

مقاله علمی-پژوهشی

## قیمت‌گذاری اقتصادی آب برای محصولات کشاورزی منتخب به روش رمزی در شبکه آبیاری ناحیه شمال خوزستان

معصومه لیلی زاده<sup>۱</sup>، علیرضا جرجرزاده<sup>۲\*</sup> و اصلان اگدرنژاد<sup>۳</sup>

### چکیده

در حال حاضر تعرفه آب‌بهای کشاورزی در شبکه‌های آبیاری بر اساس قانون تثبیت آب‌بهای زراعی مصوب سال ۱۳۶۹ بر مبنای ۱٪ تا ۳٪ محصول کاشت شده محاسبه می‌شود. از آنجائی که روش محاسبه تعرفه آب‌بهای کشاورزی، غیر حجمی و بر اساس دو شاخص عملکرد در سطح و قیمت محصول است، هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری از تأسیسات شبکه‌های آبیاری را پوشش نداده و باعث اتلاف منابع آب گردیده است. لذا قیمت‌گذاری آب مبتنی بر اصول و مبانی اقتصادی یکی از الزامات بسیار مهم است. هدف از این پژوهش به دست آوردن قیمت بهینه آب کشاورزی در محدوده شبکه‌های آبیاری ناحیه شمال خوزستان است. برای تعیین این قیمت، هزینه متوسط و هزینه نهایی تولید هر مترمکعب آب محاسبه گردید. تابع تقاضای آب ۸ محصول کشاورزی با استفاده از داده‌های سری زمانی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۷ به روش حداقل مربعات معمولی OLS، در نرم‌افزار Eviews، برآورد و کشتش‌های قیمتی تقاضای آب به دست آمد. پس از آن با کمک نرم‌افزار MATLAB، قیمت بهینه رمزی آب برای محصولات فوق محاسبه شد. نتایج نشان داد که قیمت‌گذاری بهینه اول، صنعت را با کسری مواجه می‌سازد. طبق قاعده رمزی برای منطقه مورد مطالعه، قیمت بهینه دوم (قیمت رمزی) کارآمدترین قیمت‌ها را با توجه به محدودیت بودجه که باید برآورده شود، تعریف می‌کند. همچنین برای دستیابی به حداکثر رفاه اجتماعی قیمت آب محصولات ذرت، جو، گندم و گل رز که درآمد تضمین شده بهتری دارند، از قیمت تمام‌شده آب بیشتر و محصولات بامیه، نخود و باقلا، سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی از قیمت تمام شده آب کمتر پیشنهاد شد.

**واژه‌های کلیدی:** تعرفه آب‌بها، قیمت‌گذاری بهینه رمزی، شبکه آبیاری، ناحیه شمال خوزستان

### مقدمه

(عزیزی و یزدانی، ۱۳۸۳). همچنین یکی از عوامل محدودکننده توسعه بخش کشاورزی ایران، آب است (امیرتیموری و باقرزاده، ۱۳۸۷). با مدیریت مطلوب تقاضا از طریق قیمت‌گذاری می‌توان با تأمین نیازهای مالی بخش آب، موجبات تقویت نقش اقتصادی آب در توسعه را فراهم کرد (احسانی و همکاران، ۱۳۸۹). پس از کنفرانس دویلین در سال ۱۹۹۲، قیمت‌گذاری آب به‌عنوان یک کالای اقتصادی بیشتر مورد توجه قرار گرفت و یکی از چهار مورد موافقت شده در کنفرانس بود. این مفهوم حاکی از آن است که قیمت‌گذاری آب یک اصل تجاری است و می‌تواند به‌عنوان یک ابزار قدرتمند برای مدیریت منابع آب باشد. اهداف قیمت‌گذاری آب آبیاری، عمدتاً برای دستیابی به دو هدف، اول بازیابی هزینه و پایداری مالی سامانه‌های آبیاری، دوم مسئله

آب از جمله عوامل بسیار مهم در تولیدات کشاورزی است. لذا استفاده پایدار از منابع آب در بخش کشاورزی با توجه به مزیت‌های بالقوه طبیعی و نقش حساس این بخش در استقلال و امنیت غذایی جامعه، بیش از سایر بخش‌ها نیاز به توجه دارد

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران  
<sup>۲</sup> استادیار، گروه علوم اقتصادی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران  
(\* نویسنده مسئول: arjorjor@yahoo.com)  
<sup>۳</sup> استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱/۱۵

تثبیت آب‌بهای کشاورزی، شرکت‌های آب منطقه‌ای ملزم به تعیین تعرفه‌هایی هستند که از بیشترین آبی که وارد چرخه اقتصاد کشور می‌شود، بدون تناسب با هزینه استحصال آن آب‌بها بگیرند (سعیدان، ۱۳۹۶). هزینه‌های تأمین آب در صورت عدم بازگشت، توسعه و تأمین پایدار آب را برای بخش کشاورزی با مشکلات جدی مواجه می‌سازد. از طرفی استفاده از قیمت به‌عنوان ابزار مدیریت تقاضای آب دارای شرایطی است که اگر فراهم نشود، می‌تواند بر تولیدات و درآمد کشاورزی به‌عنوان تأمین‌کننده امنیت غذایی کشور اثرات منفی داشته باشد. تأثیر افزایش قیمت آب بر درآمد کشاورزان و رفاه آنان باید از دغدغه‌های دولتمردان باشد. لذا قیمت‌گذاری آب کشاورزی به‌صورت تخصصی با توجه به مدل‌های اقتصادی به‌گونه‌ای که منافع هر دو طرف عرضه و تقاضا را تأمین نماید، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (کلایی، ۱۳۹۳).

مطالعات گسترده‌ای در خصوص قیمت‌گذاری کالا و خدمات عمومی انجام شده است. سانچز مارتینز و همکاران با استفاده از قیمت‌گذاری رمزی به محاسبه تعرفه نظارتی برای بازیابی هزینه اعمال شده در زیرساخت‌های سد آندلس پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که برای اداره حوزه رودخانه باید تعرفه ۰/۰۷ سنت را به جای ۰/۰۶ سنت برای هر مترمکعب آب که در حال حاضر اخذ می‌کند، اعمال شود. همچنین آن‌ها از این پژوهش نتیجه گرفتند که برای تأمین آب شهری باید ۷۴/۹٪ و کشاورزان ۲۵/۱٪ از این تعرفه را پرداخت کنند؛ که در این صورت، بیشترین پرداختی توسط کاربرانی که تقاضای آن‌ها نسبتاً کم‌کشش است، در مقایسه با تقاضای اهداف کشاورزی کاربرانی که تقاضای آن‌ها برکشش است، می‌باشد (Sánchez Martínez et al., 2017). گارسیا والیناس در تحقیقی به بررسی کارایی و عدالت در قیمت‌گذاری منابع طبیعی که پیشنهادی برای سرویس توزیع آب شهری بود، پرداخت و یک تحلیل تجربی متمرکز بر شهرداری سویل اسپانیا انجام داد. نتایج این بررسی نشان داد که تعرفه‌های رمزی و فلدشتاین ارائه شده بر اساس خواسته‌های فصلی، منجر به بهبود وضعیت رفاهی برای همه گروه‌های کاربران شده است (García-valiñas, 2005). مارتین سچاس در پژوهشی

مصرف زیاد آب در آبیاری و محدود کردن تقاضای آب و پایداری منابع آب متمرکز شده است. اصلاح قیمت‌گذاری آب اغلب تحت تأثیر فشار بر بودجه دولت، افزایش هزینه‌های ارائه خدمات و تمایل دولت به کاهش یارانه‌ها است. برای سال‌های متمادی، بانک جهانی، دولت‌ها را به استفاده از سیاست بازیابی هزینه‌ها تشویق می‌کند، بر این اساس که کاربران باید هزینه بهره‌برداری و نگهداری و برخی از هزینه‌های سرمایه را بپوشانند. پذیرش منطق برای بازیابی هزینه‌های جاری تقریباً جهانی است (حتی اگر اجرا نشود) ولی جبران کامل یا نسبی هزینه‌های سرمایه‌گذاری بحث‌برانگیزتر است زیرا هزینه آبیاری اغلب به‌عنوان یک هزینه توسعه تلقی می‌شود که نه تنها به کشاورزان کمک می‌کند بلکه به‌طور کلی جامعه نیز از طریق کاهش قیمت مواد غذایی و امنیت غذایی سود می‌برد. در صورت عدم جبران این هزینه‌ها، دولت‌ها مابه‌التفاوت این هزینه‌ها را یارانه پرداخت می‌کنند (Cornish et al., 2004). در سال ۲۰۰۰ اتحادیه اروپا دستورالعمل چارچوب آب را برای اقدام در حوزه سیاست آب صادر کرد که آخرین تحول و توسعه در عرصه قاعده‌گذاری این سازمان در حوزه سیاست آب بوده و چارچوبی در جهت مدیریت منابع آب و مقابله با مسائل مربوط به محیط‌زیست تدوین کرده است (رمضانی قوام‌آبادی و فرخی، ۱۳۹۳). این دستورالعمل، معیارهای منطقی اقتصادی را در مدیریت منابع آب بر اساس اصل بازیابی هزینه معرفی می‌کند و کشورهای عضو را ملزم به استفاده کارآمد از منابع بر اساس این اصل می‌نماید تا از معیارهای اقتصادی و سیاست قیمت‌گذاری در مدیریت منابع آب استفاده کنند (Sánchez Martínez et al., 2017). همچنان یکی از مسائل مورد بحث دولتمردان و متولیان بخش آب، به‌عنوان یک کالای اقتصادی قیمت‌گذاری آب است. تاکنون تصمیمات در مورد قیمت‌گذاری خدمات آبی بر مبنای ملاک‌های قانونی، اداری و مالی بوده است. قانون تثبیت آب‌بهای زراعی در ایران سال ۱۳۶۹ به تصویب مجلس شورای اسلامی رسیده است که بر اساس این قانون، تعرفه‌های آب کشاورزی بر مبنای درصدی از فروش محصول تعیین می‌شود. با تصویب این قانون همچنان مشکل کسری بودجه وجود دارد. چراکه بر اساس قانون

(2020).

