



اتاق بازرگانی
صنایع، معادن و کشاورزی
اصفهان
ISFAHAN CHAMBER OF COMMERCE
INDUSTRIES, MINES AND AGRICULTURE

برآورد خسارات ناشی از قطعی برق در بخش صنعت کشور و استان اصفهان

آذر ماه ۱۴۰۳

مرکز پژوهش و بررسی‌های اقتصادی اتاق بازرگانی، صنایع،
معادن و کشاورزی اصفهان



فهرست

۳.....	مقدمه
۸.....	معرفی روش‌های مختلف محاسبه خسارات قطعی برق
۹.....	داده ها
۱۱.....	اهداف برنامه هفتم توسعه (چشم‌انداز تولید و مصرف برق کشور) و ناترازی برق کشور
۱۴.....	برآورد خسارات ناشی از خاموشی
۱۴.....	میزان بار از دست رفته
۱۹.....	جمع‌بندی
۲۰.....	منابع
پیوست شماره ۱: میزان ناترازی صنعت برق کشور و استان اصفهان در سال ۱۴۰۳ به تفکیک ماه‌های	
۲۱.....	سال



مقدمه

امروزه شاید برای کمتر فردی در جهان زندگی همراه با خاموشی برق قابل تصور باشد. تأمین برق پایدار یکی از پیش شرط های توسعه صنعتی و راه اندازی یک کسب و کار موفق تلقی می شود. بر این اساس، دولت ها از سالیان بسیار دور تأمین پایدار برق را سرلوحه خویش قرار داده اند. در هر صورت، بررسی تاریخ صنعت برق جهان نشان می دهد خاموشی برق مختص به سرزمین ایران نبوده و در برخی کشورهای دنیا حتی کشورهای توسعه یافته مسبوق به سابقه است. بنابراین، آمادگی برای مواجهه و مدیریت بحران برق صرف نظر از دلیل وقوع آن از اهمیت بسزایی برخوردار است. در ادامه به برخی از سوابق منتخب خاموشی برق در نقاط مختلف جهان می پردازیم.

جدول (۱): سوابق خاموشی برق در برخی نقاط جهان

ردیف	کشور	بازه زمانی	تأثیرات	نوع بحران	خسارت اقتصادی
۱	ایالت متحده آمریکا ^۱	۱۴-۱۵ اوت ۲۰۰۳	۵۰ میلیون نفر در ایالت های شمال شرقی و غرب میانه را تحت تأثیر قرار داده است	اختلال در حمل و نقل، فاسد شدن مواد غذایی، تاخیر در خدمات اضطراری	هزینه های برآورد شده از ۶ تا ۱۰ میلیارد دلار متغیر است
۲	هند ^۲	۳۰-۳۱ ژوئیه ۲۰۱۲	بزرگترین خاموشی جهان که بیش از ۶۲۰ میلیون نفر را تحت تأثیر قرار داده است	سیستم های حمل و نقل متوقف شده، بیمارستان ها بدون برق، وحشت گسترده در میان مردم	زیان تخمینی ۱.۲ میلیارد دلار
۳	ونزوئلا ^۳	در مارس ۲۰۱۹ قطعی های مداوم به مدت چند روز، در طی چندین ماه در سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۰	زنجیره های تامین مواد غذایی، سیستم های مراقبت های بهداشتی و خدمات عمومی	بحران انسانی، اعتراضات گسترده	منجر به فروپاشی مداوم اقتصادی، تشدید تورم و کمبود مواد غذایی
۴	آفریقای جنوبی ^۴	تخلیه مداوم بار، گاهی اوقات تا ۱۲ ساعت در روز ۲۰۱۵-۲۰۲۱	مشاغل و خانه ها را تحت تأثیر قرار داده است	رکود اقتصادی، از دست دادن شغل، اختلال در آموزش	تولید از دست رفته میلیارد ها دلار برآورد می شود
۵	لبنان ^۵	قطعی شدید از اواخر سال ۲۰۱۹ ادامه دارد	اختلال گسترده در زندگی روزمره و خدمات	فروپاشی اقتصادی، ناآرامی سیاسی به دلیل کمبود برق	منجر به تورم و کمبود خدمات اساسی

^۱ - U.S. Department of Energy Report, *The August ۱۴th Blackout in ۲۰۰۳: A Summary Report

^۲ - National Geographic, *The Great Indian Blackout

^۳ - Al Jazeera, *Venezuela's blackout crisis: How it all unfolded

^۴ - Business Day, *Eskom load shedding: what you need to know

^۵ - Reuters, *Lebanon's electricity crisis: 'We have no option but to play God



بنا به اعلام سایت معتبر یاهوفاینانس پاکستان، بنگلادش و گینه نو به ترتیب در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵ بیشترین تعداد خاموشی برق در ماه را تجربه کرده‌اند.

جدول (۲): لیست ۵ کشور جهان با بیشترین میزان خاموشی

ردیف	کشور	سال	تعداد خاموشی‌های ماهانه
۱	پاکستان	۲۰۱۳	۷۵.۲۰
۲	بنگلادش	۲۰۱۳	۶۴.۵۰
۳	پاپوآ گینه نو	۲۰۱۵	۴۱.۹۰
۴	عراق	۲۰۱۱	۴۰.۹۰
۵	یمن	۲۰۱۳	۳۸.۸۰

منبع: <https://finance.yahoo.com/news>

گرچه وضعیت خاموشی برق در کشور ایران هنوز به وخامت کشورهای مندرج در جدول (۲) نرسیده است اما تجارب جهانی نشان می‌دهد بی‌توجهی به مسأله ناترازی برق می‌تواند در آینده‌ای نزدیک صنعت، کشاورزی، تجارت و خانوارهای ایرانی را با خاموشی متعدد، گسترده و طولانی مواجه نماید.

گرچه برای کارآفرینان، تجار و بازرگانان تبعات خسارت آور خاموشی برق آشکار است اما بنظر می‌رسد بسیاری از سیاست‌گذاران، قانون‌گذاران و مجریان کشور و استان هنوز درک دقیقی از تبعات قطعی برق ندارند. به همین دلیل در این قسمت تحقیق به معرفی انواع خسارات ناشی از خاموشی برق خواهیم پرداخت.

جدول (۳): انواع خسارات خاموشی برق

خسارات خاموشی برق	انواع خسارات	توضیحات
خسارت وارده به بنگاه‌ها	۱- تولید از دست رفته	امروزه بخش قابل توجهی از تولید به مصرف برق وابسته است. قطعی برق باعث می‌شود این میزان تولید متوقف شود.
	۲- از بین رفتن تجهیزات و ماشین آلات	هنگامی که برق قطع می‌شود به لحاظ فنی آسیب‌ها و ضررهای زیادی به تجهیزات و ماشین‌آلات خطوط تولید وارد می‌شود.
	۳- ضایعات مواد اولیه	قطعی برق سبب می‌شود میزانی از مواد اولیه که در خطوط تولیدی در حال استفاده بوده‌اند اتلاف شود.
	۴- از دست رفتن بازارهای داخلی و صادراتی بنگاه‌های تولیدی و بازرگانی	هنگامی که یک فروشنده یا صادرکننده به دلیل قطعی برق نمی‌تواند محصول خود را به موقع تحویل مشتری بدهد، مشتری ناراضی‌تی پیدا می‌کند.

