

چشم انداز تقاضای برق و ظرفیت عملی نیروگاهی مورد نیاز کشور در برنامه سوم توسعه

نویسنده: مسعود صفاری پور اصفهانی

چکیده

روند تغییرات مصرف برق و شدت برق مصرفی، در بخشهای مختلف، طی سالهای گذشته (۱۳۴۶-۱۳۷۶) حاکی از رشد شدید مصرف برق در تمام بخشهاست. در بخش خانگی، مصرف برق طی این دوره، بیش از ۵۰ برابر، و به طور سرانه، بیش از ۳ برابر شده است که ناشی از توسعه وسایل برقی و استفاده روز افزون از این وسایل و کاهش شدید قیمت واقعی برق در این بخش است. در بخشهای صنعت و کشاورزی نیز شاخص شدت برق مصرفی، طی ۳۰ سال گذشته، به ترتیب، ۵ و ۴۵ برابر شده است، به بیانی دیگر، طی دوره مذکور، علاوه بر جانشینی برق با دیگر انواع انرژی، بهره‌وری آن نیز کاهش یافته است.

با توجه به ماهیت متفاوت مصرف برق در بخش خانگی و بخشهای دیگر، و به دلیل برخی محدودیتهای، در این مطالعه، به منظور برآورد و پیش‌بینی تقاضای برق در برنامه سوم توسعه، تقاضای برق در بخش خانگی و در بخش غیر خانگی را جداگانه تخمین زده‌ایم و در سه سناریو، با فرض ادامه روند کنونی برخی متغیرها و نرخ رشدهای متفاوت برای محصول ناخالص داخلی، تقاضای برق و همچنین ظرفیت عملی نیروگاهی مورد نیاز طی سالهای آینده (تا پایان برنامه سوم توسعه) را پیش‌بینی کرده‌ایم. این پیش‌بینی، حاکی از آن است که تا پایان برنامه سوم توسعه، متوسط رشد سالانه مصرف برق کل کشور تقریباً بین ۵/۵ تا ۷ درصد خواهد بود، بدین ترتیب (بر اساس سناریوهای ارائه شده) در سال پایانی برنامه سوم توسعه (سال ۱۳۸۳) حدود ۳۳۰۰۰ تا ۳۶۰۰۰ مگاوات ظرفیت عملی نیروگاهی مورد نیاز است. با توجه به وجود ۲۲۰۰۰ مگاوات ظرفیت عملی نیروگاهی در حال

حاضر (در سال ۱۳۷۶)، برای پاسخگویی به نیاز برق در هفت سال آینده، این ظرفیت دست کم باید ۵۰ درصد افزایش یابد. سرمایه‌گذاری برای تأمین ظرفیت نیروگاهی مورد نیاز طی هفت سال آینده، موضوعی است که برنامه‌ریزان بخش برق باید از هم اکنون برای آن چاره‌ای بیندیشند. در غیر این صورت، در سالهای آینده، مواجهه با کمبود تولید برق، و در نتیجه، بروز خاموشیهای گسترده در سطح کشور، به خصوص در فصل تابستان خواهیم بود که این امر، به نوبه خود، موجب زیانهای برای بخشهای تولیدی و صنعتی کشور خواهد شد.

مقدمه

برنامه‌ریزی توسعه ظرفیتهای تولید برق در کشور، نیازمند آینده‌نگری و پیش‌بینی بلندمدت تقاضای برق می‌باشد. برق به عنوان یکی از زیربخشهای اقتصادی کشور، در مقایسه با دیگر بخشها وزیربخشهای اقتصادی، دارای دو ویژگی مهم است که آن را به نحوی از بخشهای دیگر متمایز می‌نماید. یک ویژگی آن است که سرمایه‌گذاریهای لازم برای افزایش ظرفیتهای جدید تولید، انتقال و توزیع برق بسیار قابل توجه است. دیگر آنکه زمان لازم برای ایجاد این ظرفیتهای نسبتاً طولانی است. این امر، طبعاً پیش‌بینیهای میان‌مدت و بلندمدت در مورد تقاضای برق در کشور را می‌طلبد.

در این مطالعه کوشیده‌ایم تا ضمن بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای برق، چشم‌انداز میان‌مدتی از تقاضای برق و ظرفیت عملی نیروگاهی مورد نیاز کشور طی سالهای برنامه سوم توسعه، بر اساس سناریوهای مختلف را، ارائه نماییم.

مروری بر مصرف برق و برخی شاخصهای اقتصادی در سالهای گذشته

با نگاهی به جدول ۱، می‌بینیم که مصرف برق در بخشهای خانگی، صنعت و کشاورزی، به ترتیب، از ۴۷۳، ۵۰۴ و ۳۳ میلیون کیلووات ساعت در سال ۱۳۴۶ به ۲۶۵۲۳، ۲۴۳۷۲ و ۶۰۰۹ میلیون کیلووات ساعت در سال ۱۳۷۶، افزایش یافته است. به سخن دیگر، مصرف برق در بخش خانگی، صنعت و کشاورزی، طی ۳۰ گذشته، به ترتیب، حدود ۵۶، ۴۸ و ۱۸۲ برابر شده است. در مورد

بخش خانگی که مشترکین آن به نسبت بخشهای دیگر، همگن هستند، مصرف سرانه برق^۱، از حدود ۷۷۵ کیلووات ساعت، به ۲۳۳۰ کیلووات ساعت در سال طی دوره مذکور، افزایش یافته است. بدین ترتیب، مصرف سرانه برق در بخش خانگی، طی ۳۰ سال، بیش از ۳ برابر شده است. این افزایش، عمدتاً به دلیل افزایش وسایل برقی، و در نتیجه، افزایش استفاده روزافزون از این وسایل، به همراه کاهش قیمت واقعی برق در این بخش می باشد. گفتنی است که طی ۳۰ سال گذشته، قیمت واقعی برق در این بخش $\frac{1}{6}$ برابر شده است.