فلاحی و همکاران (۱۳۹۱)، در مطالعه خود قیمت بهینه آب در بخش‌های مختلف استان همدان را به روش رمزی محاسبه نمود. نتایج این مطالعه نشان داد که در کلیه بخش‌ها کاهش قیمتی تقاضا کوچک‌تر از واحد است. همچنین برآورد تابع تولید نشان داد که سرمایه بیش از نیروی کار در تولید آب مؤثر بوده و شرایط بازده صعودی نسبت به مقیاس در صنعت آب همدان برقرار است؛ در نتیجه قیمت‌گذاری رمزی می‌تواند در بهبود کارکرد اقتصادی این صنعت مؤثر باشد. برزگر کلیجی (۱۳۹۲)، در پژوهشی کاهش قیمتی تقاضا و قیمت اقتصادی آب کشاورزی استان مازندران را تعیین کرده است. بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، شیوه قیمت‌گذاری رمزی به‌عنوان راهی برای رفع مشکل کسری بودجه صنعت آب مازندران مطرح و دلیل آن قید سربه‌سر در مدل رمزی بیان شده است. عطایی و همکاران (۱۳۹۵)، در مطالعه‌ای به تعیین روش مناسب قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی در استان فارس پرداختند. در این پژوهش رویکردی پیشنهاد شد که در آن سقف قیمت تعیین شده برای کشاورزان حداکثر در حد قیمت سایه‌ای آب در تولیدات کشاورزی آن‌ها در شرایط موجود تعیین و مشخص شد که کشاورزان توان پرداخت تمام هزینه‌های تأمین و توزیع آب را ندارند؛ اما این امکان وجود دارد که در قالب یک سیستم قیمت‌گذاری تبعیضی، این قیمت پیشنهاد شده می‌تواند بین بهره‌برداران مناطق مختلف متفاوت باشد و مجموع دریافتی توسط سازمان آب منطقه‌ای هزینه انجام شده توسط آن را پوشش دهند. حاتمی کیا (۱۳۹۵)، در تحقیقی الگوی اقتصادی برای تعیین قیمت اقتصادی آب در بخش کشاورزی استان اصفهان را مورد بررسی قرار داد و مشخص شد که قیمت‌گذاری رمزی می‌تواند در جهت بهبودسازی فعالیت‌های اقتصادی این صنعت مؤثر واقع شود. جلیلی بوالحسینی (۱۳۹۷)، در پژوهشی با توجه به اهمیت بخش کشاورزی، قیمت اقتصادی برای هر مترمکعب آب بخش کشاورزی با استفاده از روش قیمت‌گذاری رمزی را مورد بررسی و ارزیابی قرار داد. بدین منظور، تابع تقاضا آب برای سه بخش کشاورزی، صنعت و خانگی و تابع تولید آب برآورد گردید. نتایج

سامانه‌های قیمت‌گذاری جایگزین که به‌جای ملاحظات مربوط به تأمین مالی فرودگاه، بر مهارت اقتصادی تأکید می‌کنند را در اسپانیا مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که کاربرد دقیق قیمت‌گذاری‌های هزینه نهایی منجر به ضرر و زیان حسابداری در بسیاری از فرودگاه‌ها خواهد شد و قیمت‌گذاری رمزی از نظر اقتصادی کارآمدتر است (Martin-Cejas, 2002). گرین در پژوهش خود مزایای استفاده از قیمت‌گذاری بهینه اقتصادی در شبکه‌های انتقال برق انگلیس و ولز، در یک مدل ساده ۱۳ گره‌ای مورد مطالعه قرار داده است. در این مطالعه قیمت‌گذاری بهینه در شین‌های شبکه با هدف بهینه‌سازی اجتماعی، یک روش قیمت‌گذاری مؤثر اقتصادی تلقی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که با حرکت از قیمت‌های یکنواخت خطی به قیمت‌های بهینه گرهی می‌توان با حداکثر سازی رفاه اجتماعی درآمد تولیدکننده را ۱/۳٪ افزایش داد و در مقابل قدرت بازار کمتر آسیب‌پذیر خواهد بود. همچنین این امر می‌تواند سیگنال‌هایی در جهت سرمایه‌گذاری ارسال کند (Green, 2007). همچنین در پژوهشی با عنوان «آب به‌عنوان یک کالای اقتصادی: اهمیت نرخ‌گذاری و شکست بازارها»، استدلال شده که آب یک کالای خاص است که هیچ جایگزینی ندارد؛ بنابراین تخصیص آن یک مسئله اجتماعی است که نمی‌تواند تنها به نیروهای بازار سپرده شود، از این رو قیمت آب نباید به دست بازار تعیین شود. لذا آب باید قیمتی داشته باشد که دو هدف اصلی را محقق کند، اول بازیابی هزینه تأمین آب و دوم اختصاص دادن سیگنال به مصرف‌کنندگان مبنی بر اینکه آب کمیاب است و باید معقول استفاده شود (Der Zaag and Savenije, 2006). در پژوهش دیگری، ساینو و همکاران تأثیرات اقتصادی-اجتماعی اصلاح قیمت‌گذاری آب کشاورزی در منطقه پیمونت ایتالیا را با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و مدل برنامه‌ریزی چندهدفه مورد ارزیابی قرار دادند. تحقیق آن‌ها نشان داد که چالش اصلی اصلاحات، در مدیریت مزارع برنج نهفته است زیرا برنج محصولی آب‌بر و بارزش نسبتاً کم است. لذا با اعمال سیاست‌های اصلاحی قیمت آب سطح زیر کشت برنج، مصرف آب و سود کشاورزان کاهش پیدا می‌کند (Sapino et al.,

می‌شود و بخش عمده‌ای از آن به هدر می‌رود و آب‌بهای پرداختی ثابت است؛ اما در روش تحویل حجمی، کشاورز به میزان نیاز آبی محصول خود آب تحویل می‌گیرد و به همان میزان هم هزینه آب بها پرداخت می‌کند (پورزند، ۱۳۸۵)؛ بنابراین تحویل حجمی آب به همراه نظام مناسب قیمت‌گذاری حجمی در شبکه‌های آبیاری کشور، در افزایش کارایی و کاهش مصرف آب کشاورزی تأثیرات چشمگیری خواهد داشت. در زمینه قیمت‌گذاری شبکه آبیاری، برخی از معیارها نظیر بهره‌وری، جنبه‌های مالی، پذیرش کشاورزان مورد تأکید قرار گرفته است که در چنین شرایطی تعیین قیمت خطی (واحد) گزینه مناسبی نیست. برخی مطالعات از جمله گارسیا والیناس و گرین، نشان داده‌اند که در زمینه‌های چندهدفه گزینه تبعیض قیمت برای دستیابی به دستاوردهای رفاه اجتماعی بالاتر، امکان‌پذیر است (Sánchez Martínez et al., 2017; Green, 2007). لذا در این پژوهش قیمت آب آبیاری به صورت غیرخطی (تبعیض قیمت) به روش اقتصادی بهینه رمزی برای ۸ محصول کشاورزی در محدوده شبکه‌های آبیاری ناحیه شمال خوزستان محاسبه گردیده است. قیمت‌گذاری اقتصادی آب به روش رمزی هدف اصلی قیمت‌گذاری آب که بازایی هزینه است را تأمین کند و از طرف دیگر با در نظر گرفتن توان مالی مصرف‌کنندگان آب کشاورزی، بخش حساس به سیاست قیمت‌گذاری آب تعرفه‌ای را پیشنهاد دهد که قابلیت اجرایی داشته باشد. از آنجائی که قیمت‌های رمزی مناسب با نظام تحویل حجمی آب است لذا با تحویل حجمی آب و قیمت‌گذاری رمزی می‌توان موجبات افزایش بهره‌وری و کاهش مصرف آب که هدف دوم اصلی قیمت‌گذاری آب است را نیز فراهم نمود.

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه مورد مطالعه

شبکه آبیاری ناحیه شمال خوزستان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شبکه‌های آبیاری استان خوزستان است. از نظر موقعیت جغرافیایی، شبکه آبیاری ناحیه شمال خوزستان در جنوب غربی ایران در استان خوزستان قرار دارد. سد دز در ۲۵ کیلومتری

این بررسی نشان داد که تعدیل قیمت‌ها به سمت قیمت‌های اقتصادی می‌تواند به‌عنوان یک راهکار بلندمدت در جهت استقلال مالی صنعت آب و نیز استفاده بهینه از منابع کمیاب آب شود. همچنین موسی پور و همکاران (۱۴۰۰)، در پژوهشی تأثیر سیاست کاهش یارانه آبیاری بر تقاضای آب کشاورزان و سطح زیر کشت محصولات زراعی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که با افزایش قیمت نهاده آب آبیاری سطح زیر کشت محصولات جو و گندم با شیب تند و محصول یونجه با شیب ملایم کاهش یافته و سطح زیر کشت محصول ارزن افزایش پیدا کرده است. همچنین درآمد ناخالص و مصرف آب آبیاری منطقه تحت اعمال سیاست کاهش یارانه کاهش یافته است. الگوی کشت کشاورزان به نفع محصولاتی که میزان درآمد بیشتری را به ازای هر واحد آب مصرفی تولید می‌کند، تغییر پیدا کرده است. از این رو در اولویت قرار دادن سیاست کاهش یارانه آبیاری در تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی سیاسی به‌عنوان راهبرد مناسب و کاربردی جهت افزایش ذخایر منابع آب منطقه توصیه شده است.

