بررسی الگوی کشت بهینه و تاثیر آن بر مدیریت منابع آبی مطالعه‌ی موردی مرودشت–کربال

سیدنعمت اله موسوی*[۱]، سیدمحمدرضا اکبری[۲]

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۲۲

چکیده

هدف از انجام این مطالعه بررسی الگوی کشت بهینه در دشت مرودشت- کربال، و تاثیر آن بر مدیریت منابع آبی منطقه می باشد. در این تحقیق از دو شبیه برنامه‌ریزی خطی فازی، خطی فازی ناموزون (چی بی شف) استفاده شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده در الگوی برنامه‌ریزی خطی فازی، سطح زیرکشت جو، چغندر قند نسبت به وضعیت موجود بایستی کاهش یابد. در مورد الگوی برنامه‌ریزی آرمانی فازی در مقایسه با وضعیت موجود، سطح زیرکشت گندم و جو افزایش، و سطح زیر-کشت دیگر فراورده‌ها کاهش یابد. همچنین، بازده‌ی برنامه‌ای در دو الگو کاهش داشته‌اند، اما این کاهش در الگوی برنامه‌ریزی خطی فازی نسبت به الگوی دیگر کمتر بوده است. در پایان پیشنهادهایی برای کاهش مصرف منابع آبی ارائه گردیده‌اند.

واژه‌های کلیدی:الگوی کشت، مدیریت منابع آبی، برنامه ریزی فازی، مرودشت-کربال

[۱]- دانشیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت

[۲]- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مرودشت، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، مرودشت، ایران

*- نویسنده مسوول مقاله: Mousavi_sn@yahoo.com

مقدمه

آب یکی از مهمترین عوامل رشد و توسعه‌ی جوامع بشری محسوب می‌شود. مقایسه‌ی کشورهای مختلف نشان می‌دهد که کمبود آب، بویژه آب با کیفیت خوب، یکی از عوامل مهم بازدارنده‌ی توسعه کشاورزی، اقتصادی و اجتماعی در بیشتر کشورهای در حال توسعه می‌باشد. منابع آبی از ارزشمندترین منابع طبیعی، و جزء سرمایه-های ملی هر کشور محسوب می‌شوند؛ در واقع، این عامل حیاتی و مهم در بخشهای مختلف اقتصادی از جمله کشاورزی، و به تبع آن توسعه‌ی پایدار آن، نقش مهمی را ایفا می‌کند (بوستانی و محمدی، ۱۳۸۶). کشاورزی به عنوان یکی از محورهای اساسی رشد و توسعه، نقش مهمی در توسعه اقتصادی کشورها دارد. بخش کشاورزی در اقتصاد ملی ایران حدود ۲۷ درصد تولید ناخالص ملی، ۲۳ درصد اشتغال و تأمین بیش از ۸۰ درصد غذای کشور را به خود اختصاص داده است. در این راستا، محدودیت منابع آبی همواره یکی از مهمترین موانع توسعه‌ی بخش کشاورزی به عنوان بستر اصلی نیل به خودکفایی مواد غذایی بوده است (بوستانی و محمدی، ۱۳۸۶). از حدود ۳۷ میلیون هکتار اراضی دارای توان تولید، به دلیل محدودیت منابع آب، فقط ۷/۸ میلیون هکتار به صورت آبی کشت می‌شود؛ از سوی دیگر، از ۸۸/۵ میلیارد مترمکعب عرضه آب از منابع سطحی و زیرزمینی حدود ۹۳/۵ درصد آن به بخش کشاورزی اختصاص دارد. اهمیت آب دربخش کشاورزی به اندازه‌ای است که میزان وابستگی تولید گندم، برنج، دانه های روغنی، حبوبات، سیب زمینی، قند و شکر و علوفه به آب به ترتیب ۶۰٪، ۱۰۰٪، ۶۳/۵٪، ۴۵/۵٪، ۹۹٪، ۱۰۰٪ و ۷۵٪ می‌باشد (چیذری و قاسمی، ۱۳۷۸). ایران به عنوان یکی از کشورهای واقع در کمربند خشک کره زمین با مشکل کم آبی، خشکسالی‌های متناوب و سیلهای ویرانگر مواجه می‌باشد. رشد فزاینده‌ی جمعیت، و تخریبهای ناشی از آن، و نیاز روز افزون به فراورده‌های کشاورزی، دامی و محدودیت آب و نیز خاک بارور به عنوان بستر اصلی تولیدات کشاورزی، مساله‌ی کم آبی را به گونه‌ای بسیار جدی فراروی کشور قرار داده‌اند، بطوری که با متوسط بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر در سال، نسبت به ۷۵۰ میلی‌متر میانگین جهانی آن، در گروه کشورهای خشک و نیمه خشک قرار می‌گیرد (جعفریان و فال سلیمان، ۱۳۷۸). وضعیت کنونی بهره‌برداری از منابع آبهای زیرزمینی و سطحی، شرایط را به سمتی هدایت کرده است که اکثر دشتها بوسیله‌ی وزارت نیرو ممنوعه اعلام، و صدور مجوز جدید بهره‌برداری از آنها ممنوع شده است. این مسأله ضرورت توجه بیشتر به موضوع مدیریت آب و استفاده‌ی بهتر از آن را طلب کند (پوستل، ۱۳۷۳). پژوهشگران معتقدند که ۱۰ تا ۵۰ درصد آب مصرفی در کشاورزی، ۴۰ تا ۹۰ درصد آب مصرفی در صنعت و حدود ۳۰ درصد آب مصرفی شهرها را می‌توان بدون آن‌که به اصل هدف خدشه‌ای وارد شود، کاهش داد (اسدپور، ۱۳۸۲). با توجه به آنچه بیان شد، ورای محدودیت آب، محدودیتهای مالی و زمانی، عوامل مهم دیگری می‌باشند که امکان بهره‌برداری کارا تر از منابع موجود را با مشکل مواجه میسازند؛ به همین دلیل، در سالهای اخیر، در کنار مدیریت عرضه (تامین منابع آب)، مسؤولان و برنامه‌ریزان حوزه‌ی آب، مدیریت تقاضا و حفظ منابع آبی را در دستور کار خود قرار داده‌اند. با توجه به آنچه بیان شد، در ایران، بویژه مناطقی مانند استان فارس که با بحران کم‌آبی و خشکسالی مواجهند، می‌توان با برنامه‌ریزی صحیح در ارتباط با الگوی بهره‌برداری از اراضی (الگوی کشت) تقاضا برای آب را مدیریت کرد. یکی از مناطق مهم استان فارس با ویژگی مذکور دشت مرودشت-کربال می‌باشد. در حال حاضر از ۱۷۰ دشت واقع در استان فارس۴۷ دشت ممنوعه و ۶ دشت حالت بحرانی و ۱۲۳ دشت حالت آزاد را دارند، و پیشنهاد ممنوعیت محدوده‌ی مرودشت- کربال به علت خشکسالی و اضافه برداشت- که تراز آب سفره ها را منفی نموده، به نهاد های ذیربط جهت تصمیم گیری ارائه گردیده است.کسری مخزن آبخوانهای دشتهای استان حدود ۹.۳۲۹- میلیون متر مکعب برآورد گردیده است، که متأسفانه روز به روز بر این میزان افزوده می شود، بالاخص خشکسالی های چند ساله ی اخیر در روند رو به تشدید افت سطح ایستابی سفره ها، و افزایش کسری مخزن آبخوانهای دشتهای استان بسیار تأثیر گذار بوده است. از این‌رو، لازم است الگوی زراعی به گونه‌ای تنظیم شود که ضمن تأمین منافع مادی کشاورزان، کمترین آسیب را به سفره‌های آبی دشت وارد سازد. در این مطالعه نیز سعی

شده است تا با استفاده از الگوهای برنامه ریزی فازی آرمانی و خطی فازی الگوی کشت مناسب با محدودیت آب منطقه تهیه شود.

وضعیت و خصوصیات منابع آب محدوده ی مورد مطالعه

محدوده‌ی مورد مطالعه، مرودشت- کربال، تقریبا در مرکز استان فارس واقع شده است. این محدوده از شمال به شهرستان اقلید، از شمال خاوری به شهرستان خرم بید، از خاور به شهرستان بوانات، از جنوب خاوری به شهرستان ارسنجان، از جنوب و جنوب باختری به شهرستان شیراز، و از باختر به شهرستان سپیدان، محدود است. مرکز محدوده‌ی مرودشت- کربال در ۵۲ درجه و ۴۸ دقیقه طول جغرافیایی و ۲۹ درجه و ۵۲ دقیقه عرض جغرافیایی و ارتفاع ۱۵۹۵ متری از سطح دریا واقع شده است. آب و هوای محدوده است و مهمترین رودهای این محدوده کر و سیوند می‌باشند که بسیار مهم و حیاتی نیز محسوب می‌شوند.

بر اساس نتایج آماربرداری سال ۱۳۸۴، میزان برداشت از منابع آب زیرمینی محدوده‌ی مطالعاتی مرودشت- کربال، ۱۹۰/۳۶ میلیون متر مکعب در سال است، که از این مقدار، ۱۵۶/۱میلیون متر مکعب از طریق چاههای عمیق و نیمه عمیق، و۳۵/ ۱میلیون متر مکعب از چشمه ها، و ۳۳/۲میلیون متر مکعب بوسیله‌ی قناتها تخلیه می گردد. حجم بارندگی محدوده‌ی مطالعاتی ۱۲۰.۲۸۰ میلیون مترمکعب، و مجموع جریانهای سطحی و چشمه ها ۱۵.۶۰۶ میلیون متر مکعب است. جمع تغذیه از آبخوان آبرفتی ۱۷۵۳۲۸ میلیون متر مکعب، و سطح مصرف کشاورزی ۲۳۵۴۵۸ میلیون متر مکعب می باشد. سیر صعودی حفر چاهها در محدوده‌ی مرودشت- کربال موجب استحصال بیشتر آب از سفره، و نهایتاً افت سطح آب زیر زمینی و افزایش کسری آبخوان گردیده است.

جدول۱- تراز آب زیرزمینی آبخوان آبرفتی در محدوده‌ی مطالعاتی مرودشت- کربال (اعداد بر حسب میلیون متر مکعب)

تراز	تخلیه			تغذیه		
تغییرات حجم ذخیره	جمع تخلیه	چشمه	قنات	جمع تغذیه	برگشتی از مصارف	از ارتفاعات
-۳۵۳۲۹	۲۱۴۲۶۰	۰.۸۲۰	۳۶۳۵۰	۱۷۹۴۵۱	۴۳۴۵۰	۱۴۱۶۲۰

*مدیریت امور آب شهرستان مرودشت

برداشتهای بی رویه از آبخوان محدوده‌ی مرودشت- کربال در نتیجه ی افزایش تعداد چاهها، گرمی هوا و بالا بودن تبخیر-تعرق و افزایش نیاز آبی گیاهان، کاهش بارندگیها و وقوع خشکسالی پی در پی وضعیت آبخوان را نا متعادل کرده‌اند.

مواد و روشها

شبیه برنامه‌ریزی خطی را می‌توان به عنوان نوع خاصی از شبیه تصمیم‌گیری در نظر گرفت. در این شبیه، فضای تصمیم بوسیله‌ی محدودیتها تعریف می‌شود؛ هدف(مطلوبیت) با تابع هدف مشخص می‌شود و نوع تصمیم‌گیری، تصمیم‌گیری در شرایط قطعی است (کهنسال و همراز، ۱۳۸۷). شبیه کلاسیک برنامه‌ریزی خطی را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$\begin{aligned} \max \quad & f(x) = C^T x \\ & S.to: Ax \le b \\ & x \ge 0 \end{aligned} \qquad (1)$$

در این شبیه ضرایب A,B,C اعداد قطعی بوده، علایم $=,\ge,\le$ نشانگر تساوی یا نامساوی قطعی می-باشند. بیشینه یا کمینه بیانگر یک جمله امری قاطع است. حال اگر بخواهیم تصمیمی در محیط فازی اخذ گردد، باید تعدیلاتی در شبیه کلاسیک LP صورت دهیم: اولاً، تصمیم‌گیرنده ممکن است واقعاً نخواهد تابع هدف را بیشینه یا کمینه کند، بلکه ممکن است بخواهد به یک سطح دلخواه، که شاید به‌صورت قطعی قابل تعریف نباشد، دست یابد. مثلاً تابع هدف می‌تواند به‌صورت " کاهش هزینه‌های فعلی بطور قابل ملاحظه ای صورت گیرد"، باشد. ثانیاً، محدودیت ممکن است به‌چندین صورت مبهم

(نادقیق) باشد. مثلاً علایم $=,\geq,\leq$ ممکن است به‌معنی مساوی، کوچکتر یا مساوی و بزرگتر یا مساوی قطعی نباشد، بلکه انحرافهای کوچکی از آنها نیز قابل قبول تلقی گردد. همچنین، ضرایب بردارهای b و c و ماتریس A می‌توانند شاخصهای فازی داشته باشند، چه، یا طبیعت آنها و یا درک آنها فازی (مبهم) است. ثالثاً، نقش محدودیتها می‌تواند متفاوت از برنامه‌ریزی خطی کلاسیک باشد که در آن انحراف کوچکی از هر یک از محدودیتها منجر به جواب غیرموجه می‌شود. در محیط فازی، ممکن است تصمیم‌گیرنده انحرافهای کوچک را از محدودیتها قبول کند، اما ضرایب اهمیت متفاوتی (قطعی یا فازی) به انحراف از محدودیتهای مختلف دهد. بر این اساس، می‌توان گفت که برنامه‌ریزی خطی فازی راهی را برای مواجه با این نوع ابهامها (نادقیق بودنها) قرار می‌دهد که تعدادی از آنها در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرند(آذر و فرجی، ۱۳۸۰). در برنامه‌ریزی آرمانی فازی سطوح آرزوی اهداف مختلف همیشه به‌صورت فازی (نامشخص) مورد بررسی واقع شوند، در حالی‌که مقادیر سمت راست محدودیتها می‌تواند به صورت فازی یا غیرفازی باشند که بستگی به فازی بودن محیط تصمیم‌گیری دارد(کهنسال و همراز، ۱۳۸۷).

مبانی نظری برنامه‌ریزی آرمانی فازی ناموزون

یانگ و همکاران (۹و۱۰) توانستند شبیه برنامه‌ریزی آرمانی فازی را با تعداد متغیرهای کمتر و پاسخهای مشابه ناراسیمهان و حنان حل کنند(کهنسال و همراز، ۱۳۸۷). در صورتی‌که $f_i(x)$ نشان‌دهنده‌ی i امین آرمان فازی با یک تابع عضویت مثلثی باشد، شبیه یانگ به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$\mu_i(x)=\begin{cases}0 & if \quad f_i(.)>b_i+t_i,\\ \dfrac{(b_i+t_i)-f_i(.)}{t_i} & if \quad b_i<f_i(.)\leq b_i+t_i,\\ 1 & if \quad f_i(.)=b_i,\\ \dfrac{f_i(.)-(b_i-t_i)}{t_i} & if \quad b_i-t_i\leq f_i(.)<b_i,\\ 0 & if \quad f_i(.)<b_i-t_i\end{cases} \qquad (۲)$$

که در آن b_i سطح آرمانی برای آرمان i ام، و t_i نشان‌دهنده‌ی تغییرات قابل تحمل برای سطح آرمانی b_i می‌باشد. نتیجه‌ی فرمول‌بندی برنامه‌ریزی خطی شبیه یانگ به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned}&\text{Find } X(x_1,x_2,...,x_n)\\ &\text{So as to satisfy}\\ &\qquad \text{MAX: } \lambda\\ &\text{Subject to :}\\ &\lambda\leq\frac{(b_i+t_i)-f_i(x)}{t_i}\\ &\lambda\leq\frac{f_i(x)-(b_i-t_i)}{t_i}\\ &AX\begin{pmatrix}\leq\\ \cong\\ \geq\end{pmatrix}B\\ &\text{For all I } \lambda,x\geq 0;\end{aligned} \qquad (۳)$$

شبیه توضیح داده شده در بالا ابتدا مجموعه درجه‌های عضویت آرمانها را کمینه می‌کند؛ سپس، از بین آنها، بیشینه را انتخاب می‌کند که این روش را Maxi - Min می‌نامند. در واقع این روش به دنبال بیشترین کردن کمترین حصول آرمانها و محدودیتهای مختلف می‌باشد. در این روش اولویت رسیدن به اهداف اهمیتی نداشته، و سعی می‌شود تا حد ممکن اهداف مورد نظر با هم پوشش داده‌شوند. در روابط بالا، λ بیانگر درجه‌ی حصول یا درجهی اقناع آرمانها و محدودیتهای مختلف می‌باشد. این ضریب دامنه‌ی تغییرات بین صفر و یک را به خود اختصاص می‌دهد؛ صفر بیانگر عدم حصول، و یک بیانگر حصول کامل به آرمانهای مختلف است. عدد حاصله برای این آماره هر چه به یک نزدیکتر باشد بیانگر حصول بیشتر آرمانها، و هرچه به صفر نزدیکتر باشد بیانگر درجه‌ی بالاتر عدم حصول به آرمانها و محدودیتهای مختلف می‌باشد(کهنسال و همراز، ۱۳۸۷).

شبیه تجربی برنامه ریزی آرمانی فازی ناموزون

شبیه تجربی برنامه‌ریزی آرمانی قطعی نـاموزون مـورد استفاده در این مطالعه به شکل زیر می‌باشد:

$$\text{Find } X(x_1, x_2, ..., x_n)$$
$$\text{So as to satisfy} \quad (۴)$$
$$MAX: \lambda$$
$$\text{Subject to:}$$

محدودیتهای آرمانی:

محدودیت آرمانی مربوط به بیشینه کردن بازده‌ی برنامه‌ای

$$\sum_{c=1}^{15} X_c(B_c - C_c) - TO_{GM}.\lambda \geq B_{GM} - TO_{GM}.\lambda \quad (۵)$$

محدودیت آرمانی مربوط به کمینه کردن کودهای شیمیایی مصرفی

$$\sum_{c=1}^{15} X_c.FE_c + TO_{FE}.\lambda \leq B_{FE} + TO_{FE}.\lambda \quad (۶)$$

محدودیت آرمانی مربوط به کمینه کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی

$$\sum_{c=1}^{15} X_c.C_c + TO_c.\lambda \leq B_c + TO_c.\lambda \quad (۷)$$

محدودیت آرمانی مربوط به ثابت ماندن اشتغال در وضعیت موجود، که به دو صورت محدودیت بیشترین و کمترین ظاهر می‌شود:

$$\sum_{c=1}^{15} X_c.L_c + TO_l.\lambda \leq B_l + TO_l.\lambda \quad (۸) \qquad \sum_{c=1}^{15} X_c.L_c - TO_l.\lambda \geq B_l - TO_l.\lambda \quad (۹)$$

محدودیتهای قطعی:

$$X_c - TO_{XP_c} \times \lambda \geq 0.7 \times XP_c - TO_{XP_c} \times \lambda \quad (۱۰)$$
$$X_c + TO_{XP_c} \times \lambda \geq 0.7 \times XP_c + TO_{XP_c} \times \lambda \quad (۱۱)$$
$$\sum_{c=1}^{15} X_c.IRR_c + TO_w.\lambda \leq B_w + TO_w.\lambda \quad (۱۲)$$
$$B_c = RA_c \times BE_c \quad (۱۳)$$
$$XP = \sum_{c=1}^{15} X_c \quad (۱۴)$$

کـه رابطـه‌ی ۴ تـابع هـدف بـوده، روابـط ۵ تـا ۹ محـدودیتهای آرمـانی، و روابـط ۱۰و ۱۴ محـدودیت‌هـای قطعی شبیه می‌باشند (کهنسال و سادات همراز،۸۷). نرم-افزار مورد استفاده در این مطالعه Lingo است. این داده‌هـا مربوط به آمارگیری هزینه‌های تولید فـراورده‌هـای زراعـی است. متغیرها و فراسنجهای مـورد اسـتفاده در جـدول۱ و در جدول ۳ ضرایب فنی تولید محصولات ارائه شده‌اند.

جدول۱- تعریف متغیرهای لحاظ شده در الگوهای مختلف برنامه ریزی خطی

متغیر	شرح متغیر
X_c	سطح زیرکشت محصول Cام بر حسب هکتار
XT	کل اراضی قابل آبیاری و کشت محصولات زراعی منطقه مورد مطالعه بر حسب هکتار
XP_c	سطح زیرکشت فعلی محصول Cام بر حسب هکتار
FE_c	کود های شیمیایی مورد نیاز هر هکتار محصول Cام بر حسب کیلوگرم
L_c	نیروی‌کار مورد نیاز هر هکتار محصول Cام بر حسب نفر- روز کار
C_c	هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی مورد نیاز هر هکتار محصول Cام بر حسب ده هزار ریال
B_c	درآمد ناخالص هر هکتار محصول Cام بر حسب ده هزار ریال
RA_c	عملکرد هر هکتار محصول Cام بر حسب کیلوگرم
BE_c	قیمت بازاری هر کیلوگرم محصول Cام در زمان برداشت بر حسب ده هزار ریال
IRR_c	حجم آب مصرفی محصول Cام بر حسب مترمکعب
B_{GM}	سطح مطلوب آرمان بازده‌ی برنامه‌ای بر حسب ده هزار ریال
B_{FE}	سطح مطلوب آرمان کودهای شیمیایی مصرفی بر حسب کیلوگرم
B_C	سطح مطلوب آرمان هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی بر حسب ده‌هزار ریال
B_L	سطح مطلوب آرمان اشتغال بر حسب نفر- روز کار
B_w	سطح مطلوب آرمان آب مصرفی بر حسب متر مکعب
TO_{GM}	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان بازده‌ی برنامه‌ای بر حسب ده هزار ریال
TO_{FE}	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان کودهای شیمیایی مصرفی بر حسب کیلوگرم
TO_C	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان هزینه های سرمایه گذاری نقدی بر حسب ده هزار ریال
TO_L	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان اشتغال بر حسب نفر- روز کار
TO_w	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان آب مصرفی بر حسب متر مکعب
TO_{XP_c}	تغییرات قابل تحمل برای محدودیت قطعی تغییر در سطح زیرکشت فعلی بر حسب هکتار

جدول ۲- ضرایب فنی تولید فراورده‌ها

فراورده	L_c	IRR_c	FE_c	RA_c	C_c	BE_c
گندم	۳۷	۱۰۴۹۸	۳۹۲	۵۱۲۶	۵۰۰.۲۳۵	۰/۲۰۵
جو	۲۶	۱۵۰۱۰	۳۴۵	۴۲۰۰	۳۰۸.۰۰۱	۰/۱۵۲
چغندرقند	۷۳	۲۴۱۴۰	۵۷۹	۳۰۱۷۴	۱۴۴۰.۱۲۸	۰/۰۴۶
ذرت	۳۷	۱۶۰۲۵	۳۶۹	۷۵۷۹	۷۵۸.۳۳۳	۰/۱۶۲

L_c: نیروی کار مورد نیاز برای کشت و کار هر هکتار محصول C (نفر- روزکار)

IRR_c : آب مورد نیاز برای کشت و کار هر هکتار محصول C (مترمکعب)

FE_c: کود شیمیایی مورد نیاز کشت و کار هر هکتار محصول C (کیلوگرم)

RA_c: عملکرد هر هکتار محصول C (کیلوگرم)

C_c: هزینه‌های سرمایه گذاری نقدی برای کشت و کار هر هکتار محصول C (ده‌هزار ریال)

BE_c: قیمت هر کیلوگرم محصول C (ده‌هزار ریال)

نتایج و بحث

در این مطالعه نتـایج حاصـل از الگوهـای مختلـف برنامه‌ریزی در جدول ۳، و مقادیر آرمانهای مـورد نظـر در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی در جدول۵ آورده شده‌اند.

جدول۳- نتایج حاصل از الگوهای مختلف برنامه‌ریزی (هکتار)

نام فراورده	وضعیت موجود	برنامه‌ریزی خطی فازی	برنامه‌ریزی خطی فازی آرمانی ناموزون
گندم	۸۰۱۲	۹۷۵۱/۴۳	۹۸۳۳/۰۸
جو	۳۰۵۸	۲۲۸۱/۵۴	۲۰۴۰/۲۴
چغندرقند	۳۵۲	۲۴۱/۸۶	۲۳۷/۲۱۹
ذرت	۳۶	۴۸/۷۶	۴۷/۹

جدول ۴- مقادیر آرمانی مورد نظر در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی

آرمان	وضعیت موجود	برنامه ریزی خطی فازی	برنامه ریزی خطی آرمانی فازی ناموزون
بازده‌ی برنامه‌ای	۱۱۳۸۵	۱۱۳۲۴	۱۱۱۵۹
هزینه‌ها	۳۰۰۶.۶۹۷	۲۶۸۸.۳۲۱	۲۶۱۵.۲۵۸
اشتغال	۱۷۳	۱۶۹	۱۶۷
کودهای شیمیایی مصرفی	۱۶۸۵	۱۵۲۶	۱۴۶۳
آب مصرفی	۶۵۶۷۳	۶۲۷۵۳	۶۳۵۶۷
λ^*		۰/۳	۰/۱۸

با توجه نتایج به‌دست آمده در جدول ۳، در الگوی برنامه‌ریزی خطی فازی سطح زیرکشت جو و چغندر قنـد نسبت به وضعیت موجود کاهش و گنـدم و ذرت افـزایش یافته است، که دلیل آن مربـوط بـه فـازی کـردن و قابـل انعطاف‌پذیر کردن شبیه می‌باشد. در مورد الگوی برنامـه-ریزی آرمانی فازی در مقایسه با وضـعیت موجـود، سـطح زیرکشت گندم و ذرت افزایش و سـطح زیـرکشـت جـو و چغندر کاهش داشته است. سطح زیرکشـت گنـدم و جـو در الگوی ارائه شده بوسیله‌ی برنامه‌ریزی خطی فـازی در مقایسه با الگوی برنامه‌ریزی آرمانی فازی کاهش، و سـطح زیرکشت سایر فراورده‌ها افزایش داشته است. با توجـه بـه تعریف ارائه شده برای λ، این آماره بیان‌کننده‌ی حـداقل درجه‌ی اقناع آرمانها و محدودیتهای مختلف می‌باشـد. بـا توجه به جـدول ۴، در الگـوی برنامـه‌ریـزی خطـی فـازی مقدار λ برابر با ۰/۳ می‌باشد. این درجه‌ی اقنـاع نسـبت به الگوی برنامه‌ریز آرمانی فازی بیشتر است. علت کـاهش این آماره در الگوی دوم نسبت به الگوی اول این است که در الگوی چی بی شـف ، همـه‌ی آرمانهـا بطـور همزمـان تغییر می‌کنند (کهنسال و سادات همراز،۸۷). با توجه بـه یافته‌های جدول ۴، بازده‌ی برنامـه‌ای در دو الگـو کـاهش داشته‌اند، اما این کاهش در الگوی برنامه‌ریزی خطی فازی نسبت به الگوی دیگر کمتر بوده است. با توجه به این مهم که در الگوی برنامه‌ریزی خطی فازی آرمانی تمام آرمانهـا با هم افزایش پیدا می‌کنند، در این الگو سعی بـر آن‌اسـت که سطح تمام آرمانها در یک حد شروع به افـزایش کنـد، این مساله قابـل توجیـه اسـت. میـزان آب مصـرفی، کـه مهمترین هدف در این الگوها بوده است، نیز کاهش یافته، که این کاهش در الگوی برنامه‌ریزی خطی فازی بیشـتر از الگوی دیگر است. مصرف کودهای شیمیایی به عنوان یک هدف به منظور ایجاد توسعه‌ی پایدار به کار گرفتـه شـده است، که در این الگوها نیز کاهش یافته، که ایـن کـاهش در الگوی برنامه‌ریزی خطی فازی بیشـتر از الگـوی دیگـر است. هزینه‌هـای تولیـد فـراورده‌هـا نیـز در ایـن دو الگـو کاهش یافته است که در الگوی برنامه‌ریزی خطی آرمـانی فازی این اندازه کاهش بیشترین مقدار بوده است. در ایـن تحقیق آرمان مورد بررسی برای اشتغال نیروی کار، ثابـت

نگهداشتن سطح اشتغال در وضعیت موجود است. برای فازی کردن این آرمان محدوده‌ی قابل تحمل تا ۵ درصد تغییر در نظر گرفته شده است. با توجه به محدوده‌ی در نظر گرفته شده، میزان اشتغال در الگوی خطی فازی و الگوی خطی فازی ناموزون کمتر از ۵ درصد، کاهش یافته است. علت این مسأله این‌است که فراورده‌های ارائه شده در الگو، که دارای سطح زیرکشت بیشتری می‌باشند نیاز کمتری به نیروی‌کار دارند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، راهکارهایی جهت کسری مخزن آبهای زیر زمینی در محدوده‌ی مورد مطالعه به صورت ذیل پیشنهاد می گردند:

۱-جلوگیری از بهره برداری چاههای غیر مجاز در محدوده‌ی مورد مطالعه

۲- جلوگیری از اضافه برداشت چاههای مجاز(بانصب آب‌شمار و برق‌شمار هوشمند و کاهش منصوبات)

۳- اصلاح سامانه‌ی انتقال آب در مزارع کشاورزی

۴- تسطیح اراضی کشاورزی

۵- تغذیه‌ی آبخوان با استفاده از سیلابهای فصلی

۶- سامانه‌ی آبیاری کم مصرف (قطره ای و بارانی)

۷- اصلاح الگوی کشت محصولات کشاورزی

۸- رواج دادن کشت های گلخانه ای

منابع

۱. حسانی، م.، و ه. خالدی. بهره وری آب کشاورزی. کمیته‌ی ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۲. آذر، ع.، و ح، فرجی. ۱۳۸۰. علم مدیریت فازی. سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی. چاپ اول. تهران.

۳. اسدپور، ح. ۱۳۸۲. کاربرد برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی در مطالعه‌ی اقتصادی سیاست‌های کشاورزی بخش زراعت شرق استان مازندران، پایان نامه‌ی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۴. اکبری، س. م. ر، س. ن. موسوی، و ع. رضایی. ۱۳۸۸. بحران آب و لزوم توجه به بهره وری آب در مناطق دچار خشکسالی؛ مطالعه‌ی موردی: دشت سیدان-فاروق، دومین همایش ملی بحران آب،اصفهان.

۵. بوستانی، ف.، و ح. محمدی. ۱۳۸۶. بررسی بهره وری و تابع تقاضای آب در تولید چغندر منطقه‌ی اقلید. چغندرقند، ۲۳(۲): ۱۸۵-۱۸۶.

۶. پوستل، س. ۱۳۷۳. آخرین واحد ،آب مایه حیات. ترجمۀی وهاب زاده و علیزاده، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۷. جعفریان، ج.، و م. فال سلیمان. ۱۳۸۷. بحران آب و لزوم توجه به بهره وری آب کشاورزی در نواحی خشک مطالعه موردی : دشت بیرجند ، جغرافیاوتوسعه، ۶(۱۱): ۱۱۵-۱۳۸.

۸. چیذری، ا.، و ع. قاسمی. ۱۳۷۸. کاربرد برنامه ریزی ریاضی در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۷(۲۸):۶۱-۷۶.

۹. خالدی، ه.، و م. آل یاسین. ۱۳۷۹. عرضه و تقاضای آب در جهان از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۵. سناریو ها و مسایل، نشریه شماره ۳۴ کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

۱۰. رحیمی، ح.، و ه. خالدی. بحران آب در جهان و ایران و راههعای مقابله با آن. اولین کنفرانس ملی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی، جهاد دانشگاهی استان کرمان.

۱۱. سیدان، ه. ۱۳۸۰. صادرات آب یا آبرسانی به مناطق خشک، نشریه خراسان.

۱۲. کردوانی، پ. ژئوهیدرولوژی (در جغرافیا). موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

۱۳. کشاورز، ع.، و ک. صادق زاده. ۱۳۸۰. مدیریت مصرف آب دربخش کشاورزی. شکرشکن، ۳۸: ۳۲-۵۷.

۱۴. کهنسال، م.ر.، و س. سادات همراز. ۱۳۸۷. مدیریت خشکسالی در بخش کشاورزی با بهره‌گیری از الگوی کشت بهینه مبتنی بر منطق فازی مطالعه موردی دشت تایباد. اولین کنفرانس بین المللی بحران آب، دانشگاه زابل.

۱۵. وزارت جهاد کشاورزی. مجموعه‌ی دستورالعمل های اجرایی طرح تهیه‌ی آمار محصولات زراعی. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی.

۱۶. وزارت جهاد کشاورزی.هزینه‌ی محصولات کشاورزی به تفکیک محصول و استان و دوره.معاونت برنامه ریزی و اقتصادی

۱۷. وکیلی، م. ۱۳۷۵. محدودیت های آب در ایران، آب و توسعه، فصلنامه امور آب وزارت نیرو، شماره ۱۵: ۱۳-۱۸.

18. Yang, J.P, H. Ignizio, and H. J. Kim. 1991. Fuzzy programming with nonlinear membership function: piecewise linear programming approximation. Fuzzy Sets and Systems 11: 39-53.

19. Zimmermann, H.J. 1978. Fuzzy programming and linear programming with several objective functions. Fuzzy Sets and Systems 1:45-55.