

بررسی و تحلیل تقاضای آب شرب با استفاده از تابع مطلوبیت استون گری:

مطالعه موردی منطقه ورامین

فاطمه اسمعیل نیا بالاگتایی^۱، احمد سرلک^{۲*} و هادی غفاری^۳
 تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۰۳

چکیده

برنامه‌ریزی دقیق بمنظور بهره‌برداری بهینه از منابع آب نیازمند کسب داده‌هایی است که برخی از این داده‌ها از راه برآورد تابع تقاضای آب، می‌تواند به‌بهرترین شکل، به نیازمندی‌های آب مصرفی شهروندان با استفاده از حساسیت تقاضا نسبت به متغیرهای تاثیرگذار نظیر قیمت یا هر متغیر دیگری پاسخ داده شود. این مقاله با برآورد تابع تقاضای آب خانگی به تعیین کمترین مصرف در منطقه ورامین می‌پردازد. برای این منظور از داده‌های سری زمانی سالانه بین سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۶۱، شکل تبعی مطلوبیت استون-گری و روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی استفاده شده است. متغیرهای پژوهش شامل میانگین درآمد خانوار، میانگین درجه حرارت، حجم مصرف سرانه آب و نسبت شاخص قیمت مصرف‌کننده به شاخص قیمت آب می‌باشند. آزمون‌های مربوط به تعیین رابطه علی و معلولی داده‌های سری زمانی آب شرب با نرم افزار 9 Eviews انجام پذیرفت. نتایج بدست آمده از کشش درآمدی بیانگر ضروری بودن تقاضای آب خانگی در ورامین می‌باشد. از دیگر نتایج پژوهش تأثیر مثبت و معنی‌دار نسبت شاخص قیمت مصرف‌کننده به شاخص قیمت آب بر حجم آب سرانه است. براساس برآورد به‌عمل آمده، کمترین مصرف آب یک شهروند ورامینی ۱۵۲ لیتر در روز می‌باشد.

طبقه بندی JEL: Q11, Q21, Q25

واژه‌های کلیدی: استون گری، کشش قیمتی، ARDL، تحلیل تقاضا، آب شرب.

۱ - دانشجوی دکتری اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

۲ - استادیار گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

۳ - دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه پیام نور.

*- نویسنده مسئول مقاله: a-sarlak@iau-arak.ac.ir

پیشگفتار

آب، مایه حیات و اصلی‌ترین عنصر زندگی بشر و به عنوان یک کالای با ارزش و جایگزین‌ناپذیر در توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها بشمار می‌رود. با توجه به این‌که ایران در منطقه خشک و نیمه خشک کره زمین قرار دارد، رشد جمعیت و به تبع آن افزایش مصرف روز افزون آب شیرین، موجب شده تا منابع آبی با سرعت هر چه بیش‌تر رو به اتمام باشند. منطقه ورامین نیز از این قاعده مستثنی نیست. آب در این منطقه به عنوان یک منبع کمیاب و ارزشمند می‌باشد. با توجه به عرضه محدود آب و رقابت روز افزون بخش‌های گوناگون اقتصادی برای استفاده از آب، مدیریت تقاضای آب در این منطقه اهمیت خود را نشان می‌دهد. به بیان دیگر، مهم‌ترین مسئله در مدیریت آب ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب است. از آن‌جا که مقدار عرضه اقتصادی آب همیشه محدود بوده و مقدار تقاضا نیز با افزایش جمعیت همواره افزایش می‌یابد، برنامه‌ریزی در راستای استفاده بهینه از منابع آب از اهمیتی ویژه برخوردار می‌باشد. با شدت یافتن کمیابی نسبی آب، ضرورت به کار بردن تخصیص‌های اقتصادی و بهره‌برداری بهینه از منابع آب بین فعالیت‌های تولیدی بیش‌تر احساس می‌شود. امروزه در برخی از مناطق خشک و نیمه خشک، بویژه در کشورهای پیشرفته صنعتی که بازده (ارزش) اقتصادی آب در مقایسه با قیمت آن بسیار بالا است، تخصیص منابع آب به‌وسیله مکانیزم بازار به تدریج جایگزین روش‌های دیگر تخصیص شده است. در این روش به‌جای آن‌که آب به عنوان یک منبع طبیعی تجدید شونده و ارزان تلقی شود، به عنوان یک نهاد در نظر گرفته می‌شود که از منابع گوناگون (زیرزمینی، سطحی، نمک زدایی، تصفیه فاضلاب‌ها، بازیافت پساب کارخانجات و غیره) گردآوری و پس از انجام درجاتی از تصفیه به صورت محصولی با کیفیت‌های گوناگون از راه شبکه‌های چند منظوره که در هر یک آب با کیفیت مشخصی جریان دارد، برای مصارف گوناگون عرضه می‌گردد. در این نظام، قیمت آب همانند قیمت نهاده‌ها و کالاهای دیگر در بازار تعیین شده و در برقراری تعادل بین عرضه و تقاضای آب نقش تعیین‌کننده دارد.

با توجه به این‌که تئوری رفتار مصرف‌کننده از جمله مباحث مهم اقتصاد خرد می‌باشد که براساس آن می‌توان چگونگی تصمیم‌گیری و رفتار مصرف‌کننده را در شرایط گوناگون به کمک تابع تقاضا توضیح داد، رفتار و تصمیم‌گیری افراد در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های اقتصادی از اهمیتی به‌سزا برخوردار است. لذا، برآورد توابع گوناگون تقاضا به صورت مطلوب که از قدرت توضیح‌دهندگی و پیش‌بینی خوبی برخوردار باشد دارای است. از سوی دیگر تولیدکنندگان جهت تحقق انگیزه خود، یعنی کسب حداکثر سود، به آگاهی از وجود و مقدار تقاضا برای کالاها و خدمات تولیدی خویش نیاز دارند. بررسی عوامل موثر بر تقاضا،

