Ar
Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 13, Dec.-Jan. 2019, p. 1363-1373

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۳، آذر - دی ۱۳۹۸، ص. ۱۳۷۳-۱۳۶۳

تاثیر انتقال آب بین حوضه‌ای بر ارزش اقتصادی منابع آب کشاورزی (مطالعه موردی: دشت اراک)

هاجر فضل الهی[۱]، کیومرث ابراهیمی[۲*]، روح الله فتاحی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۲۹

چکیده

در مقاله حاضر تاثیر انتقال آب بین حوضه‌ای بر ارزش اقتصادی منابع آب، با مطالعه موردی انتقال آب سد کمال صالح از حوضه سربند به دشت اراک بررسی شده است. برای این منظور با استفاده از مدل ریاضی بومی توسعه داده شده طی همین تحقیق، ارزش اقتصادی آب کشاورزی بدون لحاظ منابع آب انتقال یافته و با لحاظ تاثیر آن برای محصولات استراتژیک گندم و جو و همچنین یونجه و ذرت علوفه‌ای بررسی شد. اطلاعات لازم برای این پژوهش شامل اطلاعات هواشناسی، کشاورزی، حجم آب مصرفی، حجم پساب تولیدی تصفیه خانه شهر اراک، حجم آب انتقالی سد کمال صالح و اطلاعات هزینه‌ها و درآمدهای مربوط به سال زراعی ۱۳۹۵- ۱۳۹۴ است. نتایج نشان داد که انتقال آب به دشت اراک باعث افزایش ارزش اقتصادی منابع آب کشاورزی شده است؛ به طوری که با افزایش سطح زیرکشت ذرت علوفه‌ای بر اساس سه روش وزن‌دهی مساحت تحت کشت، حجم آب مصرفی و درآمد محصول، به ترتیب ۱۰، ۷/۵ و ۹ درصد و با کشت یونجه در هر سه روش ۲ درصد افزایش در ارزش اقتصادی منابع آب مشاهده می‌شود. افزایش ارزش اقتصادی منابع آب می تواند از راهکارهای رسیدن به توسعه پایدار و تأمین امنیّت غذایی باشد. اما طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای می‌بایست با لحاظ نمودن تمامی عوامل فنی- اقتصادی و زیست‌محیطی با تأکید بر ملاحظات اجتماعی- سیاسی صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت جامع منابع آب، امنیت غذایی، مدل ریاضی، وزن دهی

مقدمه

عدم یکنواختی توزیع زمانی و مکانی بارندگی‌ها در مناطق مختلف کشور و ضرورت مدیریت یکپارچه و جامع منابع آب به منظور ایجاد توسعه پایدار، انتقال آب بین حوضه‌ای در قالب طرح‌های توسعه‌ای برای تأمین آب کافی و مناسب، را موجب شده است (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۴). منظور از انتقال آب بین حوضه‌ای یا میان حوضه-ای، عبارت است از انتقال منابع آبی و یا انحراف آب‌های سطحی و یا زیرزمینی از حوضه‌ای به حوضه‌ی دیگر و با هدف اجرای یک طرح تأمین آب در قالب طرح‌های کشوری در حوضه مقصد. این انتقال آب علیرغم رفع کمبودها در حوضه مقصد، می‌تواند منشأ تغییرات ناخواسته بسیاری در الگوی کشت، درآمد کشاورزان، محیط زیست، مهاجرت و توقف تولید در صنایع کوچک وابسته به کشاورزی در حوضه‌ی مبدأ باشد. واضح است که بررسی این مهم قبل از اجرایی شدن طرح‌های انتقال آب ضروری است (قدرتنما، ۱۳۸۲). به طور کلی، هدف از مدیریت انتقال آب بین حوضه‌ای، تفکر بهره برداری بهینه از منابع آبی بین دو حوضه مبدأ و مقصد است به نحوی که حداقل چالش‌ها در حوضه مبدأ ایجاد شود (پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹۴). گاه انتقال آب بین حوضه‌ای تبدیل به یک ضرورت می‌شود، چنان که دینش کومار پنج دلیل مهم به شرح زیر را برای نیاز کشور هند به طرح‌های بزرگ انتقال آب بین حوضه‌ای بیان کرده است: (۱) وجود اختلاف بین عرضه و تقاضای آب و کمبود آب شهری (۲) رابطه مستقیم امنیت آب و غذا (۳) امنیت معیشت مردم مناطق روستایی (۴) عدم وجود گزینه‌ی دیگر برای تأمین آب مورد نیاز (۵) تنش اجتماعی رو به رشد در اثر کمبود حاد آب (Dinesh Kumar, 2018).

از آنجا که کاهش منابع آب، افزایش حجم سرمایه‌گذاری در تأمین منابع آب جدید را در پی دارد و معمولاً کشورهای درحال توسعه قادر به تأمین این هزینه‌ها نیستند، لذا موضوع مصرف بهینه و مدیریت صحیح عرضه و تقاضای منابع آب موجود مطرح می‌شود که در این راستا ارزش اقتصادی آب به عنوان عاملی مؤثر خواهد بود (Sawyer et al., 2005; Johansson, 2001). می‌توان آب را به شکل یک دارایی طبیعی در نظر گرفت و ارزش آن را به توانایی‌اش در ایجاد جریان‌های کالا و خدمات در طول زمان نسبت داد. ارزش‌های

۱- دانشجوی دکتری مهندسی آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد
۲- استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران
۳- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: (Email: EbrahimiK@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

استخراجی از آب معمولا به دو صورت ارزش‌های استفاده‌ای و ارزش‌های غیراستفاده‌ای تقسیم می‌شود که در این تحقیق ارزش استفاده‌ای آب که از کاربرد مستقیم آب برای مصرف آن یا خدماتش ناشی می‌شود، مدنظر است (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، ۱۳۹۰). تفاوت ارزش آب، قیمت آب و هزینه آب به این ترتیب است که اصطلاح ارزش آب به معنی ارزش ذاتی به کاربرده می شود، قیمت آب شاخصی است که برای تبادل و انتقال آب مورد استفاده قرار می گیرد و هزینه آب برای استحصال، انتقال و توزیع آب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یکی از بهترین سیاست‌ها در راستای حفظ منابع آبی، سیاست قیمت‌گذاری صحیح آب در بخش‌های مختلف مصرف است تا بتوان از یک الگوی بهینه در مصرف آن بهره برد (گلزاری و همکاران، ۱۳۹۵). نظام قیمت‌گذاری آب علاوه بر تخصیص متناسب آب، می‌تواند به صرفه‌جویی در مصرف آب منجر شود و از سوی دیگر این بیم وجود دارد که در این فرایند، تولید و امنیت غذایی از یک سو و درآمد کشاورزان از سوی دیگر تهدید شود، لذا باید آثار اقتصادی، اجتماعی و حفاظتی سیاست‌های اصلاحی قیمت‌گذاری آب کشاورزی مورد بررسی قرار گیرد (قربانی و هزاره، ۱۳۹۵). چنانچه ارزش اقتصادی منابع آبی به نحو صحیحی محاسبه شود، به طور خودکار آب به یک عامل ارزشمند تولید تبدیل خواهد شد (صالح نیا و باستانی، ۱۳۹۶). با توجه به این نکته که کشاورزی علی رغم مصرف حدود ۷۰ درصد از کل آب در سطح جهان کمترین بازده اقتصادی را نسبت به سایر مصرف‌کنندگان آب داراست، مسلم است که ارزیابی کاربرد مصرف آب کشاورزی و آبیاری با استفاده از روش‌ها و فنون جدید تاثیر به سزایی در مدیریت بهینه مصرف آب خواهد داشت. ازآنجایی که شاخص‌های معمول مورد استفاده برای ارزیابی کاربرد مصرف آب- مثل راندمان انتقال، توزیع و کاربرد آب در مزرعه- در حال حاضر در بسیاری از مناطق به خصوص نواحی اقلیمی خشک پاسخگوی نیازهای مدیریتی نیستند، استفاده از شاخص‌های اقتصادی و ارزش اقتصادی آب می‌تواند رویکردی صحیح در ارزیابی و افزایش بهره وری مصرف آب در بخش کشاورزی باشد. از طرفی جهت اجرای هر چه بهتر و اصولی‌تر پروژه های انتقال بین حوضه ای آب در کشور و گام برداشتن در راستای مفهوم توسعه پایدار و مدیریت منابع آب، توجه به ارزش اقتصادی آب در این طرح‌ها ضرورت دارد.

کارآموز و همکاران (۱۳۸۶) به ارزیابی اقتصادی و زیست محیطی طرح‌های توسعه با تمرکز بر مطالعه موردی طرح انتقال آب بین حوضه‌ای سولگان به رفسنجان پرداختند. برای این منظور مدل بهینه‌سازی با تابع هدف اقتصادی (حداکثر نمودن منافع خالص) برای طرح انتقال آب بین حوضه‌ای مذکور تدوین شد. براساس نتایج تحقیق مذکور در بررسی منافع و هزینه‌ها مشخص شد که بیشترین منافع مربوط به محصولات کشاورزی در دشت رفسنجان می‌باشد که شاید به خاطر ارزش افزوده زیاد آن نسبت به سایر بخش‌ها است و کمترین منافع مربوط به کاهش هزینه پمپاژ است. در قسمت هزینه‌ها نیز بیشترین هزینه مربوط به کاهش منافع کشاورزی در دشت خوزستان بوده است. حلبیان و شبانکاری (۱۳۸۹) در قالب رویکردی سیستمی و جامع‌نگر با روش آماری و اسنادی، چالش‌های انتقال آب از بهشت‌آباد به زاینده‌رود را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که این طرح باید در قالب منافع ملی و مطالعات جامع منطقه‌ای ارزیابی شود و بر اساس مدیریت توأمان و واقع بینانه عرضه و تقاضا، جامع‌نگری در تمام چرخه آب و اصول توسعه پایدار و آمایش سرزمین باشد. پرهیزکاری و همکاران (۱۳۹۴) به ارزیابی خسارت‌های اقتصادی انتقال آب بین حوضه‌ای بر الگوی کشت و وضعیت درآمد کشاورزان در حوضه مبدأ در طرح انتقال آب از سرشاخه‌های الموت رود به دشت قزوین پرداختند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که اجرای این طرح با ایجاد محدودیت ۱۰ تا ۴۰ درصدی در عرضه آب آبیاری در حوضه مبدأ منجر به کاهش سطح زیر کشت و سود ناخالص کشاورزان و افزایش ارزش اقتصادی آب آبیاری در مناطق الموت شرقی و غربی می‌شود، هر چند که اجرای طرح انتقال آب بین حوضه‌ای از سرشاخه‌های الموت رود به دشت قزوین با لحاظ ملاحظات اقتصادی حوضه مبدأ توصیه شد. اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی قیمت آب و راندمان مالی کشاورزان و راندمان اقتصادی در منطقه خنداب از استان مرکزی پرداختند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که با اجرای سیستم آبیاری تحت فشار با لحاظ راندمان آبیاری ۷۰ درصد و همچنین تحت شرایط دریافت آب‌بهاء ۵۰۰ ریال به ازای هر متر مکعب از کشاورزان راندمان مالی کشاورزان افزایش خواهد یافت. به عبارت دیگر راندمان مالی کشاورزان و راندمان آبیاری هم راستا بوده و از سوی دیگر دریافت آب بهاء در کاهش اتلاف آب نیز تأثیر زیادی خواهد داشت. همچنین نتایج تحلیل حساسیت راندمان مالی کشاورزان نشان داد که راندمان مالی کشاورزان نسبت به تغییر در درآمدها حساسیت بیشتری دارد تا نسبت به تغییر در هزینه‌ها. این بدین معناست که در وهله اول برای افزایش راندمان مالی کشاورزان بهتر است درآمدهای کشاورزان افزایش یابد و در شرایط دیگر با پرداخت یارانه از هزینه‌های کشاورز کاسته شود. شائو و همکاران به بررسی طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای جنوب به شمال رودخانه یانگ تسه و حوضه رودخانه زرد چین و تاثیر آن بر قانون آب، روش‌های سیاست‌گذاری، روش مدیریت موجود در حوضه و نیز محیط زیست پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که در سراسر قسمت شمالی چین، نیاز زیادی به آب بیشتر برای اهداف توسعه اقتصادی، صنعتی و بالا بردن استانداردهای زندگی است (Shao et al., 2003). گوپتا و زاگ انتقال آب بین حوضه‌ای و مدیریت یکپارچه منابع آب را از دیدگاه مهندسی، علمی و سیاسی، ارزیابی و تلاش کردند تا به این سوال پاسخ دهند که آیا این انتقال با مفهوم مدیریت

www.SID.ir

Archive of SID

یکپارچه منابع آب سازگاری دارد یا خیر. ایشان مسائل مربوط به انتقال بین حوضه‌ای آب را ابتدا با بررسی چهار انتقال بین حوضه‌ای که در نقاط مختلف جهان صورت گرفته است، معرفی کردند، سپس معیارهای ارزیابی انتقال آب بین حوضه‌ای که توسط کمیسیون‌های بین‌المللی، جوامع سیاست‌گذاری و دانشمندان پیشنهاد شده است را بررسی و از این طریق مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی برای طرح-های انتقال آب بین حوضه‌ای را استخراج کردند. سپس این مجموعه معیارها، به منظور ارزیابی اولیه یک طرح انتقال آب بین حوضه‌ای در هند به کار برده شد. در ادامه در مورد اثرات مکانی و زمانی منابع آب بحث شده و در نهایت نتیجه‌گیری در مورد ظرفیت سازمانی مورد نیاز برای کنترل آب و انطباق با تغییر سیاسی محیط زیست انجام شد (Gupta and Zaag, 2008). آکرون و همکاران به تجزیه و تحلیل اقتصادی طرح انتقال آب بین حوضه‌ای برای یک مرز مشترک در مدیترانه با هدف بهبود مجدد اکوسیستم و افزایش جنبه تفریحی آب پرداختند. رگرسیون سری زمانی نشان داد که افزایش ۱۰ درصدی جریان آب منجر به افزایش ۲/۱ درصدی در تعداد گردشگران در ماه شده است و ۱۸/۸ درصد از میزان بازدید بین سال های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۵ به طرح های انتقال آب مربوط بوده است. هنگامی که مزایای غیر بازاری برای تفریح در نظر گرفته شود، مزایای کل طرح انتقال آب بین حوضه‌ای به طور قابل توجهی بیش از هزینه‌های آن است و این طرح می‌تواند برای بازگرداندن جریان آب و افزایش خدمات اکوسیستم در مناطق با تنش آبی استفاده شود (Akron et al., 2017).

به طور کلی طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای باعث افزایش ارزش اقتصادی آب می‌شود اما باید در نظر داشت که می‌تواند تغییرات چشمگیری مانند خشک شدن چشمه‌ها و رودخانه‌ها، تغییرات نامناسب الگوهای کشت و نابسامانی وضعیت درآمدی کشاورزان در حوضه‌های مبدأ را به همراه داشته باشد و بخش کشاورزی را دستخوش دگرگونی قرار دهد (پرهیزکاری و همکاران،۱۳۹۴). تجارب مختلف انتقال آب بین حوضه‌ای نشان می‌دهد که دید جامع‌نگر سیستمی با در نظر گرفتن اصول توسعه پایدار مبتنی بر درآمدها و هزینه‌های کل طول عمر طرح، لازمه اجرای این گونه طرح‌ها است.

با توجه به ارزش بالای منابع آب قابل استفاده و هزینه‌های بالای انتقال آب بین حوضه‌ای به منظور ارزیابی و پایش کاربرد منابع آب و انتخاب روش های درست تعیین ارزش اقتصادی آب، تهیه و انطباق مدل کامپیوتری تعیین ارزش اقتصادی آب با در نظر گرفتن تأثیرات انتقال بین حوضه‌ای که پشتوانه سریع و صحیح مدیریت مناسب برنامه‌ریزی کشاورزی باشد، در یک مجموعه مدون در ارتباط با بهره‌وری آب دلیل انجام این تحقیق می‌باشد. در این پژوهش به کمک توسعه یک مدل ریاضی، پس از تعیین ارزش اقتصادی آب، اثر انتقال آب بین حوضه‌ای بر ارزش اقتصادی آب بررسی شد. تمرکز مقاله حاضر بررسی تغییرات ارزش اقتصادی منابع آب حوضه مقصد با مطالعه موردی دشت اراک به دلیل وجود اطلاعات کافی و در دسترس این طرح می‌باشد. در واقع با انجام این تحقیق سعی بر آن است که به این سوال پاسخ داده شود که انتقال آب بین حوضه‌ای می‌تواند باعث افزایش ارزش اقتصادی آب شود یا خیر؟

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

دشت اراک واقع در استان مرکزی، در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و عرض ۳۴ درجه و ۵ دقیقه شمالی واقع شده است. سطح زیر کشت محصولات زراعی این دشت برابر با ۵۵۰۰۰ هکتار است که از این میزان ۳۵۸۰۰ هکتار را محصولات آبی و ۱۹۲۰۰ هکتار را محصولات دیم تشکیل داده است. در میان محصولات آبی، چهار محصول اصلی گندم، جو، یونجه و ذرت علوفه‌ای بیش از ۸۳ درصد از کل سطح محصولات را به خود اختصاص داده‌اند. سد کمال صالح از سدهای بزرگ انتقالی بین حوضه‌ای کشور به شمار می‌آید، حجم ذخیره آب در این سد ۱۱۰ میلیون مترمکعب است. هدف اصلی از احداث این سد تامین آب شرب شهرهای اراک و شازند و تامین آب صنایع بزرگ منطقه است. اما بخشی از حجم آب انتقال یافته به شهر اراک که برابر با ۶۵ میلیون متر مکعب در سال است پس از مصرف شهری تبدیل به پساب شده که ۲۱/۲ میلیون متر مکعب پساب تولیدی تصفیه خانه شهر اراک برای کاربرد در بخش کشاورزی در نظر گرفته شده است.

داده‌های مورد استفاده

برای انجام تحقیق حاضر اطلاعات جامع هواشناسی برای سال زراعی ۱۳۹۵- ۱۳۹۴ از دشت اراک از سازمان هواشناسی استان مرکزی و اطلاعات کشاورزی شامل محصولات تحت کشت و سطح زیر کشت هر محصول از سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی دریافت شد. همچنین اطلاعات مربوط به طرح انتقال آب از سد کمال صالح به دشت اراک و پساب تولیدی تصفیه‌خانه شهر اراک که ۲۱ میلیون متر مکعب به منابع آب کشاورزی این دشت افزوده است، از شرکت آب منطقه‌ای و شرکت آب و فاضلاب استان مرکزی دریافت شد.

معرفی مدل

برای انجام محاسبات و تعیین ارزش اقتصادی آب بر اساس نوع محصول از مدل رایانه‌ای تهیه شده توسط امیدی و ابراهیمی (۱۳۹۱) و امیدی و همکاران (۱۳۹۸) در محیط برنامه‌نویسی FORTRAN 90 به عنوان مدل پایه استفاده شد. این مدل در سال ۱۳۹۳برای

www.SID.ir

Archive of SID

دشت قزوین بکار رفته و اصلاح شد (چیمه و همکاران، ۱۳۹۳). در سال ۱۳۹۴ نیز این مدل برای استان مرکزی به کار گرفته شد (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۴). مدل از سه بخش اصلی ورودی‌ها، محاسبات، و خروجی‌ها تشکیل شده است. در بخش ورودی مدل، اطلاعات کامل منطقه مورد مطالعه، محصولات تحت کشت، مساحت تحت کشت، حجم آب مصرفی و قیمت محصولات وارد می شود. در بخش محاسبات نیز تمامی روابط و چگونگی روش قیمت گذاری آب در مدل بیان شده و در نهایت قیمت آب برای هر گیاه محاسبه می شود و در بخش خروجی قیمت آب محاسبه شده ارائه می شود. در هر سه مطالعه ذکر شده در بالا نتیجه گرفته شد که روش‌های ترکیبی مانند محصول- حجم خالص آب مصرفی نسبت به روش‌های ساده مانند قیمت گذاری بر اساس کل حجم ناخالص آب مصرفی، روش‌های مناسب‌تری هستند. همچنین در هر سه پژوهش مذکور روش قیمت گذاری براساس محصول با وزن‌دهی حجم آب مصرفی خالص که در آن درصد حجم آب خالص مصرفی هر گیاه نسبت به کل حجم آب خالص به عنوان وزن ارزش آب آن محصول در منطقه مورد استفاده قرار گرفته است، به عنوان مناسب‌ترین روش معرفی شد و ارزش اقتصادی آب در این روش برای این سه پژوهش به ترتیب برابر ۴۱۰، ۲۱۲۰ و ۶۴۴۷ ریال بر متر مکعب بدست آمد.

توسعه مدل

در پژوهش حاضر ابتدا مدل امیدی و همکاران (۱۳۹۸) برای منطقه مورد مطالعه تکمیل و توسعه داده شد. در بخش ورودی مدل، اطلاعات هواشناسی و اطلاعات مربوط به محصولات و قیمت آن‌ها به مدل ارائه می‌شود. در بخش محاسبات روش قیمت‌گذاری آب به مدل استفاده شد و در نهایت ارزش اقتصادی آب برای هر گیاه محاسبه شد. در این مدل جهت تعیین میانگین ارزش اقتصادی آب، پس از تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی بر اساس نوع محصول، از سه روش وزن دهی استفاده می‌شود (Easter, 2005). این سه روش عبارت اند از:

۱. وزن‌دهی بر اساس مساحت تحت کشت هر محصول
۲. وزن‌دهی بر اساس میزان آب مصرفی هر محصول
۳. وزن‌دهی بر اساس میزان درآمد حاصل از هر محصول

نتایج به دست آمده مبنای ارزیابی و مقایسه و تأثیر انتقال آب بین حوضه‌ای بر ارزش اقتصادی آب قرار گرفت. در واقع پس از بدست آمدن قیمت میانگین آب برای منطقه، موضوع انتقال آب بین حوضه‌ای مورد بررسی قرار گرفت تا تاثیر آن بر ارزش اقتصادی آب مشخص شود. در این راستا پس از تعیین حجم آب انتقال یافته و میزان پساب تولیدی تصفیه خانه اراک که در بخش کشاورزی استفاده می‌شود، افزایش سطح زیر کشت محصول یونجه و ذرت علوفه‌ای مشخص و با توجه به این موضوع ارزش اقتصادی جدید آب محاسبه شد. در نهایت بررسی و مقایسه بین ارزش اقتصادی آب در دو حالت وجود و عدم وجود انتقال آب بین حوضه‌ای انجام شد.

در روش تعیین ارزش اقتصادی آب بر اساس محصول، ارزش آب بر حسب هر واحد محصول تولیدی، تعیین می‌شود. در این روش، ابتدا فرمهای"انعطاف پذیر"و"انعطاف ناپذیر"به عنوان تابع تولید محصول مورد نظر در منطقه مورد مطالعه برآورد شده و سپس ارزش اقتصادی نهاده‌ی آب با استفاده از پارامترهای برآورد شده توابع تولید متفاوت محاسبه می‌گردد. این که کدامیک از توابع، روابط واقعی میان متغیرها را بهتر نشان می‌دهد، وابسته به شرایط تکنولوژیک حاکم برجریان تولید است و با بهره‌گیری از معیارهای اقتصادسنجی و آزمون‌های تصریح آن را مشخص می‌کنند. از جمله توابع انعطاف پذیر، توابع ترانسلوگ درجه دوم تعمیم یافته و لئونتینف تعمیم یافته و ازجمله توابع انعطاف‌ناپذیر، توابع کاب-داگلاس و CES می‌باشند. آمار و اطلاعات مورد نیاز جهت تخمین توابع از طریق پرسش‌نامه جمع آوری می‌گردد، که شامل متغیرهای سطح زیرکشت، تعداد قطعات، مقدار تولید، مقدار نهاده‌های مختلف مصرف شده در مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت و نیز قیمت‌ها و هزینه نهاده‌های مصرف می‌باشد.

در پژوهش حاضر تابع تولید محصول بصورت زیر تعریف می‌شود (Aguadelo, 2001):

$$Y=f(X_1,X_2,\ldots,W) \quad (۱)$$

در این رابطه، Y مقدار محصول تولیدی، Xi نهاده‌های ورودی برای تولید محصول و W آب مصرفی برای تولید محصول 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 به کار رفته در تولید محصول رابطه مستقیم دارد که به صورت زیر است (Agudelo, 2001):

$$P_{Xi}= P_Y \times\frac{\partial Y}{\partial Xi} \quad (۲)$$

$$P_{X2}= P_Y \times\frac{\partial Y}{\partial X2} \quad (۳)$$

$$P_W = P_Y \times\frac{\partial Y}{\partial W} \quad (۴)$$

بنابراین برای تعیین ارزش اقتصادی آب، باید میزان محصول تولیدی هرگیاه برای رقم کشت شده در منطقه در شرایط ایده‌آل (عدم وجود محدودیت و تنش آبی)، محاسبه شود. میزان عملکرد بالقوه هر محصول نیز بر اساس میزان عملکرد گیاه مبناء و اعمال ضرایب تصحیح محاسبه می‌شود و میزان عملکرد گیاه مبناء از رابطه (۵) به دست می‌آید (De Wit et al., 1978).

$$Yo = (F \times yo) + [(1 - F) \times yc] \quad (۵)$$

در این رابطه Yo عملکرد محصول گیاه مبناء بر حسب کیلوگرم در هکتار در روز، F درصد ابرناکی هوا در منطقه و برای طول دوره

www.SID.ir

Archive of SID

رشد گیاه و yo و yc به ترتیب میزان عملکرد گیاه در شرایط هوای ابری و در شرایط هوای صاف می‌باشد. پس از محاسبه Yo مقدار ضرایب زیر اعمال می‌شود: ضریب تصحیح قسمت برداشت شده محصول(CH)، ضریب تصحیح توسعه محصول طی زمان و سطح برگ(CL) و ضریب تولید ماده خشک محصول(CN). پس از اعمال ضرایب، سرعت تولید ماده خشک برای گیاهان مورد نظر با شرایط آب و هوایی منطقه بر حسب کیلوگرم در هکتار در روز به دست می‌آید. در پژوهش حاضر مقدار ضریب CH و CN برای گندم و جو به ترتیب برابر ۰/۴ و ۰/۵ و مقدار ضریب CN برای یونجه و ذرت علوفه‌ای برابر ۰/۶ و CH برای یونجه برابر ۰/۸ و برای ذرت علوفه‌ای برابر ۱ در نظر گرفته شد. همچنین مقدار ضریب CL برای هر ۴ محصول برابر ۰/۴ در نظر گرفته شد (FAO,56). برای محاسبه تولید نهایی محصول لازم است طول دوره رشد گیاه به عنوان ضریبی دیگر در رابطه (۵) ضرب شود. این ضریب را با G نشان داده و در پژوهش حاضر با توجه به استعلام از سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی برای گندم، جو، یونجه و ذرت علوفه‌ای به ترتیب برابر ۲۵۶، ۲۶۲، ۱۲۷ و ۱۰۸ در نظر گرفته شد. در نهایت تولید بالقوه (Y_{mp}) یک رقم پرمحصول سازگار با محیط اگر بدون هیچگونه محدودیت دوره رشد در G روز رشد کرده باشد بر حسب کیلوگرم در هکتار دوره رشد طبق رابطه (۶) به دست می‌آید (به نقل از: امیدی و ابراهیمی، ۱۳۹۱):

$$Ymp = CH \times CN \times CL \times G \times (F \times y_0) + [(1-F) \times yc] \quad (۶)$$

محاسبه میزان تبخیر و تعرق (ETm)

تعیین میزان آب مورد نیاز در طول فصل کشت از جمله مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر میزان عملکرد محصولات زراعی می‌باشد و برآورد ناصحیح آن می‌تواند خسارات اقتصادی بسیاری را به همراه داشته باشد (اسدی و کاراندیش، ۱۳۹۵). در پژوهش حاضر پس از جمع‌آوری اطلاعات هواشناسی لازم، با استفاده از نرم افزارCropwat نسخه ۸ میزان تبخیر و تعرق مرجع در منطقه مورد مطالعه محاسبه شد و با استفاده از رابطه (۷) تبخیر و تعرق هر گیاه به دست آمد. مقدار محاسبه شده با رابطه (۷) میزان آب مصرفی گیاه در طول روز می باشد که با داشتن طول دوره رشد و مساحت تحت کشت مقدار آب مصرفی در مزرعه بدست می‌آید:

$$ETm = Kc \times ETo \quad (۷)$$

در رابطه فوق ETm تبخیر و تعرق گیاه مورد نظر، Kc ضریب گیاهی و ETo تبخیر و تعرق گیاه مبناء می باشد.

میزان عملکرد واقعی

پس از محاسبه عملکرد محصولات منطقه، محاسبه عملکرد واقعی ($\frac{\partial Y}{\partial W}$) ممکن می‌شود. واکنش عملکرد در مقابل مصرف آب از لحاظ کمی تحت عنوان ضریب واکنش عملکرد بیان می‌شود که رابطه نسبی میان کاهش عملکرد محصول ($1-\frac{Ya}{Ym}$) به کاهش نسبی تبخیر و تعرق ($1-\frac{ETa}{ETm}$) را بیان می‌کند و با نماد(Ky) نشان داده می‌شود. همانطور که پیش از این در رابطه ۱ مشاهده شد، تعیین ارزش اقتصادی نهاده آب نیازمند محاسبه عملکرد واقعی آب می‌باشد. با مشتق‌گیری از رابطه ۸ رابطه ۹ بدست می‌آید(FAO, 33):

$$1 - \frac{Ya}{Ym} = Ky\left(1 - \frac{ETa}{ETm}\right) \quad (۸)$$

$$\frac{\partial Ya}{\partial ETa} = \frac{Ky \times Ym}{ETm} \quad (۹)$$

رابطه(۹) را می‌توان به شکل رابطه (۱۰) نیز نمایش داد.

$$\frac{\partial Ya}{\partial Wa} = \frac{Ky \times Ym}{ETm} \quad (۱۰)$$

و سپس رابطه تعیین ارزش اقتصادی آب به شکل رابطه (۱۱) خواهد بود:

$$P_W = P_Y \times (Ky \times Ym)/ETm \quad (۱۱)$$

در این روابط، Ya عملکرد واقعی، Ym حداکثر عملکرد، Ky فاکتور حساسیت آبیاری محصول، Eta تبخیر و تعرق واقعی، Etm حداکثر تبخیر و تعرق است.

تعیین قیمت محصولات

قیمت محصولات مورد مطالعه برای دشت اراک براساس قیمت اعلام شده توسط دفتر نظارت راهبردی نهاد ریاست جمهوری و همچنین بازار محصولات در سال زراعی ۱۳۹۵– ۱۳۹۴ بدست آمد که برای گندم، جو، یونجه خشک وذرت علوفه‌ای به ترتیب برابر با ۱۳۵۰۰، ۱۲۰۰۰، ۱۱۷۰۰ و ۲۲۰۰ ریال بر کیلوگرم است.

تعیین دمای میانگین

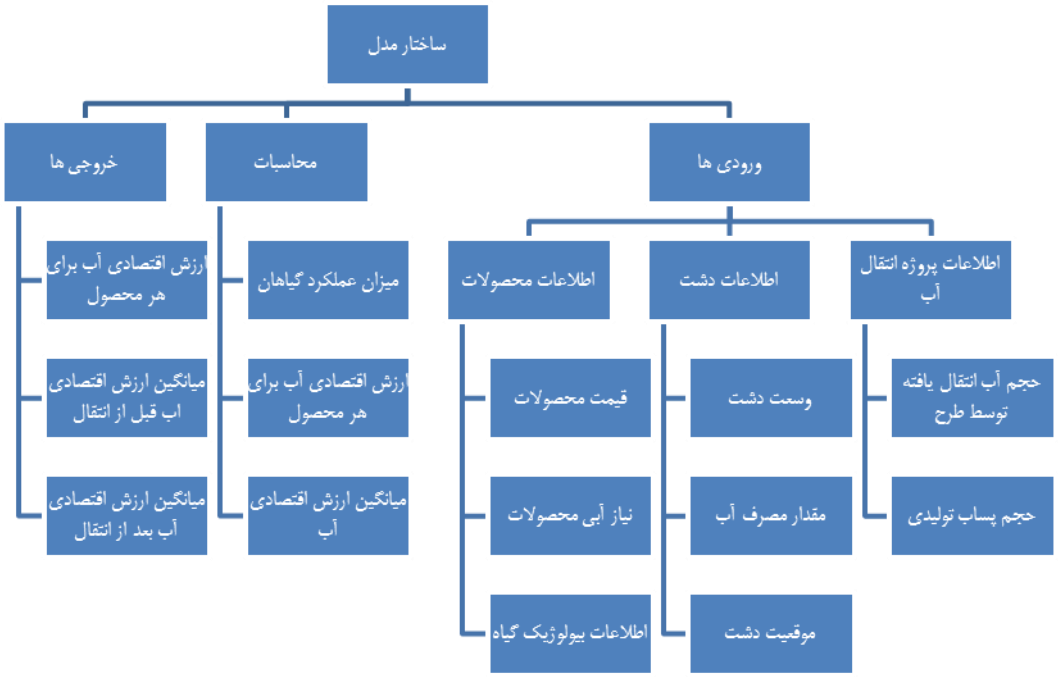
میانگین دمای منطقه در طول دوره کشت هر محصول، با استفاده از اطلاعات سازمان هواشناسی و همچنین تقویم زراعی ارائه شده توسط سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی برای هر گیاه محاسبه شد.

در شکل ۱ ساختار مدل پس از توسعه نشان داده شده است.

همانطور که از شکل ۱ مشخص است مدل در قسمت ورودی اطلاعات مربوط به محصولات مانند قیمت، نیاز آبی و سایر اطلاعات بیولوژیک، اطلاعات دشت مانند وسعت، موقعیت و میزان مصرف آب و اطلاعات طرح انتقال آب مانند حجم آب انتقال یافته وحجم پساب تولیدی را دریافت کرده و با استفاده از روابط موجود ابتدا میزان عملکرد محصولات و سپس ارزش اقتصادی آب برای هر محصول و میانگین ارزش اقتصادی آب از سه روش وزن‌دهی برای دشت را محاسبه می‌کند. در نهایت به عنوان خروجی ارزش اقتصادی آب برای هر محصول و میانگین ارزش اقتصادی آب قبل و بعد از انتقال آب بین حوضه‌ای را ارائه می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- ساختار مدل توسعه یافته

نتایج و بحث

نتایج اجرای مدل که مربوط به میزان عملکرد هر محصول در دشت اراک و همچنین وزن محاسبه شده برای هر محصول در سه روش وزن دهی می‌باشد در جدول ۱ ارائه شده است. مطابق جدول ۱ در تمامی روش‌های وزن دهی محصول ذرت علوفه‌ای کمترین و محصول گندم بیشترین وزن را به ترتیب برابر ۸/۲۴، ۵/۱، ۶/۶ و ۳۵/۲۶، ۴۵/۱، ۳۷/۹ درصد به خود اختصاص داده‌اند. هرچند که میزان سطح زیرکشت مربوط به ذرت علوفه‌ای کمتر (۲۰۰۰ هکتار) است، اما به علت اهمیت این گیاه در بخش خوراک دام و طیور و همچنین تمایل روزافزون کشاورزان به کاشت این محصول، تأثیر این محصول بر اقتصاد منطقه مورد مطالعه قرار گرفت. در جدول ۱ سطح زیر کشت و قیمت محصول نیز ارائه شده است. همان طور که از جدول ۱ مشخص است، گندم و جو بیشترین سطح زیر کشت به ترتیب برابر ۱۱۵۰۰ و ۹۸۰۰ هکتار را در منطقه داشته و ذرت علوفه‌ای کمترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده است. مطابق جدول ۱ سهم درآمد محصولات مختلف متفاوت است، به شکلی که کمترین میزان سطح زیر کشت و قیمت فروش مربوط به ذرت برابر ۶/۶ درصدوزنی بر حسب مساحت و ۲۲۰۰ ریال به ازای هر کیلوگرم است و میزان درآمد حاصل از این محصول۸/۲۴ درصد از کل درآمد منطقه می‌باشد. همچنین سهم ذرت علوفه‌ای از مصرف آب در منطقه فقط ۵/۱ درصد است که نسبت درآمد به حجم آب مصرفی این گیاه ۱/۶ است. این در حالی است که این نسبت برای گندم و جو به ترتیب ۰/۷۸ و ۱/۰۵ و برای یونجه برابر ۱/۲ می‌باشد که کمتر از ذرت علوفه‌ای است. این نتایج بیانگر بازده بالای ذرت علوفه‌ای به ازای حجم آب مصرفی می‌باشد. پس بازده محصولات نسبت به حجم آب مصرفی به ترتیب برای ذرت علوفه‌ای، یونجه، جو و گندم کاهش می‌یابد.

مطابق جدول ۱، ارزش اقتصادی بدست آمده آب از روش نوع محصولات از میان چهار محصول انتخاب شده در منطقه، برای ذرت علوفه‌ای بیشترین قیمت و برابر ۲۱۴۰۰ و برای جو کمترین قیمت و برابر ۵۳۶۰ ریال بر مترمکعب می‌باشد. از آنجا که در روش تعیین ارزش اقتصادی آب براساس نوع محصول، ارزش اقتصادی آب بدست آمده رابطه مستقیم با قیمت محصول و تابع تولید محصول دارد افزایش ارزش اقتصادی آب با بالا رفتن قیمت محصول و مقدار عملکرد بالقوه محصول امری بدیهی است.

ذرت علوفه‌ای با وجود اینکه کمترین قیمت محصول یعنی ۲۲۰۰ ریال برای هر کیلوگرم را داراست، اما عملکرد بسیار بیشتری نسبت به سه محصول دیگر دارد و به همین دلیل بیشترین ارزش آب را بدست می‌دهد. برای جو و یونجه قیمت محصول به هم نزدیک و به ترتیب برابر ۱۱۷۰۰ و ۱۲۰۰۰ ریال در کیلوگرم است اما عملکرد یونجه تقریبا ۱/۵ برابر عملکرد جو است و ارزش آب برای جو کمترین مقدار و برابر ۵۳۶۰ ریال بر مترمکعب است. با وجود اینکه گندم بیشترین قیمت محصول را دارد با توجه به اینکه عملکرد آن نسبت به یونجه

www.SID.ir

Archive of SID

تفاوت قابل توجه ای دارد ارزش آب برای این محصول کمتر از ارزش آب برای یونجه که برابر ۱۲۱۰۰ ریال بر مترمکعب است، می‌باشد. ولی با توجه به تفاوت کمی که بین عملکرد جو و گندم وجود دارد، گندم به دلیل دارا بودن قیمت محصول بیشتر، ارزش آب بیشتر و برابر ۵۶۰۰ ریال بر مترمکعب دارد. با توجه به این توضیحات می‌توان گفت در انتخاب محصولات برای داشتن ارزش اقتصادی آب بیشتر می‌بایست هر دو عامل موثر یعنی قیمت و عملکرد محصول به طور همزمان مدنظر قرار گیرد. پس از اعمال وزن‌دهی بر روی قیمت‌های به دست آمده آب، میانگین ارزش اقتصادی آب برای دشت اراک قبل از انتقال آب محاسبه و در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- ارزش اقتصادی محاسبه شده آب برای هر محصول در دشت اراک

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 علوفه ای	۲۰۰۰	۳۹۸۸۰	۲۲۰۰	۲۱۴۰۰	۸/۲۴	۵/۱	۶/۶

جدول ۲- ارزش اقتصادی آب دشت اراک قبل و بعد از انتقال بین حوضه‌ای آب

انتقال آب	ارزش اقتصادی آب(ریال بر مترمکعب)			مساحت تحت کشت (هکتار)	کل حجم آب مصرفی خالص (میلیون مترمکعب)
	روش محصول با وزن دهی مساحت تحت کشت	روش محصول با وزن دهی حجم آب مصرفی	روش محصول با وزن دهی درآمد محصول		
قبل از انتقال آب بین حوضه ای	۸۰۹۰	۷۸۹۰	۸۷۳۰	۳۰۳۵۰	۴۶۳
بعد از انتقال آب بین حوضه‌ای(۱)	۸۲۶۰	۸۰۸۰	۸۹۱۰	۳۱۷۲۰	۴۸۵
بعد از انتقال آب بین حوضه‌ای(۲)	۸۸۳۰	۸۴۹۰	۹۶۰۰	۳۲۱۵۰	۴۸۵

(۱): افزایش سطح زیر کشت یونجه

(۲): افزایش سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای

براساس جدول ۲ بیشترین ارزش اقتصادی آب محاسبه شده برای روش محصول با وزن‌دهی درآمد و برابر ۸۷۳۰ و کمترین مقدار هم مربوط به روش محصول با وزن‌دهی حجم آب مصرفی و برابر ۷۸۹۰ ریال در مترمکعب است. به دلیل ارزان و به صرفه بودن روش حجم آب مصرفی، برای کشاورز و همچنین از آنجا که در این روش به دلیل کاربرد حجم خالص مصرف آب گیاه، اثر راندمان آبیاری در تعیین ارزش اقتصادی آب در منطقه حذف می‌شود، این روش مناسب تر به نظر می‌رسد. این نتایج با نتایج پژوهش‌های امیدی و ابراهیمی (۱۳۹۱)، چیمه و همکاران (۱۳۹۳) و اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت دارد. در حال حاضر تامین آب کشاورزی در دشت اراک از طریق برداشت از چاه است و هیچ آب بهایی از کشاورزان دریافت نمی‌شود و این موضوع با مبانی و معیارهای اقتصادی سازگار نیست و موجب تنزل بهره‌وری آب و کاهش ارزش اقتصادی آن شده است. برای تغییر این شرایط پیشنهاد می‌شود در وهله اول زمینه شفاف‌سازی و تعیین ارزش اقتصادی آب در مصارف واسطه‌ای، براساس مکانیزم بازار رقابتی، مهیا شود. در این صورت مصارف ناکارآمد از چرخه مصرف خارج شده و آبرانی باقی می‌مانند که بتوانند کارایی آب را افزایش حداکثری داده و هزینه تعیین شده توسط بازار را بپردازند. اجرای سازوکار بازار رقابتی موجب افزایش سرمایه‌گذاری بخش‌های غیردولتی در بخش آب شده و به تدریج هزینه تامین و

www.SID.ir

Archive of SID

انتقال آب نیز کاهش خواهد یافت. به عبارت دیگر بازار رقابتی آب از یک طرف موجب افزایش بهره‌وری مصرف آب شده و از طرف دیگر بهره‌وری عوامل تولید آب را افزایش خواهد داد. هر چند مطابق با نتایج اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۴) حداکثر آب بهای قابل دریافت از کشاورزان باید به گونه‌ای باشد که سود کشاورزان از نرخ سود پیشنهادی توسط بانک‌ها کمتر نباشد، چراکه در این شرایط کشاورز به سرمایه‌گذاری در بانک ترغیب شده و کشاورزی خود را متوقف می‌کند. در پژوهش مذکور حداکثر بهای قابل دریافت از کشاورزان معادل ۲۳ درصد قیمت واقعی آب بدست آمد که در این حالت راندمان مالی کشاورزان برابر ۱/۲ بود.

در مقاله حاضر پس از محاسبه ارزش اقتصادی آب در دشت اراک قبل از اجرای طرح انتقال بین حوضه‌ای به بررسی اثر انتقال آب بر ارزش اقتصادی آب در منطقه پرداخته شد. همانطور که قبلا نیز اشاره شد، هدف اصلی از احداث سد کمال صالح تامین آب شرب شهرهای اراک و شازند و تامین آب صنایع بزرگ منطقه است. اما بخشی از حجم آب انتقال یافته به شهر اراک که برابر ۶۵ میلیون مترمکعب در سال است تبدیل به پساب شده که ۲۱/۲ میلیون مترمکعب پساب تولیدی تصفیه خانه شهر اراک برای کاربرد در بخش کشاورزی در نظر گرفته شده است. طبق نتایج بدست آمده از تحقیق رحیمی و همکاران (۱۳۹۶) که برای ارائه یک روش پیشنهادی در تعیین مناسب‌ترین کاربرد پساب بر اساس سطح کیفیت آن و بر اساس اطلاعات پنج سال و شانزده پارامتر از هر نمونه از تصفیه‌خانه شهر اراک انجام شده است، این پساب برای کاربرد در تولید علوفه دام کاملاً مناسب ارزیابی شده است. بنابراین در این تحقیق کل حجم پساب تولیدی برای بالا بردن سطح زیر کشت یونجه و ذرت علوفه‌ای پیشنهاد و مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به نیاز آبی یونجه و ذرت علوفه‌ای با حجم پساب موجود می‌توان سطح زیر کشت این دو محصول در منطقه را به ترتیب میزان ۱۳۷۰ و ۱۸۰۰ هکتار افزایش داد. نتایج مربوط به محاسبات تعیین ارزش اقتصادی آب پس از انتقال آب در مقایسه با وضعیت قبل از انتقال در جدول ۲ آمده است. ردیف‌های مشخص شده با اعداد (۱) و (۲) به ترتیب برای افزایش سطح زیر کشت یونجه و ذرت علوفه ای در نظر گرفته شده است. همانطور که از جدول ۲ مشاهده می‌شود ارزش اقتصادی آب در منطقه در هر سه حالت وزن دهی پس از انتقال آب بین حوضه‌ای افزایش می‌یابد و این افزایش در صورتی که حجم منبع آب اضافه شده برای افزایش سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای استفاده شود، بیشتر خواهد بود، در این حالت به ترتیب در روش وزن‌دهی درآمد محصول، مساحت تحت کشت و حجم آب مصرفی ، ارزش اقتصادی آب از ۸۷۳۰ ، ۸۰۹۰ و ۷۸۹۰ به ۹۶۰۰، ۸۸۳۰ و ۸۴۹۰ ریال در مترمکعب افزایش می‌یابد و این به معنای افزایشی برابر ۱۰، ۷/۵ و ۹ درصد در ارزش اقتصادی آب است. در صورتی که حجم منبع آب اضافه شده برای افزایش سطح زیر کشت یونجه استفاده شود مقدار افزایش در ارزش اقتصادی آب، کمتر و در هر سه روش وزن‌دهی مذکور برابر ۲ درصد خواهد بود. با توجه به این که کشت ذرت علوفه‌ای باعث افزایش بیشتری در ارزش اقتصادی آب می‌شود و با توجه به نتایج جدول ۱ و عملکرد بالای این محصول، پیشنهاد می‌شود منبع آب اضافه شده جهت افزایش سطح زیر کشت ذرت علوفه‌ای و در اولویت دوم یونجه استفاده شود. از طرفی از لحاظ کیفیت پساب موجود برای کاربرد در بخش محصولات خوراکی توصیه نشده است (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۶)، لذا کاربرد آن برای افزایش سطح زیر کشت دو محصول دیگر یعنی گندم و جو مناسب نیست. با توجه به ارزش اقتصادی آب اولویت کشت محصولات قبل و بعد از انتقال آب بین حوضه‌ای در جدول ۳ آمده است.

همانطور که از جدول ۳ مشاهده می‌شود قبل از انتقال آب بین حوضه‌ای محصولات به ترتیب کاهش ارزش اقتصادی آب به صورت ذرت، یونجه، گندم و جو اولویت‌بندی شده‌اند. بعد از انتقال آب بین حوضه‌ای نیز با توجه به میزان افزایش ارزش اقتصادی آب در منطقه در نتیجه کشت محصولات، اولویت بندی انجام شده است. به این صورت که در اولویت اول ذرت علوفه‌ای و سپس یونجه برای کشت پیشنهاد شده است. در این حالت به دلیل اینکه منبع آب اضافه شده به صورت پساب است و برای محصولات خوراکی توصیه نشده است، گندم و جو در اولویت‌بندی قرار نگرفته‌اند.

نتیجه‌گیری

لازم است طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای براساس شرایط خاص خود و با یک دیدگاه جامع و بطور منصفانه و با لحاظ منافع هر دو حوضه‌ی مبدأ و مقصد مورد تحلیل قرار گرفته و بر اساس مطالعات فنی و اقتصادی، هزینه‌های اجتماعی و زیست محیطی ارزیابی شوند. پژوهش حاضر جهت تعیین تاثیر انتقال آب بین حوضه‌ای بر ارزش اقتصادی منابع آب دشت اراک انجام شد. تعیین ارزش اقتصادی آب با سه روش محصول با وزن‌دهی مساحت، درآمد و حجم خالص آب مصرفی انجام شد. براساس نتایج، در میان روش‌های مورد بررسی، روش قیمت گذاری براساس محصول با وزن‌دهی حجم آب مصرفی خالص کمترین ارزش اقتصادی آب را نشان داد و این از دیدگاه کشاورزان مطلوب‌ترین حالت می‌باشد. از طرف دیگر با وجود نرم-افزارهای تخمین حجم آب خالص، محاسبه حجم آب مصرفی خالص هر محصول بسیار کم هزینه و سریع‌تر از روش قیمت‌گذاری براساس حجم ناخالص مصرفی است. علاوه براین استفاده از این روش می‌تواند تا حدی باعث کاهش مصرف آب شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اولویت بندی محصولات قبل و بعد از انتقال آب بین حوضه‌ای

	اولویت	۱	۲	۳	٤
قبل از انتقال آب بین حوضه‌ای	محصول	ذرت علوفه‌ای	یونجه	گندم	جو
	ارزش اقتصادی آب برای محصول(IRR/m^3)	۲۱٤۰۰	۱۲۱۰۰	٥٦۰۰	٥۳٦۰
بعد از انتقال آب بین حوضه‌ای	محصول	ذرت علوفه‌ای	یونجه		
	ارزش اقتصادی آب برای منطقه(IRR/m^3)	۸۹۷۰	۸٦٥۰		

ارزش اقتصادی آب در دشت اراک در هر سه حالت وزن‌دهی، با انتقال آب و اضافه شدن غیرمستقیم یک منبع آب و در نتیجه افزایش سطح زیر کشت محصولات علوفه‌ای افزایش می‌یابد. به طوری که با افزایش سطح زیرکشت ذرت علوفه‌ای در روش وزن‌دهی مساحت تحت کشت، حجم آب مصرفی و درآمد محصول، به ترتیب ۱۰، ۷/۵ و ۹ درصد و با کشت یونجه در هر سه روش وزن‌دهی ۲ درصد افزایش در ارزش اقتصادی منابع آب مشاهده می‌شود. برنامه‌های صرفه‌جویی در مصرف آب، بهبود بهره‌وری محصول و افزایش ارزش اقتصادی آب بهترین راه برای رسیدن به امنیت غذا و آب است. در این راستا فعال کردن نقش کشاورزان و آبیران با ارائه اطلاعات کافی در زمینه الگوهای کشت بهینه برای نیل به بازده بالا و افزایش ارزش اقتصادی آب به میزان زیادی کمک می‌کند. همانطور که در این پژوهش نیز مشاهده شد انتقال آب بین حوضه‌ای به شرط استفاده صحیح از منابع آب جابه‌جا شده می‌تواند باعث افزایش ارزش اقتصادی آب شود. ذکر این نکته ضروری است که طرح‌های انتقال آب بین حوضه‌ای می‌بایست به طریق مدیریت فرابخشی و لحاظ نمودن عوامل فنی- اقتصادی در گام نخست و در نظر گرفتن عوامل زیست محیطی با تأکید بر ملاحظات اجتماعی- سیاسی در گام بعدی صورت گیرد(پرهیزکاری و همکاران،۱۳۹۴) و تمامی هزینه‌ها از جمله هزینه فرصت از دست رفته در حوضه مبدا و هزینه‌های انتقال آب شامل هزینه‌های طراحی، اجرا و بهره برداری و نگهداری در نظر گرفته شوند. به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که انتقال بین حوضه‌ای آب سد کمال صالح از حوضه سربند به دشت اراک منجر به افزایش ارزش اقتصادی آب می‌شود، اما این امر به شرطی محقق می‌شود که محصولات کشت شده با استفاده از منابع آب انتقال یاقته در حوضه مقصد به درستی انتخاب شوند. علاوه بر این بایستی به این نکته توجه شود که صرفا افزایش ارزش اقتصادی آب در حوضه مقصد توجیه کافی برای اجرای طرح انتقال بین حوضه‌ای آب نیست و رمز کارایی پروژه های موفق انتقال آب بین حوضه ای در جهان، توجه دقیق به اصول مدیریت یکپارچه منابع آب و شناخت نیازهای واقعی حوضه مقصد به همراه شناسایی شرایط موجود و پیش بینی نیازهای آتی حوضه مبدأ، با توجه به کلیه جوانب اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و زیست محیطی آن و با تکیه بر مفهوم توسعه پایدار می باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه شهرکرد، دانشگاه تهران، شرکت آب منطقه‌ای مرکزی اراک، سازمان جهاد کشاورزی و اداره کل هواشناسی استان مرکزی- اراک به دلیل تامین امکانات و داده‌های مورد نیاز جهت انجام این پژوهش و تهیه مقالات مربوطه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

اسدی، ر. و کاراندیش، ف. ۱۳۹۵. تاثیر مدیریت آبیاری و آرایش لاترال های آبیاری قطره ای بر عملکرد، بهره وری آب و سود خالص در کشت خیار گلخانه‌ای. تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۷. ۱: ۲۴-۱۳.

اسماعیلی موخر فردویی، م. ع.، ابراهیمی، ک.، عراقی نژاد، ش. و هورفر، ع. ۱۳۹۴. ارزیابی راندمان مالی کشاورزان با تکیه بر تعیین ارزش اقتصادی آب. مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. ۲ .۴۷: ۱۵۰-۱۴۱.

امیدی، ف. و ابراهیمی، ک. ۱۳۹۱. معرفی و بررسی لزوم کاربرد راندمان اقتصادی به همراه راندمان فیزیکی در آبیاری مطالعه موردی استان کرمان. اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۷۷: ۲۰۰-۱۷۹.

امیدی، ف.، ابراهیمی، ک. و فضل الهی، ه. ۱۳۹۸. توسعه مدل ریاضی AWPM برای تعیین ارزش اقتصادی آب. تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی. ۲,۱-۵۰ : ۱۴۶-۱۳۷.

www.SID.ir

Archive of SID

پرهیزکاری، ا.، تقی زاده رنجبری، ح.، شوکت فدایی م. و محمودی، ا. ۱۳۹۴. ارزیابی خسارتهای اقتصادی انتقال آب بین حوضه ای بر الگوی کشت و وضعیت درآمدی کشاورزان در حوضه مبدأ (مطالعه موردی: انتقال آب الموترود به دشت قزوین). نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی ۲۹: ۳۳۳- ۳۱۹.

چیمه، ط.، ابراهیمی، ک.، هورفر، ع. و عراقی نژاد، ش. ۱۳۹۳. ارزیابی ارزش اقتصادی آب کشاورزی با رویکرد قیمت گذاری بر اساس نوع محصول در دشت قزوین. پژوهش آب در کشاورزی. ۲۸: ۱۸۱ – ۱۷۱.

حلبیان، ا.ح.، و شبانکاری، م. ۱۳۸۹. مدیریت منابع آب در ایران (مطالعهٔ موردی: چالش‌های انتقال آب از بهشت‌آباد به زاینده‌رود). چهارمین کنگرهٔ بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام. دانشگاه سیستان و بلوچستان.

خدابخشی، ب. و خدابخشی، ف. ۱۳۸۵. انتقال بین حوضه ای رویکردی پایدار در مدیریت منابع آب کشور. دومین کنفرانس مدیریت منابع آب. دانشگاه صنعتی اصفهان.

رحیمی، م.، ابراهیمی، ک. و عراقی نژاد، ش. ۱۳۹۶. ارائه و ارزیابی یک روش پیشنهادی در تعیین مناسب ترین کاربرد پساب. تحقیقات آب و خاک ایران، ۵. ۴۸: ۹۷۴-۹۶۳.

صالح نیا، ن. و باستانی، م. ۱۳۹۶. بررسی راهبرد تجارت آب مجازی محصولات زراعی و باغی در ایران. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۵. ۱۱: ۷۶۲-۷۵۰.

قدرتنما، غ. ۱۳۸۲. انتقال آب از حوضه به حوضه، استانداردها و سیاست ها. سمینار انتقال بین حوضه ای آب و نقش آن در توسعه پایدار. دانشگاه صنعت آب و برق.

قربانی، م. و هزاره، ر. ۱۳۹۵. برآورد کمی تهدیدها و فرصتهای اصلاح قیمت آب کشاورزی در ایران (محدوده مطالعاتی مشهد- چناران). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۰. ۶ : ۸۳۶-۸۲۱.

کارآموز، م.، مجاهدی، س.ع. و احمدی، ا. ۱۳۸۶. ارزیابی اقتصادی و تعیین سیاست‌های بهره‌برداری انتقال آب بین حوضه‌ای. تحقیقات منابع آب ایران، ۳: ۲۵-۱۰.

گلزاری، ز.، اشراقی ف. و کرامت زاده، ع. ۱۳۹۵. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول گندم در شهرستان گرگان، نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۰: ۴۶۶-۴۵۷.

معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور. ۱۳۹۰. راهنمای تعیین ارزش اقتصادی آب برای مصارف کشاورزی. نشریه شماره ۶۶۶: ۷۹-۱.

Agudelo, J.I. 2001. The economic valuation of water, principle and method. Value of water research report, IHE Delft, Netherlands, No 5. 1-48.

Akron, A., Ghermandi, A., Dayan, T. and Hershkovitz, Y. 2017. Interbasin water transfer for the rehabilitation of a transboundary Mediterranean stream: An economic analysis. Journal of Environmental Management. 202:276-286.

De Wit, C., Goudriaan, J., Van Laar, H., Penning de Vries F.W.T., Rabbinge R., Van Keulen, H., Louwerse, W., Sibma L. and de Jonge, C. 1978. Simulation of assimilation, respiration and transpiration of crops. Simulation Monographs, Pudoc, Wageningen. 1-141.

Dinesh Kumar, M. 2018. Water Policy Science and Politics. Elsevier Science. 1-326.

Doorenbos, J. and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. FAO irrigation and drainage paper No. 33, Italy. 1-193.

Easter, K.W. 2005. Cost Recovery and Water Pricing for Irrigation and Drainage Projects. Agriculture and Rural Development Discussion Paper. No.25.

Gupta, J. and Zaag, P. 2008. Interbasin water transfers and integrated water resources management: Where engineering, science and politics interlock. Physics and Chemistry of the Earth 33:28–40.

Johansson, R.C. 2001. Pricing Irrigation Water: A Litrerature Survey. Report No. WPS2449. Washington, DC: World Bank.

Sawyer, D., Perron, G. and Trudeau, M. 2005. Analysis of Economic Instruments for Water Conservation. Brock University.

Shao, X., Wang, H. and Wang, Zh. 2003. Interbasin transfer projects and their implications: A China case study. River Basin Management 1:5–14.

www.SID.ir

A
Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 13, Dec.-Jan. 2019, p. 1363-1373

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۳، آذر - دی ۱۳۹۸، ص. ۱۳۷۳-۱۳۶۳

Effect of Inter Basin Water Transfer on the Economic Value of Agricultural Water Resources (Case Study: Arak Plain)

H. Fazlolahi[1], **K. Ebrahimi**[2*], **R. Fattahi Nafchi**[3]
Recived: Jan.01, 2019 Accepted: Feb.18, 2019

Abstract

In this paper, the effect of inter-basin water transfer on the economic value of water resources has been investigated through a case-study of the Kamal Saleh dam from the Sarband Basin to the central Arak Basin. For this purpose, by using the mathematical model developed in this research, the economic value of agricultural water was investigated without regard to transferred water resources and considering its impact for wheat, barley, alfalfa and corn. The input data for this study was included meteorological and agricultural information, volume of consumed water, wastewater volume, volume of water transfer from Kamal Saleh Dam, as well as information about costs and incomes of the crop year 2015-2016. The results showed that water transfer to Arak city would increase the economic value of agricultural water resources in this city. So, the economic value of water estimated from three methods including weighing the area under cultivation, the volume of water consumption and product income for increasing crop area of corn were increased 10, 7.5 and 9 percentages, respectively. In addition, by increasing crop area of alfalfa the economic value of water estimated from all three methods was increased 2%. Increasing the economic value of water resources can be one of the solutions to sustainable development and food security. However, inter-basin water transfer projects should be implemented with all technical and economic and environmental factors, with emphasis on social and political considerations.

Keywords: Agriculture water, Food security, Integrated water resources management, Mathematical model, Weighting

1- Ph.D. Student, Irrigation and Drainage Engineering, Shahrekord University, Iran
2- Professor Department of Irrigation and Reclamation Engineering, University of Tehran, Karaj, Iran
3- Associate Professor Department of Irrigation Engineering, Shahrekord University, Iran
(*- Corresponding Author Email: EbrahimiK@ut.ac.ir)

www.SID.ir