جدول ۱. تغییرات مصرف برق و شدت برق مصرفی

۱۳۷۶	۱۳۶۶	۱۳۵۶	۱۳۴۶	واحد اندازه گیری	
۲۶۵۲۳	۱۳۶۶۸	۳۲۳۸	۴۷۳	گیگاوات ساعت	مصرف برق بخش خانگی
۲۴۳۷۲	۷۸۴۸	۵۸۹۷	۵۰۴	گیگاوات ساعت	مصرف برق بخش صنعت
۶۰۰۹	۲۵۶۵	۴۲۶	۳۳	گیگاوات ساعت	مصرف برق بخش کشاورزی
۱۶۶۱۸/۱	۱۰۷۳۶	۱۲۸۵۱	۴۷۹۹	میلیارد ریال	محصول ناخالص داخلی
۲۵۱۰/۳	۱۲۷۵/۶	۱۱۰۱/۳	۲۶۸/۲	میلیارد ریال	ارزش افزوده بخش صنعت
۳۸۸۱/۵	۲۷۱۵/۸	۱۶۴۰/۴	۹۷۰	میلیارد ریال	ارزش افزوده بخش کشاورزی
۹/۷۱	۶/۱۵	۵/۳۵	۱/۸۸	مگاوات ساعت	شدت برق مصرفی بخش صنعت
				به میلیون ریال	
۱/۵۵	۰/۹۴	۰/۲۶	۰/۰۳۴	"	شدت برق مصرفی بخش کشاورزی

مآخذ: ۱. آمار تفصیلی صنعت برق ایران، سالهای ۱۳۴۶-۱۳۷۶.

۲. سری زمانی آمارهای اقتصادی، اجتماعی تا سال ۱۳۷۵ و نماگرهای اقتصادی سه ماهه اول ۱۳۷۷.

از سوی دیگر، محصول ناخالص داخلی، طی سالهای ۱۳۴۶-۱۳۷۶، از حدود ۴/۸ هزار

۱. در این مطالعه، هر جا به مصرف سرانه برق اشاره کرده ایم، منظور ما، مصرف برق به تعداد مشترکین برق آن بخش می باشد.

میلیارد ریال (به قیمت ثابت سال ۱۳۶۱) به حدود ۱۶/۶ هزار میلیارد ریال رسیده است، یعنی ظرف ۳۰ سال گذشته، تقریباً ۳/۵ برابر شده است. در حالی که ارزش افزوده بخش صنعت و کشاورزی، طی همین دوره، حدود ۹/۵ و ۴ برابر شده است. اما به طوری که در جدول ۱ می‌بینیم، شدت برق مصرفی در بخش صنعت و کشاورزی در ایران، به ترتیب، از ۱/۸۸ و ۰/۳۴ مگاوات ساعت، به ازای هر یک میلیون ریال ارزش افزوده در سال ۱۳۴۶، به ۹/۷۱ و ۱/۵۵ مگاوات ساعت به ازای هر میلیون ریال ارزش افزوده در سال ۱۳۷۶ افزایش یافته است. به بیان دیگر، اگر در سال ۱۳۴۶، برای تولید یک میلیون ریال ارزش افزوده در بخش صنعت و کشاورزی (به قیمت ثابت سال ۱۳۶۱)، به ترتیب، از ۱/۸۸ و ۰/۳۴ مگاوات ساعت برق استفاده شده است، در سال ۱۳۷۶، برای تولید همان یک میلیون ریال ارزش افزوده در بخشهای مذکور، به ترتیب، از ۹/۷۱ و ۱/۵۵ مگاوات ساعت برق استفاده شده است. پس طی ۳۰ سال گذشته، شدت برق مصرفی در بخش صنعت بیش از ۵ برابر و در بخش کشاورزی بیش از ۴۵ برابر شده است. این مورد، حاکی از جایگزینی برق به جای انواع دیگر انرژی از جمله نیروی کار و کاهش بهره‌وری بخش صنعت و کشاورزی (در مورد استفاده از برق) و افزایش رشد مصرف برق در بخش خانگی، به دلیل کاهش قیمت واقعی برق طی این سالها، بوده است (یادآور می‌شویم که قیمت واقعی برق در بخش خانگی، به طور متوسط، طی ۳۰ سال گذشته، $\frac{1}{16}$ برابر شده است).

از سوی دیگر، با نگاهی به نمودار ۱، که تغییرات مصرف برق را در مقابل محصول ناخالص داخلی نشان می‌دهد، خواهیم دید که طی سالهای ۱۳۴۶-۱۳۵۶، روندی منطقی بین افزایش مصرف برق و افزایش محصول ناخالص داخلی وجود دارد، ولی با وقوع انقلاب، و متعاقب آن، جنگ تحمیلی (سالهای ۱۳۵۷-۱۳۶۷) این روند نامنظم شده و در نوسان بوده است. پس از پایان یافتن جنگ (سالهای ۱۳۶۸-۱۳۷۶) دوباره ارتباط مثبت بین این دو متغیر برقرار شده است، ولی شیب آن نسبت به سالهای ۱۳۴۶-۱۳۵۶ افزایش یافته است. این نمودار، در کل، نشان‌دهنده ارتباط مثبت بین محصول ناخالص داخلی و مصرف برق در کشور (بجز سالهای بحرانی ۱۳۵۷-۱۳۶۷) می‌باشد.

نمودار ۱. روند تغییرات مصرف برق و محصول ناخالص داخلی

این ارتباط در مورد بخش صنعت در نمودار ۲ مشخص است. در این نمودار، ارتباط بین مصرف برق در بخش صنعت و ارزش افزوده تولید شده در این بخش را می بینید. همچنین در این نمودار، ارتباط مثبت بین مصرف برق و ارزش افزوده بخش (بجز در سالهای انقلاب و جنگ تحمیلی) را به روشنی می بینید.

نمودار ۲. روند تغییرات مصرف برق و ارزش افزوده بخش صنعت

عوامل مؤثر بر تقاضای برق با مروری بر مطالعات انجام شده

عوامل مؤثر بر تقاضای برق، از دو جنبه قابل بررسی است، یکی از جنبه کلی و کلان و دیگری از جنبه بخشی (بخشهای مختلف مصرف‌کننده برق).

عوامل مؤثر بر تقاضای برق در سطح کلی و کلان را می‌توان شامل متوسط قیمت نسبی برق، جمعیت، تعداد مشترکین برق، محصول ناخالص داخلی، قیمت سوختهای جانشین، درجه حرارت هوا و عواملی از قبیل، قابل دسترس بودن برق دانست (توکلی و خدانی، ۱۳۶۲؛ صفاری‌پور اصفهانی، ۱۳۷۶).

اگر تقاضای برق از دیدگاه بخشهای مصرف‌کننده بررسی شود، باید عوامل مؤثر بر تقاضای برق در هر یک از بخشها، به صورت جداگانه، بررسی گردد.

در بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه برق، تقاضای برق خانگی به صورت جداگانه برآورد شده است. در مطالعه مقطعی که انگ، گوه و لیو (۱۹۹۲) انجام داده‌اند، تقاضای برق خانگی در سنگاپور طی سالهای ۱۹۷۲-۱۹۹۰ را بررسی و برآورد نموده‌اند. در این برآورد، متوسط مصرف سرانه برق در بخش خانگی، تابعی از محصول ناخالص داخلی سرانه، قیمت واقعی برق برای مصرف‌کنندگان خانگی، متوسط حداکثر درجه حرارت روزانه یا متوسط میانگین حداقل و حداکثر درجه حرارت روزانه، مصرف سرانه برق با وقفه یکساله و متغیرهای مجازی^۱ در نظر گرفته شده است.

