اقتصادکشاورزی و توسعه، سال بیست و یکم، شماره ۸۲، تابستان ۱۳۹۲

تعیین الگوی بهینه کشت محصولات عمده زراعی استان خراسان رضوی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی و تابع عضویت هذلولی

محمدرضا کهنسال*، علی اکبر سروری**

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۱۸

چکیده

با توجه به اهمیت انتخاب الگوی مناسب کشت، این مقاله به دنبال روشی مناسب جهت انتخاب الگوهای برنامه‌ریزی کشت می‌باشد. بر این اساس در مقاله حاضر از ۷ مدل برنامه‌ریزی خطی ساده با توابع هدف حداکثر سود، حداقل هزینه، حداکثر نیروی‌کار، حداقل آب، حداکثر کالری، حداقل کود شیمیایی و حداکثر رتبه‌بندی استفاده و این مدلها با مدلهای چندهدفه و چندهدفه فازی به کمک روش رتبه‌بندی مقایسه شد. همچنین در این مدل از محدودیتهای زمین، نیروی‌کار، سرمایه و آب و همچنین حداقل و حداکثر سطح زیر کشت استفاده شد. به این منظور از داده‌های هزینه تولید محصولات عمده زراعی استان خراسان رضوی در سال ۸۹ استفاده گردید. نتایج رتبه‌بندی نشان می‌دهد که روش چندهدفه فازی با

*دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد e-mail: kohansal@um.ac.ir
**دانشجوی دوره دکترای گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد(نویسنده مسئول)
e-mail: sarvary117@yahoo.com

تابع عضویت هذلولی بهتر از سایر مدلها توانسته است با توجه به محدودیتهای موجود، کلیه اهداف مورد نظر را براوردکند. از دیگر پارامترهای مهم در مقایسه الگوها، میزان آب مصرفی در ماه‌های مختلف است. بر این اساس چون الگوهای حداکثر کالری و مدل چندهدفه فازی بیشترین آب مصرفی را در ماه اردیبهشت استفاده می‌کنند و سایر الگوها بیشترین آب را در ماه خرداد یا تیر مصرف می‌نمایند و با توجه به گرم شدن هوا و بالا رفتن تبخیر و تعرق در ماه‌های خرداد و تیر و همچنین بالا رفتن نیاز آب مصرفی خانوارها در ماه‌های گرم، بهتر است الگوهایی مانند الگوی چندهدفه فازی انتخاب شوند که بیشترین آب مصرفی آنها در ماه اردیبهشت است.

طبقه‌بندی JEL: C61, Q15

کلید واژه‌ها:

برنامه‌ریزی چندهدفه فازی، تابع عضویت هذلولی ، رتبه‌بندی، خراسان رضوی، الگوی کشت

مقدمه

استان خراسان رضوی یکی از استانهای خراسان در شمال شرقی ایران با مساحت ۱۱۸۸۵۴ کیلومتر مربع بوده که از این نظر 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 می‌کنند. این جمعیت شاغل در بخش کشاورزی بر روی سطح زیر کشتی در حدود ۹۷۹۳۱۶ هکتار فعالیت نموده و ۵۵۲۷۶۸۳ تن محصول تولید می‌نمایند که از این جهت در رتبه دوم کشوری قرار دارد (سیمای کشاورزی خراسان رضوی،۱۳۸۹).

استان خراسان از نظر تولید محصولات جو، پنبه و خربزه در رتبه اول کشوری، چغندر قند رتبه دوم و گندم و گوجه فرنگی رتبه سوم کشوری را دارد.

بر این اساس با توجه به اهمیت بخش کشاورزی در استان خراسان رضوی، برنامه‌ریزی و بهبود کشت می‌تواند وضعیت اقتصادی و اجتماعی استان را تغییر دهد. در این راستا لازم است از روشهای برنامه‌ریزی ریاضی جهت انتخاب یک الگوی بهینه کشت استفاده نمود.

زنگ و همکارانش (Zeng et al., 2010) در مقاله‌ای تحت عنوان «کاربرد برنامه‌ریزی خطی فازی چندهدفه (FMOLP)[1] در الگوی بهینه کشت» اعتقاد دارند که الگوی بهینه کشت نقش مهمی در مدیریت آب کشاورزی دارد. در مباحث 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 چندهدفه برای تصمیم‌گیری در چنین محیطهای فازی مناسب نیست. این مقاله یک مدل برنامه‌ریزی خطی فازی چندهدفه با اعداد فازی مثلثی را پیشنهاد می‌دهد و مدل برنامه‌ریزی خطی فازی چندهدفه با اهداف فازی مرتبط با آن را به مدل قطعی، که با روشهای متداول برنامه‌ریزی قابل حل است، تبدیل می‌نماید. مدل FMOLP برای الگوی بهینه کشت استان گانسو[2] در شمال غرب چین به کار گرفته شده است و سپس الگوی بهینه کشت با فرض سطوح ذخیره آب متفاوت و رتبه رضایت‌مندی برای در دسترس بودن منابع آب توسط تصمیم‌گیرندگان به دست آمد. در این مقاله نتایج مدل FMOLP نسبت به مدل MOLP نتایج بهتری نشان داده است.

همچنین گوپتا و همکارانش (Gupta et al., 2000) برای الگوی بهینه کشت در حوضه رودخانه نارمادا[3] از روش برنامه ریزی‌خطی فازی چندهدفه استفاده نمودند.این مطالعه به مدیریت آبیاری جهت بهره‌برداری بهینه از سیستم چند مخزنه[4] در حوزه آبریز رودخانه نارمادا با استفاده از شبیه‌سازی عملکرد ماهانه سیستم در ۳۰ سال گذشته می‌پردازد. مدل FMOLP برای براورده نمودن اهداف گوناگون و متضاد تصمیم‌گیرندگان مختلف نظیر دولت و کشاورزان خصوصی در کنار یکدیگر استفاده می‌گردد. تقاضای متغیر آبیاری در طول افق

1.Fuzzy Multi-Objective Linear Programming
2. Gansu
3. Narmada
4.Multi-Reservoir System

برنامه‌ریزی با توجه به تغییرات بالا در مدل گنجانده شده است. بنابراین الگوهای مختلف کشت در منطقه برای تمام سالها بر اساس شبیه‌سازی مخازن ۳۰ سال گذشته تجزیه و تحلیل گردید. این چنین تجزیه و تحلیل‌هایی برای تصمیم‌گیری در مورد الگوی بهینه کشت مناطقی که ریسک شکست محصولات را از دیدگاه عدم اطمینان از دسترسی به آب آبیاری حداقل می‌سازند، بسیار مفید است.

دریجانی و کوپاهی (۱۳۷۹) در بهینه‌سازی تولیدات کشاورزی منطقه سرپنیران استان فارس با کمک مدلهای برنامه‌ریزی قطعی و فازی، ضمن حداکثرسازی حصول نسبی به اهداف چندگانه شامل حداکثر کردن بازده برنامه‌ای اشتغال، حداقل نمودن ریسک، نیازمندی به اعتبارات از منابع غیر رسمی، مصرف کود، سموم شیمیایی و علف‌کش‌ها، اقدام به تعیین الگوی بهینه زراعی و مقایسه نتایج این مدلها نمودند.

بی جی و باسو (Bijay&Basu 1996) با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی، اقدام به تخصیص بهینه زمین نموده و با کمک تابع فاصله اقلیدسی مناسبترین ساختار بهینه اولویت‌بندی اهداف چندگانه را برنامه‌ریزی زراعی استان Hooghly هندوستان انتخاب نمودند.

خوش اخلاق و شهرکی (۱۳۷۹)، با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی خطی اقدام به تخصیص بهینه آب رودخانه هیرمند میان زیر بخش‌های کشاورزی منطقه سیستان کرده‌اند به گونه‌ای که بهترین شکل تخصیص عامل آب را مشخص کرده تا بتوان به کمک آن، سود به دست آمده از استفاده آب را در منطقه سیستان حداکثر کرد. نتایج به دست آمده از این مطالعه، ناکارا بودن الگوی کنونی تخصیص آب را در منطقه نمایان می‌سازد و با توجه به این الگو پیشنهاد می‌شود زمینهای قابل زراعت باید به کشت محصولات سیر، گوجه‌فرنگی، خربزه، هندوانه و ذرت علوفه‌ای اختصاص یابد و در زمینهای غیر قابل زراعت نیز اقدام به ساخت استخرهای پرورش ماهی و احیای مراتع شود.

حاج رحیمی (۱۳۷۶)، اسدپور (۱۳۷۶) و ترکمانی (Torkamani,2000) در مطالعات جداگانه‌ای با بهره‌گیری از مدل برنامه‌ریزی آرمانی و در نظر گرفتن تنها دو هدف

حداکثرسازی بازده برنامه‌ای و حداقل‌سازی هزینه جاری، اقدام به تعیین الگوی بهینه کشت در مزارع بوکان، دشت‌ناز و دشتستان نمودند.

چیذری و قاسمی (۱۳۷۸) برای تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در یک واحد زراعی در شهرستان اقلید استان فارس، با استفاده از مدلهای ریاضی و با توجه به اهداف استفاده کمتر از نهاده زمین و آب، حداقل نمودن هزینه‌های متغیر تولید، حداکثر نمودن سود ناخالص و هدف تولید مطلوب، الگوی کشت بهینه را مشخص کرده‌اند. در این مطالعه اولویت‌بندی اهداف مدیر واحد زراعی در مدل برنامه‌ریزی آرمانی بر مبنای تابع فاصله‌ای اقلیدسی می‌باشد.

برای حل مسائل برنامه‌ریزی خطی فازی چندهدفه استفاده از توابع عضویت مورد نیاز می‌باشد. در اغلب مطالعات برای سادگی از توابع عضویت خطی و یا مثلثاتی استفاده شده است. اما ورما (Verma,1997) و گواپتا (Gupta,2000) از توابع عضویت غیر خطی نظیر توابع عضویت هذلولی[1] و نمایی[2] استفاده کرده‌اند.

پس از مطالعه ناراسیمها (Narasimhan,1980)،استفاده از تئوری مجموعه فازی برای برنامه‌ریزی چندهدفه در سال ۱۹۸۰، دستاوردهای بسیاری در این زمینه به دست داد. اغلب مطالعات از روش max-min استفاده کرده‌اند. اما به اعتقاد لین (Lin,2004) هرچند زمانی که اهداف درجات اهمیت متفاوتی دارند، تنها مدل وزنی Tiwari به نظر می‌رسد کاربرد داشته باشد. مطالعه لین یک مدل وزنی حداقل- حداکثر جدید را برای مسائل برنامه‌ریزی چندهدفه فازی (FGP) و تصمیم‌گیری‌های چندهدفه فازی ارائه می‌دهد. مدل ارائه شده حتی با پیچیده‌ترین توابع عضویت نیز سازگار است.

همچنین به اعتقاد کهنسال (۱۳۸۶) باتوجه به نقش و اهمیت مدیریت واحدهای زراعی، استفاده از مدلهای برنامه‌ریزی ریاضی در تعیین الگوی بهینه کشت نقشی بسزا دارد. بر این اساس در این مطالعه نظریه و کاربرد مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی در بهینه‌سازی الگوی

1.Hyperbolic
2. Exponential

کشت با درنظر گرفتن اهداف مختلف مورد توجه قرار گرفت. در این مطالعه ضمن تحلیل نظریه مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی، کاربرد آن در بهینه سازی الگوی کشت مزرعه دانشگاه فردوسی نشان داده شد. نتایج حاکی از آن است که با ایجاد انعطاف در ضرایب مدل-که ناشی از بی دقتی در اطلاعات است- و با نگرش و تفکر فازی، این بی‌دقتی تا حد زیادی برطرف می‌شود و شرایط الگوی کشت به طور نسبی بهبود می‌یابد و از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوبتری استفاده می‌شود.

در مطالعات فوق معمولاً از روش چندهدفه فازی به تنهایی استفاده و نتایج آن بررسی شده است، در حالی که مطالعه حاضر علاوه بر براورد الگوی بهینه کشت با برنامه‌ریزی خطی فازی چندهدفه به کمک تابع عضویت هذلولی، به دنبال مشخص کردن بهترین مدل با استفاده از رتبه‌بندی و تئوری چند خاصیته (MAVT)[1] می‌باشد.

مواد و روشها

انتخاب نوع مناسب محصول باید بر اساس اهداف برنامه‌ریزی کشاورزی باشد. برخی از این معیارها مانند نیاز خالص از یک محصول ویژه، بهره‌وری، ارزش بازاری، تعادل و شرایط منطقه‌ای و نیازهای منابع طبیعی و دسترسی به آنها به صورت معنی‌داری می‌تواند در انتخاب نوع محصول تأثیر داشته باشد. بر این اساس و با توجه به الگوی کشت سال گذشته (۱۳۸۸) منطقه مورد مطالعه محصولات گندم دیم، گندم آبی، جو دیم، جو آبی، پنبه، خربزه، یونجه آبی، چغندرقند، هندوانه آبی، گوجه‌فرنگی، هندوانه دیم، نخود دیم، سیب‌زمینی و کلزا که جزء محصولات عمده منطقه می‌باشند، انتخاب گردیدند. گفتنی است که محصولات فوق در حدود ۸۸ درصد سطح زیر کشت محصولات را در الگوی کشت موجود تشکیل می‌دهند. جهت براورداطلاعات مورد نیاز، از داده‌های هزینه تولید جهاد کشاورزی خراسان رضوی در سال ۸۹ استفاده گردید.

1. Multi-Attribute Value Theory

اهداف مورد نظر در الگوی برنامه ریزی ریاضی در مطالعه حاضر به شرح زیر است:

۱. حداکثرسازی سود خالص: هدف اقتصادی مانند حداکثرسازی سود معمولاً مورد نظر هر تصمیم‌گیرنده در فرایند برنامه‌ریزی است. اما کشاورزان اغلب تمایل به چنین اهدافی دارند و همیشه الگویی کشتی را ترجیح می‌دهند که می‌تواند برای ایشان بیشترین بازده مالی را تهیه کند.

۲.حداکثرسازی کالری (انرژی): در خیلی از کشورهای در حال توسعه سوء تغذیه شایع است. بنابراین دولتها الگوی کشتی را ترجیح می‌دهند که در نتیجه تولید کالری را برای جلوگیری از کمبود کالری در کشور یا جامعه حداکثر کند.

۳.حداکثرسازی اشتغال نیروی‌کار: دولتهای کشورهای توسعه نیافته یا در حال توسعه ممکن است از یک الگوی کاربر برای حداقل کردن بیکاری و همچنین کم‌کاری به ویژه در بخش کشاورزی طرفداری کنند.

۴.حداقل‌سازی سرمایه‌گذاری: همان‌طور که اشاره گردید جمعیت بالایی از کشاورزان استان خراسان دارای سن ۵۰ سال و سطح زیر کشت کمتر از ۵ هکتار می‌باشندکه نشاندهنده عدم تمکن مالی کشاورزان می‌باشد.معمولاً کشاورزان الگوی کشتی را ترجیح می‌دهند که کمتر سرمایه‌بر باشد. به هر حال این امر ممکن است اغلب سود کمتری داشته باشد.

۵.حداقل کردن آب مصرفی: با توجه به اینکه اغلب دشتهای استان خراسان رضوی با مشکل بیلان منفی مواجه است، انتخاب الگوهای کشتی که کمترین آب را مصرف می‌نمایند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۶.حداقل کردن کود شیمیایی: یکی از اهداف کشاورزی ارگانیک کاهش استفاده از کودهای شیمیایی است. بر این اساس انتخاب الگویی که کود شیمیایی کمتری استفاده می‌نماید، می‌تواند به جلوگیری از شور شدن و از بین رفتن خاک کمک کند.

۷.حداکثر سازی رتبه‌بندی: در این قسمت محصولات مختلف با توجه به ۶ هدف فوق رتبه‌بندی می‌گردند و در مجموع میانگین رتبه‌ای که هر محصول به دست‌می‌آورد به عنوان رتبه آن در تابع هدف قرار می‌گیرد.

مدل تصمیم‌گیری فازی تعمیم‌یافته در تحلیلهای چندهدفه

برای هر تابع هدف $Z_t(x)$ در اینجا یک جواب تابعی x_t^* منحصر به فرد بهینه وجود دارد (Gupta & et al., 2000)؛ یعنی:

$$\max_{x\in X} Z_t(x) \le Z_t(x_t^*) = Z_t^*. \qquad (۱)$$

برای جوابهای بهینه منحصر به فرد داریم:

برای هر $i \neq j$ و $X_i^* = X_j^*$ k ... ,$i , j = 1$

$$Z_t^m = \min\left(Z_t(X_1^*),\ldots,Z_t(X_{t-1}^*),Z_t(X_{t+1}^*),\ldots,Z_t(X_k^*)\right) \qquad (۲)$$

$$d_t^* = Z_t^* - Z_t^m > 0 \qquad (۳)$$

توابع عضویت

تابع عضویت به عنوان یک خصوصیت جانشین در اولویت‌بندی برای تعیین نتیجه مورد نظر هر یک از اهداف در چارچوب برنامه‌ریزی چندهدفه عمل می‌کند. تابع عضویت که به وسیله $\mu_{Z_t}(x)$ برای t امین هدف نشان داده می‌شود حداقل باید دارای شروط زیر باشد (Gupta et al., 2000):

$$\mu_{Z_t}(x) = \begin{cases} 1 & \text{if} \quad Z_t(x) \ge Z_t^* \\ 0 < \mu_{Z_t}(x) < 1 & \text{if} \quad Z_t^m < Z_t(x) < Z_t^* \\ 0 & \text{if} \quad Z_t(x) \le Z_t^m \end{cases} \qquad (۴)$$

که $Z_t(x)$ نتیجه t امین هدف است.

توابع عضویت خطی[1]، خطی مقطع[2]،هذلولی[3]، عکس هذلولی[4]، لجستیک[5] و نمایی[6] از توابعی هستند که می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در این مقاله از تابع عضویت هذلولی استفاده گردید.

1. Linear Membership Function
2. Piecewise Linear Membership Function
3. Hyperbolic Membership Function
4. Hyperbolic Inverse Membership Function
5. Logistic Member Ship Function
6. Exponential Membership Function

تابع عضویت هذلولی

برای هر تابع هدف $Z_t(x)$ مطابق تابع عضویت هذلولی $\mu_{Z_t}^{H}(x)$ به صورت زیر تعریف شده است (Gupta et al., 2000):

$$\mu_{Z_t}^{H}(x) = \frac{1}{2}\left(tan\,h(y) + 1\right)$$

به طوری که $y = \alpha_t\left\{Z_t(x) - (Z_t^m + Z_t^*)/2\right\}$ و α_t یک پارامتر است.

تابع هدف فازی به وسیله تابع عضویت خود مشخص می‌شود و بنابراین ثابت است. تصمیم در یک محیط فازی فصل مشترک محدودیتهای فازی و تابع هدف فازی است. روابط بین محدودیتها و تابع هدف در یک محیط فازی کاملاً متقارن است یعنی یک اختلاف بزرگ بین قبلی و بعدی وجود ندارد.

مدل تصمیم‌گیری چند معیاره برای تعیین سطح محصول با استفاده از برنامه‌ریزی خطی فازی

در فرمول‌نویسی یک برنامه‌ریزی خطی فازی، بر مبنای مدل تصمیم چند معیاره برای تخصیص سطح زیر کشت محصول، این کاملاً منطقی است که تابع عضویت ذاتاً هذلولی باشد. این مسئله مخصوصاً با مسائل جهان واقعی کاملاً مطابق است، چنانچه مطلوبیت نهایی تصمیم گیرنده به صورت سطح مطلوبیت (درجه عضویت) با نسبت افزایش دستیابی به هدف کاهش یابد.

فرض کنید تانژانت غیر خطی تابع عضویت هذلولی به نمایندگی از (به جای) اهداف فازی تصمیم‌گیرنده به صورت زیر به کار رود (Gupta & et al., 2000):

$$\mu_t^{H}\left(Z_t(x)\right) = \frac{\left(tan\,h\left(\left(Z_t(x) - b_t\right)\alpha_t\right) + 1\right)}{2}$$

که α_t یک پارامتر سهمی است و b_t ارزش $Z_t(x)^*$ را به صورتی که $\mu_t^H(Z_t(x)) = 0.5$ نشان می‌دهد. بدترین ارزش و بهترین ارزش t امین تابع هدف به ترتیب به صورت Z_t^m و Z_t^* نشان داده می‌شوند و $b_t = (Z_t^m + Z_t^*)/2$. تابع عضویت هذلولی

شرح داده شده در بالا برای نشان دادن اهداف فازی تصمیم‌گیرنده وهمچنین با تصمیم فازی بلمن و زاده (Bellman & Zadeh, 1970) به کار می‌رود. شکل کلی مسئله می‌تواند به صورت زیر شروع شود: $Max\ \lambda$

به این صورت که:

$$\lambda \geq 0\ X \geq 0\ \mathrm{AX} \leq \mathrm{b}\ t = 1, 2, \ldots, k \lambda \leq \mu_{Z_t}^{H}(x), \qquad (۸)$$

در این فرمول $\lambda \leq \mu_{Z_t}^{H}(x)$, یک تابع غیر خطی است و بنابراین در این جا برنامه‌ریزی غیر خطی مطرح است. لبرلینگ (Leberling,1981) نشان داد که این خطی بودن به وسیله معرفی تابع عضویت هذلولی غیرخطی می‌تواند به طور مساوی به یک مسئله برنامه‌ریزی خطی متعارف تبدیل شود.

بنابراین، مدل برنامه‌ریزی خطی فازی چندهدفه با تابع عضویت هذلولی به صورت زیر فرمولبندی می‌گردد (Gupta et al., 2000):

تابع هدف : $Max\ \lambda$

محدودیتها:

۱. محدودیتهای سطح زیر کشت، آب، نیروی‌کار، سرمایه، محدودیتهای کران بالا و پایین و محدودیتهای غیر منفی

۲.محدودیتهای تابع عضویت هذلولی برای هر یک از توابع هدف

$$-\alpha_t \sum_{i=1}^{n} N_{it} X_{it} + \lambda \leq -\frac{1}{2}\alpha_t (Z_t^m + Z_t^*) \qquad t=1\ldots7 \quad i=1\ldots n$$

در رابطه فوق i نشاندهنده نوع محصول و t مبین ۷ تابع هدف مورد استفاده در مدل و Nitمبین ضریب فنی محصول i در تابع هدفtاست که:

$$\alpha_t = \frac{7}{Z_t^* - Z_t^m} \qquad t=1\ldots7$$

مدل مورد نظر دارای محدودیتهای زیر است:

۱.محدودیت سطوح قابل کشت: با توجه به اینکه فقط محصولات عمده در این الگو مورد استفاده قرار می‌گیرند، سطح زیر کشت قابل استفاده الگو نیز می‌تواند در حدود سطح زیر کشت الگو در دوره گذشته باشد. در اینجا با توجه به وجود زمینهای زیاد قابل کشت در استان، برای انعطاف‌پذیری الگوی سطح زیر کشت قابل دسترس ۲۰ ٪ بیش از الگوی سال گذشته در مدل در نظر گرفته شد که عبارت از ۱۱۱۱ هزار هکتار می‌باشد.

۲.محدودیت آب مورد نیاز: محصولات منتخب در دوره گذشته در حدود ۷۹۸۰ میلیون مترمکعب آب مصرف نموده‌اند که این عدد برای آب در دسترس قرار گرفت.

۳.محدودیت سرمایه: با توجه به اینکه بخش عمده کشاورزان منطقه، کشاورزان خرده مالک هستند، یکی از مشکلات عمده این دسته از کشاورزان نقدینگی و تأمین مالی می‌باشد. بر این اساس در این الگو فقط درآمد به دست آمده از محصولات منتخب در سال گذشته به عنوان سرمایه در دسترس در الگو قرار گرفت.

۴.محدودیت نیروی کار: یکی از عواملی که در افزایش تولید و سطح زیر کشت محدودیت ایجاد می‌نماید، وجود نیروی کار در بخش کشاورزی است. از این رو در الگوهای مورد مطالعه این محدودیت نیز در نظر گرفته شد.

۵.محدودیتهای کران بالا و پایین: برای فراهم کردن نیازهای اجتماعی، اقتصادی و فاکتورهای منطقه‌ای سیستم پویا و همچنین در نظر گرفتن شرایط بازار، محدودیتهای کران بالا و پایین لازم است برای کنترل بهتر در تولید محصولات خاص وارد مدل شوند. این محدودیتها خیلی از اوقات به منظور حمایت قیمت کالاها در منطقه مورد نیاز می‌باشند. محدودیتهای کران پایین معمولاً برای انجام وظایف اجتماعی مورد نیاز می‌باشند مانند تولید حداقل نیازهای غذایی که با وابستگی غذایی و سوء تغذیه اجتماعی مرتبط است. این محدودیتها حداقل و حداکثر کشت را نشان می‌دهد و مدل را کالیبره می‌نماید. با توجه به اینکه مدل ممکن است محصولی را با توجه به توابع هدف حذف نماید و یا سطح زیر کشت محصولی را بیش از نیاز بازار و توان منطقه افزایش دهد، وجود این محدودیتها ضروری است. به این منظور و براورد نیازهای

خود مصرفی و عدم حذف محصولات از الگو، محدودیت کران پایین در حدود حداقل ۲۰٪ سطح زیر کشت سال قبل و محدودیت کران بالا حداکثر ۱۰۰٪ سطح زیر کشت سال قبل در نظر گرفته شد.

۶.محدودیتهای غیر منفی: فرض اساسی مدل این است که تمام متغیرهای تصمیم باید غیر منفی باشند.

در استان خراسان رضوی با توجه به کمبود آب و سرمایه، این دو عامل بیشتر نسبت به زمین و نیروی‌کار محدود کننده می‌باشند.

رتبه‌بندی

برای تعیین فاکتورهای رتبه‌بندی محصول از نظریه ارزش چند خاصیته (MAVT)[1] استفاده شد. اگر تابع ترجیحات V، ترجیحات تصمیم‌گیرنده برای ترکیبات مختلف معیارها، محدودیتهای خاصی را بهینه کند، به چند شکل ساده‌تر تجزیه شده است. یک شکل ساده که بیشتر هم مورد استفاده قرار می‌گیرد، شکل افزایشی (جمع‌پذیر) وزنی است (Zeleny,1982) که در اینجا به کار رفته است:

$$V(f_1, f_2, \ldots, f_k) = w_1 \times v_1(f_1) + w_2 \times v_2(f_2) + \ldots + w_k \times v_k(f_k)$$

که w وزن و v تابع ارزش برای هر معیار است. یک روش ساده مقیاس، درجه‌بندی ۱۰۰ درجه‌ای است که ۰ بدترین سطح و ۱۰۰ بهترین سطح را نشان می‌دهد. سطوح مختلف یک مشخصه (ویژگی) در این مقیاس درجه‌بندی شده‌اند. ارزش یک سطح از یک معیار به سادگی به وسیله ۱۰۰ تقسیم‌بندی رتبه‌ای می‌شود. در اینجا وزنهای هر یک از توابع هدف یکسان در نظر گرفته می‌شود.

با توجه به روشهای گفته شده برای انجام براوردها از نرم‌افزارهای Excell و winQSB استفاده گردید.

1. Multi Attribute Value Theory

نتایج و بحث

قبل از براورد مدل لازم است نتایج تابع هدف رتبه‌بندی با استفاده از روش گفته شده به دست آید. بر این اساس رتبه‌بندی به صورت جدول خواهد بود.

جدول ۱.رتبه‌بندی محصولات بر اساس توابع هدف

محصولات	حداکثر نیروی کار	حداکثر سود	حداقل هزینه	حداقل آب	حداکثر کالری	حداقل کود شیمیایی	نتیجه	
							رتبه‌بندی	ارزش کل
گندم دیم	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۹۹	۱/۰۰	۰/۰۹	۰/۹۶	۰/۵۲۶	۱
گندم آبی	۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۷۷	۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۳۳	۰/۴۲۱	۶
جو آبی	۰/۱۰	۰/۰۲	۰/۸۳	۰/۶۹	۰/۵۹	۰/۴۸	۰/۴۵۲	۵
جو دیم	۰/۰۱	۰/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۰۹	۰/۹۸	۰/۵۱۳	۲
پنبه	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۵۶	۰/۱۷	۰/۰۰	۰/۲۹	۰/۲۰۳	۱۴
خربزه آبی	۰/۳۵	۰/۳۹	۰/۵۲	۰/۴۲	۰/۱۵	۱/۰۰	۰/۴۷۴	۷
یونجه آبی	۱/۰۰	۰/۱۲	۰/۷۱	۰/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۳۲۰	۱۱
چغندر قند	۰/۵۵	۰/۱۵	۰/۳۵	۰/۰۰	۰/۷۷	۰/۰۳	۰/۳۱۰	۱۲
هندوانه آبی	۰/۲۹	۰/۲۴	۰/۶۰	۰/۴۱	۰/۲۵	۰/۳۱	۰/۳۵۱	۱۰
گوجه فرنگی	۰/۲۰	۰/۴۸	۰/۲۲	۰/۱۱	۰/۲۸	۰/۰۲	۰/۲۱۸	۱۳
هندوانه دیم	۰/۰۹	۰/۰۱	۰/۹۸	۱/۰۰	۰/۰۳	۰/۹۷	۰/۵۱۵	۴
نخود دیم	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۹۷	۱/۰۰	۰/۰۵	۰/۹۷	۰/۵۰۳	۳
سیب زمینی	۰/۰۴	۱/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۰	۱/۰۰	۰/۰۶	۰/۳۵۵	۹
کلزا	۰.۰۰	۰/۰۷	۰/۸۴	۰/۶۶	۱/۰۰	۰/۶۷	۰/۳۷۵	۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

پس از براورد ۷ مدل خطی، یک مدل چندهدفه و یک مدل فازی چندهدفه، این الگوها با الگوی موجود از نظر سطح زیر کشت، هزینه کل، درآمد کل، سود، آب مصرفی، نیروی‌کار، کود شیمیایی، کالری تولیدی و نسبت درآمد به هزینه مقایسه شدند که در جدول

۲ نشان داده شده است. علت مشابه شدن برخی سطوح زیر کشت در توابع هدف مختلف، استفاده از محدودیتهای کران بالا و کران پایین می‌باشد. همان‌طور که گفته شد، این محدودیتها هرچند انعطاف‌پذیری مدل را کاهش می‌دهند اما از تغییرات ناگهانی سطوح زیر کشت که در عمل قابل اجرا نیست جلوگیری می‌کنند.

جدول ۲. مقایسه سطح زیر کشت محصولات منتخب در مدلهای خطی، چندهدفه و فازی چندهدفه (هکتار)

محصولات	الگوی موجود	حداکثر سود	حداقل هزینه	حداکثر نیروی‌کار	حداکثر کالری	حداقل آب	حداقل کودشیمیایی	رتبه‌بندی	چند هدفه	چندهدفه فازی
گندم دیم	۲۷۰/۹۶۸	۵۴/۱۹۴	۵۴/۱۹۴	۴۵۱/۹۳۶	۵۴۱/۴۰۱	۵۴/۱۹۴	۵۴/۱۹۴	۵۴۱/۹۳۶	۵۴/۱۹۴	۵۴۱/۹۳۶
گندم آبی	۲۶۰/۳۹۰	۵۲/۰۷۸	۵۲/۰۷۸	۲۴۲/۰۸۴	۱۶۱/۷۴۷	۵۲/۰۷۸	۵۲/۰۷۸	۵۲/۰۷۸	۵۲/۰۷۸	۲۷۸/۱۴۸
جو آبی	۱۳۲/۲۷۵	۲۶/۴۵۵	۲۶/۴۵۵	۲۶/۴۵۵	۲۴۶/۵۵۰	۲۶/۴۵۵	۲۶/۴۵۵	۱۲۰/۸۳۲	۲۶/۴۵۵	۲۶/۴۵۵
جو دیم	۵۰/۴۸۵	۱۰/۰۹۷	۱۰/۰۹۷	۱۰/۰۹۷	۱۰۰/۹۷۰	۱۰/۰۹۷	۱۰/۰۹۷	۱۰۰/۹۷۰	۱۰/۰۹۷	۱۰/۰۹۷
پنبه	۴۱/۱۷۶	۸/۲۳۵	۸/۲۳۵	۸/۲۳۵	۸/۲۳۵	۸/۲۳۵	۸/۲۳۵	۸۲/۳۵۲	۸/۲۳۵	۸۲/۳۵۲
خربزه آبی	۳۶/۱۴۸	۵۲/۱۰۸	۷/۲۳۰	۷/۲۳۰	۷/۲۳۰	۷/۲۳۰	۷/۲۳۰	۷/۲۳۰	۵۲/۱۰۸	۷/۲۳۰
یونجه آبی	۳۲/۴۰۵	۶۴/۸۱۰	۶/۴۸۱	۶۴/۸۱۰	۶/۴۸۱	۶/۴۸۱	۶/۴۸۱	۶۴/۸۱۰	۶۴/۸۱۰	۲۱/۵۳۸
چغندر قند	۲۴/۷۰۲	۴/۹۴۰	۴/۹۴۰	۲۱/۸۳	۴/۹۴۰	۴/۹۴۰	۴/۹۴۰	۴/۹۴۰	۴/۹۴۰	۴/۹۴۰
هندوانه آبی	۲۸/۹۹۷	۵۷/۹۹۴	۵/۷۹۹	۵/۷۹۹	۵/۷۹۹	۵/۷۹۹	۵/۷۹۹	۵/۷۹۹	۵۷/۹۹۴	۵/۷۹۹
گوجه فرنگی	۱۴/۴۳۹	۲۸/۸۷۸	۲/۸۸۸	۲/۸۸۸	۲/۸۸۸	۲/۸۸۸	۲/۸۸۸	۲/۸۸۸	۲۸/۸۷۸	۹/۰۲۳
هندوانه دیم	۱۵/۲۵۰	۳/۰۵۰	۳/۰۵۰	۳/۰۵۰	۳/۰۵۰	۳/۰۵۰	۳/۰۵۰	۳۰/۵۰۰	۳/۰۵۰	۳/۰۵۰
نخود دیم	۹/۱۲۹	۱/۸۲۶	۱/۸۲۶	۱/۸۲۶	۱/۸۲۶	۱/۸۲۶	۱/۸۲۶	۱/۸۲۶	۱/۸۲۶	۱/۸۲۶
سیب زمینی	۵/۸۱۶	۱۱/۶۳۲	۱/۱۶۳	۱/۱۶۳	۱/۱۶۳	۱/۱۶۳	۱/۱۶۳	۱/۱۶۳	۱۱/۶۳۲	۱۱/۶۳۲
کلزا	۳/۶۶۴	۷/۳۲۸	۷۳۳	۷۳۳	۷۳۳	۷۳۳	۷۳۳	۷/۳۲۸	۷/۳۲۸	۷۳۳
جمع	۹۲۵/۸۴۴	۳۸۳/۶۲۵	۱۸۵/۱۶۹	۹۳۸/۱۰۹	۱/۱۱۱/۰۱۳	۱۸۵/۱۶۹	۱۸۵/۱۶۹	۱/۰۴۱/۰۸۴	۳۸۳/۶۲۵	۹۳۰/۶۴۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول فوق می‌توان درصد تغییرات سطوح زیر کشت در الگوهای مختلف را با الگوی موجود مقایسه نمود. به این منظور در جدول ۳ این تغییرات نشان داده شده است.

جدول ۳. مقایسه تغییرات توابع هدف در الگوهای مختلف نسبت به الگوی موجود (درصد)

الگو	سطح زیرکشت	هزینه کل	درآمد کل	سود کل	آب	نیروی کار	کود شیمیایی	کالری	B/C
الگوی موجود	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
حداکثر سود	-۵۹	-۳۲	-۱۴	۸	۸	-۲۳	-۴۶	-۶۷	۲۷
حداقل هزینه	-۸۰	-۸۰	-۸۰	۸۰	-۸۰	-۸۰	-۸۰	-۸۰	۰
حداکثر نیروی کار	۱	-۳۲	-۳۷	-۴۴	-۴۴	۱۵	-۲۲	-۲۷	-۸
حداکثر کالری	۲۰	-۸۰	-۴۴	-۵۹	-۵۹	-۱۹	-۲۳	۶	-۱۸
حداقل آب	-۸۰	-۸۰	-۸۰	-۸۰	-۸۰	-۸۰	-۸۰	-۸۰	۰
حداقل کود شیمیایی	-۸۰	-۸۰	-۸۰	-۸۰	-۸۰	-۸۰	-۸۰	-۸۰	۰
رتبه بندی	۱۲	-۳۲	-۴۱	-۵۱	-۵۱	۲	-۳۲	-۴۳	-۱۳
چندهدفه	-۵۹	-۳۲	-۱۴	-۸	۸	-۲۳	-۴۶	-۶۷	۲۷
فازی چندهدفه	۱	-۳۲	-۳۲	-۳۲	-۳۲	-۱۲	-۲۷	-۱۹	۰

سطح زیرکشت: با توجه به جدول فوق الگوهای مختلف با توجه به سطح زیر کشت مشخص گردیده‌اند. در این جدول بیشترین سطح زیر کشت مربوط به مدل حداکثر کالری و کمترین آن مربوط به مدلهای حداقل هزینه، حداقل آب و مدل حداقل کود شیمیایی است. براین اساس الگوهای مختلف بر اساس اینکه کمترین سطح زیر کشت را به کار گرفته‌اند رتبه‌بندی شده و همچنین‌درصد تغییرات سطح زیر کشت نسبت به الگوی موجود مشخص گردیده است.

سرمایه مصرفی: میزان هزینه مورد استفاده در الگو با توجه به اینکه اغلب کشاورزان خرده مالک و دارای نقدینگی پایین هستند، اهمیت زیادی دارد.کمترین هزینه مصرفی مربوط به الگوهای حداقل هزینه، آب و کود شیمیایی بوده و بیشترین سرمایه مصرفی مربوط به الگوی موجود می‌باشد. بر این اساس الگوی موجود بالاترین رتبه را داشته و درصد تغییرات هزینه تمام الگوها نسبت به الگوی موجود کاهش یافته است.

درآمد کل: درآمد نیز یکی از مهمترین پارامترهای تأثیرگذار در تصمیم کشاورزان در کشت یک محصول و یا انتخاب یک الگوی کشت می‌باشد. در جدول ۳ بالاترین درآمد مربوط به الگوی موجود می‌باشد و بر این اساس سایر مدلها درآمد کمتری نسبت به الگوی موجود دارند؛ البته‌لازم به یادآوری‌است که هزینه‌الگوی موجود از سایر مدلها بیشتر بوده است.

سود: حداکثر کردن سود یکی از توابع هدفی است که معمولاً در اکثر مدلهای برنامه‌ریزی از آن استفاده می‌شود. بر این اساس تنها مدل حداکثر سود، سودی بالاتر از مدل موجود داشته است و بقیه الگوها دارای سود پایین‌تری نسبت به الگوی موجود بوده‌اند.

آب مصرفی: محدودیت آب همواره از مشکلات بخش کشاورزی به ویژه در استان خراسان بوده است. بر این اساس الگوها از لحاظ آب مصرفی مورد مقایسه قرار گرفتند. طبق جدول ۳، مدلهای حداقل هزینه، آب و کود شیمیایی، کمترین آب مصرفی و الگوی موجود بیشترین آب مصرفی را در بین الگوهای مورد بررسی دارد.

نیروی‌کار: با توجه به اهمیت اشتغال،الگوی حداکثر نیروی‌کار دارای بیشترین اشتغال می‌باشد که ۱۵ درصد بیش از الگوی موجود اشتغال ایجاد نموده است.

کود شیمیایی: کاهش استفاده از کودهای شیمیایی یکی از ارکان کشاورزی پایدار است. با مقایسه الگوهای مورد بررسی، الگوهای حداقل هزینه، آب و کود شیمیایی کمترین کود مصرفی و الگوی رتبه‌بندی بیشترین کود مصرفی را در بین سایر الگوها دارا بوده‌اند.

کالری تولیدی: با توجه به اهمیت تأمین نیاز غذایی مردم منطقه، تأمین کالری مورد نیاز یکی از دغدغه‌های سیاستگذاران بخش سلامت است. بر این اساس در بین الگوهای یاد شده بالاترین کالری مربوط به الگوی حداکثر کالری می‌باشد.

نسبت منفعت به هزینه: در بین الگوهای یاد شده بالاترین نسبت منفعت به هزینه مربوط به‌الگوهای‌حداکثر سود و مدل چندهدفه و کمترین آن مربوط به مدل حداکثر کالری می‌باشد.

انتخاب بهترین مدل

با توجه به رتبه‌بندی‌های انجام شده، می‌توان بهترین مدلی که توانسته هدفهای مورد بررسی را بهتر براورده نماید انتخاب نمود. به این منظور میانگین وزنی این رتبه را می‌توان به

عنوان یک معیار مناسب انتخاب در نظر گرفت. البته با توجه به اینکه وزنها در این میانگین‌گیری یکسان در نظر گرفته شد، از میانگین معمولی برای انتخاب بهترین مدل استفاده شده است. بر این اساس و با توجه به رتبه‌های مشخص شده در جدول ۴ بهترین مدل، مدل فازی چندهدفه و بدترین مدل، مدل حداکثر کالری بوده است. با توجه به این جدول، مدل فازی چندهدفه هرچند در هیچ‌کدام از الگوها رتبه اول را نداشته است، اما با توجه به اینکه در تمام مدلها رتبه‌ای بین ۲ تا ۴ را داشته است، کمترین میانگین و در نتیجه بهترین رتبه را در بین الگوها دارا بوده است. این مطلب نشاندهنده آن است که مدل برنامه‌ریزی چندهدفه فازی با تابع عضویت هذلولی توانسته به صورت میانگین تمام اهداف مورد نظر را براورده نماید. در بین این مدلها، مدل چندهدفه نیز دارای رتبه ۲ گردیده است، یعنی بعد از مدل فازی بهترین میانگین در براورده نمودن اهداف فوق را دارد.

جدول ۴. رتبه‌بندی محصولات بر اساس اهداف مورد نظر

الگو	سطح زیر کشت	هزینه	درآمد	سود	آب	نیروی کار	کود شیمیایی	کالری	B/C	میانگین	رتبه کل
الگوی موجود	۳	۷	۱	۱	۷	۳	۷	۲	۳	۳/۷۸	۳
مدل حداکثر سود	۲	۵	۲	۲	۵	۶	۲	۶	۱	۳/۴۴	۲
مدل حداقل هزینه	۱	۱	۷	۷	۱	۷	۱	۷	۳	۳/۸۹	۴
مدل حداکثرنیروی‌کار	۵	۶	۴	۴	۴	۱	۶	۴	۴	۴/۲۲	۵
حداکثر کالری	۷	۴	۶	۶	۳	۵	۵	۱	۶	۴/۷۸	۷
مدل حداقل آب	۱	۱	۷	۷	۱	۷	۱	۷	۳	۳/۸۹	۴
مدل حداقل کود شیمیایی	۱	۱	۷	۷	۱	۷	۱	۷	۳	۳/۸۹	۴
رتبه بندی	۶	۳	۵	۵	۶	۲	۳	۵	۵	۴/۴۴	۶
مدل چندهدفه	۲	۵	۲	۲	۵	۶	۲	۶	۱	۳/۴۴	۲
مدل فازی چندهدفه	۴	۲	۳	۳	۲	۴	۴	۳	۲	۳/۰۰	۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

انتخاب الگو بر اساس آب مصرفی

با توجه به سطح زیرکشت محصولات در الگوهای مختلف و نظر به میزان آب مصرفی هر محصول در طول ماه‌های سال ، می‌توان میزان آب مصرفی را در ماه‌های مختلف به دست آورد. بر این اساس با توجه به جدول ۵ ، الگوی موجود و الگوهای حداقل هزینه، حداکثر نیروی‌کار، حداقل آب و حداقل کود شیمیایی، بیشترین آب مصرفی را در ماه خرداد دارند. همچنین الگوهای حداکثر سود، رتبه‌بندی و چندهدفه بیشترین مصرف آب را در ماه تیر دارند. در بین این الگوها تنها الگوی حداکثر کالری و چندهدفه فازی است که در ماه اردیبهشت بالاترین سطح آب مصرفی را دارند. با توجه به اینکه در ماه‌های گرم خرداد و تیر میزان تبخیر و تعرق بسیار بالا رفته و منجر به اتلاف بیشتر آب می‌گردد، بهتر است که بیشترین مصرف آب در ماه اردیبهشت باشد. همچنین با توجه به میزان آب مصرفی، چون آب مصرفی الگوی چندهدفه فازی ۲۴٪ کمتر از الگوی حداکثر کالری است ، از نظر میزان و زمان آب مصرفی نیز الگوی چندهدفه فازی با تابع عضویت هذلولی بهترین الگو می‌باشد.

