

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اقتصاد انرژی

مؤلفان:

سید حسن شمس لاهرودی

ابراهیم شیخی

بهداد آرندیان

انتشارات ارسطو

(چاپ و نشر ایران)

۱۴۰۱

سرشناسه: شمس لاهرودی، سیدحسین، ۱۳۵۷-
عنوان و نام پدیدآور: اقتصاد انرژی / مولفان سیدحسین شمس لاهرودی، ابراهیم
شیخی، بهداد آرندیان.
مشخصات نشر: ارسطو (سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران)، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری: ۲۱۲ص.: نمودار.
شابک: ۸-۸۸۳-۴۳۲-۶۰۰-۹۷۸-۸۵۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی: فیبا
موضوع: انرژی - اقتصاد
شناسه افزوده: شیخی، ابراهیم، ۱۳۶۸ -
شناسه افزوده: آرندیان، بهداد، ۱۳۶۷ -
رده بندی کنگره: RG۶۲۵
رده بندی دیویی: ۶۱۷/۳
شماره کتابشناسی ملی: ۸۷۵۲۹۱۲
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیبا

نام کتاب: اقتصاد انرژی
مولفان: سیدحسین شمس لاهرودی - ابراهیم شیخی - بهداد آرندیان
ناشر: ارسطو (سامانه اطلاع رسانی چاپ و نشر ایران)
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۱
چاپ: مدیران
قیمت: ۸۵۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب رسان:
<https://chaponashr.ir/ketabresan>
شابک: ۸-۸۸۳-۴۳۲-۶۰۰-۹۷۸-۸۵۰۰۰۰
تلفن مرکز پخش: ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www.chaponashr.ir



انتشارات ارسطو



فهرست مطالب

- فصل ۱: اقتصاد برق..... ۱۳
- ۱-۱- مقدمه‌ای بر تقاضای انرژی..... ۱۳
- ۱-۲- تقاضای برق..... ۱۵
- ۱-۳- معرفی و طبقه‌بندی انواع مدل‌های اقتصادسنجی تقاضای برق..... ۱۸
- ۱-۴- مدل تقاضای برق در بخش خانگی..... ۲۲
- ۱-۵- ارائه مدل تقاضای برق در بخش صنعتی..... ۲۴
- ۱-۶- قیمت بهینه برق..... ۲۴
- ۱-۷- معیارهای قیمت‌گذاری..... ۲۸
- ۱-۸- ویژگی‌های قیمت‌گذاری برق..... ۲۹
- ۱-۹- اهداف قیمت‌گذاری در صنعت برق..... ۳۱
- ۱-۱۰- اجزای تشکیل‌دهنده هزینه در صنعت برق..... ۳۲
- ۱-۱۱- روش‌های مختلف قیمت‌گذاری برق و تأمین اهداف..... ۳۳
- ۱-۱۲- قیمت‌گذاری بر اساس هزینه نهایی بلندمدت..... ۳۳
- ۱-۱۳- قیمت‌گذاری بر اساس بهینه دوم..... ۳۷
- ۱-۱۴- کارایی..... ۳۷
- ۱-۱۵- مبانی نظری انحصار طبیعی..... ۳۸
- ۱-۱۶- حداکثرسازی سود در شرایط انحصار..... ۴۰
- ۱-۱۷- بررسی انواع بازارها..... ۴۰
- ۱-۱۸- بازار لحظه‌ای..... ۴۱
- ۱-۱۹- بازارهای آزاد انرژی الکتریکی..... ۴۲
- ۱-۲۰- مبادله دوجانبه..... ۴۳

۴۵	۱-۲۱- حوضچه برق.....
۴۶	۱-۲۲- مقایسه حوضچه با مبادله دوجانبه.....
۴۸	منابع.....
۵۰	فصل ۲: انرژی و اقتصاد پایدار.....
۵۰	۲-۱- تشریح اقتصاد زیست‌بوم و پایدار.....
۵۴	۲-۲- عملیاتی کردن مبانی اقتصادی پایدار.....
۵۶	۲-۳- حسابداری اقتصاد سبز کلان.....
۵۹	۲-۴- یک سیاست پولی پایدار و "استاندارد طلایی" قرن بیست و یکم.....
۶۰	۲-۵- بررسی مجدد سیاست تجاری.....
۶۵	منابع.....
۶۹	فصل ۳: اقتصاد نفت.....
۶۹	۳-۱- مقدمه.....
۷۰	۲-۳- تعاریفی چند از نفت خام.....
۷۱	۳-۳- تاریخچه نفت.....
۷۱	۴-۳- منشأ تشکیل نفت.....
۷۲	۵-۳- اکتشاف نفت.....
۷۳	۶-۳- پالایش.....
۷۳	۷-۳- انواع نفت خام و نفت خام ایران.....
۷۵	۸-۳- مطالعات خارجی اقتصاد نفت.....
۷۷	۹-۳- مطالعات داخلی اقتصاد نفت.....
۷۹	۱۰-۳- روند تاریخی قراردادهای نفتی در ایران.....
۷۹	۱۱-۳- نقش نفت در اقتصاد ایران.....
۸۱	منابع.....

فصل ۴: بازارهای انرژی منابع فسیلی ۸۳

۴-۱- مقدمه ۸۳

۴-۲- انواع نفت خام ۸۵

۴-۳- بررسی قیمت نفت ۸۶

۴-۴- نفت خام ایران ۸۷

۴-۵- نوسان صادرات نفت ایران در سال ۲۰۱۸ ۸۸

۴-۶- صادرات تجهیزات نفتی به روسیه ۸۸

۴-۷- بریتیش پترولیوم ۸۹

۴-۸- آگزون موبیل ۸۹

۴-۹- توتال ۹۰

۴-۱۰- هالیبرتون و شلمبرگر ۹۱

۴-۱۱- قیمت واقعی نفت ۹۱

۴-۱۲- قیمت نفت در سال ۲۰۲۰ و عوامل افزایش قیمت نفت ۹۱

۴-۱۳- کشورهای دارای ذخایر انرژی ۹۲

۴-۱۴- پیامدهای افزایش قیمت نفت ۹۲

منابع ۹۵

فصل ۵: طراحی یک اقتصاد انرژی پایدار ۹۷

۵-۱- مقدمه ۹۷

۵-۲- پیامدهای اقتصاد پایدار بر سیاست انرژی ۱۰۱

۵-۳- ایجاد سیاست سرمایه‌گذاری انرژی پاک ۱۰۵

۵-۴- اجرا اصلاح مالیاتی زیست‌محیطی ۱۰۹

۵-۵- طراحی سیاست پایدار انرژی ۱۱۳

۵-۶- سیستم‌های مرکز‌گرای انرژی تجدیدپذیر ۱۱۶

۱۲۲	۵-۷- تمرکززدایی از ساختار انرژی.....
۱۲۹	۵-۸- تقویت بازدهی انرژی.....
۱۳۷	۵-۹- نتیجه‌گیری.....
۱۴۰	منابع.....
۱۴۶	فصل ۶: اقتصاد منابع تجدیدپذیر.....
۱۴۶	۶-۱- مقدمه.....
۱۴۷	۶-۲- اهمیت اقتصادی منابع تجدیدپذیر.....
۱۴۸	۶-۳- انواع انرژی تجدیدناپذیر.....
۱۴۸	۶-۳-۱- سوخت‌های هسته‌ای.....
۱۴۸	۶-۳-۲- انرژی بادی.....
۱۴۹	۶-۳-۳- انرژی آبی.....
۱۴۹	۶-۳-۴- انرژی خورشیدی.....
۱۴۹	۶-۳-۵- انرژی زمین‌گرمایی.....
۱۴۹	۶-۳-۶- انرژی زیست‌توده.....
۱۵۰	۶-۴- اقتصاد انرژی‌های تجدیدپذیر.....
۱۵۱	۶-۵- هزینه خصوصی.....
۱۵۱	۶-۶- هزینه زیست‌محیطی.....
۱۵۱	۶-۷- هزینه اجتماعی.....
۱۵۱	۶-۸- تاریخچه انرژی‌های تجدیدپذیر.....
۱۵۲	۶-۹- مطالعات انجام گرفته در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر.....
۱۶۰	۶-۱۰- ضرورت ارزیابی اقتصادی طرح‌های تجدیدپذیر.....
۱۶۱	۶-۱۱- مراحل ارزیابی اقتصادی طرح‌های سرمایه‌گذاری.....
۱۶۱	۶-۱۲- روش‌های ارزیابی اقتصادی.....

- ۱۶۱-۱-۱۲-۶- معیارهای غیر تنزیلی.....
- ۱۶۲-۲-۱۲-۶- روش تنزیل اجتماعی.....
- ۱۶۳-۱۳-۶- تحلیل حساسیت.....
- ۱۶۳-۱۴-۶- استهلاك.....
- ۱۶۴-۱۵-۶- تاریخچه تحلیل هزینه- فایده.....
- ۱۶۴-۱۶-۶- مفهوم تحلیل هزینه- فایده.....
- ۱۶۸-۱۷-۶- محدودیت‌های به‌کارگیری تحلیل هزینه_ فایده در کشورهای در حال توسعه.....
- ۱۶۹-۱۸-۶- طبقه‌بندی انواع هزینه و فایده.....
- ۱۷۱-۱۹-۶- انرژی‌های نو و اقتصاد.....
- ۱۷۲-۲۰-۶- پارامترهای عمده در مطالعات اقتصادی انرژی‌های تجدیدپذیر.....
- ۱۷۲-۱-۲۰-۶- عمر مفید.....
- ۱۷۳-۲-۲۰-۶- محدودیت سرمایه (نرخ تنزیل).....
- ۱۷۳-۳-۲۰-۶- سال مبنا و دوره بررسی.....
- ۱۷۴-۴-۲۰-۶- نرخ تورم.....
- ۱۷۴-۵-۲۰-۶- هزینه سوخت.....
- ۱۷۴-۶-۲۰-۶- هزینه‌های اجتماعی آلودگی.....
- ۱۷۵.....منابع.....
- فصل ۷: امنیت انرژی در یک جهان پایدار..... ۱۷۹**
- ۱۷۹-۱-۷- مقدمه.....
- ۱۸۳-۲-۷- ارائه پایداری.....
- ۱۸۴-۳-۷- معکوس کردن اکتشاف انرژی افراطی و نامتعارف.....
- ۱۸۵-۴-۷- تغییر مقیاس‌گذار انرژی.....
- ۱۸۹-۵-۷- افزایش بخش تأمین.....

- ۷-۶- دسترسی به انرژی..... ۱۸۹
- ۷-۷- در دسترس بودن منابع..... ۱۹۳
- ۷-۸- ارائه انرژی مقرون به صرفه برای جوامع پایدار..... ۱۹۵
- ۷-۹- چشم انداز رفع هزینه‌های انرژی فسیلی و هزینه‌های سرمایه‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر
..... ۱۹۶
- ۷-۱۰- کنار کشیدن از یک بازار جهانی آشفته..... ۲۰۰
- ۷-۱۱- بازبینی قیمت‌گذاری انرژی..... ۲۰۴
- ۷-۱۲- نتیجه‌گیری..... ۲۰۶
- منابع..... ۲۰۸

پیشگفتار

امروزه تأثیر انرژی بر توسعه اقتصادی کشورها موجب گردیده تا انرژی در مرکز اصلی مطالعات بسیاری از مراکز دانشگاهی و علمی دنیا قرار گیرد. انرژی کمیته بنیادین است که برای توصیف وضعیت یک ذره، شیء، یا سامانه به آن نسبت داده می‌شود و از آن به عنوان یکی از عوامل اصلی تولید نام برده می‌شود که در کنار سایر عوامل همانند مواد اولیه، نیروی انسانی و سرمایه (تاسیسات، ماشین الات و تجهیزات) قرار دارد. تا به امروز گونه‌های متفاوتی از انرژی شناخته شده که با توجه به نحوه آزادسازی و تأثیرگذاری به دسته‌های متفاوتی همچون انرژی های با منابع تجدید پذیر و تجدید ناپذیر طبقه بندی شده اند. هر چند اصل بقای انرژی در سال ۱۸۵۰ پایه توسط گالیله و نیوتن به جامعه علمی جهان معرفی گردید، اما هیچگاه تا قرن حاضر استفاده از انواع مختلف انرژی به عنوان یک اهرم حیاتی در توسعه جوامع بشری پرکاربرد نبوده است. بر همین اساس با توجه به اهمیت این مقوله، بخش خاصی در حوزه اقتصاد، به نام اقتصاد انرژی معرفی گردیده که به بررسی کاربرد مسایل اقتصادی انرژی می پردازد. اقتصاد انرژی، از جمله مباحث علمی گسترده در زمینه تقاضا و عرضه انرژی است که با افزایش مصرف آن در دنیا، مباحث مالی مربوط به آن هر روز از اهمیت بیشتری برخوردار می شود، به گونه ای که روش های قیمت گذاری انرژی، شناخت انواع مختلف انرژی و اقتصاد حاکم بر آن ها، سبب گسترش و یا عدم گسترش آن انرژی خواهد بود. در این کتاب نیز با توجه به اهمیت ماهیت انرژی، با استفاده از آخرین نوشتارهای علمی مباحث انرژی های با منابع فسیلی، اقتصاد برق، و اقتصاد نفت تشریح گردیده و در ادامه به معرفی اقتصاد پایدار در حوزه سیاست انرژی، طراحی اقتصاد انرژی پایدار و پاک، اقتصاد منابع تجدیدپذیر، امنیت انرژی در یک جهان پایدار و چشم اندازی بر منابع انرژی فسیلی در آینده پرداخته شده است تا مطالعه کنندگان بتوانند با مباحث عمومی و نوین اقتصاد انرژی آشنا گردند. نوشتار کتاب به گونه ای طراحی گردیده تا ضمن فراهم آوری مطالب عمومی در حوزه اقتصاد انرژی، قابلیت استفاده برای دانشجویان گرامی رشته اقتصاد انرژی، مدیریت و مهندسی را داشته باشد. هرچند مولفان تلاش نموده اند تا این کتاب مطالب مفیدی را در حوزه اقتصاد انرژی ارائه نماید، لیکن هیچ نوشته ای عاری از خطا و کمبود نخواهد بود. بر همین اساس باعث خوشحالی و افتخار نویسندگان خواهد بود که اساتید و خبرگان این حوزه نظرات و پیشنهادات خود را در جهت بهبود رویکردهای این کتاب برای چاپ های آتی به مولفان منتقل نمایند. پست الکترونیک shams.lahroodi@gmail.com و b.arandian@yahoo.com راه ارتباطی فرهیختگان با مولفان کتاب خواهد بود. امید است تلاش صورت پذیرفته در محتوای ارائه شده، نظر خوانندگان گرامی را در این زمینه کسب نماید. در پایان از کلیه عزیزانی که ما را در فراهم آوری و چاپ این کتاب همراهی نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

اقتصاد برق

۱-۱- مقدمه‌ای بر تقاضای انرژی

تقاضای انرژی یکی از مباحث عمده در اقتصاد انرژی محسوب می‌شود. اهمیت مسائل انرژی، بخصوص در بعد تقاضا، علاقه‌مندان را بر آن داشته است که به بررسی کمی و کیفی تقاضای انرژی، چه بر حسب انواع حامل‌های انرژی و چه بر حسب انواع مصرف‌کنندگان آن بپردازند. به عبارت دیگر اهمیت و ضرورت مطالعه تقاضای انرژی، محققین و پژوهشگران را بر آن داشته است که با استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های گوناگون آماری، اقتصادسنجی و غیره به بررسی و شناخت رفتار مصرف‌کنندگان انرژی بپردازند. در این خصوص استفاده از روش‌های اقتصادسنجی در بین محققین اقتصاد انرژی بسیار متداول و معمول است. در شروع کار بر اساس تئوری اقتصادی تقاضا، رابطه تبعی میان تقاضای انرژی و متغیرهای مستقل تشکیل داده می‌شود و سپس با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی رابطه کمی بین متغیر وابسته (تقاضای انرژی) و متغیرهای توضیحی عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی، از طریق برآورد تابع تقاضای مزبور تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر در این روش بر اساس تئوری اقتصادی یک مدل اقتصادسنجی تقاضای انرژی که گویای رابطه علت و معلولی بین تقاضای انرژی و سایر متغیرهای اقتصادی است. با استفاده از ابزار ریاضی فرموله می‌گردد و در فرایند مطالعات اقتصادسنجی تقاضای انرژی بکار گرفته می‌شود. در این بین علاوه بر مشکلاتی که قبلاً ذکر شد پیچیدگی تابع تقاضا و غیرخطی شدن بسیاری از پارامترها و در نتیجه غیرممکن شدن برآورد آماری آنها، یکی از مشکلاتی که روش‌های اقتصادسنجی را تهدید می‌نماید تصریح معادلات تقاضای انرژی مناسب است. به بیانی دیگر مدل‌های اقتصادسنجی معمولاً از خطای توصیف (شکل تبعی غلط، حذف متغیرهای مهم و ورود یک متغیر اضافه و خطای اندازه‌گیری متغیرها رنج می‌برند و این مشکلات به‌عنوان یک محدودیت اساسی

در مورد استفاده از این مدل‌ها مطرح است. به‌هرحال ذکر این نکته حائز اهمیت است که تئوری اقتصادی، شکل تبعی صحیح معادله تقاضا را مشخص نمی‌کند و فقط شکل تبعی، به‌طور تجربی به دست می‌آید. اما باید بیان کرد که هدف محققین، همواره بررسی این تقاضا به‌صورت بخشی، بخصوص در دو بخش مصرف‌کننده اصلی یعنی بخش‌های خانگی و صنعت و آن هم برای هر حامل انرژی به‌طور مجزا، بوده است و بر همین اساس ما هم توجه خود را بر بررسی تقاضای انرژی در این دو بخش اصلی معطوف می‌سازیم. به‌طور کلی دو بخش خانگی و صنعت همواره از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی بوده‌اند، از جمله در کشور خودمان که بیشترین سهم مصرف انرژی مربوط به این دو بخش است، لذا به‌طور مختصر بحثی مقدماتی پیرامون تقاضای انرژی در دو بخش یاد شده، ارائه می‌دهیم. - بخش خانگی: انرژی در بخش خانگی به‌عنوان یک کالای نهایی محسوب می‌گردد، بنابراین تقاضا برای انرژی در این بخش یک تقاضای نهایی است. رفتار مصرف‌کنندگان انرژی در بخش خانگی از این نقطه‌نظر مورد بررسی قرار می‌گیرد که در آن هر مصرف‌کننده، خواهان ماکزیمم کردن مطلوبیتش نسبت به محدودیت بودجه‌اش است. این مطلوبیت تابعی از کالاها و خدماتی است که مصرف می‌کنند. در واقع معادله تقاضای مصرف‌کنندگان برای یک کالا از جمله انرژی از تحلیل حداکثر نمودن تابع مطلوبیت مشتق می‌گردد، به‌عبارت‌دیگر فرمول‌بندی مدل تقاضای خانگی، بر مبنای تئوری رفتار مصرف‌کننده در اقتصاد است. در این معادله، تقاضا برای انرژی به‌صورت تابعی از قیمت انرژی، قیمت انرژی‌ها و یا عوامل جانشین و رقیب، در آمد، حجم و تعداد وسایل مصرف‌کننده انرژی، درجه حرارت و عوامل شکل‌دهنده ترجیحات مصرف‌کنندگان تعریف می‌گردد. حال این تابع تقاضا را می‌توان با استفاده از تکنیک‌های متداول اقتصادسنجی، برآورد و آزمون نمود. از یافته‌های این برآورد، تخمین کشش‌های قیمتی (خودی و متقاطع) و در آمدی تقاضای انرژی است که می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های تقاضای انرژی خانگی، مفید و مؤثر واقع گردد. - بخش صنعتی در بخش صنعت، تقاضای بنگاه‌ها برای انرژی به‌عنوان یک نهاده، از تقاضا برای محصول بنگاه مشتق می‌گردد. به‌طوری که این تقاضا به سطح محصول بنگاه بستگی دارد. در واقع بنگاه تولیدی، انرژی به‌عنوان یک نهاده جهت تولید کالا و خدمات بکار می‌گیرد. بخش صنعتی برای انرژی یک تقاضای واسطه‌ایست. تولیدات صنعتی، خصوصیات و کیفیت این تولیدات، بازدهی تجهیزات مصرف‌کننده انرژی، رشد اقتصادی، سهم صنعت در تولید ناخالص داخلی، تغییرات ساختاری و تکنولوژیکی بخش صنعت، بازده و تکنولوژی تولید، روند قیمت عوامل تولید و روند قیمت هر یک از حامل‌های انرژی، عمده‌ترین مواردی عمده‌ترین بر تقاضای هر یک از حامل‌های انرژی در بخش صنعت تأثیر می‌گذارند. قابلیت جایگزینی عوامل سرمایه، کار و انرژی نیز

عوامل مهمی در تقاضای انرژی این بخش محسوب می‌شوند. همان‌طور که دیدیم نقطه شروع در رفتار مصرف‌کنندگان خانگی انرژی، تئوری رجحان مصرف‌کنندگان و استفاده از تابع مطلوبیت بود، در مورد بخش صنعتی، نقطه شروع از تابع تولید بنگاه صنعتی است. با استفاده از تابع تولید بنگاه می‌توان تابع هزینه بنگاه را به دست آورد و با مینیمم کردن این تابع، توابع تقاضا برای نهاده‌های تولیدی از جمله انرژی را به دست آورد.

۱-۲- تقاضای برق

پیش‌بینی تقاضای برق بعد از جنگ جهانی دوم و تا دهه ۱۹۷۰ به شکل ساده‌ای صورت می‌گرفت. این امر، هم برای بسیاری از کشورهای اروپایی و هم برای آمریکا صادق بود، مثلاً در آمریکا رشد سالانه برق در حدود هفت درصد در نظر گرفته می‌شد و بدین ترتیب، هر ده سال مصرف برق دوبرابر می‌شد. اما تغییرات شدیدی در قیمت‌های انرژی در دهه ۱۹۷۰ همراه با کند شدن نرخ رشد اقتصاد کشورهای صنعتی، روی داد و باعث شد که این پیش‌بینی‌ها، قوت خود را از دست بدهند. بدین‌جهت روش‌های دقیق‌تری برای پیش‌بینی و تحلیل‌های تقاضای برق مطرح گردید. دلایل و انگیزه‌های متعددی در زمینه اهمیت تحلیل‌ها و پیش‌بینی تقاضای برق در عمل وجود دارد. از جمله این دلایل عبارت‌اند:

- ۱- مهم‌ترین انگیزه در این زمینه، زمان موردنیاز برای طراحی، ساخت و بهره‌برداری از طرح‌های جدید تولیدی است که غالباً از سه تا ده سال طول می‌کشد، بنابراین باید قبلاً ظرفیت‌های موردنیاز را برای آینده تعیین کرد و برنامه‌ریزی‌های لازم را برای ساخت به انجام رساند و تقاضای برق را مورد تحلیل قرارداد.
- ۲- انگیزه مهم دیگر برای شناخت تقاضای برق این است که در ساخت یک نیروگاه جدید فرایندهای سیاسی، اجتماعی و اقتصادی آن، غالباً از طریق چانه‌زنی صورت می‌گردد. مسائلی همچون امنیت، اثرات زیست‌محیطی و تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی در این زمینه در خور توجه است. اگرچه این مسائل، از اهمیت خاصی برخوردار است، اما مباحث مربوط به تقاضای برق و پیش‌بینی آن می‌تواند جنبه‌های شعاری این نزاع را کاهش داده و با توجه به عوامل مؤثر بر تقاضای برق و واقعیت‌های آن از جمله قیمت، اقدام به احداث نیروگاه کرد.
- ۳- چون ایجاد ظرفیت‌های تولیدی برق هزینه بر است، از این‌جهت، کمتر یا بیشتر از حد ساختن آن مشکل‌ساز است. از این‌رو، روش‌های پیش‌بینی تقاضای برق، ایجاب می‌نماید که

تکنیک‌های دقیق‌تری به کار گرفته شود تا در برنامه‌ریزی برای تولید برق مورد استفاده قرار گیرد.

۴- تحلیل‌های تقاضای برق می‌تواند از نظر ملاحظات قیمت‌گذاری نیز مهم باشد، بدین معنی که برای قیمت‌گذاری به شیوه‌های نظری، کمیت‌هایی از تقاضا مثل کشش‌های تقاضای برق مورد نیاز است.

بنابراین توسعه و شناخت روش‌های جدید و مدل‌های تقاضای برق که اقتصاددانان برای تخمین و پیش‌بینی مورد استفاده قرار می‌دهند، درخور اهمیت است. مشخصه مهم تقاضای برق وجود تجهیزات برقی است. خدمات آن مورد نیاز ما است و این تجهیزات دارای عمر طولانی و نسبتاً بادوام هستند. برخی از لوازم برقی تا بیست سال و یک یخچال ساده تا ده سال عمر مفید دارد. این در حالی است که در طول عمر چنین دارایی‌هایی، میزان برق مصرفی برحسب هر ساعت بهره‌برداری از آن ثابت است و به‌وسیله طراحی مهندسی و رویه‌های به‌کارگیری آن تجهیزات، تعیین می‌شود.

مصرف برق را در بسیاری از تجهیزات، تنها در صورتی می‌توان تغییر داد که الگوی بکارگیری از تجهیزات تغییر یابد، یا اینکه تجهیزات دیگری با مشخصه‌های مصرفی دیگر، جایگزین گردد. به‌عنوان مثال، اگر قیمت برق افزایش یابد ممکن است مصرف‌کنندگان نیازهای مربوط به تهویه هوای خود را کم کرده، درجه حرارت بالاتر را تحمل کنند، یا آنکه دستگاه تهویه مطبوع قدیمی خود را مستهلک کرده، آن را با یک دستگاه دیگر که میزان کارایی انرژی بالاتری دارد، جایگزین نمایند. از طرف دیگر مصرف‌کنندگان در واکنش به قیمت‌های کمتر برق، ممکن است درجه حرارت فریزر و یخچال خود را کاهش داده، یخچال‌های قدیمی خود را در انبار برای مقاصد خنک‌سازی سایر اقلام غذایی قرار دهند. در هر دو مثال، تغییر نیازمندی‌های حرارتی، به‌کارگیری فرایند خنک‌سازی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، درحالی‌که تصمیم‌گیری در این زمینه که آیا تجهیزات مربوط مستهلک گردد یا خیر، چگونگی استفاده از برق را با موجودی تجهیزات باقی‌مانده تحت تأثیر قرار می‌دهد. این دو واقعیت، دلالت بر آن دارد که حرکات در طول منحنی تقاضا و یا جابه‌جایی منحنی تقاضای برق می‌تواند در کوتاه‌مدت، هنگامی که تقاضا به موجودی تجهیزات گره‌خورده است، نسبت به بلندمدت، هنگامی که موجودی تجهیزات قابل تغییر است، به میزان قابل توجهی متفاوت باشد؛ بنابراین معقول است انتظار داشته باشیم که کشش‌های خودی قیمت کوتاه‌مدت از کشش‌های قیمتی بلندمدت تقاضای برق، کوچک‌تر باشد. واقعیت مهم دیگری که در رابطه با مدل‌سازی تقاضای برق وجود دارد این است که

عمدتاً جداول قیمتی برق که به مصرف‌کنندگان ارائه می‌شود، غالباً شامل تعرفه‌های پله‌ای است که به ازاء میزان مصرف، طبقه‌بندی شده است و شامل تغییرات فصلی نیز است. همچنین این تعرفه‌ها دربرگیرنده تقاضای زمان اوج بار پیک مصرف است که از مصرف‌کنندگان، نرخ‌های بالاتری اخذ می‌گردد. علاوه بر این، تعرفه‌های مربوط به مصرف مشتریان بزرگ (صنایع)، نه تنها بر مبنای کیلووات‌ساعت برق مصرفی (بهای انرژی)، بلکه بر مبنای کیلووات اوج مصرف آنها (بهای دیماندا) اخذ می‌شود. این امر بخصوص هنگامی متداول است که تقاضای اوج مشتری به تقاضای اوج کل سیستم برای تأسیسات برقی منطبق نباشد. با توجه به موارد یاد شده از نظر تئوری اقتصادی، قیمت مناسبی که در تحلیل‌های تقاضای تجربی برق باید بکار گرفته شود، قیمت نهایی است که با تعرفه‌های چند قسمتی، پیک‌بار و غیره نیز مواجه هستیم. در عمل آنچه مورد استفاده واقع شده، این است که در برخی مطالعات، به جای قیمت نهایی، قیمت متناظر با مقدار کیلووات‌ساعت متوسط مصرف شده از طرف مشتریان را در نظر می‌گیرند و در برخی مطالعات دیگر از این کار چشم‌پوشی شده، مسئله را با تقسیم کل مبلغ بهای برق بر تعداد کیلووات‌ساعت مصرف شده، به عنوان یک قیمت متوسط به دست می‌آورند. در مطالعات تجربی و تحلیل تقاضای برق، تعداد معدودی در زمینه تقاضای برق در بخش‌های صنعتی یا تجاری با مسئله اوج مصرف و یا بهای دیماندا و غیره برخورد کرده‌اند، ولی در بیشتر مطالعات به جای قیمت نهایی از قیمت متناظر و یا قیمت متوسط به شکل درآمد حاصل از مشتریان تقسیم بر کل کیلووات‌ساعت مصرفی استفاده کرده‌اند. نکته آخر در رابطه با تقاضای برق آن است که تقاضای برق مورد پیش‌بینی از جانب اقتصاددانان و دست‌اندرکاران اجرایی با شیوه‌های کاملاً متفاوتی مورد تحلیل قرار گرفته است. مطالعات اقتصادسنجی اولیه در رابطه با تقاضای برق مثلاً مطالعه هو تاگر (۱۹۵۱) نشان داده است که تمایز قائل شدن بین واکنش‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت به خصوص واکنش‌های مربوط به قیمت بسیار اهمیت دارد. اما مجریان صنعتی، نوعاً معتقدند که واکنش‌های تقاضای برق حتی در بلندمدت ناچیز است و به جای آن، اغلب پیش‌بینی‌هایی را با استفاده از تکنیک‌های برون‌یابی با روندها صورت داده‌اند، یا اگر خواسته می‌شد که رابطه‌ای محلی را بررسی نمایند، حداکثر، رشد تقاضای برق را به رشد پیش‌بینی شده در تولید ناخالص داخلی (GDP) مرتبط می‌نمودند. هرچند این تکنیک‌ها تا دهه ۱۹۷۰ تا حدودی کاربرد داشته، اما مقایسه رشد واقعی با رشد پیش‌بینی شده، طی سال‌های گذشته نشان داده است که رشد واقعی به مراتب از رشد پیش‌بینی شده کمتر بوده است و این نشان می‌دهد که پیش‌بینی‌کنندگان همگام با محیط در حال تغییر خود، تحول پیدا نکرده‌اند و اما قبل از پرداختن به

بررسی تقاضای برق در بخش‌های خانگی و صنعت، به معرفی و طبقه‌بندی انواع مدل‌های اقتصادسنجی تقاضای برق می‌پردازیم.

۳-۱- معرفی و طبقه‌بندی انواع مدل‌های اقتصادسنجی تقاضای برق

به‌طور کلی در مطالعات نظری و تجربی، مدل‌های مختلفی برای تجزیه و تحلیل تقاضای برق مطرح و مورد استفاده قرار گرفته است. این مدل‌ها را می‌توان به دو گروه عمده دسته‌بندی کرد:

- ۱- مدل‌هایی که تغییر موجودی تجهیزات و لوازم برقی به‌عنوان متغیری صریح و مستقیم در تقاضای برق وارد کرده‌اند.
- ۲- مدل‌هایی که موجودی تجهیزات و لوازم برقی را به‌طور غیرمستقیم در تقاضای برق وارد کرده‌اند.

مدل‌هایی که موجودی تجهیزات را به‌صورت متغیری صریح وارد می‌کنند

پیش‌ازاین بیان شد که در کوتاه‌مدت، تغییرات در تقاضای برق، به تغییرات در نرخ بهره‌برداری از موجودی ثابت تجهیزات و لوازم برقی محدود می‌شود. اما در بلندمدت که میزان و موجودی تجهیزات را می‌توان تغییر داد، امکانات بیشتری برای تغییر دادن مصرف برق وجود دارد. این به معنی یک مدل دوقسمتی است که در آن یک ساختار دو معادله‌ای وجود دارد که در آن یک مرحله مدل به‌کارگیری تقاضای کوتاه‌مدت برق مشروط به موجودی تجهیزات است و در مرحله دوم، مدل بلندمدت متأثر از موجودی تجهیزات و تغییر آن است. اکنون به‌مرور مدل اول می‌پردازیم. یکی از مدل‌های اولیه تقاضای کوتاه‌مدت برق منسوب به فرانکلین فیشر و کارل کیسن (۱۹۶۲) است. فیشر و کیسن که اساس مطالعات خود را بر روی بخش خانگی تمرکز داده‌اند، مجموعه تجهیزات مصرف‌کننده برق را کالای سفید نامیدند و توجه نمودند که تقاضای خانوار برای مصرف برق از تقاضا برای خدمات کالاهای مختلف سفید مشتق می‌شود. در کوتاه‌مدت موجودی این کالاها ثابت است. از آنجاکه از نظر ظرفیت استفاده برق (کیلووات‌ساعت) بین تجهیزات تفاوت وجود دارد. فیشر و کیسن پیشنهاد کردند که اثرات کل موجودی تجهیزات مصرف برق را بر حسب تعداد کیلووات‌ساعت مصرفی که در صورت به‌کارگیری تجهیزات در ساعات عادی مصرف، استفاده می‌شود، اندازه‌گیری کنند. این کار را با به‌دست‌آوردن اطلاعات مهندسی در رابطه با کیلووات‌های مصرفی در هر ساعت استفاده عادی برای هر نوع وسیله و سپس جمع زدن روی کلیه لوازم خانگی صورت گرفت. کل لوازم برای i مین ایالت در زمان t را با W_{it}

نشان می‌دهیم که بر حسب واحد کیلووات-ساعت اندازه‌گیری می‌شود. مصرف واقعی برق (q_{it}) به نرخ بهره‌برداری از موجودی تجهیزات مختلف، بستگی دارد که آن را U_{it} می‌نامیم که خود فرض می‌شود، به درآمد کل حقیقی (y_{it}) و قیمت حقیقی برق (P_{it}) بستگی دارد؛ لذا داریم:

$$q_{it} = U_{it} \cdot W_{it} = U_{it}(y_{it}, P_{it}) \cdot W_{it} \quad (۱)$$

فیشر و کیسن شکل تابعی برای این رابطه را به صورت زیر تصریح کردند:

$$q_{it} = P_{it}^{\alpha_i} \times y_{it}^{\beta_i} \times W_{it} \quad (۲)$$

که با تبدیل لگاریتمی به شکل زیر در می‌آید:

$$\ln q_{it} = \alpha_i \ln P_{it} + \beta_i \ln y_{it} + \ln W_{it} \quad (۳)$$

برای برازش تجربی این مدل، فیشر و کیسن تلاش زیادی را صرف جمع‌آوری داده‌های لازم در آمریکا، روی موجودی هفت کالای سفید انجام دادند که بر حسب ایالات مجزا، جمع‌آوری شده بود و مربوط به دوره زمانی ۵۷-۱۹۴۴ می‌شد. فیشر و کیسن دریافتند که این هفت کالا، به طور کافی کل مصرف برق خانگی را توضیح نمی‌دهد و نیز این که برآورد موجودی سایر کالاهای سفید غیرممکن است. آنها نتیجه گرفتند که برآورد بر حسب ایالات، از قابلیت اعتماد خوبی برخوردار نیست. در نتیجه فرض کردند که موجودی کالاهای سفید در، امین ایالت با نرخ ثابتی معادل ۷ درصد در سال رشد می‌کند یعنی:

$$\frac{W_{it}}{W_{it-1}} = \exp(\gamma_1) \quad (۴)$$

$$\ln W_{it} - \ln W_{it-1} = \gamma_1 \quad (۵)$$

سپس به معادله ۳ یک دوره تأخیر زمانی داده شد و این معادله از معادله ۴ کسر گردید. آنگاه از معادله ۵ در آن جایگزین شد که بدین ترتیب، معادله تفاضلی مرتبه اول زیر حاصل گردید:

(۶)

$$\ln q_{it} - \ln q_{it-1} = \gamma_{it} \cdot \alpha_i (\ln P_{it} - \ln P_{it-1} - 1) + \beta_i (\ln y_{it} - \ln y_{it-1})$$

سپس یک جمله اخلاص تصادفی به معادله ۶ اضافه گردید تا اثرات عناصر تصادفی و متغیرهای حذف شده از مدل را منعکس نماید. فرض شده است که این جمله اخلاص تصادفی، به طور مستقل و با قانون توزیع نرمال توزیع شده است. فیشر و کیسن پارامترهای α_i ، β_i و γ_{it} در معادله ۶ را برای هر یک از ایالتها برای سالهای ۵۷-۱۹۴۶ و با روش OLS برآورد کردند. نکته قابل توجه در این کار تحقیقاتی این است که برآوردهای متناظر با برآوردهای کششهای قیمتی و درآمدی کوتاهمدت تقاضا برای برق، مشروط به موجودی کالاهای سفید جاری میباشد. فیشر و کیسن دریافتند که برآوردهای کشش قیمتی برای بیشتر ایالات نزدیک صفر بوده است درحالی که ایالاتی که اقتصادشان جوانتر و کمتر توسعه یافته بوده است، برآورد کششهای قیمتی کوتاهمدت بیشتری داشته، هر چند که برای آنها نیز قدر مطلق رقم کشش فوق از یک کوچکتر بوده است. در رابطه با مدل بلندمدت، نیز تلاش نمودند در آن تغییرات موجودی هفت کالای سفید را توضیح دهند، فیشر و کیسن از مدلی که مدل اشباع نام دارد استفاده کردند. متغیر وابسته به صورت $\ln W_{it} - \ln W_{it-1}$ بوده و متغیرهای توضیحی شامل تفاضل اول لگاریتمهای متغیرهایی از قبیل جمعیت، تعداد خانوارهای مشترک برق، قیمتهای حقیقی خرید لوازم برقی، در آمد انتظاری، سطح در آمد سرانه جاری، قیمت انتظاری برق و گاز و نیز تعداد ازدواج ها میباشد. البته نتایج کار فیشر و کیسن تا حدی بر خلاف نظریه و انتظار بود. آنها بارها گوشزد کرده اند که وضع داده های آنها بسیار نامناسب بوده است. آنها شواهدی مبنی بر وجود کشش قیمتی تقاضا نسبت به قیمت حقیقی لوازم برقی را مشاهده کردند که آنها از نظر آماری معنی دار نبود، همچنین متغیر قیمت انتظاری برق، نوعاً عملکرد ضعیف و اغلب علامت مثبت (به غلط داشته است و باعث بدتر شدن نتایج، برای سایر برآوردهای پارامترها شده است. در نهایت از مطالعه فیشر و کیسن نتیجه میشود که اساساً ممکن است وارد کردن معیارهایی از موجودی لوازم بطور مستقیم در مطالعات تقاضای برق، مطلوب باشد تا بدین ترتیب اثرات بهره‌برداری کوتاهمدت از اثرات موجودی تجهیزات در بلندمدت مجزا گردد، ولی به هر حال امکان زیادی وجود دارد که داده ها مشکل حاد داشته باشند و نتایج بدست آمده صحیح نباشد.

مدل هایی که موجودی تجهیزات را به طور غیرمستقیم وارد می کنند

این مدل‌ها دارای نقص مدل‌های قبلی نیست و نیازی به داده‌های موجودی تجهیزات ندارد. اما همچنان که خواهیم دید، این کار بدون هزینه نیز نمی‌باشد، زیرا در رهیافت غیرمستقیم، دیگر نمی‌توان بین عناصر تغییر در بهره‌برداری و تغییر تجهیزات در رابطه با تقاضای برق تفکیک قائل شد. برای بیان این مطلب، مصرف برق در دوره زمانی t را با y و مصرف تعادلی یا مطلوب را بالا نشان می‌دهیم. بعلاوه مصرف مطلوب بلندمدت خود نیز تحت تأثیر در آمد، قیمت‌ها و سایر عوامل که با X_{1t} ، X_{2t} و X_{kt} نشان می‌دهیم، قرار دارند. یک تصریح عمومی از معادله تعادلی بلندمدت یک تابع لگاریتمی به شکل زیر است:

$$\text{Lny}_t^* = \alpha + \beta_1 \cdot \text{Ln}X_{1t} + \beta_2 \cdot \text{Ln}X_{2t} + \dots + \beta_k \cdot \text{Ln}X_{kt} + \varepsilon_t \quad (7)$$

ε_t جمله خطای مستقل از هم و دارای توزیع یکسان و نرمال است. مصرف برق در بلندمدت (مصرف مطلوب) با موجودی تجهیزات مرتبط است که بطور کامل به سطح تعادلی خود تعدیل شده است. اما در هر لحظه زمانی مصرف واقعی برق، تقریباً به طور قطع از مصرف تعادلی بلندمدت متفاوت است، زیرا موجودی تجهیزات فعلی بندرت با موجودی تعادل بلندمدت کاملاً تطابق دارد. برای در نظر گرفتن این واقعیت، یک فرضیه تعدیل جزئی اتخاذ می‌شود. بطور مشخص تر، فرض می‌شود که مصرف‌کنندگان تلاش مینمایند که سطح مصرف واقعی برق یعنی لا را به سطح مطلوب خود یعنی لا برسانند، اما در داخل هر دوره زمانی در انجام یافتن این امر بطور جزئی موفق می‌شوند. آنگاه میتوان مصرف برق واقعی و مطلوب را به شکل زیر تصریح کرد:

$$\text{Lny}_t - \text{Lny}_{t-1} = \phi(y_t^* - y_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (8)$$

ε_t جمله اخلاص تصادفی و $0 \leq \phi \leq 1$ است، وقتی $\phi = 1$ باشد، تعدیل مصرف برق واقعی و مطلوب به طور آنی صورت می‌گیرد، اما وقتی $\phi = 0$ باشد، فرایند تعدیل وجود ندارد.

۴-۱- مدل تقاضای برق در بخش خانگی

بر اساس تئوری مصرف‌کننده، تابع مطلوبیت فرد برای کالاهای مختلف، تحت محدودیت بودجه او، به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$U = U(X_1, X_2, \dots, X_n, Z) \quad (9)$$

$$Y \geq P_i \cdot X_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

X_i به میزان مصرف کالای i در دوره زمانی داده شده است. Z نیز مجموعه‌ای از سایر متغیرهای تحت بررسی است. P_i قیمت کالاها و Y معرف میزان در آمد است. با حداکثر کردن تابع مطلوبیت، مشروط به محدودیت بودجه، مجموع توابع تقاضا برای هر یک از کالاها به صورت زیر بدست می‌آید:

$$X_i = X_i(P_1, P_2, \dots, P_n, Y) \quad (10)$$

باتوجه به این تابع، تقاضای برق خانگی به عنوان یک کالا از تابع مذکور می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$X_{er} = X_{er}(P_e, P_s, P, Y, Z) \quad (11)$$