در مطالعه دیگری که ارمیه (۱۹۹۳) تحت عنوان "مصرف برق در نیجریه" به چاپ رسانده، تابع تقاضای برق را به صورت بخشی، طی سالهای ۱۹۶۴-۱۹۸۹ برآورد کرده است. بخشهای مورد بررسی، شامل بخش خانگی، بخش تجاری و بخش صنعت بوده است. در برآورد تابع تقاضای خانگی، عواملی از قبیل قیمت، محصول ناخالص داخلی، درصد شهرنشینی، جمعیت منطقه، تعداد خانوار منطقه، سطح منطقه و فاصله از مبدأ تولید منظور شده است.

در مطالعه دیگری که هوتاکر، ورلجر و شیهان (۱۹۷۴) تحت عنوان "تجزیه و تحلیل تقاضای پویای بنزین و برق خانگی" نوشته‌اند، تابع تقاضای برق خانگی (که تابعی از قیمت واقعی برق

1. Dummy Variable.

خانگی، درآمد و مصرف باوقفه برق است) برای پله‌های مختلف مصرف، طی سالهای ۱۹۶۰-۱۹۷۱ برای ۴۸ منطقه ایالات متحده آمریکا را به صورت ادغام داده‌های سری زمانی و مقطعی، برآورد کرده‌اند.

در مطالعه دیگری، التونی (۱۹۹۵) "تقاضای بخشی برای برق در کویت" را بررسی و برآورد نموده است. در این مطالعه که طی سالهای ۱۹۷۴-۱۹۸۹ صورت گرفته است، تابع تقاضای برق خانگی که به صورت سرانه برآورده شده است، تابعی از درآمد سرانه واقعی (محصول ناخالص داخلی سرانه)، قیمت واقعی برق و مصرف سرانه باوقفه برق منظور شده است. در این مطالعه، توابع تقاضای برق برای بخشهای تجاری و صنعتی نیز برآورد شده است.

در مطالعات دیگر در مورد تقاضای برق و تقاضای انرژی (به ویژه در بخش خانگی) عوامل مؤثر، شامل درآمد سرانه، قیمت واقعی برق در بخش خانگی (یا قیمت انرژی در بخش خانگی) و مصرف سرانه باوقفه بوده‌اند. در پاره‌ای از مطالعات، تقاضا برای انرژی یا برق به صورت تقاضای شهری و روستایی برآورد شده است که این تفکیک عمدتاً به دلیل متفاوت بودن ساختار مصرف برق (و به طور کلی انرژی) در شهر و روستا در برخی از کشورها می‌باشد (آباکاه، ۱۹۹۳؛ السهلاوی، ۱۹۹۱؛ ایوایمی، ۱۹۸۱؛ رامچاران، ۱۹۸۸).

در برخی از همین مطالعات تقاضای برق برای بخشهای تجاری و صنعت، و در موارد نادری برای بخش کشاورزی، بررسی و برآورد شده است. در این قبیل مطالعات، تقاضای برق، تابعی از متوسط قیمت واقعی برق در بخشهای تجاری - صنعت و کشاورزی، تعداد واحدهای تجاری - صنعتی و کشاورزی، ارزش افزوده بخشهای صنعت و کشاورزی و عواملی از این قبیل در نظر گرفته شده است (آباکاه، ۱۹۹۳؛ السهلاوی، ۱۹۹۱؛ ایوایمی، ۱۹۸۱؛ رامچاران، ۱۹۸۸).

مطالعات انجام شده در ایران در مورد تقاضای برق به صورت بخشی و کلی (کل تقاضای برق) محدود بوده و در همین محدوده، بیشتر مربوط به تقاضای برق در حد منطقه (استان) یا به صورت تقاضای برق خانگی در منطقه‌ای خاص (در نهایت، در پله‌های مختلف مصرفی) انجام شده است (بحرینی، ۱۳۷۴؛ توکلی و خندانی، ۱۳۶۲). در مواردی از این مطالعات نیز تقاضای برق

خانگی، تابعی از متغیر روند زمانی^۱ در نظر گرفته شده است (کاظمی، ۱۳۷۱). نکته حایز اهمیت این است که در بیشتر مطالعات انجام شده (در ایران و کشورهای دیگر) تقاضای برق خانگی، تابعی از متغیرهای متوسط قیمت واقعی برق در این بخش، جمعیت، تعداد مشترکین برق در این بخش، متوسط درآمد یا محصول ناخالص داخلی و مصرف باوقفه برق خانگی بوده است.

در این مطالعه، با توجه به برخی محدودیتها و به منظور سادگی، توابع تقاضای برق، به دو دسته برق خانگی و غیر خانگی تقسیم شده‌اند (گفتنی است که نوع عوامل مؤثر بر تقاضای برق و وجه اشتراک آنها در هر گروه یا بخش، علاوه بر برخی محدودیت‌های اطلاعاتی، باعث تقسیم بندی مذکور شده است). این مطالعه، به رغم بعضی نقاط ضعف، به دلیل در نظر گرفتن تمام متغیرهای ذکر شده در تابع تقاضای برق خانگی و برازش مناسب در این زمینه، و نیز به سبب تعیین چشم‌انداز تقاضای برق خانگی و کل تقاضای برق کشور به همراه پیش بینی ظرفیت عملی نیروگاهی مورد نیاز در برنامه سوم توسعه، منطقی بودن پیش‌بینیهای به عمل آمده و کاربردی بودن آن (نسبت به مطالعات مشابه) دارای نقاط قوتی است.

برای بررسی عمیقتر عوامل مؤثر بر تقاضای برق در ایران، به بررسی روند تغییرات برخی متغیرهای پردازیم.

در نمودار ۳، روند تغییرات مصرف برق در بخشهای خانگی و صنعتی را می‌بینیم. آنچه از این نمودار مشخص می‌شود، آن است که در سال ۱۳۴۶، مصرف برق در هر دو بخش خانگی و صنعتی تقریباً به یک میزان بوده است. به تدریج و با افزایش درآمد کشور (ناشی از درآمدهای نفتی) و توسعه صنایع، رشد مصرف برق در بخش صنعت بیش از بخش خانگی شده است. با وقوع انقلاب و سپس شروع جنگ تحمیلی، رشد مصرف برق در بخش صنعت کاهش یافته است. به ویژه طی سالهای جنگ، رشد مصرف برق در بخش خانگی بیش از بخش صنعت شده است. با پایان یافتن جنگ و از سالهای شروع برنامه اول به بعد، رشد مصرف برق در بخش صنعت فزاینده بوده و در برخی سالها بیش از رشد مصرف برق خانگی بوده است. طی سالهای اخیر (۱۳۷۳-۱۳۷۶) تقریباً

در هر دو بخش، رشد مصرف برق ثابت بوده است.

