیمت‌های سال ۱۳۸۶ تعیین گردید. متوسط کل قیمت در این سال حدود ۱۷۳/۲ ریال به ازای هر کیلو وات ساعت بوده که کمترین قیمت با ۲۴/۳ ریال مربوط به بخش کشاورزی و بیشترین قیمت با ۵۱۶/۱ ریال مربوط به سایر مصارف بوده است.

در حالت کلی هزینه تامین برق گروه های مختلف مصرفی به متغیرهایی چون سطح ولتاژ دریافتی و رفتار مصرفی آن ها در طول ساعات مختلف شبانه روز بستگی دارد. با توجه به همزمانی تولید و مصرف برق و تاثیر مستقیم نحوه‌ی مصرف در هزینه‌ی تمام شده هر کیلو وات ساعت، بایستی هزینه تمام شده هر دسته از مشترکین با توجه به اثری که در شبکه سراسری می‌گذارند محاسبه و. نرخ های مناسب برای آن تعیین شود.

بر مبنای ترازنامه‌ی انرژی در سال ۱۳۸۷ بالاترین و پایین‌ترین هزینه‌ی تمام شده برق در بخش های مصرف کننده به ترتیب مربوط به بخش خانگی با ۵۵۴/۶ و بخش صنعتی با ۳۶۳/۹ ریال بر کیلو وات ساعت می‌باشد. مقایسه هزینه‌ی تمام شده برق و متوسط نرخ فروش آن بیانگر اختصاص بیشترین میزان یارانه برق به دو بخش خانگی و کشاورزی است که بخش خانگی با داشتن بالاترین هزینه تمام شده، از بیشترین یارانه پرداختی نیز بهره مند است (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۷).

۳- مروری بر مطالعات انجام شده در بازار برق

ویژگی‌های متفاوت بازار انرژی برق، تجربه تغییر ساختار و اهمیت آن به عنوان یک منبع تجدیدپذیر و جایگزین با انرژی‌های فسیلی، توجه پژوهش‌های علمی گسترده ای را به این بازار معطوف ساخت. این بخش مطالعات انجام شده در حیطه مصرف و یارانه انرژی را بیان می‌کند. مقاله آذربایجانی و همکاران با هدف کاربرد رویکرد خود توضیح با وقفه‌های گسترده مطالعه شد. متغیرهای مصرف برق دوره قبل و قیمت برق برای صنعت، قیمت گاز طبیعی با وقفه دو و چهار در این بخش، مجذور قیمت برق در دوره قبل و متغیر مجازی که معرف کیفیت عرضه انرژی الکتریکی است، به عنوان متغیرهای موثر در مدل برای سال های ۱۳۴۶- ۱۳۸۱ لحاظ شده است. نتایج برآوردها نشان داد که مصرف در بلند مدت تابعی از قیمت نیست و با توجه به کشش‌های قیمتی بلند مدت و کوتاه مدت این نتیجه حاصل شد که انرژی الکتریکی در بخش صنعت بی‌کشش است و در صورت تداوم سیاست‌های یارانه ای دولت، سیاست‌های قیمتی تاثیر چندانی در مدیریت مصرف این بخش ندارد و نمی‌تواند انگیزه لازم برای صرفه جویی را فراهم کند (آذربایجانی، ۱۳۸۵). قادری و همکاران با استفاده از رویکرد سیستمی به بررسی تاثیر پرداخت یارانه مستقیم انرژی بر شاخص‌های کلان اقتصادی می‌پردازد. نتایج بخش مصرف بیانگر این است که مصرف انرژی در حالت تبدیل تدریجی یارانه غیرمستقیم به مستقیم پس از ۱۵ سال و در روش تبدیل یکباره پس از ۳ سال به حالت تعادل (سالیانه ۷۰۰ لیتر) می‌رسد (قادری، ۱۳۸۴). اتاق بازرگانی و صنایع و معادن تهران در قالب یک طرح پژوهشی به ارزیابی پیامدهای اصلاح نظام یارانه‌ی انرژی در ایران با استفاده از مدل تعادل جزیی و تعادل جزیی گسترش یافته پرداخته است. باتوجه به این که قیمت

برق در مقایسه با سایر حامل‌ها گرانتر مبادله می‌شود و بخش بزرگی از هزینه انرژی صنعت را تشکیل می دهد، لذا انتظار می‌رود با افزایش قیمت برق، سهم برق کاهش یافته و بنا به مورد سهم گاز طبیعی، نفت کوره یا نفت گاز افزایش می‌یابد، در بخش خانوار افزایش قیمت برق تاثیر چندانی بر کاهش مصرف ندارد، چرا که بخش پر درآمد سهم بیشتری در مصرف داشته و افزایش قیمت تاثیر چندانی در کاهش مصرف این گروه ندارد (اتاق بازرگانی، ۱۳۸۸). خیابانی در مقاله خود با استفاده از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه استاندارد به ارزیابی افزایش قیمت حامل‌های انرژی در اقتصاد ایران می‌پردازد و بر اساس ۳ سناریوی افزایش قیمت بنزین، افزایش قیمت تمام حامل‌های انرژی و افزایش قیمت تمام حامل‌های انرژی بر اساس قیمت‌های جهانی به تحلیل می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد که افزایش قیمت حامل‌های انرژی، با کاهش در انحراف قیمت‌های نسبی موجب کاهش مصرف انرژی در بخش‌های تولیدی و خانوارها می‌شود و با افزایش هزینه‌های تولید، تورم افزایش و رفاه اقتصادی افراد کم درآمد کاهش می‌یابد (خیابانی، ۱۳۸۷).

