قیمت‌گذاری بهینه رمزی برای صنعت برق ایران *

دکتر جمشید پژویان**
تیمور محمدی**

چکیده

در حال حاضر، قیمت‌گذاری کالاها و خدمات عمومی در ایران یکی از مسائل مهم مؤسسات بخش عمومی است. در این مقاله، مبانی نظری قیمت‌گذاری رمزی ارایه شده، مورد برآورد تجربی قرار می‌گیرد. این روش برای انحصارات طبیعی که برای آنها قیمت‌گذاری هزینه نهایی منجر به کسری می‌گردد، مناسب است. قیمت‌های رمزی خدمات برق، برای کاربری‌های مختلف خانگی، صنعتی، کشاورزی، تجاری و عمومی محاسبه شده و به وسیله محاسبه تغییرات رفاه، میزان افزایش رفاه ناشی از حرکت از قیمت‌های فعلی به قیمت‌های رمزی، محاسبه می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

---

*. این مقاله، برداشتی از رساله دکتری آقای تیمور محمدی است که با راهنمایی آقای دکتر جمشید پژویان و مشاوره آقایان دکتر حمید ناظمان و دکتر یداله سبوحی در دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی نوشته شده است. در اینجا لازم است از نظرهای دو داور محترم و نیز آقای دکتر علی عسگری و امیر باقری و سایر همکاران در دفتر بررسی‌های اقتصادی وزارت نیرو قدردانی گردد.

**. اعضای هیأت علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی

مقدمه

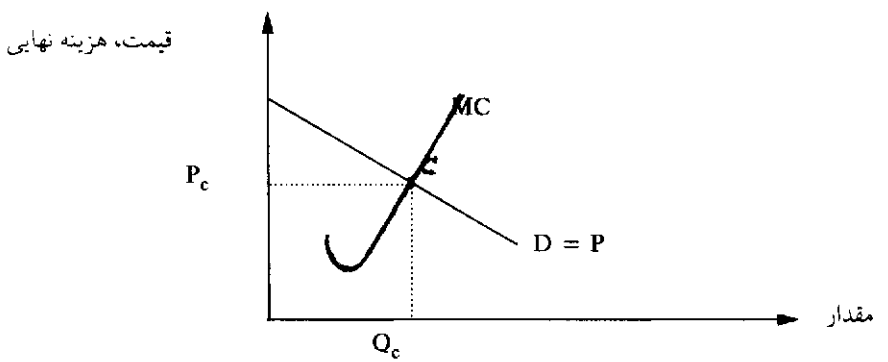
با نگاهی سطحی و گذرا بر مسائل مقابل بنگاه‌های بخش عمومی در ایران، درمی‌یابیم که یکی از معضلات عمده این بنگاه‌ها قیمت‌گذاری کالاها و خدمات عمومی است. این مشکل از آن جهت بروز نموده که بخش دولتی از بودجه آماده مبتنی بر درآمد نفتی برخوردار بوده که نوسان‌های این درآمد نفتی از یک سو و رسیدن آن در برخی از سال‌های اخیر به پایین‌ترین مقدار، رشد جمعیت و انتظارات و نقص بنیان‌های تولید از سوی دیگر، بنگاه‌های عمومی را با مشکلات جدی بودجه‌ای مواجه کرده ساخته است. این مشکلات با آزادسازی نرخ ارز دوچندان شد. زیرا این بنگاه‌ها، بسیاری از نهاده‌های خود را با قیمت دلاری از خارج خریداری می‌کنند در حالی که به دلیل وجود مشکلات قانونی، اجتماعی یا ملاحظات دیگر قادر نیستند قیمت کالا و خدمات خود را متناسب با شرایط سازگار نمایند. اما علاوه بر عوامل یاد شده، حتی اگر محدودیت‌های قانونی وجود نمی‌داشت، باز هم قیمت‌گذاری کالاها و خدمات عمومی نقایص متعددی داشت. زیرا آگاهی لازم از قواعد قیمت‌گذاری این خدمات و کالاها متناسب با هر رشته فعالیت وجود ندارد. چه بسیار اقدامات قیمت‌گذاری مسئولین اجرایی که به دلیل انتقاد قوهٔ مقننه، نیمه کاره رها شد و این عقب نشینی‌ها به دلیل فقدان مبنای نظری در شیوه قیمت‌گذاری است. این معضل در بسیاری از رشته‌ها از قبیل حمل و نقل (هوایی، زمینی و دریایی)، خدمات و تسهیلات عمومی (آب، برق، گاز و تلفن)، کالاهای تولیدی کارخانجات تحت پوشش دولت (به خصوص در مواردی که یا دولت به شکل انحصار دوجانبه وارد عمل می‌شوند) و ... قابل ملاحظه است.

در این مقاله، هدف ارایه یک روش قیمتی است که در تطابق با وضعیت انحصارات طبیعی بوده و می‌تواند ایده‌هایی را در باب قیمت‌گذاری مطرح نماید. بنابراین، در رابطه با بسیاری از صنایع یاد شده می‌توان شیوه مورد نظر را به کار گرفت. بر این مبنا، مقاله حاضر به صورت زیر سازماندهی شده است: در قسمت اول، مبانی نظری قیمت‌گذاری رمزی مورد تحلیل قرار می‌گیرد. برای اعمال این روش قیمت‌گذاری نیاز به کشش‌های تقاضای محصول (کشش خودی یا قیمتی مستقیم) و هزینهٔ نهایی تولید محصول داریم. به همین دلیل، در هر کاربردی از این روش باید به تحلیل طرف تقاضا و عرضه محصول پرداخت. از آنجایی که هدف این مقاله، ارایه قیمت‌های بهینه رمزی برای کاربری‌های مختلف برق در صنعت برق ایران است، بنابراین، در قسمت دوم، الگویی را مطرح می‌کنیم که در قالب آن می‌توان تقاضای کاربری‌های مختلف برق را برآورد نمود. تا به حال، الگوهای بسیاری برای تقاضای برق برآورد شده است، اما عیب تمامی آنها این بوده، که آن الگوها منحصراً برای تقاضای برق نبوده، بلکه برای یک کالا به طور عمومی مطرح بوده‌اند که در مرحله برآورد، نام آن کالا با برق عوض می‌شده است. اما هدف ما در این قسمت، ارایه الگویی است که در آن برق صریحاً در تابع مطلوبیت خانوار و تابع تولید بنگاه وارد می‌شود. در قسمت سوم مقاله، تابع تقاضای مورد نظر برای کاربری‌های مختلف در ایران بر اساس داده‌های سری زمانی برآورد شده و نتایج، همراه با آزمون‌های عیب‌یابی رگرسیون مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای حصول اطمینان از این که

رگرسیون‌های یاد شده از نوع جعلی نیستند آزمون‌های ریشه واحد و در صورت لزوم، آزمون هم انباشتگی در رابطه با آنها بررسی می‌شود. در قسمت چهارم، شیوه تحلیل بخش عرضه برق ارایه شده و به منظور فراهم آوردن زمینه لازم برای قیمت‌گذاری رمزی، ارقام هزینه نهایی مراحل تولید، توزیع و انتقال برق ارایه می‌گردند. در قسمت پنجم، با استفاده از برنامه نوشته شده در محیط نرم‌افزاری *MATLAB* قیمت‌های رمزی، برای کاربری‌های مختلف محاسبه می‌شوند. این قیمت‌ها هم چنین برای دو مقطع اوج و خارج اوج ارایه می‌شوند. (می‌دانیم که کالای برق دارای تقاضای یکنواخت در کلیه لحظات زمانی نیست). حال، سؤال این است که از کجا مشخص می‌شود که قیمت‌های پیشنهادی در این مقاله، واقعاً کارایی اقتصادی به معنای رفاه اقتصادی را افزایش می‌دهند؟ بنابراین، در قسمت ششم، برمبنای توابع تقاضای برآورد شده در قسمت سوم، تغییرات رفاهی ناشی از این حرکت به سمت قیمت‌های رمزی، برای کاربری‌های مختلف با استفاده از مفهوم اضافه رفاه (مازاد) عامل اقتصادی بر حسب واحد پولی ریالی محاسبه می‌شود. در انتهای مقاله، نتیجه‌گیری و رهنمودهای سیاستی ارایه می‌شود.

۱. مبانی نظری روش قیمت‌گذاری رمزی

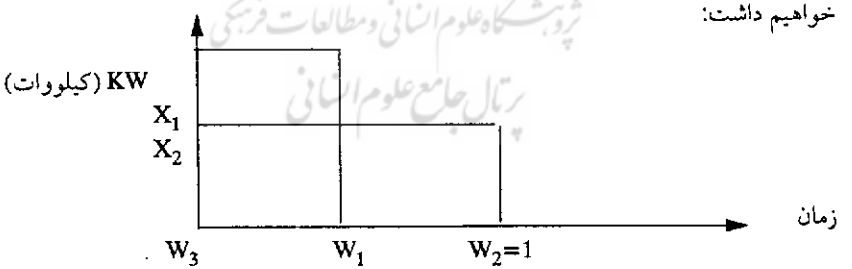
از لحاظ نظری ثابت می‌شود اگر بتوان افرادی که بابت استفاده از کالا یا خدمت، قیمتی را پرداخت نمی‌کنند، از استفاده آن کالا محروم نمود قیمت‌ها، ابزاری ایده آل برای هماهنگی عرضه و تقاضا هستند. هم چنین، ثابت می‌شود اگر شرایط بهینگی اول در سایر نقاط اقتصاد برقرار باشد، آن‌چه که رفاه اقتصادی را به حداکثر می‌رساند، روش قیمت‌گذاری هزینه نهایی (MC) است. به این معنا که اگر درجایی که تقاضای بازار تامین می‌گردد قیمت، مساوی هزینه نهایی برقرار شود، رفاه اقتصادی به معنی مازاد مصرف کننده (CS) و مازاد تولید کننده (PS) در حداکثر است. این موضوع در هر کتاب درسی ابتدایی و شکل زیر مورد تأکید قرار می‌گیرد:



شکل ۱ - نحوه تعیین قیمت و مقدار در روش قیمت‌گذاری بر اساس هزینه نهایی (MC)

در این حالت در واقع، قیمت و مقدار حاصله، معادل آن چیزی است که در یک بازار رقابتی به دست می‌آید[۱] (P_c , Q_c). لیکن مشکل این شیوه قیمت‌گذاری که شیوه بهینه اول نامیده می‌شود آن است که در صورتی رفاه را در قالب تحلیل تعادل جزئی به حداکثر می‌رساند که در سایر نقاط اقتصاد نیز شرایط بهینگی مشابهی صادق باشد. ولی اگر در مواردی مواجه با شکست بازار باشیم، حداکثر رفاه اقتصادی از شرایط دیگری حاصل می‌شود. به طور مشخص‌تر می‌دانیم که برخی رشته از فعالیت‌ها از شرایط انحصار طبیعی برخوردار هستند. چنانچه این صنایع بخواهند قیمت کالای خود را مساوی هزینه نهایی قرار دهند، با زیان مواجه می‌شوند. در این صورت، دولت باید از جای دیگری به وسیله اخذ مالیات این زیان را جبران کند. حال، ممکن است خود این مالیات‌ها اختلال زا باشند (اگر مبالغ مورد نظر دارای هزینه فرصت از دست رفته مثبت باشند). در غیر این صورت، این صنایع قادر به ادامه فعالیت نخواهند بود. در نتیجه، ناگزیر به اعمال شیوه‌هایی از قیمت‌گذاری هستیم که ضمن عدم زیان‌دهی، رفاه اقتصادی را حداکثر نمایند.[۲] روش قیمت‌گذاری رمزی، روشی است که در آن، رفاه اقتصادی در شرایطی به حداکثر می‌رسد که در عین حال، صنعت از سود (حداقل یا صفر) اقتصادی برخوردار باشد. اگر تقاضای کالای تولیدی صنعت به زمان وابستگی نداشته باشد، قیمت‌های رمزی به سادگی از حداکثر سازی مازاد مصرف کننده (CS) در کاربردهای مختلف و مازاد تولید کننده (PS) به دست می‌آید.[۳]

اما از طرف دیگر می‌دانیم که برق کالایی است که تقاضای آن به زمان وابستگی دارد. در ساده‌ترین حالت می‌توان دو مقطع اوج و خارج اوج را برای تقاضای برق تصور کرد.[۴] بر حسب بار مصرفی برق (قدرت) این تفکیک در نمودار زیر قابل ملاحظه است. اگر فعلاً روی یک نوع کاربری متمرکز شویم، خواهیم داشت:



شکل ۲ – منحنی تداوم بار پله‌ای

۱. ر.ک. به: محمدی، تیمور. (۱۳۷۶). اقتصاد خرد.

۲. ر.ک. به: اسپولبر، تیکلاس؛ صباغی، اصغر. (۱۳۷۸). اقتصاد منابع آب. ترجمه تیمور محمدی. مرکز مدارک اقتصادی و اجتماعی، سازمان برنامه و بودجه.

۳. برای ملاحظه مبانی نظری و ریاضی این حالت ر.ک.ب: همان مأخذ.

۴. برخی مؤلفین در نظریه خود، این تفکیک را به سه دوره اوج، خارج اوج و بار میانه تعمیم داده‌اند.

به این معنا که به عنوان مثال، از کل دوره مورد نظر، فاصله زمانی خاصی به تقاضای اوج اختصاص دارد. نسبت این دوره به کل زمان با W_1نشان داده شده است(به طور مثال $W_1 = \frac{1}{6}$ از کل ساعات شبانه روز (توجه شود که این رقم برای صنعت برق ایران نیز کاربرد دارد)). حداکثر میزان بار مصرفی (قدرت) طی این فاصله زمانی، X_1 است که این بار بر حسب کیلووات بیان می‌شود. سپس، در سایر زمان‌ها، با بارپایه مواجه هستیم که میزان مصرف حداکثر بار آن مقدار X_2 است. پس، در واقع باید در تمام زمان‌های شبانه‌روز، بار X_2 به متقاضیان عرضه شود اما تنها در کسر W_2 از کل دوره، نیاز به عرضه باری معادل X_1 وجود دارد. بنابراین، به طور خلاصه فرض می‌کنیم که با دو مقطع اوج و خارج اوج مواجه هستیم. از نظر هزینه تولید، فرض شود که B_i، هزینه ظرفیت تولید برای دو مقطع $(i=1,2)$ و C_i هزینه انرژی هر مقطع باشد. تابع تقاضای معکوس هر دوره را با $P_i(X_i)$ نشان می‌دهیم. $W_i - W_{i-1}$ معرف طول مقطع می‌باشد (اوج یا خارج اوج). بنابراین (با $W_0=0$، $W_1=1$ و $W_3=0$) خواهیم داشت:

مازاد با اضافه رفاه مصرف‌کننده در طول مقطع اوج

$$= (W_1 - W_{1-1}) \int_0^{X_1} P_1(X_1)dX - P_1 X_1 (W_1 - W_{1-1}) \quad (1)$$

مازاد با اضافه رفاه مصرف کننده در طول مقطع خارج اوج

$$= (W_2 - W_{2-1}) \int_0^{X_2} P_2(X_2)dX - P_2 X_2 (W_2 - W_{2-1}) \quad (2)$$

بنابراین، کل اضافه رفاه مصرف کننده (مازاد مصرف کننده) در طول دو مقطع عبارتست از:

$$CS = \sum_{i=1}^{2} [W_i - W_{i-1}] \int_0^{X_i} P_i(X_i)dx_i \quad (3)$$

از طرف دیگر، اگر از سود تولید کننده به عنوان اضافه رفاه یا مازاد تولید کننده استفاده کنیم خواهیم داشت:

$$PS = \sum_{i=1}^{2} P_i(X_i).X_i - \sum_{i=1}^{2} B_i [X_i - X_{i+1}] - \sum_{i=1}^{2} W_i C_i [X_i - X_{i+1}] \quad (4)$$

از جمع کردن معادلات (۳) و (۴) داریم:

کل اضافه‌رفاه‌یامازاد $= TS = \sum [W_i - W_{i-1}] \int_0^{X_i} P_i(X_i)dx_i - \sum B_i [X_i - X_{i+1}] - \sum_{i=1}^{2} W_i C_i [X_i - X_{i+1}]$

در روش قیمت‌گذاری رمزی، کل اضافه رفاه با توجه به قید سربه‌سری یا یک میزان حداقل سود اقتصادی به

حداکثر می‌رسد. در نتیجه باید هنگام حداکثر سازی TS قید زیر تحمیل گردد:

$$\sum_{i=1}^{2}[W_i - W_{i-1}]P_i(X_i)X_i - \sum_{i=1}^{2}C_i(X_i) \geq 0$$

بنابراین، تابع لاگرانژ زیر حاصل می‌شود:

$$L = TS + \alpha[\sum_{i=1}^{2}[W_i - W_{i-1}]P_i(X_i)X_i - \sum_{i=1}^{2}C_i(X_i)] \qquad (۵)$$

که α، ضریب لاگرانژ می‌باشد.

