

تعیین الگوی بهینه زراعی با تأکید بر پایداری منابع طبیعی و محیط زیست در منطقه ارزوئیه

بهنام صادقی گوغری^۱، محمود احمدپور برازجانی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۹

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل

۲-استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل

*مسئول مکاتبه: Email: mahmoud_ahmadpour@yahoo.com

چکیده

آب، خاک، پوشش گیاهی و سایر منابع طبیعی، با استفاده علمی و آگاهانه، پایدار و قابل استفاده خواهند بود. در صورت بهره‌برداری بی‌رویه و استفاده نامعقول از این منابع که باعث جلوگیری از تجدید حیات آن‌ها شود، فناپذیر خواهند بود. در مطالعه حاضر، از برنامه‌ریزی آرمانی فازی برای تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی شهرستان ارزوئیه با تأکید بر پایداری منابع طبیعی و محیط زیست استفاده شد. به این منظور، چهار آرمان فازی شامل بیشینه کردن سود، کمینه کردن مصرف آب آبیاری، کمینه کردن کود و کمینه کردن سموم در قالب چهار سناریو مد نظر قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز این تحقیق از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری و همچنین آمارنامه‌های جهاد کشاورزی استان کرمان جمع‌آوری شد. چهار الگوی بهینه کشت در اثر دادن وزن‌های متفاوت به آرمان‌ها بدست آمد. نتایج نشان داد در سناریوهایی که حفظ منابع طبیعی و پایداری تولید در اولویت قرار می‌گیرد، محصولاتی که آب، کود و سم کمتری مصرف می‌کنند بیشتر وارد الگوی کشت می‌شوند. در مقابل در آن سناریو که بیشترین وزن به آرمان بیشینه کردن سود داده شده است، تنها هندوانه و سیب‌زمینی که نسبت به سایر محصولات بالاترین سود در هکتار را دارا هستند وارد الگوی کشت می‌شوند، هرچند که مصرف آب آنها نسبت به محصولات دیگر بالاتر است. بنابراین، لحاظ نمودن رویکرد پایداری منابع طبیعی و محیط زیست در تعیین الگوی بهینه کشت، مؤثر است.

واژه‌های کلیدی: آب، آفت‌کش‌ها، برنامه‌ریزی آرمانی فازی، سود، کود

Determination of Optimal Cropping Pattern Emphasizing Sustainability of Natural Resources and Environment in Orzoyeh District

Behnam Sadeghi Goghari¹, Mahmoud Ahmadpour Borazjani^{2*}

Received: May 31, 2015 Accepted: October 30, 2016

¹ MSc. Student, Dept. of Agricultural Economics, University of Zabol, Iran.

² Assist. Prof., Dept. of Agricultural Economics, University of Zabol, Iran.

*Corresponding Author: E-mail: mahmoud_ahmadpour@yahoo.com

Abstract

Water, soil, Vegetation and other natural resources, will be sustainable and useable permanently when they use scientifically and consciously. If the resources are used irregularly, this action will cause to stop renewing resources and they will be mortal. In current study, we used fuzzy goal programming for determining of optimal cropping pattern which emphasizes sustainability of natural resources and environment. For this purpose, four fuzzy goals include profit maximization; irrigation water minimization, fertilizers minimization and pesticides minimization were considered in four scenarios. Requirement data were collected by questionnaire and from Kerman province Jihad Keshavarzi documents. Four optimal cropping patterns were represented by considering different weights for goals. Results illustrated in those scenarios that natural resource conservation and production sustainability have priority, the activities that need require less water, fertilizers and pesticides are more into the cropping pattern. On the contrary, in that scenario that profit maximization has the most weight, the cropping pattern limited to watermelon and potato activities. Because have the highest profit in hectare, although use the most water. Therefore, considering natural resources and environmental sustainability approaches are effective on optimal cropping pattern determination.

Keywords: Fertilizers, Fuzzy Goal Programming, Pesticides, Profit, Water

مقدمه

منابع طبیعی پایدار (تجدیدپذیر)، به منابعی اطلاق می‌شوند که در صورت استفاده صحیح، علمی و آگاهانه، برای همیشه پایدار و قابل استفاده خواهند بود و به اصطلاح فناپذیرند؛ مانند خاک، آب، پوشش گیاهی و غیره. بدیهی است، در صورتی که از منابع طبیعی تجدیدپذیر براساس استعداد آن‌ها استفاده معقول، علمی و اصولی نشود و فرصت تجدید حیات به آن‌ها داده

نشود، موجبات نابودی این منابع مهم حیاتی و خدادادی فراهم خواهد شد.

از آنجا که غذای انسان از بستر منابع طبیعی بدست می‌آید، بقا و رفاه انسان بستگی به مدیریت کارآمد منابع طبیعی و کشاورزی دارد. به موازات رشد جوامع، مدیریت این منابع پیچیده‌تر شده و عواملی همچون افزایش جمعیت، توسعه شهرنشینی، رشد درآمد و تغییر الگوی غذایی سبب توجه بیشتر به افزایش بهره‌برداری از زمین‌های زراعی و منابع در دسترس کشاورزان شده

برنامه‌ریزی آرمانی فازی که یکی از تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی می‌باشد، برای تعیین الگوی بهینه کشت استفاده شده که در ادامه به پاره‌ای از مطالعات در این زمینه اشاره شده است.

گرچه برنامه‌ریزی خطی به دلیل ساده بودن، کاربرد وسیعی در بخش کشاورزی یافته است، ولی به علت نوع فرض‌هایی که در ارتباط با آن در نظر گرفته می‌شود، با شرایط بخش کشاورزی چندان سازگار نیست. یکی از فرض‌های بسیار مهم در برنامه‌ریزی خطی، فرض قطعی بودن ضرایب فنی، ضرایب تابع هدف و سمت راست محدودیت‌ها در مدل برنامه‌ریزی است. در حالی که کشاورزی، صنعتی پویا است که تحت تأثیر شرایط جوی، توسعه بازار و فناوری، تغییر شرایط بازار نهاده‌ها و محصولات کشاورزی، تغییر سیاست‌های کشاورزی و اقتصاد عمومی دولت‌ها و غیره قرار دارد. به گونه‌ای که به جرأت می‌توان گفت تنها قطعیت موجود در تولید محصولات کشاورزی نبود قطعیت است (عسکری و همکاران ۲۰۱۲). تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی فازی (FGP)^۱ برای مدیریت واحدهای کشاورزی در شرایط محدودیت‌های قطعی منابع به وسیله پال و همکاران (۲۰۰۳) و برای شرایطی که محدودیت‌ها و اهداف به صورت فازی باشد، به وسیله پال و همکاران (۱۹۹۶) به کار گرفته شده است. در ادامه برخی از مطالعاتی که در زمینه برنامه‌ریزی زراعی با استفاده از مدل FGP انجام شده، بطور گذرا مروری شده است.

آزادگان و همکاران (۲۰۱۳) برنامه زراعی شهرستان سبزوار را با استفاده از برنامه‌ریزی فازی دونوا بررسی کردند. نتایج نشان داد که کشاورزان در سه گروه مزارع کوچک (کمتر از ۶/۵ هکتار)، متوسط (۶/۵ تا ۱۳ هکتار) و بزرگ (بیش از ۱۳ هکتار) با تغییر الگوی کشت موجود می‌توانند سطح بازده ناخالص خود را افزایش و از منابع در دسترس به صورت کارا استفاده کنند. عسکری و همکاران (۲۰۱۲) یک الگوی بهینه کشت با تأکید بر

است. بنابراین، نیاز به تولید محصولات کشاورزی با کاربرد روش‌های گوناگون ضروری می‌باشد (اسدپور و همکاران ۲۰۰۵). واژه پایداری بر شرایط یکنواخت و با ثبات دلالت دارد؛ شرایط یکنواخت افق‌های دور دست را در بر می‌گیرد. عدم شناخت و اطلاعات کافی و فقدان تفاهم در مورد منابع، آب و هوای جهان و تنوع آن، تکنولوژی آینده، نقش مردم در کشاورزی و رابطه کشاورزی با محیط باعث شده که پیش بینی در رابطه با آینده کشاورزی مشکل باشد. کشاورزی پایدار نوعی کشاورزی است که در جهت منافع انسان بوده، کارایی بیشتری از منابع داشته و با محیط در توازن است (زمانی و همکاران ۲۰۱۰). پایداری تا مدت‌ها در مفهوم اکولوژیک و یا پایداری منابع طبیعی قابل تجدید بکار می‌رفت. اما از زمانی که توسعه پایدار در کمیسیون برانتلند در سال ۱۹۸۷ تعریف شد، پایداری مفهوم بسیار گسترده یافت و در سه بعد اکولوژیکی مناسب، از نظر اقتصادی و اجتماعی مطرح گردید (فسخودی و نوری ۲۰۱۱). بنابراین می‌توان گفت که کشاورزی باید از نظر اکولوژیکی مناسب، از نظر اقتصادی توجیه پذیر، از نظر فرهنگی مورد قبول و قابل اجرا باشد (کهنسال و زارع ۲۰۰۸). استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و سموم نه تنها باعث آلودگی منابع طبیعی می‌شوند، بلکه محیط زیست پیرامون مزارع و مناطق حاصلخیز را نیز به خطر می‌اندازند و باعث نابودی برخی از گونه‌های جانوری می‌گردند.

مدیریت صحیح تولید در مزرعه از حیث استفاده از نهاده‌ها و ترکیب فعالیت می‌تواند ضمن تأمین غذای مکفی برای بشر، متضمن حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار باشد. تجارب و مطالعات گذشته نشان داده است که برنامه‌ریزی ریاضی ابزاری مناسب برای تعقیب توأمان این اهداف است. در سال‌های گذشته از برنامه‌ریزی ریاضی برای تعیین الگوی بهینه کشت بطور گسترده‌ای استفاده شده است. در مطالعه جاری از روش

وضعیت موجود منطقه مورد مطالعه، الگوی کشتی تعیین شود که ضمن بیشینه نمودن منافع تولید کنندگان؛ عدم قطعیت محیط تولید، حفاظت از محیط زیست و پایداری تولید را مد نظر قرار دهد.

روش تحقیق

در مدل آرمانی فازی، سطوح اهداف مختلف بصورت غیرقطعی در نظر گرفته می‌شود؛ در حالی که مقادیر سمت راست محدودیت‌ها می‌تواند بصورت قطعی یا غیرقطعی باشد که بستگی به شرایط محیط تصمیم‌گیری دارد (بیسواس و همکاران ۱۹۷۸). در مطالعه حاضر، مقادیر سمت راست محدودیت‌ها به صورت قطعی در نظر گرفته شده است و از روش زیمرمن (۱۹۸۵) برای ساختن توابع عضویت و از روش کیم و وانگ (۱۹۹۸) برای تعیین نوسان آرمان‌ها در طراحی الگوی کشت بهینه استفاده شده است.

آرمان‌ها:

آرمان‌های منظور شده در مدل تحقیق حاضر عبارتند از: (۱) بیشینه‌سازی سود، (۲) کمینه‌سازی مصرف آب آبیاری، (۳) کمینه‌سازی مصرف کود شیمیایی و (۴) کمینه‌سازی مصرف سموم شیمیایی. آرمان‌های فوق در قالب فازی به نحو زیر قابل نمایش می‌باشند:

- در آرمان بیشینه‌سازی سود، تصمیم گیرنده، یک سطح آستانه سود (N) برای مزرعه خود هدف‌گذاری می‌نماید.

$$\sum_{c=1}^C N_c X_c \geq N \quad [1]$$

در اینجا، C شاخص مربوط به مجموعه محصولات $(c \in \{1, \dots, C\})$ ؛ X_c سطح زیرکشت محصول c ؛ N_c سود محصول c و N سطح انتظاری یا هدف‌گذاری شده سود تصمیم‌گیرنده است.

- معادله مربوط به آرمان کمینه‌سازی مصرف آب را می‌توان به صورت زیر نوشت؛ بر این

محدودیت منابع آب و شرایط اقلیمی با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی فازی در استان زنجان ارائه نمودند. در تدوین مدل، اهدافی از جمله سود خالص، آب، کود، نیروی کار و شرایط اقلیمی، وارد مدل شده است. اهداف فازی با معرفی دامنه تغییرات به محدودیت‌های خطی تبدیل شده است. نتایج مطالعه آن‌ها حاکی از آن است که با ایجاد انعطاف در ضرایب مدل با نگرش و تفکر فازی، شرایط الگوی کشت به طور نسبی بهبود می‌یابد و از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوب‌تر استفاده می‌شود.

کیخا و همکاران (۲۰۰۹) نیز الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در منطقه سیستان را در طی دوران خشکسالی با استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی تعیین کردند. نتایج تحقیق آن‌ها که در سه سناریو محاسبه و تنظیم شده بود، نشان داد که ذرت علوفه‌ای در اکثر سناریوها در الگوی بهینه کشت وجود دارد. بهترین ستاریو با توجه به مقادیر فاصله اقلیدسی تعیین شد. لی و همکاران (۲۰۰۹) جهت مدیریت و تخصیص منابع آب از مدل برنامه‌ریزی فازی - تصادفی چند مرحله‌ای استفاده نمود. آن‌ها پس از تجزیه و تحلیل مجموعه‌های چند فازی، راه‌حل‌ها را تحت یک مجموعه سطوح برش آلفا به یک سری زیر مدل‌های قطعی تبدیل کردند. نتایج به کارگیری این مدل، طراحی سیاست‌های مدیریت منابع آب تحت شرایط عدم حتمیت را حمایت می‌نماید.

الیور و همکاران (۲۰۰۷) با ارائه تکنیک‌هایی به حل مدل برنامه‌ریزی خطی بازه‌ای چند هدفه پرداختند و این امکان را فراهم آوردند تا تصمیم‌گیرندگان قادر به دخالت دادن شرایط ریسک، نبود قطعیت و داده‌های نادقیق در مدل‌های تصمیم‌گیری ریاضی باشند. نتایج نشان می‌دهد که روش حل ارائه شده از روش‌های حل موجود دقت بالاتری دارد و با این تکنیک امکان دخالت چندین هدف در شرایط نا اطمینانی میسر می‌باشد.

با توجه به غیر قطعی بودن شرایط تصمیم‌گیری در کشاورزی، در مطالعه حاضر، سعی شده بر اساس

که در اینجا، t_i حد پایین نوسان و b_i سطح آرمانی هدف را نشان می‌دهد.

تابع عضویت متناظر با k امین آرمان فازی از نوع $\tilde{\leq}$ نیز به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\mu_i(X) = \begin{cases} 1 & \text{if } f_i(\cdot) \leq b_i \\ \frac{(b_i + t_i) - f_i(\cdot)}{t_i} & \text{if } b_i < f_i(\cdot) \leq b_i + t_i \\ 0 & \text{if } f_i(\cdot) > b_i + t_i \end{cases} \quad [۶]$$

در اینجا t_i حد بالای نوسان است.

در مدل FGP تخصیص زمین‌های کشاورزی، آرمان مربوط به سود (۱) از نوع $f_i(\cdot) > b_i$ است. از طرف دیگر آرمان‌های حداکثر آب آبیاری، حداکثر کود و حداکثر سموم قابل تحمل از نوع $f_i(\cdot) < b_i$ می‌باشد.

اگر سود به سطح آرمان خود برسد، درجه عضویت برای این آرمان یک است و هیچ نوسانی برای این آرمان وجود ندارد. هنگامی که این آرمان‌ها دارای نوسان باشند درجه عضویت آنها کمتر از یک و بیشتر یا مساوی صفر قرار می‌گیرد. کیم و وانگ (۱۹۹۸) با استفاده از تعریف نوسانات، به تبدیل مدل به مسأله برنامه‌ریزی خطی یک هدفه پرداختند.

اگر U_i^- برای $i=1,2$ حد پایین نوسان. $\lambda_i \in [1,2]$ برای $i=1,2$ درجه عضویت باشند، آرمان سود متناظر با آن را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\sum_{c=1}^C N_c X_c - \lambda_1 U_1^- \geq N - U_1^- \quad [۷]$$

آرمان فازی ۷، را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

اساس، تولیدکننده در پی آن است که آب مصرفی مزرعه او از سطح غیر قطعی W تجاوز نکند.

$$\sum_{c=1}^C W_c X_c \leq W \quad [۲]$$

در اینجا، W_c مقدار آب مورد نیاز برای محصول c ام و W میزان آب انتظاری در دسترس برای آبیاری است.

- آرمان مربوط به کمینه‌سازی مصرف کود، گویای این است که کود شیمیایی مصرف شده در مزرعه از سطح فازی F تجاوز نکند.

$$\sum_{c=1}^C f_c X_c \leq F \quad [۳]$$

در رابطه فوق، f_c مقدار کود مورد نیاز برای محصول c ام و F مقدار کود انتظاری در دسترس است.

- آرمان مربوط به کمینه‌سازی مصرف سموم گویای این است که سموم شیمیایی مصرف شده در مزرعه از سطح فازی P تجاوز نکند.

$$\sum_{c=1}^C p_c X_c \leq P \quad [۴]$$

در اینجا هم p_c مقدار سموم مورد نیاز برای محصول c ام و P مقدار سموم انتظاری در دسترس می‌باشد.

سه هدف اخیر از جمله اهداف زیست محیطی و در راستای پایداری فعالیت کشاورزی است.

تبدیل آرمان‌ها به آرمان‌های فازی:

در برنامه‌ریزی آرمانی فازی، برای غیر قطعی نشان دادن آرمان‌ها و میزان دسترسی به آن‌ها از اعداد فازی نوزنقه‌ای و تابع عضویت استفاده می‌شود. تابع عضویت متناظر با k امین آرمان فازی از نوع $\tilde{\geq}$ ، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mu_i(X) = \begin{cases} 1 & \text{if } f_i(\cdot) \geq b_i, \\ \frac{f_i(\cdot) - (b_i - t_i)}{t_i} & \text{if } b_i - t_i \leq f_i(\cdot) < b_i, \\ 0 & \text{if } f_i < b_i - t_i \end{cases} \quad [۵]$$

شکل اصلی مسأله برنامه‌ریزی خطی برای تخصیص بهینه زمین کشاورزی بین محصولات قابل کشت در منطقه به صورت زیر می‌باشد.

$$\text{Min } w_i \theta_i^- + \sum_{i=2}^4 w_i \theta_i^+ \quad [۱۳]$$

s.t:

$$\sum_{c=1}^c N_c X_c + \theta_1^- U_1^- \geq N \quad [۱۴]$$

$$\sum_{c=1}^5 f_c X_c - \theta_1^+ U_1^+ \leq F \quad [۱۵]$$

$$\sum_{c=1}^5 W_c X_c - \theta_2^+ U_2^+ \leq W_s \quad [۱۶]$$

$$\sum_{c=1}^5 p_c X_c - \theta_3^+ U_3^+ \leq P \quad [۱۷]$$

$$\sum_{C=1}^5 I_c X_c < TI \quad [۱۸]$$

$$\sum_{C=1}^5 X_c < L \quad [۱۹]$$

$$\sum_{C=1}^5 c_a X_c < C_a \quad [۲۰]$$

$$0 \leq \theta_1^-, \theta_1^+, \theta_2^+, \theta_3^+ \leq 1; \quad \forall S \quad [۲۱]$$

$$\sum_{i=1}^4 w_i = 1 \quad [۲۲]$$

$$X_c \geq 0 \quad [۲۳]$$

در مدل بالا X_1 تا X_5 به ترتیب سطح زیر کشت گندم، جو، ذرت، هندوانه و سیب‌زمینی می‌باشند. روابط ۱۴ تا ۱۷ به ترتیب مربوط به آرمان‌های فازی سود، کود، آب و سموم می‌باشند. روابط ۱۸ تا ۲۰ به ترتیب محدودیت‌های سیستمی حداکثر نیروی کار، زمین و سرمایه در دسترس را نشان می‌دهند.

در اینجا، TI ، L و C_a به ترتیب میزان قابل دسترس نیروی کار، زمین و سرمایه را نشان می‌دهند. پارامترهای I_c و c_a نیز به ترتیب نشانگر نیروی کار و سرمایه مورد نیاز برای تولید یک هکتار از محصول c می‌باشند.

$$\sum_{c=1}^c N_c X_c + \theta_1^- U_1^- \geq N \quad [۸]$$

که در آن $\theta_1^- = 1 - \lambda_1^-$.

اگر U_1^+ حد بالای نوسان و λ_1^+ درجه عضویت برای آرمان کود مورد نیاز باشد، به روش مشابه با آرمان (۸) می‌توان نوشت:

$$\sum_{c=1}^5 f_c X_c - \theta_1^+ U_1^+ \leq F \quad [۹]$$

که در آن $\theta_1^+ = 1 - \lambda_1^+$.

آرمان‌های مربوط به آب و سم نیز مانند کود به صورت زیر قابل نمایش می‌باشند:

$$\sum_{c=1}^5 W_c X_c - \theta_2^+ U_2^+ \leq W_s \quad [۱۰]$$

$$\sum_{c=1}^5 p_c X_c - \theta_3^+ U_3^+ \leq P \quad [۱۱]$$

در اینجا $\theta_2^+ = 1 - \lambda_2^+$ ؛ U_2^+ حد بالای نوسان برای مقدار آب مورد نیاز و λ_2^+ درجه عضویت آن می‌باشد. در رابطه ۱۱، $\theta_3^+ = 1 - \lambda_3^+$ ؛ U_3^+ حد بالای نوسان برای مقدار سم و λ_3^+ درجه عضویت مربوط به آن است.

تدوین مدل:

در این قسمت آرمان‌های فازی به یک مسأله بهینه‌یابی خطی تبدیل می‌شوند. تابع هدف در این مسأله حداقل کردن متغیرهای نوسان می‌باشد. در این تابع اگر متغیرهای نوسان صفر شوند، درجه تابع عضویت یک را به خود اختصاص می‌دهد و در نتیجه هیچ نوسانی برای آرمان مورد نظر وجود ندارد. بنابراین، آرمان مورد نظر برای تخصیص بهینه زمین‌های کشاورزی به صورت زیر بیان می‌شود.

$$\text{Min } w_i \theta_i^- + \sum_{i=2}^4 w_i \theta_i^+ \quad [۱۲]$$

که برای w_i ؛ $i=1,2,3$ وزن‌های متناظر با آرمان‌های فازی هستند. این وزن‌ها به صورت اختیاری در نظر گرفته می‌شوند و به آرمان‌های با درجه اهمیت بالاتر، وزن بیشتری داده خواهد شد. نکته حائز اهمیت در این جا این است که مجموع وزن‌ها باید برابر یک باشد.

در جدول ۱، محصولات سالانه عمده قابل کشت در منطقه و نشانگرهای مربوط به درجه عضویت آرمانها در مدل معرفی شده‌اند.

داده‌های مورد نیاز برای انجام این مطالعه از طریق تکمیل پرسشنامه و مصاحبه حضوری با کشاورزان منطقه

ارزوئیه و همچنین از سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان در سال ۲۰۱۳ جمع‌آوری شده است. جامعه آماری کشاورزان شهرستان ارزوئیه شامل ۴۵۶۳ کشاورز است که با استفاده از روش نمونه‌گیری کاملاً تصادفی با ۳۵۵ کشاورز مصاحبه و پرسشنامه‌ها تکمیل شده است.

جدول ۱- اطلاعات مربوط به متغیرهای مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی

متغیر	شرح	متغیر	شرح
X_1	سطح زیر کشت گندم	λ_1^-	درجه عضویت برای آرمان سود
X_2	سطح زیر کشت جو	λ_1^+	درجه عضویت برای آرمان کود
X_3	سطح زیر کشت ذرت	λ_2^+	درجه عضویت برای آرمان آب
X_4	سطح زیر کشت هندوانه	λ_3^+	درجه عضویت برای آرمان سموم
X_5	سطح زیر کشت سیب زمینی		

شهرستان ارزوئیه از لحاظ موقعیت جغرافیایی در فاصله ۲۵۰ کیلومتری جنوب غربی شهر کرمان و در ارتفاع ۱۰۴۴ متر در مرز استان‌های هرمزگان و کرمان واقع شده است. متوسط بارندگی سالانه آن ۹۰ میلی‌متر با حداکثر دمای ۴۸ و حداقل دمای ۳ درجه سانتی‌گراد دارای آب و هوای گرم می‌باشد. ارزوئیه با ۱۶۹۱۴ هکتار مرکبات و حدود ۵۰۰۰۰ هکتار محصولات زراعی، بیشترین سطح زیر کشت در استان کرمان را دارا می‌باشد. محصولات زراعی عمده قابل کشت در این منطقه شامل گندم، جو، ذرت، هندوانه و سیب‌زمینی است.

نتایج و بحث

در این تحقیق سعی شده یک الگوی کشت بهینه مبتنی بر پایداری منابع طبیعی و محیط زیست در فضایی نامطمئن طراحی شود. اهداف منظور شده در مدل که پیش‌تر نیز به آن‌ها اشاره رفت، شامل بیشینه‌سازی

سود، کمینه‌سازی مصرف آب آبیاری، کود و سموم شیمیایی مورد استفاده در هکتار می‌باشد. برای این منظور از روش برنامه‌ریزی ریاضی آرمانی فازی استفاده شد. آرمان‌های در نظر گرفته شده و حد تغییرات مجاز آن‌ها برای منطقه مورد مطالعه در مقایسه با سود تحقق یافته و مقدار آب، کود و سم مصرف شده در منطقه در وضعیت موجود در جدول ۲، ارائه شده است. با در نظر گرفتن حد تغییر مجاز برای پارامترها در مدل، این پارامترها از حالت قطعی به حالت فازی و انعطاف‌پذیر تبدیل می‌شوند. چنانکه در جدول ۲، مشاهده می‌شود سطح آرمانی سود با مقدار کنونی سود محقق شده در مزرعه برابر در نظر گرفته شده است؛ زیرا که با تکنولوژی موجود که برنامه‌ریزی در آن صورت گرفته است، نمی‌توان انتظار داشت که هم کاهش مصرف نهاده‌ها رخ دهد و هم سود افزایش یابد و یا حتی کاهش نیابد. در واقع این آرمان‌ها در تناقض با یکدیگر قرار دارند.

جدول ۲- وضعیت موجود، مقدار هر آرمان و حد مجاز تغییرات در منطقه مورد مطالعه

آرمان	وضعیت موجود	هدف	حد نوسان
سود (تومان)	$۱/۸۳ \times ۱۰^{۱۱}$	$۱/۸۳ \times ۱۰^{۱۱}$	$۱/۸۳ \times ۱۰^{۱۰}$
آب مورد نیاز (هزار متر مکعب)	۳۱۷۱۶۰	۲۸۰۰۰۰	۲۸۰۰۰
کود مورد نیاز (تن)	۱۳۴۴۳	۹۰۰۰	۹۰۰
سموم مورد نیاز (لیتر)	۳۶۹۵۰	۳۰۰۰۰	۳۰۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در نظر گرفته شده است و در سناریوی سوم، هدف اساسی کمینه‌کردن آب آبیاری است و لذا بیشترین وزن به این آرمان تعلق گرفته است. در سناریوی چهارم، بیشترین وزن تابع هدف به آرمان مربوط به سود داده شده و وزن مربوط به آب، کود و سموم در اولویت بعدی قرار می‌گیرند. در واقع در سناریوی چهارم بر خلاف سناریوهای دوم و سوم به پایداری منابع طبیعی توجه نشده است.

جدول ۳، سناریوهای وزنی متفاوت برای آرمان‌ها را نشان می‌دهد. در اولین سناریو تمام وزن‌ها برای آرمان‌ها یکسان در نظر گرفته می‌شود؛ به این مفهوم که اولویت (اهمیت) تمام آرمان‌ها مساوی می‌باشد. با توجه به اینکه هدف اساسی این مطالعه، پایداری منابع طبیعی و محیط زیست می‌باشد و از آنجا که آب آبیاری در این منطقه به طور کلی از زیرزمین استحصال می‌شود و سفره‌های آب زیرزمینی با بیلان منفی روبرو می‌باشد؛ وزن مربوط به آرمان آب، کود و سم در سناریو دوم بالا

جدول ۳- اطلاعات مربوط به وزن آرمان‌ها

W_4	W_3	W_2	W_1	
۰/۸	۰/۲	۰/۱	۰/۲۵	آرمان بیشینه‌سازی سود
۰/۱	۰/۶	۰/۳	۰/۲۵	آرمان کمینه‌سازی مصرف آب
۰/۰۵	۰/۱	۰/۳	۰/۲۵	آرمان کمینه‌سازی مصرف کود
۰/۰۵	۰/۱	۰/۳	۰/۲۵	آرمان کمینه‌سازی مصرف سموم

مأخذ: یافته‌های تحقیق

صفر می‌باشد. به این مفهوم که این دو آرمان‌ها به طور کامل محقق شده‌اند و هیچ الزامی وجود ندارد تا مقادیری را به عنوان حد تغییرات مجاز (حد نوسان) به آن‌ها اختصاص داد. اما درجه عضویت مربوط به سود صفر می‌باشد و به این معنی است که این آرمان‌ها محقق نشده و بایستی به اندازه حد نوسان مجاز ($۱/۸۳ \times ۱۰^{۱۰}$) به آن اضافه نمود. در این سناریو سطح زیر کشت گندم، جو، ذرت، هندوانه و سیب‌زمینی مطابق جدول ۴، به ترتیب برابر $۸۵۲۷/۱۵$ ، صفر، صفر، $۱۵۲۵۲/۲۱$ و $۶۶۷۷/۲۴$

در جدول ۴، نتایج تعیین الگوی کشت بهینه در راستای پایداری منابع طبیعی و محیط زیست و همچنین درجه عضویت آرمان‌ها برای محصولات مورد مطالعه، برای سناریوهای مختلف وزنی نشان داده شده است. چهار نوع الگوی کشت با وزن‌های متفاوت برای آرمان‌ها برآورد شد. در سناریو اول، وزن‌های مساوی به آرمان‌ها داده شد؛ به این ترتیب اهمیت آن‌ها یکسان در نظر گرفته شد (وزن‌هایی برابر با ۰/۲۵). ملاحظه می‌شود درجه عضویت سم و کود یک و نوسان مربوط به آن‌ها

بدست آمد. بر اساس نتایج این سناریو، سطح زیرکشت محصولاتی که سود در هکتار بیشتری دارند نظیر هندوانه و سیب زمینی در مقایسه با وضعیت موجود منطقه افزایش و بقیه کاهش یافته است.

در سناریو دوم با تغییر وزن‌های آرمان‌ها در راستای حفظ منابع و پایداری تولید؛ به آرمان‌های کمینه‌سازی آب، کود و سم هر یک وزن $0/3$ و به بیشینه‌سازی سود وزن $0/1$ داده شد. نتایج مربوط به این سناریو مطابق جدول ۴، نشان داد که گندم و جو که آب و کود نسبتاً کمتری مصرف می‌کنند سهم بیشتری از سطح زیرکشت را نسبت به سناریوی قبل به خود اختصاص می‌دهند. سطح زیرکشت سیب‌زمینی نیز که سم بیشتری مصرف می‌کند، کاهش می‌یابد. بر اساس درجه‌های عضویت نشان داده شده در جدول ۴، سه آرمان مورد نظر هم به ترتیب در سطوح ۸۹، ۱۰۰ و ۱۰۰ درصد محقق می‌شوند.

در سناریو سوم، وزن‌ها برابر با $(0/1, 0/1, 0/6, 0/2, W_3)$ در نظر گرفته شد؛ یعنی بیشترین وزن به آرمان

کمینه‌سازی آب آبیاری تخصیص داده شده است. نتایج این سناریو مطابق جدول ۴، نشان می‌دهد که سطح زیرکشت ذرت که مصرف‌کننده بالای آب است و در مقایسه با هندوانه و سیب‌زمینی سود کمتری دارد به صفر رسیده است و سطح زیر کشت گندم که به نسبت آب کمتری مصرف می‌کند در مقایسه با سناریوی قبل افزایش یافته است.

در سناریو چهارم بر خلاف سناریو دوم و سوم بیشترین وزن تابع هدف به آرمان مربوط به سود خالص داده می‌شود $(W_4: 0/8, 0/1, 0/05, 0/05)$ ، به عبارت دیگر کاهش مصرف نهاده‌ها و پایداری تولید در اولویت قرار نمی‌گیرد. در این صورت مطابق جدول ۴، الگوی کشت محدود به تولید هندوانه و سیب‌زمینی می‌شود که آب، کود و سم زیاد مصرف می‌کنند ولی در عوض سود در هکتار آن‌ها از دیگر محصولات منطقه بیشتر است. قابل ذکر است که می‌توان به دلخواه به آرمان‌های یاد شده وزن‌های دیگری هم داد و الگوهای کشت جدیدی بدست آورد.

جدول ۴- نتایج حاصل از برآورد مدل آرمانی فازی

الگوهای بهینه کشت و درصد تغییر نسبت الگوی موجود منطقه									
الگوی متغیرها		الگوی یک (W1)		الگوی دو (W2)		الگوی سه (W3)		الگوی چهار (W4)	
موجود منطقه		درصد تغییر		درصد تغییر		درصد تغییر		درصد تغییر	
λ_1^-	0/00	0/00	0/00	0/00	0/02				
λ_1^+	0/71	0/89	0/97	0/00	0/00				
λ_2^+	1	1	0/48	1	1				
λ_3^+	1	1	1	1	1				
X_1	۲۳۰۰۰	۸۵۲۷/۱۵	-۶۳	۸۷۹۲/۳۷	-۶۲	۱۲۱۷۷/۶۱	-۴۷	0/00	-۱۰۰
X_2	۱۱۰۰	0/00	-۱۰۰	۴۷۹۶/۴۸	۳۳۶	0/00	-۱۰۰	0/00	-۱۰۰
X_3	۱۳۱۰۰	0/00	-۱۰۰	0/00	-۱۰۰	0/00	-۱۰۰	0/00	-۱۰۰
X_4	۸۰۰۰	۱۵۲۵۳/۲۱	۹۱	۱۴۴۳۴/۰۵	۸۰	۱۳۹۴۳/۴۰	۷۴	۱۹۱۲۴/۲۵	۱۳۹
X_5	۴۰۰	۶۶۷۷/۲۴	۱۵۶۹	۴۸۰۸/۳۶	۱۱۰۲	۵۸۶۶/۷۹	۱۳۶۷	۷۷۹۳/۲۴	۱۸۴۸
سطح زیر کشت کل	۴۵۶۰۰	۳۰۴۵۷/۶۰	-۳۳	۳۲۸۳۱/۲۶	-۲۸	۳۱۹۸۷/۸۰	-۳۰	۲۶۹۱۸/۴۹	-۴۱

ماخذ: یافته‌های تحقیق

مبارزه‌های بیولوژیکی و شیوه‌های نوین آبیاری در جهت افزایش راندمان آب تحقیق یابد. تنها در صورت بکارگیری تکنولوژی آبیاری تحت فشار که مصرف آب در واحد سطح را کاهش می‌دهد می‌توان به سطح زیرکشت فعلی منطقه دست یافت. دولت نیز می‌تواند از طریق اتخاذ سیاست‌هایی دست‌یابی به این اهداف را تسهیل کند.

(۱) حمایت از تولید کنندگان محصولات ارگانیک؛ از طریق پرداخت مابه‌التفاوت قیمت محصولات ارگانیک و محصولات کنونی

(۲) ساماندهی بازار و اعمال سیاست‌های تشویقی (نظیر پرداخت‌های مستقیم در قبال کاهش مصرف و کودهای شیمیایی) و تنبیهی (نظیر مالیات بر مصرف سموم و کودهای شیمیایی) و

(۳) پرداخت اعتبار به منظور بکارگیری تکنولوژی‌های پیشرفته آبیاری.

در تمامی سناریوها، سطح زیرکشت کل محصولات زراعی منطقه کاهش نشان می‌دهد (حداقل ۲۸ درصد در سناریوی دوم و حداکثر ۴۱ درصد در سناریوی چهارم)، زیرا که با محدود کردن مصرف نهاده‌های آب، کود و سم به سطوح آرمانی مد نظر نمی‌توان به اندازه سطح موجود کشت نمود. در واقع برای تحقق اهداف پایداری تولید، ناگزیر باید سطح زیرکشت محصولات زراعی را در منطقه کاهش داد. در غیر این صورت، با ادامه و وضعیت موجود، کسری مخازن آب‌های زیر زمینی بیشتر هم خواهد شد. این وضعیت مشابه بسیاری از دشت‌های دیگر ایران است، که بیش از حد مجاز از مخازن زیر زمینی آن‌ها آب استحصال شده و در شرایط بحرانی قرار دارند.

جهت پایداری منابع طبیعی و محیط زیست، میزان مصرف آب، کود و سموم شیمیایی بایستی کاهش یابد. این مهم می‌تواند از طریق استفاده از الگوی ارائه شده در این تحقیق، ترویج و آموزش روش‌های کارتر و ارزان‌تر

منابع مورد استفاده

- Anonymous, 2013. Agricultural Statistics. Agricultural Jihad Organization of Kerman province (In Persian).
- Asadpour H, Khalilian S and Paykani GH, 2005. Theory and application of fuzzy goal linear programming in optimization of cropping pattern. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 13(54): 307-328. (In Persian).
- Askari A, Sabuhi M, Salarpour M and Rekan A. 2012. Determine of optimal cropping pattern with emphasis on limitation of water resources using fuzzy goal programming approaches. 1st National Desert Conference. Thursday, Jun. 17, Tehran, Iran. (In Persian).
- Azadegan E, Rastegaripour F and Sabouhi M, 2013. Determination of cropping pattern of Sabzevar county, using fuzzy programming. , *Journal of Agricultural Economics and Development*, 27(1): 8-15. (In Persian).
- Biswas A, Dhamar S and Rao JR, 1978. Fuzzy goal programming, an additive model. *Fuzzy Sets and System*, 24: 27-34.
- Fasakhodi A and Nouri SH, 2011. Sustainability Assessment and Cropping Pattern Determination in Farming Systems Based on the Optimization of Soil and Water Resources Utilization Using Non-linear Mathematical Programming Models. *Journal of Water and Soil Science*, 15(55): 99-111. (In Persian).

- Kaykha A, Ghafari Moghadam Z and Rafiee S, 2009. Determination of optimal cropping pattern in Sistan district during Drought period (using fuzzy goal programming). 7th Agricultural Economics Conference, Iran, Mashhad. (In Persian).
- Kim JS and Whang K, 1998. A tolerance approach to the fuzzy goal programming problems with unbalanced triangular membership function. *European Journal of Operational Research*, 107(4): 614–624.
- Kohansal M and Zaree A, 2008. Determining optimal cultivation model corresponding with sustainable agriculture Application of Multiple-objective Linear Fuzzy Fractional Programming (Case study: North Khorasan Province), *Agricultural Economics and Development*, 16(62): 1-32. (In Persian).
- Li YP, Huang GH and Zhou HD, 2009. A multistage fuzzy-stochastic programming model for supporting water-resources allocation and management. *Environmental Modeling and Software*, 24:786-797.
- Oliveira C and Carlos HA, 2007. Multiple objective linear programming models with interval coefficients – an illustrated overview. *European Journal of Operational Research*, 181(3): 1434-1463.
- Pal BB and Basu I, 1996. Selection of appropriate priority structure for optimal land allocation in agricultural planning through goal programming, *Indian Journal of Agricultural Economics*, 51(3):342- 354.
- Pal BB, Moitra BN, 2003. Fuzzy goal programming approach to long term and allocation planning problem in agriculture system: A case study In: *Proceeding of fifth International Conference on Advances in Pattern Recognition Allied Publishers. Pvt. Ltd*, 441-7.
- Pourgholam M, Nemati N and Oveysi M. 2013. Effect of zinc and iron under the influence of drought on prolin, protein and nitrogen leaf of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Annals of Biological Research*, 4(7): 200-203. (In Persian).
- Schweizer LE, Nyquist WE, Santini JB and Kimes TM, 1986. Soybean cultivar mixtures in a narrow-row, noncultivable production system. *Crop Science*, 26: 1043-1046.
- Zamani O, Sabouhi Saboni M and Nader H, 2010. Determining Cropping Pattern Corresponding Sustainable Agriculture by Using Multi-objective Fuzzy Fractional programming: a Case of Piranshahar City. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 20(4): 101-112. (In Persian).
- Zimmermann HJ, 1985. Application of fuzzy set theory to mathematical programming. *Information Science*, 34: 29-58.