ارزیابی عوامل مؤثر بر مصرف آب شرب خانوار و پیش‌بینی تقاضای آن: روش داده‌های تابلویی

محمدعلی فلاحی[1] حسین انصاری[2] سعیده مقدس[3]

(دریافت ۸۹/۲/۳۰ آخرین اصلاحات ۹۰/۷/۱۰ پذیرش۹۰/۷/۱۵)

چکیده

روند افزایشی تقاضا برای آب در همه مناطق جهان مسئله‌ای اجتناب ناپذیر است. با توجه به رشد جمعیت، گسترش صنعت، بالارفتن سطح بهداشت و رفاه عمومی، سرانه منابع تجدید شونده مانند آب، رو به کاهش است. دراین تحقیق تقاضای آب از تابع مطلوبیت استون-گری استخراج و با استفاده از روش اقتصاد سنجی مدل اثرات تصادفی برآورد شد. داده‌ها به‌صورت تابلویی و سالانه بوده و مربوط به ۲٦٦ خانوار شهر نیشابور طی دوره زمانی ۱۳۸۲ تا ۱۳۸٦ بود. با استفاده از متغیرهای قیمت متوسط، درآمد سرانه، شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی و متوسط درجه حرارت هوا، تابع تقاضای آب شرب خانوار برآورد شد. نتایج نشان داد که کشش قیمتی۰/۱۵-، کشش درآمدی۰/۱۵ و کشش متقاطع ۰/۰۰۰۲۵- است. بررسی‌ها در مجموع، کم کشش بودن تقاضای آب خانوار نسبت به درآمد و قیمت و نیز مکمل بودن آب با سایر کالاها را تأیید نمود. به علاوه متوسط دمای هوا در مدل برآورد شده معنی‌دار نبود. به‌منظور 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.

واژه‌های کلیدی: تقاضای آب، تابع مطلوبیت استون-گری، داده‌های تابلویی، اثرات تصادفی، پیش‌بینی، نیشابور

Evaluating Effective Factors on Household Water Consumption and Forecasting its Demand: Panel Data Approach

Mohammad Ali Falahi [1] *Hossein Ansari [2]* *Saiedeh Moghaddas [3]*

(Received May 20, 2010 Revised Oct. 02, 2011 Accepted Oct. 07, 2011)

Abstract

The increasing trend of water demand is an inevitable problem all over the world. Considering the population growth, industry development, improvement of sanitation level and public welfare, renewable resources per capita like water is decreasing. In this paper, water demand is derived using Stone-Geary function and it is estimated using the random effects model. The used data is panel and yearly and is related to 266 household during 1382-1386 in Neishabour.Water demand is estimated using average price, income per capita, price index of goods and services and average temperature variables. The price elasticity is -0.15, income elasticity is 0.15 and cross-elasticity is -0.00025. It is shown that water demand has low elasticity with respect to income and price and it is complementary with other goods. Furthermore, the average temperature is not significant. Three scenarios are used to forecast water consumption. The results show that if the price of water does not increase, the water consumption per capita of household will increase with increase of income per capita. Also an increase in tariffs will decrease the per capita water consumption household.

Keywords: Water Demand, Stone-Geary Utility Function, Panel Data, Random Effects, Forecasting, Neishabour.

۱- دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد (نویسنده مسئول) ۸۸۰۵۳۱۱ (۰۵۱۱)
falahi@um.ac.ir
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- کارشناس ارشد اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد

1. Assoc. Prof. of Economics, Ferdowsi University of Mashhad (Coresponding Author) (+98 511) 8805311 falahi@um.ac.ir
2. Assoc.. Prof. of Water Eng., Ferdowsi University of Mashhad
3. M.Sc. of Economics, Ferdowsi University of Mashhad

۱- مقدمه

آب به‌عنوان یک کالای اقتصادی- اجتماعی است که هرچند از منابع تجدید شونده به‌شمار می‌رود اما مقدار آن محدود است. با توجه به رشد جمعیت، گسترش صنعت، بالا رفتن سطح بهداشت و رفاه عمومی، سرانه منابع تجدید شونده رو به کاهش است. نظر به رشد جمعیت در ایران پیش‌بینی می‌شود سرانه منابع آب تجدید شونده سالانه تا سال ۱۴۰۰، به حدود ۸۰۰ متر مکعب کاهش یابد که پایین‌تر از مرز کم آبی یعنی ۱۰۰۰ متر مکعب است. نزولات جوّی کشور علاوه بر کم بودن توزیع مکانی، بسیار ناهمگن است به‌طوری که فقط ۰/۰۱ از مساحت ایران بارشی بیش از ۱۰۰۰ میلی‌متر دارد و ۲۸ درصد سطح کشور از بارش سالانه کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر برخوردار است. همچنین از ۴۱۵ میلیارد متر مکعب نزولات سالیانه در ایران حدود ۷۰ درصد آن تبخیر می‌شود[۱].

علاوه بر محدودیت مقدار منابع آب، هزینه‌های استحصال آب و محدودیت منابع مالی نیز طرحهای توسعه منابع آب جدید را با مشکل مواجه کرده است. محدودیت منابع قابل استحصال در کشور، هزینه سنگین طرحهای جدید توسعه منابع آب و از طرف دیگر آثار محیط زیستی و اجتماعی آنها، از جمله دلایلی هستند که مدیریت تقاضا را به‌عنوان حلقه مکمل مدیریت تولید برای کمک به حل مشکلات موجود ضروری نموده است. بیشترین مصرف آب در شهرها مربوط به مصارف خانگی مانند آشامیدن، پخت و پز، ظرفشویی، مصارف بهداشتی، کولر و غیره است. مقدار مصرف آب در بخش خانگی به‌طور کلی تحت تأثیر رفاه اقتصادی و الگوی مصرف جامعه است. در شهرهای بزرگ که مردم بیشتر به بهداشت توجه دارند و از نظر مالی در سطح بالاتری هستند، مصرف روزانه آب بیشتر است. بر اساس برآورد وزارت نیرو و با توجه به شرایط آب و هوایی ایران حدود متوسط مصرف سرانه خانگی بدون در نظر گرفتن آب مورد نیاز برای فضای سبز منازل در سال ۱۳۹۵ معادل ۷۵ تا ۱۵۰ لیتر در شبانه روز پیشنهاد شده است[۲].

۲- ادبیات نظری تحقیق

تقاضای آب شهری شامل تقاضا برای مصارف خانگی، صنعتی، تجاری و عمومی است. تقاضای آب خانگی به استفاده از آب توسط خانوارها در داخل یا خارج از محدوده مسکونی گفته می‌شود. مصرف داخلی شامل بهداشت فردی، پخت و پز، شستن لباس، ظروف و غیره است. مصارف بیرونی شامل آبیاری باغچه، شستن اتومبیل، حیاط و غیره است. در تعیین الگوی مصرف معمولاً مصارف داخلی آب از ضرورت و اهمیت بیشتری برخوردار هستند. متغیرهای تأثیرگذار بر تقاضای آب خانگی به شرح زیر است:

۲-۱- قیمت آب

تقاضای آب در بیشتر مطالعات، بی‌کشش اما مخالف صفر برآورد شده است زیرا آب کالایی ضروری و بدون جانشین است. لذا قیمتها قادراند در مدیریت تقاضای آب دارای نقش باشند. برای تعیین قیمت یک واحد مصرف آب دو گزینه قیمت نهایی یعنی نرخ آخرین بلوکی که مصرف کننده در آن قرار دارد و قیمت متوسط وجود دارد[۳]. براساس نظریه اقتصادی بهتر است قیمت نهایی مورد استفاده قرار گیرد اما برای آب هزینه نهایی مشخص نیست. لذا در عمل از قیمت متوسط استفاده می‌شود که از تقسیم کل مبلغ صورتحساب بر کل مصرف به‌دست می‌آید[۴].

۲-۲- درآمد

در مطالعاتی که از داده‌های کل به‌منظور برآورد تابع تقاضا استفاده می‌شود، معمولاً درآمد خانوار از تقسیم درآمد پولی منطقه بر تعداد خانوارها به‌دست می‌آید. در مطالعاتی که از مختصات خانوارها استفاده می‌کنند، معمولاً از متغیری که ارزش دارایی‌ها را بیان می‌کند (ارزش منزل مسکونی) استفاده می‌شود که می‌تواند به‌عنوان شاخصی از درآمد به‌کار رود. با محاسبه نرخ بهره‌ای که به ارزش منزل مسکونی تعلق می‌گیرد و توجه به سهم هزینه مسکن در کل هزینه خانوار، شاخص درآمد برآورد می‌شود[۵].

۲-۳- متغیرهای جوّی

مصارف آب خانگی به‌خصوص برای مصارف بیرونی مانند آبیاری چمن، شستشوی ماشین، سیستم خنک کننده و یا پرکردن استخر شنا یک الگوی مشخص فصلی را نشان می‌دهد. در واقع در تابستان متوسط مصرف آب روزانه برای فعالیتهای خارج از منزل ممکن است به بیش از دو برابر زمستان برسد. بنابراین متغیر جوی یکی از عوامل تأثیرگذار بر مصرف آب است و می‌توان متغیرهای مختلفی مانند متوسط میزان بارندگی و یا متوسط دمای هوا را به‌عنوان متغیر جوی وارد مدل تقاضای آب نمود[۶].

۲-۴- شرایط جمعیتی منطقه و ترکیب خانوار

شرایط جمعیتی مانند بعد خانوار، بر مصرف کالاها از جمله آب مؤثر است. میزان مصرف آب با افزایش بعد خانوار افزایش می‌یابد ولی درصد افزایش آن کمتر از درصد افزایش جمعیت یا بعد خانوار است[۷]. از نظر ترکیب خانوار نیز در بعضی جوامع افرادی که بیشتر از ۶۴ سال سن دارند، در مقایسه با افرادی که سن آنها بین ۵۵ تا ۶۴ سال است، آب بیشتری مصرف می‌کنند. دلیل این است که سن بازنشستگی ۶۵ سال و بالاتر است و این افراد بیشتر در

منزل بوده و کارهای باغبانی انجام می‌دهند، بنابراین مصرف آب آنها بالاتر خواهد بود[۸]. همچنین کودکان کمتر از ۱۰ سال، ۲/۵ برابر نوجوانان بین ۱۰ تا ۲۰ سال و ۱/۴ برابر بالغین بالای ۲۰ سال آب مصرف می‌کنند[۹].

۲-۵- مختصات منازل مسکونی

تعداد حمام و یا وسایل خانگی نظیر ماشین لباسشویی، ماشین ظرفشویی و غیره می‌تواند بر مصرف آب خانوار مؤثر باشد. طول عمر منزل مسکونی بر تقاضای آب تأثیر مثبت دارد زیرا منازل مسکونی جدید بیشتر به‌شکل آپارتمان بوده و طراحی چشم اندازها کاهش می‌یابد. همچنین به‌علت پیشرفت تکنولوژی، لوله‌کشی ساختمان کاراتر شده است[۶].

۲-۶- فاصله زمانی دریافت صورتحساب و نوع تعرفه‌ها

خانوارهایی که با فاصله زمانی کمتر صورتحساب خود را دریافت می‌کنند، رابطه بین صورتحساب دریافتی و میزان مصرف خود را بهتر درک نموده و نسبت به آن واکنش بیشتری نشان می‌دهند. بنابراین هر چه تعداد صورتحسابهای دریافتی بیشتر باشد، مصرف آب کمتر خواهد بود. همچنین نوع تعرفه‌ها عامل مهمی در تقاضای آب به‌شمار می‌رود. کاربرد تعرفه‌های بلوکی فزاینده، مصرف آب را کاهش می‌دهد[۱۰].

۲-۷- سیاست‌های مدیریت تقاضا

برنامه‌های صرفه‌جویی و آموزشهای عمومی، تقاضای آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کاهش عمده در مصرف آب زمانی رخ می‌دهد که قیمتها و سطح آگاهی مردم همزمان افزایش یابد.

۲-۸- عوامل هیدرولیکی

یکی از مهم‌ترین عوامل هیدرولیکی که بر مصرف آب تأثیر دارد، میزان فشار شبکه آب است. به‌طور طبیعی فشار بالا باعث مصرف بیش از حد می‌شود. همچنین تعداد حوادث، ترکیدگی‌ها، نشت آب و عواملی از این قبیل بر مقدار آب مصرفی اندازه‌گیری شده مؤثر است اما آمار مناسبی در این زمینه موجود نیست.

۲-۹- عوامل فرهنگی- اجتماعی

در تحقیقاتی که در برخی از کشورهای غیر مسلمان صورت گرفته است، مصرف آب در روزهای دوشنبه تا جمعه اندکی با شنبه و یکشنبه متفاوت است زیرا این دو روز به تفریح و استراحت اختصاص داده می‌شود. تعطیلات ملی، مسابقات ورزشی و دیگر وقایع خاص ممکن است بر میزان مصرف آب تأثیر داشته باشد. چگونگی این آثار به آداب و رسوم و شرایط محلی هر منطقه بستگی دارد [۱۱]. در جدول ۱ نتایج به‌دست آمده از برآورد تقاضای آب شرب به تفکیک مطالعات داخلی و خارجی، نوع داده‌ها، الگو و روش برآورد ارائه شده است.

از مجموع مطالعات انجام گرفته در داخل و خارج از کشور در زمینه برآورد تابع تقاضای آب خانوار می‌توان مشاهده نمود که در اکثر تحقیقات، کشش قیمتی منفی و کشش درآمدی مثبت و هر دو کوچک‌تر از یک است. به این ترتیب آب به‌عنوان یک کالای نرمال و ضروری در نظر گرفته می‌شود.

هدف این مقاله بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای آب شرب خانوار و پیش‌بینی آن در شهر نیشابور بود. در این راستا تلاش شد تا کشش‌های قیمتی، درآمدی و متقاطع تعیین گردد. همچنین با طرح سناریوهای مختلف، مصرف آب شرب در این شهر تا سال ۱۳۹۰ پیش‌بینی شد. در اینجا خاطر نشان می‌گردد که تاکنون تابع تقاضای آب برای شهر نیشابور به‌روش داده‌های تابلویی برآورد نشده است.

۳- مواد و روشها

۳-۱- موقعیت جغرافیایی و اقلیمی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، شهر نیشابور در استان خراسان رضوی بود. متوسط حرارت سالانه در نیشابور ۱۴/۲ درجه سلسیوس و گرم‌ترین روزها در تیرماه و سردترین روزها در دی ماه است. حداکثر دمای سالانه، ۴۳ و حداقل ۲۵- درجه سلسیوس ثبت شده است. میانگین بارندگی سالانه در این شهر ۲۲۳/۴۷ میلی‌متر است. بیشترین ریزش باران در فصل زمستان و بهار صورت می‌گیرد و در ماههای تابستان، بارندگی حداقل و تا حدود صفر گزارش شده است[۱۲].

۳-۲- استخراج تابع تقاضای آب از تابع مطلوبیت استون-گری[1]

بر اساس تابع مطلوبیت استون-گری پس از حداکثر نمودن تابع مطلوبیت نسبت به قید بودجه و با استفاده از روش لاگرانژ، تابع تقاضا را می‌توان استخراج کرد[۱۳]. در این صورت تابع تقاضای مذکور به‌شکل زیر در می‌آید

$$Q_1 = \theta_0 + \theta_1\left(\frac{M}{P_1}\right) + \theta_2\left(\frac{P_2}{p_1}\right) \qquad (۱)$$

[1] Stone-Geary

که در این رابطه Q_1 مقدار تقاضا و یا مصرف آب آشامیدنی برحسب مترمکعب، M بودجه و یا درآمد اسمی مصرف کننده برحسب ریال، P_1 قیمت اسمی یک مترمکعب آب آشامیدنی برحسب ریال و P_2 قیمت اسمی سایر کالاها و خدمات مصرفی برحسب شاخص است. با توجه به مفروضات تابع مطلوبیت استون-گری در تابع تقاضای به‌دست آمده، θ_0 و θ_1 دارای علامت مثبت و θ_2 دارای علامت منفی است. به‌عبارت دیگر، تقاضای آب نسبت به تغییرات درآمد واکنش مثبت و نسبت به قیمت سایر کالاها و قیمت آب واکنش منفی نشان می‌دهد.

جدول۱- کشش قیمتی و درآمدی تقاضای آب شرب در نقاط مختلف دنیا [۶،۳ و ۱۴-۳۱]

پژوهشگر	سال	کشش قیمتی	کشش درآمدی	نوع داده‌ها	الگوی برآورد	روش برآورد
مطالعات داخل کشور						
موسوی وهمکاران	۱۳۸۹	-۰/۸۸	-	سری زمانی*	خطی،لگاریتمی	مربعات معمولی
صبوحی و نوبخت	۱۳۸۸	-۰/۳۲۱ تا -۰/۸	۰/۱۶۵تا۰/۲۸۹	سری زمانی	استون-گری	مربعات معمولی
سجادی‌فر	۱۳۸۴	-۰/۰۶ تا -۰/۳۷	۰/۱۰ تا ۰/۶۱	داده‌های تابلویی**	استون-گری	مربعات تعمیم یافته
حسینی و پژویان	۱۳۸۲	-۰/۱۲	۰/۲۰	سری زمانی	استون-گری	متغیرهای ابزاری
سراوانی	۱۳۸۲	-۰/۱۶	-	سری زمانی	خطی	مربعات معمولی
شهرکی	۱۳۸۲	-۰/۴۲	۰/۵۴	داده‌های تابلویی	لگاریتمی	مربعات معمولی
اکبری و محمدی	۱۳۷۹	-۰/۱۷ تا -۰/۳۶	۰/۰۱ تا ۰/۱۲	داده‌های تابلویی	خطی	مربعات معمولی
رستم‌آبادی	۱۳۷۹	-۰/۲	۰/۲	سری زمانی	لگاریتمی	مربعات معمولی
موحدی	۱۳۷۷	-۰/۴۹	۰/۰۲۸	داده‌های تابلویی	خطی	مربعات دو مرحله‌ای
مطالعات خارج کشور						
زایاونگ و همکاران[1]	۲۰۰۸	-۰/۷۰ تا -۰/۹۴	۰/۵۰ تا ۰/۶۰	داده‌های تابلویی	غیرخطی	مربعات معمولی
رویجس و همکاران[2]	۲۰۰۸	-۰/۴۵ تا -۰/۵۰	۰/۳۹ تا ۰/۴۲	سری زمانی	نیمه لگاریتمی،خطی	مربعات معمولی و دو مرحله ای
رویجس	۲۰۰۷	-۰/۲	۰/۱۹	سری زمانی	خطی	مربعات معمولی
مارتینز- اسپینرا[3]	۲۰۰۷	-۰/۵	-	سری زمانی	خطی	روش هم انباشتگی
ناگز[4] و استراند[5]	۲۰۰۷	-۰/۴ تا -۰/۷	۰/۲۳ تا ۰/۳۰	سری زمانی	لگاریتمی	مربعات معمولی
جانسن[6] و شولتز[7]	۲۰۰۶	-۰/۲۳ تا -۰/۹۹	-	داده‌های تابلویی	نیمه لگاریتمی	مربعات دو مرحله ای
خاوام و همکاران[8]	۲۰۰۶	-۰/۱۸ تا -۰/۲۹	۰/۸۱ تا ۰/۹۴	داده‌های تابلویی	خطی	مربعات معمولی
ناگز و وان دن برگ[9]	۲۰۰۶	-۰/۷۴	۰/۱	داده‌های تابلویی	نیمه لگاریتمی	مربعات معمولی
ورتینگتن و همکاران[10]	۲۰۰۶	-۰/۱۲۶	-	داده‌های تابلویی	خطی	مربعات معمولی
هافمن و همکاران[11]	۲۰۰۷	-۰/۵۰۷	۰/۲۳۵	داده‌های تابلویی	نیمه لگاریتمی	مربعات معمولی
مازانتی[12] و مونتی نی[13]	۲۰۰۵	-۰/۹۹ تا -۱/۳۳	۰/۴۰ تا ۰/۷۱	داده‌های تابلویی	مربعات معمولی	مربعات معمولی

*داده‌های سری زمانی عبارت‌اند از مجموعه مشاهداتی که بر اساس فواصل مشخص زمانی مرتب شده باشند.

**داده‌های تابلویی عبارت‌اند از مجموعه مشاهداتی از یک سری واحدهای مشخص که طی زمان جمع‌آوری شده‌اند.

[1] Xayavong et al.
[2] Ruijs et al.
[3] Martinez-Espineira
[4] Nauges
[5] Strand
[6] Jansen
[7] Schulz
[8] Khawam et al.
[9] Van den berg
[10] Worthington et al.
[11] Hoffmann et al.
[12] Mazzanti
[13] Montini

از جمله نکات جالب توجه تابع استون-گری این است که بنا به اقتضای موضوع تحقیق می‌توان هر متغیر دلخواه که احتمال می‌رود در روند تابع تقاضا و شکل‌گیری آن نقش داشته باشد را وارد تابع نمود. در حقیقت این تابع کاملاً انعطاف‌پذیر است. تقاضای آب در شرایط وجود متغیر جوّی (متوسط دمای هوا) به‌صورت زیر است

$$Q_1 = \theta_0 + \theta_1\left(\frac{M}{P_1}\right) + \theta_2\left(\frac{P_2}{P_1}\right) + \theta_3 w + \varepsilon \qquad (۲)$$

که در این رابطه

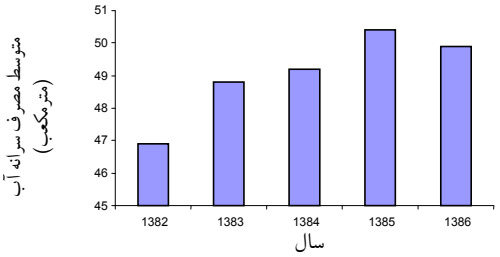
W متوسط درجه حرارت هوا و ε جزء اخلال است.

در این مطالعه از روش داده‌های تابلویی[1] برای برآورد مدل استفاده شد. مدل‌های مختلفی برای برآورد روابط اقتصادی با استفاده از داده‌های تابلویی توسط متخصصان اقتصادسنجی ارائه شده‌اند[۳۲]. داده‌ها مربوط به یک نمونه ۲۶۶ عضوی متعلق به مشترکان مسکونی شهر نیشابور با قطر انشعاب ۰/۵ اینچ بود که به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. شروع دوره به‌صورت سالانه از ابتدای سال ۱۳۸۲ تا سال ۱۳۸۶ در نظر گرفته شد.

۳-۳- نحوه جمع‌آوری آمار

۳-۳-۱- مصرف سرانه

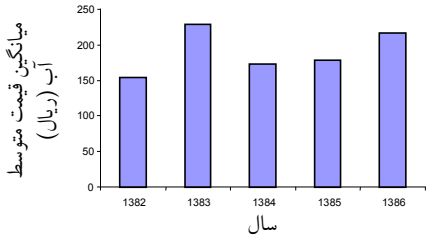
با مراجعه به سازمان آب و فاضلاب استان خراسان رضوی، میزان مصرف آب نمونه انتخابی طی دوره مطالعه یعنی فروردین ۱۳۸۲ تا اسفند ۱۳۸۶ استخراج گردید به این صورت که برای هر مشترک، مصرف سالانه وی از مجموع مصارف ۶ دوره موجود در هر سال به‌دست آمد. از تقسیم مصرف سالانه بر تعداد ساکنان هر واحد مسکونی (بعد خانوار)، مصرف سرانه سالانه آب برای هر مشترک محاسبه شد. در شکل ۱ روند تغییرات متوسط مصرف سرانه نمونه نشان داده شده است. مقدار مصرف سرانه طی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۵ روند صعودی و در سال ۱۳۸۶ روند نزولی داشته است.



شکل ۱- روند تغییرات متوسط مصرف سرانه آب شهر نیشابور طی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶

۳-۳-۲- قیمت متوسط آب برای هر متر مکعب

این قیمت با استفاده از تعرفه‌های موجود که به‌صورت جداول قیمتی و به‌ازای مصارف مختلف ماهانه تنظیم شده و در سازمان آب و فاضلاب استان موجود است، استخراج شد. پس از مشخص کردن مصارف ماهانه هر مشترک و مراجعه به جدول قیمتی سال مزبور، قیمت متوسط آب برای هر مترمکعب به‌دست آمد. شکل ۲ روند تغییرات میانگین قیمت متوسط پرداختی هر خانوار برای آب شرب شهر نیشابور در نمونه مورد بررسی را نشان می‌دهد. در دوره مطالعه، قیمت متوسط آب به‌ازای هر متر مکعب افزایش داشته است.



شکل ۲- روند تغییرات میانگین قیمت متوسط پرداختی آب خانوار شهر نیشابور طی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶

۳-۳-۳- متوسط درآمد اسمی سرانه

به‌دلیل عدم دسترسی به رقم درآمد مربوط به خانوارهای نمونه و با توجه به اینکه از طریق پرسشنامه نیز احتمال به‌دست آوردن صحیح این ارقام بسیار ضعیف بود، متغیر جانشین[2] برای درآمد با استفاده از روش زیر محاسبه شد. اطلاعات مربوط به مسکن خانوار از قبیل مساحت کل زمین، مساحت زیربنا و تعداد واحدها از طریق پرسشنامه به‌دست آمد. سپس با مراجعه به اتحادیه املاک نیشابور، متوسط اجاره ماهانه یک مترمربع زیربنا طی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶ جمع‌آوری شد. از تقسیم مبالغ اجاره مسکن بر سهم هزینه سالانه مسکن در کل هزینه خانوار شهری استان خراسان رضوی، برآوردی از کل هزینه‌های مصرفی سالانه خانوار به‌دست آمد. آنگاه با تقسیم این مقدار بر تعداد ساکنان واحد مسکونی، هزینه سرانه مصرف کنندگان نمونه محاسبه شد که به‌عنوان جانشینی از متوسط درآمد اسمی سرانه سالانه استفاده شد. شکل ۳ متوسط درآمد سرانه خانوارهای شهر نیشابور را در نمونه نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، متوسط درآمد سرانه طی دوره تحقیق در حال افزایش است.

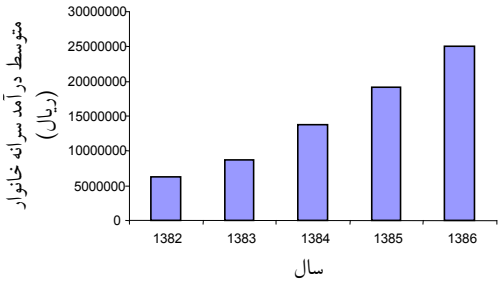
۳-۳-۴- قیمت سایر کالاهای مصرفی

از شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی در استان خراسان رضوی به قیمت سال پایه ۱۳۷۶ که به‌صورت سالانه توسط بانک مرکزی محاسبه شده، به‌عنوان جانشین قیمت سایر کالاهای مصرفی

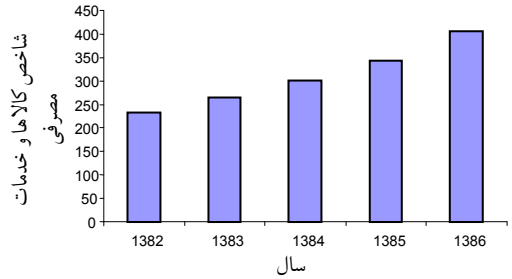
[1] Panel Data

[2] Proxy

استفاده شد. شکل۴ تغییرات شاخص را طی دوره تحقیق نشان می‌دهد.



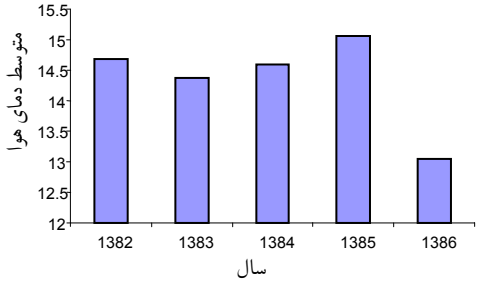
شکل۳- روند تغییرات متوسط درآمد سرانه خانوار شهر نیشابور طی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶



شکل۴- روند تغییرات شاخص کالاها و خدمات مصرفی طی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶

۳-۳-۵- متوسط دمای هوا

از متوسط درجه حرارت ماههای مختلف هرسال طی دوره مورد مطالعه برای شهر نیشابور که در سالنامه آماری استان خراسان رضوی موجود است، استفاده و سپس میانگین دمای ماهانه هر سال محاسبه شد. شکل۵ تغییرات متوسط دمای هوا را در دوره تحقیق نشان می‌دهد.



شکل۵- روند تغییرات متوسط دمای هوای شهر نیشابورطی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶

۴- نتایج و بحث

۴-۱- برآورد مدل

مدل نهایی به‌منظور برآورد به‌صورت زیر معرفی می‌شود

(۳)

$$Perc_{it} = \theta_0 + \theta_1\left(\frac{PerI_{it}}{AP_{it}}\right) + \theta_2\left(\frac{CPI_{it}}{AP_{it}}\right) + \theta_3 Temp_t + U_{it}$$

$t=1,\ldots,5 \; ; \; i=1,\ldots,266$

که در این رابطه

Perc مقدار مصرف سرانه سالانه آب آشامیدنی برحسب مترمکعب، PerI درآمد سرانه سالانه برحسب ریال، AP متوسط قیمت یک مترمکعب آب آشامیدنی در هر سال برحسب ریال، CPI شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی استان خراسان رضوی به‌عنوان تقریبی برای قیمت سایر کالاها و Temp متوسط درجه حرارت ماهانه در هرسال برحسب سلسیوس است.

حال اگر متغیرهای مستقل الگو به‌صورت زیر در نظر گرفته شوند

$$Inc_{it} = \left(\frac{PerI_{it}}{AP_{it}}\right) \qquad price_{it} = \left(\frac{CPI_{it}}{AP_{it}}\right)$$

رابطه ۴ حاصل می‌گردد

$$Perc_{it} = \theta_0 + \theta_1 Inc_{it} + \theta_2 Price_{it} + \theta_3 Temp_t + U_{it}$$
$$0 < \theta_1 < 1 \; ; \; \theta_2 < 0 \; ; \; \theta_3 > 0 \qquad (۴)$$

نتایج به‌دست آمده از برآورد با روشهای مختلف در چارچوب الگوی جزء خطای یک جانبه[1] داده‌های تابلویی برای تقاضای آب شرب نیشابور به‌منظور مقایسه، در جدول۲ آورده شده است.

۴-۲- نتایج آزمون‌ها

از آزمون F برای بررسی اینکه مدل به‌صورت داده‌های ترکیبی[2] باشد یا داده‌های تابلویی، استفاده شد. نتایج به‌دست آمده از این آزمون نشان داد که فرض صفر یعنی عدم وجود اثرات فردی (داده‌های ترکیبی) رد و مدل به‌صورت داده‌های تابلویی پذیرفته می‌شود (جدول۳). مدل داده‌های تابلویی را می‌توان به‌صورت زیر در نظر گرفت

$$y_{it} = \alpha + x_{it}\beta + u_{it} \qquad (۵)$$

که در این رابطه

i نشان‌دهنده واحد و t زمان است. جزء اخلال u_{it} نیز دارای ساختار زیر است

$$u_{it} = \mu_i + V_{it} \qquad (۶)$$

که در این رابطه

[1] One-Way Error Component
[2] Pooled Data

جدول۲- نتایج برآورد تابع تقاضای آب شرب نیشابور از روشهای مختلف

روش برآورد	θ_1	θ_2
حداقل مربعات معمولی	۰/۰۰۰۰۹۶۶	-۲۰/۴
اثرات ثابت	۰/۰۰۰۰۸۸۰	-۱۲/۷
اثرات تصادفی (روش والاس[1] و حسین)	۰/۰۰۰۰۹۹۵	-۱۵/۶
اثرات تصادفی (سوامی و اورا[2])	۰/۰۰۰۱۰۱	-۱۶/۷
اثرات تصادفی (ونسبیک[3] و کپتین[4])	۰/۰۰۰۰۹۶۸	-۱۴/۶

منبع: محاسبات تحقیق

μ_i اثر فردی غیرقابل مشاهده مخصوص فرد و V_{it} باقیمانده جزء اخلال است. در اینجا فرض می‌شود که V_{it} با x_{it} همبسته نیست. اگر μ_i به‌صورت پارامترهای ثابت باشند و امکان همبسته بودن با x_{it} وجود داشته باشد، مدل از نوع اثرات ثابت است. اما اگر μ_i تصادفی، دارای توزیع احتمال و مستقل از x_{it} باشد، در آن صورت مدل از نوع اثرات تصادفی است. همچنین در مدل اثرات تصادفی، N واحد به‌طور تصادفی از یک جمعیت بزرگ استخراج می شوند و اثرات فردی دارای خصوصیات تصادفی هستند.

به‌منظور انتخاب میان اثرات ثابت و تصادفی از آزمون هاسمن[5] در سال ۱۹۷۸ استفاده شد. فرض صفر در این آزمون عبارت است از

$$H_0 : E(u_{it} / x_{it}) = 0$$

یعنی u_{it} و بنابراین μ_iها مستقل از x_{it} است و مدل اثر تصادفی را فرض می‌کند. همچنین فرض مقابل $H_1 = E(u_{it} / x_{it}) \neq 0$، مدل اثر ثابت را فرض می‌کند[۳۲].

نتایج این آزمون نشان می‌دهد که فرض صفر یعنی وجود اثرات تصادفی رد می‌شود. اما با توجه به اینکه نمونه مورد بررسی از یک جامعه بزرگ و به‌صورت تصادفی انتخاب شده است و با توجه به نظریه، الگوی اثر تصادفی در نظر گرفته می‌شود (جدول۳).

جدول۳- نتایج آزمون F و هاسمن

آزمون	آماره کی دو	درجه آزادی	سطح احتمال
F	۶/۱۴	(۱۰۶۲و۲۶۵)	۰/۰۰۰
هاسمن	۳۷۹/۴۵	۲	۰/۰۰۰

منبع:محاسبات تحقیق

[1] Wallace
[2] Swamy and Arora
[3] Wansbeek
[4] Kapteyn
[5] Hausman Test

۴-۳- الگوی پیشنهادی

برآورد اولیه تابع تقاضای آب شرب نیشابور با استفاده از مدل اثرات فردی تصادفی(سوامی و اورا) در جدول۴ آمده است.

جدول۴- نتایج برآورد تابع تقاضای آب شرب نیشابور با لحاظ نمودن دما و بدون آن

نام متغیر	مقدار ضریب	آماره t	مقدار ضریب	آماره t
C	۷۳/۹۱	۹/۹۶	۷۰/۹	۷۵/۴
Inc	۰/۰۰۰۱	۱۲/۹	۰/۰۰۰۱	۱۳/۶
Price	-۱۶/۷	-۲۴/۶	-۱۶/۷	-۲۵
Temp	-۰/۱۸	-۰/۳۹	_	_
R^2	۰/۲۸		۰/۲۸	
D-W	۱/۱		۱/۱	

منبع: محاسبات تحقیق

همان‌طور که آماره t نشان می‌دهد تمامی ضرایب دارای علامت مورد انتظار و از نظر آماری کاملاً معنی‌دار هستند. اما دما از نظر علامت مطابق انتظار نیست و از نظر آماری معنی‌دار نیست. بنابراین مجدداً مدل بدون در نظر گرفتن دما و با استفاده از مدل اثرات فردی تصادفی(سوامی و اورا) برآورد شد. نتایج نشان می‌دهند دما اثر معنی‌داری بر مصرف آب شرب خانوار در شهر نیشابور ندارد. همچنین ضریب درآمد مثبت و کوچک‌تر از یک و ضریب قیمت منفی است که مطابق فروض تابع استون-گری است. همچنین آماره دوربین- واتسون[6] وجود همبستگی سریالی میان اجزای اخلال الگو را نشان می‌دهد.

۴-۴- محاسبه کشش قیمتی، درآمدی و متقاطع تقاضا

با توجه به تابع تقاضای برآورد شده و ضرایب به‌دست آمده کشش قیمتی تقاضا، کشش درآمدی تقاضا و کشش قیمتی متقاطع آب محاسبه شد. در جدول۵ کشش قیمتی(E_{1P})، کشش درآمدی(E_{1M}) و کشش متقاطع (E_{12}) تقاضای بلند مدت آب برای خانوارهای شهر نیشابور نشان داده شده است.

جدول۵- کشش‌های تقاضای آب

E_{1P}	E_{1M}	E_{12}
-۰/۱۵	۰/۱۵	-۰/۰۰۰۲۵

منبع: محاسبات تحقیق

نتایج نشان می‌دهند که کشش قیمتی منفی و کوچک‌تر از یک و کشش درآمدی مثبت و کوچک‌تر از یک است. لذا آب شرب خانوار در شهر نیشابور یک کالای ضروری و نرمال است. همچنین

[6] Durbin-Watson Statistic

کشش متقاطع منفی مشخص می‌کند آب شرب خانوار در شهر نیشابور یک کالای مکمل است. طبق تعریف، کالایی که کشش درآمدی آن مثبت باشد کالای نرمال نامیده می شود. حال اگر مقدار این کشش کوچک‌تر از یک باشد کالایی ضروری است. همچنین دو کالا را در صورتی مکمل می گویند که کشش متقاطع بین آنها منفی باشد.

۴-۵- پیش‌بینی مصرف سرانه آب شرب خانگی در نیشابور

در این قسمت پیش‌بینی مصرف سرانه خانگی آب تا سال ۱۳۹۰ با استفاده از سه سناریو انجام شد.

۴-۵-۱- پیش‌بینی مصرف سرانه آب خانوار با استفاده از متوسط نرخ رشد متغیرهای مستقل

با در نظر گرفتن متوسط نرخ رشد متغیرهای مستقل و استفاده از مدل تقاضای آب پیشنهادی، مصرف سرانه آب خانوار برای سالهای ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰ پیش‌بینی شد. متوسط نرخ رشد متغیر مستقل درآمد، ۲۸ درصد و متغیر قیمت، ۱۱ درصد طی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶ در نمونه مورد بررسی بود.

۴-۵-۲- پیش‌بینی مصرف سرانه آب خانوار با ثابت نگه داشتن قیمت آب و افزایش درآمد

در این روش قیمت پرداختی هر خانوار برای یک مترمکعب آب، ثابت فرض شد و درآمد سرانه خانوار بر اساس متوسط نرخ رشد سالهای گذشته (۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶) حدود ۳۶ درصد افزایش یافت. سپس با استفاده از الگوی پیشنهادی، مصرف آب برای سالهای ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰ پیش‌بینی شد.

۴-۵-۳- پیش‌بینی مصرف سرانه آب خانوار با ثابت نگه داشتن درآمد و افزایش قیمت آب

در این روش درآمد سرانه خانوار ثابت فرض شد و قیمت پرداختی هر خانوار برای یک متر مکعب آب بر اساس متوسط نرخ رشد سالهای گذشته (۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶) حدود ۲۰ درصد افزایش یافت. سپس مقدار مصرف سرانه آب برای سالهای ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰ با استفاده از الگوی به‌دست آمده پیش‌بینی شد.

در جدول۶ نتایج پیش‌بینی حاصل از این سه سناریو آورده شده است.

نتایج پیش‌بینی مصرف آب خانوار در شهر نیشابور نشان می‌دهد که با افزایش درآمد و ثابت نگه داشتن قیمت آب در سناریوی دوم، مصرف سرانه آب خانوار افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش قیمت پرداختی برای یک مترمکعب آب در هر خانوار و ثابت نگه داشتن درآمد سرانه خانوار، مصرف آب کاهش می‌یابد. سناریوی اول، کمترین میزان خطا را در پیش‌بینی سال ۱۳۸۷ نشان می‌دهد.

۵- نتیجه‌گیری

برآورد تابع تقاضای آب یکی از روشهای مدیریت تقاضا برای آب است. در این تحقیق با توجه به بحران کمبود آب در اکثر نقاط کشور به‌خصوص در شهر نیشابور، به بررسی عوامل تأثیرگذار بر تقاضای آب شرب خانوارهای نیشابور پرداخته شد. برای تعیین مدل نظری مناسب از تابع مطلوبیت استون-گری استفاده شد.سپس با استفاده از داده‌های تحقیق و الگوی داده‌های تابلویی از نوع اثرات تصادفی، ضرایب مورد نظر برآورد شد. در این مطالعه کشش قیمتی ۰/۱۵- و کشش درآمدی ۰/۱۵ بود. لذا ۱ درصد افزایش در

جدول۶- مصرف حقیقی و پیش‌بینی مصرف سرانه آب خانوار شهر نیشابور طی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۰

سال	مصرف سرانه آب (لیتر در شبانه روز)	مصرف سرانه آب (لیتر در شبانه روز)			قدرمطلق درصد خطا		
		سناریو الف	سناریو ب	سناریو ج	سناریو الف	سناریو ب	سناریو ج
۱۳۸۲	۱۲۹/۶	–	–	–	–	–	–
۱۳۸۳	۱۳۱/۲	–	–	–	–	–	–
۱۳۸۴	۱۳۳/۱	–	–	–	–	–	–
۱۳۸۵	۱۳۵/۵	–	–	–	–	–	–
۱۳۸۶	۱۳۱/۹	–	–	–	–	–	–
۱۳۸۷	۱۲۳/۷	۱۲۶/۹	۱۳۲/۶	۱۳۳/۲	۲/۵	۷/۱	۷/۶
۱۳۸۸	–	۱۲۸/۱	۱۳۳/۸	۱۲۸/۸	–	–	–
۱۳۸۹	–	۱۳۱/۷	۱۳۸/۷	۱۲۵/۱	–	–	–
۱۳۹۰	–	۱۳۸/۳	۱۴۸/۵	۱۲۲	–	–	–

منبع: محاسبات تحقیق

قیمت آب، موجب ۰/۱۵ درصد کاهش در مصرف آب خانوار و ۱ درصد افزایش درآمد خانوار باعث ۰/۱۵ درصد افزایش مصرف آب در شهر نیشابور می‌شود. کشش متقاطع تقاضای آب ۰/۰۰۰۲۵- محاسبه شد، یعنی ۱ درصد افزایش قیمت سایر کالاها موجب کاهش ۰/۰۰۰۲۵ درصد مصرف آب می‌شود.

با کشش یا بی‌کشش بودن تقاضا یکی از مسائل مهم در سیاست‌گذاری دولت در بازار کالاها است. نتایج حاصل از برآورد نشان می‌دهند که تقاضای آب نسبت به تغییرات قیمت آب کم کشش است. این مسئله نشانه حساسیت پایین مقدار تقاضا نسبت به تغییرات قیمت آب است. کشش درآمدی کوچک‌تر از یک و کشش متقاطع منفی نشان می‌دهد آب یک کالای ضروری و مکمل است. با توجه به کشش‌پذیری کم تقاضای آب نسبت به قیمت و درآمد بر اساس مدل برآورد شده می‌توان گفت که قیمت و درآمد تأثیر زیادی بر تقاضای آب نداشته‌اند و این مطلب با طبیعت آب به‌عنوان یک کالای مصرفی ضروری مطابقت دارد. اما نکته مهم این است که صفر نبودن کشش قیمتی آب نشان می‌دهد افزایش تعرفه‌ها می‌تواند به‌عنوان راهکاری در کاهش مصرف آب به‌کار گرفته شود به‌ویژه زمانی که قیمت آب به قیمت واقعی آن نزدیک شود. عدم تطابق بین الگوی مصرف جامعه آماری و تغییر تعرفه‌ها نشان می‌دهد که نه تنها تعرفه‌های موجود، ابزاری مناسب برای کنترل مصرف آب نیستند، بلکه قیمت پایین در نظر گرفته شده در بلوک‌های اولیه که اکثر مصرف کنندگان در این بلوک‌ها قرار دارند، مشترکان را به مصرف بیشتر آب ترغیب می‌کند که با اهداف قیمت‌گذاری آب مغایرت دارد.

در پایان باتوجه به الگو، مصرف آب شرب خانوارهای نیشابور طی سالهای ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۰ پیش‌بینی شد. نتایج نشان می‌دهند که افزایش تعرفه‌ها و گسترش فرهنگ‌سازی برای صرفه‌جویی در مصرف آب طی سالهای اخیر موجب کاهش مصرف سرانه خانوار در شبانه روز می‌شود.

۶- پیشنهادها

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این مطالعه پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

۱- الگوی مصرف پیشنهاد شده از طرف دولت بالاتر از واقعیت موجود در شهر نیشابور است. بنابراین پیشنهاد می‌شود این الگوی مصرف اصلاح شود.

۲- با وجود اینکه کشش قیمتی تقاضای آب خانوار در شهر نیشابور کمتر از یک است، افزایش قیمت آب می‌تواند در کاهش مصرف مؤثر باشد.

۳- کاهش مصرف آب خانوارها در شهر نیشابور طی سالهای اخیر می‌تواند به‌علت فرهنگ‌سازی و گسترش آموزش عمومی در راستای صرفه‌جویی در مصرف آب باشد. بنابراین بهتر است این رویه به‌طور گسترده‌تری در سالهای آینده افزایش یابد.

۴- تعرفه‌های تصاعدی، همچنین جریمه در مصارف بالا در کنترل مصرف آب خانوار نیشابور مؤثر بوده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود برای جلوگیری از افزایش مصرف در سالهای آینده این روشها با جدیت بیشتری دنبال شود.

۵- در نظر گرفتن قیمت صفر برای خانوارهایی که مصرف پایین دارند، روشی مناسب برای تشویق آنها به مصرف کمتر است ولی برای افزایش تعداد این خانوارها بهتر است مشوقهای دیگری نیز در نظر گرفته شود.

۷- مراجع

1- Tajrishi, M., and Abrishamchi, A. (2004). "Management of water resources demand in the country." *The First Congress on Methods of Prevention from Wasting National Resources*, Tehran, 24-41. (In Persian)

2- Sazeh Bastar Company of Khorasan. (2006). *Studies for justification phase of water project for firoozeh County of Neishabour*, Water and Wastewater Company of Khorasan Razavi Province.

3- Movahhedi, F. (1998). "Estimating the water demand function in household sector of Hamadan for water year 1996-1997 using increasing tariff rates system." M.Sc. Thesis, Shahid Beheshti University, Tehran.

4- Foster, H., and Beattie, B. (1981). "On the specification of price in studies of consumer demand under block price scheduling." *J. of Land Economics*, 57(4), 624-629.

5- Burkey, J. (2002). "Residential water demand in the truckee meadows of nevada." M.Sc. Thesis, University of Nevada.

6- Sajjadifar, S.H. (2005). "Economic evaluation of residential water demand (A Case Study of Arak)." M.Sc. Thesis, Institute of Higher Education and Research in Management and Planning.

7- Hoglund, L. (1999). "Household demand for water in Sweden with implications of a potential tax on water use." *J. of Water Resources Research*, 35(12), 53-63.

8- Billings, R.B. (1987). "Alternative demand model estimations for block rate pricing." *J. of Water Resources Bulletin*, 23(2), 341-345.

9- Lyman, R.A. (1992). “Peak and off-peak residential water demand.” *J. of Water Resources Research*, 28(9), 159-167.
10- Young, C.E., Kingsley, K.R., and Sharpe, W.E. (1983). “Impact on residential water consumption of an increasing rate structure.” *J. of Water Resources Bulletin*, 19(1), 81-86.
11- Khosh Kholgh, A. (2003). “Short-run forecasting of urban water consumption using time series analysis.” M.Sc. Thesis, Tehran University.
12- Mousavi, S.H., and Sobhani, M. (2006). *Reporting of water studies of Valiasr in Neishabour*, Water and Wastewater Company of Khorasan Razavi Province.
13- Baumann, D., Boland, J., and Hanemann, M. (1997). “Urban water demand management and planning.” *Library of Congress Cataloguing in Publication Data*, USA.
14- Mousavi, S.N., Mohammadi, H., and Boostani, F. (2010). “Estimation of water demand function for urban households: A case study of Marvedasht.” *J. of Water and Wastewater*, 74, 90-94. (In Persian)
15- Sabouhi, M., and Nobakht, M. (2009). “Estimating water demand function of Pardis.” *J. of Water and Wastewater*, 70, 69-74. (In Persian)
16- Hosseini, S.S., and Pazhooyan, G. (2003). “Estimating the residential water demand function (A case study of Tehran).” *J. of Quarterly Iranian Economic Research*, 5(16), 47-67. (In Persian)
17- Saravani, N. (2003). “Study of household potabale water demand function of birgand.” M.Sc. Thesis, Institute of Management Research and Education, Ministry of Energy, Tehran. (In Persian)
18- Shahraki, G. (2003). “Estimating water demand function of Zahedan.” *Humanism Journal*, 25, 133-146.
19- Akbari, H., and Mohammadi Dinani, M. (2000). “Estimating the potable water demand in city of Kerman.” *J. of Quarterly Iranian Economic Research*, 2(7), 67-78. (In Persian)
20- Rostam Abadi Sofla, A. (2000). “Estimating the water consumption equation for summer and winter seasons in Tehran.” *J. of Plan and Budget*, 5(54), 77-106. (In Persian)
21- Xayavong, V., Burton, M., and White, B. (2008). “Estimating urban residential water-demand with increasing block prices: The case of Perth, Western Australia.” Working Paper 0704, The University of Western Australia.
22- Ruijs, A., Zimmermann, A., and Van Den Berg, M. (2008). “Demand and distributional effects of water pricing policies.” *J. of Ecological Economics*, 66(2-3), 506-516.
23- Ruijs, A. (2007). “Welfare and distribution effects of water pricing policies.” Working Paper, No.92, Wageningen University.
24- Martinez-Espineira, R. (2007). “An estimation of residential water demand using co-integration and error correction techniques.” *J. of Applied Economics*, 5(1), 161-184.
25- Nauges, C., and Strand, J. (2007). “Estimation of non-tap water demand in central American Cities.” *J. of Resource and Energy Economics*, 29(3), 165-182.
26- Jansen, A., and Schulz, C.E. (2006). “Water demand and the urban poor: A study of the factors influencing water consumption among housholds in Cape town, South Africa.” *South African J. of Economics*, 74(3), 593-609.
27- Khawam, W., Virjee, K., and Gaskin, S. (2006). “Water demand management measures: Analysis of water tariffs and metering in barbados.” *J. of Eastern Caribbean Studies*, 31(2), 1-24.
28- Nauges, C., and Van Den Berg, C. (2006). “Water markets, demand and cost recovery for piped water supply services: Evidence from southwest Srilanka.” World Bank Policy Research Working Paper, Srilanka.
29- Worthington, A.C., Higgs, H., and Hoffmann, M. (2006). “Modelling residential water demand in Queensland, Australia: A comparative analysis of oricing structures and estimation techniques.” Faculty of Commerce-Papers, University of Wollongong.
30- Hoffmann, M., Worthington, A.C., and Higgs, H. (2006). “Urban water demand with fixed volumetric charging in a large municipality: The case of Brisbane, Australia.” *Australian J. of Agricultural and Resourse Economics*, 50(3), 347-359.
31- Mazzanti, M., and Montini, A. (2006). “The determinants of residential water demand empirical evidence for a panel of Italian Municipalities.” *J. of Applied Economics letters*, 13(2), 107-111.
32- Baltagi, and Badi, H. (2008). *Econometric analysis of panel data*, 4th Ed., John Wiley and Sons, New York.