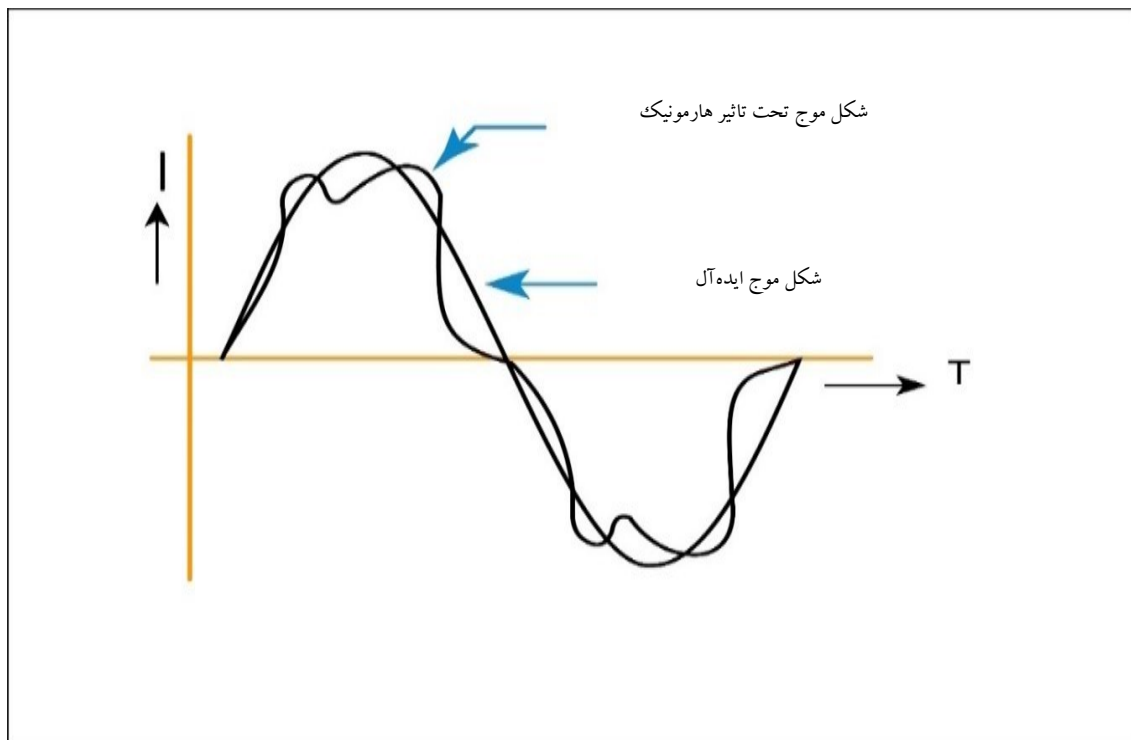


می کند و در دفعات بعدی از سایر فروشندگان در بقیه کشورها خرید خواهد کرد.		
از آنجایی که تأمین پایدار برق فروشنده ربطی به خریدار ندارد، وفق اصول رایج قراردادی تولیدکننده بابت تأخیر در تحویل محصول (به علت قطعی برق) جریمه می شود.	۵- جریمه دیرکرد ناشی از عدم تحویل به موقع (تأدیه تأخیر)	
طیف گسترده ای از صنایع پایین دستی از بابت قطعی برق صنایع بالادستی متضرر می شوند. هرگونه افزایش هزینه و یا تأخیر در تحویل محصول صنایع بالادستی، هزینه صنایع پایین دستی را به شدت افزایش خواهد داد.	۶- خسارات صنایع پایین دستی از بابت تأخیر در دریافت مواد اولیه	
بنا به اظهارات بسیاری از تولیدکنندگان قطعی برق از پیش اعلام شده به علت قابل پیش بینی بودن تا حدی قابلیت جبران دارد اما قطعی های غیرقابل پیش بینی میزان خسارات وارده را افزایش می دهد.	۷- خسارات پیش بینی نشده	
قطعی برق باعث افزایش هزینه های انسانی می شود. از آنجایی که بهره وری نیروی انسانی بستگی به عوامل دیگری مانند آموزش، ارائه خدمات رفاهی به کارکنان و امثالهم دارد، بکارگیری نفر ساعت بیشتر، افزایش هزینه های بالاسری را نیز به دنبال خواهد داشت. مانند خدمات، آموزش، حمل و نقل، اجاره مکان، هزینه های دفتری و غیره	۸- هزینه بالاسری نیروی کار	
قطعی برق سطح امنیتی کارخانجات را به شدت کاهش می دهد. خاموشی دوربین ها و سایر اجزای سیستم های حفاظتی و حراستی از تبعات قطعی برق است.	۹- امنیت کارخانجات به دلیل خاموشی سیستم های حفاظتی و حراستی	
قطعی برق باعث می شود سرمایه مالی ای که صرف خرید تجهیزات، ماشین آلات و مواد اولیه شده به مدت خاموشی از دریافت سود بانکی یا کسب سود از سایر فعالیت های اقتصادی محروم شود.	۱۰- زیان وارده به سرمایه مالی	
قطعی برق به واسطه خاموشی پمپ، توقف سیستم تخلیه، توقف سیستم بارگیری و در پاره ای موارد توقف جرثقیل های سقفی در سیستم حمل و نقل به شدت اختلال ایجاد می کند.	۱۱- اختلال در حمل و نقل	
کاهش استفاده از وسایل برقی مانند تلویزیون، اختلال در برگزاری مهمانی ها	۱- کاهش رفاه خانوار	خسارات وارده به خانوار (خسارات وارده به خانوار به خالص رفاه از دست رفته خانوار بستگی دارد)
فاسد شدن مواد غذایی، خرابی لوازم خانگی	۲- افزایش هزینه خانوار	

منبع: یافته های محققین

فارغ از خسارات ناشی از قطع برق که از کمبود میزان برق ناشی می‌شود، مصرف بیش از اندازه مواردی مانند کوره‌های القایی باعث تغییر در هارمونیک جریان و یا نوسان ولتاژ می‌شود. با ایجاد نوسان در ولتاژ، رله دیفرانسیل جهت کنترل نوسانات جریان ورودی برق به صنایع با ایجاد فرمان قطع برق ورودی را قطع می‌کند. خسارت ناشی از قطع برق به دلیل نوسانات ولتاژ برق در برآورد خسارات ناشی از قطعی برق کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد.

شکل (۱): اثرات هارمونیک در فرکانس جریان ورودی برق



منبع: www.crcpress.com



پیش از ورود به اصل بحث به تبیین تعاریف برخی اصطلاحات تخصصی پرداخته خواهد شد.

جدول (۴): تعاریف

عنوان	تعریف
بار از دست رفته (VOLL) ^۱	بار از دست رفته عبارت از خسارت وارد شده به بنگاهها و خانوارها به ازای یک واحد برق عرضه نشده می- باشد. روش اندازه گیری: بار از دست رفته از طریق برآورد ارزش افزوده ای که هر بخش اقتصاد بطور متوسط به ازای هر یک کیلووات ساعت برق می تواند خلق کند بر آورد می شود چرا که بعد از خاموشی، دیگر امکان تولید آن میزان ارزش افزوده وجود نخواهد داشت.
وات	یک واحد استاندارد توان است که معادل با یک ژول در ثانیه و برابر با توان مداری است که در آن جریانی معادل یک آمپر از اختلاف پتانسیل یک ولت عبور می کند.
کیلووات ساعت	کیلووات ساعت میزان انرژی مورد نیاز یک دستگاه مصرف کننده برق برای کار کردن در مدت زمان یک ساعت است.
تفاوت کیلووات ساعت و کیلووات	تفاوت اصلی بین کیلووات ساعت و کیلووات در اندازه گیری آنهاست. به بیان ساده، یک کیلووات معیار توان و یک کیلووات ساعت معیاری برای انرژی است. توان سرعتی است که چیزی با آن انرژی مصرف می کند و انرژی ظرفیت انجام کار است.
کوره های القایی	کوره القایی یک نوع دستگاهی است که از آن برای ذوب کردن بسیاری از فلزات استفاده می کنند که به روش گرمایش القایی کار می کند. گرمایش القایی نیز روشی است برای گرم کردن مواد رسانای الکتریکی از طریق الکترومغناطیس.
هارمونیک جریان	اگر جریان یا ولتاژ از فرم سینوسی خارج شود و یا در سینوسی کامل نباشد، دچار هارمونیک شده است. منابع ایجاد هارمونیک ها هر بار غیر خطی می تواند باشد، بار غیر خطی باری است که شکل موج جریان آنها شبیه شکل موج ولتاژ شان نباشد که منبع اصلی آنها تجهیزات الکترونیکی یا کوره های القایی است.
رله دیفرانسیل	رله دیفرانسیل، نقشی حیاتی در ایزوله کردن خطا و جلوگیری از آسیب های فاجعه بار ایفا می کند. این رله با مقایسه جریان های ورودی و خروجی در یک بخش از سیستم، به طور دقیق محل وقوع خطا را شناسایی و با قطع سریع آن، از بروز خسارات سنگین به تجهیزات و توقف فرایندها جلوگیری می کند.

منبع: www.emissions-euets.com، www.directenergy.ca، www.emissions-euets.com، www.heatmfs.com، kalengi.ir، beh-siemens.ir



از آنجا که بازاری جهت مبادله خاموشی برق وجود ندارد، بنابراین یک قیمت بازاری که هزینه نهایی خاموشی در هر دقیقه را نشان دهد، موجود نیست. روش‌های ارزش‌گذاری محاسبه اثرات خاموشی برق در جدول صفحه بعد آمده است.

معرفی روش‌های مختلف محاسبه خسارات قطعی برق

برای برآورد خسارات خاموشی روش‌های مختلفی وجود دارند. جدول (۵) برخی از این روش‌ها را جمع‌بندی و طبقه‌بندی کرده است.

جدول (۵): انواع روش‌های محاسبه خسارات خاموشی برق

روش	توضیح	مثال
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.	میزان هزینه در تجهیزات پشتیبان، تمایل به پرداخت خانوارها و یا بنگاه‌ها جهت اجتناب از خاموشی را نشان می‌دهد
روش ترجیحات بیان شده	از روش ارزش‌گذاری مشروط (CVM) ^۲ و روش انتخاب بیان شده مبتنی بر مشخصه‌های کالا ^۳ جهت ارزش‌گذاری خاموشی برق استفاده می‌شود.	در قالب پرسشنامه از مردم سوال می‌شود که از خاموشی برق چقدر متأثر می‌شوند و چقدر حاضرند برای بهبود آن بپردازند.
رویکرد تابع تولید	از روش تولید از دست رفته تحت عنوان بار از دست رفته برای ارزش‌گذاری خاموشی برق استفاده می‌شود.	فرض بر این است که خسارت ناشی از خاموشی برای یک بنگاه برابر است با ارزش افزوده‌ای که بنگاه می‌توانست در مدت خاموشی تولید کند.
مطالعات موردی	از روش پرسشنامه‌ای استفاده می‌شود.	در این روش غالباً بطور مشخص و به دنبال وقوع یک خاموشی، میزان خسارت واقعی بنگاه‌ها و خانوارها مورد سوال قرار می‌گیرد.

منبع: احمدیان و عباس‌زاده (۱۳۹۲)

در این تحقیق، از روش محاسبه بار از دست رفته استفاده می‌کنیم.

^۱- Revealed Preference

^۲- Contingent Valuation Method

^۳- Attribute Based Stated Choice Method



داده‌ها

داده‌های مورد استفاده جهت برآورد خسارات خاموشی برق به شرح جدول زیر گردآوری شده‌اند:

جدول (۶): داده‌های گزارش و منابع استخراج داده

منبع	داده
سالنامه آماری استانی از مرکز آمار ایران فصل هشتم (صنعت)	ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی دارای ده نفر کارکن و بیش‌تر
سالنامه آماری استانی از مرکز آمار ایران فصل نهم (آب و برق)	برق مصرفی در استان‌های مختلف بر حسب کیلووات ساعت

در ادامه، وضعیت صنعت برق کشور را به لحاظ متغیرهای برق مصرفی و ارزش افزوده مورد کنکاش قرار می‌دهیم.

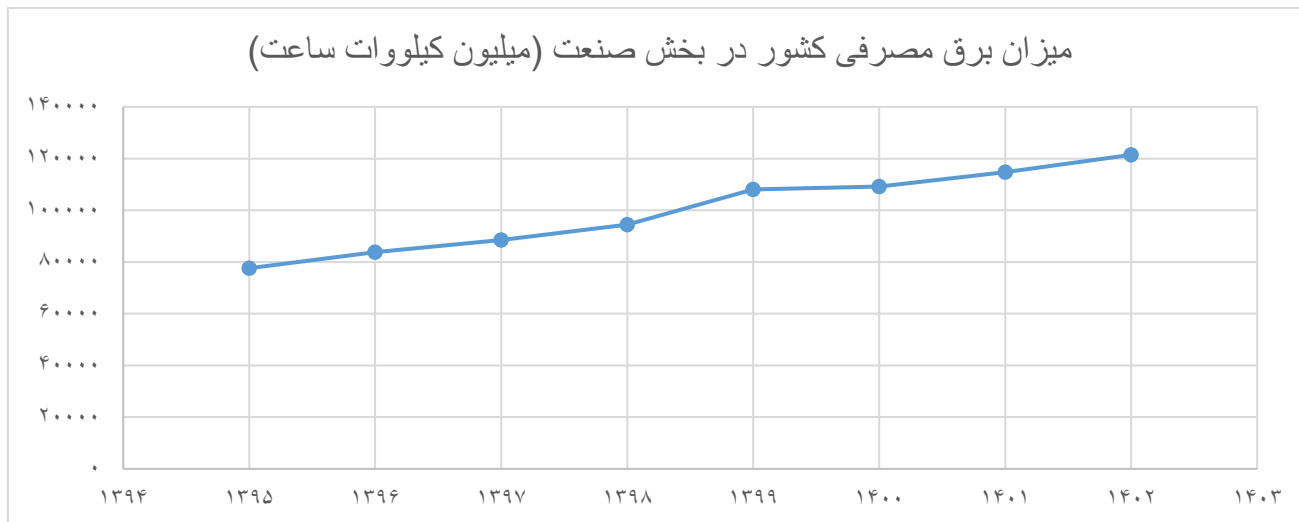
جدول (۷): برق مصرفی و ارزش افزوده بخش صنعت در کشور

سال	میزان برق مصرفی کشور در بخش صنعت (میلیون کیلووات ساعت)	ارزش افزوده کشور در بخش صنعت (میلیارد ریال)
۱۳۹۵	۷۷۶۰۳	۵۱۷۱۶۲۳۰.۴۶
۱۳۹۶	۸۳,۷۸۱	۵۵۰۰۶۳۱۵.۲۳
۱۳۹۷	۸۸,۵۴۱	۵۱۶۱۹۸۹۸.۳۱
۱۳۹۸	۹۴,۴۷۰	۴۵۹۱۴۹۷۴.۷۶
۱۳۹۹	۱۰۸,۰۷۴	۴۴۷۲۶۴۲۴.۶۷
۱۴۰۰	۱۰۹,۱۸۸	۴۷۴۳۰۰۰۰.۹۵
۱۴۰۱	۱۱۴,۷۶۹	۴۹۷۵۳۷۶۰.۶۶
۱۴۰۲	۱۲۱,۴۳۰	۵۲۸۵۱۹۱۲.۹

منبع: مرکز آمار ایران

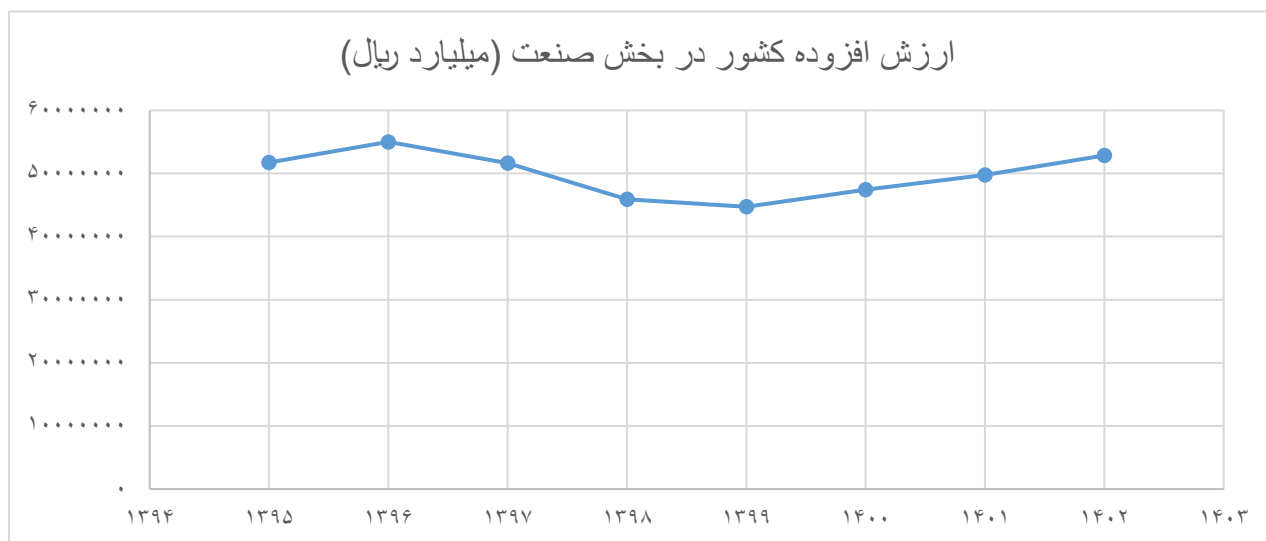


نمودار ۱: وضعیت برق مصرفی کشور



منبع: مرکز آمار ایران

نمودار ۲: ارزش افزوده کشور در بخش صنعت



منبع: مرکز آمار ایران

همانطور که از نمودار (۱) و (۲) قابل مشاهده است طی سال‌های اخیر به موازات افزایش میزان مصرف برق، ارزش افزوده در بخش صنعت روند صعودی در پیش گرفته است. بدیهی است با قطعی برق در این بخش ضربه بزرگی به اقتصاد کشور وارد خواهد شد.



اهداف برنامه هفتم توسعه (چشم انداز تولید و مصرف برق کشور) و ناترازی برق کشور

این تحقیق سعی می کند اهداف چشم انداز قانون برنامه هفتم و وضعیت موجود کشور را در تحلیل مد نظر داشته باشد. حال که وضعیت فعلی صنعت برق مورد بررسی قرار گرفت، به اهداف و چشم انداز قانون برنامه هفتم توسعه می پردازیم. همانگونه که مندرجات قانون برنامه هفتم در جدول (۸) نشان می دهد انتظار می رود در پایان برنامه پنج ساله (یعنی در سال ۱۴۰۷) کشور با ۱۶۳۲ گیگاوات مازاد تراز برق داشته باشد. ماهنامه وزارت نیرو نشان می دهد کشور در تیر ماه ۱۴۰۳ با کسری برق معادل ۱۳۲۰۲ گیگاوات مواجه است. لذا صنعت نیروگاهی و شبکه توزیع برق کشور برای تحقق اهداف قانون برنامه هفتم توسعه به شدت نیازمند سرمایه گذاری است. شنیده ها حاکی از آن است که در شهریور ۱۴۰۳ ناترازی برق کشور از ۱۷۶ گیگاوات تجاوز کرده است.

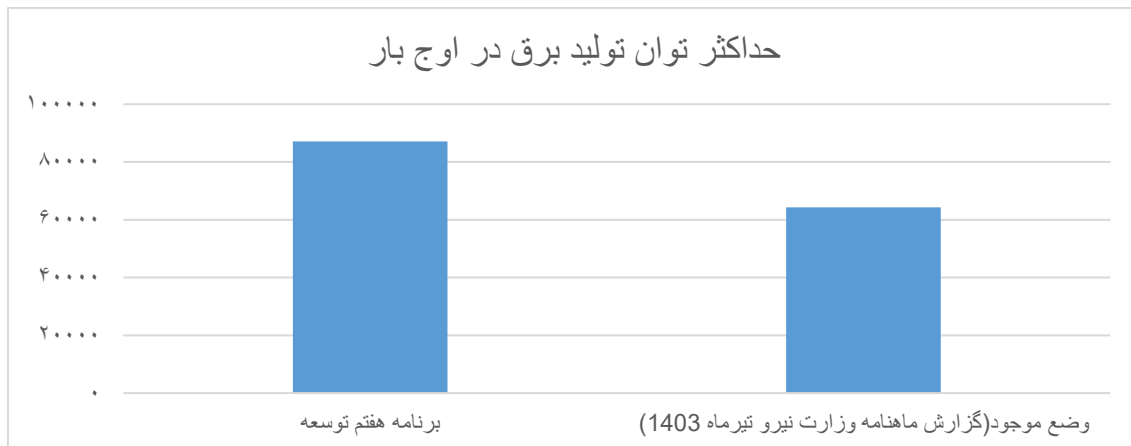
جدول (۸): مقایسه میزان تولید، مصرف، تراز برق در برنامه هفتم توسعه و وضعیت موجود

ردیف	سنجه عملکردی	واحد متعارف	برنامه هفتم توسعه	وضع موجود (گزارش ماهنامه وزارت نیرو تیرماه ۱۴۰۳)
۱	حداکثر توان تولید برق در اوج بار	مگاوات	۸۷۱۴۰	۶۴۳۱۲
۲	حداکثر نیاز مصرف برق در اوج بار	مگاوات	۸۵۵۰۸	۷۷۵۱۴
۳	تراز برق در اوج بار	مگاوات	۱۶۳۲	-۱۳۲۰۲

منبع: قانون برنامه هفتم توسعه، گزارش ماهنامه وزارت نیرو تیر ماه ۱۴۰۳

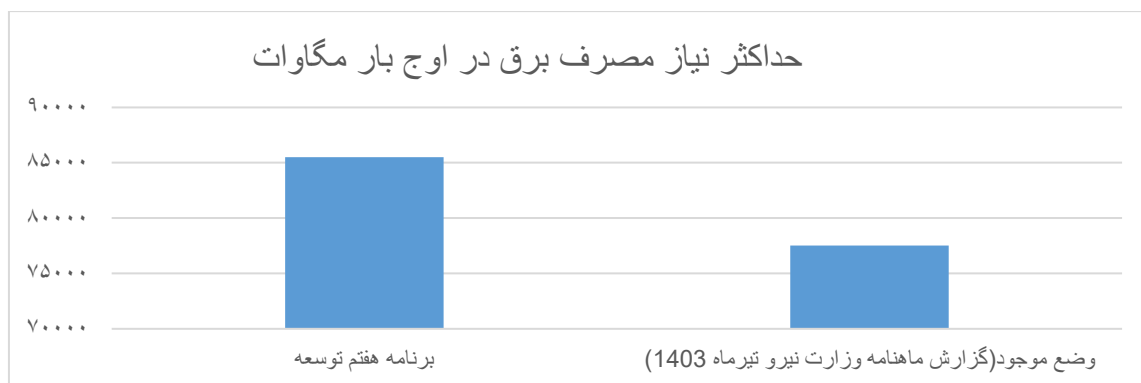


نمودار ۳: مقایسه تولید برق در برنامه هفتم توسعه با وضعیت موجود



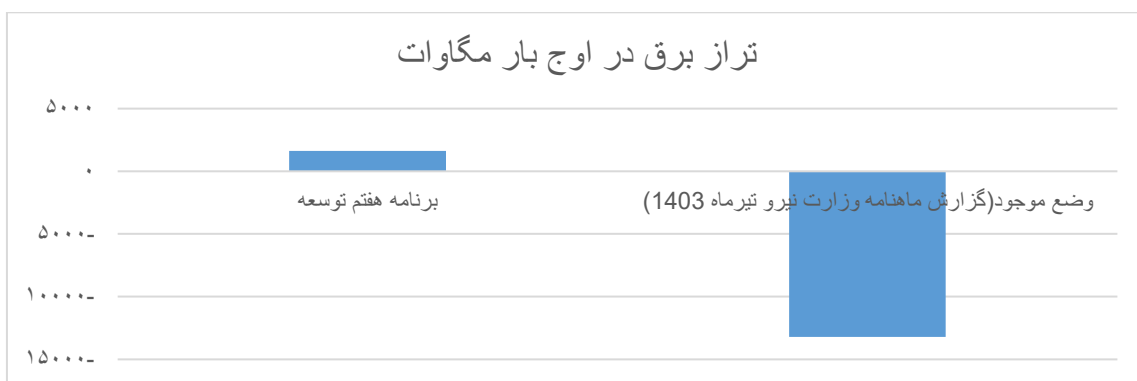
منبع: برنامه هفتم توسعه و گزارش ماهنامه وزارت نیرو

