

برآورد ارزش برق عرضه نشده (VoLL) در اثر خاموشی در ایران: رویکرد تولید و فراغت از دست رفته

مجید احمدیان^۱

نصرت الله عباس زاده^۲

چکیده

کاهش تعداد خاموشی‌های برق هر چند که ممکن است اما، اغلب مواقع بسیار هزینه بر است. از طرف دیگر کاهش خاموشی، هزینه‌های رفاهی مشتریان را کاهش خواهد داد. این مقاله ارزش برق عرضه نشده یا ارزش بار از دست رفته (VoLL) را جهت استفاده در تعیین سطح بهینه قابلیت اطمینان مطالعه می‌کند. هزینه‌های خاموشی برای مصرف‌کنندگان برق در قالب تولید از دست رفته برای بنگاه‌ها و زمان فراغت از دست رفته برای خانوارها با استفاده از آمار و اطلاعات سال ۱۳۸۹ تخمین زده شد. با استناد به یافته‌های این مقاله خسارت هر یک کیلووات ساعت برق عرضه نشده به طور متوسط برابر ۳۸۳۷۸ ریال می‌باشد. همچنین نتایج حاکی از این است که اختلاف زیادی در هزینه‌های خاموشی بین بخش‌های مختلف مصرفی وجود دارد و رفاه از دست رفته خانوارها در اثر خاموشی به همان اندازه ارزش از دست رفته بنگاه‌ها و بلکه بیشتر حائز اهمیت است.

واژگان کلیدی: ارزش بار از دست رفته (VoLL)، خاموشی‌های برق، قابلیت اطمینان، رویکرد تابع تولید.

Keywords: Value of Lost Load (VoLL), Electricity Outages, Reliability, Production Function Approach .

JEL Classification: Q40, Q41, Q43, D61, L94.

۱- مقدمه

در بین حامل‌های انرژی، برق به عنوان انرژی ثانویه از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. برق دارای خصوصیات برجسته منحصر بفردی است، به طوری که آن را به صورت یک عنصر لاینفک از زندگی اجتماعی در تمدن کنونی در آورده است. عرضه برق شالوده اقتصادی یک کشور صنعتی به شمار می‌رود به گونه‌ای که بدون برق، صنایع مدرن قادر به تولید نبوده و شهروندان نیز ابزاری را برای آسایش و راحتی نخواهند داشت.

خاموشی برق طی سال‌های اخیر مورد توجه خاصی قرار گرفته است. در پی بحران برق کالیفرنیا در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ که در آن عرضه برق جوابگوی تقاضای آن نبوده است، توجه خاصی به بحث امنیت عرضه^۱ شده است. در سال ۲۰۰۳ خرابی شبکه برق در لندن، کپن‌هاگ و ایتالیا خاموشی گسترده‌ای را ایجاد کرد یا به عنوان مثال دیگر تابستان خشک و گرم ۲۰۰۳ در هلند خاموشی وسیعی را به وجود آورد. در ایران نیز مشکل کمبود برق همواره به عنوان یکی از اصلی‌ترین مسائل وزارت نیرو مطرح بوده است به طوری که در تابستان ۱۳۸۷ خاموشی وسیعی در همه مناطق ایران ایجاد شد. این مثال‌ها اهمیت پدیده خاموشی برق را به خوبی نمایان می‌کند، اما اینکه جامعه چه ارزشی را به لحاظ کمی برای آن قائل است، مشخص نمی‌باشد. به هر حال بازاری که در آن خاموشی برق قابل مبادله باشد، وجود ندارد.

این مقاله تلاشی است جهت پر کردن این شکاف، با ارزش‌گذاری اثرات نداشتن برق که ارزش این اثرات می‌تواند به عنوان تقاضا برای امنیت عرضه برق تلقی گردد.

این اطلاعات به دو صورت می‌تواند در تصمیم‌گیری مباحث مربوط به امنیت عرضه مورد استفاده واقع شود:

الف- در سرمایه‌گذاری بهینه اجتماعی؛ به عنوان مثال تولید کنندگان و مالکان شبکه در مورد نگهداری و سرمایه‌گذاری در شبکه که احتمال خاموشی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، تصمیم‌گیری می‌کنند. دانستن ارزش امنیت عرضه اولین گام در محاسبه سطح بهینه اقتصادی خاموشی است. این مسأله می‌تواند جایگزین استانداردهای قابلیت اطمینان^۲ شود که در اغلب کشورها بر اساس استانداردهای مهندسی و به صورت سرانگشتی محاسبه می‌گردد.

^۱. Supply Security

^۲. Reliability بیانگر احتمال عملکرد بدون نقص سیستم می‌باشد. یا احتمال اینکه سیستم بدون شکست به وظایف از پیش تعیین شده با در نظر گرفتن محدودیت‌هایش در مدت زمان مشخصی عمل کند. به عبارت خیلی ساده، هر چه قابلیت اطمینان یک سیستم بالا باشد، خاموشی در آن پایین خواهد بود.

تلسون^۱ در سال ۱۹۷۵ با محاسباتی ساده نشان داد که قابلیت اطمینان بر اساس استانداردهای مهندسی در بخش تولید آمریکا خیلی بالاتر از معیارهای اقتصادی است.^۲

به عبارت دیگر یکی از مهمترین پیش نیازها در تحلیل‌های هزینه - فایده در سیستم‌های تولید و انتقال، هزینه‌هایی است که به علت قطعی برق به مشترکین تحمیل می‌شود، به طوری که در نرم‌افزار بین‌المللی و معتبر WASP^۳ که در برنامه ریزی بهینه تولید در همه کشورها مورد استفاده واقع می‌شود، هزینه خاموشی به عنوان یکی از داده‌های مورد نیاز آن می‌باشد.

ب- مدیریت خاموشی‌های ممکن: این اطلاعات در مواقع کمبود برق می‌تواند کمک کنند که برق چه مناطق و بخش‌هایی بهتر است قطع گردد. فیرو و سراج^۴ (۱۹۹۷) نشان دادند که کمبود تولید در صنایع شیلی وقتی که بر اساس حداقل کردن هزینه اقتصادی توزیع می‌شود، نسبت به حالتی که به طور متناسب بین بخش‌های مختلف توزیع می‌شود، هزینه خاموشی را ۵۰٪ کاهش می‌دهد.

در ادبیات انرژی الکتریکی واژه outage به معنی خاموشی و قطع برق به کار برده می‌شود. هر گونه نوسان در ولتاژ، افت فرکانس و به طور کلی هر گونه نوسان در سیستم برق که آن را از حالت استاندارد تعریف شده خارج کند را خاموشی می‌نامیم. هزینه‌های خاموشی برق بسته به نوع استفاده از برق، شرایط آب و هوایی، زمان وقوع خاموشی در طول سال، هفته و حتی وقوع آن در ساعات مختلف روز، طول مدت خاموشی، تعداد وقوع خاموشی، اعلام یا عدم اعلام قبلی آن و عوامل متعدد دیگری بین بخش‌های مختلف بسیار متغیر می‌باشد. در این میان این هزینه‌ها ارتباط بسیار تنگاتنگی با نوع استفاده از برق دارد. استفاده از برق در حالت کلی به دو صورت می‌باشد؛ (۱) استفاده از برق به عنوان کالای واسطه‌ای و نهاده تولید و (۲) استفاده از برق به عنوان کالای نهایی. لذا از این نقطه نظر خسارات ناشی از خاموشی در دو بخش قابل بررسی است:

الف- خسارات خاموشی در واحدهای تولیدی که شامل تولید از دست رفته، از بین رفتن تجهیزات و ماشین آلات، ضایعات مواد اولیه و مواردی از این دست است.

ب- خسارات خاموشی در بخش مصرف کنندگان خانگی که مواردی همچون؛ فاسد شدن مواد غذایی، خرابی وسایل الکتریکی، عدم استفاده مطلوب از اوقات فراغت، نداشتن روشنایی برای

1. Telson (1975)

2. M.de Nooij et al. (2007), P. 278

3. Wien Automatic System Planning

4. Serra and Fierro (1997)

مطالعه، نابسامانی در برگزاری مهمانی‌ها، ایجاد اختلال در انجام کارهای خانه‌داری، عدم تماشای برنامه دلخواه از تلویزیون و به طور کلی کاهش رفاه مصرف‌کنندگان را شامل می‌شود. هدف این مقاله برآورد ارزش برق عرضه نشده یا ارزش بار از دست رفته (VOLL) در بخش مصرف‌کنندگان خانگی از طریق تخمین ارزش فراغت از دست رفته خانوارها و در بخش تولیدی از طریق برآورد ارزش تولیدات از دست رفته بنگاه‌هاست.

۲- نگاه کلی به وضع موجود

شبکه برق در کشور ما از دو بخش اصلی تشکیل شده است. بخش اول شبکه‌های انتقال و فوق توزیع است که سطح ولتاژهای ۶۳، ۱۳۲، ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت را شامل شده و اصطلاحاً شبکه فشار قوی نامیده می‌شود. این بخش که در برگیرنده ۱۱۲۹۹۶ کیلومتر مدار خط و ۴۲۰۰ دستگاه ترانسفورماتور است تحت مالکیت و اداره ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای بوده و طبق سیاست‌های ابلاغی اصل ۴۴ قانون اساسی دولتی خواهد ماند. بخش دوم شامل شبکه‌های توزیع می‌باشد که اصطلاحاً آنها را شبکه‌های فشار ضعیف می‌نامند. این بخش در برگیرنده ۹۴۲۴۵۴ کیلومتر خط و ۵۴۹۴۸۹ دستگاه ترانسفورماتور بوده و به لحاظ جغرافیایی تحت اداره ۳۹ شرکت توزیع نیروی برق می‌باشد. لازم به ذکر است که این شبکه‌ها نیز تا سال ۱۳۸۶ تحت مالکیت شرکت‌های برق منطقه‌ای بوده و شرکت‌های توزیع پیمانکار برق منطقه‌ای در بحث سرمایه‌گذاری و نگهداری و بهره‌برداری شبکه‌های توزیع بودند، اما از سال ۱۳۸۶ به دنبال قانون استقلال شرکت‌های توزیع نیروی برق در استان‌ها مصوب سال ۱۳۸۶ شرکت‌های توزیع مستقل شده و تأسیسات توزیع نیز به آنها واگذار گردید. البته در حال حاضر اغلب نیروگاه‌ها نیز تحت مالکیت شرکت‌های برق منطقه‌ای هستند و بهره‌برداری از آنها به شرکت‌های مدیریت تولید واگذار شده است. اما آنچه مسلم است این است که بر اساس سیاست‌های اصل ۴۴ قانون اساسی به جز شبکه‌های اصلی انتقال، بقیه بخش‌ها باید به بخش غیر دولتی واگذار شود که به تدریج در حال واگذاری است. وظیفه شبکه انتقال و فوق توزیع این است که برق را از نیروگاه‌ها تحویل گرفته و در نهایت در سطح ولتاژ توزیع تحویل شبکه‌های توزیع دهند. شبکه‌های توزیع نیز برق را از شبکه انتقال تحویل گرفته و بدست مصرف‌کنندگان نهایی برق می‌رسانند. شرکت مدیریت تولید انتقال و توزیع نیروی برق (توانیر) نیز به عنوان شرکت مادر تخصصی نقش برقراری هماهنگی و سازماندهی بین بخش‌های تولید، انتقال و توزیع را در این میان ایفا می‌کند.

اجزاء اصلی صنعت برق که شامل تولید، انتقال و توزیع است در گذشته به صورت کاملاً ادغام عمودی^۱ اداره می‌شد اما از سال ۱۳۸۳ و به دنبال تأسیس شرکت مدیریت شبکه برق ایران و تشکیل بازار برق و طرح مباحث تجدید ساختار^۲ سعی گردید که در راستای ترویج رقابت در صنعت برق این سه بخش یاد شده به لحاظ سازمانی و تشکیلاتی از هم تفکیک شود به گونه‌ای که در حال حاضر نیروگاه‌ها و شرکت‌های تولید کننده در یک فضای رقابتی در بازار برق شرکت کرده و در صورت برنده شدن، برق تولیدی خود را در ازای دریافت نرخ پیشنهادی^۳ به بازار برق می‌فروشند و مالکان شبکه‌های انتقال نیز بابت انتقال برق حق ترانزیت دریافت می‌کنند. لذا در بخش عرضه برق تا حدودی رقابت برقرار شده است. از طرف دیگر شرکت‌های توزیع نیز بسته به نیازشان، برق را از بازار برق خریداری کرده و به دست مشترکین می‌رسانند.

سطح قابلیت اطمینان عرضه برق در کشور ما در مقایسه با کشورهای غربی نسبتاً پایین است. جدول (۱) میزان خاموشی به ازای هر مشترک در سال را طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۹ نشان می‌دهد.

جدول ۱: میزان خاموشی مشترکین طی سال‌های مختلف

سال	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹
خاموشی هر مشترک (دقیقه در سال)	۶۶۴	۶۱۰	۵۵۸	۵۲۲	۷۲۳	۸۹۴	۵۱۱۰	۱۰۴۴	۱۰۰۷

مأخذ: آمار تفصیلی صنعت برق سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۹

با عنایت به جدول (۱)، در ایران هر مشترکی طی سال‌های ۸۱ تا ۸۹ به طور متوسط بر طبق آمار رسمی منتشر شده تقریباً ۲۱ ساعت خاموشی در سال داشته است، در حالی که به عنوان مثال در کشور هلند این عدد تقریباً ۳۰ دقیقه در سال است^۴.

از آنجا که مشترکین برق نمی‌توانند از یک شرکت توزیع به شرکت دیگری متصل شوند، انگیزه اقتصادی برای ارتباط دادن سطح قابلیت اطمینان عرضه شده به ترجیحات مصرف کنندگان وجود ندارد. لذا هر دو مورد کمتر و یا بیش از حد سرمایه‌گذاری در شبکه‌های برق ممکن است اتفاق

1. Vertical Integration

2. Restructuring

۳. سیستم حراج بازار برق ایران به صورت Pay as Bid است که در آن دریافتی هر تولید کننده‌ای بر اساس قیمت پیشنهادی خودش است، نوع دیگر این سیستم در سطح دنیا Uniform Pricing است که در آن نرخ دریافتی همه تولید کنندگان یکسان و برابر قیمت تسویه کننده بازار می‌باشد.

4. Baarsma (2009)

بیفتد. به نظر می‌رسد که یک سیستم مقررات‌گذاری^۱ بر پایه هزینه‌های خاموشی برق می‌تواند مشکل یاد شده را رفع کند. لذا دانستن هزینه‌های خاموشی در طول یک مدت مشخص برای مقررات‌گذاری سطح قابلیت اطمینان ضروری است.

۳- پیشینه تحقیق

در این قسمت به منظور تکمیل سابقه موضوع و همچنین جهت استفاده از متدولوژی تحقیق، به چند نمونه از کارهای تجربی انجام شده در ارتباط با ارزش‌گذاری کالاهای غیر بازاری به ویژه خاموشی برق به طور خلاصه اشاره شده و در ادامه یک طبقه‌بندی از روش‌های برآورد ارزش بار از دست رفته ارائه خواهد شد.