جدول ۵. میزان حداکثر مصرف آب الگوهای مختلف

چندهدفه فازی	چندهدفه	رتبه‌بندی	حداقل کود	حداقل آب	حداکثر کالری	حداکثر نیروی کار	حداقل هزینه	حداکثر سود	الگوی موجود
اردیبهشت	تیر	تیر	خرداد	خرداد	اردیبهشت	خرداد	خرداد	تیر	خرداد

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

با توجه به مقایسه‌های انجام شده مشخص گردید که مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی بهترین روش برای تخمین الگوی بهینه کشت می‌باشد، چرا که توانسته است با توجه به شاخص رتبه‌بندی، تمام اهداف را براورده نماید. همچنین با توجه به فشار آب مصرفی، چون این الگو بیشترین آب مصرفی را در ماه اردیبهشت دارد نسبت به سایر مدلها که فشار مصرف آب آنها در ماه‌های تابستان است، استفاده از الگوی فازی چندهدفه بهتر از سایر الگوها می‌تواند اهداف مورد نظر را با توجه به محدودیتهای موجود براورده نماید. البته برای توسعه

مطالعه حاضر بهتر است سایر توابع عضویت را در این مدلها اضافه نمود تا انواع مدلهای فازی با توابع عضویت مختلف نیز مورد مقایسه قرار گیرند. از دیگر مزایای این براورد، استفاده از محدودیتهای کران بالا و پایین جهت کالیبره کردن مدل است. این محدودیتها هرچند انعطاف‌پذیری مدل را کاهش می‌دهد، اما از تغییرات بیش از حد سطوح زیر کشت که در عمل قابل اجرا نیست جلوگیری می‌نماید.

در الگوهای یاد شده توابع هدفی چون حداکثر کالری، حداقل کردن آب مصرفی، حداکثر کردن نیروی‌کار و حداقل کردن کود شیمیایی ممکن است از دیدگاه کشاورز، هدف در تولید نباشد اما از دیدگاه سیاستگذاران کشاورزی اهداف مهمی می‌باشند که در سند ملی توسعه نیز به این اهداف اشاره شده است. به همین منظور سیاستگذاران کشاورزی باید از طریق سیاستهای تشویقی، این گونه اهداف را در برنامه کاری کشاورزان قرار دهند.

منابع

۱.اسدپور، ح. ۱۳۷۶. کاربرد برنامه‌ریزی هدف در تعیین الگوی بهینه کشت با تأکید بر روشهای مختلف اولویت‌بندی اهداف در دشت‌های ایران (مطالعه موردی دشت‌ناز شهرستان ساری). پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی. دانشگاه تهران.

۲.چیذری، ا. و قاسمی،ع. ۱۳۷۸. کار برد برنامه‌ریزی ریاضی در تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی. *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۷ (۲۸):۶۱.

۳.حاج‌رحیمی، م. و ترکمانی، ج. ۱۳۷۶. کاربرد برنامه‌ریزی هدف در تعیین برنامه بهینه واحدهای کشاورزی: مطالعه موردی استان آذربایجان غربی، *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، شماره ۳۹:۲۰-۵۱.

۴.خوش‌اخلاق، ر. و شهرکی،ج. ۱۳۷۹. تخصیص بهینه آب رودخانه هیرمند میان زیر بخش‌های کشاورزی منطقه سیستان.*فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، شماره ۲۹: ۱۳۳.

۵.دریجانی، ع. و کوپاهی،م. ۱۳۷۹. کاربرد تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی قطعی و فازی در بهینه سازی تولیدات کشاورزی. سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی مشهد. جلد دوم. ص ۶۹۸.

۶.سیمای خراسان رضوی. ۱۳۸۹. سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی. اداره آمار و اطلاعات کشاورزی.

۷.کهنسال ، م.ر. و محمدیان،ف. ۱۳۸۶. کاربرد برنامه‌ریزی آرمانی فازی در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی. ششمین کنفرانس اقتصادکشاورزی. مشهد ۱۳۸۶.

8. Bellman, R.E. & Zadeh, L.A. 1970. Decision making in a fuzzyenvironment. *Management Science* (application series), 17(4): 141-164.

9.Bijay, B.P.,Basu,I.1996. Selection of appropriate priority structure for optimal land allocation in agricultural planning throuth Goal Programming.*Indian Journal of Agricultural Economic*,51(3):342-354.

10. Gupta, A.,Harboe,P. R. & Tabucanon,M. T. 2000.Fuzzy multiple-criteria decision making for crop area planning in Narmada River Basin.*Agricultural Systems*, 63. 1-18.

11. Leberling, H.1981. On finding compromise solution in multi-criteria problems using the fuzzy min-operator. *Fuzzy Sets and Systems*, 6: 105-110.

12.Lin, C.C. 2004. A weighted max–min model for fuzzy goal programming. *Fuzzy Sets and Systems,* 142: 407–420.

13.Narasimhan, R.1980. Goal programming in a fuzzy environment. *Decision Sciences*, 11(2): 325–336.

14.Torkamani, J. 2000. Incorporation multiple objectives in farm planning: Application of goal programming technique. Paper accepted in Iran Agricultural Research. Shiraz.16P.

15.Verma, R., Biswal & M.P. & Biswas, A.1997. Fuzzy programming technique to solve multi-objective transportation problems with some non-linear membership functions. *Fuzzy Sets and Systems*,91(1): 37–43.

16.Zeleny, M.1982. Multiple criteria decision making. New York: McGraw-Hill..

17.Zeng, X., Kang, S., Li., L., Zhang, L.& Guo, P.2010. Fuzzy multi-objective linear programming applying to crop area planning*Agricultural Water Management* . 98:134–142.

18.http://www.agri-jahad.org

19.http://www.mortezavy.com/colori

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی