مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن، سال دهم، شماره اول (پیاپی ۳۶)، بهار ۹۲، ص ص ۷۷-۶۷
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

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

مصطفی مردانی*[1]، مهدی بابایی[2]، محمود صبوحی[3]، الهه آسمانی[4]
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 شده‌است 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 کارای 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 نظرگیرد و ضمن لحاظ کردن توانایی‌ها و محدودیت‌ها، منطقی‌ترین راه رسیدن به هدف‌ها را برای برنامه‌ریزان مشخص سازد [۱و۲].

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، ۷و۸]. در این زمینه مطالعاتی انجام شده، که در بخش کشاورزی با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی در داخل، نادر و صبوحی [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 درنظر 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 زیر کشت 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 قراردادند 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. منصوری 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

آرمانی 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 به‌کارگیری 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 برآورد 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 برآورد 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 آرمانی 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 تولید کنندگان 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 تعیین کننده 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 آرمانی برای اولین بار توسط ناراسمیان [۱۸] ، به کار گرفته شده است بعد از وی این تئوری توسط هانان [۱۹، ۲۰]، ایگنیزیو [۲۱]، روبین [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 آرمانی 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 شده‌است. در ادامه فهرست و علائم مورد استفاده در مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی تعریف شده است:

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

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

X_{cs}: مساحت زمین کشت شده برای هر محصول در فصل s

L_s: مساحت کل زمین‌های کشت شده در فصل s

l_{cs}: نیاز نیروی‌کار در واحد سطح برای محصول c در فصل s

TL: میزان نیروی‌کار 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 نیروی‌کار
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:

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} N_{cs} X_{cs} \underset{\sim}{\geq} N \qquad (1)$$

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

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} l_{cs} X_{cs} \underset{\sim}{\leq} TL \qquad (2)$$

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:

$$\sum_{c=1}^{C} W_{cs} X_{cs} \underset{\sim}{\leq} W_s \qquad \forall s \qquad (3)$$

۲-۱-٤ 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:

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} f_{ct} X_{cs} \underset{\sim}{\leq} F_t \qquad (4)$$

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:

$$\sum_{c-1}^{C} X_{cs} \leq L_s \qquad \forall s \qquad (5)$$

۲-۳ تبدیل آرمان‌ها به آرمان‌های فازی

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

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

که $t_k^{۱}$ حد پایین نوسان است. تابع عضویت متناظر با kامین آرمان فازی از نوع $Z_k(x) \prec b_k$ نیز به صورت زیر تعریف می گردد:

$$\mu_{zk}(x)=\begin{cases} ۱ & if \quad z_k(x) \le b_k \\ \dfrac{\left(b_k + t_k^u\right) - z_k(x)}{t_k^u} & if \quad b_k < z_k(x) \le b_k - t_k^u \\ ۰ & if \quad z_k(x) > b_k - t_k^u \end{cases} \qquad (۷)$$

که t_k^u حد بالای نوسان است.

$\mu_{zk}(x)$ که برای هر k در دامنه $\{۰,۱\}$ قرار دارد، معین کننده درجه عضویت رسیدن به آرمان است. بیشترین درجه عضویت مربوط به عدد ۱ و کم‌ترین آن مربوط به عدد صفر می‌باشد. درجه تابع عضویت به ارزش نوسانات معین که توسط تصمیم گیرندگان ارایه می‌شود بستگی دارد.

در مدل FGP تخصیص زمین‌های کشاورزی آرمان مربوط به سود خالص (۱) از نوع $Z_k(x) \succ b_k$ است. از طرف دیگر آرمان‌های نیروی کار مورد نیاز، آب مورد نیاز و مقدار کود مورد نیاز از نوع $Z_k(x) \prec b_k$ می‌باشد.

اگر آرمان سود خالص به سطح آرمان خود برسد، درجه عضویت برای این آرمان یک است و هیچ نوسانی وجود ندارد. هنگامی که این آرمان‌ها دارای نوسان باشند درجه عضویت آن‌ها 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 $i = ۱,۲$ حد پایین نوسان و $\lambda_i^- \in [۰,۱]$ برای $i = ۱,۲$ درجه عضویت باشند، آرمان سود خالص متناظر با آن را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\sum_{s=۱}^{S}\sum_{c=۱}^{C} N_{cs}X_{cs} - \lambda_۱^- u_۱^- \ge N - u_۱^- \qquad (۸)$$

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

$$\sum_{s=۱}^{S}\sum_{c=۱}^{C} N_{cs}X_{cs} + \theta_۱^- u_۱^- \ge N \qquad (۹)$$

که در آن $\theta_۱^- = ۱ - \lambda_۱^-$.

اگر $u_۱^+$ حد بالای نوسان و $\lambda_۱^+$ درجه عضویت برای آرمان نیروی‌کار مورد نیاز باشد، به روش مشابه با آرمان (۹) می‌توان نوشت:

$$\sum_{s=۱}^{S}\sum_{c=۱}^{C} L_{cs}X_{cs} - \theta_۱^+ u_۱^+ \le TL \qquad (۱۰)$$

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

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

$$\sum_{c=1}^{C} W_{cs} X_{cs} - \theta_{2,s} u_{2,s} \le W_s , \quad \forall S \tag{۱۱}$$

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} F_{tc} X_{cs} - \theta_3^+ u_3^+ \le F_t , \quad \forall T \tag{۱۲}$$

که $\theta_{2,s}^+ = 1 - \lambda_{2,s}^+$.

$u_{2,s}^+$ حد بالای نوسان برای مقدار آب مورد نیاز در فصل s و $\lambda_{2,s}^+$ درجه عضویت آن می‌باشد.

در آرمان (۱۲) $\theta_3^+ = 1 - \lambda_3^+$ و u_3^+ حد بالای نوسان برای مقدار مورد نیاز کود از نوع t است و λ_3^+ درجه عضویت مربوط به آن می‌باشد.

۲-٤ 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].

$$Min \quad w_i \theta_i^- + \sum_{i=2}^{3} w_i \theta_i^+ + \sum_{s=1}^{S} w_{2,s} \theta_{2,s}^+ \tag{۱۳}$$

که w_i، برای $i = 1,2,3$ و $w_{2,s}$ برای هر S 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 این‌جا این است که مجموع وزن‌ها باید برابر با یک باشد.

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

$$Min \quad w_i \theta_i^- + \sum_{i=2}^{3} w_i \theta_i^+ + \sum_{s=1}^{S} w_{2,s} \theta_{2,s}^+ \tag{۱۴}$$

s.t.

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} N_{cs} X_{cs} + \theta_1^- u_1^- \ge N , \tag{۱۵}$$

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} L_{cs} X_{cs} - \theta_1^+ u_1^+ \le TL , \tag{۱۶}$$

$$\sum_{c=1}^{C} W_{cs} X_{cs} - \theta_{2,s} u_{2,s} \le W_s , \quad \forall S , \tag{۱۷}$$

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} F_{tc} X_{cs} - \theta_3^+ u_3^+ \le F_t \,, \quad \forall T \,, \tag{۱۸}$$

$$\sum_{c=1}^{C} X_{cs} \le L_s \,, \quad \forall S \,, \tag{۱۹}$$

$$0 \le \theta_1^- , \theta_1^+ , \theta_3^+ , \theta_{2,s}^+ \le 1, \quad \forall S \,, \tag{۲۰}$$

$$\sum_{i=1}^{3} w_i + \sum_{s=1}^{S} w_{2,s} = 1, \tag{۲۱}$$

$$X_{cs} \ge 0. \tag{۲۲}$$

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

جدول ۲. اطلاعات مربوط به آرمان‌ها

آرمان	هدف	حد نوسان
سود خالص (ریال)	$۲/۸\times۱۰^{۱۲}$	$۳/۹۳\times۱۰^{۱۱}$
نیروی کار مورد نیاز(روز /نفر)	۲۰۷۶۰۰۰۰	۶۱۴۰۰۰۰
کود مورد نیاز(تن)	۱۷۲۰۰۰	۱۱۴۰۰
آب مورد نیاز پاییزه (مترمکعب)	$۱/۷۵\times۱۰^{۹}$	$۲/۱۷\times۱۰^{۸}$
آب مورد نیاز بهاره (مترمکعب)	$۱/۴۵\times۱۰^{۹}$	$۱/۵۷\times۱۰^{۸}$

۳ نتایج و بحث

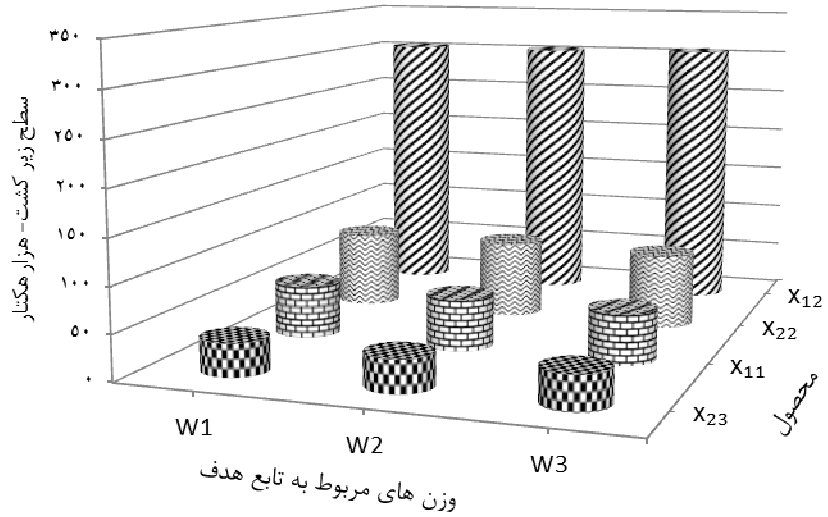
جدول (۳) نتایج برآورد مدل تخصیص بهینه زمین‌های کشاورزی در استان خراسان رضوی را برای محصولات تحت مطالعه نشان می‌دهد. سه نوع الگوی کشت با وزن‌های متفاوت (با توجه به درجه اهمیت متفاوت برای هر آرمان) برای تابع هدف مورد نظر برآورد شده است (W1، W2 و W3). ملاحظه می‌شود که، در تابع هدف با وزن‌های مساوی یا W1 (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 به‌دست آمده است. نوسان مربوط به آرمان سود خالص نیز $۸/۲۵\times۱۰^{۹}$ ریال $((۱-۰/۹۷۹)\times۳/۹۳\times۱۰^{۱۱})$ به‌دست آمده است. چهار محصول گندم، جو، ذرت دانه ای و گوجه فرنگی به ترتیب با سطوح زیرکشت ۵۸۵۶۸، ۳۰۳۵۸۲، ۸۴۸۳۹ و ۳۶۴۵۷ در این الگوی کشت قرار دارند. با تغییر وزن‌های تابع هدف برای آرمان‌ها ((۰/۰۵، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۶)= W1)، نتایج مربوط به درجات عضویت و نتایج مربوط به الگوی کشت تغییر می‌کند. در این‌جا 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 $۹/۴۲\times۱۰^{۶}$ مترمکعب $(۱/۵۷\times۱۰^{۸}\times(۱-۰/۹۴۰))$ است. با تغییر وزن‌های تابع هدف در الگوی سوم ((۰/۲، ۰/۲، ۰/۳،

۰/۱ و ۰/۲)= W۳) 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 زیرکشت کل در این سه الگوی کشت برای W۱، W۲ و W۳ به ترتیب ۴۸۳۴۴۶، ۴۸۳۴۴۷ و ۴۸۳۴۵۲ می‌باشد.

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

متغیرها	الگوی بهینه کشت		
	الگوی ۱	الگوی ۲	الگوی ۳
	W۱	W۲	W۳
λ_1^-	۰/۹۷۹	۱	۱
λ_1^+	۱	۱	۰/۹۶۶
λ_3^+	۱	۱	۱
$\lambda_{2,1}^+$	۱	۱	۱
$\lambda_{2,2}^+$	۱	۰/۹۴۰	۱
X_{11}	۵۸۵۶۸	۵۷۹۳۰	۵۶۴۹۸
X_{12}	۳۰۳۵۸۲	۳۰۳۳۶۶	۳۰۵۹۲۹
X_{13}	-	-	-
X_{22}	۸۴۸۳۹	۸۵۸۴۷	۸۳۱۴۷
X_{23}	۳۶۴۵۷	۳۶۳۰۴	۳۷۸۷۸
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 زیرکشت را در تمام الگوهای برآوردی به خود اختصاص داده است. هم‌چنین، کمترین سطح زیرکشت در الگوها مربوط به محصول گوجه‌فرنگی می‌باشد. ملاحظه می‌شود که تفاوت اندکی بین سطح زیرکشت 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 وزن‌های متفاوت برای تابع هدف

با توجه به یافته‌های تحقیق، دو محصول چغندر قند و پنبه از تمام الگوهای بهینه کشت حذف شده‌اند، پیشنهاد می‌شود که برای جلوگیری از حذف این دو محصول از الگوی حقیقی کشت در آینده از سیاست‌های ترویجی و حمایتی کشاورزی استفاده شود. با توجه به اینکه تغییر در وزن‌های مربوط به تابع هدف در الگوی بهینه کشت تأثیر زیادی نداشت، پیشنهاد می‌شود که از سیاست‌های مختلف، جهت استفاده بهینه از منابع تولید کشاورزی استفاده شود.

منابع

[۱] اسدپور، ح.، کوپاهی، م.، (۱۳۷۶). کاربرد برنامه‌ریزی هدف در تعین الگوی بهینه کشت در دشت‌های ایران: مطالعه موردی دشت ناز شهرستان ساری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

[۲] اسدپور، ح.، خلیلیان، ص.، سلطانی، غ.، (۱۳۸۴). نظریه و کاربرد مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی فازی در بهینه‌سازی الگوی کشت. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ویژه نامه بهره‌وری و کاربری، ۳۰۷-۳۳۸.

[۹] نادر، ه.، صبوحی، م.، (۱۳۹۰). مدیریت تخصیص آب سد مهاباد با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی الویتی. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۳(۳): ۱۶-۱.

[۱۰] شیرزادی، س.، کیخا، ا. ع.، صبوحی، م.، (۱۳۸۸). تخصیص بهینه آب در شبکه‌های آبرسانی کشاورزی شهرستان زابل تحت شرایط ریسک عدم ریسک. هفتمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، تهران.

[۱۱] کهنسال، م.، محمدیان، ف.، (۱۳۸۶). کاربرد برنامه‌ریزی 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.، غفاری‌مقدم، ز.، رفیعی‌فرد، س.، (۱۳۸۸). تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در منطقه سیستان در طی دوران خشک‌سالی (با استفاده از برنامه‌ریزی 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.، حسنی‌مقدم، م.، احمدی، غ.، (۱۳۸۶). طراحی یک مدل تصمیم‌گیری چندهدفه به‌منظور 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.