اندیس er به مفهوم برق خانگی است و P_e قیمت برق، P_s قیمت انرژی‌های جایگزین، P شاخص قیمت متوسط سایر کالاها، Y درآمد و Z سایر متغیرهای مؤثر بر تقاضای برق است. فرض می‌کنیم تابع مطلوبیت مصرف‌کننده برق خانگی به صورت زیر در نظر گرفته شود:

$$\begin{aligned} U &= U(B, N) \\ N &= N(X_{er}, S) \end{aligned} \quad \text{s.t.} \quad (12)$$

$$Y = P_b \cdot B + P_e \cdot X_{er}$$

در معادله ۱۲، B مقادیر مصرف کالاها و خدمات به جز انرژی، N مقادیر کل انرژی مصرف شده شامل کل انرژی برق (X_{er}) و انرژی‌های جایگزین (S) و Y درآمد، P_e قیمت انرژی برق، P_s قیمت انرژی‌های جایگزین است. باتوجه به شرط حداکثرسازی مطلوبیت خواهیم داشت:

$$MaxL = U[B, N(X_{er}, S) + \mu(Y - P_b B - P_e \cdot X_{er} - P_s \cdot S) \quad (13)$$

در اینجا μ ضریب معادله لاگرانژ است. باتوجه به شروط اولیه حداکثرسازی از تابع فوق خواهیم داشت ۴

$$\frac{(\partial U / \partial B)}{P_b} = \frac{[(\partial U / \partial N) \cdot (\partial N / \partial S)]}{P_s} \quad (14)$$

در تابع تقاضای به دست آمده ضرایب t_1 ، t_2 و t_3 کشش های خودی و جاننشینی و در آمدی هستند. حال داریم:

$$\begin{aligned} LnX_{er} &= \theta + t_1 LnP_s + t_2 \cdot LnP_e + t_3 \cdot Ln\gamma \\ \theta &= LnK \end{aligned} \quad (15)$$

مشکلی که در اینجا مطرح است ثابت ماندن کشش ها در این مدل است (مدل با کشش ثابت)، یعنی فرض بر این است که در طول دوره کشش ها ثابت هستند، ولی در عمل ممکن است کشش ها در طول زمان تغییر کند. برای رفع این مشکل خصوصاً برای کشش قیمتی تقاضا از یک فرض استفاده می کنیم که نشان می دهد کشش قیمتی با مقدار تقاضا ارتباط دارد و تغییر می کند و این در عمل به واقعیت تغییرات تقاضا نسبت به قیمت نزدیک تر است.

$$t_2 = n_0 + n_1 \cdot LnP_e \quad (16)$$

حال با این فرض مقدار t_2 را در رابطه قرار می دهیم در نتیجه خواهیم داشت:

$$LnX_{er} = \theta + t_1 LnP_s + n_0 \cdot LnP_e + n_1 (LnP_e)^2 + t_3 Ln\gamma \quad (17)$$

دسترسی و اندازه گیری موجودی لوازم برقی کار مشکلی است، با الهام از مطالعات فیشر و کیسن و تایلر و دیگران، تا زمانی که اطلاعات مربوط به موجودی لوازم برقی در دسترس نیست، روش های تحقیقی دیگری را باید مورد استفاده قرارداد در این روش ها، یک تمایز بین مصرف واقعی و مطلوب یا تعادلی بلندمدت باید قائل شد. در این روش، اثرات در آمد و قیمت ها و دیگر عوامل روی مصرف برق مورد بررسی قرار می گیرد و برای ارائه یک روش تجربی از یک چارچوب مدل تعدیل جریان جزئی استفاده

می‌شود. چون موجودی واقعی لوازم برقی، به‌ندرت در بلندمدت ثابت است، مصرف واقعی، از مصرف مطلوب تفاوت خواهد داشت. مصرف‌کنندگان نیز کوشش می‌کنند مصرف واقعی خود را به سطح مصرف مطلوب برسانند. از این‌رو مدل تعدیل جریان جزئی، نیازی به موجودی لوازم برقی ندارد؛ بنابراین به تبعیت از مطالعاتی که تایلر، فیشر و کیسن انجام دادند مدل تعدیل جریان جزئی به‌صورت لگاریتمی در نظر گرفته می‌شود و در این مدل، تعادل بلندمدت همان‌طور که گفته شد بر اساس برابری مقادیر واقعی و مطلوب مصرف برق تعریف می‌شود. اگر فرض کنیم که یک فرد یا یک خانوار به‌سرعت نمی‌تواند خود را با شرایط مطلوب وفق دهد، باید بپذیریم که این کار را به‌تدریج و تحت یک فرایند تعدیل جریان جزئی انجام می‌دهد.

۵-۱- ارائه مدل تقاضای برق در بخش صنعتی

تقاضای انواع انرژی، برای بخش صنعتی به‌عنوان یک نهاده تولید بر اساس تئوری اقتصاد خرد از تابع تولید مشتق می‌گیرد. برای مثال تابع تولید یک بنگاه خاص در یک‌زمان معین را به‌صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$Q = F(K, L, M, E_1, E_2, \dots, E_n, S)$$

در معادله بالا K ، L و M معرف نهاده‌های سرمایه، کار و عوامل غیر انرژی است و E نیز، i امین نوع انرژی از جمله برق است و که نیز مجموعه‌ای از عوامل دیگر، مانند تغییرات تکنولوژی، سیاست‌های صنعتی و ... است. یک بنگاه اقتصادی حداکثر کننده سود، ترکیب نهاده‌های خود را به ترتیبی انتخاب می‌کند که بنگاه حداقل هزینه ممکن را برای تولید مقدار مشخص از محصول، مصرف نماید. با حداقل کردن تابع هزینه بنگاه و با فرض مقدار مشخص تولید (Q) و قیمت عوامل تولید داده شده، تابع تقاضا برای عوامل تولید به دست خواهد آمد.

۶-۱- قیمت بهینه برق

هدف از تعیین قیمت، فراهم‌آوردن امکان مبادله است؛ بنابراین با قیمت‌گذاری ارزش مبادله‌ای کالاها و خدمات به‌وسیله واحد پول مشخص می‌شود. با توجه به ویژگی‌های خاص صنعت برق، قیمت باید تأمین‌کننده پایداری عرضه باشد و انعطاف‌پذیری لازم را برای تولید در زمانه‌ای مختلف (مثل ساعات اوج مصرف) مهیا کند. اگر عرضه برق پایدار نباشد، جبران تفاوت موجود میان عرضه و تقاضای برق