در حال حاضر تعرفه آب‌بهای کشاورزی در شبکه‌های آبیاری بر اساس قانون تثبیت آب‌بهای زراعی مصوب سال ۱۳۶۹ بر مبنای ۱٪ تا ۳٪ محصول کاشت شده محاسبه می‌شود. از آنجائی که روش محاسبه تعرفه آب‌بهای کشاورزی، غیر حجمی و بر اساس دو شاخص عملکرد در سطح و قیمت محصول است، هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری از تأسیسات شبکه‌های آبیاری را پوشش نداده و باعث اتلاف منابع آب گردیده است. این نحوه تصمیم‌گیری در تعیین قیمت یک محصول بر اساس شرایط محصول دیگر، منجر به نادیده گرفتن نهاده آب و وضعیت عرضه آن در شرایط خشک‌سالی شده است. تحویل حجمی آب اولین قدم برای کنترل و کاهش تلفات مصرف آب کشاورزی است. در ایران هرچند اکثر شبکه‌ها مجهز به تنظیم‌کننده‌های سطح آب و دریچه‌هایی با توان تحویل حجمی آب به مصرف‌کننده هستند، اما در بیشتر شبکه‌های آبیاری کشور تحویل آب به مصرف‌کننده و دریافت آب‌بهای تحویلی بر حسب هکتار است. در روش تحویل آب به صورت هکتاری چه در زمان نیاز محصول و چه هنگام عدم نیاز محصول آب در انهار مزارع تأمین

هزینه (TC) تعریف می‌شود و در کوتاه‌مدت، شامل هزینه ثابت (FC) و هزینه متغیر (VC) که تابعی از حجم آب (Q<sub>w</sub>) است، تعریف می‌گردد.

$$TC = FC(Q_w) + VC(Q_w) \quad (1)$$

هزینه ثابت شامل هزینه‌های سرمایه‌ای افزایش در عرضه خدمات آب مثل پمپاژ، لوله‌های خطوط انتقال جدید است و هزینه متغیر، هزینه‌های جاری تعمیرات و نگهداری، تأمین انتقال و توزیع آب هستند. صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس که به‌وسیله فن‌آوری تعریف می‌شود، نیازمند یک هزینه ثابت بالا و یک هزینه متغیر کوچک است. به‌طوری‌که وقتی تقاضا در قیمت مساوی هزینه نهایی تأمین می‌شود که هنوز هزینه متوسط بالای هزینه نهایی قرار دارد. در چنین شرایطی قیمت اخذ شده کمتر از هزینه متوسط است و درآمد کافی برای پوشش هزینه کل به دست نمی‌آید. در نتیجه با توجه به اینکه تولید آب از شرایط انحصار طبیعی برخوردار است، قیمت‌گذاری بر اساس وضعیت بازار رقابتی به زیان تولیدکنندگان تمام می‌شود (مساحت abcd در شکل ۱).

هنگامی که قیمت‌گذاری بهینه اول به ایجاد کسری منجر می‌شود سه‌راه حل پیش روی دولت یا تنظیم‌کننده قیمت وجود دارد:

۱- قیمت‌گذاری هزینه متوسط به‌طوری‌که انحصارگر (در اینجا دولت) قیمتی را بالاتر از هزینه نهایی مساوی هزینه متوسط تعریف می‌کند. همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، انتقال از قیمت‌گذاری هزینه نهایی (MC) به قیمت‌گذاری هزینه متوسط (AC = TC / q) باعث می‌شود درآمد حاصل از آب برابر با هزینه کل شود. کسری بودجه تأمین‌کنندگان آب جبران‌ولی وضعیت کشاورزان بسیار بدتر می‌شود. علاوه بر این، ضرر کشاورزان (مساحت abce) بیش از سود تأمین‌کنندگان (abcd-dfe) است و نتیجه آن کاهش خالص رفاه است (Tsur, 2005). در نتیجه قیمت‌گذاری با هزینه متوسط کارآمد نیست و قیمت‌گذاری بر مبنای بهای تمام شده با کاهش رفاه اجتماعی، قیمت‌کارایی اقتصادی در صنعت آب را نتیجه

شمال شهر دزفول بر روی رودخانه دز و سد مخزنی کرخه در فاصله ۲۲ کیلومتری شمال غرب اندیمشک در استان خوزستان احداث گردیده است.

شرکت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری شمال خوزستان مدیریت شبکه‌های آبیاری دز و کرخه شمالی را در وسعتی قریب به ۱۸۰ هزار هکتار بر عهده داشته و علاوه بر ۱۸ هزار باغدار و زارع، چهار شرکت بزرگ کشت و صنعت منطقه شامل هفت‌تپه، شهید رجائی، شهید بهشتی و کارون نیز جزو مشترکان این شرکت می‌باشند. شبکه آبیاری دز با آبیاری ۱۹۱ هزار هکتار از اراضی قابل کشت، کشاورزی شمال خوزستان را متحول کرده است. در منطقه شمال خوزستان در فصل زمستان و پاییز انواع محصولات زراعی با بهره‌گیری از کانال‌های مدرن آبیاری کشت می‌شود. همچنین سالانه افزون بر ۲ و نیم میلیون تن محصول کشاورزی در این اراضی تولید می‌شود. با توجه به کاهش بارندگی‌ها، آب ذخیره شده در سدهای خوزستان از جمله دز نیز کاهش چشمگیری داشته و منطقه با تنش آبی مواجه شده است. شایان‌ذکر است دستگاه‌های مربوطه برای مدیریت آب تصمیم به ایجاد محدودیت تخصیص آب و کشت در اراضی زیرمجموعه شرکت شبکه‌های آبیاری شمال خوزستان گرفتند.

### قیمت‌گذاری بهینه دوم<sup>۱</sup> در صنعت آب

محدودیت بودجه مشکلی است که شرکت‌های دولتی با آن روبرو هستند، لذا روش قیمت‌گذاری بهینه دوم کارآمدترین قیمت‌ها را با توجه به هرگونه محدودیت خاصی که باید برآورده شود، تعریف می‌کند (Sherman, 1989). در اقتصاد، نظریه بهینه دوم مربوط به شرایطی است که یک یا چند شرط بهینه‌سازی را نتوان برآورده کرد. لایپسی و لانکاستر نشان دادند که اگر یک شرط بهینه‌سازی در یک مدل اقتصادی نتواند برآورده شود، ممکن است بهترین راه‌حل بعدی شامل تغییر سایر متغیرها جدای از مقادیر بهینه باشد. قیمت‌گذاری بهینه دوم در صنعت آب زمانی مطرح می‌شود که یک فن‌آوری مربوط به تولید آب در کارکرد بازار رقابتی اختلال ایجاد کند. فن‌آوری عرضه آب به‌وسیله تابع

<sup>1</sup> Second-best

نخواهد داد.

قیمت‌گذاری کالا و خدمات عمومی به کاربرد (Boiteux, 1956)؛ بنابراین روش قیمت‌گذاری رمزی به قیمتی منتهی می‌گردد که اضافه رفاه مصرف‌کننده و تولیدکننده را مشروط به قید بودجه حداکثر می‌سازد.

مبانی نظری قیمت بهینه دوم رمزی در صنعت آب را می‌توان به شرح زیر بیان نمود.

ابتدا فرض می‌شود تابع هزینه (TC) مشتق‌پذیر و بر حسب حجم آب (Q<sub>w</sub>) فزاینده بوده، از آنجایی که بازدهی نسبت به مقیاس صعودی است، هزینه نهایی کمتر از متوسط هزینه خواهد بود و قیمت‌گذاری در هزینه نهایی (P<sub>MC</sub>) منجر به کسری خواهد شد. سود تولیدکننده (Tπ) به شکل زیر تعریف می‌شود.

$$T\pi = Q_w \cdot P_{MC}(Q_w) - TC(Q_w) \quad (2)$$

کل رفاه اجتماعی (TW) از مجموع کل منافع خالص مصرف‌کننده (NB) و سود تولیدکننده (Tπ) به شکل زیر تعریف می‌شود که در آن حجم آب (Q<sub>w</sub>) و قیمت آب (P<sub>w</sub>) و (TC) هزینه کل تولید آب است.

$$TW = NB + T\pi \quad (3)$$

$$TW = \int_0^{Q_w^D} P_w(Q_w) dQ_w - P_w Q_w + P_w Q_w - TC(Q_w) \quad (4)$$

$$TW = \int_0^{Q_w^D} P_w(Q_w) dQ_w - TC(Q_w) \quad (5)$$

قیمت بهینه دوم آن قیمتی است که کل رفاه را مشروط به قید سربه‌سر (Tπ=0) حداکثر نماید.

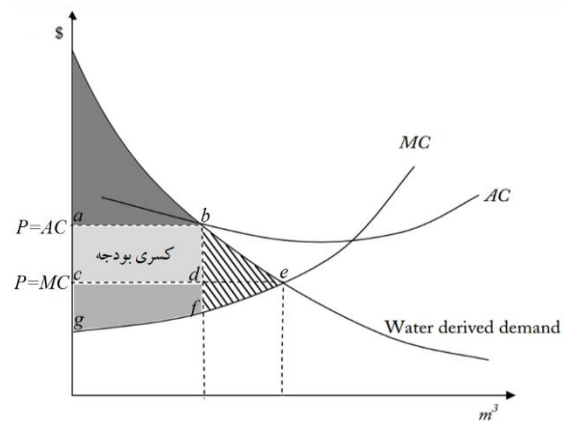
$$Max TW = \int_0^{Q_w^D} P_w(Q_w) dQ_w - TC(Q_w) \quad (6)$$

$$Q_w \cdot P(Q_w) = TC(Q_w) \quad (7)$$

تابع لاگرانژ را با توجه به قید بودجه (P<sub>w</sub>·Q<sub>w</sub> = TC<sub>w</sub>) تشکیل می‌دهیم که λ ضریب لاگرانژ است.

$$Max : L = \int_0^{Q_w^D} P_w(Q_w) dQ_w - TC(Q_w) - \lambda(Q_w \cdot P_w(Q_w) - TC(Q_w)) \quad (8)$$

۲- یک‌راه کنترلی و مقرراتی برای پوشش کسری اتخاذ سیاست پرداخت یارانه خدمات به منظور تعیین قیمت کارآمد و برقراری مجدد تعادل اقتصادی است. به دو دلیل اصلی، چنین قیمتی ممکن است حتی در یک شرکت عمومی با حداکثر رفاه غیرقابل قبول تلقی شود. اگر قیمت به عنوان هزینه نهایی تعیین شود و از درآمد عمومی مالیات برای جبران کسری ناشی از آن استفاده شود. ممکن است برخی از افراد غیر استفاده‌کننده، مجبور شوند در هزینه خدمات مشارکت کنند و این غیرمنصفانه است. به‌علاوه، مالیات عمومی احتمالاً باعث تحریف قیمت‌ها در جاهای دیگر اقتصاد می‌شود (Sherman, 1989).



شکل ۱- قیمت‌گذاری برای آب در شرایط انحصار طبیعی

منبع: Tsur (2005)

۳- راه‌حل دیگر تبعیض قیمت با تحمیل قید بودجه است. رفاه اجتماعی زمانی که قیمت برابر هزینه نهایی باشد حداکثر است اما در شرایط انحصار طبیعی قیمت‌گذاری در هزینه نهایی منجر به کسری خواهد شد. شرکت‌های دولتی برای جلوگیری از خسارات مالی زیاد باید از قیمت هزینه نهایی ایده آل دور شود و این کار را به‌گونه‌ای انجام دهد که زیان ناشی از آن را در رفاه اقتصادی به حداقل برساند. رمزی اصل مالیات بهینه ۱ را با استفاده از تحلیل اضافه رفاه مصرف‌کننده مطرح کرد (Ramsey, 1927). بعدها بایتوکس اقتصاددان فرانسوی مدل رسمی‌تر حداکثر کننده رفاه را با توجه به قید بودجه سربه‌سری برای

<sup>1</sup> Optimal taxation

به دست آمده‌اند.

$$\frac{\partial L}{\partial Q_w} = P_w(Q_w) - MC(Q_w) - \lambda(P_w(Q_w) + Q_w \frac{\partial P_w}{\partial Q_w} - MC(Q_w)) = 0 \quad (9)$$

$$(P_w(Q_w) - MC(Q_w))(1 - \lambda) + Q_w \frac{\partial P_w}{\partial Q_w} \lambda = 0 \quad (10)$$

$$(P_w(Q_w) - MC(Q_w))(1 - \lambda) = -Q_w \frac{\partial P_w}{\partial Q_w} \lambda \quad (11)$$

با تقسیم دو طرف بر  $(1 - \lambda)$  و  $P_w$  داریم:

$$\frac{(P_w(Q_w) - MC(Q_w))}{P_w} = -\frac{\lambda}{1 - \lambda} \cdot \frac{Q_w}{P_w} \cdot \frac{\partial P_w}{\partial Q_w} \quad (12)$$

با توجه به کشش قیمتی تقاضا (ED) در عبارت داریم:

$$E_D = \frac{Q_w}{P_w} \cdot \frac{\partial P_w}{\partial Q_w} < 0 \quad (13)$$

$$\frac{(P_w(Q_w) - MC(Q_w))}{P_w} = -\frac{\lambda}{1 - \lambda} \cdot \frac{1}{E_D} \quad (14)$$

$$P_w(Q_w) = MC(Q_w) \frac{(1 - \lambda) E_D}{(1 - \lambda) E_D - \lambda} \quad (15)$$

قیمت به دست آمده (رابطه ۱۵) بهینه دوم رمزی برای آب با استفاده از قاعده معکوس کشش است (محمدی، ۱۳۸۷)؛ بنابراین با داشتن کشش قیمتی تقاضا ( $E_D$ ) و هزینه نهایی ( $MC$ )، قیمت بهینه رمزی را می‌توان محاسبه کرد.

## داده‌ها و اطلاعات پژوهش

آمار و اطلاعات مورد نیاز جهت برآورد تابع تقاضا عبارت‌اند از: مقدار مصرف آب محصولات کشاورزی و قیمت آب بها یا همان تعرفه برای هر یک از این محصولات، از طریق آمار و اطلاعات موجود دفتر مطالعات پایه و طرح‌های جامع منابع آب سازمان آب و برق خوزستان به دست آمده‌اند.

همچنین آمار و اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه هزینه نهایی عبارت‌اند از: هزینه‌های استحصال آب منطقه و مقدار آب تحویلی، از طریق آمار و اطلاعات موجود دفتر مطالعات پایه و طرح‌های جامع منابع آب سازمان آب و برق خوزستان

## معرفی مدل برآوردی تابع تقاضا برای آب

جهت محاسبه قیمت اقتصادی آب در بخش کشاورزی به روش رمزی ابتدا می‌بایست توابع تقاضای آب برای محصولات کشاورزی برآورد گردد.

نخست باید فرم تابعی الگوی اقتصادسنجی توابع تقاضا را مشخص کرد. مدل رگرسیون نمایی را می‌توان چنین تبیین کرد:

$$Y = \beta_1 X_i^{\beta_2} e^{u_i} \quad (16)$$

با لگاریتم‌گیری طبیعی از طرفین معادله می‌توان آن را خطی کرد و سپس آن را به شکل خطی برازش داد (Gujarati, 2003).

$$\text{Ln} Y_i = \beta_1 + \beta_2 \text{Ln} X_i + u_i \quad (17)$$

از آنجاکه هدف از برآورد توابع تقاضا اندازه‌گیری کشش قیمتی تقاضای آب برای اهداف آبیاری است؛ بنابراین از فرم لگاریتمی توابع تقاضا استفاده می‌شود به طوری که ضریب برآوردی  $\beta_2$  نشان‌دهنده کشش است و به صورت رابطه (۱۸) می‌باشد (Sánchez Martínez et al., 2017).

$$\text{Ln} Q_w^D = \beta_1 + \beta_2 \text{Ln} P_w + \varepsilon \quad (18)$$

متغیرهای مورد استفاده در رابطه (۱۸) جهت تخمین تقاضای آب کشاورزی،  $\text{Ln} Q_w$  لگاریتم مصرف آب،  $\text{Ln} P_w$  لگاریتم قیمت آب می‌باشند و  $\varepsilon$  نشان‌دهنده جمله اخلال است.

## روش برآورد تابع تقاضا برای آب

الگوهای سری زمانی در بررسی‌های تجربی و تحلیل‌های اقتصادسنجی از اهمیت در خور توجهی برخوردار است. این الگوها قادرند این امکان را برای پژوهش‌گر فراهم آورند که پیش‌بینی‌های دقیقی را از متغیر مورد نظر ارائه دهد. لذا برای تخمین معادله تقاضای آب از داده‌های سری زمانی طی

به سمت آن حرکت می‌کند. در این پژوهش برای این منظور آزمون هم‌انباشتگی انگل گرنجر<sup>۴</sup> انجام شده است (نوفرستی، ۱۳۷۸).

همان‌طور که گفته شد نوع تابع تقاضای آب یک الگوی خطی- لگاریتمی است. برای مدل رگرسیون خطی روش حداقل مربعات معمولی OLS<sup>۵</sup> یکی از متداول‌ترین و پرکاربردترین روش‌های اقتصادسنجی است. بر اساس قضیه گوس-مارکف<sup>۶</sup> در یک مدل خطی بهترین برآوردگر خطی (که خطاهای آن امید ریاضی صفر داشته، ناهمبسته بوده و واریانس همسانی دارند) تخمین زننده OLS بدون تورش و دارای حداقل واریانس (BLUE) هستند.

در نرم‌افزار Eviews به روش رگرسیونی خطی حداقل مربعات معمولی OLS،  $\beta$  برآورد و کشش‌های قیمتی تقاضای آب از توابع تقاضا به دست آمده است.

