

تعیین الگوی بهینه کشت با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی فازی مطالعه موردی: استان خراسان رضوی

مصطفی مردانی^{۱*}، مهدی بابایی^۲، محمود صبحی^۳، الهه آسمانی^۴

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه زابل، گروه اقتصاد کشاورزی

۲- پژوهشکده کشاورزی، پژوهشگاه دانشگاه ملی زابل

۳- دانشیار دانشگاه زابل، گروه اقتصاد کشاورزی

۴- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس، گروه کامپیوتر و فناوری اطلاعات

رسید مقاله: ۱۸ شهریور ۱۳۹۱

پذیرش مقاله: ۲۵ دی ۱۳۹۱

چکیده

استفاده از مدل‌های انعطاف‌پذیر برای تعیین الگوی بهینه کشت در مناطق مختلف از جمله مواردی است که مورد توجه محققین قرار دارد. در مطالعه حاضر سعی بر آن شده است که از انواع متفاوت مدل‌های آرمانی فازی برای تعیین الگوی کشت در استان خراسان رضوی استفاده شود. سه نوع الگوی بهینه کشت با وزن‌های متفاوت در تابع هدف برآورد شد. گندم، جو، ذرت دانه‌ای، چغندر قند، پنبه و گوجه‌فرنگی جزء محصولات مورد مطالعه می‌باشند. یافته‌های تحقیق نشان داد که بین این سه نوع الگوی بهینه کشت تفاوت محسوسی وجود ندارد. محصولات گندم، جو، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی در تمام الگوهای بهینه کشت وجود دارند. دو محصول چغندر قند و پنبه از تمام الگوهای بهینه کشت حذف شده‌اند. در این مدل می‌توان با ایجاد انعطاف در آرمان‌ها، منابع را به نحو بهتری تخصیص داد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که برای جلوگیری از حذف این دو محصول از الگوی حقیقی کشت در آینده از سیاست‌های ترویجی و حمایتی کشاورزی استفاده شود.

کلمات کلیدی: الگوی بهینه کشت، مدل آرمانی فازی، استان خراسان رضوی.

۱ مقدمه

با نگاهی سیستمی به بخش کشاورزی لزوم استفاده از تکنیک‌های مدرن و کارایی برنامه‌ریزی، به طوری که به تواند کلیه عوامل اثرگذار بر سیاست‌های بخش و آثار اقتصادی آن را در مدل‌های مجزا برای بخش‌های مختلف زراعت، باغبانی، دام، طیور، مرتع، جنگل، شیلات و آبزیان بسنجد مشخص می‌شود. با تلفیق این مدل‌ها و ارجاع به آن‌ها می‌توان مدل بخش کشاورزی را شبیه‌سازی کرد تا تصمیم‌گیری در زمان‌های بحرانی مثل خشکسالی،

* عهده دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: mostafa.korg@yahoo.com

سیل، شوک‌های بازار، واکنش تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان و سایر مسایل تسهیل گردد. به این منظور روشی را باید برای برنامه‌ریزی بخش کشاورزی برگزید که بتواند روابط و آثار موجود میان کلیه فعالیت‌های درون بخشی را به طور همزمان و پویا در نظر گیرد و ضمن لحاظ کردن توانایی‌ها و محدودیت‌ها، منطقی‌ترین راه رسیدن به هدف‌ها را برای برنامه‌ریزان مشخص سازد [۲۱].

تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی فازی برای مدیریت واحدهای کشاورزی در شرایط محدودیت‌های قطعی منابع اخیراً به وسیله پال و همکاران [۳] در سال ۲۰۰۳ و برای شرایطی که محدودیت‌ها و اهداف به صورت فازی باشند به وسیله پال و همکاران [۴] در سال ۱۹۹۶ به کار گرفته شده‌است. محققین دیگری نیز در زمینه‌های مختلف کاربرد روش برنامه‌ریزی آرمانی فعالیت داشته‌اند [۵، ۶، ۷ و ۸]. در این زمینه مطالعاتی انجام شده، که در بخش کشاورزی با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی در داخل، نادر و صبحی [۹]، در مطالعه‌ای به منظور تخصیص بهینه آب سد مهاباد، از برنامه‌ریزی آرمانی الویتی استفاده کردند. نتایج نشان داد که با توجه به اهداف تصمیم‌گیرنده و در نظر گرفتن ترتیب الویت آرمان‌ها، می‌توان آب تخصیصی به بخش کشاورزی و شرب را افزایش داد. بدین ترتیب با افزایش تخصیص آب به بخش کشاورزی، می‌توان سطح زیرکشت بیشتر و به دنبال آن درآمد ناخالص بیشتری به دست آورد. شیرزادی و همکاران [۱۰]، در مطالعه‌ای، به بررسی تخصیص بهینه‌ی آب در شبکه‌های آبرسانی کشاورزی شهرستان زابل تحت شرایط ریسک عدم ریسک پرداختند، نتایج حاکی از آن بود که، برای استفاده بهینه و حداقل هدررفت آب، سیستم آبرسانی لوله‌ای نسبت به کانالی ترجیح دارد. هم‌چنین، در کشت بهینه با کاهش ریسک، سطح زیرکشت محصولات گندم و جو کاهش، ولی سطح زیرکشت یونجه افزایش یافت. کل آب مصرفی در الگوی کشت فعلی زابل برابر با ۲۰/۲ میلیون مترمکعب بود درحالی‌که در الگوی بهینه برابر ۷/۸ میلیون مترمکعب تخمین زده شد که نشان‌دهنده ۱۵ درصد کاهش در مصرف آب در هر هکتار، در مقایسه با الگوی فعلی منطقه می‌باشد. کهنسال و محمدیان [۱۱] نیز به بررسی کاربرد مدل فوق در بهینه‌سازی الگوی کشت مزرعه در دانشگاه فردوسی پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که با ایجاد انعطاف در ضرایب مدل که ناشی از بی‌دقتی اطلاعات است و با نگرش و تفکر فازی، این بی‌دقتی تا حد زیادی برطرف می‌شود و شرایط الگوی کشت به‌طور نسبی بهبود می‌یابد و از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوب‌تری استفاده می‌شود. کیخا و همکاران [۱۲]، نیز تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در منطقه سیستان در طی دوران خشک-سالی (با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی فازی) را مورد ارزیابی قرار دادند و نتایج تحقیق در نه سناریو محاسبه و تنظیم شد. نشان داد که ذرت علوفه‌ای در اکثر سناریوها در الگوی بهینه کشت وجود دارد. بهترین سناریو با توجه به مقادیر اقلیدسی سناریو چهار (آرمان میزان تولید) می‌باشد. منصور و کهنسال [۱۳] برای تعیین الگوی بهینه‌ی کشت زراعی در مزرعه‌ی دانشکده کشاورزی مشهد از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کردند و دو الگوی کشت زیست محیطی و اقتصادی را با هم مقایسه و نشان دادند که با استفاده از این مدل برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری برای کشاورزان در شرایط نامناسب زیست محیطی تسهیل می‌گردد، شرایط الگوی کشت به‌طور نسبی بهبود می‌یابد و از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوب‌تری بهره‌برداری می‌گردد. اسدپور و همکاران [۱۴]، برای طراحی یک مدل تصمیم‌گیری چندهدفه به منظور تعیین الگوی بهینه کشت در دشت ناز شهرستان ساری از روش برنامه‌ریزی

آرامانی ترتیبی استفاده کردند. نتایج مطالعه نشان داد امکانات بالقوه و بالفعل برای بهبود دسترسی به اهداف مدیریت بخش کشاورزی در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. در بخش مطالعات خارجی، لی و همکاران [۱۵]، جهت مدیریت و تخصیص منابع آب، مدل برنامه‌ریزی فازی-تصادفی چند مرحله‌ای را استفاده نمودند. آن‌ها پس از تجزیه و تحلیل مجموعه‌های چندفازی، راه‌حل‌ها را تحت یک مجموعه سطوح برش آلفا به یک سری زیرمدل‌های قطعی تبدیل کردند. نتایج به کارگیری این شیوه کمک به طراحی سیاست‌های مدیریت منابع آب تحت شرایط عدم حتمیت بود. اورس [۱۶]، مدلی برای تخصیص بهینه آب در حوضه آبریز سان وان در آمریکا بین مصرف‌کنندگان مختلف تهیه نمود و پس از بررسی اثر تغییر اقلیم بر آورد رودخانه اصلی، کنش‌های اقتصادی برای استفاده از آب را به صورت کمی بیان کرد. گومز و ریسوگ [۱۷]، مطالعه‌ای تحت عنوان تجزیه و تحلیل چند معیاری توابع تقاضای مشتق شده آب در کشور اسپانیا انجام دادند. آن‌ها روش‌شناسی خاصی جهت بر آورد تابع تقاضای مشتق شده که رفتار کشاورز را نه از طریق حداکثر کردن درآمد ناخالص بلکه از طریق تابع مطلوبیت با چندین معیار متضاد بررسی می‌کرد، را معرفی کردند. این روش‌شناسی از برنامه‌ریزی آرامانی جهت تخمین تابع مطلوبیت جانشین (نماینده) برای فرآیندهای تصمیم‌گیری کشاورزان استفاده می‌کند. در این مطالعه، جهت تخمین ارزش اقتصادی آب از توابع تقاضای معیاری مطلوبیت استفاده شد و نتایج نشان داد که قیمت‌گذاری آب جهت کنترل مصرف آب بخش کشاورزی ابزار رضایت‌بخشی نیست.

استان خراسان رضوی با وسعت ۱۱۶۳۴۹ کیلومتر مربع چهارمین استان پهناور کشور می‌باشد. بخش کشاورزی استان خراسان رضوی به عنوان یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین تولیدکنندگان محصولات کشاورزی با برخورداری از ظرفیت‌ها و توانمندی‌های وسیع با بیش از ۱۰۸۱۱۳۰ هکتار سطح زیرکشت انواع محصولات زراعی و باغی و با تولید بیش از ۷۵۶۴۴۹۱ تن انواع محصولات زراعی و باغی و دامی جایگاه تعیین‌کننده در اقتصاد ملی داشته و نقش مهمی در تأمین نیازهای حیاتی جامعه، امنیت غذایی، تأمین مواد اولیه مورد نیاز صنایع و ایجاد اشتغال دارد. محصولاتی که برای تخصیص بهینه زمین‌های کشاورزی در استان خراسان رضوی انتخاب شده‌اند عبارتند از گندم، جو، ذرت دانه‌ای، چغندر قند، پنبه و گوجه‌فرنگی که به صورت دو کشت پاییزه و بهاره برای مطالعه در نظر گرفته شده‌است.

۲ معرفی روش و مدل تحقیق

تئوری مجموعه‌های فازی در برنامه‌ریزی آرامانی برای اولین بار توسط ناراسمیان [۱۸]، به کار گرفته شده است بعد از وی این تئوری توسط هانان [۱۹]، [۲۰]، ایگنیزیو [۲۱]، رویین [۲۲]، ناراسمیان [۲۳]، تیواری و همکاران [۲۴]، [۲۵]، چن [۲۶]، بسط و گسترش داده شد.

در این مطالعه، از روش زیمرمن [۲۷]، برای ساخت توابع عضویت و از روش تعین نوسان کیم و وانگ [۲۸]، برای آرمان‌ها در برنامه‌ریزی آرامانی فازی برای طراحی الگوی کشت بهینه استفاده شده است.

تخصیص زمین‌های کشاورزی به کشت محصولات مختلف در یک سال، به فصول مختلف و نسبت به شرایط آب و هوایی تقسیم شده است. در ادامه فهرست و علائم مورد استفاده در مدل برنامه ریزی آرمانی فازی تعریف شده است:

$C \in [1, \dots, C]$: شاخص مربوط به محصول

$S \in [1, \dots, S]$: شاخص مربوط به فصل

X_{CS} : مساحت زمین کشت شده برای هر محصول در فصل S

L_S : مساحت کل زمین‌های کشت شده در فصل S

I_{CS} : نیاز نیروی کار در واحد سطح برای محصول C در فصل S

TL_S : میزان نیروی کار انتظاری در دسترس در فصل S

N_{CS} : سود خالص برای محصول C در فصل S

N : سود خالص انتظاری برای محصولات

C_S : تعداد کل محصولات کشت شده در فصل S

W_{CS} : مقدار آب مورد نیاز برای محصول C در فصل S

W_S : میزان آب انتظاری در دسترس برای آبیاری در فصل S

f_{ct} : مقدار کود مورد نیاز از نوع t برای محصول C

F_t : مقدار کود انتظاری در دسترس از نوع t

اطلاعات مربوط به متغیرهای مدل در جدول (۱) نشان داده شده است. کلیه اطلاعات مربوط به این مطالعه از پایگاه اطلاعاتی وزارت جهاد کشاورزی و همچنین پایگاه اطلاعات جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی دریافت گردیده است.

جدول ۱. اطلاعات مربوط به متغیرهای مدل

متغیر	شرح	متغیر	شرح
X_{11}	محصول گندم در فصل ۱	λ_1^-	درجه عضویت برای آرمان سود خالص
X_{12}	محصول جو در فصل ۱	λ_2^+	درجه عضویت برای آرمان نیروی کار
X_{21}	محصول چغندر قند در فصل ۲	λ_3^+	درجه عضویت برای آرمان کود
X_{22}	محصول ذرت دانه‌ای در فصل ۲	$\lambda_{2,1}^+$	درجه عضویت برای آرمان آب در فصل ۱
X_{23}	محصول گوجه فرنگی در فصل ۲	$\lambda_{2,2}^+$	درجه عضویت برای آرمان آب در فصل ۲
X_{24}	محصول پنبه در فصل ۲		

۲-۱ آرمان‌ها

آرمان‌های مربوط به مساله تخصیص زمین به صورت زیر بیان می‌گردد:

۲-۱-۱ آرمان سود خالص: یک تصمیم گیرنده به یک سطح آستانه سود برای محصولات نیازمند است. معادله آرمان مربوط به سود خالص را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$\sum_{s=1}^s \sum_{c=1}^c N_{cs} X_{cs} \geq N \quad (1)$$

۲-۱-۲ آرمان نیروی کار مورد نیاز: هر مزرعه به تعدادی نیروی کار برای انجام فعالیت‌های مزرعه نیاز دارد. معادله آرمان مربوط به تعداد نیروی کار را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\sum_{s=1}^s \sum_{c=1}^c l_{cs} X_{cs} \leq TL \quad (2)$$

۲-۱-۳ آرمان آب مورد نیاز: برای رسیدن به سطح تولید مناسب جهت ایجاد سود عرضه آب مورد نیاز مربوط به محصولات می‌بایست تضمین شده باشد. معادله آرمان مربوط به عرضه آب را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\sum_{c=1}^c W_{cs} X_{cs} \leq W_s \quad \forall s \quad (3)$$

۲-۱-۴ آرمان مربوط به کود: برای ایجاد بازده بالاتر محصولات کشت شده به تقویت خاک از راه کود پاشی احتیاج است. آرمان مربوط به کود به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\sum_{s=1}^s \sum_{c=1}^c f_{ct} X_{cs} \leq F_t \quad (4)$$

۲-۲ محدودیت‌های سخت (Hard constraint)

برخی از محدودیت‌ها مانند محدودیت زمین جزء محدودیت‌های سخت به شمار می‌رود و باید حتماً تأمین شود. محدودیت زمین به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\sum_{c=1}^c X_{cs} \leq L_s \quad \forall s \quad (5)$$

۲-۳ تبدیل آرمان‌ها به آرمان‌های فازی

در برنامه‌ریزی آرمانی فازی، تابع عضویت متناظر با k امین آرمان فازی از نوع $Z_k(x) \succ b_k$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mu_{z_k}(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } z_k(x) \geq b_k \\ \frac{z_k(x) - (b_k - t_k^l)}{t_k^l} & \text{if } b_k - t_k^l \leq z_k(x) < b_k \\ 0 & \text{if } z_k(x) < b_k - t_k^l \end{cases} \quad (6)$$

که t_k^1 حد پایین نوسان است. تابع عضویت متناظر با k امین آرمان فازی از نوع $Z_k(x) < b_k$ نیز به صورت زیر تعریف می گردد:

$$\mu_{z_k}(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } z_k(x) \leq b_k \\ \frac{(b_k + t_k^u) - z_k(x)}{t_k^u} & \text{if } b_k < z_k(x) \leq b_k - t_k^u \\ 0 & \text{if } z_k(x) > b_k - t_k^u \end{cases} \quad (7)$$

که t_k^u حد بالای نوسان است.

$\mu_{z_k}(x)$ که برای هر k در دامنه $\{0, 1\}$ قرار دارد، معین کننده درجه عضویت رسیدن به آرمان است. بیشترین درجه عضویت مربوط به عدد ۱ و کمترین آن مربوط به عدد صفر می باشد. درجه تابع عضویت به ارزش نوسانات معین که توسط تصمیم گیرندگان ارایه می شود بستگی دارد.

در مدل FGP تخصیص زمین های کشاورزی آرمان مربوط به سود خالص (۱) از نوع $Z_k(x) > b_k$ است. از طرف دیگر آرمان های نیروی کار مورد نیاز، آب مورد نیاز و مقدار کود مورد نیاز از نوع $Z_k(x) < b_k$ می باشد.

اگر آرمان سود خالص به سطح آرمان خود برسد، درجه عضویت برای این آرمان یک است و هیچ نوسانی وجود ندارد. هنگامی که این آرمان ها دارای نوسان باشند درجه عضویت آن ها کمتر از یک و بیشتر یا مساوی صفر قرار می گیرد. کیم و وانگ [۲۸]، با استفاده از تعریف نوسانات، به تبدیل مدل FGP به یک مساله برنامه ریزی خطی یک هدفه پرداختند.

اگر u_i^- برای $i=1, 2$ حد پایین نوسان و $\lambda_i^- \in [0, 1]$ برای $i=1, 2$ درجه عضویت باشند، آرمان سود خالص متناظر با آن را می توان به صورت زیر نوشت:

$$\sum_{s=1}^S \sum_{c=1}^C N_{cs} X_{cs} - \lambda_1^- u_1^- \geq N - u_1^- \quad (8)$$

آرمان فازی (۸) را می توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\sum_{s=1}^S \sum_{c=1}^C N_{cs} X_{cs} + \theta_1^- u_1^- \geq N \quad (9)$$

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

اگر u_1^+ حد بالای نوسان و λ_1^+ درجه عضویت برای آرمان نیروی کار مورد نیاز باشد، به روش مشابه با آرمان (۹) می توان نوشت:

$$\sum_{s=1}^S \sum_{c=1}^C L_{cs} X_{cs} - \theta_1^+ u_1^+ \leq TL \quad (10)$$

$$\theta_1^+ = 1 - \lambda_1^+$$

آرمان‌های مربوط به آب و کود مورد نیاز نیز به ترتیب به صورت زیر می‌باشد:

$$\sum_{c=1}^C W_{cs} X_{cs} - \theta_{r,s} u_{r,s} \leq W_s, \quad \forall S \quad (11)$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{c=1}^C F_{tc} X_{cs} - \theta_r^+ u_r^+ \leq F_t, \quad \forall T \quad (12)$$

$$\theta_{r,s}^+ = 1 - \lambda_{r,s}^+$$

حد بالای نوسان برای مقدار آب مورد نیاز در فصل s و $\lambda_{r,s}^+$ درجه عضویت آن می‌باشد.

در آرمان (۱۲) $\theta_r^+ = 1 - \lambda_r^+$ و u_r^+ حد بالای نوسان برای مقدار مورد نیاز کود از نوع t است و λ_r^+ درجه عضویت مربوط به آن می‌باشد.

۲-۴ تابع هدف

در این قسمت آرمان‌های فازی به یک مساله بهینه‌یابی خطی تبدیل می‌شوند. تابع هدف در این مساله حداقل کردن متغیرهای نوسان می‌باشد. در این تابع اگر متغیرهای نوسان صفر شوند، درجه‌ی تابع عضویت عدد یک را به خود اختصاص می‌دهد و در نتیجه هیچ نوسانی برای آرمان مورد نظر وجود ندارد. بنابراین، آرمان مورد نظر برای تخصیص بهینه‌ی زمین‌های کشاورزی به صورت زیر بیان می‌شود [۲۸].

$$\text{Min} \quad w_i \theta_i^- + \sum_{i=2}^r w_i \theta_i^+ + \sum_{s=1}^S w_{r,s} \theta_{r,s}^+ \quad (13)$$

که w_i برای $i=1, 2, 3$ و $w_{r,s}$ برای هر k 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 حایز اهمیت در این جا این است که مجموع وزن‌ها باید برابر با یک باشد.

شکل اصلی مساله برنامه‌ریزی خطی برای تخصیص بهینه زمین‌های کشاورزی به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Min} \quad w_i \theta_i^- + \sum_{i=2}^r w_i \theta_i^+ + \sum_{s=1}^S w_{r,s} \theta_{r,s}^+ \quad (14)$$

s.t.

$$\sum_{s=1}^S \sum_{c=1}^C N_{cs} X_{cs} + \theta_1^- u_1^- \geq N, \quad (15)$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{c=1}^C L_{cs} X_{cs} - \theta_1^+ u_1^+ \leq TL, \quad (16)$$

$$\sum_{c=1}^C W_{cs} X_{cs} - \theta_{r,s} u_{r,s} \leq W_s, \quad \forall S, \quad (17)$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{c=1}^C F_{tc} X_{cs} - \theta_r^+ u_r^+ \leq F_t, \quad \forall T, \quad (18)$$

$$\sum_{c=1}^C X_{cs} \leq L_s, \quad \forall S, \quad (19)$$

$$0 \leq \theta_1^-, \theta_1^+, \theta_r^+, \theta_{r,s}^+ \leq 1, \quad \forall S, \quad (20)$$

$$\sum_{i=1}^r w_i + \sum_{s=1}^S w_{r,s} = 1, \quad (21)$$

$$X_{cs} \geq 0. \quad (22)$$

اطلاعات مربوط به آرمان‌ها در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲. اطلاعات مربوط به آرمان‌ها

حد نوسان	هدف	آرمان
$3/93 \times 10^{11}$	$2/8 \times 10^{12}$	سود خالص (ریال)
۶۱۴۰۰۰۰	۲۰۷۶۰۰۰۰	نیروی کار مورد نیاز (روز/نفر)
۱۱۴۰۰	۱۷۲۰۰۰	کود مورد نیاز (تن)
$2/17 \times 10^8$	$1/75 \times 10^9$	آب مورد نیاز پاییزه (مترمکعب)
$1/57 \times 10^8$	$1/45 \times 10^9$	آب مورد نیاز بهاره (مترمکعب)

۳ نتایج و بحث

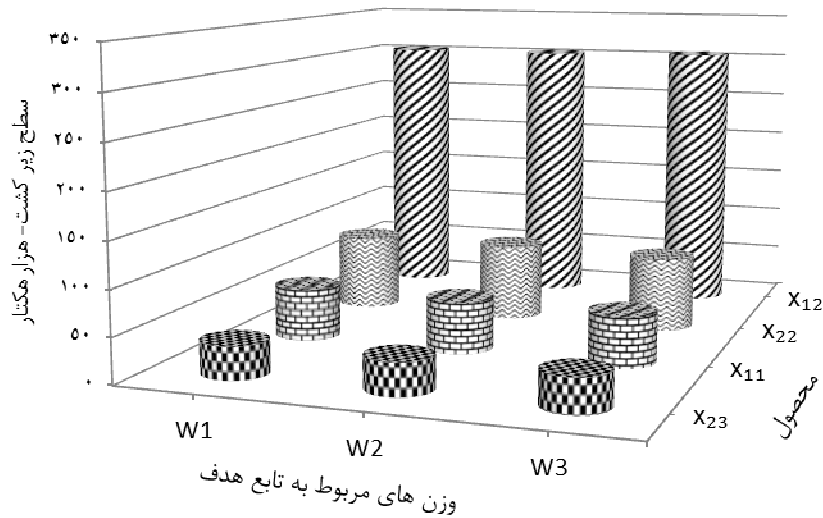
جدول (۳) نتایج برآورد مدل تخصیص بهینه زمین‌های کشاورزی در استان خراسان رضوی را برای محصولات تحت مطالعه نشان می‌دهد. سه نوع الگوی کشت با وزن‌های متفاوت (با توجه به درجه اهمیت متفاوت برای هر آرمان) برای تابع هدف مورد نظر برآورد شده است (W_1, W_2, W_3). ملاحظه می‌شود که، در تابع هدف با وزن‌های مساوی یا W_1 (وزن‌ها برابر با ۰/۲ است) تمام درجه عضویت‌ها به جزء درجه عضویت مربوط به آرمان سود عدد یک را به خود اختصاص داده‌اند. به عبارت دیگر نوسان تمام آرمان‌ها به جزء آرمان سود خالص صفر به دست آمده است. نوسان مربوط به آرمان سود خالص نیز $8/25 \times 10^9$ ریال ($(1 - 0/979) \times 3/93 \times 10^{11}$) به دست آمده است. چهار محصول گندم، جو، ذرت دانه ای و گوجه فرنگی به ترتیب با سطوح زیر کشت ۵۸۵۶۸، ۳۰۳۵۸۲، ۸۴۸۳۹ و ۳۶۴۵۷ در این الگوی کشت قرار دارند. با تغییر وزن‌های تابع هدف برای آرمان‌ها ($W_1 = (0/6, 0/2, 0/1, 0/05, 0/05)$)، نتایج مربوط به درجات عضویت و نتایج مربوط به الگوی کشت تغییر می‌کند. در این جا بیشترین وزن (اهمیت) به آرمان سود خالص داده شده است. در وزن‌های مربوط به الگوی دوم، تمام درجات عضویت به جز درجه عضویت مربوط به آرمان آب مورد نیاز در فصل بهار عدد یک را به خود اختصاص داده‌اند. با این وصف نوسان مربوط به آرمان آب مورد نیاز در فصل بهار برابر با $9/42 \times 10^6$ مترمکعب ($(1 - 0/940) \times 1/57 \times 10^8$) است. با تغییر وزن‌های تابع هدف در الگوی سوم ($(0/3, 0/2, 0/2)$)،

۰/۱ و ۰/۲) نیز با وضعیتی متفاوت روبرو هستیم. درجات عضویت تمام آرمان‌ها به جز آرمان نیروی کار مورد نیاز عدد یک را به خود اختصاص داده است و نوسان مربوط به این آرمان برابر با ۲۰۸۷۶۰ روز-نفر می‌باشد. سطح زیر کشت کل در این سه الگوی کشت برای W_1 ، W_2 و W_3 به ترتیب ۴۸۳۴۴۶، ۴۸۳۴۴۶ و ۴۸۳۴۵۲ می‌باشد.

جدول ۳. نتایج برآورد مدل آرمانی فازی برای استان خراسان رضوی

الگوی بهینه کشت			متغیرها
الگوی ۳	الگوی ۲	الگوی ۱	
W_3	W_2	W_1	
۱	۱	۰/۹۷۹	λ_1^-
۰/۹۶۶	۱	۱	λ_1^+
۱	۱	۱	λ_4^+
۱	۱	۱	$\lambda_{4,1}^+$
۱	۰/۹۴۰	۱	$\lambda_{4,2}^+$
۵۶۴۹۸	۵۷۹۳۰	۵۸۵۶۸	X_{11}
۳۰۵۹۲۹	۳۰۳۳۶۶	۳۰۳۵۸۲	X_{12}
-	-	-	X_{13}
۸۳۱۴۷	۸۵۸۴۷	۸۴۸۳۹	X_{22}
۳۷۸۷۸	۳۶۳۰۴	۳۶۴۵۷	X_{23}
-	-	-	X_{24}

جهت وضوح بیشتر نتایج، در شکل (۱) سطوح زیر کشت محصولات گندم، جو، ذرت دانه‌ای و گوجه‌فرنگی را نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود که محصول جو بیشترین سطح زیر کشت را در تمام الگوهای برآوردی به خود اختصاص داده است. هم‌چنین، کمترین سطح زیر کشت در الگوها مربوط به محصول گوجه‌فرنگی می‌باشد. ملاحظه می‌شود که تفاوت اندکی بین سطح زیر کشت محصولات مختلف در سه نوع الگوی کشت (بر اساس وزن‌های مختلف برای تابع هدف) مشاهده می‌شود.



شکل ۱. سطح زیر کشت محصولات مورد مطالعه در وزن های متفاوت برای تابع هدف

با توجه به یافته های تحقیق، دو محصول چغندر قند و پنبه از تمام الگوهای بهینه کشت حذف شده اند، پیشنهاد می شود که برای جلوگیری از حذف این دو محصول از الگوی حقیقی کشت در آینده از سیاست های ترویجی و حمایتی کشاورزی استفاده شود. با توجه به اینکه تغییر در وزن های مربوط به تابع هدف در الگوی بهینه کشت تأثیر زیادی نداشت، پیشنهاد می شود که از سیاست های مختلف، جهت استفاده بهینه از منابع تولید کشاورزی استفاده شود.

منابع

- [۱] اسدپور، ح.، کوپاهی، م.، (۱۳۷۶). کاربرد برنامه ریزی هدف در تعیین الگوی بهینه کشت در دشت های ایران: مطالعه موردی دشت ناز شهرستان ساری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- [۲] اسدپور، ح.، خلیلیان، ص.، سلطانی، غ.، (۱۳۸۴). نظریه و کاربرد مدل برنامه ریزی خطی آرمانی فازی در بهینه سازی الگوی کشت. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ویژه نامه بهره وری و کاربری، ۳۰۷-۳۳۸.
- [۹] نادر، ه.، صبوچی، م.، (۱۳۹۰). مدیریت تخصیص آب سد مهاباد با استفاده از برنامه ریزی آرمانی الویتی. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۳(۳): ۱۶-۱.
- [۱۰] شیرزادی، س.، کیخا، ا.ع.، صبوچی، م.، (۱۳۸۸). تخصیص بهینه آب در شبکه های آبرسانی کشاورزی شهرستان زابل تحت شرایط ریسک عدم ریسک. هفتمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، تهران.
- [۱۱] کهنسال، م.، محمدیان، ف.، (۱۳۸۶). کاربرد برنامه ریزی آرمانی فازی در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی. اقتصاد و کشاورز (مقالات برگزیده ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی)، انجمن علمی اقتصاد کشاورزی ایران.
- [۱۲] کیخا، ا.ع.، غفاری مقدم، ز.، رفیعی فرد، س.، (۱۳۸۸). تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در منطقه سیستم در طی دوران خشک سالی (با استفاده از برنامه ریزی آرمانی فازی)، هفتمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، تهران.
- [۱۳] منصوری، ه.، کهنسال، م.، ر.، (۱۳۸۶). تعیین الگوی بهینه کشت زراعی بر اساس دو دیدگاه اقتصادی و زیست محیطی. ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، مشهد.

- [۱۴] اسدپور، ح.، حسنی مقدم، م.، احمدی، غ.، (۱۳۸۶). طراحی یک مدل تصمیم‌گیری چندهدفه به منظور تعیین الگوی بهینه کشت در دشت ناز شهرستان ساری. ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی. مشهد.
- [3] Pal, B. B., Moitra B. N., (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.
- [4] Pal, B. B., 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.
- [5] Lee, S. M., (1972). *Goal Programming for Decision Analysis*. Philadelphia, Auerbach Publishers.
- [6] Goodman, D. A., (1974). A goal programming approach to aggregate planning of production and work force. *Management Science*, 20(12), 1569-1575.
- [7] Romero, C., (1991). *Handbook of Critical Issues in Goal Programming*. Pergamon Press, Oxford.
- [8] Sharma, D. K., Ghosh, D., Alade, J. A., (2003). Management decision-making for sugar cane fertilizer mix problems through goal programming. *Journal of Applied Mathematics and Computing*, 13(2), 323-334.
- [15] Li, Y. P., Huang, G. H., Zhou, H. D., (2009). A multistage fuzzy-stochastic programming model for supporting water-resources allocation and management. *Environmental Modelling and Software*, 24: 786-797.
- [16] Ewers, M., (2005). Combining hydrology and economics in a system dynamics approach: modeling water resources for the San Juan Basin. Proc, 23rd International Conference of the System Dynamics Society, July 17-21, Boston.
- [17] Gomez, J.A., L. Risog. (2004). Irrigation water pricing: differential impacts on irrigated farms. *Agricultural Economic*. 31: 47-66.
- [18] Narasimhan, R., (1980). Goal programming in a fuzzy environment", *Decision Sciences*, 11(3), 325-336.
- [19] Hannan, E. L., (1982). Contrasting fuzzy goal programming and fuzzy multicriteria programming. *Decision Sciences*, 13, 337-339.
- [20] Hannan, E.L., (1981). On fuzzy goal programming. *Decision Sciences*, 12, 522-531.
- [21] Ignizio, J. P., (1982). On the rediscovery of fuzzy goal programming. *Decision Sciences*, 13, 331-336.
- [22] Rubin, P. A., Narasimhan, R., (1984). Fuzzy goal programming with nested priorities. *Fuzzy Sets and Systems*, 14 (3), 115-129.
- [23] Narasimhan, R., (1981). On fuzzy goal programming: Some comments. *Decision Sciences*, 12, 532-538.
- [24] Tiwari, R.N., Dharmar, S., and Rao, J.R., (1987). Fuzzy goal programming: an additive model. *Fuzzy Sets and Systems*, 24: 27-34.
- [25] Tiwari, R. N., Dharmar, S., Rao, J. R., (1986). Priority structure in fuzzy goal programming. *Fuzzy Sets and Systems*, 19, 251-259.
- [26] Chen, H. K., (1994). A note on a fuzzy goal programming algorithm by Tiwari, Dharmar and Rao. *Fuzzy Sets and Systems* 62 (2), 287-290.
- [27] Zimmermann, H. J., (1985). Application of fuzzy set theory to mathematical programming. *Information Science*, 34, 29-58.
- [28] Kim, J. S., 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.