

برآورد تابع تقاضای آب شهرستان ارومیه

قهرمان عبدلی*

استادیار و عضو هیات علمی دانشگاه تهران

سجاد فرجی دیزجی

دانشجوی دوره دکتری علوم اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

طی قرن اخیر رشد سریع جمعیت و شهرنشینی در کشورهای در حال توسعه، منجر به محدودیت منابع آب و تشدید آلودگی گردیده است. لذا ضرورت توجه به آب به عنوان یک کالای اقتصادی و مدیریت مصرف آن هر چه بیشتر آشکار شده است. ایجاد مسأله بحران آب، لزوم توجه به مدیریت منابع آبی را ایجاب می-کند. یکی از حوزه‌های مربوط به مدیریت آب، مدیریت تقاضای آب می‌باشد. به منظور بکارگیری سیاست‌های صحیح در این بخش، شناخت بخش تقاضای آب و تخمین تابع تقاضای آن لازم و ضروری به نظر می‌رسد. این مقاله به برآورد تابع تقاضای آب شهری ارومیه طی دوره ۸۴-۱۳۷۸ پرداخته است. بدین منظور ابتدا بر اساس مبانی نظری فرم کلی تابع تقاضای آب از حداکثرسازی یک تابع مطلوبیت استون گری بدست آمده است و در مرحله بعدی با استفاده از مدل VAR و بر اساس روش یوهانسن تابع تقاضای آب شهری ارومیه مورد برآورد قرار گرفته است.

نتایج تحقیق نشان می‌دهند که: (۱) تقاضای آب شهری شهرستان ارومیه با قیمت آب و قیمت سایر کالاها (که بصورت یک کالای مرکب در نظر گرفته شده اند) رابطه عکس و با درآمد رابطه مستقیم دارد. (۲) تقاضای آب شهری این شهرستان نسبت به قیمت آب و قیمت کالاهای دیگری کشش و همچنین نسبت به درآمد یک کالای ضروری است. (۳) متغیرهای میزان بارندگی و درجه حرارت اثر معناداری بر روی تقاضای آب ارومیه ندارند.

طبقه بندی JEL: Q24

واژه‌های کلیدی: تابع مطلوبیت استون گری، الگوی خود توضیح برداری (VAR)، کشش درآمدی.

(G_abdoli@yahoo.com و abdoli@ut.ac.ir)

* (نویسنده مسئول)

تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۲۴

تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۱۶

Estimating the Urban Water Demand Function for Orumieh City

Gahreman D Abdoli*

Assistant Professor of Economics,
University of Tehran

Sajjad Faraji Dizaji

Ph.D student in Economics,
University of Tarbiat Modarres

Abstract

During the last century, rapid urbanization and population growth have resulted in water shortage and pollution, so it is necessary to consider water as an important economic goods and manage its utilization in economic way. In order to manage water demand, it is an important issue to get information about demand function. Thus in this paper we use the Stone-Gray utility function to derive demand function. Then we use a Vector Autoregressive Regressive (VAR) model for estimating water demand in Orumieh city for the period of 1378-84. The results of the research indicate that: 1) Water demand is depend directly on the consumer income and indirectly on the price of water, 2) Water demand is inelastic respect to the income and price and also to the other goods prices, 3) Rainfall and temperature have insignificant impacts on the water demand, and 4) It is found that water is a necessary goods.

Keywords: Stone - Gray Utility Function, VAR Model, Income Elasticity

JEL: Q24

مقدمه

به گفته آب‌شناسان، آب را دیگر نمی‌توان یک کالای فراوان و فاقد ارزش اقتصادی دانست، بلکه یک کالای بدون جایگزین و با ارزش اقتصادی زیاد بوده و دارای مصارف متعددی می‌باشد. برای تداوم یافتن استفاده از منابع آب نمی‌توان از مخازن و سایر منابع آب با سرعتی بیش از آنچه که چرخه طبیعت توان احیاء و بازتولید آن را دارد، برداشت کرد. اکثر مناطق ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی در محدوده‌ای از کره زمین واقع شده که بیشترین آن‌ها جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشند، به عنوان نمونه میزان بارندگی سالانه در شهر ارومیه ۲۶۲/۷ میلی‌متر در سال است که بسیار کمتر از میزان متوسط جهانی یعنی ۸۶۵ میلی‌متر می‌باشد. کمبود آب به دلیل کاهش بارندگی از یک طرف و افزایش مصرف آن از طرف

دیگر، موجب شده است که برداشت از آب‌های زیر زمینی، رودخانه‌ها و سدهای موجود شدت یافته و در نتیجه از میزان آب موجود برای مصارف کشاورزی و صنعتی کاسته شود و علاوه بر آن محیط زیست نیز در معرض آسیب جدی قرار گیرد و از این جهت خساراتی به اقتصاد شهر و استان وارد گردد. به همین دلیل امروزه توجه بیشتر به مسائل اقتصادی آب و همچنین بررسی دقیق تر تقاضای آب در شهرستان ارومیه بسیار بیشتر از گذشته ضروری به نظر می‌رسد تا با مدیریت تقاضا از طریق مکانیزم‌های اقتصادی هم‌چون سیاست‌های قیمتی و غیرقیمتی تا حدودی از زیان‌ها پیشگیری نمود. لازمه این امر شناسایی عوامل مؤثر و شدت تأثیرگذاری آن‌ها بر روی تقاضا و نیز بررسی چگونگی واکنش تقاضا به تغییرات این عوامل می‌باشد. بدین لحاظ در این مقاله تابع تقاضای آب برای کل مصرف شهری و خانوارها در شهر ارومیه برآورد شده است و در این راستا فرضیه‌های زیر مورد آزمون قرار گرفته‌اند: مقدار تقاضای آب شهری، تابعی معکوس از قیمت و تابع مستقیم از درآمد است، تقاضای آب شهری نسبت به قیمت و درآمد بی‌کشش است، مقدار تقاضای آب شهری نسبت به قیمت سایر کالاها (غیر از آب) بی‌کشش است و متغیرهای درجه حرارت و بارندگی دارای اثرات معناداری بر روی تقاضای آب هستند.

مروری بر برخی از مطالعات انجام شده

تقاضای آب شهری طی دهه‌های اخیر بطور گسترده مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است، از جمله مهم‌ترین مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: طبیبیان و سجادی‌فر در مطالعه خود ضمن استخراج تابع تقاضای آب از تابع مطلوبیت استون‌گری با بکارگیری مدل تعدیل جزئی و استفاده از روش اقتصادسنجی مدل عوامل تصادفی، تقاضای بلندمدت و کوتاه‌مدت آب برای فصول مختلف و همچنین کل سال را در شهر اراک برآورد کرده‌اند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که تقاضای آب با درجه حرارت رابطه مثبت و با میزان بارندگی رابطه منفی داشته و میزان تأثیر درجه حرارت بیشتر از میزان بارندگی است. از سوی دیگر آن‌ها دریافته‌اند که کشش تقاضای بلندمدت از کشش کوتاه‌مدت بیشتر است و نیز کشش قیمتی و درآمدی فصل تابستان تقریباً دو برابر کشش قیمتی و درآمدی فصل زمستان است.

(Tabibian and Sajadifar, 2005)

خوش خلق و هادی زاده خیرخواه در مطالعه خود برای ۵ منطقه آبی شهر تهران و با استفاده از تابع تقاضای استخراج شده از یک تابع مطلوبیت استون-گری نشان دادند با وجود این که تقاضا برای آب در شهر تهران بی کشش است اما با افزایش قیمت می توان مقداری از اضافه تقاضای آب را کاهش داد، به علاوه آن ها به ابزارهای فرهنگی نیز به عنوان راهکار مناسبی جهت کاهش اتلاف و بهبود الگوی مصرف اشاره می کنند. (Khoshakhlagh and Hadizadeh, 2001)

هادیان در بررسی خود، تقاضای آب استان ها را به تفکیک بیان نموده است. وی تقاضای آب هر مشترک را به صورت تابعی از متغیرهای قیمت واقعی آب، هزینه واقعی خانوار و متوسط درجه حرارت بهار و تابستان در نظر گرفته است. بر اساس یافته های وی، اطلاعات کم باعث می گردد که مصرف کنندگان در دوره t ام، مصرف خود را بر اساس قیمت دوره $t-1$ بنا گذارند و این باعث می گردد که در مواقع کم آبی، نتوان سیاست مؤثر قیمتی را به صورت سریع اجرا نمود. (Hadian, 2000)

ابریشمی و سعیدی در تحقیق خود تابع تقاضای آب شرب شهر مشهد را با استفاده از داده های سری زمانی طی دوره (۷۵-۱۳۵۹) برای تمام ماه های سال، ماه های خشک سال، ماه های مرطوب سال و هم چنین به صورت فصلی و سالانه تخمین زده اند. نتایج بدست آمده حاکی از تأثیر فزاینده جمعیت شهری بر مقدار تقاضای آب است به طوریکه کشش جمعیتی تقاضای آب بیانگر بیشتر بودن سرعت افزایش آب نسبت به نرخ رشد جمعیت است هم چنین کشش قیمتی تقاضای آب بدست آمده بیانگر عدم حساسیت مصرف کنندگان نسبت به قیمت می باشد. (Abrishami and saidi, 1997)

شرزه ای و کلاهی نیز طی مطالعه ای با استفاده از داده های سری زمانی - مقطعی، به تخمین تابع تقاضای آب در شهر شیراز پرداخته اند و به این نتیجه رسیده اند که تقاضای آب نسبت به قیمت آب بی کشش بوده و آب برای مصرف کنندگان یک کالای تقریباً بدون جانشین است. (Sharzehi and Kolahi, 1997)

اورعی یزدانی و سراوانی به بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای آب شرب جهت مصارف مسکونی در شهر بیرجند پرداخته اند. در این مطالعه برآورد تابع تقاضای آب شرب به روش OLS صورت گرفته و نتایج بدست آمده نشان می دهد که تغییر سطح درآمد خانوار در طول زمان تأثیر معناداری بر تقاضای آب شرب ندارد. لازم به ذکر است که کشش تقاضا نسبت به تغییرات درجه حرارت

۰/۵۷ و نسبت به قیمت ۰/۱۶- بدست آمده‌اند. (Ovrai and Saravani, 1994)

رستم آبادی سفلی با استفاده از داده‌های سری زمانی متغیرهای قیمت متوسط آب، درآمد خانوار، جمعیت، تعداد مشترکین و متغیرهای جوی که به صورت چهار متغیر میزان بارندگی، متوسط درجه حرارت و حداکثر و حداقل مطلق درجه حرارت در نظر گرفته شده است، اقدام به برآورد تابع تقاضای آب آشامیدنی شهر تهران نموده است. در این تحقیق، فرضیه یکسان بودن تقاضای آب در فصول تابستان و زمستان رد شده است. (Rostamabadi, 1992)

روبرتو مارتینز - اسپینیرا در مقاله‌ای با عنوان «برآورد تابع تقاضای آب شهری با استفاده از تکنیک‌های هم‌انباشتگی و تصحیح خطا» به تخمین کشش‌های قیمتی کوتاه‌مدت و بلندمدت تقاضای آب شهری با استفاده از داده‌های سری زمانی ماهانه قیمت و مصرف کل شهری در منطقه اشبیلیه کشور اسپانیا پرداخته است. کشش قیمتی تقاضا، برای کوتاه‌مدت حدود ۰/۱- و برای دوره بلندمدت حدود ۰/۵- تخمین زده شده است و بدین ترتیب این فرضیه که کشش بلندمدت تقاضای آب نسبت به قیمت بزرگ‌تر از کشش قیمتی کوتاه‌مدت می‌باشد مورد تأیید قرار گرفته است. (Martinez-Espinira, 2004)

باچارچ و واگان در مطالعه‌ای با عنوان «برآورد تقاضای آب خانگی» علاوه بر متغیرهای قیمت و درآمد، متغیرهای دیگری نظیر خصوصیات خانواده، دارایی‌های خانواده، نوع امکانات دفع فاضلاب و امکان ذخیره آب را در تخمین خود وارد کرده‌اند. (Bachrach; Waughan, 1994)

هاو و لیناویور به بررسی تأثیر قیمت آب بر روی تقاضای ساکنین ۳۹ منطقه از ایالات متحده آمریکا در فاصله زمانی اکتبر ۱۹۶۱ تا ژوئن ۱۹۶۶ پرداخته‌اند. در این تحقیق مصارف داخلی (مصرف در دوره زمستان) و مصرف خارجی (مصرف در دوره غیر زمستان) از یکدیگر جدا شده‌اند. (Howe, C.W, 1982)

کوکران و کاتون در تحقیق خود به تخمین تقاضای آب طی یک دوره بیست ساله (۱۹۸۰-۱۹۶۱) برای شهرهای اوکلاهاما و تولسا پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهند که در شهر اوکلاهاما، قیمت متوسط آب و درآمد سرانه تعیین‌کننده‌های اصلی هستند و در شهر تولسا نیز درآمد سرانه عامل تأثیرگذار بر روی تقاضای آب می‌باشد. (Cochran; Cotton, 1985)

با توجه به بررسی‌های انجام شده مشخص است که تقاضای آب با قیمت آن ارتباط معکوس و با درآمد ارتباط مستقیم دارد و علاوه بر آن آب یک کالای بی کشش است.

مبانی تئوری تقاضای آب

تقاضای آب برحسب کاربردهای وسیع آن، به ۳ دسته تقاضای آب شهری، کشاورزی و صنعتی تقسیم می‌گردد که در هر کدام از این گروه‌ها، آب برای موارد متعددی بکار می‌رود. تقاضا برای آب در بخش‌های کشاورزی و صنعتی تقاضای مشتق شده^۱ می‌باشد.

تقاضای آب شهری تقاضای مصرفی است و به ۳ قسمت، مسکونی، عمومی و تجاری تقسیم می‌گردد. تقاضای آب مسکونی، شامل استفاده آب توسط خانوارها در داخل یا خارج از محدوده مسکونی است. استفاده عمومی آب در برگیرنده آب عرضه شده به پارک‌ها، بیمارستان‌ها، مدارس و دیگر تسهیلات عمومی می‌باشد. سرانجام کاربرد تجاری آب، شامل آب مصرفی انبارها، فروشگاه‌ها، رستوران‌ها، هتل‌ها و دیگر موارد مشابه می‌شود. تقاضای آب شهری در بخش خانگی را می‌توان همانند تقاضا برای یک کالای نهایی مصرفی از حداکثر کردن مطلوبیت مصرف کننده (که یکی از متغیرهای آن آب است) نسبت به قید بودجه او استخراج نمود. آب برای انسان یک ماده حیاتی و بسیار ضروری است و بنابراین باید همواره از حداقلی از مصرف آن برخوردار باشد، لذا تابع مطلوبیت مناسب برای تابع تقاضای آب شهری تابع مطلوبیت استون‌گری است که در آن به این حداقل توجه می‌شود و با مفروضات مقاله حاضر هم‌خوانی دارد (نمودار ۱).

با فرض این که مصرف کننده با سبیدی از دو کالا شامل آب (W) و سایر کالاها و خدمات Q_{oth} که یک کالای ترکیبی فرض شده است روبرو است، تابع مطلوبیت استون‌گری و در نتیجه مسئله حداکثرسازی مطلوبیت به صورت زیر خواهد بود:

$$Max \quad U^* = \alpha_1 \ln(W - S_w) + \alpha_2 \ln(Q_{oth} - S_{oth}) \quad (1)$$

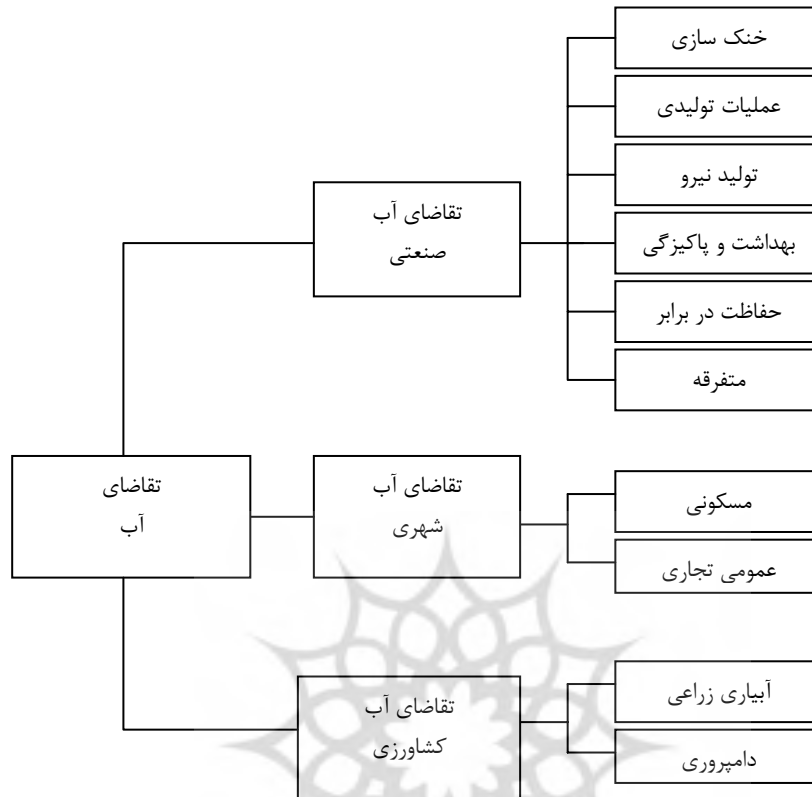
$$S.t \quad I = p_w W + P_{oth} Q_{oth}$$

که در آن:

S_w : حداقل میزان مصرف آب S_{oth} : حداقل میزان مصرف سایر کالاها
 W : میزان مصرف آب Q_{oth} : میزان مصرف سایر کالاها

I : بودجه یا درآمد اسمی مصرف کننده

نمودار (۱) - کاربرد آب در بخش‌های مختلف



از حداکثرسازی مسئله بالا و با فرض این که $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ خواهیم داشت:

$$W = S_w + \frac{\alpha_1}{P_w} [I - P_{oth} S_{oth} - P_w S_w] \quad (2)$$

و در نهایت با فرض

$$\theta_1 = \alpha_1 \quad \theta_2 = -\alpha_1 S_{oth} \quad \theta_0 = S_w (1 - \alpha_1)$$

فرم کلی تابع تقاضای آب به صورت زیر خواهد بود:

$$W = \theta_0 + \theta_1 \left(\frac{I}{P_w} \right) + \theta_2 \left(\frac{P_{oth}}{P_w} \right) \quad (3)$$

داده‌ها

برای برآورد تابع تقاضای آب از روش خودرگرسیون برداری (VAR)، که امروزه کاربرد فراوانی دارد استفاده شده است. اولین گام در بسط یک مدل VAR، انتخاب متغیرهای مناسب می‌باشد. در این مطالعه از داده‌های ماهانه سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۴ که از اداره آب منطقه‌ای شهرستان ارومیه گرفته شده، استفاده شده است که به ترتیب زیر معرفی می‌گردند:

W: متوسط مصرف سرانه هر مشترک در ماه مورد نظر می‌باشد و از تقسیم کل مصرف آب در هر ماه، بر تعداد مشترکین موجود در آن ماه بدست آمده است.

YP: از تقسیم کردن متوسط درآمد سرانه خانوار در هر ماه بر قیمت متوسط آب در آن ماه بدست آمده است (لازم به ذکر است که قیمت متوسط آب نیز از طریق تقسیم کردن کل آب بهای اخذ شده از خانوارها در هر ماه بر کل مصرف آب در آن ماه بدست آمده است).

CPIP: از تقسیم شاخص قیمت مصرف کننده در هر ماه (که به عنوان جانشینی برای قیمت سایر کالاها غیر از آب استفاده شده است) بر متوسط قیمت آب در آن ماه بدست آمده است.

Temp: بیانگر متوسط درجه حرارت روزانه در هر ماه و Preci: بیانگر میزان بارندگی در هر ماه است. علاوه بر متغیرهای ذکر شده دو متغیر مجازی Dumcpip و Dumw نیز به منظور منعکس کردن تغییرات ایجاد شده در روند متغیرهای w و cpip که به ترتیب در ابتدای سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ حادث شده‌اند در مدل وارد گردیدند.

برخی متغیرهای کیفی نیز بر تقاضای آب موثر هستند که نباید از آن‌ها غافل بود از جمله نقاط مختلف شهر الگوی متفاوت مصرف داشته و بر میزان مصرف تاثیر می‌گذارد. همچنین عوامل فرهنگی، سطح تحصیلات و مذهب. نیز موثر هستند که به دلیل نبودن اطلاعات در این زمینه از بررسی اثر آن‌ها خودداری می‌شود.

بررسی مانایی داده‌ها

برای برآورد مدل‌های تحقیق از مدل VAR استفاده خواهیم کرد. دلیل استفاده از این مدل را می‌توان به شرح ذیل بیان نمود: (۱) توانایی الگوی VAR در بیان ساختار پویای مدل بهتر از معادلات همزمان است. (۲) با این روش از اعمال قیود روی متغیرها برای شناسایی ضرایب که در معادلات همزمان مزسوم است رهایی پیدا می‌کنیم. (۳) تمام متغیرها در الگوی VAR درون‌زا در

نظر گرفته می شوند.

از آزمون ADF، با لحاظ عرض از مبدا و بدون روند و بر اساس معیار شوار برای تعیین مانایی متغیرهای مدل استفاده شده است. (جدول ۱)

جدول (۱) - نتیجه آزمون پایایی متغیرهای نهایی مورد استفاده در تابع تقاضا

متغیرها	آماره ADF	آماره t مک کینون در سطح ۹۵ درصد (۹۰ درصد)	مرتبه جمعی بودن
cpip	-۵/۶۵	-۲/۸۹ - (۲/۵۸)	I(0)
Yp	-۸/۳۹	-۲/۹ - (۲/۵۸)	I(1)
W	-۹/۳۰	-۲/۹ - (۲/۵۸)	I(1)
Temp	-۷/۱۸	-۲/۹ - (۲/۵۸)	I(0)
Preci	-۶/۲۸	-۲/۸۹ - (۲/۵۸)	I(0)

منبع: محاسبات محقق

بنابراین می توان گفت که از لحاظ آماری در سطح معناداری ۵٪ و ۱۰٪ متغیرهای cpip، temp و preci انباشته از مرتبه صفر و متغیرهای W و yp انباشته از مرتبه یک می باشند. با این حال سیمس (Sims, 1980) و دیگران از قییل (Doan, 1992) عدم تفاضل گیری از متغیرها را توصیه می کنند، حتی اگر متغیرها دارای ریشه واحد باشند، آن ها معتقدند که هدف تجزیه و تحلیل VAR، تعیین ارتباط بین متغیرها و نه تخمین پارامترها می باشد. آن ها معتقدند که تفاضل گیری اطلاعات هم گرایی در داده ها را از بین می برد. به طور مشابه آن ها معتقدند که داده ها نیاز به روند زدایی ندارند. فولر (۱۹۷۶) هم نشان داد که اگر کارایی مجانبی VAR مدنظر باشد، تفاضل گیری داده ها حتی اگر مناسب باشد، دستاورد قابل توجهی بدست نمی دهد.

روش یوهانسن

برای اطمینان از خواص کلاسیک جملات خطا در برآورد الگوی VAR ابتدا تعداد وقفه هایی که لازم است در الگو ظاهر گردد را تعیین می کنیم، با توجه به اطلاعات بدست آمده در جدول (۲) و مقایسه آن ها با مقادیر بحرانی چنانچه ضوابط HQ (حنا کوئین) و یا SC (شواتر - بیزین) را ملاک قرار دهیم، تعداد وقفه های بهینه ۲ خواهد بود.

جدول (۲) - نتایج آزمون تعیین تعداد وقفه بهینه

Lag (وقفه)	Log L	AIC	SC	HQ
۰	-۱۵۸۲/۷۹	۳۹/۷۴	۳۹/۹۵	۳۹/۸۲
۱	-۱۱۰۱/۶۷	۲۸/۹۴	۳۰/۶۱	۲۹/۶۱
۲	-۹۹۱/۷۴	۲۷/۴۱	۳۰/۵۴	۲۸/۶۷
۳	-۹۴۲/۸۷	۲۷/۴۲	۳۲	۲۹/۲۶
۴	-۸۸۹/۷۶	۲۷/۳۱	۳۳/۳۶	۲۹/۷۴

منبع: محاسبات محقق

جدول (۳) - کمیت‌های آماره آزمون λ_{trace} و λ_{max} به منظور تعیین الگوی بردارهای هم‌جمعی

H_0	H_1	الگوی (۱)	الگوی (۲)	الگوی (۳)	الگوی (۴)	الگوی (۵)
$\lambda_{trace} :$						
$r=0$	$r \geq 1$	۲۱۱/۵۸	۲۳۴/۳۲	۲۲۷/۶۲	۲۵۸/۰۳	۲۵۶/۷۳
$r \leq 1$	$r \geq 2$	۱۱۳/۶۳	۱۳۱/۹۷	۱۲۵/۲۸	۱۵۵/۶۷	۱۵۴/۴۷
$r \leq 2$	$r \geq 3$	۶۶/۱۱	۷۹/۱۶	۷۲/۷۷	۱۰۲/۸۱	۱۰۱/۶۲
$r \leq 3$	$r \geq 4$	۳۲/۳۸	۴۴/۷۰	۳۸/۴۹	۵۷/۸۹	۵۷/۴۵
$\lambda_{max} :$						
$r=0$	$r \geq 1$	۹۷/۹۴	۱۰۲/۳۴	۱۰۲/۳۴	۱۰۲/۳۵	۱۰۲/۲۵
$r \leq 1$	$r \geq 2$	۴۷/۵۲	۵۲/۸۱	۵۲/۵۰	۵۲/۸۶	۵۲/۸۵
$r \leq 2$	$r \geq 3$	۳۳/۷۳	۳۴/۴۶	۳۴/۲۸	۴۴/۹۲	۴۴/۱۷
$r \leq 3$	$r \geq 4$	۲۰/۴۶	۲۰/۸۶	۱۹/۹۸	۲۲/۹۱	۲۲/۹۱

منبع: محاسبات محقق

در راستای بررسی و تعیین رابطه (روابط) تعادلی بلندمدت بین چند متغیر اقتصادی سری زمانی، از روش یوهانسن استفاده می‌کنیم. در این روش اولاً باید تعداد بردارهای هم‌جمعی را تعیین کنیم و ثانیاً در مورد لزوم وجود عرض از مبدأ و روند در مدل باید تصمیم‌گیری نماییم. در روش یوهانسن به این دو موضوع بطور همزمان پرداخته می‌شود.

کمیت‌های آماری آزمون اثر و حداکثر مقدار ویژه برای تعیین تعداد بردارهای هم‌جمعی در جدول (۳) نشان داده شده‌اند.

در نهایت وجود ۳ بردار هم‌جمعی تأیید شد. در واقع برحسب تصادف الگوی دوم، مناسب‌ترین الگویی بوده است که باید انتخاب می‌شد چرا که در این حالت در کوتاه مدت عرض از مبدا و روندی وجود ندارد و روابط بلندمدت نیز بدون روند بوده اما مقید به داشتن عرض از مبدا هستند. استفاده از این الگو تناسب زیادی با بکارگیری ساختار تقاضای استون-گری دارد که در آنجا بر وجود حداقل مصرف (عرض از مبدا) تأکید فراوان داشتیم و تحت این شرایط وجود ۳ بردار هم‌جمعی در متغیرهای الگو به اثبات رسید (جدول ۴)

جدول (۴) - بردارهای هم‌جمعی الگوی تقاضای آب

متغیرها	بردار (۱)	بردار (۲)	بردار (۳)
W	۱	۰	۰
DumW	۰	۱	۰
DumCpip	۰	۰	۱
Yp	-0.001	-6.42×10^{-5}	-9.34×10^{-5}
Preci	۰/۲۹۹	-۰/۰۱۸	۰/۱۳۲
Temp	-۰/۸۱۶	۰/۵۸	۰/۱۶۷
Cpip	۹/۵۷	۶/۰۱۶	۱۰/۵۴
intercept	۱۵/۸۱	-۷/۵۶	-۳/۳۳

منبع: محاسبات محقق

برآورد تابع تقاضای آب

از آنجا که روش یوهانسن تنها تعیین می‌کند که چند بردار هم‌جمعی منحصر به فرد در فضای هم‌جمعی وجود دارد، و از طرفی هر ترکیب خطی از بردارهای پایا (هم‌جمعی) نیز بردارهای پایائی را نتیجه می‌دهند برآوردهای ارائه شده برای هر ستون خاصی از ضرایب β الزاماً منحصر به فرد نیست. بنابراین لازم است قیدهایی را بر اساس مبانی نظری اقتصادی و یا هر گونه اطلاعات قبلی خارج از الگو بر ضرایب بردارهای هم‌جمعی تحمیل کرد تا روابط تعادلی بلندمدت ارائه شده شناسایی شوند.

با اعمال این قیود، سه بردار هم‌جمعی بدست آمده است. با توجه به ضرایب متغیرهای موجود در هر بردار و علائم (به عنوان مثال علامت عرض از مبدا تنها در معادله سوم مثبت شده است و این با فرض ما مبنی بر استخراج معادله تابع تقاضا از یک تابع مطلوبیت استون-گری سازگاری دارد، در حالی که عرض از مبدا در معادلات دوم و سوم مقداری منفی بدست آمده است) و هم‌چنین با توجه به معناداری ضرایب، بردار سوم بیانگر الگوی مناسب‌تری برای معادله تقاضای آب می‌باشد ما نیز همین بردار را به عنوان تابع تقاضای بلندمدت آب در شهر ارومیه انتخاب می‌کنیم (جدول ۶)

جدول (۵) - برآورد هم‌جمعی الگوی تقاضای آب مقید شده

متغیرها	بردار (۱)	بردار (۲)	بردار (۳)
W	۱	-۱۶۲۹/۲۳۵	$۸/۰۵ \times ۱۰^{-۱۱}$
DumW	۰	۳۳۷۰/۵۰۲	۰
DumCpip	۰	۶۸۳۵/۵۹	$-۲/۰۵ \times ۱۰^{-۱۰}$
Yp	-۰/۰۰۰۶	۱	$-۶/۹ \times ۱۰^{-۱۴}$
Preci	۱/۰۱۷	۰	۰
Temp	-۳/۱۴	۱۷۱۱/۹۱	۰
Cpip	۰	۰	$۳/۶۸ \times ۱۰^{-۹}$
intercept	۱۵/۳۲	-۱۸۷/۵۴	$-۱/۳۸ \times ۱۰^{-۹}$

منبع: محاسبات محقق

جدول (۶) - برآورد تابع تقاضای بلند مدت آب

متغیرها	W	DumCpip	Yp	Cpip	intercept
بردار	$۸/۰۵ \times ۱۰^{-۱۱}$	$-۲/۰۵ \times ۱۰^{-۱۰}$	$-۶/۹ \times ۱۰^{-۱۴}$	$۳/۶۸ \times ۱۰^{-۹}$	$-۱/۳۸ \times ۱۰^{-۹}$
بردار به‌هم‌جار شده	۱	-۲/۵۴	$-۸/۵۷ \times ۱۰^{-۴}$	۴۵/۷۱	-۱۷/۴

منبع: محاسبات محقق

بنابراین معادله تابع تقاضای بلند مدت آب به صورت زیر تخمین زده می‌شود:

$$W = 17.4 + 8.5 \times 10^{-4} Yp - 45.71 Cpip + 2.54 DumCpip \quad (۷)$$

محاسبه کشش‌ها و حداقل مصرف آب

اگر فرمول تابع تقاضا را به صورت زیر داشته باشیم:

$$W = \theta_0 + \theta_1 \left(\frac{Y}{P_w} \right) + \theta_2 \left(\frac{CPI}{P_w} \right) + \theta_3 DumCpip \quad (8)$$

در این صورت جهت محاسبه کشش های قیمتی و درآمدی و همچنین کشش قیمتی متقاطع از فرمول های زیر استفاده خواهیم کرد:

کشش قیمتی

$$E_{W, P_w} = \frac{dW}{dP_w} \times \frac{P_w}{W} = \left(-\theta_1 \frac{Y}{P_w^2} - \theta_2 \frac{CPI}{P_w^2} \right) \frac{P_w}{Y} = \quad (9)$$

$$\left(\frac{-\theta_1 Y}{P_w} - \frac{\theta_2 CPI}{P_w} \right) \frac{1}{Y} = (-\theta_1 Yp - \theta_2 Cpip) \frac{1}{Y}$$

کشش درآمدی

$$E_{W, Y} = \frac{dW}{dY} \times \frac{Y}{W} = \theta_1 \left(\frac{1}{P_w} \right) \frac{Y}{W} \quad (10)$$

کشش قیمتی متقاطع

$$E_{W, CPI} = \frac{dW}{dCPI} \times \frac{CPI}{W} = \theta_2 \left(\frac{1}{P_w} \right) \frac{CPI}{W} \quad (11)$$

کشش های نقطه ای قیمتی و درآمدی و متقاطع با توجه به فرمول های ذکر شده در بالا و به طور نمونه برای مرداد ماه سال ۱۳۸۴ محاسبه شده اند (جدول ۷).

جدول (۷) - مقادیر کشش های نقطه ای قیمتی، درآمدی و متقاطع در مرداد ماه سال ۱۳۸۴

کشش قیمتی خودی ($E_{P_w, W}$)	کشش درآمدی ($E_{W, Y}$)	کشش قیمتی متقاطع ($E_{W, CPI}$)
-۰/۴۷	۰/۵۹	-۰/۱۲

منبع: محاسبات محقق

یکی از ویژگی های مهم و مناسب تابع تقاضای حاصل از تابع مطلوبیت استون-گری این است که به راحتی می توان میزان حداقل مصرف را بدست آورد. این موضوع بویژه در مورد کالاهای ضروری هم چون آب بسیار حائز اهمیت است.

با توجه به فرمول استخراج شده برای تقاضای آب از تابع مطلوبیت استون-گری به راحتی می توان اثبات کرد که میزان حداقل مصرف ماهانه هر مشترک با استفاده از رابطه زیر بدست می آید:

$$S_w = \frac{\theta_0}{1 - \theta_1} \quad (12)$$

در این رابطه θ_0 همان عرض از مبدا است که برابر با ۱۷/۴ متر مکعب و θ_1 نیز ضریب متغیر Yp که برابر ۰/۰۰۰۸۵ محاسبه شده است. بدین ترتیب حداقل مصرف آب (S_w) برای هر مشترک در ارومیه حدود ۱۷/۴۲ متر مکعب (۱۷۴۲۰ لیتر) در ماه است. بنابراین حداقل مصرف آب یک مشترک ارومیه‌ای بر اساس برآورد مدل در حدود ۵۸۰ لیتر در روز است.

تجزیه واریانس و توابع واکنش

در تجزیه واریانس به دنبال آن هستیم تا مشخص نمائیم که چه میزان از تغییرات W ، بواسطه شوک‌های مختلف متغیرهای W ، $cpip$ ، $precip$ ، $temp$ و Yp بوده است. (جدول ۸)

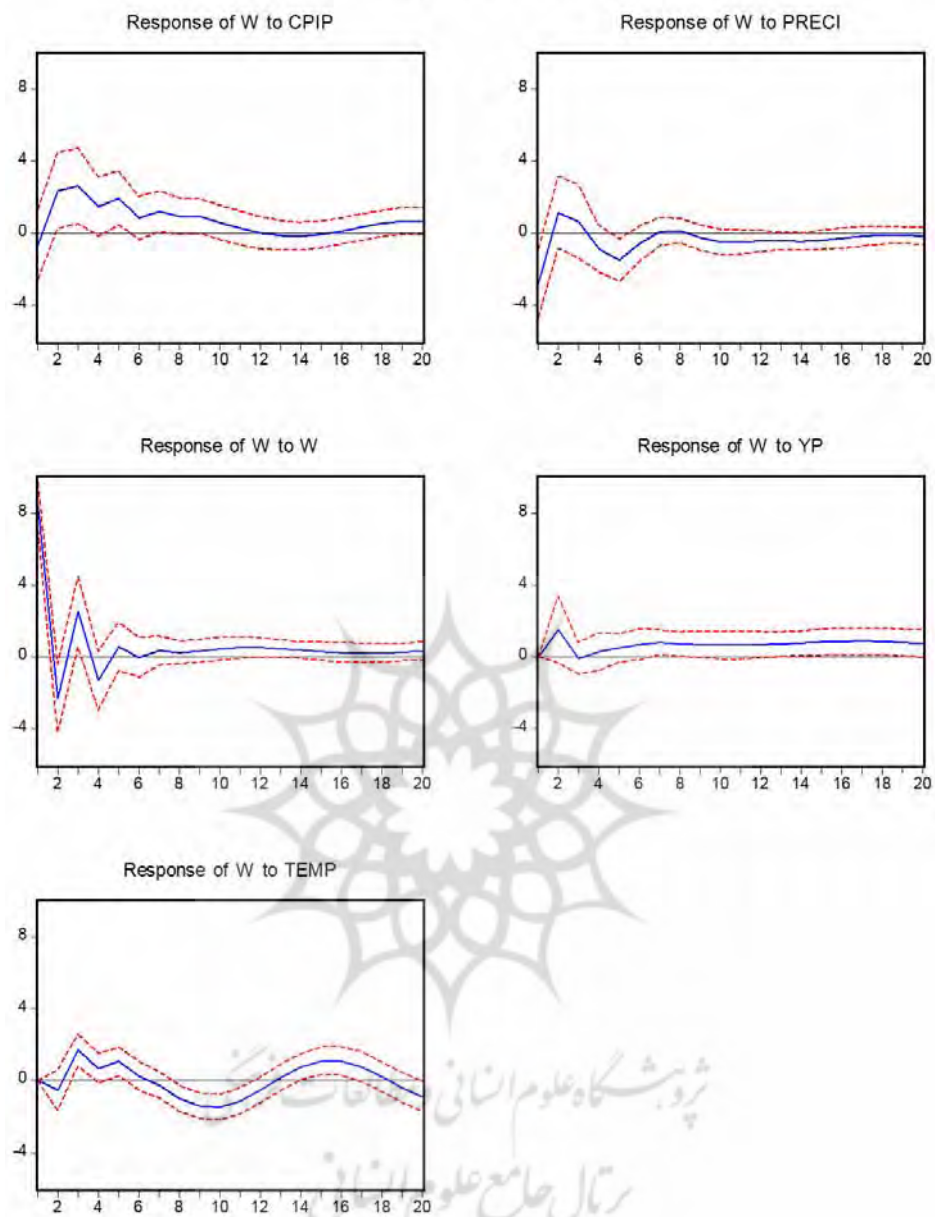
جدول (۸) - نتایج تجزیه واریانس متغیر w

Variance Decomposition of W

Period	S.E.	CPIP	PRECI	W	YP	TEMP
1	0.022707	0.510139	9.857682	89.63218	0.000000	0.000000
2	0.026608	6.401861	9.715454	81.09535	2.497687	0.289649
3	0.031624	11.73817	8.602859	74.67086	2.124627	2.863480
4	0.034793	13.09254	8.893330	72.77364	2.116756	3.123738
5	0.036700	15.35050	10.20067	68.40325	2.191107	3.854466
6	0.037354	15.73447	10.33713	67.50643	2.565867	3.856101
7	0.037543	16.59956	10.15117	66.36761	3.049279	3.832386
8	0.038096	16.96147	9.965387	65.12419	3.401800	4.547148
9	0.039301	17.15636	9.749133	63.45389	3.682466	5.958153
10	0.040694	16.96638	9.679441	62.01239	3.913329	7.428458
11	0.041652	16.73354	9.694494	61.16486	4.174614	8.232499
12	0.042003	16.58656	9.753144	60.83435	4.472524	8.353423
13	0.042125	16.48358	9.827897	60.56202	4.810106	8.316405
14	0.042536	16.32132	9.864240	60.00127	5.179472	8.633694
15	0.043366	16.08232	9.825688	59.17303	5.587215	9.331747
16	0.044281	15.85807	9.739027	58.36258	6.036804	10.00352
17	0.044874	15.76584	9.657367	57.78079	6.511516	10.28448
18	0.045083	15.83903	9.592096	57.36967	6.965932	10.23328
19	0.045213	15.98962	9.514954	56.90209	7.343420	10.24992
20	0.045607	16.08356	9.409562	56.24253	7.613598	10.65075

Cholesky Ordering: CPIP PRECI W YP TEMP

منبع: محاسبات محقق

Response to Cholesky One S.D. Innovations ± 2 S.E.

نمودار (۴) - واکنش تقاضای آب به تغییرات هر یک از متغیرهای

توضیحی در ۲۰ دوره آینده (محاسبات محقق)

از توابع واکنش می‌توان برای تجزیه و تحلیل اثر شوک‌های ساختاری بر متغیر هدف یعنی

تقاضای آب استفاده نمود. واکنش پویای متغیر W ، در اثر شوکی به اندازه یک انحراف معیار بر متغیرهای مدل و برای ۲۰ دوره آینده در مجموعه نمودار (۴) نشان داده شده است.

جمع بندی و نتیجه گیری

رشد تقاضا برای آب و در مقابل ثابت بودن حجم آن سبب شده است که در دهه اخیر آب به عنوان یک منبع کمیاب و کالای اقتصادی جلوه نماید. منابع آبی در طبیعت تجدید می‌شوند و لیکن حجم آن‌ها ثابت است، در مقابل جمعیت رشد می‌یابد، لذا سرانه دسترسی بشر به آب کاهش می‌یابد از این رو جهت نیل به اهداف مدیریت تقاضای آب، مطالعه و بررسی عوامل مؤثر بر میزان مصرف آب و همچنین تعیین چگونگی واکنش مقدار مصرف به تغییرات هر یک از این عوامل لازم و ضروری به نظر می‌رسد. پس در این تحقیق با استفاده از یک تابع مطلوبیت استون-گری مدل تابع تقاضای آب استخراج شده و با استفاده از مدل VAR و بر اساس روش یوهانسن رابطه تقاضای بلندمدت آب شهری ارومیه مورد برآورد قرار گرفت.

در ادامه کشش‌های قیمتی و درآمدی و متقاطع بر اساس فرمول‌های مربوطه و به طور نمونه برای مرداد ماه سال ۱۳۸۴ به ترتیب برابر با $-۰/۴۷$ و $۰/۵۹$ و $-۰/۱۲$ - محاسبه گردید.

نتایج نشان می‌دهد که:

الف- تقاضای آب شهری با قیمت آب رابطه معکوس و با درآمد ارتباط مستقیم دارد.
ب- قدر مطلق کشش‌های قیمتی و درآمدی آب کمتر از یک برآورد شده‌اند و این حکایت از آن دارد که تقاضای آب نسبت به قیمت آب و همچنین درآمد کم کشش است و این بدان علت است که آب یک کالای ضروری و حیاتی بوده و بنابراین تغییرات قیمت و درآمد اثر چشم‌گیری بر مقدار مصرف آن نخواهد داشت.

ج- کشش قیمتی متقاطع برابر با $-۰/۱۲$ - تخمین زده شده است که نشان می‌دهد (۱) آب کالای بدون جانشین بوده و سایر کالاها به عنوان نوعی کالای مکمل برای آب تلقی می‌گردند. در واقع با افزایش قیمت سایر کالاها تقاضا برای آب نیز کاهش می‌یابد. (۲) تقاضای آب نسبت به تغییر قیمت سایر کالاها بی‌کشش بوده و اگر سایر کالاها (به غیر از آب) را به مثابه یک کالای مرکب در نظر بگیریم با افزایش یک درصدی در قیمت کالای مرکب، تقاضای آب کمتر از یک درصد کاهش

می یابد.

د- با بررسی سه بردار هم‌جمعی بدست آمده از روش یوهانسن در نهایت بردار سوم به عنوان معادله‌ای مناسب برای تقاضای بلندمدت آب انتخاب شد که در این معادله ضرایب متغیرهای میزان بارندگی و درجه حرارت برابر صفر می‌باشند. بنابراین بارندگی و درجه حرارت تأثیر معناداری بر روی تقاضای آب شهری ارومیه نداشته‌اند.

ه- بر اساس معیار تابع مطلوبیت استون-گری میزان حداقل مصرف ماهانه هر مشترک ارومیه‌ای برابر با ۱۷۴۲۰ لیتر به دست آمد. به عبارت دیگر بر اساس برآورد به دست آمده هر مشترک در ارومیه بطور روزانه حداقل در حدود ۵۸۰ لیتر مصرف می‌کند.

با توجه به تفاوت‌های موجود در سطح درآمدی و ویژگی‌های طبیعی شهرستان ارومیه با سایر شهرستان‌ها، باید در تعمیم نتایج این تحقیق به سایر موارد احتیاط نمود.

References

- 1- Abrishami H and Saidi M, (1997) **Estimation of water demand for Mashhad** , MA Dissertation, Mashhad University.
- 2- Enders, W, (2004), **Applied Econometric Time Series**, 2ed Edition, John Wiley & Sons Press, USA.
- 3- Hadian M, (2000) **Estimation of water demand for regional water corporation in Iran**, Ministry of Power.
- 4- Jasper, M. Dalhuisen, Raymond, J.M. Florax, Henri, L.F.M. Groot & Peter, Nijkamp, (2001), **Price and Income Elasticities of Residential Water Demand: Why Empirical Estimates Differ**.
- 5- Judge, J & et al, (1988) **Introduction to the Theory and Practice of Econometrics**, 2ed Edition, New York, John Wiley.
- 6- Khoshakhlagh R and Hadizadeh H, (2001) **Water crisis and its requirements for rural water management: case Iran**, ministry of power.
- 7- Martinez – Espineira, R, (2004) **An Estimation of Residential Water Demand Using Co-integration and Error Correction Techniques**, Department of Economics, St Francis Xavier University.
- 8- Martinez – Espineira, R, (2002) **Residential Water Demand in the Northwest of Spain**, *Environmental and Resource Economics*, 21(2).
- 9- Mary, E. Renvick & Sandra, O. Archibald, (1998) **Demand Side Management Policies for Residential Water Use: Who Bears the Conservation Burden?**, *Land Economics*, 14(3).
- 10- Nauges, C & A. Thomas, (2003) **Long-run Study of Residential Water Consumption**, *Environmental and Resource Economics*, 26(1).
- 11- Ovrai B and Saravani N, (1992) **Estimation of water demand for Birjand**

- period of 1976-1991**, MA Dissertation Imam Sadegh University.
- 12- Rostamabadi E, (1992) **estimation of demand equation for Arak in water and summer**, MA Dissertation Islamic Azad University.
- 13- Sharzehi G and Kolahi R, (1997) **Estimation of water demand for shiraz**, Journal of water vol4, no3
- 14- Sims, C.A, (1980) **Macroeconomics and Reality**, *Econometric*, Vol.48.
- 15- Tabibian M and Sajadifar H, (2005) **Economic survey of water demand in Arak**, MA dissertation, Institute for Higher education and research in management and planning.
- 16- United Nations, (2000) **Assessment of Water Demand by User Sector in Nepal**, *Economic and Social Commission for Asia and the Pacific*.
- 17- <http://www.econ.vu.nl/re/master-point/>

Received: 6 Dec 2008

Accepted: 15 Jul 2009