نمودار ۴: مقایسه مصرف برق در برنامه هفتم توسعه با وضعیت موجود



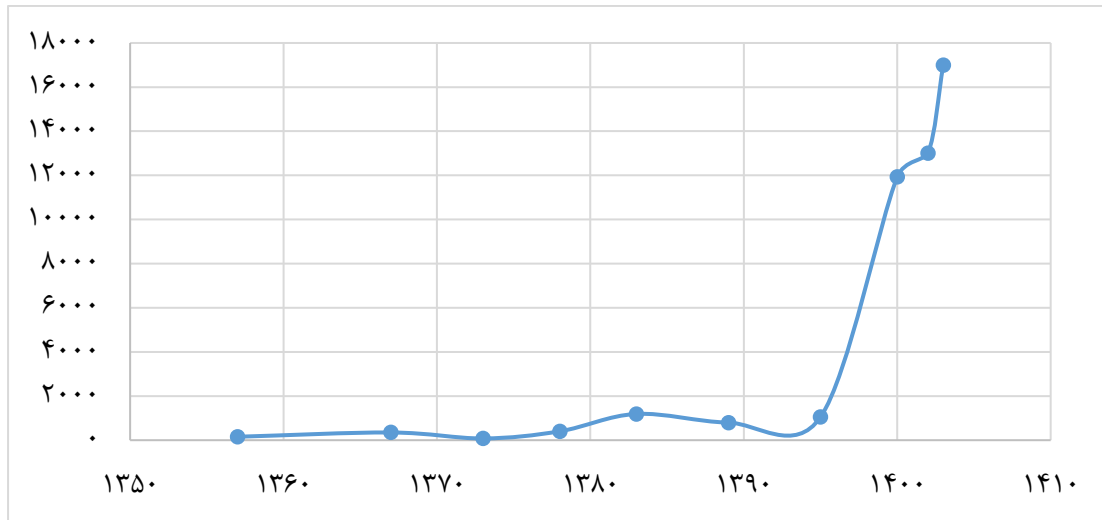
منبع: برنامه هفتم توسعه و گزارش ماهنامه وزارت نیرو

نمودار ۵: مقایسه تراز برق در برنامه هفتم توسعه با وضعیت موجود



منبع: برنامه هفتم توسعه و گزارش ماهنامه وزارت نیرو

نمودار ۶: ناترازی بازار برق کشور طی چهار دهه گذشته



منبع: پژوهشگاه نیرو

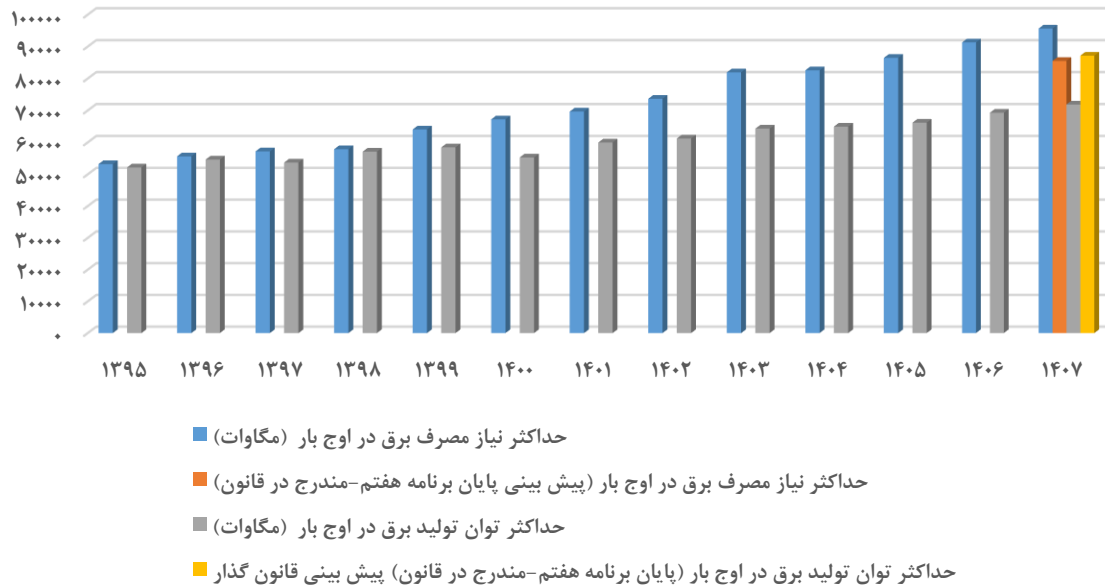
همانگونه که نمودار (۶) نشان می‌دهد ناترازی برق بطرز نگران کننده‌ای در حال افزایش است.

نمودار (۷) روند رشد تقاضای برق و تولید برق را به تصویر کشیده است. همانگونه که نتایج پیش‌بینی این تحقیق نشان می‌دهند نیاز مصرفی برق بر اساس روند سال‌های قبل بیشتر از میزان هدفگذاری شده در قانون برنامه هفتم توسعه می‌باشد. همچنین نمودار (۷) بخوبی نشان می‌دهد میزان تولید هدفگذاری شده در قانون برنامه هفتم توسعه بسیار بیشتر از میزانی است که کشور بر اساس روند قبلی می‌تواند تولید کند. لذا بنظر می‌رسد قانون برنامه هفتم توسعه پیش‌بینی درستی از ناترازی برق کشور ندارد. علت این مسأله هم به این موضوع بر می‌گردد که تولید را بیشتر از حد واقعی و مصرف را کمتر از حد واقعی پیش‌بینی کرده است.

رویکرد صحیح آن بود که قانون‌گذار و سیاست‌گذار تقاضای واقعی برق را ملاک سیاست‌گذاری و تولید برق قرار می‌داد. بنظر می‌رسد قانون برنامه هفتم در پیش‌بینی میزان تولید برق مبالغه کرده و مصرف برق را کمتر از میزان واقعی پیش‌بینی کرده است.



نمودار ۷: مقایسه مقدار پیش‌بینی شده تولید و مصرف برق با مقادیر کمی برنامه هفتم توسعه



منبع: محاسبات محققین با استفاده از رگرسیون ماشین بردار پشتیبان (SVM)

برآورد خسارات ناشی از خاموشی

همانگونه که پیشتر در جدول (۳) به تفصیل مورد بحث قرار گرفت، خاموشی برق خسارات بسیار زیاد و متعددی را به اقتصاد کشور وارد می‌کند که کمی‌سازی آن بعضاً با محدودیت‌هایی مواجه است. یکی از این محدودیت‌ها محرمانه بودن داده‌های مورد نیاز است. با توجه به محدودیت‌های مذکور در این تحقیق صرفاً بر برآورد میزان تولید از دست رفته متمرکز می‌شویم. طبیعی است محاسبه و برآورد سایر خسارات خاموشی برق می‌تواند در سایر مطالعات مشابه مورد بررسی قرار گیرد.

میزان بار از دست رفته

برای برآورد بار از دست رفته ابتدا داده‌های مربوط به ارزش افزوده بخش صنعت و سپس میزان برق مصرفی صنعت گردآوری شد. سرانه ارزش افزوده صنعت به نسبت برق مصرفی به عنوان یک پراکسی برای برآورد بار از دست رفته مورد استفاده قرار گرفت. اگر فرض کنیم نرخ ارز مؤثر برای دلار برابر ۶۵ هزار تومان باشد، آنگاه ارزش ارزی بار از دست رفته به صورت جدول (۹) قابل طرح است.



جدول (۹): برآورد خسارات ناشی از خاموشی برق در کشور

سال	میزان برق مصرفی کشور در بخش صنعت (مگاوات ساعت)	ارزش افزوده کشور در بخش صنعت (ریال)	ارزش بار از دست رفته (ریال / کیلووات ساعت)	ارزش بار از دست رفته (دلار / کیلووات ساعت)
۱۳۹۵	۷۷,۶۰۳,۰۰۰,۰۰۰	۵۱,۷۱۶,۲۳۰,۴۶۰,۰۰۰,۰۰۰	۶۶۶,۴۲۱	۱.۰۳
۱۳۹۶	۸۳,۷۸۱,۰۰۰,۰۰۰	۵۵,۰۰۶,۳۱۵,۲۳۰,۰۰۰,۰۰۰	۶۵۶,۵۴۹	۱.۰۱
۱۳۹۷	۸۸,۵۴۱,۰۰۰,۰۰۰	۵۱,۶۱۹,۸۹۸,۳۱۰,۰۰۰,۰۰۰	۵۸۳,۰۰۶	۰.۹۰
۱۳۹۸	۹۴,۴۷۰,۰۰۰,۰۰۰	۴۵,۹۱۴,۹۷۴,۷۶۰,۰۰۰,۰۰۰	۴۸۶,۰۲۷	۰.۷۵
۱۳۹۹	۱۰۸,۰۷۴,۰۰۰,۰۰۰	۴۴,۷۲۶,۴۲۴,۶۷۰,۰۰۰,۰۰۰	۴۱۳,۸۵۰	۰.۶۴
۱۴۰۰	۱۰۹,۱۸۸,۰۰۰,۰۰۰	۴۷,۴۳۰,۰۰۰,۹۵۰,۰۰۰,۰۰۰	۴۳۴,۳۸۸	۰.۶۷
۱۴۰۱	۱۱۴,۷۶۹,۰۰۰,۰۰۰	۴۹,۷۵۳,۷۶۰,۶۶۰,۰۰۰,۰۰۰	۴۳۳,۵۱۲	۰.۶۷
۱۴۰۲	۱۲۱,۴۲۹,۶۷۵,۷۶۸	۵۲,۸۵۱,۹۱۲,۹۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۴۳۵,۲۴۷	۰.۶۶

منبع: محاسبه محققین

نتایج بدست آمده در جدول (۹) حاکی از آن است که ارزش بار از دست رفته در سال ۱۴۰۲ به ازای هر کیلووات ساعت برق مصرفی برابر ۰.۶۶ دلار بوده است. همانگونه که جدول (۱۰) نشان می‌دهد با توجه به میزان ناترازی برق در پیک تابستان ۱۴۰۳ که برابر ۱۸۰۰۰ مگاوات است، ارزش کل بار از دست رفته برابر ۶,۳۶۳,۹۸۲,۰۵۳ دلار می‌باشد.



جدول (۱۰): ارزش کل بار دست رفته بخش صنعت در پیک تابستان ۱۴۰۳

کشور	عنوان
۵۲,۸۵۱,۹۱۲,۹۰۰,۰۰۰,۰۰۰	ارزش افزوده بخش صنعت (ریال)
۱۲۱,۴۲۹,۶۷۵,۷۶۸	مصرف برق بخش صنعت (کیلووات ساعت)
۴۳۵۲۴۷۰۸۹	ارزش بار از دست رفته (VOLL) - (ریال / کیلووات ساعت)
۶۵۰,۰۰۰	نرخ دلار (ریال)
۰.۶۶۹۶۱۰۹۰۶	ارزش بار از دست رفته (VOLL) - (دلار / کیلووات ساعت)
۱۸,۰۰۰	ناترازی برق در پیک تابستان ۱۴۰۳ (مگاوات)
۶,۳۶۳,۹۸۲,۰۵۳	ارزش کل بار از دست رفته (VOLL) در پیک تابستان ۱۴۰۳ - (دلار)

منبع: محاسبه محققین

بر اساس جدول (۱۱) ارزش بار از دست رفته برای استان اصفهان با نرخ دلار ۶۵ هزار تومان برابر ۲۰۸۸ دلار بر کیلووات است اگر در یک سناریو فرض کنیم میزان بار از دست رفته برای کشور برابر میزان بار از دست رفته استان اصفهان باشد؛ با توجه به ۱۸۰۰۰ مگاوات ناترازی برق کشور در ساعت پیک برای تابستان ۱۴۰۳ میزان بار از دست رفته کشور برابر ۱۹,۸۴۷,۷۲۳,۹۶۵ دلار می باشد.

جدول (۱۱): ارزش کل بار دست رفته بخش صنعت در پیک تابستان ۱۴۰۳ بر اساس میزان بار

از دست رفته در استان اصفهان

کشور	استان اصفهان	عنوان
	۴,۷۵۵,۴۶۶,۱۶۸,۵۴۴,۱۸۰	ارزش افزوده بخش صنعت
	۳,۵۰۳,۲۸۴,۸۹۱	مصرف برق بخش صنعت (کیلووات ساعت)
	۱,۳۵۷,۴۳۱	ارزش بار از دست رفته (VOLL) - (ریال / کیلووات ساعت)
	۶۵۰,۰۰۰	نرخ دلار (ریال)
۲۰۸۸۳۵۴۷۹۴	۲۰۸۸۳۵۴۷۹۴	ارزش بار از دست رفته (VOLL) - (دلار / کیلووات ساعت)
۱۸,۰۰۰	۱,۸۰۰	ناترازی برق در پیک تابستان ۱۴۰۳ (مگاوات)
۱۹,۸۴۷,۷۲۳,۹۶۵	۱,۹۸۴,۷۷۲,۳۹۶	ارزش کل بار از دست رفته (VOLL) در پیک تابستان ۱۴۰۳ - (دلار)

منبع: محاسبه محققین

در ادامه ارزش بار از دست رفته را به تفکیک استان های کشور محاسبه می کنیم.



جدول (۱۲): زیان بار از دست رفته در بخش صنعت به تفکیک استان های کشور در سال ۱۴۰۲

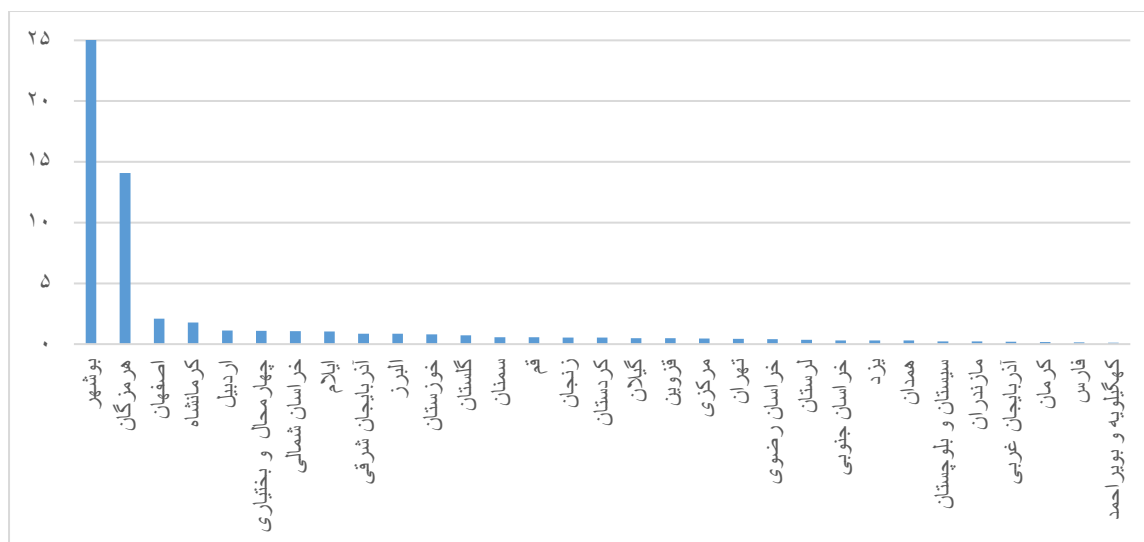
ردیف	استان	زیان بار از دست رفته (ریال/کیلووات ساعت)	زیان بار از دست رفته (دلار/کیلووات ساعت)
۱	بوشهر	۱۶,۳۴۷,۶۷۱.۴۲	۲۵.۱۵
۲	هرمزگان	۹,۱۵۴,۲۷۰.۱۳	۱۴.۰۸
۳	اصفهان	۱,۳۵۷,۴۳۱.۰۰	۲.۰۹
۴	کرمانشاه	۱,۱۵۸,۲۷۵.۰۹	۱.۷۸
۵	اردبیل	۷۱۹,۹۴۳.۷۰	۱.۱۱
۶	چهارمحال و بختیاری	۷۱۴,۶۴۷.۶۲	۱.۱۰
۷	خراسان شمالی	۶۹۸,۳۶۸.۳۸	۱.۰۷
۸	ایلام	۶۶۸,۴۷۴.۷۲	۱.۰۳
۹	آذربایجان شرقی	۵۶۰,۳۰۸.۸۷	۰.۸۶
۱۰	البرز	۵۵۷,۶۹۹.۷۶	۰.۸۶
۱۱	خوزستان	۵۲۳,۱۵۷.۹۰	۰.۸۰
۱۲	گلستان	۴۷۶,۲۸۰.۸۱	۰.۷۳
۱۳	سمنان	۳۷۴,۳۴۹.۹۵	۰.۵۸
۱۴	قم	۳۷۲,۵۹۷.۹۴	۰.۵۷
۱۵	زنجان	۳۴۵,۷۵۲.۵۵	۰.۵۳
۱۶	کردستان	۳۴۳,۳۸۶.۸۱	۰.۵۳
۱۷	گیلان	۳۱۹,۵۰۹.۱۹	۰.۴۹
۱۸	قزوین	۳۱۴,۷۴۰.۹۸	۰.۴۸
۱۹	مرکزی	۲۹۲,۰۷۸.۳۳	۰.۴۵
۲۰	تهران	۲۷۸,۲۰۳.۵۶	۰.۴۳



۰.۴۰	۲۶۲,۸۴۳.۲۵	خراسان رضوی	۲۱
۰.۳۶	۲۳۴,۷۱۳.۰۶	لرستان	۲۲
۰.۳۱	۱۹۹,۷۷۴.۹۵	خراسان جنوبی	۲۳
۰.۳۰	۱۹۳,۸۲۵.۸۹	یزد	۲۴
۰.۳۰	۱۹۳,۲۴۲.۴۴	همدان	۲۵
۰.۲۳	۱۵۱,۵۸۵.۳۵	سیستان و بلوچستان	۲۶
۰.۲۳	۱۴۷,۹۲۶.۱۱	مازندران	۲۷
۰.۲۰	۱۲۶,۹۴۲.۲۴	آذربایجان غربی	۲۸
۰.۱۸	۱۱۳,۹۹۵.۳۵	کرمان	۲۹
۰.۱۴	۹۲,۷۴۲.۸۳	فارس	۳۰
۰.۱۲	۷۹,۸۱۹.۲۴	کهگیلویه و بویراحمد	۳۱

منبع: یافته های پژوهش (نرخ دلار به ریال برابر ۶۵۰۰۰۰ در نظر گرفته شده است)

نمودار ۸: زیان بار از دست رفته در بخش صنعت به تفکیک استان های کشور در سال ۱۴۰۲



منبع: یافته های پژوهش



بر اساس نتایج بدست آمده در جدول (۱۲) استان بوشهر و هرمزگان به ترتیب با زیان بار از دست رفته برابر ۲۵.۱۵ و ۱۴.۰۸ دلار بر کیلووات ساعت بیشترین زیان را از قطعی برق متحمل می‌شوند. استان‌های بوشهر، هرمزگان، اصفهان، کرمانشاه، اردبیل، چهارمحال و بختیاری، خراسان شمالی، ایلام هشت استانی هستند که هر ساعت قطعی برق بیشتر از یک دلار زیان بار از دست رفته خواهند داشت. پیشنهاد می‌شود وزارت نیرو در تصمیم‌گیری برای ساعات قطعی برق، وضعیت ارزش افزوده بخش صنعت در استان را مد نظر قرار دهد.

جمع‌بندی

قطعی برق از مسیرهای مختلفی به صنعت آسیب می‌رساند. قطعی برق باعث می‌شود میزان معینی از محصول قابلیت تولید نداشته باشد. از سوی دیگر، باعث افزایش نرخ استهلاک تجهیزات و ماشین‌آلات صنعتی می‌شود. همچنین در بسیاری رشته فعالیت‌های صنعتی بعد از قطعی برق امکان بکارگیری مجدد مواد اولیه وجود ندارد و عملاً قطعی برق مواد اولیه را از بین می‌برد. کاهش امنیت و ضریب حفاظت کارخانجات تولیدی نیز از دیگر خسارت‌های قطعی برق است.

این تحقیق به دلیل محدودیت دسترسی به داده و محرمانگی داده‌های برق منطقه‌ای و ادارات توزیع برق استان و شهرستان تنها برآورد خسارات ناشی از بار ازدست رفته می‌پردازد. نتایج حاکی از آن است که بار از دست رفته به ازای هر کیلووات ساعت حدود ۲۰۱ دلار می‌باشد و بر این اساس با توجه به ناترازی ۱۸۰۰ مگاوات بازار برق استان، حجم خسارت عدم‌النفع وارد شده به بخش صنعت استان اصفهان حدود ۲ میلیارد دلار و از آنجایی که بار از دست رفته به ازای هر کیلووات ساعت برای بخش صنعت کشور بیشتر از ۶۶ سنت می‌باشد، با توجه به ناترازی ۱۸۰۰۰ مگاوات بازار برق کشور خسارت عدم‌النفع وارده به بخش صنعت کشور حدود ۶.۳ میلیارد دلار می‌باشد.



منابع

- ۱- احمدیان، مجید و عباس زاده، نصرت الله. (۱۳۹۲). برآورد ارزش برق عرضه نشده (VoLL) در اثر خاموشی در ایران: رویکرد تولید و فراغت از دست رفته. *سیاست گذاری اقتصادی* ۵(۹)، ۵۷-۸۰.
- ۲- www.bornika.ir
- ۳- fa.wikipedia.org
- ۴- <https://finance.yahoo.com/news>
- ۵- U.S. Department of Energy Report, *The August ۱۴th Blackout in ۲۰۰۳: A Summary Report
- ۶- National Geographic, *The Great Indian Blackout
- ۷- Al Jazeera, *Venezuela's blackout crisis: How it all unfolded
- ۸- Business Day, *Eskom load shedding: what you need to know
- ۹- Reuters, *Lebanon's electricity crisis: 'We have no option but to play God
- ۱۰- www.emissions-euets.com
- ۱۱- <https://www.directenergy.ca/en/learn/understanding-your-bill/kw-vs-kwh-whats-difference>
- ۱۲- www.crcpress.com



پیوست شماره ۱: میزان ناترازی صنعت برق کشور و استان اصفهان در سال ۱۴۰۳ به تفکیک ماه‌های سال

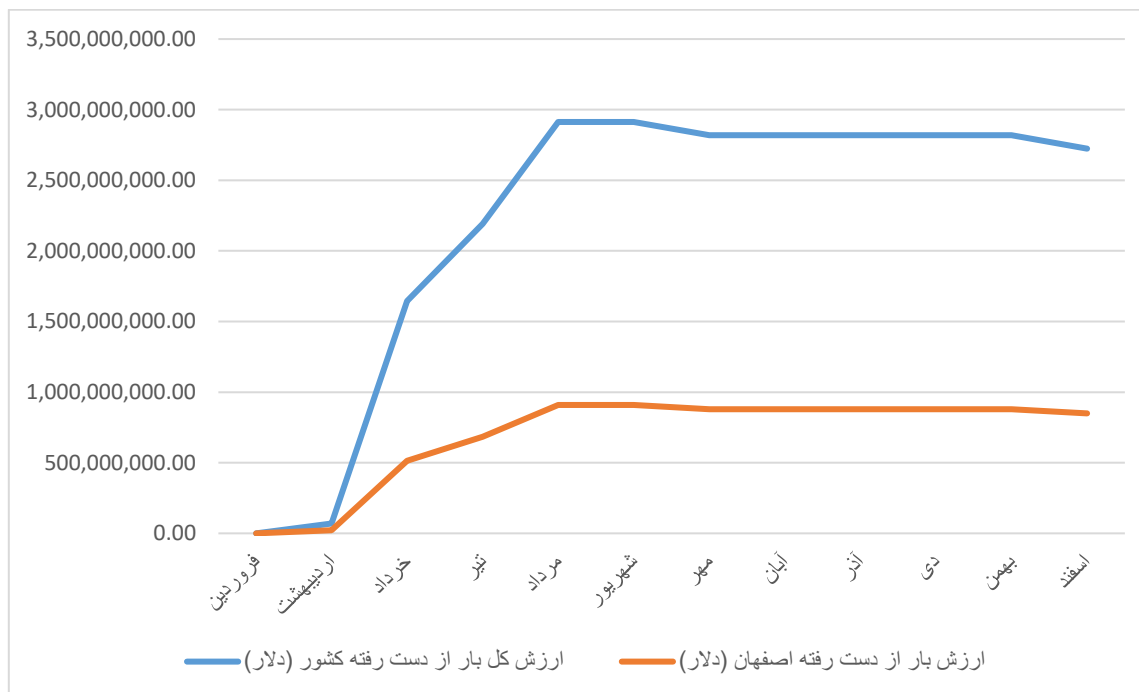
میزان ناترازی صنعت برق کشور و استان اصفهان در سال ۱۴۰۳ به تفکیک ماه‌های سال

ماه	پیک تقاضا (مگاوات (پیک روز))	قدرت تامین شده (مگاوات)	تراز برق (مگاوات)	ارزش واحد بار از دست رفته در کشور (دلار/کیلووات ساعت)	ارزش واحد بار از دست رفته در استان اصفهان (دلار/کیلووات ساعت)	تراز برق (کیلووات ساعت)	ارزش کل بار از دست رفته کشور (دلار)	ارزش بار از دست رفته اصفهان (دلار)
فروردین	۴۵,۳۸۷	۴۶,۷۳۷	۱,۳۵۰	۰.۶۶۹	۲.۰۸۸	۰.۰۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰
اردیبهشت	۵۴,۶۳۹	۵۴,۲۱۳	-۴۲۶			-۱۰۵,۶۴۸,۰۰۰.۰۰۰	۷۰,۶۷۸,۵۱۲.۰۰	۲۲,۰۵۹,۳۰۲.۴۰
خرداد	۷۳,۶۴۴	۶۳,۷۳۳	-۹,۹۱۱			-۲,۴۵۷,۹۲۸,۰۰۰.۰۰۰	۱,۶۴۴,۳۵۳,۸۳۲.۰۰	۵۱۳,۲۱۵,۳۶۶.۴۰
تیر	۷۷,۵۱۴	۶۴,۳۱۲	-۱۳,۲۰۲			-۳,۲۷۴,۰۹۶,۰۰۰.۰۰۰	۲,۱۹۰,۳۷۰,۲۲۴.۰۰	۶۸۳,۶۳۱,۲۴۴.۸۰
مرداد	۷۹,۸۷۲	۶۲,۳۱۵	-۱۷,۵۵۷			-۴,۳۵۴,۱۳۶,۰۰۰.۰۰۰	۲,۹۱۲,۹۱۶,۹۸۴.۰۰	۹۰۹,۱۴۳,۵۹۶.۸۰
شهریور	۷۹,۸۷۲	۶۲,۳۱۵	-۱۷,۵۵۷			-۴,۳۵۴,۱۳۶,۰۰۰.۰۰۰	۲,۹۱۲,۹۱۶,۹۸۴.۰۰	۹۰۹,۱۴۳,۵۹۶.۸۰
مهر	۷۹,۸۷۲	۶۲,۳۱۵	-۱۷,۵۵۷			-۴,۲۱۳,۶۸۰,۰۰۰.۰۰۰	۲,۸۱۸,۹۵۱,۹۲۰.۰۰	۸۷۹,۸۱۶,۳۸۴.۰۰
آبان	۷۹,۸۷۲	۶۲,۳۱۵	-۱۷,۵۵۷			-۴,۲۱۳,۶۸۰,۰۰۰.۰۰۰	۲,۸۱۸,۹۵۱,۹۲۰.۰۰	۸۷۹,۸۱۶,۳۸۴.۰۰
آذر	۷۹,۸۷۲	۶۲,۳۱۵	-۱۷,۵۵۷			-۴,۲۱۳,۶۸۰,۰۰۰.۰۰۰	۲,۸۱۸,۹۵۱,۹۲۰.۰۰	۸۷۹,۸۱۶,۳۸۴.۰۰
دی	۷۹,۸۷۲	۶۲,۳۱۵	-۱۷,۵۵۷			-۴,۲۱۳,۶۸۰,۰۰۰.۰۰۰	۲,۸۱۸,۹۵۱,۹۲۰.۰۰	۸۷۹,۸۱۶,۳۸۴.۰۰
بهمن	۷۹,۸۷۲	۶۲,۳۱۵	-۱۷,۵۵۷			-۴,۲۱۳,۶۸۰,۰۰۰.۰۰۰	۲,۸۱۸,۹۵۱,۹۲۰.۰۰	۸۷۹,۸۱۶,۳۸۴.۰۰
اسفند	۷۹,۸۷۲	۶۲,۳۱۵	-۱۷,۵۵۷			-۴,۰۷۳,۲۲۴,۰۰۰.۰۰۰	۲,۷۲۴,۹۸۶,۸۵۶.۰۰	۸۵۰,۴۸۹,۱۷۱.۲۰
جمع (سال ۱۴۰۳)			-۱۶۲,۶۴۵				۲۶,۵۵۰,۹۸۲,۹۹۲.۰۰	۸,۲۸۶,۷۶۴,۱۹۸.۴۰

منبع: گزارش ماهانه آمار صنعت آب و برق وزارت نیرو محاسبات محققین مرکز پژوهش و بررسی های اقتصادی اتاق بازرگانی اصفهان



نمودار ۱- ارزش کل بار از دست رفته کشور در ماه‌های مختلف سال ۱۴۰۳ (دلار)



منبع: محاسبات محققین مرکز پژوهش و بررسی های اقتصادی اتاق بازرگانی اصفهان

جدول (۱) قسمت پیوست گزارش تحقیقاتی نتیجه محاسبات خسارات قطعی برق در بخش صنعت کشور و استان اصفهان را به تفکیک ماه های مختلف سال ۱۴۰۳ نشان می دهد که در انتها با جمع مقادیر زیان ماهیانه، زیان بخش صنعت کشور و استان اصفهان در سال ۱۴۰۳ برآورد شده است. هماگونه که ملاحظه می شود تنها در فروردین ماه ۱۴۰۳ ناترازی وجود نداشته است و در بقیه ماه های سال بازار برق در کشور و استان اصفهان با ناترازی مواجه بوده است. این ضرر خساراتی را به همراه داشته است که علاوه بر جدول مذکور در قالب نمودار (۱) پیوست گزارش تحقیقاتی به صورت مصور به نمایش کشیده شده است.