تعیین ارزش اقتصادی آب آبیاری و بررسی واکنش کشاورزان به کاهش منابع آب در دسترس مزارع سد مارون بهبهان

شهاب کهزاد[۱]، سید نعمت الله موسوی[۲*]، سید محمدهاشم موسوی حقیقی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۶ صص: ۱۰۸-۹۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۲۰

چکیده

هدف پژوهش حاضر تعیین ارزش‌اقتصادی آب‌آبیاری و بررسی واکنش مصرف‌کننده (کشاورزان) به سیاست کاهش منابع آب در دسترس در مزارع زیرسد مارون بهبهان در استان خوزستان است. برای انجام این تحقیق، از رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و توابع تولید منطقه‌ای محصولات کشاورزی (SWAP) استفاده شد. ابتدا ارزش اقتصادی آب‌آبیاری در مزارع تحت پوشش سد مارون بهبهان براساس محصولات عمده‌ی منطقه‌ی مورد مطالعه (گندم، ذرت، حبوبات و محصولات جالیزی) تعیین‌شد. سپس، واکنش کشاورزان به سیاست کاهش منابع‌آب در دسترس تحت سناریوهای کاربردی ۱۰٪، ۲۰٪، ۳۰٪ و ۴۰٪ مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت و تغییرات سود ناخالص کشاورزان و تغییرات الگوی کشت محصولات به دست آمد. داده‌های به‌دست آمده مربوط به‌سال زراعی۹۷-۱۳۹۶ می‌باشند. پس از حل مدل، ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب آبیاری در سطح مزارع بهبهان ۲۲۹۲ ریال برآورد شد. نتایج نشان‌داد که تفاوت قابل توجهی بین ارزش اقتصادی آب‌آبیاری و نرخ آب‌بهای پرداختی کشاورزان وجود دارد و کاهش آب در دسترس سبب افزایش ارزش‌اقتصادی آب‌آبیاری و کاهش سود ناخالص کشاورزان می‌شود و از طرفی این سیاست باعث صرفه‌جویی در آب و راهی برای تخصیص مجدد آن برای تولید محصولات با صرفه‌ی اقتصادی بیشتر می باشد. همچنین در این مطالعه مشخص شد که بین هر متر مکعب آب‌آبیاری و قیمت آب پرداخت شده توسط کشاورزان تفاوت اقتصادی قابل توجهی وجود دارد و فقط حدود ۴۸٪ از ارزش اقتصادی آب از نظر هزینه تولید و حمل و نقل پرداخت می‌شود. در پایان، به‌منظور جلوگیری از مصرف بی‌رویه‌ی‌آب، تعیین نرخ آب‌بهای پرداختی برای کشاورزان با توجه به روند تغییرات ارزش اقتصادی آب و با توجه به اختلاف درآمدی کشاورزان پیش‌نهادهایی داده‌شد.

واژه‌های کلیدی: ارزش اقتصادی آب، مدیریت تقاضای آب، روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP)، توابع تولید منطقه‌ایی کشاورزی (SWAP)، شکاف عرضه و تقاضای آب.

[۱] دانشجوی دکترای گروه اقتصاد منابع طبیعی و محیط زیست، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران.

[۲] دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران.

[۳] مدرس مدعو گروه اقتصاد کشاورزی و منابع طبیعی و محیط زیست، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران.

* نویسنده مسول مقاله: seyed_1976mo@yahoo.com

مقدمه

در حال حاضر، کمبود منابع آب از مهمترین عوامل محدودکننده کشاورزی کشور است. افزایش جمعیت، تغییر استانداردهای زندگی و کاهش ریزش‌های جوی ازجمله عواملی هستند که موجب ایجاد عدم توازن بین عرضه و تقاضای آب شده اند. در هر کشور روش‌های متفاوتی برای قیمت‌گذاری آب استفاده می‌شود. این روش‌ها به‌تناسب وضعیت منابع آب، انواع سیستم‌های آبیاری، وضعیت نهادهای حقوقی آب و سهم بخش کشاورزی از منابع آب، متفاوت است. در کشور مدیریت منابع آب و به تبع آن قیمت‌گذاری آب موثر از ضوابط سیاسی- اجتماعی است که موجب ایجاد مشکلاتی در تخصیص بهینه آب می‌شود. اشکالاتی چون عدم ارتباط تعرفه‌ی آب کشاورزی با ارزش اقتصادی و عدم پوشش هزینه تأمین آب می توان نام برد که باعث شده است کارکرد تعرفه آب کشاورزی در رسیدن به تخصیص اقتصادی و کاهش تلفات آب در مدیریت منابع آب نا موفق عمل کند. محدودیت‌های منابع آب آبیاری، تلفات قابل توجه آب در بخش کشاورزی، کاربرد سیاست‌های طرف تقاضای‌آب مانند تخصیص مجدد منابع‌آب، قیمت-گذاری آب و سیاست‌های جایگزین آن مانند مالیات بر نهاده‌های مکمل آب یا مالیات بر محصول را ضروری می-سازد (چاکراورتی و زیلبرمن ،۲۰۰۰).

هم‌اکنون، قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی (از جمله مزارع تحت پوشش سد مارون بهبهان) مطابق با قانون توزیع عادلانه‌ی آب و باتوجه به‌نوع محصول صورت می‌گیرد. به این دلیل که سیستم قیمت‌گذاری بر مبنای مقدار آب مصرفی و بدون توجه به‌ملاحظات اقتصادی‌آن است، انگیزه‌ی‌کافی برای تخصیص بهینه آب و صرفه-جویی در مصرف آن ایجاد نمی‌شود. بازده‌ی نهایی‌آب بسیار بالاتر از آب‌بهای دریافتی و هزینه‌های تهیه و توزیع آن در سطح مزارع است (کرامت‌زاده و همکاران،۱۳۹۰). ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب کشاورزی در مدیریت اقتصاد منابع‌آب هر منطقه، نقش مهمی را ایفا - می‌کند. در برقراری این‌تعادل، قیمت یا ارزش اقتصادی آب آبیاری مانند قیمت هر کالا و نهاده‌ی دیگر نقش موثری بر عهده دارد (احسانی و همکاران، ۱۳۸۹). مدیریت منابع آب براساس ضوابط سیاسی-اجتماعی موجب تخصیص غیربهینه‌ی آب در سطح کشور می‌شود. برای رفع از این پیامد، تغییر درنحوه‌ی مدیریت منابع آب، از نگرش مدیریت برمبنای عرضه، به نگرش مدیریت بر مبنای تقاضا و براساس ارزش اقتصادی‌آب، لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد. برای دستیابی به این هدف، اصلاح سیستم قیمت‌گذاری آب به‌عنوان موثرترین ابزار مدیریت‌تقاضا راه‌کاری موثر به‌تخصیص مطلوب‌تر آن بین فعالیت‌های مختلف و افزایش بهره‌وری این نهاده کمیاب کمک نماید (احسانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹۲)

در کشور ما به‌کارگیری غیربهینه از منابع آب، موجب توجه بیشتر به مدیریت بر اساس تقاضای مصرف آب شده و تغییر شیوه مدیریت منابع آب به‌سمت مدیریت بر اساس تقاضا با استفاده از قیمت‌گذاری اقتصادی آب، یکی از ابزارهای کارآمد در تخصیص بهینه است که در ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا نقش تعیین-کننده‌ای دارد که در صورت تعیین صحیح ارزش اقتصادی آب آبیاری، بسیاری از موانع و مشکلات در مدیریت منابع آب از بین خواهد رفت (احسانی و همکاران، ۱۳۹۲).

ارزش‌گذاری آب آبیاری به‌عنوان یک نهاده با ارزش و کمیاب با روش‌های مختلفی انجام می‌شود. بسته به نوع مصرف آب، روش‌های برآورد ارزش اقتصادی آن متفاوت است.

مایکل و همکاران (۲۰۱۲) در تانزانیا در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که افزایش 6 درصدی آب مورد نیاز ،موجب افزایش ۱۰ درصدی محصول و ضریب قیمت آب نیز منفی محاسبه می‌شود، بدین معنی که افزایش یک درصدی قیمت آب موجب کاهش 0/30 درصدی تقاضای آب می‌شود. پس میتوان نتیجه گرفت که قیمت‌گذاری، عاملی مهم برای کاهش مصرف آب در محصولاتی با عملکرد وابسته به مصرف آب نیز می‌شود. چنگ و همکاران (۲۰۱۶) از پنج تابع به‌منظور انتخاب بهترین تابع تولید برنج و دوره رشد محصول محلی استان جیلین چین استفاده کردند. نتایج تحقیق نشان داد که تابع جانسون، برای برنج محلی این منطقه مناسب‌ترین تابع تولید است.. الکرابلیه و همکاران (۲۰۱۲) نیز از همان روش برای برآورد ارزش اقتصادی آب آبیاری در اردن استفاده کردند. آنها وجود یارانه برای آب را عاملی برای

پنهان ماندن ارزش آب از چشم کشاورزان و احتمال استفاده بیش از نیاز از این نهاده با ارزش عنوان کردند

موسمبا و همکاران (۲۰۱۱) ارزش خالص آب آبیاری را برای محصولات کشاورزی با استفاده از روش باقیمانده به‌ترتیب معادل 0/32 دلار و 0/073 دلار در هر متر مکعب آب مصرفی برآورد کردند. الکرابلیه و همکاران (۲۰۱۲) نیز از همان روش برای برآورد ارزش اقتصادی آب آبیاری در اردن استفاده کردند. آنها وجود یارانه برای آب را عاملی برای پنهان ماندن ارزش آب از چشم کشاورزان و احتمال استفاده بیش از نیاز از این نهاده با ارزش عنوان کردند. دهقانپور و شیخ‌زین‌الدین (۱۳۹۲) ارزش اقتصادی آب آبیاری را در دشت یزد-اردکان برآورد کردند. ارزش اقتصادی آب و قیمت تمام شده برای هر متر مکعب با تابع لئونتیف تعمیم یافته به‌ترتیب ۹۹۸ و ۵۳۱ ریال بود فاصله بین ارزش اقتصادی و قیمت تمام-شده دلیل استفاده بیش از حد نیاز بیان گردید.

سالار عشایری و همکاران (۱۳۹۷) به‌منظور تعیین ارزش اقتصادی آب آبیاری در اراضی شالی‌زاری استان گیلان، ابتدا مزارع را بر اساس تشابه سیستم‌های آبیاری به دو گروه تقسیم کرده، سپس با روش تابع تولید و بررسی پنج تابع انعطاف‌پذیر و انعطاف‌ناپذیر، بهترین تابع تولید را انتخاب و سپس ارزش اقتصادی دو گروه محاسبه شد. در این مطالعه ارزش اقتصادی آب آبیاری در گروه اول با تابع متعالی، ۱۵۲۱۸ ریال در هر متر مکعب و در گروه دوم با تابع لئونتیف تعمیم یافته، ۱۷۴۳۴ ریال در هر متر مکعب محاسبه شد. اصلاح نظام تعرفه کنونی و کاهش فاصله بین آب‌بهای پرداختی برای کاهش تلفات در اراضی شالی‌زاری و افزایش بهره‌وری آب و ایجاد بازارهای محلی آب را برای تغییر نگرش کشاورزان به آب به‌عنوان یک نهاده عمومی مؤثر پیشنهاد دادند.

هدف از این پژوهش تعیین ارزش‌اقتصادی آب-آبیاری و بررسی واکنش مصرف‌کننده (کشاورزان) به سیاست‌کاهش منابع آب در دسترس در مزارع زیر سد مارون‌بهبهان در استان خوزستان است. برای انجام این - تحقیق، از رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و توابع تولید منطقه‌ای محصولات کشاورزی (SWAP) استفاده شد. ابتدا ارزش اقتصادی آب‌آبیاری در مزارع تحت پوشش سد مارون‌بهبهان براساس محصولات عمده-ی منطقه‌ی مورد مطالعه (گندم، ذرت، حبوبات و محصولات جالیزی) تعیین گردید.

روش تحقیق

برنامه‌ریزی‌ریاضی‌مثبت (PMP)

برنامه‌ریزی‌ریاضی‌مثبت(PMP) [1] ، در تجزیه و تحلیل رویکرد اقتصادی برنامه‌های آبیاری و به‌منظور واسنجی مدل‌های اقتصادی به‌کار گرفته می‌شود. این مدل اولین بار در سال ۱۹۵۵ توسط هاویت معرفی شد (صبوحی، ۱۳۸۹). روی‌کرد برنامه‌ریزی‌ریاضی‌مثبت، مستلزم تغییر تابع‌هدف با به‌کارگیری مقادیر دوگان در محدودیت‌های واسنجی است، به‌طوری‌که عملکرد مشاهده شده، اطلاعات سال پایه را نشان می‌دهد (هاویت ،۲۰۰۵؛ پرهیزکاری، ۱۳۹۲). اصل اساسی در مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، به‌کارگیری داده‌های موجود در متغیرهای دوگان محدودیت واسنجی است، که نتایج مساله‌ی برنامه‌ریزی خطی را به فعالیت‌های موجود محدود می‌کنند. مقادیر دوگان جهت تصریح و برآورد تابع هدف غیرخطی به‌کارگیری می‌شود به‌طوری‌که فعالیت‌های مشاهده شده را بار دیگر به وسیله‌ی جواب بهینه‌ی مساله برنامه‌ریزی تعریف شده جدیدی که فاقد محدودیت‌های واسنجی است، بازسازی کند (پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹۴).

تابع‌تولید محصول‌کشاورزی‌منطقه‌ایی (SWAP)[2]

تعیین سطح تجمیع‌مکانی برای تعریف دامنه‌ی عمل مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و هم‌چنین تجزیه و تحلیل راه‌کارهای راهبردی کشاورزی دارای اهمیت است. در حل این مدل به‌جای مطالعه‌ی سیاست‌ها در یک دامنه‌ی گسترده، مجموعه‌ایی از خصوصیات منطقه‌ایی را با مجموعه‌ایی از اطلاعات جزیی‌تر در نظر گرفته و راه-کارهای مورد نظر را در سطح مناطق تعیین شده مورد بررسی قرار می‌دهد. ایجاد توابع تولید محصولات منطقه-ای و تأثیرات تجمیع مکانی در مدلPMP باعث ارتقای مدل برنامه‌ریزی‌ریاضی مثبت (PMP) می‌شود و این قابلیت را در مدل ایجاد می‌کند که با جمع‌آوری اطلاعات

[1] Positive Mathematical Programming
[2] State Wide Agricultural Production

جزیی از سطح مناطق، به‌پیش‌بینی تاثیر سیاست‌های کشاورزی مورد بررسی بپردازد (هاویت و همکاران،۲۰۱۲). مدلPMP این مطالعه، دارای سه مرحله‌ی زیر است:

مرحله‌ی ۱: حل فرم برنامه‌ریزی‌خطی و محاسبه‌ی قیمت سایه‌ایی

این مرحله، شامل حل یک فرم برنامه‌ریزی خطی برای ماکزیمم کردن سود ناخالص منطقه‌ایی کشاورزان، با در نظر گرفتن محدودیت‌های منابع و محدودیت‌های واسنجی است. در این مرحله پس از حل مدل برنامه‌ریزی خطی مقادیر قیمت‌سایه‌ایی برای محدودیت منابع و محدودیت واسنجی حاصل می‌شود (هاویت و همکاران، ۲۰۱۲). شکل ریاضی این مرحله از واسنجی مدل PMP را می‌توان به‌صورت زیر نشان‌داد:

$$Max\Pi = \sum_{i=1}^{4}(p_i Y_i - \sum_{j=1}^{4} a_{ij}c_{ji})x_i \qquad (۱)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{4} a_{ij}x_i \le b_j \quad \forall j = 1.2.\dots.4 \quad [\lambda_i^j] \qquad (۲)$$

$$x_i \le \tilde{x}_i + \varepsilon \quad \forall j = 1.2.\dots.4 \quad [\lambda_i^c] \qquad (۳)$$

$$x_i \ge 0 \qquad \forall j = 1.2.\dots.4 \qquad (۴)$$

رابطه‌ی (۱)، تابع هدف مدل برنامه‌ریزی خطی را نشان می‌دهد که ماکزیمم کردن سود منطقه‌ایی کشاورزان را بیان می‌کند. در این رابطه Π بیان‌گر سود کشاورزان، i بیان‌گر تولیدات عمده‌ی کشاورزی (گندم، ذرت، حبوبات و محصولات جالیزی) و jبیان‌گر عوامل تولید: آب، زمین، نیروی‌کار و سرمایه است.p_i قیمت بازاری محصول، Y_i عملکرد محصول i و c_{ji}هزینه‌ی نهاده j برای محصول i در واحد سطح (هکتار) و x_iسطح زیرکشت محصولi و a_{ij}بیان‌گر ضرایب لیونتیف است که نسبت استفاده‌ی هر عامل‌تولید به نهاده‌ی زمین را بیان می‌کند و از رابطه‌ی ($a_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij}}{\tilde{x}_{i.land}}$) به‌دست می‌آید. در واقع a_{ij} بیان‌گر ضرایب فنی عامل‌های تولید در منطقه‌ی مورد مطالعه است. رابطه‌ی (۲)، محدودیت منابع هر منطقه را نشان می‌دهد و برای نهاده‌های تولید تعریف می‌شود. در این رابطهb_i کل منابع آب، زمین، نیروی‌کار و سرمایه برای تولید محصولات عمده‌ی منطقه‌ی مورد مطالعه است. رابطه‌ی (۳) محدودیت واسنجی مدل را بیان می‌کند؛ که $\tilde{x}_i$ مقدار فعالیت i در سال‌پایه و ε عددی مثبت و کوچک است. این نکته قابل توجه است که هر محصول یک محدودیت واسنجی در مدل ایجاد می‌کند. اضافه‌کردن محدودیت‌های واسنجی به مدل باعث می‌شود که جواب بهینه برنامه‌ریزی‌خطی دقیقاً سطح فعالیت‌های مشاهده شده در سال پایه را به دست دهد. پس از حل مدل برنامه‌ریزی خطی برای محاسبه‌ی قیمت سایه‌ای محدودیت‌ها، مقدار دوگان تعریف می‌شوند: λ_i^j در رابطه‌ی (۲)، قیمت سایه‌ای محدودیت سیستمی و λ_i^c در رابطه‌ی (۳)، قیمت‌سایه‌ای محدودیت واسنجی است. رابطه‌ی (۴) هم بیان‌کننده محدودیت غیرمنفی بودن فعالیت‌ها است (مدلین-آزورا و همکاران، ۲۰۱۰؛ پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹۴).

مرحله‌دوم: تخمین تابع‌تولید CES و هزینه‌نمایی

در مرحله‌ی دوم، پارامترهای بازده‌ی ثابت نسبت به مقیاس تابع CES برای هر یک از مناطق و محصولات توسط روش هاویت (۲۰۱۲) برآورد می‌شود. تابع تولید CES، یک نرخ جانشینی‌ثابت بین نهاده‌های تولید و ضرایب لیونتیف و ضرایب تابع کاب‌داگلاس را ایجاد می‌کند (پرهیزکاری و همکاران، ۱۳۹۴). فرم تابعی CES به صورت زیر نشان‌داده می‌شود:

$$Y_i = \tau_i \left[\sum_j \beta_{ij} h_{ij}^{\rho i}\right]^{\upsilon/\rho_i} \qquad (۵)$$

در این رابطه، Y_i تولید محصولi و h_{ij} عامل j برای تولید محصول i است. τ_i پارامتر مقیاس است که به کمک رابطه‌ی (۱۱) محاسبه می‌شود. β_{ij} پارامتر تولید و نسبت استفاده از عوامل تولید را بیان می‌کند. در واقع، سهم نهاده j برای تولید محصول i را نشان‌می‌دهد. υ ضریب بازده ثابت نسبت به مقیاس است و تابع CES مستلزم آن‌است‌که این ضریب برابر با یک شود. ρ_i متغیری است که بر اساس کشش جانشینی نهاده‌ها (σ)بیان می‌شود و محاسبه‌ی آن با رابطه $\rho_i = {(\sigma - 1)}/{\sigma}$ صورت می‌گیرد (هاویت و همکاران

۲۰۱۲،). تابع CES با چهار نهاده‌ی زمین، آب، نیروی‌کار و سرمایه مطابق با رابطه‌ی زیر بیان می‌شود:

$$Y_i = \tau_j\left[\beta_{i1}h_{i1}^{\rho_i} + \beta_{i2}h_{i2}^{\rho_i} + \beta_{i3}h_{i3}^{\rho_i} + \beta_{i4}h_{i4}^{\rho_i}\right]^{\upsilon/\rho_i} \qquad (۶)$$

پس از تخمین تابع فوق و گرفتن مشتق اول از آن، پارامترهای β_{ij} به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$\sum_{j=1}^{4}\beta_j = 1 \qquad (۷)$$

$$\beta_1 = \frac{1}{1 + \frac{w_1^{(-1/\sigma)}}{c_1}\left(\sum_L \frac{c_L}{w_L^{(-1/\sigma)}}\right)} \qquad (۸)$$

$$\beta_L = \frac{1}{1 + \frac{w_1^{(-1/\sigma)}}{c_1}\left(\sum_L \frac{c_L}{w_L^{(-1/\sigma)}}\right)} \cdot \frac{C_L w_1^{-1/\sigma}}{C_1 w_L^{-1/\sigma}} \qquad (۹)$$

$$\beta_L = \frac{C_L w_1^{-1/\sigma}}{C_1 w_L^{-1/\sigma}} . \beta_1 \qquad (۱۰)$$

در روابط بیان شده، w_L میزان نهاده‌ی تولید Lام و C_L هزینه‌ی نهاده یا عامل‌تولید Lام می‌باشد. با استفاده از تابع تولید CES، می‌توان پارامتر مقیاس را برای هر منطقه و محصول محاسبه و در سطح پایه ارزیابی نمود. برای این منظور از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

$$\tau_i = \frac{\left(\frac{q_i}{x_i}\right).\tilde{x}_i}{\left[\sum_{j=1}^{4}\beta_j w_j^{\rho}\right]^{\upsilon/\rho_i}} \quad \forall j = 1.2.\ldots.4 \qquad (۱۱)$$

این مراحل تخمین برای تمام تولیدات و مناطق قابل محاسبه است. توانایی مدل واسنجی شده در مطالعه‌ی حاضر، این است که روند برآورد پارامترها برای تمام تولیدات زراعی و مناطق کشت انجام می‌شود (هاویت و همکاران ،۲۰۱۲؛ پرهیزکاری و همکاران ،۱۳۹۴).

مرحله‌ی دوم مدلPMP بعد از برآورد تابع تولید منطقه‌ایی، شامل برآورد تابع هزینه و محاسبه‌ی پارامترهای مربوط به آن است. که از تابع هزینه‌ی‌کل مربوط به نهاده‌ی زمین استفاده می‌شود و به فرم زیر بیان می‌شود:

$$TC_i(x_i) = \delta_i e^{\gamma_i x_i} \quad \forall j = 1.2.\ldots.4 \qquad (۱۲)$$

در این رابطه، TC_i بیان‌کننده هزینه‌ی کل زمین برای تولید i، δ_i پارامتر γ_i رهگیری و پارامتر گاما است که تابعی از کشش عرضه محصول i می باشد (η_i). این پارامترها با رگرس‌کردن قیمت‌های سایه‌ای واسنجی شده بر مقادیر مشاهده شده به دست می‌آیند (مدلین- آزورا و همکاران؛ ۲۰۱۰).

$$\gamma_i = \frac{p_i}{\eta_i x_i} \qquad \forall j = 1.2.\ldots.4 \qquad (۱۳)$$

$$\delta_i = \frac{AC_{ij} + \lambda_i^{land}}{\gamma_i e^{\gamma_i x_i}} \quad \forall j = 1.2.\ldots.4 \qquad (۱۴)$$

در روابط فوق، AC_{ij} هزینه‌ی متوسط نهاده‌ی j برای تولید i و λ_i^{land} قیمت سایه‌ایی مربوط به نهاده‌ی زمین است.

مرحله‌ی‌سوم: مدل PMP نهایی واسنجی‌شده

برای مدل مورد استفاده در این مطالعه با استفاده از تابع هزینه‌نمایی واسنجی شده و محدودیت منابع زمین، آب، سرمایه و نیروی کار، مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به - صورت روابط زیر ساخته می‌شود:

$$Max\Pi = \sum_{i=1}^{4}\varphi_i p_i Y_i - \sum_{i=1}^{4}\delta_i e^{\gamma_i x_i} - \sum_{i=1}^{4}\sum_{j\neq land}^{4}(c_{ij}x_{ij}) \qquad (۱۵)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{4} x_i \le A \qquad (۱۶)$$

$$\sum_{i=1}^{4} w_i x_i \le W \qquad (۱۷)$$

$$\sum_{i=1}^{4} k_i . x_i \le TK \qquad (۱۸)$$

$$\sum_{i=1}^{4} La_i . x_i \le TL_a \qquad (۱۹)$$

رابطه‌ی (۱۵)، تابع هدف مدل برنامه‌ریزی را نشان می‌دهد. این تابع شامل توابع تولید منطقه‌ای، هزینه‌نمایی نهاده‌ی زمین و هزینه‌ی‌خطی برای نهاده‌های دیگر است. که در آن Y_i بیان‌گر تابع تولید محصول i است و در رابطه- ی (۶) آورده شده است. رابطه‌ی (۱۶)، بیان‌گر محدودیت مساحت کاشت محصولات زراعی است، که در آن A کل سطح زیرکشت منطقه‌ایی است. رابطه‌ی (۱۷) محدودیت مربوط به نهاده‌ی‌آب است که در آن w_i نیازآبی محصول i و W کل‌آب مصرفی منطقه تحت بررسی است. رابطه‌ی (۱۸)، بیان‌گر محدودیت سرمایه‌ی کاربردی است که

k_iضریب‌فنی هزینه‌ی واحد سطح برای محصول i و کل-سرمایه‌ی کاربردی در منطقه‌ی مورد مطالعه است. منظور از سرمایه ، مجموع نهاده‌های کود، بذر و سموم شیمیایی است که مقدار آن به کیلوگرم در هکتار و ارزش آن به-ریال در هکتار منظور می‌شود.

در رابطه‌ی (۱۹)، TK محدودیت نیروی کار است و La_iنیروی‌کار مورد نیاز برای تولید محصول i و TLa کل نیروی کار دردسترس در منطقه است. رابطه‌ی(۲۰) بیان-گر غیرمنفی بودن مقادیر x_i است. این محدودیت بیان‌گر آن‌است که روش مورد استفاده به لحاظ فیزیکی، امکان-پذیر است. برای گام بعد از واسنجی مدلPMP ارایه شده در بالا، ابتدا برای تعیین ارزش اقتصادی آب آبیاری و مقایسه‌ی آن با نرخ آب‌بهای فعلی، از قیمت سایه‌ایی یا مقادیر دوگان به دست آمده از مرحله اول مدلPMP برای نهاده‌ی آب استفاده شد. سپس، واکنش کشاورزان به سیاست کاهش آب‌آبیاری در دسترس تحت سناریوهای ۱۰، ۲۰ ، ۳۰ و۴۰ درصد مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

جامعه‌ی آماری و جمع آوری‌داده‌ها

جامعه‌ی آماری مطالعه‌ی حاضر شامل کلیه‌ی کشاورزان مزارع زیر سد مارون بهبهان است که در اراضی مناطق مورد مطالعه شامل جایزان، حوضه‌ی سد انحرافی-شهدا و حوضه‌ی مارون به کشت محصولات منتخب زراعی گندم، ذرت، حبوبات و محصولات جالیزی می-پردازند. داده‌ها و اطلاعات این مطالعه برای سال زراعی۹۷-۱۳۹۶ و از نوع اطلاعات اسنادی و ثبت شده در دستگاه‌های دولتی مربوطه است که با مراجعه مستقیم به شرکت سهامی سازمان آب و برق خوزستان، شرکت - آبیاری و زهکشی مارون‌بهبهان و جهاد کشاورزی شهرستان بهبهان جمع‌آوری شد. جدول۱، اطلاعات آماری مربوط به محصولات منتخب زراعی را در سطح شهرستان بهبهان طی سال پایه ۹۷-۱۳۹۶ نشان می-دهد.

جدول ۱ – اطلاعات کلی مربوط به‌محصولات منتخب زراعی شهرستان بهبهان طی سال ۹۷-۱۳۹۶

محصولات منتخب	سطح زیرکشت (ha)	عملکرد (kg/ha)	نیاز آبی (m^3/ha)	سرمایه (میلیون ریال)	نیروی‌کار (نفرروز/ha)	کشش قیمتی عرضه
گندم	۱۰۱۱۸	۴۲۰۰	۴۳۱۸	۲۵۰	۲۵	۰،۶۳
ذرت	۵۲۱۵	۵۳۵۳	۳۹۸۱	۴۱۵	۲۲	۰،۴۹
حبوبات	۱۲۵۴	۱۱۸۲۷	۵۵۸۰	۴۸۰	۳۰	۰،۴۶
محصولات جالیزی	۵۶۳۲	۱۴۶۸۳	۴۱۱۹	۳۸۰	۴۲	۰،۶۹

مأخذ: سازمان جهادکشاورزی بهبهان، ۱۳۹۶

نتایج و بحث

در مطالعه‌ی حاضر پس از واسنجی مدلPMP، قیمت سایه‌ایی یا ارزش دوگان نهاده‌ی آب که ارزش-اقتصادی این نهاده را بیان می‌کند، در زمین‌های زراعی منطقه محاسبه شد. برای حل مدلهای ارایه شده از نرم افزار GAMS نسخه ۲۴/۳ استفاده شد. جدول ۲، میزان آب‌بهای پرداختی کشاورزان در مقایسه با ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب‌آبیاری طی سال‌پایه در منطقه‌ی مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

با توجه به این جدول، نتیجه می‌شود که ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب‌آبیاری در سطح کشت، معادل با ۲۲۹۲ ریال برآورد شده است، در حالی که آب‌بهای پرداختی کشاورزان برای هر مترمکعب آب‌آبیاری حدود ۱۱۰۰ریال است. که حاکی از آن است‌که حدود نیمی از ارزش اقتصادی آب برای آبیاری مزارع در قالب هزینه‌های استحصال و انتقال پرداخت می‌شود. پس از تخمین ارزش‌اقتصادی آب‌آبیاری، نتایجی که از اعمال سناریوهای کاربردی ۱۰، ۲۰، ۳۰ و۴۰ درصد کاهش منابع‌آب برای مصرف‌کنندگان آب منطقه، حاصل می‌شود، در جدول۳ آمده است. با توجه به این نتایج، به‌نظر می‌رسد که اعمال

سناریوهای ۱۰ تا ۴۰ درصد کاهش منابع آب مصرفی، سطح زیرکشت گندم و ذرت نسبت به سال پایه یعنی قبل از اعمال سیاست کاهش‌آب، کم می‌شود. در حالی - که سطح زیرکشت حبوبات نسبت به سال پایه، افزایش داشته است.

کشت محصولات جالیزی با اعمال سناریوهای فوق تغییرات جزیی نشان می‌دهد. سطح کشت جالیز با اعمال سناریوهای منابع آب با تغییرات‌جزیی همراه است. افزون بر این، ارزش‌اقتصادی هر مترمکعب آب‌آبیاری با کاهش ۱۰ تا۴۰ درصدی کل‌آب افزایش می‌یابد و از ۱۱۰۰ به ۲۰۲۴ ریال می‌رسد، که به ارزش اقتصادی ۲۲۹۲ ریال نزدیک‌تر است. به‌طور کلی، از جدول۳ می‌توان نتیجه گرفت که با کاهش منابع آب، کشاورزان به سمت تخصیص آب موجود برای کشت محصولات با صرفه‌تر اقتصادی مانند حبوبات علاقمند می‌شوند. پس الگوی - کشت منطقه با سناریوهای کاهش آب، به سمت محصولاتی که سود اقتصادی بالاتری دارند، سوق داده می‌شود. با افزایش کشت حبوبات و جالیز محدودیت آب برای کشاورزان مشخص‌تر و تاثیرگذارتر می‌شود و عامل افزایش ارزش اقتصادی برای هر مترمکعب آب در مقایسه با سال پایه است. جدول۴، میزان و درصد تغییرات سود ناخالص کشاورزان را برای سناریوهای۱۰، ۲۰، ۳۰ و۴۰ درصد کاهش منابع آب نشان می‌دهد.

با توجه به‌نتایج جدول۴، ملاحظه می‌شود که با کاهش منابع آب قابل دسترس در سناریوهای۱۰،۲۰،۳۰ و۴۰ درصد، سود ناخالص حاصل از هر هکتار حبوبات نسبت به سال پایه معادل ۴۳/۸۹، ۴۰/۶۸، ۳۴/۰۹ و۲۷/۲۹ درصد کاهش می‌یابد ، در حالی که سود ناخالص هر هکتار گندم از ۲/۸۹ به ۳/۲۱ درصد، هر هکتار ذرت از ۲/۸۶ به ۳/۷۹ درصد و هر هکتار جالیز از ۲/۲۹ به ۲/۱۳ درصد افزایش‌می‌یابد.

ملاحظه می‌شود که اختلاف قابل توجهی بین ارزش واقعی آب‌آبیاری و آب‌بهای پرداختی وجود دارد که نتیجه‌ی آن مصرف بی‌رویه و غیراقتصادی آب در سطح اراضی است. این نتایج در تحقیقات مدلین-آزورا و همکاران (۲۰۱۰)، هاویت و همکاران (۲۰۱۲) نیز حاصل‌شده است. در این تحقیقات کاهش آب مصرفی با محدودکردن آب‌آبیاری و پدیده‌ی خشکسالی در سناریوهای مورد بررسی، باعث کاهش رفاه کشاورزان و افزایش ارزش‌اقتصادی آب می‌شود.

نتایج این پژوهش که حاصل مقادیر دوگان یا قیمت‌سایه‌ایی نهاده‌ی‌آب بود، نشان‌داد که تفاوت زیادی بین ارزش‌اقتصادی هر مترمکعب آب آبیاری و نرخ آب-بهای پرداختی کشاورزان وجود دارد و فقط حدود ۴۸ درصد از ارزش‌اقتصادی آب را در قالب هزینه‌های تولید و انتقال پرداخت می‌کنند. نتایج به‌دست آمده از اجرای سناریوی‌های کاهش منابع آب، نشان داد که با اجرای سیاست کاهش منابع‌آب، کشاورزان به تخصیص آب برای تولیدات زراعی با صرفه‌ی اقتصادی بیش‌تر تمایل پیدا می‌کنند و از کاشت محصولات با سوددهی کم‌تر می-کاهند. تغییرات سود ناشی از سیاست‌های کم‌آبیاری در شکل شماره ۳ نمایش داده شده است. این نمودار نشان می‌دهد که با افزایش درصد کاهش آب در دسترس، در میزان سود ناخالص فعالیت‌های کشاورزی، کاهش قابل ملاحظه‌ایی حاصل می‌شود.

در انتها، با ارزیابی سناریوهای مختلف کاهش منابع-آب پیشنهادهای سیاستی زیر مطرح شد:

۱- پیشنهاد می‌شود که نرخ آب‌بها در این منطقه مطابق با روند تغییرات ارزش اقتصادی آب آبیاری و ملاحظات درآمدی کشاورزان تعیین و برقرار شود و به قیمت ۲۲۹۲ ریال برای هر مترمکعب نزدیک شود.

۲- اجرای سیاست کاهش منابع آب، کشاورزان را به مصرف بهینه منابع آب تشویق می‌کند. مطالعه‌ی میزان آب مورد نیاز هر محصول و نیاز بازار به تولید هر محصول و مطالعه و بررسی ملاحظات مربوط به تعادل - عرضه و تقاضای بازار و آموزش‌های لازم به کشت محصولات با بازدهی بالا، می‌تواند به ذخیره آب و کاهش اتلاف آن کمک نماید.

۳- نتایج نشان داد که اعمال سیاست کاهش منابع آب تاثیری پایدار برحفظ منابع آب در منطقه دارد. لذا، برای تحقق این هدف و همچنین، برای تخصیص آب صرفه‌جویی‌شده پس از اعمال این سیاست به تولید محصولات زراعی مازاد، پیشنهاد می‌شود، مسولان بخش-کشاورزی و مدیریت منابع‌آب، راه‌کارهای مناسبی برای تجهیز مزارع به شیوه‌های‌نوین آبیاری و به کارگیری تجهیزاتی مناسب در تنظیم آب ورودی به مزارع به‌کار گیرند.

۴- برابری قیمت آب با ارزش واقعی آن عاملی در جهت تامین اعتبارات عرضه، نگهداری و بهسازی تاسیسات آب‌رسانی است. با واقعی‌کردن قیمت این نهاده‌ی کمیاب و تشویق بخش خصوصی در سرمایه-گذاری در بخش آب‌رسانی، به بهبود زیرساخت‌های لازم برای ایجاد آبرسانی مدرن در منطقه قدمی موثری برداشته می‌شود. آبیاری مدرن از اتلاف آب کاسته و در تخصیص آب صرفه جویی شده به محصولات با بازدهی بیشتر کمک می کند.

۵- آموزش کشاورزان به‌آگاهی آنان برای تغییر الگوی کشت برای کاشت محصولات با بازدهی بیشتر و صرفه‌جویی در آب با توجه به ارزش واقعی آب‌آبیاری افزایش رفاه آنان را به دنبال خواهد داشت. برنامه‌های آموزش کشاورزان برای استفاده از الگوهای بهینه کشت در دستور کار مسولین قرار گیرد.

۶ - قیمت‌گذاری آب باید به‌صورت پلکانی و با توجه به ملاحظات اجتماعی و اقتصادی و معیارهای زیست محیطی صورت‌گیرد. تا از کاهش قابل ملاحظه درآمد کشاورزان از یک‌سو و ضایع شدن منابع زیست-محیطی وابسته به منابع آب از سوی جلوگیری گردد.

جدول شماره ۲- مقایسه‌ی آب‌بهای پرداختی کشاورزان شهرستان بهبهان و ارزش‌اقتصادی هر مترمکعب آب‌آبیاری در سال پایه(برحسب ریال در مترمکعب)

منطقه‌ی مورد مطالعه	آب‌بهای پرداختی کشاورزان	ارزش‌اقتصادی آب(قیمت سایه‌ای)	درصد پرداختی ارزش‌اقتصادی آب
مزارع سد مارون بهبهان	۱۱۰۰	۲۲۹۲	٪۴۸

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳ - تغییرات سطح زیرکشت محصولات تولیدی منتخب و ارزش‌اقتصادی آب‌آبیاری در اثر کاهش منابع آب

محصولات منتخب	الگوی سال‌پایه*	میزان تغییرات	سناریوهای مختلف کاهش منابع‌آب در دسترس			
			٪۱۰	٪۲۰	٪۳۰	٪۴۰
گندم	۱۰۱۱۸	مقدار	۹۹۰۷	۹۸۲۹	۹۸۰۹	۹۸۵۶
		درصد	-۲.۵۹	-۲,۸۷	-۳,۰۶	- ۳,۴۰
ذرت	۵۲۱۵	مقدار	۵۲۰۸	۵۲۳۵	۵۲۰۳	۵۲۰۰
		درصد	-۰/۱۲	-۰/۱۶	-۰/۲۱	-۰/۲۶
حبوبات	۱۲۵۴	مقدار	۱۴۸۶	۱۴۸۰	۱۴۵۷	۱۴۵۰
		درصد	۱۷/۵۹	۱۷/۰۰	۱۶/۹۰	۱۶/۰۲
محصولات جالیزی	۵۶۳۲	مقدار	۵۶۸۸	۵۶۸۵	۵۶۸۴	۵۶۸۲
		درصد	۱/۰۳	۰/۹۹	۰/۹۶	۰/۹۲
ارزش‌اقتصادی آب**	۱۱۰۰	مقدار	۱۴۴۲	۱۵۵۶	۱۸۳۸	۲۰۲۴
		درصد	۰/۳۲	۰/۴۶	۰/۶۸	۰/۸۴

* برحسب هکتار ؛ ** برحسب ریال برای هر متر مکعب

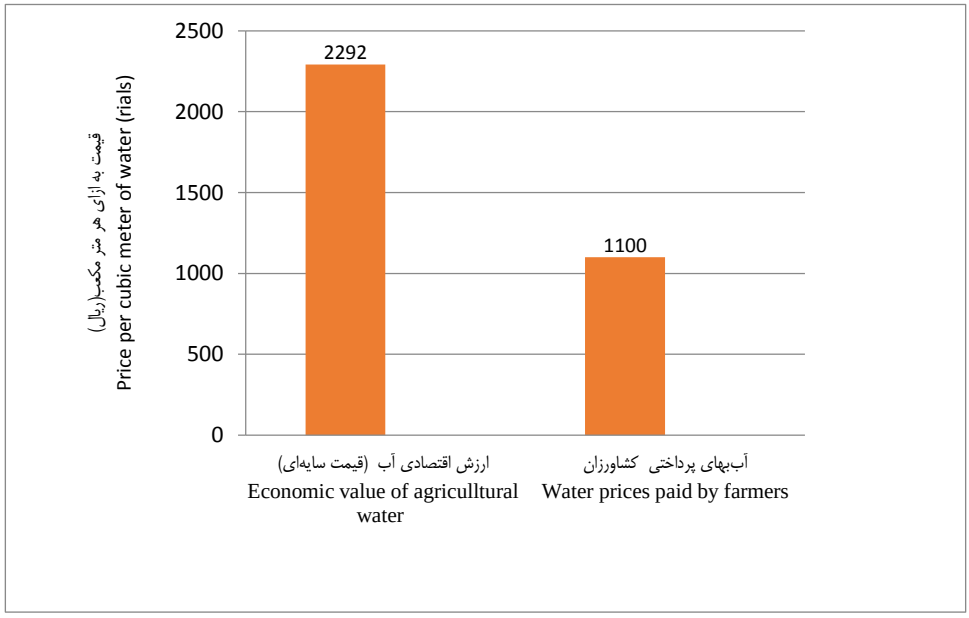
ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۴ – تغییرات سود ناخالص کشاورزان به‌دلیل تغییرات منابع آب در دسترس در سناریوهای مختلف (بر حسب میلیون ریال)

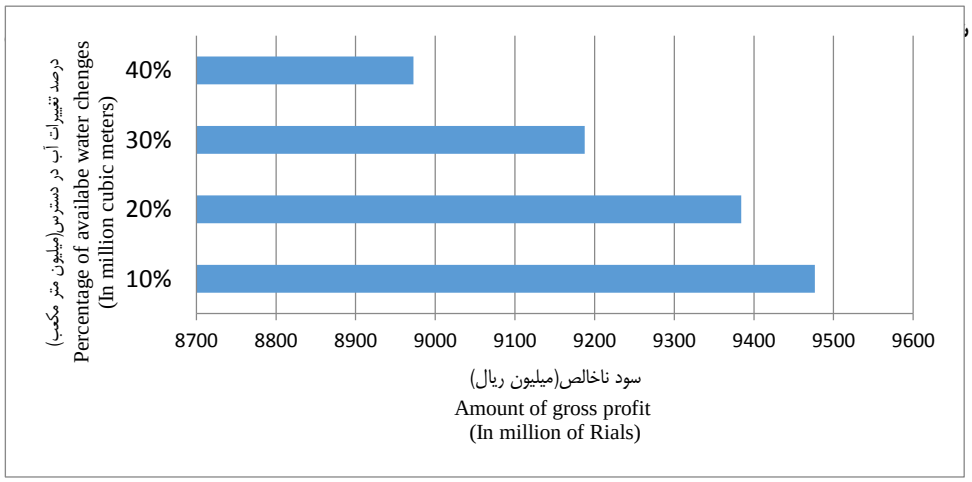
نام محصول	سودناخالص سال پایه	تغییرات	کاهش آب با سناریوهای مختلف			
			٪۱۰	٪۲۰	٪۳۰	٪۴۰
گندم	۱۷۶,۴	مقدار	۱۸۱/۶	۱۸۱/۷	۱۸۱/۰	۱۸۲/۳
		درصد	۲/۸۸	۲/۹۴	۳/۰۷	۳/۲۱
ذرت	۱۷۵,۳	مقدار	۱۸۰/۴	۱۸۰/۷	۱۸۱/۳	۱۸۱/۹
		درصد	۲/۸۶	۳/۰۱	۳/۳۵	۳/۶۹

حبوبات	۶۰۸,۴	مقدار	۳۴۱/۹	۳۶۱/۵	۴۰۵/۲	۴۴۲/۸
		درصد	-۴۳/۹۱	-۴۰/۰۸	-۳۴/۱۱	-۲۷/۳۲
محصولات جالیزی	۹۸۴,۵	مقدار	۱۰۰۱/۵	۱۰۰۱/۷	۱۰۰۲/۱	۱۰۰۲/۵
		درصد	۱/۷۰	۱/۷۲	۱/۷۷	۱/۸۳
سود ناخالص الگو	۸۹۳۴,۹	مقدار	۹۴۷۱/۵	۹۶۸۴/۲	۹۱۸۶/۷	۸۹۷۲/۷
		درصد	۶/۰۷	۵/۰۴	۲/۸۴	/۴۳

ماخذ: یافته‌های تحقیق



شکل ۱ –مقایسه‌ای ارزش‌اقتصادی آب و آب‌بهای پرداختی کشاورزان در سال پایه



(بر حسب میلیون‌ریال)

منابع

۱) احسانی، م.، دشتی، ق.، حیاتی، ب. و قهرمان‌زاده، م. (۱۳۸۹). برآورد ارزش اقتصادی آب شبکه‌آبیاری دشت قزوین: کاربرد رهیافت دوگان. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۵(۲): ۱۲۷-۲۴۵.

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

۳) اسدی، ه.، سلطانی، غ. و ترکمانی، ج. (۱۳۸۶). قیمت‌گذاری آب‌کشاورزی در ایران (مطالعه‌ی موردی: اراضی زیر سد طالقان). اقتصاد کشاورزی و توسعه، (۱۵):۶۱-۹۰.

۴) اداره جهاد کشاورزی بهبهان. (۱۳۹۶). واحد مشترکین آب‌های سطحی و زیرزمینی. گزارش عملکرد سالانه مشترکین در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶. ۱۸۰ صفحه.

۵) باریکانی، ا. و خلیلیان، ص. (۱۳۹۰). مدیریت پویای سفره آب زیرزمینی در بخش کشاورزی (مطالعه موردی: دشت قزوین). چهارمین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، تهران.

۶) پرهیزکاری، ا. (۱۳۹۲). تعیین ارزش‌اقتصادی آب-آبیاری و پاسخ کشاورزان به سیاست‌های قیمتی و غیرقیمتی در استان قزوین. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زابل، دانشکده کشاورزی.

۷) پرهیزکاری، ا. و صبوحی، م. (۱۳۹۲). تحلیل اثرات اقتصادی و رفاهی تشکیل بازار آب‌آبیاری در استان قزوین. مجله اقتصاد و توسعه‌ی کشاورزی، ۲۷(۴): ۳۵۰-۳۳۸.

۸) پرهیزکاری، ا.، صبوحی، م. و ضیائی، س. (۱۳۹۲). شبیه سازی بازار آب و تحلیل اثرات سیاست اشتراک گذاری آب آبیاری بر الگوی کشت تحت شرایط کم آبی. مجله اقتصاد و توسعه - کشاورزی، ۲۷(۳): ۲۴۲-۲۵۲.

۹) اقتصادی مناسب برای حفاظت از منابع آب زیرزمینی دشت قزوین. مجله راهبردهای توسعه روستایی، ۲(۴): ۴۹۶-۴۷۷.

۱۰) خلیلیان، ص. و زارع مهرجوردی، م. (۱۳۸۴). ارزش-گذاری آب های زیرزمینی در بهره برداری های کشاورزی (مطالعه موردی: گندم کاران شهرستان کرمان). فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه ، (۵۱): ۱-۲۲.

۱۱) سالار عشایری، م. و خالدیان، م (۱۳۹۷). تعیین ارزش اقتصادی آب آبیاری با روش تابع تولید در اراضی شالی کاری گروه بندی شده با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای در شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود. تحقیقات غلات (۸)۳: ۲۸۹-۲۷۷

۱۲) سلطانی، غ. و زیبایی، م. (۱۳۷۵). نرخگذاری آب-کشاورزی. فصلنامه آب و توسعه، وزارت نیرو ،۱(۴): ۵-۲۴

۱۳) شرکت بهره برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی مارون بهبهان. (۱۳۹۷). امور مشترکین زراعی جایزان، سد انحرافیشهدا و حوضه ی مارون بهبهان. گزارش بهره-وری.

۱۴) شرکت سهامی سازمان آب و برق خوزستان.(۱۳۹۶) بخش مدیریت پایه منابع آب، مطالعات پایه منابع آب، آمار و اطلاعات منابع آب سطحی و زیرزمینی، ۱۲۶ صفحه.

۱۵) شرزهای، غ. و امیر تیموری، س. (۱۳۹۰). تعیین ارزش اقتصادی آبهای زیرزمینی(مطالعه موردی: شهرستان راور استان کرمان). تحقیقات اقتصادی، ۹۸: ۱۱۳-۱۲۸.

۱۶) صبوحی، م. (۱۳۸۵). بهینه سازی الگوهای کشت با توجه به مزیت نسبی حوضه آبریز در تولید محصولات زراعی (مطالعه موردی: استان خراسان). پایان نامه

۱۷) کرامت زاده، ع.، چیذری، ا. و شرزه‌ای، غ. (۱۳۹۰). نقش بازار آب در تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با رهیافت برنامه ریزی ریاضی اثباتی (اراضی پایین دست سد شیرین دره بجنورد). مجله تحقیقات و توسعه کشاورزی ایران ،۲-۴۲(۱): ۲۹-۴۴.

۱۸) محمدی، م. (۱۳۸۹). تعیین ارزش اقتصادی آب در زراعت چغندرقند در شهرستان مرودشت. مجله چغندرقند، ۲۶(۱): ۹۳-۱۰۳.

19) Chakravorty, U. and Zilberman, D. (2000). Introduction to the special issue on: management of water resources for agriculture. Agricultural Economics, (24): 3-7.

20) Doppler, W., Salman, AZ., Al-Karablieh, E.K. and Wolf, H.P. (2002). The impact of water price strategies on the allocation of irrigation water: the case of the Jordan Valley. Agricultural Water Management, (55): 171-182.

21) He, L., Tyner, W.E., Doukkali, R. and Siam, G. (2006). Policy options to improve water allocation efficiency: analysis on Egypt and Morocco. Water International, (31): 320-337.

22) Howitt, R.E. (2005). PMP based production models- development and integration. the future of rural Europe in the global agri-food system, No: 21-23.

23) Howitt, R.E., Medellin-Azuara, J. and MacEwan, D. (2009). Estimating the economic impacts of agricultural yield related changes for California. Final Paper, a Paper from California Climate Change Center, (29): 113-129.

24) Howitt, R. E., Medellin-Azuara, J., MacEwan, D. and Lund, R. (2012). Calibrating

disaggregate economic models of agricultural production and water management. Science of the Environmental Modelling and Software, 38: 244-258.
25) Medellan-Azuara, J., Harou, J.J. and Howitt, R.E. (2010). Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation, Science of the Total Environment, (408): 5639–5648.
26) Medellan-Azuara, J., Harou, J.J. and. Howitt, R.E. (2011). Predicting farmer responses to water pricing, rationing and subsidies assuming profit maximizing investment in irrigation technology. Science of the Agricultural Water Management, (108): 73-.28
27) Molle, F., Venot, J.P. and Youssef Hassan, A. (2008). Irrigation in the Jordan Valley: are water pricing policies overly optimistic? No: 83-.511
28) 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. International Journal of Water Resources Development, (23): 679- .096
29) Salman, A. and Al-Karablieh, E. (2004). Measuring the willingness of farmers to pay for groundwater in the highland areas of Jordan, Agricultural Water Management, 68(1):61– .67