نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۲۴۵-۲۳۷

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 25, No. 2, Summer 2011, P. 237-245

# برآورد ارزش اقتصادی آب شبکه آبیاری دشت قزوین: کاربرد رهیافت دوگان

مهدی احسانی[۱]- قادر دشتی[۲*]- باب‌اله حیاتی[۳]- محمد قهرمان‌زاده[۴]

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۱۰
تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۲۹

## چکیده

مواردی نظیر کم آبی مفرط، عدم تناسب زمانی و مکانی بارش‌ها، بهره‌وری پایین نهاده آب در بخش کشاورزی به همراه افزایش روزافزون تقاضا برای محصولات کشاورزی و همین طور خشکسالی‌های مکرر باعث شده که آب به یک نهاده مهم و کمیاب در فرآیند تولید فرآورده‌های کشاورزی تبدیل شود. بنابراین مدیریت صحیح تقاضا و تلاش برای صرفه‌جویی در مصرف آب می‌تواند ضمن توسعه کشت‌های آبی، عوارض زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه آن را کاهش دهد. یکی از روش‌های اعمال مدیریت تقاضای آب تعیین ارزش اقتصادی آن می‌باشد که موجبات تقویت نقش اقتصادی آب در توسعه را فراهم می‌سازد. در این راستا، هدف این مطالعه، تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی از دید تقاضاکنندگان با استفاده از رهیافت تابع تولید و تابع هزینه دوگان در اراضی تحت پوشش شبکه آبیاری دشت قزوین در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ برای محصول گندم می‌باشد. بر اساس نتایج، ارزش اقتصادی نهاده آب از رهیافت های تابع تولید و تابع هزینه به ترتیب ۵۸۶ و ۶۰۹ ریال به ازای هر مترمکعب آب برآورد گردید.

**طبقه بندی JEL :** C61 ,Q25, R32

**واژه های کلیدی:** آب، ارزش اقتصادی، تابع تولید، تابع هزینه، دشت قزوین، گندم

## مقدمه

مسئله اصلی در مدیریت اقتصادی منابع آبی در هرکشور و منطقه‌ای ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب می‌باشد که در برقراری این تعادل قیمت یا ارزش اقتصادی آب مانند قیمت هر کالا و نهاده دیگر نقش تعیین کننده‌ای بر عهده دارد و اگر این قیمت به درستی تعیین گردد، انتظار می‌رود که بسیاری از مسایل موجود در مدیریت منابع آب برطرف گردد. یکی دیگر از مسایل موجود در مدیریت منابع آب، تخصیص بهینه آن بین بخش‌ها و مصارف مختلف است. این مسئله با افزایش جمعیت و تقاضا برای آب از یک سو و کاهش عرضه آب شیرین از سوی دیگر روزبه‌روز حادتر می‌شود. لذا می‌توان میزان مصرف آن را مانند کالاها و نهاده‌های دیگر به عهده بازار گذاشت. از لحاظ تاریخی، بهره‌برداری از منابع آب در کشور به گونه‌ای شکل گرفته است که باعث شده بازار مناسبی برای این نهاده توسعه پیدا نکند تا بتواند قیمت اقتصادی آب را معین و مبنای معامله قرار دهد. به همین دلیل در عمل تخصیص آب بین بهره‌برداران در اکثر نقاط کشور تحت مدیریت دولت و غالباً بر اساس ضوابط سیاسی- اجتماعی بجای معیارهای اقتصادی صورت می-گیرد (۱۰). لیکن این نوع مدیریت منابع آب موجب تخصیص غیر بهینه آن در سطح کشور شده است که برای رهایی از این مشکل، تغییر در نحوه مدیریت منابع آب، از مدیریت بر مبنای عرضه به مدیریت بر مبنای تقاضا، با ملاک قرار دادن ارزش اقتصادی آن لازم به نظر می‌رسد. در این راستا اصلاح نظام قیمت‌گذاری آب به عنوان یکی از کارآمدترین ابزارهای مدیریت تقاضا می تواند به تخصیص مطلوب‌تر آن بین فعالیت‌های مختلف و افزایش بهره‌وری این نهاده کمک نماید.

بنابر اهمیت نهاده آب و قیمت آن در بخش کشاورزی، مطالعات متعددی پیرامون این موضوع صورت گرفته است. ازجمله: محمدی نژاد (۱۳)، با استفاده از برآورد تابع تولید در دشت مرکزی ساوه متوسط ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب کشاورزی در سر مزرعه در تولید گندم، پنبه، جالیز و انار را به ترتیب ۲۱۵، ۳۴۲، ۳۸۶، ۲۶۵ ریال برآورد کرده است. این مقادیر به مراتب بسیار بیشتر از مبلغ دریافتی از کشاورزان می‌باشد. نصیری (۱۵)، نتیجه گرفت که قیمت هر مترمکعب آب در اراضی تحت پوشش سد طالقان نتوانسته است حتی

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار، دانشیار و استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email:Dashti-g @Tabrizu.ac.ir)

هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری را پوشش دهد. شرزه‌ای و همکاران (۱۱)، در مطالعه‌ای به منظور بررسی ساختار تولید و هزینه محصول برنج در استان گیلان، تابع هزینه کوتاه مدت این محصول را با فرض ثابت بودن نهاده زمین برآورد کردند. امینیان (۱)، قیمت واقعی آب از دیدگاه تقاضاکننده با استفاده از رهیافت تابع تولید برای دو محصول گندم و پسته را معادل ۴۰۳/۲ و ۱۴۲۶ ریال به ازای هر مترمکعب در منابع آب زیرزمینی (چاه) شهرستان دامغان برآورد کرد. سیگراوز و ایستر (۲۷)، در مورد قیمت‌گذاری آب آبیاری در کشورهای در حال توسعه بیان کردند که قوانین آب در بیشتر این کشورها بر نقش قیمت آب و دریافت آن از بهره‌برداران جهت جبران هزینه های بهره‌برداری و نگهداری و احتمالاً قسمتی از هزینه های سرمایه‌ای پروژه استوار است. آنها نشان دادند که کشاورزان فقط ۲۹ درصد از هزینه های کل استحصال آب را می‌پردازند و هدف‌های مهم نظام قیمت–گذاری آب، برابری در توزیع آب و ایجاد کارایی در آبیاری است. رنزتی و داپونت (۲۶)، با استفاده از تابع هزینه ترانسلوگ مقید ارزش آب در صنایع کانادا را برآورد کردند. مولی و همکاران (۲۵)، در تحقیقی با هدف افزایش بازده آبیاری از طریق مدیریت تقاضای آب با اجرای روش های مختلف سیاست قیمت‌گذاری به این نتیجه رسیدند که روش‌های مختلف قیمت‌گذاری موجب تشویق کشاورزان به انتخاب و کشت محصولاتی با سازگاری بیشتر با کم آبی می شود ولی سیاست قیمت‌گذاری به تنهایی ابزار معتبری برای اصلاح بازدهٔ آبیاری نمی‌باشد.

شبکه آبیاری دشت قزوین به طول ۱۰۴۷ کیلومتر دارای ۵۱۹ شاخه کانال شامل کانال های اصلی (درجه یک) با دبی ۳۰ – ۳ مترمکعب در ثانیه، کانال های درجه دو با ظرفیت ۷/۴–۰/۶ مترمکعب در ثانیه، کانال های درجه سه با ظرفیت ۱۵۰۰–۳۴۰ لیتر در ثانیه و کانال های درجه چهار با ظرفیت ۳۴۰–۱۷۰ لیتر در ثانیه می‌باشد. بر اساس سرشماری عمومی کشاورزی سال ۱۳۸۲ اراضی کشاورزی محدوده شبکه آبیاری قزوین (به استثنای کشت و صنعت‌ها) ۷۵۲۵۸ هکتار است که ۹۱/۷ درصد آن اراضی زراعی با ۸۲۳۶ بهره‌بردار و ۸/۳ درصد باغات و قلمستان با ۷۲۸۸ بهره‌بردار می‌باشد (۲). در سال زراعی ۸۶–۱۳۸۵ در حدود ۲۴/۶ درصد اراضی زراعی به گندم اختصاص داشته که نشان دهنده اهمیت آن در منطقه می‌باشد (۵). در همین سال، حدود ۹۱/۲ درصد از آب استحصال شده استان در بخش کشاورزی و ۸/۸ درصد مابقی در بخش های صنعت و شهری مصرف گردیده است که نشان دهنده اهمیت این نهاده در تولیدات کشاورزی استان می‌باشد (۴). میانگین بارش استان برابر ۲۳۴/۱ میلی‌متر بوده که حدود ۸ درصد کمتر از متوسط بارندگی در کشور است (۳). اندک بودن میزان نزولات جوی در منطقه مورد مطالعه نیز حاکی از اهمیت زیاد تحقیق در زمینهٔ ارزش اقتصادی این عامل کمیاب می‌باشد. در این راستا، این مطالعه با هدف برآورد ارزش اقتصادی آب شبکه آبیاری دشت قزوین از دید تولیدکنندگان گندم با دو رهیافت تابع تولید و تابع هزینه دوگان در سال زراعی ۸۷–۱۳۸۶ انجام شد.

## مواد و روش ها

درصورتی که بازار مناسبی برای آب وجود داشته باشد، قیمت شکل گرفته در بازار مبنای داد و ستد این نهاده قرار می‌گیرد. اما از آنجایی که چنین بازاری در ایران توسعه نیافته است، لذا می توان به روش‌های مختلفی ارزش واقعی آن را بدست آورد. ارزش اقتصادی آب از دید مصرف کننده (تقاضا) و تولید کننده (عرضه) قابل بررسی است. روش های تعیین ارزش اقتصادی آب از دید مصرف کننده به دو دسته کلی غیرپارامتری و پارامتری تقسیم می‌گردند. روش های غیرپارامتری شامل روش های بودجه بندی ، گاردنر ، برنامه‌ریزی خطی و باقیمانده می‌باشد. در روش های پارامتری با استفاده از تکنیک‌های اقتصادسنجی یک تابع تولید، سود و یا هزینه دوگان برآورد شده سپس با استفاده از پارامترهای بدست آمده ارزش اقتصادی آب تعیین می‌گردد (۷). در مطالعه حاضر نیز ارزش اقتصادی آب برای محصول گندم از طریق تخمین تابع تولید و تابع هزینه دوگان محاسبه می‌شود.

براساس نظریهٔ تولید، واحدهای تولیدی با استفاده از یک سری نهاده‌ها و طی فرآیند خاصی، محصول معینی را تولید می–کنند. تابع تولید بیانگر چگونگی تبدیل این نهاده‌ها به ستاده در واحد تولیدی می‌باشد. شناخت و تحلیل ساختار تکنولوژی تولید با برآورد تابع تولید و تابع هزینه دوگان امکان‌پذیر می‌باشد. با استفاده از تابع تولید اولیه، می‌توان پارامترهای مهم و پرکاربردی نظیر کشش‌های جانشینی، تقاضای نهاده‌ها و تغییرات تکنولوژی را بررسی نموده و به ساختار تولید پی برد. بر اساس نظریهٔ دوگان همین اطلاعات را می‌توان عیناً از روی تابع هزینهٔ مربوطه که بر اساس تابع تولید اولیه حاصل می‌شود، نیز بدست آورد (۱۷). براین اساس نتایج بدست آمده از هر دو تابع بایستی هماهنگ باشند.

در روش تابع تولید، اگر Y بیانگر مقدار تولید محصول باشد، تابع تولید به قرار زیر خواهد بود(۱۳):

$$Y = f(X, W) \qquad (۱)$$

که در آن رابطه تابعی و x بردار نهاده‌های متغیر وw مقدار مصرف آب می‌باشد. از حداکثرسازی رابطه سود نسبت به نهاده آب رابطه زیر حاصل می‌شود که معادل ارزش اقتصادی آب خواهد بود. بنابراین:

$$P_w = \frac{\delta f(x,w)}{\delta w}.P_y = MP_w.P_y = VMP_w \qquad (۲)$$

در رابطه فوق Pw قیمت نهاده آب و Py قیمت محصول مورد

نظر را نشان می‌دهد. کشش تولید عامل آب که بیان کننده تغییرات تولید نسبت به تغییرات مقدار آب می‌باشد را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد:

$$E_w = \frac{\delta f(x,w)}{\delta w} \times \frac{w}{y} \qquad (۳)$$

چنانچه تابع تولید (۱) دارای خصوصیات پیوسته بودن ، شبه مقعر بودن و یکنواختی باشد آنگاه این تابع بر اساس نظریهٔ دوگان (شفارد، ۱۹۵۳ و مک فادن ، ۱۹۷۸) تابع هزینهٔ مقید معادلی به شکل زیر خواهد داشت (۱۷):

$$C = f(y, p, w) \qquad (۴)$$

که در آن C هزینه تولید،y مقدار محصول تولیدی، f فرم تابعی، p بردار قیمت نهاده‌های متغیر، w بردار مقادیر نهاده شبه ثابت(آب) می‌باشد. بنابر اصل شفارد چنانچه از تابع هزینه نسبت به قیمت نهاده متغیر مشتق جزئی گرفته شود، تابع تقاضای نهاده و چنانچه نسبت به نهاده آب مشتق جزئی گرفته شود، منفی آن معادل ارزش اقتصادی نهاده مزبور (آب)، می‌باشد. بنابراین اگر $p_w$ ارزش اقتصادی نهاده شبه ثابت (آب) باشد، میزان آن از رابطه زیر بدست می آید (۷):

$$p_w = -\partial f(y, p, w) \Big/ \partial w \qquad (۵)$$

رابطه (۵) نشان می‌دهد که اگر مقدار مصرف نهاده شبه ثابت (آب) به اندازه یک واحد اضافه شود هزینه متغیر متوسط تولید با فرض اینکه تولید در مرحله بازدهی نزولی نسبت به مقیاس قرار گیرد، چقدر کاهش می‌یابد. این مقدار کاهش هزینه همان ارزش اقتصادی است که با کاهش محدودیت نهاده آب ایجاد می‌شود.

در روابط (۱) و (۴)، f می‌توانند به اشکال توابع انعطاف‌پذیر یا انعطاف ناپذیر برآورد گردند. برای استفاده از توابع تولید و هزینه با هدف برآورد ارزش آب نیاز به انتخاب فرم تابعی مناسب از بین انواع فرم های تابعی برای هر محصول می باشد. به طور کلی فرم های تابعی به دو گروه انعطاف‌پذیر و انعطاف‌ناپذیر تقسیم می‌شوند. توابع انعطاف‌پذیر به علت داشتن تعداد پارامتر کافی، محدودیتی را بر ساختار تولید اعمال نمی‌کنند و در نتیجه بصورت مطلوب‌تری رفتار واقعی عوامل اقتصادی را می‌توانند تصویر نمایند (۸). سه فرم تابعی انعطاف‌پذیر ترانسلوگ (۱۹)، درجه دوم تعمیم‌یافته (لائو، ۲۸) و لئونتیف تعمیم یافته (۲۰) از توابع پرکاربرد در بخش کشاورزی می‌باشند که در زیر فرم ریاضی آنها به ترتیب آمده است:

(۶)

$$Ln(Y) = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i Ln\, x_i + \tfrac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} \beta_{ii} (Lnx_i)^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=2}^{n} \beta_{ij} (Lnx_i)(Lnx_j), i \neq j$$

(۷)

$$Y = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i x_i + \tfrac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} \beta_{ii} (x_i)^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \beta_{ij} (x_i)(x_j), \quad i \neq j$$

$$Y = \alpha + \sum^{n} \beta_i (x_i)^{1/2} + \tfrac{1}{2}\sum\sum \beta_{ij} (x_i)^{1/2}(x_j)^{1/2} \qquad (۸)$$

در هر یک از توابع فوق، y مقدار تولید، x نهاده های بکار رفته در تولیدها، پارامترهای مدل و عرض از مبدا می‌باشد. بر این اساس در توابع برآورد شده، (YWheat) مقدار تولید گندم بر حسب تن تابعی از مقادیر xi خواهد بود. در هر یک از توابع فوق (w) مقدار کل آب مصرف شده بر حسب هزار متر مکعب، (b) بذر مصرف شده بر حسب کیلوگرم، (l) نیروی کار به کار رفته در مراحل مختلف تولید برحسب نفر روزکار، (s) سم آفت‌کش مصرف شده بر حسب لیتر، (k) کود شیمیایی مصرف شده بر حسب کیلوگرم و (h وm ) کودهای حیوانی و ریزمغذی که بصورت متغیر کیفی وارد مدل شده‌اند، می‌باشد. علاوه بر عوامل فوق، نهاده های سم علف‌کش و ماشین‌آلات نیز در تمامی مدل‌ها وارد شده که به علت معنی‌دار نبودن ضرایب آن‌ها، از مدل‌ها حذف گردیدند که دلیل آن عدم تفاوت زیاد در میزان مصرف این نهاده در بین زارعین منطقه می‌باشد. جهت برطرف تمودن مشکل واریانس ناهمسانی در مدل‌ها ، از روش پیشنهادی وایت(۱۹۸۰) به شکل ماتریس سازگار واریانس ناهمسانی استفاده شد (۲۶). برای کشف وجود هم‌خطی از روش مؤلفه های اصلی استفاده گردید.

در مورد تابع هزینه نیز روال کار مشابه تابع تولید بوده است. یعنی هرسه فرم تابعی برآورد گردید لیکن از آنجائیکه در مطالعه حاضر نهایتاً فرم تابعی ترانسلوگ به عنوان تابع هزینه برتر انتخاب گردید، لذا تنها به ارائه شکل عمومی آن اکتفا شده است. شکل کلی تابع هزینه مقید ترانسلوگ را می‌توان بصورت رابطه (۹) نوشت (۱۸):

$$\ln C = \alpha_o + \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \ln P_i + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \beta_{ij} \ln P_i \ln P_j + \alpha_w \ln w + \frac{1}{2}\alpha_{ww} (\ln w)^2 + \sum_{i=1}^{n} \delta_{iw} \ln P_i \ln w + \alpha_y \ln y + \frac{1}{2}\alpha_{yy} (\ln y)^2 + \sum_{i=1}^{n} \delta_{iy} \ln P_i \ln y \qquad (۹)$$

که در آن C هزینه کل، y مقدار تولید، w مقدار آب مصرف شده، p قیمت نهاده‌ها و نیز پارامترهای مدل می‌باشند. شرط تقارن برای تابع فوق بصورت می‌باشد. تابع هزینه در الگوی فوق باید دارای شرایط خوش رفتاری همگن از درجه یک نسبت به قیمت نهاده‌ها، مقعر بودن و یکنوا بودن باشد. برای این که تابع فوق همگن از درجه یک در قیمت نهاده‌ها باشد باید قیودی به شکل زیر در تابع اعمال شوند (۲۱).

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_i = 1 \quad \sum_{i=1}^{n} \beta_{ij} = \sum_{j=1}^{n} \beta_{ji} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \beta_{ij} = 0 \quad \sum_{i=1}^{n} \delta_{iw} = 0 \quad \sum_{i=1}^{n} \delta_{iy} = 0 \qquad (۱۰)$$

برای تأمین شرط مقعر بودن تابع هزینه ترانسلوگ، باید ماتریس مشتقات درجه دوم تابع هزینه نسبت به قیمت نهاده‌ها یک ماتریس نیمه معین منفی باشد. این شرط در صورتی که کشش های خود قیمتی تقاضا برای تمام مشاهدات دارای مقادیر منفی باشند، تأمین می‌شود (۲۱). برای تأمین شرط یکنوا بودن تابع هزینه در قیمت نهاده‌ها لازم است، سهم هزینه هر نهاده از کل هزینه تولید به ازای

هر نمونه مثبت باشد (۲۲). اگر سهم هزینه عامل i ام از کل هزینه با Si نشان داده شود، بر اساس لم شفارد می‌توان نوشت:

$$S_i = \partial \ln C / \partial \ln p_i = \partial C / \partial p_i \cdot p_i / C = p_i . x_i / C \qquad (۱۱)$$

که در آن xi مقدار مصرف نهاده iام می‌باشد. از آنجایی که بر پایه محدودیت همگنی، تابع هزینه همگن از درجه یک در قیمت نهاده‌ها است، مجموع سهم هزینه نهاده‌ها برابر یک می‌شود.

کشش‌های جانشینی خودی و متقاطع آلن- اوزاوا برای گروه‌بندی هر جفت از نهاده‌ها از لحاظ جانشینی و مکملی بکار برده می‌شود. کشش‌های جانشینی متقاطع آلن، درجه جانشینی بین دو نهاده را نشان می‌دهد که بصورت زیر تعریف می‌شود (۱۸):

$$\theta_{ij} = (\partial^2 c / \partial p_j \partial p_i).c \,/\, (\partial c / \partial p_i)(\partial c / \partial p_j) \qquad (۱۲)$$

که مقدار آن برای تابع هزینه ترانسلوگ بصورت زیر قابل محاسبه است:

$$\theta_{ii} = \beta_{ij} + s_i(s_i - 1)/(s_i)^2 \qquad \theta_{ij} = \beta_{ij}/s_i.s_j + 1 \qquad for\ i \neq j \qquad (۱۳)$$

اگر مقدار جبری کشش جانشینی متقاطع، مثبت باشد نشانگر این است که بین دو نهاده رابطه جانشینی وجود دارد و اگر مقدار آن منفی باشد، نشانگر رابطه مکملی است. در ارتباط با کشش‌های خودی آلن، انتظار بر این است که علامت این کشش‌ها، منفی باشد چرا که تقاضای هر کالا (به جز کالاهای گیفن )، با قیمت آن رابطه عکس دارد.

برای برآورد پارامترهای تابع هزینه، در صورت وجود همبستگی همزمان بین جملات اخلال در معادلات سهم هزینه و به منظور افزایش کارایی پارامترها، از تخمین سیستم معادلات با بهره‌گیری از روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکراری (ISUR)، استفاده می‌شود. نظر به اینکه تعداد (n −۱) معادله سهم هزینه دارای استقلال خطی است، برای هر کدام از مشاهدات، مجموع جملات اخلال بین معادلات صفر است، یعنی ماتریس واریانس-کواریانس اجزاء اخلال منفرد و غیرقطری بوده لذا معکوس‌ناپذیراست. برای جلوگیری از تکین شدن ماتریس واریانس - کواریانس جملات اخلال، یکی از معادلات سهم هزینه (معادله سهم کود فسفاته) از سیستم حذف شد (۲۳) و قیمت سایر نهاده‌ها بر حسب قیمت نهاده‌ای که معادله سهم آن حذف شده، نرمال شدند.

جامعه آماری این تحقیق شامل کشاورزان بهره‌بردار از شبکه آبیاری دشت قزوین به تعداد ۲۷۳۳ نفر که اقدام به کشت گندم آبی در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ نمودند، می‌باشد. حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران ۲۲۵ نفر تعیین شد. آمار و اطلاعات لازم از طریق طراحی و تکمیل پرسشنامه حضوری از تولید کنندگان گندم به روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای نسبتی جمع‌آوری گردید. بدین ترتیب که از سه مرکز خدمات کشاورزی قزوین که دارای سهمیه آب از شبکه می‌باشند، متناسب باتعداد بهره‌بردار تحت پوشش آنها به شکل تصادفی نمونه‌گیری به عمل آمد.

## نتایج و بحث

بر اساس اطلاعات نمونه های مورد مطالعه، مقدار آب در خروجی منبع، ورودی مزرعه و راندمان آبیاری محاسبه شد که نتایج آن در جدول (۱) آمده است. نکته مهم در اینجا تفاوت میان نیاز خالص آب آبیاری با متوسط مصرف آب می‌باشد. در حالی که نیاز خالص آب آبیاری برای ۱۰۰ درصد تولید ۳۸۳۰ مترمکعب است، مقدار متوسط آب مصرف شده توسط کشاورزان، ۷۳۰۰ مترمکعب می‌باشد. بنابراین راندمان مصرف آب در مزرعه ۵۲ درصد محاسبه شد. همچنین متوسط مقدار آب در خروجی منبع ۹۱۰۰ مترمکعب می‌باشد. لذا راندمان انتقال آب نیز ۸۰ درصد برآورد شد. از حاصل ضرب متوسط راندمان مصرف و انتقال آب در مزرعه، راندمان آبیاری بطور متوسط ۴۲ درصد محاسبه گردید.

نتایج محاسبات هزینه‌های مربوط به تولید گندم در یک هکتار (به جز هزینه مربوط به نهاده آب) به تفکیک عوامل تولید در جدول (۲) آمده است.

نتایج حاصل از برآورد الگوهای تجربی توابع تولید ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم یافته و لئونتیف تعمیم یافته در جدول (۳) گزارش شده است.

معنی‌داری آماره آزمون وایت برای توابع فوق در سطح یک درصد از نظر آماری بیانگر وجود واریانس ناهمسانی در مدل‌ها بود. برای رفع این مشکل، از روش پیشنهادی وایت(۱۹۸۰) به شکل ماتریس سازگار واریانس ناهمسانی استفاده شد. مقایسهٔ ضرایب برآورد شده در سه الگوی مختلف تولید گندم نشان می‌دهد هر سه فرم تابعی به تعداد کافی پارامتر معنی‌دار داشته و از لحاظ توضیح دهندگی بر اساس آمارهٔ ضریب تعیین و مقدار آمارهٔ دوربین واتسون (حاکی از عدم وجود خود همبستگی بین اجزا اخلال است) مناسب می‌باشند. همچنین آماره F در هر یک از مدل‌ها بیانگر معنی‌داری کل رگرسیون می باشد. اما برای دست‌یابی به بهترین مدل و کاهش خطای تصریح سعی شد از بین الگوهای برآورد شده، برترین آنها بر اساس آزمون نرمالیته توزیع جملات اخلال، تعداد کل ضرایب و تعداد ضرایب معنی‌دار انتخاب شود که نتایج در جدول (۴) مشخص می‌باشد. با استناد به ملاک و آزمون فوق الذکر استنباط می‌شود که فرم درجه دوم تعمیم یافته مناسب‌تر از سایر فرم‌های تابعی، روابط تولید گندم را در منطقهٔ مورد مطالعه توضیح می‌دهد، لذا به عنوان تابع تولید برتر انتخاب گردید.

هر چند ارزش اقتصادی برآورد شده از طریق تابع تولید برتر یعنی الگوی درجه دوم تعمیم یافته مناسب‌ترین و منطقی‌ترین قیمت مبنا

برای آب خواهد بود ولی به منظور بررسی هزینه‌های انتخاب مدل نامناسب این تصمیم‌گیری، ارزش اقتصادی آب و کشش تولیدی آب از طریق الگوهای دیگر نیز برآورد شده و مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج محاسبات در جدول (۵) آمده است.

ارزش اقتصادی برآورد شده آب بر حسب الگوهای مختلف تولید و نیز کشش‌های تولیدی آنها با یکدیگر اختلاف دارند. بنابراین مشخص می‌شود که عدم توجه و دقت کافی در انتخاب مدل مناسب و اتخاذ تصمیمات مدیریتی بر اساس آن پیامدهای نامطلوبی را خواهد داشت. بنابراین بر اساس تابع تولید برتر یعنی تابع درجه دوم تعمیم یافته ارزش اقتصادی آب معادل ۶۰۸/۸ ریال و کشش تولیدی آن ۰/۲۷ محاسبه شد. این در حالی است که کشاورزان در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ آب‌بهایی معادل ۸۲/۱ ریال به‌ازای هر مترمکعب آب در شبکه آبیاری دشت قزوین پرداخت کرده‌اند (۴) که معادل ۱۳ درصد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول گندم می‌باشد. در مقایسه بین این دو قیمت می‌توان گفت که آب‌بهای پرداخت شده توسط کشاورزان بسیار کمتر از ارزش تولید نهایی این نهاده در محصول گندم می‌باشد که این مسئله می‌تواند یکی از دلایل عدم ایجاد انگیزه در بین کشاورزان برای استفاده از روشهای آب‌اندوز در فعالیت های تولیدی شود؛ که نتیجه آن پایین بودن راندمان آبیاری و هدر رفت بیش از حد آب در سطح مزارع خواهد بود.

نتایج حاصل از سایر مطالعات از جمله تحقیقات محمدی نژاد (۱۳)، نصیری (۱۵)، حسین‌زاد و همکاران(۹)، حسین‌زاد و سلامی(۸)، امینیان (۱) نیز وجود اختلاف زیاد بین قیمت واقعی آب و آب‌بها پرداختی توسط کشاورزان را تأیید می‌کند.

با توجه به تابع تولید برتر، مقدار کشش تولید برآورد شده برای آب بیانگر این مسئله است که با ثابت بودن سایر عوامل، اگر مصرف آب به طور متوسط یک درصد افزایش یابد، میزان تولید گندم نیز به طور متوسط معادل ۰/۲۷ درصد افزایش خواهد یافت. با توجه به میانگین مصرف ۷۳۰۰ مترمکعب آب در هکتار و عملکرد ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کشش فوق به معنای آن است که اگر یک درصد یعنی ۷۳ مترمکعب به مصرف آب اضافه شود، مقدار تولید گندم به طور متوسط ۱۲/۱۵ کیلوگرم اضافه خواهد شد.

**جدول ۱- مقدار مصرف آب و نیاز خالص آبی گندم در شبکه آبیاری دشت قزوین در هر هکتار در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ (مترمکعب در هکتار)**

| مقدار آب در خروجی منبع | مقدار آب ورودی به مزرعه* | | | نیاز خالص آب آبیاری برای ۱۰۰٪ تولید | نیاز خالص آبی گندم** نیاز خالص آب آبیاری برای ۷۵٪ تولید | نیاز خالص آب آبیاری برای ۵۰٪ تولید | راندمان آبیاری (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | حداقل | حداکثر | میانگین | | | | |
| ۹۱۰۰ | ۱۸۶۴ | ۱۷۴۲۶ | ۷۳۰۰ | ۳۸۳۰ | ۲۳۶۰ | ۸۹۰ | ۴۲ |

*. در محاسبات حجم آب مصرفی میزان اتلاف آب برای هر یکصد متر در کانال خاکی و سیمانی به ترتیب ۱ و ۰/۴ درصد و میزان اتلاف آب برای انتقال از طریق لوله صفر در نظر گرفته شد (۶)

**. نیاز خالص آبی گیاه از منبع فرشی و همکاران (۱۲) اخذ شده است.

**جدول ۲- متوسط هزینه‌های زراعت گندم در شبکه آبیاری دشت قزوین در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ (ریال در هکتار)**

| نوع عملیات | واحد | متوسط قیمت هر واحد | هزینه کل | سهم هزینه(درصد) |
|---|---|---|---|---|
| ماشین آلات | بار | ۱۵۳۰۰۰ | ۱۶۴۰۰۰۰ | ۱۵ |
| بذر وضد عفونی | کیلو گرم | ۳۶۱۰ | ۸۶۶۴۰۰ | ۷/۹ |
| کود شیمیایی اوره | کیلو گرم | ۴۷۵ | ۱۳۲۰۵۰ | ۱/۲ |
| کود شیمیایی فسفات | کیلو گرم | ۶۴۰ | ۱۴۴۰۰۰ | ۱/۳ |
| کود شیمیایی پتاس | کیلو گرم | ۶۵۳ | ۳۲۶۵۰ | ۰/۳ |
| کود ریز مغذی | کیلو گرم | ۲۸۰۰۰ | ۱۴۰۰۰۰ | ۱/۳ |
| سم علف کش | لیتر | ۱۲۰۰۰۰ | ۲۴۰۰۰۰ | ۲/۲ |
| سم آفت کش | لیتر | ۱۰۰۰۰۰ | ۱۰۰۰۰۰ | ۰/۹ |
| نیروی کار | نفر روز کار | ۱۲۰۰۰۰ | ۹۶۰۰۰۰ | ۸/۸ |
| برداشت وجمع آوری | بار | ۵۰۰۰۰۰ | ۵۰۰۰۰۰ | ۴/۶ |
| حمل کود وبذر | کیلو گرم | ۲۰۰ | ۱۵۸۶۰۰ | ۱/۵ |
| بارگیری، تخلیه و حمل تا مراکز تحویل | کیلو گرم | ۲۲۰ | ۹۹۰۰۰۰ | ۹/۱ |
| اجاره‌ی زمین | ریال | ۵۰۰۰۰۰۰ | ۵۰۰۰۰۰۰ | ۴۵/۹ |

**جدول ۳- نتایج حاصل از برآورد توابع تولید گندم در اراضی تحت پوشش شبکه آبیاری دشت قزوین در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶**

| نوع تابع تولید | درجه دوم تعمیم یافته | | لئونتیف تعمیم یافته | | ترانسلوگ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| پارامتر | ضریب | آماره t | ضریب | آماره t | ضریب | آماره t |
| α | ۱/۹۳ | ۰/۸۹ | ۳/۵۱ | ۰/۶۷ | -۳/۷۸ *** | -۴/۳۴ |
| βw | ۰/۲۵*** | ۳/۶۵ | -۴/۱۴*** | -۲/۷۹ | ۰/۵۵** | ۱/۹۶ |
| βb | ۰/۰۰۴*** | ۲/۶۷ | ۰/۳۷ | ۱/۵۴۴ | ۰/۷۳*** | ۴/۹ |
| βl | ۰/۱۸*** | ۳/۷ | – | – | ۰/۱۸ | ۰/۷۲ |
| βs | ۰/۰۱ | ۰/۸۲ | -۱/۵۳*** | -۲/۵۸ | ۰/۱۵*** | ۳/۱ |
| βk | – | – | ۰/۳۱** | ۲/۲۷ | – | – |
| βww | -۰/۰۰۱۶** | -۲/۳۲ | ۰/۶۳** | ۱/۹۷ | ۰/۱۱ | ۱/۴۴ |
| βbb | ۰/۰۰۰۰۱*** | ۳/۶۸ | ۰/۰۰۱۳ | ۰/۱۸ | – | – |
| βll | -۰/۰۰۱۶*** | -۴/۰۱ | – | – | -۰/۰۱ | -۰/۱۶ |
| βss | -۰/۰۰۰۰۹ | -۱/۱۶ | ۰/۱۶*** | ۲/۳۷ | ۰/۰۱۸*** | ۳/۰۵ |
| βkk | – | – | -۰/۰۱۳*** | -۵/۱۷ | – | – |
| βwb | -۰/۰۰۰۵۴*** | -۶/۵۵ | -۰/۰۵۶* | -۱/۷۴ | -۰/۱۱** | -۲/۱۷ |
| βwl | ۰/۰۰۲۷*** | ۵/۰۰۳ | – | – | ۰/۰۱۳ | ۰/۲۴ |
| βws | ۰/۰۰۰۲۶* | ۱/۶ | ۰/۱۰۲ | ۱/۲۹ | -۰/۰۰۳ | -۰/۷۵ |
| βwk | – | – | ۰/۰۶۹*** | ۴/۰۶ | – | – |
| βbl | ۰/۰۰۰۰۰۰۰۹ | ۰/۰۱۵ | – | – | ۰/۰۱۳ | ۰/۳۲ |
| βbs | ۰/۰۰۰۰۰۵** | ۱/۷۸ | -۰/۰۱۳ | -۰/۹۹ | -۰/۰۰۲ | -۰/۵۷ |
| βbk | – | – | ۰/۰۰۸۶*** | ۳/۵۷ | – | – |
| βls | ۰/۰۰۰۰۳ | ۰/۲۸ | – | – | -۰/۰۰۵ | -۱/۲۸ |
| βsk | – | – | ۰/۰۰۴۶ | ۰/۷۲ | – | – |
| βh | ۸/۷۷*** | ۲/۷۹ | ۹/۸۲*** | ۳/۰۵ | ۰/۱۲** | ۱/۹۳ |
| βm | ۳/۴۹ | ۱/۴۴ | ۳/۶۲ | ۱/۴۲ | ۰/۱۱*** | ۲/۳۹ |
| آماره‌ها | D.W=۲ | F=۱۶۴/۷*** | D.W=۲ | F=۱۴۸/۵*** | D.W=۲ | F=۹۵/۳*** |
| | $\bar{R}2$=۰/۹۳ | $\bar{R}2$=۰/۹۲ | R2=۰/۹۲ | $\bar{R}2$=۰/۹۱ | R2=۰/۸۷ | $\bar{R}2$=۰/۸۶ |

علائم ***،**،* به ترتیب سطح معنی‌داری ۱، ۵ و ۱۰ درصد می‌باشد.

**جدول ٤- مقایسه توابع مختلف تولید گندم از لحاظ معنی‌داری پارامترهای برآورد شده و آزمون نرمالیته جملات اخلال**

| نام تابع | تعداد کل ضرایب | تعداد ضرایب معنی‌دار | مقدار آماره جارگ‌برا | سطح احتمال |
|---|---|---|---|---|
| ترانسلوگ | ۱۶ | ۸ | ۵/۷۳ | ۰/۱۱ |
| لئونتیف تعمیم یافته | ۱۷ | ۱۰ | ۵/۲۱ | ۰/۰۷ |
| درجه دوم تعمیم یافته | ۱۷ | ۱۱ | ۳ | ۰/۲۲ |

**جدول ۵- ارزش اقتصادی و کشش تولید آب در ورودی مزرعه در تولید گندم در سال زراعی ۸۷-۱۳۸٦ در دشت قزوین**

| نوع تابع تولید | ارزش اقتصادی آب(ریال) | کشش تولید |
|---|---|---|
| ترانسلوگ | ۴۳۶/۷ | ۰/۲۰ |
| لئونتیف تعمیم یافته | ۶۹۲/۶ | ۰/۳۰ |
| درجه دوم تعمیم یافته | ۶۰۸/۸ | ۰/۲۷ |

کشش تولید نهاده های بذر، نیروی کار و سم آفت‌کش در تابع درجه دوم تعمیم یافته در متوسط مصرف نهاده‌ها به ترتیب معادل ۰/۲۲ ، ۰/۲۹ و ۰/۱۲ برآورد گردید. براین اساس با ثابت بودن سایر عوامل، اگر یک درصد یعنی ۲/۴ کیلوگرم به مقدار بذر افزوده شود، میزان تولید به اندازه ۰/۲۲ درصد یعنی ۹/۹ کیلوگرم افزایش خواهد یافت. با افزایش یک درصد یعنی ۰/۰۸ نفر روز کار به نیروی کار، میزان تولید به اندازه ۰/۲۹ درصد یعنی ۱۳ کیلوگرم افزایش می‌یابد. همین‌طور اگر یک درصد یعنی ۰/۰۱ لیتر به مقدار سم آفت کش

افزوده شود، میزان تولید به اندازه ۰/۱۲ درصد یعنی ۵/۴ کیلوگرم افزایش خواهد یافت.

نتایج حاصل از برآورد الگوی تجربی تابع هزینه ترانسلوگ و معادلات سهم هزینه بطور هم زمان و با استفاده از روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکراری در جدول (۶) گزارش شده است.

در تابع فوق، هزینه تولید گندم (CWheat)، تابعی از قیمت کود ازت (n)، قیمت ماشین‌آلات (m)، قیمت سم آفت‌کش (s)، قیمت نیروی کار (l)، مقدار کل آب مصرف شده (w) و مقدار تولید گندم (y) می‌باشد.

شرط همگنی از درجه یک نسبت به قیمت‌ها با استفاده از رابطه (۱۰) آزمون شد که نشان از برقراری این شرط دارد. برای آزمون شرط مقعر بودن تابع هزینه، مقادیر کشش‌های جانشینی خود قیمتی آلن برای نهاده های نیروی کار، سم آفت کش، ماشین آلات و کود ازت به ترتیب معادل ۰/۷۳۶-، ۱/۲۱۷-، ۱/۰۵- و ۰/۹۱۵- محاسبه شد. مقادیر برآورد شده این کشش‌ها همگی کوچکتر از صفر بوده که حاکی از تأمین شرط مقعر بودن تابع هزینه دارد. شرط یکنوا بودن در قیمت نهاده‌ها نیز با محاسبه مقادیر سهم هزینه نهاده‌ها با استفاده از رابطه (۱۱) مورد بررسی قرار گرفت که مقدار متوسط آن برای نهاده های نیروی‌کار، سم آفت کش، ماشین آلات و کود ازت به ترتیب معادل ۰/۱۹۳، ۰/۰۹۴، ۰/۴۴۸ و ۰/۲۶۶ محاسبه شد. از آنجا که مقادیر محاسبه شده در تمامی موارد غیر منفی هستند، لذا این شرط نیز در مورد تابع هزینه تأمین شده است. با مشتق‌گیری از تابع هزینه نسبت به حجم آب مصرفی بر اساس رابطه (۵)، ارزش اقتصادی آب معادل ۵۸۶/۷ ریال در مترمکعب برآورد شد.

ملاحظه می‌شود که ارزش اقتصادی برآورد شده از روش تابع هزینه و تابع تولید تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند. ارزش اقتصادی نهاده آب معادل ارزش ۰/۲۱ کیلوگرم گندم به قیمت خرید تضمینی سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ می‌باشد. به عبارت دیگر با توجه به اینکه مقدار متوسط آب مصرفی در هر هکتار ۷۳۰۰ مترمکعب می‌باشد و متوسط عملکرد گندم ۴۵۰۰ کیلوگرم می‌باشد. لذا با محاسبه ۶۰۸ ریال برای هر مترمکعب آب، هزینه نهاده آب ۳۵ درصد ارزش تولید محصول اصلی گندم در یک هکتار را تشکیل می-دهد.

## نتیجه گیری

با توجه به اینکه کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی از جمله سیاستهای دولت می‌باشد و از آنجایی که راندمان آبیاری در محصول گندم معادل ۴۲ درصد برآورد شده است، لذا پیشنهاد می‌گردد برای افزایش کارایی مصرف آب روشهای مختلف مدیریت تقاضای آب از جمله سیستم های آبیاری تحت فشار در مزارع ترویج داده شود و تسهیلات کافی با بهره کم برای اجرا در اختیار کشاورزان قرار گیرد. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها و برآورد مدلهای تجربی نشان می‌دهد که ارزش اقتصادی آب از روش تابع تولید و تابع هزینه دوگان تقریبا معادل هم بوده هم‌چنین ارزش واقعی هر مترمکعب آب در محصول گندم بیشتر از آب‌بهای پرداخت شده توسط کشاورزان می‌باشد. بنابراین دولت با اعمال سیاست‌گذاری های مناسب در جهت کاهش شکاف بین قیمت واقعی و قیمت پرداختی از سوی کشاورزان برای آب در طول زمان می‌تواند، موجب افزایش کارایی استفاده از آب و جلوگیری از مصرف بی‌رویه آب شود. چرا که پرداخت بهای کم برای نهاده کمیاب باعث مصرف بی‌رویه و هدر رفت آن نهاده می‌گردد.

**جدول ٦-نتایج حاصل از برآورد تابع هزینه گندم در اراضی تحت پوشش شبکه آبیاری دشت قزوین در سال زراعی ۸۷-۱۳۸٦**

| پارامتر | ضریب | آماره t | پارامتر | ضریب | آماره t | پارامتر | ضریب | آماره t | پارامتر | ضریب | آماره t |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha$ | ۱۰/۷۹ | (۳/۴۶) *** | $\beta_{mm}$ | ۰/۱۸۸ | (۷/۳۲) *** | $\beta_{nw}$ | ۰/۰۲۲ | (۱/۶۳) * | $\beta_{sy}$ | ۰/۰۰۳ | (۰/۴۸) |
| $\beta_n$ | ۰/۶۵۹ | (۵/۳۷) *** | $\beta_{ss}$ | ۰/۰۷۴ | (۶/۵۱) *** | $\beta_{ny}$ | ۰/۰۲۹ | (۲/۰۶) ** | $\beta_{lw}$ | -۰/۰۴ | -(۳/۸۵) *** |
| $\beta_m$ | -۰/۴۳۶ | -(۳/۳۹) *** | $\beta_{ll}$ | ۰/۱۲۸ | (۵/۹۸) *** | $\beta_{ms}$ | -۰/۰۳۶ | -(۲/۷۶) *** | $\beta_{ly}$ | -۰/۰۷۲ | -(۶/۶۶) *** |
| $\beta_s$ | -۰/۰۱۳ | -(۰/۲۱) | $\beta_{ww}$ | ۰/۳۵۳ | (۲/۶۶) *** | $\beta_{ml}$ | -۰/۰۷۶ | -(۳/۹۱) *** | $\beta_{wy}$ | -۰/۱۰۹ | -(۲/۱۲) ** |
| $\beta_l$ | ۰/۸۱۶ | (۸/۸۳) *** | $\beta_{yy}$ | ۰/۳۲۹ | (۳/۶۸) *** | $\beta_{mw}$ | ۰/۰۱۰ | (۰/۷۴) | | | |
| $\beta_w$ | -۱/۷۵ | -(۲/۲۸) ** | $\beta_{nm}$ | -۰/۰۷۹ | -(۷/۷۵) *** | $\beta_{my}$ | ۰/۰۴۱ | (۲/۸۷) *** | | | |
| $\beta_y$ | ۱/۳۹ | (۲/۰۶) ** | $\beta_{ns}$ | -۰/۰۲۲ | -(۳/۰۱) *** | $\beta_{sl}$ | -۰/۰۲ | -(۱/۸) * | | | |
| $\beta_{nn}$ | ۰/۱۳۱ | (۱۴/۲) *** | $\beta_{nl}$ | -۰/۰۲۷ | -(۳/۷) *** | $\beta_{sw}$ | ۰/۰۰۵ | (۱/۸۹) ** | | | |

علایم ***،**،* به ترتیب نشانگر سطح معنی‌داری ۱، ۵ و ۱۰ درصد می‌باشد.

## منابع


۱- امینیان ف. ۱۳۸۸. تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی، مطالعه موردی: منابع آب زیر زمینی شهرستان دامغان، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۲- بی نام. ۱۳۸۵. شرکت مهندسین مشاور پنداب، مطالعه و بازنگری شبکه آبیاری دشت قزوین.

۳- بی نام. a ۱۳۸۶. ادارهٔ کل هواشناسی استان قزوین.

۴- بی نام. b ۱۳۸۶. مدیریت جهاد کشاورزی استان قزوین.

۵- بی نام. c ۱۳۸۶. مرکز آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی. قابل دسترس در سایت: www.maj.ir

۶- بی‌نام. ۱۳۷۳. مهندسان مشاور کارآب، مطالعات بهره‌برداری بهینه و حفاظت منابع آب زیرزمینی، جلد اول، دوم، سوم و چهارم، وزارت نیرو .

۷- حسین زاد ج. ۱۳۸۳. تعیین روش مناسب قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی(مطالعه موردی سد و شبکه علویان). رساله دوره دکتری، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران.

۸- حسین زاد ج و سلامی ح. ۱۳۸۳. انتخاب تابع تولید برای برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی (مطالعه‌ی موردی تولید گندم). مجله‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال دوازدهم، شماره ۴۸. ص۷۱-۵۳.

۹- حسین زاد، ج.، سلامی، ح و صدر، س. ک. ۱۳۸۳. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات زراعی با استفاده ازتوابع تولید انعطاف پذیر(مطالعه موردی:دشت مراغه-بناب). مجله علمی-پژوهشی دانش کشاورزی، جلد ۱۷ شماره۲.

۱۰- سلطانی غ. و زیبایی م. ۱۳۷۵. نرخ‌گذاری آب کشاورزی. فصلنامه آب و توسعه، وزارت نیرو، سال چهارم، ص۲۴-۵

۱۱- شرزه‌ای غ.، قطمیری م. ع و راستی فر م. ۱۳۸۱. بررسی ساختار تولید و هزینه محصول برنج: مطالعه موردی در استان گیلان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ششم، شماره اول.

۱۲- فرشی ع. ا.، شریعتی م. ر.، جارالهی ر.، قائمی م.، شهابی‌فر م. و تولایی م. م. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیازگیاهان عمده زراعی و باغی کشور، جلد اول، نشر آموزش کشاورزی وابسته به معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج.

۱۳- محمدی نژاد ا. ۱۳۸۰. ارزش اقتصادی آب کشاورزی: مطالعه موردی دشت مرکزی ساوه. پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۱۴- موسی‌نژاد م. ق و نجارزاده ر. ۱۳۷۶. اقتصاد تولید کشاورزی. تألیف: دیوید ال دبرتین. انتشارات مؤسسه تحقیقات اقتصادی دانشگاه تربیت

مدرس.
۱۵- نصیری پ. ۱۳۸۱. بررسی کارایی نسبی و هزینه‌های اجرایی روش‌های مختلف قیمت‌گذاری آب کشاورزی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز.
16-Blackorby C. and Russell R. R. 1975. The Morishima Elasticity of Substitution, Discussion Paper No.75-1, Economics, University of California, San Diego.
17 - Chambers R. G. 1988. Applied Production Analyses. A dual approach. Cambridge University press.
18-Christensen L. R. and Green. W. H. 1976. Economies of scale in U.S. Electric power generation. Journal of political economy. 84(4).
19- Christensen L. R., Jorgenson D. W. and Lau L. J. 1971. Conjugate and the transcendental logarithmic function , Econometrical , 39: 68-259.
20- Diewert W .E. 1971. An application of the Shephard duality theorem: A generalized Leontief production function, Journal of political Economic, vol 79.
21- Diewert W. E. and Wales A. J. 1987. Flexible functional form and Global Curvature Conditions. Econometrica. 55(1):43-68.
22- Garcia R. and Randall,A. 1994. A cost function analysis to estimate effect of fertilizer policy on the Supply of Wheat and corn. Review of Agricultural Economies. 16:215-230.
23- Johnston J. 1997. Econometrics Methods, Fourth edition. University of California.
24- Lau L. J. 1978. Application of profit functions, production economic :A dual approach to theory and application, Amsterdam :North – Holland Publishing Co.
25- Molle F., Venot J. P. and Youssef Hassan, A. 2008. Irrigation in the Jordan valley: Are water pricing policies overly optimistic? Agricultural Water Management, 95(4): 427-438.
26- Renzetti S. and Dupont, D. P. 2003. The value of water in manufacuring. Wprking paper, Departemant of economics, Brock University, Ontario, Canada.
27- Seagraves J.A. and Easter K.W. 1983. Pricing irrigation water in developing countries ,Water Resource Bulletin, 19(4): 663-672.
28- Whister D. 1999. An introduction guide to SHAZAM. On available www.shazam.Econ.ubc.Ca.