

تخمین تابع تقاضای آب بخش خانگی با قیمت‌های غیر خطی با استفاده از الگوی

انتخاب گسسته - پیوسته،

(مطالعه موردی: شهر تهران طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۱)

آمنه خوشبخت^۱ حسین راغفر^۲ ناصر خیابانی^۳

(دریافت ۸۸/۶/۲۱ پذیرش ۸۸/۱۱/۱۹)

چکیده

در سالهای اخیر، کمبود آب ناشی از خشکسالی‌های متوالی در اکثر مناطق کشور، افزایش تقاضای ناشی از افزایش جمعیت و عدم رشد مناسب عرضه به دلیل هزینه‌های سنگین فرایند تولید تا توزیع موجب شده تا تأمین آب مورد نیاز مصرف کنندگان از مهم‌ترین دغدغه‌های شرکت‌های آب و فاضلاب باشد. در این زمینه ضرورت سیاست‌های مدیریت تقاضا بیش از پیش به چشم می‌خورد. اولین و مهم‌ترین گام در راستای مدیریت مصرف، شناخت رفتار مصرف کنندگان است. به همین منظور در این مطالعه، تابع تقاضای آب مصرفی خانوار شهر تهران با اطلاعات بودجه خانوار در ساختار قیمت‌های بلوکی با الگوی انتخاب گسسته-پیوسته با روش حداکثر راستنمایی، برآورد شد. نتایج این تحقیق نشان داد که پارامترهای قیمت و درآمد، دارای علامت مورد انتظار هستند. کشش‌های غیرشرطی محاسبه شده نشان می‌دهند که حساسیت مصرف کنندگان در برابر تغییر قیمت و درآمد در ساختار قیمت بلوکی مخالف صفر است. بنابراین می‌توان از سیاست اصلاح قیمت در ساختار قیمت بلوکی به عنوان ابزار مؤثری در مدیریت مصرف مازاد بر نیاز استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تقاضای آب خانوار، قیمت‌های غیر خطی، الگوی انتخاب گسسته-پیوسته، حداکثر راستنمایی، کشش‌های شرطی و غیرشرطی

The Estimation of Water Demand Function of Household Sector According to Non Linear Pricing Through Discrete – continues Choice Model (The Case Study of Tehran City During 2002 to 2006)

Amenh Khoshbakht¹ Hossien Raghfar² Nasser Khiabani³

(Received Sep. 12, 2009 Accepted Feb. 8, 2010)

Abstract

The scarcity of water is the result of the recent successive drought in most country's districts. The increase of demand due to the increase of population and also inappropriate growth of supply according to the high cost of production process and therefore distribution, arise a big concern for the water and wastewater companies. Therefore the provision of water supply for consumers emphasizes on the urge of the management policies more than ever. Knowing the consumer behavior, in this regard, is the first and the most important step. In this study, to reach this objective, the function of household water demand in structure of block pricing in Tehran was estimated by using household budget data, through discrete – continues choice model and maximum likelihood approach. The results show that price and income parameters have expected sign. The calculated unconditional elasticities show that consumers' sensitiveness for price fluctuations in the structure of block pricing are against zero. Therefore, the policy of price reform in the structure of block pricing can be used as an effective tool in the management of consumption.

Keywords: Household Water Demand, Non Linear Pricing, Discrete-Continues Choice Model, Maximum Likelihood, Conditional and Unconditional Elasticities.

1. Ph.D. of Economic, Faculty of Social Sciences and Economic, Al-Zahra University, Tehran (Corresponding Author) 09173322174 amkshobakht@yahoo.com

2. Assist. Prof. of Economic, Faculty of Social Sciences and Economic, Al-Zahra University, Tehran

3. Assist. Prof. of Institute for Management and Planning Studies (IMPS), Tehran

۱- دانش‌آموخته دکتری اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه الزهرا (س)، تهران (نویسنده مسئول) ۰۹۱۷۳۳۲۲۱۷۴ amkshobakht@yahoo.com

۲- استادیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه الزهرا، تهران

۳- استادیار مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی، تهران

هدف این مطالعه تعیین حساسیت قیمتی و درآمدی آب مصرفی خانوار در ساختار قیمت‌های غیرخطی بود. به‌همین منظور، تابع تقاضای آب مصرفی خانوار با الگوی انتخاب گسسته-پیوسته^۱ (DCC) با استفاده از اطلاعات بودجه خانوار شهر تهران طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۸۱ برآورد گردید.

در الگوی انتخاب گسسته-پیوسته نحوه محاسبه کشش‌ها (کشش‌های غیرشرطی) در چارچوب قیمت‌های غیرخطی^۲ با قیمت واحد^۳ تفاوت دارد. در این الگو، کشش‌ها با لحاظ موقعیت خانوارها در نقاط مختلف، محدودیت بودجه و احتمال تغییر موقعیت آنها با تغییر درآمد و قیمت محاسبه می‌شوند. با توجه به شیوه محاسبه کشش‌ها در این ساختار انتظاری‌رود که حساسیت مصرف‌کنندگان دقیق‌تر برآورد شود. همین امر نیز موجب شده است تا ادبیات این الگو در تخمین تقاضای سایر کالاها غیر از آب با ساختار قیمت غیرخطی مانند تلفن ثابت و همراه، برق و گاز نیز وارد شود. اما در مجموع به دلیل پیچیدگی تخمین تابع تقاضای این الگوها که ماهیت غیرخطی دارند، مطالعات کاربردی کمتری در این حوزه انجام شده است [۴].

در این مطالعه الگوی مورد استفاده، متغیرهای الگو و نحوه پردازش داده‌های متغیرها بیان گردید و نتایج الگوی کاربردی تجزیه و تحلیل شد.

۲- روش تحقیق

تقاضای کالاهایی که با قیمت بلوکی به بازار عرضه می‌شوند تابع غیرخطی است. در این ساختار دو متغیر قیمت و مقدار به‌صورت درونزا و همزمان تعیین می‌شوند. تعیین بلوک مصرف به معنای تعیین دامنه مصرف است که از دامنه‌های دیگر جداست. متمایز کردن هر بلوک از بلوک دیگر با نقاط فصل مشترک به معنای گسستگی بلوک‌هاست. در ابتدا انتخاب بلوک مصرفی یا انتخاب نقاط فصل مشترک بلوک‌ها یک انتخاب گسسته است. از طرف دیگر با انتخاب بلوک در واقع علاوه بر مشخص شدن دامنه مصرف، قیمت نیز تعیین می‌شود. پس از تعیین بلوک باید مقدار مصرف درون هر یک از بلوک‌ها مشخص شود که به‌صورت پیوسته در نظر گرفته می‌شود و یک انتخاب پیوسته محسوب می‌شود. به این ترتیب برای تخمین تغییرات مصرف با قیمت‌های غیرخطی، لحاظ نمودن انتخاب گسسته و پیوسته به همزمانی تعیین دو متغیر مهم قیمت و مقدار از الگوی انتخاب گسسته-پیوسته استفاده می‌شود.

در مورد کالاها و خدمات عمومی مانند آب، برق و تلفن که هزینه ثابت تولید آنها زیاد است، غالباً دولت عرضه‌کننده اصلی کالا در بازار است. افزایش مصرف این کالاها با افزایش جمعیت، عدم رشد مناسب عرضه با تقاضا و بی‌انطباقی در مصرف، موجب شده است تا برقراری تعادل بین عرضه و تقاضا به‌ویژه در دوره‌های اوج مصرف با مشکل مواجه شود. در چنین شرایطی، شناخت طرف عرضه و تقاضا به‌منظور مدیریت مصرف و برقراری تعادل از اهمیت زیادی برخوردار است.

در میان کالاها و خدمات عمومی، آب از اهمیت حیاتی برخوردار است زیرا مصرف این کالا ارتباط تنگاتنگی با سلامتی جامعه دارد و به‌عنوان کالایی ضروری است که هر فرد برای سلامتی در حداقل معیشت به آن نیاز دارد. از سوی دیگر، عرضه این کالا تا حد زیادی به شرایط اقلیمی و جوی منطقه مانند میزان بارندگی و درجه حرارت بستگی دارد که این عوامل، لزوم برنامه‌ریزی جامع برای مدیریت مصرف بیش از نیاز این منبع حیاتی را فراهم می‌کند [۱].

قیمت از جمله کم‌هزینه‌ترین ابزارهای مدیریت، به‌عنوان مؤثرترین ابزار نیز معرفی شده است. عرضه‌کنندگان آب به‌طور سنتی بر این عقیده بودند که آب کالایی با کشش قیمتی پایین یا اصطلاحاً بی‌کشش است و مصرف‌کنندگان به تغییر قیمت واکنش نشان نمی‌دهند. بنابراین در مدیریت تقاضا باید از شیوه‌های دیگر مانند تبلیغات فرهنگی، آموزش‌های اجتماعی و استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته که از هدر رفت آب جلوگیری می‌کنند، بهره گرفت [۲]. اما به لحاظ نظری و تجربی، کشش قیمتی آب غیر صفر است [۳ و ۴]. لذا با کشش مخالف صفر، حساسیت در برابر تغییرات قیمت وجود خواهد داشت حتی اگر میزان آن کوچک باشد. از طرف دیگر به لحاظ نظری و تجربی ثابت شده است که استفاده از متغیر قیمت برای مدیریت مصرف، کم‌هزینه‌تر از سایر شیوه‌های کنترلی است حتی اگر قیمت انتخاب شده ناکارا باشد [۵ و ۶].

با گسترش چنین مفهومی در میان عرضه‌کنندگان آب، انگیزه برآورد دقیق کشش‌های قیمتی تقاضا به‌عنوان یک متغیر کلیدی افزایش یافت. همچنین از آنجا که عرضه‌کننده خدمات عمومی تنها به‌عنوان حداکثرکننده سود در بازار عمل نمی‌کند بلکه با قید پوشش هزینه‌ها یا هزینه‌های متغیر در حال فعالیت است، در صورت عدم تحقق هزینه‌ها، دولت در بخش عرضه دولتی می‌تواند بخشی از زیان را به‌صورت یارانه‌های یک‌جا جبران کند. بنابراین تولیدکننده با آگاهی از حساسیت قیمتی مصرف‌کنندگان، تغییرات در درآمد و در نتیجه میزان تغییر سود یا زیان را می‌تواند پیش‌بینی کند.

¹ Discrete-Continues Choice Model (DCC)

² Non-Linear Price

³ Unit Price

هویت^۵ آغاز شده است [۱۵].

۲-۱- الگوی انتخاب گسسته- پیوسته

به منظور تحلیل تقاضای آب، استفاده از الگوی انتخاب گسسته- پیوسته تابع تقاضا به صورت رابطه زیر است

$$\ln w = z\delta + \alpha \ln p + \gamma \ln \tilde{y} + \eta + \varepsilon \quad (1)$$

که در این رابطه

w مقدار مصرف آب خانوارها، z ماتریس اطلاعات اجتماعی خانوارها مانند بعد خانوار، سطح زیر بنای واحد مسکونی و دارایی خانوار از وسایل منزل مانند ماشین لباسشویی و ماشین ظرف شویی P متوسط قیمتی که مصرف کننده بابت هر واحد مصرف پرداخت می کند و \tilde{y} درآمد خانوارهاست. این رابطه در تمام مطالعاتی که از رویکرد انتخاب گسسته- پیوسته استفاده نموده اند مشترک است و همین امر امکان مقایسه نتایج الگوها را فراهم می کند.

