

## کاربرد برنامه ریزی چند هدفی در تعیین الگوی بهینه کشت در بخش مرکزی

### شهرستان تربت حیدریه

فاطمه رستگاری پور<sup>۱\*</sup>، مریم علوی<sup>۲</sup>، علیرضا کرباسی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۵ اردیبهشت ۹۴ تاریخ پذیرش: ۳ شهریور ۹۴

#### چکیده

با توجه به اهمیت مدیریت واحد های زراعی، اتخاذ سیاست‌هایی مبتنی بر الگوی کشت همراه با الویت‌بندی اهداف واحدهای کشاورزی اهمیت می‌یابد و انتخاب روشی که بتواند اهداف متعدد مدیران (هر چند که این اهداف با هم در تضاد باشند) را در یک مدل گنجانده و مدیر را به سمت اهداف بهینه هدایت نماید مهم و ضروری به نظر می‌رسد. لذا، در این مطالعه به تعیین الگوی بهینه کشت با کاربرد روش برنامه‌ریزی خطی (تک هدفه) و برنامه ریزی چپ‌بی‌شف (چند هدفه) پرداخته می‌شود اطلاعات مورد نیاز مطالعه از طریق تکمیل ۱۸۸ پرسشنامه از کشاورزان توابع تربت حیدریه با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای، طبقه بندی شده برای سال ۱۳۹۴ به دست آمد. نتایج مطالعه نشان داد میزان سطح زیر کشت محصول گندم نسبت به سطح اولیه افزایش یافته است و محصول یونجه کاهش یافته است. محصول جو در مزارع کوچک و متوسط مقیاس بدون تغییر و در مزارع بزرگ نسبت به سطح اولیه افزایش یافته است و چغندر قند در مزارع کوچک مقیاس افزایش و در مزارع متوسط و بزرگ مقیاس بدون تغییر است یعنی از الگو حذف می‌شود. همچنین محصول پنبه در مزارع کوچک بدون تغییر و مزارع متوسط و بزرگ مقیاس نسبت به سطح اولیه کاهش یافته است.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، برنامه ریزی هدف چپ‌بی‌شف، شهرستان تربت حیدریه

۱- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه

۲- دانش آموخته گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه

۳- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربت حیدریه

\*- نویسنده مسئول: rastegaripour@gmail.com

## مقدمه

استان خراسان رضوی در شمال شرقی ایران با مساحت ۱۱۸۸۵۴ کیلومتر مربع قرار دارد که از نظر وسعت پنجمین استان بزرگ کشور است. خراسان رضوی از ۲۵ شهرستان و ۶۵ بخش تشکیل شده است. از جمعیت ۶ میلیونی استان در حدود ۲۷/۶ درصد در بخش کشاورزی فعالیت می کنند. بخش کشاورزی استان خراسان رضوی به عنوان یکی از بزرگترین و مهم ترین تولیدکنندگان محصولات کشاورزی دارای بیش از ۱/۱۴ میلیون هکتار سطح زیرکشت انواع محصولات زراعی و باغی (آبی و دیم) و بیش از ۱۴/۶ میلیون واحد دامی با تولید بیش از ۶/۵ میلیون تن انواع محصولات زراعی، باغی و دامی می باشد و جایگاه تعیین کننده ای در اقتصاد ملی و نقش مهمی در تأمین نیازهای حیاتی جامعه، امنیت غذایی، تأمین مواد اولیه مورد نیاز صنایع و ایجاد اشتغال کشور دارد. میزان اشتغال در بخش کشاورزی استان بعد از بخش خدمات بیشترین نقش را در اشتغال استان به خود اختصاص داده است. بخش کشاورزی استان در اغلب محصولات مهم رتبه های اول تا سوم کشور را دارا می باشد. در این استان ۸۳ نوع محصول کشاورزی شامل ۴۵ نوع محصول زراعی و ۳۸ نوع محصول باغی تولید می شود. (سیمای کشاورزی خراسان رضوی، ۱۳۹۳)

شهرستان تربت حیدریه دارای بیش از ۴۶۳۳۸ هکتار سطح زیر کشت آبی و ۲۲۹۷۲ هکتار سطح زیر کشت دیم است. همچنین ۵۹۲۱۳۰ واحد دامی و تولید بیش از ۳۸۵۳۷۶ تن محصول در منطقه وجود دارد. مهمترین محصولات زراعی، باغی و دامی شهرستان گندم، جو، چغندر قند، یونجه، سیب زمینی، زعفران، بادام آبی و دیم، آلو، پسته و شیر خام و... می باشد. در این شهرستان تعداد ۱۷۷۵۸ نفر بهره برداران کشاورزی در بخش های زراعت، دام و باغداری فعالیت دارند (سیمای کشاورزی تربت حیدریه، ۱۳۹۱).

با توجه به گستردگی پهنه ی مرزی کشور و تنوع اقلیمی مناطق گوناگون رسیدن به الگوی کشت مناسبی که از آن بتوان حداکثر بهره برداری را از عوامل و نهاده های تولید به ویژه عامل محدود کننده آب به دست آورد ضرورتی انکار ناپذیر است. طراحی الگوی کشت به معنای تعیین سطوح زیر کشت محصولات، از اهمیت خاصی برخوردار بوده و بایستی به نحوی انجام پذیرد که علاوه بر استفاده بهینه از ظرفیت های موجود و قابل دسترس، بخشی از نیازهای منطقه ای و ملی نیز پاسخ گو باشد. طراحی الگوی کشت، فرایندی پیچیده و متأثر از عوامل متعدد و متنوعی است که بررسی آن طراح الگوی را ملزم به جمع آوری انبوهی از داده ها و اطلاعات می نماید لذا، انتخاب روش پردازش، تحلیل و تلفیق اطلاعات گردآوری شده با توجه به معیار های مورد نظر مدیران، بسیار مهم بوده و نقشی تعیین کننده دارد (سالینی، ۱۳۷۵).

برنامه ریزی ریاضی ابزاری سودمند برای مطالعه و تحلیل نظام های کشاورزی است. از زمان شروع استفاده از الگوهای برنامه ریزی ریاضی تاکنون، تحقیقات اجرایی با بهره گیری از الگو های مختلف نظری صورت گرفته است. توسعه این الگوها به عوامل متعددی از جمله توانایی پژوهشگر در فرمول بندی چهار چوب ریاضی مسائل واقعی، وجود الگوریتم متناسب برای حل مدل ( برای مثال الگوریتم سیمپلکس در برنامه ریزی خطی )، جمع آوری یافته های تجربی برای یافتن راه حل های کافی مسائل واقعی و در نهایت وجود ابزار های مفید برای اجرای الگوریتم ها وابسته است (لارا و میناسیان<sup>۱</sup>، ۱۹۹۹).

شهرستان تربت حیدریه از مناطق مهم کشت محصولات زراعی در استان خراسان رضوی به شمار می رود. با توجه به

این مهم و محدودیت‌ها و مسائل موجود در شهرستان تربت‌حیدریه شامل غلبه آب و هوای خشک و نیمه خشک و کمبود باران، بالا بودن درجه حرارت و بالا بودن تبخیر و تعرق، پایین بودن کیفیت ماشین‌آلات موجود (در دسترس)، ضعف مالی بهره‌برداران در جهت تأمین ماشین‌آلات مورد نیاز، پایین بودن عملکرد اکثر محصولات کشاورزی و به صرفه نبودن تولید با توجه به هزینه‌های بالای تولید محصولات کشاورزی سبب شده طراحی الگوی کشت بهینه در منطقه ضروری به نظر برسد و با توجه به بحران‌های موجود در مناطق خشک و نیمه خشک طراحی الگو کشت می‌بایست با در نظر گرفتن چند هدف صورت گیرد، انتخاب آگاهانه بین اهداف با توجه به ویژگی‌های هر منطقه سبب واقعی‌تر شدن الگوی کشت بهینه طراحی شده می‌گردد. بنابراین با توجه به مطالبی که بیان شد در این مطالعه از برنامه‌ریزی چندهدفه چینی‌شیف در طراحی الگوی کشت استفاده شده است و به طور کلی ۳ هدف در این مطالعه دنبال می‌شود که شامل موارد ذیل است: دستیابی به هدف کاهش مصرف آب، دستیابی به هدف حداکثر سود و دستیابی به هدف کشاورزی پایدار.

### مروری بر منابع

اولیوریا و آتونیس<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) در مقاله‌ای تحت عنوان مدل‌های برنامه‌ریزی خطی چند هدفه با ضرایب بازه‌ای، ضمن بحث پیرامون این مدل‌ها با ارائه تکنیک‌هایی سعی در حل مدل‌های برنامه‌ریزی خطی بازه‌ای چندهدفه نموده و این امکان را فراهم می‌آورند تا تصمیم‌گیرنده قادر به دخالت دادن شرایط ریسک و عدم قطعیت و داده‌های نادقیق در مدل‌های تصمیم‌گیری برنامه‌ریزی ریاضی باشد. نتایج حاکی از آن است که روش حل ارائه شده نسبت به روش‌های حل موجود دارای دقت بالاتری است. دانشور و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) الگوی کشت بهینه با هدف کاهش مخاطرات محیطی را برای کشاورزان ایران تعیین کردند. در این مطالعه ایشان از برنامه ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه استفاده شد. نتایج نشان داد نسبت خالص بازدهی درون مصرفی نهاده‌ها در مزرعه با استفاده از الگوی خروجی برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه بهبود می‌یابد. زنگ و همکارانش<sup>۳</sup> (۲۰۱۰) در مقاله تحت عنوان کاربرد برنامه ریزی خطی فازی چند هدفه (FMOLP)<sup>۴</sup> در الگو بهینه کشت اعتقاد دارند که الگوی بهینه کشت نقش مهمی در مدیریت آب کشاورزی دارد. درمباحث برنامه‌ریزی به دلیل وجود اطلاعات مبهم یا نامشخص ناشی از ابهامات و یا اولویتهای ذهنی تصمیم‌گیرندگان یا عدم اطمینان از اطلاعات هدف، مدل برنامه‌ریزی خطی چند هدفه برای تصمیم‌گیری در چنین محیط‌های فازی مناسب نیست. این مطالعه یک مدل برنامه ریزی خطی فازی چند هدفه با اعداد فازی مثلثی را پیشنهاد می‌دهد و مدل برنامه ریزی خطی فازی چند هدفه با اهداف فازی مرتبط با آن را به مدل قطعی، که با روش‌های متداول برنامه ریزی قابل حل است، تبدیل می‌نماید. مدل FMLOP برای الگوی بهینه کشت استان گانسو در شمال غرب چین به کار گرفته شده است و سپس الگوی بهینه کشت با فرض سطوح ذخیره آب متفاوت و رتبه رضایت مندی برای در دسترس بودن منابع آب توسط تصمیم‌گیرندگان به دست آمد. در این مقاله نتایج مدل FMLOP نسبت به مدل MOLP نتایج بهتری نشان داده است. پال و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای به استفاده از برنامه ریزی هدف چند انتخابی را به منظور مدل سازی و حل مسائل اقتصادی مربوط به تولید برق و حل مشکلات یک نیروگاه حرارتی استفاده نمودند. در روش پیشنهادی، توابع هدف و محدودیت‌های معینی تعریف می‌شود که ابتدا برنامه‌ریزی غیر خطی به فرم خطی معادل خود تبدیل و سپس مدل، تصمیم به انتخاب رضایت بخش‌ترین هدف در محیط تصمیم‌گیری چندمنظوره می‌کند که از رویکرد

1 - Oliveira et al

2 - Daneshvar et al

3 - Zeng et al

4 - Fuzzy multi-objective linear programming

5 - Pal et al

برنامه‌ریزی مین سام<sup>۱</sup> استفاده شد.

کهنسال و محمدیان (۱۳۸۶) با توجه به نقش و اهمیت مدیریت واحدهای زراعی، استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی در تعیین الگوی بهینه کشت نقش بسزا دارد. بر این اساس در این مطالعه نظریه و کاربرد مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی در بهینه‌سازی الگوی کشت با در نظر گرفتن اهداف مختلف مورد توجه قرار گرفت. در این مطالعه ضمن تحلیل نظریه مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی، کاربرد آن در بهینه‌سازی الگوی کشت مزرعه دانشگاه فردوسی نشان داده شد. نتایج حاکی از آن است که با ایجاد انعطاف در ضرایب مدل که ناشی از بی‌دقتی در اطلاعات است و با نگرش و تفکر فازی، این بی‌دقتی تا حد زیادی بر طرف می‌شود و شرایط الگو کشت به طور نسبی بهبود می‌یابد و از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوب‌تری استفاده می‌شود. کهنسال و فیروز زارع (۱۳۸۷) به تعیین الگوی کشت استان خراسان شمالی با اهداف کشاورزی پایدار با استفاده از برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه پرداختند نتایج مطالعه آن‌ها در سطح بهره‌برداری بزرگ مقیاس نشان داد که الگوی حاصل از برنامه‌ریزی خطی ساده بسیار به الگو کشت فعلی منطقه نزدیک است در حالی که الگوی حاصل برنامه‌ریزی فازی کسری برای دستیابی به پایداری و الگو کشت فعلی منطقه اختلاف چشم‌گیری دارد. پژوهنده و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی چندهدفه به تعیین الگوی بهینه کاشت در شرکت زراعی دشت ناز ساری پرداختند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، الگوی فعلی با الگوی بهینه تفاوت دارد و نیز با توجه به اهداف در نظر گرفته شده، مدل دوم نسبت به مدل اول هم سوئی بیشتری با اهداف زیست محیطی و توسعه پایدار دارد. همچنین در صورت اجرای الگوی بهینه نه تنها بازده ناخالص ۱۲۳۰ میلیون ریال افزایش می‌یابد، بلکه میزان مصرف سم و کود نیز به حداقل رسیده و با در نظر گرفتن شرایط منطقه مناسب‌ترین الگوی کشت به دست می‌آید. فتحی و زیبایی (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای با بهره‌گیری از روش برنامه‌ریزی آرمانی در جهت مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی پرداختند. نتایج در سطح دشت نشان داد که پمپاژ سالانه آب‌های زیرزمینی با کنترل بهینه کمتر از پمپاژ کنونی آب با نرخ تنزیل کمتر از ۱۸ درصد می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده از برنامه‌ریزی آرمانی برای همه گروه‌های همگن درصد کاهش سود کمتر از درصد کاهش برداشت است. همچنین نتایج نشان داد که اتخاذ استراتژی‌های کم‌آبیاری و بکارگیری سیستم آبیاری بارانی منجر به کاهش برداشت از آب‌های زیرزمینی در مقایسه با شرایط کنونی می‌شود به طور مثال در حالتی که وزن یکسان به آب مصرفی و سود داده شود به آرمان کاهش مصرف آب به طور کامل می‌توان دست یافت. محمدی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی چندهدفه غیر خطی فازی امکان تحقق آرمان‌های حداکثر کردن بازه برنامه‌ای در مصالحه با اهداف کاهش مصرف آب، حداقل کردن مصرف کود شیمیایی، حداقل کردن ریسک تولید و افزایش منافع اجتماعی از طریق افزایش اشتغال سطح نیروی کار در الگو کشت شهرستان مرودشت استان فارس بررسی شد نتایج نشان داد که الگو چند هدفه نسبت به الگوی جاری و حتی الگوهای تک هدفه با انجام مصالحه بین آرمان‌های چندگانه، برتری دارد اجرای این الگو در مناطق مورد مطالعه علاوه بر کاهش مصرف آب و کود شیمیایی افزایش بازده برنامه‌ای و کاهش ریسک را نیز در بردارد.

در ادبیات علمی الگوی کشت، روش‌های چند هدفی وجه مشترک تمام مطالعات بیان شده است نتایج بیشتر بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که ارائه الگوی کشت بهینه با استفاده از الگوهای مختلف برنامه‌ریزی افزون بر بهبود شرایط موجود، باعث می‌شود از منابع و نهاده‌ها به گونه مطلوب استفاده شود. در بیشتر این بررسی‌ها از هدف‌های بازده برنامه‌ای و مصرف آب در کنار محدودیت‌های منطقه مورد مطالعاتی، استفاده شده است. با توجه به اهمیت موضوع و در

تکمیل تحقیقات انجام گرفته در مطالعه حاضر نیز سعی شده است که الگوی کشت شهرستان تربت حیدریه با توجه به اهداف دستیابی به هدف کاهش مصرف آب، دستیابی به هدف حداکثر سود و دستیابی به هدف کشاورزی پایدار تعیین گردد.

## مواد و روش‌ها

برنامه‌ریزی خطی عبارت است از تخصیص منابع محدود به یک سری از فعالیت‌های از قبل تعریف شده جهت افزایش بازدهی و یافتن بهترین راه حل بهینه جهت حل مسأله مورد نظر. در واقع برنامه‌ریزی خطی نوع ساده‌ای از مدل برنامه‌ریزی ریاضی می‌باشد که بهترین گزینه را از میان روش‌های ممکن انتخاب می‌کند. در برنامه‌ریزی خطی تابع هدف محدودیت‌های مسأله همگی به صورت خطی نمایش داده می‌شوند. ویژگی‌های کلی برنامه‌ریزی خطی به شرح ذیل می‌باشد:

مشخص بودن تابع هدف به صورت خطی

موجود بودن راه حل‌های مختلف در برنامه‌ریزی

موجود بودن روابط ریاضی بین متغیرها

مشخص بودن محدودیت‌های منابع به صورت معادلات یا نامعادلات خطی

غیر منفی بودن متغیرها

مدل برنامه‌ریزی خطی را می‌توان به عنوان نوع خاصی از مدل تصمیم‌گیری در نظر گرفت. در این مدل، فضای تصمیم توسط محدودیت‌ها تعریف می‌شود، هدف (مطلوبیت) با تابع هدف مشخص می‌شود و نوع تصمیم‌گیری، تصمیم‌گیری در شرایط قطعی است. مدل کلاسیک برنامه‌ریزی خطی را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\max \quad Z = Cx \quad (1)$$

$$x \geq 0 \quad S.t : Ax \leq b$$

در آن  $Z$  تابع هدف،  $x$  متغیرهای تصمیم،  $C$  سهم هر یک از متغیرها در تابع هدف،  $A$  ماتریس ضرایب فنی و  $b$  سمت راست محدودیت‌های مدل هستند. پاسخی که از حل یک مسأله برنامه‌ریزی خطی به دست می‌آید، معمولاً عبارت است از یک برنامه یا طرح مشخص که شامل مقادیر بهینه فعالیت‌های انتخاب شده می‌باشد. اما مشکلی که در این مورد وجود دارد بهینه کردن تنها یک هدف و غیر قابل انعطاف بودن محدودیت‌های آن می‌باشد. آرمان‌ها و محدودیت‌ها ساختار یکسان ریاضی دارند ولی تفاوت آن‌ها در سمت راست محدودیت است. آرمانی که در سمت راست محدودیت وجود دارد هدفی است که تصمیم‌گیرنده علاقه به دستیابی آن دارد که ممکن است تأمین شود و یا نتوان به آن دست یافت ولی محدودیت‌ها باید حتماً تأمین شوند. به همین دلیل در چند دهه اخیر مدل‌های چندهدفه در مدیریت کاربرد فراوانی داشته-

اند (رمرو و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴).

مدل برنامه ریزی چندهدفه از ۴ بخش تشکیل شده است: متغیرهای تصمیم‌گیری، محدودیت‌های سیستمی، محدودیت‌های آرمانی و تابع هدف. متغیرهای تصمیم‌گیری و محدودیت‌های سیستمی، متغیرها و محدودیت‌های به‌کار برده شده در برنامه ریزی خطی هستند که هیچ نوع انعطافی نداشته و حتماً باید برآورده شوند. در این روش، متغیرهای انحرافی به تعدادی از سطوح اولویت اختصاص یافته و حداقل می‌گردند. این مدل یکی از انواع مدل‌های برنامه‌ریزی هدف می‌باشد که بر این فرض استوار است که تصمیم‌گیرنده می‌تواند تمامی اهداف مربوط به یک طرح را مشخص و آن‌ها را بر اساس درجه اهمیت طبقه بندی کند. محدودیت‌های آرمانی دارای متغیرهای انحرافی مثبت یا منفی هستند که هدف حداقل کردن این انحراف‌ها از آرمان‌های مورد نظر است. انعطاف‌پذیری این مدل‌ها به دلیل وجود این محدودیت‌ها است. با فرض این که تابع هدف  $Z_j(x)$  و  $b_j$  آرمان برای هدف  $Z_j$  باشد سه نوع آرمان می‌توان داشت:

اگر  $Z_j(x) \leq b_j$  باشد در این حالت باید ارزش  $Z_j(x)$  کوچکتر و یا مساوی  $b_j$  شود.

اگر  $Z_j(x) \geq b_j$  باشد که در این حالت ارزش  $Z_j(x)$  باید بزرگتر یا مساوی  $b_j$  شود.

در صورتی که  $Z_j(x) = b_j$  باشد در این حالت باید ارزش  $Z_j(x)$  برابر با  $b_j$  شود.

با توجه به انتخابی که از هر مورد از توابع هدف بالا وجود دارد، محدودیت آرمانی مورد نظر انتخاب می‌شود. این کار به وسیله جمع یک متغیر با انحراف منفی ( $d^- \geq 0$ ) و یا تفریق متغیر با انحراف مثبت ( $d^+ \leq 0$ ) صورت می‌گیرد. برای گزینه اول باید  $d^+$  را حداقل، برای مورد دوم ( $d^-$ ) و در مورد سوم باید  $d^-$  و  $d^+$  را با هم حداقل کرد.

سومین نوع برنامه ریزی آرمانی توسط فلاول به عنوان برنامه ریزی آرمانی چی‌بی‌شف (CGP)<sup>۲</sup> شناخته شده است. در این روش سعی می‌شود تا تصمیم‌گیرنده به توازن بین مجموعه اهداف دست‌یابد و بر خلاف روش ترتیبی است که در آن اهداف به صورت دلخواه اولویت بندی می‌شوند و یا در روش وزنی که مجموعه‌ای از مقادیر متغیرهای تصمیم‌گیری انتخاب تا به حداقل تابع برسند. برنامه ریزی آرمانی چی بی‌شف تنها روش مناسب برای یافتن پاسخ مدل‌های خطی است که در نقاط انتهایی فضای تصمیم واقع نشده‌اند (تمیز و جونز<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱). با استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی چی بی‌شف می‌توان، بهترین جواب برای مسائلی که به توازن بین سطوح تامین آرمان‌ها نیاز است دست‌یافت. این قابلیت در حل تعداد زیادی از مسائل کاربرد دارد به خصوص مسائلی که با چند فرد تصمیم‌گیرنده با اولویت‌های مختلف مطرح است. با این وجود، مطالعه ادبیات روشن نشان می‌دهد که مطالعات تجربی محدودی در این زمینه وجود دارد. اگر  $\lambda$  حداکثر انحراف از مجموعه اهداف باشد فرم جبری برنامه ریزی آرمانی چی بی‌شف به صورت زیر نوشته می‌شود:

1 - Romero, R., Imberger, J., Ewing, T., & Antenucci, J. (2004)

2- Criap Goal Programming

3 - Tamiz, M. Jones, D. (2011)

$$\begin{aligned}
 \text{Min } a &= \lambda & (2) \\
 q &= 1, \dots, Q & b_q = p_q - n_q \times (f_q) \\
 X \in F & & q = 1, \dots, Q & \lambda \leq \frac{v_q p_q}{k_q} + \frac{u_q n_q}{k_q} \\
 n_q, p_q &\geq 0 & & q = 1, \dots, Q
 \end{aligned}$$

که در آن کلیه توابع هدف  $f_q(X)$  خطی هستند و در نتیجه مزیت حل مدل به روش خطی را دارا است. در صورتی که به توازن بین اهداف نیاز باشد، برنامه ریزی آرمانی چپ بی شف (CGP) به کار می‌رود.

### نتایج و بحث

آمار و اطلاعات این پژوهش از طریق جمع‌آوری ۲۷۰ پرسشنامه و مصاحبه حضوری با کشاورزان بخش مرکزی (پایین ولایت) شهرستان تربت حیدریه در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ تهیه شده است. سپس کشاورزان با استفاده از نرم‌افزار Spss با استفاده از تکنیک کلاستر آنالیز<sup>۱</sup> براساس متغیر سطح زیر کشت به سه گروه همگن کمتر از ۲ هکتار (کوچک مقیاس)، بین ۲ تا ۸ هکتار (متوسط مقیاس) و بیشتر از ۸ هکتار (بزرگ مقیاس) تقسیم‌بندی شدند. از مجموع ۲۷۰ پرسشنامه پر شده تعدادی از آن‌ها به دلیل این که تنها محصول مورد کشت زعفران بوده و زعفران جز محصولات مورد مطالعه نبوده است از پرسشنامه‌ها حذف شده است در این خصوص، نتایج ارائه شده برای متغیر تصمیم (سطح زیر کشت) در الگوهای زراعی پیشنهادهایی نیز بیان شدند.

متغیرها مورد استفاده در جدول ۱ و مقدار نهاده به کار گرفته شده در جدول ۲ آورده شده است. متغیرها مورد مطالعه پس از مصاحبه با کارشناسان مربوطه و چک کردن پرسشنامه‌ها انتخاب شده است.

به منظور مقایسه ابتدا به تعیین الگوی بهینه کشت با برنامه‌ریزی فازی خطی ساده با هدف افزایش بازده ناخالص - پرداخته می‌شود. جدول ۳ نتایج مربوط به برآورد مدل برنامه‌ریزی خطی ساده و همچنین سطح زیر کشت محصولات را نشان می‌دهد.

جدول ۱. معرفی متغیرهای مطالعه

عنوان	شرح
سطح زیر کشت	سطح زیر کشت بر حسب هکتار محصول C ام
کود شیمیایی	کودهای شیمیایی مورد نیاز هر هکتار محصول C ام بر حسب کیلوگرم $K_C$
آب	حجم آب مصرفی محصول C ام بر حسب مترمکعب $W_C$
ماشین‌آلات	ساعت ماشین‌آلات مورد استفاده برای محصول C ام بر حسب ساعت h
نیروی کار	نیروی کار مورد نیاز هر هکتار محصول C ام بر حسب نفر-روز کار $L_C$

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۲. منابع قابل دسترس

نهادها	مزارع ۰-۲+	مزارع ۲-۸	مزارع ۸-۳۰
نهاده نیروکار	۱۱۱	۵۸۱	۳۵۵۰
نهاده کود	۴۶۰	۲۶۹۴	۱۵۱۳۶
نهاده آب	۳۶۳۹۰۴۸۹	۳۹۴۰۵۸۲۴۹	۳۸۵۹۸۰۲۴۰۰
نهاده ماشین آلات	۸۶	۶۴۴	۹۹۸۰
نهاده زمین	۱/۳۲	۴/۲۵	۲۰/۴

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. تعیین الگو بهینه کشت با کاربرد برنامه‌ریزی خطی ساده

محصولات (بر حسب هکتار)	مزارع ۰-۲+	مزارع ۲-۸	مزارع ۸-۳۰
گندم	۰/۳	۱/۱	۲/۵
جو	۰/۲	۱	۲
چغندر قند	۰	۰	۰
یونجه	۰/۶۲	۰/۶۵	۱۳/۸
پنبه	۰/۲	۱/۵	۲/۱

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول ۳ الگو کشت بهینه با استفاده از برنامه‌ریزی خطی ساده تعیین گردید در الگوی، حداکثر سطح زیر کشت گندم ۰/۳ هکتار در مزارع کوچک (۰-۲+ هکتار)، ۱/۱ هکتار مزارع متوسط (۲-۸ هکتار) و ۲/۵ هکتار در مزارع بزرگ (۸-۳۰+ هکتار)، سطح زیر کشت جو ۰/۲ هکتار در مزارع کوچک، ۱ هکتار مزارع متوسط و ۲ هکتار در مزارع بزرگ، سطح زیر کشت یونجه ۰/۶۲ هکتار در مزارع کوچک، ۰/۶۵ هکتار مزارع متوسط و ۱۳/۸ هکتار در مزارع بزرگ و در نهایت سطح زیر کشت پنبه ۰/۲ هکتار در مزارع کوچک، ۱/۵ هکتار مزارع متوسط و ۲/۱ هکتار در مزارع بزرگ به عنوان الگوی بهینه کشت مشخص شده است و چغندر قند از الگو حذف شده است. این موضوع می‌تواند به این دلیل باشد که کشت چغندر قند به علت مصرف آب زیاد تنها در شرایطی که با ریسک و عدم قطعیت زیاد همراه است اقتصادی خواهد بود و در غیر این صورت چغندر قند بهینه برای کشت نمی‌باشد. بالاترین سطح زیر کشت در مزارع کوچک با مقدار ۰/۶۲ هکتار مربوط به محصول یونجه، در مزارع متوسط با مقدار ۱/۵ هکتار مربوط به محصول پنبه و در مزارع بزرگ با مقدار ۱۳/۸ هکتار مربوط به محصول یونجه می‌باشد. بررسی نتایج حاصل از برآورد مدل برنامه‌ریزی ریاضی بخش مرکزی (پایین ولایت) تربت حیدریه نشان داد که در منطقه مورد نظر، الگوی زراعی فعلی یک الگوی نسبتاً بهینه است، اما با توجه به کاستی‌هایی که در این روش وجود دارد و این که تابع هدف یک معیاره همیشه اعتبار ندارد و بیشتر اوقات مدیران علاقمندند که به جای بهینه کردن یک هدف، به یک بهینه توافقی بین چند هدف که با هم در تضاد می‌باشند برسند، مدل‌های برنامه‌ریزی چندهدفه به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است. که در آن هم تابع هدف و هم محدودیت‌ها می‌تواند با توجه به پندارهای مدیران زراعی، و منابع موجود و شرایط اقتصادی و فنی منطقه قیودی را وارد کرد که نسبت به برنامه‌ریزی خطی معمولی از انعطاف پذیری بیشتری برخوردار است.

مدل برنامه‌ریزی آرمانی چینی‌شف که بر خلاف روش ترتیبی که در آن اهداف به صورت دلخواه اولویت‌بندی می‌شوند، یک مدل مناسب برای مسائلی که به توازن بین سطوح آرمان نیاز است استفاده می‌شود.



جدول ۴. الگو مدل برنامه ریزی آرمانی چی بی شف

محصولات (بر حسب هکتار)	مزارع ۲-۰	مزارع ۸-۲	مزارع ۳۰-۸
گندم	۰/۷۲	۱/۳	۴
جو	۰/۲	۱	۳
چغندر قند	۰/۱	۰	۰
یونجه	۰/۱	۰/۵	۵/۶۴
پنبه	۰/۲	۰/۴	۲

منبع: یافته‌های تحقیق

در مقایسه الگوی کشت برنامه ریزی خطی با مدل برنامه ریزی آرمانی چی بی شف میزان سطح زیر کشت محصول گندم نسبت به سطح اولیه افزایش یافته است و محصول یونجه کاهش یافته است. محصول جو در مزارع کوچک و متوسط مقیاس بدون تغییر و در مزارع بزرگ نسبت به سطح اولیه افزایش یافته است علت افزایش سطح زیر کشت در مزارع بزرگ می‌تواند به این علت باشد که با توجه به موجودی زمین در حالت کالیبره از تمامی زمین در دسترس استفاده نمی‌شود که در حالت بهینه میزان بیشتری از زمین در الگو قرار می‌گیرد. و چغندر قند در مزارع کوچک مقیاس افزایش و در مزارع متوسط و بزرگ مقیاس بدون تغییر است یعنی از الگو حذف می‌شود. همچنین محصول پنبه در مزارع کوچک بدون تغییر و مزارع متوسط و بزرگ مقیاس نسبت به سطح اولیه کاهش یافته است کاهش سطح زیر کشت می‌تواند به این علت باشد که میزان سود حاصل از فروش هر کیلو پنبه در مقایسه با سایر محصولات تقریباً کمتر است. بالاترین سطح زیر کشت در مزارع کوچک با مقدار ۰/۷۲ هکتار مربوط به محصول چغندر قند، در مزارع متوسط با مقدار ۱/۳۵ هکتار مربوط به محصول چغندر قند و در مزارع بزرگ با مقدار ۵/۹ هکتار مربوط به محصول یونجه می‌باشد

### نتیجه گیری

با توجه به شرایط ریسک و عدم قطعیت بالایی که در بخش کشاورزی ایران وجود دارد و از طرفی با توجه به وجود اطلاعات در داده‌های آماری نادقیق بهتر است، در سیاست گذاری های کلان در بخش کشاورزی مانند روش‌های برنامه ریزی چی بی شف به جای روش‌های برنامه ریزی کلاسیک استفاده شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود که مدیران بر پایه الگو بهینه عمل کنند چرا که این امر باعث می‌شود از یک سو بهره‌برداری بهینه از منابع انجام گیرد و از سوی دیگر درآمد خالص کشاورزان افزایش یابد و در هر مقیاسی مقدار بهینه کشت هر محصول مشخص شود. در مدل طراحی شده با در نظر گرفتن مجموعه‌های از اهداف سعی در بهینه سازی الگوی کشت در منطقه مورد نظر با استفاده از مدل برنامه ریزی آرمانی فازی شده است. این مدل قادر است مجموعه‌های از اهداف متقابل و متضاد را در خود لحاظ و با اولویت بندی آرمان ها میزان دسترسی به هر آرمان را حداکثر نماید. تکنیک چی بی شف بیان شده در این مطالعه برای برنامه ریزی الگوی کشت به کار گرفته شد. با توجه به این امر که اهداف کشاورزان معمولاً حداکثر کردن بازده برنامه‌ای است اما مدیران علاوه بر در نظر گرفتن این مهم در پی اهداف دیگری از جمله افزایش سطح اشتغال، کاهش مصرف کود و سموم شیمیایی و حفاظت از محیط زیست، توسعه پایدار، خودکفایی و حفظ امنیت غذایی می‌باشند. در مدل طراحی شده با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از اهداف سعی در بهینه سازی الگوی کشت در منطقه مورد نظر با استفاده از مدل برنامه ریزی چی بی شف شده است این مدل قادر است حداکثر هر آرمان را، حداقل کند. با مقایسه الگوی کشت برنامه ریزی خطی ساده با مدل چی بی شف می‌توان دریافت که در الگوی کشت بهینه چی بی شف میزان سطح زیر کشت محصول گندم نسبت به سطح اولیه افزایش یافته است و محصول یونجه کاهش یافته است. محصول جو در مزارع کوچک و متوسط مقیاس بدون

تغییر و در مزارع بزرگ نسبت به سطح اولیه افزایش یافته است و چغندر قند در مزارع کوچک مقیاس افزایش و در مزارع متوسط و بزرگ مقیاس بدون تغییر است یعنی از الگو حذف می‌شود. همچنین محصول پنبه در مزارع کوچک بدون تغییر و مزارع متوسط و بزرگ مقیاس نسبت به سطح اولیه کاهش یافته است از علل کاهش سطح زیر کشت این محصول می‌توان کاهش قیمت‌های جهانی و همچنین طولانی بودن دوره داشت و برداشت این محصول و سنتی بودن برداشت آن که حدود ۲۰ تا ۲۳ درصد هزینه تولید را به خود اختصاص می‌دهد مورد اشاره قرار داد که باعث می‌شود زراعت پنبه برای کشاورزان اقتصادی نباشد

با توجه به سیاست دولت در ایجاد و گسترش شرکت‌های سهامی زراعی در سطح کشور جهت یکپارچه سازی اراضی و جلوگیری از تفکیک اراضی و خرده مالکی، پیشنهاد می‌گردد با توجه به محدودیت‌ها و قابلیت‌های هر منطقه، نسبت به انجام مطالعات الگوی کشت بهینه اقدام، تا در کشاورزی حداکثر سود آوری را داشته باشند. همچنین به مدیریت واحدهای زراعی مورد مطالعه و واحدهای زراعی مشابه در منطقه، پیشنهاد می‌شود در صورت تمایل به کشت چغندر قند به هر دلیلی اولاً در سطح کم کشت شود و ثانیاً محصول خود را بیمه کشاورزی نمایند.

## منابع

- کهنسال، م. ر.، و محمدیان، ف. ۱۳۸۶. کاربرد برنامه ریزی آرمانی فازی در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی. مجموع مقالات ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی، ۱۳۸۶، مشهد.
- کهنسال، م. ر.، و فیروز زارع، ع. ۱۳۸۷. تعیین الگو بهینه کشت همسو با کشاورزی پایدار با استفاده از برنامه ریزی فازی کسری با اهداف چند گانه. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۶۲: ۱-۳۳
- گزارشات سالانه. ۱۳۹۱. سیمای کشاورزی تربت حیدریه. سازمان جهاد کشاورزی. قابل دستیابی در: [www.koaj.ir/torbatheydarie](http://www.koaj.ir/torbatheydarie)، آخرین دسترسی: ۳۰ مهر ۹۴.
- گزارشات سالانه. ۱۳۹۳. سیمای کشاورزی خراسان رضوی. سازمان جهاد کشاورزی. قابل دستیابی در: [www.koaj.ir](http://www.koaj.ir)، آخرین دسترسی: ۳۰ مهر ۹۴.
- پژوهنده، ا.، مقدسی، ر.، یزدانی، س. و اسدپور، ح. ۱۳۹۰. تعیین الگوی بهینه کشت در شرکت دشت ناز ساری با اهداف چندگانه. نشریه پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی، ۴ (۱): ۸۳-۹۶.
- فتحی، ف.، زیبایی، م. ۱۳۹۱. تعیین الگوی کشت، استراتژی و روش آبیاری بهینه در جهت پایداری منابع آب با استفاده از رهیافت برنامه ریزی آرمانی. تحقیقات منابع آب ایران، ۸ (۱): ۱۹-۱۰.
- محمدی، ح.، بوستانی، ف. و کفیل‌زاده، ف. (۱۳۹۱). تعیین الگوی کشت بهینه با استفاده از الگوریتم بهینه سازی چندهدفه غیرخطی فازی. آب و فاضلاب، ۲۳ (۴): ۴۳-۵۵.
- سالیانی، ط. ۱۳۷۵. طراحی الگو کشت در طرح‌های توسعه منابع آب. اقتصاد کشاورزی و توسعه، (۱۵): ۹۱-۱۱۲.

Oliveira, C., Antanes, C. 2007. Multi objective liner programming models with interval coefficients-an illustrated over view. *European journal of operational research*, 181(3): 1434-1463

Daneshvar, M., Sahnoushi, N., Salehi, R. And Abadi, F. 2009. The determination of optimal crop pattern with aim of reduction in hazards of environmental. *American Journal of agricultural and Biological Sciences*, 4: 305-310

Lara, p., Stancu-Minasian, I. 1999. Fractional programming: A tool for the assessment of sustainability. *agricultural systems*, 62: 131-141.

Pal, B., Kumar, M. 2013. A Revised Multi-choice Goal Programming Framework for Economic Environmental Power Generation and Dispatch Problem. *Procedia Technology*, 10: 637 – 645.

Romero, R., Imberger, J., Ewing, T. and Antenucci, J. 2004. A real-time decision support system for reservoir management. *Agricultural Water Management*, 57: 207-221.

Tamiz, M., Jones, D. 2011. *Practical Goal Programming*. Springer.

Zeng, X., kang ,S. Li, F., Zhang, L. And Guo, p. 2010. Fuzzy multi objective linear programming applying to crop area planning. *Agricultural Water Management*, 98: 134-142.

---

---

## Use planning objective in determining optimal cropping pattern in the central city Torbat Heidarieh

Fatemeh Rastegaripour<sup>1\*</sup>, Maryam Alavi<sup>2</sup> and Alireza Karbasi<sup>3</sup>

Received: 5 May, 2015    Accepted: 25 August, 2015

### Abstract

Giving the importance to management of agricultural units, politics decision based on cultivation method containing the goals priority of agricultural units will get important and selecting a method which can include variety of managers goals and guide them to optimum goals is so important and serious. Therefore, in this study to determine the optimum model using linear programming method (single goal) and planning CGP (Multi choice goal) have placed. Information required through completing 188 questionnaires from farmers functions two-stage cluster sampling Torbat-of-classified to 1394, respectively. The results showed that the cultivation of wheat to the primary level increased and decreased alfalfa product. Barley in small and medium-scale crop farms and large farms without change to the primary level has increased and sugar beet in small-scale farms and in the fields of medium and large scale increase is unchanged means pattern is removed. The cotton crop in small farms and farms of medium and large scale unchanged compared to the initial level decreased

**Keywords:** cultivation template ,CGP programming , city of torbat heydarie

---

1 - Assistant professor of agricultural economics, University of torbat heydarieh

2 - M.Sc. student of agricultural economics, University of torbat heydarieh

3 - Professor of agricultural economics, University of torbat heydarieh

(\*-Corresponding Author E-mail: rastegaripour@gmail.com)