مجله دانش کشاورزی پایدار/ جلد ۲/۲۰ شماره ۱/ سال ۱۳۸۹

برنامه‌ریزی زراعی با استفاده ازمدل برنامه‌ریزی چند هدفه فازی

مهری راعی جدیدی[۱]* و محمود صبوحی صابونی[۲]

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۲۶ تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۶

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل
۲- استادیارگروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
*مسئول مکاتبه E-mail:mehriraei@gmail.com

چکیده

درمطالعه حاضر مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی (FGP) جهت تخصیص بهینه زمین‌های کشاورزی منطقه کشکسرای شهرستان مرند، استان آذربایجان‌شرقی مورد استفاده قرار گرفت. در مدل‌سازی، اهداف زارع شامل بهره‌برداری از کل زمین قابل کشت، منابع تولیدی، سطوح تولید محصولات مختلف و کل سود مورد انتظار به‌صورت فازی بیان شد. آرمان-های مورد نظر در 16 سناریو در قالب تک هدفه، ترکیبی و الویت‌بندی تهیه و تدوین گردید. نتایج نشان داد که در مقایسه با وضع موجود، از بین سناریوهای تک هدفه و ترکیبی، سناریو حداقل کردن هزینه‌ها (سناریو2)، بهترین سناریو است. در ساختار اولویت‌بندی، سناریوی 10 به ترتیب با اولویت حداکثرسازی سود، حداقل‌سازی هزینه‌ها، اهداف تولیدی با توجه به حداقل‌سازی هزینه‌ها و تحقق اهداف تولیدی و سناریوی 13 به ترتیب با اولویت حداکثرسازی سود، تحقق اهداف منابع تولیدی، حداقل‌سازی هزینه‌ها و تحقق اهداف تولیدی، کم‌ترین فاصله اقلیدسی را نشان داده و اهداف فازی مورد نظر را تامین کردند. افزون بر آن، در اکثر سناریوها گندم دیم وآبی و جو دیم بیش‌ترین و جو آبی کم‌ترین سطح زیر کشت را به خود اختصاص دادند. با توجه به این یافته‌ها، کشاورزان می‌توانند با تخصیص مجدد منابع، به اهداف مورد نظر خود بهتر دست یابند.

واژه‌های کلیدی: الگوی بهینه کشت، برنامه‌ریزی چند هدفه فازی، منطقه کشکسرای مرند

Farm Planning by Fuzzy Multi Objective Programming Model

M Raei Jadidi[1*] and M Sabuhi Sabuni[2]

Received: 26 August 2008 Accepted: 6 February 2009

[1]Former MSc Student, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Zabul, Zabul, Iran

[2]Assistant Prof, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Zabul, Zabul, Iran

[*]Corresponding author: E-mail:mehriraei@gmail.com

Abstract

In current study, Fuzzy Goal Programming (FGP) model by considering a set of social and economic goals, was applied to optimal land allocation in Koshksaray district, Marand city, East Azarbaijan province, Iran. Farmer goals including total cultivable area, factor of production, production levels of various crops and total expected profit were considered fuzzily in establishment of the model. The goals were considered by 16 scenarios in the form of single objective, compound and priority structures. Results showed that, cost minimization in single objective and compound scenario is the best as compared with current conditions. In priority structure, scenario 10 with priorities of profit maximization, cost minimization, satisfying of production goals considering cost minimization and production goals, and scenario 13 with priorities of profit maximization, satisfying factor of production goals, cost minimization and fulfilling production goals, had minimum Euclidean Distance and satisfied the fuzzy objectives. Moreover, dry barley, irrigated and dry wheat and irrigated barely had maximum and minimum cultivated area, respectively. According to the findings, by reallocation of resources, farmers can achieve their better goals and objectives.

Keywords: Fuzzy Goal Programming, Koshksaray district-Marand, Optimal cropping pattern

مقدمه

مسائل و مشکلات مربوط به الگوی کشت از نقطه نظر اجتماعی و اقتصادی حائز اهمیت است. به علت افزایش جمعیت و در نتیجه افزایش تقاضا، نیاز به تولید محصولات زراعی بیشتری هست. یکی از راهها، افزایش سطح زیر کشت می‌باشد. اما، کشورهای در حال توسعه مانند ایران به علت رشد جمعیت و صنعتی شدن مجبور به از دست دادن زمین هستند. لذا، تولید محصول در هر هکتار زمین باید از طریق بهره برداری صحیح و بجا از منابع تولیدی، افزایش یابد. کشت محصولات زراعی به عوامل متعددی مانند میزان دسترسی به زمین، آب، نیروی کار و سرمایه بستگی دارد (سارکر و کادوس 2002). همچنین باید روشهای ابیاری، خصوصیات خاک، الگوی کشت، توپوگرافی، شرایط اجتماعی- اقتصادی، آب و هوا و فاکتورهای دیگری مورد ملاحظه و بررسی قرار گیرد. کشاورزان از سیستمهای تولیدی متفاوتی استفاده می کنند که منجربه اختلاف در بهره وری آنها می شود.

در طول چند دهه گذشته تکنیکهای متعددی از جمله مدل برنامه ریزی خطی (LP)[1] برای تعیین الگوی کشت بهینه بکاررفته است. از انجا که مدل برنامه ریزی خطی یک روش بهینه کردن تک هدفه است و طبیعت بسیاری ازمسائل برنامه ریزی کشاورزی چند هدفه است، در چنین وضعیتی روشهای سنتی برنامه ریزی نمی تواند جوابگوی خواسته های تصمیم گیرندگان و سیاست گذاران باشد. در این زمینه، رهیافت برنامه ریزی ارمانی یا چند هدفه (GP)[2] یکی از ابزارهای برجسته برای آنالیز تصمیمهای چند هدفه می باشد (رومرو 1991). مدل GP برای اولین بار توسط چارنز وکوپر (1961) معرفی شد. اما، ضعف مدل برنامه ریزی ارمانی این است که همه پارامترهای مسئله باید بطور دقیق در محیط تصمیم گیری تعیین و همه اهداف و محدودیتها بصورت قطعی باشند. لذا، این روشها در دنیای واقعی نمی توانند نتایج قابل قبولی را ارائه نمایند. این مطلب بخصوص در مورد بخش کشاورزی به دلیل دارا بودن شرایط ریسک و عدم حتمیت نسبت به سایر بخشها، دارای اهمیت بیشتری می باشد (بیسواس و باران پال 2005). برا ی فائق امدن بر این مشکل، مفهوم مجموعه های فازی که اولین بار توسط زاده (1965) مطرح شد، برای بهینه سازی مسائل چند هدفه مورد استفاده قرار گرفت. در تکنیک برنامه ریزی ارمانی فازی، علاوه بر دستیابی همزمان به چندین هدف، اهداف و محدودیتها می توانند قطعی یا فازی باشند که باعث میشود نسبت به برنامه ریزی ارمانی و برنامه ریزی خطی معمولی برتری داشته باشد. به عبارتی در این مدل امکان لحاظ نمودن تغییر در اهداف با گذشت زمان و امکان الویت گذاری اهداف در مدل وجود دارد. رهیافت برنامه ریزی چند هدفه فازی (FGP)[3] برای مسائل برنامه ریزی کشاورزی تحت شرایط محدودیتهای قطعی منابع تولیدی توسط پال و مویترا (2003) و برای شرایطی که محدودیتها و اهداف بصورت فازی باشند بوسیله بیسواس و باران پال (2005) بکار گرفته شد، آنها نشان دادند که این مدل نسبت به سایر مدلهای برنامه ریزی چندهدفه به تصمیم گیرنده اجازه ی تعیین درجه اهمیت و اولویت هر یک از اهداف را داده و سازگاری بیشتری با محیطهای کشاورزی دارد. چیذری و قاسمی (1384) از رهیافت فازی برای تعیین الگوی بهینه کشت محصولات استان فارس طی سالهای 81-75 استفاده کردند. اسد پور و همکاران (1384) با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی فازی سعی در بهینه سازی الگوی کشت نمودند، نتایج نشان داد که بر خلاف مدلهای برنامه ریزی آرمانی، روش برنامه ریزی آرمانی فازی با ایجاد انعطاف در آرمانها، منابع را به نحو بهتری تخصیص می دهد. همچنین ایتوه و همکاران (2003) با استفاده از ضرایب و پارامترهای فازی و تصادفی سعی در تعیین الگوی کشت بهینه داشتند. نتایج نشان داد که این مدل بسیاری از ضعفهای مدلهای برنامه ریزی خطی کلاسیک را رفع کرده است. شارما و همکاران (2007) نیز با استفاده از رهیافت برنامه ریزی چند هدفه فازی سعی در بهینه کردن الگوی کشت در منطقه قاضی آباد هند نمودند.

این تحقیق به دنبال تخصیص بهینه زمین به محصولات کشاورزی با توجه به منابع کمیاب از جمله آب، زمین و سرمایه می باشد. در این پژوهش اطلاعات مورد نیاز از مزرعه ای واقع در منطقه کشکسرای، شهرستان مرند، استان آذربایجانشرقی جمع آوری شد. داده ها و اطلاعات مورد نیاز از دفاتر حسابداری مزرعه ومربوط به سالهای زراعی 85-1380 بود. گفتنی است که انتخاب مزرعه فوق با همکاری جهاد کشاورزی منطقه صورت گرفت که بعنوان مزرعه نماینده مزارع بزرگ منطقه از دید کارشناسان محلی تلقی می شد.

مواد و روش‌ها

در یک محیط تصمیم گیری فازی، اهداف تصمیم گیرنده (زارع) همیشه بصورت فازی (نامشخص) مورد بررسی قرار می گیرد، در حالی که محدودیتها می توانند بصورت فازی یا غیرفازی (قطعی) باشند که بستگی به فازی بودن منابع در دسترس در محیط تصمیم گیری دارد. در محیط تصمیم گیری فازی، اهداف

---

[1] Linear Programming (LP)
[2] Goal Programming (GP)
[3] Fuzzy Goal Programming (FGP)

بوسیله توابع عضویت مربوطه که از تعریف تغییرات قابل تحمل بالا و پایین بدست می اید، مشخص می شوند و نوع تابع عضویت بستگی به نوع تابع هدف دارد (زیمرمن 1987).

در مدل برنامه ریزی ارمانی فازی (FGP)، توابع عضویت[1] بوسیله تعیین بالاترین درجه (یک) به عنوان سطح آرمانی و معرفی متغیرهای انحرافی بالا و پایین برای هر کدام از آنها به اهداف عضویت[2] تغییر پیدا می کنند. سپس در تابع هدف، متغیرهای انحرافی پایین (منفی) بر اساس اهمیت دستیابی به مقادیر مورد انتظار حداقل می شوند (بیسواس و باران پال 2005). تیواری و همکاران (1986) برای فرمول بندی مسئله FGP تحت ساختار اولویت بندی روش زیر را ارائه کرده اند :

$$Find \quad X \quad So \quad as \quad to \qquad (۱)$$

$$Minimize$$

$$Z=\left[P_1\left(d^-\right),P_2\left(d^-\right),.......P_i\left(d^-\right),........P_I\left(d^-\right)\right]$$

$$and \quad Satisfy$$

$$\frac{F_k(x)-(b_k-t_{lk})}{t_{lk}}+d_k^- - d_k^+ = 1$$

$$\frac{(b_k+t_{uk})-F_k(x)}{t_{uk}}+d_k^- - d_k^+ = 1$$

$$d_k^-,d_k^+ \geq 0 \;,\; k=1,2..........,.K$$

که درآن Z، بردار I اولویت توابع دستیابی و d_k^- و d_k^+ به ترتیب متغیرهای انحرافی پایین و بالای Kامین هدف فازی ($F_k(x)$) می باشند. b_k-t_{lk} و b_k+t_{uk} به ترتیب محدوده تغییرات قابل تحمل پایین و بالا برای دستیابی به اهداف فازی می باشند و $P_i(d^-)$، یک تابع خطی موزون متغیرهای انحرافی پایین است.

در خصوص تخصیص اولویتها به اهداف متعدد در مدل FGP، قابل ذکر است که تصمیم گیرندگان (زارعین) همیشه در مورد تخصیص اولویتهای مناسب به اهداف، دچار سردرگمی هستند. برای اینکه اهداف معمولا در تضاد با یکدیگر هستند. برای غلبه بر چنین وضعیتی، از تابع فاصله اقلیدسی[3] که توسط یو (1973) معرفی شد، برای گزینش جوابهای بهینه و تعیین بهترین ساختار اولویت بندی استفاده می شود. چون بالاترین مقدار عضویت هر کدام از اهداف فازی یک است، بنابراین نقطه ایده ال برداری خواهد بود که همه عناصر آن یک هستند.

تابع فاصله اقلیدسی بصورت زیر بیان می شود (بیسواس و باران پال 2005):

$$D_j=\left[\sum_{k=1}^{K}(1-m_k{}^j)^2\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (2)$$

که $m_k{}^j$ نشان دهنده مقدار عضویت بدست آمده ی Kامین هدف تحت j امین ساختار اولویت بندی است و بهترین ساختار می بایستی کمترین مقدار D را داشته باشد، یعنی

$$j=\min_{1,2,......J}\{D_j\}=D_m \qquad 1\leq m\leq J \qquad (3)$$

پس mامین ساختار اولویت بندی به عنوان مناسبترین ساختار برای یک تصمیم رضایتبخش می تواند مورد توجه قرار گیرد.

در این پژوهش، اهداف و منابع تولیدی بصورت فازی بیان شده است، متغیرهای تصمیم و پارامترهای مورد استفاده در مدل در بخش بعدی بیان شده اند.

تعریف متغیرها و پارامترها واهداف :

1) متغیرهای تصمیم : سطح زیر کشت محصولات زراعی متغیرهای تصمیم هستند که شامل :

$$X_i(i=1,2,....,6) \qquad (4)$$

X_1 = گندم آبی ، X_2 = گندم دیم، X_3 = جو آبی، X_4 = جو دیم، X_5 = کلزا و X_6 = آفتابگردان می باشد.

2) آرمانها (اهداف فازی) :

♦ هدف منابع تولید :

الف) هدف زمین زراعی : زمینهای زراعی نمونه به زمینهای آبی (متوسط 40 هکتار) و دیم (متوسط 20 هکتار) تقسیم شدند که میتوان آنها را بصورت روابط زیر نوشت :

$$X_1+X_3+X_5+X_6 \;\mathbf{p}\; L_I \qquad (5)$$

$$X_2+X_4 \;\mathbf{p}\; L_{NI} \qquad (6)$$

---

[1] Membership function

[2] Membership goal

[3] Euclidean Distance Function

که L_I و L_{NI} به ترتیب بیانگر سطح کل زمینهای زراعی آبی و دیم میباشد.

ب) هدف آب مصرفی:

$$\sum_{j=1}^{6} W_j X_j \ \mathbf{f}\ W \qquad (7)$$

که W برآوردی از مقدار کل آب مصرف شده در طول سال زراعی و W_j معرف مقدار موردنیاز آب بر حسب متر مکعب برای کشت یک هکتار محصول j ام می باشد.

ج) هدف نیروی کار:

$$\sum_{j=1}^{6} MD_j X_j \ \mathbf{f}\ L \qquad (8)$$

که L برآوردی از مقدار کل نیروی انسانی در طول سال زراعی و MD_j مقدار مورد نیاز کارگر بر حسب نفر روز کار در یک هکتار محصول j ام است.

د) هدف کود شیمیایی :

$$\sum_{j=1}^{6} n_j X_j \ \mathbf{p}\ N$$
$$\sum_{j=1}^{6} ph_j X_j \ \mathbf{p}\ PH \qquad (9)$$
$$\sum_{j=1}^{6} k_j X_j \ \mathbf{p}\ P$$

که N و PH و P به ترتیب برآوردی از کل مقدار کود ازت، فسفات و پتاس در طول سال زراعی و n_j، ph_j و k_j به ترتیب مقدار مورد نیاز کود ازت، فسفات و پتاس بر حسب کیلوگرم برای یک هکتار محصول j ام می باشد.

و) هدف ماشین آلات :

$$\sum_{j=1}^{6} MH_j X_j \ \mathbf{f}\ M \qquad (10)$$

که M معرف برآوردی از مقدار کل ساعت کار ماشین مورد نیاز در طول سال زارعی و MH_j معرف مقدار مورد نیاز ساعت کار ماشین بر حسب ساعت برای کشت یک هکتار محصول j ام است.

♦ هدف هزینه های نقدی :

$$\sum_{j=1}^{6} ce_j X_j \ \mathbf{p}\ CE \qquad (11)$$

که CE برآوردی از کل هزینه های زراعی مزرعه و ce_j معرف میزان متوسط هزینه های کاشت، داشت و برداشت بر حسب هزار ریال یک هکتار محصول j ام است.

♦ هدف میزان تولید (دستیابی به تولید) :

$$\sum_{j=1}^{6} PA_j X_j \ \mathbf{f}\ TP_j \qquad (12)$$

که TP معرف برآوردی از کل تولید محصول j ام و PA_j معرف متوسط عملکرد یک هکتار محصول j ام است.

♦ هدف سود :

$$\sum_{j=1}^{6} PR_j X_j \ \mathbf{f}\ PR \qquad (13)$$

که PR نشان دهنده بر آوردی از کل سود بدست آمده در طول سال زراعی و PR_j معرف سود خالص بدست آمده بر حسب هزار ریال از یک هکتار محصول j ام است.

3) محدودیت ها:

♦ محدودیت تناوب :

برای ایجاد تناوب، کشاورزان زمین را به قطعه های مساوی تقسیم بندی کرده و در هر یک محصول خاصی را کشت می کنند و در سال بعد جای محصولات را در زمینهای تقسیم بندی شده با یکدیگر عوض می کنند. به این ترتیب می توان محدودیت تناوب را بصورت رابطه زیر نوشت:

$$\sum_{j=1}^{6} (-1)^j X_j \leq 0 \qquad (14)$$

نتایج و بحث

داده های مربوط به سطوح مورد انتظار و حدود تغییرات قابل تحمل در جدول 1 و ضرایب فنی تولید در جدول 2 آورده شده است.

جدول ۱ - سطوح آرمانی اهداف و میزان نوسانات آن‌ها

ردیف	آرمانها	سطح مورد انتظار	میزان نوسانات	
			حد پایین	حد بالا
	منابع تولید:			
۱	زمین آبی (هکتار)	۳۵	-	٤۰
۲	زمین دیم (هکتار)	۱۰	-	۲۰
۳	آب (متر مکعب)	۱٦۰٦۰۰	۱٤۰٤۰۰	-
٤	نیروی انسانی (نفرروز)	۸۱۵	۷۸۰	-
۵	ماشین آلات(ساعت)	۹۲۰	۸۵۰	-
	کود:			
٦	کود ازته(کیلوگرم)	۱۳۰۰۰	-	۱٤۷۵۰
۷	کود فسفاته (کیلوگرم)	۷۲۵۰	-	۹۲۵۰
۸	کود پتاسه (کیلوگرم)	۵۲۵۰	-	۵۵۰۰
۹	هزینه‌ها (هزار ریال)	۲٤۷۲۰۰	-	۲۹٦۹۲۵
۱۰	سود (هزار ریال)	٤٤٤٦۹۰	۳۷۰۵۷۵	-
	میزان تولید:			
۱۱	گندم آبی (کیلوگرم)	٦٤۰۰۰	۵۵۰۰۰	-
۱۲	گندم دیم (کیلوگرم)	۱۸۰۰۰	۱۵۰۰۰	-
۱۳	جو آبی (کیلوگرم)	٤۵۰۰۰	٤۰۰۰۰	-
۱٤	جو دیم (کیلوگرم)	۱۳٤۰۰	۱۲۰۰۰	-
۱۵	کلزا (کیلوگرم)	۳٤۷۰۰	۳۰۰۰۰	-
۱٦	آفتابگردان (کیلوگرم)	۲۳۵۰۰	۲۰۰۰۰	-

ماخذ: اطلاعات حاصل از دفاتر حسابداری مزرعه

جدول ۲ - ضرایب فنی تولید

محصول	MH*	MD*	W*	FE*			PA*	CE*	PR*
				k	ph	n			
گندم آبی	۱۵	۱۵	۳۷۸۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۵۰	۵۵۰۰	٦٤۱۷	۸۸۵۸
گندم دیم	۱۰	۵	-	۲۵	۷۵	۷۵	۱۵۰۰	۱۸۱٤,۵	۲۸٦۰,۵
جو آبی	۱۵	۱۲	۳۲٤۰	۵۰	۱۵۰	۲۰۰	٤۰۰۰	۵٤۹۳	٦۹۰۷
جو دیم	۱۰	٤	-	۲۵	۵۰	۵۰	۱۲۰۰	۱۵۷۱	۲۲۲۹
کلزا	۱۵	۱۷	۲۷۰۰	۱۵۰	۲۰۰	٤۰۰	۳۰۰۰	۵٦۳۱	٦۹٦۹
آفتابگردان	۲۰	۲۵	٤۳۲۰	۲۰۰	۲۵۰	٤۰۰	۲۰۰۰	۸۷٦٦	۹۲۳٤

ماخذ: اطلاعات حاصل از دفاتر حسابداری مزرعه

MH^{*} : ساعت کار ماشین مورد نیاز برای کشت‌وکار در هر هکتار زمین (هکتار/ ساعت)

MD^{*} : نیروی کار مورد نیاز برای کشت‌وکار در هر هکتار زمین (هکتار/ نفر روز کار)

W^{*} : مقدار آب مورد نیاز برای کشت‌وکار در هر هکتار زمین (هکتار/ مترمکعب)

FE^{*} : مقدار کود مورد نیاز برای کشت‌وکار در هر هکتار زمین (هکتار/ کیلوگرم) (k ، ph و n به ترتیب مقدار مورد نیاز کود ازته، کود فسفاته و کود پتاس برای یک هکتار محصول بر حسب کیلوگرم)

PA^{*} : عملکرد به‌دست آمده در هر هکتار زمین (هکتار/ تن)

CE^{*} : مقدار کل هزینه‌های سالانه برای تولید محصول در هر هکتار (هکتار/ هزار ریال)

PR^{*} : قیمت بازاری در زمان برداشت محصول (کیلوگرم/ ریال)

با استفاده از اطلاعات جداول 1 و 2 می توان توابع عضویت را برای هر یک از اهداف فازی محاسبه نمود :

1) هدف زمین زراعی آبی

$$m_1=\frac{40-(X_1+X_3+X_5+X_6)}{5}+d_1^{-}-d_1^{+}=1$$

$$m_1=8-0.2(X_1+X_3+X_5+X_6)+d_1^{-}-d_1^{+}=1$$

2) هدف زمین زراعی دیم

$$m_2=2-0.2(X_2+X_4)+d_2^{-}-d_2^{+}=1$$

3) هدف آب

$$m_3=\frac{(3780X_1+3240X_3+2700X_5+4320X_6)}{20200}$$

$$-\frac{140400}{20200}+d_3^{-}-d_3^{+}=1$$

$$m_3=0.187X_1+0.16X_3+0.134X_5+0.214X_6-$$

$$6.95+d_3^{-}-d_3^{+}=1$$

4) هدف نیروی کار(هدف حداکثر کردن اشتغال)

$$m_4=0.428X_1+0.142X_2+0.343X_3+0.114X_4+$$

$$0.486X_5+0.714X_6-22.28+d_4^{-}-d_4^{+}=1$$

5) هدف کار ماشین آلات (هدف حداکثر کردن بکار گیری ماشین آلات)

$$m_5=0.214X_1+0.143X_2+0.214X_3+0.143X_4+$$

$$0.214X_5+0.286X_6-12.14+d_5^{-}-d_5^{+}=1$$

♦ هدف کود (هدف حداقل کردن استفاده از کودهای شیمیایی) :

6) هدف کود ازت

$$m_6=8.4-(0.2X_1+0.043X_2+0.114X_3+0.028X_4$$

$$+0.228X_5+0.228X_6+d_6^{-}-d_6^{+}=1$$

7) هدف کود فسفات

$$m_7=4.625-(0.1X_1+0.0375X_2+0.075X_3+$$

$$0.025X_4+0.1X_5+0.125X_6)+d_7^{-}-d_7^{+}=1$$

8) هدف کود پتاس

$$m_8=22-(0.4X_1+0.1X_2+0.2X_3+0.1X_4+$$

$$0.6X_5+0.8X_6)+d_8^{-}-d_8^{+}=1$$

9) هدف هزینه (هدف حداقل کردن هزینه)

$$m_9=5.97-(0.129X_1+0.036X_2+0.11X_3+$$

$$0.032X_4+0.113X_5+0.176X_6)+d_9^{-}-d_9^{+}=1$$

10) هدف سود (هدف حداکثر کردن سود)

$$m_{10}=0.119X_1+0.093X_2+0.094X_3+0.124X_4+$$

$$0.03X_5+0.038X_6-5+d_{10}^{-}-d_{10}^{+}=1$$

♦ هدف دستیابی به تولید (حداکثر کردن اهداف تولیدی) :

11) هدف گندم آبی

$$m_{11}=0.62X_1-6.2+d_{11}^{-}-d_{11}^{+}=1$$

12) هدف گندم دیم

$$m_{12}=0.5X_2-5+d_{12}^{-}-d_{12}^{+}=1$$

13) هدف جو آبی

$$m_{13}=0.8X_3-8+d_{13}^{-}-d_{13}^{+}=1$$

14) هدف جو دیم

$$m_{14} = 0.857X_4 - 8.57 + d_{14}^{-} - d_{14}^{+} = 1$$

15) هدف کلزا

$$m_{15} = 0.638X_5 - 6.38 + d_{15}^{-} - d_{15}^{+} = 1$$

16) هدف آفتابگردان

$$m_{16} = 0.571X_6 - 5.71 + d_{16}^{-} - d_{16}^{+} = 1$$

در فرآیند حل، ابتدا چهار هدف اصلی (آرمان سود، هزینه، منابع تولید و میزان تولید) به تنهایی در تابع هدف مساله وارد گردید و سپس چهار آرمان (هدف) اصلی با هم ترکیب شدند، با این فرض که هیچ اولویتی بر یکدیگر ندارند. سپس آرمانها بر اساس اولویت و درجه اهمیت تحت چهار عامل اولویت $P_i (i = 1,2,3,4)$ برای بدست آوردن سطوح مطلوب اهداف فازی مورد بررسی قرار گرفتند و در 16 سناریوی مختلف اولویت بندی شدند که در زیر نشان داده شده است. برای مثال سناریوی 1، در بر گیرنده الگوی بهینه کشت محصولات در مزرعه با توجه به آرمان سود دهی می باشد. اما این مطلب به این معنا نیست که با اجرای این سناریو، زارع به بیشترین سطح سود دهی دست خواهد یافت بلکه بدین معناست که با اجرای این سناریو می تواند به نزدیکی سطح سود مورد انتظار خویش دست یابد. این مطلب برای سایر سناریوها نیز صادق است.

(1) آرمان سود $w_{10}^{-}d_{10}^{-}$

(2) آرمان هزینه $w_{9}^{-}d_{9}^{-}$

(3) آرمان منابع تولید $(\sum_{k=1}^{2} w_k^{-}d_k^{-}) + (\sum_{k=3}^{5} w_k^{-}d_k^{-}) + (\sum_{k=6}^{8} w_k^{-}d_k^{-})$

(4) آرمان میزان تولید $\sum_{k=11}^{16} w_k^{-}d_k^{-}$

(5) ترکیب سناریو 1 و 3 $w_{10}^{-}d_{10}^{-} + (\sum_{k=1}^{2} w_k^{-}d_k^{-}) + (\sum_{k=3}^{5} w_k^{-}d_k^{-}) + (\sum_{k=6}^{8} w_k^{-}d_k^{-})$

(6) ترکیب سناریو 1 و 4 $w_{10}^{-}d_{10}^{-} + \sum_{k=11}^{16} w_k^{-}d_k^{-}$

(7) ترکیب سناریو 2 و 4 $w_{9}^{-}d_{9}^{-} + \sum_{k=11}^{16} w_k^{-}d_k^{-}$

(8) ترکیب سناریو های 1 و 2 و 3 و 4 $\sum_{k=1}^{16} w_k^{-}d_k^{-}$

(9) آرمان سود + آب $w_{10}^{-}d_{10}^{-} + w_{3}^{-}d_{3}^{-}$

(10) P_1: سناریو 1 P_2: سناریو 2
P_3: سناریو 7 P_4 : سناریو 4

$$P_1: w_{10}^- d_{10}^- \qquad P_2: w_9^- d_9^-$$
$$P_3: w_9^- d_9^- + \sum_{k=11}^{16} w_k^- d_k^- \qquad P_4: \sum_{k=11}^{16} w_k^- d_k^-$$

(11) P_1 : سناریو 2 P_2 : سناریو 9
P_3 : سناریو 4 P_4: سناریو 3

$$P_1: w_9^- d_9^- \qquad P_2: w_{10}^- d_{10}^- + w_3^- d_3^-$$
$$P_3: \sum_{k=11}^{16} w_k^- d_k^- \qquad P_4: \sum_{k=1}^{8} w_k^- d_k^-$$

(12) P_1: سناریو 5 P_2: سناریو 7
P_3 : سناریو 9 P_4 : سناریو 3

$$P_1: w_{10}^- d_{10}^- + \sum_{k=1}^{8} w_k^- d_k^- \qquad P_2: w_9^- d_9^- + \sum_{k=11}^{16} w_k^- d_k^-$$
$$P_3: w_{10}^- d_{10}^- + w_3^- d_3^- \qquad P_4: \sum_{k=1}^{8} w_k^- d_k^-$$

(13) P_1: سناریو 9 P_2: سناریو 3
P_3: سناریو 2 P_4: سناریو 4

$$P_1: w_{10}^- d_{10}^- + w_3^- d_3^- \qquad P_2: \sum_{k=1}^{8} w_k^- d_k^-$$
$$P_3: w_9^- d_9^- \qquad P_4: \sum_{k=11}^{16} w_k^- d_k^-$$

(14) P_1: سناریو 4 P_2: سناریو 1
P_3: سناریو 2 P_4: سناریو 3

$$P_1: \sum_{k=11}^{16} w_k^- d_k^- \qquad P_2: w_{10}^- d_{10}^-$$
$$P_3: w_9^- d_9^- \qquad P_4: \sum_{k=1}^{8} w_k^- d_k^-$$