۳-۱- مطالعات داخلی

در بخش داخلی عمدتاً بحث برآورد هزینه خاموشی مربوط به بخش تولیدی است که در زیر به مهمترین آنها اشاره می‌شود:

- پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۸۱ در گزارشی تحت عنوان "تحقیق در زمینه هزینه خاموشی مشترکان صنعتی" با ارائه پرسشنامه‌ای به واحدهای صنعتی، سعی نموده است که هزینه خاموشی را در این بخش‌ها محاسبه کند. در این گزارش با استفاده از اطلاعات بدست آمده از طریق پرسشنامه از واحدهای صنعتی و معدنی و برآورد زیان‌های وارده بر واحدهای مذکور، هزینه خاموشی به ترتیب زیر بدست آمده است:
الف- ۲۶/۰۳ هزار ریال بر کیلووات ساعت در خاموشی لحظه‌ای
ب- ۱۲/۸۶۶ هزار ریال بر کیلووات ساعت در خاموشی یک ساعته
ج- ۱۰/۴۱۴ هزار ریال بر کیلووات ساعت در خاموشی دو ساعته
د- ۹/۲۲۲ هزار ریال بر کیلووات ساعت در خاموشی چهار ساعته
- در دهه ۱۳۶۰ با عنایت به تأثیرات جنگ تحمیلی بر توان تولید کشور، وزارت صنایع و معادن برای انعکاس اثرات آن تلاش نموده که با ارسال پرسشنامه اولیه و ساده، هزینه خاموشی برای این واحدها را از طریق محاسبه کل ارزش تولیدات از دست رفته محاسبه کند. حاصل تلاش مذکور در گزارشی تحت عنوان "زیان‌های ناشی از قطع برق در

^۱. Regulatory

کارخانجات^۱ توسط این وزارتخانه منتشر گردید که در آن کل ارزش تولیدات از دست رفته ۱۰۷ میلیارد ریال گزارش شده است.

- دانشگاه تربیت مدرس نیز در سال ۱۳۷۹ در یک پروژه تحقیقاتی به کارفرمایی سازمان مدیریت و برنامه ریزی، هزینه خاموشی را در بخش‌های مختلف مصرفی با اتکا به اطلاعاتی که در سال ۱۳۷۴ از طریق ارسال پرسشنامه جمع آوری شده بود و با استفاده از روش تحلیلی - توصیفی محاسبه نموده است.

۲-۳- مطالعات خارجی

- مایکل نویج و همکارانش^۱ در سال ۲۰۰۷ امنیت عرضه برق در کشور هلند را با استفاده از رهیافت تابع تولید و با محاسبه تولید از دست رفته برای واحدهای تولیدی و فراغت از دست رفته برای خانوارها بررسی کرده‌اند. آنها در واقع فرض کرده‌اند که با قطع برق، واحدهای تولیدی تولید خودشان را از دست می‌دهند و خانوارها نیز اوقات فراغت خود را از دست خواهند داد. سپس با ارزش‌گذاری هر کدام از این عوامل هزینه خاموشی برق را تخمین زده‌اند. نتایج آنها نشان می‌دهد که یک کیلووات ساعت برق عرضه نشده^۲ به طور متوسط ۸/۶ یورو ارزش دارد. البته چون همه بخش‌ها به طور برابر و همزمان در طول روز فعال نیستند، ایشان این ارزش را در اوقات مختلف روز نیز با توجه به ساعات کارکرد بخش‌های مختلف تولیدی محاسبه کرده‌اند. نکته جالب توجه در این تحقیق هزینه رفاهی بالای خاموشی برق برای خانوارها می‌باشد.
- چن و ولا^۳ در سال ۱۹۹۴ هزینه‌های اقتصادی ناشی از کمبود برق را برای بخش‌های صنعتی کشور تایوان بررسی کرده‌اند. ایشان جهت بررسی اثرات مستقیم و اثرات بین بخشی خاموشی از چارچوب داده - ستانده لئون تیف استفاده نموده‌اند. نکته قابل ذکر این است که در این مطالعه نیز از طریق ارزش‌گذاری تولیدات از دست رفته ارزش امنیت عرضه برق برآورد شده است.

^۱ .Nooij Mde, Bijvoet CC, Koopmans CC (2007)

^۲ . Value of Last Load (VOLL)

^۳ . Chen C, Vella A (1994)

- کاترگا^۱ در سال ۲۰۰۹ به بررسی هزینه‌های رفاهی ناشی از خاموشی برق در بخش‌های خانگی سه شهر بزرگ کشور اوگاندا با بهره‌گیری از روش ارزش‌گذاری مشروط (CVM) و تخمین تمایل به پرداخت خانوار (WTP) پرداخته است. به دلیل اینکه زمان وقوع خاموشی و طول مدت آن عوامل مؤثری در هزینه‌های خاموشی هستند، وی سوالات پرسشنامه‌ها را در هشت سناریوی مختلف بسته به زمان وقوع خاموشی و طول مدت آن طراحی کرده و سوالات را نیز به دو شکل کارت پرداخت^۲ و انتها باز^۳ مطرح نموده و در نهایت به تخمین WTP خانوارها پرداخته است. نحوه پرداخت در پرسشنامه‌های این تحقیق به شکلی بود که فرض شود یک سیستم پشتیبان در خانه‌ها نصب شده و عرضه‌کنندگان این تجهیزات فقط در مواقع خاموشی صورتحساب صادر کرده و خانوارها بابت آن پرداختی داشته باشند. اثرات متغیرهای اقتصادی - اجتماعی نیز با استفاده از مدل توییت بررسی شده و نتایج حاکی از این است که انرژی الکتریکی به عنوان منبع اصلی جهت پخت و پز در خانوارها، درآمد و هزینه‌های جایگزینی اصلی‌ترین و معنی‌دارترین ضرایب در WTP بوده است.
- کارلسون و مارتینسون^۴ در سال ۲۰۰۷ تمایل به پرداخت خانوارهای سوئدی را جهت اجتناب از خاموشی برق بررسی کرده‌اند. ایشان در مطالعه خود با بهره‌گیری از روش ارزش‌گذاری مشروط (CVM) پرسش‌شوندگان را با نه نوع خاموشی مواجه ساخته و از آنها WTP مربوط به این خاموشی‌ها را به صورت سوالات انتها باز پرسیدند. سپس از آنجا که ناهمگنی مقطعی و جواب‌های صفر زیادی بین جواب‌های پرسشنامه‌ها وجود داشته است، از مدل توییت با پارامترهای تصادفی استفاده کرده‌اند. بر اساس یافته‌های آنها، WTP خانوارها به طور مستقیم با طول مدت خاموشی رابطه دارد و همچنین تمایل به پرداخت خانوارها برای خاموشی‌های بدون برنامه ریزی بالا می‌باشد.
- مولتنر و لایتون^۵ در سال ۲۰۰۲ هزینه‌های خاموشی را برای مشترکین تجاری و صنعتی یکی از شرکت‌های برق آمریکا بررسی کردند. ایشان نیز برای رفع ناهمگنی مقطعی و جواب‌های صفر از مدل رگرسیون سانسور شده با پارامترهای تصادفی^۶ استفاده کردند که

1. Kateregga E. (2009)

2. Payment Cards

3. Open- Ended

4. Carlsson F, Martinson P (2007)

5. Moeltner K and Layton D. (2002)

6. Censored Random Coefficients Model

اجازه می‌داد پارامترها بین پرسش شوندگان تغییر کند. نتایج بررسی آنها نشان می‌دهد که فرضیه ثبات پارامتری و همچنین همگنی مقطعی قویاً رد می‌شود.

۳-۳- روش‌های ارزش‌گذاری بهبود خاموشی برق

همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد چون بازاری جهت مبادله خاموشی برق وجود ندارد، بنابراین یک قیمت بازاری که هزینه نهائی خاموشی در هر دقیقه را نشان دهد، موجود نیست. با عنایت به کارهای تجربی مذکور در قسمت قبل می‌توان روش‌های ارزش‌گذاری که در محاسبه اثرات خاموشی برق قابل کاربرد هستند را به صورت زیر طبقه بندی نمود:

الف- رفتار بازار (ترجیحات آشکار شده)^۱: مخارج در تجهیزات پشتیبان و استفاده از قراردادهای مبتنی بر قطع برق می‌تواند اطلاعاتی را نشان دهد که خانوارها و صنایع چگونه خاموشی برق را ارزش‌گذاری می‌کنند. به عنوان مثال میزان هزینه در تجهیزات پشتیبان، تمایل به پرداخت خانوارها و یا بنگاه‌ها جهت اجتناب از خاموشی را نشان می‌دهد (منبع [۱۷]).

