2020, Vol.7, No.3, Pages 13 to 24
Journal of Water and Sustainable Development

سال هفتم، شماره ۳، ۱۳۹۹، صفحات ۱۳ تا ۲۴
نشریه آب و توسعه پایدار

Article Type: Case Study

نوع مقاله: مطالعه موردی

Estimation of Income and Price Elasticity of Kermanshah Drinking Water Demand

H. Rezaee[1*], Sh. Shojaa[2]

1- Assistant Professor of Economics, Payame Noor University of Damghan, Iran. 2- MSc student of Administrative Economics, Shahrood University of Technology, Iran.

*(Corresponding Author Email: hrezaee@pnu.ac.ir)

Received: 22-02-2020
Accepted: 20-06-2020

برآورد کشش درآمدی و قیمتی تقاضای آب شرب شهر کرمانشاه

حسین رضائی[1*]، شیما شجاع[2]

۱-استادیار علوم اقتصاد، دانشگاه پیام نور دامغان، ایران.
۲-دانشجوی کارشناسی ارشد علوم اقتصاد اداری، دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: hrezaee@pnu.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۰۳
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۳/۳۱

Abstract

One of the most important inputs in all economic sectors of Iran is water. The solution to the shortage of water resources in Iran is not more water supply, but an effective solution to adopt policies and measures that change the economic structure and pattern of water consumption. In this study, the income elasticity and price elasticity of Kermanshah urban water demand and the estimation of daily consumption of each person during the period 1392-1397 have been estimated. For this purpose, at first, the general form of water demand function was calculated by maximizing an Aston Gray utility function and was estimated using the VAR model, based on the Johansen method of Kermanshah urban water demand function. According to the results, urban water demand is inversely related to water prices and directly related to income. Price elasticity indicates a negative relationship between price changes and water demand. If the price of water increases by 10%, the demand for it will decrease by 4.3%. On the other hand, the absolute value of price elasticity and revenue elasticity of water is less than one. Also in this research, ARDL model has been used to investigate the long-term, short-term relationship, error correction test and tensile tests as a complementary and comparative method with VAR model of ARDL model. In both models, the price elasticity is less than one, ie with a 10% increase in price, consumption decreases by less than 10%. The non-zero price elasticity of water indicates that increasing tariffs can be used as a way to reduce water consumption, at least in the short term. The results showed that according to the criterion of the usefulness function of acetone, the minimum water consumption for each subscriber in Kermanshah is about 8.21 cubic meters (8210 liters) per month. According to the model, this amount is about 273 liters per day.

Keywords: Water Demand, Price Elasticity, VAR.

چکیده

یکی از مهمترین نهاده‌ها در تمام بخش‌های اقتصادی ایران آب است. راه‌حل کمبود منابع آب در ایران عرضه بیشتر آب نیست، بلکه اتخاذ تدابیری است که ساختار اقتصادی و الگوی مصرف آب را تغییر دهد. در این پژوهش کشش درآمدی و کشش قیمتی تقاضای آب شهری کرمانشاه و مصرف روزانه هر فرد طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۹۲ برآورد شده است. بنابراین ابتدا فرم کلی تابع تقاضای آب از حداکثرسازی یک تابع مطلوبیت استون‌گری محاسبه و با استفاده از مدل VAR، براساس روش یوهانسن تابع تقاضای آب شهری کرمانشاه برآورد شد. باتوجه‌به نتایج حاصل شده، تقاضای آب شهری با قیمت آب رابطه معکوس و با درآمد رابطه مستقیم دارد. کشش قیمتی بیانگر رابطه منفی بین تغییرات قیمت و تقاضای آب است. در صورت افزایش ۱۰ درصدی قیمت آب، تقاضا برای آن ۴/۳ درصد کاهش می‌یابد. از طرفی قدر مطلق کشش قیمتی و کشش درآمدی آب کمتر از یک برآورد شده است. همچنین در این پژوهش از مدل ARDL به‌عنوان روشی مکمل و مقایسه‌ای با مدل VAR استفاده شده است. در هر دو مدل کشش قیمتی کوچکتر از یک می‌باشد، یعنی با افزایش ۱۰ درصدی قیمت، مصرف کمتر از ۱۰ درصد کاهش می‌یابد. صفر نبودن کشش قیمتی آب نشان می‌دهد، افزایش تعرفه‌ها به‌عنوان راهکاری در کاهش مصرف آب حداقل در کوتاه مدت می‌تواند به‌کار گرفته شود. نتایج نشان داد، براساس معیار تابع مطلوبیت استون‌گری میزان حداقل مصرف آب برای هر مشترک در کرمانشاه حدود ۸/۲۱ مترمکعب (۸۲۱۰ لیتر) در ماه است. این مقدار براساس برآورد مدل در حدود ۲۷۳ لیتر در روز می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تقاضای آب، کشش قیمتی، VAR.

DOI: 10.22067/jwsd.v7i3.85713

مقدمه

یکی از مهمترین و در عین حال محدودترین نهاده‌های استفاده شده در تمام بخش‌های اقتصادی ایران آب است، به همین دلیل استفاده بهینه از آن ضروری است. راه حل کمبود منابع آب در ایران عرضه بیشتر آب نیست، بلکه راه‌حل مؤثر اتخاذ سیاست‌ها و تدابیری است که ساختار اقتصادی و الگوی مصرف آب را تغییر دهد. در کشور ایران منابع آب قابل استحصال ۱۳۵ میلیارد متر مکعب در سال تخمین زده شده است، این مقدار به‌عنوان میانگین بلندمدت می‌تواند سرمایه ملی آب محسوب شود. درحال‌حاضر جمعیت موجود، شاخص سرانه آب قابل استحصال به‌ازای هر نفر ۲۲۰۰ مترمکعب در سال برآورد شده است، باتوجه‌به کاهش روز افزون ذخایر آب‌های زیرزمینی و افزایش فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی پیش‌بینی می‌شود این رقم به ۸۱۰ متر مکعب در سال ۱۴۰۰ شمسی کاهش یابد (محمدی و محمدرضازاده، ۱۳۹۰).

باتوجه‌به نرخ رشد بالای جمعیت در کشور و به تبع آن افزایش تقاضای آب در بخش‌های مختلف اقتصاد، ذخایر سفره‌های زیرزمینی در چند دهه اخیر به شدت کاهش یافته است و درصورتی‌که تقاضای آب مدیریت نشود، تأمین آب شرب و نیاز صنایع و کشاورزی در سال‌های آتی با چالش جدی مواجه خواهد شد. یکی از روش‌های مدیریت تقاضای آب، مصرف بهینه آب است. به این‌منظور باید ابزار مختلفی مانند تعیین قیمت آب، باتوجه به ارزش واقعی آن، متناسب با هر بخش اقتصادی (خانوار، صنعت و کشاورزی) و حمایت از فناوری‌های نوین در بخش مصرف استفاده کرد. در غیر این صورت دولت هزینه‌های سنگینی در تأمین آب شرب خانوار متحمل خواهد شد و ادامه بقاء واحدهای صنعتی و بخش کشاورزی با مشکل مواجه می‌شود.

حوضه آبی کرمانشاه با وجود منابع و ذخایر مناسب آب در گذشته و باوجوداینکه بارش کافی و مناسبی داشته و کانون سراب‌ها و تالاب‌های کشور بوده است، در حال حاضر مانند بسیاری از کلان شهرهای دنیا به علت روند روبه رشد جمعیت با افزایش تقاضا برای آب شیرین و محدودیت منابع موجود مواجه است. باوجود استفاده از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی در مناطق اطراف شهر، رشد بی‌رویه تقاضای آب برای مصارف جدید مدیریت تقاضای آب شهر کرمانشاه را با شرایط دشوار مواجه نموده است.

