

# تأثیر بهای واقعی آب بر گسترش سطح روش‌های آبیاری تحت فشار و بهبود بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری

(مطالعه موردی: شبکه آبیاری دشت قزوین)

هستی کاظم عطاری<sup>۱</sup>، حمیده نوری<sup>۲</sup>، حامد ابراهیمیان<sup>۳\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۲۰

## چکیده

افزایش بهره‌وری آب یکی از سازوکارهای مدیریت مصرف آب است و ابزارهای اقتصادی مانند قیمت‌گذاری آب از جمله فرآیندهایی هستند که منجر به کاهش مصرف و افزایش بهره‌وری آب خواهند شد. در این پژوهش به بررسی تأثیر قیمت‌گذاری آب در افزایش بهره‌وری محصولات کشاورزی در شبکه آبیاری دشت قزوین با کمک سیستم‌های نوین آبیاری پرداخته شده است. بدین منظور با استفاده از اطلاعات موجود شامل هزینه‌های احداث شبکه، هزینه‌های جاری و سایر هزینه‌ها قیمت تمام شده هر متر مکعب آب در شبکه آبیاری دشت قزوین بر اساس روش اقتصاد مهندسی برای سال ۱۳۹۸، ۸۲۹۵ ریال برآورد شد. سپس با توجه به الگوی کشت حاکم بر شبکه، حجم آب مورد نیاز محصولات و هزینه و درآمد مرتبط با آنها، بهره‌وری اقتصادی هر یک از محصولات موجود در شبکه در چهار سناریوی مختلف بررسی شد. نتایج نشان داد قیمت فروش آب در شبکه آبیاری در سال پایه مطالعه بسیار پایین‌تر از قیمت تمام شده آن است، همچنین قیمت‌گذاری آب در شبکه آبیاری، به دلیل بالا بردن هزینه‌های کشاورزان، منجر به تشویق کشاورزان به اجرای سیستم‌های نوین آبیاری و به تبع آن منجر به کاهش مصرف (به شرط عدم افزایش سطح کشت) و افزایش بهره‌وری آب در شبکه آبیاری دشت قزوین می‌گردد. در صورتی که کشاورزان نسبت به اجرای سیستم‌های نوین آبیاری در مزارع خود اقدام نمایند بهره‌وری اقتصادی در شبکه افزایش می‌یابد و دولت می‌تواند آب را به قیمت تمام شده به کشاورزان بفروشد.

**واژه‌های کلیدی:** سیستم‌های نوین آبیاری، شبکه آبیاری، فروش آب، قیمت‌گذاری آب

## مقدمه

رو اندیشید. یکی از راهکارها برای کاهش تقاضا در مصرف آب کشاورزی، بالا بردن بهره‌وری آب در تولید محصولات کشاورزی است. راهکارهای بسیاری برای بالا بردن بهره‌وری آب وجود دارد که می‌توان به بهره‌گیری از ابزارهای مدیریتی شامل سیاست‌های قیمت‌گذاری آب و سیاست‌های متناسب در بخش کشاورزی و کاهش مصرف آب با استفاده از اصلاح یا تغییر سیستم‌های آبیاری اشاره نمود (بلالی و همکاران، ۱۳۸۹). متأسفانه به دلیل عدم وجود قیمت‌گذاری صحیح آب کشاورزی و عدم پرداخت قیمت واقعی آب توسط بهره‌برداران، آب به مثابه کالای بی‌ارزشی محسوب می‌گردد که بهره‌برداران با هر روشی که ترجیح می‌دهند از آن بهره می‌جویند. لذا قیمت‌گذاری صحیح آب می‌تواند راه حلی برای کاهش استفاده‌های بی‌رویه از منابع آب باشد.

شبکه آبیاری دشت قزوین با وسعتی حدود ۶۰ هزار هکتار خالص و بیش از ۲۰ هزار بهره‌بردار به دلیل نزدیکی به پایتخت و تأمین بخش عمده‌ای از نیاز کشاورزی استان و کشور از اهمیت بالایی

در ایران طی سال‌های گذشته به دلایل متعددی نظیر استحصال بی‌رویه و غیرمنطقی از منابع آب موجود، بروز خشکسالی، افزایش جمعیت و عدم رعایت اصول حفاظت در بهره‌برداری از منابع آبی، برخی از منابع آبی کشور نابود و یا در معرض خطر نابودی قرار دارند. این مسئله به‌خصوص در بخش کشاورزی که بخش عمده‌ای از آب مصرفی کشور را به خود اختصاص می‌دهد، بحرانی‌تر است. با توجه به کمبود منابع آبی و افزایش روز افزون جمعیت لازم است از هم‌اکنون با اتخاذ تدابیر اصولی، راهکارهایی را برای عبور از بحران پیش

۱- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران

۲- دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران

۳- دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران

(\*- نویسنده مسئول: (Email: ebrahimian@ut.ac.ir)

عموم مردم وجود دارد. عدم توجه به اطلاعات در خصوص قیمت گذاری می‌تواند منجر به مقاومت در برابر قیمت گذاری کارآمد آب در میان مردم می‌شود (Kejser., 2018).

باعزم و ناصری (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای به بررسی مدیریت تقاضای آب کشاورزی در منابع آب‌های زیرزمینی با تأکید بر سیاست قیمت‌گذاری با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی پرداختند. در این مطالعه مشخص گردید که دلیل اصلی بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، هزینه پایین استفاده از این منبع و ارزان بودن آن برای بهره‌برداران است. افزایش هزینه بهره‌برداری نهاده آب از راه قیمت‌گذاری می‌تواند با فرض ثابت بودن سایر عوامل منجر به کاهش مصرف و تقاضای آب گردد.

باقری و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهشی سیاست قیمت‌گذاری آب بر پایداری و حفظ آبخوان در حوضه زاینده رود را بررسی کردند. نتایج نشان داد که لحاظ نمودن سیاست قیمت‌گذاری منابع آب زیرزمینی با تغییر الگوی کشت در جهت محدودتر شدن درصد کشت محصولات با آبیاری غرقابی و گسترده‌تر شدن درصد کشت محصولات با آبیاری تحت فشار و در نتیجه تعدیل روند بهره‌برداری بی‌رویه از منابع کمیاب آب، متغیرهای هیدرولوژیکی اعم از بیلان آب زیرزمینی، ضخامت لایه اشباع آبخوان و سطح ایستایی آبخوان می‌تواند در سطح قابل ملاحظه‌ای بهبود یابد. اسماعیلی مؤخر فردوسی و همکاران (۱۳۹۷)، ارزش اقتصادی آب کشاورزی با رویکرد قیمت‌گذاری بر اساس نوع محصول را در هفت شهرستان استان مرکزی بررسی و نشان دادند که حساسیت راندمان مالی به تغییرات درآمد بیش‌تر از تغییر در میزان هزینه‌ها است و راندمان آبیاری با راندمان مالی در همه موارد هم‌راستا نیست.

الهی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی تأثیر قیمت و سهمیه بندی آب در راستای مدیریت منابع آب زیر زمینی دشت کبودر آهنگ پرداختند و نتایج نشان داد که اعمال سناریوهای افزایش قیمت، سهمیه بندی آب زیرزمینی و سناریوهای سهمیه بندی توأم با افزایش قیمت (تلفیقی) در سطوح ۱۰٪، ۲۰٪ و ۳۰٪ موجب کاهش سطح زیر کشت، کاهش سود ناخالص کشاورزان و کاهش آب مصرفی می‌شود. همچنین نتایج نشان داد که سناریوی افزایش قیمت آب زیرزمینی چندان تأثیرگذار نیست و تنها هزینه کشاورزان را افزایش می‌دهد، اما سیاست سهمیه بندی و تلفیقی به عنوان یک سیاست مؤثر توصیه می‌شود. سناریوهای سهمیه بندی نسبت به دو سناریوی دیگر دارای بازده اقتصادی بیشتری به ازای هر مترمکعب آب مصرفی بود و به عنوان سناریوی برتر در این تحقیق معرفی گردید. در پایان پیشنهاد می‌شود که الگوی کشت به سمت محصولاتی مانند گندم و سیب زمینی سوق داده شود که نسبت به آب مصرفی، سود ناخالص بیشتری را حاصل کرده و به عبارتی دیگر بازده اقتصادی بیشتری دارند. فناوری و همکاران دادند که از طریق قیمت‌گذاری آب سه هدف

برخوردار است. با گذشت بیش از ۴۰ سال بهره‌برداری از شبکه و عدم تعمیر و نگهداری اصولی در آن عملاً شبکه مذکور به سمت نابودی کشانده شده است، این موضوع در کانال‌های درجه سه و چهار به دلیل نبود اعتبار کافی قوت بیش‌تری می‌گیرد. کانال‌های درجه سه و چهار به دلیل نبود اعتبارات سالهاست به حال خود رها شده و هیچ گونه احیا و مرمتی بر روی آن‌ها صورت نگرفته است و تلفات بسیار بالایی در آنها رخ می‌دهد. درآمد فعلی شبکه به دلیل پایین بودن آن صرفاً صرف هزینه‌های جاری شرکت آب منطقه‌ای و مختصر تعمیر و نگهداری در کانال‌های درجه یک و دو می‌گردد. لذا موضوع قیمت‌گذاری صحیح آب در شبکه آبیاری دشت قزوین می‌تواند با افزایش درآمد شبکه و صرف هزینه به منظور احیا و مرمت شبکه علاوه بر بالابردن راندمان انتقال و افزایش بهره‌وری آب به معیشت کشاورزان منطقه نیز کمک نماید.

تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه صورت گرفته از جمله: سلطانی و زیبایی (۱۳۷۵) به بررسی قیمت آب در دشت فیروزآباد استان فارس پرداختند و به این نتیجه رسیدند که با افزایش یک درصدی قیمت آب کشاورزی مقدار تقاضا در کل دوره حدود ۷ درصد کاهش می‌یابد. احمدپور و صبوحی صابونی (۱۳۸۸) قیمت‌گذاری آب آبیاری را به عنوان ابزاری برای مدیریت تقاضای آب در منطقه دشتستان معرفی کردند. متور در مورد قیمت‌گذاری آب معتقد است که تعیین و وضع تعرفه‌های مناسب آبی تنها شامل هزینه‌های تهیه آب نمی‌باشد، بلکه تعرفه‌ها می‌تواند یک ابزار مهم مدیریتی برای هدایت و کنترل تقاضای آب باشد (Mathur., 2003). هوآنگ و همکاران به این نتیجه رسیدند که اگر قیمت صحیحی برای آب تعیین شود کشاورزان نسبت به آن به‌طور کامل حساس خواهند بود (Huang at al., 2006). سینگ نشان داد که در هند شکاف بزرگی بین قیمت و ارزش آب آبیاری وجود دارد و افزایش قابل ملاحظه‌ای در قیمت آب، نیاز است تا عرضه و تقاضا متعادل شوند (Singh., 2007).

کورتیگناتی و سویرینی نشان دادند که اعمال سیاست‌های کاهش آب در دسترس به میزان ۵ و ۱۰ درصد و افزایش قیمت آب به میزان ۲۰۰ و ۳۰۰ درصد در ایتالیا بر کاهش مقدار مصرف آب مؤثر است (Cortignani and Severini., 2009). قبادی نیا و همکاران (۱۳۹۳) دریافت آب‌بهای ۱۵۰۰ ریال به ازای هر متر مکعب آب از بهره‌برداران شبکه آبیاری تحت پوشش سد گلپایگان را برای رسیدن به ارزش اقتصادی آب و الگوی کشت بهینه در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ پیشنهاد کردند. کچسر در مقاله‌ای تحت عنوان نگرش اروپایی به قیمت‌گذاری آب بیان نمود که استفاده مؤثر از منابع آب نیاز به محاسبه تمام هزینه‌ها در قیمت آب، از جمله هزینه‌های زیست محیطی و منابع دارد. با این حال، مدیریت منابع آب به شدت سیاسی و افزایش قیمت آب یک موضوع مهم و حساس است، از این رو نیاز به درک بیشتر از روند پیاده سازی و نگرش نسبت به اجرا در میان

سازمان جهاد کشاورزی، شرکت آب منطقه‌ای و بهره‌برداران تحت عنوان طرح کشت بوده است. طرح‌های کشت نشان دهنده میزان آب مورد نیاز هر طرح بر اساس ترکیب کشت موجود در طرح است که هر ساله توسط سازمان جهاد کشاورزی تهیه و به شرکت آب منطقه‌ای جهت توزیع آب ابلاغ می‌گردد و ملاک توزیع آب در شبکه است. قیمت آب‌بها در شبکه هر ساله توسط شرکت آب منطقه‌ای و بر اساس قانون تثبیت آب‌بهای زراعی محاسبه و از کشاورزان دریافت می‌گردد. قانون تثبیت آب‌بهای زراعی در سال ۱۳۶۹ توسط مجلس شورای اسلامی تصویب گردید. (وزارت نیرو، ۱۳۹۲) بر اساس این قانون متوسط آب‌بهای دریافتی از کشاورزان و زارعین با توجه به اولویت تخفیف برای زراعت‌های استراتژیک شامل ۳٪، ۲٪ و ۱٪ محصول کاشت شده به ترتیب برای آب‌های تنظیم شده و شبکه‌های مدرن، آب‌های تنظیم شده و کانال‌های تلفیقی و آب‌های تنظیم شده و کانال‌های سنتی است. سال مورد مطالعه در این تحقیق ۱۳۹۸ است و قیمت آب‌بها در این سال بر اساس قانون فوق‌الذکر مبلغ ۹۴۰ ریال (شبکه آبیاری مدرن) برای هر متر مکعب بود.

در این پژوهش محاسبه‌ی قیمت تمام شده آب (قیمت تجاری آب) بر اساس پوشش هزینه‌هایی است که دولت به منظور ساخت، بهره‌برداری، تعمیرات و نگهداری شبکه پرداخت می‌نماید و ابعاد دیگر قیمت‌گذاری در نظر گرفته نشده است، از این رو برای محاسبه قیمت تمام شده هر متر مکعب آب در شبکه آبیاری دشت قزوین با استفاده از روابط اقتصاد مهندسی و با در نظر گرفتن هزینه‌های سرمایه‌ای و هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری تأسیسات و سایر هزینه‌ها استفاده شده است. اطلاعات مرتبط با هزینه‌ها از شرکت آب منطقه‌ای، سازمان جهاد کشاورزی، شرکت بهره‌برداری جمع‌آوری گردیده است (جدول ۱). هزینه‌های سالانه شرکت آب منطقه‌ای شامل هزینه مرمت شبکه و حقوق کارشناسان مرتبط، هزینه‌های سالانه شرکت بهره‌برداری از شبکه آبیاری دشت قزوین شامل هزینه مرمت جزئی شبکه، حقوق میراب‌ها، حقوق کارشناسان و هزینه دفاتر فروش آب و هزینه‌های سالانه سازمان جهاد کشاورزی شامل هزینه مرتبط با بازنگری طرح‌های کشت و صدور طرح‌های کشت جدید و هزینه مرتبط با کارشناسان است.

پس از جمع‌آوری اطلاعات مربوط به هزینه‌ها که در جدول ۱ ذکر گردید قیمت هر متر مکعب آب با استفاده از روابط زیر محاسبه می‌گردد. با توجه به اینکه هزینه‌های ساخت شبکه مربوط به سال ۱۳۵۷ است، لذا با استفاده از رابطه (۱) به سال ۱۳۹۸ (سال مورد مطالعه) بازگردانده شد.

$$c = (1 + i)^N * f \quad (1)$$

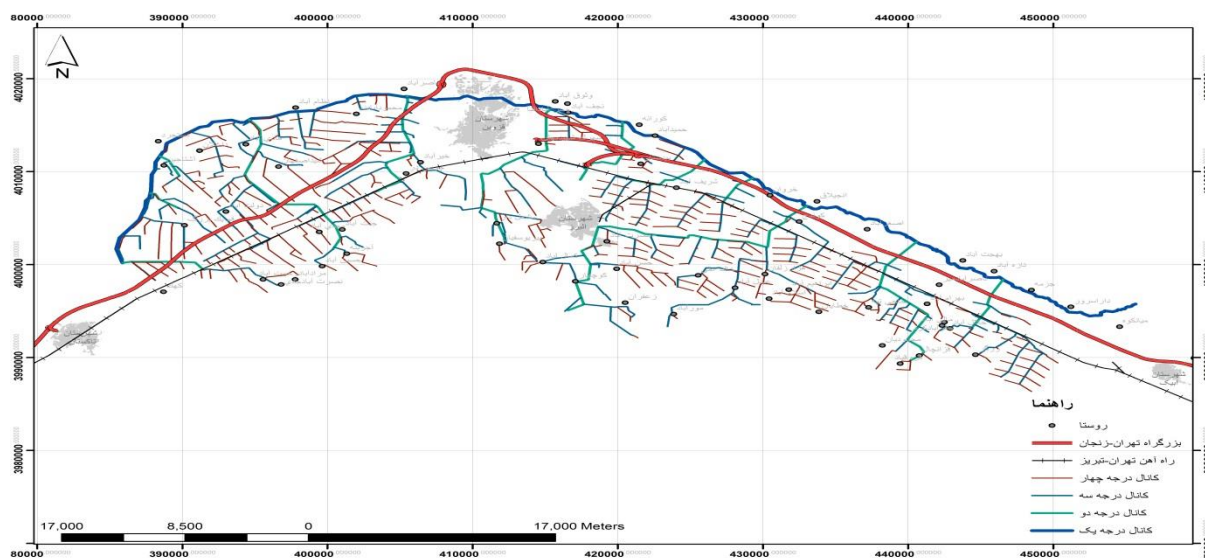
مهم شامل ۱) به دست آوردن هزینه کامل آب، ۲) اطمینان دسترسی به آب برای همه و ۳) ایجاد انگیزه‌های اجتماعی به کاربران برای صرفه‌جویی در مصرف آب در کشور تونس بدست خواهد آمد اما سیاست قیمت‌گذاری منجر به تعادل نسبتاً پایدار اما جزئی شده است (Favre et al., 2018). سهین و همکاران با در نظر گرفتن این موضوع که قیمت گذاری و محدودیت استفاده از آب دو راهکار برای کاهش تقاضا می‌باشد، در یک مدل سازی مشارکتی روش محدود کردن در استفاده از آب و ساختار قیمت گذاری در سطوح مختلف در منطقه کوئینزلند استرالیا را با هم مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که ساختار قیمت گذاری نسبت به محدود کردن مصرف از طرف مصرف کنندگان مورد استقبال بیشتری قرار خواهد گرفت (Sahin et al., 2018).

چو و گرفتارن در پژوهشی به بررسی قیمت گذاری و ارزش افزوده آب در ویتنام پرداختند نتایج نشان داد قیمت گذاری آب می‌تواند استفاده از آب را تا ۸۴ درصد کاهش دهد البته این در حالیست که سود کشاورز نیز تا ۱۷ درصد کاهش پیدا خواهد کرد. یافته‌های پژوهش اهمیت قیمت گذاری آب را به عنوان یک گزینه ممکن در صرفه‌جویی مصرف آب برجسته می‌کند (Chu and Grafton., 2020)

به دلیل پایین بودن راندمان آبیاری در مزارع و همچنین عدم برخورد صحیح کشاورزان با آب بعنوان یک کالای با ارزش و پایین بودن قیمت آب در شبکه آبیاری دشت قزوین (سازمان جهاد کشاورزی، طرح سازگاری با کم‌آبی، ۱۳۹۸)، این پژوهش با هدف برآورد قیمت تمام شده آب در شبکه آبیاری دشت قزوین و بررسی اثرات آن در به‌کار بردن ابزار قیمت گذاری در بالا بردن بهره‌وری آب در شبکه انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

شبکه آبیاری دشت قزوین به منظور انتقال ۲۷۸ میلیون متر مکعب آب از سد طالقان به دشت حاصلخیز قزوین احداث گردیده است. شبکه دارای ۱۲۰۰ کیلومتر کانال‌های درجه یک تا چهار و ۶۰ هزار هکتار اراضی خالص کشاورزی است (وزارت نیرو). محدوده شبکه از روستای زیاران در شهرستان آبیک تا روستای کهک در شهرستان تاکستان ادامه دارد. شکل (۱) موقعیت این شبکه را نشان می‌دهند. اراضی موجود در شبکه بر اساس موقعیت به ۵۳۰ بخش تقسیم شده‌اند که هر بخش تحت عنوان یک طرح است. هر طرح دارای یک یا چند نماینده است که سالانه توسط بهره‌برداران هر طرح مشخص می‌شوند و مسئول دریافت آب از کانال‌های درجه دو و توزیع آن بین بهره‌برداران هستند. نحوه توزیع آب در شبکه از ابتدای تأسیس شبکه به صورت حجمی و بر اساس قراردادهای سه جانبه بین



شکل ۱- موقعیت شبکه آبیاری دشت قزوین

جدول ۱- اقلام هزینه‌ای شبکه آبیاری دشت قزوین

(آرشیو سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین، آرشیو شرکت آب منطقه‌ای استان قزوین، (اسدی و همکاران، ۱۳۸۶))

مبلغ (میلیون ریال)	اقلام هزینه
۸۲۴/۷۶	هزینه‌های سد طالقان، سدهای انحرافی، تونل و سرریزها
۱۰۳۱۶/۴	هزینه کانال‌های شبکه آبیاری
۱۵۰	هزینه مخزن سد
۶۸۰/۹۲	بهره متعلق به هزینه ساختمان درحین احداث (۱۰ درصد هزینه ساختمان)
	هزینه‌های سالانه (بر اساس سال مطالعه) (وزارت نیرو و وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸)
۱۳۷۵۰	هزینه‌های سالانه شرکت آب منطقه‌ای
۴۰۰۰	هزینه‌های سالانه شرکت بهره‌برداری از شبکه آبیاری دشت قزوین
۱۷۴۰	هزینه‌های سالانه سازمان جهاد کشاورزی

که در آن،  $n$  عمر مفید پروژه است.

پس از محاسبه قیمت تمام شده آب در شبکه، بهره‌وری محصولات کشاورزی در شبکه و تأثیر افزایش قیمت آب در تغییر میزان بهره‌وری بررسی گردید. لذا ترکیب کشت حاکم در شبکه از آرشیو سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین استخراج گردید و نیاز آبی محصولات با استفاده از نرم افزار NETWAT (سند ملی آب) برای منطقه مورد مطالعه برآورد گردید. راندمان کاربرد آبیاری سطحی در استان قزوین در حال حاضر ۵۹/۳ درصد است (ارتقاء بهره‌وری مصرف آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۳۹۴). همچنین با توجه به اطلاعاتی نظیر هزینه‌های کاشت و داشت و برداشت، تولید در واحد سطح و قیمت فروش محصولات مختلف شبکه که از آرشیو اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی استخراج گردید، بهره‌وری اقتصادی محصولات کشاورزی در چهار سناریو مختلف به

که در آن،  $c$  هزینه ساخت سد به قیمت سال مطالعه (ریال)،  $f$  هزینه اولیه ساخت سد (ریال)،  $i$  نرخ بهره که در این مطالعه ۱۸ درصد معادل نرخ سود بلند مدت بانک‌ها (آرشیو بانک مرکزی) در نظر گرفته شده است و  $N$  فاصله زمانی بین زمان ساخت و زمان مطالعه است. قیمت هر متر مکعب آب از رابطه (۲) محاسبه می‌گردد.

$$p = \frac{(C \cdot A) + O \& M}{v} \quad (2)$$

که در آن،  $p$  قیمت هر متر مکعب آب (ریال)،  $C$  کل سرمایه گذاری اولیه (ریال)،  $O \& M$  هزینه بهره‌برداری و نگهداری (ریال)،  $v$  حجم آب تأمین شده (متر مکعب) و  $A$  عامل بازیافت سرمایه جهت محاسبه معادل یکنواخت سالانه هزینه‌ها که از رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

$$A = \frac{(i(1+i)^n)}{(1+i)^n - 1} \quad (3)$$

ساخت، بهره‌برداری و نگهداری، احیا و مرمت و نیروی انسانی را جبران نماید. این در حالی است که اسدی و همکاران نیز در سال ۱۳۷۴ هزینه عرضه و تأمین هر متر مکعب آب در شبکه آبیاری دشت قزوین را ۳۶ ریال بر مترمکعب برآورد کردند و آن‌ها نیز به این نتیجه رسیدند که این مقدار بسیار بیشتر از آب‌بهای است که کشاورزان پایاب این شبکه پرداخت می‌نمایند (در سال ۱۳۷۴ کشاورزان مبلغ ۶/۵ ریال بر متر مکعب آب‌بها پرداخت می‌کردند). پژوهش منتظر و همکاران (۱۳۹۱) در شبکه ورامین نیز نشان داد کشاورزان پایاب این شبکه نیز آب‌بهای بسیار کمتری نسبت به هزینه‌هایی که دولت در قبال عرضه و استحصال آب انجام می‌دهد پرداخت می‌نمایند، مطابق آنچه در شبکه آبیاری دشت قزوین صورت می‌پذیرد.

ترکیب کشت حاکم بر شبکه در وضعیت موجود و نیاز آبی و آبیاری هر یک از محصولات در جدول ۲ ارائه شده است. الگوی کشت شبکه به صورت ۵۲ درصد محصولات پاییزه، ۱۷ درصد محصولات تابستانه و ۳۰ درصد آیش است. بیش‌ترین سطح زیر کشت مربوط به محصول گندم با سطح ۲۷۴۷۰ هکتار و کمترین آن مربوط به سیب زمینی با مساحت زیر کشت ۱۳۹ هکتار است، بیش‌ترین نیاز آبی و آبیاری مربوط به یونجه به ترتیب برابر ۸۴۴۱ و ۱۴۲۳۴ متر مکعب بر هکتار و کم‌ترین آن مربوط به جو به ترتیب برابر ۲۴۰۰ و ۴۰۴۷ متر مکعب بر هکتار است.

جدول ۲- سطح زیر کشت و نیاز آبی و نیاز آبیاری محصولات کشاورزی شبکه آبیاری قزوین (سازمان جهاد کشاورزی (۱۳۹۸) و سند ملی آب)

محصول	گندم	جو	چغندر قند	سیب زمینی	گوجه فرنگی	ذرت علوفه‌ای	ذرت دانه‌ای	یونجه	باغ انگور	آیش
سطح زیر کشت (هکتار)	۲۷۴۷۰	۴۲۷۶	۱۴۸۱	۱۳۹	۲۵۷۹	۹۶۳	۴۰۵	۴۶۴۶	۴۴۱	۱۸۵۵۸
سطح زیر کشت (درصد)	۴۵/۱	۷	۲/۴	۰/۲	۴/۲	۱/۶	۰/۷	۰/۷۶	۰/۷	۳۰/۴
نیاز آبی (متر مکعب بر هکتار)	۲۹۲۰	۲۴۰۰	۸۵۳۰	۷۴۰۰	۷۵۶۰	۶۸۹۰	۶۴۵۰	۸۴۴۱	۵۲۲۰	-
نیاز آبیاری (متر مکعب بر هکتار)	۴۹۲۴	۴۰۴۷	۱۴۳۸۴	۱۲۴۷۹	۱۲۷۴۹	۱۱۶۱۹	۱۰۸۷۷	۱۴۲۳۴	۸۸۰۳	-

آن مربوط به محصول جو است همچنین بیش‌ترین درآمد خالص مربوط به باغات انگور با ۱۰۵۹ میلیون ریال در هکتار و کم‌ترین مربوط به جو با ۵۱ میلیون ریال در هکتار است. بیش‌ترین بهره‌وری اقتصادی آب در باغات انگور به میزان ۱۲۰۲۵۶ ریال بر متر مکعب و کم‌ترین در محصول چغندر قند به میزان ۷۶۰۲ ریال بر متر مکعب برآورد گردید. بهره‌وری اقتصادی گندم با بیش‌ترین سطح زیر کشت ۱۵۸۴۰ ریال بر متر مکعب برآورد شد.

شرح ذیل بر اساس رابطه (۴) مورد بررسی قرار گرفت.

سناریو اول: شرایط فعلی

سناریو دوم: افزایش قیمت آب و شرایط آبیاری فعلی

سناریو سوم: افزایش قیمت آب و تغییر در نوع سیستم آبیاری به صورت: آبیاری مزارع گندم، جو، ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای و یونجه به صورت بارانی و آبیاری مزارع چغندر، سیب زمینی گوجه فرنگی و باغات انگور به صورت قطره‌ای

سناریو چهارم: افزایش قیمت آب و تغییر در نوع سیستم آبیاری به صورت: آبیاری تمام مزارع و باغات انگور قطره ای، آبیاری مزارع یونجه بارانی

$$(۴) \quad \text{متر مکعب}} \text{ حجم آب مصرفی}} = \frac{\text{درآمد (ریال) خالص}}{\text{بهره وری اقتصادی}}$$

### نتایج و بحث

با در نظر گرفتن عمر مفید ۵۰ سال برای شبکه آبیاری دشت قزوین و ۲۷۸ میلیون متر مکعب در سال حقا به از سد طالقان، قیمت هر متر مکعب آب در شبکه آبیاری دشت قزوین با استفاده از روابط اقتصاد مهندسی، ۸۲۹۵ ریال بر متر مکعب برآورد گردید. قیمت آب محاسبه شده بسیار بیشتر از قیمت فروش آب در این شبکه است (قیمت فروش آب در شبکه در سال ۱۳۹۸، ۹۴۰ ریال بر متر مکعب بود). لذا اگر دولت بتواند آب را به قیمت ۸۲۹۵ ریال بر متر مکعب به کشاورزان بفروشد می‌تواند تمام هزینه‌های خود از جمله هزینه‌های

هزینه، درآمد و بهره‌وری اقتصادی هر یک از محصولات در جدول ۳ ارائه داده شده است. هزینه عملیات کشاورزی شامل عملیات کاشت، داشت، برداشت و خرید آب (هر متر مکعب ۹۴۰ ریال بر متر مکعب) و میزان محصول تولیدی بر اساس آبیاری کامل است. با توجه به درآمد خالص کشاورزان و حجم آب مصرفی در واحد سطح، بهره‌وری اقتصادی آب در محصولات مختلف محاسبه شده است. بیش‌ترین هزینه عملیات کشاورزی مربوط به باغات انگور و کمترین



جدول ۳- هزینه، درآمد و بهره‌وری اقتصادی هر یک از محصولات کشاورزی شبکه قزوین در وضعیت موجود (سناریوی اول)  
(سازمان جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸)

محصول	هزینه عملیات کشاورزی (میلیون ریال بر هکتار)	برداشت محصول (تن بر هکتار)	قیمت فروش محصول (ریال در کیلو)	درآمد خالص (میلیون ریال در هکتار)	بهره‌وری اقتصادی (ریال بر متر مکعب)
گندم	۶۰	۶	۲۳۰۰۰*	۷۸	۱۵۸۴۰
جو	۵۱	۵	۱۹۰۰۰*	۴۴	۱۰۸۷۲
چغندر قند	۱۲۶	۵۲	۴۵۲۶	۱۰۹	۷۶۰۲
سیب زمینی	۱۳۵	۵۰	۴۷۸۸	۱۰۴	۸۳۶۶
گوجه فرنگی	۱۵۰	۷۵	۴۱۵۰۰	۲۹۶۳	۲۳۲۲۷۶
ذرت علوفه‌ای	۵۷	۵۸	۳۰۵۰۰	۱۲۰	۱۰۳۱۹
ذرت دانه‌ای	۶۳	۱۷	۱۸۳۰۰*	۲۴۸	۲۲۸۱۰
یونجه	۶۰	۱۳	۱۶۴۸۰*	۱۵۴	۱۰۸۳۶
باغ انگور	۲۱۰	۳۵	۳۶۲۴۵	۱۰۵۹	۱۲۰۲۵۶

\* با احتساب درآمد حاصل از فروش کاه و کلش

جدول ۴- هزینه، درآمد خالص و بهره‌وری اقتصادی محصولات در شبکه آبیاری قزوین در سناریوی دوم

نام محصول	هزینه عملیات کشاورزی با در نظر گرفتن هزینه خرید آب (میلیون ریال در هکتار)	درآمد خالص (میلیون ریال در هکتار)	بهره‌وری اقتصادی (ریال بر مترمکعب)
گندم	۹۶/۲	۴۲	۸۴۸۵
جو	۸۰/۸	۱۴	۳۵۱۷
چغندر قند	۲۳۱/۸	۴	۲۴۷
سیب زمینی	۲۲۶/۸	۱۳	۱۰۱۱
گوجه فرنگی	۲۴۳/۸	۲۸۶۹	۲۲۵۰۲۱
ذرت علوفه‌ای	۱۴۲/۵	۳۴	۲۹۶۴
ذرت دانه‌ای	۱۴۳	۱۶۸	۱۵۴۵۵
یونجه	۱۶۴/۷	۵۰	۳۴۸۱
باغ انگور	۲۴۷/۷	۹۹۴	۱۱۲۹۰۱

هزینه‌ها، درآمد و بهره‌وری اقتصادی آب در محصولات مختلف در سناریو دوم محاسبه و در جدول ۴ ارائه شده است. در صورتی که دولت بخواهد آب را به قیمت ۸۲۹۵ ریال بر متر مکعب به کشاورزان بفروشد، بهره‌وری اقتصادی آب تغییر قابل توجهی خواهد کرد.

نتایج بدست آمده در جدول ۴ نشان می‌دهد اگر دولت بخواهد هر متر مکعب آب را به قیمت ۸۲۹۵ ریال به فروش برساند، درآمد کشاورز به شدت کاهش پیدا کرده و کشاورز تمایل خود به کشت بعضی از محصولات را از دست خواهند داد (مانند گندم و جو). بنابراین یا باید کشت این محصولات حذف گردند که این کار عملاً امکان پذیر نخواهد بود زیرا بسیاری از آن‌ها کشت‌های استراتژیک بوده و بعد امنیت غذایی در آن‌ها مطرح است و یا اینکه باید از روش‌های مختلف کاهش مصرف آب آبیاری استفاده گردد. لذا با افزایش نرخ فروش آب، کشاورزان ناگزیر هستند با کاهش حجم آب

مصرفی هزینه‌های خود را کاهش دهند. اجرای سیستم‌های نوین آبیاری علاوه بر کاهش مصرف آب، با بالابردن راندمان کاربرد و توزیع و همچنین توزیع مناسب‌تر کود و سم و کاهش تنش‌های گیاهی باعث افزایش محصول تولیدی در واحد سطح می‌گردد. نیاز آبیاری محصولات در سناریو سوم محاسبه و در جدول ۵ ارائه گردیده است. لازم به ذکر است راندمان آبیاری در سیستم‌های بارانی در شبکه آبیاری دشت قزوین ۶۸/۶ درصد و سیستم قطره‌ای ۹۵/۱ درصد گزارش شد (سهرابی و همکاران، ۱۳۸۹). بر اساس نیاز آبیاری جدید هزینه‌ها و درآمدها و بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری محاسبه و در جدول ۵ ارائه شده است. لازم به ذکر است هزینه اجرای سیستم‌های نوین آبیاری (هر هکتار سیستم آبیاری بارانی ۱۷۰ میلیون ریال و هر هکتار سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ و قطره‌ای) ۲۱۰ میلیون ریال (سازمان جهاد کشاورزی، ۱۳۹۸) در نظر گرفته شده

بر متر مکعب و کم ترین در جو با ۴۷۹۷ ریال بر متر مکعب بدست آمد.

است) با در نظر گرفتن ۱۵ سال عمر مفید پروژه، هزینه تعمیر و نگهداری و برق مصرفی در هزینه‌های عملیات کشاورزی لحاظ گردید. بیش ترین بهره‌وری اقتصادی در باغات انگور با ۱۸۵۶۱۲ ریال

جدول ۵- نیاز آبیاری، هزینه‌ها، درآمد و بهره‌وری اقتصادی محصولات در سناریوی سوم

محصول	گندم	جو	چغندر قند	سیب زمینی	گوجه فرنگی	ذرت علوفه‌ای	ذرت دانه‌ای	یونجه	باغ انگور
سیستم آبیاری	بارانی	بارانی	قطره‌ای	قطره‌ای	قطره‌ای	بارانی	بارانی	بارانی	قطره‌ای
نیاز آبیاری (متر مکعب در هکتار)	۴۲۵۸	۳۴۹۹	۸۹۷۰	۷۷۸۱	۷۹۵۰	۱۰۰۴۴	۹۴۰۲	۱۲۳۰۵	۵۴۸۹
هزینه عملیات کشاورزی با در نظر گرفتن هزینه خرید آب و برق (میلیون ریال در هکتار)	۹۲/۷	۷۸/۲	۱۸۹/۴	۱۹۰/۳	۲۰۶/۵	۱۳۱/۴	۱۳۲/۸	۱۵۰/۷	۲۴۹/۸
درآمد خالص (میلیون ریال در هکتار)	۴۵/۳	۱۶/۸	۴۶	۴۹/۱	۲۹۰۶	۴۵/۵	۱۷۸/۳	۶۳/۶	۱۰۱۸/۸
بهره‌وری اقتصادی (ریال بر مترمکعب)	۱۰۶۴۷	۴۷۹۷	۵۱۲۵	۶۳۰۸	۳۶۵۵۶۲	۴۵۳۱	۱۸۹۶۷	۵۱۶۵	۱۸۵۶۱۲

اقتصادی بالایی پیدا خواهند کرد. با توجه به گسترش استفاده از آبیاری قطره‌ای تیپ در اراضی زراعی، در صورت اجرای سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در تمامی اراضی موجود (به غیر از یونجه) در شبکه و دریافت آب بها بر اساس قیمت تمام شده آب در شبکه (۸۲۹۵ ریال بر مترمکعب)، محصولات دارای بهره‌وری اقتصادی بالاتر نسبت به قبل از افزایش قیمت آب خواهند بود. این بدان معنا است که در صورت محقق شدن این هدف نه تنها دولت می‌تواند تمام هزینه‌های اعمال شده خود در شبکه را کسب نماید بلکه سود بیشتری هم عاید کشاورزان خواهد گردید. تغییر آب‌بهای دریافتی از بهره‌برداران می‌تواند تأثیر بسزایی در کاهش مصرف آب آبیاری و افزایش بهره‌وری آب آبیاری با ترغیب کشاورزان به اجرای سیستم‌های نوین آبیاری داشته باشد. این در حالی است که بازار باید توسط دولت به شدت کنترل گردد تا کشاورزان به منظور جبران هزینه‌های خود قیمت فروش محصولات را بالا نبرند و تنها با اقدامات کاهش مصرف آب، هزینه‌های خود را کاهش دهند.

استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای (تیپ) در کشور برای محصولات زراعی همچون گندم و جو و ذرت علوفه‌ای و ذرت دانه‌ای در حال توسعه است. در صورتی که کشاورزان از سیستم آبیاری تیپ به جای بارانی در این محصولات استفاده نمایند (سناریو چهارم) بهره‌وری اقتصادی محصولات گندم، جو، ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای به ترتیب از ۱۰۶۴۷، ۴۷۹۷، ۴۵۳۱، ۱۸۹۶۷ ریال بر متر مکعب به ۱۷۸۰۲، ۹۶۵۷، ۹۴۱۷، ۲۹۴۲۴ ریال بر متر مکعب افزایش خواهد یافت.

بهره‌وری آب آبیاری در محصولات مذکور با تغییر نوع سیستم آبیاری تغییر چشم‌گیری خواهد داشت. میزان افزایش بهره‌وری اقتصادی در گندم ۷۱۵۵ ریال، در جو ۴۸۶۰ ریال، در ذرت علوفه‌ای ۴۸۸۶ ریال و در ذرت دانه‌ای ۱۰۴۵۷ ریال افزایش می‌یابد.

در جدول ۶ بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری در سناریوهای مختلف با هم مقایسه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۶ در صورتی که کشاورزان نسبت به اجرای سیستم‌های نوین آبیاری در اراضی خود اقدام نمایند همه محصولات موجود در شبکه توجیه

جدول ۶- مقایسه بهره‌وری اقتصادی (ریال بر مترمکعب) محصولات در شبکه آبیاری قزوین در سه سناریوی مختلف

سناریو	گندم	جو	چغندر قند	سیب زمینی	گوجه فرنگی	ذرت علوفه‌ای	ذرت دانه‌ای	یونجه	انگور
اول	۱۵۸۴۰	۱۰۸۷۲	۷۶۰۲	۸۳۶۶	۲۳۲۳۷۶	۱۰۳۱۹	۲۲۸۱۰	۱۰۸۳۶	۱۲۰۲۵۶
دوم	۸۴۸۵	۳۵۱۷	۲۴۷	۱۰۱۱	۲۲۵۰۲۱	۲۹۶۴	۱۵۴۵۵	۳۴۸۱	۱۱۲۹۰۱
سوم	۱۰۶۴۷	۴۷۹۷	۵۱۵۲	۶۳۰۸	۳۶۵۵۶۲	۴۵۳۱	۱۸۹۶۷	۵۱۶۵	۱۸۵۱۵۷
چهارم	۱۷۸۰۲	۹۶۵۷	۵۱۲۵	۶۳۰۸	۳۶۵۵۶۲	۹۴۱۷	۲۹۴۲۴	۵۱۶۵	۱۸۵۶۱۲

## نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش قیمت هر متر مکعب آب در شبکه آبیاری قزوین به منظور جبران هزینه‌های این شبکه ۸۲۹۵ ریال بر متر مکعب در سال ۱۳۹۸ تعیین شد. این درحالی است که آب‌بهای دریافتی از کشاورزان در این سال معادل ۹۴۰ ریال بود که درصد اندکی از هزینه‌های عرضه آب را جبران می‌کند و باعث شده است که کشاورزان به دلیل قیمت پایین آب، تمایلی به صرفه‌جویی در مصرف آن از خود نشان ندهند. نتایج نشان داد که سیاست افزایش قیمت آب کشاورزی باعث به وجود آمدن شکاف سودآوری بالایی بین مزارع و باغاتی که از سیستم نوین آبیاری استفاده می‌کنند در مقایسه با مزارع و باغاتی که با سیستم‌های سنتی آبیاری می‌شوند به وجود آید و این امر می‌تواند به عنوان یک عامل محرک، کشاورزان را مجاب به اجرای سیستم‌های نوین آبیاری نماید لذا توجه به هزینه تمام شده آب در شبکه و از آنجایی که اعمال یکباره قیمت بالای آب نیازمند بستر سازی گسترده چه از نظر اجتماعی و چه از نظر زیرساخت‌های مورد نیاز می‌باشد، اصلاح سیستم‌های توزیع و کاربرد آب در مزرعه و افزایش تدریجی نرخ آب‌بها باعث کاهش مصرف آب آبیاری و برخوردار شدن آن به عنوان نهاده‌ای ارزشمند و کالای اقتصادی توسط کشاورزان و آب‌بران می‌گردد.

لذا پیشنهاد می‌گردد سیاست قیمت‌گذاری صحیح آب در شبکه آبیاری دشت قزوین به صورت تدریجی اجرا و از طرف دیگر نیز زیر ساخت‌های لازم به منظور اجرای سیستم‌های نوین آبیاری در کلیه اراضی تحت پوشش شبکه اعمال گردد. همچنین به منظور بستر سازی اجتماعی در بین بهره‌برداران موضوع بحران آب و اهمیت قیمت‌گذاری آب برای آنها به صورت شفاف توضیح داده شود.

## منابع

اسدی، ا.، سلطانی، غ.، و ترکمانی، ج. ۱۳۸۶. قیمت‌گذاری آب کشاورزی در ایران مطالعه موردی اراضی زیر سد طالقان. مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۵۸ (۱۵): ۶۱-۹۰.

اسماعیلی مؤخر فردویی، م. ح. ابراهیمی، ک. عراقی نژاد، ش. و فضل الهی، ه. ۱۳۹۷. تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با رویکرد قیمت‌گذاری بر اساس نوع محصول در استان مرکزی. مدیریت آب و آبیاری. ۸ (۱): ۱۴۹-۱۶۳.

احمدپور، م.، و صبوچی صابونی، م. ۱۳۸۸. قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی بازه‌ای: مطالعه موردی دشتستان. اقتصاد کشاورزی. ۳ (۳): ۱۲۱-۱۴۱.

الهی، م. و کیل پور، م. ح. و نجفی علمدارلو، ح. ۱۳۹۷. تأثیر قیمت و سهمیه‌بندی آب در راستای مدیریت منابع آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ. پژوهش آب در کشاورزی. ۳۲: ۲۶۷-۲۸۳.

باعزم، ز.، و ناصری، م. ۱۳۹۶. بررسی مدیریت تقاضای آب کشاورزی در منابع آب‌های زیرزمینی با تأکید بر سیاست قیمت‌گذاری با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی PMP. اولین همایش ملی فرصت‌های نوین تولید و اشتغال بخش کشاورزی در شرق کشور (در راستای تحقق اهداف اقتصاد مقاومتی). دانشگاه بیرجند.

باقری، ا.، نیکویی، ع.، خداداد کاشی، ف.، و شوکت فدایی، م. ۱۳۹۶. ارزیابی سیاست قیمت‌گذاری آب بر پایداری و حفظ آبخوان: مطالعه آبخوان مهیار شمالی در حوضه زاینده رود. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی. ۳۱ (۲): ۱۰۵-۱۲۰.

بلالی، ح. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر سیاست‌های قیمتی و کشاورزی بر حفظ منابع آب‌های زیرزمینی مطالعه موردی: دشت بهار، پایان نامه دکتری رشته اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین. ۱۳۹۸. طرح سازگاری با کم‌آبی.

سلطانی، غ. و زیبایی، م. ۱۳۷۵. نرخ گذاری آب کشاورزی. فصلنامه امور آب و وزارت نیرو، مجله آب و توسعه، ویژه نخستین گردهمایی علمی کاربردی اقتصاد آب، شماره ۱۴.

سهرابی، ت.، علیزاده، م.، وردی نژاد، آبابایی، ب.، اجاقلو، ح.، و نوری، م. ۱۳۸۹. ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری تحت فشار شبکه آبیاری دشت قزوین. سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران، اهواز.

قبادی نیا، ه.، محقق نیا، م. ح.، و قبادی نیا، م. ۱۳۹۳. تعیین ارزش اقتصادی آب در نهاده‌های کشاورزی و پیشنهاد الگوی کشت بهینه، مطالعه موردی: دشت گلپایگان، شامل غرب استان اصفهان. فصلنامه بین‌المللی منابع آب و توسعه. ۲ (۱): ۱۵۵-۱۶۷.

منتظر، ع.، و میرشفیعی، س. ۱۳۹۱. توسعه و کاربرد مدل چند معیاره فازی قیمت‌گذاری آب در شبکه‌های آبیاری. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۳ (۶): ۲۲۶-۲۳۷.

وزارت نیرو. ۱۳۹۲. مبانی تعیین آب‌بها، حق النظاره و حق اشتراک، سازمان مدیریت منابع آب ایران، معاونت امور آب.

Chu, L., and Grafton, R.Q. 2020. Water pricing and the value-add of irrigation water in Vietnam: Insights from a crop choice model fitted to a national household survey. Agricultural Water Management.



- Journal of Environmental Management. 183:453-459
- Mathur, O.P. 2003, Urban Water Pricing: An Asian Perspective, IDFC Chair in Urban Economics and Finance, National Institute of Public Finance and Policy, New Delhi, India.
- Sahin, O., Berton. E., and Beal, C. 2018. Evaluating a novel tiered scarcity adjusted water budget and pricing structure using a holistic systems modelling approach. Journal of Environmental Management. 215:79-80.
- Singh, K. 2007. Rational Pricing of Water as an Instrument of Improving Water Use Efficiency in the Agricultural Sector: A Case Study in Gujarat, India
- 228 (2): 105881
- Cortignani, R., and Severini, S. 2009. Modeling farm-level adoption deficit irrigation using positive mathematical programming. Agricultural water management, 96:1785-1791.
- Favre, M., and Montginoul, M. 2018. Water pricing in Tunisia: Can an original rate structure achieve multiple objectives? Journal of Environmental Management. 55:209-223
- Huang, Q., Rozelle, S., and Howitt, R. 2006. Irrigation water pricing policy in china. American agricultural economics association annual meeting. Long Beach, CA.
- Kejser, A. 2018. European attitudes to water pricing: Internalizing environmental and resource costs.

## Effect of Water Pricing on Persuading Farmers to Use Modern Irrigation Systems and Increasing the Economic Productivity of Irrigation Water (Case Study: Qazvin Plain Irrigation Network)

H. Kazem Attar<sup>1</sup>, H. Noory<sup>2</sup>, H. Ebrahimian<sup>3\*</sup>  
Received: Oct.18, 2019 Accepted: Feb.09, 2020

### Abstract

Increasing water productivity is one of the mechanisms for water use management, and economic methods such as water pricing, are one of the solutions that reduce water consumption and increase water productivity. In this research, the impact of water pricing on increasing the water productivity in the irrigation network of Qazvin plain by the aid of modern irrigation systems was investigated. Therefore, regarding existing information comprised of network construction costs, ongoing costs and other expenditures, the cost for per cubic meter of water in the irrigation network of Qazvin plain was estimated based on the engineering economics method in 2018. Then, according to the cropping pattern of the network, the net irrigation requirement of each crop and its associated costs and incomes, the economic productivity of each crop was investigated regarding to four different scenarios. The results illustrated that the price of water sales in the irrigation network is much lower than its real price. Water pricing in irrigation network due to a rise in farming costs has led to encouraging farmers to implement modern irrigation systems as well, and consequently resulted in a reduction in water consumption and increased water productivity in the irrigation network of Qazvin plain. Thus, if farmers implemented modern irrigation systems in their fields, economic water productivity in the network would increase and the government could sell the water to the farmers at a realistic price.

**Keywords:** Modern irrigation systems; Network irrigation; Water sale; Water pricing

---

1- Graduate Student, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University of Tehran, Karaj  
2- Associate Professor, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University of Tehran, Karaj  
3- Associate Professor, Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University of Tehran, Karaj  
(\*- Corresponding Author Email: ebrahimian@ut.ac.ir)