

## برآورد تابع تقاضای آب خانگی<sup>۱</sup> (مطالعه موردی شهر تهران)

دکتر جمشید پژویان\*  
سید شمس‌الدین حسینی\*\*

تاریخ ارسال: ۱۳۸۲/۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۲/۶/۳۱

### چکیده

در مقاله حاضر، فرم نظری تابع مطلوبیت «استون - گری» و الگوی آماری خود توضیح برداری هم انباشته<sup>۲</sup> به منظور برآورد تابع تقاضای خانگی شهر تهران مورد استفاده قرار گرفته است. بر اساس تابع تقاضای برآورد شده برای دوره ۱۳۶۱-۱۳۷۹، در دو حالت نقطه‌ای و میانگین دوره، کشش قیمتی تقاضا، ۸- درصد و ۱۲- درصد و کشش درآمدی تقاضا، ۱۳ درصد و ۲۰ درصد حاصل شدند و در مجموع، کم کشش بودن تقاضای آب خانگی شهر تهران تأیید شد. نتیجه دیگر برآورد تابع تقاضا، به دست آوردن حداقل مصرف آب خانگی شهروندان تهرانی است. این عدد، ۹۲ لیتر در روز برای هر شهروند محاسبه شده است که در دامنه الگوی استاندارد مصرف آب قرار دارد.

**واژه‌های کلیدی:** تابع تقاضای آب خانگی، تابع مطلوبیت استون - گری، الگوی خود توضیح برداری هم انباشته.

---

۱. این مقاله برگرفته از بخشی از رساله دکترای سید شمس‌الدین حسینی است که در واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی به راهنمایی دکتر جمشید پژویان نوشت. ---  
\* عضو هیئت علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی

Email: J\_Pajooyan@yahoo.com

\*\* دانشجوی دوره دکترای اقتصاد واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

Email: sshhosseini@yahoo.com

2. Cointegration Vector Autoregressive (CVAR) Model.

## ۱. مقدمه

بر اساس گزارش یونسکو، ۲۰ درصد مردم دنیا دسترسی کافی به آب آشامیدنی ندارند و برای مراعات اصول بهداشتی متناسب نیز برای ۴۰ درصد آنها آب کافی وجود ندارد. به این دلیل، سالانه ۲/۲ میلیون نفر در اثر بیماری های ناشی از کم آبی جان می سپارند که این امر یک تراژدی کامل است.

منابع آبی جهان، که حدود ۴/۵ میلیارد سال پیش به وجود آمده اند، حدود ۶۶ تا ۷۱ درصد کل سطح کره زمین را پوشانیده اند. از این حجم عظیم که براساس نتایج آخرین بررسی های مدرن علمی حدود ۱۳۸۶ میلیون کیلومتر مکعب برآورد شده است، حدود ۹۷/۵ درصد را آب های شور تشکیل می دهند و تنها ۲/۵ درصد آن آب شیرین است. از این مقدار آب شیرین نیز، حدود ۶۸/۷ درصد به شکل توده های عظیم برف و یخ های دائمی در قطبها و نیز سرزمین های کوهستانی محبوس و قریب ۲۹/۹ درصد به صورت آب های زیر زمینی در اعماق زمین مدفون هستند. تنها ۰/۲۶ درصد از مجموع آب های شیرین روی زمین در دریاچه ها، برکه ها و نیز رودخانه های جاری در سطح کره زمین یافت می شوند و همان منابعی هستند که برای تأمین نیازهای اقتصادی و از آن مهمتر، فعالیت های اکوسیستم طبیعی بهترین نوع هستند<sup>۱</sup>.

افزون بر ثابت بودن حجم منابع آبی، بحران فزاینده آب را می توان ناشی از عواملی چون رشد فزاینده جمعیت، توزیع نامتوازن منابع سطحی و زیرزمینی، افزایش آلودگی آبها، فرهنگ نادرست استفاده از منابع موجود، کمبود و نارسایی قوانین بین المللی در بهره برداری از آب های مشترک سطحی و زیرزمینی، بالا رفتن سطح زندگی، رفاه و بهداشت و تغییر الگوی مصرف انسان صنعتی و نبود سازوکار اقتصادی تخصیص منابع آب دانست.

کشور ایران نیز، از گذشته های دور با کمبود آب و عدم توازن توزیع مکانی و زمانی آن روبه رو بوده است. به رغم اینکه بیش از یک درصد جمعیت جهان به ایران تعلق دارد، سهم کشور ما از منابع آب شیرین کمتر از نیم درصد (۰/۳۷ درصد) است.

در سال های اخیر، تخصیص منابع آبی در کشور از اهمیت لازم برخوردار شده و در کنار پرداختن به سیستم های مختلف تأمین و استحصال آب، بحث مدیریت تقاضا نیز اهمیت یافته است. برای مطالعه حاضر، شهر تهران را انتخاب کرده ایم. قرار گرفتن حدود ۲۵ درصد از مشترکین آب شهری کشور در این شهر و رشد آن در سال های آتی و از طرفی حجم منابع آبی محدود و ثابت در این منطقه، اهمیت این انتخاب را آشکار می کند.

1. UNESCO,(1997).

پس از مقدمه، در قسمت دوم مقاله، تقاضای آب برای مصارف مختلف آن را دسته بندی می‌کنیم. در قسمت سوم، مروری بر ادبیات پژوهش‌های کمی انجام گرفته در خصوص تقاضای آب خانگی در داخل و خارج کشور خواهیم داشت. قسمت چهارم مقاله به استخراج تابع تقاضای آب خانگی از تابع مطلوبیت استون - گری اختصاص دارد. در قسمت پنجم - ششم - هفتم - هشتم - نهم - دهم - یازدهم - دوازدهم - سیزدهم - چهاردهم - پانزدهم - شانزدهم - هجدهم - نوزدهم - بیستم - بیست و یکم - بیست و دوم - بیست و سوم - بیست و چهارم - بیست و پنجم - بیست و ششم - بیست و هفتم - بیست و هشتم - بیست و نهم - و بیستم - می‌آوریم. سرانجام، مقاله را با جمع بندی و نتیجه‌گیری به پایان می‌رسانیم.

## ۲. تقاضای آب برای مصارف مختلف

تقاضای آب با توجه به کاربردهای وسیع آن به سه دسته تقاضای آب کشاورزی، صنعتی و شهری تقسیم می‌شود که در هر کدام از این گروه‌ها، آب کاربردهای مختلفی دارد. بخش عمده آب استحصال شده صرف کشاورزی می‌شود و آب برداشتی در صنعت به طور عمده به منظور خنک کردن سیستم‌های تولیدی، ایجاد بخار و تبدیل بخار به آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. تقاضای آب شهری شامل انواع تقاضای آب برای کاربردهای خانگی، عمومی و تجاری است. تقاضای عمومی آب، شامل آب عرضه شده به پارک‌ها، بیمارستان‌ها، مدارس و دیگر مکان‌های عمومی است و تقاضای تجاری آب، شامل آب مصرفی انبارها، فروشگاه‌ها، رستوران‌ها، هتل‌ها و دیگر موارد مشابه می‌شود. تقاضا برای آب در بخش‌های کشاورزی و صنعتی، به واقع، تقاضا برای یک عامل تولیدی یا کالای واسطه‌ای است و تقاضا برای آب خانگی - که موضوع اصلی این پژوهش است - تقاضا برای یک کالای نهایی مصرفی است.

## ۳. پژوهش‌های انجام شده در زمینه برآورد تقاضای آب خانگی در داخل و خارج

پژوهش‌هایی که در داخل و خارج از کشور انجام شده و مورد بررسی قرار گرفته‌اند، در جدول (۱) خلاصه شده است.

جمع بندی مطالعات انجام شده در داخل و خارج از کشور را می‌توان در دو بخش نتایج حاصل از مطالعات و متغیرهای مورد استفاده در الگوهای مختلف ارائه کرد.

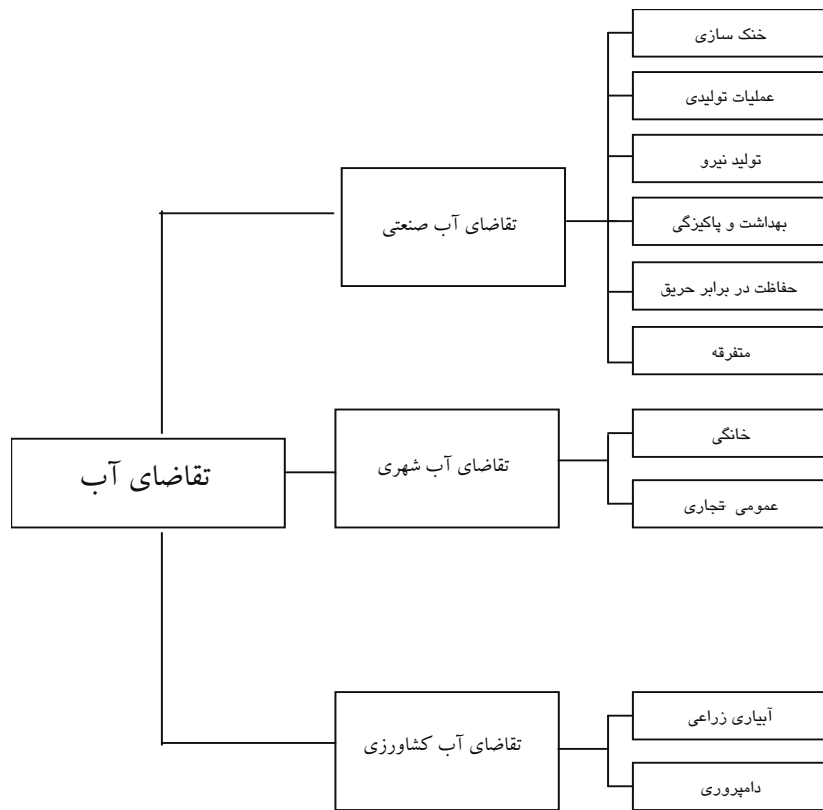
### ۳-۱. نتایج حاصل از مطالعات

نتایج حاصل از پژوهش‌های یاده شده در داخل و خارج کشور نشان می‌دهند که در اکثر موارد، تقاضای آب خانگی نسبت به قیمت آب و درآمد خانوارها کم کشش است. یعنی اینکه آب خانگی کالایی ضروری است.

**۲-۳. متغیرهای مورد استفاده در الگوهای مختلف**

مرور ساختار الگوهایی که در مطالعات گفته شده مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج برآوردهای تجربی آنها نشان می‌دهد که متغیرهای زیر بیش از سایر متغیرها در تابع تقاضای آب به کار گرفته شده‌اند.

نمودار-۱. تقاضای آب به تفکیک بخش‌های مختلف



### ۳-۲-۱. متغیر قیمت آب

در تمامی الگوهای اقتصادسنجی تخمین تابع تقاضای آب، متغیر قیمت آب از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده است. چنانچه، کشش قیمتی آب کوچکتر از یک باشد، تقاضا بی کشش بوده، اما این امر، نباید با یک تقاضای کاملاً بی کشش اشتباه گرفته شود. در واقع، تا زمانی که کشش قیمتی مخالف صفر باشد، ورود متغیر قیمت در الگوی تقاضا الزامی است. آگاهی از کشش‌های قیمتی در برنامه‌ریزی و چگونگی قیمت‌گذاری آب اهمیت زیادی دارد.

جدول-۱. پژوهش های انجام شده در زمینه برآورد تابع تقاضای آب خانگی در داخل و خارج از کشور

| مطالعات انجام شده در داخل کشور    |                      |               |               |                  |               |                        |
|-----------------------------------|----------------------|---------------|---------------|------------------|---------------|------------------------|
| روش<br>اقتصادسنجی                 | الگوی مورد برآورد    | نوع داده ها   | کشش<br>درآمدی | کشش قیمتی        | سال<br>مطالعه | پژوهشگر                |
| OLS                               | Log-Log              | Pooled Data   | ۰/۴۷ تا ۰/۰۲  | -۰/۷۹ تا -۰/۳۳   | ۱۳۷۷          | هادیان                 |
| OLS                               | Log-Log              | Panel Data    | ۰/۲۱ تا ۰/۱۷  | -۰/۱۷ تا -۰/۱۴   | ۱۳۷۵          | شرزه ای و کلاهی        |
| OLS                               | Log-Log              | Panel Data    | ۰/۵۰ تا ۰/۱۸  | -۰/۴۰ تا -۰/۰۸   | ۱۳۷۵          | خوش خلق و هادی<br>زاده |
| OLS                               | Log-Log              | Time Series   | ۰/۰۸ تا ۰/۰۷  | -۰/۳۳ تا -۰/۱۳   | ۱۳۷۵          | سعید نیا               |
| OLS                               | Lin & Log-Log        | Time Series   | ۰/۷ تا ۰/۱۲   | -۰/۴۳ تا -۰/۱۱   | ۱۳۷۵          | رستم آبادی سفلی        |
| مطالعات انجام شده در خارج از کشور |                      |               |               |                  |               |                        |
| روش<br>اقتصادسنجی                 | الگوی مورد برآورد    | نوع داده ها   | کشش<br>درآمدی | کشش قیمتی        | سال<br>مطالعه | پژوهشگر                |
| OLS                               | Lin & Cobb-Douglas   | Panel Data    | -             | -۱/۵۷ تا -۰/۲۱   | ۱۹۶۷          | Howe & Linaweaver      |
| Instrumental Variable             | Lin & Log-Log        | Time Series   | ۷/۸۲ تا ۱/۳۳  | -۰/۷۰۵ تا -۰/۱۷۹ | ۱۹۸۰          | Aghte & Billing        |
| -                                 | Lin                  | Panel Data    | -             | -۰/۷ تا -۰/۰۲    | ۱۹۸۰          | Carver & Boland        |
| Instrumental Variable             | Lin & Log-Log        | Time Series   | ۲/۱۴ تا ۱/۶۸  | -۰/۶۶ تا -۰/۵۶   | ۱۹۸۲          | Billings               |
| Instrumental Variable             | Lin & Log-Log & SLog | Cross Section | -             | -۰/۲۱ تا -۰/۰۷   | ۱۹۸۴          | Jones & Morris         |
| OLS                               | Log                  | Time Series   | -             | -۰/۴             | ۱۹۸۵          | Cohran & Cotton        |
| OLS                               | Lin - Log            | Cross Section | -             | -۰/۲۵            | ۱۹۸۶          | Williams & Suh         |
| Instrumental Variable             | Lin                  | Panel Data    | -             | -۱/۱۲ تا -۰/۳۶   | ۱۹۸۶          | Deller et al.          |
| OLS                               | Lin                  | Panel Data    | -             | -۰/۴۷            | ۱۹۸۶          | Chicoine & Ramamurthy  |
| OLS                               | Lin                  | Panel Data    | -             | -۰/۶۸ تا -۰/۰۳   | ۱۹۸۷          | Moncur                 |
| OLS                               | Lin                  | Panel Data    | ۰/۱۴ تا ۰/۱۰  | -۰/۸۶ تا -۰/۰۹   | ۱۹۸۹          | Nieswiadomy & Molina   |
| -                                 | SLog                 | Cross Section | -             | -۰/۱۶۷           | ۱۹۹۳          | Point                  |

---

|     |     |            |      |                |      |                      |
|-----|-----|------------|------|----------------|------|----------------------|
| OLS | Log | Panel Data | ۰/۱۵ | -۱/۵۷ تا -۱/۶۳ | ۱۹۹۵ | Hewitt &<br>Hanemann |
|-----|-----|------------|------|----------------|------|----------------------|

## ادامه جدول ۱-

|                       |           |               |                |                |      |                     |
|-----------------------|-----------|---------------|----------------|----------------|------|---------------------|
| OLS                   | Lin - Log | Time Series   | -              | -۰/۱ تا -۰/۰۰۳ | ۱۹۹۶ | Hansen              |
| -                     | SLog      | Cross Section | ۰/۰۵۱ تا ۰/۱۲۳ | -۰/۹۶ تا -۰/۳۴ | ۱۹۹۶ | Kulshreshtha        |
| Instrumental Variable | Log-Log   | Panel Data    | -              | -۰/۲۸ تا -۰/۲۳ | ۱۹۹۶ | Barkatullah         |
| -                     | Lin       | Panel Data    | -              | -۰/۸۶ تا -۰/۱۲ | ۱۹۹۷ | Dandy et al.        |
| -                     | Lin       | Panel Data    | -              | -۰/۱۷ تا -۰/۱۱ | ۱۹۹۸ | Corral et al.       |
| Instrumental Variable | Lin       | Panel Data    | -              | -۰/۵۳ تا -۰/۳۳ | ۱۹۹۸ | Renwick & Archibald |
| OLS                   | Lin       | Panel Data    | -              | -۱/۲۴ تا -۰/۰۴ | ۱۹۹۹ | Pint                |
| -                     | Log       | Panel Data    | ۰/۲۵           | -۰/۱۶          | ۲۰۰۰ | Renwick & Green     |

## ۲-۲-۳. متغیر درآمد خانوار

در مطالعاتی که از داده‌های کل<sup>۱</sup> به منظور برآورد تابع تقاضا استفاده می‌شود، معمولاً از درآمد پولی منطقه یا بخش مورد نظر تقسیم بر تعداد خانوارها استفاده می‌شود. در مطالعاتی که از مختصات خانوارها استفاده می‌شود، معمولاً از متغیری که ارزش دارایی‌ها را بیان می‌کند نیز استفاده می‌شود. این متغیرها می‌توانند به عنوان شاخصی از درآمد به کار گرفته شوند.

به عنوان مثال، می‌توان از مطالعه هاو<sup>۲</sup> و لینا و پور<sup>۲</sup> یاد کرد، که ارزش واحد مسکونی را به عنوان شاخصی از درآمد خانوار در نظر گرفته است. همچنین، در مطالعه‌ای که ندیرا برکت... انجام داده، به منظور دسته بندی خانوارها در گروه‌های مختلف درآمدی، از شاخص‌های تعداد اعضای خانوار، تعداد اتاق خواب‌ها و تعداد توالت‌ها به عنوان شاخص‌های سنجش درآمد خانوار استفاده شده است. هر چه سطح درآمد خانوار بیشتر باشد، توجه کمتری به ساختار قیمت‌گذاری آب مصرفی و تعرفه آن می‌شود، زیرا، صورت حساب آب نسبت کمتری از درآمد خانوار را تشکیل می‌دهد. اقتصاددانان با توجه به این نکته، گاه برای سطوح درآمدی مختلف خانوارها از ساختار مختلف تابع تقاضا استفاده می‌کنند.

1. Aggregate.
2. Hawe and Linaweover (1967).



**۳-۲-۳. متغیرهای آب و هوا**

به منظور وارد کردن شرایط آب و هوایی، در مطالعات متغیرهای مختلفی وارد تابع تقاضا شده‌اند. به عنوان مثال، در مطالعه‌ای که بیلینگز و آگته انجام دادند، از متغیری که میزان بارش باران منهای میزان تبخیر آب را نشان می‌دهد، استفاده شده است. همچنین، در مطالعه‌ای که در سال ۱۹۸۰ انجام شد، درجه حرارت، زمان تابش نور خورشید و سرعت باد نیز استفاده شده است.

**۳-۲-۴. شرایط جمعیتی منطقه**

شرایط جمعیتی نظیر بعد خانوار و ترکیب سنی و جنسی خانوار بر مصرف کالاها از جمله آب مؤثرند. در مطالعات مربوط به تقاضای آب، معمولاً، متغیر بعد خانوار و یا جمعیت منطقه وارد الگوی تقاضا شده‌اند. میزان مصرف آب با افزایش سرانه تعداد خانوار یا جمعیت منطقه افزایش پیدا می‌کند، اما، درصد افزایش در میزان آب مصرفی همواره کمتر از درصد افزایش جمعیت و یا بعد خانوار است.

**۳-۲-۵. مختصات منازل مسکونی**

اینکه چند درصد از منازل مسکونی منطقه‌ای که تقاضای آب آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد، به عنوان منزل اصلی (محل سکونت دائمی)<sup>۱</sup> مورد استفاده ساکنین قرار می‌گیرند و چه تعداد از آنها از اولویت دوم (منازل مسکونی غیردائمی نظیر خانه ویلاقی)<sup>۲</sup> برخوردارند، نقش بسزایی در برقراری رابطه بین تعداد واحدهای مسکونی و میزان تقاضای آب دارد. هر قدر تعداد منازل مسکونی که به عنوان اولویت اول اسکان به کار می‌روند بیشتر باشد، رابطه مذکور شفاف‌تر می‌شود. پژوهشگران اغلب هنگام تنظیم پرسشنامه برای جمع‌آوری اطلاعات به این موضوع توجه داشته‌اند. افزون بر تعداد واحدهای مسکونی، ویژگی خانه‌ها از این لحاظ که چه تعدادی حمام و یا وسایل خانگی همانند ماشین لباس شویی، ماشین ظرف شویی و ... را دارند، می‌تواند به عنوان یک عامل مؤثر وارد الگوی تقاضای آب شود.

**۳-۲-۶. فاصله زمانی پرداخت صورت حساب**

خانوارهایی که به صورت پیاپی و با فاصله زمانی کمتر صورت حساب خود را دریافت می‌کنند، ساختار تعرفه‌ای و رابطه بین صورت حساب دریافتی و میزان مصرف خود را بهتر درک کرده و نسبت به آن

---

1. Principle Residence.  
2. Secondary Residence.

واکنش بیشتری نشان می‌دهند، زیرا، زمان کمتری برای به فراموشی سپردن مبلغ صورت حساب قبلی دارند.

#### ۴. استخراج تابع تقاضای آب خانگی

ادبیات کاربردی سیستم توابع تقاضا دو برداشت را در استخراج توابع تقاضا معرفی می‌کند. برداشت اول، متکی بر الگوهایی است که ابتدا شکل تبعی تابع مطلوبیت را مشخص کرده و به استخراج و تخمین تابع تقاضا ختم می‌شود. سیستم توابع تقاضای متکی بر الگوی سیستم مخارج خطی (LES)<sup>۱</sup> یا کلاین - رابین و مدل کریستنس، جرجنس و لائو از این جمله است. ~~این مدل‌ها بر اساس فرضیه‌های خاصی طراحی شده‌اند و در استخراج تابع تقاضا استفاده می‌شوند.~~ تقاضا است که با روش دیفرانسیل از شرایط اولیه بهینه یابی رفتار مصرف کننده منتهی به استخراج سیستم توابع تقاضا می‌شود، الگوی رتردام مثال عمده این برداشت است.

در شرایطی که کالا یا گروه کالاها و خدمات مورد نظر شکل خاصی از رفتار مصرف کننده را تبیین می‌کند، طراحی یا پذیرش شکل خاص جبری کمک مهمی به واقعی کردن تخمین توابع تقاضا می‌کند، از این جمله الگوی سیستم مخارج خطی برای تقاضای کالاهای ضروری است.

از آنجایی که مصرف آب ضروری است، لذا، نمی‌تواند به بعد موقوف شود و همواره، نیاز به آب به عنوان یک ماده حیاتی وجود دارد. به عبارت دیگر، آب به عنوان یک کالای ضروری همواره از حداقلی از مصرف برخوردار است، لذا، شکل تبعی تابع مطلوبیت مناسب، برای استخراج تقاضای آب خانگی شکل استون - گری است.

نتایج حاصل از پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تابع مطلوبیت استون-گری<sup>۲</sup> که به تابع مطلوبیت پایه‌ریزی شده برای کالاهای ضروری مشهور است، سازگارترین نوع تابع مطلوبیت برای این منظور است، که با واقعیات و فرضیات این پژوهش نیز هم‌خوانی زیادی دارد. از ویژگی‌های دیگر این تابع، استفاده فراوان آن در اقتصاد سنجی است. استون - گری از تابع مطلوبیت کلاین - روبین<sup>۳</sup> برای استخراج تابع مطلوبیت خود استفاده کرده اند. تابع مطلوبیت کلاین-روبین به شکل زیر معرفی می‌شود:

$$U = \prod_{i=1}^n (Q_i - S_i)^{\beta_i} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

1. Linear Earn System.
2. Stone-Geary Utility Function.
3. Clien - Raubin.

محدودیت های تابع عبارتند از:

$$0 < \beta_i < 1$$

$$Q_i > S_i \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 1$$

$Q_i$  ، میزان مصرف کالای  $i$

$S_i$  ، حداقل مصرف ضروری کالای  $i$

$\beta_i$  ، سهم نهایی کالای  $i$  در مطلوبیت

با لگاریتم گیری از طرفین رابطه (۱) و با فرض اینکه مصرف کننده با سیدی از دو کالا، شامل آب ( $W$ ) و سایر کالاها و خدمات ( $Q_{oth}$ ) که آن را یک کالای بریبی فرض می‌سیم، رو به رو است، تابع مطلوبیت استون - گری به صورت زیر تعریف میشود:

$$\ln U = U' = \beta_1 \ln(W - S_w) + \beta_2 \ln(Q_{oth} - S_{oth}) \quad (3)$$

که در آن:

$U'$  ، سطح مطلوبیت مصرف کننده

$S_w$  ، حداقل میزان مصرف آب

$S_{oth}$  ، حداقل میزان مصرف سایر کالاها

$W$  ، میزان مصرف آب

$Q_{oth}$  ، میزان مصرف سایر کالاها (کالای ترکیبی)

$\beta_1$  و  $\beta_2$  ، سهم نهایی آب و کالای ترکیبی در مطلوبیت

و با فرض اینکه،

$$\theta_0 = S_w (1 - \alpha_1) \quad (4)$$

$$\theta_1 = \alpha_1 \quad (5)$$

$$\theta_2 = -\alpha_1 S_{oth} \quad (6)$$

پس از حداکثر کردن تابع مطلوبیت نسبت به قید بودجه ( $M = P_w W + P_{oth} Q_{oth}$ ) و با استفاده از روش لاگرانژ، تابع تقاضا به شکل زیر استخراج می‌شود:

$$W = \theta_0 + \theta_1 \left( \frac{M}{P_w} \right) + \theta_2 \left( \frac{P_{oth}}{P_w} \right) \quad (7)$$

که در آن:

$W$ ، مقدار تقاضا یا مصرف آب خانگی (متر مکعب)

$M$ ، بودجه و یا درآمد اسمی مصرف کننده (ریال)

$P_w$ ، قیمت اسمی آب خانگی (ریال)

$P_{oth}$ ، قیمت اسمی کالای ترکیبی (شاخص بهای خرده فروشی)

توجه به دو نکته در اینجا ضروری است. اولاً، در تابع مطلوبیت استون - گری، تقاضای مصرف کننده از هر کالا بیشتر از حداقل لازم برای معیشت است، یعنی  $Q_i > S_i$ ، بنابراین، شرط  $M > \sum P_i S_i$  همواره برقرار است. ثانیاً، شرط کافی برای حداکثر کردن تابع مطلوبیت نیز باید برقرار باشد. چون راه حل های حداکثر سازی مطلوبیت منحصر به فرد است، هر گاه در هر نقطه شرط اولیه لازم برقرار باشد، شرط ثانویه (کافی) نیز برقرار خواهد بود.

با توجه به مفروضات تابع مطلوبیت استون - گری در تابع تقاضای به دست آمده  $\theta_0$  و  $\theta_1$  دارای علامت مثبت و  $\theta_2$  دارای علامت منفی است، یعنی اینکه تقاضای آب نسبت به تغییرات درآمد، واکنش مثبت و نسبت به تغییرات قیمت آب و تغییرات قیمت سایر کالاها عکس العمل منفی نشان می دهد.

از جمله نکات جالب توجه تابع تقاضای حاصل از تابع مطلوبیت استون - گری این است که با توجه به موضوع پژوهش می توان متغیر ضروری دیگری را که احتمال می رود در روند تابع تقاضا و شکل گیری آن نقش داشته باشد وارد تابع کرد. در حقیقت، این تابع کاملاً انعطاف پذیر است. با استفاده از نتایج مطالعات صورت گرفته در داخل و خارج کشور این نتیجه حاصل می شود که متغیرهای جوی، درجه حرارت، رطوبت نسبی، میزان بارندگی و ... از جمله عواملی هستند که در تعیین تقاضای آب شرب یک مصرف کننده مؤثر هستند. در صورت قرار دادن  $S_w^* = S_w + K.Temp$ ، به جای  $S_w$  در فرایند حداکثرسازی مطلوبیت تقاضای آب خانگی به صورت زیر در خواهد آمد:

$$W = \theta_0' + \theta_1 \left( \frac{M}{P_w} \right) + \theta_2 \left( \frac{P_{oth}}{P_w} \right) + \theta_3 Temp \quad (8)$$

$$\theta_3 = (1 - \alpha_1)K \quad (9)$$

Temp، درجه حرارت

K، ضریب تأثیر درجه حرارت بر روی حداقل مصرف آب

بنابراین، الگوی اقتصادسنجی تقاضای آب خانگی به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$W = \theta_0' + \theta_1 \left( \frac{M}{P_w} \right) + \theta_2 \left( \frac{P_{oth}}{P_w} \right) + \theta_3 \text{Temp} + \varepsilon \quad (10)$$

### ۵. برآورد الگو

از آنجا که در برآورد الگوی تقاضای آب خانگی شهر تهران از داده‌های سری زمانی استفاده شده است، موضوع پایایی و هم‌انباشتگی متغیرها مد نظر قرار گرفته و بررسی شده است. در پژوهش حاضر، از یک الگوی خود توضیح برداری هم‌انباشته استفاده کرده‌ایم، زیرا، در این دسته از الگوها پیش‌فیدی به منظور تعیین رابطه علی بین متغیرهای مورد بررسی اعمال نمی‌شود. این ویژگی الگوهای خود توضیح برداری، کمک شایانی به تشخیص الگو در فضای هم‌انباشتگی<sup>۱</sup> می‌کند. همچنین، از آنجا که موضوع این مقاله، تحلیل رفتار مصرف‌کننده برای آب بوده و رفتار مصرفی رفتاری با ثبات است، تحلیل بلندمدت آن برای سیاست‌گذاری به مراتب اهمیت بیشتری دارد. ثبات رفتار مصرفی برای کالاهای ضروری محسوس‌تر است. زیرا، مصرف‌کننده به سادگی رفتار مصرفی (الگوی مصرف) خود را تغییر نمی‌دهد. الگوی بلندمدت که برآورد خواهیم کرد، الگوی (۴-۱۰) خواهد بود، که شامل متغیرهای زیر است:

Waterp، حجم مصرف سرانه آب در شهرتهران [وزارت نیرو، کارنامه شرکت آب و فاضلاب استان تهران]،

Cpit76، شاخص قیمت مصرف‌کننده تهرانی به سال پایه ۱۳۷۶ [بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران]،

Pw76، شاخص قیمت آب در تهران به سال پایه ۱۳۷۶ [بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران]،

Yteh، متوسط درآمد خانوارهای تهرانی [مرکز آمار ایران]،

Atemp، متوسط درجه حرارت سالیانه شهر تهران [سازمان هواشناسی استان تهران]،

Dum73، متغیر مجازی مربوط به تکانه قیمت،

Dum65، متغیر مجازی مربوط به تغییر روند نزولی مصرف سرانه آب در سال ۱۳۶۵<sup>۱</sup>. با مشخص شدن مختصات الگو و متغیرهای مورد استفاده، می‌توانیم به برآورد بپردازیم. در این مرحله ابتدا، مرتبه جمعی بودن متغیرهای الگو و سپس، ساختار الگو و تعداد وقفه‌های بهینه مشخص می‌شوند. در گام سوم، تعداد بردارهای هم‌انباشتگی الگو تعیین شده و در نهایت، با اعمال قیود مورد نظر، ضرایب بلندمدت الگو برآورد می‌شوند.

#### ۱-۵. تعیین مرتبه جمعی بودن متغیرهای الگو

نخستین مرحله، تعیین مرتبه جمعی بودن متغیرهای الگو، به منظور بررسی و اطمینان از عدم بروز رگرسیون کاذب است. به این منظور، باید درجه جمعی بودن متغیرها را بررسی کنیم و مشخص کنیم که آیا رابطه پایایی بین متغیرهای الگو وجود دارد.

از مرسوم‌ترین آزمون‌ها در این زمینه، آزمون دیکی - فولر تعمیم یافته (ADF) است. نتیجه انجام این آزمون برای متغیرهای مورد نظر نشان داد که تمامی متغیرها به جز Yteh، دارای مرتبه جمعی دو بوده و متغیر Yteh دارای مرتبه جمعی صفر است. و چون  $I(2)$  و  $I(1)$  طراحی شده است، نمی‌تواند بردارهای پایایی را از متغیرهای  $I(2)$  ارائه کند. در چنین مواردی چنانچه، بخواهیم از روش معمول یوهانسون استفاده کنیم، باید به نوعی متغیرهای  $I(2)$  را به  $I(1)$  تبدیل کنیم. با توجه به تابع تقاضای تصریح شده در رابطه (۱۰)، متغیرهای مورد استفاده در الگو عبارت خواهند بود از:

$$\text{Waterp} = (\text{Water}/\text{Pop}), \text{ آب سرانه (تقسیم کل آب مصرفی به جمعیت شهر تهران)}$$

$$\text{Yteh76} = (\text{Yteh}/\text{Pw76}), \text{ نسبت متوسط درآمد خانوارهای تهرانی به شاخص قیمت آب در تهران (سال پایه ۱۳۷۶)}$$

$$\text{Potht} = (\text{Cpit}/\text{pw76}), \text{ نسبت شاخص قیمت مصرف کننده تهرانی به شاخص قیمت آب در تهران (سال پایه ۱۳۷۶)}$$

از آزمون دیکی - فولر تعمیم یافته به منظور تعیین مرتبه جمعی متغیرهای الگو استفاده می‌کنیم.

۲. بررسی داده‌های متغیرهای تابع تقاضای آب نشان داد که با اضافه کردن متغیرهای مجازی سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۷۳، که به ترتیب برای تکانه‌های ایجاد شده در متغیرهای «مصرف سرانه آب» و «قیمت نسبی سایر کالاها» در نظر گرفته شده‌اند، معادلات الگو بهبود نسبی یافته و توزیع جملات اختلال به توزیع نرمال نزدیک تر می‌شود.

3. Augmented Dickey - Fuller.

جدول-۲. تعیین مرتبه جمعی متغیرهای مورد استفاده در تابع تقاضا

| متغیر  | آماره دیکی- فولر | آماره t مک کینون در سطح ۹۵ درصد<br>(۹۰ درصد) | مرتبه جمعی بودن |
|--------|------------------|--|-----------------|
| Poht76 | -۲/۱۸            | -۱/۹۶ (-۱/۶۲)                                | I(1)            |
| Yteh76 | -۲/۰۹            | -۱/۹۶ (-۱/۶۲)                                | I(1)            |
| Waterp | -۱/۶۶            | -۱/۹۶ (-۱/۶۲)                                | I(1)            |
| Atemp  | -۲/۵۱            | -۱/۹۶ (-۱/۶۲)                                | I(1)            |

بر اساس نتایج جدول (۲)، تمام متغیرها هم‌جمع از درجه یک بوده و به کارگیری روش یوهانسون تأیید می‌شود.

#### ۲-۵. تعیین ساختار الگو و تعداد وقفه‌های بهینه

قدم دوم در برآورد الگوی مورد نظر، مشخص کردن طول وقفه‌هایی است که باید در الگو وارد شوند تا بتوان اطمینان حاصل کرد که جملات خطا، خصوصیات کلاسیک را دارا هستند و به عبارت دیگر، همبستگی پیاپی نداشته، دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس  $\sigma^2$  بوده و مستقل از یکدیگر توزیع شده است.

بدین منظور، الگوی خود توضیح برداری<sup>۱</sup> متناظر با الگوی مورد نظر را برآورد می‌کنیم. قبل از برآورد الگو، لازم است در مورد حد اکثر طول وقفه‌های موجود در الگو حدسی بزنیم. با توجه به تعداد نسبت کم مشاهده‌ها، حداکثر تعداد وقفه ۳ در نظر گرفته می‌شود، تا پس از برآورد الگوی خود توضیح برداری، تعداد وقفه مناسب بر اساس ضوابط آماری تعیین شود. الگوی خود توضیح برداری مورد برآورد شامل متغیرهای Waterp, Yteh76, Poht76, Atemp, Dum73 و Dum65 است. نتایج برآورد این الگو در جدول زیر ارائه شده است.

جدول-۳. نتایج آزمون تعیین تعداد وقفه

1. Vector Auto – regressive.

| LL      | AIC     | SBC     | Order (وقفه) |
|---------|---------|---------|--------------|
| -۱۶۳/۰۹ | -۱۹۶/۰۹ | -۲۰۸/۸۴ | ۳            |
| -۱۶۶/۹۴ | -۱۹۰/۹۴ | -۲۰۰/۲۱ | ۲            |
| -۱۸۷/۱۰ | -۲۰۲/۱۰ | -۲۰۷/۹۰ | ۱            |
| -۲۴۲/۹۰ | -۲۴۸/۹۰ | -۲۵۱/۲۱ | ۰            |

با توجه به نتایج جدول (۳)، معیار AIC و همین طور معیار SBC (که معمولاً در تعیین طول وقفه مناسب حداکثر صرفه جویی را می‌کند)، دو وقفه را مناسب می‌دانند.

### ۳-۵. تعیین تعداد بردارهای هم انباشتگی

در این مرحله، با دو سؤال رو به رو هستیم. اول اینکه، تعداد بردارهای هم انباشته الگو چند است و دوم آنکه، آیا عرض از مبدأ و روند را در این الگو بگنجانیم یا خیر. پاسخ گفتن به این دو سؤال با مشکل روبه رو است، زیرا، برای جواب دادن به سؤال اول به پاسخ سؤال دوم و برای جواب دادن به سؤال دوم به پاسخ سؤال اول نیازمندیم.

یوهانسن برای این مشکل روشی را پیشنهاد کرده است که در آن می‌توان به هر دو سؤال یادشده به طور هم‌زمان پاسخ داد. در واقع در روش او، در مورد لزوم وارد کردن عرض از مبدأ و متغیر روند و تعداد بردارهای هم انباشته به طور هم‌زمان تصمیم‌گیری می‌شود. روش او بدین صورت است که ابتدا، هر پنج الگوی مختلف از نظر داشتن عرض از مبدأ و روند را برآورد می‌کنیم. پس از برآورد این الگوها، ابتدا، فرض وجود صفر بردار هم انباشته را در آنها به ترتیب از مقیدترین حالت (حالت ۱) تا نامقیدترین حالت (حالت ۵) آزمون می‌کنیم. اگر بر اساس مقادیر بحرانی آمارهای آزمون اثر<sup>۱</sup> و حداکثر مقدار ویژه<sup>۲</sup> این فرض رد شد، این بار فرض وجود یک بردار هم انباشتگی را باز هم، از مقیدترین حالت تا نامقیدترین حالت آزمون می‌کنیم. به همین ترتیب، این آزمون را برای رتبه‌های بالاتر انجام می‌دهیم. در نهایت، وقتی متوقف می‌شویم که فرضیه صفر مورد پذیرش قرار گیرد. در این هنگام تعداد بردارهای

## 2. Trace Statistic.

### 1. Maximum Eigenvalue.



هم انباشته به همراه الگویی که بر اساس آن تعداد بردارهای هم انباشته تعیین شده است، به صورت یک جا به عنوان تعداد بردارهای هم انباشته و الگوی صحیح، انتخاب می‌شوند.<sup>۱</sup>

به این ترتیب، در تعیین الگوی هم انباشته با استفاده از روش یوهانسن، حالت دوم انتخاب می‌شود و بر اساس آن یک بردار هم انباشته بین متغیرهای الگو به دست می‌آید. بردار هم انباشته مورد نظر با ساختار الگوی استون-گری سازگار است. زیرا، اولاً رابطه علی تصریح شده در الگوی استون-گری (اثر قیمت بر مقدار مصرف) را منعکس می‌کند و ثانیاً الگوی دوم، مناسب‌ترین الگویی بوده است که باید انتخاب می‌شد. زیرا در این حالت، در کوتاه مدت عرض از مبدأ و روندی وجود ندارد و روابط بلندمدت نیز بدون روند بوده، اما، مقید به داشتن عرض از مبدأ هستند. این الگو، با مفهوم حداقل مصرف که در توابع مطلوبیت استون-گری و تقاضای استخراج شده از آن مورد تأکید فراوان است، تناسب زیادی دارد.

جدول ۴- نتایج تعیین تعداد بردار هم انباشته و تعیین الگوی مطلوب با استفاده از آماره اثر ( $\lambda_{\text{trace}}$ ) و آماره حداکثر مقدار ویژه ( $\lambda_{\text{max}}$ )

| فرضیه $H_0$              | فرضیه $H_A^*$ | الگوی II | الگوی III | الگوی IV |
|--------------------------|---------------|----------|-----------|----------|
| $\lambda_{\text{trace}}$ |               |          |           |          |
| $r=0$                    | $r \geq 1$    | ۸۷/۰۳    | ۷۹/۴۳     | ۱۰۵/۰۶   |
| $r \leq 1$               | $r \geq 2$    | ۳۸/۰۳    | ۲۷/۹۳     | ۴۸/۵۴    |
| $r \leq 2$               | $r \geq 3$    | ۱۶/۱۳    | ۱۶/۰۹     | ۲۰/۳۳    |
| $\lambda_{\text{max}}$   |               |          |           |          |
| $r=0$                    | $r \geq 1$    | ۴۸/۹۹    | ۴۱/۵۰     | ۵۶/۵۱    |
| $r \leq 1$               | $r \geq 2$    | ۲۱/۸۹    | ۲۱/۸۴     | ۲۸/۲۱    |
| $r \leq 2$               | $r \geq 3$    | ۱۶/۱۳    | ۱۶/۰۹     | ۲۰/۳۳    |

\* در سطح اطمینان ۹۵ درصد.

۲. حالت اول، بر عدم وجود عرض از مبدأ و روند در کوتاه مدت و بلند مدت دلالت داشته و حالت پنجم، بر روند زمانی درجه دوم و وجود همیشگی یک رشد فزاینده یا کاهنده برای متغیر اقتصادی دلالت دارد. این دو حالت در آمارهای اقتصادی بسیار غیرمحمتمل اند و می‌توان این دو الگو را در نظر نگرفت و سه الگوی دیگر را مورد برآورد قرار داد.

قبل از برآورد الگو، لازم به اشاره است که ضریب سایر متغیرها را با استفاده از ضریب متغیر Waterp بهنجار<sup>۱</sup> خواهیم کرد. همچنین، انتظار داریم متغیرهای فوق به ترتیب دارای ضرایب زیر باشند<sup>۲</sup>:

$$\beta_{Y_{teh76}} > 0$$

$$\beta_{P_{oth76}} < 0$$

$$\beta_{A_{temp}} > 0$$

با حاصل شدن یک بردار هم انباشتگی، جدول زیر را به دست خواهیم آورد:

جدول ۵- برآورد اولیه تابع تقاضای بلندمدت

| متغیر                  | عرض از مبدأ | 65 Dum | 73 Dum | Atemp | Poht76 | Yteh76  | Waterp |
|------------------------|-------------|--------|--------|-------|--------|---------|--------|
| ضرائب بردار            | ۴/۷۹۲       | ۱/۵۳   | ۲/۳۳۷  | ۰/۱۷۹ | -۰/۵۱۶ | ۰/۰۰۰۰۱ | -۰/۲۳  |
| ضرائب بردار بهنجار شده | ۲۰/۲۳۵      | ۶/۴۶۱  | ۹/۸۷   | ۰/۷۵۶ | -۲/۱۸۱ | ۰/۰۰۰۰۶ | -۱     |

همانگونه که از بردار ضرایب بهنجار شده مشخص می‌شود، تمامی علائم با پیش‌بینی‌ها سازگار است. همچنین، پایین بودن ضریب متغیر Yteh76 با توجه به برآورد شکل اصلی تابع مطلوبیت استون - گری و چگونگی استخراج کشتش درآمدی از آن، منطقی به نظر می‌رسد. پایین بودن این ضریب، حاکی از سهم بسیار اندک آب از درآمد خانوار و حساسیت درآمدی پایین آن است. حال، باید مشخص شود که آیا این بردار منحصر به فرد است و در این صورت، در رابطه با روابط اقتصادی و ساختاری بلندمدت چه مفهومی را ارائه می‌کند.

### 1. Normalize.

۲. متغیر مجازی سال ۱۳۶۵ شروع روندی صعودی در سرانه آب تهران و متغیر مجازی سال ۱۳۷۳ شروع روندی نزولی در متغیر قیمت سایر کالاها را منعکس می‌سازند. با فرض اینکه آب کالایی مکمل برای سایر کالاها باشد و کاهش قیمت نسبی سایر کالاها، افزایش تقاضای آنها را به همراه بیاورد، انتظار داریم که با کاهش قیمت سایر کالاها، تقاضای آب افزایش یابد.

## ۴-۵. اعمال قیود مورد نظر در برآورد بردارهای هم‌انباشتگی

از آنجا که روش یوهانسن تنها تعیین می‌کند که چند بردار هم‌انباشتگی منحصر به فرد در فضای هم‌انباشتگی وجود دارد، و از طرفی هر ترکیب خطی از بردارهای پایه، بردار پایایی را نتیجه می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت که برآوردهای ارائه شده برای هر ستون خاص از ضرائب  $\beta$ ، الزاماً منحصر به فرد نیست. بنابراین، لازم است قیدهایی را براساس مبانی نظری اقتصادی و یا اطلاعات خارج از الگو، بر ضرایب بردار هم‌انباشتگی تحمیل کنیم تا رابطه

به‌نحوی که سایر ضرایب نسبت به ضریب متغیر  $Waterp$ ، اولین محدودیتی که به الگو وارد می‌شود، برابر یک قرار دادن ضریب این متغیر است:

$$a_1 = 1$$

اعمال چنین قیدی (که در عین حال تأکیدی بر الگوی اصلی مدل استون - گری است)، بردار زیر را به همراه خواهد داشت<sup>۲</sup>:

$$\begin{aligned} Waterp = & 20/256 + 0/00006 Yteh76 - 2/187 Potht76 + 0/755 Atemp \\ & + (12/234) \quad (0/00005) \quad (2/621) \quad (0/693) \\ & 9/872 Dum73 + 6/465 Dum65 \\ & (0/5039) \quad (1/668) \end{aligned} \quad (11)$$

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، متغیر  $Potht76$  که در الگوی استون - گری نقش کلیدی دارد و متغیر  $Atemp$  که اثر متوسط درجه حرارت سالانه در افزایش مصرف آب را نشان می‌دهد، فاقد انحراف از معیار مناسب هستند. از این رو در قدم بعدی، قید  $a_4=0$  را به الگو وارد می‌کنیم (ضریب متوسط درجه حرارت سالیانه را برابر صفر قرار می‌دهیم)<sup>۳</sup>.

$$a_1 = 1 \text{ \& } a_4 = 0$$

اعمال چنین قیدی، بردار زیر را نتیجه می‌دهد:

$$\begin{aligned} Waterp = & 33/57 + 0/00007 Yteh76 - 4/493 Potht76 + 10/20 Dum73 + 8/20 Dum65 \\ & (0/404) \quad (0/00008) \quad (1/626) \quad (0/487) \quad (0/546) \end{aligned} \quad (12)$$

## 1. Identified.

۲. اعداد داخل پرانتز، انحراف از معیار هر یک از متغیرها را به نمایش می‌گذارند.

۳. دلیل اعمال چنین قیدی به دلیل تأکید بر برآورد فرم تبعی اصلی الگوی استون - گری و همچنین، عدم برخورداری این متغیر از انحراف معیار مناسب بوده است.

این بردار را به عنوان تابع تقاضای بلند مدت آب در شهر تهران پذیرفته و کشش های قیمتی و درآمدی را بر مبنای آن به دست خواهیم آورد.

### ۶. برآورد کشش های قیمتی و درآمدی و حداقل مصرف آب

با در نظر گرفتن ضریب  $Y_{teh76}$ ، ضریب  $P_{oth76}$  و عرض از مبدأ حاصل از برآورد الگوی بلندمدت، کشش های قیمتی و درآمدی را محاسبه می کنیم. این کشش ها از روابط زیر استخراج می شوند:

---

$$E_{WP} = \frac{\delta Q_w}{\delta P_w} \cdot \frac{P_w}{Q_w} = \frac{\delta \ln(Q_w)}{\delta \ln(P_w)} = \left[ -\frac{\theta_1 M}{P_w^2} - \frac{\theta_2 P_{oth}}{P_w^2} \right] \frac{P_w}{Q_w} \quad (13)$$

$$E_{WM} = \frac{\delta W}{\delta M} \cdot \frac{M}{W} = \frac{\delta \ln(W)}{\delta \ln(M)} = \frac{\theta_1}{P_{oth}} \cdot \frac{M}{W} = \frac{\theta_1}{P_w} \frac{W}{M} = \frac{\theta_1}{v} \quad (14)$$

کشش های محاسبه شده قیمتی و درآمدی نقطه‌ای و میانگین دوره در جدول (۶) آورده شده است.

#### جدول-۶. محاسبه کشش های قیمتی و درآمدی

| درآمدی | قیمتی |                            |
|--------|-------|----------------------------|
| %۱۳    | -%۸   | کشش نقطه‌ای سال ۱۳۷۹       |
| %۲۰    | -%۱۲  | کشش میانگین دوره ۱۳۶۱-۱۳۷۹ |

نتایج به دست آمده که حکایت از کشش پایین قیمتی و درآمدی تقاضای آب خانگی در تهران دارند، با نتایج مطالعات قبلی سازگار هستند. همچنین، بیان شد که یکی از ویژگی‌های مناسب تابع تقاضای حاصل از تابع مطلوبیت استون-گری امکان به دست آوردن حداقل مصرف است. این موضوع، به ویژه برای کالاهای ضروری مثل آب بسیار مهم است. با توجه به آنچه که در مبحث معرفی تابع استون-گری ارائه شد، با توجه به برآورد پارامترهای الگو اکنون به سهولت می‌توان حداقل مصرف آب خانگی برای شهر تهران را به دست آورد:

$$S_w = \frac{\theta_o}{1 - \theta_1} \quad (15)$$

$$\alpha_1 = \theta_1$$

$\theta_o$ ، همان عرض از مبدأ است که برابر با ۳۳/۵۷ مترمکعب و  $\theta_1$ ، ضریب متغیر درآمد و برابر ۰/۰۰۰۰۷ است. حداقل مصرف آب ( $S_w$ ) برای هر فرد تهرانی حدود ۳۳/۶ مترمکعب (۳۳۶۰۰ لیتر) در

سال است. به این ترتیب، حداقل مصرف آب یک شهروند تهرانی براساس برآورد الگو، ۹۲ لیتر در روز است.

براساس ضوابط و مبانی طرح‌های آب‌رسانی شهری - استاندارد شماره ۳-۱۱۷ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، با توجه به اجزای مصرف سرانه خانگی، الگوی مصرف آب حداقل ۷۵ و حداکثر ۱۵۰ لیتر در روز تعیین شده است. متوسط مصرف سرانه (واقعی) آب در شهر تهران در سال ۱۳۷۹، ۲۱۵ لیتر در روز بوده است.

یکی از کاربردهای محاسبه حداقل مصرف این است که اگر بنا باشد روش فعلی قیمت‌گذاری آب خانگی در شهر تهران (بلوکی افزایشی) ادامه پیدا کند، پله مصرف پایین می‌تواند از ۱۵۰ لیتر در روز به ۹۲ لیتر در روز برای هر شهروند کاهش یابد.

## ۷. جمع‌بندی

بر اساس تحلیل نظری و مطالعات نظری، تابع مطلوبیت استون - گری فرم تبعی سازگاری برای استخراج توابع تقاضای کالاهای ضروری مثل آب خانگی شناسایی شد. از این فرم تبعی در مطالعات متعدد برای تقاضای آب خانگی در داخل و خارج کشور استفاده شده است. تقریباً در تمامی مطالعات انجام شده، قدر مطلق کشش قیمتی و درآمدی تقاضای آب پایین و کمتر از ۰/۵ برآورد شده است. حساسیت پایین تقاضای آب خانگی نسبت به تغییرات قیمت و درآمد به ضروری بودن آن برمی‌گردد. در مطالعه حاضر نیز، از فرم تبعی مطلوبیت استون - گری برای استخراج تابع تقاضای آب خانگی شهر تهران استفاده شد. تابع تقاضای به دست آمده با استفاده از روش خود توضیح برداری هم انباشته برآورد شد. کشش قیمتی تقاضای خانگی در حالت نقطه‌ای (سال ۱۳۷۹)، ۸ - درصد و در حالت میانگین ۱۲ - درصد به دست آمد. کشش درآمدی تقاضای آب خانگی در حالت های نقطه‌ای و میانگین به ترتیب ۱۳ درصد و ۲۰ به دست آمدند. به این ترتیب، برآورد کشش های قیمتی و درآمدی تقاضای آب خانگی شهر تهران با نتایج سایر مطالعات سازگارند. البته، استفاده از کشش های میانگین برای تحلیل بیشتر توصیه می‌شوند. در مجموع، کم کشش بودن تقاضای آب خانگی شهر تهران در این مطالعه تأیید می‌شود، که این امر، افزون بر ضروری بودن آب، می‌تواند به ارزان بودن آن نیز مرتبط باشد. نتیجه دیگر برآورد تابع تقاضا، به دست آوردن حداقل مصرف آب خانگی شهروندان تهرانی است. این عدد ۹۲ لیتر در روز برای هر شهروند محاسبه شده است که در دامنه الگوی استاندارد مصرف آب قرار دارد. بر اساس حداقل مصرف آب محاسبه شده، می‌توان پله مصرف پایین آب را به جای ۱۵۰ لیتر در روز

---

(وضعیت فعلی)، ۹۲ لیتر در روز تعیین کرد. این نتیجه در تعیین تعرفه آب در روش فعلی قیمت‌گذاری آن نیز اهمیت زیادی دارد.

## منابع

- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، متوسط سالیانه شاخص بهای آب در استان های مختلف کشور، سال های مختلف.
- حسینی، سید شمس الدین، (۱۳۸۱). قیمت گذاری آب؛ از نظریه تا عمل. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.
- خوش خلق، رحمان و هادی زاده خیرخواه، حسین. (دی ماه ۱۳۸۰). بحران آب و ضرورت توجه به مدیریت تقاضای آب شهری - مطالعه موردی ایران، سازمان مدیریت منابع آب ایران، وزارت نیرو. رابرت، یوهانسون. (۱۳۸۱). قیمت گذاری آب آبیاری، بررسی ادبیات موضوع. ترجمه حسینی، سید شمس الدین و کریمی، بلود، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- رستم آبادی سفلی، الهام. برآورد معادله مصرف آب در فصول تابستان و زمستان در شهر تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.
- شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور. گزارش عملکرد دو سالانه (۱۳۷۷ - ۱۳۷۸) صنعت آب و فاضلاب کشور.
- عابدی، مهدی. (۱۳۷۶). پیش بینی تقاضای آب شرب در شهر مشهد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان.
- کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. (۱۳۷۹). عرضه و تقاضای آب در جهان از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۵، سناریوها و مسائل. ترجمه و تدوین بخش کارشناسان جوان نشریه شماره ۳۴. مرکز آمار ایران. داده های هزینه و درآمد خانوار. سال های مختلف.
- نوفروستی، محمد. (۱۳۷۸). ریشه واحد و هم جمعی در اقتصاد سنجی. مؤسسه خدمات فرهنگی رسا. نیکلاس اسپولبر، اصغر صباغی (۱۳۷۸). اقتصاد منابع آب، از نظارت تا خصوصی سازی. ترجمه تیمور محمدی. تهران، سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی و اجتماعی و انتشارات.
- هادیان، محمد. (اسفند ۱۳۷۹). تخمین تابع تقاضای آب برای شرکت های آب و فاضلاب کشور. حوزه معاونت برنامه ریزی و بهبود مدیریت، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
- وزارت نیرو. (۱۳۷۸). سازمان مدیریت منابع آب ایران، طرح جامع آب کشور، شرکت مهندسی مشاور جاماب، گزارش سنتز.
- وزارت نیرو. (۱۳۸۰). کارنامه شرکت آب و فاضلاب استان تهران؛ گذشته، حال و آینده.
- وزارت نیرو، معاونت امور آب، دفتر برنامه ریزی آب، شرکت مهندسی مشاور جاماب، تیر ماه ۱۳۷۵. مطالعات بررسی واستخراج سیاست ها و استراتژی های مدیریت آب ملی.



وزارت نیرو، معاونت امور آب، دفتر برنامه ریزی آب، شرکت مهندسی مشاور جاماب، مدیریت اقتصادی منابع آب.

- Agthe, D.E., Billings, R.B. (1980). Dynamic Models of Residential Water Demand. *Water Resources Research*, Vol. 16, No. 3, 476-480.
- Barkatullah, N. (1996). OLS and Instrumental Variable Price Elasticity Estimates for Water in Mixed-Effect Model Under Multiple Tariff Structure, *Working Papers in Economics*. Sydney Department of Economic.
- Billings, R.B. (1982). Specification of Block Rate Price Variables in Demand Models. *Land Economics*, Vol.58, No. 3, 370-371.
- Dandy, G., Nguyen, T., Davies, C. (1997). Estimating Residential Water Demand in Presence of Free Allowances. *Land Economics*, Vol.73, No.1, 125-139.
- Deller, S., Chicoine, D., Ramamurthy, G. (1986). Instrumental Variables Approach to Rural Water Service Demand. *Southern Economic Journal*, Vol. 53, No. 2, 333-346.
- Carver, P.H., Boland, J.M.D., Delicado, P. (1999). Desperately Seeking Theta's: Estimating the Distribution of Consumers Under Increasing Block Rates. *Paper Presented at the Econometric Society European Meeting*, Santiago de Compostela.
- Chicoine, D.L., Deller, S.C., Rammamurthy, G. (1986). Evidence on the Specification of Price in the Study of Domestic Water Demand. *Land Economics*, Vol. 62, No.1, 26-32.
- Cochran, R., Cotton, A.W. (1985). Municipal Water Demand Study, Oklahoma City and Tulsa. *Water Resources Research*, Vol. 21, No.7, 941-943.
- Corral, L., Fisher, A.C., Hatch, N. (1998). Price and Non-Price Influences on Water Conservation: An Econometric Model of Aggregate Demand Under Nonlinear Budget Constraint. *Working Paper No.881*, Department of Agricultural and Resource Economics and Policy, University of California at Berkeley.
- Hamilton, James.D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press.
- Hansen, L.G. (1996). Water and Energy Price Impacts on Residential Water Demand in Copenhagen. *Land Economics*, Vol. 72, No. 1, 66-79.

- Hewitt, J.A., Hanemann, W.M. (1995). A Discrete/Continuous Choice Approach to Residential Water Demand Under Block Rate Pricing. *Land Economics*, Vol.71, No.2, 173-192.
- Hosseini, S.Sh., Moein Nemati, Hasan. Key Elements in Water Planning, 2<sup>nd</sup> Asian Conference on water & Wastewater Management, Proceedings, Tehran, I.R. IRAN, 8-10, May. 2001.
- Howe, C.W., Linaweaver, F.P. (1967). The Impact of Price on Residential Water Demand and its Relationship to System Design and Price Structure. *Water Resources Bulletin*, Vol.3, No. 1, 13-32.
- Kulshreshtha, S.N. (1996). Residential Water Demand in Saskatchewan Communities: Role Played by Block Pricing System in Water Conservation. *Canadian Water Resources Journal* 21 (2), 139-155.
- Jones, C.V., Morrise, J.R. (1984). Instrumental Price Estimates and Residential Water Demand. *Water Resources Research*, Vol. 20, No. 2, 197-202.
- Moncur, J. (1987). Urban Water Pricing and Drought Management. *Water Resources Research*, Vol. 23, No. 3, 393-398.
- Nieswiadomy, M.L, Molina, D.J. (1989). Comparing Residential Water Estimates Under Decreasing and Increasing Block Rates Using Household Data. *Land Economics*, Vol. 65, No. 3, 280-289.
- Pint, E. (1999). Household Response to Increased Water Rates During the California Drought. *Land Economics*, Vol.75, No. 2, 246-266.
- Renwick, M.E., D.Green, R. (2000). Do Residential Water Demand side Management Policies Measure up? An Analysis of Eight California Water Agencies. *Journal of Environmental Economics and Management* Vol.40, No. 1, 37-55.
- Renwick, M.E., Archibald, S.O. (1998). Demand Side Management Policies for Residential Water Use: Who Bears the Conservation Burden? *Land Economics*, Vol.74, No. 3, 343-359.
- UNESCO (1997). The World's Water, Is There Enough? United Nations Educational., Scientific and Cultural Organization.
- Williams, M., Suh, B. (1986). The Demand for Urban Water by Customer Class. *Applied Economics*, Vol.18, No.2, 1275-1289.