از حداکثر سازی این تابع، شرط لازم حداکثر سازی به شکل زیر به دست می‌آید:

$$\left[\frac{P_i - \frac{\partial C_i}{\partial X_i}\left[\frac{1}{W_i - W_{i-1}}\right]}{P_i}\right] = \frac{\alpha}{(1+\alpha)} \cdot \frac{1}{\varepsilon_i} \quad i = 1,2 \qquad (۶)$$

که در آن، ε_i کشش تقاضای کاربری یادشده در مقطع i است $\left(\varepsilon_i = \frac{\partial X_i}{\partial P_i} \cdot \frac{P_i}{X_i}\right)$. عبارت $\frac{\alpha}{(1+\alpha)}$، عدد رمزی نامیده می‌شود. حال، چنانچه با کاربری‌های مختلف نیز مواجه باشیم، تساوی مذکور باید بین کل کاربری‌ها، برقرار باشد. همان‌طورکه از رابطه (۶) ملاحظه می‌شود، برای اعمال قیمت‌گذاری رمزی (یافتن P_i) به مقادیر کشش تقاضا (ε_i)، هزینه نهایی $\left(MC_i = \frac{\partial C_i}{\partial X_i}\right)$ و طول مقطع مورد نظر $(W_i - W_{i-1})$ نیاز داریم. به همین دلیل، در قسمت دوم مقاله بیان می‌کنیم که چگونه می‌توان تابع تقاضای برق را متناسب با نظریه اقتصادی استخراج کرد تا به این وسیله اولاً، کشش‌های تقاضا را حساب کرد و ثانیاً، آن توابع را برای محاسبه اضافه رفاه مورد استفاده قرار داد.

۲. تحلیل تقاضای برق

به طور کلی، در هر نظام اقتصادی حداقل کارگزاران اقتصادی، مشتمل بر دو طبقه خانوار و بنگاه است. در بحث زیر، با توجه به تابع مطلوبیت خانوار و تابع تولید بنگاه، برای هر یک، تابع تقاضایی استخراج

می‌شود که در آن، انرژی و به طور مشخص برق نقشی صریح دارد.[۱] این امر، نقطه مزیت این طریقه برخورد با تقاضای برق می‌باشد.

۲-۱. تقاضای برق خانگی

کارگزار نوعی مصرف کننده برق خانگی، خانوار است. فرض کنیم که تابع مطلوبیت خانوار به شکل زیر باشد:

$$U = U(B, N) \qquad (۷)$$

که در آن:

B = مقدار مصرف شده از تمام کالاها و خدمات به جز انرژی،

N = کل مقدار مصرف شده خدمات انرژی از هر دوی خدمات انرژی برق (E) و خدمات انرژی جانشین: (S).

در حالت کلی می‌توان نوشت:

$$N = N(E, S) \qquad (۸)$$

یعنی، خدمات انرژی، تابعی از خدمات برق و خدمات انرژی جانشین است. قید بودجه مصرف کننده نیز عبارتست از:

$$y = P_b B + P_e E + P_s S \qquad (۹)$$

که در آن:

y = درآمد،

P_b= قیمت مؤثر خدمات انرژی برق،

P_e= قیمت تمام کالاها و خدمات به جز انرژی،

P_s= قیمت مؤثر خدمات انرژی جانشین.

بنابراین، مسئله حداکثر سازی مطلوبیت مصرف کننده را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$Max: \quad L = U[B, N(E, S)] + m(y - P_b B - P_e E - P_s S) \qquad (۱۰)$$

که m ضریب لاگرانژ مربوطه است. فرض شود که تابع مطلوبیت مصرف کننده به شکل لگاریتم خطی زیر باشد:

$$U = B^{f_1} N^{f_2} \qquad (۱۱)$$

---

۱. برای ملاحظه تحلیلی و جامع‌تر روش‌های تحلیل تقاضای برق رجوع کنید به: محمدی، تیمور. (۱۳۷۹). قیمت‌گذاری بهینه رمزی برای صنعت برق ایران. پایان نامه دوره دکتری اقتصاد دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی. برای ملاحظه بحثی مفصل در این رابطه ر.ک. به Munasinghe (1966).

و نیز داشته باشیم:

$$N = exp\left(S^{g_1} E^{g_2}\right) \qquad (۱۲)$$

که در آن، f_1 f_2 g_1 و g_2 پارامتر هستند. لذا، تابع لاگرانژ یاد شده به شکل زیر درمی آید:

$$L = B^{f_1} . N^{f_2}(E, S) + m\left(y - P_b B - P_s S - P_e E\right) \qquad (۱۳)$$

یا

$$L = B^{f_1}\left(exp\left(S^{g_1} E^{g_2}\right)\right)^{f_2} + m\left(y - P_b B - P_s S - P_e E\right) \qquad (۱۴)$$

از حداکثرسازی این تابع و مساوی صفر قراردادن مشتقات مرتبه اول زیر:

$$\frac{\partial L}{\partial B} = ۰ \quad , \quad \frac{\partial L}{\partial E} = ۰ \quad , \quad \frac{\partial L}{\partial S} = ۰ \qquad (۱۵)$$

تابع تقاضای برق به شکل زیر به دست می‌آید:

$$E = K P_e^{t_1} P_s^{t_2} y^{t_3} \qquad (۱۶)$$

که t_1 و t_2 و t_3 پارامترهایی هستند که به f_1 f_2 g_1 و g_2 بستگی دارند. به خصوص برای برق معقول نیست که کشش خودی قیمتی (t_1) رقمی ثابت باشد. بلکه باید آن را تابعی از قیمت گرفت:

$$t_1 = F(p_e) \qquad (۱۷)$$

چنانچه این رابطه را خطی در نظر بگیریم و در تابع تقاضای رابطه (۱۶) جایگذاری نماییم، داریم:

$$E = K . P_e^{(n_۰ + n_۱ P_e)} . P_s^{t_2} . y^{t_3} \qquad (۱۸)$$

که $n_۰$ و $n_۱$ عرض از مبدأ و ضریب زاویه رابطه $t_1 = F(P_e)$ می‌باشد. با گرفتن لگاریتم از دو طرف معادله داریم:

$$Ln E = LnK + n_۰ LnP_e + n_۱ (Ln P_e)^۲ + t_۲ LnP_s + t_۳ Ln y \qquad (۱۹)$$

البته، این تابع همگن از درجه صفر بر حسب قیمت‌ها و درآمد نیست لذا، لازم است که این تابع تقاضا با توجه به قید همگنی روی متوسط قیمت برق در نمونه $(\overline{P}_e)$ برآورد گردد.

۲-۲. تقاضای برق بنگاه

تحلیل تقاضای برق صنعتی، تجاری، کشاورزی و تا حدی تحلیل تقاضای برق عمومی را می‌توان در این طبقه جای داد. یک بنگاه نوعی را درنظر می‌گیریم. فرض شود تابع تولید آن به شکل $Q = Q(J, N)$ باشد که در آن، N کل مقدار خدمات انرژی مصرف شده (از هر دوی خدمات انرژی برق E و خدمات انرژی جایگزین S) و J مقدار مصرف شده از سایر نهاده‌ها باشد.

بنابراین، همانند حالت مصرف‌کنندگان خانگی خواهیم داشت:

$$N = N(E, S) \qquad (۲۰)$$

اگر هدف بنگاه را حداقل‌سازی هزینه با توجه به قید مقدار تولید معین تصور نماییم، داریم:

$$Min: \quad L = P_e E + P_s S + P_j J + m\,[Q - Q\,(J, N(E, S))] \qquad (۲۱)$$

که در آن:

P_e = قیمت مؤثر خدمات انرژی برق،

P_s = قیمت مؤثر خدمات انرژی جانشین،

P_j = قیمت سایر نهاده‌ها.