نمودار ۳. روند تغییرات مصرف برق در بخشهای خانگی و صنعت

در مجموع، آنچه مشخص است، مصرف برق در بخش صنعت در سالهای پیش از انقلاب و جنگ تحمیلی، بیش از مصرف بخش خانگی بوده است. ولی پس از جنگ، مصرف برق خانگی همواره بیش از مصرف برق صنعت بوده است (یکی از دلایل اصلی افزایش مصرف برق خانگی، افزایش تعداد مشترکین برق خانگی بوده است). این ویژگی را به روشنی در نمودار ۴ می بینید.

در نمودار ۴، روند تغییرات سهم بخشهای صنعت و خانگی از کل مصرف برق طی سالهای ۱۳۴۶-۱۳۷۶ رسم شده است. به طوری که می بینید، از سال ۱۳۴۷ به تدریج سهم بخش صنعت در مصرف برق افزایش یافته و در سال ۱۳۵۳ به حداکثر خود (حدود ۵۵ درصد) رسیده است. برعکس، سهم بخش خانگی طی این سالها به تدریج کاهش یافته و در سال ۱۳۵۳ به حداقل خود (حدود ۱۸ درصد) رسید. از سال ۱۳۵۳ تا ۱۳۶۸ مرتباً سهم صنعت از مصرف برق کاهش یافته

و سهم بخش خانگی افزایش یافته است، به طوری که در سال ۱۳۶۸، سهم بخش خانگی از مصرف برق به حدود ۴۰ درصد و سهم بخش صنعت به کمترین مقدار خود طی ۳۰ سال گذشته (یعنی ۲۱ درصد) رسید. از سال ۱۳۶۸ به بعد، با راه‌اندازی مجدد صنایع، سهم صنعت به تدریج و با رشد اندکی افزایش یافت (به علت پایان یافتن جنگ و شروع برنامه‌های عمرانی و ایجاد زیرساختها و رونق بخش صنعت). از سال ۱۳۷۳ تا به امروز، تقریباً سهم بخش صنعت و خانگی، به ترتیب، در حد ۳۳ و ۳۵ درصد ثابت مانده است.

در مجموع، با توجه به اینکه همواره بیش از ۶۰ درصد مصرف برق در کشور توسط دو بخش خانگی و صنعت مورد استفاده قرار گرفته است و با توجه به روند تغییرات سهم مصرف برق در این دو بخش، مشاهده می‌شود که دو بخش مذکور، همواره نقش اساسی در تشکیل کل مصرف برق در کشور داشته‌اند.

نمودار ۴. سهم بخشهای صنعت و خانگی از کل مصرف برق

حال اگر به روند تغییرات مصرف سرانه و قیمت واقعی برق در دو بخش خانگی و صنعت (نمودارهای ۵ و ۶) بنگریم، متوجه خواهیم شد که ارتباط معکوسی بین قیمت واقعی برق و مصرف سرانه برق در بخش خانگی وجود دارد، به گونه‌ای که طی سالهای ۱۳۴۶-۱۳۷۶، با کاهش قیمت واقعی برق در بخش خانگی، مصرف سرانه به تدریج افزایش یافته است (به عبارت دیگر، کاهش قیمت واقعی برق، یکی از عواملی بوده است برای استفاده روزافزون از برق و وسایل برقی در ایران).

نمودار ۵. روند تغییرات قیمت و مصرف سرانه برق خانگی

اما همان‌طور که از نمودار عبرمی آید، ارتباط معکوس بین قیمت برق و مصرف سرانه آن در بخش صنعت ملموس نیست، یعنی لزوماً با افزایش (یا کاهش) قیمت برق در بخش صنعت، مصرف سرانه برق در این بخش کاهش (یا افزایش) نیافته است (این ویژگی در مورد بخش عمده

مصرفی دیگر یعنی بخش تجاری و عمومی نیز صدق می‌کند، ضمن اینکه مشترکین این بخشها همگن نیستند).

نمودار ۶. روند تغییرات قیمت و مصرف سرانه برق صنعت

نکته شایان توجهی که با مقایسه دو نمودار ۵ و ۶ به چشم می‌خورد، آن است که هم قیمت اسمی و هم قیمت واقعی برق در بخش صنعت، طی سالهای اخیر، در ایران، بیش از قیمت اسمی و واقعی برق در بخش خانگی بوده است، در حالی که قیمت برق در کشورهای دیگر، در بخش صنعت، به مراتب، کمتر از بخش خانگی می‌باشد. برای مثال، قیمت برق در ایران و چند کشور عضو او. ای. سی. دی. در سال ۱۹۹۶، به تفکیک مصارف صنعت و خانگی، به صورت مندرج در جدول ۲ بوده است.

جدول ۲. قیمت برق در برخی کشورها در سال ۱۹۹۶

(سنت به کیلووات ساعت)

کشور	آمریکا	ژاپن	کره جنوبی	ترکیه	مکزیک	ایران*
بخش صنعت	۴/۶	۱۵/۷	۷/۱	۸/۵	۳/۸	۲
بخش خانگی	۸/۴	۲۳	۱۰/۸	۸/۷	۴/۸	۰/۸

مأخذ: Energy Prices & Taxes.

* نرخ برابری دلار به صورت هر دلار معادل ۳۰۰۰ ریال فرض شده است.

در نمودار ۷، روند تغییرات مصرف سرانه برق خانگی و محصول ناخالص داخلی سرانه ترسیم شده است. در این نمودار نیز ارتباط مثبت بین دو متغیر مذکور (بجز در برخی سالهای بحرانی مانند انقلاب و جنگ تحمیلی و بحران نفتی) مشاهده می شود.

نمودار ۷. مصرف سرانه برق خانگی و محصول ناخالص داخلی سرانه

نمودار ۸ نیز روند تغییرات ارزش افزوده و مصرف برق بخش صنعت را نشان می‌دهد و حاکی از ارتباط مثبت بین این دو متغیر است، به طوری که با افزایش مصرف برق در این بخش، ارزش افزوده این بخش نیز افزایش یافته است (در بررسی نمودارها، صرفاً ارتباط بین متغیرها مدنظر قرار گرفته است، اینکه تأثیر هر متغیر به چه میزان است، در برآورد معادله‌ها مشخص خواهد شد).

نمودار ۸. ارزش افزوده و مصرف برق در بخش صنعت

برآورد توابع تقاضای برق به تفکیک خانگی و غیر خانگی

همان‌طور که در قسمت قبل اشاره کردیم، در این مطالعه، تابع تقاضای برق را به تفکیک خانگی و غیر خانگی برآورد خواهیم کرد. با توجه به بررسی صورت گرفته در قسمت قبلی، عوامل مؤثر بر تقاضای برق خانگی را می‌توان شامل متوسط قیمت واقعی برق خانگی، تعداد جمعیت، مشترکین برق خانگی، متوسط درآمد سالانه (محصول ناخالص داخلی) و قیمت سوخت‌های جان‌شین دانست.

بدین ترتیب، تابع تقاضای برق خانگی، به طور کلی، به صورت زیر، تعریف می شود.

$$C_{re} = F(P_{re}, POP, S_{re}, GDP, P_s) \quad (1)$$

در این رابطه

C_{re} : مصرف برق در بخش خانگی

P_{re} : متوسط قیمت واقعی برق در بخش خانگی

POP: جمعیت کشور

S_{re} : تعداد مشترکین برق خانگی

GDP: محصول ناخالص داخلی (یا متوسط درآمد سالانه هر خانوار) و

P_s : متوسط قیمت واقعی سوختهای جانشین می باشد.

با توجه به جانشینی ضعیف بین برق و سوختهای دیگر، تابع تقاضای برق خانگی در ایران با

استفاده از فرم تابع تقاضای پویای لگاریتمی، به شکل زیر، برآورد شده است:

$$\ln \text{DERP}_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{GDPP}_t + \beta_2 \ln \text{RPR}_t + \beta_3 \ln \text{DERP}_{t-1} \quad (2)$$

در این تابع:

DERP_t : تقاضای سرانه برق در بخش خانگی در سال t

GDPP_t : محصول ناخالص داخلی سرانه در سال t

RPR_t : قیمت واقعی برق در بخش خانگی در سال t

\ln : نشاندهنده لگاریتم در پایه طبیعی است.

بر اساس معادله (۲)، تابع تقاضای برق خانگی در ایران، طی سالهای ۱۳۴۶-۱۳۷۶، به

صورت زیر، برآورد شده است:

$$\ln \text{DERP}_t = 0.73 + 0.15 \ln \text{GDPP}_t - 0.13 \ln \text{RPR}_t + 0.66 \ln \text{DERP}_{t-1} \quad (3)$$

$$\delta\beta : (0.24) \quad (0.05) \quad (0.06) \quad (0.14)^*$$

$$R^2 = 0.985 \quad h = 0.43 \quad F = 624 \quad \text{ADF} = -5.27$$

$$* \text{مقدار بحرانی مکینون} = -3.68$$

*مقادیر داخل پرانتز، نشاندهنده انحراف معیار ضریبهای برآوردی است.

در معادله (۳)، هر یک از ضریبها در سطح ۵ درصد معنادار بوده، همچنین آماره F حاکی از معنادار بودن همزمان تمام ضریبهای برآوردی در سطح معنادار ۵ درصد می‌باشد. همچنین آماره h وجود علایم ضریبهای موافق بانظریه تقاضا به همراه معنادار بودن هر یک از ضریبها، به ترتیب، حاکی از نبود مشکل خود همبستگی بین جملات اختلال و نبود مشکل همخطی بین متغیرهای مستقل موجود در مدل می‌باشد.

آماره R^2 در معادله (۳)، بیانگر آن است که بیش از ۹۸ درصد تغییرات متغیر وابسته (تقاضای سرانه برق خانگی) توسط متغیرهای مستقل موجود در تابع، قابل توضیح بوده است و درصد ناچیزی از تغییرات متغیر وابسته مربوط به عواملی است که در تابع لحاظ نشده و در جمله اختلال ظاهر شده است. آزمون ریشه واحد دیکی - فولر افزوده در مورد جمله اختلال نیز حاکی از پایداری مدل می‌باشد.^۱

با توجه به مطالب ارائه شده و با توجه به نمودار ۹ که این برازش مناسب را نشان می‌دهد، از این برآورد می‌توان به منظور پیش‌بینی تغییرات مصرف برق در بخش خانگی استفاده نمود.

در معادله (۳) که به فرم لگاریتمی پویا می‌باشد، ضریبهای برآوردی نشان‌دهنده کششهای درآمدی و قیمتی تقاضای برق خانگی است. به طوری که از معادله (۳) برمی‌آید، کشش کوتاه‌مدت درآمدی و قیمتی تقاضای برق خانگی، به ترتیب، برابر $0/15$ و $-0/13$ است و بدین معناست که اگر محصول ناخالص داخلی سرانه 10 درصد افزایش (یا کاهش) یابد، با فرض ثبات عوامل دیگر، تقاضای سرانه برق خانگی در کوتاه‌مدت $1/5$ درصد افزایش (یا کاهش) خواهد یافت و اگر قیمت واقعی برق در بخش خانگی 10 درصد افزایش (یا کاهش) یابد، با فرض ثبات عوامل دیگر، تقاضای سرانه برق خانگی در کوتاه‌مدت $1/3$ درصد کاهش (یا افزایش) خواهد یافت. با محاسبه کششهای بلندمدت می‌توان دریافت که اگر محصول ناخالص داخلی سرانه 10 درصد افزایش (یا کاهش) یابد، با فرض ثبات عوامل دیگر، تقاضای سرانه برق خانگی در بلندمدت $4/4$ درصد افزایش (یا کاهش) خواهد یافت و اگر قیمت واقعی برق در بخش خانگی 10

۱. گزارش کامپیوتری برآورد معادله (۳) به همراه آزمون ریشه واحد جمله اختلال را در انتهای مقاله ارائه کرده‌ایم.

درصد افزایش (یا کاهش) یابد، با فرض ثابت بودن عوامل دیگر، تقاضای سرانه برق خانگی در بلندمدت ۳/۸ درصد کاهش (یا افزایش) خواهد یافت.

نمودار ۹. روند تغییرات مصرف واقعی و برآوردی برق خانگی

بدین ترتیب، تقاضای برق خانگی در ایران نسبت به تغییرات درآمد و قیمت کم‌کشش است، ولی این‌کششها در بلندمدت تقریباً سه برابر مقدار آن در کوتاه‌مدت است. نکته‌حایز اهمیت دیگر این است که، کشش درآمدی تقاضای برق خانگی، هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت، بزرگتر از کشش قیمتی آن است.

