ارزیابی راندمان مالی کشاورزان دشت اراک بر اساس ارزش اقتصادی منابع آب

هاجر فضل‌الهی[۱]، روح‌الله فتاحی[۱] و کیومرث ابراهیمی[۲*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۱۹)

چکیده

آب مهم‌ترین عامل محدود کنندهٔ توسعه کشاورزی است و لذا بررسی اقتصادی منابع آب بسیار مهم است. هدف مقاله حاضر تعیین ارزش اقتصادی منابع آب، بررسی راندمان مالی و تعیین قیمت آب کشاورزی در دشت اراک است. برای این منظور ارزش اقتصادی منابع آب برای محصولات زراعی گندم، جو، یونجه و ذرت در سال زراعی ۱۳۹۵- ۱۳۹۴ با استفاده از یک مدل ریاضی بومی توسعه داده شده طی همین تحقیق تعیین شد. راندمان مالی برای سه حالت؛ آب رایگان، دریافت ۱۰ درصد از آب بهای محاسبه شده و تمام آب بها، برآورد شد. نتایج نشان داد که راندمان مالی کشاورزان در حالت راندمان آبیاری ۴۰ درصد به‌ترتیب برابر ۲/۳۸، ۱/۶۸ و ۰/۴۷ درصد و در حالت راندمان آبیاری ۷۰ درصد به‌ترتیب برابر ۲/۰۷، ۱/۹۲ و ۰/۷۱ درصد به‌دست آمد. همچنین تحلیل حساسیت راندمان مالی با ۱۰ درصد تغییر در درآمدها و هزینه‌ها انجام شد. راندمان آبیاری و راندمان مالی در شرایطی که آب به‌صورت رایگان در اختیار کشاورزان قرار داشته باشد هم‌راستا نیستند ولی در شرایط دریافت ۱۰ درصد آب بهای محاسبه شده با یکدیگر هم‌راستا می‌شوند. راندمان مالی در مقابل تغییر در میزان درآمد کشاورزان از حساسیت بیشتری نسبت به تغییر در میزان هزینه‌ها برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی اقتصادی، قیمت آب، محصول کشاورزی، مدل ریاضی

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۲. گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: EbrahimiK@ut.ac.ir

مقدمه

بخش کشاورزی نقش زیربنایی در اقتصاد ملی هر کشور دارد. بررسی شرایط حاکم بر تولید محصولات کشاورزی و متغیرهای دخیل در مقدار مصرف آب، منجر به ابداع روش‌های محاسبه آب مصرف شده در تولید انواع محصولات کشاورزی، متناسب با شرایط گوناگون تولید در سراسر نقاط جهان شد (۲۱). از آنجایی که در سطح جهانی، کشاورزی عمده‌ترین مصرف کننده و دارای بیشترین پتانسیل برای صرفه‌جویی آب است (۱۴ و ۲۳)، توجه به ارزش اقتصادی آب در بخش کشاورزی نسبت به سایر مصارف از اهمیت بیشتری برخوردار است (۱۱). ارزش گذاری اقتصادی آب آبیاری، بهترین توصیه برای افزایش تولید در واحد سطح و استفاده کمتر از آب برای به‌دست آوردن عملکرد پایدار است (۱۵). ارزش‌گذاری اقتصادی آب در کشاورزی آبی می‌تواند به‌عنوان یک مکانیزم بازیابی هزینه، ابزاری اقتصادی برای استخراج محصول مطلوب یا تغییر تکنولوژی و ابزاری زیست‌محیطی برای ترویج ارزش‌های زیست‌محیطی پایدار باشد (۲). در دسترس بودن آب سبب شده است که به آب به‌عنوان یک کالای همگانی نگاه شود این درحالی است که منابع آب روز به روز در حال کاهش هستند. از این‌رو باید از آب به‌عنوان یک کالای اقتصادی یاد شود و در تصمیم گیری‌های مدیریتی نیز با دید اقتصادی به آب نگاه شود. هر زمان که آب به‌صورت نامحدود در اختیار باشد، از ارزش اقتصادی آن کاسته می‌شود. کمبود آب باعث افزایش ارزش اقتصادی آن می‌شود زیرا مصرف‌کنندگان زیادی برای استفاده از آن رقابت می‌کنند (۶). پژوهشگران مدیریت آب و اقتصاد باید بر این نکته توجه بیشتر داشته باشند که با دیدگاه اقتصادی بر آب علاوه بر کاهش میزان مصرف، بر میزان بهره‌وری آب نیز افزوده می‌شود. ارتقای بهره‌وری نهاده آب در تولید محصولات از مسائل اساسی در کشورهای مختلف جهان و به‌خصوص کشورهای کم‌آب نظیر ایران محسوب می‌شود. ارتقای بهره‌وری نهاده آب علاوه بر اهمیت ذاتی خود سهم بسیار زیادی در بهبود بهره‌وری تولیدات کشاورزی و استفاده بهینه از سایر منابع تولید کشاورزی ایفا می‌کند (۳). در طول چند سال گذشته، تلاش‌های زیادی در بخش اقتصاد کشاورزی و مدیریت منابع آب در راستای تعیین ارزش اقتصادی آب به‌عنوان یک کالای اقتصادی صورت گرفته است. در ادامه به مواردی از این پژوهش‌ها اشاره شده است. امیدی و ابراهیمی (۱۷) در تحقیقی به تعیین ارزش اقتصادی آب برای تولید محصولات خرما و لیموترش در استان کرمان پرداختند، سپس راندمان اقتصادی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که راندمان اقتصادی و راندمان آبیاری با یکدیگر کاملاً هم راستا نیستند. رهنما و همکاران (۲۰) به برآورد ارزش اقتصادی آب با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت در شهرستان قوچان پرداختند. در این پژوهش بهره‌برداران به گروه بهره‌برداران کمتر از ۵ هکتار و بیشتر از ۵ هکتار تقسیم شدند که واکنش هر گروه از بهره‌برداران، تحت تأثیر سه سناریوی کاهش در منابع آب (کاهش ۳۰، ۴۰ و ۷۰ درصدی برای بهره برداران گروه ۱ و کاهش ۱۰، ۲۵ و ۷۵ درصدی برای بهره برداران گروه ۲) و افزایش در قیمت آب (افزایش ۷۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصدی برای بهره برداران گروه ۱ و افزایش ۷۵، ۸۰ و ۱۰۰ درصدی برای بهره‌برداران گروه ۲ مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تحقیق نشان داد که در سناریوی کاهش در منابع آب ارزش اقتصادی آب به‌ترتیب۱۱۰۰، ۱۳۴۰ و ۳۱۲۰ ریال برای بهره برداران گروه ۱ (کمتر از ۵ هکتار) و ۱۱۰۰، ۱۲۶۰ و ۴۷۳۰ ریال برای بهره‌برداران گروه ۲ (بیشتر از ۵ هکتار) به‌دست آمد. همچنین سطح زیر کشت محصولاتی مانند گندم، جو، سیب‌زمینی و گوجه فرنگی نسبت به سناریوهای موجود دچار تغییرات کمتری شد. دهقانپور و شیخ زین‌الدین (۷) ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از تابع تولید، در منطقه دشت یزد- اردکان را محاسبه کردند و نشان دادند که استفاده از سیاست‌های قیمت‌گذاری، ابزار اقتصادی مناسبی در کاهش مصرف آب به‌شمار می‌آید. در تحقیقی که به تعیین ارزش اقتصادی آب و محاسبه راندمان اقتصادی آب آبیاری در دشت قزوین پرداخته شد، نتایج نشان داد که در میان روش‌های

مختلف تعیین ارزش اقتصادی آب، تعیین ارزش اقتصادی آب بر اساس روش محصول- وزن‌دهی حجم آب مصرفی مناسب‌تر است. در این پژوهش توصیه شد که سیاست‌های قیمت‌گذاری مختلف که توانایی پرداخت کشاورزان و همچنین افزایش کارآیی آب را نیز مدنظر قرار می‌دهد به‌کار گرفته شود (۴). یو و همکاران (۲۴) در مقاله خود به برآورد ارزش آب ۱۵۱ ملک در یک منطقه نیمه‌خشک طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵ پرداخته اند. منطقه بررسی شده به‌سرعت در حال تغییر کاربری از کشاورزی به شهرسازی بوده است. نتیجه‌ها حاکی از آن است که تمایل نهایی به پرداخت، برای تقاضای آب در میان شهرنشینان و در حال شهرسازی که در حال حاضر بخش وسیعی از زمین را در برگرفته، بیشترین مقدار است. حسنی و همکاران (۱۳) ضمن معرفی آب به‌عنوان یک عامل محدود کننده توسعه اجتماعی و اقتصادی اعلام کردند که توسعه پایدار نیازمند مدیریت مناسب است و بیان داشتند تعیین ارزش اقتصادی آب یک عامل مهم در اتخاذ تصمیم مناسب برای تخصیص منابع آب به بخش‌های مختلف است و نتایج نشان داد که تغییر صحیح الگوی کشت منطقه مورد مطالعه قیمت آب برای هر متر مکعب را از ۰/۸۸ به ۰/۹۲ پوند مصر افزایش می دهد. کینگ و همکاران (۱۹) بررسی کردند که آیا قیمت یک ابزار مؤثر و کاربردی برای مهار افزایش تقاضای آب آبیاری کشاورزی درحوضه رودخانه هی هست و چگونه بر تصمیم کشاورزان در آبیاری و الگوی کشت تأثیر می‌گذارد. نتایج نشان داد که قیمت آب آبیاری کشاورزی از لحاظ آماری مهم است، اما کشش قیمتی آن تحت شرایط فعلی قیمت کم آب ، بسیار کم است. اهرم قیمت آب نمی‌تواند نقش مهمی در زمینه رژیم قیمت‌گذاری فعلی داشته باشد و پاسخ کشاورزان به افزایش قیمت به‌طور اساسی ضعیف است. سالار عشایری و همکاران (۲۲) ارزش اقتصادی آب آبیاری را در مزارع شالیکاری استان گیلان، با توجه به سطح مکانیزاسیون به‌دست آوردند. برای این منظور از توابع تولید استفاده شد. تابع عمومی لئونتیف به‌عنوان تابع تولید مطلوب برای مزارع با مکانیزاسیون بالا انتخاب شد و ارزش اقتصادی آب آبیاری در این مزارع ۰/۵۱۰۸ دلار در هر متر مکعب به‌دست آمد. برای مزارع با سطح پایین مکانیزاسیون، تابع ترانسلوگ عنوان تابع تولید درنظر گرفته شد که ارزش اقتصادی آب برابر با ۰/۵۰۵۴ دلار بر متر مکعب به‌دست آمد. بررسی آماری اختلاف معنی‌داری بین ارزش اقتصادی آب دو گروه نشان داد همه موارد بیان شده جایگاه و اهمیت دیدگاه اقتصادی و تعیین ارزش اقتصادی آب در حفظ منابع آب موجود و افزایش بهره‌وری آب و توسعه اقتصادی و اجتماعی یک منطقه را بیان می‌کند. نارسایی در نحوه تطبیق و تعادل عرضه و تقاضای آب، قیمت ناچیز آب کشاورزی، تلفات آب هنگام آبرسانی، ناکارآمدی نظام تخصیص، الگوی کشت نامناسب، مشکلات آلودگی و زیست‌محیطی، کمبود منابع مالی، مشارکت بخش خصوصی و نحوه تقسیم وظایف میان این بخش و بخش عمومی و قوانین مشخص کننده حقوق و امتیازات ناشی از مالکیت آب، مهم‌ترین چالش‌های موجود در بخش آب کشاورزی از دیدگاه اقتصادی هستند. با تغییر در مدیریت منابع آب و حرکت از مدیریت بر مبنای عرضه به مدیریت بر مبنای تقاضا و اصلاح نظام قیمت‌گذاری مبتنی بر ارزش اقتصادی آب، که یکی از کارامدترین ابزارهای مدیریت تقاضا است، می‌توان بر مشکلات و چالش‌های موجود فائق آمده و از ائتلاف این منبع ارزشمند به‌خصوص در بخش کشاورزی به‌عنوان عمده‌ترین مصرف کننده آب‌های شیرین جلوگیری کرد (۵).

در این راستا نویسندگان مقاله قبلاً در مطالعه‌ای که در ۷ شهرستان از استان مرکزی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ انجام شد، به تعیین ارزش اقتصادی آب و راندمان مالی کشاورزان پرداختند (۱۰). همچنین در مطالعهٔ دیگر به بررسی اثر انتقال آب بین حوضه‌ای بر ارزش اقتصادی آب در دشت اراک پرداختند (۱۲). در ادامه و در تکمیل مطالعات ذکر شده در مقاله حاضر ارزش اقتصادی آب در دشت اراک در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ با استفاده از یک مدل ریاضی (۱۸) تعیین و بعد از آن به بررسی راندمان مالی کشاورزان بر اساس قیمت‌های

محاسبه شده پرداخته شد. درنهایت، پس از تعیین قیمت و محاسبه راندمان مالی کشاورزان، به بررسی و تحلیل حساسیت راندمان مالی کشاورزان تحت دو سناریوی کاهش درآمدها و افزایش هزینه‌ها پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر بر اساس داده‌های سال زراعی ۱۳۹۵- ۱۳۹۴ دشت اراک صورت گرفت. دشت اراک واقع در مرکز استان مرکزی و دارای طول جغرافیایی E "۳۶′۳۵ °۴۹ و عرض N "۱′۴ °۳۴ در غرب تا طول جغرافیایی E "۴۹′۵۱ °۴۹ و عرض N "۱′۴۵ °۳۴ در شرق و همچنین طول جغرافیایی E "۴۲′۱ °۴۹ و عرض N "۷′۵۲ °۳۴ در شمال تا طول جغرافیایی E "۳۷′۱۳ °۴۹ و عرض N "۳۴°۵۵ در جنوب است. سطح زیر کشت این منطقه برابر با ۵۶۸۴۱ هکتار محصول زراعی بوده است که از این میزان ۳۵۳۴۹ هکتار را محصولات آبی و ۲۱۴۹۲ هکتار را محصولات زراعی دیم تشکیل داده است. در میان محصولات آبی، چهار محصول گندم، جو، یونجه و ذرت علوفه‌ای ۲۹۹۵۱ هکتار که بیش از ۸۳ درصد از کل سطح محصولات آبی است را به‌خود اختصاص داده‌اند. روش آبیاری غالب در این دشت روش سنتی- ثقلی است و فقط ۱۱۳۷ هکتار از اراضی را سیستم آبیاری تحت فشار شامل سنتر پیوت و کلاسیک ثابت به‌خود اختصاص داده است. امیدی و ابراهیمی (۱۵)، یک مدل ریاضی رایانه‌ای برای محاسبه ارزش اقتصادی آب در محیط برنامه نویسی FORTRAN 90 توسعه دادند و برای استان کرمان به‌کار بستند (۱۶). این مدل در استان قزوین اصلاح شد و به‌کار رفت (۴) و برای استان مرکزی نیز به‌کار گرفته شد (۸). در این تحقیق نسخه اصلاح شدهٔ این مدل استفاده شد در بخش ورودی‌ها، اطلاعات هواشناسی و اطلاعات مربوط به محصولات و قیمت آنها به مدل ارائه شد. در بخش محاسبات روش قیمت‌گذاری آب به مدل ارائه شده و درنهایت ارزش اقتصادی منابع آب برای هر گیاه محاسبه شد. پس از تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی بر اساس نوع محصول، از سه روش وزن‌دهی بر اساس مساحت تحت کشت هر محصول، بر اساس میزان آب مصرفی هر محصول و بر اساس میزان درآمد حاصل از هر محصول برای تعیین میانگین ارزش اقتصادی آب استفاده شد (۸).

در روش قیمت‌گذاری برحسب محصول، ارزش اقتصادی آب برحسب هر واحد محصول، تعیین می‌شود. در این روش با داشتن تابع تولید محصول، تابع تولید آب تعیین شده و ارزش اقتصادی آب به‌دست می‌آید. تابع تولید محصول به‌صورت زیر تعریف می‌شود (۱ و ۱۷):

$$Y=f(X1,X2,\ldots,W) \qquad (۱)$$

در این رابطه، Y مقدار محصول تولیدی، Xها نهاده‌های ورودی برای تولید محصول و W آب مصرفی برای تولید محصول هستند؛ به‌عبارتی Xها و W نهاده‌های تولید هستند. حال اگر P نماینده ارزش نهاده‌ها و محصول باشد می‌توان گفت که ارزش هر نهاده با ارزش محصول تولیدی و تغییرات مقدار محصول بر اثر تغییرات مقدار نهاده به‌کار رفته در تولید محصول رابطه مستقیم دارد که در زیر آورده شده است:

$$P_{x_1} = P_y \times \left(\frac{\partial Y}{\partial x_1}\right) \qquad (۲)$$

$$P_{x_2} = P_y \times \left(\frac{\partial Y}{\partial x_2}\right) \qquad (۳)$$

$$P_W = P_y \times \left(\frac{\partial Y}{\partial W}\right) \qquad (۴)$$

در این رابطه Y محصول تولیدی، W مقدار آب مصرفی برای تولید محصول و PW و PY به‌ترتیب نماینده ارزش اقتصادی آب و قیمت محصول هستند. اساس استفاده از این رابطه، ارتباط بین آب و مقدار محصول تولید شده از آن است که در این باره آب یک نهاده یا کالای اقتصادی است که برای تولید محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

همان‌طور که در روابط بالا مشاهده می‌شود، میزان محصول فقط تابعی از آب مصرفی درنظر گرفته شده است. برای به‌دست آوردن مقدار $\left(\frac{\partial Y}{\partial W}\right)$ از تابع تولید محصول در روش بوم

شناسی زراعی استفاده می‌شود. این رابطه به شکل زیر ارائه شده است:

$$\frac{Ya}{Ym} = Ky\left(1-\frac{ETa}{ETm}\right) \qquad (۵)$$

در این رابطه، Ya مقدار محصول واقعی، Ym مقدار محصول بالقوه، Ky ضریب کم‌آبیاری، ETa و یا Wa مقدار واقعی تبخیر و تعرق یا همان آب مصرفی واقعی، ETm یا Wm مقدار بالقوه تبخیر و تعرق یا آب مصرفی بالقوه هستند. با تعیین مقدار محصول بالقوه و حداکثر تبخیر و تعرق واقعی می‌توان تابع تولید را به‌دست آورد. با توجه به اینکه برای تعیین ارزش اقتصادی آب، مقدار $\frac{\partial Y_a}{\partial W_a}$ نیاز است، می‌توان از Ya نسبت به ETa مشتق گرفت:

$$\frac{Y_a}{ET_a} = \frac{K_y \times Y_m}{ET_m} \qquad (۶)$$

که می‌توان آن را به‌شکل زیر بازنویسی کرد:

$$\frac{Y_a}{W_a} = \frac{K_y \times Y_m}{ET_m} \qquad (۷)$$

و سپس در رابطه تعیین ارزش آب قرار داد (۱، ۱۰ و ۱۲) :

$$P_W = P_Y \times \frac{(K_y \times Y_m)}{ET_m} \qquad (۸)$$

در پژوهش حاضر مدل موجود (۱۶و ۱۸) برای منطقه مورد مطالعه منطبق و به‌کار گرفته شد و نتایج به‌دست آمده از مدل و پس از تعیین میانگین ارزش اقتصادی آب از دیدگاه اقتصادی مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این راستا برای بررسی وضعیت کاربرد آب در منطقه مورد مطالعه و نیز بررسی نتایج روش انتخاب شده برای تعیین قیمت آب، راندمان مالی به عنوان شاخص ارزیابی اقتصادی انتخاب شد. راندمان مالی را می‌توان به روش‌های مختلف تعریف کرد. کل سود خالص حاصل از تولید محصول، سود خالص به‌ازای واحد حجم آب مصرفی و یا سود خالص به‌ازای واحد سطح زیر کشت گیاه نمونه‌هایی از تعریف راندمان مالی مزرعه است. انتخاب هر یک از این تعاریف برای بررسی عملکرد یک سیستم آبیاری در سطح مزرعه، به شرایط مزرعه، نوع الگوی کشت و نوع سیستم آبیاری بستگی دارد. دقت به این نکته ضروری است که اگرچه راندمان فیزیکی آبیاری در سطح مزرعه می‌تواند شاخصی برای ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری باشد، اما از آنجا که راندمان مالی مفهوم وسیع‌تری را در برمی‌گیرد، امکان بررسی و تجزیه و تحلیل‌های بیشتری را در سطح مزرعه فراهم می‌سازد. برای تعیین راندمان مالی آب در منطقه مورد مطالعه ابتدا هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه برای احداث ایستگاه‌های پمپاژ و تجهیزات سیستم‌های آبیاری تعیین و سپس هزینه‌های جاری مربوط به تأمین آب و درآمدهای خالص حاصل از تولید محصولات آبیاری شده برای منطقه برآورد شد. در این تحقیق تمامی هزینه‌ها و درآمدها و قیمت آب با توجه به نرخ بهره حاکم بر جامعه بر اساس رابطه (۹) برای دوره ۲۵ ساله، به‌روز شد. درضمن به‌دلیل استهلاک تجهیزات در سال پانزدهم هزینه‌های تعویض تجهیزات مستهلک شده به‌عنوان جزئی از هزینه‌های سرمایه‌گذاری لحاظ شد و ۲۰ درصد همین هزینه در سال آخر به‌عنوان ارزش اسقاط به درآمدها اضافه شد:

$$\frac{F}{P} = (1+i)^n \qquad (۹)$$

در رابطه (۹) F: ارزش پول در آینده، P: ارزش پول در حال حاضر، i: نرخ بهره حاکم بر بازار و n: تعداد سال‌های مورد نظر است. در این تحقیق نرخ بهره ۲۰ درصد مورد استفاده قرار گرفت. همچنین برای تعیین راندمان مالی کشاورزان در حالت راندمان آبیاری ۴۰ درصد که طبق استعلام صورت گرفته از سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی راندمان فعلی آبیاری سنتی این استان است و همچنین راندمان آبیاری ۷۰ درصد که هدف وزارت جهاد کشاورزی در دهه اخیر است از رابطه (۱۰) استفاده شد:

$$E = \frac{B_{total}}{C_{total}} \qquad (۱۰)$$

در رابطه (۱۰) E: راندمان مالی، B_{total}: کل درآمد حاصل برحسب ریال و C_{total}: کل هزینه صورت گرفته برحسب ریال هستند. برای بررسی میزان حساسیت راندمان مالی به تغییر در درآمدها و هزینه‌ها، این پارامتر برای همه روش‌ها با

جدول ۱. محاسبه تبخیر و تعرق مرجع دشت اراک (۱۳۹۵-۱۳۹۴، بر مبنای آمار ۱۰ ساله)

ماه	حداقل دما (°C)	حداکثر دما (°C)	رطوبت (%)	سرعت باد (km/day)	ساعات آفتابی (h)	تشعشع خالص (MJ/m^2day)	ET0 (mm/day)
فروردین	۵/۴	۱۸/۴	۴۹	۷۱۴	۷/۵	۱۱/۸	۳/۷۲
اردیبهشت	۱۰	۲۳/۹	۴۴	۸۰۰	۸/۷	۱۵/۵	۵/۵۶
خرداد	۱۴/۷	۳۰/۸	۳۳	۶۵۶	۱۱	۲۱/۵	۸
تیر	۱۸	۳۳	۳۰	۵۸۳	۱۰/۸	۲۴/۲	۹/۲
مرداد	۱۷/۷	۳۲/۹	۲۸	۵۶۵	۱۰/۸	۲۵/۷	۹/۶۲
شهریور	۱۴/۲	۲۹/۹	۲۶	۵۱۸	۱۰/۴	۲۵/۵	۸/۷۵
مهر	۹/۶	۲۴/۷	۳۶	۶۰۹	۹/۲	۲۳/۵	۷/۰۷
آبان	۳/۹	۱۵/۵	۵۲	۵۴۹	۶/۴	۱۸/۴	۴/۰۳
آذر	-۰/۷	۹/۱	۶۴	۴۹۲	۵/۱	۱۴/۷	۲/۳۶
دی	-۴/۷	۴/۷	۶۸	۴۶۳	۵/۲	۱۲/۳	۱/۵۴
بهمن	-۳/۸	۶/۴	۶۶	۷۰۳	۵/۹	۱۰/۷	۱/۶
اسفند	۲/۳	۱۲/۳	۵۵	۷۶۴	۷	۱۰/۶	۲/۶۹
میانگین	۷/۲	۲۰/۱	۴۶	۶۱۸	۸/۲	۱۷/۹	۵/۳۵

جدول ۲. محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل برای هر محصول

محصول	Kc**	ET0 ($mmday^{-1}$)	ETc ($mmday^{-1}$)	G (day)	ETc (cm)
گندم	۰/۸۵	۵/۳۵	۴/۵۵	۲۵۶	۱۱۶/۵
جو	۰/۸	۵/۳۵	۴/۲۸	۲۶۲	۱۱۲/۱
یونجه	۰/۹۵	۵/۳۵	۵/۰۸	۱۲۷	۶۴۵/۲
ذرت	۰/۸۵	۵/۳۵	۴/۵۵	۱۰۸	۴۹۱/۴

** متوسط ضریب گیاهی محصول در دوره رشد

افزایش ده درصدی هزینه‌ها و کاهش ده درصدی درآمدها نیز محاسبه شد.

نتایج و بحث

قبل از اجرای مدل و محاسبه ارزش اقتصادی آب برای هر محصول، پس از جمع‌آوری اطلاعات هواشناسی لازم، با استفاده از نرم‌افزارCropwat نسخه ۸ میزان تبخیر و تعرق مرجع در منطقه مورد مطالعه محاسبه شد. نتایج حاصل از این مرحله از پژوهش در جدول ۱ ارائه شده است.

پس از محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل در منطقه با استفاده از ضرایب گیاهی مربوط به چهار محصول گندم، جو، یونجه و ذرت علوفه‌ای، تبخیروتعرق پتانسیل برای هر یک از آنها محاسبه شد و سپس با توجه به طول دوره رشد (G) کل تبخیر و تعرق هر یک از محصولات که در مدل به آن نیاز است به‌دست آمد. نتایج این محاسبات در جدول ۲ آمده است.

نتایج اجرای مدل مربوط به میزان عملکرد هر محصول در

جدول ۳. ارزش اقتصادی محاسبه شده آب برای هر محصول

محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)	قیمت محصول (ریال بر کیلوگرم)	ارزش اقتصادی آب (ریال بر مترمکعب)	درصد وزنی بر حسب درآمد	درصد وزنی بر حسب آب مصرفی	درصد وزنی برحسب مساحت
گندم	۱۱۵۰۰	۴۸۳۰	۱۳۵۰۰	۵۶۰۰	۳۵/۲۶	۴۵/۱	۳۷/۹
جو	۹۸۰۰	۵۰۰۰	۱۲۰۰۰	۵۳۶۰	۲۷/۶۵	۲۶/۱۵	۳۲/۳
یونجه	۷۰۵۰	۷۴۶۰	۱۱۷۰۰	۱۲۱۰۰	۲۸/۸۴	۲۳/۶۴	۲۳/۲
ذرت علوفه‌ای	۲۰۰۰	۳۹۸۸۰	۲۲۰۰	۲۱۴۰۰	۸/۲۴	۵/۱	۶/۶

جدول ۴. میانگین ارزش اقتصادی آب دشت اراک

ارزش اقتصادی آب (ریال بر مترمکعب)			مساحت تحت کشت (هکتار)	کل حجم آب مصرفی (میلیون مترمکعب)
روش محصول با وزن‌دهی مساحت تحت کشت	روش محصول با وزن‌دهی حجم آب مصرفی	روش محصول با وزن‌دهی درآمد محصول		
۸۰۹۰	۷۸۹۰	۸۷۳۰	۳۰۳۵۰	۴۶۳

منطقه و همچنین وزن اختصاص یافته برای هر گیاه در سه روش وزن‌دهی بیان شده، به صورت ارائه شده در جدول ۳ به‌دست آمد.

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، ارزش اقتصادی آب برای گندم، جو، یونجه و ذرت به‌ترتیب برابر ۵۶۰۶، ۵۳۵۶، ۱۲۱۴۲ و ۲۱۴۳۵ ریال در هر متر مکعب و برای سال ۱۳۹۵ به‌دست آمد. در تمامی روش‌های وزن‌دهی محصول ذرت علوفه ای کمترین و محصول گندم بیشترین وزن را به‌خود اختصاص داده‌اند. هرچند میزان سطح زیرکشت مربوط به ذرت علوفه‌ای بسیار کم است اما به‌علت اهمیت این گیاه در بخش خوراک دام و طیور و همچنین تمایل روزافزون کشاورزان به کاشت این محصول، تأثیرهای این محصول بر اقتصاد مناطق مورد مطالعه قرار گرفت.

پس از اعمال وزن‌دهی بر ارزش اقتصادی آب، میانگین ارزش اقتصادی آب در منطقه به‌صورت نتایج ارائه شده در جدول ۴ به‌دست آمد.

بر اساس جدول ۴ بیشترین ارزش اقتصادی آب محاسبه شده برای روش محصول با وزن‌دهی درآمد و برابر ۸۷۳۰ ریال بر مترمکعب و کمترین مقدار هم مربوط به روش محصول با وزن‌دهی حجم آب مصرفی و برابر ۷۸۹۰ ریال بر مترمکعب است. با توجه به اینکه در حال حاضر در دشت اراک هیچ آب بهایی از کشاورزان دریافت نمی‌شود در گام اول کمترین ارزش اقتصادی به‌دست آمده برای محاسبات قیمت آب و راندمان مالی استفاده شد که کمترین ارزش اقتصادی آب در روش وزن-دهی حجم آب مصرفی به‌دست آمده است. این نتایج با نتایج امیدی و ابراهیمی (۱۷)، چیمه و همکاران (۴) و اسماعیلی و همکاران (۹) مطابقت دارد. راندمان مالی کشاورزان برای سه حالت؛ آب رایگان، دریافت ۱۰ درصد از آب بهای محاسبه شده و تمام آب بها محاسبه شد. همچنین برای بررسی و تحلیل حساسیت راندمان مالی در قبال تغییرات در پارامترهای درآمد کشاورزان، هزینه‌های جاری، هزینه سرمایه‌گذاری و هزینه آب به محاسبه این پارامتر برای حالت کاهش ۱۰ درصد درآمدها و افزایش ۱۰ درصدی هزینه‌ها نیز پرداخته شد. تمامی این محاسبات برای دو حالت راندمان آبیاری ۴۰ درصد که طبق استعلام

جدول ۵. قیمت آب و راندمان مالی کشاورزان با راندمان آبیاری ۴۰ درصد

ردیف	مساحت تحت کشت منطقه (هکتار)	راندمان آبیاری	نرخ بهره	حجم آب مصرفی (میلیون متر مکعب)
	۳۲۱۴۸	٪۴۰	٪۲۰	۴۶۳
	حالت	روش	قیمت آب (ریال)	راندمان
۱	عادی	رایگان	۰	۲/۳۸
		۱۰٪ ارزش اقتصادی محاسبه شده	۷۸۹	۱/۶۸
		ارزش اقتصادی محاسبه شده	۷۸۹۰	۰/۴۷
۲	کاهش ۱۰٪ درآمدها	رایگان	۰	۲/۱۴
		۱۰٪ ارزش اقتصادی محاسبه شده	۷۸۹	۱/۵۱
		ارزش اقتصادی محاسبه شده	۷۸۹۰	۰/۴۲
۳	افزایش ۱۰٪ هزینه‌ها	رایگان	۰	۲/۱۶
		۱۰٪ ارزش اقتصادی محاسبه شده	۷۸۹	۱/۵۸
		ارزش اقتصادی محاسبه شده	۷۸۹۰	۰/۴۵

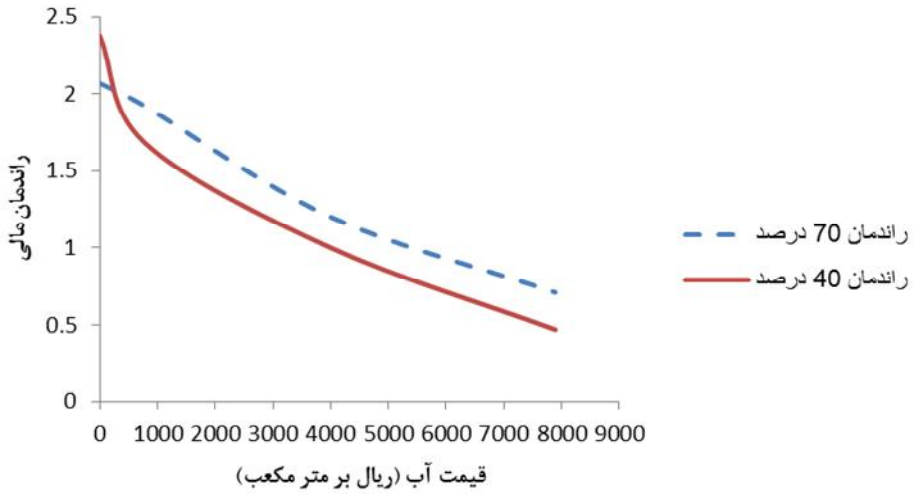
صورت گرفته از سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی راندمان فعلی آبیاری سنتی این استان است و همچنین راندمان آبیاری ۷۰ درصد که هدف وزارت جهاد کشاورزی در دهه اخیر است و برای یک دوره ۲۵ ساله با درنظر گرفتن هزینه‌های تعمیرات تجهیزات، صورت گرفت که نتایج آن در جدول‌های ۵ و ۶ ارائه شده است.

با بررسی جدول‌های ۵ و ۶ می‌توان نتیجه گرفت که راندمان آبیاری و راندمان مالی در شرایطی که آب به‌صورت رایگان در اختیار کشاورز قرار داشته باشد هم‌راستا نیستند. اما در شرایط دریافت ۱۰ درصد آب بهای محاسبه شده با یکدیگر هم‌راستا می‌شوند یعنی هرچه راندمان آبیاری کشاورز بیشتر باشد راندمان مالی هم زیاد می‌شود. همانطور که مشاهده می شود مقدار راندمان مالی کشاورزان در شرایط آب رایگان و راندمان آبیاری ۴۰ درصد برابر با ۲/۳۸ است. در شرایط راندمان آبیاری ۷۰ درصد این مقدار به ۲/۰۷ کاهش یافته است، یعنی هرچند با اجرای سامانه آبیاری تحت فشار راندمان آب آبیاری افزایش داشته است اما راندمان مالی کشاورزان کاهش داشته است. زیرا در شرایطی که کشاورز به‌ازای مصرف آب هزینه‌ای را پرداخت نمی‌کند یا مبالغ اندکی را پرداخت می‌کند، اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار و افزایش راندمان آبیاری نه تنها موجب کاهش هزینه‌های کشاورز نمی‌شود، بلکه هزینه سرمایه گذاری برای اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار بر هزینه‌های کشاورز نیز افزوده می‌شود یعنی با افزایش راندمان آبیاری، راندمان مالی کم می‌شود.

همچنین مشاهده می‌شود که در شرایط دریافت تمام ارزش اقتصادی محاسبه شده از کشاورزان در هر دو حالت آبیاری با راندمان ۴۰ و ۷۰ درصد راندمان مالی کمتر از یک است و این به‌معنی ضرر مالی کشاورز در شرایط پرداخت کردن تمام آب بها محاسبه شده است. در شرایط دریافت ۱۰ درصد آب بهای محاسبه شده، راندمان آبیاری و مالی با یکدیگر هم‌راستا می شوند و با افزایش راندمان آبیاری، راندمان مالی زیاد می‌شود؛ به طوری که با تغییر راندمان آبیاری از ۴۰ به ۷۰ درصد با استفاده از سیستم آبیاری تحت فشار، راندمان مالی از ۱/۶۸ به ۱/۹۲ تغییر کرده است که این امر باعث

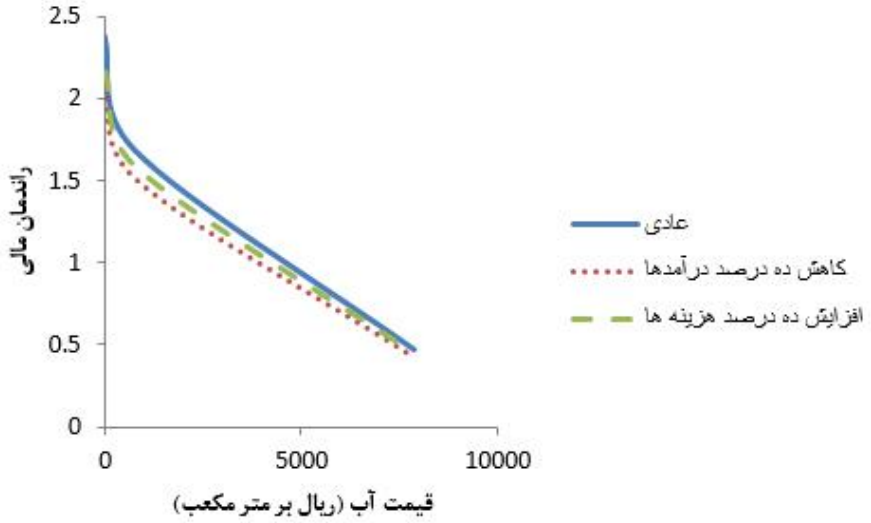
جدول ۶. قیمت آب و راندمان مالی کشاورزان با راندمان آبیاری ۷۰ درصد

ردیف	مساحت تحت کشت منطقه (هکتار)	راندمان آبیاری	نرخ بهره	حجم آب مصرفی (میلیون متر مکعب)
	۳۲۱۴۸	٪۷۰	٪۲۰	۲۶۵
	حالت	روش	قیمت آب (ریال)	راندمان مالی
۱	عادی	رایگان	۰	۲/۰۷
		۱۰٪ ارزش اقتصادی محاسبه شده	۷۸۹	۱/۹۲
		ارزش اقتصادی محاسبه شده	۷۸۹۰	۰/۷۱
۲	کاهش ۱۰٪ درآمدها	رایگان	۰	۱/۸۴
		۱۰٪ ارزش اقتصادی محاسبه شده	۷۸۹	۱/۷۳
		ارزش اقتصادی محاسبه شده	۷۸۹۰	۰/۶۴
۳	افزایش ۱۰٪ هزینه‌ها	رایگان	۰	۱/۹۶
		۱۰٪ ارزش اقتصادی محاسبه شده	۷۸۹	۱/۷۷
		ارزش اقتصادی محاسبه شده	۷۸۹۰	۰/۶۹

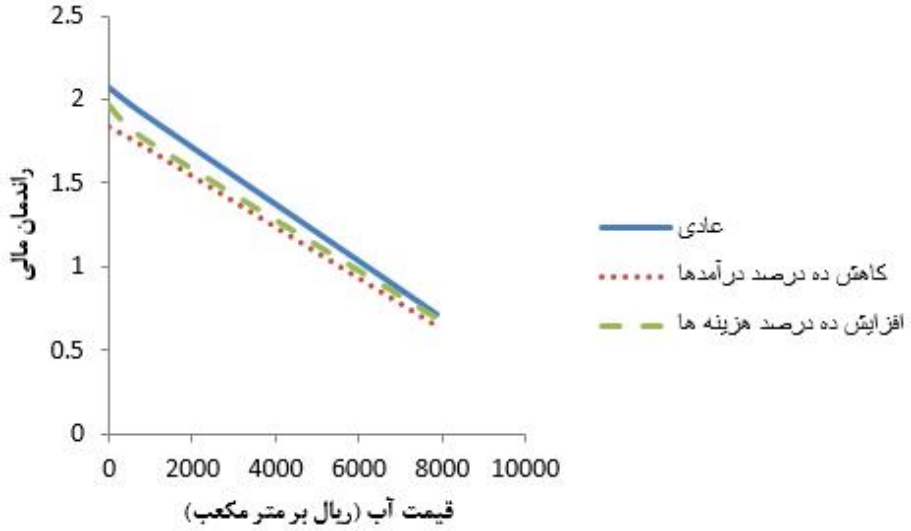


شکل ۱. تغییرات راندمان مالی به‌ازای تغییرات قیمت آب

افزایش درآمد کشاورزان و همچنین افزایش تمایل آنها برای اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار می‌شود. شکل ۱ نشان می دهد، در شرایط ارزان و رایگان بودن آب راندمان مالی روش سنتی بیشتر از آبیاری تحت فشار (راندمان آبیاری ۷۰ درصد) است؛ چرا که میزان صرفه‌جویی مالی اتفاق افتاده در این حالت به حدی نیست که پاسخگوی سرمایه‌گذاری اولیه برای اجرای سامانه آبیاری تحت فشار باشد. با افزایش قیمت آب به بیش از ۱۰۰ ریال، صرفه جویی صورت گرفته از طریق افزایش راندمان آبیاری، هزینه اولیه اجرای سامانه آبیاری را جبران کرده و راندمان مالی کشاورز بیشتر می‌شود. همچنین نشان می‌دهد که نرخ کاهش راندمان مالی در آبیاری با راندمان آبیاری ۴۰ درصد بیشتر از نرخ کاهش راندمان مالی در حالت راندمان آبیاری ۷۰



شکل ۲. تغییرات راندمان مالی به ازای تغییر در قیمت آب - راندمان آبیاری ۴۰ درصد



شکل ۳. تغییرات راندمان مالی به‌ازای تغییر در قیمت آب- راندمان آبیاری ۷۰ درصد

درصد است که این امر به‌علت حجم بالای آب مصرفی در حالت سنتی نسبت به آبیاری تحت فشار است.

راندمان مالی در مقابل تغییر در میزان درآمد کشاورز از حساسیت بیشتری نسبت به تغییر در میزان هزینه‌های صورت گرفته توسط کشاورز برخوردار است. همان‌طور که در جدول‌های ۵ و ۶ مشاهده می‌شود راندمان مالی در شرایط کاهش درآمدها از راندمان مالی در شرایط افزایش هزینه‌ها کمتر است و این بیانگر حساسیت راندمان به تغییر در درآمد است. از این‌رو توصیه می‌شود درصورتی که با درنظر گرفتن تمامی جوانب آبیاری تحت فشار گزینه مناسبی برای افزایش راندمان آبیاری در منطقه است، برای تشویق کشاورزان به اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار در مزارع خود به اجرای سیاست‌های تشویقی برای افزایش درآمد کشاورزان پرداخته شود. نمایش بهتر حساسیت راندمان مالی کشاورزان به تغییرات در درآمدها و هزینه‌ها را در شکل‌های ۲ و ۳ می‌توان مشاهده کرد.

همان‌طور که در شکل‌های ۲ و ۳ قابل مشاهده است راندمان مالی کشاورزان در مقابل تغییر در درآمدها بیشتر از تغییر در هزینه‌ها کاهش پیدا کرده است. البته با افزایش قیمت آب این اختلاف راندمان کاهش می‌یابد و تغییرات در هزینه‌ها و درآمدها تأثیر کمتری بر راندمان مالی کشاورزان می‌گذارد و هر سه نمودار به یکدیگر نزدیک می‌شوند.

این نتایج با نتایج اسماعیلی و همکاران (۱۰) مطابقت دارد. ایشان در هفت شهرستان از استان مرکزی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ به تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی و راندمان مالی کشاورزان پرداختند که در تمامی این شهرستان‌ها نیز راندمان مالی در حالت دریافت ۱۰ درصد آب بهای محاسبه شده با راندمان آبیاری هم‌راستا شد و حساسیت راندمان مالی به تغییرات درآمدها بیشتر از تغییر در میزان هزینه‌ها بود. همچنین، نتایج این تحقیق با درنظر گرفتن شرایط آب رایگان، با نتایج ارائه شده در تحقیق صورت گرفته توسط امیدی و ابراهیمی (۱۷) در کرمان که راندمان آبیاری و راندمان مالی غیر هم‌راستا معرفی شدند، همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این پژوهش راندمان آبیاری و راندمان مالی کشاورزان در شرایطی که آب به‌صورت رایگان در اختیار آنها قرار گیرد هم‌راستا نیستند ولی در شرایط دریافت ۱۰ درصد آب بها با یکدیگر هم‌راستا می‌شوند. راندمان مالی در مقابل تغییر در میزان درآمد کشاورز از حساسیت بیشتری نسبت به تغییر در میزان هزینه‌ها برخوردار است. لذا در جهت کاهش مصرف آب و تعیین تعرفه مناسب برای آب کشاورزی باید تمام جنبه‌ها مدنظر قرار گیرد تا علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب راندمان مالی کشاورزان نیز افزایش یافته و به این ترتیب خود کشاورز تمایل به اجرای سیستم‌های صرفه‌جویی مصرف آب و پرداخت آب بهای معقول را داشته باشد. با توجه به ابعاد زیاد روش‌های قیمت‌گذاری آب آبیاری به لحاظ نظری و عملی، انتخاب روش مناسب تعیین قیمت آب دارای یک الگوی مشخص و تعیین شده نیست. این امر بایستی در هر منطقه با توجه به شرایط و تأثیر عوامل مختلف در افزایش یا کاهش قیمت آب توسط کارشناسان به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گیرد. مطلوب آن است که قیمت آب بر اساس هزینه نهایی دستیابی به آب بیشتر و معین شود. قیمت‌های تعیین شده بر اساس هزینه نهایی اغلب برای کشاورزان با درآمدهای پایین بسیار سنگین است. بنابراین توصیه می‌شود که در چنین مواردی از سیاست‌های قیمت‌گذاری مختلفی که توانایی پرداخت کشاورزان و افزایش کارایی استفاده از آب را مدنظر قرار دهد استفاده شود.

تشکر و قدردانی

انجام این تحقیق و تهیه مقالات مربوط به آن با پشتیبانی دانشگاه شهرکرد، دانشگاه تهران و امور آب استان مرکزی- اراک ممکن شد که بدین وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Aguadelo, J. I. 2001. The economic valuation of water, principle and methods. Value of Water Research Report, series No 5, IHE Delft, Delft.
2. Aidam, P. W. 2015. The impact of water – pricing policy on the demand for water resources by farmers in Ghana. *Agricultural Water Management* 185: 10-16.
3. Alipour, A. R., S. H. Mosavi and A. Arjomandi. 2019. Optimal crop production pattern with emphasis on improving water use efficiency (A case study of Varamin agricultural and animal husbandry complex). *Journal of Water and Soil Science* 23(2): 251-265. (In Farsi).
4. Chimeh, T., K. Ebrahimi, A. Hoorfar and S. Araghinejad. 2014. Assess the economic value of agricultural water pricing approach based on the type of plant in Qazvin. *Journal of Water Research in Agriculture* 28(1): 171-182. (In Farsi).

5. Chizari, A., Gh. Sherzehie and A. Keramatzadeh. 2005. Determining the economic value of water considering the optimization programming, case study: Barzoo dam-Shirvan. *Journal of Economic Research* 40(4): 39-66. (In Farsi).
6. Darzi Naftchali, A., S. Rafierad, M. Khoshravesh, A. Asgari, M. R. Babaei and H. Zabardast Rostami. 2019. Relationship between the added value of water sector and the value of agriculture, industry and electricity sectors in Mazandaran province. *Journal of Water and Soil Science* 23(1): 57-66. (In Farsi).
7. Dehghanpour, H. and A. Sheykhzeinodin. 2012. Determining the economic valuation of agricultural water in Ardakan- Yazd plain of yazd province. *Agricultural Economics and Development* 21(82): 45-68. (In Farsi).
8. Easter, K. W. 2005. Cost Recovery and Water Pricing for Irrigation and Drainage Projects. Agriculture and Rural Development Discussion, Paper No.26. World Bank, Washington, D.C.
9. Esmaeili Moakhar Fordoei, M. A., K. Ebrahimi, Sh. Araghinejad and A. Hoorfar. 2016. Evaluating the financial efficiency of farmers, involving the economic value of water. *Journal of Iranian Agricultural Economics and Development Research* 47(1): 141-150. (In Farsi).
10. Esmaeili Moakhar Fordoei, M. A., K. Ebrahimi, Sh. Araghinejad and H. Fazlolahi. 2018. Economic value determination of the agricultural water based on crop-type in Markazi province, Iran. *Journal of Water and Irrigation Management* 8(1):149-163. (In Farsi).
11.Fattahi, A., Z. Nasrollahi and F. Pourabdolah. 2014. Estimating the economic value of groundwater in agricalture: Case study of pomegranate fields, Taft, Iran. *International Bulletin of Water Resources and Development* 2(3): 135-142. (In Farsi).
12. Fazlolahi, H., K. Ebrahimi and R. Fatahi. 2019. Effect of inter basin water transfer on the economic value of agricultural water resources (case study: Arak plain). *Iranian Journal of Irrigation and Drainage* 13(5): 1-12. (In Farsi).
13. Hosni, H, I. El-Gafy, A. Ibrahim and A. Abowarda. 2014. Maximizing the economic value of irrigation water and achieving self sufficiency of main crops. *Ain Shams Engineering Journal* 5: 1005-1017.
14. Jahan, M. and B. Amiri. 2018. Determining the effective factors in water use efficiency (WUE) of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), sesame (*Sesamum indicum* L.) and maize (*Zea mays* L.) in response to humic acid application and deficit irrigation. *Journal of Water and Soil Science* 22(3) :373-394. (In Farsi).
15. Ma, F., H. Gao, A. E. Eneji, Z. Jin, L. Han and J. Liu. 2016. An economic valuation of groundwater management for Agriculture in Luancheng county, North China. *Agricultural Water Management* 163: 28-36.
16.Omidi, F. 2008. Assessment of agricultural water use status by preparing and applying mathematical model of economic value of water, case study: Kerman province. Master Thesis, University of Tehran, Iran. (In Farsi).
17. Omidi, F. and K. Ebrahimi. 2012. Introduction and evaluation of the need for economic efficiency and the use of physical efficiency of irrigation case study Kerman province. *Agricultural and Development Economics* 77: 179-199. (In Farsi).
18. Omidi, F., K. Ebrahimi and H. Fazlolahi. 2019. Development of AWPM Model for Determining the Economic Value of Water. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research* 50(1): 137-146. (In Farsi).
19. Qing, Z., W. Feng and Z. Qian. 2015. Is irrigation water price an effective leverage for water management? An empirical study in the middle reaches of the Heihe River basin. *Physics and Chemistry of the Earth* 89-90: 25-32.
20. Rahnama, A., M. Kohansal and A. Dourandish. 2013. Estimating the economic value of water using positive mathematical programming in Quchan city. *Journal of Agricultural Economics* 6(4): 127-144. (In Farsi).
21.Sadat Hosseini, A., N. Mehregan and M. Ebrahimi. 2016. Determining the optimal planting crops with emphasis on maximizing social benefits and net imports of virtual water (plains study: Bahar of Hamedan). *Journal of Agricultural Economics Research* 8(31): 123-144. (In Farsi).
22.Salar Ashayeri, M., M. R., Khaledian, M. Kavoosi-Kalashami and M. Rezaeid. 2018. The economic value of irrigation water in paddy farms categorized according to mechanization levels in Guilan province, Iran. *Agricultural Water Management* 202: 195-201.
23. Yanyun, W., L. Aihua, L. Xiang, X. Deng, P. Zhang and Y. Hai. 2020. The verification of Jevons'paradox of agricultural Water conservation in Tianshan District of China based on Water footprint. *Agricultural Water Management* 239: 106163.
24.Yoo, J., S. Simonit, P. J. Connors, J. P. Maliszewski, P. A. Kinzig and C. Perrings. 2013. The value of agricultural water rights in agricultural properties in the path of development. *Ecological Economics* 91: 57-68 .

Journal of Water and Soil Science
Vol. 25, No. 1, Spring 2021, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Evaluation of the Financial Efficiency of Farmers Based on the Economic Value of Water Resources in Arak Plain, Iran

H. Fazlolahi[1], R. Fatahi[1] and K. Ebrahimi[2*]

(Received: December 24-2019 ; Accepted: September 9-2020)

Abstract

Water is the most crucial factor for agricultural development. Therefore, the economic evaluation of water resources is critical. The purpose of this paper was to determine the economic value of water resources, to evaluate the financial efficiency and to decide on the price of agricultural water in Arak plain. For this purpose, the economic value of water resources for wheat, barley, alfalfa and corn was identified in 2015- 2016, using the mathematical model developed in this research. The results showed that the financial efficiency was calculated for three alternatives: free-cost water, water cost equal to the 10% of the calculated price and water cost equal to the exact calculated price. The irrigation efficiency of 40% financial efficiency was 2.38%, 1.68% and 0.47% , respectively, for the aformentioned methods, and the irrigation efficiency of 70% financial efficiency was 2.07, 1.92 and 0.71, respectively. Also, the sensitivity analysis of the financial efficiency was performed, with 10% change in the farmers income and costs. The results also revealed that irrigation efficiency and financial efficiency were not aligned when farmers had free water; however, they were aligned when the farmer paid 10% of the calculated price. Financial efficiency was more sensitive to changes in the farmers income when compared to the changes in costs.

Keywords: Agricultural Product, Economic Evaluation, Mathematical Model, Water Price

1. Department of Water Engineering, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
2. Department of Irrigation & Reclamation Engineering, University of Tehran, Karaj, Iran.
Corresponding author, Email: EbrahimiK@ut.ac.ir