این الگو دارای دو جزء خطا است. η جزء خطایی است که آن بخش از ناهمگنی ترجیحات مصرف آب خانوارها که توسط متغیرها و مشخصات خانوار موجود در الگو توضیح داده نمی شود را بیان می کند. ε خطای بهینه یابی است و با وجود این خطا، فرض می شود که مصرف واقعی همیشه با مصرف بهینه برابر نیست. ε خطای درک نیز نامیده می شود زیرا متخصص اقتصادسنجی نمی تواند همه عوامل مؤثر بر مصرف را در الگو وارد کند. به طور خلاصه ε خطای خانوار و اقتصادسنجی است. دو جزء خطا، مستقل از هم و دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس های ثابت به صورت $\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ و $\eta \sim N(0, \sigma_\eta^2)$ در نظر گرفته می شوند. از آن جا که مصرف مطلوب لزوماً با مصرف واقعی برابر نیست و مصرف مشاهده شده نیز لزوماً با مصرف واقعی یا مصرف مطلوب برابر نیست بنابراین تصریح تابع تقاضا مانند آنچه در بالا شرح داده شد، برای مصرف کننده امکان قرار گرفتن در هر بخشی از محدودیت بودجه در طول بلوک یا نقاط فصل مشترک را فراهم می کند. δ, α, γ به ترتیب ضرایب درآمد، قیمت و بردار ضرایب ماتریس اطلاعات اجتماعی خانوار هستند.

با وجود قیمت های بلوکی افزایشی، تخمین تابع تقاضا کمی پیچیده می شود.

در شکل کلی تابع تقاضا با فرض وجود k بلوک، قیمت مصرف هر واحد در بلوک k ام با p_k نشان داده می شود. با وجود k بلوک، $k-1$ نقطه فصل مشترک بین بلوک ها وجود دارد که w_k مصرف در این نقاط را نشان می دهد. در الگوی انتخاب گسسته- پیوسته، دو تقاضای شرطی و غیر شرطی وجود خواهد داشت. در تقاضای

در چنین شرایطی، تصریح الگو با یک خطا به دلیل همبستگی سیستمی اندازه خطای تصادفی، قیمت و درآمد واقعی، تخمین های سازگار و بدون تورش را نتیجه نمی دهد و استفاده از روش حداقل مربعات معمولی نیز به همین دلیل تأیید نمی شود. در صورت استفاده از حداقل مربعات معمولی بدون توجه به مشکلات بالا، گاهی نتایج تا حدی غیرمنطقی می شوند که ممکن است تابع تقاضا با شیب مثبت برآورد شود [۱۷].

عدم تفکیک خطاها در الگو موجب تورش در برآوردها خواهد شد. اندازه خطای بزرگ تر در الگو موجب افزایش اندازه راستنمایی و در نتیجه انتقال مصرف کننده به بلوک بالاتر با قیمت نهایی بالاتر می شود و در مقابل با در نظر گرفتن خطای کوچک تر، همین روند معکوس خواهد شد. برای رفع مشکلات مذکور، روش معادلات همزمان مانند حداقل مربعات دو مرحله ای یا سایر الگوهای متغیر ابزاری پیشنهاد شد [۲، ۶، ۸، ۹].

الگوهای معادلات، علی رغم برطرف نمودن مشکلات بالا دارای مشکلات دیگری نیز هستند. اول این که در الگوهای معادلات همزمان، تنها برآورد تقاضای افرادی که در طول بلوک مصرفی و در بین دو نقطه فصل مشترک بلوک ها قرار دارند، امکان پذیر است. وضعیت خانوارهایی که در همسایگی این نقاط قرار دارند نامشخص است. یعنی متغیر ابزاری در مورد وضعیت خانوارهایی که در همسایگی نقاط فصل مشترک قرار دارند توضیح کاملی ارائه نمی کند.

دوم در رویکرد متغیر ابزاری امکان توضیح تغییرات ساختاری در قیمت، تغییر طبقه بندی بلوک ها، تغییر در تعداد بلوک ها و در نتیجه تغییر نقاط فصل مشترک وجود ندارد. به علاوه کشش صحیح در قیمت های بلوکی شامل کشش شرطی تقاضا برای مصرف معین در بلوک و کشش احتمال مصرف در آن بلوک خاص است که در الگوهای معادلات همزمان دیده نمی شود [۲].

مناسب ترین الگو که مشکلات نظری و تکنیکی اقتصادسنجی را در این ساختار قیمتی رفع می کند، الگوی انتخاب گسسته- پیوسته با تصریح دو خطا است که با روش حداکثر راستنمایی برآورد می شود. ساختار الگوی انتخاب گسسته- پیوسته در مورد عرضه نیروی کار به وسیله برتلس^۱ و هاسمن^۲ ارائه شد و توسعه یافت و به وسیله مفیت^۳ به موارد دیگر تعمیم داده شد [۱۰-۱۳]. هنیمن^۴ مبانی نظری مشابهی راجع به این الگو را ارائه داد [۱۴]. استفاده از این الگو در تخمین تقاضای آب برای اولین بار از سال ۱۹۹۳ توسط

¹ Burtless
² Hausman
³ Mofitt
⁴ Hanemann

⁵ Hewitt
⁶ Perception Error

در این تابع w مقدار مصرف مشاهده شده و w_k^* مقدار مصرف بهینه در طول بلوک k ام است. تابع لگاریتم راستنمایی برای $k > 1$ بلوک به رابطه ۴ تبدیل می‌شود. Φ تابع توزیع تجمعی نرمال استاندارد است. اولین بخش رابطه ۴ مربوط به مصارفی است که در طول k بلوک قرار دارند و بخش خطی محدودیت بودجه را تشکیل می‌دهند و بخش دوم مربوط به مصارفی است که دقیقاً در هر یک از $k-1$ نقطه آستانه یا فصل مشترک قرار می‌گیرند. در واقع رابطه ۴ رابطه‌ای است که به روشهای غیرخطی حداکثر می‌شود و پارامترهای تقاضا بر اساس آن برآورد می‌شوند.

$$\begin{aligned} \ln L = \sum \ln \left[\sum_{k=1}^k \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{\exp(-s_k)^2 / 2}{\sigma_v} \right) (\Phi(r_k) - \Phi(n_k)) \right] \\ + \sum_{k=1}^{k-1} \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{\exp(-u_k)^2 / 2}{\sigma_\varepsilon} \right) (\Phi(m_k) - \Phi(t_k)) \end{aligned} \quad (4)$$

$$v = \eta + \varepsilon$$

$$t_k = (\ln w_k - \ln w_k^*(\cdot)) / \sigma_\eta$$

$$s_k = (\ln w_k - \ln w_k^*(\cdot)) / \sigma_v, \quad m_k = (\ln w_k - \ln w_{k+1}^*(\cdot)) / \sigma_\eta$$

$$u_k = (\ln w_k - \ln w_k^*(\cdot)) / \sigma_\varepsilon, \quad n_k = (m_{k-1} - \rho s_k) / \sqrt{1 - \rho^2}$$

$$r_k = (t_k - \rho s_k) / \sqrt{1 - \rho^2}$$

$$\rho = \text{corr}(v, \eta)$$

با توجه به ساختار غیرخطی قیمت و محدودیت بودجه، ضرائب در آمد و قیمت برآورد شده الگوی انتخاب گسسته- پیوسته را نمی‌توان مستقیماً به‌عنوان کشش تفسیر کرد. در واقع این ضرائب احتمال تغییر موقعیت خانوار به دلیل تغییر قیمت و درآمد را نشان نمی‌دهند. بنابراین ضرائب مذکور را به‌عنوان حساسیت خانوار به قیمت و مقدار در قالب همان بلوک مشاهده شده می‌توان تفسیر نمود. به همین دلیل کشش‌های غیر شرطی محاسبه و شبیه‌سازی شدند تا رفتار مصرف کنندگان در برابر تغییرات قیمت و درآمد به‌طور کلی نشان داده شود. در واقع کشش‌های غیر شرطی از دستاوردهای الگوی انتخاب گسسته- پیوسته هستند که می‌توانند به‌عنوان ابزارهای مفیدی در ارائه راهبردهای سیاستی در اختیار سیاست‌گذار قرار گیرند.

ووجه تمایز این مطالعه با سایر مطالعات انجام شده در کشور در ادامه به‌طور خلاصه بیان می‌شود [۲۱-۱۸]:

- ۱- در این مطالعه از داده‌های خرد و اطلاعات در سطح خانوار با تواتر فصلی که توسط مرکز آمار ایران تهیه شد استفاده گردید.
- ۲- در این مطالعه تابع تقاضای آب مصرفی خانوار با لحاظ نمودن ساختار قیمت بلوکی، درونزایی متغیرهای قیمت و مقدار، تقاضا در

شرطی، مصرف‌کننده با شرط این که مقدار مصرف او حتماً در بلوک خاص قرار بگیرد مصرف می‌کند و تابع تقاضای وی برابر با رابطه ۱ می‌شود. در این رابطه $\tilde{y}_k = y + d_k$ در آمد بلوک k ام است که d_k براساس رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$d_k = \begin{cases} 0 & \text{if } k=1 \\ \sum_{j=1}^{k-1} (p_{j+1} - p_j) w_k & \text{if } k > 1 \end{cases} \quad (2)$$

برای مصرف بیشتر از بلوک اول بین قیمت نهایی و قیمت متوسط تفاوت وجود دارد و مصرف‌کننده از مقدار یارانه‌ای به اندازه d_k منتفع می‌شود. این مقدار ناشی از تفاوت مقداری است که مصرف‌کننده باید پرداخت می‌کرد اگر همه واحدها به این میزان قیمت‌گذاری شده بودند و مقداری که وی اکنون پرداخت می‌کند (تنها بخش مازاد بر نقطه فصل مشترک را با قیمت بلوک بالاتر می‌پردازد). مجموع مقدار یارانه دریافتی به درآمد مصرف‌کننده اضافه می‌شود ($\tilde{y}_k = y + d_k$) و \tilde{y}_k به‌عنوان کل درآمد مصرف‌کننده در محدودیت بودجه وی قرار می‌گیرد. متغیر d_k متغیر تقاضایی^۱ نامیده می‌شود که توسط تیلور^۲ و نوردین^۳ معرفی و به‌کارگرفته شد [۱۶ و ۱۷].

در این بخش همان‌طور که بیان شد برای هر بلوک مصرفی یک تابع تقاضای شرطی مجزا وجود دارد. در مقابل، یک تابع تقاضای غیر شرطی نیز برای انتخاب کلی مصرف‌کننده وجود دارد که در آن نه تنها میزان مصرف وی با شرط معین بودن قیمت مشخص می‌شود بلکه بلوک مصرفی نیز در عمل انتخاب می‌شود.

در رابطه ۳ تابع تقاضای غیرشرطی، تابعی از تقاضای شرطی و نقاط فصل مشترک است

$$(3)$$

$$\ln w_1 = \begin{cases} \ln w_1^*(z, P_1, \tilde{y}_1; \delta, \alpha, \gamma) + \eta + \varepsilon & \text{if } -\infty < \eta < \ln w_1 - \ln w_1^*(z, P_1, \tilde{y}_1; \delta, \alpha, \gamma) \\ \ln w_1 + \varepsilon & \text{if } \ln w_1 - \ln w_1^*(z, P_1, \tilde{y}_1; \delta, \alpha, \gamma) < \eta < \ln w_1 - \ln w_2^*(z, P_2, \tilde{y}_2; \delta, \alpha, \gamma) \\ \ln w_2^*(z, P_2, \tilde{y}_2; \delta, \alpha, \gamma) + \eta + \varepsilon & \text{if } \ln w_1 - \ln w_2^*(z, P_2, \tilde{y}_2; \delta, \alpha, \gamma) < \eta < \ln w_2 - \ln w_2^*(z, P_2, \tilde{y}_2; \delta, \alpha, \gamma) \\ \ln w_{k-1} + \varepsilon & \text{if } \ln w_{k-1} - \ln w_{k-1}^*(z, P_{k-1}, \tilde{y}_{k-1}; \delta, \alpha, \gamma) < \eta < \ln w_{k-1} - \ln w_k^*(z, P_k, \tilde{y}_k; \delta, \alpha, \gamma) \\ \ln w_k^*(z, P_k, \tilde{y}_k; \delta, \alpha, \gamma) + \varepsilon + \eta & \text{if } \ln w_{k-1} - \ln w_k^*(z, P_k, \tilde{y}_k; \delta, \alpha, \gamma) < \eta < \infty \end{cases}$$

¹ Difference Variable
² Taylor
³ Nordin

است)، Ap_k وجود ماشین لباسشویی یا ظرفشویی یا هر دو در سبد خانوار بلوک k ام (در صورتی که خانوار از یکی از این دو وسیله یا هر دو در منزل استفاده کند به ترتیب با عدد یک و اگر از هیچ یک استفاده نکند با عدد صفر نشان داده می‌شود)، $Ltem_k$ لگاریتم حداکثر دمای فصل که از حداکثر دمای ثبت شده برای فصل توسط ایستگاه هواشناسی مهرآباد استفاده شده است. این ارقام برای همه خانوارها در همه بلوک‌ها مساوی در نظر گرفته شد. Lgc_k لگاریتم کل مخارج فصلی خانوار در بلوک k ام (مخارج خانوار در الگو به هزار ریال است) و $K=1, 8$ تعداد بلوک.

۳- نتایج و بحث

الگوی انتخاب گسسته- پیوسته مورد استفاده در این مطالعه با الگویی که در حالت کلی در بالا بیان شد اندکی متفاوت بود. اول این که در ایران متغیر تفاضلی وجود ندارد و یارانه‌ای به منظور لحاظ نمودن تفاوت قیمت بلوک‌ها به مصرف‌کننده‌های بلوک‌های بالاتر در نظر گرفته نمی‌شود. یعنی مصرف‌کننده در هر بلوکی که قرار گیرد کل میزان مصرف را با قیمت محاسبه شده برای آن بلوک خاص پرداخت می‌کند. پس متغیر d_k صفر خواهد بود یعنی در الگو، متغیر درآمد مستقیماً در محدودیت بودجه وی قرار می‌گیرد. به دلیل صفر بودن d_k ، محاسبه کشش قیمتی و اثر درآمدی تغییر قیمت کمی ساده‌تر از حالت کلی خواهد بود زیرا در صورت وجود متغیر تفاضلی با تغییر قیمت، درآمد مصرف‌کننده نیز تغییر می‌کند بنابراین برای محاسبه اثر تغییر قیمت، اثر درآمدی ناشی از این تغییر نیز باید لحاظ گردد. نکته دوم در الگوی توصیف شده با الگوی مورد استفاده این است که در الگوی مورد استفاده در طول بلوک‌ها قیمت هر واحد مصرف ثابت نیست، بنابراین در الگو از متوسط قیمت هر بلوک در هر سال استفاده شد.

در این الگو ابتدا داده‌های مقدار مصرف آب در کنار سایر متغیرها بدون توجه به زمان، به ترتیب صعودی مرتب شدند و بر اساس مقدار (دامنه بلوک‌ها) به هشت بلوک تقسیم شدند. در واقع طبقه‌بندی میزان مصرف به هشت بلوک بر اساس تعرفه‌های سال ۱۳۸۵ انجام شد [۲۲].

دامنه و فراوانی خانوارها در هر بلوک در جدول ۱ بیان شده است. بیشترین تراکم خانوار در بلوک پنجم مشاهده می‌شود. یعنی حدود ۳۲/۰ درصد معادل ۱۲۰۷ خانوار از کل ۳۸۲۰ خانوار موجود در الگو، در طول یک فصل به‌طور متوسط معادل ۳۶ تا ۴۵ مترمکعب آب مصرف کرده‌اند.

دامنه هر کدام از بلوک‌ها در جدول ۱ آورده شده است. با استفاده از تابع راستنمایی در رابطه ۴ و با وجود هشت بلوک ($k=8$)، برنامه الگو برای تخمین در نرم‌افزار RATS6 نوشته شد. با

نقاط فصل مشترک بلوک‌ها و تقاضا در طول بلوک‌ها برآورد شد. در هیچ یک از مطالعاتی که در داخل کشور انجام شده به موارد مذکور به‌صورت همزمان در تصریح تابع تقاضا توجه نشده است. ۳- الگوی انتخاب گسسته- پیوسته با هشت بلوک برای اولین بار در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. ۴- وجود دو جزء خطا به‌طور مستقل در الگو و محاسبه کشش‌های تقاضا با در نظر گرفتن احتمال تقاضای خانوار با توجه به موقعیت آنها از ویژگی‌های منحصر به فرد این الگو بود.

۲-۲- پردازش داده‌ها و معرفی متغیرهای الگوی کاربردی

مقدار مصرف، قیمت هر واحد کالا و درآمد مربوط به مصرف‌کننده از اساسی‌ترین داده‌های مورد نیاز به‌منظور تخمین تابع تقاضا هستند. از آنجا که آمار مقدار مصرف آب خانوار به‌همراه سایر متغیرهای مهم در تخمین تابع تقاضا مانند درآمد و مشخصات اجتماعی از قبیل بعد خانوار و زیربنای واحد مسکونی به‌صورت یکجا در دسترس نبود، لذا بهترین راهکار، استفاده از داده‌های بودجه خانوار مرکز آمار تشخیص داده شد. در واقع در پرسشنامه‌های مرکز آمار، علاوه بر وجود اطلاعات درآمد و هزینه خانوار، سایر مشخصات اجتماعی مورد نیاز نیز وجود دارد.

برای تعیین مقدار مصرف هر خانوار در پرسشنامه‌های تکمیل شده، هزینه آب لوله‌کشی به‌عنوان هزینه‌ای که خانوار در هر فصل برای آب مصرفی خود پرداخت می‌کند در نظر گرفته شد. در واقع فرض شد آنچه را که خانوارها به‌عنوان هزینه آب در پرسشنامه‌های خود گزارش می‌کنند، برابر با کل مخارج آنها بابت آب مصرفی است. از مبالغ ثابتی که مشترک در صورت مصرف یا عدم مصرف آب باید پرداخت کند مانند حق آبونمان، حق انشعاب و سایر پرداخت‌های ثابت صرف نظر شد.

