

تخمین تابع تقاضای آب شرب در شهر کرمان*

منصور محمدی دینانی^۱

حسین اکبری^۲

چکیده

در این مقاله، برای تعیین میزان تأثیر پذیری مصرف آب شرب از سیاست‌های طرف تقاضا، با استفاده از آمار سری زمانی - مقطعی سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۷۸، تابع تقاضای آب شرب برای شهر کرمان برآورد شده است. نتایج برآوردها نشان می‌دهد که کشش قیمتی تقاضای آب شرب بین ۰/۱۷ تا ۰/۳۶ - می‌باشد که نشان دهنده بی‌کشش بودن تقاضای آب شرب نسبت به قیمت در این منطقه است. هم‌چنین، کشش درآمدی محاسبه شده بین ۰/۰۱ تا ۰/۱۲ نشان‌دهنده ضروری و بی‌جانترین بودن این کالا در سبد مصرفی خانوار است. علاوه بر این، در منطقه مورد مطالعه صرفه‌های اقتصادی مصرف آب نسبت به بعد خانوار یا تعداد نفرات خانواده وجود دارد؛ به طوری که هر نفر افزایش در تعداد خانواده به میزان ۰/۷۲ مترمکعب از مصرف سرانه آب در ماه کم خواهد نمود. طبق نتایج به دست آمده زیر بنای واحد مسکونی، تأثیر مثبت و معنی داری با میزان مصرف آب هر خانوار دارد و وجود باغچه (مصرف خارج از منزل) بر مصرف آب سرانه تأثیر معنی‌داری ندارد.

واژه‌های کلیدی: تقاضای آب، کشش قیمتی، کشش درآمدی، کرمان.

*. این مقاله، قسمتی از طرح تحقیقاتی با همین عنوان در دانشگاه شهید باهنر کرمان است که هزینه اجرای آن توسط معاونت پژوهشی این دانشگاه تأمین شده است. بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید باهنر کرمان و معاونت پژوهشی دانشکده علوم انسانی این دانشگاه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

۱. فوق لیسانس اقتصاد کشاورزی و کارشناس ارشد مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.

۲. فوق لیسانس اقتصاد و مربی دانشکده اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان.

مقدمه

آب شرب در اغلب مناطق دنیا و از جمله ایران به دلیل آلودگی آب‌ها، رشد جمعیت و افزایش مصرف سرانه و خشکسالی هر روز کمیاب‌تر می‌شود. از طرف دیگر، غیرقابل جانشین بودن آب مشکل کمیابی آن را بارزتر می‌نماید. در این شرایط، تلاش انسان‌ها برای استفاده بهینه این نهاد ضروری‌تر به نظر می‌رسد و منازعات و کشمکش‌ها نیز برای حاکمیت منابع آب در آینده فزونی خواهد گرفت. علاوه بر استفاده از توان بالای علمی، سیاسی و نظامی برای تصاحب منابع آب توسط کشورهای مختلف، کاربرد مناسب‌تر این نهاد با اهمیت در دستور کار اغلب کشورها و به خصوص کشورهای خشک و نیمه خشک و از جمله ایران قرار گرفته است. در زمینه تقاضای آب در بخش‌های مختلف اقتصادی و از جمله در بخش خانوار (شرب) مطالعات متعددی در ایران و سایر نقاط دنیا صورت گرفته است. نتایج اغلب این مطالعات، مبین بی‌کشش بودن تقاضای آب نسبت به قیمت است (جدول یک). عمده‌ترین دلایل بی‌کشش بودن تقاضای آب نسبت به قیمت - در بیشتر مطالعات انجام شده - را می‌توان به شرح زیر بیان داشت:

۱. نبود جانشینی برای آب در بیشتر مصارف و از جمله شرب،
۲. کم بودن هزینه آب در بودجه خانوار،
۳. مکمل بودن آن در اغلب مصارف با سایر کالاها.

بی‌کشش بودن تقاضای آب در شرایطی که نحوه قیمت‌گذاری به صورت بلوک افزایشی است، مورد تردید قرار می‌گیرد، چرا که در قیمت‌های پایین، بی‌کشش و در قیمت‌های بالا ممکن است کشش‌پذیر باشد^(۳). دیدگاه دیگری نیز در این زمینه وجود دارد و آن نظر رنویک است^(۳). او معتقد است نباید به آب به عنوان یک کالای اقتصادی بنگریم بلکه آب یک نیاز ضروری و یک حق برای هر فرد است که از آن استفاده می‌کند و به جای پرداختن به سیاست قیمت‌گذاری، به دست اندرکاران توصیه می‌کند تا با توجه به اصل برابری در تخصیص منابع آب از ابزار دیگری مثل سهمیه‌بندی برای کنترل مصرف استفاده کنند. علت ارائه کشش‌های قیمتی و درآمدی در برخی از مطالعات موجود در جدول شماره یک، به کارگیری تعاریف مختلفی برای قیمت (متوسط و نهایی) و درآمد و همچنین طبقه‌بندی خانوارها بر حسب درآمد در مطالعات یاد شده می‌باشد.

جدول ۱- نتایج برخی از مطالعات انجام شده در زمینه تقاضای آب شرب

نام محقق	نوع آمار	منطقه	نوع مدل	کشش قیمتی	کشش درآمدی
Griffin, Chang	سری زمانی	نگراس	خطی	-۰/۳۸ تا -۰/۱۶	۰/۴۸ تا ۰/۳
Williams, Suh	سری زمانی - مقطعی	متروپلیتن	لگاریتمی	-۰/۴۸ تا -۰/۱۷	۰/۷۷ تا ۰/۵۷
Renwick, Archibald	سری زمانی - مقطعی	کالیفرنیا	خطی	-۰/۳۳	۰/۳۶
Cochran, Cotton	سری زمانی	اکلاهما	خطی - لگاریتمی	-۰/۴	۰/۵۸
Hoglund	سری زمانی - مقطعی	سوئد	لگاریتمی	-۰/۲ تا -۰/۱	۰/۰۷ تا ۰/۰۵
Stevens et al.	سری مقطعی	ماساچوست	خطی	-۰/۶۹ تا -۰/۱	۰/۲۸ تا ۰/۱۳
Danielson	سری زمانی - مقطعی	کارولینای شمالی	لگاریتمی	-۰/۲۷ تا -۱/۳۸	۰/۳۶ تا ۰/۳۳
صدر و خداجمی	سری زمانی - مقطعی	تهران	لگاریتمی	-۰/۱۵۲	—
سعیدنیا	سری زمانی	قم	خطی - لگاریتمی	-۰/۲۸ تا -۰/۱۳	۰/۰۷۲ تا ۰/۰۶۷
اسدی و سطلانی	سری مقطعی	تنکابن	لگاریتمی - خطی و نمایی	-۰/۷۸ تا -۰/۰۱	۰/۶۲ تا ۰/۰۱
شهرزادی و کلاهی	سری زمانی - مقطعی	شیراز	خطی	-۰/۱۷ تا -۰/۰۱	۰/۲۱ تا ۰/۱۷۵

هدف از انجام این مطالعه، تخمین تابع تقاضای آب شرب و محاسبه کشش‌های قیمتی و درآمدی آن برای شهرستان کرمان می‌باشد. استان کرمان با ۱۸۱۸۴ کیلومتر مربع مساحت و ۱۷۵۴ متر ارتفاع از سطح دریا دارای یازده شهرستان، سی و سه بخش، چهل و شش شهر و یکصد و چهل و یک روستا می‌باشد. بر اساس آمار موجود، کل تخلیه آب از منابع مختلف در این استان در سال ۱۳۷۷ معادل ۶۵۱۴ میلیون متر مکعب بوده است. از این حجم، معادل ۳۸۷۱ میلیون متر مکعب (۵۹ درصد) از ۷۷۰۹ حلقه چاه عمیق، ۱۴۳۷ میلیون متر مکعب (۲۳ درصد) از ۹۸۶۳ حلقه چاه نیمه عمیق، ۱۱۲۷ میلیون متر مکعب (۱۷ درصد) از ۱۶۱۵ رشته قنات و ۷۹ میلیون متر مکعب (۱ درصد) از ۲۰۷ چشمه بوده است (۱۲) و (۱۳). به همین منظور در ادامه به مواد و روش‌ها، نتایج و بحث و سپس منابع مورد استفاده اشاره خواهد

شد.

مواد و روش‌ها

برای تخمین تابع تقاضای آب شرب در شهر کرمان، آمار و اطلاعات مورد نیاز که شامل میزان مصرف آب برحسب مترمکعب در ماه، هزینه مصرف آب، تعداد نفرات یا بعد خانوار، درآمد سرپرست خانوار، زیربنا و وجود یا عدم وجود باغچه (متغیر مجازی) می‌باشد با استفاده از روش آمارگیری طبقه‌بندی شده در سال‌های ۷۷-۱۳۷۸ جمع‌آوری شده است. شرح دقیق‌تر متغیرهای مورد استفاده و واحد اندازه‌گیری آنها در جدول شماره (۲) آورده شده است.

مدل مورد استفاده در تخمین تابع تقاضا در حالت کلی به صورت زیر می‌باشد:

$$Q = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6) \quad (1)$$

به طوری که:

Q : میزان مصرف سرانه آب بر حسب متر مکعب در ماه،

$X_1 = 1$: بیانگر عرض از مبدأ می‌باشد،

X_2 : قیمت (اسمی) بر حسب ریال بر مترمکعب،

X_3 : درآمد (اسمی) ماهانه بر حسب هزار تومان،

X_4 : زیربنای منزل بر حسب مترمربع،

X_5 : متغیر مجازی مربوط به باغچه،

X_6 : متغیر اختلاف (قیمت متوسط از قیمت نهایی).

جدول ۲- معرفی متغیرهای مورد استفاده در تابع تقاضای آب شرب

متغیر	واحد	دامنه	میانگین	انحراف معیار
مصرف آب	مترمکعب سرانه در ماه	۰/۷ تا ۱۹	۵/۸۴	۲/۶۵
قیمت نهایی	ریال بر مترمکعب	۱۰/۳ تا ۶۴	۲۱/۸	۱۴/۷۵
متغیراختلاف	ریال بر مترمکعب	۰ تا ۱۳۰۶	-۴۰۲/۹	۲۵۶/۸
قیمت متوسط	ریال بر مترمکعب	۱۵۷/۸ تا ۱۳۲۴	۴۲۴/۷	۲۶۳/۳
زیربنا	مترمربع	۴۰ تا ۵۴۰	۲۱۵/۷	۷۹/۴
بعد خانوار	تعداد نفرات	۱ تا ۱۰	۵	۱/۳۴
درآمد	هزار تومان در ماه	۳۰ تا ۵۰۰	۱۴۷/۸	۸۶/۶
باغچه	داشتن = ۱ و نداشتن = ۰	۰ تا ۱	۸۴ درصد دارای باغچه	—

مأخذ: داده‌های بررسی.

مدل بالا به دو شکل خطی و نمایی برآورد شده است. در خصوص قیمت در مدل یادشده دو نوع قیمت (قیمت متوسط و قیمت نهایی) مورد استفاده قرار گرفته است. برای محاسبه قیمت متوسط در این مطالعه، صورت حساب هزینه پرداختی هر مشترک که شامل هزینه آبنمان و اشتراک نیز می‌باشد بر میزان آب مصرفی بر حسب مترمکعب تقسیم شده است. برای محاسبه قیمت نهایی ابتدا، مشترکین برحسب میزان مصرف ماهیانه آب به چند دامنه تقسیم می‌شوند. در این مطالعه، از تقسیم‌بندی وزارت نیرو برای تهیه صورت حساب مصرف آب در سال ۱۳۷۷ (شش دامنه) استفاده شده است (۱۴). سپس، صورت حساب مصرف دو نقطه پایان و شروع هر محدوده از یکدیگر کسر شده، بر اختلاف این دو تقسیم می‌گردد. به طور مثال، یکی از دامنه‌های مورد استفاده برای تهیه صورت حساب آب مصرفی در سال ۱۳۷۷، محدوده پنج تا بیست و دو و نیم مترمکعب در ماه می‌باشد.

برای محاسبه قیمت نهایی در این دامنه، صورت حساب مصرف ۲۲/۵ مترمکعب در ماه از صورت حساب ۵ مترمکعب در ماه کسر شده و بر ۱۷/۵ تقسیم می‌شود. بر این اساس، قیمت نهایی در این محدوده ۱۴/۲ ریال بر مترمکعب به دست می‌آید. بنابراین، تمام مشترکینی که محدوده مصرف آنها در محدوده بالا قرار می‌گیرند قیمت نهایی پرداختی آنها معادل ۱۴/۲ ریال بر مترمکعب در نظر گرفته می‌شود.

به همین ترتیب برای محدوده ۲۲/۵ مترمکعب تا ۴۵ مترمکعب در ماه، معادل ۱۰/۸۸ ریال بر مترمکعب محاسبه شده است. برای سایر محدوده‌ها نیز قیمت نهایی به همین شکل محاسبه شده است. متغیر اختلاف قیمت متوسط از قیمت نهایی - به عنوان جانشینی برای متغیر اختلاف نوردین که در برخی از مطالعات به کار برده می‌شود - به دلیل وجود هم خطی بین این متغیر (اختلاف نوردین) با قیمت و هم‌چنین درآمد، در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است.^(۱) متغیر اختلاف نوردین به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$D = P_k * Q - \left(\sum_{j=1}^{k-1} P_j * Q_j + P_k (Q - \sum_{j=1}^{k-1} Q_j) \right) \quad (2)$$

به طوری که Q مشخص‌کننده کل تقاضای آب و اندیس k معرف بلوکی است که مصرف‌کننده در آن قرار دارد.

P_j و P_k نشان دهنده قیمت نهایی در بلوک z ام و k ام، Q_j مرز پایین بلوک z می‌باشد.

درآمد ماهانه سرپرست خانوار، زیربنا و بود یا نبود باغچه سایر متغیرهایی است که در تابع تقاضا مورد استفاده قرار گرفته است. تابع تقاضای مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار Eviews و روش حداقل مربعات معمولی (OLS) برآورد شده است.

نتایج و بحث

قبل از پرداختن به نتایج، برای بررسی وضعیت همگرایی متغیرهایی همانند مصرف سرانه، قیمت متوسط و قیمت نهایی و هم‌چنین، جلوگیری از ایجاد شبهه در مورد رگرسیون‌های جعلی اقدام به انجام آزمون همگرایی با استفاده از آزمون دیکی فولر نموده‌ایم. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده که در جدول شماره (۳) ارائه شده است هیچ‌کدام از متغیرهای یاد شده دارای ریشه واحد نبوده و پایا می‌باشند. بنابراین، امکان ایجاد رگرسیون‌های جعلی در تخمین تابع تقاضای آب شرب منتفی است.

برآورد تابع تقاضای آب شرب نشان دهنده بی‌کشش و بی‌جانشین بودن این کالا می‌باشد (جدول ۴). بنابراین، استفاده از سیاست‌های قیمتی برای کاهش و یا کنترل مصرف آب نمی‌تواند چندان مؤثر واقع شود. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، کشش قیمتی تقاضای آب معادل ۰/۳۶- است به بیان دیگر، با افزایش

جدول ۳- آزمون همگرایی متغیرهای مورد استفاده در تابع تقاضا

متغیر	نوع آزمون	روند و جزء ثابت	جزء ثابت	هیچ کدام
قیمت نهایی	<i>DF</i>	-۱۴/۳	-۱۴/۳	-۱۳/۳۵
قیمت متوسط	<i>ADF*</i>	-۳/۹	-۳/۷	-۳/۲
قیمت سرانه آب	<i>DF</i>	-۱۱/۵	-۱۱/۴	-۵/۲

مأخذ: داده‌های مورد بررسی. تمام ارقام بالا در سطح یک درصد معنادار می‌باشند.

*. طول وقفه مورد استفاده (مناسب) در مورد این متغیر سه وقفه می‌باشد.

یک درصد در قیمت آب، تقاضای آن به میزان ۰/۳۶ درصد کاهش خواهد یافت. گفتن است که تفاوت مدل شماره یک و دو، در قیمتی است که در تخمین تابع تقاضا به کار گرفته شده است، به طوری که در مدل شماره یک از قیمت متوسط و در مدل شماره دو از قیمت نهایی استفاده شده است. علت به کارگیری دو تعریف برای قیمت در تابع تقاضا، بررسی تأثیر هر کدام از دو قیمت یاد شده بر تقاضای آب می‌باشد. به طور کلی در بین صاحب نظران در خصوص واکنش مصرف کنندگان نسبت به تغییرات قیمت اختلاف نظر وجود دارد. برخی معتقدند که مصرف کنندگان آب شرب نسبت به تغییر در قیمت نهایی حساسیت بیشتری دارند و امکان کنترل تقاضا با افزایش قیمت نهایی وجود دارد. اما بر اساس یافته‌های این مطالعه، کشش قیمتی در هر دو مورد کمتر از واحد (بی کشش) می‌باشد. هم چنین در مدل شماره دو به دلیل وجود همخطی بین زیربنا و تعداد نفرات، درآمد به صورت سرانه در نظر گرفته شده است. از طرف دیگر، محاسبه کشش درآمدی تقاضای آب نشان می‌دهد که آب به عنوان یک کالای ضروری در بودجه خانوار به حساب می‌آید و علاوه بر این، با افزایش تعداد نفرات یا بعد خانوار، مصرف سرانه آب شرب کاهش می‌یابد. به بیان دیگر، صرفه اقتصادی مصرف آب نسبت به بعد خانوار وجود دارد. هر یک درصد افزایش در بعد خانوار منجر به کاهشی معادل ۰/۵۷ درصد در مصرف آب می‌گردد. به بیان دیگر، افزایش یک نفر به اعضای خانواده منجر به کاهشی معادل ۰/۷۲ متر مکعب در ماه در مصرف سرانه خواهد شد. زیربنای منزل با میزان مصرف آب رابطه مثبت و معناداری دارد و به ازای یک مترمربع افزایش در زیربنای منزل در حدود ۵/۴ لیتر در ماه مصرف سرانه افزایش خواهد یافت. وجود باغچه نیز بر میزان مصرف آب می‌افزاید، اگرچه این تأثیر

چندان معنادار به نظر نمی‌رسد. بر اساس نتایج این مطالعه، متوسط مصرف سرانه آب در ماه در شهرستان کرمان معادل یک‌صد و نود و پنج لیتر است که کمتر از مصرف سرانه در تهران و تنکابن و بیشتر از مصرف سرانه شیراز می‌باشد (جدول ۵). مقایسه میزان مصرف آب در ایران و دیگر کشورها نشان می‌دهد که می‌توان با آگاه نمودن مردم از اهمیت آب، هزینه‌های سنگین استحصال، تصفیه و انتقال و اهمیت آن در بهداشت و سلامت مردم، مصرف آن را بدون کاهش سطح رفاه اجتماعی کاهش داد.

جدول ۴- نتایج برآورد تقاضای آب شرب

شماره دو		شماره یک		مدل
نمایی	خطی	نمایی	خطی	نوع تابع
۱/۲	۳/۱	۱/۲	۳/۱۷	عرض از مبدأ
*(۱۶/۹)	*(۸/۱)	*(۱۶)	*(۸/۷۵)	
-۰/۰۰۸	-۰/۰۵	-۰/۰۰۷	-۰/۰۵	قیمت
*(-۵/۶)	*(-۵/۹)	*(-۵)	*(-۶/۸)	
-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۹	-۰/۰۵۷	متغیر اختلاف
*(-۱۲/۲)	*(-۱۲/۵)	*(-۶/۲۱)	*(-۷/۴۸)	
۰/۰۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۲	درآمد
*(۳/۴)	*(۴)	(۳/۴۲)	(۴/۵)	
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲۹	زیربنا
(۰/۷)	*(۲/۳)	*(۰/۷۶)	** (۱/۸)	
۰/۰۰۶	-۰/۲۷	۰/۰۰۶	۰/۲	باغچه
(۰/۱۱)	(-۰/۹)	(۰/۱۱)	(۰/۷)	(مجازی)
۳۹۱	۳۹۱	۳۹۱	۳۹۱	تعداد مشاهدات
*(۴۸/۹۷)	*(۶۰/۶)	*(۴۹)	*(۷۰/۱)	F
۱/۶	۱/۷	۱/۶	۱/۸۱	D.W
۰/۳۸	۰/۴۴	۰/۳۸	۰/۴۸	R ²
-۰/۱۷	-۰/۱۹	-۰/۳۴	-۰/۳۶	کشش قیمتی
۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۰۱	کشش درآمدی

* و **: به ترتیب معنادار در سطح یک و ده درصد.

مأخذ: داده‌های بررسی، ارقام داخل پرانتز نشان دهنده مقادیر آماره t می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میزان مصرف سرانه آب شرب در برخی از کشورهای منتخب (۱۵)

کشور	شهر	مصرف سرانه (لیتر در روز)
اندونزی	—	۸۷
مالزی	—	۹۰
عربستان	ریاض	۱۳۱
قبرس	نیکوزیا	۱۳۳
یونان	آتن	۱۲۸
انگلستان	لندن	۲۶۳
آمریکا	—	۲۴۲
بلژیک	—	۱۰۸
مجارستان	—	۱۵۰
ایران	شیراز	۱۵۵
ایران	تنکابن	۲۰۰
ایران	تهران	۲۴۷
ایران*	کرمان	۱۹۵

*. نتایج این پژوهش

منابع

1. Griffin, Ronald. C. and Chan Chang (1990). Pretest Analyses of Water Demand in Thirthy Communities, *Water Resour, Res.* 26(10): 2251-55.
2. Williams, Martin and Byung Suh. (1986). The Demand for Urban Water by Customer Class, *Applied Econ*, 18: 1275-89.
- 3- Renwick, Mary and Sandra Archibald. (1998). Demand Side Management Policies For Residential Water Use: Who Bears The Conservation Burden? *Land econ*, 74(3): 343-59.
4. Cochran, Richard and Arthur, Cotton, (1985). Municipal Water Demand Study, Oklahoma City and Tulsa, Oklahoma, *Water Resour, Res.* 15(7): 941-43.
5. Hoglund, Lena (1999). Household Demand for Water in Sweden with Implications of a Potential Tax on Water Use, *Water Resour, Res.* 35(12): 3853-63.
6. Stevens, T.H, Jonathan Miller and Cleve, Willis, (1992). Effect of Price Structure on Residential Water Demand, *Water Resource Bulletin*, 28(4): 681-85.
7. Danielson, Leon. E. (1979). Analysis of Residential Demand for Water Using Micro Time-Series Data, *Water Resour, Res.* 15(4): 763-67.
۸. صدر، کاظم؛ عبدیان، مسعود؛ خدارحمی، روح اله (۱۳۷۳). برآورد تابع تقاضای آب شهر تهران. *مجله آب، شماره ۱۳، ۴۷-۵۸.*
۹. سعیدنیا، اسماعیل (۱۳۷۵). برآورد تابع تقاضای آب شهری و سیاست قیمت گذاری آن، *مجله آب و توسعه، سال چهارم، شماره ۶۱-۶۶.*
۱۰. اسدی، هرمز و سلطانی، غلامرضا (۱۳۷۵). برآورد تابع تقاضای آب خانگی خانوار شهری:

- مطالعه موردی شهرستان تنکابن، مجله آب و توسعه، سال چهارم، شماره ۴، صفحات ۶۷-۷۶.
۱۱. شرزهای، غلامرضا و کلاهی، رضا (۱۳۷۵). برآورد تابع تقاضای آب شهری شیراز، مجله آب و توسعه، سال چهارم، شماره ۳، صفحات ۵۶-۶۳.
۱۲. سازمان برنامه و بودجه، مرکز آمار ایران (۱۳۷۷). سالنامه آماری کشور.
۱۳. سازمان برنامه و بودجه، معاونت آمار و اطلاعات (۱۳۷۷). آمار نامه استان کرمان.
۱۴. وزارت نیرو (۱۳۷۷). تعرفه‌های آب و فاضلاب سال‌های ۷۸-۱۳۷۷.
۱۵. مولایی، عزیزاله (۱۳۷۷). تحلیل هزینه - فایده تفکیک آب شرب از غیرآب شرب در شهر تهران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبائی.