تخصیص بهینه منابع آب بین مصارف شرب و کشاورزی

هادی محمدی محمدی
استادیار گروه اقتصاد دانشکده اقتصاد و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی
حمید آماده
استادیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی
مهین حبیب اله نوید
کارشناس ارشد علوم اقتصادی

چکیده:

در این مطالعه برای تخصیص بهینه منابع آب بین مصارف شرب و کشاورزی از تکنیک برنامه‌ریزی خطی استفاده شده است. محاسبات ضرایب فنی از طریق اطلاعات و آمار موجود در وزارت جهاد کشاورزی و شهرستان رامهرمز و نیز نظرات کارشناسان آن منطقه صورت پذیرفته است. برای محاسبه ضرایب تابع هدف از عملکرد و قیمت فروش محصولات در سال زراعی ۸۷ و نیز اطلاعات سازمان آب و فاضلاب شهرستان رامهرمز استفاده گردیده است. بر اساس نتایج این تحقیق، کشاورزان منطقه از منابع موجود بصورت بهینه استفاده نمی‌کنند و در صورت اجرای مدل پیشنهادی بهینه، سود آنها از حالت فعلی با وجود منابع موجود و کاهش اراضی زیرکشت، افزایش می‌یابد. همچنین در صورت تلفیق بخش شهری (شرب) با کشاورزی، مدل بهینه اولویت اول در مصرف آب را به بخش شرب می‌دهد و در نتیجه تمام افراد ساکن در منطقه مورد مطالعه از آب موجود با نیاز ۸۰۰ لیتر در روز منتفع می‌گردند.

واژه های کلیدی: آب، شرب، تخصیص، رامهرمز

مقدمه:

آب و مدیریت آن در سه دهه‌ی اخیر به یک دغدغه‌ی بزرگ بین‌المللی تبدیل شده است. یکی از تنگناهای اساسی که دنیا علی‌الخصوص مناطق خشک و نیمه خشک با آن مواجه هستند، کافی نبودن آب برای مصارف گوناگون اعم از شرب، صنعت، کشاورزی و محیط‌های طبیعی است. براساس بررسی‌های انجام شده، نیاز آبی ایران با یک جمعیت ۱۰۰ میلیون نفری تا سال ۱۴۲۰، حدود ۱۱۶/۲ میلیارد مترمکعب است (۹). اگر بخواهیم نیاز آبی را در سال ۱۴۲۰ تأمین کنیم، باید نسبت به وضعیت فعلی ۲۸ میلیارد مترمکعب آب جدید استحصال کنیم. برای استحصال یک مترمکعب آب اضافی از طریق مهار آب‌های سطحی و احداث سدهای مخزنی، هزینه‌های گزافی باید پرداخته شود. هر اندازه که تأمین آب از طریق عرضه منابع جدید انجام شود، به همان نسبت میزان آب‌های برگشتی و پساب‌ها افزایش می‌یابد. منابع محدود کشور صرف‌نظر از تغییرات بین سالی تقریباً ثابت بوده و با افزایش جمعیت و توسعه در ابعاد مختلف، تأمین نیازهای آبی با محدودیتهای زیادی مواجه می‌باشد. بنابراین با گذشت زمان و تخصیص آن بین نیازهای جدید، مقدار محدود و قابلیت استحصال منابع آب محدودتر شده و کیفیت آن نیز تبعاً تنزل می‌یابد. یکی از مسائل موجود در مدیریت منابع آب، تخصیص بهینه آن بین بخش‌ها و مصارف مختلف است. این مسئله با افزایش جمعیت و تقاضا برای آب از یک‌سو و کاهش عرضه آب از سوی دیگر روزبه‌روز حادتر می‌شود. تخصیص آب بین بهره‌برداران در اکثر نقاط کشور تحت مدیریت دولت و غالباً بر اساس ضوابط اجتماعی – سیاسی بجای معیار اقتصادی صورت می‌گیرد. لیکن این نوع مدیریت منابع آب منجر به 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. با توجه به اینکه تنها ۲ درصد از آب استحصالی در بخش صنعت استفاده شده و مابقی آن به مصارف بخش‌های کشاورزی (۹۳٪) و شهری (۵٪) می رسد، متأسفانه کشور ما در ارتباط با استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی و نیز شهری وضعیت مناسبی ندارد. همچنین با توجه به اهمیتی که بخش کشاورزی در تولید محصولات اساسی و استراتژیک و تأمین امنیت غذایی جامعه دارد، برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از منابع آب در بخش کشاورزی به خصوص در تولید محصولات اساسی از ضروریات بوده و با توجه به پتانسیل‌های هر منطقه باید در صدر برنامه‌ها قرار گیرد.

بنابراین ایران در زمینه‌ی تأمین و مدیریت آب شهری و آب مصرفی کشاورزان با مشکلات جدی روبروست. با توجه به مطالب ارائه شده شکی نیست که برای تأمین نیازهای آبی بشر در آینده نزدیک، راهی به جز مدیریت بهینه منابع آبی موجود و همچنین مدیریت تقاضا و مصرف وجود ندارد. یکی از ابزارهای دست یابی به این هدف، استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی است که می‌تواند آب در دسترس را با توجه به محدودیت‌های موجود به بهترین نحو بین مصارف گوناگون تخصیص دهد.

آب را هم می‌توان مانند دیگر نهاده‌های تولیدی خرید و فروش نمود و به عبارت دیگر تخصیص آن بین مصارف مختلف را به عهده بازار گذاشت، ولی در عمل مشکلاتی در راه انجام این کار وجود دارد که بطور عمده از

طبیعت آن ناشی می‌شود؛ اولاً: آب یکی از منابع طبیعی تجدید شدنی است که خوشبختانه هر سال پس از مصرف، از طریق نزولات جوی بر می گردد. ثانیاً: آب یک ماده فرار می‌باشد که از طریق کانال‌ها، آبراهه‌های سطحی و آبخوان‌های زیرزمینی از یک منطقه به منطقه دیگر حرکت می کند. بنابراین از نقطه نظر حقوق مالکیت، تفاوت عمده‌ای بین آب و سایر نهاده‌های تولیدی وجود دارد (۱۳). برای تخصیص آب می‌توان از سه نظام یا ترکیبی از آنها استفاده نمود که عبارتند از نظام تخصیص مبتنی بر ضوابط اداری و سیاسی که در این نظام کمتر از ضوابط و اصول اقتصادی استفاده می‌شود. تنها ملاحظات اقتصادی در این نظام، توزیع درآمد و عدالت اجتماعی (نه کارایی مصرف) است. نظام تخصیص مبتنی بر ضوابط فنی که به مالک زمین مقدار معینی آب تخصیص داده می‌شود و تمام تولیدکنندگان (زارعین) دارای کارایی یکسان بوده و توزیع درآمد نیز مطرح نمی‌باشد. نظام تخصیص مبتنی بر اصول اقتصادی که تخصیص بر مبنای کارایی اقتصادی بوده و هدف، تأمین حداکثر بازده اقتصادی از منابع آب می‌باشد(۸). نظام تخصیص در ایران به طور عمده ترکیبی از نظام‌های اول و دوم بوده و کمتر از ضوابط و اصول اقتصادی استفاده شده است. زمانی تخصیص منابع آب کارآمد به حساب می‌آید که تحت تکنولوژی و شرایط موجود بیشترین بازده اقتصادی را از مقدار معین مصرف منابع آب حاصل کند و این همان هدف اصلی تحقیق محسوب می‌شود. حال ممکن است در تخصیص منابع آب عواملی از قبیل اصول اقتصادی، کارایی اقتصادی و ملاحظات برابری وارد گردد. بدین صورت که در تخصیص منابع کمیاب تصمیمات اقتصادی بایستی با اهداف اجتماعی نظیر ملاحظات عدالت و کارایی سازگار شوند. بدین معنی که در تخصیص بهینه منابع از لحاظ اقتصادی، بایستی سود نهایی حاصل از استفاده منابع آب کمیاب در میان بخش‌های مختلف اقتصادی جهت حداکثر شدن رفاه جامعه، با یکدیگر مساوی گردد؛ در غیر اینصورت یعنی در صورت عدم کارایی اقتصادی، منابع آب می‌بایست در بخش‌های دیگر جامعه که سود بیشتری دارد تخصیص یابد. اهداف برابری مربوط به لحاظ نمودن انصاف و برابری در تخصیص منابع آب میان گروه‌های مختلف مصرف‌کننده است که ممکن است اهداف کارایی را برآورده ننماید.

لحاظ نمودن کارایی اقتصادی در تخصیص منابع آب امری مهم و ضروری بشمار می رود. تخصیصی که بتواند منافع خالص اقتصادی کل را به حداکثر برساند بهینه اول یا کارایی پرتو نامیده می‌شود. تخصیص بهینه آب به لحاظ اقتصادی تخصیصی است که بالاترین بازده از میزان معینی منابع آب را فراهم نماید. بنابراین باید این فرضیه در منطقه مورد مطالعه آزمون شود که «تخصیص آب فعلی بهینه نیست.»

با توجه به اینکه بشر از دیرباز درصدد مهار آب بعنوان اولین نیاز خود بوده است با گذشت زمان و پیشرفتهای اجتماعی، اقتصادی و صنعتی میزان تقاضا به آب نیز افزایش یافته و لزوم برنامه‌ریزی برای استفاده از این عنصرحیاتی را بیش از پیش روشن ساخته است. ارائه یک طرح مشخص که تمام علایق، سلیقه‌ها و جنبه‌های سیاسی و اجتماعی را

تأمین نماید، امکان پذیر نیست. در این حالت است که بهینه‌سازی بعنوان یک ابزار می‌تواند به تصمیم‌گیری کمک کند. برای نیل به این هدف از منطقه‌ای واقع در شهرستان رامهرمز در استان خوزستان به دلیل بارندگی کم و کشت آبی زیاد استفاده شده است. محدوده مورد مطالعه، بخشی از دهستان سلطان‌آباد در بخش مرکزی شهرستان رامهرمز می‌باشد که ۹ روستای بنه‌چراغ، بنه عباس، بنه قیطاس، بنه‌رشید، سلطان آباد، شهرک فجر، شاه ابوالقاسم، صباحی و غرآباد را دربر می‌گیرد که در نزدیکی سد مخزنی ابوالفارس واقع است. حجم مفید این سد حدود ۲۵ میلیون مترمکعب می‌باشد. بخشی از اراضی منطقه مورد مطالعه از طریق احداث سد انحرافی جایزان بر روی رودخانه‌ی مارون و شبکه‌ی آبیاری مشروب می‌گردد و با توجه به کمبود آب در شبکه جایزان از یک طرف و امکان توسعه اراضی در این شبکه، با احداث سد ابوالفارس امکان قطع آب از شبکه جایزان به شبکه فجر وجود خواهد داشت.

پیشینه تحقیق:

مطالعات و تحقیقات زیادی راجع به این موضوع انجام شده است برخی از آنها بدین شرح می‌باشد:

سلطانی (۱۳۷۲) در مطالعه‌ای با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی که طی آن ضمن محاسبه ترکیب بهینه محصولات مختلف زراعی اراضی زیر سد درودزن شیراز و در نتیجه تخصیص بهینه آب سد بین محصولات مختلف، قیمت سایه‌ای یا ارزش بازده نهایی آب را نیز محاسبه نموده است. وی به این نتیجه رسید که در هر منطقه مورد مطالعه بهره‌وری نهایی آب بسیار بالاتر از آب‌بهای دریافتی و همچنین هزینه تولید و توزیع آب می‌باشد.

ترکمانی و عبداللهی عزت آبادی (۱۳۷۲) منافع حاصل از مصرف بهینه آب در کشاورزی را با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی خطی در روستای گلستان شهرستان رفسنجان که دارای سه چاه آبیاری است، محاسبه و با استفاده از روش‌های اقتصاد مهندسی، پروژه را مورد ارزیابی قرار دادند. همچنین موانع و مشکلات اجتماعی که موجب عدم اجرای الگوی بهینه از سوی بهره‌برداران می‌شود را نیز مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از مطالعه آنها نشان داد که با تخصیص بهینه آب، بازده برنامه‌ای را می‌توان به نحو قابل ملاحظه‌ای افزایش داد.

اکبری و بخشوده (۱۳۷۳) در مطالعه‌ای به تعیین ترکیب بهینه محصولات و بررسی اثر تغییرات احتمالی در قیمت، مقدار محصولات و عوامل تولید، روی ترکیب بهینه اراضی زیر سد جیرفت استان کرمان پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که الگوی کشت منطقه، بهینه نبوده است.

آماده، دانشور و کوپایی (۱۳۷۹) در تحقیق خود به بررسی آثار قیمت بر الگوی کشت محصولات مهم زراعی استان خوزستان پرداخته و با استفاده از برنامه‌ریزی خطی MOTAD به بررسی ریسک و نقش آن در برنامه‌ریزی پرداختند.

نتیجه تحقیق نشان داد، در نظر گرفتن ویژگی‌های ریسک‌گریزی زارعین در تهیه الگوهای برنامه‌ریزی خطی، به نتایج نزدیکتر به واقعیت منجر می‌شود. همچنین دو محصول پنبه و گندم بیشتر از سایر محصولات در معرض حذف از الگوی کشت قرار دارند بنابراین برای این محصولات بایستی برنامه‌های حمایتی مناسبی تدارک دید.

چیذری و قاسمی (۱۳۷۹) در مطالعه‌ای که در استان فارس انجام دادند از الگوی برنامه‌ریزی خطی برای کاهش هزینه‌های تولیدی با در نظر گرفتن دو محدودیت زمین و آب استفاده کردند و نتایج ایشان بیانگر عدم توجیه اقتصادی الگوی فعلی و لزوم اجرای الگوی پیشنهادی (با صرفه اقتصادی) می‌باشد.

جولایی، آذر و چیذری (۱۳۸۴) از مدل‌های برنامه‌ریزی چند منطقه‌ای در اراضی استان فارس استفاده نمودند، که شامل سه منطقه، شیراز، سپیدان و مرودشت بود. نتایج نشان داد استفاده از مدل چند منطقه‌ای، سود را نسبت به وضع موجود ۲/۰۳ درصد می‌افزاید و همچنین زمینهای بدون کشت را ۳ درصد نسبت به مجموع شهرستانی کاهش می‌دهد.

کرامت زاده، چیذری و میرزایی(۱۳۸۵) در مطالعه خود به دنبال تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی از طریق مدل الگوی کشت بهینه تلفیق زراعت و باغداری در سه منطقه قلچق، زیارت و سه‌یک‌آب و اولویت‌بندی مصرف آب در ماه‌های مختلف بودند. نتایج نشان داد که در شرایط اجرای الگوی کشت بهینه در اراضی زیر سد بارزو شیروان، ارزش اقتصادی آب سد در ماه‌های فروردین، تیر، شهریور و آبان به ترتیب ۸۸۰، ۴۷۰، ۴۷۴ و ۵۹۵ ریال برآورد شد و نیز منطقه قلچق در ماه‌های فروردین، مرداد و آبان، منطقه زیارت در ماه‌های خرداد و مهر و منطقه سه یک آب در ماه‌ها ی اریبهشت، تیر و شهریور دارای اولویت اول در مصرف آب کشاورزی سد بارزو شیروان می‌باشند.

صالح، پیکانی و باقریان (۱۳۸۶) در تحقیق خود در پی دستیابی به الگوی بهینه کشت و تخصیص منابع آب و تعیین نمودار تقاضای هنجارین آب در زمینهای زراعی کمتر از ۵ هکتار در شهرستان کازرون با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی بودند. نتایج نشان داد که کشاورزان از منابع موجود استفاده بهینه نکرده‌اند؛ لذا قابلیت افزایش سود با تخصیص مجدد منابع وجود دارد.

الوشاه[1](۲۰۰۱) به بررسی استفاده بهینه آب آبیاری دره اردن پرداخته و از یک روش عملی جهت مدیریت و بهینه‌سازی مصرف آب آبیاری استفاده نمود. مطالعه ایشان نشان داد که کمیابی آب می‌تواند از طریق مدیریت منابع

[1] Alweshah, R. A., 2001

آب آبیاری با انتخاب نسبی محصولات و الگوی کشت کشاورزان کاهش یابد.

کلمان و کلمان [۲] (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای به بررسی تخصیص آب در میان بخشهای مختلف مناطق نیمه‌خشک برزیل پرداختند. این تحقیق علاوه بر پرداختن به برنامه‌ریزی و سیاست‌های قیمت‌گذاری نهاده آب، به ارائه روشی جهت جبران خسارت گروه‌های سهم‌بر منابع آب نیز می‌پردازد.

کالدلیس و کندیلی [۳] (۲۰۰۶) در مطالعه خود به تخصیص منابع آب بین مصارف گوناگون تحت شرایط کم‌آبی در جزایر سایکلادس [۴] پرداخته و سیستمی را طراحی کردند که بر اساس آن آب از منابع گوناگون در منبع ذخایر نگه‌داری می‌شود تا به مصارف گوناگون اعم از شرب، کشاورزی، صنعت و ... تخصیص داده شود. طبق نتایج تحقیق ایشان، ابتدا بخش شهری و سپس بخش‌های کشاورزی و صنعتی در اولویت مصرف آب قرار می‌گیرند.

روش شناسی:

تخصیص بهینه آب در دو بخش کشاورزی و شهری مستلزم یک سری آمار و اطلاعات می‌باشد که این اطلاعات از طریق آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی تهران و نیز از گزارش‌های آماری کشاورزی و نظرات کارشناسان سازمان کشاورزی و آب و فاضلاب منطقه گردآوری شده است. تجزیه و تحلیل اطلاعات نیز با نرم‌افزارهای Excel و Winqsb انجام شده است. جامعه آماری در این مطالعه کلیه زمین‌های زراعی و باغی دشت فجر می‌باشد که سالانه در این منطقه حدود ۴۷۸۵ هکتار اراضی زیرکشت رفته و جمعیت آن نیز ۴۱۲۵ نفر می‌باشد. لذا مدل برای کل منطقه برآورد شده است.

الگوی در نظر گرفته شده در این مطالعه به صورت زیر می‌باشد که از مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده شده است:

$$MaxZ = \sum_{j=1}^{n} C_j X_j \qquad (۱)$$

$$s.t.: \sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \le b_i \qquad i = 1,2,3,...,m \qquad (۲)$$

$$X_j \ge 0 \qquad (۳)$$

[2] Kelman, J.& Kelman, R., 2002

[3] Kaldellis, J.K. & Konddili, E., 2006

[4] Cyclades island

Z : تابع هدف (حداکثرسازی سود خالص فعالیتهای منطقه)

c_j : ماتریس ضرایب تابع هدف (سود خالص هر هکتار محصول که ما به التفاوت درآمد ناخالص و هزینه‌های متغیر می‌باشد.

X_j : فعالیتهای مربوط به تولید محصولات مختلف.

a_{ij}: ماتریس ضرایب فنی عوامل تولید.

b_i: مقدار سمت راست محدودیت.

در معادلات فوق رابطه ۱ بیانگر تابع هدف با هدف حداکثرسازی می‌باشد و روابط ۲ و ۳ نشان‌دهنده محدودیتهای مدل مربوط به تولید محصولات و تعداد مصرف‌کنندگان بخش شهری از آب می‌باشد.

۱. معرفی متغیرهای تصمیم گیری

X_i: سطح زیرکشت محصول iام.

TFX_i: کل سطح زیرکشت فعلی محصولات.

f_i: میزان کود فسفاته مورد نیاز هر هکتار محصول iام.

Tf: میزان کل کود فسفاته قابل دسترس محصولات.

a_i: میزان کود ازته مورد نیاز هر هکتار محصول iام.

Ta: میزان کل کود ازته قابل دسترس محصولات.

P_i: میزان کود پتاسه مورد نیاز هر هکتار محصول iام.

TP: میزان کل کود پتاسه قابل دسترس محصولات.

h_i: میزان کود حیوانی مورد نیاز هر هکتار محصول iام.

Th: میزان کل کود حیوانی موجود برای محصولات.

A_i: میزان سم علف‌کش مورد نیاز هر هکتار محصول iام.

TA : میزان کل سم علف‌کش قابل دسترس محصولات.

H_i: میزان سم حشره‌کش مورد نیاز هر هکتار محصول iام.

TH: میزان کل سم حشره‌کش موجود محصولات.

Gh: میزان سم قارچ‌کش مورد نیاز هر هکتار محصول iام.

TGh: میزان کل سم قارچ‌کش قابل دسترس محصولات.

t_i: میزان ساعت کار تراکتور مورد نیاز هر هکتار محصول iام.

Tt: کل ساعت بهره برداری از تراکتور قابل دسترس.

K_i: میزان ساعت کمباین مورد نیاز هر هکتار محصول iام.

Tk : کل ساعت بهره‌برداری از کمباین قابل دسترس.

d_i: میزان ساعت دروگر مورد نیاز هر هکتار محصول iام.

Td: کل ساعت بهره‌برداری از دروگر قابل دسترس.

w_{ik}: میزان نیاز آبی ناخالص هر هکتار محصول iام و هر نفر در ماه kام.

Tw_k : کل آب تخصیص داده شده در ماه kام.

L_i: نیروی کار مورد نیاز هر هکتار محصول iام.

TL: کل نیروی کار موجود.

C_i: درآمد خالص هر هکتار محصول iام و اضافه رفاه مصرف‌کننده.

I_i: هزینه‌های سرمایه گذاری نقدی مورد نیاز هر هکتار محصول iام.

TI: کل هزینه‌های سرمایه گذاری نقدی قابل دسترس.

در الگوی به کار رفته در این مطالعه جمعاً ۱۵ فعالیت در نظر گرفته شده است که به شرح زیر می‌باشد:

گندم ۱=i، جو ۲=i، شلتوک ۳=i، کنجد ۴=i، سیب زمینی ۵=i، گوجه فرنگی بهاره ۶=i، گوجه‌فرنگی پاییزه ۷=i، خربزه بهاره ۸=i، هندوانه ۹=i، خیار ۱۰=i، یونجه ۱۱=i، شبدر ۱۲=i، زیتون ۱۳=i، خرما ۱۴=i، تعداد مصرف کنندگان بخش شهری ۱۵=i.

k= اندیس مربوط به محدودیت‌های ماهانه آب از فروردین k=1 تا اسفند k=12 می‌باشد.

۲. معرفی محدودیتهای مدل

محدودیتهای مدل شامل محدودیتهای سطح زیر کشت، نیروی کار، سم، کود شیمیایی و حیوانی، بذر، ماشین آلات کشاورزی، سرمایه نقدی و مهم‌تر از همه آب منطقه می‌باشد. معادلات مربوط به این محدودیتها به صورت زیر می‌باشد:

- محدودیت سطح زیرکشت:

کشاورزان تمایل دارند هر سال سطح ثابتی از ارضی خود را زیرکشت ببرند. حال ممکن است ترکیب محصولات در هر سال متفاوت باشد. ولی به دلیل علاقه زیاد و ریسک پایین محصولات گندم وجو مقدار ثابتی از زمینهای زراعی خود را به کشت این محصولات اختصاص می‌دهند.

$$\sum_{i=1}^{14} Xi - TX \leq 0 \qquad (۴)$$

- محدودیت نیروی کار:

کاشت محصولات مختلف مستلزم نیروی کار می‌باشد و به دلیل اینکه مراحل مختلف تولید (کاشت، داشت و برداشت) در زمان‌های خاصی صورت می‌گیرد، در نتیجه بر تراکم تقاضا برای نیروی کار در همان زمان اثر می‌گذارد. بنابراین دستیابی به نیروی کار را مشکل می‌سازد و موجب بوجود آمدن محدودیت در مدل حاضر می‌گردد. معادله محدودیت نیروی کار به صورت ذیل می‌باشد:

$$\sum_{i=1}^{14} L_i X_i - TL \leq 0$$

- محدودیت ماشین آلات:

دلیل بوجود آمدن این محدودیت نیز مانند محدودیت نیروی کار می‌باشد. بنابراین تراکتور، کمباین و دروگر بصورت معادلات زیر وارد مدل می‌شوند:

$$\sum_{i=1}^{14} t_i X_i - Tt \le 0$$

$$\sum_{i=1}^{14} k_i X_i - Tk \le 0$$

$$\sum_{i=1}^{14} d_i X_i - Td \le 0$$

- محدودیت سم و کود شیمیایی:

از آنجا که توزیع سموم و کودهای شیمیایی بصورت یارانه‌ای بوده و با توجه به اینکه تهیه آنها بصورت آزاد مستلزم هزینه بالامی‌باشد. بنابراین مصرف صحیح و بهینه آنها در تولید محصولات کشاورزی امری مهم و ضروری بشمار می‌رود. معادلات مربوط به این محدودیت بصورت زیر فرمول بندی شده است:

$$\sum_{i=1}^{14} f_i X_i - Tf \le 0$$

$$\sum_{i=1}^{14} p_i X_i - Tp \le 0$$

$$\sum_{i=1}^{14} a_i X_i - Ta \le 0$$

$$\sum_{i=1}^{14} h_i X_i - Th \le 0$$

$$\sum_{i=1}^{14} A_i X_i - TA \le 0$$

$$\sum_{i=1}^{14} H_i X_i - TH \le 0$$

$$\sum_{i=1}^{14} Gh_i X_i - TGh \le 0$$

- محدودیت آب:

از آنجایی که نیاز آبی محصولات مختلف در ماه‌های مختلف سال با یکدیگر متفاوت می‌باشد، لذا در این تحقیق نیاز آبی هر محصول در هر ماه به طور جداگانه بررسی می‌شود. نیاز آبی ماهانه افراد در بخش شهری بصورت ثابت در نظر گرفته شده است. یعنی با ضریب فنی ثابتی در هر ماه وارد می‌گردد.

$$\sum_{i=1}^{15} w_i Xi - Tw_{ik} \le 0 \qquad k = 1,2,....,12$$

- محدودیت سرمایه نقدی:

از آنجایی که بخش کشاورزی، بخش کم‌درآمدی محسوب می‌شود، لذا محصولات تولیدی مختلف در بهره‌گیری از سرمایه با یکدیگر رقابت دارند. ضرایب فنی در این بخش از طریق هزینه‌های متغیر محاسبه می‌گردد.

$$\sum_{i=1}^{14} I_i X_i - TI \le 0$$

۳. تابع هدف در بخش شهری:

محاسبه ضریب تابع هدف در بخش کشاورزی با بخش شهری متفاوت می‌باشد. بدین صورت که براسا جداول مصرف آب موجود در منطقه، فرض می‌شود نیاز روزانه‌ی افراد به آب ۸۰۰ لیتر (۲۴ مترمکعب در ماه) باشد. طبق تعرفه‌های موجود در منطقه مورد مطالعه بابت استفاده ۲۴ مترمکعب آب در ماه، فرد مصرف‌کننده باید به ازای هر مترمکعب ۵۳۲ ریال (نرخ دولتی) بپردازد. اگر قرار باشد فرد نرخ آزاد را پرداخت کند باید به ازای هر مترمکعب آب ۱۵۰۰۰۰۰ ریال پرداخت نماید. بنابراین برای محاسبه اضافه رفاه مصرف‌کننده (ضریب تابع هدف) در بخش شرب می‌بایست نرخ دولتی را از نرخ آزاد کم نمود و مقدار حاصل را به عنوان ضریب تابع هدف برای متغیر X_{15} قرار داد.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد:

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که کشاورزان از منابع موجود استفاده بهینه نکرده‌اند. لذا با تخصیص مجدد منابع موجود می‌توان سود اقتصادی را افزایش داد. با اجرای مدل بهینه مقداری از زمینهای زراعی بدون استفاده می‌مانند که این امر نشان می‌دهد که با منابع موجود می‌توان سود را حتی با کاهش سطح زیر کشت افزایش داد.

با توجه به جدول شماره (۱)، محصولاتی نظیر گندم آبی، جو آبی، شلتوک،گوجه فرنگی پاییزه، هندوانه بهاره و خیار بهاره در الگوی کشت جدید وارد شدند و بقیه محصولات به دلیل نداشتن صرفه اقتصادی از مدل حذف شدند و فقط سطح زیرکشت گندم از ۳۵۰۰ هکتار در شرایط فعلی به ۲۹۲۸/۷ هکتار در شرایط بهینه کاهش یافت، ولی سطوح زیرکشت بقیه محصولات وارد شده در مدل بهینه افزایش یافت. مدل بهینه پیشنهاد می‌کند که برای افزایش سود از ۴۳۲۴۱۸۲۸ هزار ریال در شرایط فعلی به ۴۷۲۴۸۱۴۶ هزار ریال در شرایط بهینه باید فقط محصولات گندم، جو، شلتوک، گوجه فرنگی پاییزه، هندوانه و خیار کشت شوند.

جدول ۱: نتایج الگوی بخش کشاورزی **واحد: هکتار**

محصول	متغیر	سطح زیر کشت فعلی	سطح زیر کشت بهینه
گندم آبی	X_1	3500	2928.7
جو آبی	X_2	350	668.2
شلتوک	X_3	350	407.7
کنجد	X_4	50	0
سیب زمینی	X_5	10	0
گوجه فرنگی بهاره	X_6	5	0
گوجه فرنگی پاییزه	X_7	20	35.2
خربزه بهاره	X_8	80	0
هندوانه بهاره	X_9	240	338.6
خیاربهاره	X_{10}	80	229.9
یونجه	X_{11}	10	0
شبدر	X_{12}	50	0
زیتون	X_{13}	30	0
خرما	X_{14}	10	0
جمع		**4785**	**4608.3**

همانطور که در جدول شماره (۲) مشاهده می‌گردد، با تلفیق بخش کشاورزی و شهری با یکدیگر و بالا رفتن مصرف آب، محصولاتی که در مدل پیشنهادی شماره (۱) وارد شده بودند در این مدل نیز همان محصولات زیرکشت می‌روند و سطوح زیرکشت شان نیز تغییری نمی‌کند، و مدل پیشنهادی

جدول ۲: نتایج الگوی بخش کشاورزی و شهری **واحد: هکتار- نفر**

محصول	متغیر	مقدار فعلی	مقدار بهینه
گندم آبی	X_1	3500	2928.7
جو آبی	X_2	350	668.2
شلتوک	X_3	350	407.7
کنجد	X_4	50	0
سیب زمینی	X_5	10	0
گوجه فرنگی بهاره	X_6	5	0
گوجه فرنگی پاییزه	X_7	20	35.2
خربزه بهاره	X_8	80	0
هندوانه بهاره	X_9	240	338.6
خیاربهاره	X_{10}	80	229.9
یونجه	X_{11}	10	0
شبدر	X_{12}	50	0
زیتون	X_{13}	30	0
خرما	X_{14}	10	0
جمع		4785	4608.3
مصرف کننده بخش شهری	X_{15}	4125	4125

دوم نیز کشت محصولات گندم، جو، شلتوک، گوجه فرنگی پاییزه، هندوانه و خیار را به عنوان ترکیب بهینه پیشنهاد می‌دهد. اما در بخش شهری الگوی پیشنهادی ابتدا بخش شهری را در اولویت قرار می‌دهد و بعد به تقاضای بخش کشاورزی پاسخ می‌دهد. به عبارت دیگر مدل الگوی بهینه کل افراد ساکن در منطقه مورد مطالعه را تحت پوشش آب قرار می‌دهد. سود اقتصادی نیز از ۴۳۲۴۱۸۲۸ هزار ریال در شرایط فعلی به ۵۳۴۳۳۴۵۰ هزار ریال در شرایط الگوی کشت پیشنهادی افزایش می‌یابد. مبلغ افزوده شده به سود در این مدل نسبت به مدل اول به دلیل اضافه رفاه مصرف‌کننده می‌باشد. به عبارت دیگر کل اضافه رفاه حاصل از مصرف‌کننده به دلیل استفاده از آب به میزان ۶۱۸۵۳۰۶ هزار ریال می‌باشد.

با اجرای الگوی بهینه این نتیجه دریافت می‌شود که تأمین آب مصرفی انسان‌ها در اولویت قرار دارد. حتی اگر سود اقتصادی از طریق تخصیص آب به بخش کشاورزی افزایش یابد و تولید ناخالص داخلی را افزایش دهد با این وجود بهتر آنست در جایی که با مشکل کمبود آب مواجه می‌شوند، اولویت با بخش مصرف‌کننده شهری (شرب) باشد. منطقی به نظر نمی‌رسد که عده‌ای از افراد با مشکل کم آبی مواجه باشند و سیاست‌های کلان اقتصادی بخش کشاورزی را در اولویت قرار دهد، هر چند تولید محصولات کشاورزی داخلی با صرفه تر بوده و هم برای مصرف داخلی و هم برای مصرف خارجی (صادرات) از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشد.

وقتی مدل با نیازهای مصرفی بالاتر افراد مصرف‌کننده مجددا برآورد شد، باز هم الگوی پیشنهادی بخش شهری را در اولویت قرار داد و آب موجود را ابتدا به بخش شهری و سپس به بخش کشاورزی تخصیص داد. اما ممکن است همه افراد ساکن را نتواند تحت پوشش قرار دهد زیرا همانطور که در تابع هدف تعریف شد سود اقتصادی باید ماکزیمم باشد و نادیده گرفتن این حقیقت باعث رخنه‌دار شدن مدل می‌گردد. بنابراین هیچ وقت سطوح زیرکشت همه محصولات را صفر نمی‌کند بلکه تا جائیکه امکان دارد بخش کشاورزی را نیز بی پاسخ نمی‌گذارد.

این تحقیق منابع آب موجود را بین مصارف شهری (شرب) و کشاورزی بصورت بهینه تخصیص می‌دهد. اما به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات تقاضای آب در بخش صنعت در منطقه مورد مطالعه این بخش از تقاضا در مدل وارد نشد. از آن جا که بخش صنعت بر طبق آمار موجود تقریباً ۲٪ از آب قابل استحصال موجود در کشور را به مصرف می رساند، پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی این بخش نیز علاوه بر بخش شهری (شرب) و کشاورزی در نظر گرفته شود.

منابع:

۱. اسپولبر، ن. و صباغی، ا.، (۱۳۷۸)، "اقتصاد منابع آب از نظارت تا خصوصی سازی"، مترجم: محمدی، ت.، تهران: انتشارات سازمان برنامه و بودجه.

۲. آماده، ح.، دانشور کاخکی، م. و کوپایی، م.، (۱۳۸۰)، "بررسی آثار تغییرات قیمت بر الگوی کشت محصولات مهم زراعی استان خوزستان"، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۲، شماره ۱، ص ۱۵۶-۱۴۷.

۳. آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی استان خوزستان شهرستان رامهرمز، (۱۳۸۷)، شرکت مهندسی آب عمران پردیسان.

۴. ترکمانی، ج. و عبداللهی عزت آبادی، م.، (۱۳۷۳) "تعیین و ارزیابی اقتصادی الگوی بهینه مصرف آب در کشاورزی: مطالعه موردی پسته کاران شهرستان رفسنجان"، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۱۸، ص ۸۱ — ۷۱.

۵. جولایی، ر.، آذر، ع. و چیذری، ا.، (۱۳۸۴)، "مدلهای برنامه‌ریزی چند منطقه‌ای و کاربرد آن در کشاورزی: مطالعه موردی استان فارس"، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۵۱، ص ۱۲۴-۸۷.

۶. جوهانسون، ر.، (۱۳۸۱)، "قیمت‌گذاری آب آبیاری: بررسی ادبیات موضوع"، مترجم: حسینی، ش. و کریمی، ب.، تهران: انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۷. چیذری، ا. و قاسمی، ع.، (۱۳۷۸)، "کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی"، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۲۸، ص ۷۶-۶۱.

۸. سلطانی، غ.، (۱۳۷۲)، "تعیین آب بها و تخصیص بهینه آب در اراضی زیر سدها: مطالعه موردی سد درود زن"، مجموعه مقالات دومین سمپوزیوم سیاست کشاورزی ایران، انتشارات دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، ص ۲۱۱-۱۹۵.

۹. کیوان سیفی، (۱۳۸۳)، مدیریت بهینه عرضه و تقاضای آب در کشاورزی: مطالعه موردی حوضه کارون، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، مجتمع آموزش عالی ابوریحان.

۱۰. شرکت آب و فاضلاب استان خوزستان، شهرستان رامهرمز، (۱۳۸۷)، آمارنامه های، رامهرمز.

۱۱. صالح، ا.، پیکانی، غ. و باقریان، ع.، (۱۳۸۶)، "تعیین الگوی بهینه کشت و استخراج تقاضای هنجارین آب: مطالعه موردی شهرستان کازرون"، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۶۰، ص ۸۰- ۷۱.

۱۲. عباسی، ع. و قدمی، م. "تاثیر بهینه سازی الگوی کشت در کاهش مصرف آب و افزایش درآمد مطالعه موردی: دشت فریمان- تربت جام".

۱۳. کرامت زاده، ع.، چیذری، ا. و میرزایی، ا.، (۱۳۸۵)، "تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از مدل الگوی بهینه تلفیق زراعت و باغداری: مطالعه موردی سد بارزو شیروان"، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۵۴، ص ۶۰ — ۳۵.

14. Al-weshan, R.A. (2000). "Optimal use of irrigation water in the Jordan valley: a case study", Water Resource Management, 14:327-338.
15. Kelman, J. and Kelman, R., (2002), "Water allocation for economic production in a semi-arid region", Water Resources Development, 18: 391-407.
16. Kondili, E. and Kaldellis, J., (2006), "Operations research methods in water systems optimization for Cyclades island", Optimization of Production System Lab, 2000: 234-47.
17.
18.