به‌دلیل وقوع خشکسالی‌های پی‌درپی از ۱۴۵ چاه و قنات واقع در شهر کرمانشاه، تعداد ۱۳۹ چاه و قنات قابل بهره‌برداری می‌باشند. همچنین عمق قنات‌های استان حداکثر ۳۰ متر است، درحالی که حفر چاه‌های غیرمجاز با عمق زیاد باعث شده، سطح آب قنات‌ها پایین برود و همین امر موجب از کار افتادن تعداد زیادی از قنات‌های این شهر شده است. در کنار این مسائل کاهش نزولات جوی، مدیریت مصرف آب توسط مشترکان برای پیشگیری از بروز بحران را ضروری می‌سازد. قابل ذکر است، در سال‌های اخیر به دلیل خشکسالی‌ها و حفر چاه‌های غیرمجاز در اطراف منابع آبی، بیشتر چاه‌ها و قنات‌ها خشک شده‌اند (مدیریت آب و فاضلاب استان کرمانشاه، ۱۳۹۵). طی چند سال گذشته میزان بارش در شهر کرمانشاه از مقدار متوسط سالانه ۴۶۰ میلیمتر به ۳۳۰ میلیمتر کاهش یافته، علاوه برآن ورود ریزگردها از کشور عراق و تغییرات اقلیمی ناشی از گازهای گلخانه‌ای که موجب افزایش دما، افزایش تبخیر و در نهایت تشدید خشکسالی شده و منجر به کاهش سطح آب‌های سطحی و زیرزمینی استان شده است. همچنین در کرمانشاه سراب‌هایی وجود دارند که در فصل تابستان در سال‌های اخیر خشک شده‌اند. باتوجه به این شواهد، خشکسالی‌ها و بحران آب در حوضه آبی کرمانشاه ادامه خواهد داشت. گسترش شهر کرمانشاه و همچنین تغییرات اجتماعی، زیربنایی و توسعه ساختار شهری لزوم توجه متناسب در زمینه مدیریت و بررسی تقاضای آب را ایجاب می‌کند. بنابراین باید راه‌حل مناسبی برای شرایط فعلی و روند بحرانی شدن وضعیت آب در آینده در دستور کار دولت و اداره کل امور آب و فاضلاب قرار گیرد. مدیریت تقاضا از جمله راه‌حل‌های بنیادین برای برطرف شدن این چالش است که می‌توان به تعیین قیمت واقعی آب متناسب با بخش‌های مختلف اقتصادی و حمایت‌های مالی از فناوری‌های نوین کاهش مصرف آب در بخش‌های مختلف خانوار، صنعت و کشاورزی اشاره کرد. به‌این‌منظور در این مقاله تابع تقاضای آب مصرفی خانوار شهر کرمانشاه برآورد شده است. به دلیل محدود شدن منابع آبی در شهر کرمانشاه و افزایش تقاضا، سطح ذخایر سفره‌های زیرزمینی در دهه‌های گذشته کاهش چشم‌گیری داشته است. بر این اساس بررسی و انجام این گونه پژوهش‌ها در این شهرستان الزامی است. تفاوت این پژوهش با مطالعات دیگر استفاده همزمان از دو مدل VAR و ARDL در مقاله و بررسی و مقایسه روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت کشش‌ها و توابع تقاضای آب در دوره زمانی ۱۳۹۷-۱۳۹۲ است. همچنین تاکنون مطالعه‌ای در این زمینه در شهرستان کرمانشاه انجام نشده است.

مبانی نظری

عمده‌ترین بخش‌های تقاضای آب مربوط به بخش‌های کشاورزی، شهری و صنعت است. براساس اطلاعات دریافت شده از دفتر مطالعات پایه منابع آب ایران، در کشورهای با درآمد بالا، ۳۰ درصد آب در بخش صنعت، ۱۱ درصد بخش شهری و ۵۹ درصد در بخش کشاورزی مصرف می‌شود. درحالی که سهم مصرف آب در بخش‌های کشاورزی، شهری و صنعت در ایران

به ترتیب حدود ۹۰ درصد، ۷ درصد و ۳ درصد است (تهامی‌پور، ۱۳۹۵). تقاضای آب در بخش‌های کشاورزی و صنعت به عنوان نهاده تولیدی و تقاضای آب شهری تقاضای نهایی و مصرفی است. تقاضای عمومی آب، شامل آب عرضه شده به پارک‌ها، بیمارستان‌ها، مدارس و دیگر مکان‌های عمومی و تقاضای تجاری آب، شامل آب مصرفی انبارها، فروشگاه‌ها، رستوان‌ها، هتل‌ها و دیگر موارد مشابه است (عبدلی و دیزجی‌فر، ۱۳۸۸). اساس رویکرد تقاضای آب ارائه روش‌هایی برای اصلاح الگوی مصرفی بخش‌های مختلف خانوار، صنعت و کشاورزی به منظور حفظ تعادل پایدار ذخایر آبی می‌باشد. در این پژوهش برای برآورد تابع تقاضا از مدل VAR[1] استفاده شده است.

تقاضای آب شهری در بخش خانگی را می‌توان همانند تقاضا برای یک کالای نهایی مصرفی از حداکثر کردن مطلوبیت مصرف‌کننده نسبت به قید بودجه او استخراج کرد. آب کالای ضروری و حیاتی است بنابراین باید به مقدار بهینه استفاده کرد. لذا برای تابع تقاضای مصرف آب از تابع مطلوبیت استون گری که مصرف کمینه را در نظر گرفته است، استفاده می شود.

با فرض اینکه مصرف‌کننده با سبدی از دو کالا شامل آب (W) و سایر کالاها و خدمات (Qoth) که یک کالای ترکیبی فرض شده است روبه‌رو باشد، تابع مطلوبیت استون گری و مسئله بیشینه‌سازی مطلوبیت به‌صورت ذیل خواهد بود:

$$Max\ \ U^*=\alpha_1 Ln(W-S_w)+\alpha_2 Ln(Q_{oth}-S_{oth}) \qquad (۱)$$

$$S.t\quad I=P_w WP_{oth} \qquad (۲)$$

در رابطه (۱) S_w حداقل میزان مصرف آب، W میزان مصرف آب، P_w قیمت آب، S_{oth} حداقل میزان مصرف سایر کالاها، Q_{oth} میزان مصرف سایر کالاها، در رابطه (۲) نیز P_{oth} قیمت سایر کالاها، I بودجه یا درآمد اسمی مصرف‌کننده می‌باشند.

از حداکثرسازی تابع هدف و با فرض اینکه $\alpha_1+\alpha_2=1$ خواهیم داشت:

$$W=S_w+\alpha_1/P_w\ [I-P_{oth}S_{oth}-P_wS_w] \qquad (۳)$$

و در نهایت با فرض‌های

$$\theta_1=\alpha_1\theta_2=-\alpha_1S_{oth}\theta_0=S_w(1-\alpha_1) \qquad (۴)$$

فرم کلی تابع تقاضای آب در مدل سنجی ارائه شده به‌صورت ذیل خواهد بود:

$$W=\theta_0+\theta_1+\theta_2(P_{oth}/P_w) \qquad (۵)$$

که در آن:

W مقدار تقاضای مصرف آب خانگی برحسب مترمکعب، M درآمد اسمی مصرف‌کننده برحسب ریال، Pw قیمت اسمی آب خانگی برحسب ریال، P_{oth} شاخص بهای خرده‌فروشی.

بنابراین مدل اقتصادسنجی به صورت زیر تصریح می‌شود (شهرکی و خسروبابادی، ۱۳۹۳):

$$W = \theta_0+\theta_1(I/P_w)+\theta_2(P_{oth}/P_w)+\varepsilon \qquad (۶)$$

- داده‌ها

اولین گام در بسط مدل اقتصاد سنجی انتخاب داده‌های مناسب است. در این پژوهش تابع تقاضای آب با دو روشVAR و ARDL و با استفاده از داده‌های ماهانه برای بازه زمانی ۱۳۹۷-۱۳۹۲ در شهر کرمانشاه بررسی شد. اطلاعات مورد نیاز پژوهش از منابع آماری شرکت آب منطقه‌ای استان کرمانشاه تهیه شده است، به‌ترتیب معرفی می‌شوند:

W: متوسط تقاضای سرانه هر مشترک در ماه، حاصل تقسیم کل مصرف آب در هر ماه بر تعداد مشترکین موجود در آن ماه محاسبه می‌شود.

yp: متوسط درآمد به قیمت حاصل تقسیم متوسط درآمد سرانه خانوار در هر ماه بر قیمت متوسط آب در آن ماه محاسبه می‌شود. (اطلاعات درآمد سرانه از مرکز آمار و اطلاعات استانداری کرمانشاه و قیمت متوسط آب از تقسیم کل درآمد بر کل میزان مصرف آب محاسبه می‌شود، داده‌های این پارامتر از شرکت آب منطقه‌ای استان تهیه شده است).

cpip: شاخص قیمت مصرف‌کننده به قیمت حاصل تقسیم شاخص قیمت‌مصرف کننده در هر ماه (به‌عنوان جانشینی برای قیمت سایر کالاها غیر از آب استفاده شده است) بر متوسط قیمت آب در آن ماه محاسبه می‌شود.

temp: درجه حرارت که بیانگر متوسط درجه حرارت روزانه در هر ماه می‌باشد.

rain: بیان‌گر میزان بارندگی در هر ماه می‌باشد (عبدلی و دیزجی‌فر، ۱۳۸۸).

پیشینه‌ی تحقیق

شجاع و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به طراحی پویای منابع حوضه آب‌های سطحی و زیرزمینی شهرستان کرمانشاه در دوره زمانی ۱۳۹۵- ۱۳۷۵ با استفاده از روش پویایی سیستم‌ها پرداختند و تا سال ۱۴۰۷ برای سیستم مورد نظر شبیه‌سازی به عمل آوردند. نتایج مطالعه نشان داد که جمعیت از جمله عوامل اصلی در افزایش تقاضا آب می‌باشد. همچنین سرمایه‌گذاری در نصب لوازم کاهنده مصرف موجب صرفه جویی و در نهایت کاهش میزان تقاضا و پایین آمدن شاخص کمبود آب می‌باشد. سناریوی مربوط به سمت عرضه نیز بیانگر این است که سرمایه‌گذاری جهت اصلاح شبکه و کاهش نشت بیشترین تأثیر را در کاهش میزان کمبود آب داشته و افزایش نرخ آب بها نسبت به سایر متغیرها کمترین تأثیر را دارد. همچنین توسعه شبکه فاضلاب در آینده راه‌کاری سودمند جهت ذخیره آب و کاهش شاخص کمبود آب خواهد بود. و با در نظر گرفتن سناریوی محیطی می‌توان در دوره‌های ترسالی از آب‌های سطحی بیشترین بهره‌برداری را انجام داد.

اسمعیل نیا و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی تقاضای آب شرب با استفاده از تابع مطلوبیت استون گری در شهر ورامین را بررسی و تحلیل کردند. آن‌ها با برآورد تابع تقاضای آب خانگی با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۳۶۱-۱۳۹۴ با استفاده از تابع مطلوبیت استون گری و روش خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی با استفاده از نرم‌افزار ایویوز کمترین مصرف در منطقه ورامین را تعیین کردند. باتوجه‌به کشش درآمدی نتایج به‌دست آمده، تقاضای آب خانگی در ورامین کم کشش، یک کالای ضروری می‌باشد. همچنین از دیگر نتایج پژوهش تاثیر مثبت و معنادار شاخص قیمت مصرف‌کننده به شاخص قیمت آب بر حجم سرانه است. باتوجه‌به یافته‌ها کمترین مصرف یک شهروند ورامینی ۱۵۲ لیتر آب در روز است.

ادیب‌پور و شیرآشیانی (۱۳۹۳) تابع تقاضای آب خانگی استان گلستان را برآورد کردند. هدف آن‌ها برآورد تابع تقاضای آب شهری استان گلستان با استفاده از تابع مطلوبیت استون گری وبا روش داده‌های تلفیقی برای دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۷۸ و همچنین تعیین کمینه آب مورد نیاز برای معیشت است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، آب یک کالای ضروری و مکمل به‌شمار می‌آید. همچنین کمینه آب مصرفی مورد نیاز یک مشترك گلستانی به میزان ۶۸۷ لیتر در روز می‌باشد.

شهرکی و خسروبابادی (۱۳۹۳) تابع تقاضای آب خانگی شهرکرد را در دوره زمانی ۱۳۹۳- ۱۳۸۲ برآورد کردند. برای این منظور آن‌ها بر اساس مبانی نظری فرم کلی تابع تقاضای آب بر اساس حداکثرسازی تابع مطلوبیت استون گری استخراج کردند و با استفاده از مدل یوهانسن تابع تقاضای آب را تخمین زدند. نتایج به‌دست آمده بیان می‌کند، تقاضای آب خانگی شهرکرد با قیمت آب رابطه معکوس و با درآمد و میزان درجه حرارت رابطه مستقیم دارد.

جبل عاملی و گودرزی فراهانی (۱۳۹۲) تاثیر هدفمندی یارانه بر میزان تقاضای آب مصرفی در شهر قم را با استفاده از داده‌های سری زمانی ماهیانه (۱۳۹۰-۱۳۸۷) بررسی و از روش حداکثرسازی تابع مطلوبیت استون گری استفاده کردند. نتایج مطالعه نشان داد، کاهش و یا حذف یارانه آب تقاضای آب شهری را کاهش می‌دهد. همچنین تقاضای آب شهری با قیمت آب و قیمت سایر کالاها رابطه عکس و با درآمد رابطه مستقیم دارد. تقاضای آب شهری قم نسبت به قیمت آب و قیمت سایر کالاها بی‌کشش و نسبت به درآمد یک کالای ضروری است. همچنین حداقل میزان آب مصرفی هر شهروند قمی با در نظر گرفتن حذف یارانه قیمتی ۳۸ لیتر در روز می‌باشد.

سجادی فر و خیابانی (۱۳۹۰) تقاضای آب خانگی شهر اراک با استفاده از روش مدل عوامل تصادفی و استفاده از تابع مطلوبیت استون گری در دوره ۱۳۸۲- ۱۳۷۷ را برآورد کردند. در این پژوهش تقاضای کوتاه‌مدت وبلندمدت تخمین زده شد و کم کشش بودن تقاضای خانگی نسبت به درآمد و قیمت و مکمل بودن آب با سایر کالاها تأیید شد.

عبدلی و دیزجی فر (۱۳۸۸) تابع تقاضای آب شهری ارومیه طی دوره ۸۴-۱۳۷۸ را برآورد کردند. در این مطالعه فرم کلی تابع تقاضای آب با استفاده از بیشینه‌سازی تابع مطلوبیت استون گری به‌دست آمده است و در مرحله بعد با استفاده از مدل VAR و براساس روش یوهانسون تابع تقاضای آب شهری ارومیه برآورد شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد: ۱) تقاضای آب شهری ارومیه با قیمت آب و قیمت سایرکالاها رابطه عکس و با درآمد رابطه مستقیم دارد. ۲) تقاضای آب شهری این شهرستان نسبت به قیمت آب و سایر کالاها بی‌کشش و نسبت به درآمد، یک کالای ضروری است. ۳) میزان بارندگی و درجه حرارت اثر معناداری بر تقاضای آب ارومیه ندارد.

خوش‌اخلاق و شهرکی (۱۳۸۶) با استفاده از تابع مطلوبیت استون گری، تابع تقاضای آب خانگی در شهر زاهدان طی دوره زمانی ۸۵- ۱۳۷۸ را برآورد کردند. نتایج نشان داد، کشش قیمتی تقاضای آب ۶-٪ و کشش درآمدی تقاضای آن ۶۲ ٪ و حداقل آب مصرفی مورد نیاز یک شهروند زاهدانی در روز ۹۵ لیتر می‌باشد. یعنی آب یک کالای کم کشش و ضروری است.

پژویان و حسینی (۱۳۸۲) با استفاده از تابع مطلوبیت استون گری و الگوی آماری خود توضیح برداری هم‌انباشته د تابع تقاضای آب خانگی تهران رابرآورد کردند. آن‌ها دو حالت نقطه‌ای و میانگین دوره، کشش قیمتی تقاضا ۸-٪ و ۱۲- ٪ و کشش درآمدی ۱۳٪ و ۲۰٪ را به‌دست آوردند. در نهایت کم کشش بودن تقاضای آب خانگی شهر تهران تأیید شد و حداقل آب مصرفی برای هر شهروند تهرانی ۹۲ لیتر در روز محاسبه شد. این رقم به‌صورت استاندارد می‌باشد.

Arnaud Reynaud و همکاران، (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای باعنوان تقاضای آب خانگی در آندورا با در نظر گرفتن تأثیراندازه‌گیری فردی و فصلی با استفاده از داده‌های پانلی برای سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ تابع تقاضای آب خانگی در آندورا را تخمین زدند. برآوردها بیان می‌دارند، کشش قیمتی تقاضای آب خانگی برابر ۰/۷- می‌باشد، با افزایش قیمت ۱۰ درصدی در کوتاه‌مدت، خانوارها مصرف خود را تا ۷ درصد کاهش می‌دهند. همچنین کشش قیمتی در خانوارهای تک نفره نسبت به خانوارهای چند نفره متفاوت می‌باشد.

Manuselli و همکاران، (۲۰۱۷) در مقاله‌ای با عنوان تقاضای آب خانگی در طول دوران خشکسالی در هوای معتدل عوامل مؤثر بر تقاضای آب خانگی تحت شرایط عادی و خشکسالی را بررسی کردند. همچنین در این پژوهش به شیوه‌های استفاده از آب در مدل پیش‌بینی تقاضای آینده تأکید می‌کنند و در آن فرهنگ صحیح استفاده از آب بیان می‌شود.

Estelle Binett و همکاران، (۲۰۱۴) تابع تقاضای آب خانگی با در نظر گرفتن قیمت آب در فرانسه را برآورد کردند و از روش شین استفاده کردند. در این مطالعه با استفاده از داده‌های پانلی اثر قیمت آب بر تقاضای خانگی در مدل اقتصاد سنجی بررسی می‌شود. نتایج نشان می‌دهد، خانوارها به تغییرات قیمت پاسخ مثبت می‌دهند، بنابراین این مطالعه بر سیاست‌های قیمتی مثل حذف یارانه یا افزایش قیمت به‌صورت تصاعدی در صورت افزایش مصرف، برای صرفه‌جویی در تقاضا و مصرف بی‌رویه تأکید می‌کنند.

Krasachat (۲۰۱۰) در مقاله‌ای باعنوان تقاضای آب شهری و اقدامات حفاظتی برای تأمین آب در بانکوک، راه‌حل‌هایی با رویکرد تحلیلی برای اولویت‌بندی اقدامات حفاظت از آب برای تأمین آب در بانکوک را ارائه و توسعه دادند. نتایج بیان نشان می‌دهد، برای کاهش استفاده از آب در بانکوک به‌ترتیب اقدامات ذیل مؤثر می‌باشند: ۱- برنامه‌های آگاهی عمومی ۲- کمپین‌های مدرسه ۳- کمپین‌های صرفه‌جویی در دستگاه‌های دولتی ۴- تعدیل کردن مواد تولید لوله‌ها و تولید محصولات بهداشتی مرتبط با مصرف آب ۵- فرهنگ سازی از طریق برنامه‌های آموزشی مداوم.

