Archive of SID

برآورد تابع تقاضای آب شهر تهران*

دکتر رحمان خوش اخلاق، دکتر سعید صمدی
دکتر مصطفی عمادزاده، حسین هادی‌زاده خیرخواه

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک مانند اکثر نقاط ایران آب مهمترین عامل محدود کننده توسعه اقتصادی است. در این مناطق مهمترین مسأله در مدیریت آب ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب است از آنجایی که مقدار عرضه اقتصادی آب همیشه محدود بوده است و مقدار تقاضا نیز همراه با افزایش جمعیت به طور دایم بالا می‌رود، برنامه‌ریزی در جهت استفاده بهینه از منابع آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. شهر تهران تا حدود نیم قرن پیش، شهری کوچک و کم تحرک بود. لیکن امروزه با رشد فزاینده جمعیت به سبب توسعه فعالیت‌های اجتماعی، فرهنگی و سیاسی به یکی از بزرگترین شهرهای دنیا تبدیل شده و بخش عمده‌ای از جمعیت ایران را در خود جای داده‌هاست. با توجه به اینکه روند ساخت و ساز و رشد بی‌رویه جمعیت در تهران، تابع برنامه مدون و از پیش تعیین شده‌ای نبوده و برنامه‌های تأمین و انتقال و توزیع آب آن با افزایش جمعیت همگون نبوده است؛ لذا در این شهر نیز همانند تمام شهرهای بزرگ جهان از لحاظ آب رسانی مشکلات گوناگونی وجود دارد که شهروندان آن، کمتر از این دشواری‌ها آگاهی دارند. برخلاف بسیاری از کانون‌های اصلی جمعیت در کشورهای بزرگ جهان که در کنار رودخانه‌ها بنا شده‌اند، جمعیت در شهر تهران در کنار رودخانه قرار نگرفته است و به همین جهت باید از نقاط دوردست و رودخانه‌های اطراف آب مورد نیاز شهروندان تأمین شود. ویژگی‌های جغرافیایی این شهر، مسایل زیست محیطی، آلودگی آب و کافی نبودن ذخیره آب‌های سطحی و زیرزمینی برای جمعیت روزافزون این شهر همگی دلایلی برای نیاز به یک برنامه‌ریزی جامع در این زمینه می‌باشد. یکی از نیازهای اصلی برنامه‌ریزی دقیق در مورد مسایل آب پیش‌بینی در مورد مقدار تقاضا و آشنایی به عوامل و ابزارهای مؤثر بر تقاضا

---

www.SID.ir

*. بخشی از این تحقیق وابسته به رساله کارشناسی ارشد آقای حسین هادی‌زاده خیرخواه و بخشی نیز متکی به طرح پژوهشی مرکز تحقیقات آب، وابسته به وزارت نیرو می‌باشد.

Archive of SID

می‌باشد.

در بخش اول این مقاله به طرح موضوع و اهمیت آن می‌پردازیم. در بخش دوم تعدادی از مهمترین کارهای انجام شده در زمینه تقاضای آب، در داخل و خارج کشور را معرفی می‌کنیم. در بخش سوم متدولوژی تحقیق و چگونگی استخراج تابع تقاضای آب را ارایه می‌دهیم. در بخش چهارم چگونگی جمع‌آوری و پردازش داده‌های آماری مورد نیاز را توضیح داده و برآورد پارامترهای توابع تقاضای آب در ۱۷ حالت مختلف را با استفاده از این داده‌های آماری ارایه خواهیم داد. در نهایت در بخش پنجم به ارایه تحلیل نتایج و پیشنهادات می‌پردازیم.

۱ـ اهمیت و ضرورت تحقیق

در چند دهه اخیر بر افرادی که به طور مستقیم در مسایل آب درگیر بوده‌اند، آشکار شده است که در جهان تنش جدی و زیان‌آوری آب وجود دارد و امروزه بسیاری از کشورها از بحران آب رنج می‌برند که کشور ما نیز یکی از آنها می‌باشد. رشد سریع جمعیت در شهرهایی از کشورمان و فقدان برنامه مدیریت جامع آب شهری، موجب کمبود امکانات مناسب و کافی در تأمین آب و بهداشت شده است. در این میان شهرها به عنوان کانون‌های اصلی تمرکز جمعیت و در بعضی موارد فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی و با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی و سیاسی، اجتماعی، فرهنگی و زیست محیطی به شدت نیازمند برنامه‌ریزی و توجه بیشتر به مدیریت آب شهری چه از نظر تحقیقات و چه در مقام اجرایی می‌باشند.

تهران، نمونه بارز شهری است که با مشکل کمبود آب روبرو است. افزایش روز افزون جمعیت شهری تهران و مهاجرت بی‌شمار مردم سایر نقاط کشور به این شهر، همچنین نوع تقاضا و مصرف شهروندان تهران، موقعیت جغرافیایی شهر تهران که بر خلاف بسیاری از کانون‌های اصلی جمعیت در کشورهای بزرگ جهان که در کنار رودخانه‌ها بنا شده‌اند، جمعیت در شهر تهران در کنار رودخانه قرار نگرفته است و باید از نقاط دوردست و رودخانه‌های اطراف آن آب مورد نیاز شهروندان تأمین شود. کمی نسبی رطوبت هوا و آب و هوای آن که متأثر از هوای خشک کویری است، بلای آلودگی هوا که باعث کاهش بیشتر باران و برف در این شهر بزرگ شده است و مهمتر از همه اینکه منابع ذخیره آب‌های سطحی و زیرزمینی اطراف آن، کفاف نیازمندی‌های روزافزون جمعیت را نمی‌دهد. از طرف دیگر افزایش روزافزون مصارف صنعتی آب، وجود صنایع بزرگ در اطراف این شهر و نیز مصارف عظیم کشاورزی در زمین‌های کشاورزی اطراف تهران باعث محدودتر شدن منابع آبی می‌شود؛ به طوری که این شهر را از

www.SID.ir

Archive of SID

سایر شهرهای دیگر ایران مجزا نموده است. از سوی دیگر تفاوت شدید درآمدی مردم این شهر با شهرهای دیگر، بالا بودن سطح قیمت‌ها، تفاوت نوع مصارف، کاهش شدید آب پشت سدهای اطراف شهر تهران که خود ناشی از عوامل ذکر شده فوق می‌باشد، لزوم برنامه‌ریزی و سازماندهی آب را آشکار می‌کند.

نیازهای روزافزون به آب بر اثر رشد جمعیت، محدودیت منابع قابل استحصال در کشور، هزینه سنگین طرح‌های جدید توسعه به منابع آب و از طرف دیگر اثرات زیست محیطی و اجتماعی آنها، از جمله دلایلی هستند که مدیریت تقاضا و تولید آب را به عنوان دو راهکار مؤثر بر مدیریت جامع منابع آب مطرح و ضروری می‌نماید. سهم مصارف عمده از میزان آب شیرین موجود در سه بخش کشاورزی، صنعت و شرب در جهان به ترتیب ۶۹٪، ۲۳٪ و ۸٪ است. اگرچه از نظر کمی، آب آشامیدنی، کمترین سهم را در میان مصارف عمده دارد، شکی نیست که اولین و مهمترین بخش در تأمین آب است. چرا که کیفیت آب آشامیدنی و آسیب‌پذیری منابع آن از نقطه نظر آلودگی، بسیار حایز اهمیت است. در مدیریت رایج آب شهری سعی بر این است که آب بیشتر برای تأمین تقاضاهای روزافزون انسان تولید شود و فاضلاب تولیدی، جمع‌آوری و از محیط شهری دور شود. به این ترتیب برای حل مسأله فعلی و کوتاه مدت آب و فاضلاب شهری، مسایل و مشکلات زمان ما به مناطق دورتر و نسل آینده منتقل می‌شود. در دو سه دهه اخیر انسان توانسته است فرآیندها و کنشهای متقابل در مدیریت آب شهری را تعریف و مدل‌سازی کند تا از این طریق اثرات و پیامدهای برنامه‌های مدیریتی و توسعه‌ای را مطالعه و پیش‌بینی نماید.

در دو دهه گذشته توجه به مدیریت جامع آب شهری که شامل مدیریت تقاضا و مدیریت تولید می‌باشد از مسأله‌ای فرعی به موضوعی محوری و پراهمیت تحول یافته است. مدیریت تولید آب به عنوان یک عامل پویا و مؤثر در جهت سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و ایجاد امکانات لازم برای بهره‌گیری از منابع آب، از سالها پیش گرفته و توجه خود را به توسعه منابع آب و موضوعات زیست محیطی معطوف کرده است. مدیریت تقاضا به عنوان حلقه مکمل و متقابل مدیریت تولید برای ساماندهی و کمک به حل معضلاتی از جمله نبودن انگیزه برای کاهش مصرف، روش‌های نادرست مصرف و محدود بودن منابع آب تجدید شونده و منابع ذخایر زیرزمینی، ضروری است و به نظر می‌رسد که راه حل مشکلات آب تهران تنها عرضه آب بیشتر نیست بلکه راه حل مؤثرتر اتخاذ سیاست‌ها و تدابیری مبتنی بر مدیریت تقاضا است که الگوی مصرف آب را تغییر دهد. با توجه به اینکه اهمیت این گونه سیاست‌ها که به عنوان مدیریت

www.SID.ir

www.SID.ir

تقاضا نام‌گذاری می‌شود کمتر از سیاست‌ها و برنامه‌هایی که در جهت افزایش عرضه آب عمل می‌کنند نیست، لازم است بیشتر از گذشته مورد توجه برنامه‌ریزان توسعه قرار گیرد. مدیریت تقاضای آب برای اعمال سیاست‌ها و رسیدن به اهداف خود ابزارهایی در اختیار دارد که ما به یکی از مؤثرترین ابزارهای مدیریت تقاضای آب یعنی بعد اقتصادی آن توجه بیشتری می‌کنیم.

۲ـ معرفی مهمترین کارهای انجام شده

همگام با رشد صنعتی و جمعیتی جهان از آغاز دهه ۱۹۶۰ نیاز به تحقیقات منابع آب و از جمله تحقیقات پیرامون مصرف آب شرب در اکثر کشورهای صنعتی به شدت احساس و در این رابطه مطالعات مختلف و گسترده‌ای انجام شده است. حیطه و گستره این مطالعات بسیار متنوع است. برای نمونه در مطالعات انجام شده مصارف آب شرب شهری، تجاری و صنعتی به طور کامل متمایز و همچنین مصارف بر اساس مصارف داخلی و غیر داخلی تقسیم‌بندی شده است. روشهای متفاوتی در انجام تحقیقات و جمع آوری اطلاعات استفاده شده است که به صورت مقطع عرضی و یا بر اساس سری زمانی و همچنین در مواردی ترکیبی از این دو بوده است.

مطالعات انجام شده در زمینه تقاضای برآورد آب بیشتر به صورت مدل‌های خطی تعریف شده و در مواردی محدود از معادلات خطی هم زمان استفاده گردیده است. برای تخمین مدل‌ها از روش کمترین مربعات معمولی (OLS) استفاده و در مواردی نیز روش کمترین مربعات دو مرحله‌ای (2SLS) و سه مرحله‌ای (3SLS) برای تخمین الگوی سیستم معادلات هم‌زمان بکار گرفته شده است. متغیرهایی که بیشتر در الگوها مورد استفاده قرار گرفته‌اند : متوسط قیمت آب، متوسط سرانه آب مصرفی، ارزش واحد مسکونی، شاخص قیمت‌های منطقه‌ای، تعداد ساکنین واحد مسکونی، عوامل جوی مانند درجه حرارت و میزان بارندگی، مساحت حیاط منزل مسکونی، باغچه و استخر بوده است. خلاصه‌ای از نتایج و مشخصات مهمترین مطالعات انجام شده در خارج و داخل کشور در جدول صفحه بعد ارایه گردیده است.

با توجه به این واقعیت که اطلاعات منطقه‌ای و شرایط اجتماعی و جوی و جغرافیایی هر منطقه یا شهر منحصر به فرد و هر منطقه یا شهر خصوصیات یا ویژگی‌های خاص خود را دارا می‌باشد، نتایج حاصله از یک تحقیق قابل استفاده و تعمیم به سایر نقاط نمی‌باشد و همین امر باعث انجام مطالعات متعددی در مناطق مختلف کشورها در ارتباط با عوامل مؤثر بر مصرف آب این نقاط شده است و این دلیلی کافی برای پیگیری و گسترش این گونه مطالعات در مناطق استراتژیک دیگر که با این مشکل روبرو هستند، خواهد بود.

Archive of SID

Archive of SID

خلاصه نتایج و مشخصات بعضی از مطالعات انجام شده در خارج و داخل کشور

محقق	محل تحقیق	زمان تحقیق	نوع تابع	نوع داده‌ها	R^2	کشش درآمدی	کشش قیمتی
هارولیتاویار	آمریکا	۱۹۶۷	خطی	CS	۰/۷۱۷	۰/۳۱۹	-۰/۲۳۱
یانگ	تاکسن، آریزونا	۱۹۷۳	خطی ـ لگاریتمی	TS	۰/۵۶	۰/۵۶	-۰/۴۱ تا -۰/۶۳
مورگان	آمریکا	۱۹۷۳	خطی ـ لگاریتمی	CS	۰/۳۸ تا ۰/۱۹	۰/۶۱ تا ۰/۳۳	-۰/۲۵ تا ۰/۸۷۵
مورگان ـ اسمولن	کالیفرنیای جنوبی	۱۹۷۶	خطی	CS	۰/۶۸	۰/۳۳	-۰/۴۴
کانزمان	پنانگ، مالزی	۱۹۷۷	خطی	TS	۹۹/ تا ۰/۰۳	۰/۴ تا ۰/۲	-۰/۴ تا -۰/۱
دانیلسون	رالی،کالیفرنیا	۱۹۷۹	doublelog	Pooled	-	کل ۰/۳۳۳	-۰/۳۷۲
					-	زمستان ۰/۳۵۲	-۰/۴۱
					-	تابستان ۰/۳۶۳	-۱/۳۸
اگنه و ییلینگز	تاکسن، آریزونا	۱۹۸۰	خطی	TS	-	بلندمدت ۰/۷۰۵	-۰/۲۶۶
					-	کوتاه مدت ۰/۳۵۸	-۰/۱۷۹
هاو	آمریکا	۱۹۸۲	خطی	TS	-	- زمستان	-۰/۰۶
					-	ـ تابستان	-۰/۸۶ تا -۰/۵۹
القنایت ـ جانستون	کویت	۱۹۸۵	غیرخطی	TS	-	۰/۴۱۱ تا ۰/۱۲	-۰/۹۹۶ تا -۰/۷۷۱
کلاهی ـ رضا	ایران ـ شیراز	۱۹۹۲	غیرخطی	TS-CS	۰/۸۱	۰/۱۷۵	-۰/۱۷
			خطی		۰/۷۷	۰/۱۴۵	-۰/۱۱۷
			نمائی		۰/۶۲	۰/۲۱۱	-۰/۱۴
حسن شاهی ـ مرتضی	ایران ـ ارسنجان	۱۹۹۴	خطی 2SLS	TS	۰/۸۹	۰/۳۶	-۰/۱۹
سعیدنیا ـ اسمعیل	ایران ـ قم	۱۹۹۴	خطی	TS	۰/۷۱	۰/۵۶	-۰/۴۳
محمدی ـ علیرضا	ایران ـ بهشهر	۱۹۹۵	خطی	Pooled	۰/۸۵	۰/۲۳۶	-۰/۴۸۷
			لگاریتمی		۰/۸۳	۰/۴۲	-۰/۲۳۴
			نمایی		۰/۷۸	۰/۳۸	-۰/۴۲
پاجارج و واگان	آمریکا	۱۹۹۸	خطی	CS	۰/۱۸	-	-۰/۱۲
ابطحی ـ سید احمد	ایران ـ اصفهان	۱۹۹۵	خطی	Pooled	۰/۶۸	۰/۱۴	-۰/۰۲
هایدی ـ مهدی	ایران ـ مشهد	۱۹۹۷	خطی	Pooled	۰/۶۶	۰/۱۱	-۰/۷۷
رستم آبادی ـ الهام	ایران ـ تهران	۱۹۹۸	خطی	TS	نمائی ۰/۵۰-۰/۵۸	۰/۷	-۰/۸۶ تا -۰/۱۶
					لگاریتمی ۰/۲۵-۰/۴۳	۰/۲۵-۰/۲	-۰/۲ تا -۰/۲۱
					نیمه‌لگاریتمی ۰/۱۳-۰/۴	۰/۱۷-۰/۱۲	-۰/۲۱ تا -۰/۱۸
لاجوردی ـ محمد	ایران ـ کاشان	۱۹۹۹	خطی	Pooled	۰/۵۳	۰/۰۸	-۰/۵۸
کرکمن	کلورادو	۲۰۰۰	خطی	TS	۰/۷۸۷	-	-
آنجلا	کنیا	۲۰۰۱	ترانسلوگ OLS	TS	۰/۶۰۱	-	-۰/۲۰۹ تا -۰/۲۶۹

در [illegible] (CS نشان‌دهنده مقطع عرضی) (TS نشان‌دهنده سری زمانی) و Pooled نشان دهنده ترکیب از آن دو می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

۳ـ تعیین مدل و متدولوژی تحقیق

مطالعه حاضر برای برآورد ضرایب مدل تقاضای آب آشامیدنی از داده‌های سری زمانی ـ مقطع عرضی مربوط به یک دوره پنج ساله (۷۹-۱۳۷۵) و پنج منطقه آبی شهر تهران که به صورت آمار جزئی می‌باشند، استفاده خواهد کرد. با استفاده از روش استقرایی و انتخاب نمونه مناسب یک حکم کلی را برای جامعه آماری نتیجه‌گیری می‌کنیم. کلیه مشترکین شرکت آب و فاضلاب شهر تهران که در این پنج منطقه آبی قرار گرفته‌اند و هر یک دارای شماره اشتراک می‌باشند جامعه آماری این تحقیق را تشکیل می‌دهند. حجم نمونه با توجه به خصوصیات و حجم جامعه آماری انتخاب شده است برابر ۵۰۰ نمونه می‌باشد به صورتی که در هر منطقه آبی ۱۰۰ نمونه با استفاده از جدول اعداد تصادفی با توجه به سه رقم اول سمت راست شماره اشتراک مشترکین انتخاب شده‌اند که احتمال عدم دسترسی به اطلاعات تعدادی از نمونه‌های انتخابی نیز در آن منظور شده است.

بخشی از اطلاعات مورد نیاز مانند مصرف مشترکین و قیمت آب از طریق سازمان آب و فاضلاب استان تهران و اطلاعات مربوط به درجه حرارت و سایر متغیرهای جوی از سازمان هواشناسی تهران دریافت شده است. برای شاخص قیمت کالا و خدمات مصرفی به اداره آمار تهران مراجعه و برای بخش دیگری از اطلاعات مربوط به نمونه انتخابی، از پرسشنامه استفاده شده است.

پایه‌های تئوریکی مدل انتخابی برای برآورد ضرایب تابع تقاضای آب بر اساس تابع مطلوبیت استون ـ گری می‌باشد. که در مورد آب، به عنوان یک کالای ضروری به بهترین شکل رفتار مصرف کننده را بیان می‌کند. از طریق این تابع، حداقل آب مورد نیاز برای معیشت قابل استخراج است. تابع تقاضای آب از حداکثر کردن این تابع مطلوبیت با توجه به قید درآمد بدست می‌آید.

تابع مطلوبیت استون گری :

$$U = \prod_{i=1}^{n} (Q_i - S_i)^{\beta_i} \qquad (۱)$$

www.SID.ir

Archive of SID

با شرط آنکه :

$$Q_i - S_i > 0 \qquad i = 1, ..., n$$

$$0 < \beta_i < 1 \qquad i = 1, ..., n$$

$$\sum_{i=1}^{n} \beta_i = 1 \qquad (۲)$$

در این تابع u سطح مطلوبیت مصرف‌کننده، Q_i مقدار مصرف کالای iام، S_i و β_i پارامترهای این تابع و Π اپراتور حاصل ضرب می‌باشد. این پارامترها دارای تعابیر اقتصادی ساده‌ای هستند که به طور مختصر به آنها اشاره می‌شود. S_i مصرف ضروری کالای iام تعبیر می‌شود و $\Sigma P_i S_i$ حداقل هزینه‌ای است که خانوار جهت حصول کالاهای ضروری مجبور به پرداخت آن بوده و جنبه حیاتی دارد. β_i نیز سهم نسبی کالای iام در مصرف (پس از تأمین و تدارک نیازهای ضروری) را نشان می‌دهد.

در برآوردهای آماری به جای U از $L_n U$ استفاده می‌شود، بدیهی است که این جایگزینی به هیچ عنوان تأثیری بر نتایج حاصله نخواهد داشت. حال چنانچه در تابع مطلوبیت آب بعنوان کالای یک و سایر کالاها و خدمات مصرفی بعنوان کالای دو در نظر گرفته شوند، خواهیم داشت:

$$U^* = LnU = \beta_1 L_n(Q_1 - S_1) + \beta_2 L_n(Q_2 - S_2) \qquad (۳)$$

ذکر این نکته ضروری است که متغیرهای جوی در تعیین حداقل مقدار ضروری آب نقش اساسی و غیر قابل انکاری ایفاء می‌کنند، بنابراین وارد نمودن آن در تابع تقاضای آب باعث افزایش دقت تخمین‌ها می‌گردد. متغیر عوامل جوی بر اساس رابطه زیر در مدل تقاضای نهایی آب وارد می‌شود.

$$\hat{S}_1 = S_1 + RW \qquad (۴)$$

که در آن S_1 حداقل مقدار ضروری مصرف آب بدون در نظر گرفتن عوامل جوی، W متغیر عامل جوی، R ضریب تأثیر عوامل جوی بر حداقل مقدار مصرف آب و $\hat{S}_1$ حداقل مقدار ضروری مصرف آب با لحاظ نمودن اثرات عوامل جوی می‌باشد. به عنوان مثال گرمتر بودن هوا در فصل تابستان باعث افزایش حداقل مقدار مصرف ضروری آب نسبت به سایر فصول می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

حال تابع مطلوبیت خانوار را با در نظر گرفتن قید بودجه ($M = \sum_{i=1}^{n} P_i Q_i$) با استفاده از روش بهینه‌یابی مقید (تابع لاگرانژ) می‌توان حداکثر نمود. از این طریق توابع تقاضای گروه کالاهای تعریف شده استخراج می‌گردند.

$$L = \beta_1 L_n (Q_1 - \hat{S}_1) + \beta_2 L_n(Q_2 - S_2) + \lambda(M - P_1Q_1 - P_2Q_2) \qquad (۵)$$

