فصلنامه مدلسازی اقتصادی (سال هفتم، شماره ۲ «پیاپی ۲۲»، تابستان ۱۳۹۲، صفحات ۱۱۹-۱۰۱)

تاثیر هدفمندی یارانه بر میزان تقاضای آب مصرفی شهری در قم

فرخنده جبل عاملی* یزدان گودرزی فراهانی**

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۶/۰۳

چکیده

در این مقاله تابع تقاضای بلندمدت آب شهری قم با توجه به تاثیر متغیر یارانه بر آن مورد بررسی قرار گرفت. برای برآورد این تابع از داده‌های سری زمانی ماهیانه دوره‌ی زمانی (۱۳۹۰:۰۶ –۱۳۸۷:۰۱) استفاده شده است و مدل برازش شده مبتنی بر حداکثرسازی تابع مطلوبیت استون-گری و رویکرد مدل‌های خودرگرسیونی و مدل‌های هم‌انباشته می‌باشد. نتایج مطالعه نشان داد کاهش و یا حذف یارانه آب، تقاضای آب شهری را کاهش می‌دهد هم‌چنین تقاضای آب شهری قم با قیمت آب و قیمت سایر کالاها مطابق با نظریات اقتصادی رابطه عکس و با درآمد رابطه مستقیم دارد، تقاضای آب شهری این استان نسبت به قیمت آب و قیمت کالاهای دیگر بی‌کشش و نسبت به درآمد یک کالای ضروری است هم‌چنین حداقل میزان آب مصرفی شهروندان قمی با در نظر گرفتن حذف یارانه قیمتی ۳۸ لیتر در روز می‌باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

طبقه‌بندی JEL: Q24, Q25, Q31

واژگان کلیدی: تابع تقاضا، تابع مطلوبیت استون-گری، الگوی خودرگرسیون‌برداری (VAR)، یارانه.

* دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده‌ی مسئول)، پست الکترونیکی: fameli@ut.ac.ir

** کارشناسی ارشد اقتصاد، پست الکترونیکی: yazdan.gudarzi@ut.ac.ir

۱. مقدمه

در مورد تقاضای آب مصرفی هم‌چون تقاضا برای کالاهای دیگر می‌توان تعریفی به صورت زیر ارایه کرد که تقاضای آب رابطه‌ی یک به یک میان میزان مصرف آب و حداکثر قیمتی که متقاضی در مقادیر گوناگون حاضر به پرداخت است به شرطی که درآمد او و قیمت کالاهای جانشین، مکمل و سایر شرایط ثابت باشد. بدیهی است که رابطه‌ی میزان تقاضای آب با آب بهای منفی و با درآمد متقاضی مثبت است. امروزه با توجه به کمبود آب بهداشتی و آب در دسترس نقش آب به عنوان کالایی اقتصادی مورد توجه قرار گرفته است، به گونه‌ای که اهمیت و کاربرد آن در فعالیت‌های مختلف اقتصادی، سبب شده که از آن به عنوان کلید توسعه‌ی پایدار نام برده شود.

امروزه آب را دیگر نمی‌توان یک کالای فراوان و فاقد ارزش اقتصادی دانست، بلکه یک کالای بدون جایگزین و با ارزش اقتصادی زیاد بوده و دارای مصارف متعددی می‌باشد. برای تداوم یافتن استفاده از منابع آب نمی‌توان از مخازن و سایر منابع آب با سرعتی بیش از آنچه که چرخه طبیعت توان احیا و بازتولید آن را دارد، برداشت کرد. اکثر مناطق ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی در محدوده‌ای از کره زمین واقع شده که بیشترین آن‌ها جزو مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشند (جبل عاملی و گودرزی، ۱۳۹۲: ۲). کمبود آب به دلیل کاهش بارندگی از یک طرف و افزایش مصرف آن از طرف دیگر، موجب شده است که برداشت از آب‌های زیر زمینی، رودخانه‌ها و سدهای موجود شدت یافته و در نتیجه از میزان آب موجود برای مصارف کشاورزی و صنعتی کاسته شود و علاوه بر آن محیط زیست نیز در معرض آسیب جدی قرارگیرد و از این جهت خساراتی به اقتصاد شهر و استان وارد گردد. به همین دلیل امروزه توجه بیشتر به مسایل اقتصادی آب و هم‌چنین بررسی دقیق‌تر تقاضای آب در شهرستان قم بسیار بیشتر از گذشته ضروری به نظر می‌رسد تا با مدیریت تقاضا از طریق مکانیزم‌های اقتصادی هم‌چون سیاست‌های قیمتی و غیرقیمتی از آن‌ها پیشگیری نمود (دفتر آمار و اطلاعات استانداری قم، ۱۳۹۰).

قیمت‌گذاری و یا تنظیم نرخ تعدیل‌کننده مصرف آب از اهداف متعدد و پیچیده سیاست‌گذاران است. سیستم کاربردی تخصیص آب، هیچ‌گاه به عنوان ابزار هدف به منظور

حداکثر کردن سود دنبال نمی‌شود. علاوه بر بهره‌وری اقتصادی، تاسیسات آب به دنبال اهدافی از قبیل کافی بودن درآمدها و کاهش دادن در هزینه‌های خود هستند (گریفن، ۲۰۰٦: ۲۵۱).

در این مقاله تابع تقاضای آب برای کل مصرف شهری و خانوارها در شهر قم برآورد شده است و در این راستا فرضیه‌های زیر مورد آزمون قرار گرفته‌اند: مقدار تقاضای آب شهری، تابعی معکوس از قیمت و تابع مستقیم از درآمد است، تقاضای آب شهری نسبت به قیمت و درآمد بی‌کشش است، مقدار تقاضای آب شهری نسبت به قیمت سایر کالاها (غیر از آب) بی‌کشش است، متغیر دمای هوا دارای اثرات معناداری بر روی تقاضای آب است و کاهش در یارانه‌ی پرداختی منجر به کاهش در میزان آب مصرفی مشترکین و تقاضای آب شهری شده است. برتری مقاله‌ی حاضر برآورد تابع تقاضای آب شهری استان قم با بررسی تاثیر حذف یارانه‌ها بر آن می‌باشد این عمل برای بازه‌ی زمانی قبل و بعد از اجرای هدفمندی یارانه‌ها می‌باشد.

این مقاله شامل پنج بخش می‌باشد که در بخش دوم به مروری بر مطالعات پیشین صورت گرفته در زمینه تقاضای آب پرداخته شده است و در بخش سوم مبانی نظری تقاضا برای آب را شرح داده شده است و در بخش چهارم به تصریح مدل تجربی پرداخته شده و در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات تحقیق در بخش پایانی ارایه گردیده است.

۲. مروری بر مطالعات انجام شده

در مورد برآورد تابع تقاضای آب شهری، طی دهه‌های اخیر تجزیه و تحلیل‌های فراوانی صورت گرفته است اما در مورد تاثیر حذف یارانه قیمتی بر تقاضای آب شهری مطالعات کمی مورد توجه قرار گرفته است، از جمله مهم‌ترین مطالعات انجام شده در زمینه تابع تقاضای آب می‌توان به مطالعه پارکر و ویبی[1] (۲۰۱۳) اشاره کرد که این مقاله به بررسی تقاضای آب مصرفی توسط خانوارها پرداخت. در این مطالعه بررسی نظریه و عملی این موضوع و عوامل موثر بر تابع تقاضای آب در انگلیس مورد نظر بود و روش‌هایی برای برآورد و پیش‌بینی تقاضای آب در دوره کوتاه مدت (روزانه و فصلی) و بلندمدت (سال و دهه) بررسی شد، هم‌چنین در این مقاله به بحث راجع به اوج مصرف آب توسط خانوارها با استفاده از معیارهای

1. Parker and Wilby

اندازه‌گیری مبتنی بر مطالعات و تکنیک های آماری برای پیش‌بینی تقاضا در بلند مدت پرداخته شد. نتایج نشان داد توجه بیشتر به روابط بین متغیر های آب و هوا و تقاضای مصرفی خانواده یکی از مهم‌ترین عوامل موثر **بر** تقاضای آب شهری خانوارها می‌باشد. داگنیو[1] (۲۰۱۲) در تحقیقی به بررسی عوامل موثر بر تقاضای آب در منطقه جنوب غربی اتیوپی پرداخت. وی بیان می‌کند که بنابر فرض صورت گرفته عوامل موثر بر تقاضای آب و منابع آبی در شهر، درآمد خانوارها، موقعیت تحصیلی سرپرست خانوارها، اعضای خانوارها، جنسیت افراد، مالکیت منزل مسکونی و آب بها می‌باشد. نتایج تحقیق نشان‌دهنده این بود که هزینه‌های ماهیانه، مالکیت منزل مسکونی و موقعیت تحصیلی سرپرست خانوارها از لحاظ آماری موثر و معنادار می‌باشد. در حالی که سایر عوامل استفاده شده در این تحقیق از لحاظ آماری معنادار نبوده است و تاثیری بر تصمیم‌گیری سرپرست خانوارها نخواهد گذاشت. پروپاتو و همکاران[2] (۲۰۱۲) به تجزیه و تحلیل برآورد تابع تقاضا آب از طریق داده‌های ساعات مصرفی در بخش صنعت و مسکن در فرانسه پرداختند. برای این منظور از مدل‌های خودهمبسته انباشته میانگین متحرک برای برآورد تابع تقاضای آب شهری استفاده گردید. متغیرهای برون‌زای معرفی شده به منظور تاثیرگذاری آن‌ها بر مصرف آب عبارت بود از: روندهای فصلی، تعطیلات، حداکثر دمای روزانه، میزان بارش و تبخیر آب. نتایج تحقیق نشان‌دهنده‌ی تاثیر معنادار دمای روزانه، میزان بازش و روندهای فصلی بر میزان مصرف آب بود به طوری که متغیر حداکثر دمای روزانه در ساعات مختلف روز دارای اثرات مثبت و معنادار بر مصرف آب بود به طوری که میزان مصرف در روز بسیار بیشتر از مصرف آب در شب بود. بینت[3] (۲۰۱۱) به برآورد تابع تقاضای آب با استفاده از تابع مطلوبیت استون–گری برای کشور فرانسه با لحاظ تغییرات قیمتی پرداخت. برای این منظور سعی شد از روش گشتاورهای تعمیم یافته[4] برای برآورد تابع استفاده گردید. برآوردگرهای مدل GMM حکایت از درون‌زایی متغیر قیمت داشتند. از آنجا که پارامتر قیمت تخمین زده متفاوت از یک نبود بنابراین نتیجه گرفته شد که مصرف‌کننده آب مسکونی به قیمت واکنش نشان می‌دهد و آب به عنوان یک کالای نرمال ضروری می‌باشد. دهارماراتنا و

1. Dagnew
2. Propato and et al
3. Binet
4. Generelaized Method of Movment

هریس[1] (۲۰۱۰) به برآورد تابع تقاضای آب با استفاده از روش تابع مطلوبت استون–گری برای کشور سریلانکا پرداختند. محققین دلیل استفاده از این روش نسبت به روش تابع کاب–داگلاس[2] را دو عامل اشاره می‌کنند ۱- ثابت نبودن کشش قیمتی در این تابع و ۲- این تابع فرض می‌کند که مصرف آب دو بخش دارد که شامل یک بخش مصرفی ثابت و یکی بخش آبی که اسراف شده و هدر می‌رود. نتایج تحقیق آنها نشان‌دهنده این بود که نسبت بخشی از آب که به تغییرات قیمت در سریلانکا حساس نمی‌باشد بین ۰/٦٤ و ۱/۰٦ سرانه در هر ماه است. نتایج برآورد شده برای کشورهای توسعه یافته بیانگر این می‌باشد که کاهش مصرف آب از طریق ابزار قیمتی نسبت به کشورهای در حال توسعه ابزار بسیار موثرتری می‌باشد. محدوده کشش قیمت از ۰/۱۱- تا ۰/۱٤- بوده و کشش درآمد بین بازه ۰/۱۱ تا ۰/۱٤ می‌باشد. اسچلیچ و هیلنبراند[3] (۲۰۰۷) به شناسایی عوامل موثر بر تقاضای آب در آلمان پرداختند. برای این منظور آنها از عواملی هم‌چون شرایط محیطی و اجتماعی در کنار عوامل اقتصادی هم‌چون درآمد، آب بها مصرفی و قیمت کالاهای دیگر استفاده کردند. نتایج حاصل از مدل‌سازی آنها نشان‌دهنده‌ی این موضوع بود که با رشد ۲ درصدی در آب بها مصرفی تا سال ۲۰۲۰ میزان تقاضای آب به میزان ۱۰ درصد چیزی در حدود ۱۳ لیتر در هر روز کاهش خواهد یافت. هم‌چنین نتایج نشان‌دهنده‌ی این بود که با رشد ۱ درصدی در درآمد سرانه منجر به افزایش ۵ درصدی یعنی حدود ٦/۵ لیتر در هر روز در میزان آب مصرفی و تقاضا برای آن خواهد شد.

در مطالعات داخلی صورت گرفته در مورد برآورد تابع تقاضای آب و عوامل موثر بر آن می‌توان به مطالعاتی هم‌چون جبل عاملی و گودرزی (۱۳۹۲) اشاره کرد. این دو به بررسی تاثیر یارانه‌های اعطایی به بخش آب شهری قم در دوره ۸۹-۱۳۸۷ که مربوط به دوره‌ی قبل از اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها بود، پرداختند. این دو با استفاده از مدل‌های خودرگرسیون برداری مدلی و با استفاده از حداکثر سازی تابع مطلوبیت استون -گری نشان دادند که کاهش یارانه‌های اعطایی به آب مصرفی خانوارها منجر به کاهش در میزان آب مصرفی تا ٤۲ لیتر در

1. Dharmaratna and Harris
2. Cobb–Douglas
3. Schleich and Hillenbrand

روز خواهد شد. خوشبخت و همکاران (۱۳۹۰) به تخمین تابع تقاضای آب بخش خانگی با قیمت‌های غیرخطی با استفاده از الگوی انتخاب گسسته – پیوسته در شهر تهران طی دوره ۸۵-۱۳۸۱ پرداختند. در این مطالعه، تابع تقاضای آب مصرفی خانوارهای شهر تهران با اطلاعات بودجه خانوار در ساختار قیمت‌های بلوکی با الگوی انتخاب گسسته - پیوسته با روش حداکثر راست‌نمایی، برآورد شد. نتایج این تحقیق نشان داد که پارامترهای قیمت و درآمد، دارای علامت مورد انتظار هستند. کشش‌های غیرشرطی محاسبه شده نشان‌دهنده‌ی این بودند که حساسیت مصرف کنندگان در برابر تغییر قیمت و درآمد در ساختار قیمت بلوکی مخالف صفر است. بنابراین می‌توان از سیاست اصلاح قیمت در ساختار قیمت بلوکی به عنوان ابزار موثری در مدیریت مصرف مازاد بر نیاز استفاده کرد. بهبودیان و همکاران (۱۳۹۰) اثر هدفمندسازی یارانه‌ها بر تقاضای آب خانگی در شهر نیشابور را مورد بررسی قرار دادند. برای این منظور با استفاده از اطلاعات سری زمانی ماهانه برای سال‌های ۸۷-۱۳۷٦ تابع تقاضای آب برای شهر نیشابور تخمین زده شد و متغیرهای مستقل برای آینده با درنظر گرفتن اجرا شدن طرح هدفمندسازی یارانه‌ها پیش‌بینی گردید. نتایج نشان داد با اجرا شدن طرح هدفمندسازی یارانه‌ها و واقعی‌شدن قیمت آب سرانه مصرف آب کاهش می‌یابد. سجادی‌فر و خیابانی (۱۳۹۰) به مدل‌سازی تقاضای آب خانگی با استفاده از روش مدل عوامل تصادفی در شهر اراک پرداختند. در این مقاله، آنها با استفاده از تابع مطلوبیت استون-گری تابع تقاضای آب خانگی را استخراج و با به کارگیری مدل تعدیل جزیی و استفاده از روش اقتصادسنجی مدل عوامل تصادفی، تقاضای بلندمدت و کوتاه مدت آب شهر اراک در فصل‌های مختلف و هم‌چنین کل سال را برآورد کردند. در این تحقیق آنها از داده‌ها ترکیبی مربوط به ۱۵۲ خانوار شهر اراک در سال‌های ۸۲-۱۳۷۷ استفاده کردند. در مجموع، کم کشش بودن تقاضای آب خانگی نسبت به درآمد و قیمت و هم‌چنین مکمل بودن آب با سایر کالاها تایید شد. نتایج نشان داد کشش قیمتی و درآمدی فصل تابستان (جانشین مصارف بیرونی) تقریبا دو برابر کشش قیمتی و درآمدی فصل زمستان (جانشین مصارف داخلی) بوده و کشش تقاضای بلندمدت از کوتاه مدت بیشتر است. ابونوری (۱۳۸۷) به تجزیه و تحلیل پدیده خشکسالی کشاورزی شهرستان فیروزکوه به روش موازنه آبی پرداخت. این مقاله با استفاده از اقتصاد آب و توازن آبی، ایستگاه سینوپتیک فیروزکوه طی دوره ۱۵ ساله با برآورد تعداد دفعات وقوع

خشکسالی، شدت آنها را نیز اندازه‌گیری کرد. با به کارگیری روش بودجه آبی در منطقه مشخص شد که فیروزکوه به طور متوسط در هر ۵ سال مواجه با یک پدیده خشکسالی حاد گردیده و یا احتمال وقوع این پدیده در این منطقه ۰/۲ می‌باشد و لازم است کشاورزان و یا زارعین منطقه با توجه به وقوع این پدیده به گونه‌ای برنامه‌ریزی کنند که از آسیب‌پذیری بیشتر محصول‌شان جلوگیری شود. هم‌چنین در این تحقیق اشاره شد که این منطقه در سال ۸۸-۱۳۸۷ مواجه با خشکسالی حاد می‌گردد ولو آن که پیش‌بینی شده است که در اواخر سال ۱۳۸۸ از شدت وقوع این پدیده کاسته شده و با یک خشکسالی ملایم روبرو شود.

به طور کلی، مطالعات صورت گرفته در زمینه تاثیر یارانه بر تقاضای آب مطالعات کمی در اقتصاد ایران صورت گرفته است و بیشتر مطالعات به بررسی تابع تقاضای آب پرداخته‌اند که در این رابطه تقاضای آب را تابعی از آب بها مصرفی و درآمد سرانه خانوارها و شرایط آب و هوایی در نظر گرفته که با توجه به موقعیت هر استان تقاضای آب و معناداری هر یک از متغیرهای وارد شده در مدل و حداقل مصرف آب متفاوت می‌باشد. برتری این مطالعه نسبت به مطالعات پیشین صورت گرفته در این زمینه، دوره‌ی زمانی آن می‌باشد که مربوط به دوره قبل از هدفمندی یارانه و بعد از هدفمندی یارانه‌ها بوده هم‌چنین با توجه به موقعیت جغرافیایی استان قم متغیر آب و هوا و میزان بارندگی به عنوان یکی از مهم‌ترین متغیرهای تاثیرگذار بر تقاضای آب وارد مدل شده است. این در حالی است که مطالعات پیشین صورت گرفته تاثیر یارانه‌ها بر میزان تقاضای آب را بعد از اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها کمتر مورد توجه قرار داده‌اند و این مقاله تاکید بیشتری بر تقاضای آب بعد از دوره اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها دارد.

۳. مبانی نظری تقاضای آب

مبانی نظری این بخش برگرفته از مقاله جبل عاملی و گودرزی در مورد تاثیر یارانه بر تقاضای آب قبل از اجرای هدفمندی یارانه‌های می‌باشد که به اختصار به آن اشاره شده است و این مورد برای دوره‌ی بعد از اجرای هدفمندی یارانه‌ها بسط داده شده است. تقاضای آب برحسب کاربردهای وسیع آن، به ۳ دسته تقاضای آب شهری، کشاورزی و صنعتی تقسیم می‌گردد که در هر کدام از این گروه‌ها، آب برای موارد متعددی به کار می‌رود. تقاضا برای آب در بخش‌های کشاورزی و صنعتی تقاضای مشتق شده می‌باشد (پژویان و حسینی، ۱۳۸۲: ۸).

یارانه‌های آب به دو شکل کلی قابل پرداخت است: ۱- یارانه‌های غیرمستقیم از طریق تعرفه‌های پایین ۲- یارانه‌های مستقیم به مصرف‌کننده نهایی. در حالت اول یارانه‌ها به این دلیل غیرمستقیم نامیده می‌شوند که مستقیماً به مصرف کننده‌ی نهایی پرداخت نمی‌شوند بلکه دولت زیان ناشی از دریافت تعرفه‌های پایین را برای شرکت‌های آب و فاضلاب جبران می‌کند. در حالت دوم یارانه‌ها مستقیماً و بر اساس معیارها و ضوابط شایستگی که عموماً فرض می‌شود ارتباط زیادی با فقر داشته باشد به مصرف‌کننده‌ی نهایی پرداخت می‌گردد. مزیت اصلی این نوع یارانه‌ها این است که واضح و شفافند و زیان ناشی از عملکرد ناکارای شرکت‌های آب و فاضلاب را حداقل می‌کند.

به طور کلی، موفقیت استراتژی‌های مدیریت تقاضای آب به این بستگی دارد که چقدر خوب بتوانیم درک کنیم که مردم چگونه در مورد آب و مصرف آب می‌اندیشند و از این طریق به دنبال تغییر رفتار مصرف کنندگان باشیم. بنابراین بخشی از برنامه مربوط به آگاه‌سازی مردم، بخشی به ایجاد انگیزه و بخشی نیز مربوط به وجود وسایل و امکاناتی است که اهداف فوق را تحقق می‌بخشند. بخش پررنگ‌تر این برنامه که این مطالعه نیز به آن می‌پردازد استفاده از محرک و انگیزه‌های اقتصادی است. در بیشتر مطالعات انجام گرفته تقاضای آب بی‌کشش برآورد شده است. این موضوع منطقی به نظر می‌رسد زیرا آب کالایی ضروری و بدون جانشین است. به هر جهت اگر ضریب کشش مخالف صفر باشد قیمت‌ها نقش مهمی را در مدیریت تقاضا ایفا می‌کنند. قیمت یک عامل مهم در کنترل رفتارهای مصرفی است و افزایش آن می‌تواند در کوتاه مدت تقاضای آب را کاهش دهد قیمت پایین آب علاوه بر این که حساسیتی را بر الگوی مصرف ایجاد نمی‌کند موجب می‌شود که درآمد ناشی از تعرفه‌ها نیز پایین‌ترین میزان لازم برای پوشش کامل هزینه‌های سیستم تامین آب شهری باشد. بنابراین بخش آب یارانه‌های سنگینی را دریافت می‌کند.

مشترکین آب خانگی بهایی را می‌پردازند که بسیار پایین‌تر از قیمت تمام شده‌ی اقتصادی است و تمام هزینه‌های این حمایت در بودجه‌ی دولت ثبت نمی‌شود. پایین بودن آب در بخش خانگی در هر سال موجب از دست رفتن بخش زیادی از درآمد شرکت آب و فاضلاب شده که این درآمد هم می‌تواند موجب پوشش هزینه‌های مرتبط با آب در این بخش شده و هم این که در جهت توسعه‌ی سرمایه‌گذاری‌های آب به کار رود. این‌ها عواملی است که بر ناکارآمد

بودن یارانه‌ها در این بخش صحه می‌گذارد. قیمت اقتصادی آب یا هزینه‌ی واقعی تولید آب می‌تواند اهداف گوناگونی را مورد توجه قرار دهد. اما یکی از اهداف مهم آن می‌تواند تعیین هزینه‌های واقعی آب به منظور اصلاح تعرفه‌های مشترکین پرمصرف و تعیین مبانی نظام تعرفه و قیمت‌گذاری آب باشد. با فرض این که مصرف کننده با سبدی از دو کالا شامل آب (W) و سایر کالاها و خدمات Q_{oth} که یک کالای ترکیبی فرض شده است روبرو است، تابع مطلوبیت استون-گری و در نتیجه مساله حداکثرسازی مطلوبیت به صورت زیر خواهد بود (هندرسون و کوانت، ۱۹۸۰: ۶۱-۶۰).

$$MaxU^{*} = \tilde{}_1 \ln(W - S_W) + \tilde{}_2 \ln(Q_{oth} - S_{oth}) \qquad (۱)$$

$$St: I = P_W W + P_{oth} Q_{oth} \qquad (۲)$$

که در آن:

S_W: حداقل میزان مصرف آب، S_{oth}:حداقل میزان مصرف سایر کالاها،W: میزان مصرف آب Q_{oth}: میزان مصرف سایر کالاها،I: بودجه خانوار، P_W: قیمت آب P_{oth}: قیمت سایر کالاها ازحداکثر سازی مساله بالا و با فرض این که $\tilde{}_1 + \tilde{}_2 + 1$خواهیم داشت:

$$W = S_W + \frac{\tilde{}_1}{P_W}\left[I - P_W W - P_{oth} Q_{oth}\right] \qquad (۳)$$

و در نهایت با فرض

$$\bar{}_1 = \tilde{}_1, \bar{}_2 = -\tilde{}_1 S_{oth}, \bar{}_0 = -S_W(1 - \tilde{}_1) \qquad (٤)$$

فرم کلی تابع تقاضای آب به صوت زیر خواهد بود:

$$W_t = \bar{}_0 + \bar{}_1\left(\frac{Y_t}{P_{W_t}}\right) + \bar{}_2\left(\frac{P_{oth_t}}{P_{W_t}}\right) + \bar{}_3 subsidy_t + \bar{}_4 weather_t + \bar{}_5 Dumweather_t + \bar{}_6 Rain_t + £_t \qquad (۵)$$

۱.۳. متغیرهای الگو

به منظور برآورد تابع تقاضای آب از داده های ماهانه سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۸۷ که از اداره آب منطقه‌ای استان قم گرفته شده، استفاده شده است که به ترتیب زیر معرفی می‌گردند:

W: متوسط مصرف سرانه هر مشترک در ماه مورد نظر می‌باشد و از تقسیم کل مصرف آب در هر ماه، بر تعداد مشترکین موجود در آن ماه به دست آمده است به طوری که اطلاعات کل مصرف آب و تعداد مشترکین از اداره آب منطقه‌ای استان جمع‌آوری گردیده است.

YP: از تقسیم کردن متوسط درآمد سرانه خانوار در هر ماه بر قیمت متوسط آب در آن ماه به دست آمده است، به طوری که اطلاعات درآمد سرانه از مرکز آمار و اطلاعات استانداری قم و قیمت متوسط آب نیز از طریق تقسیم کل درآمد بر کل میزان مصرف آب به دست آمده که داده‌های آن از اداره منطقه ای آب استان تهیه شده است.

CPIP: از تقسیم شاخص قیمت مصرف کننده در هر ماه (جانشینی برای قیمت سایر کالاها غیر از آب) بر متوسط قیمت آب در آن ماه به دست آمده است، که اطلاعات مربوط به شاخص قیمت مصرف‌کننده در استان از مرکز اطلاعات آماری بانک مرکزی ایران و فصلنامه‌های آماری استخراج شده است.

Subsidy: متغیر یارانه یا به عبارتی تفاضل بین قیمت تمام شده و متوسط قیمت فروش آب خانگی در شهر قم می‌باشد که اطلاعات آن نیز از مرکز آب منطقه‌ای استان، و مرکز آمار و اطلاعات استانداری قم جمع آوری شده است که این اطلاعات ارقام مربوط به یارانه‌ها بعد از اجرای هدفمندی یارانه‌ها نیز می‌باشد.

Weather: بیانگر متوسط درجه حرارت روزانه در هر ماه

RAIN: بیانگر میزان بارندگی در هر ماه می‌باشد که اطلاعات آن از سازمان هواشناسی کشور جمع‌آوری شده است.

۲.۳. تصریح مدل

هنگامی که می‌خواهیم رفتار چند متغیر سری زمانی را مورد بررسی قرار دهیم لازم است به ارتباطات متقابل بین متغیرها در قالب یک الگوی سیستم معادلات هم‌زمان توجه کنیم، اگر معادلات یک الگوی ساختاری شامل متغیرهای باوقفه نیز باشد اصطلاحا" آن را الگوی سیستم برون‌زا یا از پیش تعیین شده می‌نامند.

رویکرد معادلات ساختاری برای مدل‌سازی سری‌های زمانی از نظریه اقتصادی به منظور مدل‌سازی روابط بین متغیرها استفاده می‌کند. متأسفانه نظریه‌ی اقتصادی در اغلب موارد از استغنای کافی برای یک تصریح پویا که بتواند تمامی این روابط را شناسایی کند برخوردار

نیست، علاوه بر این، وقتی متغیرهای درون‌زا در دو طرف معادلات ظاهر می‌شوند کار تخمین و استنباط از نتایج را دچار مشکل می‌سازد. مهم‌ترین انتقاد از الگوهای ساختاری، محدودیت‌های غیر معتبری است که بر روی پارامترهای الگو به منظور حصول به شناسایی وضع می‌گردد. در واقع نظریه‌های اقتصادی اطلاعاتی در خصوص پارامترهای روابط کوتاه مدت یا پویایی‌های الگو ارایه نمی‌دهند. معمولا نظریه‌ها روابط بلندمدت یا ایستا میان متغیرها را مشخص می‌سازند. سیمز بحث می‌کند که به هنگام استفاده از این روش در تصریح معادلات ساختاری هم‌زمان، قواعد سرانگشتی و قضاوت‌های کارشناسی جایگزین نظریه‌های اقتصادی کلاسیک مبنی بر بهینه‌یابی آحاد اقتصادی می‌گردد. به علاوه طبقه‌بندی متغیرها به درون‌زا و برون‌زا اختیاری و غیرقابل قبول است. در رویکرد یاد شده متغیرهای برون‌زا، متغیرسیاستی یا متغیرهای ماورای مرزهای الگو هستند. این نوع طبقه‌بندی بازخور میان متغیرها را لحاظ نکرده و منجر به تخمین نادرست ضرایب می‌گردد. هم‌چنین عدم تصریح صحیح پویایی‌های الگو در رویکرد سنتی ممکن است منجر به پیش‌بینی‌های ضعیف و رد نظریه‌های اقتصادی گردد.

این مشکلات اقتصادسنج‌دانان را بر آن داشت که از رویکرد غیر ساختاری برای مدل‌سازی روابط بین چند متغیر سری زمانی استفاده نمایند. یکی از این رویکردها، رویکرد خود توضیح برداری VAR می‌باشد. این رویکرد توسط سیمز در سال‌های ۱۹۷۲، ۱۹۸۰، ۱۹۸۲ به عنوان جایگزینی برای الگوهای کلان سنجی معرفی گردید. الگوهای VAR، بر اساس روابط تجربی که بین داده نهفته است پایه‌گذاری شده است و به صورت فرم خلاصه شده، سیستم معادلات هم‌زمان مدنظر قرار می‌گیرند، که هر کدام از متغیرهای درون‌زا بر روی وقفه‌های خود و وقفه‌های متغیرهای دیگر در سیستم رگرس می‌شود (نوفرستی، ۱۳۷۸: ۲۵-۲۹). قبل از تحلیل‌های هم‌انباشتگی، ابتدا پایایی کلیه متغیرهای مدل به وسیله‌ی روش دیکی- فولر افزوده[1] (ADF) آزمون می‌شود.

بر اساس نتایج جدول (۱)، تمامی متغیرهای مورد استفاده به جز CPIP در سطح در حالت عرض از مبدا و روند ناپایا بوده و با یک بار تفاضل‌گیری پایا می‌شوند یا به عبارت دیگر این متغیرها انباشته از مرتبه اول می‌باشند و سطح این متغیرها تحت تاثیر شوک‌های دایمی قرار

1 . Augmented Dickey – Fuller (ADF) Test

داشته، به طوری که پس از هر تغییری گرایش برای بازگشت به سمت روند خطی مشخصی را ندارند و بیشتر متغیرهای مورد استفاده با یک بار تفاضل‌گیری پایا می‌شود.

جدول ۱. نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته برای بررسی پایایی متغیرهای مدل

نام متغیرها	سطح			تفاضل مرتبه اول		
	با عرض از مبدا و روند	مقادیر بحرانی	نتیجه کلی	با عرض از مبدا و روند	مقادیر بحرانی	نتیجه کلی
Cpip	-۳/۹۶	-۳/۵۲	پایا	-	-	-
Yp	-۱/۸۲	-۳/۵۰	نا پایا	-۳/۹۶	-۳/۵۰	پایا
W	-۱/۸۹	-۳/۵۲	نا پایا	-٤/۰۲	-۳/۵۰	پایا
subsidy	-۱/۹٤	-۳/۵۲	نا پایا	-٤/۵۸	-۳/۵۲	پایا
Weather	-۲/۱۲	-۳/۵۲	نا پایا	-۵/۳۸	-۳/۵۲	پایا
Rain	-۲/٤۲	-۳/۵۰	نا پایا	-٤/۷۸	-۳/۵۰	پایا

منبع: محاسبات محقق

٤. روش یوهانسون

برای اطمینان از خواص کلاسیک جملات خطا در برآورد الگوی VAR ابتدا تعداد وقفه‌هایی که لازم است در الگو ظاهر گردد را تعیین می‌کنیم، با توجه به اطلاعات به دست آمده در جدول و مقایسه آن ها با مقادیر بحرانی چنانچه ضوابط HQ (حنان کوئین) و یا SBC (شوارتز- بیزین) را ملاک قرار دهیم تعداد وقفه‌های بهینه ۲ خواهد بود (جدول ۲).

جدول۲. آزمون تعیین تعداد وقفه‌های بهینه

Lag (وقفه)	AIC	SBC	HQ
۰	-۱۲/٦۵	-۱۲/٤۷	-۱۲/۵۷
۱	-۱۲/۹۹	-۱۲/٦۷	-۱۲/۸۳
۲	-۱۳/۰۳	-۱۲/۷۱	-۱۲/۸٦
۳	-۱۲/۹۸	-۱۲/٤٤	-۱۲/۷۹

منبع: محاسبات محقق

در راستای بررسی و تعیین رابطه (روابط) تعادلی بلندمدت بین چند متغیر اقتصادی سری زمانی، از روش یوهانسون استفاده گردید. کمیت‌های آماری آزمون اثر و حداکثر مقدار ویژه برای تعیین تعداد بردارهای هم‌جمعی در جدول (۳) نشان داده شده‌اند.

جدول ۳. آزمون‌های اثر و حداکثر مقدار ویژه برای برآورد تعداد بردارهای هم انباشتگی

آزمون Trace				آزمون Amax			
مقدار بحرانی۹۵٪	آماره آزمون	فرضیه مخالف	فرضیه صفر	مقدار بحرانی۹۵٪	آماره آزمون	فرضیه مخالف	فرضیه صفر
۴۰/۰۷	۵۴/۹۵	r≥۱	r=۰	۹۵/۷۵	۱۲۳/۱۱	r=۱	r=۰
۳۳/۸۷	۵۱/۶۷	r≥۲	r≤۱	۶۹/۸۱	۸۷/۱۵	r=۲	r≤۱
۲۷/۸۵	۲۵/۶۴	r≥۳	r≤۲	۴۷/۸۵	۴۵/۴۸	r=۳	r≤۲
۲۱/۱۳	۱۹/۳۶	r≥۴	r≤۳	۲۹/۷۹	۲۵/۴۵	r=۴	r≤۳
۱۴/۲۶	۱۱/۱۸	r≥۵	r≤۴	۱۵/۴۹	۱۰/۴۶	r=۵	r≤۴
۳/۸۴	۱/۲۸	r=۶	r≤۵	۳/۸۴	۱/۲۸	r=۶	r≤۵

منبع: محاسبات تحقیق

همان طور که در جدول یاد شده ملاحظه می‌شود آزمون یوهانسن- جوسیلیوس وجود دو رابطه تعادلی بلندمدت را میان متغیرهای یاد شده مورد تایید قرار می‌دهد. مناسب‌ترین الگو، الگویی است که در آن مدل در کوتاه‌مدت عرض از مبدا و روند وجود نداشته و روابط بلندمدت نیز بدون روند بوده اما مقید به داشتن عرض از مبدا باشند. استفاده از این الگو تناسب زیادی با به کارگیری ساختار تقاضای استون-گری دارد که در آنجا بر وجود حداقل مصرف (عرض از مبداء) تأکید شد، هم‌چنین با مقایسه آماره‌های محاسباتی توسط نرم افزار Eviews با مقادیر بحرانی گزارش شده وجود دو بردار هم انباشتگی بین متغیرها توسط آماره‌های λ max و λ trace تائید گردید. به منظور در نظر گرفتن اثرات فصلی در مدل (۳) متغیر جانشین (مجازی) در نظر گرفته شد که تنها متغیر تعریف شده برای فصل تابستان دارای اثرات معنادار بود. با توجه به ضرایب متغیرهای موجود در هر بردار و علایم بردار دوم بیانگر الگوی مناسب تری برای معادله تقاضای آب می‌باشد ما نیز همین بردار را به عنوان تابع تقاضای بلندمدت آب در شهر قم انتخاب می کنیم (جدول٤).

جدول٤. برآورد هم‌جمعی الگوی تقاضای آب مقید شده

متغیرها	بردار(۱)	بردار(۲)
W	۱	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۷۹
subsidy	۰/۰۰۰۰۰٤٥	۰/۰۰۰۰۲۹
Yp	۰/۰۰۰٦	۰/۰۰۰۷٤
Cpip	۰	-۰/۰۰۰۰۰۰٤۱
Rain	۰/۰٥	۰
Weather	۲/۲۱	۰/۸۹
Dumweather	۰	۰/۳۸
intercept	۳۰/۳۹	۰/۰۰۰۰۰۰۲٥

منبع: محاسبات محقق

به طوری که در جدول فوق w متوسط مصرف سرانه هر مشترک در ماه، Yp درآمد سرانه خانوارها، Cpip تقسیم شاخص قیمت مصرف کننده در هر ماه بر متوسط قیمت آب، subsidy میزان یارانه پرداختی، Rain میزان بارندگی، Weather آب و هوا و Dumweather متغیر جانشین برای فصل تابستان می‌باشد.

جدول ٥. برآورد تابع تقاضای بلند مدت آب

متغیرها	بردار به هنجار شده	بردار
w	۱	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۷۹
Yp	۰/۰۰۰۱٤	۰/۰۰۰۷٤
subsidy	۰/۰۰٥	۰/۰۰۰۰۲۹
Cpip	-٤٥/٦۲	-۰/۰۰۰۰۰۰٤۱
intercept	۷/۱٥	۰/۰۰۰۰۰۰۲٥
Weather	1.02	۰/۸۹
Dumweather	۰/٥۹	۰/۳۸

منبع: محاسبات محقق

بنابراین تابع تقاضای بلند مدت آب به صورت زیر بیان می‌شود:

$$W_t = 7.15 + 0.00014Y_{p_t} - 45.62CPIP_t + 0.0055subsidy_t + 1.02weather_t + 0.59Dumweather_t$$

بنابراین ضریب متغیر هزینه‌ی خانوار حاکی از سهم بسیار کم آب خانگی در هزینه‌های خانوارها است. ضریب متغیر یارانه نسبت به مطالعات قبلی که در دوره‌ی قبل از قانون هدفمندی یارانه‌ها به برآورد تابع تقاضا پرداخته بودند، رشد نشان می‌دهد که این رابطه مثبت و معناداری بیانگر این می‌باشد که با حذف یارانه‌های این بخش تقاضای خانوارها برای مصرف آب شهری کاهش چشم‌گیری پیدا کرده است. ضریب متغیر آب و هوا و متغیر مجازی آن نیز به دلیل بارندگی‌های کم این استان و افزایش متوسط درجه حرارت سبب تاثیر بیشتر این متغیر بر تقاضای آب خانوارها شده است.

۱.٤. محاسبه کشش‌ها وحداقل مصرف آب

اگر فرمول تابع تقاضا را به صورت زیر داشته باشیم:

$$W_t = \bar{}_0 + \bar{}_1 (Y_t/P_{w_t}) + \bar{}_2 (P_{oth_t}/P_{w_t}) + \bar{}_3 subsidy_t + \bar{}_4 weather_t + \bar{}_5 Rain_t$$

در این صورت کشش‌های نقطه‌ای قیمتی، درآمدی و متقاطع[۱] با توجه به معادله فوق و به طور نمونه برای فروردین ۱۳۹۰ محاسبه شده‌اند (جدول ٦).

جدول ٦. مقادیر کشش‌های نقطه ای قیمتی و درآمدی و متقاطع در فروردین ۱۳۹۰

کشش قیمتی خودی($E_{P_w,W}$)	کشش درآمدی ($E_{W,Y}$)	کشش قیمتی متقاطع($E_{W,CPIP}$)
-۰/۳۰	۰/٦۱	-۰/٤۹

منبع: محاسبات محقق

یکی از ویژگی‌های مهم و مناسب تابع تقاضای حاصل از تابع مطلوبیت استون-گری این است که به راحتی می‌توان میزان حداقل مصرف را به دست آورد. با توجه به فرمول استخراج شده برای تقاضای آب از تابع مطلوبیت استون -گری به راحتی می‌توان اثبات کرد که میزان حداقل مصرف ماهانه هر مشترک با استفاده از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$S_w = \frac{\bar{}_0}{1 - \bar{}_1}$$

۱. برای اگاهی بیشتر از نحوه‌ی محاسبه کشش‌های قیمتی، درآمدی و متقاطه در تابع مطلوبت و تابع تقاضای آب به مقاله جبل عاملی و گودرزی که در بخش منابع ذکر شده است مراجعه شود.

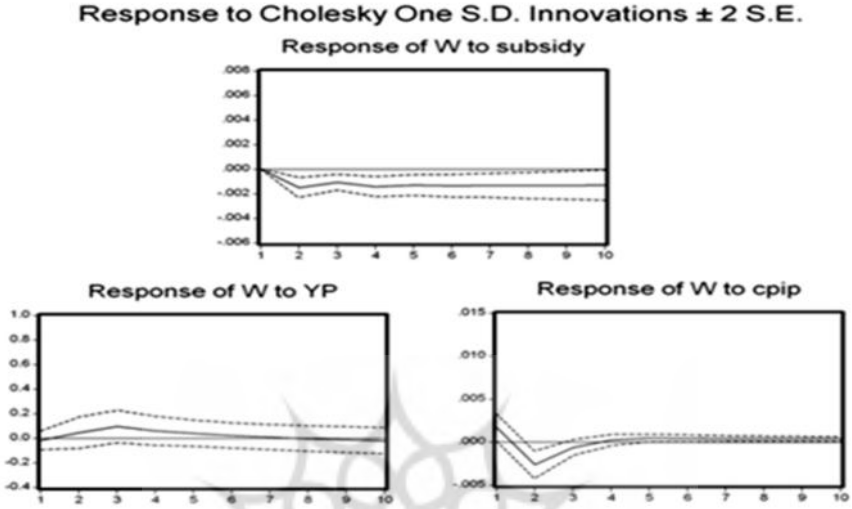
در این رابطه $\bar{}_0$ همان عرض از مبداء که برابر با ۷/۱۵ و $\bar{}_1$ نیز ضریب متغیرYP که برابر۰/۰۰۰۱٤ محاسبه شده است. بدین ترتیب حداقل مصرف آب (S_W) برای هر مشترک در قم حدود ۷/۱۵ متر مکعب در هر فصل است و به عبارت دیگر میزان حداقل مصرف آب خانگی برای هر شخص روزانه در حدود ۷۹ لیتر می‌باشد. که این عدد در مطالعات قبلی انجام شده برای دوره‌ی قبل از هدفمندی یارانه‌های میزان ۹۸ لیتر بوده که نشان‌دهنده‌ی کاهش قابل ملاحظه در حداقل مصرف آب توسط خانوارها بوده است. در حالی که با در نظر گرفتن وضعیت حذف یارانه حداقل مصرف آب به صورت زیر می باشد:

$$S_W = \frac{\bar{}_0}{1-\bar{}_1} + \frac{\bar{}_3}{1-\bar{}_1} subsidy$$

با در نظر گرفتن حذف یارانه حداقل مصرف آب به ۳۸ لیتر در هر روز کاهش می‌یابد که مقایسه آن با برآوردهای قبلی صورت گرفته قبل از اجرای هدفمندی یارانه‌ها عدد ٤۲ لیتر را نشان می‌داد که بیانگر کاهش قابل ملاحظه در مصرف آب روزانه می‌باشد.

از توابع واکنش می‌توان برای تجزیه و تحلیل اثر شوک‌های ساختاری بر متغیر هدف یعنی تقاضای آب استفاده نمود. تابع واکنش آنی برای مصرف آب نشان‌دهنده‌ی این است که شوک وارده در اثر تغییر در شاخص قیمت‌ها منجر به کاهش در مصرف آب گذاشته و با افزایش در قیمت مصرف آب شهری کاهش می‌یابد. اثر درآمد نیز در کوتاه‌مدت سبب افزایش مصرف آب شده ولی در بلندمدت اثر آن از بین می‌رود. اثر یارانه نیز در کوتاه‌مدت تاثیرگذار بوده و کاهش در مصرف آب مصرفی خانوارها جریان مصرف به صورت دایمی در سطحی پایین‌تر قرار بگیرد.

شکل ۱. نمودارهای توابع کنش و واکنش



منبع: نتایج حاصل از تحقیق

۵. جمع بندی و نتیجه گیری

برآورد تابع تقاضای آب و عوامل موثر بر آن از مهم‌ترین رویکردهای تجربی جهت شناسایی عوامل موثر برآن بوده و در سیاست‌گذاری‌های بهینه‌سازی مصرف آب موثر خواهد بود. به دنبال اجرای هدفمندی یارنه‌ها و افزایش در آب بها مصرفی الگوی مصرفی خانوارها دستخوش تغییراتی خواهد بود بنابراین بررسی تاثیر کاهش در یارانه‌های نقدی بر میزان آب مصرفی می‌تواند در تعیین راهکاری سیاستی جهت کاهش در مصرف آب موثر باشد. در این راستا اجرای یک راهبرد توسط یک نهاد آبی به منظور رسیدن به اهدافی از قبیل کارایی اقتصادی، توسعه اجتماعی، حفاظت از محیط زیست و پایداری منابع مدیریت تقاضا را تشکیل می‌دهد. یکی از ابعاد خیلی مهم در برآورد تقاضای آب، شناسایی عوامل موثر برتقاضا و بهینه‌سازی مصرف آب می‌باشد. از آنجا که کشور ما در کمربند خشک جهان واقع شده و میزان متوسط بارندگی آن یک سوم متوسط جهانی است از این‌رو برنامه‌ریزی در جهت کاهش وابستگی کشور به آب با بهینه کردن مصرف آب از طریق مدیریت تقاضای آب امکان‌پذیر خواهد بود.

در این تحقیق با استفاده از یک تابع مطلوبیت استون–گری مدل تابع تقاضای آب استخراج شده و با استفاده از مدل VAR و بر اساس روش یوهانسون رابطه تقاضای بلندمدت آب شهری قم مورد برآورد قرارگرفت. در ادامه کشش‌های قیمتی و درآمدی و متقاطع بر اساس فرمول‌های مربوطه محاسبه گردید و نتایج زیر به دست آمد:

الف– تقاضای آب شهری استان قم مطابق با رویکرد نظریات اقتصادی و قانون تقاضا با قیمت آب رابطه معکوس و با درآمد ارتباط مستقیم دارد.

ب– قدر مطلق کشش‌های قیمتی و درآمدی آب کمتر از یک است و این حکایت از آن دارد که تقاضای آب نسبت به قیمت آب و هم‌چنین درآمد کم کشش است و این بدان علت است که آب یک کالای ضروری و حیاتی بوده و بنابراین تغییرات قیمت و درآمد اثر چشم‌گیری بر مقدار مصرف آن نخواهد داشت.

ج– حذف یارانه آب، تقاضای آب خانگی را تا میزان ۳۸ لیتر در روز کاهش می‌دهد.

د– کشش قیمتی متقاطع برابر با ٤٩/– برآورد شده که نشان می‌دهد:

۱) آب کالای بدون جانشین بوده و سایر کالاها به عنوان نوعی کالای مکمل برای آب تلقی می‌گردند. با افزایش قیمت سایر کالاها تقاضا برای آب نیز کاهش می‌یابد.

۲) تقاضای آب نسبت به تغییر قیمت سایر کالاها، بی‌کشش بوده و اگر سایر کالاها (به غیر از آب) را به مثابه یک کالای مرکب در نظر بگیریم با افزایش یک درصدی قیمت کالای مرکب، تقاضای آب کمتر از یک درصد کاهش می‌یابد.

منابع

– ابونوری، عباسعلی (۱۳۸۷). تجزیه و تحلیل پدیده خشکسالی کشاورزی شهرستان فیروزکوه به روش موازنه آبی (اقتصاد آب)، *فصلنامه مدل سازی اقتصادی*، ۲ (۵): ۲۸–٤٨.

– استانداری قم، دفتر آمار و اطلاعات (۱۳۹۰).

– بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۱). نتایج شاخص بهای کالا و خدمات در مناطق کشور، انتشارات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

– بهبودیان، صادق، تابش، مسعود، سجادی فر، حسین (۱۳۹۰). اثر هدفمندسازی یارانه‌ها بر تقاضای آب خانگی مطالعه موردی شهر نیشابور، ششمین کنگره ملی مهندسی عمران.

– پژویان، جمشید، حسینی، سید شمس الدین (۱۳۸۲). تخمین تابع تقاضای آب (مطالعه موردی تهران)، دانشگاه علامه طباطبائی، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصاد ایران*، سال پنجم (۵ (۱۶)): ۴۷–۶۷.

– سازمان هواشناسی کشور، وزارت راه و شهر سازی، آدرس وب سایت:/http://www.weather.ir

– سجادی فر، سیدحسین، خیابانی، ناصر (۱۳۹۰). مدل‌سازی تقاضای آب خانگی با استفاده از روش مدل عوامل تصادفی، مطالعه موردی: شهر اراک. *فصلنامه آب و فاضلاب*،۲۲(۲۲): ۶۸–۵۹.

– جبل عاملی، فرخنده، گودرزی فراهانی، یزدان (۱۳۹۲). تاثیر یارانه بر تقاضای آب. *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، در دست چاپ.

– خوشبخت، آمنه، راغفر، حسین، خیابانی، ناصر (۱۳۹۰). تخمین تابع تقاضای آب بخش خانگی با قیمت‌های غیرخطی با استفاده از الگوی انتخاب گسسته–پیوسته، (مطالعه موردی: شهر تهران طی دوره ۱۳۸۵–۱۳۸۱). *فصلنامه آب و فاضلاب*، ۸ (۲۲): ۲۲–۳۰.

– نوفرستی، محمد (۱۳۷۸). ریشه واحد و هم‌جمعی در اقتصاد سنجی. مؤسسه خدمات فرهنگی رسا، تهران.

– هندرسون، جیمز، کوانت، ریچارد (۱۹۸۰). نظریه اقتصاد خرد یک تقریب ریاضی. انتشارات رسا، تهران.

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

- Dharmaratna, D., & Harris, E. (2010). Estimating residential water demand using the Stone-Geary functional form: The case of Sri Lanka, paper provided by Monash University, *Department of Economics in its series Monash Economics*, Working Paper number: 46-10.

- Griffin, R. C. (2006). Water resource economics: The analysis of scarcity. Policies and Projects. Cambridge, MA: The MIT Press.

- Parker, J. M., & Wilby, R. L. (2013). Quantifying household water demand: A review of theory and practice in the UK, *Water Resour Manage*, 27(4): 981–1011.

- Schleich, J., & Hillenbrand, T. (2007). Determinats of residential water demand in Germany, *Working Paper Sustainability and Innovation*, No. S 3.