بنگاههای تولیدی را نسبت به افزایش توانایی‌های خود در انطباق با وضعیت موجود و نیازهای مصرفی آینده،- در جهت حداکثر نمودن سود-یاری خواهد داد. برآورد توابع تقاضا و محاسبه کشش‌های قیمتی و درآمدی کالاهای گوناگون از اساسی‌ترین ابزارهای بررسی رفتار مصرف‌کنندگان بمنظور شناخت ترجیحات آنان و استفاده از آن در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های اقتصادی بشمار می‌آید. با تخمین تابع تقاضای آب و بدست آوردن مقادیر مربوط به کشش درآمدی و قیمتی تقاضای آن می‌توان تعیین کرد چه عواملی باعث انتقال منحنی تقاضای آب می‌شوند. به بیان دیگر، این‌ها عواملی هستند که به غیر از مقدار آب، سطح تقاضای آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند. با شناسایی این عوامل، می‌توان آن‌ها را به‌گونه‌ای کنترل کرد که باعث صرفه‌جویی در استفاده از آب شوند. هم‌چنین، با داشتن تابع تقاضای نهاده آب و کشش‌های مربوطه و با شناخت ساختار تکنولوژیک تولید در منطقه، می‌توان به مسئولان در ارایه و گرفتن تصمیم‌های مهم یاری کرد. بنابراین، مهم‌ترین اهداف این پژوهش به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- تعیین معادله تقاضای آب و حداقل مقدار مصرف آب شرب شهروند ورامینی
- ۲- تعیین عوامل موثر بر تابع تقاضای آب شرب در منطقه ورامین
- ۳- محاسبه کشش تقاضای نهاده آب

این مقاله شامل چهار بخش است. بخش دوم به مواد و روش بررسی، بخش سوم به نتایج و بحث می‌پردازد. نتیجه‌گیری و پیشنهادها در بخش پایانی ارایه می‌شود.

مواد و روش‌ها

در این بخش ابتدا به ادبیات و روش پژوهش و سپس به پیشینه موضوع پرداخته می‌شود.

ادبیات و روش پژوهش

تقاضای آب نشان‌دهنده انواع کشش گوناگون سطوح (مقادیر آب استفاده شده) و موارد گوناگون قیمت می‌باشد (ناگس و مارتینز^۱، ۲۰۰۴). در ادبیات تجربی کشش کم مصرف آب نسبت به تغییرات قیمت در نتیجه ۳ عامل مشخص شده است. ۱- ماهیت ذاتی آب به‌عنوان یک ضرورت برای زندگی ۲- این واقعیت که روی هم رفته، صورت حساب‌های آب بخش کوچکی از بودجه خانوار را تشکیل می‌دهند. ۳- داده‌های قیمت ناقص است (گادین^۲، ۲۰۰۶).

^۱ - Nauges and Martinez-Espineira

^۲ -Gaudin

افزون بر تابع کاب داگلاس چند روش دیگر برای تخمین کشش قیمت آب در ادبیات مربوطه مورد استفاده قرار گرفته است.

الف- سیستم تقاضای تقریباً ایده آل

ب- مدل‌های انتخابی مستقل و مستمر

ج- مدل انتخاب یا ارزیابی مشروط که برآورد تمایل مصرف کنندگان به پرداخت آب را نشان می‌دهد (هنشر و همکاران^۱، ۲۰۰۵).

استفاده از سیستم تقاضای تقریباً ایده آل، اجازه تخمین سیستم تقاضای کامل را می‌دهد. کاربرد این سیستم در مطالعات تقاضای آب محدود است. در حالی که توجه اولیه مدل تنها به تعیین قیمت و کشش درآمدی آب می‌باشد (دیکوسمو^۲، ۲۰۰۱). روی هم رفته، حجم آب مورد نیاز برای نیازهای زندگی مانند نوشیدن، پخت و پز به شدت ناپایدار خواهد بود. به همین دلیل، فرم تبعی استون - گری^۳ دارای دو مزیت عمده نسبت به تابع کاب داگلاس می‌باشد. نخست این که امکان کشش قیمتی غیر ثابت وجود دارد. دوم این که، فرض می‌کند مصرف آب از دو بخش تشکیل شده است: یک مقدار ثابت (آستانه) که نمی‌تواند بلافاصله پس از افزایش قیمت تعدیل شود و بخش بعدی می‌تواند بلافاصله اصلاح شود. این ویژگی‌های فرم تبعی استون گری به ما اجازه می‌دهد تا کم‌ترین آستانه استفاده از آب را که در آن مصرف آب نسبت به تغییرات قیمت غیرحساس است، تعیین کنیم. افزون بر این، فرم استون گری به گونه‌ای گسترده برای تجزیه و تحلیل الگوهای مصرف خصوصی غذا، انرژی، حمل و نقل و کار نیز مورد استفاده قرار گرفته است (ناگس و مارتینز، ۲۰۰۴؛ ال-کوانیبیت و جانستن^۴، ۱۹۸۵، گادین و همکاران^۵، ۲۰۰۱).

نوع پژوهش از لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ روش گردآوری داده‌ها توصیفی - تحلیلی و از نوع موردی - زمینه‌ای می‌باشد. داده‌های مرتبط با متغیرهای آب شرب نظیر میانگین درآمد خانوار، میانگین درجه حرارت، قیمت، حجم مصرف سرانه آب و نسبت شاخص قیمت مصرف‌کننده در سال‌های ۱۳۶۱-۱۳۹۴ به روش کتابخانه‌ای با استفاده از آمارها و جداول وزارت نیرو، شرکت آب و فاضلاب جنوب شرق تهران، سازمان هواشناسی و مرکز آمار ایران گردآوری شد. جامعه آماری مورد بررسی تمامی شهروندان منطقه ورامین می‌باشند. هم‌چنین، آزمون‌های مربوط به تعیین رابطه علی و معلولی داده‌های سری زمانی آب شرب با نرم افزار Eviews 9 انجام پذیرفت.

¹ -Hensher et al

² - Di Cosmo

³ -Geary- Stone utility

⁴ -Al-Quanibet and Johnston

⁵ -Gaudin et al

در این مطالعه بمنظور تخمین تابع تقاضای آب در بخش های خانگی از تابع مطلوبیت استون-گری که به تابع مطلوبیتی مناسب برای کالاهای ضروری مشهور است، استفاده می کنیم. استون-گری از تابع مطلوبیت کلاین-روبین برای استخراج تابع مطلوبیت خود استفاده کرده است. تابع مطلوبیت کلاین-روبین به شکل زیر معرفی می شود:

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

و محدودیت های تابع عبارتند از:

$$0 < \beta_i < 1 \quad (2)$$

$$Q_i < S_i$$

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

که در آن:

Q_i : مقدار مصرف کالای i

S_i : کمترین مصرف ضروری کالای i

β_i : سهم نهایی کالای i در مطلوبیت

با فرض این که مصرف کننده با سبدی از دو کالا شامل آب و سایر کالاها و خدمات روبه روست و

با لگاریتم گیری از رابطه ۱ خواهیم داشت:

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

که در آن:

U' : سطح مطلوبیت مصرف کننده

S_w : کمترین مقدار مصرف آب

S_{oth} : کمترین مقدار مصرف سایر کالاها

W : مقدار مصرف آب

Q_{oth} : مقدار مصرف سایر کالاها

β_1 و β_2 : سهم نهایی آب و کالای ترکیبی در مطلوبیت

و با فرض این که:

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

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

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

پس از بیشینه کردن تابع مطلوبیت نسبت به قید بودجه ($M = P_W W + P_{oth} Q_{oth}$) و با استفاده از روش لاگرانژ، تابع تقاضا به روش 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 شرب (متر مکعب)

M : بودجه یا درآمد اسمی مصرف کننده (ریال)

P_W : قیمت اسمی آب شرب (ریال)

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

نکته ۱: در تابع مطلوبیت استون-گری، تقاضای مصرف کننده از هر کالا بیش تر از حداقل لازم برای معیشت است، یعنی $Q_i > S_i$ ، بنابراین شرط $M > \sum P_i S_i$ همواره برقرار است.

نکته ۲: شرط کافی برای بیشینه سازی تابع مطلوبیت باید برقرار باشد چون راه حل‌های بیشینه‌سازی تابع مطلوبیت منحصر به فرد است، هر گاه در هر نقطه شرط اولیه لازم برقرار باشد، شرط ثانویه (کافی) نیز برقرار خواهد بود.

هم‌چنین، بمنظور تعیین رابطه بلندمدت از آزمون‌های هم‌انباشتگی F پسران و شین استفاده می‌شود. برای این که این آزمون انجام گیرد، ابتدا مدل تصحیح خطای نامقید در رابطه (۸) تصریح شده است:

$$\begin{aligned} \Delta y_t = & C_0 + \sum_{i=1}^p C_{1i} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^{q_1} C_{2i} \Delta IF_{t-i} + \sum_{i=1}^{q_2} C_{3i} \Delta UIF_{t-i} + \\ & \sum_{i=1}^{q_3} C_{4i} \Delta GE_{t-i} + \sum_{i=1}^{q_4} C_{5i} \Delta HC_{t-i} + \sum_{i=1}^{q_5} C_{6i} \Delta FL_{t-i} + \\ & \mu_1 y_{t-1} + \mu_2 IF_{t-1} + \mu_3 UIF_{t-1} + \mu_4 HC_{t-1} + \mu_5 FL_{t-1} + \\ & \mu_6 GE_{t-1} + BW_t + V_t \end{aligned} \quad (8)$$

بر اساس آزمون باند پسران و همکاران، زمانی می‌توان وجود یک رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل را پذیرفت که آماره F به‌دست آمده از فرضیه زیر از حد بحرانی بالای آرایه شده به وسیله پسران و همکاران بزرگ‌تر باشد. فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی و فرضیه مقابل به صورت زیر است:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_{n+1} = 0 \quad (9)$$

$$H_1: \mu_1 \neq 0, \mu_2 \neq 0, \dots, \mu_{n+1} \neq 0 \quad (10)$$

در واقع، اگر آماره F به دست آمده بزرگتر از حد بحرانی بالا $I(1)$ باشد، فرضیه صفر رد و اگر کوچکتر از حد بحرانی پایین $I(0)$ باشد فرضیه صفر غیرقابل رد و در صورتی که در فاصله حد بالا و پایین باشد هیچ نتیجه‌گیری مبنی بر وجود یا نبود رابطه بلندمدت نمی‌توان انجام داد. پس از این‌که تابع تقاضای آب استخراج گردید، با استفاده از روابط زیر می‌توان کشش‌های قیمتی و درآمدی را محاسبه می‌کنیم.

$$E_{WP} = \frac{\delta Q_W}{\delta P_W} \cdot \frac{P_W}{Q_W} = \frac{\delta \ln(Q_W)}{\delta \ln(P_W)} = f - \frac{\theta_1 M}{P_W^2} - \frac{\theta_2 P_{oth}}{P_W^2} \quad (11)$$

$$E_{WM} = \frac{\delta W}{\delta M} \cdot \frac{M}{W} = \frac{\delta \ln(W)}{\delta \ln(M)} = \frac{\theta_1}{P_{oth}} \cdot \frac{M}{W} = \frac{\theta_1}{P_W W/M} = \frac{\theta_1}{V} \quad (12)$$

پیشینه پژوهش

پژوهش‌های متعددی در مورد تخمین تابع تقاضای در داخل و خارج از کشور انجام گرفته که چند نمونه از آن در زیر اشاره شده است.

ادیب پور و شیرآشتیانی (۱۳۹۳)، در پژوهشی بمنظور برآورد تابع تقاضای آب شهری استان گلستان با استفاده از تابع مطلوبیت "استون-گری" و با روش داده‌های تلفیقی برای دوره‌های ۹۰-۱۳۷۸ و تعیین کم‌ترین آب مورد نیاز برای معیشت پرداخته است. نتایج پژوهش نشان دادند که کشش قیمتی تقاضای آب ۰/۲۶- کشش درآمدی ۰/۰۰۰۹۵ و کشش متقاطع قیمتی ۰/۲- است، بدین معنا که آب یک کالای ضروری و مکمل بشمار می‌آید.

تابش و همکاران (۱۳۹۳)، در مطالعه‌ای به پیش‌بینی بلند مدت تقاضای آب شرب مطالعه موردی: شهر نیشابور پرداختند. در این پژوهش برای تخمین تابع تقاضای آب شهر نیشابور متغیرهای موثر بر تقاضا برای دوره ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۷ به صورت ماهانه جمع‌آوری و از تابع استون‌گری استفاده شد. متغیرهای قیمت میانگین واقعی آب، درآمد سرانه واقعی، شاخص کالاها و خدمات مصرفی، میانگین دمای بیشینه و تعداد افراد باسواد به صورت ماهانه به عنوان متغیرهای موثر در منطقه مورد مطالعه تعیین شدند. مقادیر کشش درآمدی و قیمتی نشان داد که آب کالایی بدون جایگزین و ضروری می‌باشد. در این پژوهش برای پیش‌بینی تقاضای سرانه آب از دو رویکرد نقطه‌ای و بازه‌ای استفاده شده است. با گردآوری داده‌های مورد نیاز در شهر نیشابور، بمنظور پیش‌بینی نقطه‌ای، چهار سناریو تعریف شد و متغیرهای مستقل پیش‌بینی شدند. درصد تغییرات تقاضای آب در سه سناریو اول (برای حالتی که طرح هدفمندسازی یارانه‌ها اجرا نشود) برای دوره ۱۳۹۰ تا ۱۴۱۰ بین ۴۰ تا ۵۷ درصد در طول این بازه می‌باشد. در سناریو چهارم که فرض بر

اجرای طرح هدفمندسازی یارانه‌ها می‌باشد، مقادیر تقاضای سرانه آب نسبت به حالتی که این طرح اجرا نشود در سال ۱۳۹۰، ۳ متر مکعب و در سال ۱۳۹۲، ۲ متر مکعب کاهش می‌یابد. در پایان پژوهش با استفاده از شبکه عصبی تقاضای آب به صورت بلند مدت پیش‌بینی شده است. نتایج نشان دادند، استفاده از جزء غیرقطعی سری‌های زمانی در پیش‌بینی با شبکه‌های عصبی می‌تواند مشکل درون‌گرا بودن این مدل‌ها را تا حدی حل کند.

فلاحی و همکاران (۱۳۹۱)، در پژوهشی با عنوان "ارزیابی عوامل مؤثر بر مصرف آب شرب خانوار و پیش‌بینی تقاضای آن: روش داده‌های تابلویی" به برآورد تقاضای آب شهر نیشابور و با استفاده از تابع مطلوبیت استون-گری پرداختند. داده‌ها به صورت تابلویی و سالانه و مربوط به ۲۶۶ خانوار شهر نیشابور در دوره زمانی ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶ بودند. بررسی‌ها در مجموع، کم‌کشش بودن تقاضای آب خانوار نسبت به درآمد و قیمت و نیز مکمل بودن آب با دیگر کالاها را تأیید کرد. افزون بر این، میانگین دمای هوا در مدل برآورد شده معنی‌دار نبود. بمنظور پیش‌بینی مصرف آب، سه سناریو مورد استفاده قرار گرفت. نتایج بیانگر آن بود که اگر قیمت آب برای سال‌های آینده افزایش نیابد، با افزایش درآمد سرانه، مصرف سرانه آب خانوار افزایش می‌یابد، اما در صورت افزایش تعرفه‌ها در سال‌های آینده، مصرف سرانه آب خانوار در شبانه روز کاهش خواهد یافت.

سجادی‌فر و خیابانی (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای با عنوان "مدل سازی تقاضای آب خانگی شهر با استفاده از روش مدل عوامل تصادفی مطالعه موردی: شهر اراک"، تابع تقاضای آب خانگی از تابع مطلوبیت استون-گری استخراج و با بکارگیری مدل تعدیل جزئی و استفاده از روش اقتصادسنجی مدل عوامل تصادفی، تقاضای بلندمدت و کوتاه مدت آب شهر اراک در فصل‌های گوناگون و همچنین، کل سال برآورد کردند. داده‌ها ترکیبی و مربوط به ۱۵۲ خانوار شهر اراک در سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۷۷ بود. پس از برآورد قیمت نهایی آب و انتخاب متغیرهای درآمد سرانه مصرف‌کننده، شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی، میانگین درجه حرارت و میانگین مقدار بارندگی به عنوان متغیرهای توضیحی، تابع تقاضای آب خانگی تخمین زده شد. در مجموع، کم‌کشش بودن تقاضای آب خانگی نسبت به درآمد و قیمت و همچنین، مکمل بودن آب با سایر کالاها تأیید شد. نتایج نشان دادند که کشش قیمتی و درآمدی فصل تابستان (جانشین مصارف بیرونی) تقریباً دو برابر کشش قیمتی و درآمدی فصل زمستان (جانشین مصارف داخلی) بوده و کشش تقاضای بلندمدت از کوتاه مدت بیش‌تر است.

موسوی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای به تخمین توابع تقاضا و تعیین عوامل مؤثر بر مصرف آب و تعیین حساسیت خانوارها برای مصرف آب نسبت به ابزار قیمت در فصل‌های گوناگون در شهر مرودشت استان فارس پرداختند. در این پژوهش بمنظور برآورد توابع از روش تحلیل رگرسیونی و

نرم افزار TSP استفاده شد. برای تعیین معنی دار بودن پارامترها از آماره t استفاده شد. بر اساس نتایج مدل خطی، در فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان، متغیرهای توضیحی بکار رفته در مدل توانستند به ترتیب ۹۰/۴، ۸۴، ۸۵/۶ و ۹۱/۵ درصد از تغییرات متغیر وابسته تقاضای آب خانگی را توجیه کنند. در کل دوره، متغیرهای توضیحی بکار رفته در مدل ۸۹ درصد از تغییرات متغیر وابسته را توضیح داد. بر اساس کشش قیمتی برآورد شده، با افزایش ۱۰ درصد قیمت آب، مقدار تقاضا برای آب ۱۱/۶ درصد کاهش یافت. در روش لگاریتمی در فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان، متغیرهای توضیحی بکار رفته در مدل توانستند به ترتیب ۸۹، ۸۵/۵، ۸۷/۵ و ۸۹/۹ درصد از تغییرات متغیر وابسته را توجیه کنند. کشش قیمتی تقاضای آب در فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۰/۱۹، -۰/۸۶، -۰/۸۷ و ۰/۹۲ - برآورد شد. در کل دوره، متغیرهای توضیحی بکار رفته در مدل ۸۹/۲ درصد از تغییرات تقاضای آب خانگی را توجیه کرد. کشش قیمتی محاسبه شده در کل دوره برای خانوارهای نمونه ۰/۸۸ - برآورد شد.

رومانو و همکاران^۱ (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان «بررسی تعیین کننده‌های تقاضای آب مسکونی در ایتالیا»، در دوره ۲۰۰۹ - ۲۰۰۷ در استان‌های ایتالیا با استفاده از یک مدل ترکیبی و به روش بیش‌ترین درست‌نمایی نشان دادند که تعرفه اثر منفی بر مصرف آب مسکونی داشته، افزون بر این درآمد سرانه اثر مثبت بر مصرف آب دارد. ویژگی‌های آب و هوایی و جغرافیایی بارش و ارتفاع اثر منفی در مصرف آب دارند. در حالی که درجه حرارت تقاضای آب را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. افزون بر این، داده‌ها نشان داد که در شهرهای کوچک از نظر جمعیت مصرف آب پایین است. هم‌چنین، نتایج وی نشان دادند که مصرف آب مسکونی در شهرهایی که در آن خدمات آب به وسیله شرکت آب و برق دولتی اداره می‌شد بالاتر می‌باشد.

پارکر و ویبی^۲ (۲۰۱۳) در مطالعه خود در مورد انگلستان ضمن برآورد تابع تقاضای آب مصرفی و پیش‌بینی تقاضای آب در دوره کوتاه مدت (روزانه و فصلی) و بلندمدت (سال و دهه) نشان دادند که توجه بیش‌تر به روابط بین متغیرهای آب و هوا و تقاضای مصرفی خانواده یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر تقاضای آب شهری خانوارهاست.

زرماراتنا و هریس^۳ (۲۰۱۲) با استفاده از مدل استون-گری به تخمین تابع تقاضای آب شرب در سریلانکا پرداختند. آن‌ها از تابع مطلوبیت استون-گری جهت این تخمین استفاده کردند و بخش شرب را در دو قسمت یکی حساس به تغییرات قیمتی و دیگری غیر حساس فرض کردند. یافته‌ها

^۱ -Romano et al

^۲ -Parker & Wilby

^۳ -Dharmaratna, D & Harris

نشان دادند سرانه مصرف آن بخش از آب شرب که به نوسان‌های قیمتی حساسیت ندارد بین ۰/۶۴ تا ۱/۰۶ متر مکعب در ماه است. نتایج اشاره می‌کند که محدوده کشش قیمت از ۰/۱۱ تا ۰/۱۴ - است در حالی که تغییرات کشش درآمدی ۰/۱۱ تا ۰/۱۴ می‌باشد. در مجموع این یافته‌ها پیشنهاد می‌دهد که مسئولان بخش آب می‌توانند با افزایش قیمت به افزایش درآمد صندوق توسعه این بخش کمک کنند.

دینار و یارون^۱ (۱۹۹۲)، در پژوهشی با عنوان «تأثیر قیمت بر روی تقاضای آب مسکونی و ارتباط آن با طراحی سیستم و ساختار قیمت» با استفاده از داده‌های مقطعی در ایالت متحده به روش لگاریتمی، اقدام به محاسبه حساسیت مصرف کنندگان نسبت به قیمت آب در تابع تقاضای آب نمودند. این پژوهشگران چندین روش قیمت گذاری آب را مورد بررسی قرار دادند و با توجه به کشش پذیر بودن تقاضای آب نسبت به قیمت آن سیاست قیمت گذاری آب را برای جلوگیری از مصارف بی‌رویه و استفاده بهینه از منابع آب را مناسب ارزیابی کردند. هم‌چنین، با توجه به نوع نیازهای مصرفی و وجود تمایل به پرداخت متفاوت در ازاء آب مصرفی در مصارف گوناگون شهری، صنعتی و روستایی، اجرای یک سیاست هماهنگ قیمت‌گذاری برای تمامی این مصارف را غیرکاربردی دانسته و عنوان کردند که در هر منطقه و با توجه به نوع مصارف نهاده آب چگونگی قیمت گذاری و تعیین قیمت تمام شده واقعی برای دریافت آب بها از مصرف‌کنندگان باید متفاوت باشد.

با افزایش جمعیت و توسعه صنعت و کشاورزی در جهان، استفاده از آب گسترش یافته و این ماده حیاتی از نظر اقتصادی در فرآیند تولید ارزش و اهمیت روزافزونی پیدا کرده است. به علت محدود بودن عرضه آب در منطقه ورامین و افزایش روز افزون تقاضا برای آن، مشکل اصلی در این منطقه برقراری تعادل بین عرضه و تقاضای آب است. از این‌رو، مدیریت تقاضای آب در این منطقه اهمیت خود را نشان می‌دهد.

با توجه به این‌که منطقه ورامین در حوضه آبریز مرکزی کشور با مشکل عدیده در تامین آب بخش‌های گوناگون روبه‌رو می‌باشد، به گونه‌ای که براساس گزارش شرکت آب منطقه ای تهران در سال‌های اخیر عرضه آب سد لتیان به کشاورزی دشت ورامین به سبب تامین آب تهران و خشکسالی‌های اخیر به کم‌تر از نصف (میانگین ۸ میلیون مترمکعب) کاهش یافته است. از سوی دیگر، کمبود منابع آب سطحی باعث فشار مضاعف به منابع آب زیرزمینی منطقه شده است. با بررسی داده‌های آبخوان ورامین مشخص شد که از سال ۱۳۷۴ تاکنون به طور میانگین، ۱ متر سطح آب زیرزمینی کاهش داشته است. این امر منجر به کاهش ضخامت لایه آبدار و حجم

^۱ -Dinar and Yaron

استاتیک آبخوان به ترتیب از نزدیک به ۸۰ متر به ۴۵ متر شده است. بنابراین، با توجه به مباحث مطرح شده می‌توان بیان داشت که تعیین کمینه آب مورد نیاز هر شهروند مسئله‌ای مهم در تامین مطمئن آب منطقه ورامین، قیمت گذاری آب و تعیین برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری دقیق مسئولان مربوطه موثر خواهد بود. در این پژوهش اگرچه همانند مطالعات گذشته از تابع مطلوبیت استون‌گری به دلیل ویژگی مشهور آن استفاده شد. اما کاربرد تکنیک اقتصادسنجی (روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی ARDL)، پیش بینی بلندمدت و کوتاه مدت تابع تقاضا در سری زمانی ۱۳۶۱-۱۳۹۴ در منطقه ورامین، مهم‌ترین وجه تمایز با پژوهش‌های دیگر می‌باشد.

نتایج و بحث

در این بخش از پژوهش بمنظور برآورد تابع تقاضای آب شرب در مورد آزمون‌های مربوط به سری زمانی به تفصیل بحث و تفسیر خواهد شد.

آزمون ایستایی متغیرها

در این بخش به بررسی ایستایی متغیرها با استفاده از روش دیک‌ی فولر تعمیم‌یافته^۱ پرداخته می‌شود. نتایج آزمون ریشه واحد^۲ پژوهش بیانگر این است متغیرهای میانگین درآمد خانوار و میانگین درجه حرارت پس از یک مرتبه تفاضل‌گیری ایستا شده است. همچنین، متغیرهای حجم مصرف سرانه و نسبت شاخص قیمت مصرف‌کننده به شاخص قیمت آب انباشته از درجه صفر بوده و در سطح ایستا می‌باشند.

با توجه به این که هیچ‌کدام از متغیرهای موجود در مدل بر اساس نتایج آزمون دیک‌ی فولر تعمیم‌یافته ایستا از درجه دو نیستند و از سوی دیگر، متغیرها ترکیبی از انباشتگی صفر و یک هستند، بنابراین می‌توانیم از روش برآورد خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی^۳ جهت تخمین الگو استفاده کنیم.

^۱ -Augmented Dickey-Fuller Test

^۲ -Unit Root Test

^۳ - Auto Regressive Distributed Lag

وقفه بهینه مدل

با توجه به این که تعداد مشاهده‌های پژوهش کم‌تر از ۱۰۰ می‌باشد. بنابراین، معیار مناسب برای انتخاب وقفه بهینه براساس حداقل معیار شوارتز است که با در نظر گرفتن جدول ۲ وقفه بهینه مدل، ۲ می‌باشد.

برآورد ضرایب کوتاه مدت مدل

براساس نتایج بدست آمده از جدول ۳ وقفه نخست حجم آب سرانه اثر مثبتی بر حجم آب سرانه دوره جاری داشته است. از سویی وقفه دوم حجم آب سرانه و وقفه نخست میانگین درجه حرارت سالیانه اثر منفی بر حجم سرانه دوره جاری داشته است. هم‌چنین، متغیرهای میانگین درآمد خانوارها، وقفه نخست میانگین درآمد خانوارها، نسبت شاخص قیمت مصرف‌کننده به شاخص قیمت آب و میانگین درجه حرارت سالیانه تأثیر مثبتی بر حجم آب سرانه دوره جاری گذاشته‌اند.

آزمون‌های هم‌انباشتگی F پسران و شین

در این بخش وجود رابطه بلندمدت مدل پژوهش با استفاده از روش دولادو و مستر و تخمین مدل پویا بررسی می‌شود.

جدول ۴ نتایج آزمون هم‌انباشتگی برای مدل مورد بررسی و هم‌چنین، مقادیر بحرانی ارایه شده به وسیله پسران و شین برای تعداد متغیرهای مستقل مدل $K=3$ را نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود مقدار F محاسبه‌شده برابر $163/402$ است که بیش‌تر از حد بالای مقدار بحرانی در سطح پنج درصد $I(1)$ است. بنابراین، یک رابطه تعادلی بلندمدت بین حجم آب سرانه و متغیرهای مستقل موجود در مدل تأیید می‌شود.

بررسی فروض کلاسیک

نتایج بدست از آزمون‌های تشخیص در جدول ۵ ارایه شده است. نتایج نشان می‌دهد فرض‌های کلاسیک برای تخمین مورد نظر برقرار است.

۶- بررسی ضرایب بلندمدت

ضرایب متغیرهای مستقل در رابطه تعادلی بلندمدت بیانگر کشش متغیر وابسته نسبت به متغیرهای مستقل است. نتایج بدست آمده از جدول ۶ نشانگر آن است که کشش حجم آب

سرانه نسبت به میانگین درآمد خانوار مثبت است. می‌توان گفت که افزایش یک درصدی در میانگین درآمد خانوار موجب افزایش ۰/۵۵ درصدی در حجم آب سرانه به شرط ثابت بودن دیگر متغیرها می‌شود. از دیگر نتایج جدول ۶ می‌توان به تأثیر مثبت و معنی‌دار نسبت شاخص قیمت مصرف‌کننده به شاخص قیمت آب و تأثیر منفی میانگین درجه حرارت سالیانه بر حجم آب سرانه اشاره کرد.

تصحیح خطا

در ادامه برای بررسی این که عدم تعادل‌های کوتاه‌مدت به سمت تعادل بلندمدت به چه صورت انجام می‌گیرد از مدل تصحیح خطای (ECM) استفاده شده است. ضریب ECM نشان می‌دهد که در هر دوره، چند درصد از عدم تعادل‌های کوتاه‌مدت مدل جهت رسیدن به تعادل در بلندمدت تعدیل می‌شود. ضریب تصحیح خطای مدل ۰/۲۱ برآورد شده است که از نظر آماری نیز معنی‌دار است. این ضریب نشان‌دهنده این است که هر سال حدود ۲۱ درصد از عدم تعادل کوتاه مدت در مدل برای رسیدن به تعادل بلندمدت تعدیل می‌شود.

آزمون ثبات ساختاری

برای آزمون ثبات ساختاری از آماره پسماند تجمعی و مجذور پسماند تجمعی استفاده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، نمودارهای پسماند تجمعی و مجذور پسماند تجمعی بین دو خط فاصله اطمینان ۹۵ درصد ارایه شده است. اگر نمودار ارایه شده بین فاصله اطمینان قرار داشته باشد، فرضیه صفر مبنی بر نبود شکست ساختاری پذیرفته می‌شود و اگر نمودار از فاصله اطمینان خارج شده باشد، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود شکست ساختاری رد و وجود شکست ساختاری پذیرفته می‌شود. لازم به یادآوری است که از آماره پسماند تجمعی برای یافتن تغییرات سیستماتیک در ضرایب رگرسیون و نیز از آماره مجذور پسماند تجمعی هنگامی که انحراف از پایداری ضرایب رگرسیون اتفاقی و ناگهانی است، استفاده می‌شود.

برآورد کشش‌های قیمتی و درآمدی و حداقل مصرف آب

با در نظر گرفتن ضرایب YTEH، POTH و عرض از مبدأ ناشی از برآورد الگوی بلندمدت کشش‌های قیمتی و درآمدی نقطه‌ای و میانگین دوره در جدول ۸ گزارش شده است. نتایج بدست آمده از کشش درآمدی بیانگر ضروری بودن تقاضای آب خانگی در ورامین می‌باشد.

در نهایت، همان‌گونه که در قسمت مبانی نظری بیان گردید یکی از ویژگی‌های مناسب تابع تقاضای حاصل از تابع مطلوبیت استون گری امکان بدست آوردن حداقل آب مصرفی است. این موضوع بویژه در مورد کالاهای ضروری از اهمیتی بسزا برخوردار است. با توجه به برآورد پارامترهای الگو، اکنون می‌توان حداقل مصرف آب خانگی را بدست آورد که در بخش زیر محاسبه شده است:

$$S_w = \frac{\theta_0}{1 - \theta_1} = \frac{24.975}{1 - 0.551} = 55.62$$

در این رابطه θ_0 همان عرض از مبدأ است که برابر با ۲۴/۹۷۵ متر مکعب و θ_1 ضریب متغیر درآمد و برابر با ۰/۵۵۱ است. بنابراین اگر رابطه فوق را محاسبه کنیم حداقل مصرف آب برای هر فرد شهر ورامین تقریباً ۵۵/۶۲ مترمکعب (لیتر ۵۵۶۲۰) در سال است. بنابراین، کم‌ترین مصرف آب یک شهروند ورامینی براساس برآورد الگو، ۱۵۲ لیتر در روز است.

نتیجه گیری و پیشنهادها

با توجه به این‌که یکی از موضوع‌های مورد توجه برنامه‌ریزان، دست اندرکاران منابع آب، مسئله پیش‌بینی، چگونگی تأمین و نحوه توزیع آب مورد نیاز است. از دیدگاه اقتصادی مصرف آب در هر بخش باید به صورت بهینه انجام پذیرد و راندمان بالایی نیز داشته باشد. این پژوهش به برآورد تابع تقاضای آب شرب خانگی منطقه ورامین پرداخته است. متغیرهای مورد نظر در مطالعه شامل میانگین درآمد خانوار، درجه حرارت، حجم مصرف سرانه و شاخص قیمت مصرف‌کننده می‌باشد. در این مطالعه، ضرایب متغیرهای مستقل در رابطه تعادلی بلندمدت بیانگر کشش متغیر وابسته نسبت به متغیرهای مستقل است. هم‌چنین، نتایج نشان داد که کشش حجم آب سرانه نسبت به میانگین درآمد خانوار رابطه مثبت و معنی‌دار دارد. به بیان دیگر، به‌ازای یک درصد افزایش در میانگین درآمد خانوار حجم آب سرانه به شرط ثابت بودن سایر متغیرها افزایش ۰/۵۵ درصدی خواهد داشت. از دیگر نتایج پژوهش تأثیر مثبت و معنی‌دار نسبت شاخص قیمت مصرف‌کننده به شاخص قیمت آب بر حجم آب سرانه است. به گونه‌ای‌که با افزایش یک درصد در این شاخص به طور میانگین حجم آب سرانه ۱/۲۶ درصد افزایش می‌یابد. براساس نتیجه بدست آمده به‌سادگی می‌توان به رابطه معکوس بین قیمت آب با مصرف آن مطابق با قانون تقاضا پی برد. از دیگر نتایج پژوهش اثر منفی میانگین درجه حرارت سالیانه بر حجم آب سرانه به اندازه ۲/۳۴- درصد است. این نتیجه نشان می‌دهد با افزایش میانگین درجه حرارت سالیانه و به تبع آن، امکان استخراج از ذخایر آبی به دلیل کاهش سطح ایستایی آبخوان و منابع آب زیرزمینی کاهش یافته و در نهایت، حجم آب سرانه کاهش می‌یابد. هم‌چنین، نتایج نشان داد که حداقل مصرف آب یک شهروند ورامینی براساس برآورد الگو، ۱۵۲ لیتر در روز می‌باشد. کشش قیمتی تقاضای خانگی در حالت

نقطه‌ای ، $0/01$ - و در حالت میانگین $0/09$ - به دست آمد. کشتش درآمدی تقاضای آب خانگی در حالت های نقطه ای و میانگین به ترتیب $0/55$ درصد و $0/43$ درصد بدست آمدند. به این ترتیب، برآورد کشتش های قیمتی و درآمدی تقاضای آب خانگی منطقه ورامین با نتایج دیگر مطالعات سازگارند. البته، استفاده از کشتش های میانگین برای تحلیل بیش تر توصیه می شوند. در مجموع، کم کشتش بودن تقاضای آب شرب شهر ورامین در این مطالعه تأیید می شود که این امر، افزون بر ضروری بودن آب، می تواند به ارزان بودن آن نیز مرتبط باشد. به بیان دیگر، نتایج این پژوهش با محاسبه کشتش های تقاضای آب، تأثیر تغییرات قیمت بر مقدار آب نشان داد که آب کالایی ضروری می باشد و سهم کمی از بودجه خانوار را به خود اختصاص داده است. همچنین، با بررسی تأثیر سیاست های قیمت گذاری و شناسایی رابطه نهاده آب با سایر عوامل می توان به مسئولان ذی ربط در تخصیص آب یاری رساند. از دیگر نتایج مهم این پژوهش می توان برای پیش بینی تقاضای آب در آینده و درک تأثیر حذف یارانه های انرژی و یا بستن مالیات بر نهاده های تولید بر چگونگی ترکیب عوامل تولید استفاده کرد.

به پژوهشگران آینده پیشنهاد می شود که در مورد برآورد و مقایسه بین توابع عرضه و تقاضای آب شرب خانگی با آب شرب تجاری، فضای سبز و ... به پژوهش بپردازند. همچنین، پیشنهاد می شود متغیرهای دیگری نظیر اندازه خانوار، میانگین سود خانوارها در مدل اضافه شود تا تأثیر آگاهی به مردم از راه رسانه های گروهی و افزایش سطح سواد خانوارها بر صرفه جویی در مصرف آب بررسی شود.

سپاسگزاری

در پایان از زحمات بی دریغ جناب آقای دکتر سرلک، دکتر هادی غفاری ، داوران و مسئولان محترم نشریه در راستای برطرف نمودن کاستی ها و ارتقاء کیفیت کار قدردانی و سپاسگزاری می شود.

References

- Adibpur, M & Shir Ashtiani. R. (2014). Estimating the Golestan Water Household Demand Function. Quarterly Journal of Economic Models, 26(2):PP. 91-106 (In Persian).
- Al-Quanibet, M & Johnston, R. (1985). Municipal demand for water in Kuwait: methodological Issues and Empirical results. Water Resource Res, 26(4): PP. 433-438.

- Di Cosmo, V. (2011). Are the consumers always ready to pay? a quasi-almost ideal demand system for the Italian water sector. *Water Resource Manage*, 25(2):PP. 465–481.
- Dinar, A. & Yaron, D. (1992). The impact of price on residential water demand and its relation to system design and price structure. *Agricultural Economics*, NO. 6: PP.315-332.
- Dharmaratna, D. & Harris, E. (2012). Estimating Residential Water Demand Using the Stone-Geary Functional Form: The Case of Sri Lanka. *Water Resource Manage*, 26(8): PP.2283–2299.
- Fallahi, M., Ansari, H. & Moghaddas, S. (2012). Assessing the Effective Factors on Household Water Consumption and Its Demand Forecast: Panel Data Method. *Journal of Water and Sewage*, 23(4): PP. 78-87 (In Persian).
- Gaudin, S. (2006). Effect of price information on residential water demand. *Appl. Econ*, Vol.38: PP. 383-393.
- Gaudin, S., Griffin, R & Sickles, R. (2001). Demand specification for municipal water management: evaluation of the stone-geary form. *Land. Econ*, 77 (3): PP.399-422.
- Hensher D., Shore N & Train K. (2005). Households' willingness to pay for water service attributes. *Resour Econ*, 32(4):PP.509–531.
- Mousavi, S. N. Mohammadi, H. & Boostani, F. (2010). Estimating Urban Water Demand Function, Case Study: Marvdasht Town, *Journal of Water and Sewage*, 21(74): PP.94-90.(In Persian)
- Nauges, C. & Martinez-Espineira .(2004). Is all domestic water consumption sensitive to price control?. *Appl. Econ*, vol. 36:PP. 1697-1703.
- Parker, J. M. & Wilby, R. L. (2013). Quantifying household water demand: A review of theory and practice in the UK. *Water Resources Management*, 27(4): PP. 981-1011.
- Romano, G., Nicola, S & Andrea, G. (2014). Estimating the Determinants of Residential water Demand in Italy, 6 (10): PP. 2929-2945.
- Sajjadifar, C.H & KHiabani, N. (2011). Modeling the City's Household Water Demand Using a Randomized Factor Model Model Case Study: Arak. *Journal of Water and Sewage*, 22(3): PP.68- 59. (In Persian).
- Tabesh, M., Behbodian, P. & Beigi, S. (2014). Long-term Prediction of Drinking Water Demand (Case Study: Neishabur City), 10(3): PP.14-25 (In Persian).

پیوست‌ها

جدول ۱- نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته.

مرتبه انباشتگی	آماره	متغیر
I(۰)	-۴/۲۴۳ (۰/۰۱۳)	WATERP
I(1)	-۵/۱۳۷ (۰/۰۰۱)	YTEH
I(0)	-۱۲/۰۴ (۰/۰۰۰)	POTH
I(۱)	-۶/۲۸۶ (۰/۰۰۰)	ATEMP

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۲- نتایج معیار اکائیک و شوارتز در تعیین وقفه بهینه مدل.

وقفه	AIC	SC
۰	-۱۱/۸۴۷	-۱۱/۶۶۳
۱	-۲۴/۳۶۶	-۲۳/۴۴۹
۲	-۳۹/۳۸۷	*-۳۷/۷۳۸

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۳- نتایج تخمین ضرایب کوتاه مدت مدل $ARDL(2, 1, 0, 1)$.

سطح احتمال	آماره t	ضریب	متغیر توضیحی
۰/۰۰۰	۱۱۴/۴۰۲	۱/۷۱۳	WTERP(-1)
۰/۰۰۰	-۵۱/۲۶۴	-۰/۹۲۸	WTERP(-2)
۰/۰۰۱	۴/۷۶۳	۰/۰۷۹	YTEH
۰/۰۰۳	۳/۲۵۳	۰/۰۳۹	YTEH(-1)
۰/۰۰۰	۱۳/۰۶۳	۰/۲۷۱	POTH
۰/۰۰۰	۱۶/۸۹۹	۰/۸۶۹	ATEMP
۰/۰۰۰	-۲۱/۲۹۷	-۱/۳۷۳	ATEMP(-1)
۰/۰۰۰	۱۶/۲۳۸	۱/۶۷۵	C

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۴- نتایج آزمون باند پسران و شین.

مقادیر حدود بحرانی F (با عرض از مبدأ و بدون روند)			
۱۰ درصد		۵ درصد	
I(۱)	I(۰)	I(۱)	I(۰)
۳/۷۷	۲/۷۲	۴/۳۵	۳/۲۳

آماره F محاسبه شده: ۱۶۳/۴۰۲

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۵- نتایج آزمون فروض کلاسیک.

آزمون F		آزمون LM		فروض کلاسیک
احتمال	آماره	احتمال	آماره	
۰/۰۵۵	۵/۷۸۲	۰/۱۱۷	۲/۴۲۶	آزمون خود همبستگی سریالی
۰/۰۱۵	۶/۸۵۱	-	-	آزمون رمزی برای شناسایی شکل تبعی مدل
۰/۴۶۶	۱/۵۲۳	-	-	آزمون توزیع نرمال جملات اخلاص
۰/۴۷۱	۰/۹۷۵	-	-	آزمون ناهمسانی واریانس

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۶- نتایج آزمون بلندمدت $ARDL(2, 1, 0, 1)$.

سطح احتمال	آماره t	ضریب	متغیر توضیحی
۰/۰۰۰	۲۲/۹۵۲	۰/۵۵۱	YTEH
۰/۰۰۰	۱۰/۳۵۴	۱/۲۶۵	POTH
۰/۰۰۰	-۱۶/۸۸	-۲/۳۴۶	ATEMP
۰/۰۰۰	۶۹/۸۲۵	۲۴/۹۷۵	C

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۷- نتایج تصحیح خطا.

سطح احتمال	آماره t	انحراف معیار	ضریب	متغیر
۰/۰۰۰	۵۱/۲۶۴	۰/۰۱۸	۰/۹۲۸	Dwaterp
۰/۰۰۰	۴/۷۶۳	۰/۰۱۶	۰/۰۷۹	Dyteh
۰/۰۰۰	۱۳/۰۶۳	۰/۰۰۲	۰/۲۷۱	Dpoth
۰/۰۰۰	۱۶/۸۹۹	۰/۰۰۵۱	۰/۸۶۹	Datemp
۰/۰۰۰	-۲۰/۲۶۲	۰/۰۱۰	-۰/۲۱	ECM(-1)

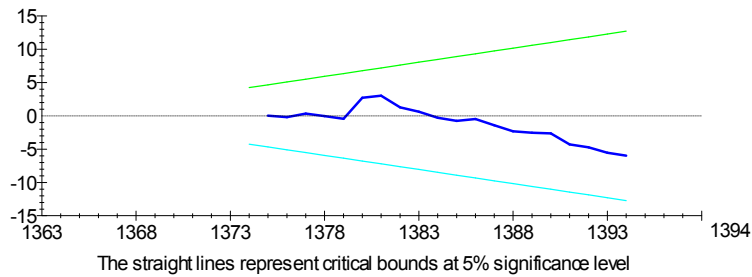
منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۸- کشش‌های قیمتی و درآمدی.

درآمدی	قیمتی	نوع کشش
٪ ۰/۵۵	-۰/۰۱	کشش نقطه‌ای
٪ ۰/۴۳	-۰/۰۹	کشش میانگین

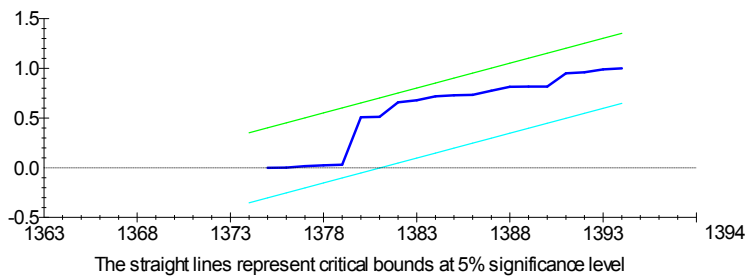
منبع: یافته‌های پژوهش

Plot of Cumulative Sum of Recursive Residuals



نمودار ۱- آزمون پسماند تجمعی.

Plot of Cumulative Sum of Squares of Recursive Residuals



نمودار ۲- آزمون مجذور پسماند تجمعی.