مقاله نوئل دی اوری و روی بوید[1] با عنوان ارزیابی اثر اقتصادی افزایش قیمت انرژی در مکزیک، به تجزیه و تحلیل اثر افزایش قیمت بنزین و برق در اقتصاد مکزیک با استفاده از یک مدل تعادل عمومی می‌پردازد. نتایج نشان داده است که افزایش قیمت بنزین و برق باعث افزایش سطح عمومی قیمت‌ها، کاهش تولید همه‌ی بخش‌های تولیدی، کاهش مصرف کالا وخدمات، کاهش مطلوبیت کل و افزایش دریافتی دولت می‌شود. این افزایش دریافتی برای بازپرداخت بدهی‌های خارجی و تعدیل آن به کار گرفته شد. همچنین کشش قیمتی نشان داده است که افزایش ۱٪ در قیمت برق، موجب کاهش ۰/۸۹٪ در مصرف آن می‌شود و افزایش ۱٪ در قیمت بنزین، مصرف آن را ۱/۱۱٪ کاهش می‌دهد (دی. یوری، ۱۹۹۷). هوپ و سینگ[2] اثر افزایش قیمت فرآورده های نفتی و برق را در شش کشور مالزی، غنا، زیمباوه، کلمبیا، اندونزی و ترکیه بر بخش صنعت، خانوارها و متغیرهای کلان اقتصادی بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد که در بیشتر کشورها الگوی مصرف انرژی به سمت جانشینی سوخت مخصوصا جانشینی الکتریسیته تغییر کرده، از سویی با وجود افزایش قیمت انرژی، نرخ رشد

[1] D.Uri, Noel and Roy boyd
[2] Hoppe, Einar and Balbir Singh

تولیدات صنعتی افـزایش داشـته اسـت (هـوپ و سـینگ، ۱۹۹۵). در مطالعـه پینـو[1] و همکاران، پس از بیان مشکلات معمول پیش بینی با استفاده از مدل های ساختاری در اقتصاد، به پیش بینی مصرف روزانه برق برای بازار تولید برق اسپانیا پرداخته اند. در این مقاله، از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه[2] استفاده شده است. نتایج با پیش بینی آریما مقایسه شده و نتیجه گیری می‌کند که در صورت انتخاب مناسب پارامترهای شبکه این مدل، مشکلات مربوط به مدل های سـاختاری را نـدارد و دارای عملکـرد بهتـری اسـت (پینو، ۲۰۰۷).

۴- ادبیات روش پیش بینی

۴-۱- شبکه عصبی

شبکه عصبی مدل های ریاضی هستند که براساس توانـایی پردازشـی مغـز انسـان عمل می‌کند. ادبیاتی که ویژگی های معین شبکه‌های عصبی را توضیح می دهد آن‌ها را برای پیش‌بینی سری زمانی مناسب می‌سازد (بیل، ۱۳۸۶، ص ۵). علاوه بر ایـن، شـبکه عصبی از یک طبیعت غیر خطی پیروی می‌کند، بدان معنـا کـه نـه تنهـا مـی‌توانـد بـه درستی توابع غیر خطی را برآورد کند بلکـه مـی‌توانـد عناصـر غیـر خطـی را از داده‌هـا استخراج کند (اگروال، ۲۰۰۹، ص ۱۵).

در یک نگاه ساده، مدل یک عصب شامل ورودی‌هایی است که در وزن‌هایی ضـرب می‌شوند تا قدرت سیگنال را تعیین کنند. نهایتـا یـک عملگـر ریاضـی تصـمیم‌گیـری می‌کند که آیا نرون فعال شود یا خیـر و اگـر جـواب مثبـت باشـد، میـزان خروجـی را مشخص می‌سازد. بنابراین شبکه‌ی عصبی مصنوعی بـا اسـتفاده از مـدل سـاده شـده‌ی عصب واقعی به پردازش اطلاعـات مـی‌پـردازد (فاسـت، ۱۳۸۸، ص ۹). در حـل مسـائل پیچیده معمولا چند نرون بطور مناسب با هم ترکیب شـده و سـاختار شـبکه عصـبی را نمایان می‌سازند. یکی از این ساختارها، شبکه‌ی عصبی پیش خور[3] است کـه مهمتـرین نـوع آن پرسـپترون چنـد لایـه اسـت (بیـل، ۱۳۸۶، ص ۴۶-۴۸). توانـایی یـادگیری از ویژگی‌های منحصر به فرد شبکه عصبی است که ارتباط بین ورودی‌هـا و خروجـی‌هـا را

---

[1] Pino Raul
[2] Multi layer perceptron
[3] Feed-forward Neural Networks

مشخص می‌کند برای یادگیری، ابتدا شبکه با استفاده از اطلاعاتی که از ورودی (مجموعه آموزش) دریافت می‌کند، روند موجود در الگو را فرا می‌گیرد. سپس مجموعه آزمایش در اختیار شبکه قرار داده می‌شود، تا عملکرد و دقت پیش‌بینی شبکه محاسبه گردد (گودرزوند چگینی، ۱۳۸۸، ص ۲۲۷). میزان یادگیری به درجه کامل بودن اطلاعات قبلی بستگی دارد و به دو دسته با سرپرست[1] و بدون سرپرست[2] تقسیم می‌شوند. در شبکه‌های باسرپرست، در فاز آموزش از نمونه‌هایی استفاده می‌گردد که خروجی ایده آل متناظر با آن ها، از پیش دانسته است. اختلاف بین خروجی شبکه با خروجی های ایده‌آل بعنوان مبنای اصلاح وزن‌های اتصالات نرون ها قرار می‌گیرد. یادگیری شبکه‌ی عصبی، در واقع، بهینه کردن این وزن هاست و برای این کار بایستی مجموع مربعات خطا کمینه گردد (شالکف، ۱۳۸۲).

مهمترین گام در پیش بینی با شبکه‌های عصبی تعیین تعداد لایه‌های پنهان، تعداد نرون‌های هر لایه و نیز تابع انتقال است که از آن به معماری شبکه ی عصبی یاد می‌شود. در صورت انتخاب ساختار معماری مناسب این شبکه قادر است هر رابطه بین ورودی و خروجی را با دقت دلخواه تقریب بزند. این فرآیند از روش آزمون و خطا صورت می‌گیرد (بیل، ۱۳۸۶). در این روش تمام معماری‌های مختلف شبکه بررسی شده و شبکه‌ی عصبی که تابع خطای مورد نظر را کمینه کند انتخاب می‌شود. خطای پیش بینی معیاری برای ارزیابی عملکرد شبکه است که برای هر مشاهده به وسیله‌ی محاسبه‌ی اختلاف خروجی شبکه با ارزش‌های متغیر هدف اندازه گیری می‌شود. معمول ترین معیار برای ارزیابی شبکه‌های عصبی جذر میانگین مجموع مربعات خطا است و به صورت زیر محاسبه می‌شود (بی شوپ[3]، ۱۹۹۵):

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (e_p)^2}{N}} \qquad (۱)$$

[1] Supervised
[2] Unsupervised
[3] Bishop

۴-۲- رویکرد تلفیقی شبکه عصبی و اقتصاد سنجی

در پیش بینی سری‌های زمانی از روش‌های متعددی مانند شبکه عصبی و یا اقتصادسنجی استفاده می‌شود که هر کدام، از مزیت‌هایی برخوردار است. روش شبکه عصبی در پیش بینی سری‌های غیرخطی از عملکرد بهتری برخوردار است. اما بیشتر مدل های اقتصادی از عوامل متعددی تاثیر می‌پذیرند. پیش بینی این مدل‌ها، با فرض ادامه روند الگو در آینده و با استفاده از رابطه میان متغیر مورد نظر و متغیرهای تاثیرگذار، صورت می‌گیرد. مصرف برق نیز تحت تاثیر عواملی مثل قیمت برق، درآمد، قیمت سوخت‌های جایگزین و عواملی مثل در دسترس بودن و دما قرار دارد. بنابراین روش اصولی در تخمین و پیش بینی این مدل ها به ویژه در بلند مدت، این است که با در نظر گرفتن تغییرات عوامل موثر پیش بینی انجام گیرد. در این قسمت با ترکیب دو روش شبکه عصبی و اقتصادسنجی، از مزیت هر دو روش بهره‌مند شده و پیش بینی دقیق تر و کاراتری برای مصرف ارائه می‌شود. ابتدا، نیاز است یک تابع اقتصاد سنجی مناسب برآورد شود. همان طور که در قسمت مرور ادبیات بیان شد برای این منظور از رویکرد خود توضیح با وقفه‌های گسترده استفاده شده است، زیرا این مدل صرف نظر از این که متغیرهای موجود $I(0)$ یا $I(1)$ هستند، قابل کاربرد است. همچنین برای نمونه های کوچک یا محدود کارایی نسبتا بیشتری دارد (گجراتی، ۱۳۸۶، ص ۹۴۷-۹۴۸). مدل زیر یک مدل خود توضیح با وقفه های گسترده $ARDL(p, q_1, q_2, \cdots, q_k)$ را نشان می دهد:

$$\alpha(L,P)y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i(L,P)x_{it} + \lambda w_t + \varepsilon_t \qquad (۲)$$

که

$$\alpha(L,P) = 1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L^2 - \cdots - \alpha_p L^p$$

$$\beta_i(L,q_i) = \beta_{i0} + \beta_{i1}L + \beta_{i2}L^2 + \cdots + \beta_{iq_i}L^{q_i} \qquad i = 1,2,\cdots,k$$

در این معادله y_t متغیر وابسته، α جز ثابت، L عملگر وقفه (مانند $Ly_t = y_{t-1}$) و w برداری از متغیرهای ثابت مانند عرض از مبدا، روند زمانی یا متغیرهای برون زا با وقفه ثابت است. مدل خود توضیح با وقفه های گسترده تعداد $(p+1)^k$ رگرسیون را برای بدست آوردن طول وقفه بهینه برای هر متغیر، برآورد

می‌کند که p ماکزیمم تعداد وقفه ها و k تعداد متغیرهای توضیحی است. در مرحله بعد با استفاده از یکی از معیارهای آکائیک، شوارتز بیزین، حنان کـوییـن یـا ضـریب تعیـین تعدیل شده یکی از معادلات انتخاب می‌شـود. در نمونـه هـای کمتـر از ۱۰۰ معمـولا از معیار شوارتز بیزین استفاده می‌شود تا درجه آزادی کمتری از دست برود. ضـرایب بلنـد مدت معادله بالا به صورت زیر بدست می آید (تشکینی، ۱۳۸۴، ص ۱۴۵-۱۴۷):

$$\Pi = \frac{\hat{\lambda}(p, q_1, q_2, \cdots, q_k)}{1 - q_1 - q_2 - \cdots - q_p} \qquad (۳)$$

که در رابطه فوق $\hat{\lambda}(p, q_1, q_2, \cdots, q_k)$، تخمین‌های OLS از λ در معادله ۲ را بیان می‌کند. برای بررسی این که رابطه بلند مدت بدست آمـده کـاذب نیسـت، روش آزمون F متغیر اضافی که توسط پسران و دیگران (۱۹۹۶) ارائـه شـد بـه کـار مـی‌رود. فرضیه صفر بیان می‌کند که همه ضرایب وقفه های سطح متغیرها برابـر صـفر هسـتند. این فرضیه و فرضیه مقابل آن، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$H_0: \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = 0$$
$$H_1: \delta_1 \neq \delta_2 \neq \delta_3 \neq \delta_4 \neq 0$$

دو مقدار بحرانی F، وقتـی متغیرهـای مسـتقل I(d) $(0 \leq d \leq 1)$ هسـتند، آزمـون همجمعی را فراهم می‌کند. ارزش پایین تر فـرض مـی‌کنـد رگرسـورها I(0) هسـتند و ارزش بالاتر فرض می‌کند که رگرسورها I(1) هستند. اگر F محاسباتی فراتر از محدوده بالایی قرار گیرد، فرضیه صفر یعنی عدم وجـود رابطـه بلنـد مـدت رد مـی‌شـود و اگـر کوچکتر از محدوده پایینی باشد، فرضیه صـفر مـذکور پذیرفتـه مـی‌شـود. اگـر هـم F محاسباتی بین حد بالا و حد پایین قرار گیرد، نتیجـه غیـر قطعـی اسـت (آذربایجـانی، ۱۳۸۵، ص ۹-۱۰). در مرحله بعد به منظور پیش بینـی لازم اسـت مقـادیر متغیرهـای برون زای مدل برای دوره پیش بینی تعیین شـود. ایـن کـار بـا اسـتفاده از سـناریوهای مختلف می‌تواند انجام گیرد. در این مقاله با استفاده از شبکه عصبی هریک از متغیرهای مستقل پیش بینی می‌شود، سپس نتایج مربوط به پیش بینی متغیرهای برون زای مدل را در سیستم اقتصادسنجی وارد کرده، دوباره مدل را تخمین زده و پیش بینی می‌کنیم.

۵- داده‌ها

داده‌های آماری مقاله به صورت سالیانه می باشد. بهترین گزینش برای داده‌های مصرف برق، محصول ناخالص داخلی و شاخص بهای کالاها وخدمات مصرفی گروه مسکن، سوخت و روشنایی از سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، برای داده‌های قیمت اسمی و مصرف نفت سفید، نفت کوره و نفت گاز به منظور محاسبه قیمت انرژی های جایگزین از سایت شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی ایران و برای داده قیمت برق از سایت وزارت نیرو جمع آوری شده است. دوره زمانی داده‌ها از سال ۱۳۶۷ تا سال ۱۳۸۷ است و مصرف برای سال های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳ پیش بینی شده است.

۶- مدل سازی شبکه عصبی

شبکه‌های عصبی پرسپترون چند لایه و پیش خور با اتصالات کامل[1] برای پیش بینی مصرف برق مناسب هستند، زیرا ایجاد رابطه غیر خطی بین مصرف و عوامل موثر بر آن مطلب مهمی است که به نظر می‌رسد پرسپترون چند لایه با قدرت بالا در تقریب توابع، به خوبی از عهده آن بر می‌آید. الگوریتم برنامه در محیط نرم افزار متلب[2] با استفاده از تکنیک پنجره متحرک[3] (ریدلی. دی[4]، ۲۰۰۳)، نوشته شده است. سری زمانی داده‌های ورودی برای پیش بینی به صورت یک ماتریس به نرم افزار متلب داده می‌شود. پارامترهای برنامه مانند نرخ یادگیری، حداکثر تعداد نرون های لایه ی مخفی، حداکثر تعداد وقفه‌ها و ... که بیانگر چارچوب پیش بینی است، مقداردهی می‌شود. الگوریتم آموزش به کار رفته لونبرگ- مارکوات، تابع تبدیل برای نرون های لایه مخفی تانژانت هایبربولیک و برای لایه خروجی تابع تبدیل خطی است. حداکثر تعداد مورد نیاز شبکه عصبی ساخته می‌شود. شبکه‌های عصبی مختلف با ۹۰ درصد داده‌ها آموزش و با ۱۰ درصد باقیمانده، عملکرد شبکه‌ها مقایسه می‌شود و بهترین شبکه براساس جذر میانگین مجذور خطا[5] انتخاب می‌شود. پس از انتخاب شبکه مناسب، شبکه را با تمام داده‌ها

---

[1] Fully connected
[2] MATLAB
[3] Moving Window
[4] Ridley D
[5] RMSE

آموزش داده و آن را برای پیش بینی مقادیر آینده واقعی به کار می بـریم. از ایـن روش برای پیش بینی متغیرهای مستقل مدل استفاده می‌شود.

۷- روش تلفیقی شبکه عصبی و اقتصادسنجی برای پیش بینی مصرف

در این قسمت به ارائه ی رویکرد تلفیقی شبکه عصبی و اقتصاد سنجی می‌پردازیم. برای برآورد اقتصادسنجی از رویکرد خود توضیح با وقفه‌های گسـترده اسـتفاده مـی‌شـود. قبل از برآورد، لازم است آزمون پایایی برای همه متغیرها انجام شود تـا مطمـئن شـویم متغیرها تفاضل مرتبه دو یا I(2) نیستند، بدین ترتیب می‌توان از بروز رگرسیون کـاذب جلوگیری و نتایج قابل اعتمادتری حاصل کرد. برای ایـن منظـور از آزمـون DF-GLS استفاده شده که یک تعدیل ساده از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته است به گونه‌ای کـه قدرت نمونه را هنگامی‌کـه یـک میـانگین ناشـناخته یـا یـک رونـد وجـود دارد، بهبـود می‌بخشد. نتایج آزمون نشان داد که هیچ متغیری جمعی از مرتبه دو و یا بیشتر نیسـت. در مرحله اول از تحلیل خود توضیح با وقفه‌های گسترده، آزمون F برای پـی بـردن بـه وجود رابطه ی بلند مدت صورت می‌گیرد. آماره ی F این مسئله را بررسی می‌کنـد کـه همه ضرایب وقفه های سطح متغیرها برابر صفر هستند. جدول ۵ نتـایج آمـاره هـای F محاسبه شده را وقتی که تفاضل مرتبه اول هر متغیر به عنـوان یـک متغیـر وابسـته در رگرسیون ARDL-OLS لحاظ شده است، نشان می دهد:

جدول شماره ی یک- نتایج آزمون های F

متغیر وابسته	آماره F	احتمال	نتیجه
$F_{Dldem}(Dldem\|Dlgdp, Dlrp, Dlrps)$	۴/۸۰	۰/۰۰۹	وجود هم جمعی
$F_{Dlgdp}(Dlgdp\|Dldem, Dlrp, Dlrps)$	۲/۶۳	۰/۰۶۷	عدم وجود هم جمعی
$F_{Dlrp}(Dlrp\|Dlgdp, Dldem, Dlrps)$	۲/۳۴	۰/۰۹۳	عدم وجود هم جمعی
$F_{Dlrps}(Dlrps\|Dlgdp, Dlrp, Dldem)$	۲/۶۶	۰/۰۶۵	عدم وجود هم جمعی
حد بالای ارزش بحرانی F: ۴/۳۷۸ حد پائین ارزش بحرانی F: ۳/۲۱۹ در سطح ۵ درصد خطا در سطح ۵ درصد خطا			

منبع: محاسبات محقق

همان گونه که از جدول ۱ پیداست آماره F محاسبه شده F_{Didem} از حد بالای ارزش بحرانی F یعنی ۴/۳۷۸ در سطح معنی داری ۵ درصد، بیشتر است، پس می‌توان گفت فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلند مدت را با اطمینان ۹۵ درصد نمی‌توان پذیرفت و وجود رابطه بلند مدت تایید می‌شود. مدل ARDL(2,0,0,3) حاصل از برآورد بلند مدت برای مصرف به صورت زیر بدست می آید:

$$LDEM_t = -5.69 + 1.36LGDP_t - 0.00LRP_t + 0.10LPS_t \quad (۴)$$

$$t: \quad (-9.0712)\ (29.8112)\ \ (-2.3742)\ (2.7574)$$

که در آن $LDEM_t$ لگاریتم مصرف برق، $LGDP_t$ لگاریتم محصول ناخالص داخلی، LRP_t لگاریتم قیمت واقعی برق و LPS_t لگاریتم قیمت واقعی سوخت های جایگزین است. نتایج مربوط به الگوی بلند مدت نشان می دهد تمام ضرایب معنی دار و مطابق انتظار است. تولید ناخالص داخلی و قیمت واقعی انرژی‌های جانشین اثر مثبت و قیمت واقعی برق اثر منفی بر مصرف برق دارد. علاوه بر این ضریب تعیین به دست آمده ۰/۹۹ است که حاکی از قدرت توضیح دهندگی بسیار بالای مدل است. همچنین دوربین واتسون عدد ۲/۱۷ را نشان می دهد که نشان دهنده ی عدم خودهمبستگی در جملات پسماند مدل است. آماره ی F بدست آمده نیز معنی دار بودن کل ضرایب را تایید می‌کند.برای پیش بینی نیاز است مقادیر متغیرهای برون زای مدل برای دوره پیش بینی تعیین شود. این کار با استفاده از سناریوهای مختلف می‌تواند انجام گیرد. در این مقاله با استفاده از شبکه عصبی هریک از متغیرهای مستقل پیش بینی می‌شود. نتایج پیش بینی آینده نگر مصرف برق در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول شماره ی دو- نتایج پیش بینی آینده نگر متغیرهای مستقل به صورت پویا با استفاده از روش شبکه عصبی

نوع پیش بینی	سال	قیمت اسمی برق (ریال/ کیلو وات ساعت)	تولید ناخالص داخلی (میلیارد ریال)	قیمت اسمی سوخت های جایگزین (ریال/ لیتر)
یک گام به جلو	۱۳۸۸	۱۸۳/۳۲	۵۰۴۱۰۰	۱۷۵/۰۵
دو گام به جلو	۱۳۸۹	۱۹۳/۳۰	۵۱۱۶۷۰	۱۷۴/۸۰
سه گام به جلو	۱۳۹۰	۱۹۲/۹۸	۵۱۹۰۸۰	۱۷۵/۸۲
چهار گام به جلو	۱۳۹۱	۱۹۷/۷۹	۵۲۵۲۱۰	۱۸۱/۰۶
پنج گام به جلو	۱۳۹۲	۲۰۶/۰۸	۵۳۶۸۰۰	۱۸۱/۹۴
شش گام به جلو	۱۳۹۳	۲۰۸/۵۸	۵۲۲۲۹۰	۱۸۲/۳۶
RMSE		۱۰/۲۴	۵۰۷۹/۴	۱/۶۱
تعداد وقفه ها		۶	۸	۴
تعداد نرون های لایه مخفی		۹	۵	۹

منبع: محاسبات محقق

جدول شماره ی دو- نتایج پیش بینی آینده نگر مصرف برق به صورت پویا با استفاده از روش تلفیقی

نوع پیش بینی	تاریخ	داده ی پیش بینی
یک گام به جلو	۱۳۸۸	۱۷۶۰۷۸/۶
دو گام به جلو	۱۳۸۹	۱۸۷۳۵۱/۲
سه گام به جلو	۱۳۹۰	۱۹۵۶۰۲/۰
چهار گام به جلو	۱۳۹۱	۲۰۴۳۹۶/۴
پنج گام به جلو	۱۳۹۲	۲۱۱۶۷۲/۴
شش گام به جلو	۱۳۹۳	۲۱۷۵۲۰/۸

منبع: محاسبات محقق

۸- بررسی افزایش قیمت برق بر مصرف الکتریسیته

در این قسمت با استفاده از پیش بینی‌های آینده نگر و در قالب سه سناریو به بررسی این مطلب پرداخته می‌شود. بدین منظور قیمت برق را افزایش داده و تا شش

گام به جلو با شبکه عصبی پیش بینی می‌کنیم. نتایج این پیش بینی در کنار پیش بینی های قبلی شبکه ی عصبی از متغیرهای برونزای مدل خود توضیح با وقفه‌های گسترده برای پیش بینی مصرف جدید به کار می رود. سناریوی اول: بر مبنای کسب ۱۵۰ هزار میلیارد ریال درآمد خالص از محل کاهش یارانه‌ها طراحی شده است. برای کسب این مقدار درآمد خالص، برق باید به قیمت ۴۵۰ ریال به ازای هر کیلو وات ساعت به مصرف کننده فروخته شود. در حال حاضر و با اجرای گام اول طرح هدفمندسازی یارانه‌ها، این قیمت برای برق تصویب شده است. متوسط قیمت سوخت جایگزین نیز به همین نسبت افزایش داده شده است. جدول ۳ نتایج این محاسبات را به همراه میزان تغییر مصرف در هر گام و متوسط تغییر مصرف نشان می دهد.

جدول شماره ی سه - پیش بینی آینده نگر مصرف برق در سناریوی اول

سال	قیمت برق پس از افزایش	قیمت سوخت پس از افزایش	مصرف قبل از افزایش قیمت	مصرف پس از افزایش قیمت	میزان تغییر در مصرف	درصد تغییر مصرف
۱۳۸۸	۴۴۱/۵۱	۳۵۰/۱	۱۷۶۰۷۸/۶	۱۷۲۸۳۰	-۳۲۴۸/۶	-٪۱/۸۴
۱۳۸۹	۴۵۳/۸۵	۳۵۹/۳	۱۸۷۳۵۱/۲	۱۷۶۵۳۲	-۱۰۸۱۹/۲	-٪۵/۷۷
۱۳۹۰	۴۸۱/۲۲	۳۶۸/۹	۱۹۵۶۰۲/۰	۱۷۹۷۳۰/۸	-۱۵۸۷۱/۲	-٪۸/۱۱
۱۳۹۱	۵۰۶/۰۰	۳۷۰/۶	۲۰۴۳۹۶/۴	۱۸۱۷۸۲/۷	-۲۲۶۱۳/۷	-٪۱۱/۰۶
۱۳۹۲	۵۳۳/۵۷	۳۷۳/۶	۲۱۱۶۷۲/۴	۱۸۶۴۹۰/۸	-۲۵۱۸۱/۶	-٪۱۱/۹
۱۳۹۳	۵۷۵/۶۲	۳۷۳/۵	۲۱۷۵۲۰/۸	۱۷۸۴۸۳/۹	-۳۹۰۳۶/۹	-٪۱۷/۹۵
متوسط تغییر					-۱۹۴۶۱/۸	-٪۹/۴۴

منبع: محاسبات محقق

از آن جا که هدف های بعدی برای افزایش قیمت برق رسیدن به قیمت تمام شده و قیمت جهانی است، در این قسمت تاثیر این افزایش قیمت ها بر مصرف بررسی می‌شود. قیمت تمام شده برق با دو رویه حسابداری و اقتصادی قابل محاسبه است. رویکرد حسابداری مبتنی بر گذشته و اقلام تاریخی است در حالی که رویکرد اقتصادی مبتنی بر آینده و شرایط واقعی است و موجب شکل گیری قیمت هائی خواهد شد که

امکان فعالیت اقتصادی بخش خصوصی را نیز فراهم می‌کند. لذا استفاده از رویکرد اقتصادی برای محاسبه قیمت تمام شده دقیق تر و قابل اعتماد تر است (گزارش های وزارت نیرو). اگر برآورد وزارت نیرو را بپذیریم، این قیمت معادل ۵۴۴ ریال به ازای هر کیلو وات ساعت است که با اضافه کردن ۲۵۰ ریال هزینه سوخت (به احتساب ۹۰۰ ریال قیمت یک لیتر گاز) ۷۹۴ ریال برآورد می‌شود. همچنین قیمت هر کیلو وات ساعت برق در جهان ۱۲ سنت (معادل ۱۲۵۲/۵ ریال ایران)، یعنی تقریبا ۷/۲۵ برابر قیمت فعلی محاسبه شده است. قیمت سوخت های جانشین نیز به تناسب افزایش یافته است. واضح است که در این موارد نیز از پیش بینی های آینده نگر استفاده می‌شود. جدول ۴ و ۵ نتایج عددی این محاسبه ها را بیان می‌کند.

جدول شماره ی چهار - پیش بینی آینده نگر مصرف برق پس از افزایش تا قیمت تمام شده

سال	قیمت برق پس از افزایش	قیمت سوخت پس از افزایش	مصرف قبل از افزایش قیمت	مصرف پس از افزایش قیمت	میزان تغییر در مصرف	درصد تغییر مصرف
۱۳۸۸	۸۵۷/۱۱	۸۱۸/۴	۱۷۶۰۷۸/۶	۱۶۷۳۱۲/۲	-۸۷۶۶/۴	-٪۴/۹۸
۱۳۸۹	۸۹۳/۳۲	۸۰۷/۸	۱۸۷۳۵۱/۲	۱۷۰۶۳۶/۶	-۱۶۷۱۴/۶	-٪۸/۹۲
۱۳۹۰	۹۱۶/۳۲	۸۳۴/۸	۱۹۵۶۰۲/۰	۱۷۳۷۹۳/۲	-۲۱۸۰۸/۸	-٪۱۱/۱۵
۱۳۹۱	۹۵۴/۹۹	۸۷۴/۲	۲۰۴۳۹۶/۴	۱۷۵۹۸۰/۹	-۲۸۴۱۵/۵	-٪۱۳/۹۰
۱۳۹۲	۹۵۷/۶۱	۸۴۵/۴	۲۱۱۶۷۲/۴	۱۸۱۳۲۷/۶	-۳۰۳۴۴/۸	-٪۱۴/۳۴
۱۳۹۳	۹۶۱/۰۹	۸۴۰/۳	۲۱۷۵۲۰/۸	۱۷۴۳۶۲/۵	-۴۳۱۵۸/۳	-٪۱۹/۸۴
متوسط تغییر					-۲۴۸۶۸	-٪۱۲/۱۹

منبع: محاسبات محقق

جدول شماره ی پنج - پیش بینی آینده نگر مصرف برق پس از افزایش تا قیمت جهانی

سال	قیمت پس از افزایش	قیمت سوخت پس از افزایش	مصرف قبل از افزایش قیمت	مصرف پس از افزایش قیمت	میزان تغییر در مصرف	درصد تغییر مصرف
۱۳۸۸	۱۲۲۶/۲	۱۱۷۰/۹	۱۷۶۰۷۸/۶	۱۶۲۰۵۲/۳	-۱۴۰۲۶/۳	-٪۷/۹۷
۱۳۸۹	۱۲۳۲/۷	۱۱۱۴/۷	۱۸۷۳۵۱/۲	۱۶۵۷۹۲/۳	-۲۱۵۵۸/۹	-٪۱۱/۵۱
۱۳۹۰	۱۲۵۶/۰	۱۱۴۴/۳	۱۹۵۶۰۲/۰	۱۶۸۷۵۵/۵	-۲۶۸۴۶/۵	-٪۱۳/۷۳
۱۳۹۱	۱۲۶۳/۲	۱۱۵۶/۴	۲۰۴۳۹۶/۴	۱۷۱۹۳۳/۹	-۳۲۴۶۲/۵	-٪۱۵/۸۸
۱۳۹۲	۱۲۶۸/۳	۱۱۱۹/۷	۲۱۱۶۷۲/۴	۱۷۷۱۴۸/۸	-۳۴۵۲۳/۶	-٪۱۶/۳۱
۱۳۹۳	۱۲۷۳/۰	۱۱۱۳	۲۱۷۵۲۰/۸	۱۷۰۳۴۶/۵	-۴۷۱۷۴/۳	-٪۲۱/۶۹
متوسط تغییر					-۲۹۴۳۲	-٪۱۴/۵۱

منبع: محاسبات محقق

۱۱- نتایج و پیشنهادات

این پژوهش سعی داشته است با استفاده از یک الگوی متفاوت، اثر افزایش قیمت برق روی مصرف برق را تحلیل کند. الگوی مصرف برق بر اساس روش خود توضیح با وقفه های گسترده تنظیم و پیش بینی بر اساس شبکه عصبی تدوین شد. ترکیب این دو رویکرد می‌تواند به نحو موثری قدرت پیش بینی را افزایش دهد. برای بررسی اثر کاهش یارانه‌ها سه سناریو طراحی شد. در سناریوی اول قیمت براساس کسب ۱۵۰ هزار میلیارد ریال درآمد خالص، به ۴۵۰ ریال افزایش داده شد. همان طور که جدول ۳ نشان می دهد، در همه گام ها مصرف کاهش یافته است، همچنین میزان کاهش مصرف در هر گام نسبت به گام قبلی بیشتر بوده است. این شاید به دلیل استفاده از سیاست های مدیریت مصرف توسط مصرف کننده الکتریسیته باشد. از این گونه سیاست ها می‌توان به جایگزینی تکنولوژی جدید و استفاده از وسایل کم مصرف نام برد. با یک محاسبه ساده می‌توان گفت به طور متوسط افزایش قیمت برق تا ۴۵۰ ریال، مصرف را ۱۹۴۶۱/۸۵ میلیون کیلو وات ساعت معادل ۹/۴۴ درصد، کاهش خواهد داد. میزان افزایش قیمت در سناریوی دوم با توجه به ماده یک، بند ج لایحه هدفمند

کردن یارانه‌ها، یعنی افزایش تا قیمت تمام شده انجام گرفته است. جدول ۴ نشـان مـی دهد که تمام گام ها با کاهش مصرف همراه بوده و به طور متوسط مصرف بـرق ۲۴۸۶۸ میلیون کیلو وات ساعت (۱۲/۱۹ درصد) کاهش داشته است. در این مرحله نیـز کـاهش مصرف در هر گام بیشتر از گام قبل بوده است. در سناریوی سوم قیمت را تا رسیدن بـه قیمت های جهانی افزایش دادیم، در این مرحله نیز با توجه به جدول ۵ در تمام گام هـا کاهش مصرف داشتیم، متوسط مصرف برق کاهش ۲۹۴۳۲ میلیـون کیلـو وات سـاعتی (۱۴/۵ درصد) را نشان داد. نتیجه این که واقعی شدن قیمـت هـا، بـه طـور مـوثری در کاهش مصرف موثر است و مصرف کننده را ملزم به جایگزینی تکنولوژی هـای جدیـد و استفاده از وسایل کم مصرف می‌کند. بر اساس نتایج متد ترکیبی و در راسـتای رقـابتی شدن صنعت برق، شفاف کردن قیمت حامل های انرژی بیش از پیش احساس می‌شـود. این امر می‌تواند تحلیل رفتار مصرف را بهتر نمایان سازد. بر اساس ایـن مقالـه پیشـنهاد می‌شود در کارهای آینده تاثیر سیاست های جبرانی دولت بر مصرف حامل های انـرژی بررسی شود.

منابع و مآخذ:

-Aggarwal, Sanjeev Kumar, Lalit Mohan Saini, Ashwani Kumar, (2009), «Electricity Price Forecasting in Deregulated Markets: A Review and Evaluation», Electrical Power and Energy Systems 31, pp 13-22

-Analysis of the Scope of Energy Subsides and Suggestions for the G-20 Initiative, (2010), www.worldenergyoutlook.org

-Azarbayejani, Karim and Sharifi Alimorad and Sateei Mahsa, (1385), «Estimation of electrical energy in the country's industrial sector», journal of Economic Research, number 73, p 133-166

-Bil, Rasel and Jakson Tam, (1386), Introduction to Neural Networks, Alborzy, Mahmood, Tehran, Sharif University of Technology Institute of Scientific Publications

-Conejo, Antonio J, Javier Contreras, Rosa Espı´nola, Miguel A, (2005), Forecasting Electricity Prices for a Day-ahead Pool-based Electric Energy Market, International Journal of Forecasting 21, pp 435-462

-Evaluate the consequences of energy subsidy reform, (1388), Institute for Economic Studies and Technology Sharif, first edition

-(Ghadery, Farid and razmy, Ja'far and Sedighy, Asgar), (1384), «The effect of direct subsidy on energy on macroeconomic indicators with a system approach», Technical Faculty Journal, number 4, p 527-537

-Gojoraty, Damodar, (1381), basics of Econometrics, Abrishami, Hamid, Institute for Publishing and printing of Tehran University, first edition

-Goodarzvand Cheginy, Amir, (1388), Matlab tool box, Naghoos press, Third Edition

-Hoppe, Einar and Balbir Singh), (1995), energy price increases in developing countries; case studies of Colombia, Ghana, Indonesia, turkey and Zimbabwe, The world bank policy research department

-Khiabany, Naser, (1387), «A General Equilibrium Model be computed for evaluate prices rising of all energy in the Iranian

Economy», Energy Economics Studies Quarterly, fifth year, number 16, p 1-34

-Fast, Loran, (1388), Fundamentals of Neural Networks, Veisi, Hady and Mafakhery, Kobra and Baghery Shooraki, Saeed, Institute for Publishing and printing of ministry of culture and Islamic Guidance, first edition

-Pino Raul, Fuente David Dela, Priore Paolo, Parreno Jose, (2007) «Short Term Forecasting of the Electricity Market of Spain using Neural Networks», Journal of Economic Literature

-Ridley D, (2003), «The Univariate Moving Window Spectral Method», Computers & Industrial Engineering, vol 45, pp 691–711

-Shalkof, Rabert.G, (1382), Artificial Neural Networks, Joorabian, Mahmood, Ahvaz, Shahid Chamran University Press

-Sohrabkhani, Sara, (1385), Modeling the monthly electricity consumption using neural networks and simulation, MSc thesis, industry Engineering, Tehran university

-Tashkiny, Ahmad, (1384), Applied econometric with Microfit, Tehran, Dibagaran Arts and Cultural Institute

-Vashaghani, Mohsen, (1388), «Introduction around neural networks», Shahid Beheshty University

-Ministry of Energy reports, http://amar.tavanir.org.ir

Bill of Targeted subsidies http://www.majlis.ir