از مسئله حداقل سازی بالا با توجه به شکل تابع کاب - داگلاس برای تابع تولید و رابطه $N = exp\,(S^{g_3}.E^{g_4})$ برای شکل تابع خدمات انرژی، تابع تقاضای نهاده برق برای بنگاه به شکل زیر به دست می‌آید:

$$Ln\,E = Ln\,k + n_0 LnP_e + n_1 (Ln\,P_e)^2 + t_2 Ln\,P_s + t_3 Ln\,V \qquad (۲۲)$$

که در این رابطه، $V = P_j J$ می‌باشد و آن را می‌توان کل بازدهی به سایر عوامل تولید به جز انرژی تعریف کرد. در مطالعات تجربی می‌توان از ارزش افزوده بخشی به عنوان معیاری از آن استفاده کرد.

۳. نتایج برآورد تقاضای برق برای کاربری‌های مختلف در ایران

در ایران، تقاضای برق بر اساس پنج بخش مقابل تفکیک می‌شود: خانگی، عمومی، تجاری، صنعتی و کشاورزی.

آمارهای مربوط به بخش‌های تجاری و عمومی، تنها در چند سال اخیر به طور مجزا ارایه می‌گردد. بنابراین، این دو بخش را ادغام شده تلقی می‌نماییم. برای برآورد تقاضای بخش خانگی از معادله (۱۹) با توجه به قید همگنی از درجه صفر روی متوسط قیمت نمونه و برای برآورد تقاضای بخش‌های دیگر از رابطه (۲۲) استفاده شده است.

دامنه اصلی داده‌ها از سال ۱۳۴۶ تا سال ۱۳۷۹ بوده‌اند که در صورت لزوم تعدیل شده‌اند. آمار لازم از توانیر، وزارت نیرو، شرکت نفت و بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران تهیه شده و در برآورد از نرم‌افزار *Eviews* استفاده شده است. از شاخص قیمت هر بخش برای تعدیل متغیرهای اسمی به واقعی استفاده شده است. بنابراین، متغیرهای قیمت و درآمد، واقعی هستند. این موضوع در رابطه با ارزش افزوده بخش‌ها نیز صادق است. با توجه به آزمون‌های تصریح، متغیرهای توضیحی دیگری به توابع مربوط اضافه شده‌اند. برای اطمینان از جعلی نبودن رگرسیون مربوط، آزمون‌های ریشه واحد و در صورت لزوم از آزمون هم انباشتگی[1] استفاده شده است.

---

۱. ر.ک.ب: عسگری، منوچهر، محمدی، تیمور. (۱۳۷۷). هم انباشتگی و اهمیت اقتصادی آن. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی. دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی. شماره ۳.

۳-۱. تقاضای بخش خانگی

در رگرسیون مربوط از متغیرهای مقدار تقاضای برق بر حسب میلیون کیلووات‌ساعت *(E)*، قیمت برق به ریال *(P_e)*، قیمت انرژی جانشین به ریال *(P_s)* که به شکل متوسط وزنی قیمت سایر حامل‌های انرژی (نفت سفید، گازوئیل، نفت کوره، گاز مایع و...) محاسبه شده و تولید ناخالص ملی واقعی به عنوان جایگزینی از معیار درآمدی *(Y)*، استفاده شده است. ابتدا، آزمون‌های ریشه واحد برای متغیرهای یاد شده انجام شد. نتایج این آزمون در جدول زیر آمده است. (توجه: لگاریتم متغیرها مورد آزمون واقع شده‌اند).

جدول ۱ - مقدار تابع آزمون دیکی - فولر گسترش نیافته (ADF)

LnE	LnPe	$(LnPe)^2$	Lny	LnPs
-۳/۸**	-۳/۲**	-۲/۹۷**	-۳/۶۴*	-۱/۹*

* معنی دار در سطح ۵ درصد،

** معنی دار در سطح ۱ درصد.

بنابراین، فرضیه (۱) I، بودن یا داشتن ریشه واحد برای این متغیرها رد می‌شود. دراین‌صورت، می‌توان اقدام به تخمین رگرسیون کرد. نتیجه رگرسیون مربوطه به صورت زیر می‌باشد[۱]:

$$\hat{LnE} = -۰/۹ - ۰/۵۱ LnP_e - ۰/۱(LnP_e)^2 + ۰/۲ LnP_s + ۱/۱ LnY$$

$$t = \quad (-۲/۴۳) \quad (-۲/۴) \quad (۳/۲۶) \quad (۸/۴)$$

$$\bar{R}^2 = ۰/۹۸ \quad R^2 = ۰/۹۸$$

$$F = ۲۱۵ \quad DW = ۱/۶۱$$

این برآورد، با اعمال قید همگنی از درجه صفر تابع تقاضا روی قیمت متوسط دوره، نمونه است. علامت تمامی متغیرها مطابق انتظارات قبلی است. متغیر قیمت برق بخش خانگی دارای ضریب منفی است که حکایت از تأیید قانون تقاضا دارد. ضریب قیمت سایر سوخت‌ها مثبت است که مؤید جانشین بودن آنها برای خدمات برق است. ضریب متغیر درآمدی، مثبت و بین صفر و یک است که نشان از نرمال و ضروری بودن کالای برق دارد. همگی ضرایب در حد بالایی اختلاف معنادار از صفر دارند. بر مبنای این مدل، کشش

---

۱. رجوع شود به: ویتینک، دیک (۱۳۷۵)، کاربرد تحلیل رگرسیونی - ترجمه حمید ابریشمی و تیمور محمدی. انتشارات دانشگاه تهران.

قیمتی مستقیم تقاضا برای سال ۱۳۷۶ حدود ۰/۷ برآورد می‌شود.

۳-۲. تقاضای بخش صنعتی

در این رگرسیون، علاوه بر متغیرهای P_e، P_s و E، از ارزش افزوده صنعت به عنوان متغیر V در معادله (۲۲) استفاده شد. هم‌چنین، از آن جایی که در سال ۱۳۶۱ روند قیمت‌گذاری برق در کشور و به خصوص صنعت دچار تحول بنیانی شد بنابراین، یک متغیر مجازی که این تحول رادربربگیرد معرفی شد. این تحول، هم در عرض از مبدأ و هم ضریب زاویهٔ مؤثر تلقی می‌شود. تعداد مشترک نیز با نماد NC وارد رگرسیون شده است. ابتدا، نتایج آزمون ریشه واحد را بررسی می‌کنیم.

جدول ۲ - مقدار تابع آزمون دیکی - فولر گسترش یافته (ADF)

LnE	LnPe	$(LnPe)^2$	LnPs	LnV	NC
-۳/۹*	-۰/۱۱	-۱/۴۹	-۱/۰۱*	-۰/۲	-۰/۲۵

* معنی دار در سطح ۵ درصد،

** معنی دار در سطح ۱ درصد.

ملاحظه می‌شود که متغیرهای تعداد مشترکین لگاریتم قیمت برق، مجذور لگاریتم قیمت، لگاریتم قیمت انرژی جایگزین (متوسط وزنی قیمت سایر حامل‌ها) و لگاریتم ارزش افزوده صنعت به قیمت واقعی انباشته هستند. برای تعیین درجه انباشتگی، آزمون دیکی - فولر گسترش یافته روی تفاضل مرتبه اول آنها انجام شد. نتایج به صورت زیر است:

جدول ۳ - مقدار تابع آزمون دیکی - فولر گسترش یافته (ADF)

ΔLnPe	$\Delta(LnPe)^2$	ΔLnPs	ΔLnV	ΔNC
-۳/۵*	-۳/۵۲*	-۳/۳۹**	-۳/۳۶*	-۴/۱*

* معنی دار در سطح ۵ درصد،

** معنی دار در سطح ۱ درصد.

بنابراین، مشخص می‌شود که متغیرهای بالا، انباشته از درجه یک هستند ($I(1)$). بنابراین، رگرسیون حاوی

سطوح آنها جعلی[1] است مگر آنکه رابطه هم انباشتگی بین آنها وجود داشته باشد. آزمون یوهانسن - یوسلیوس دلالت بر وجود یک بردار هم انباشتگی دارد که بنابراین می‌توان به رگرسیون حاصله اتکا کرد. نتیجه رگرسیون یاد شده به صورت زیر است:

$$\underset{t}{\widehat{LnE}} = \underset{}{-۱۱/۲۵} \underset{(-۷/۷)}{-۱۱/۲۲\,LnP_e} \underset{(-۷/۶)}{-۲/۱۷(LnP_e)^۲} \underset{(۶/۸)}{+۱۰\,D.LnP_e} \underset{(۶/۹)}{+۲/۱۲(LnP_e)^۲}$$

$$\underset{(۹/۸)}{-۰/۵۲\,LnP_s} \underset{(۷/۴)}{+۰/۶۲\,LnV} \underset{(۶/۸)}{+۱۳/۵۳\,D} \underset{(۹/۱)}{+۰/۰۱\,NC}$$

$$\bar{R}^۲ = ۰/۹۹ \qquad R^۲ = ۰/۹۹$$

$$F = ۴۸۹ \qquad DW = ۲$$

تمامی ضرایب به جز قیمت سوخت‌های جانشین، علامت مطابق انتظار دارند. شاید سوخت‌های جانشین در فرایندهای تولیدی بیشتر جنبه مکمل داشته باشند و به همین دلیل علامت ضریب آن منفی شده است. تمام ضرایب و کل رگرسیون در سطح بالایی معنادار هستند. این که با تغییر روند قیمت‌گذاری در سال ۱۳۶۱، تاثیر معناداری بر تقاضا وارد آمده، مورد تأیید واقع می‌شود.

۳-۳. تقاضای بخش تجاری و عمومی

در رگرسیون این بخش، طبق آزمون‌های تصریح، متغیر مجذور لگاریتم قیمت معنی دار نبود و در مقابل، متغیر تعداد مشترکین منجر به بهبود در تصریح گردید. نتایج آزمون ریشه واحد برای متغیرها به شکل زیر قابل ارایه است:

جدول ۴ - مقدار تابع آزمون دیکی - فولر یافته (ADF)

LnE	LnP_e	LnP_s	NC
-۳/۸**	-۲/۴	-۱/۶۷	-۰/۴۶

** معنی دار در سطح ۱ درصد.

بنابراین، سه متغیر لگاریتم قیمت برق، لگاریتم قیمت جانشین‌ها و تعداد مشترکین دارای انباشتگی هستند. برای تعیین درجه انباشتگی، آزمون دیکی - فولر گسترش یافته روی تفاضل مرتبه اول متغیرهای یاد شده انجام شد و نتایج به صورت زیر قابل ارایه است:

۱. رجوع شود به: پسران، هاشم؛ فیر، ری. (۱۳۷۴). اقتصاد سنجی، ترجمه تیمور محمدی. دانشگاه امام حسین(ع).

جدول ۵ - مقدار تابع آزمون دیکی - فولر گسترش یافته (ADF)

$\Delta(LnP)_e$	$\Delta(LnP_s)$	ΔNC
۴/۲۵**	۴/۰۴**	-۳/۷۵*

* معنی دار در سطح ۵ درصد،

** معنی دار در سطح ۱ درصد.

بنابراین، متغیرهای بالا، انباشته از درجه یک هستند ((۱) I). پس، آزمون یوهانس - یوسلیوس، برای آزمون هم‌انباشتگی انجام شد که دلالت بر وجود بردار هم‌انباشتگی بین متغیرهای بالا دارد. بنابراین، می‌توان رگرسیون حاصل را به شکل زیر بیان کرد:

$$\hat{LnE} = ۶/۵۱ - ۰/۳۳ LnP_e - ۰/۳۸ Ln P_s + ۰/۰۰۰۹ NC$$

$$t= \quad (-۷/۷) \qquad (-۴/۲) \qquad (۹/۹)$$

$$\bar{R}^۲ = ۰/۹۸ \qquad R^۲ = ۰/۹۸$$

$$F = ۵۶۰ \qquad DW = ۱/۸$$

بر مبنای این رگرسیون، کشش تقاضا معادل ۰/۳۳ برآورد می‌شود.

۳-۴. تقاضای بخش کشاورزی

تقاضای این بخش با معرفی تعداد مشترکین به عنوان جانشینی برای بازدهی کل سایر عوامل تولید به جای انرژی برآورد شده است. نتایج آزمون ریشه واحد برای سطح متغیرها به صورت زیر است:

جدول ۶ - مقدار تابع آزمون دیکی - فولر گسترش یافته (ADF)

LnE	NC	LnPe	$(LnPe)^۲$	LnPs
-۲/۹۷*	-۱/۰۳	-۱/۰۷	-۱/۶۳	-۱/۵۴

* معنی دار در سطح ۵ درصد،

ملاحظه می‌شود که فرضیه نامانا بودن چهار متغیر لگاریتم قیمت انرژی جانشین، مجذور لگاریتم قیمت برق، و تعداد مشترکین رد نمی‌شود. برای مشخص کردن درجه انباشتگی، آزمون ریشه واحد روی تفاضل مرتبه اول متغیرها انجام شد که نتیجه آن به صورت زیر است:

جدول ۷ - مقدار تابع آزمون دیکی - فولر گسترش یافته *(ADF)*

ΔLnP_e	$\Delta(LnP_e^2)$	ΔLnP_s	ΔNC
-۳/۵*	-۲/۳۴*	-۴/۷۵**	-۳/۵۵*

* معنی دار در سطح ۱ درصد،

** معنی دار در سطح ۵ درصد.

بنابراین، چهار متغیر یاد شده انباشته از درجه یک هستند، آزمون یوهانس - یوسلیوس هم بر هم‌انباشتگی متغیرهای بالا دلالت دارد. پس، می‌توان تابع رگرسیون مربوط را به شکل زیر ارایه کرد:

$$\hat{LnE} = ۳/۵۷ - ۱/۵LnP_e - ۰/۲۲(LnP_e)^2 + ۰/۳LnP_s + ۰/۰۵۷NC$$

$$t = (۱۵/۳) \quad (-۸/۵۵) \quad (۶/۴۷) \quad (-۲/۳۵)$$

$$\bar{R}^2 = ۰/۹۹ \quad R^2 = ۰/۹۹$$

$$F = ۷۸۸ \quad DW = ۲/۱$$

ملاحظه می‌شود که تمام متغیرها در سطح بالایی تأثیری معنادار بر تقاضای برق دارند.

۴. تحلیل بخش عرضه برق در ایران

همان‌طور که در قسمت‌های گذشته ملاحظه شد قیمت‌گذاری رمزی به رقم هزینه نهایی (MC) تولید، توزیع و انتقال برق نیاز دارد. بنابراین، به تحلیل بخش عرضه برق می‌پردازیم. برای تحلیل بخش عرضه برق، روی مفهوم تابع تولید متمرکز می‌شویم. تحلیل بخش عرضه به شکل برآورد تابع تولید برق می‌تواند سه نقش مهم را ایفا کند. اول آنکه، برآورد تابع تولید به خودی خود دارای این اهمیت است که مقادیر عددی بسیاری از کمیت‌های مهم اقتصادی همانند کشش‌های تولید نسبت به نهاده‌های نیروی کار، سوخت و سرمایه و نیز بازدهی نسبت به مقیاس را تعیین می‌کند که به همین واسطه، اطلاعات مهمی راجع به توابع هزینه صنعت به دست می‌آید. به این ترتیب، تعیین مشخصه‌های مهم فنی و اقتصادی تولید، به وسیله تخمین تابع تولید امکان‌پذیر می‌شود.

دوم آنکه، به واسطه فضایای دوگانگی، می‌توان اشکال صریح توابع هزینه را به صورت عددی مشخص کرد. در واقع، همان طور که در قسمت‌های گذشته ملاحظه شد برای قیمت‌گذاری رمزی نیاز به مقادیر هزینهٔ نهایی تولید، انتقال و توزیع برق داریم که در بحث‌های بعدی از عدد بازدهی نسبت به مقیاس و هزینه متوسط مربوط برای این منظور استفاده خواهیم کرد[۱].