ب- روش ترجیحات بیان شده^۲: در این روش از مردم سؤال می‌شود که از خاموشی برق چقدر متأثر می‌شوند و چقدر حاضرند برای بهبود آن بپردازند. به عبارت دیگر در این روش در قالب پرسشنامه تمایل به پرداخت (یا تمایل به دریافت) افراد جهت اجتناب از خاموشی بیشتر (یا تحمیل خاموشی بیشتر) مورد سؤال قرار می‌گیرد و بسته به اینکه نوع پرسش مستقیم باشد و یا به صورت مجموعه‌ای از آلترناتیوها ارائه شود، روش‌های مختلفی از جمله روش ارزش‌گذاری مشروط (CVM)^۳ یا روش انتخاب بیان شده مبتنی بر مشخصه‌های کالا^۴ مطرح می‌گردد (منابع [۴]، [۱۲] و [۱۶]).^۵

ج- رویکرد تابع تولید^۶: در این روش تلاش بر این است که اثرات خاموشی برق از طریق تولید از دست رفته^۷ بنگاه‌ها و همچنین فراغت از دست رفته^۸ خانوارها مورد بررسی قرار گیرد (منابع [۱۳] و [۲۴]). از آنجا که حتی در روش ترجیحات بیان شده نیز بایستی یک پیشنهاد اولیه از طرف محقق به

1. Revealed Preferences

2. Stated Preferences

3. Contingent Valuation Method

4. Attribute Based Stated Choice Method

^۵. جهت مطالعه بیشتر در این زمینه به عباس‌زاده (۱۳۹۱) رجوع شود.

6. Production – Function Approach

7. Lost Production

8. Lost Leisure

پرسش شوندگان ارائه شود، روش تولید یا فراغت از دست رفته علیرغم سادگی مبنای اولیه اغلب مطالعات محسوب می‌شود.

د- مطالعات موردی^۱: در این روش نیز غالباً به طور مشخص و به دنبال وقوع یک خاموشی، میزان خسارت واقعی بنگاه‌ها و خانوارها مورد سؤال قرار می‌گیرد (منابع [۱] و [۹]). مزیت اینگونه مطالعات موردی واقعی بودن خاموشی‌های مورد مطالعه است که در روش ترجیحات بیان شده خاموشی‌ها به صورت فرضی می‌باشد. با این حال در این روش به دلیل تعداد زیاد عواقب ممکن هر خاموشی، رسیدن به یک تصویر کلی و عمومیت بخشیدن به نتایج مطالعه بسیار مشکل می‌باشد.

با توجه به مطالب بیان شده از بین روش‌های چهارگانه فوق، روش اول بیشتر در مورد کشورهایی کاربرد دارد که مصرف کنندگان از تجهیزات پشتیبان استفاده نموده و یا قراردادهای مبتنی بر مقدار مشخص قابلیت اطمینان وجود داشته باشد و شاید بتوان روش دوم را مناسب‌ترین روش در این زمینه تلقی نمود که مبتنی بر نمونه‌گیری و جمع‌آوری اطلاعات میدانی است. نکته‌ای که در اینجا علاوه بر هزینه بر بودن این روش وجود دارد این است که در اغلب رویکردهای روش ترجیحات بیان شده یک مبنای مناسب پیشنهادی اولیه جهت ارائه به پرسش شوندگان مورد نیاز می‌باشد که اگر یک مبنای مناسبی در این زمینه وجود نداشته باشد، نتایج حاصل از آن دچار تردید خواهد بود. در روش سوم که بر اساس آمارهای ملی و در مقیاس کلان انجام می‌شود، نه تنها پیش فرض‌های اولیه‌ای مورد نیاز نمی‌باشد بلکه تحت تأثیر تورش انتخاب پرسش شوندگان نیز قرار نمی‌گیرد. لذا در عین سادگی در اکثر مطالعات رد پای از این روش دیده می‌شود به طوری که حتی در روش ترجیحات بیان شده هم که امروزه کاملترین روش انعکاس ارزش کالاهای غیر بازاری محسوب می‌شود، در نهایت جهت بررسی اعتبار یافته‌های تحقیق، آنها را با نتایج روش تولید و فراغت از دست رفته مقایسه می‌نمایند. همان‌طور که گفته شد از روش چهارم نیز در حالت‌های خاصی و جهت بررسی اثرات یک خاموشی خاص استفاده می‌شود و تعمیم یافته‌های آن به کل جامعه مشکل می‌باشد.

در این مقاله با اقتباس از روش نوبچ و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از رهیافت تابع تولید، ارزش فراغت از دست رفته برای خانوارها و ارزش تولیدات از دست رفته برای واحدهای تولیدی تخمین زده می‌شود تا مبنایی برای تحقیقات بعدی در راستای استفاده از نتایج آن در ارائه پیشنهادات اولیه به پرسش شوندگان در قالب روش ترجیحات بیان شده قرار گیرد.

1. Case Studies

۴- روش تحقیق و مبانی نظری آن

۴-۱- رویکرد تابع تولید

محصولات بنگاه‌ها و خانوارها بطور کامل متفاوت از هم هستند. محصول بنگاه‌ها کالاها و خدماتی است که در فرآیند تولید بدست می‌آید. لذا در بخش تولیدی خاموشی برق سه نوع خسارت را برای بنگاه‌ها تحمیل می‌نماید؛ نخست، میزان تولید آنها کاهش می‌یابد و برخی از تولیدات نیز از دست می‌رود (مثل فایل‌های کامپیوتری ذخیره نشده). بنابراین ارزش افزوده بنگاه‌ها به دنبال یک خاموشی کاهش می‌یابد. دوم اینکه ممکن است هزینه‌های بنگاه‌ها افزایش یابد. یک مثال در این زمینه پرداختی‌های بالا به کارکنان بعد از وقوع خاموشی جهت اضافه کاری می‌باشد و بالاخره سوم اینکه برخی از نهادهای تولید از بین می‌رود؛ مثل سرد شدن فولاد در صنایع که داغ کردن دوباره آن هزینه و زمان زیادی را می‌طلبد. رویکرد تابع تولید فقط تولیدات از دست رفته در خلال خاموشی برق را مورد بررسی قرار می‌دهد و فرض بر این است که خسارت ناشی از خاموشی برای یک بنگاه برابر است با ارزش افزوده‌ای که در آن مدت بنگاه می‌توانست تولید کند. لذا در این روش ارزش افزوده‌ای که هر بخش بطور متوسط به ازای هر یک کیلووات ساعت برق تولید می‌کند، محاسبه می‌شود که این ارزش در واقع بیانگر خسارت متوسط هر یک کیلووات ساعت برق عرضه نشده (VoLL) می‌باشد^۱. این روش ممکن است در حالت‌هایی که بنگاه‌ها در خلال خاموشی به سایر فعالیت‌های ممکن می‌پردازند، منجر به تخمین بیش از حد خسارت خاموشی گردد، اما از طرف دیگر زمان مورد نیاز جهت راه اندازی مجدد فرآیندهای تولیدی را در نظر نمی‌گیرد^۲، لذا در مجموع این روش با توجه به مطالب فوق می‌تواند یک تخمین قابل قبولی را از خسارت خاموشی در بخش تولیدی ارائه دهد.

البته ممکن است این شبهه ایجاد شود که در بخش‌های تولیدی می‌توان با اصلاح روش‌های تولید و بهینه‌سازی مصرف، بخشی از کاهش عرضه برق را خنثی نمود که در جواب باید گفت که در بخش برق به دلیل ماهیت ذاتی آن به دنبال خروجی غیر منتظره یک خط یا پست و وقوع یک خاموشی، برق به طور کلی قطع می‌گردد و بنابراین جایی برای بهینه‌سازی مصرف باقی نمی‌گذارد. ضمن

^۱. Nooij Mde, Bijvoet CC, Koopmans CC (2007), P. 287

^۲. این نوع هزینه‌ها مبالغ قابل توجهی هستند. به عنوان مثال صنایع کشور کانادا بعد از یک خاموشی یک ساعته به طور متوسط به دو ساعت زمان برای راه اندازی مجدد نیاز دارد (Wojczynski et al 1984).

اینکه این روش به بررسی اثرات خاموشی برق در وضعیت فعلی می‌پردازد که امکان اصلاح روش‌های تولیدی در کوتاه مدت مقدور نمی‌باشد.

اما در بخش خانوارها محصول اصلی، بهتر صرف کردن زمان فراغت است. بنابراین در بخش خانوارها نه تنها خود کالای خاموشی یک کالای غیر بازاری است، بلکه محصول تولید شده از برق نیز در این بخش که همان فراغت است، یک کالای غیر بازاری می‌باشد. رویکرد تابع تولید با ارزش‌گذاری فراغت از دست رفته در اثر خاموشی برق، هزینه‌های خاموشی در بخش مصرف‌کنندگان خانگی را تخمین می‌زند. از آنجا که فراغت یک کالای بازاری نیست، ارزش‌گذاری آن رویکرد دیگری را می‌طلبد که در ادامه مدل ارزش‌گذاری فراغت که توسط موناسینگک^۱ و با الهام از مدل بکر^۲ معرفی شده است، ارائه می‌گردد.

۴-۲- مدل ارزش‌گذاری فراغت

یک خانواده نوعی را در نظر بگیرید که در یک دوره زمانی معین به دنبال حداکثر سازی مطلوبیت است که در آن مطلوبیت U به صورت زیر می‌باشد:

$$U = U(S, V, I) \quad (1)$$

در رابطه فوق S آن بخش از فراغت است که وابستگی شدیدی به برق داشته و بدون برق امکان لذت بردن از آن وجود ندارد، V فراغتی است که مستقل از برق می‌باشد و I نیز بیانگر درآمد یا مخارج صرف شده جهت لذت بردن از اوقات فراغت می‌باشد. اوقات فراغت S را می‌توان به صورت تابعی از t (زمان بر حسب ساعت)، e (مصرف برق بر حسب کیلووات ساعت)، z (تجهیزات برقی مثل تلویزیون) و x (سایر نهاده‌ها) نشان داد و به طور مشابه فراغت V نیز تابعی از θ (زمان) و m (سایر نهاده‌ها) می‌باشد:

$$S = S(t, e, z, x) \quad (2a)$$

$$V = V(\theta, m) \quad (2b)$$

1. Munasinghe M. (1979)

2. Becker (1965)

علاوه بر این e و z تابعی از موجودی وسایل برقی خانوارها (k) و زمان (t) بوده ()
 $z = z(k, t)$, $e = e(k, t)$ و محدودیت یا قید بودجه خانوار را نیز می‌توان به صورت زیر
 نوشت:

$$I = w(H - t - \theta) - p.e - b.k - c.x - r.m \quad (۳)$$

که در آن w دستمزد ساعتی، H حداکثر زمان خانوارها در یک دوره زمانی، p قیمت هر کیلووات
 ساعت برق، b در آمد معادل از دست رفته برای هر واحد k ، c هزینه هر واحد سایر نهاده‌های x ، و r
 نیز هزینه هر واحد m می‌باشد.
 با توجه به تعاریف فوق مسئله حداکثر سازی مطلوبیت خانوارها نسبت به قید بودجه را می‌توان با
 استفاده از تابع لاگرانژ به صورت زیر نوشت:

$$L = U(S, V, I) - \lambda \left[H - t - \theta - \frac{1}{w} (I + p.e + b.k + c.x + r.m) \right] \quad (۴)$$

شرایط مرتبه اول عبارتند از:

$$\frac{\partial L}{\partial t} = \frac{\partial U}{\partial S} \left[\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial e} \cdot \frac{\partial e}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial z} \cdot \frac{\partial z}{\partial t} \right] + \lambda \left[1 + \frac{p}{w} \cdot \frac{\partial e}{\partial t} \right] = 0 \quad (۵a)$$

$$\frac{\partial L}{\partial k} = \frac{\partial U}{\partial S} \left[\frac{\partial S}{\partial e} \cdot \frac{\partial e}{\partial k} + \frac{\partial S}{\partial z} \cdot \frac{\partial z}{\partial k} \right] + \frac{\lambda}{w} \left[p \cdot \frac{\partial e}{\partial k} + b \right] = 0 \quad (۵b)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x} = \frac{\partial U}{\partial S} \cdot \frac{\partial S}{\partial x} + \frac{\lambda}{w} \cdot c = 0 \quad (۵c)$$

$$\frac{\partial L}{\partial I} = \frac{\partial U}{\partial I} + \frac{\lambda}{w} = 0 \quad (۵d)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \theta} = \frac{\partial U}{\partial V} \cdot \frac{\partial V}{\partial \theta} + \lambda = 0 \quad (۵e)$$

$$\frac{\partial L}{\partial m} = \frac{\partial U}{\partial V} \cdot \frac{\partial V}{\partial m} + \frac{\lambda}{w} \cdot r = 0 \quad (۵f)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = - \left[H - t - \theta - \frac{1}{w} (I + p.e + b.k + c.x + r.m) \right] = 0 \quad (\delta f)$$

با ضرب روابط (۵a)، (۵b) و (۵c) به ترتیب در dt، dk و dx و جمع این سه رابطه خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial U}{\partial S} \left[\left(\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial e} \cdot \frac{\partial e}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial z} \cdot \frac{\partial z}{\partial t} \right) dt + \left(\frac{\partial S}{\partial e} \cdot \frac{\partial e}{\partial k} + \frac{\partial S}{\partial z} \cdot \frac{\partial z}{\partial k} \right) dk + \frac{\partial S}{\partial x} dx \right] \\ & + \frac{\lambda}{w} \left[(w + p \cdot \frac{\partial e}{\partial t}) dt + (p \cdot \frac{\partial e}{\partial k} + b) dk + c dx \right] = 0 \\ \Rightarrow & \frac{\partial U}{\partial S} dS + \frac{\lambda}{w} (w dt + p de + b dk + c dx) = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

با تقسیم رابطه (۶) بر رابطه (۵d)، نرخ نهایی جانشینی درآمد و فراغت S به صورت زیر به دست می آید:

$$MRS_{I,S} \cdot dS = w dt + p de + b dk + c dx \quad (7)$$

در رابطه فوق $MRS_{I,S} = \frac{\partial U / \partial S}{\partial U / \partial I} = - \frac{dI}{dS} \Big|_{U \text{ constant}}$ ارزش پولی نهایی فراغت S را نشان می دهد که بیانگر میزان درآمدی است که باید افزایش یابد تا فراغت از دست رفته خانوارها را جبران نماید.

با توجه به اینکه مصرف برق نیز تابعی از زمان است ($e = \psi(t)$)، لذا رابطه (۷) را می توان به صورت زیر نوشت:

$$MRS_{I,S} \cdot \Delta S = (w + p \cdot \frac{\partial \psi}{\partial t}) \Delta t + c \Delta x + b \Delta k \quad (8)$$

سمت چپ رابطه فوق کاهش رفاه مصرف کننده به دنبال فراغت از دست رفته ΔS را نشان می دهد که ناشی از یک خاموشی با طول مدت Δt است و سمت راست نیز نشان دهنده ارزش نهاده هایی است که برای استفاده از فراغت ضروری هستند. از آنجا که هزینه برق مصرفی خانوارها در خلال خاموشی به میزان برق عرضه نشده کاهش می یابد، لذا خالص رفاه از دست رفته خانوارها یا هزینه خاموشی آنها به صورت زیر خواهد بود:

$$OC = MRS_{1,S} \cdot \Delta S - p \cdot \frac{\partial \psi}{\partial t} \cdot \Delta t = w \cdot \Delta t + c \cdot \Delta x + b \cdot \Delta k \quad (9)$$

از دیدگاه تجربی جزء اصلی و مسلط رابطه فوق، دستمزد (w) بوده و بقیه قابل اغماض هستند. برای نشان دادن این موضوع به عنوان مثال یک تلویزیون را در نظر بگیرید که تقریباً گران ترین وسایل برقی برای استفاده از اوقات فراغت محسوب می شود. با این فرض که قیمت خرید آن یک میلیون تومان با ده سال عمر مفید و نرخ تنزیل نیز ده درصد باشد، ارزش سالیانه آن تقریباً ۱۶۰۰۰۰ تومان^۱ بوده و با فرض استفاده روزانه از تلویزیون به میزان ۴ ساعت، در این صورت مقدار $b \cdot \Delta k$ در هر ساعت از خاموشی به میزان تقریبی صد تومان خواهد بود که در مقایسه با دستمزد ساعتی رقم ناچیزی است. به طور مشابه می توان نشان داد که جزء $c \cdot \Delta x$ نیز یک رقم بسیار ناچیزی است، لذا در کارهای تجربی فرض بر این است که ارزش یک ساعت فراغت از دست رفته در اثر خاموشی برابر میزان دستمزد ساعتی می باشد.

۵- یافته های تحقیق

۵-۱- ارزش محصولات بنگاه ها در بخش تولید کالاها و خدمات

همان طور که قبلاً نیز گفته شد، در بخش تولیدی از برق در راستای تولید کالاها و خدمات استفاده می گردد. ارزش این تولیدات نیز در مقیاس کلان با استفاده از ارزش افزوده آنها در تولید ناخالص داخلی مشخص می شود. در سال ۱۳۸۹ ارزش افزوده بخش های مختلف به تفکیک تعرفه های برق مصرفی به صورت جدول (۲) می باشد.

جدول ۲: ارزش افزوده بخش های تولیدی به تفکیک تعرفه های برق مصرفی

نام بخش	ارزش افزوده (میلیارد ریال)
صنعتی	۱۵۷۷۶۷۴
کشاورزی	۴۱۱۹۶۷
عمومی	۷۷۸۱۵۵
سایر مصارف	۱۴۵۵۵۶۸

مأخذ: مرکز آمار ایران

^۱. $\approx 1000000 / \sum_{i=1}^{10} \frac{1}{(1+0.1)^i}$

۵-۲- زمان فراغت و ارزش آن در ایران

به طور کلی خانوارها در اثر خاموشی برق با دو نوع خسارت مواجه می‌شوند؛ از دست دادن امکانات جهت استفاده از اوقات فراغت و از دست دادن کالاهایی مثل مواد غذایی در یخچال. البته در تابستان مسایل مبتلابه دیگری نیز خواهند داشت. در این مقاله فرض می‌شود که در اثر خاموشی برق کل اوقات فراغت خانوارها از دست می‌رود که به وسیله ارزش نهایی زمان فراغت ارزشگذاری می‌شود. بر اساس طرح آمارگیری گذران وقت که توسط مرکز آمار ایران در سال ۱۳۸۸ انجام شده است، ساعات سپری شده توسط افراد بالای ۱۵ سال در طول یک شبانه روز به صورت جدول زیر می‌باشد.

جدول ۳: متوسط ساعات سپری شده در فعالیت‌های روزانه افراد ۱۵ ساله و بیشتر (دقیقه: ساعت)

جمعیت غیر فعال				جمعیت فعال		کل	گروه‌های فعالیت
سایر	دارای درآمد بدون کار	محصل	خانه‌دار	بیکار	شاغل		
۲۴:۰۰	۲۴:۰۰	۲۴:۰۰	۲۴:۰۰	۲۴:۰۰	۲۴:۰۰	۲۴:۰۰	کل
۰۰:۱۸	۰۰:۲۰	۰۰:۱۴	۰۰:۱۶	۰۰:۵۰	۰۶:۳۰	۰۲:۳۵	۱- کار و فعالیت‌های شغلی
۱۵:۴۸	۱۶:۰۷	۱۴:۲۸	۱۴:۲۵	۱۴:۲۳	۱۲:۵۲	۱۴:۰۳	۲- نگهداری و مراقبت شخصی
۰۰:۰۲	۰۰:۰۲	۰۰:۰۴	۰۰:۰۲	۰۰:۰۴	۰۰:۰۳	۰۰:۰۳	۳- فعالیت‌های داوطلبانه و خیریه
۰۰:۳۸	۰۰:۰۶	۰۱:۵۰	۰۰:۰۹	۰۰:۴۰	۰۰:۰۸	۰۰:۲۵	۴- فعالیت‌های آموزشی و فراگیری
۰۱:۵۲	۰۲:۴۴	۰۱:۵۳	۰۵:۳۵	۰۱:۵۹	۰۱:۲۴	۰۳:۰۰	۵- فعالیت‌های خانه داری
۰۵:۲۲	۰۴:۴۱	۰۵:۳۱	۰۳:۳۳	۰۶:۰۴	۰۳:۰۳	۰۳:۵۴	۶- اوقات فراغت
۰۰:۳۲	۰۰:۲۴	۰۰:۴۷	۰۰:۱۰	۰۰:۴۳	۰۰:۱۳	۰:۱۹	۶-۱- تفریح و سرگرمی
۰۳:۱۳	۰۲:۳۸	۰۳:۲۱	۰۲:۱۴	۰۳:۳۸	۰۱:۵۰	۰۲:۲۳	۶-۲- استفاده از رسانه‌های جمعی
۰۰:۲۹	۰۰:۲۰	۰۰:۲۵	۰۰:۰۵	۰۰:۳۰	۰۰:۰۹	۰۰:۱۲	۶-۳- فعالیت‌های ورزشی
۰۱:۱۸	۰۱:۱۸	۰۰:۵۸	۰۱:۰۲	۰۱:۱۳	۰۰:۵۰	۰۰:۵۹	۶-۴- مشارکت اجتماعی

مأخذ: نتایج طرح آمارگیری گذران وقت توسط مرکز آمار ایران

از آنجاکه ارزش زمان فراغت برای شاغلین و جمعیت بدون شغل متفاوت می‌باشد و از طرف دیگر این ارزش برای جمعیت غیر فعال و جمعیت بیکار تقریباً مشابه می‌باشد، در یک جدول دیگر با استفاده از میانگین وزنی ترکیب جمعیت غیر فعال و بیکار، متوسط ساعات سپری شده توسط افراد به تفکیک دو گروه جمعیت دارای شغل و جمعیت بدون شغل ارائه می‌گردد.

با عنایت به این جدول هر فرد دارای شغل در ایران به طور متوسط ۲۱/۵ ساعت در هفته اوقات فراغت دارد و ۱۰/۵ ساعت نیز در طول هفته صرف کارهای خانه می‌کند. هر فرد بدون شغل نیز به طور متوسط ۳۲ ساعت و ۴۰ دقیقه در هفته اوقات فراغت داشته و ۲۴/۵ ساعت نیز صرف کارهای خانه می‌نماید. بر اساس نمونه گیری‌های مرکز آمار ایران و بررسی‌های محقق متوسط دستمزد ساعتی در ایران در سال ۱۳۸۹ تقریباً ۲۵۰۰۰ ریال بوده است. برای افراد دارای شغل ارزش یک ساعت فراغت برابر ۲۵۰۰۰ ریال بوده و برای افراد بدون شغل مثل جمعیت بازنشسته‌ها و افراد محصل و از این قبیل افراد، نصف ارزش فوق در نظر گرفته می‌شود. چون این گروه افراد زمان فراغت بیشتری نسبت به شاغلین دارند و همچنین نظر به اینکه افراد بیکار معمولاً از مهارت پایینی نیز برخوردارند و در صورت اشتغال به کار دستمزد ساعتی کمتری را نیز دریافت می‌نمایند، ارزش زمان این گروه کمتر می‌باشد^۲. البته این مطلب بدان معنی نیست که ارزش زمان فراغت برای این افراد صفر است. بر اساس نتایج سرشماری سال ۱۳۸۵ مرکز آمار ایران، از ۷۰ میلیون نفر جمعیت کل کشور تقریباً ۲۰ میلیون نفر دارای شغل بوده و مابقی بدون شغل محسوب می‌شوند. با این مفروضات ارزش زمان فراغت خانوارها سالانه به میزان ۲۷۰۸۲۸۸ میلیارد ریال می‌باشد.^۳

جدول ۴: متوسط ساعات سپری شده در فعالیتهای روزانه افراد ۱۵ ساله و بیشتر (دقیقه : ساعت)

گروه‌های فعالیت	جمعیت دارای شغل	جمعیت بدون شغل
کل	۲۴:۰۰	۲۴:۰۰
۱- کار و فعالیتهای شغلی	۶:۳۰	۰:۱۸
۲- نگهداری و مراقبت شخصی	۱۲:۵۲	۱۴:۴۱
۳- فعالیتهای داوطلبانه و خیریه	۰:۰۳	۰:۰۳
۴- فعالیتهای آموزشی و فراگیری	۰:۰۸	۰:۴۸

۱. مرکز آمار ایران- نتایج آماری گیری از دستمزد نیروی انسانی نیمه اول ۱۳۹۰

۲. Nooij et al (2007), P. 284

۳. $20476395 * 25000 * (21.5 + 10.5) * 52 + (70495782 - 20476395) * 25000 * 0.5 * (32.6 + 24.5) * 52$

۳:۳۰	۱:۲۴	۵- فعالیت‌های خانه داری
۴:۴۰	۳:۰۳	۶- اوقات فراغت
۰:۲۸	۰:۱۳	۱-۶- تفریح و سرگرمی
۲:۵۱	۱:۵۰	۲-۶- استفاده از رسانه‌های جمعی
۰:۱۷	۰:۰۹	۳-۶- فعالیت‌های ورزشی
۱:۰۴	۰:۵۰	۴-۶- مشارکت اجتماعی

مأخذ: نتایج طرح آمارگیری گذران وقت توسط مرکز آمار ایران و محاسبات محقق

۵-۳- ارزش برق عرضه نشده در ایران

هزینه‌های خاموشی برق به سبک‌های مختلفی قابل ارائه است. یکی از متعارف‌ترین سبک‌ها که در برنامه ریزی شبکه‌های برق نیز کاربرد فراوانی دارد، خسارت به ازای یک واحد برق عرضه نشده است. این خسارت تحت عنوان ارزش بار از دست رفته (VoLL)^۱ نامیده می‌شود. در این قسمت ارزش بار از دست رفته با توجه به ارزش فراغت خانوارها و ارزش تولیدات سایر بخش‌ها که در قسمت‌های قبلی بیان شد و همچنین با استفاده از میزان برق مصرفی آنها در سال ۱۳۸۹ ارائه می‌گردد. جدول ۵ بیانگر این نتایج می‌باشد. ستون آخر این جدول نشان می‌دهد که هر بخشی به طور متوسط به ازای یک کیلووات ساعت برق چه میزان ارزش ایجاد می‌کند که این ارزش در واقع بیانگر خسارت متوسط هر یک کیلووات ساعت برق عرضه نشده می‌باشد.

جدول ۵: ارزش یک کیلووات ساعت برق عرضه نشده به تفکیک تعرفه‌های برق مصرفی در سال ۱۳۸۹

نام بخش	میزان برق مصرفی (گیگاوات ساعت)	سهم مصرف برق از کل (درصد)	ارزش محصولات (میلیارد ریال)	سهم ارزش محصولات از کل (درصد)	ارزش بار از دست رفته (VoLL) (ریال بر کیلووات ساعت)
خانگی	۶۰۹۰۸	٪۳۴	۲۷۰۸۲۸۸	٪۳۹	۴۶۰۶۱
صنعتی	۶۱۴۸۶	٪۳۴	۱۵۷۷۶۷۴	٪۲۳	۲۵۶۵۹
کشاورزی	۲۴۱۸۹	٪۱۳	۴۱۱۹۶۷	٪۶	۱۷۰۳۱
عمومی	۲۱۳۰۸	٪۱۲	۷۷۸۱۵۵	٪۱۱	۳۶۵۱۹
سایر مصارف	۱۲۷۲۵	٪۷	۱۴۵۵۵۶۸	٪۲۱	۱۱۴۳۸۴
جمع	۱۸۰۶۱۵	٪۱۰۰	۶۹۳۱۶۵۲	٪۱۰۰	۳۸۳۷۸

مأخذ: مرکز آمار ایران، آمار تفصیلی صنعت برق و محاسبات محقق

^۱. Value of Lost Load

همان طور که جدول فوق نشان می‌دهد، هر یک کیلووات ساعت برق عرضه نشده به طور متوسط ۳۸۳۷۸ ریال ارزش دارد. در بخش خانگی این ارزش معادل ۴۶۰۶۱ ریال، در بخش صنعتی معادل ۲۵۶۵۹ ریال، در بخش کشاورزی معادل ۱۷۰۳۱ ریال، در بخش عمومی ۳۶۵۱۹ ریال و بالاخره در بخش سایر مصارف که عمدتاً شامل مصارف تجاری می‌باشد، معادل ۱۱۴۳۸۴ ریال است.

نکته جالب توجه در این میان این است که ارزش بار از دست رفته در بخش خانگی بیشتر از بخش صنعتی می‌باشد که از این حیث یافته‌های این مقاله با نتایج مقاله مایکل نویج و دیگران (۲۰۰۷) کاملاً همسو می‌باشد. بنابراین علیرغم باور عمومی مبنی بر خسارت بالای خاموشی برق در بخش صنعتی، نتایج این مقاله نشان می‌دهد که خسارت خاموشی در بخش خانگی بالاتر از بخش صنعتی است و این نکته نشان می‌دهد که اختصاص خاموشی برق در مواقع کمبود برق به بخش صنعتی در مقایسه با بخش خانگی فارغ از مسائل اجتماعی، پشتوانه اقتصادی نیز دارد.

۶- خلاصه، نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مقاله از رویکرد تابع تولید جهت تخمین هزینه‌های رفاهی خاموشی استفاده شده است. در بخش خانوارها بر اساس آمارهای موجود در مورد نحوه گذراندن وقت توسط افراد، ساعات فراغت افراد با استناد به مدل مونا سینگ و بکر ارزش گذاری گردید که در آن ارزش یک ساعت فراغت نهایی برابر دستمزد ساعتی می‌باشد. از این رو کل ارزش زمان فراغت جمعیت ایران در طول سال برابر ۲۷۰۸۲۸۸ میلیارد ریال می‌باشد. ارزش محصولات بخش تولیدی نیز با استفاده از ارزش افزوده آنها در تولید ناخالص داخلی سال ۱۳۸۹ محاسبه گردید و در نهایت ارزش یک کیلووات ساعت برق عرضه نشده به تفکیک تعرفه‌های برق مصرفی محاسبه شد. نتایج این مقاله حاکی از آن است که اولاً، خسارت خاموشی و یا به عبارت دیگر ارزش برق عرضه نشده بسته به نوع استفاده از برق کاملاً متفاوت می‌باشد. ثانیاً، ارزش یک کیلووات ساعت برق عرضه نشده در بخش سایر مصارف و بخش خانگی بیشتر از بخش صنعتی است و در این میان کمترین ارزش مربوط به بخش کشاورزی می‌باشد. نکته جالب توجه این است که رفاه از دست رفته خانوارها (فراغت از دست رفته) در اثر خاموشی برق به اندازه ارزش افزوده از دست رفته بنگاه‌ها و شاید هم بیشتر حائز اهمیت می‌باشد، لذا در مسائل مربوط به برنامه‌ریزی سیستم‌های شبکه و برنامه‌ریزی قابلیت اطمینان بایستی به بخش خانگی توجه کافی مبذول گردد.

از آنجا که در سرمایه‌گذاری‌های شبکه برق توجه چندانی به موازین اقتصادی نمی‌شود، در بعضی جاها سرمایه‌گذاری بیش از حد و در بعضی دیگر سرمایه‌گذاری کمتر از حد صورت می‌گیرد. یافته‌های این مقاله می‌تواند در توجیه اقتصادی طرح‌ها و تخصیص بهینه منابع بین طرح‌های مختلف، کمک زیادی به سیاست‌گذاران این رشته بنماید. علاوه بر این در مواقع کمبود برق اگر چنانچه خاموشی برق بر اساس معیارهای اقتصادی بین بخش‌های مختلف توزیع شود، در مجموع خسارت کل ناشی از خاموشی حداقل خواهد بود. با اینکه این تحقیق اطلاعات مهمی را در مورد اثرات اقتصادی قطعی برق بدست داد، اما قطعاً تحقیقات آتی می‌تواند یافته‌های این مقاله را در موارد زیر ارتقاء بخشد؛

الف- در این مقاله ارزش یک کیلووات ساعت برق عرضه نشده به طور متوسط ارائه گردید. از آنجا که همه بخش‌ها به طور برابر و همزمان در طول ۲۴ ساعت شبانه روز و همچنین در طول هفته فعال نیستند، لذا پرداختن به این موضوع و برآورد ارزش بار از دست رفته در ساعات مختلف روز و ایام مختلف هفته از جمله روزهای تعطیل و روزهای کاری، دقت برآوردها را دوچندان می‌کند.

ب- همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد، شاید مناسب‌ترین روش جهت ارزش‌گذاری کالاهای غیر بازاری، روش ترجیحات بیان شده باشد. لذا پرداختن به این موضوع و استفاده از یافته‌های این مقاله در تعیین دامنه مبالغ پیشنهادی به پرسش‌شوندگان، می‌تواند حوزه مناسبی را جهت علاقمندان فراهم کند.

سخن آخر اینکه داده‌های بهتر، آرزوی همه تحقیقات کاربردی است. در طول این تحقیق مشخص شد که هماهنگی چندانی بین آمارهای صنعت برق و آمار حساب‌های ملی وجود ندارد و در برخی موارد نیز تفکیک تولید ناخالص داخلی بر اساس تعرفه برق مصرفی، با استفاده از نظرات کارشناسان مربوطه و در قالب فروض صورت گرفت، لذا هماهنگی بین این دو بخش می‌تواند برای تحقیقات کاربردی در این زمینه سودمند واقع شود.

منابع و مآخذ

الف: منابع و مآخذ فارسی

۱. پژوهشگاه نیرو (۱۳۸۱). تحقیق در زمینه هزینه خاموشی مشترکان صنعتی.
۲. دانشگاه تربیت مدرس، پژوهشکده اقتصاد (۱۳۷۹). هزینه خاموشی مترتب بر اقتصاد ملی.
۳. شرکت توانیر (۱۳۹۰). آمار تفصیلی صنعت برق ایران- توزیع نیروی برق در سال ۱۳۸۹. <http://www.tavanir.org.ir>
۴. عباس زاده، نصرت‌الله (۱۳۹۱). ارزش اقتصادی امنیت عرضه برق در ایران: مطالعه موردی بخش خانگی، رساله دکتری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران.
۵. مرکز آمار ایران (۱۳۸۸). نتایج آمارگیری گذران وقت در تابستان ۱۳۸۸. <http://amar.sci.org.ir>
۶. مرکز آمار ایران (۱۳۸۵). نتایج کلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن. <http://www.amar.org.ir/LinkClick.aspx?fileticket=QI-4Zj5oWVs%3d&tabid=550>
۷. مرکز آمار ایران (۱۳۹۰). نتایج آمارگیری از دستمزد نیروی انسانی شاغل در نیمه اول سال ۱۳۹۰. <http://amar.sci.org.ir>
۸. مرکز آمار ایران (۱۳۹۰). حساب‌های ملی ایران سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۹. www.amar.org.ir/Default.aspx?tabid=197
۹. وزارت صنایع و معادن (۱۳۶۰). زیان‌های ناشی از قطع برق در کارخانجات.

ب: منابع و مآخذ لاتین

1. Baarsma B. E. (2009). "Pricing Power Outages in the Netherlands". Energy 34: 1378–1386.
2. Becker, G.E. (1965). "A Theory of the Allocation of Time". The Economic Journal LXXV: 493–517.
3. Carlsson F. and Martinsson P. (2007). "Willingness to Among Swedish Households to Avoid Power Outages — a Random Parameter Tobit Model Approach". Energy Journal 28: 75–89.
4. Chen C. and Vella A. (1994). "Estimating the Economic Costs of Electricity Shortages Using Input-Output Analysis". Applied Economics 26.

5. Damigos D. Tourkolias C. Diakoulaki D. (2009). "Households' Willingness to Pay for Safeguarding Security of Natural Gas Supply in Electricity Generation". *Energy Policy* 37: 2008–2017.
6. Environmental Energy Technologies Division (2003). "A Framework and Review of Customer Outage Costs: Integration and Analysis of Electric Utility Outage Cost Surveys". Research Paper. http://eetd.lbl.gov/ea/EMS/EMS_pubs.html
7. Kateregga E. (2009). "The Welfare Costs of Electricity Outages: A Contingent Valuation Analysis of Households in the Suburbs of Kampala, Jinja and Entebbe". *Journal of Development and Agricultural Economics* 1(1): 001-011.
8. Matsukawa, I. and Fujii, Y. (1994). "Customer Preferences for Reliable Power Supply: Using Data on Actual Choices of Back-Up Equipment". *The Review of Economics and Statistics* 76(3).
9. Moeltner K. and Layton D.F. (2002). "A Censored Random Coefficients Model for Pooled Survey Data with Application to the Estimation of Power Outage Costs". *The Review of Economics and Statistics* 84(3): 552-561.
10. Munasinghe M. (1979). *The Economics of Power System Reliability and Planning: Theory and Case Study*, A World Bank Research Publication
11. Munasinghe, M. (1990). *Electric Power Economics: Selected Works*, Butterworth-Heinemann.
12. Munasinghe, M. (1980). "Costs Incurred by Residential Electricity Consumers due to Power Failures". *The Journal of Consumer Research* 6(4): 361–369.
13. Munasinghe M., Gellerson M., (1979). "Economic Criteria for Optimizing Power System Reliability Levels". *The Bell Economic Journal* 10(1): 353–365.
14. New Zealand Center for Advanced Engineering, Concept Economics (2008). "Investigation of the Value of Unserved Energy". Research Paper.
15. Nooij Mde, Bijvoet CC and Koopmans CC. (2007). "The Value of Supply Security: the Costs of Power Interruptions: Economic Input for Damage Reduction and Investment in Networks". *Energy Economics* 29(2):277–295.
16. Raymond F. Ghajar , Roy Billinton. (2006). "Economic Costs of Power Interruptions: a Consistent Model and Methodology". *Electrical Power and Energy Systems* 28: 29–35.
17. Serra, P., Fierro, G. (1997). "Outage Cost in Chilean Industry". *Energy Economics* 19: 417–434.
18. Telson M. L. (1975). "The Economics of Alternative Levels of Reliability for Electric Power Generation Systems". *The Bell Journal of Economics* 6(2): 679–694.

19. Wojczynski, E., Billinton, R., Wacker, G. (1984). "Interruption Cost Methodology and Results: a Canadian Commercial and Small Industry Survey". IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems PAS-103(2): 437–443.