تعیین الگوی زارعی درجهت کشاورزی پایدار، با استفاده از برنامه‌ریزی کسری فازی با اهداف چندگانه (مطالعه موردی: شهرستان پیرانشهر)

امید زمانی[1]، محمود صبوحی صابونی[2*] و هیمن نادر[3]

تاریخ دریافت : 89/3/28 تاریخ پذیرش : 89/10/20

1- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

2- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل

3- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل

[*] مسئول مکاتبه Email: msabouhi39@yahoo.com

چکیده

در این مطالعه الگوی بهینه کشت شهرستان پیرانشهر در استان آذربایجان‌غربی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری چندمعیاره فازی براساس داده‌های مقطعی سال زراعی 1387-1386 با اهداف کشاورزی پایدار تعیین گردید. اطلاعات مورد نیاز این پژوهش با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی دومرحله‌ای از طریق تکمیل 600 پرسش‌نامه از سطح 60 روستای شهرستان پیرانشهر به دست آمد. نتایج نشان داد که الگوی بهینه کشت با استفاده از برنامه‌ریزی کسری چندهدفه فازی برای دست‌یابی به پایداری با الگوی فعلی کشت اختلاف زیادی دارد. افزون بر این نتایج حاصل از شاخص‌های پایداری (نسبت درآمد ناخالص به استفاده از کودهای شیمیایی و سموم مختلف) نشان از اهمیت هدف و یا حداقل کردن این نهاده در جهت پایداری داشت. شاخص‌های پایداری به ترتیب برای نهاده‌های سموم شیمیایی قارچ‌کش، علف‌کش، حشره‌کش، کودهای ازته و فسفاته بدست آمد. با توجه به یافته‌ها، اهمیت حذف و یا حداقل کردن نهاده سم شیمیایی قارچ‌کش بیشتر از سایر نهاده‌ها بود.

واژه‌های کلیدی: الگوی بهینه کشت، برنامه‌ریزی کسری با اهداف چندگانه، کشاورزی پایدار، شهرستان پیرانشهر

Determining Cropping Pattern Corresponding Sustainable Agriculture by Using Multi-objective Fuzzy Fractional programming: a Case of Piranshahar City

O Zamani1[1], M Sabouhi Saboni[2*] and H Nader[3]

Received : 18 June 2010 Accepted : 10 January 2011
[1] MSc Student of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modarres, Tehran, Iran
[2]Assistance Prof, Dept of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture,University of Zabol, Zabol, Iran
[3] MSc Student of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
* Corresponding author : Email: msabouhi39@yahoo.com

Abstract

In this study the optimal cropping pattern for Piranshahr- one of western Azarbaijan's cities- was determined using Multi-objective Fuzzy Fractional Programming with the aim of moving toward sustainable agriculture. The cross section data of 2007-2008 were used for our analysis. Data were gathered through filling out 600 questionnaires from 60 villages of Piranshahr city by using two-stage random sampling method. The results showed that the optimal cropping pattern using the Multi-objective Fuzzy Fractional Programming to achieve sustainability is different with the current cropping pattern. Moreover, the results of the stability indices (ratio of gross income to the use of chemical fertilizers and pesticides) showed the significance of this goal was built for sustainability. Sustainability indices determined for chemical pesticides fungicides, herbicides, insecticide, nitrogen, phosphate and fertilizer. Results indicate that elimination or minimization of chemical pesticides and fungicides is more important than other inputs.

Keywords: Multi-objective fractional programming, Optimal cropping pattern, Piranshahr city, Sustainable agriculture

مقدمه

لغت پایدار برشرایط یکنواخت و با ثبات دلالت دارد. شرایط یکنواخت افق‌های دور دست را در برمی‌گیرد. عدم شناخت و اطلاعات کافی و فقدان تفاهم در مورد منابع، آب و هوای جهان و تنوع آن، تکنولوژی آینده، نقش مردم در کشاورزی و رابطه کشاورزی با محیط باعث شده که پیش‌بینی در رابطه با آینده کشاورزی مشکل باشد. کشاورزی پایدار نوعی کشاورزی است که در جهت منافع انسان بوده، کارایی بیشتری در استفاده از منابع داشته و با محیط در توازن است. به عبارتی کشاورزی پایدار باید از نظر اکولوژیکی مناسب، از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر، از نظر اجتماعی مطلوب و از نظر فرهنگی مورد قبول و قابل اجرا باشد (کهنسال و فیروز زارع 1387). همچنین کشاورزی پایدار نیازمند تعهد و تغییر ساختارهای عمومی سیاسی، نهادهای دولتی، هنجارها و ارزش‌های اجتماعی و فرهنگی است. به

بیانی دیگر، می‌توان گفت که کشاورزی پایدار به معنای استفاده از مناسب‌ترین روش تولید، مطابق با اکوسیستم‌های طبیعی و همچنین با بیشترین میزان تولید، در کشاورزی است، در حالی که در کشاورزی تجاری برای نیل به اهداف تولید کوتاه مدت از نهاده-های کشاورزی به طور بی‌رویه استفاده می‌شود. این نهاده‌ها شامل کود، سم، زمین، آب، نیروی کار، سرمایه و فناوری است که استفاده‌های بی‌رویه از هر کدام، ناهنجاری‌هایی را به دنبال دارد. با افزایش روزافزون جمعیت و نیازهای فراوان آنان از جمله غذا، کشاورزی به روش‌های ابتدایی و سنتی با بازدهی کم، دیگر جوابگو نیست. در طی سال‌های گذشته با قطع درختان جنگلی و از بین بردن مراتع، سطح زیرکشت زمین‌های زراعی افزایش و با استفاده از تکنولوژی‌های صنعتی و روش‌های نوین کشاورزی تا حدودی این نیازها برآورده شده است. به کارگیری روش‌های شیمیایی و مکانیکی هر چند توانست کشاورزی را رونق دهد، ولی جاذبه‌های منافع کوتاه مدت کشاورزی تجاری به سیستم حساس و آسیب‌پذیر خاک، این اجازه را نداد که بگوید: چه مدت می‌توان از این روش کشاورزی استفاده کرد (کروز 2004). در کشاورزی تجاری با استفاده بی رویه و نامتعادل از کودها و سموم که تخریب خاک و از بین رفتن موجودات خاکزی را در پی داشت، توان تولید و حاصلخیزی خاک کاهش یافته و نتیجه این روش کشاورزی، پایین آمدن کیفیت محصولات می‌باشد (ساد 2007).

به طور کلی باید گفت: کشاورزی پایدار از اهدافی است که باید هر چه سریعتر به آن دست یافت و با استمرار آن نیاز به مواد شیمیایی گران و مخرب را کمتر کرد و با حفاظت از محیط زیست، موجودات و سلامتی جوامع زیستی از طریق برنامه ریزی دقیق، کشاورزی پایدار را حاصل نمود تا نسل‌های آینده بتوانند از شرایط مناسب محیطی برخوردار شوند و از نعمت‌های آن بهره جویند.

با توجه به عوامل و متغیرهایی نظیر ویژگی‌های خاص الگوی زراعی، تناوب زراعی، تقویم عملیات‌های زراعی، تقویم آبیاری محصولات مختلف رایج، طیف وسیع ترکیبات کشت نباتات زراعی، محدودیت زمین-های قابل کشت و رقابت جدی محصولات در کسب آب مورد نیاز، بهترین روشی که دربر گیرنده اطلاعات فوق برای بررسی رفتارهای زارعین و ارائه راههای بهینه سازی این فعالیت‌ها باشد، الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی است (باقریان و همکاران 1386). 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 ظرفیت‌های موجود و قابل دسترس، بخشی از نیازهای منطقه‌ای و ملی را نیز پاسخگو باشد. طراحی الگوی کشت، فرآیندی پیچیده و متأثر از عوامل متعدد و متنوعی است که بررسی آن طراح الگو را ملزم به جمع‌آوری انبوهی از داده‌ها و اطلاعات می‌نماید (سالیانی 1375). در بسیاری از کارهای عملی، بهینه کردن نسبت معیارها از بهینه نمودن هر معیار به تنهایی دید و بینش بهتری ارائه می-کند. برنامه‌ریزی کسری معمولی‌ترین برنامه‌ریزی ریاضی با اهداف نسبتی است. موارد کاربرد تکنیک‌های برنامه‌ریزی کسری با موارد کاربرد برنامه‌ریزی خطی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره[1] (MCDM) یکسان است. به منظور مطالعه کارایی نسبی و زمینه پایداری کشاورزی، برنامه‌ریزی کسری بسیار کاراتر از سایر روش‌ها عمل می‌کند. همچنین برخی مواقع تصمیم‌گیران در شرایط واقعی با تصمیم بهینه کردن نسبت‌های دارایی به فروش، هزینه واقعی به هزینه استاندارد، میزان تولید به استخدام نیروی کار مواجهند که در این موارد نیز استفاده از برنامه‌ریزی کسری روشی مناسب خواهد بود (کهنسال و فیروز زارع 1387). مسائل برنامه‌ریزی کسری خطی چندهدفه[2] (MOLFP)، در مطالعات زیادی مطرح شده است. به دلیل مشکل بودن محاسبات، این نوع از برنامه‌ریزی به یک تابع کسری[3] (FP) تبدیل و سپس می‌توان از روش بیتران و نواس (1973) و چانز و کوپر (1962)، استفاده کرد. عدم قطعیت شرایطی از اطلاعات استفاده از

[1] Multi Criteria Decision Making
[2] Multi Objective Linear Fractional Programming
[3] Fractional Programming

سیستم فازی را توجیه می‌کند. در واقع می‌توان گفت مدل (MOLFP) با داده‌های فازی بازسازی شده است (دوران، 2008). بلمن و زاده (1970) مدل‌های تصمیم فازی را معرفی کردند. ساکاوا و کاتو (1988) به معرفی راهکار فازی برای حل مسائل برنامه‌ریزی کسری خطی چندهدفه پرداختند. همچنین داتا و همکاران (1993 و 1992)، و هیتوسی و تاکاهاشی (1981)، به حل مسائل برنامه‌ریزی کسری خطی چندهدفه فازی پرداختند. یک راهکار برنامه‌ریزی آرمانی برای مسائل برنامه‌ریزی کسری فازی چند هدفه بوسیله پال و همکاران (2007) معرفی شد. همچنین دوران تکساری (2008) سری تیلور را با استفاده از برنامه‌ریزی کسری خطی چندهدفه فازی حل کرد.

گوپتا و همکاران (2000)، در مطالعه‌ای الگوی بهینه کشت را با توجه به عملیات سامانه های ذخیره آب، تعیین کردند . این سامانه ابتدا شبیه‌سازی شد و سپس تجزیه و تحلیل بر روی آن صورت گرفت. افق زمانی در نظر گرفته شده برای شبیه سازی عملیات ماهانه سامانه‌های ذخیره آب بر اساس اطلاعات سی سال گذشته بوده است. سینگ و همکاران (2001) از مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده کردند تا الگوی بهینه کشت را با هدف حداکثر کردن درآمد خالص در منطقه-ای از پاکستان برآورد نمایند، که در این مدل، میزان زمین و حداقل کشت گندم و برنج برای نیازهای غذایی کشاورزان به عنوان محدودیت‌های مدل در نظر گرفته شده‌اند که براساس نتایج حاصله، سودآورترین کشت منطقه، کشت محصول گندم تعیین گردید. کروز (2004)، در بررسی بخش انرژی کلمبیا، با استفاده از یک برنامه سیستمی برای دسترسی به پایداری بخش انرژی، روابط میان سیاستگذاری‌های بخش‌های مختلف و نوع تعامل بین بخشی جهت دستیابی به این پایداری را تشریح کرد. دانشور و همکاران (2009)، الگوی کشت بهینه با هدف کاهش مخاطرات محیطی را برای کشاورزی ایران تعیین کردند. در ابن مطالعه آنان از برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه استفاده کردند و نتیجه گرفتند نسبت خالص بازدهی درون مصرفی نهاده‌ها و نسبت مصرف نهاده‌ها در مزرعه با استفاده از الگوی خروجی برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه بهبود می‌یابد.

بریم‌نژاد و یزدانی (1383)، در مطالعه‌ای تحت عنوان تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری، برای استان کرمان به اندازه‌گیری پایداری پرداختند. در این مطالعه آنان به صورت تئوری و تجربی کاربرد این روش را برای محاسبه پایداری نشان دادند و شاخص‌هایی برای پایداری محاسبه نمودند. .

شعبانی و همکاران (1387)، الگوی بهینه کشت را در شرایط استفاده تلفیقی از منابع سطحی و زیرزمینی بررسی کردند. ایشان نتیجه گرفتند که محدود کردن کشت گیاهان پر مصرف در فصل دوم بهتربن و کارآمدترین سیاست جهت تعدیل تقاضای آب می‌باشد.

صیامی و پیکانی (1387)، الگوی بهینه کشت زراعت تلفیقی متعارف و گلخانه‌ای با استفاده از مدل برنامه-ریزی خطی چندبخشی را تعیین کردند. نتایج حاکی از آن بود که تخصیص بهینه منابع، برای هر یک از فعالیتهای گلخانه‌ای و زراعی در مقایسه با شرایط موجود (مدلهای کالیبره) سودآوری را بین 24 تا 81 درصد افزایش می‌دهند. ایشان افزودند که وقتی فعالیت-های گلخانه‌ای و تولید زراعی متعارف به شکل چندبخشی برای هر یک از واحدهای زراعی مورد توجه قرار گیرد، سود در مقایسه با مدل‌های کالیبره 23 درصد افزایش می‌یابد. کهنسال و فیروز زراع (1387)، به تعیین الگوی کشت استان خراسان شمالی با اهداف کشاورزی پایدار با استفاده از برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه پرداختند. یافته‌های بررسی آنها در سطح بهره‌برداری‌های بزرگ مقیاس نشان داد که الگوی حاصل از برنامه‌ریزی خطی ساده بسیار به الگوی کشت فعلی منطقه نزدیک است، در حالی که الگوی حاصل برنامه‌ریزی فازی کسری برای دستیابی به پایداری و الگوی کشت فعلی منطقه اختلاف چشمگیری دارد. این نتیجه در مورد بهره‌برداری‌های کوچک مقیاس تا حدودی متفاوت بود و الگوی کشت فعلی برای همسویی با اهداف پایداری کمتر دستخوش تغییر شده بود.

شهرستان پیرانشهر از شمال به نقده و اشنویه، از جنوب به سردشت، از شرق به مهاباد و از غرب به مرز ایران و عراق محدود می‌شود. مرکز این شهرستان در درازای خاوری 45 درجه و 8 دقیقه و پهنای شمالی 36 درجه و 42 دقیقه و در ارتفاع 1460 متری از سطح دریا واقع شده‌است. کوه‌های بلندی چون سیاه کوه در شمال و شیخان در جنوب این منطقه سر برافراشته و از همین کوه‌ها چشمه‌های رود زاب روان است. اقتصاد شهرستان بیشتر متکی به کشاورزی و دامپروری است. دارای 25851 هکتار زمین آبی و 19414 هکتار زمین دیم می‌باشد، که در 148 آبادی گسترش یافته است. کل شهرستان 2402 کیلومتر مربع مساحت دارد. شهرستان پیرانشهر در جلگه واقع بوده و دارای آب و هوای سردسیری است. متوسط بارندگی سالیانه حدود 475 میلی‌متر می‌باشند. این شهرستان به علت کوهستانی بودن و وجود دشت‌ها و مراتع وسیع یکی از قطب‌های دامداری و کشاورزی استان محسوب می‌شود (مرکز آمار و اطلاعات جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی 1385). بر اساس آنچه ذکر شد هدف از این مطالعه تعیین الگوی بهینه کشت با توجه به اهداف کشاورزی پایدار با رهیافت برنامه‌ریزی کسری چندمعیاره فازی در شهرستان پیرانشهر و براساس داده‌های مقطعی سال زراعی 1387-1386 است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش برای تعیین الگوی کشت در جهت کشاورزی پایدار شهرستان پیرانشهر در استان آذربایجان‌غربی از برنامه‌ریزی کسری فازی با اهداف چندگانه استفاده شده است. همچنین در این مطالعه نتایج برنامه‌ریزی خطی ساده و الگوی فعلی کشت منطقه نیز به منظور مقایسه ارائه شده است. به طور معمول در برنامه‌ریزی خطی ساده برای بهینه‌یابی، تابع هدف را نسبت به محدودیت‌های موجود حداقل یا حداکثر می‌شود. اما در این حالت نقش نهاده‌های مورد استفاده در تولید همگن فرض می‌گردد. به بیانی دیگر محدودیت‌های مربوط به کشاورزی پایدار وارد مدل نمی‌شوند. اما راهکار برنامه‌ریزی کسری می‌تواند به منظور حداقل کردن استفاده از نهاده‌های مغایر با کشاورزی پایدار محدودیت‌های کشاورزی پایدار را در تابع هدف وارد کند. برنامه‌ریزی کسری یکی از مدل-های برنامه‌ریزی می‌باشد. این نوع برنامه‌ریزی، عمومی‌ترین روش در برنامه‌ریزی ریاضی و ادبیات تحقیق در عملیات می‌باشد که شامل مدل‌هایی است که اهداف آنها خارج قسمت دو تابع می‌باشد. سناریوهایی که می‌توان تکنیک برنامه‌ریزی کسری را به کاربرد، همان سناریوهایی هستند که برنامه‌ریزی خطی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاری MCDM مانند برنامه‌ریزی هدف چند گانه[1] MOP و برنامه‌ریزی هدف در مورد آنها استفاده می‌شوند. این سناریوها بیشتر مربوط به مباحث طرح‌ریزی کشاورزی-اکوسیستم و مدیریت منابع می‌باشند (لارا و میناشن 1999).

برنامه‌ریزی کسری خطی

شکل کلی برنامه‌ریزی کسری خطی (LFP) به صورت رابطه(1) است:

$$Max \left\{ \frac{c'x+a}{d'x+b} \middle| \; Ax=b, \quad x\geq 0 \right\} \qquad [1]$$

$$x,c,d \in R^{n+1} \quad A\in R^{m\times n}, b\in R^{m\times 1} \; and \; a,b\in R$$

در رابطه فوق امکان دارد، برای هر مقدار x، مقدار $d'x+\beta$ برابر با صفر شود. برای اجتناب از این واقعه، فرض می‌کنیم $Ax=b$ و $x\geq 0$، بنابراین $d'x+b>0$ و یا $d'x+b<0$ می‌باشد.

برنامه‌ریزی کسری خطی با اهداف چندگانه

در حالت عمومی شکل کلی برنامه‌ریزی کسری خطی با اهداف چندگانه (MOLFP) به فرم زیر می-باشد:

[1] Multiple Objective Programming

$$Max\ Z(x)=\{\ z_1(x),...,z_n(x)\,|\,Ax\le b_i\}$$
$$x\in R^{n+1}, A\in R^{m\times n}, b\in R^{m\times 1} \qquad [2]$$
$$and \quad z_i=\frac{c_i^{'}x+a_i}{d_i^{'}x+b_i} \quad c_i, d_i\in R^{n+1}\ and\ a_i, b_i\in R$$

تبدیل برنامه‌ریزی کسری خطی چندگانه به برنامه‌ریزی خطی

چارنز و کوپر (1962) و کراون و موند (1975)، با به کارگیری روشی، برنامه‌ریزی کسری خطی را به برنامه‌ریزی ساده تبدیل کردند، که شکل کلی کار آنها طبق مراحل زیر است:

مرحله اول:

$$z_i=\frac{c_i^{'}x+a_i}{d_i^{'}x+b_i}=\frac{N_i(x)}{D_i(x)} \qquad [3]$$

فرض می‌شود که به ازای هر مقدار x، شاخص I برابر است با $I = \{i|\ N_i(x) \ge 0\}$، همچنین I^c برای هر مقدار x برابر است با $I^c = \{i|\ N_i(x) < 0\}$.

مرحله دوم:

$$\text{Max} \quad \left\{(tN_i(\frac{y}{t})) \quad i\in I, \quad (tD_i(\frac{y}{t})) \quad i\in I^c\right\}$$
$$\text{s.t}:$$
$$tD_i(\frac{y}{t})\le 1, \quad i\in I$$
$$-tN_i(\frac{y}{t})\le 1, \quad i\in I^c$$
$$A(\frac{y}{t})-b\le 0,$$
$$t\ge 0, \quad y\ge 0 \qquad [4]$$

فرض می‌کنیم $y = tx$ با فرض اینکه $t \ge 0$، بنابراین رویه بدین صورت دنبال می‌شود (چاکرابورتی و گوپتا، 2002):

زیمرمن و زیسنو (1980) با استفاده از عملگر کمینه[1]، حل مسائل برنامه‌ریزی چندهدفه خطی را به فرم رابطه (5) بیان کرد.

اگر $i \in I$، بنابراین تابع عضویت هر هدف این گونه تعریف می‌شود:

$$Max \quad l$$
$$s.t:$$
$$m_i(t.N_i(\frac{y}{t}))\ge l \quad for \quad i\in I$$
$$m_i(t.D_i(\frac{y}{t}))\ge l \quad for \quad i\in I^c \qquad [5]$$
$$t.D_i(\frac{y}{t})\ge 1 \quad for \quad i\in I$$
$$-t.D_i(\frac{y}{t})\ge 1 \quad for \quad i\in I^c$$
$$A(\frac{y}{t})-b\le 0 \quad t\ge 0, y\ge 0$$

$$m_i(t.D_i(\frac{y}{t}))=\begin{cases}0 & if \quad (t.D_i(\frac{y}{t}))\le 0\\ \dfrac{(t.N_i(\frac{y}{t})-0}{\tilde{z}_i-0} & if \quad 0<(t.D_i(\frac{y}{t}))\le\tilde{z}\\ 1 & if \quad (t.D_i(\frac{y}{t}))>\tilde{z}\end{cases} \qquad [6]$$

همچنین اگر $i \in I^c$، تابع عضویت هر هدف به صورت رابطه (7) تعریف می‌شود:

[1]- Min Operator

$$m_i(t.N_i(\frac{y}{t}))=\begin{cases} 0 & if \quad (t.N_i(\frac{y}{t}))\le 0 \\ \dfrac{(t.N_i(\frac{y}{t})-0)}{\tilde{z}_i-0} & if \quad 0<(t.N_i(\frac{y}{t}))\le \tilde{z} \\ 1 & if \quad (t.N_i(\frac{y}{t}))>\tilde{z} \end{cases} \qquad [7]$$

بنابراین با استفاده از عملگر زیمرمن مدل فازی تبدیل به الگوی فازی زیر می‌شود:

$$\begin{aligned} &Max \quad l \\ &m_i(t.N_i(\frac{y}{t})) \ge l \qquad for \quad i \in I, \\ &m_i(t.D_i(\frac{y}{t})) \ge l \qquad for \quad i \in I^c, \\ &t.D_i(\frac{y}{t}) \le 1 \qquad for \quad i \in I, \\ &-t.D_i(\frac{y}{t}) \le 1 \qquad for \quad i \in I^c, \\ &A(\frac{y}{t}) - b \le 0, \\ &t > 0, y \ge 0 \end{aligned} \qquad [8]$$

در این مطالعه شکل کلی برنامه‌ریزی کسری با اهداف چندگانه بدین صورت دنبال می‌شود:

تابع هدف

$$Max y_i = \frac{\sum_{j=1}^{7} c_j X_j}{\sum_{j=1}^{7} a_{ij} X_j} \qquad y_i = 1-5 \qquad [9]$$

محدودیت‌ها

$$\sum_{j=1}^{7} a_{ij} X_j \le d_j \qquad \forall i = 1-6 \qquad [10]$$

$$\sum_{j=1}^{7} X_j \le l_k \qquad k = 1,2 \qquad [11]$$

$$X_j \ge f_j \qquad j = 1-7 \qquad [12]$$

$$X_j > 0$$

در این روابط، ψ_i ها به عنوان تابع هدف، X_j ها به عنوان متغیرهای تصمیم، c_j ها ضرایب تابع هدف و معرف j ها محصولات مورد بررسی می‌باشد. همچنین a_{ij} ، d_j ، l_k و f_j به ترتیب نمایانگر ضرایب متغیرهای تصمیم (j محصولات مورد بررسی و i مقدار مصرف هر نهاده به ازای هر هکتار)، مقدار نهاده موجود، حداکثر مقدار زمین در دسترس برای هر محصول در منطقه و حداقل میزان زمین برای هر محصول می‌باشد. صورت تابع هدف بیانگر درآمد ناخالص محصولات و مخرج آن بیانگر محدودیتهای پایداری مورد نظر می‌باشد. مقدار عددی این تابع در صورتی حداکثر خواهد شد که میزان درآمد ناخالص حداکثر و محدودیتهای پایداری مورد نظر حداقل شود. این محدودیتها شامل محدودیتهای کود ازته و فسفاته، سموم شیمیایی علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش می‌باشند. خارج قسمت این کسر اعداد کمی پایداری را بدست می‌دهد. رابطه (10) شامل 6 محدودیت کود ازته، فسفاته، سموم شیمیایی علف‌کش، حشره‌کش، قارچ‌کش و نیروی کار موجود می‌باشد. رابطه (11) محدودیت میزان حداکثر زمین آبی موجود و دیم و رابطه (12) حداقل سطح زیر کشت برای تمامی محصولات مورد بررسی است. لازم به ذکر است که محدودیت حداقل سطح زیر کشت، برای محصولات گندم و جو و چغندرقند به میزان 50 درصد، برای محصول یونجه 70 درصد و برای محصول نخود 40

درصد سطح زیر کشت فعلی این محصولات در نظر گرفته شده. این حداقل سطح زیر کشت نشان دهنده عوامل متعددی همچون خود مصرفی، تناوب زراعی و سلیقه کشاورزان بوده، پس محدودیت‌ها باید در مدل لحاظ شده تا وضع موجود منطقه به خوبی در مدل ترسیم شوند.

در این مطالعه از داده‌های مقطعی سال زراعی 1387-1386 که با تکمیل کردن 600 پرسشنامه به دست آمده‌اند، استفاده شده است. جهت تعیین الگوی بهینه کشت در قالب برنامه‌ریزی کسری فازی، با توجه به نظر اساتید و کارشناسان جهاد کشاورزی استان و همچنین با مد نظر قرار دادن شرایط اقلیمی، منطقه مورد مطالعه به سه گروه I) 3 هکتار و کوچکتر، II) 3 تا 15 هکتار و III) از 15 بزرگتر، تقسیم شده است. که مجموع میزان عملکرد، ارزش محصول اصلی، ارزش محصول فرعی، درآمد ناخالص بررسی شده است. فعالیت‌های عمده تولیدی بهره بردارن عبارتند از: X_1: گندم آبی، X_2: جو آبی، X_3: گندم دیم، X_4: جو دیم، X_5: نخود، X_6: یونجه، X_7: چغندرقند. همچنین لازم به ذکر است مدل استفاده شده در این تحقیق پس از تبدیل به فرم خطی با استفاده از نرم‌افزار LINGO پردازش گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از حل مدل برنامه‌ریزی ساده برای هر سه گروه مورد بررسی در جدول 1 نشان داد شده است. با توجه به جدول ملاحظه می‌شود که یونجه و گندم آبی بیشترین سطح زیر کشت آبی را به خود اختصاص دادند. اما، چغندرقند و نخود علی‌رغم اینکه در الگوی فعلی سطح زیر کشت بالایی نسبت به محصولات دیگر داشتند در الگوی بهینه برنامه‌ریزی ساده از سطح زیر کشت بالایی برخوردار نمی‌باشد. پایین بودن سطح زیر کشت محصول چغندرقند در الگوی بهینه کشت را می‌توان در استفاده بیش از حد از نیروی کار، کودهای ازته و فسفاته در تولید این محصول و همچنین درآمد تقریباً برابر آن با محصول یونجه، بیان کرد. درآمد بسیار کم محصول نخود می‌تواند دلیلی برای سطح زیر کشت پایین آن در مدل بهینه باشد. نتایج حاصل از برآورد الگو برای سه گروه، نشان داد که سم علف‌کش به طور کامل مورد استفاده قرار گرفته و سایر نهاده‌ها، دارای مازاد بودند. میزان حداکثر درآمد ناخالص در هر سه گروه بهره‌بردارن به ترتیب برابر 272581، 16007626و 5682529 (ده هزار ریال) بدست آمد.

نتایج مدل برنامه‌ریزی کسری با اهدف پایداری برای هر سه گروه از بهره‌برداران در جدول 2 آورده شده است. همانگونه که مشخص است برای هر سه گروه مورد بررسی محصول یونجه بیشترین سطح زیر کشت آبی و جو دیمی کمترین سطح زیرکشت را به خود اختصاص دادند. در زمین‌های دیمی، نخود با مقادیر 200، 2136 و 716 هکتار به ترتیب برای سه گروه I، II و III بیشترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص دادند. همچنین یونجه با مقادیر 151، 1896 و650 هکتار برای سه گروه، بیشترین سطح زیرکشت زمین‌های آبی را در این مدل دارا شد. چغندرقند و گندم آبی نیز بعد از یونجه در زمین‌های آبی و گندم دیمی بعد از نخود در زمین‌های دیمی بیشترین سطح زیرکشت را در مدل بهینه دارا شدند.

جدول 1- نتایج حل مسئله برنامه‌ریزی در حالت الگوی کشت فعلی و برنامه‌ریزی خطی ساده **واحد: هکتار**

متغیر تصمیم	الگوی کشت فعلی			الگوی کشت حاصل از برنامه‌ریزی ساده		
	گروه I	گروه II	گروه III	گروه I	گروه II	گروه III
گندم (آبی)	300	3000	1232	150	1500	616
جو (آبی)	73/7	602/5	851/5	26/5	301	426
یونجه (آبی)	501	3012	916	620	2456	740
چغندرقند(آبی)	410	2204	1061	98	938	387
گندم (دیم)	92/8	710	316	40/4	355	158
جو (دیم)	85	523	174/8	38	262	87/5
یونجه (دیم)	1037	6300	1521	200	2502	359
هدف : حداکثر کردن درآمد ناخالص (ده هزار ریال)				272581	16007626	5682529

جدول 2- نتایج حل مسئله برنامه‌ریزی کسری فازی چند معیاره (محاسبه شاخص‌های پایداری) **واحد:هکتار**

متغیر / گروه	گروه I	گروه II	گروه III
گندم (آبی)	135	1366	450
جو (آبی)	32	265	81
یونجه(آبی)	151	1896	650
چغندرقند(آبی)	129	1106	345
گندم (دیم)	41	310	92
جو (دیم)	23	236	81
نخود(دیم)	200	2136	716
شاخص پایداری			
کود ازته	9/35	10/54	10/86
کود فسفاته	10/14	11/33	11/69
علف‌کش	1310/7	1357/6	1366/7
حشره‌کش	1672	1620/9	1605/8
قارچ‌کش	5091	4936	4857
مبدل برنامه‌ریزی کسری به برنامه‌ریزی ساده (t)	0/002	0/002	0/002
هدف برنامه‌ریزی فازی (λ)	0/0014	0/002	0/0011

تحلیل حساسیت این مدل بیانگر استفاده کامل از دو نهاده سم علف‌کش و حشره‌کش است. شاخص‌های پایداری به عنوان بازده برنامه، در قسمت بعدی جدول برای سه گروه ارائه شدند. شاخص پایداری کود ازته با مقدارهای 9/35، 10/54 و 10/86 به ترتیب برای سه گروه I، II و III کمترین شاخص پایداری را در مدل داشت. اما شاخص پایداری برای نهاده قارچ‌کش در هر سه گروه بیشترین مقدار را داشت. همچنین با کارا نمودن درآمد ناخالص نسبت به مصرف کود فسفاته، شاخص پایداری برای این نهاده بیشتر از کود ازته و کمتر از دیگر نهاده‌ها بدست آمد. نهاده‌های علف‌کش و حشره‌کش نیز بعد از کود فسفاته قرار گرفتند. بنابراین با مشاهده نتایج حاصل از شاخص‌های پایداری، می‌توان نتیجه گرفت که، حذف یا حداقل کردن سموم شیمیایی نسبت به کودهای شیمیایی، در جهت کشاورزی ارگانیک در اولویت قرار دارند. در این میان، کاهش استفاده از سموم قارچ‌کش بیشتر حایز اهمیت هستند.

پیشنهادها

با توجه به اینکه الگوی کشت پایدار هیچ گونه کاهشی در حداکثر درآمد ناخالص کشاورزان ایجاد نکرده است، توجه بیشتر به این امر را ملزم می‌دارد. بر این اساس نقش ترویج کشاورزی در زمینه آموزش روش‌های ارزانتر و کاراتر مبارزه بیولوژیکی و همچنین آموزش روش‌های تولید کشاورزی علمی و اصولی، در جهت نیل به کشاورزی پایدار بیشتر از پیش نمایان می‌شود. اما حمایتهای دولت نیز می‌تواند در به‌کارگیری این الگو کمک شایانی را موجب شود. از این قبیل حمایت‌ها می‌توان اشاره کرد به: اعمال قیمت‌های تضمینی با توجه به شرایط آن منطقه، دادن یارانه برای تهیه نهادهایی از قبیل کود سبز، بذرهای اصلاح‌شده و ماشین‌آلات مناسب با نیاز کشاورز.

منابع مورد استفاده

باقریان ع و صالح ا و پیکانی غ، 1386. بهینه سازی الگوی کشت در منطقه کازرون با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی. ششمین کنفرانس دو سالانه انجمن اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد. 8 و9 آبان.

بریم نژاد و و یزدانی س، 1383. تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه‌ریزی کسری. مطالعه موردی استان کرمان، مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره 63،صفحه‌های 2 تا 16.

سالیانی ط، 1375. طراحی الگوی کشت در طرحهای توسعه منابع آب، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه سال چهارم. شماره 15،صفحه‌های 91 تا112.

شعبانی م و هنر ت و زیبابی م، 1387. مدیریت بهینه در مصرف آب و الگوی کشت در شرایط استفاده تلفیقی از منابع سطحی و زیرزمینی. شماره 44، صحفه‌های53 تا 67.

صیامی س و پیکانی غ، 1387. تعیین الگوی بهینه کشت زراعت تلفیقی متعارف و گلخانه‌ای با ستفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی چندبخشی. مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره 61،صفحه‌های79 تا 101.

کهنسال م و فیروز زارع ع، 1387. تعیین الگوی بهینه کشت همسو با کشاورزی پایدار با استفاده از برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه، مطالعه موردی استان خراسان شمالی، فصلنامه اقتصادکشاورزی و توسعه. سال شانزدهم، شماره 62، صفحه‌های 1تا31.

مرکز آمار و اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان‌غربی، 1385

Bellman RE and Zadeh LA, 1970. Decision making in a fuzzy environment. Management Science 17: 141–164.

Bitran GR and Novaes AG, 1973. Linear programming with a fractional objective function, Operation Research, 21: 22–29.

Chakraborty M and Gupta S, 2002. Fuzzy mathematical programming for multi-objective linear fractional programming problem. Fuzzy Sets and Systems, 125: 335-342.

Charnes A and Cooper WW, 1962. Programming with linear fractional functions, Naval Research Logistics Quarterly 9: 181–186.

Craven BD and Mond B, 1975. On fractional programming and equivalence. Navel Research Logistics Quarterly, 22: 405-410.

Cruz JBM, 2004. A sustainable policy making: energy system for Colombia on available in: http://www.iiasa.ac.at/publications/documents/ir-04-009.pdf.

Daneshvar M, Sahnoushi N and Salehi Reza 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 (4): 305- 310.

Duran Toksari M, 2008. Taylor series approach to fuzzy multiobjective linear, fractional programming, Information sciences, 17(8):1189-1204.

Dutta D, Tiwari RN and Rao JR, 1992. Multiple objective linear fractional programming – a fuzzy set theoretic approach, Fuzzy Sets and Systems, 52: 39–45.

Dutta D, Tiwari RN and Rao JR, 1993. Fuzzy approaches for multiple criteria linear fractional optimization: a comment, Fuzzy Sets and Systems, 54: 347–349.

Gupta P and Bhatia D, 2001. Sensitivity analysis in fuzzy multiobjective linear fractional programming problem, Fuzzy Sets and Systems, 122: 229–236.

Guzel N and Sivri M, 2005. Taylor series solution of multi objective linear fractional programming problem, Trakya University Journal Science, 6: 80–87.

Hitosi MS and Takahashi YJ, 1992. Pareto optimality for multiobjective linear fractional programming problems with fuzzy parameters, Information Sciences, 63: 33–53.

Kornbluth JSH and Steuer RE, 1981. Multiple objective linear fractional programming, Management Science 27: 1024–1039

Lara P and Minasian IS, 1999. Fractional programming: A tool for the assessment of sustainability, Agricultural Systems, 62:131-141

Nykowski Z and Zolkiski A, 1985. compromise procedure for the multiple objective linear fractional programming problem, Operational Research, 19: 91–97.

Pal BB, Moitra BN, Maulik U, 2003. A goal programming procedure for fuzzy multiobjective linear fractional programming problem, Fuzzy Sets and Systems 139: 395–405.

Saad O, 2007. On stability of proper efficient solutions in multiobjective fractional programming problems under fuzziness, Mathematical and Computer Modelling, 45: 221–231.

Sakawa M and Kato K, 1998. Interactive decision-making for multiobjective linear fractional programming problems with block angular structure involving fuzzy numbers, Fuzzy Sets and Systems, 97: 19–31.

Singh DK, Jaiswal CS, Reddy KS, Singh RM and Bandarkar DM, 2001, Optimal cropping pattern in a canal command area. Agricultural Water Management, No.

Wolf B and Snyder GH, 2003. Sustainable Soils. Food Production Press, New York, London, pp 352.

Zimmermann HJ and Zysno P, 1980. Latent connectives in human decision making. Fuzzy Sets and Systems, 4: 37-51.