تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی در استان فارس
(مطالعه موردی شهرستان مرودشت)

صمد رنجبری، شاهرخ شجری و ابراهیم زارع*

چکیده

در این مطالعه برای تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی با توجه به اهداف گوناگون از مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی قطعی و برنامه‌ریزی آرمانی فازی استفاده شده است. اهداف مدل شامل افزایش سود ناخالص (بازده برنامه‌ای)، تثبیت اشتغال، کاهش ریسک و کاهش مصرف آب می‌باشد. برای این منظور آمار و اطلاعات مربوط به ۶۰ بهره بردار با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای، از بخش‌های درودزن، کامفیروز و مرکزی شهرستان مرودشت در سال زراعی۸۹- ۱۳۸۸، به روش میدانی از طریق مصاحبه حضوری و تکمیل پرسشنامه جمع

* به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی و کارشناس طرح و برنامه سازمان جهاد کشاورزی فارس

E-mail: smdranjbari1@gmail.com

[۲] اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس (E-mail: shajarish@gmail.com) و (E-mail: zare2790@yahoo.com)

آوری شد. مقایسه نتایج بدست‌آمده از بکارگیری مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی قطعی و فازی با الگوی کشت فعلی مزارع نشان داد که به دلیل تفاوت در یافته‌های دو مدل معرفی شده، انتخاب مدل قطعی یا فازی برای مسائل مشابه پیش از هرگونه تصمیم‌گیری برای بهینه سازی الگوی کشت مزارع مهم است. همچنین در این تحقیق روش‌های کم‌آبیاری محصولات زراعی به‌عنوان رشته فعالیت‌های مستقل در تعیین الگوهای بهینه کشت لحاظ شده است.

طبقه بندی JEL: Q61 ,Q13 ,Q01

واژه‌های کلیدی: الگوی بهینه کشت، برنامه ریزی آرمانی قطعی، برنامه ریزی آرمانی فازی، استان فارس

مقدمه

افزایش تولید، رشد درآمد کشاورزان و افزایش سطح رفاه خانوارهای روستایی از مهمترین اهداف توسعه در بخش کشاورزی است. آب و خاک، اساسی‌ترین منابع تولید کشاورزی و ثروت حقیقی کشور به شمار آمده و شیوه بهره برداری از آنها می‌تواند به افزایش یا کاهش این ثروت بیانجامد. برنامه ریزی تولید و مدیریت منابع در بخش کشاورزی، کاربرد منطقی و اقتصادی (بهینه) این منابع را به درستی تعیین نموده و مشخص می کند که کدام شیوه بهره برداری از منابع موجود و الگوهای به‌کاررفته، کاربرد موثرتری از منابع و شرایط موجود را سبب می گردد تا به حال کشاورزان (و جامعه روستایی) سودمندتر باشد. بنابراین تعیین الگوی بهینه‌ی کشت و بدست آوردن ترکیب مناسبی از محصولات که بتواند با صرف کمترین هزینه، بالاترین میزان بازدهی و بیشترین درآمد را برای زارع داشته باشد، از جمله مسائل اساسی در زمینه‌ی برنامه ریزی تولید محصولات کشاورزی است. چنین الگویی قادر است تا بالاترین میزان بازده را با توجه به محدودیت ها و شرایط موجود هر منطقه، عاید کشاورز نماید. بکارگیری روش‌های علمی و استفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی و مدل‌های ریاضی قادر است تا زارعین را در این راستا یاری رساند. برنامه‌ریزی تولید محصول در یک فصل خاص، هم به لحاظ اقتصادی و هم از نقطه نظر مدیریت منابع مسئله‌ای بسیار مهم است، زیرا یک زارع زمین محدود و سرمایه و منابع تولید محدودتر خود را در بین فعالیت‌هایی با کمترین میزان ریسک و بیشترین نرخ بازگشت اقتصادی توزیع و به کشت محصولات گوناگون اختصاص می‌دهد (ایتوه و دیگران، ۲۰۰۳). انتخاب الگوی بهینه کشت یکی از سیاست‌های رایج در بخش کشاورزی است. از طرفی اهداف تصمیم گیرندگان بخش کشاورزی نیز متعدد است، بنابراین نیاز به روشی برای منظور نمودن این اهداف می‌باشد، در این حالت

از روش برنامه ریزی آرمانی[1] استفاده می شود. این روش به سبب تلاش برای رسیدن به اهداف متعدد که گاهی هم در تضاد می باشند برای مدیران نسبت به روشهای دیگر برنامه ریزی اقتصادی کاربردی تر است. وجود ریسک و نبود قطعیت در فعالیت‌های اقتصادی بخش کشاورزی موجب می‌گردد تا داده‌های بکار رفته در پژوهش‌های مربوط به واحدهای کشاورزی بیشتر به صورت غیر قطعی، غیر دقیق و تا حدی متاثر از قضاوت‌های شخصی باشند (بیس واس و باران پال، ۲۰۰۵).

همچنین، مدل برنامه‌ریزی فازی به دلیل این که امکان دخالت دادن داده‌های غیردقیق و مبهم را در پارامترهای مدل به تصمیم گیرندگان می دهد، نسبت به مدلهای کلاسیک برنامه‌ریزی ریاضی (خطی، هدف و...) برای استفاده در مسائل بهینه سازی الگوی‌کشت محصولات زراعی دارای کاربرد و انعطاف پذیری بیشتری بوده و نتایج حاصل، قابل اعتمادتر می باشد (بیس واس و باران پال، ۲۰۰۵).

در این پژوهش سعی می‌گردد تا با ارائه روش‌های برنامه‌ریزی آرمانی و فازی الگوی کشت بهینه محصولات زراعی در شهرستان مرودشت، که عمده‌ترین منطقه تولید محصولات زراعی استان فارس می باشد، با توجه به قیود و محدودیت‌های پیش روی کشاورزان و مدیران تعیین شده و بهترین و مناسب ترین الگوی کشت بهینه با توجه به نظرات و خواست آنها و محدودیت منابع موجود انتخاب و معرفی گردد.

امینی فسخودی و همکاران (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای تحت عنوان تعیین الگوی بهینه بهره برداری در اراضی زراعی ناحیه شرق اصفهان به کمک رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی با در نظر گرفتن هدف‌های متعددی نظیر بیشینه سازی سطح زیر کشت، سود خالص، فرصت های اشتغال، کاهش هزینه ها و نیز حفاظت و پایداری منابع آب سعی در بهینه سازی سطح زیرکشت داشتند. در الگوی کشت بدست آمده در مقایسه با الگوی کشت فعلی، محصولاتی مانند برنج، یونجه، و چغندرقند حذف و سطح زیرکشت سیب زمینی و ذرت دانه ای افزایش می‌یابد. افزایش ارزش افزوده به میزان ۲۶/۲ و ۳۸/۲ درصد، ایجاد اشتغال به میزان ۱۵/۱ و۲/۲ درصد وهمزمان کاهش مصرف آب به میزان ۱۰/۷ و ۹/۷ درصد در دو دهستان مورد مطالعه در مقایسه با الگوی فعلی از نتایج دیگر این پژوهش بوده است. پاکدامن و نجفی (۱۳۸۸) در مطالعه موردی دشت نیلاب اصفهان به منظور تعیین الگوی بهینه کشت از روش های برنامه ریزی ریاضی چند هدفی قطعی و فازی استفاده نمودند. نتایج نشان داد که در کاربرد مدل های قطعی و فازی به ترتیب امکان افزایش ۴ و ۵۰ درصدی بازده برنامه ای نسبت به برنامه فعلی وجود دارد. همچنین اجرای این برنامه ها به ترتیب موجب افزایش اشتغال نیروی کار به میزان

[1] Goal programming

۳۱ و ۲۰ درصد می شود. به دلیل تفاوت در نتایج دو مدل معرفی شده، نتایج همچنین نشان می‌دهد که انتخاب مدل فازی یا قطعی برای مسائل مشابه پیش از هر گونه تصمیم گیری مهم است. اولیوریا وآنتونیس (۲۰۰۷)، در مقاله‌ای تحت عنوان مدل های برنامه ریزی خطی چند هدفه با ضریب های بازه‌ای، ضمن بحث پیرامون این مدل ها با ارائه روش هایی سعی در حل مدل های برنامه ریزی خطی بازه‌ای چند هدفه نموده‌اند. مدل‌ها این امکان را فراهم می‌آورند تا تصمیم گیرنده قادر به دخالت دادن شرایط ریسک و عدم قطعیت و داده‌های نادقیق در مدل‌های تصمیم گیری برنامه ریزی ریاضی باشد. نتایج حاکی از آن است که روش حل ارائه شده نسبت به روش های حل موجود دارای دقت بالاتری است. وایویکاناندان و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای برای تعیین الگوی بهینه کشت منطقه تحت امر بارنا[1] از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی استفاده نمودند. در این مطالعه سه مدل مختلف کشت بکار برده شد. اهداف شامل حداکثر سازی درآمد خالص، حداکثر سازی کالری و پروتئین و حداقل سازی زمین و آب بودند. نتایج نشان داد که با توجه به مقدار بالای درآمد خالص، پروتئین و کالری مورد نیاز برای جمعیت موجود منطقه تحت امر بارنا، الگوی کشت اول بعنوان الگوی کشت مناسب برای این منطقه برگزیده شد.

روش تحقیق

هدف از تعیین الگوی بهینه کشت[2]، انتخاب ترکیبی از محصولات برای کشت در یک واحد زراعی مشخص، با توجه به خصوصیات کشت محصولات مختلف، منابع خاک و آب در دسترس، نیروی انسانی، سرمایه، تجهیزات کشاورزی و موارد مشابه دیگر، به منظور بیشینه کردن سود آن واحد است (اسدپور و همکاران، ۱۳۸۴).

[1] Barna command area

[2] Optimum cropping pattern

جهت آشنایی با تکنیک‌های مختلف برنامه‌ریزی به کار رفته در این تحقیق در زیر به تشریح روش‌های مختلف برنامه ریزی قطعی شامل روش برنامه‌ریزی خطی قطعی و روش برنامه ریزی آرمانی (غیرخطی) قطعی، و روش‌های برنامه‌ریزی فازی شامل روش برنامه ریزی خطی فازی و روش برنامه ریزی آرمانی (غیرخطی) فازی پرداخته شده است.

مدل برنامه ریزی خطی قطعی

برنامه‌ریزی خطی، روشی در ریاضیات است که به پیدا کردن مقدار کمینه یا بیشینه از یک تابع خطی روی یک چندضلعی محدب می‌پردازد. این چند ضلعی محدب در حقیقت نمایش نموداری تعدادی محدودیت از نوع نامعادله روی متغیرهای تابع است. به بیان ساده‌تر به وسیله برنامه‌ریزی خطی می‌توان بهترین نتیجه (مثلاً بیشترین سود یا کمترین هزینه) را در شرایط خاص و با محدودیت‌های خاص به دست آورد. برنامه ریزی خطی می تواند در زمینه‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد ولی به طور عمده در موقعیت های تجاری و اقتصادی استفاده دارد. در دهه‌های اخیر در کشاورزی نیز برنامه‌ریزی ریاضی به ابزاری در جهت ایجاد یک تصویر اقتصادی سودمند برای برنامه‌ریزان تبدیل شده است. زیرا آنان در طول فصول مختلف کاشت همواره با محدودیت هایی مواجه هستند که آن را به صورت نامعادلاتی بیان می دارند که حل این نامعادلات با ماهیت برنامه ریزی ریاضی همخوانی دارد (هیزل و نورتون ترجمه فروتن، ۱۳۸۱).

ازمدل برنامه‌ریزی خطی می توان برای تعیین الگوی بهینه کشت استفاده کرد، که فرم استاندارد آن در حالت حداکثر سازی به صورت زیر است.

$$Z\Sigma = c_{\square} x_{\square} \quad (1)$$

s.t:

$$\sum a_{i\square} x_{\square} \leq b_i$$

$$x_{\square} \geq \square$$

$c_{\square}$: سود ناخالص پیش بینی شده برای یک واحد از $\square$ امین فعالیت مزرعه

$x_{\square}$: سطح زیرکشت $\square$ امین فعالیت مزرعه

$a_{i\square}$: مقدار i امین منبع لازم برای یک هکتار از محصول $\square$ ام

b_i : مقدار i امین منبع در دسترس

این مدل الگوی کشت را چنان به‌دست می‌آورد که بازده برنامه‌ای مزرعه با توجه به محدودیت‌های موجود حداکثر شود.

به طور کلی هر مدل برنامه ریزی خطی دارای دو قسمت اصلی، تابع هدف و ردیف های محدودیت است. تابع هدف در مدل‌های معمولی شامل متغیرهای تصمیم و پارامترهای مربوطه است. در برآورد الگوی کشت، متغیرهای تصمیم شامل سطح زیر کشت محصولات زراعی و سایر فعالیت هایی است که به صورت متغیر در مدل وارد می شوند. ضرایب این متغیرها نیز بازده برنامه ای هر هکتار از این محصولات و یا ضریب هزینه ای یا درآمدی مربوط به فعالیت‌ها است (هیزل و نورتون ترجمه فروتن، ۱۳۸۱).

مدل برنامه ریزی آرمانی قطعی

برنامه‌ریزی آرمانی از قدیمی‌ترین و معروف‌ترین روش‌های حل مسائل بهینه سازی چند هدفه است. این روش کمینه کردن مجموع قدر مطلق انحرافات از مقاصد مشخصی را مورد بررسی قرار می دهد. در این روش یک سلسله آرمان از طرف طراح مطرح می شود که این آرمان‌ها شامل تابع هدف نیز می شود، لذا تمام قیود وتابع هدف در محدودیت ها قرار می گیرد (دانشگر، ۱۳۸۹).

تابع هدف شامل به حداقل رساندن انحرافات از این آرمان ها است. در تابع هدف این مدل متغیر تصمیم وجود ندارد، اما درآن متغیرهای انحراف منفی n [1] و انحراف مثبت P [2] وجود دارد. انحراف منفی میزان دسترسی پایین تر و انحراف مثبت میزان دسترسی بالاتر از هدف مطلوب تعیین شده توسط مدیر را نشان می دهد. به‌طور کلی این مدل دارای دو تابع هدف می باشد که شامل کمینه کردن انحرافات منفی و مثبت هستند (دانشگر، ۱۳۸۹).

در مدل برنامه ریزی خطی، بازده برنامه ای به عنوان تنها هدف مدیر مزرعه و با در نظر گرفتن تعدادی از محدودیت‌ها (منابع) ومتغیرهای تصمیم (فعالیتها) حداکثر می شود، ولی همان طوری‌که قبلا نیز اشاره شد با توجه به تضادهای موجود در اهداف مسئولین بخش کشاورزی و کشاورزان لازم است از مدلی استفاده شود که بتواند این اهداف را بطور همزمان در نظر بگیرد. این اهداف شامل حفظ اشتغال، کاهش استفاده از منابع آب، افزایش بازده برنامه‌ای ویا اهداف دیگری می تواند باشد (دانشگر، ۱۳۸۹).

مدل برنامه ریزی آرمانی دارای مزایا و معایبی است. مزیت اصلی آن این است که با توجه به امکانات محدود، مدیر را قادر می سازد تا به اهداف خود در تولید دست یابد. یکی از معایب این روش آن است که اهداف در نظر گرفته شده حالت نظری داشته و با در نظر گرفتن دیدگاهها و نظرات مختلف مدیران پاسخ های متفاوتی نیز بدست خواهد آمد (دانشگر، ۱۳۸۹).

---

[1] Negative deviation

[2] Positive deviation

فرم کلی و تفاوت های مدل برنامه ریزی آرمانی قطعی با مدل برنامه ریزی خطی معمولی به شرح ذیل است:

اگر فرض کنیم q هدف ناسازگار با هم وجود داشته باشد در این صورت الگوی استاندارد برنامه ریزی آرمانی به صورت روابط ذیل می باشد (امینی فسخودی و دیگران، ۱۳۸۷):

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{q} w_i (d_i^- + d_i^+) \qquad (۲)$$

s.t:

$$f_j(x) + d_j^- - d_j^+ = b_j$$

$$f_i(x) \leq b_i$$

$$x, d_j^-, d_j^+ \geq 0$$

$$d_j^- \times d_j^+ = 0$$

$$\sum w_i = ۱$$

x : بردار توابع آرماني

w_i : وزن(درجه اهميت)آرمان iام

d_j^- : عامل نرمال سازي تابع هدف

$f_i(x)$: تابع هدف(آرمان)iام

$f_i(x)$: تابع محدوديت iام

b_j : مقدار آرماني براي هدف iام

b_iمنبع از موجودي مقدار : iام

d_j^- آرمان از منفي انحراف متغير :j ام

d_j^+ام jآرمان از مثبت انحراف متغير :

اهداف (آرمان‌های) در نظر گرفته شده برای شرایط مزرعه در این تحقیق عبارتند از حداکثر سازی سود ناخالص(بازده برنامه‌ای)، کاهش ریسک، کاهش مصرف آب، کاهش نقدینگی و حفظ اشتغال در وضعیت موجود، که ضرایب تابع هر یک از اهداف برای هر یک از محصولات با استفاده از اطلاعات پرسشنامه محاسبه شده است. شایان ذکر است که اهداف کاهش آب مورد نیاز وکاهش نقدینگی بدلیل اینکه وزن (درجه اهمیت) آنها در مدل صفر گردیده، در تابع هدف مدل وجود ندارند، اما این موضوع بدین مفهوم نیست که این اهداف در نظر گرفته شده دارای اهمیت نیستند، بلکه اهمیت این اهداف، احتمالاً در اهداف دیگر از جمله حداکثر سازی سود، تثبیت نیروی کار و کاهش ریسک گنجانده شده است.

در این تحقیق، علاوه بر در نظر گرفتن آبیاری کامل برای هر یک از محصولات گندم، آفتابگردان، چغندر قند، پیاز، کنجد، ذرت، هویج، برنج، کلزا، جو، گوجه فرنگی، یونجه و ارزن، برای بعضی از محصولات شامل گندم، آفتابگردان، پیاز، ذرت، جو و گوجه فرنگی ۲۱ سطح کاهش آبیاری (شامل ۲۰،۱۰ و۳۰ درصد کاهش مقدارآب) در مراحل سه گانه رشد محصول شامل مراحل رشد رویشی، گل‌دهی و تشکیل خوشه در نظر گرفته شده است. ۱۳۹ متغیر در مدل‌های مختلف این تحقیق بکار گرفته شده است.

مدل برنامه ریزی خطی فازی

در مدل برنامه ریزی خطی نوع تصمیم گیری، تصمیم گیری در شرایط قطعیت است . در این مدل ضرایب a و b و c اعداد قطعی هستند و علائم $\geq$ ، $=$ و $\leq$ نشانگر تساوی یا نامساوی قطعی می باشند و حداکثر یا حداقل بیانگر یک جمله امری قاطع می باشد. حال اگر قرار باشد تصمیم در محیط فازی اخذ گردد باید تعدیلاتی به صورت زیر در مدل برنامه‌ریزی خطی صورت گیرد:

اول، تصمیم گیرنده در محیط فازی ممکن است واقعاً نخواهد تابع هدف را حداکثر یا حداقل نماید، بلکه ممکن است بخواهد به یک سطح دلخواه که شاید به صورت قطعی قابل تعریف نباشد، دست یابد. مثل تابع هدف " افزایش بازده برنامه‌ای فعلی به طور قابل ملاحظه ای صورت گیرد".

دوم، محدودیت ها ممکن است به چندین صورت مبهم (نادقیق) باشد. مثلاً علائم $\geq$ ، $=$ و $\leq$ ممکن است به معنی بزرگتر یا مساوی، مساوی یا کوچکتر یا مساوی قطعی نباشند، بلکه انحراف کوچکی از آنها قابل قبول تلقی شود. همچنین ضرایب a و b و c می‌توانند شاخصهای فازی داشته باشند، چرا که یا طبیعت آنها و یا درک آنها فازی (مبهم) است.

سوم، نقش محدودیت ها می تواند متفاوت از برنامه ریزی خطی کلاسیک باشد که در آن انحراف کوچکی از هر یک از محدودیت ها منجر به جواب غیر موجه می شود. در محیط فازی، تصمیم گیرنده ممکن است انحرافات کوچک از محدودیت ها را قبول نماید، اما ضرایب اهمیت متفاوتی (قطعی یا فازی) به انحراف از محدودیت های مختلف دهد (آذر و فرجی، ۱۳۸۹).

بر این اساس می توان مدل برنامه ریزی خطی فازی را راهی برای رویارویی با این نوع ابهام ها (نادقیق بودن ها) دانست که بصورت زیر نشان داده می شود (آذر و فرجی، ۱۳۸۹).

$\square\square\square\ \lambda$ (۳)

s.t:

$f_j(x)-\square\ \square\ \geq b_j-\square\ \square$ محدودیت بزرگتر یا مساوی

$f_j(x)+\square\ \square\ \leq b_j+\square\ \square$ محدودیت کوچکتر یامساوی

$f_j(x) \leq b_j$ سایر محدودیت ها

$x \geq 0 \qquad 0 \leq \square \leq 1$

$f_j(x)$: مقدار محدودیت فازی بر حسب x

$\square_{\square}$: انحراف مجاز از محدودیت j ام

b_j : مقدار موجود j امین محدودیت

$$\square \leq \frac{f_j(x)-(b_j-\square_{\square})}{\square_{\square}}$$

برای محدودیت بزرگتر یا مساوی فازی

$$\square \leq \frac{(b_j+\square_{\square})-f_j(x)}{\square_{\square}}$$

برای محدودیت کوچکتر یا مساوی فازی

مدل برنامه ریزی آرمانی فازی یک آرمان با ارزش

نادقیق را » آرمان فازی » گویند و مساله برنامه‌ریزی آرمانی فازی با q آرمان نادقیق را می توان به صورت زیر نشان داد (آذر و فرجی، ۱۳۸۹) :

$$\square\square\square\square = \sum_{\square=1}^{\square} \square_{\square}\ \square_{\square}\ (\square_{\square} + p_i) \qquad (۴)$$

s.t:

$$\frac{f_j(x)-(b_j-\square_{\square})}{\square_{\square}} + \square_{\square}-\square_j = 1$$

تابع عضویت هدف حداکثر سازی

$$\frac{(b_j+\square_{\square})-f_j(x)}{\square_{\square}} + \square_{\square}-\square_{\square} = 1$$

تابع عضویت هدف حداقل سازی

$f_j(x) \leq b_j$ سایر محدودیت ها

$x, \square_{\square}, \square_{\square} \geq 0$

$\square_{\square} \times \square_{\square} = 0$

$\square_{\square}$: وزن مرتبط با j امین هدف

$\square_{\square}$: عامل نرمال سازي تابع هدف

$\square_{\square}$: حد تغییرات مجاز برای تابع هدف

$f_j(x)$: j امین هدف فازی

b_j : سطح آرمان مرتبط با j امین هدف

$\square_{\square}$: انحراف منفی از j امین هدف

□□: انحراف مثبت از j امین هدف

به منظور دست یابی به اهداف تحقیق در طراحی الگوی‌کشت از دو روش برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی استفاده شده است.

در طراحی الگوی کشت و با توجه به شرایط واقعی حاکم بر بخش کشاورزی اهداف مختلفی در نظر گرفته شده و به همین دلیل از روش برنامه ریزی چند هدفه قطعی و فازی استفاده شده است. برای تعیین الگوی کشت لازم است که اطلاعات درآمد و هزینه های جاری زارع مورد استفاده قرار گیرد و بر پایه مدل برنامه ریزی آرمانی فازی الگوی بهینه کشت محصولات مشخص شود.

روش گرد آوری اطلاعات

در این تحقیق اطلاعات و آمار مورد نیاز شامل مقادیر منابع تولید در زمانهای مختلف از جمله آب، کود، سم، ماشین آلات، نیروی کار، ضرایب و حدود بالا و پائین آرمانهای بازده برنامه‌ای، نیروی‌کار، ریسک و هزینه‌ها به‌روش عملیات میدانی و تکمیل پرسشنامه، با مراجعه به کشاورزان و کارشناسان و مدیران منطقه موردنظر جمع‌آوری گردید. در این تحقیق حسب مورد از اطلاعات نشریات مختلف آماری رسمی منتشر شده توسط وزارت جهاد کشاورزی و سازمان جهاد کشاورزی استان و تجربیات کشاورزان و کارشناسان خبره استفاده لازم به عمل آمد.

از آنجا که سطح اراضی بیشتر بهره برداران زراعی شهرستان مرودشت کوچک است به طوری که متوسط سطح اراضی بهره برداران زراعی شهرستان درحدود ۵ هکتار می باشد. درنتیجه در این مطالعه کل کشاورزان شهرستان بر اساس سطح زیر کشت محصولات زراعی، به ۴ گروه به شرح زیر تقسیم شده اند:

۱- کشاورزانی که سطح زیر کشت ۱ تا ۵ هکتار دارند.

۲-کشاورزانی که سطح زیر کشت ۵ تا ۱۰ هکتار دارند.

۳-کشاورزانی که سطح زیرکشت ۱۰ تا ۱۵ هکتار دارند.

۴-کشاورزانی که سطح زیر کشت بالاتر از ۱۵ هکتار دارند.

برای سنجش پایایی پرسشنامه ها از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شد. میزان آلفای بدست آمده چون بالاتر از ۰/۷ می باشد نشان می دهد که همبستگی درونی گویه ها زیاد است. برای ایجاد یک مزرعه نماینده در هر گروه، از متوسط مصرف نهاده ها و میزان محصول هر گروه به عنوان پارامترهای مدل استفاده شده است. بعد از تشکیل مزرعه نماینده، الگوی کشت برای هر گروه به طور مجزا بررسی شده است. پس از جمع آوری داده ها، با استفاده از نرم افزار What`s Best 10.0 اطلاعات مربوط به مزارع مدل سازی شده و سپس الگوی بهینه کشت به دو روش آرمانی قطعی و فازی برای هر یک از گروه های چهار گانه مذکور بدست آمده است.

نتایج و بحث

مقایسه نتایج مربوط به الگوی برنامه ریزی آرمانی با الگوی فعلی در گروه اول بهره برداران (کشاورزانی که سطح زیر کشت ۱ تا ۵ هکتار دارند) در جدول شماره (۱) نشان دهنده آن است که الگوی برنامه ریزی آرمانی مشابهت زیادی با الگوی فعلی دارد با این تفاوت

که محصول پیاز وارد مدل برنامه ریزی آرمانی شده و سطح گندم کاهش یافته است. زیرا مدل محصولاتی را انتخاب می نماید که

ضمن سودآور بودن، سایر اهداف مانند حفظ اشتغال و کاهش مصرف آب را در مدل لحاظ می نمایند. مقایسه الگوی برنامه ریزی فازی با الگوی فعلی نشان می دهد که درمدل برنامه ریزی فازی محصولات پیاز و جو وارد مدل شده و سطح گندم و برنج کاهش یافته است.نکته مهم این است که نتایج دو مدل قطعی و فازی در مزارع کوچک (حدود ۳ هکتار) تفاوت چندانی با الگوی‌کشت فعلی ندارد که این نکته موید نظریه حداکثر کارایی این مزارع بوده و اینکه در این‌گونه مزارع از نهاده‌ها به نحو مطلوبی استفاده می‌شود. در مدل آرمانی مقادیر انحراف از مقدار مطلوب (انحراف منفی از مقدار مطلوب بازده برنامه‌ای و انحراف مثبت از مقدار مطلوب ریسک) اعداد نسبتاً بزرگی بدست آمده که نشان دهنده عدم تحقق این اهداف می‌باشد. مقادیر سایر متغیرهای تصمیم در الگوی کشت فعلی و الگو-های آرمانی و فازی صفرگردیده است.

اگرچه الگوی برنامه ریزی فازی الگوی پرخطرتری نسبت به دوالگوی فعلی وآرمانی می‌باشد، اما هدف افزایش بازده برنامه‌ای را بیشتر محقق نموده است. از نظر مقدار آب مصرفی نیز در این گروه از بهره برداران تفاوت چندانی بین الگوهای مختلف کشت مشاهده نمی‌شود.

جدول (۱). مقایسه اهداف بازده برنامه‌ای، اشتغال و ریسک در الگوهای مختلف کشت در گروه اول

نوع الگو	بازده برنامه ای(تومان)		نیروی کار (نفرروزکار)	ریسک(واریانس‌درآمد)		مقدار آب مصرفی (متر مکعب)
	مقدار(تومان)	درصد افزایش یاکاهش		مقدار	درصد افزایش یاکاهش	
الگوی فعلی	۱۱۳۲۸۱۸۰	۰	۲۱۲	۱۱۴۹۱۴۲۰۱۲	۰	۹۶۸۳۴/۶۵
الگوی برنامه ریزی آرمانی	۱۱۳۲۸۲۰۸	۰/۰۰۰۰۲	۲۱۲	۱۱۴۹۸۲۷۷۵۵	۰/۰۴	۹۶۸۳۵/۰۸
الگوی برنامه ریزی فازی	۱۱۳۲۸۲۵۱	۰/۰۰۰۰۶	۲۱۲	۱۱۴۹۹۷۳۹۵۱	/۰۷	۹۶۸۳۴/۹۰

ماخذ: محاسبات تحقیق

مقایسه نتایج مربوط به الگوی برنامه ریزی آرمانی با الگوی فعلی در گروه دوم بهره برداران (کشاورزانی که سطح زیرکشت آنها بین ۵ تا ۱۰هکتار می‌باشد) در جدول شماره (۲) نشان دهنده آن است که در الگوی برنامه ریزی آرمانی سطح زیرکشت گندم، ذرت، برنج ویونجه کاهش یافته است. همچنین محصولاتی که در این مدل وارد الگوی کشت گردیده‌اند عبارتند از: آفتابگردان، جو، ارزن، سطوح مختلف کم‌آبیاری گندم، سطوح مختلف کم‌آبیاری جو، ذرت با ۳۰ درصد کاهش آبیاری درمرحله تشکیل خوشه و ۲۰ درصد کاهش آبیاری درمراحل گل‌دهی و تشکیل خوشه، گوجه فرنگی با ۱۰ درصد کاهش آبیاری درمرحله تشکیل خوشه، ۳۰ درصد کاهش آبیاری درمرحله گل‌دهی، ۱۰ درصد کاهش آبیاری در مراحل رشد رویشی و تشکیل خوشه، ۳۰ درصد کاهش آبیاری در مراحل رشد رویشی و تشکیل خوشه و۳۰ درصد کاهش آبیاری درمراحل رشد رویشی، گل‌دهی و تشکیل خوشه. مقایسه الگوی برنامه ریزی فازی با الگوی فعلی در گروه دوم نشان می دهد که درمدل برنامه ریزی فازی سطح گندم، ذرت، برنج و یونجه کاهش یافته است. ولی محصولات پیاز، کنجد، جو، گندم با ۲۰ درصد کاهش آبیاری در مرحله تشکیل خوشه، ۲۰ درصد کاهش آبیاری درمراحل رشد رویشی وگل‌دهی، ۳۰ درصد کاهش آبیاری در مراحل رشد رویشی و تشکیل خوشه، ۲۰درصد کاهش آبیاری درمراحل رویشی، گل‌دهی و تشکیل خوشه، ۳۰ درصد کاهش آبیاری در مراحل رویشی، گل‌دهی و تشکیل خوشه. و ۱۵ سطح کم آبیاری جو وارد مدل شده‌اند. مقادیر سایر متغیرهای تصمیم در الگوی کشت فعلی و الگوهای آرمانی و فازی صفر گردیده است.

الگوی برنامه ریزی آرمانی در گروه دوم اهداف تحقیق را صد در صد محقق نموده در حالی که الگوی برنامه ریزی فازی الگوی پرخطرتری نسبت به دوالگوی فعلی وآرمانی می‌باشد. از نظر مقدار آب مصرفی در این گروه از بهره برداران کمترین مقدار مصرف آب در الگوی کشت برنامه ریزی فازی دیده می‌شود.

جدول (۲). مقایسه اهداف بازده برنامه‌ای، اشتغال و ریسک درالگوهای مختلف کشت در گروه دوم

نوع الگو	بازده برنامه ای		نیروی کار (نفروزکار)	ریسک(واریانس‌درآمد)		مقدار آب مصرفی (مترمکعب)
	مقدار(تومان)	درصد افزایش یاکاهش		مقدار	درصد افزایش یاکاهش	
الگوی فعلی	۷۴۵۰۱۷۱	۰	۲۴۰	۳۳۹۶۷۷۹۸۰۳۵	۰	۱۷۱۲۴۹/۹۳
الگوی برنامه ریزی آرمانی	۸۱۹۵۱۸۸	۱۰	۲۴۰	۳۰۵۷۱۰۱۸۳۷۲	-۱۰	۱۶۶۶۹۳/۰۵
الگوی برنامه ریزی فازی	۸۱۹۵۱۸۸	۱۰	۲۳۲	۶۵۶۳۸۱۹۳۰۰۰	۹۳	۱۵۹۰۰۰/۵۰

ماخذ: محاسبات تحقیق

مقایسه نتایج مربوط به الگوی برنامه ریزی آرمانی با الگوی فعلی در گروه سوم بهره برداران (کشاورزانی که سطح زیرکشت ۱۰ تا ۱۵ هکتار دارند) در جدول شماره (۳) نشان‌دهنده آن است که در الگوی برنامه ریزی آرمانی سطح زیرکشت گندم و ذرت کاهش یافته و

سطح ارزن افزایش یافته است. همچنین محصولات پیاز، کنجد، گندم با ۳۰ درصد کاهش آبیاری در مراحل رشد رویشی وتشکیل خوشه، جو با ۳۰ درصد کاهش آبیاری در مراحل گل‌دهی وتشکیل خوشه و جو با ۳۰ درصد کاهش آبیاری در مراحل رشد رویشی، گل‌دهی وتشکیل خوشه وارد مدل شده است.

مقایسه الگوی برنامه ریزی فازی با الگوی فعلی نشان می دهد که درمدل برنامه ریزی فازی سطح زیرکشت گندم و ذرت کاهش یافته و سطح زیرکشت ارزن افزایش یافته است. همچنین محصولات پیاز، کلزا، جو، گندم با ۳۰ درصد کاهش آبیاری در مراحل رشد رویشی وگل‌دهی وگندم با ۳۰ درصد کاهش آبیاری در مراحل رشد رویشی وتشکیل خوشه وارد مدل شده است. مقادیر سایر متغیرهای تصمیم در الگوی کشت فعلی و الگوهای آرمانی و فازی صفر گردیده است.

جدول (۳). مقایسه اهداف بازده برنامه‌ای،اشتغال و ریسک درالگو های مختلف کشت در گروه سوم

نوع الگو	بازده برنامه ای(تومان)		نیروی کار (نفرروزکار)	ریسک(واریانس‌درآمد)		مقدار آب مصرفی (مترمکعب)
	مقدار	درصد افزایش یا کاهش		مقدار	درصد افزایش یا کاهش	
الگوی فعلی	۴۳۷۱۶۵۲	۰	۲۳۲	۹۶۱۳۹۷۳۰۲۶۷	۰	۲۱۲۶۰۲/۷۳
الگوی برنامه ریزی آرمانی	۴۸۰۸۸۱۸	۱۰	۲۳۲	۸۶۵۲۵۷۵۷۴۳۵	-۱۰	۱۹۸۶۲۸/۹۴
الگوی برنامه ریزی فازی	۵۰۸۵۸۵۱	۱۶/۳	۲۳۲	۶۵۴۲۹۳۸۹۴۵۶	-۳۲	۲۰۱۶۲۰/۹۷

ماخذ: محاسبات تحقیق

الگوی برنامه ریزی فازی الگوی کم خطرتری نسبت به دو الگوی فعلی وآرمانی می‌باشد، این الگو اهداف افزایش بازده برنامه‌ای و کاهش ریسک را بیش از صد در صد تامین می‌نماید. از نظر مقدار آب مصرفی در این گروه از بهره برداران کمترین مقدار مصرف آب در الگوی کشت برنامه ریزی آرمانی دیده می‌شود.

مقایسه نتایج مربوط به الگوی برنامه ریزی آرمانی با الگوی فعلی در گروه چهارم بهره برداران (کشاورزانی که سطح زیرکشت بالاتر از ۱۵هکتار دارند) در جدول (۴) نشان دهنده آن است که در الگوی برنامه ریزی آرمانی سطح زیرکشت گندم، چغندر، کنجد، ذرت و هویج کاهش یافته، سطح زیرکشت پیاز افزایش یافته وآفتابگردان بدون تغییر باقی مانده است. همچنین محصولاتی که در این مدل وارد الگوی کشت گردیده‌اند عبارتند از: سه سطح مختلف کم‌آبیاری گندم، یک سطح کم آبیاری پیاز و سه سطح مختلف کم‌آبیاری جو.

مقایسه الگوی برنامه ریزی فازی با الگوی فعلی در گروه چهارم نشان می دهد که درمدل برنامه ریزی فازی سطح زیرکشت گندم، آفتابگردان، چغندرقند، کنجد و هویج کاهش یافته و سطح زیرکشت پیاز و ذرت افزایش یافته است، همچنین محصولات گندم

با ۲۰ درصد کاهش آبیاری در مرحله رشد رویشی، گندم با ۱۰ درصد کاهش آبیاری درمراحل گل‌دهی وتشکیل خوشه و جو با ۲۰ درصد کاهش آبیاری در مرحله تشکیل خوشه وارد مدل شده‌اند. سایر متغیرهای تصمیم در الگوی کشت فعلی و الگوهای آرمانی و فازی صفر گردیده است.

جدول (۴). مقایسه اهداف بازده برنامه‌ای،اشتغال وریسک درالگو های مختلف کشت در گروه چهارم

نوع الگو	بازده برنامه ای		نیروی کار (نفروزکار)	ریسک(واریانس‌درآمد)		مقدار آب مصرفی (مترمکعب)
	مقدار(تومان)	درصد افزایش یاکاهش		مقدار	درصد افزایش یاکاهش	
الگوی فعلی	۳۰۴۰۳۹۲۱	۰	۸۲۶	۱۷۹۴۷۴۰۰۰۰۰۰	۰	۶۳۵۰۳۲
الگوی برنامه ریزی آرمانی	۳۳۴۴۴۳۱۴	۱۰	۸۳۴	۱۶۱۵۲۷۰۰۰۰۰۰	-۱۰	۶۰۲۸۴۹
الگوی برنامه ریزی فازی	۳۷۳۵۳۶۲۳	۲۳	۸۴۸	۲۷۳۲۳۰۰۰۰۰۰۰	۵۲	۶۱۰۳۳۳

ماخذ: محاسبات تحقیق

در این گروه مدل برنامه ریزی آرمانی قطعی اهداف در نظر گرفته شده را صد در صد محقق نموده است در حالیکه الگوی برنامه ریزی فازی الگوی پرخطرتری نسبت به دو الگوی فعلی وآرمانی می‌باشد.

از نظر مقدار آب مصرفی در این گروه از بهره برداران کمترین مقدار مصرف آب در الگوی کشت برنامه ریزی آرمانی دیده می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج دو مدل آرمانی و فازی درگروه اول یا مزارع کوچک (حدود ۳ هکتار) تفاوت چندانی با الگوی کشت فعلی ندارد که این نکته موید نظریه حداکثر کارایی این مزارع بوده و اینکه در این گونه مزارع از نهاده ها به نحو مطلوبی استفاده می شود.

الگوی برنامه ریزی آرمانی درگروه دوم اهداف تحقیق را ۱۰۰ درصد محقق نموده است در حالی که الگوی برنامه ریزی فازی الگوی پرخطرتری نسبت به دوالگوی فعلی وآرمانی می باشد.

در گروه سوم بهره برداران الگوی برنامه ریزی فازی اهداف افزایش بازده برنامه ای و کاهش ریسک را بیشتر تامین می نماید ضمن اینکه مقدار آب مصرفی را نیز به میزان ۵ درصد کاهش می دهد.

در گروه چهارم بهره برداران نیز مدل برنامه ریزی آرمانی اهداف در نظر گرفته شده را ۱۰۰ درصد محقق نموده است و مقدار آب مصرفی را نیز به میزان ۵ درصد کاهش می دهد در حالی که الگوی برنامه ریزی فازی الگوی پرخطرتری نسبت به دو الگوی فعلی و آرمانی می باشد.

در نتیجه با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه می‌توان گفت که انتخاب نوع مدل از لحاظ آرمانی یا فازی بودن به شرایط مسئله مورد بررسی بستگی دارد. مهم انتخاب مدلی است که بیشترین سازگاری را با شرایط مورد نظر نشان دهد. این امر اختلاف الگوی بهینه مدل های آرمانی و فازی را نشان می دهد.

روش های برنامه ریزی آرمانی و فازی بکار رفته در این تحقیق توانایی خود را به عنوان معیاری برای تعیین الگوی کشت نشان دادند. مدل برنامه ریزی فازی به دلیل این که امکان دخالت دادن داده های نادقیق و ناروشن را در پارامترهای مدل، به تصمیم گیرندگان می دهد، نسبت به مدل های کلاسیک برنامه ریزی به دلیل وجود ریسک بالای این بخش و وجود داده های نادقیق، دارای کاربرد بیشتری بوده و نتایج بدست آمده قابل اعتمادتر است.

باتوجه به ضرورت حفظ منابع آبی، در الگوهای بهینه کشت پیشنهادی در این تحقیق زمینه استفاده بهینه از منابع آبی ازطریق بکارگیری روش های کم آبیاری فراهم شده است.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان پیشنهادهای زیر را مطرح نمود:

۱- افزایش نسبی در بازده برنامه ای در مدل های برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی نشان دهنده آن است که الگوی فعلی زارعین با الگوی بهینه کشت فاصله دارد. بنابراین لازم است با اجرای برنامه های ترویجی و بکار گیری الگوی بهینه کشت در راستای اصلاح الگوی کشت زارعین اقدام نمود.

۲- مدل های برنامه ریزی آرمانی و فازی برای تصمیم گیرندگان در جهت دستیابی به اهداف متعدد و متضاد که رسیدن به آنها بطور همزمان مشکل می باشد می تواند مورد استفاده قرار گیرد. لذا پیشنهاد می شود با توجه به کمبود منابع تولید، الگوی کشت بهینه با استفاده از مدل های مذکور در سطح هر یک از دشت های استان فارس و کشور تعیین شود.

۳- مدل برنامه ریزی فازی به دلیل اینکه در شرایط غیر دقیق بودن پارامترها که ناشی از طبیعت محیط تصمیم گیری در کشاورزی است، نسبت به مدل برنامه ریزی قطعی از کارایی بیشتری برخوردار است. لذا توصیه می شود در تعیین الگوی کشت مزارع از این مدل استفاده شود.

۴- با توجه به وضعیت منابع آب در منطقه مرودشت و خشکسالی های متعدد، سیاست گذاران و تصمیم گیرندگان بایستی در به کارگیری روش های کم آبیاری توصیه شده توسط مدل های برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی اقدام لازم را به عمل آورند.

منابع

۱- آذر ع. و ح. فرجی(۱۳۸۹) علم مدیریت فازی، چاپ چهارم، موسسه کتاب مهربان نشر، تهران.

۲- اسدپور ح. خلیلیان ص. و غ پیکانی (۱۳۸۴) نظریه وکاربرد مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی فازی در بهینه‌سازی الگوی کشت، *اقتصاد کشاورزی و توسعه، ویژه‌نامه کارایی و بهره‌وری*، (۱۳): ۳۲۸-۳۰۷.

۳- اکبری ن. و م. زاهدی کیوان (۱۳۸۶) منطق فازی و کاربرد آن در یافتن الگوی مناسب کشت محصولات زراعی در یک مزرعه (رهیافت : برنامه ریزی چند هدفه فازی)، *مقالات برگزیده ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد مقدس*، ۱(۲) : ۵۰-۳۱.

۴- امینی فسخودی ع. و ه. نوری و ر. حجازی(۱۳۸۷) تعیین الگوی بهینه بهره برداری در اراضی زراعی ناحیه شرق اصفهان به کمک رهیافت برنامه ریزی آرمانی، *اقتصاد کشاورزی*، ۲(۴): ۱۹۷-۱۷۷.

۵- پاکدامن م. و ب. نجفی(۱۳۸۸) کاربرد برنامه ریزی ریاضی چند هدفی قطعی و فازی در تعیین الگوی بهینه کشت(مطالعه ی موردی دشت نیلاب در استان اصفهان)، *مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۱(۲): ۱۳۹-۱۲۱.

۶- دانشگر ح. (۱۳۸۹) تعیین مزیت نسبی تولید وکاربرد مدل برنامه‌ریزی آرمانی در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی، مطالعه موردی بخش مرکزی شهرستان دشتستان استان بوشهر، *پایان نامه کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی ارسنجان*.

۷- سازمان جهاد کشاورزی استان فارس(۱۳۸۹)، سیمای کشاورزی شهرستان های استان فارس.

۸- شجری ش. و ج. ترکمانی(۱۳۸۶) تناسب شبیه سازیهای تصمیم گیری چند معیاری به منظور بررسی تقاضای آب آبیاری: مطالعه موردی حوضه آبریز درودزن در استان فارس، *اقتصاد و کشاورزی*، ۱(۳): ۳۴۵-۳۳۱.

۹- کهنسال م. و ف. محمدیان، و ه. منصوری(۱۳۸۶) کاربرد برنامه‌ریزی آرمانی فازی در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی، *مقالات برگزیده ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد مقدس*، ۱(۲): ۱۸۳-۱۶۹.

۱۰- هیزل پ.ا. و ر. د. نورتون (۱۳۸۱) برنامه‌ریزی ریاضی برای تحلیل اقتصادی در کشاورزی، مترجم رامین فروتن، انتشارات ابجد تهران.

11- Biswas A. and B.B . Pal (2004) Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agricultural system, *omega, the international journal of management science*.33(5):391-398.

12- Itoh T. and H. Ishii and T. Nanseki (2003) Model of crop planning under uncertainty in agricultural management ,*international journal of production economics* .81-82:555-558.

13- Narasimhan R. (1980) Goal programming in a fuzzy environment, *decision science* , 11: 325-336.

14 -Oliveira C. and C.A. Henggeler (2007) Multiple objective linear programming models with interval coefficients – an illustrated overview, *European Journal of Operational research*, 181(3): 1434-1463.

15- Shajari, S. (2009) A system approach for analyzing alternative water policies on enhancing irrigation water management doroodzan dam irrigated areas. *Ph.D. thesis. Shiraz university* , Shiraz, Iran.

16- Vivekanandan, N. and K. Viswanathan and S. Gupta (2009) Optimization of cropping pattern using goal programming approach, *Operational Research Society of India*, 46(3) : 259-274.

Determination of Optimal Cropping Pattern in Fars province (A Case Study of Marvdasht county)

*S. Ranjbari, S. Shajari and E. Zare**

Abstract

In order to optimal use of scarce sources in the agriculture fields, it is essential to have the optimum cropping pattern under the constraint conditions of resources. In the present study, the goal programming and fuzzy goal programming models are applied in order to estimate the optimal cropping pattern. The objectives of the model are Total Gross Margin (TGM), labor stability, risk minimization and water consumption minimization. In the goal programming, the deviation rate from the objectives is measured. Whereas in the fuzzy goal programming, the intersection of objectives and constraints is determined.

In this study, 60 farmers data are obtained by using the two stages cluster sampling from Doroodzan, Kamfirooz and central districts of Marvdasht county in 1388-89 agricultural year, and all data was collected by the operational method via the questionnaires completion.

The obtained results from applying the goal programming and fuzzy goal programming are compared with the existing cropping pattern. The results of this study indicated that due to the difference between results of two models,

* Expert of agriculture organization in Fars province and faculties of agriculture and natural resources research center in Fars province.

E-mail: smdranjbari1@gmail.com

the selection between the goal programming and fuzzy goal programming for similar issues is important before making any decision about the optimal cropping pattern. Also this study makes available the way for applying deficit irrigation levels in Optimum cropping pattern.

JEL Classification: Q01, Q13, Q61

Keywords*: Optimum cropping pattern, Goal programming, Fuzzy goal programming, Fars province.*