با توجه به هزینه آب لوله‌کشی، کل مخارج خانوار برای آب طی سالهای مختلف استخراج شد. با طبقه‌بندی کل مخارج هر سال بر اساس معادلات تعرفه سالانه در هر دامنه، قیمت و مقدار مصرف متناظر محاسبه شد [۲۲]. با انجام این محاسبات برای همه مشاهدات در هر سال، سری قیمت و مقدار محاسبه شد. اگرچه در پرسشنامه خانوار، درآمد نیز موجود بود ولی با فرض این‌که راستنمایی قلم مخارج در پرسشنامه‌ها غالباً بیشتر از درآمد بود لذا از متغیر مخارج کل به‌عنوان جانشینی برای درآمد استفاده شد.

متغیرهای مورد استفاده در این الگو عبارت‌اند از:

LW_i لگاریتم مقدار مصرف آب در بلوک k ام، Lp_k لگاریتم قیمت آب بلوک k ام، Lz_k لگاریتم سطح زیر بنای منزل مسکونی خانوار بلوک k ام، Lfs_k لگاریتم اندازه خانوار بلوک k ام، (اندازه خانوار شامل تعداد افراد عضو یک خانوار اقتصادی

کشش‌های غیر شرطی علاوه بر اثر تغییر قیمت، اثر تغییر این متغیر بر احتمال تغییر موقعیت مصرف‌کننده در بلوک و نقاط فصل مشترک را نیز در نظر می‌گیرد. بر اساس نتایج شبیه‌سازی شده کشش‌های غیر شرطی، کشش قیمتی حدود ۰/۴۷- درصد و کشش درآمدی برابر با ۰/۵۲ درصد به‌دست آمد (جدول ۳).

میانگین کشش شبیه‌سازی شده درآمد (۰/۵۲) بزرگ‌تر از کشش شبیه‌سازی شده قیمت (۰/۴۷) به‌دست آمد. این کشش قیمتی به‌طور کلی حساسیت خانوار را در برابر تغییر قیمت همه بلوک‌ها به یک میزان و به‌طور همزمان با فرض ثابت بودن سایر شرایط نشان می‌دهد. کشش درآمدی نیز حساسیت خانوار را در برابر تغییر درآمد همه خانوارها به یک میزان و به‌طور همزمان در همه بلوک‌ها با فرض ثابت بودن سایر شرایط نشان می‌دهد. کوچک‌تر بودن کشش قیمتی از کشش درآمدی در واقع به‌دلیل یارانه پرداختی دولت به این کالا است. در نتیجه قیمت غیر واقعی (قیمت کمتر از قیمت تمام شده) موجب شده تا مصرف‌کنندگان حساسیت واقعی خود را در برابر قیمت نشان ندهند.

در مجموع موقعیت مصرف‌کننده در زمان تغییر قیمت (این که وی در نقطه فصل مشترک باشد یا در طول بلوک) و مقدار قیمت اولیه، در میزان حساسیت غیر شرطی در برابر تغییر قیمت نقش مهمی دارند.

اثر زیر بنای منزل مسکونی به‌عنوان متغیری که ثروت خانوار را نیز نشان می‌دهد، همانند اثر درآمد رابطه مثبت با مقدار مصرف دارد. اثر متغیر شرایط جوی (حداکثر دما) و بعد خانوار بر مصرف مثبت بود. اما استفاده از ماشین لباس‌شویی یا ماشین ظرف‌شویی در دوره مورد بررسی بر مقدار مصرف آب تأثیر معنی‌داری نداشت.

جدول ۱- طبقه بندی سطوح مصرف آب خانوار

بلوک	دامنه (مترمکعب)	فراوانی خانوارها
بلوک اول	$0 < w < 22/5$	۷۱
بلوک دوم	$22/5 < w \leq 27$	۲۹۵
بلوک سوم	$27 < w \leq 31/5$	۵۶۷
بلوک چهارم	$31/5 < w \leq 36$	۴۵۶
بلوک پنجم	$36 < w \leq 45$	۱۲۰۷
بلوک ششم	$45 < w \leq 54$	۵۹۳
بلوک هفتم	$54 < w \leq 72$	۴۸۹
بلوک هشتم	$72 < w$	۱۴۲

حداکثر کردن این الگو به‌روش غیرخطی یا روش بهینه‌یابی BFGS^۱، ضرائب متغیرها برآورد شدند. نتایج حاصله نشان می‌دهند که پارامترهای الگو به لحاظ نظری دارای علامت مورد انتظار هستند.

ضرائب قیمت و درآمد در الگوی انتخاب گسسته-پیوسته، میزان حساسیت خانوار را با فرض ابقای هر مصرف‌کننده در بلوک مشاهده شده نشان می‌دهند که اصطلاحاً به کشش شرطی نیز معروف است. یعنی با فرض این که مصرف‌کننده در بلوک مصرفی خود باقی بماند، با افزایش ۱۰/۰ درصدی در متوسط قیمت هر متر مکعب آب با ثابت بودن سایر شرایط، مقدار مصرف حدود ۵/۳ درصد کاهش می‌یابد (جدول ۲).

در این الگو کشش‌های غیرشرطی، پایه تحلیلهای حساسیت خانوارها است و از اهمیت زیادی برخوردار است [۲، ۴ و ۵].

^۱Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno Optimization Method

جدول ۲- نتایج تخمین پارامترها در الگوی انتخاب گسسته - پیوسته

حداکثر شده با روش BFGS				
همگرایی بعد از ۹ بار تکرار				
معیار نهایی $0/0000001 < 0/0000100$				
مشاهده قابل استفاده ۱۲۰۷				
مقدار تابع ۹۱۸/۹				
متغیر	ضرایب	انحراف معیار	آماره T	معناداری
Lp	-۰/۵۳	۰/۰۰۱	-۷۰۳/۲	۰/۰۰
Lgc	۰/۴۹	۰/۰۰۴	۱۳۴/۱	۰/۰۰
Lfs	۰/۱۳	۰/۰۰۲	۶۱/۶	۰/۰۰
Ap	۰/۰۸	۰/۰۵۴	۱/۵	۰/۰۰
Lz	۰/۲۵	۰/۰۰۴	۶۴/۸	۰/۰۴
Ltem	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۶/۶	۰/۰۰
S_E	۰/۶۹	۰/۰۰۰	۷۵۱۰۳	۰/۰۰
S_N	-۴/۸۸E-۰۹	۴/۷۲۸۰e-۱۱۰	۸۸/۲	۰/۰۰

ماخذ: خروجی نرم افزار RATS.

جدول ۳- کسش‌های شبیه‌سازی شده از الگوی گسسته-پیوسته

کسش قیمتی	۰/۴۷
انحراف معیار	۰/۲۹
کسش درآمدی	۰/۵۲
انحراف معیار	۰/۳۱

توضیح: کسش‌ها و انحراف معیارها، میانگین و انحراف معیار کسش‌های شبیه‌سازی شده است.

اگرچه میزان حساسیت مصرف‌کنندگان در برابر تغییرات قیمت کم است اما این حساسیت صفر نیست و این موضوع نوید بخش موفقیت استفاده از ابزار قیمتی در اصلاح الگوی مصرف است.

۳- انحراف معیارهای دو خطای موجود در الگو به‌طور مجزا برآورد شد.

۴- انحراف معیار خطای ناهمگنی ترجیحات خانوارها کوچک‌تر از انحراف معیار خطای درک بود یعنی تفاوت ترجیحات خانوارها سهم بزرگی در تغییرات توضیح داده نشده مقدار مصرف آب در دوره مورد بررسی نداشت. این امر ناشی از دسته‌بندی بلوکی مقدار مصرف در نتیجه سایر ویژگی‌های خانوار است.

۵- پیشنهادها

با توجه به نتایج الگو به ویژه کسش‌های غیر شرطی محاسبه شده در راستای اصلاح شیوه قیمت‌گذاری و مدیریت مصرف مازاد بر نیازهای ضروری، توصیه‌های زیر را می‌توان ارائه نمود:

۱- استفاده از ساختار قیمت‌های بلوکی افزایشی به شیوه استاندارد برای مقادیر بالاتر از الگوی مصرف. در شیوه استاندارد قیمت‌گذاری بلوکی، قیمت به ازای همه مقادیر مصرف در درون یک بلوک ثابت است. این امر به مصرف‌کننده به‌صورت شفاف نشان می‌دهد که در صورت کاهش مصرف به میزان ۱۰ مترمکعب مثلاً در طول یک فصل، هزینه مصرف وی دقیقاً چقدر کاهش خواهد یافت.

۲- به‌منظور افزایش قدرت انتخاب مصرف‌کننده و افزایش رفاه وی با دادن انتخاب‌های بیشتر، تعداد بلوک‌ها را با کاهش دامنه بلوک افزایش داد که همین امر موجب افزایش انگیزه صرفه جویی مصرف‌کننده در طول یک بلوک می‌شود. یعنی دامنه بلوک‌ها و تفاوت قیمت بلوک‌ها به گونه‌ای باشد که مصرف‌کننده را به اندازه کافی ترغیب کند تا مصرف غیر ضروری را کم کند تا حد ممکن در بلوک بالاتر که مجبور به پرداخت قیمت بالاتر می‌شود قرار نگیرد.

۳- با تمرکز بر اعمال ساختار قیمت بلوکی در بلوک‌های مصرفی بالا، نگرانی دولت در مورد اصلاح قیمت و آثار تورمی آن بر خانوارهای با دهک‌های درآمدی پایین به مقدار زیاد کاسته خواهد شد.

۴- پیشنهاد یک فهرست قیمتی با لحاظ بعد خانوار به هنگام اصلاح قیمت می‌تواند نگرانی دولت در مورد اجحاف به خانوارهای با گروه درآمدی پایین و پرجمعیت پس از تغییر قیمت را کاهش دهد. به‌عبارت دیگر به نوعی دولت باید در کنار اصلاح قیمت، این اطمینان را داشته باشد که آب برای همه خانوارها به ویژه دهک‌های پایین درآمدی که سهم هزینه آب در کل مخارج آنها بزرگ‌تر از سایر دهک‌هاست، با حداقل بار هزینه‌ای برای رفع احتیاجات

همچنین انحراف معیار خطای ناهمگنی ترجیحات خانوارها کوچک‌تر از انحراف معیار خطای درک بود. این به آن معنی است که تفاوت ترجیحات خانوارها سهم بزرگی در تغییرات توضیح داده نشده مقدار مصرف آب در دوره مورد بررسی نداشته است. به‌عبارت دیگر با دسته‌بندی بلوکی که انجام شد، به‌میزان زیادی ناهمگنی بین خانوارها از بین رفت و خانوارهای با ویژگی‌های مشابه در یک بلوک قرار گرفتند، بنابراین تفاوت ترجیحات در بلوک‌های مشابه و در نتیجه اثر آن در تغییرات توضیح داده نشده مقدار مصرف کاهش یافت. با رشد روزافزون جمعیت، خشکسالی‌های پی در پی در کشور و عدم رشد متناسب عرضه با تقاضای آب به‌همراه بی‌انضباطی در مصرف، موجب اختلال در برقراری تعادل بین عرضه و تقاضا به‌ویژه در زمان اوج مصرف شده است. با وجود چنین شرایطی، مدیریت مصرف یکی از اولویت‌های اساسی سیاست‌گذاران این حوزه به شمار می‌رود. تعیین میزان حساسیت مصرف‌کنندگان در برابر تغییر متغیرهای کلیدی قیمت و درآمد هدف اصلی تخمین تابع تقاضا است. کسش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای کالاها به‌ویژه کالاهای اساسی، ابزار مناسبی در تعیین راهبردهای سیاستی در مدیریت مصرف آن کالا است. بنابراین با آگاهی از کسش قیمت می‌توان در تعیین میزان موفقیت سیاست اصلاح قیمت در کاهش مصرف مازاد بر نیاز استفاده کرد. هدف مقاله برآورد کسش‌های قیمتی و درآمدی تقاضای بخش خانگی شهر تهران بود.

۴- نتیجه‌گیری

در این مطالعه برای اولین بار انتخاب همزمان بلوک مصرفی و قیمت در سطح خانوار، تصریح بخش گسسته و پیوسته در تابع تقاضای غیرخطی و ساختار قیمت درونزا با تصریح دو خطا الگوسازی شد.

نتایج این مطالعه به شرح زیر است:

۱- میزان کسش‌های غیر شرطی (قیمت و درآمد) محاسبه شده در این مطالعه از کسش‌های محاسبه شده در سایر مطالعات انجام شده در داخل کشور بزرگ‌تر هستند.

۲- مقدار کسش قیمتی غیر شرطی شبیه‌سازی شده نشان می‌دهد که

۶- به دلیل نقش حیاتی آب در سبب خانوار و محدودیتهای تغییر قیمت، اصلاح تعرفه نیز همانند کاهش برخی یارانها به صورت سریع امکان پذیر نیست. لذا پیشنهاد می شود که در اصلاح تعرفه آب، دولت به صورت تدریجی عمل نماید و از افزایش سریع و ناگهانی جداً خودداری کند.

ضروری قابل حصول است.
۵- علی رغم این که تلاش شده تا حد امکان محاسبات انجام شده در این مطالعه با نهایت دقت انجام شود اما همه این محاسبات براساس امکانات موجود است بنابراین نتایج عددی به دست آمده را باید با احتیاط بیشتری در سیاست گذاری اعمال کرد.

۶- مراجع

- 1- Altmann, D. (2007). "Marginal cost water pricing: Welfare effect and policy implications using minimum cost and benchmarking models with case studies from Australia and Asia." Ph.D Thesis, University of Adelaide, Australia.
- 2- Olmstead, S.M., Hanemann, W.M., and Stavins, R.N. (2005). "Do consumers react to the shape of supply? water demand under heterogenous price structures." Regulatory Policy Program, Working Paper, School of Government, Harvard University, U.K.
- 3- Espey, M. J., and Shaw, W.D. (1997). "Price elasticity of residential demand for water: A meta-analysis." *Water Resources Researches*, 33, 1369-1374.
- 4- Cavanagh, Sh. M., Hanemann, W., and Stavins, R. N. (2002). "Muffled price signals: Household water demand under increasing-block prices." <http://www.feem.it/web/activ/_activ.html> (June 2009).
- 5- Olmstead, S.M., and Stavins, R. N. (2007). "Managing water demand price vs. non-price conservation program." <[http://www.hks.harvard.edu/flrstavins/monographs and reports/pioneer olmsted stav ins. water pdf](http://www.hks.harvard.edu/flrstavins/monographs%20and%20reports/pioneer%20olmsted%20stavins%20water%20pdf)> (Dec. 2008).
- 6- Olmstead, S.M., Hanemann, W. M., and Stavins, R. N. (2007). "Water demand under alternative price structures." *J. of Environmental Economics and Management*, 54 (2) 181-198.
- 7- Hewitt, J.A., and Hanemann, W.M. (1995). "A discrete/continuous choice approach to residential water demand under block rate pricing." *Land Economics*, 71 (2), 173-192.
- 8- Olmstead, S.M., Hanemann, W.M., and Stavins, R.N. (2009). "Reduced-form vs. structural models of water demand under non- linear pricing." *J. of Business and Economic Statistics*, 27 (1), 84-94.
- 9- Pint, E.M. (1999). "Household responses to increased water rates during the California drought." *Land Economics*, 75 (2), 246-66.
- 10- Burtless, G., and Hausman, J.A. (1978). "The effect of taxation on labor supply: Evaluating the gary income maintenance experiment." *J. of Political Economy*, 86, 1101-1130
- 11- Hausman, J.A. (1985). "The econometrics of nonlinear budget sets." *Econometrica*, 53(6), 1255-1282.
- 12- Moffitt, R. (1986). "The econometrics of piecewise-linear budget constraints." *J. of Business and Economic Statistics*, 4 (3), 317-28.
- 13- Moffitt, R. (1990). "The econometrics of kinked budget constraints." *J. of Economic Perspectives*, 4 (2), 119-139.
- 14- Hanemann, W.M. (1984). "Discrete/continuous models of consumer demand." *Econometrica*, 52(3), 541-561.
- 15- Hewitt, J. A. (1993). "Watering households: The two-error discrete/continuous choice model of residential water demand." Ph. D. Thesis, University of California, Berkeley.
- 16- Taylor, L.D. (1975). "The demand for electricity: A survey." *The Bell J. of Economics*, 6(1), 74-110.
- 17- Nordin, J. A. (1976). "A proposed modification of Taylor's demand analysis: Comment." *The Bell J. of Economics*, 7(2), 719-21.

- 18- Mohammadi Dinani, M., and Akbari, H. (2000). "The estimation of drinking water demand in kerman." *J. of Economic Research*, 7, 67-78. (In Persian)
- 19- Hosseini, Sh. (2003). "Analysis water pricing from theory to application." Ph.D. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. (In Persian)
- 20- Hosseini, Sh. (2008). *Analysis cost structure and household water demand case study Tehran*, Water and Wastewater Co. of Tehran Province, Tehran. (In Persian)
- 21- Salehnia, N., Ansari, H., Fallahi, M. A., and Davari, K. (2009). "Evaluating elasticity of income and price on water demand using Pollak- wales method." *J. of Water and Wastewater*, 69, 34-44. (In Persian)
- 22- Ministry of Energy. (2002-2006). *Yearly tariff during 2002-2006*, Tehran. (In Persian)