در بخش غیر خانگی، مصرف برق که شامل بخشهای تجاری و عمومی، صنعتی، کشاورزی و

سایر مصارف دیگر است، تقاضای برق رامی توان تابعی از عوامل زیر دانست:

$$C_{nre} = F(P_{nre}, S_{nre}, GDP, P_s) \quad (۴)$$

در رابطه (۴):

C_{nre} : تقاضای برق در بخش غیر خانگی

P_{nre} : متوسط قیمت واقعی برق در بخش غیر خانگی

S_{nre} : تعداد مشترکین برق در بخش غیر خانگی

GDP: محصول ناخالص داخلی کشور و

P_s : متوسط قیمت واقعی سوخت‌های جانشین است.

در بخش غیر خانگی، تقاضای برق رانمی توان تابعی از قیمت واقعی برق در این بخش دانست، چرا که در بخش صنعت، به طوری که اشاره کردیم، این ارتباط عملاً وجود نداشت. در مورد بخشهای عمومی و مصارف دیگر نیز ماهیتاً این ارتباط وجود ندارد. در مورد بخش تجاری نیز اطلاعات سری زمانی در دسترس نمی باشد. همچنین در بخش کشاورزی، علاوه بر سهم اندکی که در کل تقاضای برق در ایران دارد، به دلیل قیمت بسیار ناچیز برق در این بخش^۱، نمی توان ارتباطی بین قیمت و مصرف در این بخش قایل شد. بدین ترتیب، عامل قیمت از تابع حذف شده است. تعداد مشترکین برق در بخش غیر خانگی با توجه به ناهمگن بودن واحدهای مصرف کننده برق در این بخش نمی تواند به عنوان عامل مؤثری مورد استفاده قرار گیرد. از سوی دیگر، قیمت سوخت‌های جانشین نیز با توجه به جانشینی ضعیف آن با برق نمی تواند به عنوان عامل مؤثر در تقاضای برق غیر خانگی قلمداد شود. بدین ترتیب، در این بخش، تقاضای برق رامی توان تابعی از محصول ناخالص داخلی، تقاضای باوقفه برق در این بخش و متغیر مجاری لازم (مربوط به سالهای بحرانی) در نظر گرفت که در این صورت، به شکل زیر، قابل برآورد است.

$$\ln DENR_t = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_t + \beta_2 \ln DENR_{t-1} + \beta_3 DUMV_t \quad (۵)$$

در این رابطه:

$DENR_t$ = تقاضای برق در بخش غیر خانگی در سال t

۱. قیمت هر کیلووات ساعت برق کشاورزی در سال ۱۳۷۷ حدود ۳ ریال است که این قیمت $\frac{۱}{۴}$ متوسط قیمت فروش هر کیلووات ساعت برق در کشور است!!

GDP_t = محصول ناخالص داخلی در سال t و

$DUMV_t$ = متغیر مجازی در سال t است (که برای سالهای انقلاب و جنگ برابر یک و برای مابقی سالها برابر صفر می باشد).

بر اساس رابطه (۵)، تابع تقاضای برق غیرخانگی برای سالهای ۱۳۴۶-۱۳۷۶، به صورت زیر، تخمین زده شده است.

$$\ln DENR_t = 0.12 \ln GDP_t + 0.9 \ln DENR_{t-1} - 0.045 DUMV_t + 0.42 MA \quad (1) \quad (6)$$

$$\delta\beta : \quad (0.02) \quad (0.02) \quad (0.27) \quad (0.18)$$

$$R^2 = 0.997 \quad h = 0.58 \quad F = 3163 \quad ADF = -4.68$$

$$(-1) = -3.68 \text{ مقدار بحرانی مکینون}$$

در معادله (۶)، آزمون ریشه واحد جمله اختلال حاکی از پایداری مدل می باشد. آماره های انحراف معیار ضریبهای برآوردی ($\delta\beta$) و F -حاکی از معنادار بودن هر یک از ضریبهای متغیرهای مستقل و نیز معنادار بودن همزمان تمام ضریبهای متغیرهای مستقل موجود در مدل، در سطح معنادار ۵ درصد می باشند. آماره h محاسبه شده حاکی از نبود خودهمبستگی بین جملات اختلال، و موافق بودن علائم ضریبها و مقادیر آنها با نظریه تقاضا، به همراه معنادار بودن هر یک از ضریبها نشاندهنده نبود مشکل همخطی بین متغیرهای مستقل موجود در مدل می باشد.

آماره R^2 نشاندهنده آن است که بیش از ۹۹ درصد تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای مستقل موجود در تابع قابل توضیح بوده است. بنابراین، با توجه به آماره های ارائه شده، از این برآورد می توان به منظور پیش بینی مصرف برق در بخش غیرخانگی استفاده نمود.^۱ از سوی دیگر، نمودار ۱۰، نیز به روشنی نشاندهنده برازندگی مناسب تابع می باشد.

۱. گزارش کامپیوتری برآورد معادله (۶)، به همراه آزمون ریشه واحد جمله اختلال را در انتهای مقاله ارائه کرده ایم.

نمودار ۱۰. روند تغییرات مصرف واقعی و برآوردی برق غیرخانگی

در معادله (۶)، می‌بینیم که کشش درآمدی تقاضای برق در بخش غیرخانگی برابر 0.12 است و به این معناست که اگر محصول ناخالص داخلی 10% درصد افزایش (یا کاهش) یابد، با فرض ثبات عوامل دیگر، تقاضای برق در این بخش، در کوتاه‌مدت، $1/2$ درصد افزایش (یا کاهش) خواهد یافت. در بلندمدت نیز اگر محصول ناخالص داخلی 10% درصد افزایش (یا کاهش) یابد، با فرض ثابت بودن عوامل دیگر، تقاضای برق در بخش غیرخانگی حدود 12% درصد افزایش (یا کاهش) خواهد یافت. بنابراین، تقاضای برق غیرخانگی در ایران نسبت به تغییرات درآمد (محصول ناخالص داخلی) در کوتاه‌مدت کم‌کشش و در بلندمدت باکشش است.

پیش‌بینی تقاضای برق و ظرفیت عملی نیروگاهی مورد نیاز برنامه سوم توسعه حال با استفاده از توابع برآوردی (۳) و (۶)، و با ارائه سه سناریوی زیر، تقاضای برق و ظرفیت عملی نیروگاهی مورد نیاز طی سالهای ۱۳۷۷-۱۳۸۳ را پیش‌بینی می‌کنیم.

الف) فروض مشترک در هر سه سناریو

۱) نرخ رشد جمعیت از سال ۱۳۷۵ به بعد، سالانه، به طور متوسط، $1/7$ درصد فرض شده است.^۱
 ۲) نرخ رشد قیمت واقعی برق در بخش خانگی معادل متوسط نرخ رشد سالانه قیمت واقعی برق در این بخش، طی سالهای ۱۳۷۰-۱۳۷۶ فرض شده است.
 ۳) تعداد مشترکین برق خانگی تا سال ۱۳۸۱، هر سال، افزایشی حدود ۴۷۰۰۰۰ مشترک و از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۳ (دو سال آخر برنامه سوم توسعه) افزایشی معادل ۴۲۰۰۰۰ مشترک خواهند داشت.^۲

ب) فروض غیر مشترک^۳

در سناریوی اول، نرخ رشد محصول ناخالص داخلی، از سال ۱۳۷۷ به بعد، سالانه، به طور متوسط، $3/5$ درصد فرض شده است.
 در سناریوی دوم، نرخ رشد محصول ناخالص داخلی، از سال ۱۳۷۷ به بعد، سالانه، به طور متوسط، ۵ درصد فرض شده است.
 در سناریوی سوم، نرخ رشد محصول ناخالص داخلی، از سال ۱۳۷۷ به بعد، سالانه، به طور متوسط، ۷ درصد فرض شده است.
 براساس سه سناریوی مطرح شده و با توجه به توابع برآوردی (۳) و (۶)، مقادیر تقاضای برق

۱. این فرض براساس پیش‌بینی کارشناسان بخش جمعیت دفتر اقتصاد کلان سازمان برنامه و بودجه در نظر گرفته شده است.
 ۲. تقریباً متناسب با افزایش سالهای گذشته می‌باشد.
 ۳. نرخهای رشد محصول ناخالص داخلی براساس پیشنهاد دفتر اقتصاد کلان سازمان برنامه و بودجه منظور شده است.

در مقاطع مختلف طی سالهای ۱۳۷۷-۱۳۸۳ به صورت جدول ۳، پیش‌بینی شده است.

جدول ۳. مقادیر پیش‌بینی شده تقاضای برق در برنامه سوم توسعه

(واحد: تراوات ساعت)

سناریو	سال ۱۳۷۷*			سال ۱۳۸۰			سال ۱۳۸۳		
	تقاضای خانگی	تقاضای غیرخانگی	تقاضای کل	تقاضای خانگی	تقاضای غیرخانگی	تقاضای کل	تقاضای خانگی	تقاضای غیرخانگی	تقاضای کل
اول	۲۹/۱	۵۰/۶	۷۹/۷	۳۴/۹	۵۹/۰	۹۳/۹	۴۰/۴	۶۸/۱	۱۰۸/۵
دوم	۲۹/۲	۵۰/۷	۷۹/۹	۳۵/۵	۵۹/۹	۹۵/۴	۴۱/۸	۷۰/۸	۱۱۲/۶
سوم	۲۹/۲	۵۰/۸	۸۰/۱	۳۶/۲	۶۱/۲	۹۷/۴	۴۳/۷	۷۴/۶	۱۱۸/۳

*گفتنی است که میزان فروش یا تقاضای برق در سال ۱۳۷۶ معادل ۷۴/۱ تراوات ساعت بوده است.

براساس جدول ۳ و با فرض ادامه روند کنونی در مورد وضعیت ساختار نیروگاهی (ثبات ضریب بار و راندمان نیروگاهی و جز اینها)، ظرفیت عملی نیروگاهی مورد نیاز کشور در مقاطع مختلف، طی سالهای ۱۳۷۷-۱۳۸۳ در جدول ۴ پیش‌بینی شده است.

جدول ۴. ظرفیت عملی نیروگاهی مورد نیاز در برنامه سوم توسعه

(واحد: هزار مگاوات)

سناریو	سال	۱۳۷۷	۱۳۸۰	۱۳۸۳
اول		۲۴/۴	۲۸/۸	۳۳/۲
دوم		۲۴/۵	۲۹/۲	۳۴/۵
سوم		۲۴/۵	۲۹/۸	۳۶/۲

با توجه به ظرفیت عملی نیروگاهی در سال ۱۳۷۶ که تقریباً بیش از ۲۲۰۰۰ مگاوات بوده

است و براساس پیش‌بینی به عمل آمده در جدول ۴، می‌بینیم که تا سال پایانی برنامه، تقریباً نیاز به ایجاد ۱۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰۰ مگاوات ظرفیت عملی نیروگاهی جدید (براساس سناریوهای مطرح شده) علاوه بر ظرفیت عملی فعلی، خواهیم داشت.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

از مطالب ارائه شده در این مطالعه می‌توان دریافت که در زمینه صنعت و کشاورزی، به دلیل نازل بودن هزینه برق در هزینه تمام شده کالاها (یا کم بودن قیمت برق) در این دو بخش، بهره‌وری برق در تولیدات این بخشها پایین بوده و کاهش یافته، و متعاقب آن، مصرف برق در این دو بخش (با توجه به تغییرات شدت برق مصرفی) به سرعت افزایش یافته است. در بخش خانگی، با توجه به مکمل بودن برق با وسایل مصرفی برقی و به دلیل کاهش قیمت واقعی برق در این بخش (و نازل بودن آن در هزینه خانوار)، تقاضا برای وسایل مصرفی برقی افزایش یافته، و بر این اساس، مصرف سرانه برق خانگی باروند فزاینده‌ای افزایش یافته است.

روند کنونی مصرف برق، نیاز به ایجاد واحدهای نیروگاهی جدید را ایجاب می‌نماید، به گونه‌ای که ظرف سالهای آینده، یا به عبارت دیگر، تا سال پایانی برنامه سوم توسعه (سال ۱۳۸۳)، با توجه به سناریوهای ارائه شده، به ۱۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰۰ مگاوات ظرفیت نیروگاهی جدید، علاوه بر ظرفیت فعلی، نیاز خواهیم داشت.

سرمایه‌گذاری و تأمین ظرفیت نیروگاهی موردنیاز در هفت سال آینده، موضوعی است که برنامه‌ریزان بخش برق باید از هم اکنون برای آن چاره‌بینی‌شانند در غیر این صورت، در سالهای آینده مواجه با کمبود تولید برق، و در نتیجه، بروز خاموشیهای نسبتاً گسترده در سطح کشور (به ویژه در اوج مصرف، یعنی فصل تابستان) خواهیم بود.

با توجه به شرایط کشور (کاهش درآمد نفت خام و کاهش درآمدهای ارزی و ریالی) بهترین راه، تشویق بخشهای مصرفی (به ویژه بخش خانگی) به صرفه‌جویی در مصرف برق از طریق سیاستهای مختلف است (زیرا بخش خانگی تقریباً بیشترین سهم را در تشکیل حداکثر بار مصرفی دارد). در کوتاه‌مدت، دولت از طریق سیاستهای قیمتگذاری مطلوب برای بخشهای مختلف

مصرفی می‌تواند تا حدودی به این هدف برسد، به علاوه، منابع لازم برای توسعه بخش رانیز فراهم کند. از سوی دیگر، باید با استفاده از سیاستهای تشویقی و حتی تنبیهی برای تولیدکنندگان داخلی لوازم برقی خانگی، آنها را موظف به تولید لوازم برقی با راندمان بالا نمود (به ویژه در مورد تولید یخچال و فریزر که سهم عمده‌ای از برق مصرفی ماهانه خانوارها را تشکیل می‌دهد) و نیز در مورد واردات لوازم برقی خانگی، وزارت نیرو، اطلاعات لازم در مورد راندمان استاندارد هر یک از لوازم برقی را برای کنترل و جلوگیری از واردات لوازم برقی خانگی دارای راندمان پایین به گمرکات کشور، بدهد.

در مورد بخش تجاری نیز باید قانون ساعات کار اصناف به گونه‌ای تجدید یا اصلاح شود که ضمانت اجرا پیدا کند، و بدین ترتیب، صرفه‌جویی شایان توجهی در مصرف برق (به ویژه در ساعات اوج مصرف) صورت گیرد. در بلندمدت باید از طریق آموزش و ایجاد فرهنگ صرفه‌جویی در خانوارها و استفاده از کنتورهای چند تعرفه‌ای، به مرور زمان، جلوی رشد نامطلوب مصرف برق گرفته شود. نکته‌حایز اهمیت در زمینه قیمتگذاری برق، منطقی کردن قیمت برق در بخشهای مختلف مصرفی است، به گونه‌ای که نه قیمت برق در بخشی (مانند کشاورزی) آن قدر پایین باشد که انگیزه‌ای برای کاهش مصرف وجود نداشته باشد و نه به گونه‌ای باشد که قیمت برق در بخش تولیدی یا صنعتی بیش از بخش مصرفی بخش خانگی باشد (همان طور که پیشتر گفتیم، در بیشتر کشورها، قیمت برق در بخش صنعت، به مراتب، کمتر از قیمت برق خانگی است).

تابع تقاضای برق خانگی در ایران، طی سالهای ۱۳۴۶-۱۳۷۶

تابع تقاضای برق غیرخانگی در ایران، طی سالهای ۱۳۴۶-۱۳۷۶

منابع

الف) فارسی

- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. (۱۳۷۷). *نماگرهای اقتصادی سه ماهه اول سال ۱۳۷۷*. شماره ۱۲.
- بحرینی، جعفر. (۱۳۷۴). *تخمین رابطه موردی تقاضای برق خانگی شهر اصفهان*. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.
- توکلی، عبدالامیر؛ خندانی، محمدحسن. (۱۳۶۲). *مدلهای برآورد تقاضا و پیش بینی تغییرات بار. نشریه امور انرژی. شماره ۱۰، سال اول. صفحات ۱۴-۲۰.*
- سازمان برنامه و بودجه. (۱۳۷۶). *مجموعه آماری سری زمانی آمارهای اقتصادی - اجتماعی تا سال ۱۳۷۵*. معاونت امور اقتصادی و هماهنگی.
- صفاری پور اصفهانی، مسعود. (۱۳۷۶). *بررسی و پیش بینی تقاضای برق در ایران*. مجله برنامه و بودجه. شماره ۱۳ و ۱۴. سال دوم. صفحات ۷۵-۹۲.
- کاظمی. (۱۳۷۱). *گزارش مقدماتی برآورد بار و انرژی*. سازمان برنامه و بودجه، دفتر امور سوخت و نیرو.
- وزارت نیرو. *آمار تفصیلی صنعت برق ایران سالهای ۱۳۴۶-۱۳۷۶*. امور برق.
- وزارت نیرو. (۱۳۷۶). *ترازنامه انرژی سال ۱۳۷۵*. معاونت امور انرژی.

ب) انگلیسی

- Abakah, E.M. (1993). A Review of Economic Growth and Energy Consumption in a Developing Country: Ghana. *Opec Review*. Vol. 17, pp. 47-61.
- Al-Sahlawi, M.A. (1991). Forecasting the Demand for Electricity in Saudi Arabia. *The Energy Journal*. Vol. 11, No. 1, pp. 119-125.
- Ang, B.W; Goh, T.N; and Liu, X.Q. (1992). Residential Electricity Demand in Singapore. *Energy*. Vol. 17, No. 1, pp. 37-46.

- Arimah, B.C. (1993). Electricity Consumption in Nigeria. *Opec Review*. Vol. 17. pp. 63-82.
- Eltony, M.N. (1995). The Sectoral Demand for Electricity: Kuwait. *Opec Review*. Vol. 19, No. 1, pp. 37-44.
- Houthakker, H.S; P.K. Verleger; JR.; and D.P.Sheehan. (1974). Dynamic Demand Analysis for Gasoline and Residential Electricity. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 56, No. 2, pp. 412-418.
- Iwayemi, A. (1981). An Econometric Analysis of the Demand for Electricity in Nigeria. *Research for Development*. Vol. 1, pp. 23-32.
- Ramcharran, H. (1988). Residential Demand for Energy in Jamaica. *Energy Economics*. Vol. 10, No. 3, pp. 223-228.

۵۰۰۰

۰

۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۲۵۰۰	۳۰۰۰
---	-----	------	------	------	------	------

	سال	مصرف خانگی	مصرف صنعت
--	-----	------------	-----------

گیگاوات ساعت
(هزار)

درصد	سال	خانگی	صنعت
------	-----	-------	------

کیلووات ساعت	سال	مصرف سرانه	قیمت	ریال
--------------	-----	------------	------	------

درصد	سال	خانگی	صنعت
------	-----	-------	------

کیلووات ساعت	سال	مصرف سرانه	قیمت	ریال
--------------	-----	------------	------	------

کیلووات ساعت	سال	هزار ریال	GDP	مصرف برق
--------------	-----	-----------	-----	----------

گیگاوات ساعت
(هزار)

میلیارد ریال	سال	ارزش افزوده	مصرف برق
--------------	-----	-------------	----------

۱/۰

۰/۵

۰/۰

-۰/۵

۰/۱۰

۰/۰۵

۰/۰۰

-۰/۰۵

-۰/۱۰

۵۲ ۵۴ ۵۶ ۵۸ ۶۰ ۶۲ ۶۴ ۶۶ ۶۸ ۷۰ ۷۲ ۷۴ ۷۶

													۴۸	۵۰	
													Residual	Actual	Fitted
													Residual	Actual	Fitted
۵۲	۵۴	۵۶	۵۸	۶۰	۶۲	۶۴	۶۶	۶۸	۷۰	۷۲	۷۴	۷۶	۴۸	۵۰	
															۱۱
															۱۰
															۹
															۸
															۷
															۰/۱۵
															۰/۱۰
															۰/۰۵
															۰/۰۰
															-۰/۰۵
															-۰/۱۰