(15) P_1: آرمان سود +زمین P_2: سناریو 4
P_3: سناریو 2 P_4: آرمان آب

$$P_1: w_{10}^- d_{10}^- + \sum_{k=1}^{2} w_k^- d_k^- \qquad P_2: \sum_{k=11}^{16} w_k^- d_k^-$$
$$P_3: w_9^- d_9^- \qquad P_4: w_3^- d_3^-$$

(16) P_1: سناریو 4 P_2: آرمان آب
P_3: آرمان کود P_4: آرمان زمین

$$P_1: \sum_{k=11}^{16} w_k^- d_k^- \qquad P_2: w_3^- d_3^-$$
$$P_3: \sum_{k=6}^{8} w_k^- d_k^- \qquad P_4: \sum_{k=1}^{2} w_k^- d_k^-$$

نتایج بدست آمده برای سناریوهای مختلف در جدول 3 آورده شده است.از آنجا که نتایج حاصل از سناریوهای 4، 6، 7، 14 و 16 و همچنین نتایج سناریوهای 3، 5 و 12 با هم یکسان هستند لذا سناریوهای مشابه حذف شده و در مجموع نتایج 9 سناریو برای مزرعه مورد مطالعه در جدول 3 آورده شده است.

از جدول 3 ملاحظه می شود که از بین سناریو های تک هدفه و ترکیبی (بدون اولویت بندی) سناریوی 2 دارای کمترین مقدار اقلیدسی است. به این مفهوم که این سناریو یعنی حداقل کردن هزینه ها، بهترین سناریو از بین سناریوهای 1 تا 9 است، که اهداف بصورت تکی یا ترکیبی و بدون اولویت و درجه اهمیت می باشند. اما از بین سناریوهایی که اهداف اولویت بندی شده اند سناریوهای 10 و 13 دارای کمترین مقادیر اقلیدسی بوده، یعنی اهداف در این سناریوها از نظر اولویت تفاوتی با هم ندارند و اهداف فازی مورد نظر را تامین می کنند. به عنوان مثال

سناریوی 10 بیان می کند که در بین سناریوهای اولویت-بندی اهداف، این سناریو که به ترتیب با اولویت حداکثر سازی سود، حداقل کردن هزینه ها، تحقق اهداف تولیدی با توجه به هزینه ها و حداکثر سازی اهداف تولیدی ساخته شده، بهترین است.

جدول ۳ - نتایج حاصل از سناریوهای مختلف (سطح زیر کشت بر حسب هکتار)

محصول	گندم آبی	گندم دیم	جو آبی	جو دیم	کلزا	آفتابگردان	D_i
وضعیت موجود	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	
سناریو	-	-	-	-	-	-	-
۱	۲۸,۲۴	۸,۸۳	۰	۱۱,۱۷	۱,۷۶	۰	۱,۷۳
۲	۰	۰	۴۰	۲۰	۰	۰	۰
۳	۲۲,۰۷	۲۰	۰	۰	۷,۹۳	۱۰	۱,۴۱۴۲
۴	۱۱,۶۱	۸,۸۳	۱۱,۲۵	۱۱,۱۷	۱۱,۵۷	۵,۵۶	۱,۴۱۹۹
۸	۱۶,۶۸	۸,۸۳	۰	۱۱,۱۷	۱۳,۳۲	۱۰	۱,۴۱۴۲
۹	۳۰	۸,۸۳	۰	۱۱,۱۷	۰	۱۰	۱,۴۱۴۲
۱۰	۲۱,۰۵	۸,۸۳	۱۱,۲۵	۱۱,۱۷	۷,۷۰	۰	۱,۴۱۴۲
۱۳	۳۰	۱۲	۰	۸	۰	۱۰	۱,۴۱۴۲
۱۵	۲۳,۷۵	۸,۸۳	۶,۲۵	۱۱,۱۷	۰	۱۰	۱,۷۳

در جدول 4 مشاهده می شود که بر اساس سناریوی 4 (مطابق با سناریوهای 6، 7، 14 و 16) اهداف فازی میزان تولید مورد نظر بجز گندم دیم و آفتابگردان به بالاترین مقدار (یک) یا نزدیک آن رسیده اند. به این معنی که سطوح آرمانی (مطلوب) اهداف تولید محصول تامین شده اند و یا در داخل محدوده تغییرات قابل تحمل هستند. وقتی که یک هدف فازی داخل محدوده تغییرات قابل تحمل، بدست آمده باشد مقدار عضویت آن عددی بین صفر و یک است و اگر مقدار آرمانی (مطلوب) دقیقا بدست آمده باشد و یا بیشتر از آن باشد مقدار عضویت برابر یک است و اگر غیر از این باشد مقدار عضویت صفر می شود که این تعاریف از توصیف توابع عضویت برای اهداف فازی بدست آمده است.

جدول ۴ - مقادیر تولید و مقدار عضویت آن‌ها

سناریو	گندم آبی	گندم دیم	جو آبی	جو دیم	کلزا	آفتابگردان
۱	(۱و۱۵۵۳۲۰)	(۰و۱۳۲۴۵)	-	(۱و۱۳۴۰۴)	(۰و۵۲۸۰)	(۰و۲۰۰۰۰)
۲	-	-	(۱و۱۶۰۰۰۰)	(۱و۲۴۰۰۰)	-	-
۳	(۱و۱۲۱۳۸۵)	(۱و۳۰۰۰۰)	-	-	(۰و۲۳۷۹۰)	(۰و۲۰۰۰۰)
۴	(۰,۹۸۳۹و۶۳۸۵۵)	(۰و۱۳۲۴۵)	(۱و۴۵۰۰۰)	(۱و۱۳۴۰۴)	(۱و۳۴۷۱۰)	(۰و۱۱۱۲۰)
۸	(۱و۹۱۷۴۰)	(۰و۱۳۲۴۵)	-	(۱و۱۳۴۰۴)	(۱و۳۹۹۶۰)	(۰و۲۰۰۰۰)
۹	(۱و۱۶۵۰۰۰)	(۰و۱۳۲۴۵)	-	(۱و۱۳۴۰۴)	-	(۰و۲۰۰۰۰)

۱۰	(۱و۱۱۵۷۷۵)	(۰و۱۳۲۴۵)	(۱و۴۵۰۰۰)	(۱و۱۳۴۰۴)	(۰و۲۳۱۰۰)	-
۱۳	(۱و۱۶۵۰۰۰)	(۱و۱۸۰۰۰)	-	(۰و۹۶۰۰)	-	(۰و۲۰۰۰۰)
۱۵	(۱و۱۳۰۶۲۵)	(۰و۱۳۲۴۵)	(۰و۲۵۰۰۰)	(۱و۱۳۴۰۴)	-	(۰و۲۰۰۰۰)

نتیجه گیری

رهیافت برنامه ریزی آرمانی فازی (FGP) برای برنامه های تعیین الگوی کشت، دیدگاه جدیدی را برای روش آنالیز کردن فعالیتهای کشاورزی مختلف در یک محیط تصمیم گیری فازی (غیر قطعی) فراهم می کند. مهمترین مزیت این روش این است که تصمیم گیری برای تخصیص مناسب زمینهای قابل کشت می تواند بر اساس نیاز جامعه به محصولات کشاورزی گرفته شود. همچنین تحت چهارچوب مدل پیشنهادی، محدودیتهای مختلف دیگری (قطعی یا غیر قطعی) به آسانی می توانند در مدل جای گیرند و یک برنامه کشت مناسب میتواند تهیه شود. با در نظر گرفتن اهداف مختلف کشاورزان و مسئولین مانند حداکثر سازی سود، حداکثر سازی اشتغال، حفاظت محیط زیست و امنیت غذایی و با توجه به شرایط ریسک و عدم قطعیت بالای بخش کشاورزی نسبت به سایر بخشها و همچنین با وجود اطلاعات و داده های غیر دقیق، بهتر است که در سیاست گذاریها از مدل برنامه ریزی آرمانی فازی بهره گرفته شود. چون همان طور که گفته شد این مدل قادر است مجموعه ای از اهداف متضاد را در خود لحاظ کرده و با اولویت بندی آرمانها، میزان دسترسی به هر آرمان را با توجه به اطلاعات نا دقیق حداکثر نماید. از طرف دیگر بهتر است کشاورزان منطقه با توجه به نتایج حاصل از مزرعه نمونه مورد بررسی، الگوی کشت خود را، با در نظر گرفتن اهداف خود و با توجه به نتایج حاصل از سناریوهای مختلف، تغییر بدهند.

منابع مورد استفاده

اسدپور ح، خلیلیان ص و پیکانی غ، 1384. نظریه و کاربرد مدل برنامه ریزی خطی آرمانی در بهینه سازی الگوی کشت. مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، ویژه نامه کارایی و بهره‌وری، ویژه‌نامه 1384. .صفحه‌های 307 تا 328.

چیذری ا و قاسمی ع، 1384. برنامه ریزی تولید محصولات زراعی در شرایط نبود قطعیت (رویکرد فازی). مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، ویژه نامه کارایی و بهره وری، ویژه‌نامه 1384. صفحه‌های 131 تا 147.

Biswas A and Pal BB, 2005. Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agricultural system. Omega 33: 391-398.

Charnes A and Cooper WW, 1961. Management models and industrial application of linear programming. John Wiley & Sons. Inc. New York.

Itoh, T, Ishii H and Nanseki T, 2003. A model of crop planning under uncertainty in agricultural management. International Journal of Production Economics 81-82: 555-558.

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

Romero C, 1991. Handbook of critcal issues in goal programming. Pergamon Press. Oxford.

Sarker RA and Quaddus MA, 2002. Modelling a nationwide crop planning problem using a multiple criteria decision making tool. Computers & Industrial Engineering 42: 541-553.

Sharma DK, Jana RK and Gaur A, 2007. Fuzzy goal programming for agricultural land allocation problems. Yugoslav Journal of Operations Research 17(1): 31-42.

Tiwari RN, Dhamer S and Rao JR, 1986. Priority structure in fuzzy goal programming. Fuzzy Sets and Systems 19: 251-259.

Yu PL, 1973. A class of solution for group decision problems. Management Science 19(8): 936-946.

Zadeh LA, 1965. Theory of fuzzy sets. Information and Control 8: 338-353.

Zimmermann HJ, 1987. Fuzzy programming and linear programming with several objective functions. Fuzzy Sets and Systems 1: 45-55.