

اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هجدهم، شماره ۷۲، زمستان ۱۳۸۹

## برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصول ذرت دانه‌ای مطالعه موردی بخش مرکزی شهرستان البرز استان قزوین

مهدی احسانی\*، دکتر باب اله حیاتی\*\*، محسن عادل\*\*\*

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱/۳۰

### چکیده

حدود ۷۳ درصد مساحت ایران را مناطق نیمه‌خشک، خشک و کویری فرا گرفته است. از طرفی بخش کشاورزی با کم‌آبی مفرط، عدم تناسب زمانی و مکانی بارشها، بازده پایین و بهره‌وری کم مواجه است. افزایش روزافزون تقاضا برای محصولات کشاورزی به علت افزایش جمعیت و نیز خشکسالیهای مکرر از جمله چالشهای اصلی آب در بخش کشاورزی به‌شمار می‌آیند که باعث شده‌اند آب به یکی از نهاده‌های مهم و کمیاب در تولیدات کشاورزی تبدیل شود؛ بنابراین، مدیریت صحیح تقاضای آب و هرگونه تلاش برای صرفه‌جویی در مصرف آب می‌تواند ضمن توسعه کشت آبی، عوارض زیست محیطی ناشی از مصرف

---

\* دانشجوی کارشناسی ارشد رشته اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول)  
e-mail: mahdi.ehsani63@gmail.com

\*\* استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز  
e-mail: b-hayati@tabrizu.ac.ir

\*\*\* دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز  
e-mail: mohsen.adelis@gmail.com

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال هجدهم، شماره ۷۲

بی‌رویه آن را کاهش دهد. یکی از روشهای اعمال مدیریت تقاضای آب از طریق تعیین ارزش اقتصادی آب است که موجبات تقویت نقش اقتصادی آب در توسعه را فراهم می‌سازد. در این راستا مطالعه حاضر به منظور تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی از دید متقاضی در ورودی مزرعه با استفاده از رهیافت تابع تولید در بخش مرکزی شهرستان البرز استان قزوین با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده در سال زراعی ۱۳۸۵-۸۶ انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که ارزش اقتصادی نهاده آب در تولید ذرت‌دانه‌ای در سال مورد مطالعه ۸۴۷ ریال به ازای هر مترمکعب آب بوده که اختلاف بسیار زیادی با مبلغ پرداختی کشاورزان به عنوان آب‌بها (۴۸ ریال) داشته است.

طبقه‌بندی JEL: Q25, R32

کلیدواژه‌ها:

آب، ارزش اقتصادی، استان قزوین، تابع تولید ترانسلوگ، ذرت دانه‌ای

مقدمه

یکی از راه‌های توسعه و حرکت جوامع به سوی تمدن و رفاه عمومی، استفاده بهینه و کارا از منابع طبیعی و خدادادی است و یکی از این منابع بسیار مهم و حیاتی منابع آبی به‌شمار می‌آید. حدود ۷۳ درصد وسعت ایران را مناطق خشک و نیمه خشک فرا گرفته و از طرفی، بارندگی در کشور از نظر مقدار و پراکنش نیز وضعیت مناسبی ندارد (شرکت مدیریت منابع آب کشور، ۱۳۸۶). این امر موجب شده است تراز آبی منفی به‌خصوص در منابع آب زیرزمینی در کشور وجود داشته باشد به طوری که میزان تغذیه منابع آب زیرزمینی معادل ۵۶/۵ میلیارد مترمکعب ولی برداشت معادل ۶۱/۳ میلیارد مترمکعب می‌باشد. بنابراین، سالانه ۴/۸ میلیارد مترمکعب اضافه برداشت از منابع آب زیرزمینی در سطح کشور وجود دارد (ابریشم‌چی و تجریشی، ۱۳۸۶). از سویی متوسط بارندگی ایران معادل ۲۵۲ میلی‌متر است که اگر این مقدار با متوسط میزان بارش جهان و قاره آسیا مقایسه شود می‌توان گفت که میزان بارش سالانه ایران

برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید.....

حدود ۳۰ درصد میانگین بارش در جهان و آسیاست (ناظم السادات، ۱۳۸۰). میانگین بارش در استان قزوین برابر ۲۳۴/۱ میلی‌متر می‌باشد (اداره کل هواشناسی استان قزوین، ۱۳۸۶) که به ترتیب ۷۳، ۶۸ و ۸ درصد کمتر از متوسط بارش سالانه در سطح جهان، قاره آسیا و ایران می‌باشد. بنابراین تولید و رسیدن به کشاورزی پایدار منوط به استفاده صحیح و منطقی از منابع آب محدود کشور است، چرا که در کشور بیش از ۹۰ درصد از منابع آبی در بخش کشاورزی مصرف می‌شود (ابریشم‌چی و تجریشی، ۱۳۸۶).

امروزه با رشد روزافزون جمعیت و افزایش هر چه بیشتر تقاضا برای محصولات غذایی، تولید پایدار در اراضی کشاورزی مورد توجه ویژه قرار گرفته است. در چنین شرایطی ۱۶ درصد اراضی زیر کشت دنیا به صورت فاریاب بوده در حالی که در ایران ۵۹ درصد اراضی زیر کشت به صورت فاریاب است (کشاورز و حیدری، ۱۳۸۶). مصرف بسیار زیاد آب در بخش کشاورزی اقتصادی نیست، چرا که بازده آبیاری کشور به طور متوسط ۳۲ درصد می‌باشد در حالی که میانگین بازده آبیاری کشورهای در حال توسعه ۳۸ درصد، خاورمیانه و شمال آفریقا ۴۰ درصد و کشورهای جنوب آسیا ۴۴ درصد است و این عدد برای استان قزوین ۴۰ درصد می‌باشد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲ و مدیریت جهاد کشاورزی استان قزوین، ۱۳۸۶). به عبارتی با توجه به کمیابی این نهاده تولیدی مهم، هدررفت آن در بخش کشاورزی منطقه بسیار زیاد است.

براساس سیاستهای موجود در ایران، آب ارزش واقعی خود را در قیمتگذاری و اقتصادی کشور ندارد، لذا باید بین ارزش اقتصادی آب و قیمت آب تفاوت قائل شد. هزینه تمام شده برای تولید یک مترمکعب آب آشامیدنی در کشور ۵۰۰ تومان می‌باشد در حالی که یک شهروند در ازای این مقدار آب ۸۰ تومان می‌پردازد و یا هزینه تمام شده برای تولید یک مترمکعب آب کشاورزی حدود ۷۰ تومان است، اما از کشاورز مبلغی در حدود ۳ تا ۴ تومان گرفته می‌شود<sup>۱</sup>. در این شرایط، عدم تعیین قیمت واقعی برای آب موجب شده است از این

---

۱. به نقل از: دکتر زرگر، معاون وزیر نیرو در امور آب، میزگرد اقتصادی برنامه تلویزیونی، هشتم خرداد ماه

## اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال هجدهم، شماره ۷۲

نهاده استفاده مناسب نشود و تخصیص اقتصادی آن در مصارف مختلف صورت نگیرد. برای دستیابی به تعادل نسبی در زمینه عرضه و تقاضای آب باید یک نظام جامع مدیریت آب در مزرعه ایجاد گردد. با توجه به هزینه‌های زیاد استحصال و یا اصلاح سامانه‌های عرضه آب، باید به روشهای مدیریت تقاضای آب توجه کافی نمود. در این راستا پرداختن به ارزش اقتصادی آب به عنوان یک ابزار مهم مدیریت تقاضای آب که موجبات تقویت نقش اقتصادی آب در توسعه را فراهم می‌سازد، اهمیت قابل توجهی دارد.

بنابر ضرورت و اهمیت موضوع قیمت آب و اهمیت این نهاده در بخش کشاورزی، مطالعات متعددی در این زمینه صورت گرفته است. آریان و ذولفقاری (۱۳۷۴) بیان می‌کنند که در ایران مانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه به دلایل اجتماعی-سیاسی به‌ویژه در مورد آب کشاورزی، از نرخگذاری به عنوان عامل قوی و مؤثر مدیریتی استفاده نمی‌شود.

چیدری و میرزایی (۱۳۷۸) در مطالعه‌ای بر روی باغهای پسته شهرستان رفسنجان نتیجه گرفتند که ارزش تولید نهایی (قیمت واقعی) آب در منطقه مورد مطالعه برای محصول مورد نظر تقریباً ۴۰۰ ریال می‌باشد در حالی که آب‌بها در سال مورد نظر ۳۵ ریال بوده است. آنها ضمن تأکید بر این مطلب که در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران کافی نبودن آب برای مصارف کشاورزی و دیگر مصارف یکی از محدودیتهای عمده در این مناطق می‌باشد، به بررسی مشکلات آب و آبیاری در شهرستان رفسنجان پرداختند و راههای رفع این مشکل را مورد بررسی قرار دادند.

حسین‌زاد و همکارانش (۱۳۸۳) در مطالعه‌ای به تعیین ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات گندم و پیاز در دشت مراغه - بناب پرداختند و نتیجه گرفتند ارزش اقتصادی آب در تولید آنها در سال مورد مطالعه به ترتیب ۲۴۸ و ۲۹۱ ریال به ازای هر مترمکعب می‌باشد. در حالی که آب‌بها در سال مورد نظر به‌طور متوسط ۳۰ ریال برای اراضی آبی زیر پوشش سد و شبکه علویان می‌باشد.

برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید.....

چیزری و همکارانش (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای با ارائه یک الگوی برنامه‌ریزی آرمانی<sup>۱</sup> به بهسازی روند تولیدات کشاورزی و تعیین ارزش اقتصادی آب در سه منطقه زیر سد بارزوی شیروان اقدام کردند. براساس نتایج، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اقتصادی آب در ماه‌های مهر و فروردین به ترتیب معادل ۲۲۷۷ و ۵۶ ریال برآورد شده است.

اسدی و همکارانش (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای بر روی اراضی زیر سد طالقان، به تعیین ارزش بازده نهایی آب آبیاری، محاسبه هزینه تمام شده آب کشاورزی، کشف قیمتی تقاضای آب کشاورزی و نرخ آب به روش گاردنر با استفاده از اطلاعات سال ۱۳۷۵ پرداختند و نتیجه گرفتند که متوسط نرخ هر مترمکعب آب در کل منطقه مورد مطالعه برای بهره‌برداران نماینده در حدود ۶۵ ریال می‌باشد در حالی که بهره‌برداران برای هر مترمکعب آب آبیاری ۶/۵ ریال می‌پردازند.

ترینک و ناکاشیما (Terrink and Nakashima, 1993) در مطالعه‌ای روی قیمتگذاری آب در کالیفرنیا قیمت آب را براساس توانایی پرداخت کشاورزان معادل ۰/۰۴۴ دلار به ازای هر مترمکعب برآورد کردند. آبرنتی و همکارانش (Abernethy & et al., 2000) در دره نیجر متوسط قیمت آب را از سال ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۶ برای کشت برنج معادل ۱۲۴ دلار به ازای هر هکتار در هر فصل محاسبه و بیان کردند که در این کشور قیمت آب حتی با نرخ بسیار بالای جمع‌آوری حقایبه‌ها نیز نمی‌تواند کل هزینه‌های تأمین آب را پوشش دهد. رنویک (Renwick, 2001) ارزش آب در کشت برنج را با استفاده از تحلیل روش باقیمانده برای منطقه کریندی اویا<sup>۲</sup> در جنوب شرقی سریلانکا تخمین زد. در این تحقیق ارزش اقتصادی آب بر مبنای آب تحویلی به مزارع (عرضه کننده) و آب مصرفی برنج (تقاضا کننده) تخمین زده شده است که به طور متوسط ارزش هر مترمکعب آب تحویلی به مزارع برابر  $0.93RS$  (واحد پول سریلانکا می باشد) و ارزش هر مترمکعب آب مصرفی برنج به طور متوسط  $20.15RS$  برآورد شده است. داپلر و همکارانش (Doppler & et al; 2002) در کرانه رود اردن به بررسی

---

1. Goal Programming Method  
2. Kirindioya

تأثیر راهبردهای قیمت آب در تخصیص بهینه آب آبیاری پرداختند. آنها برای رسیدن به اهداف مورد نظر از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی استفاده و قیمت جاری آب را ۰/۰۲۴ دلار برآورد کردند و نتیجه گرفتند که با تعیین قیمت و تخصیص بهینه آب می‌توان درآمد کشاورزان منطقه را افزود و ریسک آنان را کاست. بوس‌ورث و همکارانش (Bosworth & et al., 2002) در مطالعه‌ای با استفاده از هزینه تأمین، به تعیین قیمت آب در دره اردن پرداختند و هر مترمکعب قیمت آب را تا سال ۱۹۹۰ معادل ۰/۰۴۲ دلار و در سال ۱۹۹۹ برابر با ۰/۰۲۱ دلار برآورد کردند. آنها قیمت آب در این کشور را حدود ۵۰ درصد هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری<sup>۱</sup> طرح تخمین زدند و نتیجه گرفتند که در این منطقه با افزایش قیمت آب، بهره‌وری آن افزایش می‌یابد. مولی و همکارانش (Mole & et al., 2008) در تحقیقی با هدف افزایش بازده آبیاری از طریق مدیریت تقاضای آب با اجرای روشهای مختلف سیاست قیمتگذاری به این نتیجه رسیدند که روشهای مختلف قیمتگذاری موجب تشویق کشاورزان به انتخاب و کشت محصولاتی با سازگاری بیشتر با کم‌آبی می‌شود. ولی سیاست قیمتگذاری به تنهایی ابزار معتبری برای اصلاح بازده آبیاری نمی‌باشد.

به هر روی، ذرت پس از گندم و برنج، به عنوان سومین فراورده مهم کشاورزی در جهان، اهمیت خاصی دارد. این فراورده کشاورزی ارزشمند علاوه بر آنکه حدود ۷۰ درصد از خوراک طیور را فراهم می‌کند، دانه‌ای سودمند برای تولید روغن خوراکی، نشاسته و گلوکز و چند فراورده دیگر نیز می‌باشد. سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در ایران در حدود ۲۹۰ هزار هکتار و کل تولید این محصول در حدود ۲/۱ میلیون تن و عملکرد آن در کشور به‌طور متوسط ۷/۴۲ تن در هکتار است. استان قزوین ۴/۳۸ درصد سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای کشور را به خود اختصاص داده است. این محصول بعد از گندم، جو و یونجه با سطح زیر کشتی در حدود ۱۲ هزار هکتار در رتبه چهارم از نظر سطح زیر کشت در استان قرار دارد. از لحاظ میزان تولید، استان قزوین با تولیدی در حدود ۱۴۴ هزار تن یعنی ۶/۶۶ درصد از محصول ذرت

برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید.....

دانه‌ای کشور بعد از استانهای فارس، خوزستان و کرمان در رتبه چهارم کشور قرار دارد. عملکرد محصول ذرت دانه‌ای در استان قزوین ۱۱/۲۹ تن در هکتار می‌باشد و از این لحاظ استان قزوین دارای رتبه نخست کشور است (مرکز آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۵).

محدودیت منابع آبی در شهرستان البرز و نقش حیاتی آب در تولید ذرت دانه‌ای به عنوان محصولی با نیاز آبی بالا، موضوع نرخگذاری آب را در منطقه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار ساخته است. در این راستا، هدف مطالعه حاضر تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی از منظر متقاضی در ورودی مزرعه و در تولید محصول ذرت دانه‌ای، با استفاده از روش تابع تولید در بخش مرکزی شهرستان البرز استان قزوین می‌باشد.

## مواد و روشها

برای تعیین ارزش اقتصادی آب از منظر متقاضی آن دو روش کلی تحت عنوان روشهای پارامتری<sup>۱</sup> و غیرپارامتری<sup>۲</sup> وجود دارد. در روشهای غیرپارامتری ارزش اقتصادی آب با استفاده از تکنیکهای ریاضی و محاسباتی در چارچوب نظریه‌های اقتصادی برآورد می‌شود و شامل روش برنامه‌ریزی خطی<sup>۳</sup> (قیمت سایه‌ای)<sup>۴</sup>، روش گاردنر<sup>۵</sup>، رهیافت باقی‌مانده<sup>۶</sup> و روش بودجه‌بندی<sup>۷</sup> می‌باشد. در روشهای پارامتری یا اقتصادسنجی با استفاده از تکنیکهای اقتصادسنجی، یک تابع تولید، سود یا هزینه، که نشاندهنده ساختار تولید مورد مطالعه باشد، برآورد می‌شود و با استفاده از پارامترهای برآورد شده و اصول اقتصادی، ارزش اقتصادی آب تعیین می‌شود.

- 
1. Parametric Approach
  2. Non Parametric Approach
  3. Linear Programming
  4. Shadow Price
  5. Gardner
  6. Residual Method
  7. Budgeting Approach

کاربرد روشهای پارامتری در تعیین ارزش اقتصادی آب دارای مزایایی است از جمله اینکه در روشهای پارامتری امکان آزمون آماری پارامترهای برآورد شده الگوهای اقتصادسنجی که مبنای تعیین ارزش اقتصادی آب است، فراهم می‌باشد. ثانیاً برای استفاده از روشهای پارامتری نیاز به تعیین سقف محدودیت آب و نوع منبع تأمین آب نمی‌باشد. به عبارت دیگر در شرایطی که امکان تعیین حداکثر آب قابل دسترس به تفکیک هر یک از منابع شامل آبهای سطحی و زیرزمینی وجود نداشته باشد، روش پارامتری راه عملی‌تری برای برآورد ارزش آب می‌باشد. از طرف دیگر استفاده از الگوهای اقتصادسنجی امکان بهره‌گیری از توابع مختلف به‌ویژه توابع انعطاف‌پذیر را بهتر و راحت‌تر از روشهای انعطاف‌ناپذیر فراهم می‌نماید. البته روشهای غیرپارامتری نیز مزیت‌های مربوط به خود را دارند که از آن جمله می‌توان به عدم نیاز به انتخاب فرم تابعی در الگوهای خطی غیرپارامتری اشاره کرد (حسین زاد و همکاران، ۱۳۸۳).

برای حداکثر کردن بازده اقتصادی و استفاده بهینه از منابع آب، هزینه تأمین آخرین واحد آب باید برابر ارزش بازده نهایی آب باشد. از طرف دیگر شرط حداکثر کردن مطلوبیت حاصل از مصرف آب در کشاورزی ایجاب می‌کند که مصرف‌کننده تا حدی آب مصرف کند که ارزش تولید نهایی<sup>۱</sup> آن برابر قیمتش شود؛ زیرا هنگامی که ارزش تولید نهایی آب بیشتر از قیمت آن باشد، تولیدکننده به ازای مصرف هر یک واحد کمتر از آب به میزان ارزش تولید نهایی آن منهای قیمت، متحمل زیان می‌شود. در این حالت انگیزه برای مصرف بیشتر آب پدید خواهد آمد. از طرفی، زمانی که ارزش تولید نهایی آب کمتر از قیمت آن باشد، کشاورز به ازای مصرف هر یک واحد بیشتر از آب به میزان قیمت آن منهای ارزش تولید نهایی آن متحمل زیان خواهد شد. بنابراین مصرف بهینه آب یا شرط تعادل در مصرف آب زمانی رخ می‌دهد که قیمت آب برابر ارزش تولید نهایی آن (قیمت سایه‌ای) باشد.



برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید.....

به لحاظ نظری، تولید مقدار معینی محصول تابع مصرف نهاده‌های مختلف است. اگر

$Y$  بیانگر مقدار تولید باشد، خواهیم داشت (دبرتین، ۱۳۷۶):

$$Y = f(x, z) \quad (1)$$

که در آن  $x$  بردار نهاده‌های متغیر و  $z$  بردار نهاده‌های ثابت می‌باشد. اگر مقدار نهاده ثابت یا شبه ثابت آب با  $w$  نشان داده شود، ارزش تولید نهایی آب برابر حاصل ضرب تولید نهایی آب در قیمت محصول می‌باشد که معادل ارزش اقتصادی آب خواهد بود. بنابراین می‌توان نوشت:

$$P_w = \frac{\delta f(x, z)}{\delta w} \times p_y = M P_w \times p_y = V m p_w \quad (2)$$

به همین ترتیب مقدار تولید نهایی را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$M P_w = E_w \times A P_w = \frac{\partial L n(y)}{\partial L n(w)} \times A P_w \quad (3)$$

کشش تولید آب یا همان درصد تغییرات تولید به درصد تغییرات مقدار آب را می‌توان

از رابطه زیر به دست آورد:

$$E_w = \frac{\delta Y}{\delta w} \times \frac{w}{Y} = \frac{\partial L n(Y)}{\partial L n(w)} \quad (4)$$

به طور کل توابع مورد استفاده در تولید به دو دسته کلی توابع انعطاف‌ناپذیر<sup>۱</sup> و توابع

انعطاف‌پذیر<sup>۲</sup> تقسیم می‌شوند. توابع تولید انعطاف‌ناپذیر مانند تابع خطی<sup>۳</sup>، تابع کشش جانشینی

ثابت (CES)<sup>۴</sup>، ترانسندنتال، کاب-داگلاس<sup>۵</sup> و لئونتیف به دلیل محدودیت‌های ذاتی،

محدودیت‌هایی را به طور اجباری بر ساختار تولید وارد می‌کنند. اما توابع انعطاف‌پذیر به اندازه

کافی پارامتر دارند و این محدودیت‌ها را بر ساختار تولید وارد نمی‌کنند. از بین توابع انعطاف‌پذیر

که امروزه در بخش کشاورزی از آنها به کرات استفاده شده است، می‌توان به فرمهای

ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم یافته و لئونتیف تعمیم یافته اشاره کرد. تابع تولید ترانسندنتال

1. Inflexible Functional Forms

2. Flexible Functional Forms

3. Linear Production Function

4. Constant Elasticity of Substitution Production Function

5. Cobb-Douglas

لگاریتمی که معروف به تابع تولید ترانسلوگ است، یکی از اشکال این توابع است که برای اولین بار توسط جریس تنسن، جورگنسن و لائو در سال ۱۹۷۲ مطرح گردید که کاربردهای فراوانی در تئوری دوگانگی شفرد<sup>۱</sup> و توابع هزینه دارد (سانخایان، ۱۳۷۵). تابع ترانسلوگ از بین توابع انعطاف پذیر دارای ویژگیهای یکنواختی، تقعر، محدود و غیر منفی بودن، پیوستگی، دوبار قابل مشتق گیری و همچنین توانایی نشان دادن هر سه ناحیه تولید و تغییر کششهای جانبینی و تولیدی به ازای سطوح مختلف مصرف نهاده‌ها می‌باشد (حسین زاد و سلامی، ۱۳۸۳). شکل عمومی (ریاضی) تابع تولید ترانسلوگ با  $n$  نهاده متغیر به شرح زیر می‌باشد (سانخایان، ۱۳۷۵):

$$\ln(y) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln x_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \beta_{ii} (\ln x_i)^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=2}^n \beta_{ij} (\ln x_i)(\ln x_j) \quad i \neq j \quad (5)$$

در این رابطه  $y$  مقدار تولید محصول،  $x_i$  ها مقادیر نهاده‌های مصرف شده در تولید و نیز  $\alpha$  و  $\beta$  و  $\gamma$  پارامترهای مدل و  $\ln$  نماد لگاریتم طبیعی می‌باشد. الگوی تجربی تابع تولید ترانسلوگ به صورت زیر تبیین می‌شود:

$$\begin{aligned} \ln(y) = & \alpha + \beta_b \cdot \ln b + \beta_p \cdot \ln p + \beta_s \cdot \ln s + \beta_w \cdot \ln w + \frac{1}{2} \beta_{bb} \cdot (\ln b)^2 + \frac{1}{2} \beta_{pp} \cdot (\ln p)^2 + \\ & \frac{1}{2} \beta_{ss} \cdot (\ln s)^2 + \frac{1}{2} \beta_{ww} \cdot (\ln w)^2 + \beta_{bp} \cdot \ln b \cdot \ln p + \beta_{bs} \cdot \ln b \cdot \ln s + \beta_{bw} \cdot \ln b \cdot \ln w + \\ & \beta_{ps} \cdot \ln p \cdot \ln s + \beta_{pw} \cdot \ln p \cdot \ln w + \beta_{sw} \cdot \ln s \cdot \ln w + \lambda \cdot D_{tahsilat} + u_i \end{aligned} \quad (6)$$

در این مدل  $y$  مقدار تولید در واحد سطح (عملکرد) می‌باشد که تابعی از بذر مصرفی (b) برحسب کیلوگرم در هکتار، کود فسفات (p) برحسب کیلوگرم در هکتار، مقدار سم علف کش (s) برحسب لیتر در هکتار، مقدار آب مصرف شده (w) برحسب هزار مترمکعب در هکتار،  $D_{tahsilat}$  متغیر کیفی مربوط به تحصیلات و  $u_i$  جز خطاست.

برای انتخاب تابع تولید برتر، توابع مختلف از طریق آزمون F، آماره ضریب تعیین، تعداد ضرایب معنی دار، آزمون نسبت درستنمایی و نیز آماره جاک (JB)<sup>۲</sup> - که آزمونی

1. Shephard Duality Theory  
2. Jarque-Bera

برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید.....

برای سنجش نرمال بودن جزء اخلاص می‌باشد - مورد مقایسه قرار می‌گیرند. همچنین به اعتقاد گجراتی (۱۹۸۸)، تعداد پارامترهای کمتر، سادگی تفسیر، سادگی محاسباتی، برازش خوب، قدرت تعمیم‌دهی و پیش‌بینی از جمله معیارهای مهم در تعیین الگوی اقتصادسنجی برتر برای کارهای تجربی می‌باشند. مطابقت و سازگاری علامتها و مقادیر پارامترهای تابع و کششها با نظریه‌های اقتصادی نیز از معیارهای مهم در شناسایی الگوی برتر از دیدگاه تامپسون (۱۹۸۸) می‌باشند. علاوه بر این، براساس نظر تامپسون، در کنار معیارهای مذکور، مطالعات تجربی نیز می‌توانند راهنمای خوبی برای انتخاب الگوی برتر باشند (حسین زاد و همکاران، ۱۳۸۳).

آمار و اطلاعات مورد نیاز در این مطالعه به‌صورت پیمایشی و با استفاده از تکمیل پرسشنامه در سال زراعی ۱۳۸۵-۸۶ جمع‌آوری شده است. جامعه مورد مطالعه کشاورزان ذرت‌کار بخش مرکزی شهرستان البرز استان قزوین می‌باشند که تعداد آنها حدوداً ۷۰۰ نفر است (مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان البرز، ۱۳۸۶). برای انتخاب نمونه به روش نمونه-گیری تصادفی ساده، با ۷۰ کشاورز مصاحبه و پرسشنامه‌ها تکمیل شده است. برای به‌دست آوردن مقدار آب در ورودی مزرعه، تلفات آب در مسیر انتقال از منبع تا ورودی مزرعه به این صورت لحاظ شد که به ازای هر ۱۰۰ متر انتقال آب در کانال بتنی، ۰/۴ درصد تلفات آب و به ازای هر ۱۰۰ متر انتقال آب در کانال خاکی، ۱ درصد تلفات آب و انتقال توسط لوله بدون تلفات می‌باشد (شرکت مهندسی مشاور کاو آب، ۱۳۸۶). برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار Eviews 5 استفاده شده است.

## نتایج و بحث

نتایج تحلیل توصیفی متغیرهای مورد مطالعه با استفاده از میانگین، انحراف معیار، حداکثر و حداقل در جدول ۱ ذکر شده است.

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال هجدهم، شماره ۷۲

جدول ۱. نتایج تحلیل توصیفی برخی از متغیرهای مورد مطالعه در بخش مرکزی

شهرستان البرز

متغیر	میانگین	انحراف استاندارد	حداکثر	حداقل
سن کشاورز	۴۰	۱۱/۲	۶۷	۲۰
سابقه کشاورزی (سال)	۲۳/۴	۱۱/۷	۶۰	۳
سطح زیر کشت (هکتار)	۷/۳	۸/۸	۶۰	۱
مقدار آب مصرفی (هزار مترمکعب در هکتار)	۱۴/۵	۷/۸	۳۲	۳/۲
کود از ته (کیلوگرم در هکتار)	۵۰۵/۴	۲۶۶/۸	۱۳۳۰	۱۰۰
کود فسفات (کیلوگرم در هکتار)	۲۴۳/۱	۱۱۵/۰۵	۶۰۰	۷۵
علف کش (لیتر در هکتار)	۳/۲۳	۱/۸۴	۸	۱
بذر (کیلوگرم در هکتار)	۲۴/۹	۳/۱۱	۳۵	۱۸/۵
عملکرد (تن در هکتار)	۱۱/۴	۲/۴	۱۸	۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

به منظور رسیدن به هدف مطالعه، توابع تولید در واحد سطح ذرت دانه‌ای (تابع عملکرد) در قالب فرمهای مختلف برآورد شدند که نتایج حاصل از مقایسه توابع انعطاف‌پذیر در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲. مقایسه توابع تولید انعطاف‌پذیر ذرت دانه‌ای از لحاظ معنی‌داری پارامترهای

برآورد شده و آزمون نورمال بودن جمله اخلاص

تابع	تعداد کل ضرایب	تعداد ضرایب معنی‌دار	ضریب تعیین	آماره جارک بر ۱
درجه دوم تعمیم یافته	۱۶	۸	۰/۶۳	۱۳۲/۷۸ (رد فرض صفر در سطح ۱ درصد)
ترانسلوگ	۱۶	۱۳	۰/۷۲	۲/۰۶ (پذیرش فرض صفر در سطح ۱۰ درصد)
لئونتیف تعمیم یافته	۱۶	۹	۰/۶۱	۱۰۱/۸ (رد فرض صفر در سطح ۱ درصد)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید.....

براساس نتایج آماره‌های جدول ۲، از بین توابع انعطاف‌پذیر، فرم تابع ترانسلوگک مناسبتر از سایر فرمها تشخیص داده شد و به عنوان تابع برتر انتخاب گردید. نتایج برآورد تابع عملکرد ذرت دانه‌ای در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. نتایج برآورد تابع عملکرد ذرت دانه‌ای در بخش مرکزی شهرستان البرز

پارامتر	ضریب	خطای معیار	آماره t	پارامتر	ضریب	خطای معیار	آماره t
$\alpha$	۲۳/۲۵*	۱۳/۷۲	۱/۶۹	$\beta_{ww}$	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۷
$\beta_b$	-۲/۴۱	۶/۲۹	-۰/۳۸	$\beta_{bp}$	۰/۶۲**	۰/۳۰۷	۲/۰۳
$\beta_p$	-۱/۴۳*	۱/۰۴	-۱/۳۶	$\beta_{bs}$	-۰/۰۱	۰/۰۲	-۰/۵۹
$\beta_s$	-۰/۳۶*	۰/۱۹	-۱/۸۲	$\beta_{bw}$	۰/۶۹***	۰/۲۳	۳/۰۱
$\beta_w$	-۲/۶۵***	۱/۰۶	-۲/۵	$\beta_{ps}$	-۰/۰۵***	۰/۰۱	-۲/۹۱
$\beta_{bb}$	-۲/۵۲*	۱/۵۶	-۱/۶۱	$\beta_{pw}$	-۰/۰۴***	۰/۰۱	-۳/۴۹
$\beta_{pp}$	۰/۰۱***	۰/۰۰۳	۳/۳۹	$\beta_{sw}$	۰/۰۹***	۰/۰۳	۲/۸۲
$\beta_{ss}$	۰/۰۱***	۰/۰۰۵	۲/۳۸	$\lambda$	۰/۰۷***	۰/۰۲	۲/۶۳
F=۵/۳۷***		DW=۱/۹		R <sup>2</sup> =۰/۷۲			

مأخذ: یافته‌های تحقیق

\*\*\*، \*\* و \* به ترتیب: معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد

به دلیل اینکه تغییرات چندانی در مقدار استفاده از نهاده‌های نیروی کار و ماشین آلات در کشت ذرت دانه‌ای در منطقه مورد مطالعه در واحد سطح مشاهده نگردید، لذا در مدل لحاظ نشدند. نهاده کود از ته به علت همخطی شدید<sup>۱</sup>، با نهاده آب از لحاظ آماری ارتباط معنادار نداشته و لذا از مدل حذف گردید. این مسئله دور از ذهن نمی‌باشد، چرا که با افزایش مصرف کود از ته، فعل و انفعالات شیمیایی درون گیاه افزایش می‌یابد و در نتیجه گیاه به آب و مواد غذایی بیشتری نیاز پیدا می‌کند. پارامتر  $\lambda$  مربوط به متغیر تحصیلات می‌باشد که به صورت متغیر کیفی وارد مدل شده است. بزرگتر از صفر بودن ضریب این پارامتر به این معنی است که کشاورزان تحصیل کرده به دلیل آگاهی از فناوریهای نوین، به سطوح بالاتری از عملکرد دست پیدا می‌کنند؛ به عبارت دیگر تحصیلات اثر مثبتی روی تولید کشاورزان خواهد داشت.

۱. ضریب همبستگی بین نهاده‌های آب و کود از ته برابر ۰/۸۹ می‌باشد.

## اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال هجدهم، شماره ۷۲

مقدار آماره ضریب تعیین مبین این مسئله می‌باشد که ۷۲ درصد میانگین تغییرات تولید ذرت دانه‌ای توسط متغیرهای سم، کود فسفات، بذر و آب و آثار متقابل آنها توضیح داده می‌شود. معنی داری آماره F (در سطح احتمال ۱ درصد) نیز حکایت از معنی دار بودن آماری کل الگو دارد. یکی از مشکلات داده‌های مقطعی، ناهمسانی واریانس است که این مسئله با استفاده از آزمون واریانس ناهمسانی وایت<sup>۱</sup> مورد بررسی قرار گرفت. مقدار آماره این آزمون ۱/۱۳ می‌باشد که عدم معنی داری آن از نظر آماری بیانگر نبود واریانس ناهمسانی در مدل می‌باشد. مقدار آماره دورین واتسون نیز نشان‌دهنده نبود خودهمبستگی<sup>۲</sup> بین اجزای اختلال در مدل می‌باشد و لذا این تابع برای استفاده در مراحل بعدی مناسب است.

براساس نتایج تابع تولید ترانسلوگ و با استفاده از رابطه ۴، کشش جزئی نهاده آب معادل ۰/۶۲ محاسبه شد. سپس با استفاده از رابطه ۳، تولید نهایی آب محاسبه گردید. با توجه به اینکه قیمت خرید تضمینی ذرت دانه‌ای در سال ۱۳۸۶ معادل ۱۷۵۰ ریال گزارش شده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۶)، در نهایت قیمت حقیقی آب و یا به عبارتی ارزش اقتصادی آب در سطح متوسط سایر نهاده‌های مصرف شده در تولید ذرت دانه‌ای با استفاده از رابطه ۲، برابر ۸۴۷ ریال برای هر مترمکعب آب تعیین شد و این در حالی است که کشاورزان برای هر مترمکعب آب - در سال مورد مطالعه - ۴۸ ریال به عنوان آب بها پرداخت کرده‌اند (شرکت مدیریت آب استان قزوین، ۱۳۸۶). این مقدار ارزش محاسبه شده برای نهاده آب معادل ۴۸ درصد قیمت ذرت دانه‌ای در سال ۱۳۸۶ می‌باشد؛ یعنی در حال حاضر کشاورزان ۵/۶ درصد ارزش تولید نهایی آب برای محصول مورد نظر را به عنوان قیمت هر واحد آب پرداخت می‌کنند که مبلغ ناچیزی نسبت به ارزش اقتصادی آب می‌باشد.

نتایج حاصل از سایر مطالعات از جمله حسین‌زاد و همکاران (۱۳۸۳)، اسدی و همکاران (۱۳۸۶) و چیدری و میرزایی خلیل آبادی (۱۳۷۸) نیز وجود اختلاف زیاد بین قیمت حقیقی آب و آب بهای پرداختی کشاورزان را تأیید می‌کند. براساس مطالعه حسین‌زاد و همکارانش،

- 
1. White Heteroscedasticity Test
  2. Autocorrelation

برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید.....

آب بها به ترتیب برای گندم و پیاز ۱۲ و ۱۰ درصد ارزش تولید نهایی آب در تولید محصول مورد نظر در سال مورد مطالعه می‌باشد. همچنین براساس مطالعه اسدی و همکارانش، کشاورزان ۱۰ درصد ارزش تولید نهایی آب را به عنوان آب بها در سال مورد مطالعه می‌پردازند. چیدری و میرزایی خلیل‌آبادی نیز دریافتند که آب بهای پرداختی باغداران پسته شهرستان رفسنجان ۸ درصد ارزش تولید نهایی آب در تولید این محصول می‌باشد.

کشش جزئی نهاده آب نیز مبین این واقعیت است که اگر مصرف آب به طور متوسط یک درصد افزایش یابد، میزان عملکرد ذرت دانه‌ای نیز به طور متوسط معادل  $0/62$  درصد افزایش خواهد یافت. اما منظور از افزایش مصرف آب، لزوماً افزایش در مقدار مصرف آب در واحد سطح نمی‌باشد، بلکه افزایش آب قابل دسترس برای گیاه با استفاده از روشهای آبیاری می‌باشد که در نهایت افزایش بازده آبیاری را به دنبال خواهد داشت؛ چراکه براساس نمونه‌ها، در منطقه مورد مطالعه، مقدار آب مصرفی به طور متوسط  $14571$  مترمکعب در هکتار می‌باشد. این در حالی است که نیاز خالص آبیاری ذرت دانه‌ای در این منطقه  $6985$  مترمکعب در هر هکتار است (فرشی و همکاران، ۱۳۷۶). این اختلاف نشان‌دهنده مصرف تقریباً ۲ برابر نیاز آبی گیاه از آب می‌باشد و به نظر می‌رسد که یکی از دلایل آن پایین بودن قیمت آب باشد، اما با توجه به بازده ۴۰ درصدی آبیاری جوی و پشته‌ای در منطقه (مدیریت جهاد کشاورزی استان قزوین، ۱۳۸۶) آب قابل دسترس برای گیاه حدوداً  $5828$  مترمکعب در هکتار است که این میزان  $1157$  مترمکعب در هکتار کمتر از نیاز خالص ذرت دانه‌ای در منطقه می‌باشد؛ یعنی در شرایط موجود نیاز آبی گیاه به دلیل هدررفت آب در مزرعه به طور کامل برطرف نمی‌شود. در وضعیت فعلی با افزایش ۸ درصدی بازده آبیاری با استفاده از مقدار آب ورودی به مزرعه می‌توان نیاز آبی گیاه را به طور کامل تأمین کرد.

کشش جزئی نهاده بذر  $8/74$ - می‌باشد که نشان‌دهنده مصرف این نهاده در ناحیه سوم تولید است. با توجه به شواهد موجود در منطقه به نظر می‌رسد عامل اصلی مصرف بیش از حد این نهاده انجام عملیات نابهنگام کشاورزی است که موجب نامطلوب شدن خاک اراضی شده و کشاورزان برای کاهش دادن ریسک حاصل از سبز نشدن بذر گیاه، از این نهاده بیش از حد

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال هجدهم، شماره ۷۲

استفاده می‌کنند. کشت جزئی نهاده‌های کود فسفات و علف‌کش نیز در میانگین مصرف سایر نهاده‌ها برابر ۰/۱۵ می‌باشد؛ به عبارتی با افزایش ۱ درصد مصرف هر یک از این دو نهاده، عملکرد محصول ذرت دانه‌ای ۰/۱۵ درصد افزایش خواهد یافت که این مسئله بیانگر مصرف اقتصادی این دو نهاده به دلیل قرار گرفتن در ناحیه دوم تولید است.

### نتیجه‌گیری و پیشنهاد

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که قیمت واقعی آب کشاورزی به مراتب بیشتر از آب‌بهای رایج آن است. تفاوت در ارزش تولیدنهایی آب با قیمت پرداختی کشاورزان بابت آن، باعث از بین رفتن انگیزه کشاورزان برای سرمایه‌گذاری جهت افزایش بازده آبیاری و استفاده از فناوریهای نوین آبیاری شده است که نتیجه آن استفاده از روشهای سنتی آبیاری و هدر رفت بیش از حد آب در مزرعه می‌باشد. بنابراین توصیه می‌شود به منظور بهبود و پایداری نظام تولید کشاورزی، با تعدیل آب‌بها براساس ارزش اقتصادی آب، شرایط استفاده صحیح از آب و صرفه‌جویی در مصرف این نهاده فراهم آید. این سیاست با توجه به شکاف بسیار زیاد بین قیمت حقیقی و آب‌بهای کشاورزی در کوتاه مدت ممکن است موجب نارضایتی کشاورزان شود و تأثیر منفی در انگیزه تولید آنها بگذارد؛ اما در بلندمدت می‌تواند انگیزه لازم را برای استفاده از فناوریهای آب‌اندوز و حذف روشهای کم‌بازده آبیاری و انتقال آب - که مقدار قابل توجهی از آب را هدر می‌دهد - ایجاد کند. این سیاست باید به گونه‌ای اعمال شود که اولاً باعث ایجاد عدم انگیزه در کشاورزان برای تولید نشود و ثانیاً از مشارکت کشاورزان در اجرای آن استفاده شود.

آگاه کردن کشاورزان نسبت به عواقب ناشی از مصرف بی‌رویه منابع آب از طریق نظامهای آموزشی و ترویج نیز می‌تواند در راستای هدف مورد نظر کارساز باشد. همچنین ارائه تسهیلات با بهره‌کم و تشویق کشاورزان به استفاده از روشهای آبیاری تحت فشار به منظور افزایش بازده آبیاری، در جهت استفاده بهینه از آب مؤثر می‌باشد.



برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید.....

## منابع

۱. آریان، ط. و ش. ذولفقاری (۱۳۷۴)، ابزارهای مالی - اقتصادی در خدمت سیاست‌های مدیریتی بخش آب، مجموعه مقالات کنفرانس منطقه‌ای مدیریت منابع آب، اصفهان، ص ۱۷۵-۱۸۵.
۲. ابریشم‌چی، ا. و م. تجریش (۱۳۸۶)، مدیریت تقاضای آب کشور، قابل دسترس در [www.las.ac.ir](http://www.las.ac.ir).
۳. احسانی، م. و ه. خالدی (۱۳۸۲)، بهره‌وری آب کشاورزی، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره انتشار ۸۲.
۴. اداره کل هواشناسی استان قزوین (۱۳۸۶).
۵. اسدی، ه.، غ. سلطانی و ج. ترکمانی (۱۳۸۶)، قیمت‌گذاری آب کشاورزی در ایران: مطالعه موردی اراضی زیر سد طالقان، *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۵۸ (۱۵): ۶۱-۹۰.
۶. چیدری، ا. ح. و ح. ر. میرزایی خلیل‌آبادی (۱۳۷۸)، روش قیمت‌گذاری و تقاضای آب کشاورزی باغهای پسته شهرستان رفسنجان، *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۲۶ (۷): ۹۹-۱۱۳.
۷. چیدری، ا. ح.، غ. شرزه‌ای و ع. کرامت‌زاده (۱۳۸۴)، تعیین ارزش اقتصادی آب با رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی (مطالعه موردی: سد بارزو شیروان)، *تحقیقات اقتصادی*، ۷۱: ۳۹-۶۶.
۸. حسین‌زاد، ج.، ح. سلامی و س. ک. صدر (۱۳۸۳)، برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات زراعی با استفاده از توابع تولید انعطاف‌پذیر (مطالعه موردی: دشت مراغه - بناب)، *دانش کشاورزی*، جلد ۱۷ شماره ۲.

## اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال هجدهم، شماره ۷۲

۹. حسین‌زاد، ج. و ح. سلامی (۱۳۸۳)، انتخاب تابع تولید برای برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی: مطالعه موردی تولید گندم، *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۴۸ (۱۲): ۵۳-۷۱.

۱۰. دبرتین، دیوید ال (۱۳۷۶)، اقتصاد تولید کشاورزی، ترجمه موسی‌نژاد و نجارزاده، انتشارات مؤسسه تحقیقات اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس.

۱۱. سانخایان، پی ال (۱۳۷۵)، درآمدی بر اقتصاد تولید کشاورزی، ترجمه اکبری و رنانی، نشر هشت بهشت، چاپ اول.

۱۲. شرکت مدیریت آب استان قزوین (۱۳۸۶).

۱۳. شرکت مدیریت منابع آب کشور (۱۳۸۶).

۱۴. شرکت مدیریت مهندسی کاو آب (۱۳۸۶).

۱۵. فرشی، ع. ا.، م. ر. شریعتی، ر. جارالهی، م. قائمی، م. شهابی‌فر و م. م. تولایی (۱۳۷۶)، برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور، چاپ اول.

۱۶. کشاورز، ع. و ن. حیدری (۱۳۸۶)، نگرشی بر اسراف و صنایع نمودن آب در مراحل تولید و مصرف محصولات کشاورزی، قابل دسترس در [www.iac.ir](http://www.iac.ir).

۱۷. مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان البرز (۱۳۸۶).

۱۸. مدیریت جهاد کشاورزی استان قزوین (۱۳۸۶).

۱۹. مرکز آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۵)، قابل دسترس در [www.maj.ir](http://www.maj.ir).

۲۰. ناظم السادات، م. ج. (۱۳۸۰)، آیا باران می‌بارد؟ خشکسالی و بارندگی مازاد در ایران، انتشارات دانشگاه شیراز.

21. Abernethy, C.L., H. Sally, K. Lon Sway and C. Maman (2000), Farmer-based financing of operations in the Niger valley irrigation schemes, Research report 37, Colombo, Sri Lanka: International

برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید.....

Water Management Institute, Available at: <http://www.cgiar.org/iwmi/pubs/pub037/report37.pdf>.

22. Boswrth, B., G. Cornish, C. Perry and F.V. Steenburgen (2002), Water changing in irrigated agriculture, HR Wallingford publication, report OD, 145.

23. Dolpper, W., A. Z. Salman, A.K. Karablieh and H. P. Wolff (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.

24. Molle, F., J. P. Venot and A. Youssef Hassan (2008), Irrigation in the Jordan Valley: are water pricing policies overly optimistic?

25. Renwick, E. (2001), Valuing, water in a multiple-use system, *Irrigation and Drainage Systems*, 15:149-171.

26. Teerink, J.R. and M. Nakashima (1993), Water allocation, rights and pricing: examples for Japan and the United States, World Bank technical paper, No.198.68pp.

