مجله تحقیقات اقتصادی / شماره ۵۵ / پاییز و زمستان ۷۸ / صفحات ۱۷۵-۱۶۳

# نظریه تعیین عرضه اقتصادی کالای بادوام

دکتر مجید احمدیان*

## چکیده

در مقاله حاضر یک الگوی نظری به منظور تعیین تابع عرضه اقتصادی کالای بادوام ارائه گردیده است. نتیجه بدست آمده این بوده است که شرط تعادل مصرف کننده از تساوی بین هزینه مصرف کننده با ارزش نهایی خدمات حاصل از مصرف کالای بادوام بدست می‌آید. قیمت سایه‌ای (یا قیمت ذخیره‌ای) هر واحد اضافی توسط این شرط تعیین می‌گردد. از طرف دیگر، قیمت سایه‌ای با هزینه نهایی تولید برابر است که شرط تعادل تولیدکننده را مشخص می‌کند. تابع عرضه کالای بادوام از شرط تعادل تولیدکننده حاصل می‌شود. از آنجاکه عواملی نظیر نرخ بهره، نرخ استهلاک، ارزش نهایی خدمات کالای بادوام و همچنین طول زمان استفاده از آنها در سال‌های گوناگون در تعیین قیمت سایه‌ای مؤثر هستند، از این رو عوامل مزبور بطور غیرمستقیم تابع عرضه را تحت تأثیر قرار خواهند داد.

**کلید واژه‌ها:**

عرضه کالای بادوام، ارزش نهایی خدمات، هزینه مصرف کننده، قیمت ذخیره‌ای، نظریه ریاضی کنترل

---

* عضو هیأت علمی و استادیار دانشکده اقتصاد - دانشگاه تهران.

## ۱ـ مقدمه

در سالهای اخیر عرضه و تقاضای کالای بادوام مورد توجه خاص اقتصاددانان منابع طبیعی و انرژی بوده است. کالاهای بادوام در اقتصاد بوسیله قطعات، ابزار و وسایلی تولید می‌شوند که از مواد فلزی پایان‌پذیر ساخته شده‌اند. مواد فلزی پایان‌پذیر نظیر آهن، فولاد، مس، منگنز، جیوه، آلومینیم، طلا و نقره و ... در طبیعت و محیط زیست وجود دارند که بعد از اکتشاف، استخراج و پالایش به قطعات و ابزار تولیدی تبدیل می‌شوند. از طرف دیگر تقاضا برای کالای بادوام به خاطر ارزش خدماتی است که از مصرف آنها در سالهای آینده حاصل می‌شود. در نظریه‌های بهره‌برداری بهینه از مواد فلزی پایان‌پذیر، تأکید اساسی بر تقاضای کالای بادوام شده است. این نظریه‌ها توسط هارتویک،[1] کارپ،[2] مالوگ و سالو،[3] لوهاری و پیندیک[4] و استوارت[5] معرفی و توسعه یافته‌اند.

در مقاله حاضر هدف این است که یک الگوی نظری تدوین و تنظیم کنیم و از آن تابع عرضه اقتصادی کالای بادوام را بدست آوریم. به همین منظور تابع ارزش خدمات حاصل از استعمال کالای بادوام را مورد استفاده قرار داده و از شرط تعادل مصرف کننده قیمت سایه‌ای (یا قیمت ذخیره‌ای) هر واحد از کالای بادوام را تعیین می‌کنیم. قیمت سایه‌ای عامل مؤثر و تعیین کننده‌ای در تابع عرضه است.

مطالب این مقاله به صورت زیر طبقه‌بندی شده است:

در قسمت دوم میزان دوام کالا را تعیین کرده و تراکم و ذخیره آن را در طول زمان مشخص می‌کنیم. در قسمت سوم تابع ارزش خدمات حاصل از استعمال و نگهداری کالا معرفی می‌شود و الگوی نظری و روش حل آن با استفاده از نظریه کنترل ریاضی در قسمت چهارم مورد بحث قرار می‌گیرد. تعادل مصرف کننده و تولیدکننده را که از حل

1- Hartwick, 1993

2- Karp, 1993

3- Malueg and Sollw, 1990

4- Levhari and Pindyck, 1981

5- Stewart, 1980

الگو حاصل می‌شوند در قسمتهای پنجم و ششم مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهیم. سرانجام نتیجه‌گیری نهایی را در قسمت هفتم شرح خواهیم داد.

## ۲ـ تراکم کالای اقتصادی بادوام

به طور کلی، کالاهای بادوام از نظر درجه دوام و مدت زمان مصرف قابل تفکیک هستند. برخی از کالاها در اثر مصرف کاملاً از بین می‌روند و در طول زمان روی هم انباشته نمی‌شوند و ذخیره کالا را تشکیل نمی‌دهند. کالاهایی نظیر مواد خوراکی و آشامیدنی جزو این گروه محسوب می‌شوند. همچنین فراورده‌های نفتی بعد از این که انرژی موردنیاز را تولید کردند سوخته می‌شوند و از بین می‌روند. در مقابل، کالاهای دیگری در اقتصاد وجود دارند که در اثر استعمال و مصرف دوام خود را از دست نمی‌دهند، و خصوصیات خود را در طول زمان در اثر مصرف حفظ می‌کنند و به منظور تأمین تقاضا در آینده بکار می‌روند؛ طلا و نقره جزو این گروه بشمار می‌روند.

برای تفکیک این دو گروه پارامتر a را معرفی می‌کنیم. برای کالاهای گروه اول مقدار a با صفر برابر است، در صورتی که، برای کالاهای کاملاً بادوام مقدار a برابر با یک است. بقیه کالاها در اقتصاد از نظر میزان دوام در محدوده $۱ > a > ۰$ قرار می‌گیرند. کالاهایی نظیر یخچال، تراکتور، آبگرمکن، بخاری، اجاق گاز و غیره از نظر درجه دوام دارای عمر استعمال متفاوت می‌باشند. برخی ۱۰، یا ۲۰ و حتی ۳۰ سال عمر مفید دارند، وقتی که عمر مفید آنها سپری می‌شود به قراضه و کالاهای بدون مصرف تبدیل می‌شوند. برای این کالاها مقدار a ممکن است ۰/۹، ۰/۸ و یا ۰/۰۱ باشد. پس پارامتر a درصدی از کالاست که از بین نمی‌رود و جایگزین عرضه کالای بادوام در آینده می‌شود و می‌توان از آن جهت جبران تقاضا در آینده استفاده کرد. عرضه کالای بادوام را از زمان صفر الی زمان t با $q_0$ الی $q_t$ نشان داده، تراکم آن را در زمان صفر با $x_0 = q_0$ و در زمان یک با $x_1 = q_1 + ax_0 = q_1 + aq_0$ و در زمان دو با $x_2 = q_2 + ax_1 = q_2 + aq_1 + a^2q_0$ نمایش می‌دهیم که در جدول (۱) نشان داده شده‌اند. همان طور که ملاحظه می‌شود از

کالای اقتصادی نسبتاً بادوام به اندازه $ax_0$ از زمان صفر به زمان یک و به اندازه $ax_1$ از زمان یک به زمان دو منتقل شده‌اند. در زمان t تراکم کالای بادوام را به صورت زیر می‌نویسیم که در جدول (۱) نشان داده شده است:

$$X_t = q_t + aX_{t-1} \qquad (1)$$

رابطه (۱) نشانگر این امر است که در زمان t مقدار $q_t$ از کالای بادوام تولید شده و مقدار $aX_{t-1}$ از زمان t-1 به زمان t منتقل شده است. مقدار $X_{t-1}$ را از طرفین رابطه (۱) کم می‌کنیم و نتیجه را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\Delta X_{t-1} = q_t - (1-a)\, X_{t-1} \qquad (2)$$

که در آن $\Delta X_{t-1} = X_t - X_{t-1}$ است. اگر زمان را متغیر پیوسته فرض کنیم در این صورت رابطه (۲) به صورت زیر خواهد شد:

$$\dot{X} = q - (1-a)X \qquad (3)$$

که در آن $\dot{X} = \frac{dx}{dt}$ است. برای سهولت محاسبات، اندیس زمان از متغیرها حذف شده است. برای بدست آوردن مقدار x(t) می‌توان معادله دیفرانسیل (۳) را حل کرد که نتیجه به صورت زیر خواهد شد[1]:

---

۱- عامل انتگرال $e^{(1-a)u}$ را درنظر گرفته و آن را در طرفین رابطه (۳) ضرب کرده و نتیجه را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\dot{x}e^{(1-a)u} + (1-a)\,xe^{(1-a)u} = qe^{(1-a)u} \qquad (i)$$

مشتق عبارت $xe^{(1-a)u}$ را نسبت به u می‌گیریم و نتیجه به صورت زیر خواهد شد:

$$\frac{d(xe^{(1-a)u})}{du} = \dot{x}e^{(1-a)u} + (1-a)\,xe^{(1-a)u} \qquad (ii)$$

مقدار رابطه (ii) را در رابطه (i) قرار می‌دهیم و رابطه (iv) بدست می‌آید:

$$\frac{d\,[xe^{(1-a)u}]}{du} = qe^{(1-a)u} \qquad (iv)$$

از طرفین رابطه (iv) در فاصله میان صفر و t انتگرال می‌گیریم و در این صورت خواهیم داشت:

$$x(t) = \int_0^t q(u)e^{-(1-a)(t-u)}du \qquad (v)$$

رابطه فوق براساس $x_0 = q_0$ که در جدول (۱) ملاحظه می‌شود، بدست آمده است.

$$X(t)=\int_{0}^{t} q(u)e^{-(1-a)(t-u)}\,du \qquad (4)$$

که در آن u عامل زمان است. این رابطه تراکم کالای بادوام را نشان می‌دهد. اگر $a=1$ باشد رابطه (۱) به صورت زیر خلاصه خواهد شد:

$$X_t=q_t+X_{t-1} \qquad (5)$$

رابطه (۵) تراکم کالای اقتصادی صددرصد بادوام را نشان می‌دهد. همان‌طوری که گفته شد طلا و نقره جزو کالاهای صددرصد بادوام محسوب می‌شوند، اگر $a=0$ باشد در این صورت رابطه (۱) را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$X_t=q_t \qquad (6)$$

رابطه (۶) بیانگر این امر است که کالای اقتصادی یکبار مصرف می‌باشد و به محض این که مورد استفاده قرار گرفت از بین می‌رود. فرآورده‌های نفتی نظیر نفت سفید از این نوع کالاها می‌باشند. نفت سفید در اثر سوختن به انرژی تبدیل می‌شود و اثری از آن برای آینده باقی نمی‌ماند. بنابراین نفت سفید مانند طلا کالای صددرصد بادوام نیست بلکه کالای کاملاً بی‌دوام می‌باشد و از این رو متراکم نمی‌شود.

**جدول شماره (۱) تراکم کالای نسبتاً بادوام در طول زمان**

| زمان | عرضه | تراکم کالای نسبتاً بادوام | تابع ارزش خدمات |
|---|---|---|---|
| ۰ | $q_0$ | $x_0=q_0$ | $S_0=s(x_0)$ |
| ۱ | $q_1$ | $x_1=q_1+ax_0=q_1+aq_0$ | $S_1=s(x_1)$ |
| ۲ | $q_2$ | $x_2=q_2+ax_1=q_2+aq_1+a^2q_0$ | $S_2=s(x_2)$ |
| ⋮ | | | |
| t | $q_t$ | $X_t=q_t+ax_{t-1}=\sum_{i=0}^{t} a^{t-i}q_i$ | $S_t=s(x_t)$ |

## ۳ـ تابع ارزش خدمات حاصل از استعمال کالای بادوام

کالاهای بادوام ارزش خدماتی دارند و مصرف کنندگان آنها را می‌خرند و از استعمال و

نگهداری آنها در سالهای آینده مطلوبیت کسب می‌کنند. مصرف کنندگان مایلند برای دستیابی به کالاهای بادوام به اندازه ارزش کل خدماتی که از داشتن و استعمال آنها بدست می‌آورند، پرداخت نمایند. از این رو، هرچقدر کالاها بادوام‌تر باشند ارزش خدماتی بیشتری بوجود می‌آورند، برعکس هر چقدر بی‌دوام‌تر باشند ارزش خدماتی کمتری خواهند داشت.

قسمتی از کالاهای بادوام در اثر مصرف و استعمال در طول زمان و با گذشت سالها مستهلک می‌شود و بقیه جهت تأمین تقاضا در آینده بکار می‌رود. از این رو، کالاهای بادوام روی هم انباشته شده و ذخیره را تشکیل می‌دهند. افزایش در تولید کالاهای بادوام موجب افزایش در ذخیره آنها می‌گردد. افزایش در ذخیره سبب می‌شود ارزش خدماتی آنها در سالهای آینده افزایش پیدا کنند. در جدول (۱) در زمان $t$ تراکم کالای بادوام با $X_t$ و تابع ارزش خدمات حاصل از آن با $S_t = s(x_t)$ نشان داده شده است. در این تابع، ارزش کل خدماتی که از داشتن $X_t$ نصیب مصرف کننده می‌شود با $S_t$ برابر است و مقدار $X_t$ به صورت ذخیره است و از انباشته‌شدن کالای بادوام در سال $t$ و قبل از آن حاصل می‌شود و ارزش خدماتی ایجاد می‌کند. هراندازه کالا بادوام‌تر باشد، مدت زمان زیادتری نگهداری می‌شود و در نتیجه ارزش خدماتی بیشتری بوجود می‌آورد. و اگر کالاها ارزش خدماتی بیشتری داشته باشد تقاضا برای آنها افزایش می‌یابد.

با افزایش در مقدار ذخیره کالای بادوام، ارزش کل خدمات حاصل از آن بیشتر می‌شود بنابراین مشتق $S_t$ نسبت به $X_t$ مثبت خواهد بود. این مشتق را ارزش نهایی خدمات می‌نامند که از هر واحد اضافی در ذخیره کالا بوجود می‌آید. با افزایش در تولید کالای بادوام مقدار ذخیره بیشتر شده و در نتیجه ارزش نهایی خدماتی که از استعمال آن حاصل می‌شود، کاهش پیدا می‌کند. بنابراین $S_x = \frac{ds_t}{dx_t}$ مثبت است ولی $S_{xx} = \frac{d^2 s_t}{dx_t^2} < 0$ منفی است.

## ۴ـ الگوی نظری تعیین عرضه اقتصادی کالای بادوام

فرض می‌کنیم تولید کننده در زمان t مقدار $q_t$ را تولید می‌کند و به مصرف کنندگان می‌فروشد. تابع هزینه تولید به صورت $C_t = C(q_t)$ است که مشتق آن را هزینه نهایی تولید می‌نامند. تابع منفعت خالص تولید کننده در زمان t به صورت $B = S(t) - C(q)$ نوشته می‌شود که از تفاوت میان ارزش کل خدمات و هزینه کل تولید بدست می‌آید. افق زمانی تولید، بی‌نهایت فرض می‌شود و در نتیجه مجموع ارزش حال منفعت به صورت زیر خواهد شد:

$$V = \int_{0}^{\infty} [S(t) - C(q)]e^{-rt}\, dt \qquad (۷)$$

که در آن r نرخ تنزیل است. نرخ تنزیل موجب می‌شود میزان تولید در شرایط بهینه و در وضعیت پویا تعیین گردد. اگر r صفر باشد مسأله از حالت پویا به حالت ایستا تبدیل می‌شود. تولید کننده V را نسبت به قید (۳) حداکثر می‌کند و بدین وسیله مقدار بهینه عرضه را تعیین می‌کند. برای این منظور، از نظریه ریاضی کنترل استفاده کرده و تابع همیلتون را به صورت زیر تشکیل می‌دهیم:

$$H = [S(x) - C(q)]e^{-rt} + \lambda[q - (1 - a)x] \qquad (۸)$$

با استفاده از تابع همیلتون، شرایط مرتبه اول را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\frac{\partial H}{\partial q} = 0 \quad , \qquad - MC(q)e^{-rt} - \lambda = 0 \qquad (۹)$$

$$\frac{\partial H}{\partial x} = -\dot{\lambda} \quad , \qquad S_x e^{-rt} - (1 - a)\lambda = -\dot{\lambda} \qquad (۱۰)$$

$$\frac{\partial H}{\partial \lambda} = \dot{X} \quad , \qquad q - (1 - a)x = \dot{X} \qquad (۱۱)$$

در رابطه (۹) هزینه نهایی تولید در زمان t با $MC(q)$ برابر است که به صورت $MC(q) = \frac{dC}{dq}$ بدست می‌آید و $\lambda$ قیمت سایه‌ای تنزیل شده هر واحد اضافی از کالای بادوام است که به صورت ذخیره انباشته شده است. مشتق $\lambda$ نسبت به زمان به صورت $\dot{\lambda} = \frac{d\lambda}{dt}$ نوشته می‌شود. طرفین روابط (۹) و (۱۰) را در $e^{-rt}$ ضرب کرده و نتایج را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$MC(q) = P \qquad (۱۲)$$

$$S_x - (1 - a)P = -\dot{\lambda} e^{rt} \qquad (۱۳)$$

در این روابط $P = \lambda e^{rt}$ است.

از روابط (۱۲) و (۱۳) استفاده می‌کنیم و عرضه اقتصادی کالای بادوام را تعیین می‌کنیم، رابطه (۱۲) هزینه نهایی تولید را با قیمت سایه‌ای هر واحد اضافی در ذخیره کالای بادوام مساوی می‌کند. به عبارت دیگر براساس این رابطه قیمت سایه‌ای هر واحد اضافی در ذخیره کالا با افزایش در هزینه تولید کالا برابر است که از همان واحد اضافی ناشی می‌شود. قیمت سایه‌ای از رابطه (۱۳) حاصل می‌شود که ارزش ذخیره هر واحد اضافی است.

## ۵ـ تعادل مصرف کننده

قیمت ذخیره‌ای از شرط تعادل مصرف کننده تعیین می‌شود. رابطه (۱۳) شرط تعادل را بیان می‌کند که در آن $P = \lambda e^{rt}$ است: تغییر زمانی قیمت سایه‌ای از مشتق P نسبت به زمان t به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$\dot{P} = rp + \dot{\lambda} e^{rt} \qquad (۱۴)$$

مقدار $\dot{\lambda} e^{rt}$ را در رابطه (۱۳) جایگزین کرده و در نتیجه شرط تعادل مصرف کننده به صورت زیر خلاصه خواهد شد:

$$S_x = (r + d)P - \dot{P} \qquad (۱۵)$$

که در آن $d = 1\text{-}a$ نشان می‌دهد چند درصد از کالای بادوام در هر زمان و در اثر استعمال ارزش خود را از دست می‌دهد. براساس رابطه (۱۵) هزینه استعمال کننده با ارزش نهایی خدمات حاصل از استعمال کالا مساوی می‌باشد. مصرف کننده با نگهداری کالای بادوام، هزینه‌هایی را تحمل می‌کند که آنها را هزینه فرصت می‌نامند[1]. فرض می‌کنیم مصرف

1. Opportunity cost

کننده مبلغ $P_t$ ریال را جهت خرید کالاهای بادوام (سرمایه‌ای) در زمان t اختصاص می‌دهد. این کالاها قسمتی از دارایی او را تشکیل می‌دهند و در طول زمان ارزش سرمایه‌ای آنها افزایش می‌یابد و از $P_{t-1}$ به $P_t$ می‌رسد و در نتیجه $\Delta P_t = P_t - P_{t-1}$ مثبت می‌شود. در حالی که اگر مصرف کننده مقدار $P_t$ از درآمد خود را در بانک پس‌انداز کند بهره‌ای معادل $rP_t$ بدست می‌آورد. از طرف دیگر، کالاهای بادوام در اثر استعمال به اندازه $dP_t$ ارزش خود را از دست می‌دهند و در نتیجه مصرف این کالاها برای مصرف کننده به اندازه $(r+d)P_t$ هزینه دارد. هزینه مصرف کننده از تفاوت میان هزینه فرصت و رشد ارزش کالای بادوام حاصل می‌شود که به صورت زیر خلاصه می‌شود:

$$uc_t = (r + d)\,P_t - \Delta P_t \qquad (۱۶)$$

در رابطه (۱۶) هزینه مصرف کننده با $uc_t$ در زمان t نشان داده شده است و همچنین نرخ بهره و نرخ استهلاک در طول زمان ثابت فرض شده‌اند.

اگر $\Delta P = (r+d)P$ باشد هزینه مصرف کننده صفر می‌شود. یعنی افزایش در قیمت کالای سرمایه‌ای، هزینه فرصت آن را جبران می‌کند. هزینه مصرف کننده موقعی اتفاق می‌افتد که هزینه فرصت از افزایش در قیمت کالا بیشتر باشد. در این حالت $uc_t$ مثبت خواهد شد و اگر $uc_t$ منفی باشد دراین صورت $(r+d)P < \Delta P$ شده مصرف کننده تصمیم به استعمال کالا نمی‌گیرد و آن را به عنوان دارایی نگهداری می‌کند.

با مقایسه نمودن رابطه (۱۶) با رابطه (۱۵) ملاحظه می‌شود که هزینه مصرف کننده با ارزش نهایی خدمات در حالتی که زمان متغیر پیوسته باشد، برابر است. درواقع زمانی مصرف کننده تصمیم می‌گیرد یک واحد اضافی از کالای بادوام را خریداری نماید که ارزش خدماتی آن با هزینه مصرف آن واحد برابر باشد.

اگر مصرف کننده یک واحد اضافی از کالای بادوام خریداری کند، آن واحد ذخیره کالای بادوام را به اندازه یک واحد افزایش می‌دهد. مصرف کننده با داشتن آن واحد به اندازه $S_x$ ارزش خدماتی کسب می‌کند و از طرف دیگر به اندازه $(r+d)P - \dot{P}$ هزینه مصرف کالا را می‌پذیرد و در نتیجه وقتی واحد اضافی را می‌خرد که هزینه مصرف با

ارزش خدماتی برابر باشد.

مصرف کنندگان کالاهای بادوام می‌خرند و از خدمات آنها بهره‌مند می‌شوند. کالاهای بادوام روی هم انباشته شده و قسمتی از دارایی مصرف کنندگان را تشکیل می‌دهند. انباشته شدن کالاها ذخیره آنها را افزایش می‌دهد. از این رو مصرف کنندگان برای هر واحد از ذخیره کالای بادوام قیمت سایه‌ای قائل می‌شوند. قیمت سایه‌ای همان قیمت ذخیره‌ای است که با P در رابطه (۱۵) نشان داده شده است. برای تعیین قیمت سایه‌ای، معادله دیفرانسیل (۱۵) را مانند معادله دیفرانسیل (۳) حل کرده و نتیجه را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$P(t) = \int_{t}^{\infty} e^{-(d+r)(u-t)} S_x(u)\,du \qquad (۱۷)$$

که در آن قیمت سایه‌ای (یا قیمت ذخیره‌ای) در زمان t با P(t) نشان داده شده است. براساس رابطه (۱۷) قیمت ذخیره‌ای با مجموع ارزش نهایی خدماتی که از استعمال هر واحد اضافی در سال‌های آینده حاصل می‌شود، برابر است.

در رابطه (۱۷) میزان عرضه ابتدا در ذخیره کالا اثر می‌گذارد و سپس تغییر در ذخیره کالا موجب می‌شود ارزش نهایی تغییر پیدا کند. تغییر در ارزش نهایی خدمات ،قیمت ذخیره‌ای را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

اگر کالای اقتصادی مانند طلا صددرصد بادوام باشد در این صورت نرخ استهلاک صفر خواهد شد. در این حالت با قرار دادن $d=0$ در رابطه (۱۷) قیمت سایه‌ای برای کالایی مانند طلا به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$P(t) = \int_{t}^{\infty} e^{-r(u-t)} S_x(u)\,du \qquad (۱۸)$$

رابطه (۱۸) نشان می‌دهد قیمت سایه‌ای طلا با مجموع تنزیل شده ارزش نهایی خدماتی که از هر واحد اضافی طلا در سالهای آینده حاصل می‌شود، برابر است. اگر صاحب طلا بخواهد آن را بفروشد حاضر است قیمت را در سطح P(t) تعیین کند.

## ۶ـ تابع عرضه اقتصادی کالای بادوام

به طور کلی در اقتصاد خرد عرضه کالا در کوتاه مدت و بلند مدت در شرایط رقابتی طبق رفتار واحدهای تولیدی تعیین می‌گردد که هر کدام به دنبال حداکثر نمودن سود خود در یک مقطع زمانی مشخص می‌باشند. سود زمانی حداکثر می‌شود که هزینه نهایی تولید با قیمت کالا برابر شود که آن را وضعیت و شرایط تعادل تولیدکننده می‌نامند. قیمت برای کلیه تولیدکنندگان براساس عملکردهای بازار رقابتی کالا تعیین می‌گردد و بدین‌ترتیب عرضه کالا تابعی از قیمت آن می‌گردد.

در مورد کالای بادوام، تولید کننده هزینه نهایی تولید را با قیمت ذخیره‌ای مساوی می‌کند که توسط رابطه (۱۲) بیان شده است. این رابطه تعادل تولید کننده را مشخص می‌کند و در آن قیمت توسط عملکردهای بازار مشخص نمی‌شود، بلکه عوامل مؤثر بر آن توسط رابطه (۱۸) معلوم می‌گردد. این عوامل شامل نرخ بهره، نرخ استهلاک، ارزش نهایی خدمات و زمان استفاده از کالاها در سال‌های آینده می‌باشند. بدین‌وسیله عرضه اقتصادی کالای بادوام تحت تأثیر عوامل مزبور قرار می‌گیرد. از میان عوامل مورد اشاره ارزش نهایی خدمات حاصل از استعمال کالا اثر قابل توجهی در میزان عرضه کالای بادوام دارد.

به منظور تعیین تابع عرضه، مقدار $P(t)$ را از رابطه (۱۸) در رابطه (۱۲) قرار داده و شرط تعادل تولید کننده به صورت زیر بدست می‌آید:

$$MC(q(t)) = P(t) = \int_t^{\infty} e^{-(d+r)(u-t)} S_x(u)\,du \qquad (۱۹)$$

براساس رابطه (۱۹) عرضه اقتصادی کالای بادوام طوری تعیین می‌گردد که هزینه نهایی تولید با قیمت ذخیره‌ای هر واحد اضافی برابر شود. فرض می‌کنیم هزینه نهایی تولید، تابع صعودی نسبت به میزان تولید است در این صورت از رابطه (۱۹) نسبت به زمان مشتق گرفته نتیجه به صورت زیر نوشته خواهد شد:

$$\frac{dq}{dt} = \frac{1}{c''}\left(\frac{dp}{dt}\right) \qquad (۲۰)$$

که در آن $c''$ مشتق مرتبه دوم هزینه کل تولید می‌باشد. براساس رابطه (۲۰) مسیر میزان

عرضه به مسیر قیمت ذخیره‌ای بستگی دارد. اگر عوامل مؤثر در قیمت ذخیره‌ای در طول زمان تغییر نمایند موجب تغییر مکان مسیر زمانی میزان عرضه کالای بادوام خواهند شد.

## ۷ـ نتیجه گیری

در این مقاله یک الگوی نظری و پویا به منظور تعیین تابع عرضه اقتصادی کالای بادوام ارائه گردید. نتیجه نظری الگو این بود که عرضه کالای بادوام تابعی از قیمت سایه‌ای هر واحد اضافی در ذخیره کالای بادوام می‌باشد. قیمت سایه‌ای با استفاده از شرط تعادل مصرف کننده محاسبه گردید. استعمال و نگهداری کالای بادوام برای مصرف کننده هزینه‌های گوناگونی دربر دارد که آنها را هزینه فرصت می‌نامند. تفاوت بین هزینه فرصت و رشد قیمت کالا را هزینه مصرف کننده می‌گویند.

وقتی مصرف کننده اقدام به خرید یک واحد اضافی از کالای بادوام می‌کند که هزینه مصرف آن با ارزش نهایی خدماتی که از استعمال آن بدست می‌آید، برابر باشد. این تساوی شرط تعادل مصرف کننده را بیان می‌کند که براساس آن قیمت سایه‌ای (و یا قیمت ذخیره‌ای) بدست می‌آید. از آنجا که عواملی نظیر نرخ بهره، نرخ استهلاک، ارزش نهایی خدمات در سالهای گوناگون و طول مدت استفاده از کالای بادوام قیمت سایه‌ای را تغییر می‌دهند، عرضه کالای بادوام از طریق قیمت سایه‌ای تحت تأثیر این عوامل قرار می‌گیرد. از میان این عوامل، ارزش نهایی خدمات حاصل از استعمال کالای بادوام مهمترین عامل تعیین کننده عرضه محسوب می‌شود.

## فهرست منابع


1. Chilton, J., "The pricing of Durable exhaustible resources: comment", The Quarterly journal of Economics, August, 1984.
2. Hartwick, J.M., "The Generalized r% rule for Smi-Durable exhaustible resources", Resource and Energy Economics, 15, 1993, 147-152.
3. Karp, L.S., "Monopoly extraction of a durable non-renewable resource: Failure of the Coase conjecture", Economica, 1993.
4. Leuhari, and R.S. Pindyck, "The pricing of durable exhaustible resources", The Quarterly journal of Economics, vol.XCVI, No.3, August. 1981, pp. 365-377.
5. Malueg, D and J.L. Solow, "Monopoly production of durable exhaustible resources", Economica, 57. 1990, 29-27.
6. Malueg, D.A and J.L. Solow, "Exhaustibility and the durable goods monopolist", Mathematical computer modeling, 10, No.6, 419-427.
7. Stewart, M.B., "Monopoly and the Intertemporal production of a durable extractable resource", The Review of Economics and Statistics, vol.XCIV, February, 1980, pp.99-11.