

## بررسی علل تغییرات مصرف برق در بخش‌های اقتصاد ایران

علی امامی میبدی<sup>۱</sup>

رباب اعلمی<sup>۲</sup>

حسام مردان تبار<sup>۳</sup>

محمدامین صادق‌زاده<sup>۴</sup>

شرمینه فروغی‌دهر<sup>۵</sup>

بدون شک بخش برق یکی از بخش‌های کلیدی در فرایند رشد اقتصادی است و توسعه این بخش، یکی از معیارهای اساسی بهبود رفاه و سطح زندگی ملت‌ها به شمار می‌آید. این مقاله ابتدا به بررسی علل تغییرات در مصرف برق در بخش‌های کشاورزی، صنعت، عمومی، خانگی در دوره (۱۳۸۶-۱۳۷۹) با استفاده از تکنیک تجزیه کامل می‌پردازد، سپس با استفاده از شاخص جداسازی دیویژ با به تحلیل کمی شاخص‌های صرفه‌جویی انرژی (ES) و بهره‌وری انرژی (EPI) در بخش‌های مذکور می‌پردازد. نتایج روش تجزیه و شاخص دیویژ با نشان می‌دهند که در دوره موردنظر در بخش صنعت ترکیب فعالیت‌ها در تولید تغییر یافته و در نتیجه بیشترین تغییرات در مصرف برق در بخش صنعت رخ داده است، به طوری که اثر تولیدی مهم‌ترین سهم را در این تغییرات دارد. پس از آن آثار ساختاری و شدت انرژی برق در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. همچنین، اثر ساختاری نسبت به اثر شدت انرژی برق در صرفه‌جویی برق این بخش اثرگذارتر می‌باشد. بخش‌های عمومی، کشاورزی، خانگی در رتبه‌های بعدی تغییرات مصرف برق در دوره مورد بررسی قرار گرفته‌اند. با توجه به روند افزایشی مصرف برق در بخش خانگی نسبت به سایر بخش‌ها میزان صرفه‌جویی در مصرف برق در این بخش کمترین و در بخش کشاورزی بیش از سایر بخش‌ها در میزان مصرف برق صرفه‌جویی شده است. همچنین، بالاترین معیار بهره‌وری برق نیز در بخش کشاورزی قرار می‌گیرد که نشان‌دهنده استفاده بهینه از برق و اصلاح الگوی مصرف است.

**واژه‌های کلیدی:** اثر تولیدی و ساختاری و شدت انرژی برق، بخش‌های اقتصادی، تجزیه کامل، شاخص بهره‌وری انرژی.

emami@atu.ac.ir

۱. دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی.

r\_alami2010@yahoo.com

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد توسعه اقتصادی و برنامه ریزی دانشگاه علامه طباطبایی.

hesam\_mardan@yahoo.com

۳. کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه صنعتی شریف.

sadeghzadeh@ut.ac.ir

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه تهران.

sherminehforoughi@gmail.com

۵. دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه تهران.

## ۱. مقدمه

انرژی برق یکی از ارکان مهم توسعه اقتصادی جوامع است. امروزه با توجه به مطرح شدن خصوصی سازی و حذف یارانه ها ارائه راهکارهای مناسب و عملی برای اصلاح الگوی مصرف برق نقش مهمی در اقتصاد انرژی دارد. از این رو، بررسی تغییرات تقاضای آن در بخش های مختلف اقتصادی از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین، می توان دریافت که تغییرات در تقاضای برق تا چه اندازه می تواند بر تغییر شاخص های کلان اقتصادی و اجتماعی اثرگذار باشد. یکی از شاخص های کلان اقتصادی تولید ناخالص ملی (GDP)<sup>۱</sup> می باشد که قابلیت مقایسه کشورها را از لحاظ رشد اقتصادی فراهم می کند. مصرف برق با تولید ناخالص ملی ارتباط بسیار نزدیکی دارد. نسبت مصرف برق به تولید ناخالص داخلی نشان دهنده شاخص شدت برق است. در واقع، شدت مصرف برق عبارت است از میزان برق مصرف شده به ازای هر واحد تولید ناخالص داخلی. هرچه درصد رشد بخش ها با درصد رشد مصرف برق اختلاف داشته باشند نشانگر شدت مصرف بالا و در نتیجه بهره وری پایین می باشد. بهره وری و شدت مصرف برق هر دو شاخص های کیفی هستند که به تکنولوژی، مدیریت، سرمایه فیزیکی و ماشین آلات، رفتارهای خاص مصرفی و دیگر عوامل کیفی بستگی دارند. بنابراین، بررسی آنها مستلزم استفاده از شاخصی است که بتواند سهم عوامل کیفی و کمی را تفکیک کند. یکی از روش های مورد استفاده برای بررسی و تحلیل کمی علل تغییر در مصرف برق روش تجزیه<sup>۲</sup> است که به طور قابل توجهی در پژوهش های صورت گرفته در حوزه انرژی از آن استفاده شده است. این روش علاوه بر تعیین سهم عوامل کیفی در توضیح تغییرات تقاضای حامل های مختلف انرژی، ظرفیت های صرفه جویی در مصرف را نیز بدست می دهند. در این مقاله برای بررسی و تحلیل عوامل مؤثر بر تغییر در مصرف برق در بخش های اقتصادی طی سال های (۱۳۸۶-۱۳۷۹) از این روش استفاده شده است. پرسش هایی که در این مقاله به آن پاسخ داده می شود این است که منابع تقاضای مصرف برق در بخش های کشاورزی و خانگی و عمومی کشور چیست؟ و میزان عدم صرفه جویی و ناکارایی در افزایش تقاضای برق به چه میزان تأثیر داشته است؟

---

1. Gross Domestic Production  
2. Decomposition

## ۲. ادبیات موضوع

تحلیل‌های تجزیه به تحلیل‌های تقاضای انرژی معروف است. در مباحث اقتصاد انرژی، تفکیک تغییرات مصرف انرژی از اهمیت بسزایی برخوردار است. تکنیک‌های مختلف تجزیه، تغییرات مصرف انرژی را در یک دوره زمانی مشخص و با استفاده از روش‌های فاکتوریال به اثرات ساختاری<sup>۱</sup>، تولیدی<sup>۲</sup>، اثر شدت انرژی برق<sup>۳</sup> تفکیک می‌کنند. اثر ساختاری مربوط به تغییر ترکیب فعالیت‌های تولیدی می‌باشد که منجر به تغییر موقعیت تولید می‌شود. اثر تولیدی نشان‌دهنده تغییر در مصرف انرژی به واسطه تغییر در سطح تولید است و اثر شدت انرژی برق مربوط به کارایی بهره‌وری مصرف انرژی، اثر تکنولوژی و تکنیک‌های مدیریتی و ناشی از تغییر در شدت مصرف انرژی می‌باشد شدت انرژی، میزان مصرف حامل‌های انرژی به ازای یک واحد فعالیت (تولید یا ارزش افزوده) است. شدت مصرف برق در هر بخش که مورد نظر مقاله حاضر است عبارت است از میزان برق مصرفی به ازای یک واحد فعالیت (تولید یا ارزش افزوده) در بخش‌های اقتصادی. مقدار مثبت این شاخص نشان‌دهنده تشدید مصرف و عدم صرفه‌جویی به واسطه افزایش در شدت برق است و مقدار منفی آن نشان‌دهنده بهبود کارایی مصرف برق می‌باشد. از حاصل جمع میزان شاخص شدت انرژی کل دوره در هر بخش، ظرفیت صرفه‌جویی برق در آن بخش بدست می‌آید.

از مهم‌ترین مطالعات خارجی انجام شده در این زمینه می‌توان به آننگ و میو و زوها (۲۰۱۰) اشاره کرد. آنها از شاخص لگاریتمی دیویژیا برای بررسی روند بهره‌وری انرژی در اقتصاد سنگاپور در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ استفاده کردند و به این نتیجه دست یافتند که میزان بهره‌وری انرژی در این کشور ۷/۹ درصد افزایش داشته است که این میزان بهره‌وری مربوط به ۶۵۵/۷ کیلو تن معادل نفت خام صرفه‌جویی در انرژی می‌باشد.

علی‌شاه‌بخاری و لیاقت‌علی (۲۰۰۷) با استفاده از مدل تجزیه کامل، مصرف و شدت حامل‌های انرژی را برای اقتصاد پاکستان طی دوره زمانی (۱۹۸۰-۱۹۶۰) محاسبه کرده‌اند. آنها به این نتیجه دست یافتند که اثر شدت انرژی نسبت به دیگر اثرات در افزایش مصرف مؤثرتر بوده است و از مطالعات داخلی نیز به مطالعه گودرزی‌راد در دسامبر ۲۰۰۹ از روش تجزیه به بررسی و تحلیل کمی

- 
1. Structural Effect
  2. Activity Effect
  3. Intensity Effect

علل تغییر در مصرف انرژی در بخش صنعت پرداخته است، همچنین مطالعه حقانی و همکاران در رابطه با تحلیل شاخص شدت مصرف برق در صنعت ایران اشاره کرد.

### ۳. روش تحقیق

برای شناخت عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی در بخش‌های اقتصادی (کشاورزی، صنعت، عمومی، خانگی) طی سال‌های (۱۳۸۶-۱۳۷۹) از روش تجزیه استفاده می‌کنیم. این روش به عنوان روشی کارآمد در شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی در بخش‌های کشاورزی، صنعت، عمومی، خانگی مورد توجه محققان و پژوهشگران قرار گرفته است. در اقتصادی که دارای  $n$  بخش است اگر  $E$  بیانگر مصرف برق برحسب یک واحد فیزیکی،  $Q$  بیانگر تولید به قیمت ثابت،  $I$  بیانگر شدت انرژی بخش باشد در آن صورت مصرف انرژی بخش‌ها از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$E = I \cdot X \quad (1)$$

اگر تغییر در مصرف انرژی در هر بخش را بین دو مقطع زمانی  $t$ ،  $0$  را با  $\Delta$  نشان دهیم در این صورت:

$$\Delta E = \sum_{i=1}^n I_{iT} \cdot X_{iT} - \sum_{i=1}^n I_{i0} \cdot X_{i0} \quad (2)$$

$$\Delta E = E_T - E_0 \quad (3)$$

اگر سهم بخش  $i$  از محصول کل را با  $W_i$  نشان دهیم خواهیم داشت:

$$W = \frac{X_i}{X} \quad (4)$$

با جایگذاری رابطه (۴) در (۳) خواهیم داشت:

$$\Delta E = X_t \cdot \sum_{i=1}^n I_{iT} \cdot W_{iT} - X_0 \cdot \sum_{i=1}^n I_{i0} \cdot S_{i0} \quad (5)$$

این رابطه، رابطه اصلی و اساسی روش تجزیه برای تحلیل عوامل تغییرات مصرف برق در بخش‌های اقتصادی می‌باشد که از سه جزء اثر تولیدی (AE)<sup>۱</sup>، اثر ساختاری (SE)<sup>۲</sup>، اثر شدت انرژی (IE)<sup>۳</sup> به شرح زیر تشکیل شده است:

- 
1. Activity Effect
  2. Structural Effect
  3. Intensity Effect

$$\Delta E = \Delta AE + \Delta SE + \Delta IE \quad (۶)$$

در اینجا:

$$\Delta SE = X_0 \cdot \sum_{i=1}^n I_{i0} \Delta W_i + \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta W_i (I_{i0} \Delta X + X_0 \Delta I_{i0}) + \frac{1}{3} \cdot \Delta X \sum_{i=1}^n \Delta I_i \Delta W_t \quad (۷)$$

$$\Delta IE = X_0 \cdot \sum_{i=1}^n W_{i0} \Delta I_i + \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta I_i (W_{i0} \Delta X + X_0 \Delta W_i) + \frac{1}{3} \cdot \Delta X \sum_{i=1}^n \Delta I_i \Delta W_i \quad (۸)$$

داریم:  $E_t$ : مصرف برق در سال  $t$

$E_0$ : مصرف برق در سال پایه  $t = 0$

$I_t$ : شدت مصرف برق بخش  $I$  ام در سال  $t$

$I_0$ : شدت مصرف برق بخش  $I$  ام در سال پایه

$X_t$ : محصول کل در سال  $t$

$X_0$ : محصول کل در سال پایه

$W_t$ : سهم ارزش افزوده بخش  $I$  ام در سال  $t$

$W_0$ : سهم ارزش افزوده بخش  $I$  ام در سال ۰

$\Delta I$ : تغییرات در شدت مصرف برق بخش  $I$  ام،  $\Delta I = (I_t - I_0)$

$\Delta X$ : تغییرات در محصول کل،  $\Delta X = (X_t - X_0)$

$\Delta W$ : تغییرات در سهم ارزش افزوده بخش  $I$  ام،  $\Delta W = (W_t - W_0)$

اثر تولیدی بیانگر تغییر در مصرف انرژی ناشی از تغییر در تولید است. اثر ساختاری نیز بیانگر تغییر در مصرف انرژی به دلیل تغییر در ساختار و ترکیب زیربخش‌های هر بخش است. اثر شدت انرژی بیانگر تغییر در مصرف انرژی ناشی از تغییر در تولید ناخالص داخلی است. با کاهش شدت مصرف برق در یک بخش مصرف برق در آن بخش کاهش خواهد یافت. در نتیجه، منجر به کاهش مصرف برق در کل اقتصاد می‌شود. تغییر در شدت انرژی نیز به نوبه خود می‌تواند معلول عواملی چون بهبود تکنولوژی تولید، مدیریت انرژی، تغییر در ترکیب و کیفیت سوخت و تغییر در قیمت‌های نسبی انرژی باشد. همچنین، میزان صرفه جویی در مصرف برق (ES) براساس شاخص دیویژیامنی اثر شدت انرژی تعریف می‌شود ( $ES = -IE$ ). همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، میزان صرفه جویی در مصرف برق برای تمام بخش‌های مورد بررسی محاسبه شده است. شاخص بهره‌وری انرژی (EPI) که در ارتباط با تغییرات در مصرف انرژی می‌باشد نیز براساس شاخص دیویژیا به شرح زیر است:

$$EPI^{0,T} = \left( \frac{E_i^T}{E_i^0} \right)^{\frac{IE^{0,T}}{E_i^0} - E_i^0} \quad (9)$$

و به صورت تنوریک شاخص بهره‌وری انرژی با صرفه‌جویی انرژی در ارتباط می‌باشد. آنچنان که  $ES=0$  وقتی که  $EPI=1$ ،  $ES>0$  وقتی که  $EPI<1$  و  $ES<0$  وقتی که  $EPI>1$  ارقام مصرف برق به میلیون کیلووات ساعت، ارزش افزوده و تولید ناخالص داخلی نیز به میلیارد ریال و براساس قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ می‌باشد که از بانک مرکزی ایران گرفته شده است.

#### ۴. وضعیت مصرف برق در کشور

همان‌گونه که در جداول (۱) و (۲) مشاهده می‌شود، روند افزایش مصرف برق طی سال‌های مورد بررسی در کل اقتصاد به حدی بوده است که نرخ رشد مصرف برق بر نرخ رشد ارزش افزوده فزونی دارد. از روند فزاینده شدت مصرف برق می‌توان به وجود عوامل دیگری همچون تغییر ساختاری و عدم کارایی نیز پی برد.

#### ۴-۱. وضعیت مصرف برق در بخش کشاورزی

استفاده از انرژی در بخش کشاورزی در مقایسه با سابقه انرژی در بخش‌های صنعتی و تجاری چندان بالا نمی‌باشد، اما در میان منابع انرژی که در این بخش استفاده می‌شود برق از اهمیت بالایی برخوردار است. این منبع انرژی بوسیله الکتروپمپ‌ها و ماشین‌آلات صنایع غذایی، دامپروری و گلخانه‌ها و همچنین جهت پمپ‌های آبیاری و جابجاکردن مواد در مزرعه مصرف می‌شود. با توجه به جدول (۱) روند افزایش رشد مصرف و نرخ رشد ارزش افزوده تا سال ۱۳۸۶ کاملاً مشهود است و اما مصرف برق در این بخش با رشدی معادل ۱۹/۹ درصد در سال ۱۳۸۷ نسبت به سال ۱۳۸۶ به ۲۱۱۸۵ میلیون کیلووات ساعت رسید. سهم تغییرات در مصرف برق این بخش حدود ۱۴/۵ درصد از کل تغییرات در مصرف بوده است.

#### ۴-۲. وضعیت مصرف برق در بخش صنعت

همان‌گونه که در جدول (۱) مشاهده می‌شود در طول سال‌های (۱۳۸۶ - ۱۳۷۹) میزان مصرف برق و همچنین ارزش افزوده در بخش صنعت افزایش یافته است. همچنین، مصرف برق در سال ۱۳۸۷ نسبت به سال ۱۳۸۶ با رشدی معادل ۳/۹ درصد به ۵۱۷۰۵ میلیون کیلووات ساعت بالغ گردید. سهم تغییرات در مصرف برق این بخش حدود ۵۴ درصد از کل تغییرات در مصرف بوده است.

جدول ۱. روند مصرف برق در بخش کشاورزی و صنعت ارقام نرخ رشد به درصد

سال	نرخ رشد مصرف برق	نرخ رشد ارزش افزوده	نرخ رشد مصرف برق	نرخ رشد ارزش افزوده
۱۳۸۰	۲۱	-۰/۳۲	۶	۲
۱۳۸۱	۴۳	۱/۶	۱۸	۴
۱۳۸۲	۵۲	۲/۴	۲۸	۶
۱۳۸۳	۸۸	۲/۴	۴۱	۸
۱۳۸۴	۸۷	۳/۹	۴۷	۱۱
۱۳۸۵	۱۱۳	۴/۸	۵۷	۱۴
۱۳۸۶	۱۱۰	۶	۷۱	۱۷

مأخذ: بانک مرکزی ایران و نتایج تحقیق.

#### ۴-۳. وضعیت مصرف برق در بخش خانگی

توسعه جوامع و افزایش روزافزون گرایش به مصرف لوازم برقی در خانواده‌ها سبب افزایش میزان مصرف برق خانگی شده است. طبق آمارها مصرف برق خانگی در ایران ۲/۵ برابر استاندارد جهانی است. مصارف انرژی الکتریکی در این بخش عمدتاً جهت روشنایی و بکاراندازی لوازم الکتریکی خانگی و دستگاه‌های خنک کننده می‌باشد. آنچه‌آن که در جدول (۲) مشاهده می‌شود طی سال‌های مورد بررسی نرخ رشد مصرف برق بر نرخ رشد ارزش افزوده فزونی دارد و البته در سال ۱۳۸۷ نیز سهم مصرف برق این بخش ۳۲/۸ درصد بیشترین سهم را نسبت به سایر بخش‌ها داشته است. مصرف برق خانگی ۵۲۸۹۶ میلیون کیلووات ساعت بوده است که نسبت به سال قبل از رشدی معادل ۴/۲ درصد برخوردار بوده است. یکی از دلایل کندتر شدن روند رشد مصرف در بخش خانگی، بهره‌گیری از لامپ‌های کم مصرف و پربازده توسط مصرف کنندگان بوده است. سهم تغییرات در مصرف برق این بخش حدود ۷ درصد از کل تغییرات در مصرف بوده است. از این رو، تعریف استاندارد و میزان مصرف برق در لوازم خانگی می‌تواند به کنترل میزان برق مصرفی در لوازم خانگی منجر شود.

#### ۴-۴. وضعیت مصرف برق در بخش عمومی

مصرف برق در بخش عمومی شامل مصارف برق در ادارات، سازمان‌های دولتی، اماکن عمومی و مساجد می‌باشد. با توجه به جدول (۲) با پیشی گرفتن روند فزاینده نرخ رشد مصرف برق بر نرخ رشد ارزش افزوده طی دوره (۱۳۸۶-۱۳۷۹) در سال ۱۳۸۷ نیز به دلیل رشدی معادل ۷/۲ درصد در تعداد مشترکین در این بخش نسبت به سال قبل (به رقم ۸۴۹ هزار مشترک رسید)، مصرف برق با

۴ درصد رشد به رقم ۲۰۴۳۷ میلیون کیلووات ساعت رسید. در این سال متوسط برق مصرفی هر مشترک ۲۴۰۷۲ کیلووات ساعت بوده که نسبت به سال قبل معادل ۳/۲ درصد رشد داشته است. سهم تغییرات در مصرف برق این بخش حدود ۲۳ درصد از کل تغییرات در مصرف بوده است.

### ۵. نتایج محاسبات و پیشنهادات

همان‌طور که در جداول (۱) و (۲) مشخص است، تغییرات شدت مصرف برق به صورت فزاینده‌ای در حال افزایش است به این معنا که صنعت برای تولید هر واحد ارزش افزوده از برق بیشتری به عنوان نهاده تولید استفاده کرده است. در جدول (۳) نتایج محاسبات مربوط به بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف برق براساس رابطه (۶) به ترتیب در کشاورزی، صنعت، عمومی و خانگی ارائه شده است. در بخش کشاورزی طی سال‌های (۱۳۷۹-۱۳۸۶) براساس داده‌های این جدول حدود ۵۶۷۸ میلیون کیلووات ساعت مصرف برق افزایش یافته است. این مقدار تغییر در مصرف انرژی ناشی از اثرات تولیدی، ساختاری و شدت انرژی برق است. چنانچه اثرات ساختاری و شدت انرژی برق به وقوع نمی‌پیوستند اثر تولیدی موجب افزایش مصرف برق به مقدار ۳۰۳۰ میلیون کیلووات ساعت می‌شد؛ اما اثرات ساختاری و شدت انرژی برق موجب شد که رشد مصرف برق به رقم ۵۶۷۸ میلیون کیلووات ساعت برسد.

### جدول ۲. روند مصرف برق در بخش عمومی و خانگی

(ارقام نرخ رشد به درصد)

سال	بخش‌ها	عمومی		خانگی	
		نرخ رشد مصرف برق	نرخ رشد ارزش افزوده	نرخ رشد مصرف برق	نرخ رشد ارزش افزوده
۱۳۸۰		۶/۳	۱/۲	۵	۱۰
۱۳۸۱		۱۲/۹	۲/۴	۱۳	۱۰
۱۳۸۲		۲۲/۷	۴/۱	۲۱	۱۱
۱۳۸۳		۲۹/۹	۶/۴	۳۲	۱۲
۱۳۸۴		۴۴/۶	۸/۱	۴۵	۱۳
۱۳۸۵		۶۱/۱	۹/۲	۶۰	۱۴
۱۳۸۶		۷۲/۲	۱۰/۶	۶۷	۱۶

مأخذ: بانک مرکزی ایران و نتایج تحقیق.

چنانچه از جدول مشخص است، اثر ساختاری دارای علامت منفی است بدان معنا که این اثر برخلاف اثر تولیدی و اثر شدت انرژی موجب کاهش در مصرف برق در بخش کشاورزی طی دوره مذکور شده است. تأثیر منفی اثر ساختاری بر مصرف برق به این معنا است که طی

دوره مذکور، ساختار و ترکیب زیربخش‌های کشاورزی به سمت ماشین‌آلات و دستگاه‌های کم مصرف‌تر برق تغییر یافته است. مثبت‌بودن اثر شدت انرژی برق نیز به این معنا است که طی سال‌های مطالعه شدت انرژی برق در بخش کشاورزی افزایش یافته به طوری که ۶۰ درصد از افزایش در مصرف برق این بخش ناشی از اثر شدت انرژی برق بوده است. عوامل مختلفی می‌توانند علت افزایش شدت انرژی برق در این سال‌ها محسوب شود که از میان آنها می‌توان به عدم مدیریت مصرف برق و تغییر در قیمت نسبی برق اشاره کرد. عوامل بسیاری در بخش صنعت بر میزان تقاضا و مصرف برق مؤثر است از جمله سطح تولید، قیمت برق، قیمت دیگر حامل‌های جایگزین، تعداد مشترکان صنعتی و سطح تکنولوژی مورد استفاده. همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود در این بخش نیز طی سال‌های مورد مطالعه حدود ۲۱۴۲۴ میلیون کیلووات ساعت مصرف برق افزایش یافته است. به طوری که حدود ۴۸ درصد از افزایش مصرف برق ناشی از اثر تولیدی بوده و ۳۹ درصد نیز ناشی از اثر ساختاری بوده که نشان‌دهنده تغییر ساختار این بخش به سمت مصرف بیشتر نهاده برق است و ۱۲ درصد نیز ناشی از اثر شدت انرژی برق یا عدم صرفه‌جویی در مصرف برق بوده است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که اثر تولیدی به میزان ۱۰۲۷۷ میلیون کیلووات ساعت در افزایش مصرف برق در این بخش بیشتر مؤثر بوده است.

نتایج حاصل از محاسبات در بخش عمومی نیز نشان می‌دهد که طی سال‌های مورد مطالعه حدود ۹۱۷۱ میلیون کیلووات ساعت مصرف برق افزایش یافته است، به طوری که حدود ۹۷ درصد از افزایش مصرف برق ناشی از اثر تولیدی بوده و حدود ۱۸/۵ درصد نیز ناشی از اثر شدت انرژی برق یا عدم صرفه‌جویی در مصرف برق بوده است، اما اثر ساختاری منفی در این بخش به میزان ۱۴۵۷ میلیون کیلووات ساعت در کاهش مصرف مؤثر بوده است که حدود ۱۶ درصد تغییر ساختاری در این بخش به سمت استفاده کمتر از نهاده برق بوده است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که اثر تولیدی با رقم ۸۹۳۳ میلیون کیلووات ساعت در افزایش مصرف برق این بخش بیشتر از سایر اثرات اثرگذار بوده است. با توجه به گرایش به روند فزاینده مصرف برق در بخش خانگی نتایج حاصل از روش تجزیه در این بخش نشان می‌دهد که طی سال‌های مورد مطالعه حدود ۲۷۳۹ میلیون کیلووات ساعت مصرف برق افزایش یافته است، به طوری که حدود ۶۷ درصد از افزایش مصرف برق ناشی از اثر تولیدی بوده و حدود ۲۲ درصد نیز ناشی از اثر ساختاری اتفاق افتاده است و تغییر ساختاری در این بخش به سمت استفاده بیشتر از نهاده برق بوده است و ۱۱ درصد هم ناشی از اثر شدت انرژی برق یا عدم صرفه‌جویی در مصرف برق بوده است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که اثر تولیدی به میزان ۱۸۱۶ میلیون کیلووات ساعت در افزایش مصرف برق در این بخش

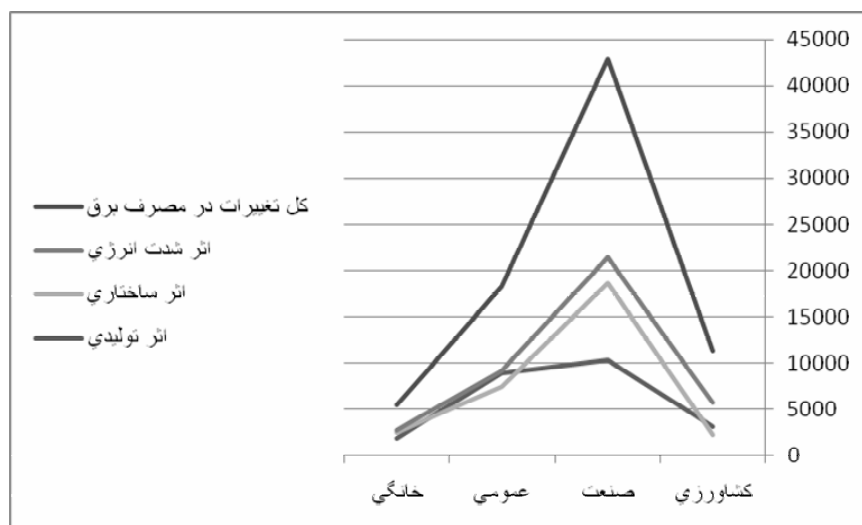
بیشتر اثرگذار بوده است. در یک نگاه کلی به نمودار (۱) مشاهده می‌شود که در تمام بخش‌های مورد مطالعه اثر تولیدی بالاترین سهم را در افزایش مصرف برق دارد. همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، با توجه به روند افزایشی مصرف برق در بخش خانگی نسبت به سایر بخش‌ها در دوره مورد بررسی، میزان صرفه‌جویی در مصرف برق، در این بخش کمترین و در بخش کشاورزی بیش از سایر بخش‌ها در میزان مصرف برق صرفه‌جویی شده است. همچنین، بالاترین معیار بهره‌وری برق نیز در بخش کشاورزی قرار می‌گیرد که نشان‌دهنده استفاده بهینه از برق و اصلاح الگوی مصرف است. با توجه به نتایج حاصل از تحلیل عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی در بخش‌ها به روش تجزیه رهنمودهای کلی که امید است به آنها توجه شود این است که باید از تغییر ساختارهای تولید به سمت مصرف بیشتر برق بیشتر جلوگیری شود و با افزایش کارایی و صرفه‌جویی، وزن اثرات ساختاری و شدت انرژی برق در افزایش تقاضای برق کاهش داد و با توجه به اهمیت این مسئله، دولت باید با حمایت‌های ویژه، زمینه انعطاف‌پذیری بخش‌های مختلف را برای کاهش تقاضای برق، فراهم کند. همچنین، توجه به سیاست‌های غیرقیمتی، بهبود کارایی تکنولوژی، توجه به پتانسیل‌های بالای صرفه‌جویی در کنار سیاست‌های قیمتی و تلاش برای آگاه‌سازی عمومی، نقش مؤثری در کاهش شدت و مصرف برق و اصلاح الگوی مصرف آن، خواهد داشت.

جدول ۳. تجزیه تغییرات مصرف برق بخش‌ها در ایران طی سال‌های (۱۳۷۹-۱۳۸۶)

(میلیون کیلووات ساعت)

کشاورزی	صنعت	عمومی	خانگی	
۳۰۳۰	۱۰۲۷۷	۸۹۳۳	۱۸۱۶	اثر تولیدی
-۷۸۴	۸۳۸۹	-۱۴۵۷	۶۱۸	اثر ساختاری
۳۴۳۲	۲۷۸۹	۱۶۹۵	۳۰۴	اثر شدت انرژی
۵۶۷۸	۲۱۴۲۴	۹۱۷۱	۲۷۳۹	کل تغییرات در مصرف برق
-۳۴۳۲	-۲۷۵۸	-۱۶۹۵	-۳۰۴	صرفه‌جویی انرژی
۸۸۵۷۹	۴/۲۲۱۲	۳/۵۶۳۲	۱۴۰۵۶	شاخص بهره‌وری انرژی

مأخذ: نتایج تحقیق.



مأخذ: نتایج تحقیق.

#### نمودار ۱. روند تغییرات مصرف برق در بخش‌ها

#### منابع

- حیدری، ابراهیم و حسین صادقی (۱۳۸۳)، "شناخت و بررسی رفتار صرفه‌جویی انرژی در صنایع بزرگ ایران"، پژوهش‌های اقتصادی، بهار و تابستان.
- بانک مرکزی ایران، بانک داده‌های سری زمانی، [www.cbi.ir](http://www.cbi.ir).
- گودرزی‌راد، رضا (۱۳۸۸)، "بررسی علل تغییر در مصرف انرژی بخش صنعت ایران با استفاده از روش تجزیه"، هفتمین همایش ملی انرژی، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، وزارت نیرو.
- سازمان توانیر (۱۳۸۷)، آمار تفصیلی صنعت برق ایران.
- Ang, B. W. & N. Liu (2009), "Energy Decomposition Analysis: IEA Model Versus Other Methods", *Energy Policy*, Vol. 35, PP. 1426-1432.
- Ang, B.W. (2008), "Index Decomposition Analysis Using LMDI: A Simple Guid, Department of Industrial & Systems Engineering (ISE)", National University of Singapore.
- Syed Adna Shah, Bukhari & Liaqat Ali ( 2007), "Consumption and Energy Strength in Pakistan", *Journal of Research Applied Science*, Vol. 2, No. 4, PP. 284-288.
- Ang, B.W, Mu, A.R. P. Zhou (2010), "Accounting Frameworks for Tracking Energy Efficiency Trends", *Energy Economics*, Vol.32, PP. 1209 –1219.
- Sandu, S. & R. Petchey (2009), "End Use Energy Intensity in the Australian Economy", ABARE Research Report 09, 17 Canberra.