Nags وWhittington (۲۰۱۰) با استفاده از داده‌های تلفیقی تابع تقاضای آب در کشورهای توسعه یافته را بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد، برای استفاده کارآمدتر از آب خانگی در کشورهای کمتر توسعه یافته باید به مدیریت و توسعه سیستم آب بیشتر توجه شود.

Dharmaratnaو Harris (۲۰۱۰) در پژوهشی با عنوان برآورد تقاضای آب شهری با استفاده از تابع استون گری، تقاضای آب مسکونی در سریلانکا را برآورد کردند. نتایج نشان می‌دهد، بخشی از تقاضای آب که برای هر نفر بین ۱/۰۶ و ۰/۶۴ لیتر در هر ماه متغیر است نسبت به تغییرات قیمتی حساس نیست. همچنین کاهش مصرف آب از طریق به‌کارگیری ابزارهای قیمتی در کشورهای درحال توسعه موفق‌تر می‌باشد. باتوجه‌به میزان تغییرات کشش قیمتی از۰/۱۱- تا ۰/۱۴- تا و کشش درآمدی از ۰/۱۱ تا ۰/۱۴ سیاست‌گذاران در کشورهای توسعه یافته نباید صرفاً بر ابزارهای قیمتی تکیه کنند.

مدل تحقیق و روش برآورد

۱. بررسی مانایی متغیرها

قبل از برآورد و بررسی مدل، ابتدا نسبت به مانایی و نامانایی سری‌های زمانی استفاده شده در مدل اطمینان حاصل می‌شود. به شرح زیر می‌باشد:

از روش‌های قابل اعتنا برای شناسایی داده‌های مانا روش آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته است. نتایج آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته در سطح متغیرهای Rain، Temp، Cpip، W، Yp نخست برای مدل دارای عرض از مبدأ و بدون روند، و دوم برای مدل دارای عرض از مبدأ و روند در جدول (۱) ارائه شده است.

انجام آزمون ریشه واحد برای متغیرها، در هر دو حالت مزبور نشان می‌دهد، مقدار آماره محاسباتی برای این متغیرها از کمیت مک‌کینون بیشتر است، بنابراین فرضیه صفر مبنی بر داشتن ریشه واحد رد می‌شود و این متغیرها در سطح مانا هستند. همچنین با توجه به جدول (۱) تمامی متغیرها مرتبه جمعی صفر و یک دارد، بنابراین از روش یوهانسن که برای متغیرهای I(۰) و I(۱) طراحی شده است استفاده می‌شود.

جدول ۱- نتایج آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته

نام متغیر	دارای عرض از مبدأ و بدون روند			دارای عرض از مبدأ و روند			مرتبه جمعی بودن
	آماره محاسبه شده	کمیت بحرانی ٪۹۵	کمیت بحرانی ٪۹۰	آماره محاسبه شده	کمیت بحرانی ٪۹۵	کمیت بحرانی ٪۹۰	
Yp	-۷/۸	-۲/۹	-۲/۵	-۸/۶	-۳/۴	-۳/۱	I(۰)
W	-۵/۴	-۲/۹	-۲/۵	-۵/۶	-۲/۹	-۲/۵	I(۱)
Cpip	-۵/۶	-۲/۹	-۲/۵	-۵/۶	-۲/۹	-۲/۵	I(۱)
Temp	-۱۷/۱	-۲/۹	-۲/۵	-۷/۵	-۳/۴	-۳/۱	I(۱)
Rain	-۸/۸	-۲/۹	-۲/۵	-۸/۸	-۲/۹	-۲/۵	I(۱)

۲. روش یوهانسن

با اطمینان از مانایی متغیرها، تخمین مدل بر اساس مدل VARو روش یوهانسن[۲] به صورت زیر انجام گرفت. جهت تعیین ساختار الگو و تعداد وقفه‌های بهینه برای اطمینان از خواص کلاسیک جملات خطا در برآورد الگوی VAR ابتدا تعداد وقفه‌هایی که لازم است در الگو ظاهر شوند، تعیین می‌شود. باتوجه‌به اطلاعات به‌دست آمده در جدول (۱) و مقایسه آن‌ها با مقادیر بحرانی، معیار شوارتز بنرین[۳] وقفه ۲ و معیار آکائیک[۴] وقفه ۳ را نشان می‌دهد. بنابراین چون حجم نمونه کمتر از ۱۰۰ می‌باشد، بر اساس معیار شوارتز بنرین نسبت به تعیین وقفه بهینه اقدام شد و وقفه ۲ در نظر گرفته شد. این معیار در تعیین طول وقفه مناسب حداکثر صرفه جویی را دارد (جدول ۲).

جدول ۲- تعیین وقفه بهینه

(وقفه) Lag	Log L	AIC	SC
۰	-۱۱۵۹/۵۶	۳۳/۷۵	۳۳/۹۱
۱	-۸۱۷/۰۶	۲۴/۵۵	۲۵/۵۲
۲	-۶۹۰/۷۱۳	۲۱/۶۱	۲۳/۳۹
۳	-۶۵۱/۴۷	۲۱/۲۰	۲۳/۷۹

در راستای بررسی و تعیین روابط تعادلی بلندمدت بین چند متغیر اقتصادی سری زمانی از روش یوهانسن استفاده شد. کمیت‌های آماری آزمون اثر و حداکثر مقدار ویژه برای تعیین بردارهای هم‌جمعی در جدول (۳) ارائه شده است.

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

	H۰	H۱	الگوی (۱)	مقادیر بحرانی ٪۹۵	الگوی (۲)	مقادیر بحرانی ٪۹۵	الگوی (۳)	مقادیر بحرانی ٪۹۵	الگوی (۴)	مقادیر بحرانی ٪۹۵	الگوی (۵)	مقادیر بحرانی ٪۹۵
λ_{trace}	r=۰	r≥۱	۲۵۹/۶۶	۹۴/۷۷۰۰	۲۶۶/۹۹	۹۸/۰۷۰۰	۲۲۲/۷۹	۹۰/۶۹۰۰	۲۴۵/۱۸	۹۳/۸۵۱۱	۲۴۴/۸	۹۲/۲۱۰۱
	r≥۱	r≥۲	۱۳۲/۲۶	۹۹/۴۹۰۰	۱۳۹/۵۹	۱۰۹/۵۱۲۰	۹۵/۴۱	۸۴/۳۲۴۱	۱۱۷/۸	۱۰۵/۱۲۰۱	۱۱۷/۴۶	۱۰۱/۳۲۰۲
	r≥۲	r≥۳	۶۴/۹۲	۶۳/۸۸۰۰	۷۲/۲۴	۷۲/۶۲۱۰	۳۳/۳۴	۳۴/۲۱۰۲	۵۵/۶۸	۶۱/۲۸۰۰	۵۵/۳۳	۶۰/۶۳۱۴
	r≥۳	r≥۴	۲۴/۴۴	۳۲/۵۴۰۰	۳۱/۷۶	۴۲/۹۱۰۰	۵/۴	۱۱/۱۲۰۳	۲۷/۰۷	۵۰/۱۲۷۰	۲۶/۷۵	۵۳/۳۰۵۱
λ_{max}	r=۰	r≥۱	۱۲۷/۴۰	۸۵/۲۰۱۳	۱۲۷/۴۰	۸۵/۱۰۲۳	۱۲۷/۳۲	۸۴/۱۰۰۱	۱۲۷/۳۷	۸۴/۱۵۲۱	۱۲۷/۳	۸۵/۱۳۲۵
	r≥۱	r≥۲	۶۷/۳۴	۴۹/۱۰۶۲	۶۷/۲۴	۴۸/۲۰۱۴	۶۲/۱۲	۴۳/۱۰۲۳	۶۲/۲۳	۴۲/۲۰۴۱	۶۲/۱۰	۴۲/۲۰۱۴
	r≥۲	r≥۳	۴۰/۴۷	۴۱/۱۰۲۳	۴۰/۴۸	۴۲/۲۳۱۲	۲۷/۸۵	۲۷/۲۱۰۲	۲۸/۶۰	۲۸/۹۵۰۱	۲۸/۵	۲۹/۲۰۱۲
	r≥۳	r≥۴	۲۳/۸۵	۲۵/۱۰۲۴	۲۶/۷۷	۲۸/۱۰۴۵	۵/۴	۸/۲۱۳۰	۲۱/۶۶	۲۵/۴۰۱۲	۲۱/۵	۲۵/۲۰۱۱

در نهایت وجود ۳ بردار هم‌جمعی تأیید شد. همچنین باتوجه‌به ضرایب متغیرها و علایم موجود در هر بردار، الگوی دوم مناسب‌ترین الگویی بود که باید برای معادله تقاضای آب انتخاب می‌شد. زیرا در این حالت در کوتاه‌مدت عرض از مبدأ و روندی وجود نداشته و روابط بلندمدت نیز بدون روند بوده، اما مقید به داشتن عرض از مبدأ هستند. استفاده از این الگو تناسب زیادی با بکارگیری ساختار تقاضای استون گری دارد، زیرا در الگوی استون گری بر حداقل مصرف (عرض از مبدأ) تأکید فراوان شده است.

نتایج تجربی

۱. برآورد تابع تقاضای آب

ازآنجایی‌که روش یوهانسن تنها تعیین می‌کند، چند بردار هم‌جمعی منحصربه‌فرد در فضای هم‌جمعی وجود دارد و از طرفی هر ترکیب خطی از بردارهای پایا (هم‌جمعی) بردارهای پایایی را نتیجه می‌دهند، برآوردهای ارائه شده برای هر ستون خاص از ضرایب β الزاماً منحصربه‌فرد نیست. بنابراین لازم است قیدهایی براساس مبانی نظری اقتصادی و یا هرگونه 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 به‌دست آمده است. باتوجه‌به ضرایب متغیرهای موجود در هر بردار و علائم و همچنین باتوجه‌به معناداری ضرایب، بردار دوم بیانگر الگوی مناسب‌تری برای معادله تقاضای آب می‌باشد. بنابراین بردار دوم به‌عنوان تابع تقاضای بلندمدت آب خانگی در شهر کرمانشاه پذیرفته می‌شود (جداول ۴ و ۵).

جدول ۴- بردارهای هم‌جمعی الگوی تقاضای آب مقید شده

متغیرها	بردار(۱)	بردار(۲)	بردار(۳)
W	۱/۰۰۳۲۷	۵/۳۰*۱۰$^{-۹}$	-۱۸۵/۱۰۶
Yp	۱/۲*۱۰$^{-۱۰}$	-۳/۷*۱۰$^{-۱۲}$	۱/۰۰۸
Rain	-۰/۲۰۸۲	۰	۰/۰۳۲
Temp	-۰/۰۷۱۴	۰	۱۴۱/۰۳۲
Cpip	-۳/۸۶۷	۳/۹۴۱	۸/۴۴۰
Intercept	-۱۲/۱۰	۱/۱۲*۱۰$^{-۵}$	-۱۷۵/۲۲

جدول ۵- برآورد تابع تقاضای بلندمدت آب

متغیرها	W	Yp	cpip	intercept
بردار	۵/۳۰*۱۰$^{-۹}$	-۳/۷*۱۰$^{-۱۴}$	۳/۹۴۱	۱/۱۲*۱۰$^{-۵}$
بردار به‌هنجار شده	۱	-۵/۱۲*۱۰$^{-۴}$	۳۶/۲۴	۸/۲

همان‌طور که از بردار ضرایب به‌هنجار شده مشخص می‌باشد، تمامی علائم با پیش‌بینی‌ها سازگار هستند. همچنین پایین بودن ضریب متغیر yp باتوجه‌به برآورد شکل اصلی تابع مطلوبیت استون گری و چگونگی استخراج کشش درآمدی از آن منطقی به نظر می‌رسد، زیرا پایین بودن این ضریب نشان‌دهنده سهم اندک آب از درآمد خانوار و حساسیت درآمدی پایین آن است. بنابراین معادله تابع تقاضای بلندمدت آب به‌صورت ذیل تخمین زده می‌شود:

$$W=8.2+5.12\times10^{-4}Y-36.24Cpip \qquad (۷)$$

۲. تخمین داده‌ها با استفاده از مدل ARDL

در این پژوهش علاوه‌بر مدل VAR و استفاده از نرم‌افزار ایویوز از مدل ARDL و نرم‌افزار میکروفیت برای برآورد تابع تقاضای بلندمدت و کوتاه‌مدت تقاضای آب استفاده شده است. همچنین علاوه‌بر برآورد الگوی بلندمدت، الگوی تصحیح خطا را به‌منظور بررسی چگونگی تعدیل بی‌تعادلی کوتاه‌مدت به بلندمدت ارائه می‌دهد. که استفاده از این روش به‌عنوان روشی مکمل برای مدل VAR می‌تواند وجه تمایز این پژوهش با سایر مطالعات انجام شده باشد.

پس از بررسی مانایی متغیرهای مورد نظر در این مطالعه و باتوجه‌به کم بودن تعداد مشاهدات بهتر است الگویی به‌کار برده شود که پویایی کوتاه‌مدت را در خود لحاظ کرده باشد تا ضرایب الگو با دقت بیشتری برآورد شوند. در این راستا از نتایج الگوی ARDL به‌طور مختصر استفاده می‌شود.

- وقفه بهینه و برآورد کوتاه‌مدت

باتوجه‌به اینکه تعداد مشاهدات پژوهش کمتر از ۱۰۰ می‌باشد، بنابراین بهترین معیار برای تعیین درجه مدل ARDL براساس معیار شوارتز بیزین (SBC) می‌باشد؛ زیرا در از دست دادن درجات آزادی صرفه‌جویی می‌کند. در نهایت باتوجه‌به انتخاب این معیار رابطه پویای کوتاه مدت مدل تخمین زده می‌شود.

اعداد داخل پرانتز در قسمت بالای جدول (۶) به‌ترتیب نشان‌دهنده تعداد وقفه‌های بهینه متغیر وابسته و متغیرهای توضیحی می‌باشد. باتوجه‌به نتایج به‌دست آمده هر دو وقفه تقاضا اثر مثبتی بر میزان تقاضا در دوره جاری داشته اند. سایر متغیرها به جز درآمد اثر مثبتی بر میزان تقاضا در دوره جاری گذاشته‌اند.

همچنین باتوجه‌به آماره، نتایج نشان داد، ضرایب در سطح ۹۵٪ معنی‌دار و مدل باتوجه به R^2 قدرت توضیح دهندگی در سطح بسیار خوبی می‌باشند. برای اطمینان از اینکه رگرسیون برآورد شده کاذب نیست و رابطه تعادلی بلندمدت دارد، باید آماره مربوط به آزمون را محاسبه و با کمیت بحرانی بنرجی، دولادو و مسترز مقایسه شود. برای بررسی وجود همگرایی بین متغیرها نیاز است، متغیر وابسته دارای حداقل یک وقفه، که طبق مشاهده این شرط تامین شده است، باشد.

جدول ۶- نتایج تخمین ضرایب کوتاه مدت مدل ARDL (۲،۰،۰،۰،۰)

متغیر توضیحی	ضریب	آماره t	سطح احتمال
W (-۱)	۰,۳۷۳۹۸	۳,۷۶۵۹	۰,۰۰۰
W (-۲)	۰,۶۲۲۸۵	۶,۳۴۹۱	۰,۰۰۰
RAIN	۰,۰۰۴۰۱۷۶	۰,۹۵۱۷۸	۰,۳۴۵
TEMP	۰,۰۰۹۳۳۰۹	۰,۵۹۰۶۸	۰,۵۵۷
CPIP	۰,۴۸۰۰	۰,۲۷۹۶۷	۰,۷۸۱
YP	-۰,۳۴۹۲	-۰,۱۶۱۶۲	۰,۸۷۲
C	۲۲,۴۰۶۵	۰,۲۳۰۷۸	۰,۸۱۸
آزمون‌های تشخیصی			
R^2	۰,۹۹		
DW	۱,۹۷		

لازمه آنکه الگوی برآورد شده به سمت تعادل بلندمدت گرایش یابد، آن است که مجموع ضرایب متغیر وابسته کمتر از یک باشد. بنابراین برای آزمون همگرایی لازم است آزمون فرضیه زیر انجام گیرد:

$$H_0=\sum_{i=1}^{m}\beta_i-1\geq 0 \qquad H_1=\sum_{i=1}^{m}\beta_i-1<0$$

در نهایت می‌توان آزمون وجود یا عدم وجود رابطه بلندمدت را انجام داد که به‌صورت ذیل می‌باشد:

$$\frac{\sum_{i=1}^{p}\beta_i - 1}{\sum_{i=1}^{p}\delta\beta_i} = \frac{\beta_1 - 1}{\delta\beta_1} = \frac{0.37398 - 1}{0.099307} = -6.30388593 \quad (۸)$$

باتوجه‌به اینکه در این مدل آماره محاسباتی از نظر قدر مطلق از مقدار بحرانی بیان شده توسط بنرجی، دولادو و مسترز در سطح ۹۰٪ برابر با ۳/۸۲ بیشتر است، بنابراین فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت به نفع فرضیه مقابل (وجود رابطه بلندمدت) رد می‌شود. به بیان دیگر یک رابطه تعادلی بلند مدت بین متغیرهای الگو وجود دارد.

- برآورد رابطه بلند مدت

ضرایب متغیرهای مستقل در رابطه تعادلی بلندمدت بیانگر کشش متغیر وابسته نسبت به متغیرهای مستقل است. نتایج به‌دست آمده از جدول (۷) بیانگر این است که تمامی متغیرها به‌جز درآمد دارای تأثیر مثبت و معنی‌دار بر میزان تقاضای آب هستند. همچنین قدر مطلق کشش درآمدی و قیمتی آب کمتر از یک می‌باشد و به‌این‌معنی است که تقاضای آب باتوجه‌به اینکه آب کالایی ضروری و حیاتی است، نسبت به قیمت و درآمد کم کشش است.

جدول ۷- نتایج آزمون بلند مدت مدل ARDL (۲، ۰، ۰، ۰)

متغیر توضیحی	ضریب	آماره t	سطح احتمال
RAIN	۱,۲۶۷۴	۰,۲۰۴۲۲	۰,۸۳۹
TEMP	۲,۹۴۳۶	۰,۱۸۳۵۵	۰,۸۵۵
CPIP	۰,۱۴۱۳۳	۰,۷۸۵۰۴	۰,۴۳۵
YP	-۰,۰۱۱۰۱۶	-۰,۱۲۲۱۴	۰,۹۰۳
C	۷۰۶۸,۶	۳,۸۵۳۵	۰,۰۰۰

- بررسی کشش کوتاه مدت و بلندمدت

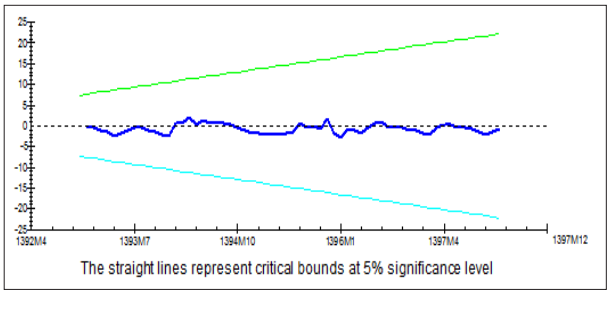
باتوجه‌به جدول (۸) دو مولفه آب‌وهوا یعنی بارندگی و درجه حرارت در بلند مدت اثر بیشتری بر میزان تقاضای آب دارد. باتوجه‌به اهمیت کالای آب شاخص قیمت و درآمد مصرف کننده در کوتاه‌مدت اثر بیشتر و در بلندمدت اثر کمتری بر تقاضا دارد. به این معنی که ممکن است سیاست قیمتی در کوتاه مدت بتواند اثری بر کنترل تقاضا داشته باشد اما در بلند مدت این اثر کاهش یافته یا از بین می‌رود. این نشان دهنده کارایی پایین سیاست قیمتی در بلند مدت است.

جدول۸-کشش کوتاه مدت و بلند مدت

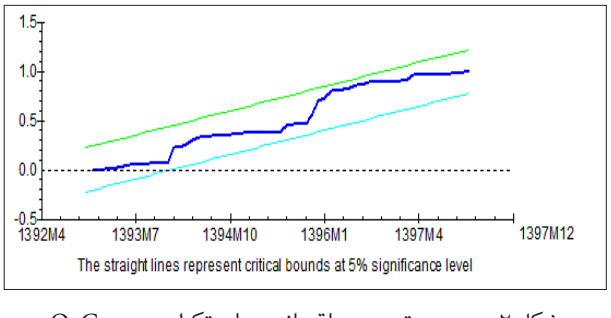
متغیر توضیحی	کشش کوتاه مدت	کشش بلندمدت
RAIN	۰,۰۰۴۰۱۷۶	۱,۲۶۷۴
TEMP	۰,۰۰۹۳۳۰۹	۲,۹۴۳۶
CPIP	۰,۴۸۰۰	۰,۱۴۱۳۳
YP	-۰,۳۴۹۲	-۰,۰۱۱۰۱۶
C	۲۲,۴۰۶۵	۷۰۶۸,۶

- آزمون تشخیص و ثبات ضرایب مدل

آزمون‌های تشخیص برای تعیین ثبات مدل و تعیین ثبات ساختاری استفاده می‌شوند. در این پژوهش از آزمون Cusum و Cusum Q استفاده شده است. در این آزمون اگر نموداری یکی از خط‌های طرفین در سطح ۵ درصد را قطع نماید، مدل با ثبات نخواهد بود. مطابق نمودارهای استخراج شده از مدل، داده‌ها در محدوده قابل قبولی هستند و هیچکدام از خطوط بحرانی بالا و پایین را قطع نکرده‌اند، بنابراین ثبات دایمی در بلندمدت برای الگوی تابع تقاضا کل قابل قبول می‌باشد. به بیانی دیگر هر دو نمودار شکل (۱ و ۲) در داخل فاصله اطمینان قرار دارند و از کرانه‌های تعیین شده در سطح معنی داری ۵ درصد عبور نکرده‌اند. بنابراین فرضیه صفر مبنی بر پایداری ضرایب را نمی‌توان رد کرد. باتوجه‌به نتایج نمودارهای کازام و کازام کیو داده‌ها به‌طور منظم در محدوده بحرانی بالا و پایین نمایش داده شده‌اند که مبنی بر دارا بودن ثبات ساختاری و تأیید آنها می‌باشد.



شکل ۱- مجموع تجمعی باقیمانده های تکراری Cusum



شکل ۲- مجموع تجمعی باقیمانده های تکراریQ Cusum

- آزمون تصحیح خطا

در ادامه به بررسی آزمون تصحیح خطا (ECM) که سرعت تعدیل نسبت به تعادل بلند مدت را نشان می‌دهد پرداخته می‌شود. ضریب ECM در جدول (۹) نشان می‌دهد، در هر دوره چند درصد از عدم تعادل‌های کوتاه‌مدت مدل جهت رسیدن به تعادل در بلندمدت تعدیل می‌شود. ضریب تصحیح خطای مدل ۰/۰۰۳۱ برآورد شده نشان می‌دهد در هر سال حدود ۰/۰۳۱ از عدم تعادل یک دوره در دوره بعد تعدیل می‌شود. این رقم به معنای این است که تعدیل به سمت تعادل بسیار کند صورت می‌گیرد.

جدول ۹- نتایج تصحیح خطا

متغیر توضیحی	ضریب	آماره t	سطح احتمال
dW۱	-۰,۶۲۲۸۵	-۶,۳۴۹۱	۰,۰۰۰
Drain	۰,۰۰۴۰۱۷۶	۰,۹۵۱۷۸	۰,۳۴۵
Dtemp	۰,۰۰۹۳۳۰۹	۰,۵۹۰۶۸	۰,۵۵۷
dCPIP	۰,۴۸۰۰	۰,۲۷۹۶۷	۰,۷۸۱
dYP	-۰,۳۴۹۲۱۱	-۰,۱۶۱۶۲	۰,۸۷۲
dC	۲۲,۴۰۶۶	۰,۲۳۰۷۸	۰,۸۱۸
Ecm(-۱)	-۰,۰۳۱۶۹۹	-۰,۲۱۷۷۸	۰,۸۲۸

۳.محاسبه کشش‌ها و حداقل مصرف آب

باتوجه‌به فرمول تابع تقاضا:

$$W = \theta_0 + \theta_1\left(\frac{Y}{P_W}\right) + \theta_2\left(\frac{cpi}{p_w}\right) + \theta_3 DumCpip \qquad (۹)$$

جهت محاسبه کشش‌های قیمتی، درآمدی و کشش قیمتی متقاطع از فرمول‌های زیر استفاده می‌شود:

کشش قیمتی:

$$E_{W,PW} = \frac{dw}{dpw}\times\frac{Pw}{W} = \left(-\theta_1\frac{Y}{p_w^2} - \theta_2\frac{cpi}{p_w^2}\right)\frac{p_w}{Y} = \left(\frac{-\theta_1 Y}{P_w} - \frac{\theta_2 cpi}{P_w}\right)\frac{1}{Y} = (-\theta_1 YP - \theta_2 Cpip) \qquad (۱۰)$$

کشش درآمدی:

$$E_{W,Y} = \frac{dW}{dY}\times\frac{Y}{W} = \theta_1\left(\frac{1}{P_W}\right)\frac{Y}{W} \qquad (۱۱)$$

کشش قیمتی متقاطع:

$$E_{W,CPI} = \frac{dW}{dCpi}\times\frac{cpi}{W} = \theta_2\left(\frac{1}{P_W}\right)\frac{cpi}{W} \qquad (۱۲)$$

باتوجه‌به فرمول‌های ذکر شده کشش‌های نقطه‌ای قیمتی و درآمدی و متقاطع به‌صورت نمونه برای اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۷ در جدول (۱۰) محاسبه شده‌اند.

جدول ۱۰- محاسبه کشش‌های نقطه‌ای قیمتی، درآمدی و متقاطع در اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۵

کشش قیمتی نقطه‌ای	کشش درآمدی	کشش قیمتی متقاطع
-۰/۴۳	۰/۵۴	-۰/۱۰

باتوجه‌به یافته‌های پژوهش در جدول (۱۰)، کشش قیمتی بیانگر رابطه منفی بین تغییرات قیمت و تقاضای آب است. به این معنا که در صورت افزایش ۱۰ درصدی قیمت آب، تقاضا برای آن ۴/۳ درصد کاهش می‌یابد. با توجه به مقادیر کشش قیمتی، درآمدی و علامت کشش متقاطع، آب کالایی ضروری و کم‌کشش و کالایی مکمل برای سایر کالاها است. با توجه به فرمول استخراج شده برای تابع تقاضای آب از تابع مطلوبیت استون¬گری، به راحتی می‌توان اثبات کرد که میزان حداقل مصرف ماهانه هر مشترک با استفاده از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$S_w = \theta_0/(1-\theta_1) \qquad (۱۳)$$

در این رابطه θ_0 برابر ۸/۲ متر مکعب همان عرض از مبدأ مدل است و θ_1 نیز برابر ۵/۱۲، ضریب yp می‌باشد. به این ترتیب حداقل مصرف آب برای هر مشترک در کرمانشاه حدود ۸/۲۱ مترمکعب (۸۲۱۰ لیتر) در ماه که معادل ۲۷۳ لیتر در روز برآورد می‌شود. این رقم با اطلاعات اولیه سازگاری دارد. بر اساس ضوابط و مبانی طرح‌های آبرسانی شهری باتوجه‌به اجزای سرانه مصرف خانگی، الگوی مصرف آب حداکثر ۱۵۰ لیتر در روز تعیین شده است که متوسط مصرف سرانه آب در شهر کرمانشاه در سال ۱۳۹۵ به میزان ۲۲۰ لیتر در روز بوده است.

۴. تجزیه واریانس و توابع واکنش

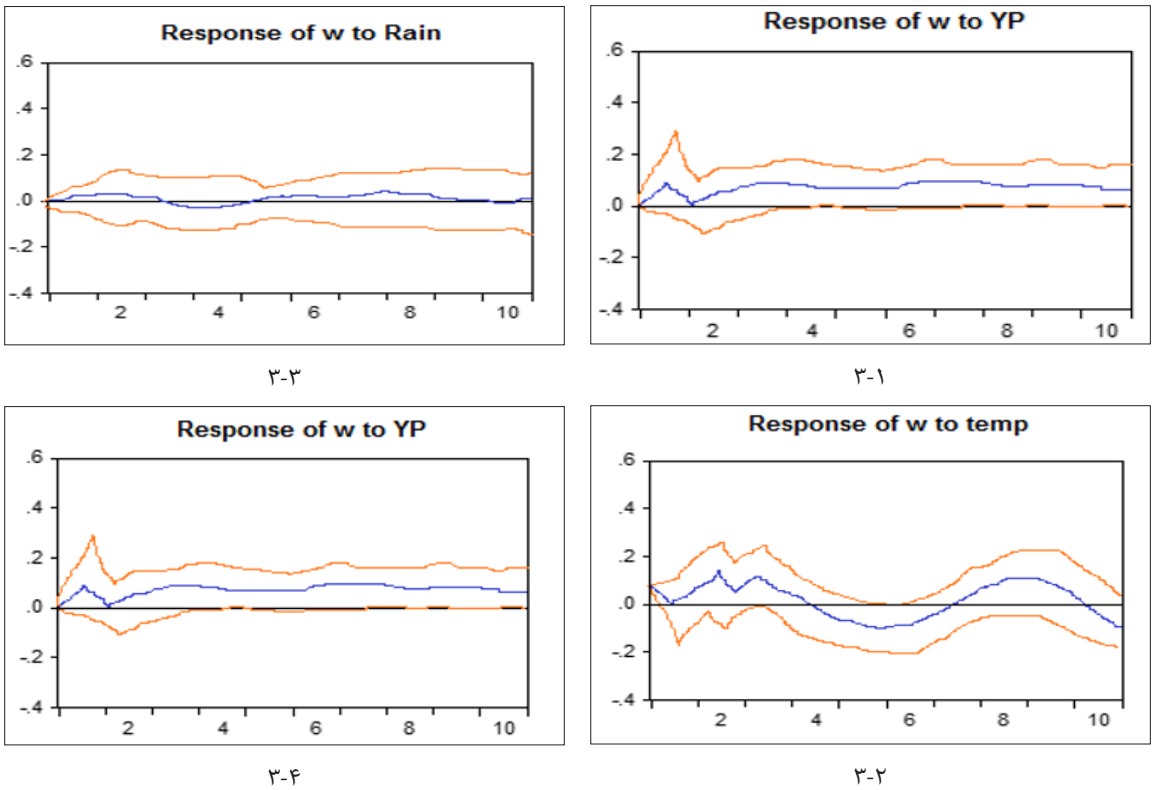
تجزیه واریانس، قدرت نسبی زنجیره‌ی علیت گرنجر یا درجه برونزایی متغیرها را اندازه‌گیری می‌کند. در این روش، شوک‌های وارد شده به متغیرهای گوناگون الگو در واریانس خطای پیش‌بینی یک متغیر در کوتاه‌مدت و بلندمدت مشخص می‌شود. بنابراین در تجزیه واریانس به دنبال آن هستیم تا مشخص نماییم، چه میزان از تغییرات تقاضا به‌واسطه شوک‌های مختلف سایر متغیرهای موجود در الگو می‌باشد (جدول ۱۱).

جدول ۱۱- نتایج تجزیه واریانس متغیر تقاضا

Variance Decomposition of W:

Period	S.E.	YP	W	TEMPERU...	RAINFALL	CPIP
1	0.469268	0.142201	99.85780	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.469268	0.142201	99.85780	0.000000	0.000000	0.000000
3	0.591693	0.979748	97.88593	0.041026	0.440757	0.652536
4	0.606297	0.967895	97.19047	0.086612	0.527507	1.227519
5	0.662421	1.230217	96.35335	0.122070	0.441933	1.852434
6	0.690918	1.170953	96.11615	0.117697	0.409992	2.185209
7	0.725218	1.252254	95.84491	0.284219	0.373244	2.245371
8	0.757316	1.230136	95.89718	0.327658	0.344626	2.200401
9	0.786908	1.267080	95.39831	0.948469	0.322264	2.063881
10	0.819302	1.280954	94.76666	1.701272	0.341110	1.910008

همچنین از توابع واکنش می‌توان برای تجزیه و تحلیل اثر شوک‌های آنی بر متغیر هدف یعنی تقاضای آب استفاده نمود. واکنش پویای متغیر تقاضا، در اثر شوکی به اندازه یک انحراف معیار بر سایر متغیرهای مدل و برای ۱۰ دوره آینده در مجموعه نمودارهای شکل (۱-۳ تا ۴-۳) نشان داده شده است. به‌طورکلی بیان می‌دارد که اگر یک شوک ناگهانی به‌اندازه یک انحراف معیار در هر متغیر ایجاد شود، تأثیر آن بر متغیر تقاضا در دوره‌های بعد چگونه است.



۳-۱ ۳-۳

۳-۲ ۳-۴

شکل ۳- نمودار واکنش تقاضای آب به تغییرات هریک از متغیرهای توضیحی در ۱۰ دوره آینده

در نمودار ۱-۳ ایجاد شوک درآمدی تا دوره ششم موجب نوسانات محسوس در کاهش و افزایش میزان تقاضای آب می‌شود، اما طبق نمودار از این دوره به بعد نوسانات ملایم‌تر می‌شود و در دوره‌های آینده به ثبات می‌رسد. با توجه به اینکه آب کالایی ضروری و حیاتی است، تغییرات درآمدی اثر چندانی بر میزان تقاضای آن نخواهد داشت. در شکل ۲-۳ نیز ایجاد شوک تغییرات دما افزایش و کاهش تقاضای آب را موجب می‌شود. مطابق نمودار در ابتدا دارای شیبی تند بوده و بتدیج ملایم شده که ناشی از تغییرات فصلی مانند افزایش تقاضای آب ناشی از کولر آبی در فصل تابستان و در نتیجه افزایش تقاضای آب است.

در شکل ۳-۳ شوک ناشی از بارندگی به تقاضای آب بررسی می‌شود که دارای شیب ملایم و افزایش و کاهش در طول ۱۰ دوره در نظر گرفته شده است. همانطور که مشاهده می‌شود تا دوره سوم شیب افزایشی و بعد از آن کاهشی شده است که می‌توان باز هم این مورد را ناشی از تغییرات فصلی دانست. در شکل ۴-۳ شوک ناشی از شاخص قیمت مصرف کننده به متغیر تقاضای آب بررسی شده که تا اواسط دوره بصورت افزایشی و کاهشی با شیبی تند مشاهده می‌گردد و در ادامه شیب ملایم شده و به سمت ثبات می‌رود. بنابراین می‌توان چنین بیان داشت که متغیرها در دوره ای کوتاه می‌توانند بر میزان تقاضای آب اثرگذار باشند اما در طی زمان این اثرگذاری کمرنگ شده و تقاضای مردم برای آب به یک ثبات می‌رسد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از تابع مطلوبیت استون گری، مدل تقاضای آب استخراج شده است و با استفاده از مدل var و بر اساس روش یوهانسن رابطه تقاضای بلند مدت آب شهری کرمانشاه برآورد شده است. همچنین در این پژوهش از روش ARDL برای بررسی رابطه بلند مدت، کوتاه مدت، آزمون تصحیح خطا و بررسی کشش ها به عنوان روشی مکمل و مقایسه ای با روش قبل استفاده شده است. با کشش یا بی‌کشش بودن تقاضا یکی از مسایل مهم در سیاست‌گذاری دولت در بازار کالاهاست. با توجه به یافته های پژوهش در مدل VAR، کشش قیمتی بیانگر رابطه منفی بین تغییرات قیمت و تقاضای آب است. در صورت افزایش ۱۰ درصدی قیمت آب، تقاضا برای آن ۴/۳ درصد کاهش می یابد. با توجه به نتایج حاصل شده، تقاضای آب شهری با قیمت آب رابطه معکوس و با درآمد رابطه مستقیم دارد. از طرفی قدر مطلق کشش قیمتی و کشش درآمدی آب کمتر از یک برآورد شده است که بیانگر این موضوع می‌باشد که تقاضای آب نسبت به قیمت آن کم کشش و نسبت به درآمد کالایی ضروری است. همچنین با توجه به ضریب کشش متقاطع آب برای سایر کالاها، کالایی مکمل و بدون جانشین است. اما نکته مهم این است که صفر نبودن کشش قیمتی آب نشان می‌دهد که افزایش تعرفه‌ها می‌تواند به عنوان راهکاری در کاهش مصرف آب حداقل در کوتاه مدت به کار گرفته شود. از سوی دیگر به دلیل اینکه قیمت آب در کشور ما دستوری تعیین می شود و جهت حمایت از قشر کم درآمد یارانه زیادی به آن تعلق می‌گیرد، قیمت آب خانگی در کشور بدون توجه به مبانی بنیادین جانب عرضه و تقاضا تعیین می‌شود که همین امر سبب کم کشش شدن آن شده است. در نتیجه افزایش اندک و جزئی قیمت آب نمی‌تواند تأثیر قابل توجهی در کاهش تقاضای آب و مدیریت بحران داشته باشد. در واقع تعیین قیمت دستوری آب سبب ایجاد الگوی مصرف نامناسب آب در ایران شده است و هر سال این بحران عمیق‌تر می‌شود و تا زمانی که قیمت بدون توجه به عوامل بنیادین عرضه و تقاضا تعیین می‌شود این چالش ادامه خواهد یافت.

همچنین در مدل ARDL نتایج بدست آمده از وقفه‌های تقاضا بیانگر این است که هر دو وقفه اثر مثبتی بر تقاضای دوره جاری داشته‌اند.

در هر دو مدل ارایه شده کشش قیمتی کوچک تر از یک می‌باشد، یعنی با افزایش ۱۰ درصدی قیمت، مصرف کمتر از ۱۰ درصد کاهش می‌یابد. در نتیجه افزایش قیمت باعث افزایش درآمد شرکت آب و فاضلاب می شود و این خود یکی از بهترین نتایج حاصل از تعدیل قیمت‌ها است. چون افزایش درآمد مدیران را قادر خواهد ساخت که ضمن کاهش مصرف مردم، سرمایه گذاری‌های مورد نیاز جهت بالا بردن کیفیت و ارایه خدمات لازم را به انجام برسانند. از طرف دیگر آزاد سازی قیمت آب بعنوان یک پیشنهاد سیاستی می‌تواند از مصرف بی رویه و بالای این منبع مهم در کشور که نتیجه قیمت گذاری یارانه ای آن بوده، جلوگیری نماید.

همچنین نتایج حاصل از اجرای مدل نشان می‌دهد که بر اساس معیار تابع مطلوبیت استون گری میزان حداقل مصرف آب برای هر مشترک در کرمانشاه حدود ۸/۲۱ مترمکعب (۸۲۱۰ لیتر) در ماه است. که این مقدار بر اساس برآورد مدل در حدود ۲۷۳ لیتر در روز می‌باشد. بر اساس ضوابط و مبانی طرح‌های آبرسانی شهری با توجه به اجزای سرانه مصرف خانگی، الگوی مصرف آب حداکثر ۱۵۰ لیتر در روز تعیین شده است. که متوسط مصرف سرانه آب در شهر کرمانشاه در سال ۱۳۹۵، ۲۲۰ لیتر در روز بوده است.

در نهایت وجود ۳ بردار هم‌جمعی تأیید شد. با توجه به معناداری ضرایب در هر بردار و صفر بودن ضریب متغیرهای بارندگی و درجه حرارت، بردار دوم بیانگر الگوی مناسب‌تری برای معادله تقاضای آب می‌باشد. چون در این حالت در کوتاه‌مدت عرض از مبدأ و روندی وجود نداشته و روابط بلندمدت نیز بدون روند بوده، اما مقید به داشتن عرض از مبدأ هستند. همچنین با توجه به اینکه در الگوی استون گری بر حداقل مصرف (عرض از مبدأ) تأکید فراوان شده است لذا این الگو تناسب زیادی با بکارگیری ساختار تقاضای استون گری دارد.بنابراین این بردار به‌عنوان تابع تقاضای بلندمدت آب خانگی در شهر کرمانشاه پذیرفته می‌شود.

پی‌نوشت

1-vector Autoregression

2-Johansen method

3-Schwartz – Birin

4-Acacia

منابع

ادیب‌پور، م. و شیرآشیانی، ر. ۱۳۹۳. برآورد تابع تقاضای آب خانگی استان گلستان. فصلنامه مدلسازی اقتصادی، ۸(۲۶): ۹۱-۱۰۶

اسمعیل‌نیا بالاگتابی، ف.، سرلک، ا. و غفاری، ه. ۱۳۹۷. بررسی و تحلیل تقاضای آب شرب با استفاده از تابع مطلوبیت استون‌گری: مطالعه موردی منطقه ورامین. مجله علمی پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۱۰(۳۹):۱۳۱-۱۵۰

پژویان، ج. و حسینی، ش. ۱۳۸۲. برآورد تابع تقاضای آب خانگی (مطالعه موردی شهر تهران). فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۵(۱۶): ۴۷-۶۷

تهامی‌پور، م. ۱۳۹۵. نقش آب در فرآیند تولید صنعتی سایت انجمن صنایع نساجی ایران. http://aiti.org.ir/fa/news

جبل عاملی، ف. و گودرزی فراهانی، ی. ۱۳۹۲. تأثیر هدفمندی یارانه بر میزان تقاضای آب مصرفی شهری در قم. مجله مدل‌سازی اقتصادی، ۷(۲): ۱۰۱-۱۱۹

خوش‌اخلاق، ر. و شهرکی، ج. ۱۳۸۶. برآورد تابع تقاضای آب خانگی در شهر زاهدان. رساله دکتری، دانشکده علوم اداری و اقتصادی دانشگاه اصفهان.

سجادی‌فر، س.ح. و خیابانی، ن. ۱۳۹۰. مدل‌سازی تقاضای آب خانگی با استفاده از روش مدل عوامل تصادفی. مطالعه موردی: شهر اراک. مجله آب و فاضلاب، ۲۲(۳): ۵۹-۶۸.

شجاع، ش.، رضائی، ح. و آرمانمهر، م. ۱۳۹۹. طراحی الگوی پویای اقتصادی حوزه آبی کرمانشاه. فصلنامه راهبرد اقتصادی، ۲۴(۷): ۱۲۱-۱۵۰.

شهرکی، ج. و خسروی بابادی، م.۱۳۹۳. برآورد تابع تقاضای آب خانگی شهر شهرکرد. اولین کنفرانس ملی جایگاه مدیریت و حسابداری در دنیای نوین کسب و کار، اقتصاد و فرهنگ، علی آباد، ایران.

عبدلی، ق.، دیزجی‌فر، س. ۱۳۸۸. برآورد تابع تقاضای آب شهرستان ارومیه. مجله دانش و توسعه (علمی-پژوهشی)، ۲۸(۱۶): ۱۵۸-۱۷۵.

محمدی، ح. و محمدرضازاده، ن. ۱۳۹۰. ابزارهای اقتصادی مدیریت منابع آب زیرزمینی در جهان و ایران. دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی منابع آب ایران، شرکت آب منطقه‌ای زنجان، زنجان، ایران.

https://www.civilica.com/Paper-INCWR02-INCWR02_136.html

مدیریت آب و فاضلاب استان کرمانشاه، خبرگذاری ایلنا. ۱۳۹۵ https://www.ilna.news (visited 3 november 2019)

Dagnew D. 2012. Factors determining residential water demand in north Western Ethiopia, The case of Merawi, A project paper presented to the faculty of the graduateschool of Cornell University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of professional Studies.

Dharmaratna D. and Haris E. 2010. Estimating Residential water Demand using the Stone-Geary functional from: The case of Srilanka, university, working paper,46-10.

Estelle Binet M., Carlevaro F. and Paul M. 2014. Estimation of Residential Water Demand with Imperfect Price Perception. Environmental and Resource Economics, Springer, 59(4): 561- 581.

Krasachat W. 2010. Residential Water Demand and Conservation Measures for Water Supply in Bangkok. Department of Agribusiness Administration, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Chalongkrung Rd., 308-326.

Manouseli D., Anderson B. and Nagarajan M., 2017. Domestic Water Demand During Droughts in Temperate Climates: Synthesising Evidence for an Integrated Framework. Water Resour Manage (2018) 32: 433–447.

Nauges C., and Whittington D. 2010. Estimation of water Demand in developing countries: An overview, World Bank research Observer. World Bank group, 25(2): 263-294.

Nauges C. and Thomas A. 2003. Long-run Study of Residential Water Consumption. Environmental and Resource Economics, 26(1): 25-43.

Parker J. M. and wilby R. L. 2013. Quantifying household water demand: A review of theory and practice in the UK, water recourse manage, 27(4): 981-1011.

Reynaud A., Pons M.and Pesado C. Household Water Demand in Andorra: Impact of IndividualMetering and Seasonality. Water 2018, 10, 321.

Sims, C.A. 1980 Macroeconomics and Reality, Econometric,.48.