برای حداکثر شدن تابع لاگرانژ و استخراج تابع تقاضای آب لازم است، مشتقات جزیی این تابع نسبت به Q_1 و Q_2 و λ (مطلوبیت نهایی درآمد) برابر صفر قرار گیرند. پس از انجام عملیات ریاضی تابع تقاضای آب بصورت زیر تعریف می‌شود.

$$Q_1 = \theta_0 + \theta_1 M_i + \theta_2 P_i + \theta_3 W \qquad (۶)$$

که در آن :

$$M_i = \frac{M}{P_1} \quad P_i = \frac{P_2}{P_1} \quad \theta_0 = S_1 (1 - \frac{\beta_1}{P_1}), \quad \theta_1 = \beta_1$$
$$\theta_2 = -\beta_2 S_2, \quad \theta_3 = R(1 - \frac{\beta_1}{P_1})$$

در نتیجه داده‌های آماری مورد نیاز برای تخمین تابع عبارتند از :

الف) قیمت آب : (P_1) متوسط قیمت اسمی هر متر مکعب آب آشامیدنی می‌باشد در طی دوره مطالعه دارای تغییر بوده است و با استفاده از جداول قیمتی مربوطه برای سطوح مختلف مصرفی در ماه که در شرکت آب و فاضلاب تهران موجود می‌باشد، محاسبه شده و دریافتی‌هایی از قبیل حق اشتراک و یا هزینه‌های متفرقه در آن منظور نگردیده است.

ب) درآمد : (M) متوسط درآمد اسمی هر نفر تعریف شده که با استفاده از سهم هزینه مسکن در کل هزینه‌های خانوار مقایسه گردیده است.

ج) قیمت سایر کالاهای مصرفی : (P_2) شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی تعریف می‌شود که به عنوان یک جانشین (Proxy) برای متغیر قیمت سایر کالا و خدمات وارد مدل می‌گردد

د) مصرف سرانه : (Q_1) متوسط مصرف هر نفر تعریف می‌شود که اطلاعات لازم از مرکز کامپیوتر آب و فاضلاب شهر تهران در مورد مقدار مصرف نمونه‌ها در طی دوره پنج ساله (۷۹-۷۵) بدست آمده است.

www.SID.ir

ه) عامل جوی : (W) متوسط درجه حرارت در کلیه فصول دوره مطالعه می‌باشد که

Archive of SID www.SID.ir

اطلاعات لازم از مرکز هواشناسی شهر تهران جمع‌آوری شده است.

Archive of SID

٤ـ پردازش داده‌های آماری و تخمین‌ها

۱ـ۴ـ تعیین دوره زمستانی (مصرف داخلی) و غیر زمستانی (مصرف غیر داخلی)

با توجه به اینکه در شهر تهران دو سیستم تأمین آب جداگانه برای تشخیص میزان مصارف داخلی و غیر داخلی وجود ندارد، لذا مصرف داخلی آب آشامیدنی شامل مصرف برای بهداشت فردی، شستشوی لباس، ظروف، مواد غذایی، آب برای آشامیدن و تهیه غذا می‌باشد را مترادف با مصرف دوره زمستانی و مصرف غیر داخلی که علاوه بر مصارف داخلی شامل مصرف برای آبیاری فضای سبز، باغچه، شستشوی اتومبیل، استخر شنا و غیره می‌باشد، مترادف با مصرف در سایر فصول سال در نظر می‌گیریم. جهت تعیین اینکه چه ماههایی مصرف داخلی (دوره زمستانی) را در شهر تهران تشکیل می‌دهند از آمار ماهیانه اوضاع جوی شهر تهران استفاده شده است. متوسط آمار جوی یعنی درجه حرارت (متوسط ماکزیمم و مینیمم در ماه)، رطوبت نسبی هوا و تعداد روزهای یخبندان در ماه را برای هر ماه سال محاسبه نموده، آنگاه میانگین و انحراف معیار را برای هر کدام از این متغیرهای جوی بدست آورده و در مورد متغیرهایی که با مصرف آب ارتباط مستقیم دارد (مانند درجه حرارت) انحراف معیار را از میانگین کم و برای متغیرهایی که با مصرف آب ارتباط غیر مستقیم دارند (مانند متوسط رطوبت هوا و تعداد روزهای یخبندان) انحراف معیار را به میانگین اضافه می‌کنیم. (جدول ۱ ـ ستونهای ۱۵ و ۱۶)

در ستون‌های مربوط به متوسط درجه حرارت، ماههایی که متوسط درجه حرارت آنها از X-S کمتر و یا مساوی باشد و در ستونهای مربوط به متوسط رطوبت نسبی هوا و تعداد روزهای یخبندان آنها از X+S بیشتر باشد یعنی ماههای دی، بهمن و اسفند به عنوان ماههای مربوط به مصارف داخلی برای شهر تهران انتخاب می‌گردد. نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که ماههای مربوط به مصارف داخلی برای شهر تهران یعنی دی، بهمن، اسفند منطبق بر فصل زمستان نیز می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱) : متوسط ماهیانه مقادیر عوامل جوی شهر تهران طی دوره ۷۴-۱۳۶۵

ماه / شرح	درجه حرارت (سانتیگراد)			متوسط رطوبت نسبی	متوسط تعداد روزهای
	متوسط روزانه	متوسط ماکزیممها	متوسط مینیممها	(درصد)	یخبندان در ماه
فروردین	۱۲/۵۸	۱۷/۲۸	۷/۸۸	۴۵/۷۸	۲/۱۲
اردیبهشت	۱۹/۱۵	۲۴/۴۱	۱۳/۸۸	۳۸/۳	۰
خرداد	۲۴/۲۱	۲۹/۸۲	۱۸/۶۱	۳۳/۴۲	۰
تیر	۲۸/۸۱	۳۴/۸۱	۲۲/۸۳	۲۹/۷۲	۰
مرداد	۳۰/۶۲	۳۶/۵۳	۲۴/۷۱	۳۰/۳۳	۰
شهریور	۲۹/۰۸	۳۴/۷۵	۲۳/۳۶	۳۰/۵۴	۰
مهر	۲۴/۰۳	۲۹/۲۵	۱۸/۴۲	۳۴/۶۶	۰
آبان	۱۷/۳۳	۲۱/۷۱	۱۲/۲۶	۴۳/۹۳	۰/۲۴
آذر	۱۰/۶۴	۱۴/۶۸	۶/۹	۵۳/۵۷	۲/۴۸
دی	۶/۱۸	۹/۷۵	۳/۱۵	۶۱/۲۷	۸/۳۳
بهمن	۵/۱۵	۸/۸۵	۱/۳۳	۵۸/۹۷	۱۱/۷
اسفند	۷/۷۳	۱۱/۹	۳/۴۷	۵۵/۲۷	۷/۳
میانگین ($\bar{X}$)	۱۷/۹۵	۲۲/۸۲	۱۳/۰۷	۴۲/۹۸	۲/۶۸
انحراف معیار(S)	۸/۹۹	۹/۷۸	۸/۱	۱۱/۳۱	۳/۹۳
($\bar{X}$-S)	۸/۸۹	۱۳/۰۴	۴/۸۹	-	-
($\bar{X}$+S)	-	-	-	۵۴/۲۹	۶/۶۲
مقادیرانتخابی	$\bar{X}$<۸/۸۹	$\bar{X}$<۱۳/۰۴	$\bar{X}$<۴/۸۹	$\bar{X}$<۵۴/۲۹	$\bar{X}$<۶/۶۲
ماههای دوره زمستانی	دی،بهمن، اسفند	دی،بهمن،اسفند	دی،بهمن، اسفند	دی،بهمن،اسفند	دی،بهمن، اسفند

۲-۴- نحوه جمع‌آوری آمار و فصلی کردن آنها

الف) مصرف سرانه فصلی

از آنجایی که هدف برآورد تقاضای آب شرب خانگی می‌باشد لذا از بین نمونه‌های انتخابی اولیه (۵۰۰ نمونه) آنهایی که دارای انشعاب‌های تجاری، صنعتی، دولتی و یا خدماتی بودند، حذف گردیدند و برای اینکه شرایط یکسان برای همه اعضای نمونه فراهم باشد، نمونه‌هایی که فقط شامل انشعاب با قطر ۰/۵ اینچ می‌باشند انتخاب شده و انشعاب‌های با قطر بیشتر از نمونه اولیه حذف شده‌اند.

www.SID.ir

چون قرائت کنتر مشترکین در شهر تهران به صورت منظم و دقیق و با تاریخهای مشخص

Archive of SID

انجام نمی گیرد و از طرفی نیاز به آمار مصرفی منظم به سمت فصول مختلف و همچنین دوره زمستانی (مصرف داخلی) داشتیم، لذا با فرض ثبات سلیقه مصرف کنندگان آب در کوتاه مدت، با مراجعه به مرکز کامپیوتر سازمان آب و فاضلاب شهر تهران میزان مصرف آب نمونه‌های انتخابی را برای کلیه قرائتهای انجام شده در طی دوره مطالعه (فروردین ۱۳۷۵ تا اسفند ۱۳۷۹) استخراج کرده و سپس مصرف آب را در محدوده قرائت بر تعداد روزهای دوره قرائت تقسیم نموده‌ایم. به این ترتیب مصرف روزانه هر نمونه بدست آمده است و باتوجه به فصول چهارگانه، مصارف فصلی واحد مسکونی محاسبه می‌شود.

برای محاسبه مصرف سرانه فصلی آب، پس از محاسبه مصارف فصلی هر نمونه (واحد مسکونی)از تقسیم این مصرف بر تعداد ساکنین در واحد مسکونی استفاده شده است. تعداد افراد ساکن در هر واحد مسکونی از طریق پرسشنامه بدست آمده؛ البته بعضی از مشترکین با وجود چندین بار مراجعه در محل حضور نداشتند که از نمونه حذف گردیده‌اند.

ب) قیمت متوسط آب برای هر متر مکعب

این قیمت‌ها با استفاده از تعرفه‌های موجود که به صورت جداول قیمتی به ازای مصارف مختلف ماهیانه، تنظیم شده و در سازمان آب و فاضلاب تهران موجود می‌باشد، استخراج شده است. پس از مشخص کردن مصارف ماهیانه هر خانوار و مراجعه به جدول قیمتی سال مزبور قیمت متوسط آب برای هر متر مکعب بدست آمده است. در طول دوره مطالعه قیمت آب هر سال تغییر پیدا کرده است. قیمت‌های متوسط برای هر مترمکعب آب مصرفی که به صورت تصاعدی می‌باشد در زیر ارایه گردیده است.

ج) متوسط درآمد اسمی سرانه

به دلیل عدم دسترسی به رقم درآمد مربوط به خانوارهای نمونه و با توجه به این امر که از طریق پرسش‌نامه نیز احتمال بدست آوردن صحیح این ارقام بسیار ضعیف می‌باشد. با استفاده از روش زیر، جانشین (Proxy) بجای ارقام درآمدی محاسبه گردیده است.

آمار مربوط به مبلغ متوسط اجاره ماهانه بعلاوه ۲٪ متوسط ودیعه بابت یک متر مربع زیربنای مسکونی به تفکیک سال، منطقه و نوع ساختمان از مرکز آمار ایران تهیه شده و باتوجه به اینکه هر واحد مسکونی نمونه، آپارتمانی یا ویلائی است و در کدام یک از مناطق بیست گانه شهر تهران واقع می‌باشد، متوسط هزینه اجاره ماهانه هر متر مربع زیربنا برای سال‌های مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

از این جدول مشخص و از ضریب این مبلغ در متراژ زیربنای واحد مسکونی موجود در نمونه که با استفاده از پرسشنامه جمع‌آوری شده، مبلغ متوسط اجاره بها محاسبه گردید که می‌تواند شاخص مناسبی برای بیان هزینه مسکن خانوار باشد. از تقسیم این مبالغ بر سهم هزینه مسکن در کل هزینه خانوار شهری در طی دوره مطالعه که از مرکز آمار ایران تهیه گردید برآوردی از کل هزینه‌های مصرفی خانوار بدست می‌آید، آنگاه با تقسیم این مقدار بر تعداد ساکنین واحد مسکونی، هزینه سرانه مصرف کنندگان نمونه محاسبه گردیده که به عنوان جانشینی از متوسط درآمد اسمی سرانه استفاده شده است.

د) قیمت سایر کالاهای مصرفی

از شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی در استان تهران که به صورت ماهیانه موجود می‌باشد و از سالنامه آماری استخراج شده است به عنوان جانشین (Proxy) برای قیمت سایر کالاهای مصرفی استفاده گردیده است. برای فصلی کردن این آمار، مقدار شاخص‌ها برای ماه‌های مربوط به هر فصل را در سال‌های مورد مطالعه (۷۹-۱۳۷۵) با هم جمع نموده و بر عدد ۳ تقسیم کرده‌ایم.

ه) متغیر جوی

از متوسط درجه حرارت ماههای مختلف در طی دوره مطالعه (۱۳۷۹-۱۳۷۵) برای شهر تهران که در سازمان هواشناسی این شهر موجود بود استفاده گردیده است. برای فصلی کردن داده‌های این متغیر نیز، متوسط درجه حرارت را در ماههای مربوط به هر فصل با هم جمع و بر عدد سه تقسیم کرده‌ایم؛ درنتیجه متوسط درجه حرارت فصلی برای ۲۰ فصل دوره مطالعه (۷۹-۱۳۷۵) برای شهر تهران بدست آمده است.

۳-۴- برآورد پارامترهای توابع تقاضای آب

تابع تقاضای آب شرب شهر تهران در ۱۷ حالت شامل تقاضای کل، تقاضای داخلی، تقاضای غیر داخلی، پنج منطقه آبی، چهار فصل و پنج بلوک مصرفی برآورد شده است. در تخمین‌های انجام شده از ادغام داده‌های سری زمانی و مقطع عرضی و روش رگرسیون حداقل مربعات معمولی به کمک نرم‌افزار کامپیوتری Eviews محاسبه شده است، لازم به ذکر است که پس از انجام تخمین‌های اولیه و محاسبه ضریب همبستگی با استفاده از آمار دوربین ـ واتسون

www.SID.ir

Archive of SID

(D.W) به علت پایین بودن این آماره (D.W) وجود خود همبستگی جزء اخلال در مدل تشخیص شد. همچنین از تست آرچ (ARCH) که واریانس ناهمسانی مشروط به خودهمبستگی را آزمون می‌کند، برای تشخیص وجود ناهمسانی واریانس استفاده گردیده است.

جهت رفع خود همبستگی مشاهدات و افزایش کارآیی متغیرها از رگرسیون میانگین متحرک MA (Moving Average) استفاده گردیده است که با توجه به تعداد زیاد مشاهدات در مدلهای مختلف این مطالعه از دست دادن درجه آزادی به علت استفاده از این روش مشکلی به وجود نمی‌آورد. همچنین از آزمون گلجسر (Glejser) که رابطه بین قدر مطلق پسماندها با متغیر توضیحی را بررسی می‌کند، برای شناسایی متغیر مشکل ساز در ایجاد واریانس ناهمسانی استفاده گردیده است. پس از انجام این آزمون با کلیه متغیرهای توضیحی در فرمهای مختلف پیشنهاد شده، متغیر مشکل‌ساز در کلیه حالتها، متغیر $\bar{P}_i$ شناسایی شد که مقدار (a) بستگی به فرم انتخابی رابطه P_i با قدر مطلق پسماندها دارد. برای رفع ناهمسانی واریانس مؤثر با استفاده از روش پارک (Park metod) کلیه متغیرهای مدل را بر $P = \bar{P}_i$ تقسیم نموده‌ایم و از متغیرهای ساخته شده جدید برای تخمین ضرایب مدل استفاده گردیده است. همچنین تست آرچ (ARCH) مجدداً برای مدلهای جدید انجام گرفته، تا رفع ناهمسانی واریانس مؤثر با استفاده از روش پارک (Park metod) کلیه متغیرهای مدل را بر $P = \bar{P}_i$ تقسیم نموده‌ایم و از متغیرهای ساخته شده جدید برای تخمین ضرایب مدل استفاده گردیده است. همچنین تست آرچ (ARCH) مجدداً برای مدلهای انجام گرفته، تا رفع ناهمسانی واریانس آزمون شود.

تخمین ضرایب تابع تقاضای کل برای آب آشامیدنی شهر تهران :

$$Q_i = \theta_0 + \theta_1 M_i + \theta_2 P_i + \theta_3 W_i + e_i \qquad (۷)$$

تقاضای کل

$$Qi = 23.32 + 0.001265Mi - 1.98Pi + 0.246Wi + 0.133MA(1)$$

(t) : (74.72) (76.32) (-106.79) (25.08) (11.092)

$R^2 = 0.806$ D.W = 1.96

تخمین ضرائب تابع تقاضای آب شرب برای مصارف داخلی و غیر داخلی :

نشان داده شد که مصارف داخلی (دوره زمستانی) در شهر تهران منطبق بر ماههای فصل زمستان می‌باشد. پس کافی است برای تخمین ضرایب تابع تقاضای آب شرب برای مصارف داخلی، تابع تقاضا با استفاده از داده‌های فصل زمستان برآورد گردد

تقاضای داخلی

$$Q_i = 25.57 + 0.000529M_i - 9.508P_i + 0.128MA(1)$$

(t) : (117.75) (27.61))-71.04) (5.76)

$R^2 = 0.75$ D.W = 1.97

www.SID.ir

Archive of SID

برای مصارف غیر داخلی (دوره غیر زمستانی) از داده‌های فصول بهار، تابستان و پاییز استفاده گردیده است.

$$Q_i = 18.4 + 0.00142M_i - 14.82P_i + 0.424W_i + 0.094MA(1)$$

تقاضای غیر داخلی (t) : (37.39) (58.83) (-81.1) (27.79) (7.25)

$R^2 = 0.766$ D.W = 1.98

تخمین ضرایب تابع تقاضای آب شرب برای پنج منطقه آبی شهر تهران :

$$Q_i = 23.76 + 0.001623M_i - 19.52P_i + 0.359W_i + 0.169MA(1)$$

تقاضای منطقه یک (t) : (29.98) (26.79) (-41.42((12.21) (2.76)

$R^2 = 0.758$ D.W = 1.98

$$Q_i = 21.61 + 0.001485M_i - 13.4P_i + 0.1964W_i + 0.162MA(1)$$

تقاضای منطقه دو (t) : (40.65) (32.15) (-51.8) (11.59) (6.5)

$R^2 = 0.849$ D.W = 1.93

$$Q_i = 24.06 + 0.00113M_i - 15.48P_i + 0.381W_i + 0.141MA(1)$$

تقاضای منطقه سه (t) : (29.09) (30.88) (-39.5) (17.11) (5.56)

$R^2 = 0.82$ D.W = 1.95

$$Q_i = 23.42 + 0.000968M_i - 11.63P_i + 0.157W_i + 0.19MA(1)$$

تقاضای منطقه دو (t) : (37.95) (25.22) (-42.64) (8.54) (4.4)

$R^2 = 0.77$ D.W = 1.99

$$Q_i = 20.15 + 0.001272M_i - 12.42P_i + 0.319W_i + 0.174MA(1)$$

تقاضای منطقه دو (t) : (33.68) (26.88) (-39.68) (16.67) (2.92)

$R^2 = 0.79$ D.W = 1.99

تخمین ضرایب تابع تقاضای آب آشامیدنی برای چهار فصل شهر تهران :

چون عامل جوی (درجه حرارت) در فصول یکسان تغییرات ناچیزی دارد و در مدل معنی‌دار نمی‌باشد به همین علت برای تخمین تابع تقاضای آب در فصول مختلف، عامل جوی

www.SID.ir

Archive of SID

از مدل حذف گردیده است.

تقاضای فصل بهار

$$Q_i = 28.64 + 0.000968M_i - 13.79P_i$$

(t) : (113.57) (32.98) (-73.44)

$R^2 = 0.74$ D.W = 1.86

تقاضای فصل تابستان

$$Q_i = 31.93 + 0.002083M_i - 22.119P_i$$

(t) : (75.2) (42.59) (-71.73)

$R^2 = 0.72$ D.W = 1.97

تقاضای فصل پاییز

$$Q_i = 29.66 + 0.0013.53M_i - 15.89P_i$$

(t) : (98.67) (35.58) (-72.66)

$R^2 = 0.74$ D.W = 1.86

تقاضای فصل زمستان

$$Q_i = 25.57 + 0.000529M_i - 9.508P_i + 0.128MA(1)$$

(t) : (117.75) (27.61) (-71.04) (5.76)

$R^2 = 0.75$ D.W = 1.97

تخمین ضرایب تابع تقاضای آب شرب برای پنج بلوک مصرفی شهر تهران :

از آنجایی که یک نظام محاسبه تصاعدی برای قیمت آب حاکم بوده است، یعنی قیمت بیشتر در ازای مصرف بالاتر، ممکن است احتمال ایجاد یک رابطه مستقیم (مثبت) بین مصرف و قیمت‌های جمع‌آوری شده داده شود و باعث اختلال در شیب توابع تقاضای تخمین زده شده، شود. بنابراین برای حل این موضوع و رفع شبهه، اقدام به انتخاب پنج بلوک مصرفی کرده‌ایم به گونه‌ای که با توجه به جداول آب بها کمترین پرش قیمتی در آنها اتفاق افتاده باشد و رابطه بین قیمت و مصرف در هر بلوک معکوس باشد. تابع تقاضای آب آشامیدنی برای هر یک از این بلوک‌های انتخابی تخمین زده شده است.

تقاضای بلوک مصرفی کمتر از ۱۸/۵ متر مکعب

$$Q_i = 17.23 + 0.000274M_i - 5.38P_i + 0.157W_i + 0.59MA(1) + 0.225MA(2)$$

(t) : (45.02) (19.39) (-33.05) (22.15) (29.34) (11.71)

www.SID.ir

$R^2 = 0.638$ D.W = 1.87

Archive of SID

تقاضای بلوک مصرفی ۱۸/۵ الی ۲۲/۵ متر مکعب

$$Q_i = 21.25 + 0.000592M_i - 13.01P_i + 0.109W_i + 0.227MA(1) + 0.306MA(2)$$

(t) : (57.98) (46.68) (-44.33) (12.39) (14.39) (16.18)

$R^2 = 0.991$ D.W = 1.9

تقاضای بلوک مصرفی ۳۵ الی ۵۰ متر مکعب

$$Q_i = 26.73 + 0.012942M_i - 18.01P_i + 0.153W_i + 0.349MA(1) + 0.272MA(2)$$

(t) : (31.82) (30.16) (-16.73) (8.32) (11.94) (9.38)

$R^2 = 0.715$ D.W = 1.88

تقاضای بلوک مصرفی ۵۰ الی ۱۲۰ متر مکعب

$$Q_i = 27.57 + 0.001116M_i - 23.44P_i + 0.32W_i + 0.559MA(1) + 0.256MA(2)$$

(t) : (11.39) (13.71) (-5.14) (5.35) (9.94) (4.82)

$R^2 = 0.672$ D.W = 1.95

۵ـ تحلیل نتایج و ارایه پیشنهادات

۱ـ۵ـ نتایج

پس از تخمین ضرایب توابع تقاضا با استفاده از مقادیر متوسط متغیرهای توضیحی در هر یک از ۱۷ تابع تقاضا، مقدار آب مصرفی سرانه در کلیه حالت‌ها برآورد گردیده که در جداول زیر به صورت Q^* مشخص شده است. همان گونه که در بخش متدولوژی اشاره شد با استفاده از ضرایب برآوردی، حداقل آب آشامیدنی لازم با توجه به عامل جوی محاسبه گردیده که با $\hat{S}_t$ نشان داده شده است. تفاضل مقدار آب مصرفی سرانه برآوردی از حداقل آب آشامیدنی مورد نیاز باتوجه به عامل جوی برابر خواهد بود با میزان آب مصرفی مازاد سرانه که در جداول ارایه شده با EQ معرفی شده‌اند.

همچنین کشش‌های تقاضا با استفاده از توابع تقاضای تخمین زده محاسبه گردیده که کشش قیمتی با E_{1p}، کشش درآمدی E_{IM} و کشش متقاطع با E_{12} مشخص و M_{1i} نشان‌دهنده متوسط درآمد است.

www.SID.ir

نتایج بیانگر کم کشش بودن تقاضای آب نسبت به قیمت خودی است؛ زیرا کلیه کشش‌های

Archive of SID

قیمتی کوچکتر از یک می‌باشند. این امر در مورد کشش‌های درآمدی نیز صادق است که بیانگر ضروری بودن این کالا یعنی آب میباشد ولی مشاهده می‌شود هر جا با بیشترین اضافه مصرف و بالاترین متوسط درآمد مواجه هستیم، کشش قیمتی به نسبت بیشتر بوده است و این امر نشان می‌دهد افزایش قیمت می‌تواند تأثیر بیشتری در کاهش مصرف این گروهها داشته باشد.

نوع تقاضا	Q^*	$\bar{S}_1$	EQ^*	M_{1i}	E_{1p}	E_{1m}
تقاضای کل	۳۳۵/۲۲	۳۱۰/۴۴	۲۴/۸۵	۹۵۸۴۶۰	-۰/۳۰۳	۰/۳۹
تقاضای مصرف داخلی	۲۹۰/۵	۲۸۴/۳	۶/۲۷	۹۰۸۹۲۷	-۰/۱۳۱	۰/۲۹۱
تقاضای مصرف غیر داخلی	۳۳۹/۲	۳۱۰/۱	۲۹/۱	۱۰۵۳۲۰۷	-۰/۳۱	۰/۳۸

نوع تقاضا	Q^*	$\bar{S}_1$	EQ^*	M_{1i}	E_{1p}	E_{1m}
تقاضای منطقه یک	۳۸۳/۸	۳۳۸/۵	۴۵/۳	۱۳۴۰۳۶۱	-۰/۴۰۴	۰/۴۹۷
تقاضای منطقه دو	۳۰۲	۲۸۱	۲۱	۶۷۸۹۳۶	-۰/۲۶۲	۰/۳۶
تقاضای منطقه سه	۳۸۲/۵	۳۴۶/۴	۳۶/۱	۱۱۰۹۷۱۹	-۰/۳۰۷	۰/۴۱
تقاضای منطقه چهار	۳۱۲/۸	۲۹۲/۸	۲۰	۶۵۲۳۷۶	-۰/۲۰۷	۰/۳۳
تقاضای منطقه پنج	۳۱۷/۲	۲۹۰/۲	۲۷	۸۹۱۴۳۵	-۰/۲۶۳	۰/۳۴

نوع تقاضا	Q^*	$\bar{S}_1$	EQ^*	M_{1i}	E_{1p}	E_{1m}
تقاضای فصل بهار	۳۳۰/۳	۳۱۸/۵	۱۱/۷۷	۹۵۹۵۰۶	-۰/۲۹۶	۰/۳۹۳
تقاضای فصل تابستان	۴۲۰	۳۵۵/۵	۶۴/۴	۹۵۸۴۶۰	-۰/۳۲۳	۰/۴
تقاضای فصل پاییز	۳۵۳/۲	۳۳۰	۲۳/۲	۹۵۸۴۶۰	-۰/۲۶۳	۰/۳۵
تقاضای فصل زمستان	۲۹۰/۵	۲۸۴/۳	۶/۲۷	۹۵۸۴۶۰	-۰/۱۵۹	۰/۳۳۲

www.SID.ir

Archive of SID

نوع تقاضا	Q^*	$\hat{S}_1$	EQ^*	M_{1i}	E_{1p}	E_{1m}
بلوک مصرفی یک (۰-۱۸/۵)	۲۲۱/۷	۲۱۷/۷	۴/۶	۷۶۰۸۱۴	-۰/۰۶	۰/۱۸۴
بلوک مصرفی دو (۱۸/۵-۲۲/۵)	۲۶۵/۸	۲۴۶/۸	۱۹	۸۲۸۴۷۸	-۰/۱۷۸	۰/۲۶۸
بلوک مصرفی سه (۲۲/۵-۳۵)	۳۰۴/۲	۲۷۵/۶	۲۸/۵	۸۹۴۴۲۸	-۰/۲۴	۰/۳۱۸
بلوک مصرفی چهار (۳۵-۵۰)	۳۷۵	۳۳۸	۳۷	۱۲۵۵۴۶۲	-۰/۲۶۳	۰/۳۱۸
بلوک مصرفی پنج (۵۰-۱۲۰)	۴۶۸/۵	۴۰۰/۱	۶۸/۴	۲۴۶۳۸۲۰	-۰/۴۴۳	۰/۳۸

۲-۵- پیشنهادات

با توجه به وجود بالاترین کشش قیمتی در مناطقی که بالاترین اضافه مصرف را دارند و همچنین از بیشترین میانگین درآمد سرانه برخوردار می‌باشند (به ترتیب : مناطق یک، سه، پنج، دو و چهار) می‌توان با اعمال قیمت‌گذاری تصاعدی منطقه‌ای، به گونه‌ای که شدت افزایش قیمت با افزایش مصرف در اینگونه مناطق افزایش یابد، اسراف و هدر دادن آب آشامیدنی را کاهش داد، چون این مناطق حساسیت بیشتری نسبت به افزایش قیمت آب نسبت به دیگر مناطق از خود نشان می‌دهند و توانایی پرداخت مبالغ بالاتری را نیز دارند.

- نظر به اینکه کشش قیمتی به ترتیب در فصول زمستان، بهار، پاییز و تابستان افزایش می‌یابد و افزایش قیمت در فصولی که کشش قیمتی بالاتر دارند اثر بیشتری در کاهش مصرف خواهد داشت پیشنهاد می‌شود با در نظر گرفتن ضریب فصل برای قیمتها، از مصرف اضافه شهروندان در این فصول کاست. این نکته نیز جالب توجه است که بالاترین اضافه مصرف در همین فصول یعنی تابستان و پاییز صورت می‌گیرد.

- پیشنهاد می‌گردد افزایش قیمت‌ها در ازای مصرف بالاتر از حد مطلوب (۱۸/۵ متر مکعب در ماه) با شدت بیشتری صورت گیرد؛ زیرا هر چه بلوکهای مصرفی بالاتر می‌رویم اضافه مصرف به شدت بیشتر می‌شود و چون کشش قیمتی در این بلوکها بیشتر است که می‌تواند

www.SID.ir

Archive of SID

ناشی از غیر ضروری بودن اینگونه مصارف باشد، افزایش قیمت اثر بیشتری در کاهش مصرف و هدر رفتن آب آشامیدنی خواهد داشت.

ـ با توجه به اینکه کشش قیمتی مصارف غیر داخلی (۰/۳۲۹-) نزدیک به دو برابر کشش قیمتی مصارف داخلی (۰/۱۵۹-) می‌باشد. در صورت تفکیک مصارف داخلی از غیر داخلی می‌توان از ابزارهای قیمتی به نحو مناسب‌تری برای کنترل مصارف غیر داخلی آب که ضروری‌تر بنظر می‌رسد، استفاده نمود.

ـ افزایش قیمت‌ها با توجه به نکاتی که به آنها اشاره شد می‌تواند مقداری از مصرف آب شرب شهروندان شهر تهران را کاهش دهد؛ ولی با توجه به اینکه در کلیه مدل‌های ارائه شده کشش قیمتی کوچکتر از یک می‌باشد؛ یعنی درصد افزایش قیمت بیشتر از درصد کاهش مصرف است، این امر باعث افزایش درآمد شرکت آب و فاضلاب شهر تهران و در نتیجه افزایش قیمت‌ها می‌گردد و این یکی از بهترین نتایج حاصله از تعدیل قیمت‌ها می‌باشد. این افزایش درآمد مدیران را قادر خواهد ساخت که سیستم آب رسانی را بهتر و با کیفیت بالاتر از آنچه که هست احداث کنند. شرکت آب و فاضلاب باید از هدر رفتن آب در شبکه توزیع و مصرف جلوگیری کند. عدم تعرفه‌های مناسب، موجب عدم تعمیر و نگهداری اصولی تأسیسات مختلف، تأمین و توزیع سدها، شبکه‌های سیستم آب شهری و ... می‌شود که خود موجب هدر رفتن بخش عمده‌ای از سرمایه‌گذاری و آب استحصالی خواهد شد.

بدون افزایش سرمایه‌گذاری در تأمین آب و دفع اصولی فاضلاب، میزان آلاینده‌ها افزایش خواهد یافت و تأثیر آن در حومه شهرها شدیدتر خواهد بود و در آینده تأمین و تهیه آب آشامیدنی بهداشتی نواحی شهری و به ویژه شهرهای اقماری را با مشکل زیاد مواجه خواهد کرد.

ـ درست است که بعلت پایین بودن کشش قیمتی، افزایش قیمت‌ها نمی‌تواند تأثیر زیادی بر میزان مصرف داشته باشد ولی یکی از مهمترین راههای تغییر الگوی مصرف به صورت بهینه، به کارگیری ابزارهای فرهنگی و تبلیغات برای اصلاح نوع مصرف می‌باشد. افزایش قیمت، یکی از راههای تأمین مخارج لازم برای انجام این گونه فعالیت‌ها می‌باشد که به عنوان یکی از مؤثرترین راه‌های کاهش مصرف و استفاده بهینه از آب مطرح می‌باشند.

ـ چگونگی ارایه خدمات آب متکی بر میزان سرمایه‌گذاری و انجام هزینه‌های مرتبط با آن است پایین بودن قیمت آب یکی از مهمترین دلایل کمی سرمایه‌گذاری و کاهش سطح خدمات می‌باشد. وقتی که تأمین منابع مالی صورت نگیرد، بطور طبیعی خدمات کاهش خواهد یافت و

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش خدمات به معنای کاهش سطح بهداشت، افزایش بیماری‌های ناشی از آب، رشد آلودگیها و ... می‌باشد. در این میان بیشترین زیان را اقشار کم درآمد می‌بینند که هزینه‌های درمان و بهداشت برای آنها سنگین و طاقت فرسا می‌باشد؛ زیرا گروه درآمدی بالا در هنگام لازم با صرف منابع زیاد مالی و مقطعی می‌توانند مشکل خود را حل کنند. افزایش قیمت‌ها ممکن است هزینه افراد کم درآمد را افزایش دهد؛ ولی همان طور که نتایج تحقیق نشان داد، در مصارف بالا و برای اقشار پردرآمد این افزایش قیمت موجب می‌شود که سهم بسیار بیشتری از دیگر اقشار جامعه، منابع مالی را صرف کنند تا درآمدهای حاصله بتواند جوابگوی بخشی از سرمایه‌گذاری در منابع برای عموم مردم باشد و مردم بخصوص اقشار کم درآمد از نتایج آن که همانا ارتقای بهداشت و جلوگیری از بیماری‌ها است بهره‌مند شوند. به عبارت دیگر تعرفه منطقی، خود نوعی عدالت اجتماعی و راهکارهای عادلانه است.

ـ در پایان این نکته قابل ذکر است که ارزانی آب در حدی است که هزینه آب در پایین‌ترین قسمت در بین هزینه‌های مسکن، خوراک، پوشاک و حتی تلفن و برق قرار می‌گیرد. همچنین این امر باعث شده است که مصرف کمتر آب از شاخص‌های خرید هیچ کالایی نمی‌باشد، در حالی که کمتر مصرف کردن سوخت و برق یکی از مهمترین شاخصهای خرید هر کالایی است. تا زمانی که آب ارزان است هر راهی برای کاهش مصرف و ارایه خدمات بهتر در این زمینه به بن بست می‌رسد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع و مآخذ

۱ـ ابطحی، سیداحمد، برآورد تابع تقاضای آب آشامیدنی مورد اصفهان، ۱۳۷۳.

۲ـ توکلی، اکبر، اقتصادسنجی، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۷۰.

۳ـ شرکت آب و فاضلاب تهران، مدارک و پرونده مشترکین شرکت آب و فاضلاب تهران، ۱۳۷۹.

۴ـ سازمان هواشناسی، آمار جوی تهران، چاپ سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۷۹.

۵ـ محمودی، ستار، نشریه آب و فاضلاب، شماره ۱۷ و ۳۸.

۶ـ سلطانی، غلامرضا، نشریه آب و اقتصاد، شماره ۳.

7- Agthe, D.E., & Billings, R.B. (1980), "Dynamic models for residential water demand". water resources Research, 16 (3), PP. 476-480.

8- Al - Qunaibe T.M.H. & Hohnston, R.S. (1985), "Municipal demand for water in kuwait : Methodological issues and emperical results". Water Resources Research. 10 (6), PP. 433-438.

9- Archives, stady 15. (1998). "Estimated Demand Function for water of Philippins". www. geocities.com / Valuasis / studies/study 15.html.

10- Bachrah, M. & Vaghan, W. (1995), "Household water Demand Estimation". www. iadb.org / sds doc / env-MBacharach E.pdf.

11- Kracman, D.R. (2000) "Estimati/ng water Demands for Irrigation Oistricts on the lower colorado River", www. ce.ateaxs.edu/stu/kracmadr/tern 1.htm.

12- Cochran, R., & cotton.A.W.(1985). "Municipal water demand study : Oklahamacity & Tusla. Oklahama". Water Resources Research. 21(7), PP. 941-943.

13- Morgan, W.D. & Smolen, J.C. (1976). "Climatic indications in the estimation of municipal water demand". Water Resources Bulletin. 12 (3), PP. 511-518.

14- Onjala, J. (2001). "Industrial water Demand in Kenya". www.environmental - economics. dk/papers/water kenya.pdf.

www.SID.ir