#### محاسبه هزینه متوسط

جهت محاسبه هزینه متوسط استحصال آب از رهیافت حسابداری و فنون حسابداری صنعتی (طبق بند الف ماده ۳۳ قانون توزیع عادلانه آب) شامل: ۱- هزینه‌های استهلاک سالانه، ۲- هزینه‌های تعمیرات و نگهداری و ۳- هزینه‌های اداره کل شرکت بهره‌برداری برای سال ۱۳۹۶ که از دفتر مطالعات پایه و طرح‌های جامع منابع آب سازمان آب منطقه جمع‌آوری شد از رابطه (۱۹) قابل محاسبه است.

$$ATC_w = \frac{TC(C_1 + C_2 + C_3)}{Q_w} \quad (19)$$

در این رابطه  $ATC_w$ ؛ هزینه متوسط (برای هر مترمکعب آب تحویلی)،  $TC$ ؛ هزینه کل استحصال آب،  $C_1$ ؛ هزینه‌های استهلاک سالانه (شامل: تأسیسات و ساختمان)،  $C_2$ ؛ هزینه‌های تعمیرات و نگهداری،  $C_3$ ؛ هزینه‌های اداره کل شرکت بهره‌برداری (شامل: هزینه‌های پرسنلی و غیر پرسنلی، بیمه و مالیات)،  $Q_w$ ؛ کل آب تحویلی (به مترمکعب).

یک دوره ۱۶ ساله از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۷ استفاده گردید. فرض ابتدایی داده‌های سری زمانی و برآوردهای اقتصادسنجی، این است که متغیرهای سری زمانی پایا<sup>۱</sup> هستند. اگر چنین فرضی نقض شود، آنگاه، نتایج برآوردهای سنتی اقتصادسنجی و استنتاج بر اساس آزمون‌های آماری متعارف، مورد تردید خواهد بود. عمده‌ترین مشکلی که در تحلیل‌های سری زمانی پدید می‌آید، پدیده رگرسیون کاذب<sup>۲</sup> است. در این‌گونه رگرسیون‌ها، درعین حالی که هیچ رابطه‌ی معناداری بین متغیرهای مدل وجود ندارد ولی ضریب تعیین  $R^2$  و مقدار آماره  $t$  بزرگ به دست می‌آید و این ممکن است باعث استنباط اشتباه در مورد میزان ارتباط بین متغیرها شود. لذا قبل از استفاده از این متغیرها لازم می‌باشد تا ایستایی یا غیر ایستایی متغیرها را بررسی کرد.

آزمون ریشه واحد یکی از متداول‌ترین آزمون‌هایی است که امروز برای تشخیص پایایی یک فرآیند سری زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مطالعه آزمون ریشه واحد دیکی فولر (ADF)<sup>۳</sup> تعمیم یافته جهت بررسی ایستایی یا غیر ایستایی متغیرها به کار رفته است. وقتی متغیرهای سری زمانی پایا نیستند، برای دستیابی به متغیرهای پایا به جای سطح، از اولین تفاضل (تفاضل مراتب بالاتر) آن‌ها که مانا بوده، بایستی در مدل استفاده کرد. هرچند شرط پایایی تأمین خواهد شد، ولی اطلاعات ارزشمند متغیرهای سطح در خصوص رابطه‌ی بلندمدت بین سری‌های زمانی را از دست می‌دهیم. اینجاست که روش هم‌جمعی کمک می‌کند تا رگرسیون را بر اساس متغیرهای سطح بتوان برآورد کرد. مفهوم اقتصادی هم‌جمعی آن است که وقتی دو یا چند متغیر سری زمانی بر اساس مبانی نظری با یکدیگر ارتباط داده می‌شوند تا یک رابطه تعادلی بلندمدت را شکل دهند، هرچند ممکن است خود این سری‌های زمانی دارای روندی تصادفی بوده باشد (پایا نباشند) اما در طول زمان یکدیگر را به خوبی دنبال می‌کنند به گونه‌ای که تفاضل بین آن‌ها با ثبات (پایا) است؛ بنابراین مفهوم هم‌جمعی، تداعی‌کننده وجود یک رابطه تعادلی بلندمدت است که سیستم اقتصادی در طول زمان

<sup>۴</sup> Engle-Granger Cointegration Test

<sup>۵</sup> Ordinary Least Squares

<sup>۶</sup> Gauss-Markov theorem

<sup>۱</sup> Stationary

<sup>۲</sup> Spurious Regression

<sup>۳</sup> Augmented Dickey- Fuller Test



$$\frac{(P_1 - MC)E_1}{P_1} = \frac{(P_2 - MC)E_2}{P_2} = \dots = \frac{(P_8 - MC)E_8}{P_8} = -\frac{\lambda}{1 - \lambda} \quad (21)$$

$$TR = TC$$

$$P_i > 0$$

### نتایج و بحث

#### برآورد توابع تقاضا برای آب

نتایج حاصل از بررسی آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته (ADF) تابع تقاضای ۸ محصول کشاورزی مورد مطالعه در این پژوهش، در جدول (۱) نشان داده شده است. متغیرهای مدل تابع تقاضای محصول ذرت برای آب در سطح ایستا هستند لذا برآورد به روش OLS امکان‌پذیر است. همچنین متغیرهای مدل تابع تقاضای مابقی محصولات مورد مطالعه، در تفاضل مرتبه اول و جملات خطا پایا هستند، در نتیجه متغیرهای مورد بحث هم جمع و یک رابطه تعادلی بلندمدت بین این متغیرها وجود دارد. لذا برآورد توابع تقاضای آن‌ها برای آب به روش OLS برآورد کاملاً سازگاری از ضرایب الگو را به دست می‌دهد.

### محاسبه هزینه نهایی

جهت محاسبه هزینه نهایی ابتدا هزینه جاری استحصال آب را برای دو سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ در نظر گرفته شده است. هزینه نهایی به روش حسابداری صنعتی از نسبت تغییرات هزینه جاری استحصال آب به تغییرات کل (آب تحویلی)، رابطه (۲۰) طی سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۵ محاسبه شد (Sanchez (Martínez et al., 2017).

$$MC_w = \frac{\Delta TC}{\Delta Q_w} \quad (20)$$

### محاسبه قیمت رمزی

با توجه به آن‌که کشش‌های قیمتی تقاضا در بخش کشاورزی و هزینه نهایی آب محاسبه شده است، می‌توان با حل سیستم معادلات زیر با استفاده از نرم‌افزار MATLAB به قیمت رمزی رسید:

جدول ۱- نتایج آزمون ریشه واحد بررسی ایستایی (پایائی): آزمون دیکی- فولر تعمیم‌یافته (ADF)

نوع تقاضا (محصول)	متغیر	سطح احتمال (۱۰ درصد)	نتیجه ایستایی (پایائی)
ذرت	مصرف آب (LNQ <sub>w</sub> )	۰/۰۷۳۸	پایا
	قیمت آب (LNP <sub>w</sub> )	۰/۰۹۲۶	پایا
گندم و جو	مصرف آب D(LNQ <sub>w</sub> )	۰/۰۱۲۴	پایا
	قیمت آب D(LNP <sub>w</sub> )	۰/۰۰۲۰	پایا
	U <sub>t</sub>	۰/۰۰۶۸	پایا
گل رز	مصرف آب D(LNQ <sub>w</sub> )	۰/۰۰۵۰	پایا
	قیمت آب D(LNP <sub>w</sub> )	۰/۰۰۷۵	پایا
	U <sub>t</sub>	۰/۰۱۹۴	پایا
بامیه	مصرف آب D(LNQ <sub>w</sub> )	۰/۰۰۰۰	پایا
	قیمت آب D(LNP <sub>w</sub> )	۰/۰۹۹۵	پایا
	U <sub>t</sub>	۰/۰۰۰۱	پایا
نخود و باقلا	مصرف آب D(LNQ <sub>w</sub> )	۰/۰۰۱۲	پایا
	قیمت آب D(LNP <sub>w</sub> )	۰/۰۶۴۷	پایا
	U <sub>t</sub>	۰/۰۰۲۲	پایا
سیب‌زمینی	مصرف آب D(LNQ <sub>w</sub> )	۰/۰۰۰۳	پایا
	قیمت آب D(LNP <sub>w</sub> )	۰/۰۲۸۱	پایا
	U <sub>t</sub>	۰/۰۵۷۱	پایا
گوجه‌فرنگی	مصرف آب D(LNQ <sub>w</sub> )	۰/۰۰۰۰	پایا
	قیمت آب D(LNP <sub>w</sub> )	۰/۰۱۰۹	پایا
	U <sub>t</sub>	۰/۰۰۲۴	پایا

منبع: یافته‌های محقق

محصولات مورد مطالعه در این پژوهش (به استثناء گوجه فرنگی) اگر یک درصد قیمت افزایش یابد مصرف آب کمتر از یک درصد کاهش می‌یابد. نتایج این بخش با پژوهش‌های محققان مختلفی مطابقت داشت (Perry, 1995, Hoyt, 1984, Bernardo and Whittlesey, 1989, Berbel and Gomez-Limon, 2000, Perry, 2001, Ray, 2002).

نتایج حاصل از برآورد تابع تقاضای آب به منظور اهداف آبیاری، برای ۸ محصول کشاورزی در جدول (۲) نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول‌ها نشان داده شده است، کشش قیمتی ۸ محصول کشاورزی مختلف اعم از ذرت (-۰/۱۱۹)، گندم و جو (۰/۱۳۶)، گل رز (-۰/۱۶۵)، بامیه (۰/۲۳۳)، نخود و باقلا (-۰/۳۰۱)، سیب‌زمینی (-۰/۶۸۴)، کوچک‌تر از واحد و گوجه‌فرنگی (-۲/۱۹۵) بزرگ‌تر از واحد است. برای کلیه

جدول ۲- نتایج تخمین توابع تقاضای محصولات کشاورزی برای آب با استفاده از روش OLS

نوع تقاضا (محصول)	متغیر	ضریب	انحراف معیار	t آماره	سطح احتمال (۱۰ درصد)
ذرت	قیمت آب (LNPW)	-۰/۱۱۹۳۶۸	۰/۰۳۱۷۹۵	-۳/۷۵۴۳۴	۰/۰۰۲۱
جو	قیمت آب (LNPW)	-۰/۱۳۶۰۲۳	۰/۰۴۴۱۲۰	-۳/۰۸۲۹۹	۰/۰۰۹۵
گندم	قیمت آب (LNPW)	-۰/۱۳۶۰۲۳	۰/۰۴۴۱۲۰	-۳/۰۸۲۹۹	۰/۰۰۹۵
گل رز	قیمت آب (LNPW)	-۰/۱۶۴۶۸۹	۰/۰۴۶۳۱۳	-۳/۵۵۶۰۲۹	۰/۰۰۳۵
بامیه	قیمت آب (LNPW)	-۰/۲۳۲۵۶۲	۰/۰۷۸۸۰۲	-۲/۹۵۱۲۲۴	۰/۰۱۲۱
نخود و باقلا	قیمت آب (LNPW)	-۰/۳۰۰۸۲۷	۰/۱۵۹۵۲۲	-۱/۸۸۵۸۰۷	۰/۰۸۳۸
سیب‌زمینی	قیمت آب (LNPW)	-۰/۶۸۴۴۰۲	۰/۰۸۴۳۸۹	-۸/۱۱۰۰۷۸	۰/۰۰۰۰
گوجه‌فرنگی	قیمت آب (LNPW)	-۲/۱۹۴۸۶۸	۱/۰۱۵۵۸۹	-۲/۱۶۱۱۷۷	۰/۰۵۳۶

منبع: یافته‌های محقق

یک مدل تحلیلی نشان داد که به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف آب در روش‌های تخصیص موجود، به افزایش شش برابر قیمت نیاز است (Ray, 2002)؛ بنابراین آنچه از نتایج این پژوهش و مطالعات مشابه برمی‌آید برای کاهش مصرف آب باید افزایش معناداری در قیمت آب داشت. پری پیشنهاد می‌کند که برای ایران مقدار این افزایش می‌تواند تا ۱۰ برابر قیمت فعلی آب باشد (Perry, 2001).

از سوی دیگر برخی مطالعات نشان دادند که اگر از افزایش قیمت برای کاهش قابل توجه تقاضای آب استفاده شود، کاهش درآمد خالص مزرعه معمولاً نامتناسب و بیشتر خواهد بود. بربل و گومز لیمون تخمین زدند که درآمد مزارع در اسپانیا بعد از کاهش قابل توجه تقاضای آب، ۴۰ درصد کاهش می‌یابد (Berbel and Gomez-Limon, 2000). همچنین پری تخمین زد که با

فلاحتی (۱۳۹۱) و حاتمی کیا (۱۳۹۵)، از برآورد توابع تقاضای آب در بخش‌های مختلف مشخص کردند که کشش قیمتی تقاضا برای آب در تمام بخش‌ها کوچک‌تر از واحد است و دلیل آن را سهم ناچیز هزینه آب در بودجه خانوار و هزینه واحد صنعتی و کشاورزی و غیرقابل جانشین بودن کالای آب دانستند. پری، در پژوهش خود به این نتیجه دست‌یافت که در کشور ایران، برای تأثیر افزایش قیمت آب در کاهش تقاضا، بایستی قیمت به میزان ۱۰ برابر افزایش یابد (Perry, 2001)؛ که این نوع افزایش قیمت‌ها با توجه به شرایط فعلی امکان‌پذیر نیست. همچنین این امر به‌ویژه در بیشتر کشورهای درحال توسعه که قیمت آب موجود بسیار پایین و کمتر از حدی که کشاورزان واکنش قابل توجهی به افزایش قیمت نشان دهند، صادق است. مطالعه توسط ری، در مورد قیمت‌گذاری آب در هند با استفاده از

تقاضا برای آب (محصول کشاورزی) یک قیمت تخصیص داده شد. کمترین قیمت آب برای محصول گوجه‌فرنگی (۲۱۵ ریال مصرف‌کنندگان با کشت قیمتی بیشتر) و بیشترین قیمت برای محصول ذرت (۲۹۴ ریال مصرف‌کنندگان با کشت قیمتی کمتر) محاسبه شد. این نتیجه پیش‌بینی‌های نظری قیمت‌گذاری رمزی را تأیید می‌کند، مصرف‌کنندگان که تقاضای آن‌ها کشت کمتری دارد، قیمت بالاتری می‌پردازند. شاید بتوان یکی از دلایل کشت‌پذیری و عکس‌العمل بالاتر کشاورزان گوجه‌کار نسبت به قیمت آب را، رخ دادن قضیه تارنکوتی دانست. برای محصولات کشاورزی فاسدشدنی مثل گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی، در سالی که قیمت در اوج است تولیدکنندگان تصمیم می‌گیرند برای سال زراعی آینده اقدام به تولید آن محصول کنند و همین عامل باعث افزایش میزان تولید و عرضه در سال بعد می‌شود، در این شرایط، اضافه عرضه، ایجادشده و قیمت می‌شکند و به حدی می‌رسد که کفاف هزینه‌های تولید را نخواهد داد. ولی در خصوص گندم و جو و ذرت، سیاست حمایتی دولت و قانون تضمین خرید محصولات اساسی کشاورزی وجود دارد. در نتیجه گوجه‌کاران به خاطر نبود حمایت قیمتی و تضمین خرید محصول از یک سو و نوسانات زیاد بازار از سوی دیگر، حساسیت بیشتری به افزایش قیمت آب نسبت به گندم و جو و ذرت دارند؛ بنابراین قیمت‌گذاری رمزی باهدف حداکثر رفاه اجتماعی قیمت کمتری را برای تولیدکنندگان با توان پرداختی کمتر پیشنهاد می‌دهد.

### مقایسه قیمت‌های برآوردی

قیمت پیشنهادی رمزی برای تمام محصولات کشاورزی مورد مطالعه بالاتر از هزینه نهایی به دست آمد؛ که این نتیجه مطابق با مبانی نظری قیمت‌گذاری رمزی به جهت جبران کسری بودجه است (جدول ۴). همچنین نتایج قیمت‌گذاری بهینه دوم رمزی بیان می‌کند که برای دستیابی به حداکثر رفاه اجتماعی لازم است که قیمت‌های آب کشاورزی محصولات ذرت، جو، گندم و گل رز که درآمد تضمین‌شده بهتری دارند، از قیمت تمام‌شده آب بیشتر و محصولات بامیه، نخود و باقلا، سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی از قیمت تمام‌شده آب کمتر باشد (جدول ۴).

کاهش ۱۵ درصدی تقاضای آب در کشور مصر، درآمد مزارع ۲۵ درصد کاهش پیدا می‌کند (Perry, 1995).

کاهش مصرف آب می‌تواند بدون کاهش درآمد کشاورزان نیز صورت گیرد، به‌عنوان مثال برناردو و وایتلسی نشان داد که کشاورزان در ایالت واشنگتن توانستند با استفاده از فن‌آوری آبیاری کارآمدتر و سهمیه‌بندی، مصرف آب را تا ۳۵ درصد برای آبیاری سطحی کاهش دهند، بدون اینکه بر درآمد کشاورزان منطقه تأثیر زیادی بگذارد (Bernardo and Whittlesey, 1989). هویت نیز برای استفاده از آب‌های زیرزمینی در دشت‌های مرتفع تگزاس به نتایج مشابهی رسید و این‌گونه استدلال کرد که به دلیل کشت کم تقاضای آب آبیاری، تعداد کمی از مناطق در جهان وجود دارد که قیمت‌گذاری مکانیسم اصلی برای محدود کردن تقاضای آب آبیاری باشد (Hoyt, 1984).

### محاسبه هزینه متوسط (قیمت تمام‌شده آب)

هزینه متوسط از رابطه (۱۹) با در نظر گرفتن هزینه کل استحصال آب سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ به ازای هر مترمکعب آب تحویلی، ۲۵۶ ریال به دست آمد.

### محاسبه هزینه نهایی (قیمت بهینه اول در بازار رقابتی)

هزینه نهایی از رابطه (۲۰) با در نظر گرفتن هزینه کل استحصال آب دو سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ شرکت بهره‌برداری آب منطقه ۲۱۲ ریال محاسبه شد.

### بازدهی نسبت به مقیاس

هزینه نهایی ۲۱۲ ریال کوچک‌تر از هزینه متوسط آب ۲۵۶ ریال به ازای هر مترمکعب برای سال ۱۳۹۶ محاسبه شده است. به بیان دیگر بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس در صنعت آب منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد.

### نتایج محاسبه قیمت‌های رمزی

قیمت بهینه دوم رمزی با کمک نرم‌افزار MATLAB به دست آمد (جدول ۳). طبق قاعده رمزی (رابطه ۲۱) به هر نوع

جدول ۳- نتایج محاسبه قیمت‌های رمزی آب محصولات کشاورزی

نوع تقاضا (محصول)	کشش قیمتی تقاضای آب	قیمت پیشنهادی رمزی (ریال)
ذرت	-۰/۱۱۹	۲۹۴
جو	-۰/۱۳۶	۲۸۱
گندم	-۰/۱۳۶	۲۸۱
گل رز	-۰/۱۶۵	۲۶۶
بامیه	-۰/۲۳۳	۲۴۷
نخود و باقلا	-۰/۳۰۱	۲۳۸
سیب‌زمینی	-۰/۶۸۴	۲۲۳
گوجه‌فرنگی	-۲/۱۹۵	۲۱۵

منبع: یافته‌های محقق

جدول ۴- نتایج مقایسه قیمت‌های برآوردی آب کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۶ (برحسب ریال)

نوع تقاضا (محصول)	قیمت بازار رقابتی (هزینه نهایی)	قیمت تمام‌شده (هزینه متوسط)	قیمت پیشنهادی رمزی	تفاوت قیمت رمزی از قیمت تمام‌شده	تفاوت قیمت رمزی از قیمت بازار رقابتی
ذرت	۲۱۲	۲۵۶	۲۹۴	۳۸	۸۲
جو	۲۱۲	۲۵۶	۲۸۱	۲۵	۶۹
گندم	۲۱۲	۲۵۶	۲۸۱	۲۵	۶۹
گل رز	۲۱۲	۲۵۶	۲۶۶	۱۰	۵۴
بامیه	۲۱۲	۲۵۶	۲۴۷	-۹	۳۵
نخود و باقلا	۲۱۲	۲۵۶	۲۳۸	-۱۸	۲۶
سیب‌زمینی	۲۱۲	۲۵۶	۲۲۳	-۳۳	۱۱
گوجه‌فرنگی	۲۱۲	۲۵۶	۲۱۵	-۴۱	۳

منبع: یافته‌های محقق

### مقایسه درآمد حاصل از فروش آب با اعمال قیمت‌های برآوردی

درآمد حاصل از فروش آب کشاورزی برای یک هکتار از سطح زیر کشت ۸ محصول کشاورزی به‌طور نمونه در جدول (۵) محاسبه شد. هزینه نهایی ۲۱۲ ریال کمتر از قیمت تمام‌شده آب ۲۵۶ ریال به‌دست آمد. لذا با قیمت‌گذاری بهینه اول بر اساس هزینه نهایی، درآمد کافی برای پوشش هزینه کل تأمین نخواهد شد. رفاه اجتماعی زمانی که قیمت برابر هزینه نهایی باشد حداکثر است اما با توجه به شرایط انحصار طبیعی، قیمت‌گذاری هزینه نهایی بر اساس محاسبات، منجر به ۱۷٪ کسری بودجه تأمین‌کنندگان آب در منطقه شبکه آبیاری ناحیه شمال خوزستان شده است. با قیمت‌گذاری بر مبنای قیمت تمام‌شده (هزینه متوسط ۲۵۶ ریال)، درآمد حاصل از آب برابر با هزینه کل می‌شود. کسری بودجه تأمین‌کنندگان آب جبران می‌شود. ولی در

مبنای نظری نشان داده شد کاهش در اضافه رفاه کشاورزان بیش از سود تأمین‌کنندگان است. در نتیجه قیمت‌گذاری با هزینه متوسط کارآمد نیست و قیمت‌گذاری بر مبنای قیمت تمام‌شده آب با کاهش خالص رفاه اجتماعی، قیمت‌کارایی اقتصادی در صنعت آب را نتیجه نخواهد داد (Tsur, 2005). شرکت‌های دولتی برای جلوگیری از خسارت مالی باید از قیمت‌گذاری بر هزینه نهایی ایده‌آل دور شوند و این کار را به‌گونه‌ای انجام دهند که زیان ناشی از آن در رفاه اقتصادی به حداقل برساند. راه‌حل دیگر برای تأمین کسری بودجه بدون نیاز به دریافت یارانه دولتی، تبعیض قیمت با تحمیل قید بودجه است. قیمت‌های پیشنهادی رمزی بالاتر از هزینه نهایی به‌دست‌آمده است که ضمن حداکثر کردن رفاه اجتماعی، همان‌طور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود، کسری بودجه شرکت بهره‌بردار را جبران خواهد کرد.

جدول ۵- نتایج درآمد حاصل از فروش با اعمال قیمت‌های برآوردی (برحسب ریال)

درآمد حاصل از فروش به قیمت پیشنهادی رمزی	درآمد حاصل از فروش به قیمت تمام‌شده آب (هزینه متوسط ۲۵۹ ریال)	درآمد حاصل از فروش به قیمت بازار رقابتی (هزینه نهایی ۲۱۲ ریال)	آب مصرفی مترمکعب	نوع تقاضا (محصول)
۳۶۰۳۸۹۶	۳۱۳۲۹۵۲	۲۵۹۹۵۲۴	۱۲۲۶۲	ذرت
۱۴۸۳۳۳۰	۱۹۳۸۲۸۶	۱۱۲۰۵۷۱	۵۲۸۶	جو
۱۸۰۴۰۵۰	۱۷۹۲۰۰۰	۱۳۶۲۸۵۷	۶۴۲۹	گندم
۵۶۵۴۷۶۳	۲۵۵۳۹۰۵	۴۵۱۲۵۷۱	۲۱۲۸۶	گل رز
۲۴۶۸۰۱۰	۵۴۴۹۱۴۳	۲۱۱۴۹۵۲	۹۹۷۶	بامیه
۱۶۶۸۵۲۰	۱۶۴۵۷۱۴	۱۴۸۴۰۰۰	۷۰۰۰	نخود و باقلا
۱۶۸۷۱۴۱	۱۳۵۳۱۴۳	۱۶۰۵۱۴۳	۷۵۷۱	سیب‌زمینی
۲۶۳۴۳۷۲	۳۱۳۹۰۴۸	۲۵۹۴۴۷۶	۱۲۲۳۸	گوجه‌فرنگی
۲۱۰۰۴۰۰۰	۲۱۰۰۴۰۰۰	۱۷۳۹۴۰۹۵		درآمد کل برای یک هکتار
کسری بودجه = رفاه بالا	کسری بودجه = رفاه پایین	کسری بودجه = ۱۷٪ رفاه بالا	تأمین کسری بودجه رفاه اقتصادی	

منبع: یافته‌های محقق

## نتیجه‌گیری

کسری بودجه، مشکلی است که شرکت‌های بهره‌بردار آب با آن روبرو هستند. در حال حاضر تعرفه آب‌بهای بخش کشاورزی بر اساس دو شاخص عملکرد در واحد سطح و قیمت محصول است. در این روش هزینه‌های تأمین آب در محاسبه تعرفه در نظر گرفته نشده است. همچنین دولت از یک طرف تمایل دارد تا در راستای طرح هدفمند کردن یارانه‌ها تعرفه‌های آب را به هزینه‌های تمام‌شده آن برساند و از طرف دیگر نمی‌خواهد رفاه اجتماعی در جامعه کاهش یابد. برای برآورده کردن این اهداف، مدل قیمت‌گذاری رمزی طی یک فرآیند بهینه‌سازی، رفاه اجتماعی (اضافه رفاه تولیدکننده و مصرف‌کننده) را با قید محدودیت بودجه حداکثر می‌کند؛ که در نتیجه مشکل کاهش رفاه مصرف‌کنندگان برطرف خواهد شد و از طرف دیگر دولت را معاف از پرداخت یارانه می‌کند. در پژوهش حاضر، قیمت بهینه رمزی باهدف تأمین مالی شرکت بهره‌بردار آب و رفاه حال

کشاورزان به‌عنوان تأمین‌کننده امنیت غذایی کشور، برای ۸ محصول کشاورزی منطقه ناحیه شمال خوزستان پیشنهاد داده شده است. کمترین قیمت آب برای محصول گوجه‌فرنگی (۲۱۵ ریال مصرف‌کنندگان با کسش قیمتی بیشتر) و بیشترین قیمت برای محصول ذرت (۲۹۴ ریال مصرف‌کنندگان با کسش قیمتی کمتر) محاسبه شد. قیمت پیشنهادی رمزی برای تمام محصولات کشاورزی مورد مطالعه بالاتر از هزینه نهایی به‌دست آمد؛ که این نتیجه مطابق با مبانی نظری قیمت‌گذاری رمزی به جهت جبران کسری بودجه است. همچنین نتایج قیمت‌گذاری بهینه دوم رمزی بیان می‌کند که برای دستیابی به حداکثر رفاه اجتماعی لازم است که قیمت‌های آب کشاورزی محصولات ذرت، جو، گندم و گل رز که درآمد تضمین‌شده بهتری دارند، از قیمت تمام‌شده آب بیشتر و محصولات بامیه، نخود و باقلا، سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی از قیمت تمام‌شده آب کمتر باشد، بطوریکه در مجموع درآمد دریافتی سازمان آب منطقه هزینه

تمام شده آب را پوشش دهد؛ بنابراین قیمت‌گذاری رمزی باهدف حداکثر رفاه اجتماعی قیمت کمتری را برای تولیدکنندگان با توان پرداختی کمتر پیشنهاد می‌دهد. شایان‌ذکر است، قیمت‌گذاری رمزی زمانی می‌تواند بهینه‌ترین قیمت‌ها را پیشنهاد دهد که کلیه مشترکین در محدوده شبکه‌های آبیاری شمال خوزستان، در محاسبه قیمت منظور گردند تا طبق قاعده رمزی برای هر کاربر (محصول) یک قیمت بهینه اختصاص داده شود. همچنین برای عملی شدن این امر بایستی آمار و اطلاعات آب تحویلی کلیه کاربران آب به تفکیک نوع مصرف، در دسترس باشد. در جهت مصرف بهینه آب و تعیین قیمت بهینه نیز، باید سازوکارهایی اندیشید تا آب تحویلی به کشاورزان به صورت حجمی اندازه‌گیری شود.

## منابع

احسانی، م.، دشتی، ق.، حیاتی، ب. و قهرمان‌زاده، م.، ۱۳۸۹. برآورد ارزش اقتصادی آب شبکه آبیاری دشت قزوین: کاربرد رهیافت دوگان. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۵(۲): ۲۳۷-۲۴۵.

امیرتیموری، س. و باقرزاده، آ. ۱۳۸۷. بررسی جایگاه آب در کشاورزی ایران و قیمت‌گذاری آن. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب، تبریز، انجمن علوم و مهندسی منابع آب ایران، دانشگاه تبریز.

برزگرکلیجی، س. ۱۳۹۲. قیمت‌گذاری اقتصادی آب در بخش کشاورزی به روش رمزی (مطالعه موردی استان مازندران). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی.

پورزند، ا. ۱۳۸۵. تحویل حجمی آب در شبکه‌های آبیاری. چهارمین همایش تبادل تجربه‌های پژوهشی، فنی و مهندسی، کرمانشاه، ۱۷ ص.

جلیلی بوالحسنی، ح. ۱۳۹۷. تعیین قیمت اقتصادی آب در بخش کشاورزی با استفاده از روش رمزی. ششمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی، تهران. حاتمی‌کیا، ر. ۱۳۹۵. قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی به روش رمزی (مطالعه موردی استان اصفهان). پایان‌نامه

کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبایی.

رضانی قوام‌آبادی، م.ح. و فرخی، ر. ا. ۱۳۹۳. الگوی اروپایی حفاظت از آب؛ بررسی حقوقی ابعاد دستورالعمل چارچوبی آب اتحادیه اروپا. فصلنامه راهبرد اجتماعی فرهنگی، ۴(۱۵): ۱۱۱-۱۳۴.

سعیدان، م. ۱۳۹۶. نظام قیمت‌گذاری و تعرفه‌های خدمات آب تعرفه‌های آب کشاورزی. اولین اجلاس هم‌اندیشی با متخصصان علوم آب و محیط‌زیست، وزارت نیرو. عزیززی، ج. و یزدانی، س. ۱۳۸۳. تعیین مزیت نسبی محصولات عمده باغبانی ایران. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۲(۴۶): ۴۱-۷۲.

عطایی، م.، مقدسی، ر. و تهامی‌پور، م. ۱۳۹۵. تعیین روش مناسب قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی: مطالعه موردی استان فارس. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۲۴(۹۶): ۲۲۳-۱۹۹.

فلاحتی، ع.، سهیلی، ک. و واحدی، م. ۱۳۹۱. قیمت‌گذاری اقتصادی آب در بخش کشاورزی به روش رمزی. فصلنامه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۶(۲): ۱۴۰-۱۳۴.

کلایی، ع. ۱۳۹۳. بررسی اجمالی وضعیت مدیریت و قیمت‌گذاری آب کشاورزی در ایران و برخی کشورهای منتخب. مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی-مدیریت خدمات پژوهشی.

محمدی، ت. ۱۳۸۷. اقتصاد منابع آب از نظارت تا خصوصی‌سازی. انتشارات سازمان برنامه و بودجه ۷۸/۰۰/۳۴. موسی‌پور، ش.، حسینی، س.م.، احمدپور، م. و نوروزیان، م. ۱۴۰۰. تأثیر سیاست کاهش یارانه آب آبیاری بر تقاضای آب کشاورزان و سطح زیر کشت محصولات زراعی. نشریه مدیریت آب در کشاورزی، ۸(۱): ۱۱۴-۱۰۳.

نوفروستی، م. ۱۳۷۸. ریشه واحد و همجمعی در اقتصادسنجی. تهران، خدمات فرهنگی رسا، ۲۰۰ ص.

Berbel, J. and Gomez-Limon, J.A. 2000. The impact of water-pricing policy in Spain: an analysis of three irrigated areas. Agricultural Water

- Martin-Cejas, R.R. 2002. An approximation to the productive efficiency of the Spanish airports network through a deterministic cost frontier. *Journal of Air Transport Management*. 8(4):233–238.
- Perry, C. J. 1995. Alternative Approaches to Cost Sharing for Water Service to Agriculture in Egypt. Research Report 2. Colombo, Sri Lanka: International Irrigation Management Institute. 16pp.
- Perry, C.J. 2001. Charging for Irrigation Water: The Issues and Options, with a Case Study from Iran. Research Report 52. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. 19pp.
- Ramsey, F. P. 1927. A Contribution to the Theory of Taxation," *Economic Journal*. 37: 47-61.
- Ray, I. 2002. Farm-level incentives for irrigation efficiency: some lessons from an Indian canal. Forthcoming in: *Water Resources Update*, 65-71.
- Sánchez-Martínez, T., Salas-Velasco, M., and Rodríguez-Ferrero, N. 2017. Ramsey pricing for cost recovery applied to reservoir infrastructure in Andalucía. *Journal of Water Economics and Policy*. 03, 04:1650029.
- Sapino, F., Perez-Blanco, C. D., Gutierrez-Martin, C. and Frontuto, V. 2020. An ensemble experiment of mathematical programming models to assess socio-economic effects of agricultural water pricing reform in the Piedmont Region, Italy. *Journal of Environmental Management*. 267: 1-13.
- Sherman, R. 1989. The regulation of monopoly. Second-best public pricing. Cambridge University Press. 315 P.
- Tsur, Y. 2005. Economic Aspects of Irrigation Water Pricing. *Canadian Water Resources Journal*. 30(1): 31–46.
- Management. 43: 219-238
- Bernardo, D. and Whittlesey, N. 1989. Factor demand in irrigated agriculture under conditions of restricted water supplies. *Economic Research Technical Bulletin no. 1765*, US Dept. of Agriculture.
- Boiteux, M. 1956. Sur la Gestion des Monopoles Publics Astreints 'a l'Equilibre Budgetaire *Econometrica*. 24: 22-44; English translation: On the Management of Public Monopolies Subject to Budgetary Constraints, *Journal of Economic Theory*. 3 (1971): 219-240.
- Cornish, G., Bosworth, B., Perry, C., and Burke, J. 2004. Water charging in irrigated agriculture-An analysis of international experience. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Rome. 1-82.
- Der Zaag, P. V. and Savenije, H.H.G. 2006. Water As An Economic Good: The Value Of Pricing And The Failure Of Markets. Value Of Water Research Report Series No. 19.
- García-valiñas, M.A. 2005. Efficiency and Equity in Natural Resources Pricing: A Proposal for Urban Water Distribution Service. *Journal of Environmental & Resource Economics*. 32: 183–204.
- Green, R. 2007. Nodal Pricing of Electricity: How much does it cost to get it wrong? *Journal of Regulatory Economics*. 31: 125–149.
- Gujarati, D.N. 2003. Basic econometrics. Irwin: McGraw-Hill.
- Hoyt, P.G. 1984. Crop water production functions and economic implication for Colorado. US Dept. of Agriculture. Economic Research Service.
- Lesch, S.M., Strauss, D.J., and Rhoades, J.D. 1995. Spatial prediction of soil salinity using electromagnetic induction techniques 1. Statistical prediction models: A comparison of multiple linear regression and cokriging. *Water Resources Research*. 31: 373-386.

## Economic Pricing of Water for selected Agricultural Products by Ramsey Method in the Irrigation Network of Northern Khuzestan

M. Leylizadeh<sup>1</sup>, A. Jorjorzadeh<sup>2\*</sup>, and A. Egdernezhad<sup>3</sup>

### Abstract

At present, the tariff for agricultural water in irrigation networks is calculated based on the Law on Stabilization of Crop Water approved in 1990, based on 1% to 3% of the planted crop. Since the method of calculating agricultural water tariffs is non-volume and based on two performance indicators at the level and price of the product, it does not cover the costs of operation and maintenance of irrigation network facilities. It has caused a waste of water resources. Therefore, water pricing based on economic principles and foundations is one of the most critical requirements. The purpose of this study is to obtain the optimal price of agricultural water in the irrigation networks of northern Khuzestan. To determine this price, the average cost and the marginal cost of production per cubic meter of water were calculated. The water demand function of 8 agricultural products was obtained using time series data from 2003 to 2018 using the ordinary least squares method of OLS. In Eviews software, estimation and price elasticities of water demand were obtained. Then, with the help of MATLAB software, the optimal Ramsey price of water for the above products was calculated. The results show that optimal pricing first leaves the industry with a deficit. According to the Ramsey rule for the study area, the second optimal price (Ramsey price) defines the most efficient prices according to the budget constraint to be met. Also, to achieve maximum social welfare, the price of water for corn, barley, wheat, and rose crops, which have a better-guaranteed income, is higher than the average cost of water, and the products of okra, peas, beans, potatoes, and tomatoes are less than the average cost of water.

**Keywords:** Irrigation network, Northern Khuzestan, Ramsey optimal pricing, water tariff

---

<sup>1</sup> M.Sc. Student of Economic Sciences, Department of Economic Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

<sup>2</sup> Assistant professor, Department of Economic Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran (\*Corresponding Author Email: arjorjor@yahoo.com)

<sup>3</sup> Assistant professor, Department of Water Sciences and Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz

Received: 23 Oct 2021

Accepted: 4 April 2022