



بهینه‌سازی الگوی بهره‌برداری از منابع آبی در جهت حداکثر کردن منافع اجتماعی در استان فارس

دکتر شاهرخ شجری

استادیار اقتصاد کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

Email: Shajarish@gmail.com

چکیده

استفاده بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در استان فارس سبب گردیده که سطح آب زیرزمینی در بسیاری از دشت‌های این استان با استمرار افت مواجه گردیده و در نتیجه این دشت‌ها در وضعیت بحرانی قرار گیرند. از این‌رو استفاده کارا از منابع آب قابل دسترس و سیاست‌های منطقی تجاری محصولات کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای این منظور، توسعه یا محدودیت کشت محصولات کشاورزی در مناطق مختلف باید با توجه به امکانات تولید و محدودیت منابع آبی صورت گیرد و این مسئله لزوم طراحی یک مدل فراگیر الگوی کشت محصولات زراعی را آشکار می‌کند. هدف از انجام این مطالعه مقایسه میزان آب مصرفی، سطح زیرکشت و نیروی کار شاغل در دو الگوی کشت بهینه با اهداف متفاوت بیشینه نمودن منافع خصوصی و اجتماعی می‌باشد. برای این منظور تعداد ۱۷۵ زارع با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای انتخاب و از طریق مصاحبه حضوری و تکمیل پرسش‌نامه و اندازه‌گیری دبی آب چاه‌های این مزارع، آمار و اطلاعات لازم جمع‌آوری گردید. نتایج به‌دست آمده بیان‌گر این موضوع است که در شهرستان فسا محصولات گندم، ذرت دانه‌ای، گوجه‌فرنگی، پیاز، هندوانه، خربزه، خیار سبز و سبزیجات، دارای مزیت نسبی ولی محصولات جو و پنبه (وش)، فاقد مزیت نسبی در سال مورد مطالعه هستند. در الگوی کشت بهینه با هدف حداکثر نمودن منافع اجتماعی سطح زیرکشت به میزان ۵۳۷ هکتار نسبت به الگوی کشت بهینه با هدف حداکثر نمودن منافع خصوصی یا بازاری (سود فردی کشاورزان) کاهش یافته است. میزان آب مصرفی در الگوی کشت بهینه با هدف حداکثر نمودن منافع اجتماعی برابر با ۳۳۷/۴ میلیون مترمکعب می‌باشد که به میزان ۸/۸ میلیون مترمکعب از الگوی کشت بهینه با هدف حداکثر نمودن بازده برنامه‌ای کمتر می‌باشد.

کلمات کلیدی: الگوی کشت، منابع آبی زیر زمینی، مزیت نسبی، منافع اجتماعی، استان فارس



مقدمه

محدودیت منابع آب تجدید شونده در سطح کشور و تقاضای روزافزون برای مصرف آب در بخش‌های مختلف، بر اهمیت و حساسیت مدیریت منابع آب افزوده است. این حساسیت به ویژه در دوره‌های خشکسالی که منابع آب قابل دسترس به کمتر از میانگین دراز مدت خود می‌رسد، نمود بیشتری پیدا می‌کند. از طرف دیگر تجربه کشورهای مختلف در زمینه مدیریت منابع آب نشان می‌دهد که اعمال مدیریت صحیح آب تا حدود زیادی می‌تواند محدودیت‌ها و مشکلات ناشی از کمبود منابع آب را تعدیل نماید.

در این شرایط برای نیل به هدف‌های پیش‌بینی شده در بخش کشاورزی باید تمامی پتانسیل موجود به کار گرفته شود و از امکانات موجود به نحو مطلوب بهره‌برداری گردد. این امر به ویژه در زمینه منابع آبی کشور اهمیت زیادی دارد. چرا که به دلیل شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک حاکم بر کشور و در نتیجه پایین بودن بارش‌های آسمانی، بخش کشاورزی با مشکل کم آبی مواجه بوده به طوری که ایران در زمره کشورهای کم آب جهان جای گرفته است. متوسط بارندگی در کشور ۲۵۰ میلی‌متر در سال بوده که این مسئله تأمین و انتقال آب را برای کشور پرهزینه کرده است. محدودیت منابع آبی، نیاز به توسعه کشاورزی و ضروری بودن استفاده مطلوب از آب کشاورزی حقایق انکارناپذیری هستند که باید بیشتر مورد توجه مسئولان قرار گیرند (۱). نواحی خشک و نیمه‌خشک استان فارس نیز مانند دیگر مناطق کشور با چالش‌های اساسی ناشی از عرضه ناکافی آب با مدیریت و برنامه‌ریزی نامناسب برای منابع آب روبرو هستند. فرصت‌های محدود برای جستجوی منابع جدید آب که با افزایش مداوم تقاضا برای آب ناشی از توزیع، تخصیص و استفاده ناکارآمد از آب توأم شده است بوضوح رشد کمبود نسبی این منبع حیاتی را نشان می‌دهد.

چنین بهره‌برداری بی‌رویه‌ای در سطح استان فارس کاملاً مشهود است. برداشت اضافی باعث کاهش سالانه مقدار آب تعداد زیادی از دشتهای استان گردیده، بطوریکه تعداد زیادی از دشتهای بعنوان دشت بهره‌برداریهای جدید ممنوعه اعلام گردیده است.

نظر به این که مدیریت عرضه و توسعه منابع جدید آب به دلایل محدودیت بودجه‌ای، افزایش هزینه‌های تهیه و عرضه آن و حرکت به سمت منابع غیرسستی با محدودیت روبرو است، بنابراین، تأکیدها جهت بهره‌برداری از منابع آب به سمت مدیریت تقاضای آب در حال تغییر است. درحقیقت با تشدید کمیابی‌ها در دهه‌های اخیر توجه برنامه‌ریزان به سمت مدیریت مناسب تقاضا و ایجاد انگیزه کافی در سطح مصرف‌کنندگان آب معطوف شده است. به منظور دستیابی به هدف فوق‌ابزارهای مختلفی در حوزه تخصیص منابع آب مطرح شده و مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. توجه مدیریت تقاضای آب می‌تواند بر استفاده کارآمد از منابع آب قابل دسترس و سیاست‌های منطقی کشت، تولید و تجارت محصولات کشاورزی معطوف گردد.



در حقیقت، کشاورزی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی در مسیر توسعه کشور ایران است که در این مسیر تامین امنیت غذایی یک طرف ماجرای توسعه و طرف دیگر این ماجرای پیچیده تامین ارز از طریق صادرات محصولات کشاورزی است. تا از این طریق هم اقتصاد کشور از بیماری هلندی سلامت خود را باز یابد و هم از حالت اقتصاد تک محصولی خارج شود. بنابراین توجه به این بخش و حمایت از آن در مواجهه با رقیبان بین‌المللی در دنیای تجارت آزاد تعیین کننده است. به خصوص اینکه در سال‌های اخیر بحث پیوستن به سازمان تجارت جهانی باعث افزایش بیش از پیش اهمیت مزیت نسبی شده است. درحقیقت، مزیت نسبی چشم‌انداز آینده‌ی تولید هر محصول و قدرت رقابت‌پذیری آن را پس از پیوستن به سازمان تجارت جهانی و حتی قدم نهادن به بازارهای بین‌المللی تعیین می‌کند. هدف از انجام این تحقیق، بررسی وضعیت منابع آب و الگوی بهره‌برداری از آن در ایران و استان فارس و تعیین الگوی کشت محصولات کشاورزی دارای حداکثرکننده منافع خصوصی و اجتماعی به تفکیک با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی و تعیین و مقایسه میزان آب مصرفی و اشتغال ایجاد شده در آنها می‌باشد.

پیشینه تحقیق:

پایمزد و همکاران (۱۳۸۹) مطالعه‌ای را با عنوان برنامه‌ریزی غیرخطی و سیستم‌های پویا در تخصیص آب کشاورزی (مطالعه موردی: حوضه زاینده رود اصفهان) انجام داده‌اند. در این تحقیق تلاش شده است که مدل سازی تخصیص آب برای محصولات مختلف کشاورزی در اراضی پائین دست سد چادگان در حوضه زاینده رود با رویکرد توام سیستمیک (SD) و بهینه‌سازی و در کنار آن، استفاده از مدل‌های مرسوم بهینه‌سازی (NLP) انجام گیرد. نتایج مطالعه نشان داد که طراحی SD انجام شده بخوبی توانسته است ضمن مدلسازی، پویایی‌های حاکم در تخصیص، بهینه‌سازی را نیز به انجام رساند. به طوری که نتایج این بخش با بهینه‌سازی برنامه‌ریزی غیرخطی حداکثر ۳ درصد اختلاف داشته‌اند. لذا دارای قابلیت یک سیستم پشتیبانی از تصمیم‌گیری است. در این مورد مثالی برای مواجهه با شرایط خشکسالی ارائه گردیده و نشان داده شده است که چگونه مدل از بین کم آبیاری و کاهش سطح، گزینه‌های مناسب را در تطبیق با آن ارائه می‌دهد. اما مراحل کار با آن طولانی‌تر و کنترل‌های بیشتری را می‌طلبد. اما این که بهینه‌سازی در این محیط، برای چه ابعادی از مسائل بهینه‌سازی قابل استفاده باشد، کار بیشتری را نیاز دارد.

دیائو و همکاران (۲۰۰۲) در منطقه‌ای از مراکش با ویژگی ناهمگنی مکانی، منافع اقتصادی قابل حصول از تخصیص آب سطحی و مکانیزم‌های تمرکززدایی جهت رسیدن به آن را مورد بررسی قرار دادند. تحلیل بر مبنای مدل تعادل عمومی بود که علاوه بر دیگر بخشهای اقتصادی، ۸۳ فعالیت تولید کشاورزی را در برداشت. نتایج نشان داد که تمرکززدایی مبادله آب، محصول کشاورزی را ۸/۳ درصد افزایش می‌دهد، نرخ اجاره دیگر نهاد‌های کشاورزی از جمله کارگر را در سطح ملی تحت تاثیر قرار داده و دارای اثرات گسترده اقتصادی است که موجب کاهش هزینه‌های زندگی، افزایش مصرف کل و توسعه تجارت بین‌المللی می‌شود.



ایوانس و همکاران (۲۰۰۳) در منطقه‌ای از کشور اکوادور مسئله ناکارایی و نابرابری تخصیص آب را مورد مطالعه و بررسی قرار دادند. در این تحقیق با استفاده از برنامه ریزی ریاضی، پیامدهای مسئله مزمن کم آبی با انتقال آب به چهار منطقه، مورد بررسی قرار گرفت. پنج سناریوی تخصیص آب با توجه به کارایی در استفاده از زمین و آب و برابری در توزیع درآمد تحلیل و ارزیابی شد. نتایج نشان داد که در منطقه پایین دست، آب عامل اصلی محدود کننده توسعه کشاورزی است اما، در مناطق بالا دست، زمین عامل محدود کننده می باشد. آنها نتیجه گرفتند که در قانون توزیع آب به این مسئله توجه نشده و در نتیجه، این قانون شرایط کارایی و برابری را فراهم نمی کند.

تی واری و دینار (۲۰۰۳) نقش و کاربرد انگیزه‌های اقتصادی را در کشاورزی آبی مورد بحث قرار دادند. خلاصه ای از مهمترین نتایج آنها شامل موارد زیر است. در مواجهه با افزایش کم آبی، افزایش رقابت بخش-های مختلف برای آب و افزایش تدریجی هزینه‌های عرضه آب، بهبود کارایی مصرف آب بعنوان منع جدید آب جهت پاسخ‌گویی به تقاضای روبه گسترش دیده می شود. توجه به بهبود کارایی مصرف آب هرچند یک امر جدیدی نیست اما، تلاشهای گذشته بیشتر فنی و مهندسی بوده است. با این حال، تلاشها در جهت بهبود کارایی مصرف آب شامل دامنه گسترده تری از اقدامات، در برگیرنده ابزارهای اقتصادی، نهادی، زراعی و محدودیتهای هیدرولوژیکی و اکولوژیکی است. این امر نیازمند فهم بهتر پیوستگی های علت و معلولی میان این ابعاد مختلف و پذیرش روشهای تلفیقی و در نتیجه انتقال گفتمان در مدیریت کشاورزی آبی است. اگرچه مطالعه در اقدامات مربوط به بهبود کارایی فنی مصرف آب و انگیزه های اقتصادی معمول هستند با این حال، مطالعاتی که جنبه های مختلف کارایی مصرف آب و هم اقدامات پولی و غیر پولی را ارتباط دهند، خیلی کم است.

مدل مفهومی / فرضیه‌ها یا سؤال‌های تحقیق:

۱. در الگوی کشت فعلی در منطقه مورد مطالعه محصولات کشاورزی با نیاز آبی بالا وجود دارد.
۲. در الگوی کشت فعلی محصولات کشاورزی در منطقه مورد مطالعه منافع اجتماعی حداکثر نیست.

روش‌شناسی:

در این مطالعه با محاسبه منافع اجتماعی محصولات زراعی می توان زیان اجتماعی حاصل از کشت آنها را در منطقه تعیین نمود.

از این رو، براساس ماتریس تحلیل سیاست می توان تولید محصولات زراعی که دارای مزیت نسبی هستند، تعیین کرد. اما، نمی توان ترکیب فعالیت‌های دارای مزیت نسبی که حداکثر کننده منافع اجتماعی است را بدست آورد. با استفاده از مدل‌های برنامه ریزی ریاضی می توان به این هدف رسید. مدل سطح منطقه ترکیبی از فعالیت ها را تعیین می کند که منافع اجتماعی حداکثر شود.



در مطالعه حاضر، الگوی ساخته شده در اصل در قالب یک مسئله برنامه ریزی ریاضی قرار می‌گیرد. با این حال، ویژگی که در الگو رعایت شده آن است که برای عوامل تولید و فعالیت‌ها، قیمت و یا ارزش اجتماعی آنها منظور می‌گردد. بعلاوه، ضرایب فنی بصورتی متفاوت از مدل سطح مزرعه تعیین می‌شود. در سطح منطقه تعیین الگوی بهینه کشت از دید منافع اجتماعی مطرح است. لذا، فرض حداکثرسازی منافع اجتماعی با توجه به محدودیت‌های موجود یکی از اهدافی است که می‌توان گفت سیاستگذار به دنبال آن است و این موضوع را با استفاده از نهاده آب می‌توان توضیح داد.

به دلیل آنکه مقدار آب آبیاری در دسترس تصادفی می‌باشد بصورت محدودیت احتمالی و یا تصادفی با استفاده از برنامه ریزی محدودیت تصادفی^۱ که بوسیله چارنر و کوپر (۱۹۵۶) پیشنهاد گردیده در مدل در نظر گرفته شده است.

ماهیت تصادفی مقدار آب قابل دسترس با استفاده از برنامه ریزی محدودیت تصادفی در بیشتر مطالعات به آن توجه شده است. بطور مثال، ماجی و هدی (۱۹۷۸) از این روش در تعیین الگوی بهینه کشت و مدیریت سیاستگذاری حوزه آبریزی در هند استفاده کردند.

در مطالعه حاضر، الگوی ساخته شده در اصل در قالب یک مسئله برنامه ریزی ریاضی و استفاده از برنامه ریزی محدودیت تصادفی قرار می‌گیرد. با این حال، ویژگی که در الگو رعایت شده آن است که برای عوامل تولید و فعالیت‌ها، قیمت و یا ارزش اجتماعی آنها منظور می‌گردد. قیمت‌های اجتماعی اثرات انحراف سیاست‌ها و مداخلات دولت که منجر به استفاده ناکارا از منابع تولید می‌شوند را تصحیح می‌کند. در واقع، مدل با فرض هیچ‌گونه انحراف ناشی از مداخله دولت و یا نقص بازار طراحی شده است. بعلاوه، ضرایب فنی بصورتی متفاوت از مدل سطح مزرعه تعیین می‌شود.

نظربه این که یکی از نهاده‌های اساسی در فرایند تولید محصولات زراعی، آب آبیاری می‌باشد و با توجه به عدم تعادل موجود در عرضه و تقاضای آن، مدل با فرض محدودیت آب آبیاری طراحی شده است. ساختار مدل برنامه ریزی در سطح منطقه به صورت زیر می‌باشد.

^۱ - Chance Constrained Programming



$$\text{Max : } NSB = \sum_{i=1}^n \sum Y_i [(SP_i - SC_i) - (VW_i * P_w)] * X_i$$

$$\text{subject to } \sum_i^n X_i = A$$

$$X_i \leq A_i \quad \forall i$$

$$\sum_i^n \sum_k^m Y_i * VW_{ik} * X_i \leq \bar{W}_k - Z_w * \sigma_w \quad \forall i, k$$

$$VW_i = \sum_{k=1}^m VW_{ik} \quad \forall i$$

$$X_i \geq 0$$

که NSB منافع خالص اجتماعی، Y_i عملکرد تولید محصول i ام، SP_i ارزش اجتماعی یا قیمت سایه‌ای واحد محصول i ام در منطقه، SC_i هزینه‌های اجتماعی تولید واحد محصول i در منطقه بدون هزینه آب، X_i سطح فعالیت i ، A کل سطح زیر کشت، A_i حداکثر سطح زیر کشت محصول i ام، VW_{ik} مقدار آب مجازی که برابر با نیاز آبی محصول i (بر حسب متر مکعب بر کیلوگرم) در دوره k ام، \bar{W}_k مقدار کل آب قابل دسترس در دوره k ام در منطقه و P_w قیمت اجتماعی هر متر مکعب آب می‌باشد. همچنین، به منظور مقایسه الگوی کشت و تخصیص منابع آبی در دو حالت با و بدون مداخله دولت، مقادیر هزینه‌ها و قیمت‌های محصول در تابع هدف مدل برنامه ریزی ریاضی با قیمت‌های بازار نیز اجرا می‌گردد.

در روش برنامه ریزی محدودیت تصادفی، با این فرض که تصمیم گیرنده مایل به ساختن وضعیت احتمالی نسبت به فراوانی مقدار منابع موجود است، عدم حتمیت در سمت راست (منابع) مدل برنامه ریزی خطی مورد بررسی قرار می‌گیرد. احتمال آن که محدودیتی مقدار آن بزرگتر یا مساوی مقدار α از پیش تعیین شده باشد، می‌توان آن را بصورت زیر نشان داد (۱۱):

$$pr \left[\sum a_{ij} x_j \leq b_i \right] \geq \alpha$$

اگر مقدار متوسط سمت راست b_i از دو طرف رابطه فوق، کم و هر دو طرف بر انحراف معیار ضریب سمت راست (σ_{b_i}) تقسیم شوند، آن موقع محدودیت‌های بالا بصورت زیر در می‌آیند:

$$pr \left[\frac{\sum a_{ij} x_j - \bar{b}_i}{\sigma_{b_i}} \leq \frac{(b_i - \bar{b}_i)}{\sigma_{b_i}} \right] \geq \alpha$$

در رابطه جدید بدست آمده، ترم $\frac{b_i - \bar{b}_i}{\sigma_{b_i}}$ خطاهای استاندارد b_i که از مقدار میانگین آن دور می‌سازد،

بدست می‌دهد. این ترم با Z نشان داده می‌شود. زمانی که حد یک احتمال خاص (α) استفاده شود، مقدار مناسب Z_α ، Z است و در نتیجه محدودیت‌ها بصورت زیر در می‌آیند:



$$pr \left[\frac{\sum a_{ij} x_j - \bar{b}_i}{\sigma_{b_i}} \leq z_\alpha \right] \geq \alpha$$

برای نشان دادن ریسک در سمت راست مدل، محدودیت‌های فوق، بصورت زیر می‌توانند نوشته شوند:

$$\sum a_{ij} x_j \leq \bar{b}_i - z_\alpha \sigma_{b_i}$$

محدودیت‌های فوق بیان می‌کنند که مصرف منبع $(\sum a_{ij} x_j)$ می‌بایستی کمتر یا مساوی مقدار متوسط منبع منهای انحراف معیار ضربدر سطح بحرانی که از سطح احتمال ناشی می‌شود، باشد. لذا، در مدل برنامه ریزی ریاضی، \bar{w} مقدار متوسط آب در دسترس می‌باشد که در مطالعه حاضر در سطح ۱ هکتار محاسبه می‌شود. مقدار Z_α را به دو طریق می‌توان تعیین کرد. یکی با فرضی راجع به توزیع احتمال (مثلاً نرمال) و دیگر به برآوردی محافظه کارانه که از نابرابری کیبی شف^۱ بدست آید، بسنده کرد. این روش بیان می‌کند که احتمال آنکه تخمینی بزرگتر از M برابر انحراف معیار از میانگین دور باشد، کمتر یا مساوی $1/M^2$ است. برای استفاده از نابرابری کیبی شف لازم است که برای آن مقدار از M ، که $(1-\alpha)$ مساوی $1/M^2$ شود، حل کرد. لذا، با معلوم بودن احتمال α مقدار Z_α کیبی شف با استفاده از $z_\alpha = (1-\alpha)^{-0.5}$ بدست می‌آید (مک کارل و اسپرین، ۲۰۰۵). در مطالعه حاضر روش اول مورد استفاده قرار می‌گیرد.

لازم به توضیح است که به منظور انتخاب الگوی کشت با قیمت‌های اجتماعی و خصوصی، ابتدا با استفاده از تجزیه خوشه، مزارع همگن را شناسایی کرده و پس از انتخاب مزارع نماینده برای هر مزرعه نماینده یک الگو اجرا می‌گردد. در نهایت با استفاده از روش وزن دهی بر اساس سهم هر یک از گروه‌های همگن در سطح زیرکشت کل شهرستان نسبت به تهیه و اجرای الگو در سطح شهرستان اقدام می‌شود.

به منظور انجام این مطالعه به آمار و اطلاعاتی نیاز بود که سعی شد به صورت زیر از منابع آماری مختلف جمع آوری شود:

۱. بخشی از داده‌های مورد نیاز در این مطالعه از جمله عملکرد تولید هریک از محصولات زراعی، قیمت و هزینه تولید محصولات زراعی و میزان نهاده‌های مورد نیاز برای تولید یک هکتار از محصولات مختلف زراعی با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای و از طریق مصاحبه حضوری و تکمیل پرسشنامه با زارعین در شهرستان فسا در استان فارس جمع آوری شد.
۲. همچنین به منظور تعیین نیاز آبی گیاهان زراعی با مراجعه به ایستگاه‌های هواشناسی شهرستان فسا اطلاعات هواشناسی لازم اخذ گردید.

² - Chebyshev's inequality



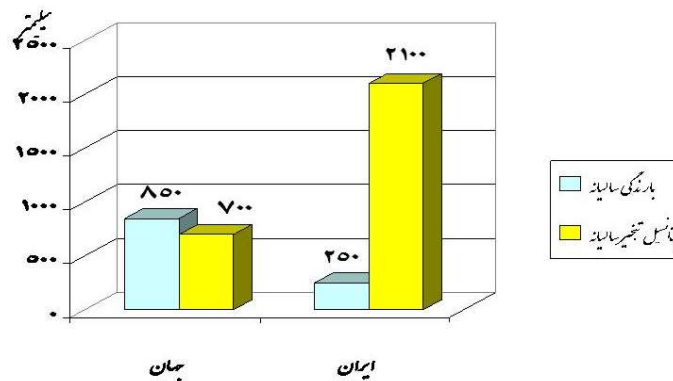
۳. همچنین اطلاعات مورد نیاز در رابطه با سطح زیر کشت هر یک از محصولات زراعی، میزان کل سطح زیر کشت آبی و دیم محصولات مختلف و میزان آب قابل دسترس (منابع زیرزمینی و سطحی) در ماه های مختلف سال از واحد آمار سازمان جهاد کشاورزی و مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان مورد مطالعه اخذ گردید.

۴. علاوه بر آن اطلاعات لازم در رابطه با قیمت سر مرز محصولات، قیمت سرمرز نهاده های تولید قابل مبادله، نرخ رسمی ارز، شاخص قیمت های داخلی و شاخص قیمت های جهانی از گزارش های اقتصادی و سالنامه ها و سایت های بانک مرکزی، وزارت اقتصاد و دارایی و فائو اخذ گردید.

تجزیه و تحلیل داده ها:

وضعیت منابع آب و الگوی بهره برداری از آن در ایران

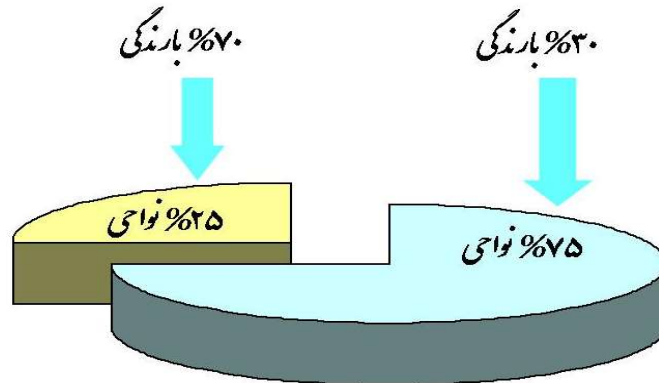
نمودار شماره (۱) پتانسیل بارندگی و تبخیر سالیانه ایران و جهان را با یکدیگر مقایسه نموده است. همانطور که نمودار نشان می دهد میزان بارندگی ایران کمتر از یک سوم میزان بارندگی جهان است. این در حالی است که میزان پتانسیل تبخیر ایران سه برابر میزان پتانسیل تبخیر جهان می باشد.



نمودار (۱). مقایسه پتانسیل بارندگی و تبخیر سالیانه ایران و جهان

منبع: سازمان هواشناسی کشور

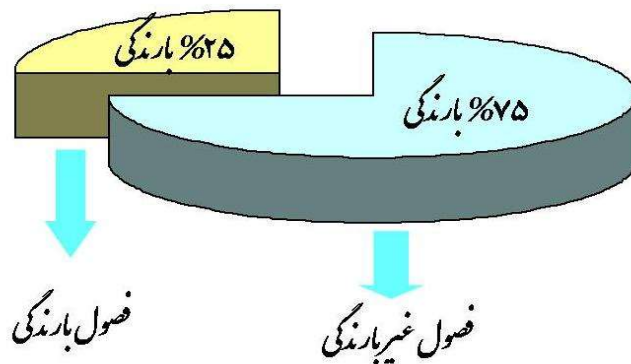
نمودار شماره (۲) توزیع مکانی بارندگی در ایران را نشان می دهد. همانطور که نمودار نشان می دهد حدود ۷۰ درصد بارندگی در سطحی از ۲۵ درصد کشور و ۳۰ درصد بارندگی در سطحی از ۷۵ درصد کشور اتفاق می افتد.



نمودار (۲). توزیع مکانی بارندگی در ایران

منبع: سازمان هواشناسی کشور

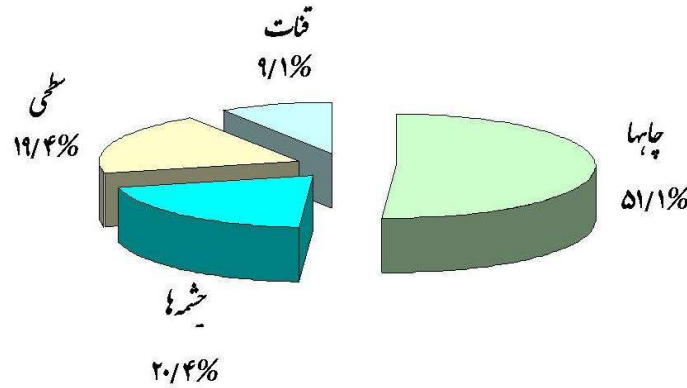
نمودار شماره (۳) توزیع زمانی بارندگی در ایران را نشان می‌دهد. همانطور که نمودار نشان می‌دهد حدود ۷۵ درصد بارندگی در فصولی که به آبیاری نیاز نیست و ۲۵ درصد بارندگی در فصولی که به آبیاری نیاز می‌باشد در کشور اتفاق می‌افتد.



نمودار (۳). توزیع زمانی بارندگی در ایران

منبع: سازمان هواشناسی کشور

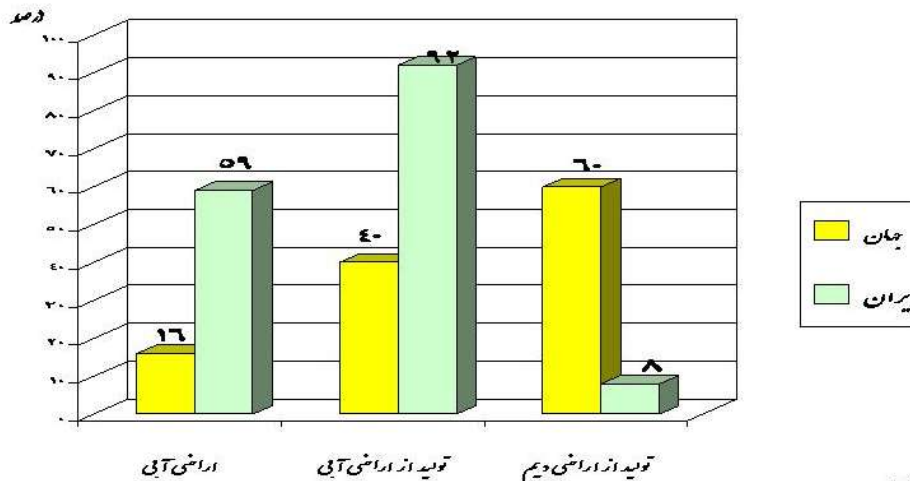
نمودار شماره (۴) میزان استحصال آب از منابع مختلف در ایران را نشان می‌دهد. همانطور که نمودار نشان می‌دهد به ترتیب ۵۱/۱، ۲۰/۴، ۱۹/۴ و ۹/۱ درصد از آب مورد نیاز از چاه‌ها، چشمه‌ها، آب‌های سطحی و قنات تأمین می‌شود.



نمودار (۴). میزان استحصال آب از منابع مختلف در ایران

نمودار شماره (۵) میزان وابستگی تولید به آب در ایران و جهان را با یکدیگر مقایسه می‌کند. همانطور که نمودار نشان می‌دهد حدود ۵۹ درصد اراضی کشور آبی هستند در حالی که حدود ۱۶ درصد از اراضی جهان آبی هستند. همچنین، در ایران حدود ۹۲ درصد محصولات زراعی و باغی از اراضی آبی و حدود ۸ درصد این محصولات از اراضی دیم تولید می‌شوند. این در حالی است که در جهان حدود ۴۰ درصد محصولات زراعی و باغی از اراضی آبی و حدود ۶۰ درصد این محصولات از اراضی دیم تولید می‌شوند. در نتیجه عمده محصولات غذایی در ایران از اراضی آبی تولید می‌شوند در حالی که این محصولات در سطح جهان از اراضی دیم تولید می‌شوند.

نمودارهای ارائه شده در حقیقت، از یک طرف شرایط نامناسب میزان بارندگی و توزیع نامناسب مکانی و زمانی آن در ایران در مقایسه با متوسط جهان را نشان می‌دهد و علیرغم آن، وابستگی بیشتر تولیدات کشاورزی در ایران به اراضی آبی را نشان می‌دهد.



نمودار (۵). میزان وابستگی تولید به آب در ایران و جهان



آب مصرفی در بخش های شرب، صنعت و کشاورزی استان از منابع آب های سطحی و زیرزمینی تامین می شود. در حال حاضر بیش از ۹۰ درصد آب مصرفی به بخش کشاورزی استان اختصاص می یابد. همچنین ۸۳ درصد از آب مصرفی بخش کشاورزی استان از منابع آب زیرزمینی و ۱۷ درصد از آب های سطحی تامین می گردد. این در حالی است که در کل کشور ۵۵ درصد آب کشاورزی از منابع آب زیرزمینی و ۴۵ درصد از آب های سطحی فراهم می شود. این موضوع نمایانگر وابستگی شدید تولیدات کشاورزی استان فارس به منابع آب زیرزمینی است. طبق آمار موجود سالانه معادل ۱۳ میلیارد مترمکعب آب از قنوت، چشمه ها، زهکش ها و چاه های دارای مجوز از منابع زیرزمینی استان استحصال می شود (تعداد چاه های غیرمجاز نیز بسیار قابل توجه بوده و در این محاسبه منظور نگردیده است). بر اساس مطالعات انجام شده در ۱۰ سال گذشته سالانه بیش از ۱ متر افت سطح آب های زیرزمینی در استان فارس گزارش شده است. در حدود ۹۸ درصد دشت های استان، میزان تخلیه سالانه بیشتر از میزان تغذیه سالانه آنهاست. ادامه این وضعیت باعث خشک یا شور شدن آب چاه ها و خشکیدن چشمه ها و قنوت در مناطقی از استان گردیده است. هر چند خشکی های ۳-۴ سال اخیر در بروز این وضع مؤثر بوده اند ولی برداشت های آب در دو دهه گذشته علت اصلی این معضل است. بنابراین منابع زیرزمینی استان در معرض تهدید جدی و افت بیلان و کاهش حجم می باشد.

نتایج مربوط به شاخص های مزیت نسبی محصولات کشاورزی در شهرستان فسا جدول شماره (۱) نتایج محاسبه شاخص های مزیت نسبی محصولات کشاورزی در شهرستان فسا را نشان می دهد. در این رابطه محصولات گندم، ذرت دانه ای، گوجه فرنگی، پیاز، هندوانه، خربزه، خیار سبز و سبزیجات به دلیل مثبت بودن شاخص سود خالص اجتماعی (NSP) و کوچکتر از یک بودن شاخص های نسبت هزینه منابع داخلی (DRC) و نسبت منفعت به هزینه اجتماعی (SCB)، دارای مزیت نسبی ولی محصولات جو و پنبه (وش) به دلیل منفی بودن شاخص سود خالص اجتماعی و بزرگتر از یک بودن شاخص های نسبت هزینه منابع داخلی و نسبت منفعت به هزینه اجتماعی، فاقد مزیت نسبی هستند. همچنین محصول جو در سطح شهرستان فسا فاقد مزیت نسبی است. علت این امر به دو موضوع کوچک بودن اراضی زیر کشت جو در شهرستان فسا و عملکرد پایین آن در این منطقه می باشد. عملکرد پایین این محصول در منطقه (به طور متوسط کمتر از ۳ تن در هکتار) باعث می شود که حتی قیمت های بازار جهانی پاسخ گوی هزینه های تحمیلی این محصول به اجتماع نمی باشد.

جدول (۱). نتایج مربوط به شاخص های مزیت نسبی محصولات کشاورزی در شهرستان فسا

محصول	NSP*	DRC	SCB
گندم	۳۱۴۵۵۲/۸۸	۰/۸۲۲	۰/۹۲۵
جو	-۱۲۹۳۰۸۹/۰۰۷	-۳/۶۴۵	۲/۱۶۸
ذرت	۴۵۸۷۳۰۸۶/۳۶	۰/۳۵۸	۰/۳۶۹
گوجه فرنگی	۲۲۳۷۳۰۸۴/۰۶	۰/۰۲۵	۰/۰۲۹
پیاز	۱۱۲۳۳۳۶۲/۳۵	۰/۲۹۲	۰/۲۹۶



۰/۳۵۴	۰/۳۰۵	۱۱۲۶۹۸۰۴/۰۴	هندوانه
۰/۱۸۱	۰/۱۶۶	۲۸۵۹۴۰۸۱	خربزه
۰/۲۰۳	۰/۱۸۶	۲۲۲۶۵۰۵۲/۷۳	خیار سبز
۰/۱۴۳	۰/۱۲۲	۳۹۸۷۱۲۰۹/۹	سبزیجات
۱/۳۵۴	۱/۴۱۲	-۷۳۵۵۱۹۰/۵۶۵	پنبه (وش)

* ارقام به تومان می باشد.

نتایج مربوط به الگوهای کشت در شهرستان فسا

نتایج مربوط به الگوهای کشت بهینه به تفکیک با اهداف حداکثر نمودن منافع خصوصی (بازده برنامه‌ای) و منافع اجتماعی در شهرستان فسا در جدول شماره (۲) منعکس شده است. نتایج حاصل از تعیین الگوی کشت بهینه با هدف حداکثر نمودن منافع اجتماعی نشان می دهد که سطح زیرکشت به میزان ۵۳۷/۳۷ هکتار نسبت به تعیین الگوی کشت بهینه با هدف حداکثر نمودن منافع خصوصی یا بازاری (بازده برنامه‌ای) کاهش یافته است. در این الگو (با هدف حداکثر نمودن منافع اجتماعی)، محصولات پیاز و هندوانه از برنامه حذف شده و محصولات سبزیجات (۲۱۲۵ هکتار) وارد الگوی کشت گردیده است. همچنین، سطح زیرکشت محصولات گوجه‌فرنگی و گندم نیز به میزان ۸۴۰ و ۴۹۷ هکتار افزایش یافته است و سطح زیرکشت ذرت بدون تغییر باقی مانده است. علاوه بر آن، نتایج نشان می‌دهد که میزان منافع اجتماعی و بازده برنامه‌ای حاصل از الگوها با اهداف حداکثر نمودن منافع اجتماعی و منافع خصوصی (بازده برنامه‌ای) در شهرستان فسا به ترتیب برابر با ۷۸۲۵۱۷۰۰۴۰۱۴ و ۱۹۱۴۹۵۹۷۱۱۶۶/۲۷ تومان می‌باشد.

جدول (۲). نتایج مربوط به الگوهای کشت بهینه به تفکیک با اهداف حداکثر نمودن بازده برنامه‌ای و منافع اجتماعی در

شهرستان فسا

محصول	سطح زیرکشت (هکتار)	هدف حداکثر بازده برنامه‌ای	هدف حداکثر سود اجتماعی	تغییرات (تفاوت الگوی حداکثر منافع اجتماعی با بازده برنامه‌ای)
گندم	۱۹۳۵۴/۸۷	۰	۱۹۸۵۲/۲۷	۴۹۷/۴
جو	۰	۰	۰	۰
ذرت	۵۳۲۱/۱	۰	۵۳۲۱/۱۰۳	۰/۰۰۳
گوجه فرنگی	۱۱۵۹/۴۹۶	۰	۲۰۰۰	۸۴۰/۵۰۴
پیاز	۲۰۰۰	۰	۰	-۲۰۰۰
هندوانه	۲۰۰۰	۰	۰	-۲۰۰۰
خربزه	۰	۰	۰	۰
خیار سبز	۰	۰	۰	۰
سبزیجات	۰	۰	۲۱۲۴/۷۲۴	۲۱۲۴/۷۲۴
پنبه (وش)	۰	۰	۰	۰



مجموع سطح زیر کشت (هکتار)	۲۹۸۳۵/۴۶۶	۲۹۲۹۸/۰۹۷	۵۳۷/۳۶۹-
کل بازده برنامه- ای (تومان)	۱۹۱۴۹۵۹۷۱۱۶۶/۲۸	۱۶۰۶۳۲۰۰۰۰۰۰	۳۰۸۶۳۹۷۱۱۶۶/۲۸-
کل سود اجتماعی (تومان)	۲۷۲۶۵۰۰۰۰۰۰۰	۶۲۱۸۸۵۰۰۴۰۱۴	۳۴۹۲۳۵۰۰۴۰۱۴

همانطور که نتایج مقایسه دو الگوی بهینه با اهداف حداکثر کردن منافع اجتماعی و حداکثر کردن بازده برنامه‌ای در جدول (۲) نشان می‌دهد، اگرچه منافع اجتماعی در الگوی حداکثر کردن منافع اجتماعی بیش از منافع اجتماعی الگوی حداکثر کردن بازده برنامه‌ای است اما میزان بازده برنامه‌ای در الگوی حداکثر کردن بازده برنامه‌ای بیش از بازده برنامه‌ای در الگوی حداکثر کردن منافع اجتماعی است.

به طور کلی می‌توان گفت که در الگوی حداکثر کردن منافع اجتماعی، منافع اجتماعی محصولات اضافه شده به اندازه کافی هزینه‌های اجتماعی وارد شدن آنها در الگوی کشت را جبران می‌کنند به طوری که این موضوع منجر به بزرگتر بودن منافع اجتماعی الگوی حداکثر کردن منافع اجتماعی نسبت به الگوی حداکثر کردن بازده برنامه‌ای شده است. نکته حائز اهمیت از مقایسه الگوی کشت در دو الگوی بهینه با اهداف متفاوت حداکثر کردن منافع اجتماعی و حداکثر کردن بازده برنامه‌ای در جدول (۲) این است که محصولاتی نظیر سبزیجات، گندم و گوجه‌فرنگی با منافع اجتماعی بالاتر جایگزین محصولاتی مانند پیاز و هندوانه در الگوی حداکثر کردن منافع اجتماعی شده‌اند.

در این رابطه لازم به توضیح است که با توجه به مداخلات دولت در بازار نهادها و محصولات کشاورزی و در نتیجه تاثیرگذاری بر قیمت نهادها و محصولات و منحرف شدن از قیمت‌های حقیقی شان (قیمت‌های اجتماعی)، شاخص بازده برنامه‌ای نمی‌تواند در سطح حوضه یا دشت یا منطقه به‌عنوان یک شاخص مناسب برای سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری مد نظر قرار گیرد. در حالی که به دلیل در نظر گرفتن قیمت‌های سایه-ای برای نهادها و محصولات کشاورزی در محاسبه منافع اجتماعی، مبنای تصمیم‌گیری در سطح دشت بر اساس این شاخص منطقی‌تر به نظر می‌رسد.

نتایج مربوط به میزان آب مصرفی در الگوهای کشت

نتایج مربوط به میزان اشتغال ایجاد شده و آب مصرفی در الگوهای کشت با اهداف متفاوت حداکثر کردن منافع اجتماعی و حداکثر کردن بازده برنامه‌ای به تفکیک در شهرستان فسا در جدول شماره (۳) نشان داده شده است.

جدول (۳). نتایج مربوط به میزان آب مصرفی در الگوهای کشت و آب مورد نیاز به تفکیک در شهرستان فسا

محصول	هدف حداکثر سود اجتماعی	هدف حداکثر بازده برنامه‌ای
-------	------------------------	----------------------------



مقدار آب مصرفی (متر مکعب)	اشتغال (نفر-روز)	مقدار آب مصرفی (متر مکعب)	اشتغال (نفر-روز)	مقدار آب مصرفی (متر مکعب)	اشتغال (نفر-روز)
۲۰۰۱۸۴۶۵۵/۴۳	۳۴۸۳۸۷/۶۶	۳۵۷۳۴۰/۸۶	۲۰۵۳۲۹۱۹۲/۵۷	گندم	
-	-	-	-	جو	
۶۷۰۴۵۸۶۰	۱۰۶۴۲/۲۰	۱۰۶۴۲/۲۱	۶۷۰۴۵۸۹۷/۸۰	ذرت	
۲۰۳۷۴۰۰۱/۱۴	۱۳۹۱۳۹/۵۲	۲۴۰۰۰۰	۳۵۱۴۲۸۵۷/۱۴	گوجه فرنگی	
۲۴۸۵۷۱۴۲/۸۶	۷۶۰۰۰	-	-	پیاز	
۳۳۶۵۷۱۴۲/۸۶	۱۶۸۰۰۰	-	-	هندوانه	
-	-	-	-	خریزه	
-	-	-	-	خیار سبز	
-	-	۱۰۶۲۳۶/۲۰	۲۹۸۶۷۵۴۸/۸۰	سبزیجات	
-	-	-	-	پنبه (وش)	
۳۴۶۱۱۸۰۲/۲۹	۷۴۲۱۶۹/۳۸	۷۱۴۲۱۹/۲۷	۳۳۷۳۸۵۴۹۶/۳۱	مجموع	

همان گونه که نتایج این جدول نشان می‌دهد میزان آب مصرفی در الگوی کشت با هدف حداکثر کردن منافع اجتماعی بر اساس مزیت نسبی تولید محصولات زراعی برابر با ۳۳۷,۳۸۵,۴۹۶/۳۱ متر مکعب می‌باشد که به میزان ۸,۷۳۳,۳۰۵/۹۸ متر مکعب از الگوی حداکثر کردن بازده برنامه‌ای کمتر می‌باشد. با توجه به اهمیت ارزش آب به‌عنوان کمیاب‌ترین منبع تولید به‌ویژه در شهرستان فسا که با مشکل کمبود آب مواجه است لحاظ کردن هزینه اجتماعی آب در مدل حداکثر کردن سود اجتماعی ضروری است و در نتیجه جواب به‌دست آمده در این مدل قابل دفاع است.

بحث و نتیجه‌گیری:

همان‌طور که نتایج این مطالعه نشان می‌دهد هرچند شهرستان فسا در تولید محصولات زراعی مانند گندم، ذرت دانه‌ای، گوجه فرنگی، پیاز، هندوانه، خربزه، خیار سبز و سبزیجات دارای مزیت نسبی است اما به منظور حداکثر سازی منافع اجتماعی حاصل از بهره‌برداری از منابع آب موجود (با توجه به ضرورت منظور کردن ارزش واقعی آب در مدل به دلیل کمبود منابع آبی)، در گروه محصولات دارای مزیت نسبی، تولید محصولاتی که نیاز آبی کمتری دارند جایز است.

همچنین با توجه به الگوی کشت بهینه بدست آمده، محصولات دیگر مورد نیاز شهرستان فسا که در الگوی کشت بهینه وارد نشده‌اند را بایستی از مناطق دیگر استان، از استانهای دیگر کشور و یا از طریق واردات تأمین گردد.

مقایسه دو الگوی کشت علاوه بر جنبه میزان آب مصرفی، از جنبه اجتماعی نیز این مقایسه حائز اهمیت است. همان‌طور که نتایج نشان داد میزان اشتغال ایجاد شده در الگوی حداکثر کردن منافع اجتماعی برابر با



۷۱۴۲۱۹/۲۷ روز-نفر است که به میزان ۲۷۹۵۰/۱۱ روز-نفر کمتر از اشتغال ایجاد شده در الگوی حداکثر کردن بازده برنامه‌ای است.

بر اساس نتایج به دست آمده از تحقیق، پیشنهادهای ذیل ارائه می‌شود:

۱. پیشنهاد می‌شود محصولاتی مانند جو که علی‌رغم نیاز کمتر آب با محصولات رقیب در منطقه، فاقد مزیت نسبی تولید هستند با استفاده از تکنولوژی‌های جایگزین زمین همچون اصلاح بذر جو مناسب برای تولید این محصول در منطقه فسا و هم‌چنین استفاده از دانش روز در امر مدیریت مزرعه، امکان افزایش عملکرد این محصول را فراهم کرده تا از یک‌طرف مزیت نسبی در تولید این محصول فراهم شود و از طرف دیگر از مزیت بازده صعودی نسبت به مقیاس (صرفه‌های اقتصادی) بهره‌جسته تا منافع بلند مدت اجتماعی به طور مناسب‌تری در منطقه تامین شود.

۲. پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذاران با تغییر سیاست‌های فعلی در راستای کاهش مالیات‌های غیرمستقیم دریافتی از محصولات تولیدی کشاورزی منطقه و هم‌چنین هدف‌مند کردن پرداخت یارانه‌های نهاده‌های مورد استفاده در تولید محصولات دارای مزیت نسبی و هم‌چنین کاهش استفاده از منابع آبی کوشش نمایند.

۳. در این شرایط قیمت‌گذاری آب بایستی بر اساس کمیابی و ارزش حقیقی آب صورت پذیرد و حتی قیمت‌گذاری محصولات کشاورزی در کشور باید به گونه‌ای تعیین شود که منعکس‌کننده مزیت نسبی آنها باشد تا کشور از تجارت محصولات کشاورزی منتفع شده و تخصیص منابع کمیاب آب به صورت بهینه شکل گیرد.

۴. به نظر می‌رسد که یکی از راه‌کارهای حفظ، نگهداری و پایداری از منابع آبی در کشور بایستی تدوین الگوی کشت منطقه‌ای بر اساس حداکثر نمودن منافع اجتماعی در مناطق مختلف باشد. در این رابطه لازم است که در ابتدا مزیت‌های نسبی در تولید و مزیت‌های صادراتی در مناطق مختلف مورد مطالعه قرار گیرد و در ادامه حمایت‌های دولت از این الگو اجرایی گردد.

منابع

۱. اسدی، ه.، سلطانی، غ. و ترکمانی، ج. ۱۳۸۶. قیمت‌گذاری آب کشاورزی در ایران: مطالعه موردی اراضی زیر سد طالقان، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال پانزدهم، شماره ۵۸ (ویژه سیاست‌های کشاورزی).
۲. پایمزد، ش.، مرید، س. و مقدسی، م. ۱۳۸۹. برنامه ریزی غیرخطی و سیستم‌های پویا در تخصیص آب کشاورزی (مطالعه موردی: حوضه زاینده رود اصفهان)، مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۱(۴): ۴۴-۵۲.
۳. سازمان آب منطقه‌ای فارس، اداره آمار و اطلاعات. سال ۱۳۸۷.
۴. سازمان جهاد کشاورزی فارس، مدیریت طرح و برنامه، اداره آمار. سال ۱۳۸۷.



۵. سازمان جهاد کشاورزی فارس، مدیریت آب و خاک. سال ۱۳۸۷.

۶. مدیریت آبخیزداری فارس، واحد آمار و اطلاعات. سال ۱۳۸۷.

7. Charnes, A. and W. W. Cooper. 1959. Chance constrained programming. Management Science. 6, 73-79.
8. Diao, X., T. Roe., and R. Doukkali. 2002. Economy-wide benefits from establishing water user-right markets in a spatially heterogeneous agricultural economy. Economic Development Center. Department of Economics, Minneapolis, Department of Applied Economics, St. Paul, University of Minnesota. Bulletin No. 02-1.
9. Evans, E. M., D. R. Lee., R. N. Boisvert., B. Arec., T. S. Steenhuis., M. Prano., and S. V. Poats. 2003. Achieving efficiency and equity in irrigation management: an optimization model of the EL Angel watershed, Carchi,
10. Maji, C. O. and E. O. Heady. 1978. Intertemporal allocation of irrigation water in the Mayurakshi project (India): an application of chance-constrained linear programming. Water Resource Research, 14(2): 190-196.
11. McCarl, B. A. and T. H. Spreen. 2005. Applied Mathematical Programming Using Algebraic Systems. University of California. mccarl@tamu.edu.
12. Tiwari, D. and A. Dinar. 2003. Role and use economic incentives in irrigated agriculture. <http://www.worldbank.org/>.