---

۱. صرفه‌های مقیاسی از عواملی است که باعث نزولی شدن هزینه متوسط می‌شود. که این خود عاملی برای پدید آمدن انحصارات طبیعی است.از عوامل دیگری که باعث کم شدن هزینه متوسط تولید کالاها به طور توأم، نسبت به تولید مجزای

سوم آنکه، پیشنهاد روش قیمت‌گذاری مناسب برای هر صنعت به بررسی خصوصیات عرضه آن صنعت بستگی دارد. قیمت‌گذاری رمزی در صورتی توجیه می‌یابد که صنعت از بازدهی نسبت به مقیاس صعودی یا صرفه‌های میدان برخوردار باشد. در این صورت است که قیمت‌گذاری بهینه اول هزینه (نهایی) بنگاه را با ضرر مواجه می‌کند وگرنه خود قیمت‌گذاری هزینه نهایی بهترین بهینه‌ها است. برآورد تابع تولید، اطلاع لازم برای شیوه قیمت‌گذاری مناسب را فراهم می‌آورد.

حال، به محاسبه هزینه نهایی تولید، انتقال و توزیع برق برای کاربری‌های مختلف می‌پردازیم. ازآن‌جایی که در دوره اوج، هزینه نهایی با مقطع خارج اوج متفاوت است، بنابراین، ابتدا نیروگاه‌های کشور را به دو دسته تقسیم می‌کنیم: نیروگاه هایی که در زمان خارج اوج وارد مدار می‌شوند و نیروگاه هایی که همیشه در مدار هستند.

ابتدا، اقدام به برآورد تابع هزینه کل تولید شد ولی چون هزینه اجاره سرمایه به عنوان قیمت سرمایه، تغییرپذیری زیادی در نمونه نداشت، نتایج مطلوبی به دست نیامد. در نتیجه، هدف، به این شکل برآورده شد که به طور غیرمستقیم از راه تابع تولید به هزینه نهایی برسیم. بنابراین، دو تابع تولید برای دو گروه نیروگاه‌های بالا برآورد شد.

نیروگاه‌هایی که در زمان خارج اوج در مدار هستند عبارتند از:

۱. شهید عباسپور	۲. دز
۳. رامین	۴. بیستون
۵. بهشتی (گازی)	۶. نیشابور
۷. سیکل ترکیبی قم	۸. تبریز
۹. مدیریت فارس	۱۰. زرگان (بخاری)
۱۱. شهید رجایی	۱۲. منتظر قائم (گازی)
۱۳. منتظری	۱۴. مفتح
۱۵. اصفهان	۱۶. طوس
۱۷. شهید رجایی	۱۸. منتظر قائم (گازی)
۱۹. مدیریت جنوب فارس	۲۰. بعثت
۲۱. سیکل ترکیبی گیلان	۲۲. فیروزی
۲۳. مدیریت خراسان	۲۴. تبریز

محصول می‌شود، وجود صرفه‌های میدان (Economies of Scope) می‌باشد. برای بررسی دقیق‌تر و مفصل‌تر رجوع شود به:

محمدی، تیمور. (۱۳۷۹). قیمت‌گذاری بهینه رمزی برای صنعت برق ایران. رساله دکتری.

۲۵. مشهد (بخاری) ۲۶. مشهد (گازی)
۲۷. نکا ۲۸. بعثت
۲۹. ری ۳۰. زرگان (گازی)

اسامی نیروگاه‌هایی که در زمان اوج وارد مدار می‌شوند، عبارتند از:

۱. ایرانشهر ۲. زاهدان
۳. چابهار ۴. صوفیان
۵. نیروگاه‌های دیزلی ۶. زرند
۷. ارومیه ۸. هسا
۹. زنبق یزد ۱۰. سدهای کوچک
۱۱. درود

پس از بررسی شکل‌های مختلف تابع تولید با توجه به خصوصیات صنعت برق و نتایج مطلوب تجربی، شکل تابعی کاب - داگلاس به صورت زیر:

$$Q = AL^{\alpha}K^{\beta}F^{\gamma}e^{u}$$

انتخاب شد که در آن:

Q = میزان تولید بر حسب میلیون کیلو وات ساعت،
L = حجم نیروی کار به نفر،
K = تعداد واحدهای مولد (یا ظرفیت اسمی)،
F = سوخت مصرفی بر حسب BTU (واحد حرارتی بریتیش)،
u = جمله خطای تصادفی،

بوده و α و β و γ معرف ثابت هایی هستند.

با استفاده از آمار ۴ سال برای نیروگاه‌های بالا (۱۳۷۵ تا ۱۳۷۸) توابع تولید برای دو مقطع اوج و خارج اوج برآورد شده است. خلاصه این برآوردها در جدول زیر ارایه شده است:

جدول ۸ - نتایج برآورد تابع تولید نیروگاه‌های مقطع اوج و خارج اوج

تابع تولید مقطع	عرض ازمبدأ	کشش تولید نسبت به L	کشش تولید نسبت به K	کشش تولید نسبت به F	R^2	$\bar{R}^2$	DW	F	درجه بازدهی نسبت به مقیاس
خارج اوج	-۳/۵	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۹۹	۰/۹۹۱	۰/۹۹	۲/۰۲	۳۸۴۲	۱/۱۹
اوج	-۲/۴	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۹۳	۰/۹۹۷	۰/۹۹	۲/۱	۳۲۴۸	۱/۰۸

از طرف دیگر می‌دانیم که متناظر با هر تابع تولیدی، یک تابع هزینهٔ قراردارد که از حل همزمان سه معادله

زیر به دست می‌آید:

۱. تابع تولید،

۲. مسیر توسعه،

۳. معادله هزینه.

از حل این سه معادله به طور همزمان، تابع هزینه به شکل زیر به دست می‌آید:

$$TC = B.r_1^{\frac{\alpha}{\delta}}.r_2^{\frac{\beta}{\delta}}.r_3^{\frac{\gamma}{\delta}}.Q^{\frac{1}{\delta}}$$

که در این رابطه:

r_1 = قیمت هر واحد نیروی کار به ریال،

r_2 = قیمت هر واحد سرمایه به ریال،

r_3 = قیمت هر واحد سوخت به ریال،

B = عدد ثابت،

بوده و $\delta = \alpha + \beta + \gamma$ برابر با درجه بازدهی نسبت به مقیاس است. اگر از این تابع هزینه لگاریتم بگیریم، خواهیم داشت:

$$Ln\,TC = Ln\,B + \frac{1}{\delta}Ln\,Q + \frac{\alpha}{\delta}Ln\,r_1 + \frac{\beta}{\delta}Ln\,r_2 + \frac{\gamma}{\delta}Ln\,r_3$$

بنابراین:

$$E_Q = \frac{MC}{AC} = \frac{1}{\delta} = \text{کشش هزینه نسبت به ستاده}$$

و

$$MC = \frac{1}{\delta}(AC)$$

این نتیجه بیان می‌کند که چنانچه ارقام مربوط به AC یعنی هزینه متوسط موجود باشد، می‌توان با تقسیم رقم حاصله بر درجه بازدهی نسبت به مقیاس به رقم هزینه نهایی رسید. در حال حاضر داریم:

درجه بازدهی نسبت به مقیاس برای مقطع خارج اوج $= (\hat{\alpha} + \hat{\beta} + \hat{\gamma})\Big|_{PEAK} =$ ۱/۱۹

درجه بازدهی نسبت به مقیاس برای مقطع اوج $= (\hat{\alpha} + \hat{\beta} + \hat{\gamma})\Big|_{OFF\text{ - }PEAK} =$ ۱/۰۸

ارقام هزینه متوسطی که توسط توانیر برای سال ۱۳۷۹ برای بخش تولید محاسبه شده‌اند عبارتند از:

۲/۶۷ (سنت) + ۳۲/۲۶ (ریال) = هزینه متوسط تولید برای سال ۱۳۷۹ برای مقطع خارج اوج برای هر کیلووات ساعت

۲/۱۵ (سنت) + ۲۱/۴۸ (ریال) = هزینه متوسط تولید برای سال ۱۳۷۹ برای مقطع اوج برای هر کیلووات ساعت

سه سناریو برای تبدیل ارقام دلاری به ریالی درنظر می‌گیریم:

۱. سناریوی اول: هر دلار معادل ۱۷۵۰ ریال،
۲. سناریوی دوم: هر دلار معادل ۳۰۰۰ ریال،
۳. سناریوی سوم: هر دلار معادل ۸۰۰۰ ریال.

بنابراین، با توجه به بحث بالا می‌توان هزینه نهایی بخش تولید را به شکل زیر با توجه به سه سناریوی ارایه شده محاسبه کرد:

جدول ۹ - هزینه نهایی با توجه به سناریوهای مختلف

MC تولید نیروگاه‌های مقطع خارج اوج	MC تولید نیروگاه‌های مقطع اوج	سناریوی تبدیل دلار
۴۹/۷ ریال	۷۳/۱ ریال	۱ دلار = ۱۷۵۰ ریال
۷۲/۲۵ ریال	۱۰۴ ریال	۱ دلار = ۳۰۰۰ ریال
۱۶۲/۲۵ ریال	۲۲۷/۶ ریال	۱ دلار = ۸۰۰۰ ریال

با توجه به این که هزینه انتقال و توزیع، برای هر کیلو وات ساعت در سال ۱۳۷۹ معادل ۱۴/۵ ریال برآورد شده است بنابراین، ارقام هزینه نهایی برای هر کیلووات ساعت برای سال ۱۳۷۹، اعم از تولید، انتقال و توزیع، طبق سه سناریو به شکل زیر است:

جدول ۱۰ - هزینه نهایی تولید، انتقال و توزیع (ارقام به ریال برای هر کیلو وات ساعت برای سال ۱۳۷۹)

MC تولید، انتقال و توزیع مقطع خارج اوج	MC تولید، انتقال و توزیع مقطع اوج	سناریوی تبدیل دلار
۶۴/۲ ریال	۸۷/۶ ریال	۱ دلار = ۱۷۵۰ ریال
۸۶/۷۵ ریال	۱۱۱/۴ ریال	۱ دلار = ۳۰۰۰ ریال
۱۷۶/۷۵ ریال	۲۴۲/۱ ریال	۱ دلار = ۸۰۰۰ ریال

به این ترتیب، از این ارقام هزینه نهایی برای محاسبه قیمت‌های رمزی استفاده خواهد شد.

۵. محاسبه قیمت‌های رمزی با توجه به سناریوی مختلف برای نرخ ارز

در قسمت‌های گذشته، توابع تقاضا برای کاربری‌های مختلف برآورد شدند. همان طور که در بحث مبانی نظری توابع تقاضا بیان شد با شکل تبعی مورد نظر برای توابع یادشده، کشش مستقیم قیمتی برای

برق برای هر کاربری به شکل زیر قابل محاسبه است:

$$E_x = n_0 + 2n_1 Ln\, P_e$$

با به‌کارگیری این رابطه برای محاسبه کشش، مقادیر عددی کشش قیمتی برای آخرین دوره مورد برآورد به شکل زیر محاسبه می‌شوند:

جدول ۱۱ - ارقام کشش مستقیم قیمتی

بخش	خانگی	تجاری و عمومی	صنعتی	کشاورزی
کشش تقاضا	-۰/۷۹	-۰/۳۳	-۰/۳۴	-۰/۴۷

از طرف دیگر، برای آنکه بتوان قیمت‌های رمزی را محاسبه کرد به دو عنصر دیگر نیاز داریم، یکی، ارقام هزینه نهایی برای هر کاربری، دوم این که اگر قرار است برای مقاطع اوج و خارج اوج قیمت‌های متفاوتی پیشنهاد کنیم باید محاسبه کنیم که در هر مقطع (اوج و خارج اوج) چه مقدار از مصارف کاربری‌های مختلف تحقق می‌یابد. برای این منظور طبق اطلاعات مربوط به سال ۱۳۷۶ خواهیم داشت:

جدول ۱۲ - نسبت انرژی مصرفی در مقطع اوج کاربری‌های مختلف

بخش مصرف	قدرت مصرفی در اوج سیستم (MW)	درصد	انرژی مصرفی	درصد	ضریب بار (درصد)
خانگی	۸۷۹۰	۵۰/۷	۲۶۵۲۳	۳۶	۴۶
صنعتی*	۳۲۱۸	۱۸/۶	۲۳۶۶۱	۳۲	۸۲
تجاری	۲۱۸۳	۱۲/۶	۸۱۶۰	۱۱	۵۷
عمومی*	۱۰۳۷	۶	۶۷۲۷	۹	۸۸
کشاورزی	۱۳۰۹	۷/۶	۶۰۰۹	۸	۷۰
سایر	۷۷۸	۴/۵	۲۸۰۰	۴	۵۴
جمع	۱۷۳۱۵	۱۰۰	۷۳/۸۸	۱۰۰	

* حداکثر بار مصرفی این دو بخش در صبح اتفاق می‌افتد (صنعتی ۴۵۳۲ MW و برای بخش عمومی ۱۱۶۵ MW).

حال، برای آنکه بدانیم چه قسمتی از انرژی مصرفی هر بخش در مقطع اوج یا خارج اوج واقع شده، از منحنی تداوم بار استفاده می‌کنیم. منحنی تداوم بار نشان می‌دهد که طول زمان استفاده از هر بار معین طی دوره‌ای معین (مثل ۲۴ ساعت یا یک سال) چقدر است. نمونه‌ای نظری از این منحنی تداوم بار در شکل

(۲) آمده است. (به قسمت یک مراجعه کنید).

از بررسی منحنی تداوم بار تجربی برق در ایران درمی یابیم که کل اوج سیستم، طی چهار ساعت (در شبانه روز) اتفاق می‌افتد. بنابراین، از طریق محاسبات زیر می‌توان دریافت که چه نسبتی از انرژی در مقطع اوج و یا خارج اوج مورد مصرف قرار می‌گیرد:

نسبت میزان انرژی مصرفی بخش خانگی در مقطع اوج نسبت به کل زمان

$$[۸۷۹۰ \times \frac{۴}{۲۴} \times ۸۷۶۰] \div ۲۶۵۲۳۰۰۰ = ۰/۴۸$$

نسبت میزان انرژی مصرفی بخش صنعتی در مقطع اوج نسبت به کل زمان

$$[۳۲۱۸ \times \frac{۴}{۲۴} \times ۸۷۶۰] \div ۲۳۶۶۱۰۰۰ = ۰/۲$$

نسبت میزان انرژی مصرفی بخش تجاری و عمومی در مقطع اوج نسبت به کل زمان

$$[۳۲۲۰ \times \frac{۴}{۲۴} \times ۸۷۶۰] \div ۱۴۸۸۷۰۰۰ = ۰/۳۱$$

نسبت میزان انرژی مصرفی بخش کشاورزی در مقطع اوج نسبت به کل زمان

$$[۱۰۳۹ \times \frac{۴}{۲۴} \times ۸۷۶۰] \div ۶۰۰۹۰۰۰ = ۰/۳۲$$

هم‌چنین، در قسمت‌های قبل، هزینه نهایی تولید، انتقال و توزیع برق نیز محاسبه شد. با توجه به سه دسته اطلاعات بالا (کشش تقاضا، ارقام هزینه نهایی و نسبت میزان انرژی مصرفی هر بخش در مقطع اوج نسبت به کل زمان)، معادله (۶) از بخش اول مقاله، در قالب یک برنامه کامپیوتری در محیط نرم افزار *MATLAB* گنجانده شد و تساوی عدد رمزی برای همه بخش‌ها به انضمام قید سربه سری تحمیل شد. از اجرای این برنامه، قیمت‌های رمزی با توجه به سناریوی مختلف تبدیل ارز، برای کاربری‌های مختلف، برای دو مقطع اوج و خارج اوج به شکل زیر به دست آمد (ارقام برای سال ۱۳۷۹):

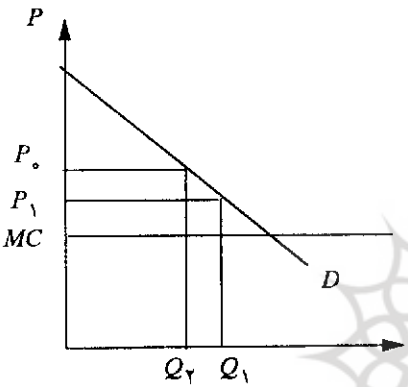
جدول ۱۳ - قیمت‌های رمزی کاربری‌های مختلف

(سال ۱۳۷۹ - RLs/kwh)

سناریو	خانگی		صنعتی		تجاری و عمومی		کشاورزی	
	اوج	خارج‌اوج	اوج	خارج‌اوج	اوج	خارج‌اوج	اوج	خارج‌اوج
۱ دلار = ۱۷۵۰ ریال	۲۰۵ ریال	۳۳ ریال	۱۱۴ ریال	۱۹ ریال	۱۱۲ ریال	۱۸/۵ریال	۱۰۹ ریال	۱۸ ریال
۱ دلار = ۳۰۰۰ ریال	۲۹۰ ریال	۴۸ ریال	۱۶۴ ریال	۲۷ ریال	۱۶۱ ریال	۲۷ ریال	۱۵۷ ریال	۲۶ ریال
۱ دلار = ۸۰۰۰ ریال	۵۹۰ ریال	۱۰۰ ریال	۳۴۰ ریال	۵۷ ریال	۳۳۵ ریال	۵۶ ریال	۳۲۳ ریال	۵۴ ریال

۶. ارزیابی تغییرات رفاهی ناشی از قیمت‌گذاری رمزی

حال بررسی می‌کنیم که آیا اعمال قیمت‌های بالا واقعاً منجر به افزایش رفاه نسبت به وضعیت فعلی می‌شود یا نه. برای این منظور از مفاهیم اضافه رفاه مصرف کننده (CS) و اضافه رفاه تولید کننده (PS) استفاده کرده و سپس با توجه به توابع تقاضایی که در قسمت‌های قبل برآورد کرده‌ایم و با توجه به ارقام هزینه نهایی، این تغییرات رفاهی را ارزیابی می‌کنیم.[۱]



ابتدا، فرض می‌شود که تابع تقاضا خطی باشد. از شکل مقابل ملاحظه می‌شود که اگر قیمت از P_0 به P_1 برسد (P_1 می‌تواند بالا یا پایین P_0 باشد) آن گاه:

شکل ۳- نمودار مبنای محاسبه تغییرات رفاهی

$$\text{تغییر در اضافه رفاه مصرف کننده و تولیدکننده} = \frac{(P_0 - P_1)(Q_1 - Q_0)}{2} + (P_1 - MC)(Q_1 - Q_0)$$

اما ملاحظه شد که توابع تقاضای برآورد شده ما غیرخطی بودند. در این صورت تغییر در اضافه رفاه تولید کننده و مصرف کننده عبارت است از:

$$\Delta(CS + PS) = \left| \int_{p_0}^{p_1} Q(p)dp \right| - (p_0 - p_1)Q_0 + (p_1 - MC)(Q_1 - Q_0)$$

که $Q(p)$ تابع تقاضای مربوط است.

حال، با استفاده از این رابطه و تابع تقاضای کاربری‌های مختلف که در قسمت‌های قبلی ارایه شد می‌توان به محاسبه تغییرات رفاهی، ناشی از حرکت به سمت قیمت‌های رمزی پرداخت. بر اساس ارقام واقعی تغییرات رفاهی ناشی از حرکت از قیمت‌های فعلی به سوی قیمت‌های رمزی محاسبه شدند. این تغییرات رفاهی، در کاربری‌های مختلف برای سال ۱۳۷۶ به صورت زیر هستند:

---

۱. رجوع شود به: محمدی، تیمور.(۱۳۷۶) اقتصاد خرد. نشر ترمه.

جدول ۱۴ - نتیجه محاسبات تغییرات رفاهی

تغییرات رفاهی در بخش‌های مختلف بر حسب میلیون ریال (سال ۱۳۷۶)				
جمع	بخش کشاورزی	بخش تجاری وعمومی	بخش صنعت	بخش خانگی
۴۴۹۰۵۶	۱۲۶۲۷۱	۹۷۳۵۶	-۲۹۰۸۹	۲۵۴۲۱۸

۷. نتیجه‌ها و رهنمودهای سیاستی

به طور خلاصه از مطالعات انجام شده در قسمت‌های قبلی می‌توان به نتیجه‌های زیر دست یافت:

۱. صنعت برق ایران - چه در مجموع و چه در سطح زیر مجموعه نیروگاه‌ها - از بازدهی صعودی نسبت به مقیاس برخوردار است.

۲. بنابراین، قیمت‌گذاری بر اساس هزینه نهایی، صنعت را با کسری مواجه ساخته و بر این مبنا قیمت‌گذاری رمزی می‌تواند یک شیوه قیمت‌گذاری مطرح در این زمینه باشد.

۳. حرکت از قیمت‌های رایج فعلی برای کاربری‌های مختلف برق به سوی قیمت‌های رمزی، منجر به افزایش رفاه اجتماعی در قالب تحلیل تعادل جزئی می‌گردد.

۴. طبق نتایج حاصل شده و بر خلاف رویه جاری در قیمت‌گذاری باید بخش خانگی بیشترین بار بهای هر کیلووات ساعت را نسبت به سایر بخش‌ها به دوش بکشد. و دلیل آن این است که اولاً هزینه نهایی برق رسانی به این بخش (تا سطح فشار ضعیف) بالا است و ثانیاً، این بخش بیشترین فشار را هنگام اوج بار سیستم به صنعت وارد می‌آورد.

۵. بر خلاف آنچه که تحت عنوان حمایت از بخش کشاورزی مطرح می‌شود، اخذ تعرفه‌های بیش از حد پایین، از بخش کشاورزی، منجر به اختلال در تخصیص منابع می‌شود. بخش کشاورزی سهمی یکسان را در مقاطع اوج و خارج اوج نسبت به سایر بخش‌ها دارد و بنابراین، تا حد زیادی بر وارد آوردن فشار بر گسترش سیستم در مقطع اوج مؤثر است.

۶. بیشترین انحراف قیمت‌های رمزی نسبت به قیمت‌های جاری به ترتیب در بخش‌های کشاورزی، خانگی و صنعتی وجود دارد. به عنوان مثال، برای سال ۱۳۷۶ می‌توان به نتایج زیر دست یافت:

- قیمت برق در بخش کشاورزی کمتر از قیمت مربوط رمزی بوده و قیمت جاری ۱۵ درصد قیمت پیشنهادی است.
- قیمت برق در بخش خانگی کمتر از قیمت مربوط رمزی بوده و قیمت جاری ۲۸ درصد قیمت پیشنهادی است.
- قیمت برق در بخش صنعتی بیشتر از قیمت مربوط رمزی بوده و قیمت جاری ۲/۸ برابر قیمت

پیشنهادی است.

- قیمت برق در بخش تجاری بیشتر از قیمت مربوط رمزی بوده و قیمت جاری ۳/۳۶ برابر قیمت پیشنهادی است.

منابع

آمارهای منتشر شده توسط وزارت نیرو، توانیر و وزارت نفت.

اسپولبر، نیکلاس؛ صباغی، اصغر. (۱۳۷۸). ***اقتصاد منابع آب***. ترجمه تیمور محمدی. مرکز مدارک اقتصادی - اجتماعی و انتشارات سازمان برنامه و بودجه.

پسران، هاشم؛ فیر، ری. (۱۳۷۴). ***اقتصاد سنجی***. ترجمه تیمور محمدی. دانشگاه امام حسین.

داده‌های سری زمانی منتشر شده توسط بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.

عسگری، منوچهر؛ محمدی، تیمور. (۱۳۷۷) هم انباشتگی و اهمیت اقتصادی آن. ***فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۳***. دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی.

محمدی، تیمور. (۱۳۷۶). ***اقتصاد خرد (سؤالات چهارجوابی)***. نشر ترمه.

محمدی، تیمور. (۱۳۷۹). ***قیمت گذاری بهینه صنعت برق ایران***. پایان نامه دوره دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی.

ویتینک، دیک. (۱۳۷۵). ***کاربرد تحلیل رگرسیونی***. ترجمه حمید ابریشمی و تیمور محمدی. دانشگاه تهران.

Brown, S.J. and Sibley, D.S. (1986). *The Theory of Public Utility Pricing.* New York.

Munasinghe, M. (1996). *Electricity Economics.*

World Bank. (1992). *Electricity Pricing: Conventional Views and New Concepts.*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی