اقتصادکشاورزی و توسعه، سال شانزدهم، شماره ٦٢، تابستان١٣٨٧

تعیـــین الگوی بهینه کشت همسو با کشاورزی پایدار با استفاده از برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه

مطالعه موردی استان خراسان شمالی

دکتر محمدرضا کهنسال*[1]، علی فیروز زارع*

تاریخ دریافت: ۸۵/۵/۲۴ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۲/۲۰

چکیده

در این پژوهش تلاش شده است با استفاده از داده‌های مقطع زمانی سال زراعی ۱۳۸۴-۸۵ برای استان خراسان شمالی و همچنین برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه، الگوی کشت همسو با کشاورزی پایدار تعیین و با الگوی بهینه برنامه‌ریزی خطی ساده و الگوی کشت فعلی منطقه مقایسه شود. اطلاعات مورد نیاز این پژوهش با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی دو مرحله‌ای از طریق تکمیل ۶۲۷ پرسشنامه از سطح ۵۵ روستای خراسان شمالی به‌دست آمد. یافته‌های این بررسی در سطح بهره‌برداری‌های بزرگ نشان داد که الگوی حاصل برنامه‌ریزی خطی ساده بسیار به الگوی کشت فعلی منطقه نزدیک است، در حالی‌که الگوی حاصل برنامه‌ریزی فازی کسری برای دستیابی به پایداری با الگوی حاصل برنامه‌ریزی خطی

* به ترتیب: استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۱. نویسنده‌مسئول

e-mail: kohansal1@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

ساده و الگوی کشت فعلی منطقه اختلاف چشمگیری دارد، به گونه‌ای که با ملاک قرار دادن برنامه‌ریزی فازی کسری از تنوع کشت کاسته می‌شود و الگوی کشت در اراضی آبی بزرگ مقیاس استان به سمت گندم و در اراضی دیم به سمت گندم و عدس تغییر می‌یابد. با در نظر گرفتن این الگوی کشت، میزان بازده برنامه‌ای نسبت به الگوی کشت فعلی ۵۱ درصد کاهش نشان می‌دهد. این نتیجه در مورد بهره‌برداری‌های کوچک مقیاس تا حدودی متفاوت است و الگوی کشت فعلی برای همسویی با اهداف پایداری کمتر دستخوش تغییر می‌شود، به گونه‌ای که الگوی کشت اراضی آبی در برنامه‌ریزی فازی کسری به سمت محصولات گندم، جو و پنبه و در اراضی دیم به سمت گندم، جو و عدس تغییر می‌یابد. در این حالت میزان بازده برنامه‌ای نسبت به الگوی کشت فعلی تنها ۱۹ درصد کاهش می‌یابد.

طبقه‌بندی JEL: Q19-Q18 -Q01-C61

کلید واژه‌ها:

الگوی بهینه کشت، برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه، کشاورزی پایدار، خراسان شمالی

مقدمه

برنامه‌ریزی ریاضی[1] ابزاری سودمند برای مطالعه و تحلیل نظامهای کشاورزی است. از زمان شروع استفاده از الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی تاکنون، تحقیقات اجرایی با بهره‌گیری از الگوهای مختلف نظری صورت گرفته است. توسعه این الگوها به عوامل متعددی از جمله توانایی پژوهشگر در فرمولبندی چارچوب ریاضی مسائل واقعی، وجود الگوریتم متناسب برای حل مدل (برای مثال الگوریتم سیمپلکس در برنامه‌ریزی خطی)، جمع‌آوری یافته‌های تجربی برای یافتن راه حل‌های کافی مسائل واقعی و در نهایت وجود ابزارهای مفید برای اجرای الگوریتمها وابسته است (Lara & Minasian, 1999).

1. mathematical programming

Archive of SID

www.SID.ir

در برنامه‌ریزی ریاضی سعی بر ساده‌سازی و واقع‌گرا نمودن الگوست. خطی‌سازی نمونه بارزی از ساده کردن الگوهاست. علاوه بر این به منظور لحاظ‌کردن ویژگیهای غیر خطی و به دلیل ریسکی بودن مسائل کشاورزی در الگوها و همچنین در نظر گرفتن پیچیدگی تصمیمات و افزایش تعداد تصمیم‌گیری، استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی با فرمهای تابعی پیچیده (غیرخطی) و با اهداف چندگانه ضروری است.

در بسیاری از کارهای عملی، بهینه کردن نسبت معیارها از بهینه نمودن هر معیار به تنهایی دید و بینش بهتری ارائه می‌کند. برنامه‌ریزی کسری معمولترین نوع برنامه‌ریزی ریاضی با اهداف نسبتی[1] است(Romero & Rehman, 1989). موارد کاربرد تکنیکهای برنامه‌ریزی کسری با موارد کاربرد برنامه‌ریزی خطی و تکنیکهای تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)[2] یکسان است(همان‌منبع). به‌منظور مطالعه کارایی نسبی در زمینه پایداری کشاورزی، برنامه‌ریزی کسری بسیار کاراتر از سایر روشها عمل می‌کند(Charnes, Cooper & Rhodes, 1978). همچنین برخی مواقع تصمیم‌گیران در شرایط واقعی با تصمیم بهینه کردن نسبتهای دارایی به فروش، هزینه‌واقعی‌به‌هزینه‌استاندارد،میزان‌تولیدبه‌استخدام نیروی کار مواجهند که در این موارد نیز استفاده از برنامه‌ریزی کسری روشی مناسب خواهد بود(Chakraborty & Gupta,2002).

بررسی موضوعی مبین کاربرد برنامه‌ریزی کسری در مسائل مختلف تخصیص منابع، حمل و نقل، تأمین مالی، مکان‌یابی، تولید، فرایندهای تصادفی، برنامه‌های تازه‌سازی مارکو، نظریه اطلاعات، جبر خطی کاربردی، برنامه‌ریزی بزرگ مقیاس، نظریه بازیها و غیره است(Gupta & Bhatia,2001).

برنامه‌ریزی کسری را نویسندگان بسیاری (Schaible, 1995; Stancu-Minasian,1981) بررسی کرده‌اند. همچنین در کتابهای بسیاری نیز به این موضوع پرداخته شده است[3].

در برخی موارد در مسائل مدیریتی حداکثر کردن دو هدف نسبی(مانند نسبت سود به هزینه و کیفیت) با یکدیگر در تضادند و یا در یک مسئله برنامه‌ریزی، بهینه کردن چند هدف

---

۱. در این نوع برنامه‌ریزی، اهداف به صورت ماکزیمم یا مینیمم کردن نسبت دو تابع است.

2. multi criteria decision making

۳. به منابع ۷، ۱۲، ۱۶، ۱۷ و ۲۹ رجوع کنید.

Archive of SID

www.SID.ir

نسبتی به طور همزمان مد نظر است. این‌گونه موارد ماهیتاً مسائل برنامه‌ریزی کسری با اهداف چندگانه (MOLFPP) [1] می‌باشند.

در دو دهه اخیر توجه کارشناسان به پایداری کشاورزی افزایش یافته است. کشاورزی زمانی پایدار است که از لحاظ فنی امکان‌پذیر، از نظر اقتصادی موجه، از نظر سیاسی مناسب، از جنبه مدیریتی اجراشدنی، از دیدگاه اجتماعی پذیرفتنی و به لحاظ محیطی سازگار باشد (کوچکی، ۱۳۷۶).

بحث پایداری در کشاورزی مفاهیم مختلفی را در بر می‌گیرد و ابعاد گوناگونی را پوشش می‌دهد. کشاورزی پایدار شامل نقش مثبت تولید محصولات کشاورزی در رشد اقتصادی به همراه کاهش فقر، حفظ منابع طبیعی و حمایت از محیط زیست است (باقری و همکاران، ۱۳۷۵). به طور کلی در کشاورزی پایدار دو هدف اساسی تداوم تولید محصولات کشاورزی و کاهش آثار زیانبار زیست محیطی در بخش کشاورزی وجود دارد (خاتون آبادی و امینی، ۱۳۷۵). پایداری به طور اعم سه بعد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی را در بر می‌گیرد(Lynam & Herdt,1989).

در اکثر نقاط دنیا اقدامات گسترده‌ای در جهت مصرف منطقی نهاده‌ها، حفظ محیط زیست و توسعه کشاورزی ارگانیک صورت گرفته است. این اقدامات، کارشناسان را به طراحی سیاستهایی در جهت حفظ تعادل طبیعی و بقای آینده وادار کرده است. موفقیت کشاورزی ارگانیک، مستلزم شجاعت کارشناسان، تصمیم‌گیران و عزم ملی در جهت اجرای آن است. در همین راستا در ایران نیز در بند ح تبصره ۵ قانون بودجه سال ۱۳۷۴ آمده است: «به منظور تقلیل مصرف سموم و کودهای شیمیایی و بهبود محیط‌زیست معادل مبلغ ۳ درصد از اعتبارات مربوط به کود، حداکثر تا مبلغ ۱۱/۵ میلیارد ریال در اختیار وزارت کشاورزی قرار گیرد تا جهت کمک به تحقیقات مربوط به آفات و بیماریهای گیاهی و علفهای هرز و مبارزه بیولوژیک با آنها، بررسی غذایی خاک‌های زراعی کشور و طرح‌های ترویجی و آموزشی مربوط هزینه کند» (نجفی، ۱۳۷۵).

1. multi objective linear fractional programming problem

Archive of SID

www.SID.ir

در بررسی پایداری، حداکثر کردن، یک هدف مطلق نیست، بلکه هدف حداکثر کردن ستانده‌ها و حداقل نمودن نهاده‌ها (به طور نسبی و همزمان) است. این راهبرد با نقش پایداری یعنی کاهش یا حذف استفاده از فراورده‌های شیمیایی به ویژه کودها و سموم و همچنین کاهش تخریب منابع آب و خاک ارتباط نزدیکی دارد. معمولاً در کارهای عملی به منظور دستیابی به پایداری، ستانده (های) مطلوب حداکثر و در مقابل ستانده (های) نامطلوب و استفاده از نهاده‌های تجدیدناپذیر و کمیاب و مضر حداقل می‌شود. به عبارت دیگر رسیدن به پایداری مستلزم مقایسه سطوح تولید و نهاده‌های اقتصادی با سطوح نهاده‌ها یا ستانده‌های نامطلوب است(Lara & Minasian, 1999).

تیواری و همکاران(Tiwari & et al.,1999) در چارچوب مدل تصمیم‌گیری با اهداف چندگانه و فریزر و کردینا(Fraser and Cordina,1999)در مطالعه‌ای روی کارایی مزارع آبی، مسئله کارایی آب مصرفی را یکی از مسائل پایداری دانستند. چنانچه در چنین نظامی هدف، حداکثر کردن بازده برنامه‌ای و اشتغال و نیز حداقل نمودن مصرف آب باشد، می‌توان با استفاده از مفهوم تصمیم‌گیری چندمعیاره با سه هدفِ حداکثر کردن بازده برنامه‌ای و اشتغال و حداقل کردن استفاده از آب به جواب بهینه دست یافت. اما همین مسئله را می‌توان به گونه دیگری و با حداکثر نمودن نسبتهای بازده برنامه‌ای به مصرف آب و همچنین اشتغال به مصرف آب حل کرد و به جای روش سه هدفه قبلی (دو مورد حداکثر کردن و یک مورد حداقل کردن) در این روش (روش دوم) تنها از دو هدف حداکثر کردن استفاده کرد. واضح است که در فرایند تصمیم گیری هر چه تعداد اهداف کمتر باشد، رسیدن به جواب بهینه و حل کردن مسئله آسانتر خواهد بود. علاوه بر این معمولاً بین تعداد اهداف و اندازه مجموعه کارا[1] رابطه‌ای مستقیم وجود دارد(Romero & Rehman, 1989). بنابراین ترکیب اهداف به صورت نسبتها، مدیریت جوابها را آسانتر می‌کند و همچنین از میزان تردید در مورد جواب بهینه (به دلیل در نظر گرفتن تمامی اهداف به طور همزمان) می‌کاهد.

1. efficient set

Archive of SID

www.SID.ir

در این پژوهش برای تعیین الگوی کشاورزی پایدار استان خراسان شمالی از برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه استفاده شده است. در همین حال به منظور مقایسه، نتایج برنامه‌ریزی خطی ساده و الگوی فعلی کشت منطقه نیز ارائه شده است. در روشهای معمول بهینه‌یابی از طریق برنامه‌ریزی خطی، تابع هدف نسبت به محدودیتهای موجود حداکثر یا حداقل می‌شود. در این حالت نقش تمامی نهاده‌ها در جریان تولید یکسان فرض می‌گردد؛ به‌عبارت دیگر در این‌گونه روشها (روشهای غیرکسری) محدودیتهای مربوط به پایداری کشاورزی وارد نمی‌شوند(کهنسال،۱۳۸۳)، در حالی که در روش برنامه‌ریزی کسری می‌توان محدودیتهای کشاورزی ارگانیک را در تابع هدف وارد و استفاده از نهاده‌های مختل‌کننده کشاورزی ارگانیک را حداقل کرد(Lara & Minasian, 1999). پس از به کارگیری این روش مشخص خواهد شد که برای حرکت به سمت کشاورزی پایدار چه تغییراتی باید در الگوی کشت و مدیریت منطقه ایجاد شود. پژوهش حاضر برای حل MOLFPP پایداری کشاورزی روشی متفاوت ارائه نموده است که از پیچیدگیهای حل MOLFPP می‌کاهد و علاوه براین، روشی کاراست؛ زیرا بر مبنای رهیافت نظری، تبدیلهای مناسبی برای فرمولبندی معادلMOLFPP و فازی نمودن آن به کار گرفته شده است، به گونه‌ای که این تبدیلها بر ناحیه موجه جواب هیچ‌گونه تأثیری نخواهند داشت.

مواد و روشها

۱. برنامه‌ریزی کسری خطی[1] (LFP)

فرم عمومی برنامه‌ریزی کسری خطی به صورت زیر است:

$$\textbf{Max}\ \phi(x) = \frac{c^T x + \alpha}{d^T x + \beta} \qquad (۱)$$

s.t.:

$$Ax \le b$$

$$x \ge 0; x \in R^n; c^T, d^T \in R^n; A \in R^{m \times n}; \alpha, \beta \in R$$

1. linear fractional programming

Archive of SID

www.SID.ir

البته برای برخی مقادیر x ممکن است $d^T x + \beta$ برابر صفر شود. در این‌گونه موارد می‌توان محدودیت را این‌گونه بیان کرد:

$$[x \geq 0, Ax \leq b] \Rightarrow [d^T x + \beta > 0] \quad \text{یا} \quad [x \geq 0, Ax \leq b] \Rightarrow [d^T x + \beta < 0]$$

در اینجا برای سهولت بحث فرض می‌شود شرایط زیر برقرار باشد:

$$[x \geq 0, Ax \leq b] \Rightarrow [d^T x + \beta > 0]$$

برنامه‌ریزی کسری خطی بالا را به صورت زیر نیز می‌توان نوشت:

$$\textbf{Max}\ \phi(x) = \frac{N(x)}{D(x)} \qquad (۲)$$

s.t:

$$Ax \leq b$$

$$x \geq 0$$

در برنامه‌ریزی کسری مقعر،علاوه بر محدودیتهای برنامه محدب، x نیز یک چندوجهی محدب می‌باشد و $N(x)$ با توجه به x و $D(x)$ نیز مقعرند. این الگو به برنامه‌ریزی کسری مقعرـ محدب موسوم است(Schaible, 1976). باید توجه کرد که در اینجا تابع هدف عموماً یک تابع مقعر نیست. مقعر بودن ویژگی‌ای است که به ما اجازه می‌دهد حداکثر یک تابع را با توجه به یک مجموعه محدب به دست آوریم(Lara & Minasian, 1999).

برنامه زیر در صورتی که $N(.)$ در Δ (مشروط به $N(\lambda) \geq 0$ و $\lambda \in \Delta$) مقعر و $D(.)$ در Δ محدب و مثبت باشد، برنامه‌ریزی کسری محدب- مقعر استاندارد[1] نامیده می‌شود(Craven, 1988).

$$\textbf{Max}\ \phi(x) = \frac{N(x)}{D(x)} \qquad (۳)$$

s.t.:

$$Ax \leq b$$

$$x \geq 0$$

$$x \in \Delta = \{x : Ax \leq b, x \geq 0\ \} \Rightarrow D(x) > 0$$

1.standard concave-convex fractional programming

Archive of SID

www.SID.ir

برنـامه‌ریزی کسـری خطـی(LFPP) با حل دو برنامه خطی، بهینه می‌شود (Charnes & Cooper, 1962). چنانچه برنامه‌ریزی کسری خطی یک جواب بهینه محدود داشته باشد، تنها کافی است یکی از برنامه‌های خطی بسته به علامت مخرج کسر حل شود.

چارنزو کوپر(Charnes and Cooper, 1962)و کراون و موند(Craven and Mond, 1975) با به کارگیری روشی، برنامه‌ریزی کسـری خطی را به برنـامه‌ریزی خطی ساده تبدیل کردند. روش کار آنها در قضیه‌های زیر آمده است:

قضیه۱: فرض کنید y=tx و $t=(d^Tx+\beta)^{-1}$ و همچنین نقطه‌ای به صورت (y,0) با $y \geq 0$ در ناحیه موجه برنامه‌ریزی خطی زیر وجود نداشته باشد، آنگاه برنامه‌ریزی کسری ۱ را می‌توان به برنامه‌ریزی خطی ساده زیر تبدیل کرد:

$$\textbf{Max}\, c^T y+\alpha t \qquad (۴)$$

s.t.:

$$d^T y+\beta t=1$$
$$Ay-bt=0$$
$$t>0, y\geq 0, y\in R^n, t\in R$$

علاوه بر این، برنامه‌ریزی کسری ۳ را نیز به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$\textbf{Max}\, tN(y/t)$$

s.t.:

$$A(y/t)-b\leq 0$$
$$tD(y/t)\leq 1 \qquad (۵)$$
$$t>0, y\geq 0$$

قضیه۲: چنانچه برنامه‌ریزی کسری (رابطه ۳) در نقطه x^* به حداکثر برسد، تبدیل منطبق با آن(یعنی رابطه۵)در نقطه (t^*, y^*)به همان ارزش ماکزیمم دست می‌یابد (Schaible,1978).

اگر به جای اینکه $N(.)$ در رابطه ۳ مقعر باشد، $D(.)$ در Δ مقعر و مثبت و $N(.)$ برای هر $x\in\Delta$ منفی باشد، خواهیم داشت:

$$\textbf{Max}\ \frac{N(x)}{D(x)} \Leftrightarrow \textbf{Min}\ \ \frac{-N(x)}{D(x)} \Leftrightarrow \textbf{Max}\ \frac{D(x)}{-N(x)} \qquad (x\in\Delta)$$

که $-N(x)$ محدب و مثبت است.با استفاده از قضیه۲و تحت این فروض، برنامه‌ریزی

Archive of SID

www.SID.ir

کسری(رابطه ۳) به شکل زیر خطی خواهد شد:

$$\begin{aligned}&\textbf{Max}\, tD(y/t)\\&\textbf{s.t.:}\\&A(y/t)-b\le 0\\&-tN(y/t)\le 1\\&t>0, y\ge 0\end{aligned} \qquad (۶)$$

۲. برنامه‌ریزی کسری خطی با اهداف چندگانه[1] (MOLFPP)

شکل عمومی برنامه‌ریزی کسری خطی با اهداف چندگانه به صورت زیر است:

$$\textbf{Max}\,\phi(x)=\{\phi_1(x),\phi_2(x),...,\phi_n(x)\} \qquad (۷)$$

$$\textbf{S.t.:}\ x\in\Delta=\{x\in R^n : Ax\le b, x\ge 0\}\ ,\ b\in R^n;\quad A\in R^{mn}$$

در شرایط زیر روشهای مختلفی برای حل MOLFPP وجود دارد[2]:

$$\phi_i=\frac{c_i x+\alpha_i}{d_i+\beta_i}=\frac{N_i(x)}{D_i(x)}$$

$$c_i, d_i\in R^n \quad , \quad \alpha_i,\beta_i\in R$$

نیکفسکی و زولکفسکی (Nykowski and Zolkiewski, 1985) روشی توافقی را برای حل MOLFPP پیشنهاد کردند. لوهاندجولا (Luhandjula, 1984) از رهیافت فازی برای حل MOLFPP استفاده کرد. باکمک y=tx (t>0)، قضیه‌های ۱و۲، برنامه‌ریزی‌خطی‌با اهداف چندگانه، معادل برنامه‌ریزی کسری خطی با اهداف چندگانه به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\begin{aligned}&\textbf{Max}\,\{tN_i(y/t)\ \ \textbf{if}\ \ i\in I;\ \ tD_i(Y/t)\ \ \textbf{if}\ \ i\in I^c\}\\&\textbf{s.t.:}\\&tD_i(y/t)\le 1 \qquad i\in I\\&-tN_i(y/t)\le 1 \qquad i\in I^c\\&A(y/t)-b\le 0\\&t>0, y\ge 0\end{aligned} \qquad (۸)$$

1. multiple objective linear fractional programming problem

۲. به منابع ۱۳، ۱۸، ۱۹ و ۲۳ مراجعه نمایید.

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن:

$$I=\{i: N_I(x)\geq 0 \quad \text{for some} \quad x\in \Delta\}$$

$$I^c=\{i: N_i(x)<0 \ \text{for each} \quad x\in \Delta\}$$

که:

$$I\cup I^c=\{1,2,..,n\}$$

۳. توابع عضویت و الگوی فازی[1]

جهت توسعه برنامه‌ریزی کسری خطی با اهداف چندگانه به برنامه‌ریزی فازی کسری خطی با اهداف چندگانه می‌توان از سطوح اغماض $\bar{\phi}_i$ – که با حداکثر کردن هر تابع هدف $\phi_i(x)$ با توجه به محدودیتها به دست می‌آید – استفاده کرد. اگر ϕ_i^* حداکثر $(i=1,2,...,n)$ و $\phi_i^*\geq 0$ باشد، $i\in I$ و چنانچه $\phi_i^*\leq 0$ آنگاه $i\in I^c$ خواهد بود.

زیمرمن (Zimmermann,1976) ثابت کرد که چنانچه $\mu_D(y,t)$ ارزش حداکثر منحصر به فردی مانند $\mu_D(y^*,t^*)$ داشته باشد، آنگاه می‌توان (y^*,t^*) را که جزئی از مجموعه جواب کامل (y,t) است، با استفاده از برنامه‌ریزی خطی کلاسیک، با یک متغیر λ حل کرد. مجموعه جواب کامل ترکیبی از بردارهای جواب است که $\mu_D(y,t)>0$ را نتیجه می‌دهد(Nykowski & Zolkiewski, 1985).

با توجه به توضیحات بالا، اگر $i\in I$ باشد، تابع عضویت هر تابع هدف در مجموعه محدودیتها به صورت زیر خواهد بود:

$$\mu_i(tN_i(y/t))$$

$$\begin{cases} 0 & tD_i(y/t)\leq 0 \\ \dfrac{tD_i(y/t)-0}{\bar{\phi}_i-0} & 0<tD_i(y/t)<\bar{\phi}_i \\ 1 & tD_i(y/t)\geq \bar{\phi}_i \end{cases} \qquad (۹)$$

1.membership functions and crisp model

Archive of SID

www.SID.ir

و چنانچه $i \in I^c$ باشد، تابع عضویت هر تابع هدف در مجـــموعه محدودیتها به صورت زیر است:

$$\mu_i(tD_i(y/t))$$

$$\begin{cases} 0 & tD_i(y/t) \le 0 \\ \dfrac{tD_i(y/t)-0}{\bar{\phi}_i-0} & 0 < tD_i(y/t) < \bar{\phi}_i \\ 1 & tD_i(y/t) \ge \bar{\phi}_i \end{cases} \qquad (۱۰)$$

در نتیجه با استفاده از عملگر زیمرمن، الگوی فازی ۸ به صورت الگوی فازی زیر خواهد بود:

Max: λ
s.t.:

$$\mu_i(tN_i(y/t)) \ge \lambda \qquad i \in I$$
$$\mu_i(tD_i(y/t)) \ge \lambda \qquad i \in I^c$$
$$tD_i(y/t) \le 1 \qquad i \in I$$
$$-tN_i(y/t) \le 1 \qquad i \in I^c$$
$$A(y/t) - b \le 0$$
$$t > 0, y \ge 0$$

٤. شاخص مصرف کود و سم در واحد سطح

با استفاده از میزان مصرف کود یا سم در واحد سطح می‌توان به بررسی پایداری کشاورزی پرداخت. هر چه نسبت مصرف کود یا سم در واحد سطح در یک دوره زمانی کاهش یابد، بهره برداران در جهت پایداری عمل می‌کنند و یا سیاستهای دولت نظام تولید را به ســـمت پایداری هدایت می‌کند(حق‌نیا و کوچکی، ۱۳۷۵).این شاخصها به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$\text{شاخص پایداری نسبت به کود (سم)} = \frac{\text{میزان کود(سم)}}{\text{سطح زیر کشت}}$$

Archive of SID

www.SID.ir

ارقام کوچکتر این شاخص مبین پایداری بیشتر است.

۵.داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش مربوط به فعالیتهای عمده تولیدی استان خراسان شمالی در سال زراعی ۱۳۸۴-۸۵ بوده که از طریق تکمیل ۶۲۷ پرسشنامه و با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی دومرحله‌ای به دست آمد. اطلاعات تکمیلی نیز از طریق داده‌های هزینه ـ تولید سازمان جهاد کشاورزی استان تهیه گردید. برای انجام این پژوهش از بسته‌های نرم افزاری SPSS، Excel و Win QSB 1.0 استفاده شد.

نتایج و بحث

استان خراسان شمالی با مرکزیت بجنورد در شمال شرق ایران واقع شده است. این استان دارای ۵ شهرستان، ۱۳ بخش، ۱۱شهر، ۳۵ دهستان و ۹۴۳ آبادی دارای سکنه است.

در این پژوهش برای تعیین الگوی کشاورزی ارگانیک استان خراسان شمالی، پس از استخراج اطلاعات پرسشنامه‌های تکمیل شده، با بهره‌گیری از آزمون t ، کشاورزان منطقه به دو گروه دارای به طور متوسط کمتر از ۵/۴ هکتار زمین و بیشتر از این مقدار تفکیک شدند. سپس مشخص شد که فعالیتهای عمده تولیدی بهره‌برداران عبارتند از [1]:

x1 : گندم آبی، x2: جو آبی، x3: گندم دیم، x4: جو دیم، x5: پنبه، x6: چغندرقند، x7: گوجه فرنگی، x8: عدس دیم.

میزان درآمد، هزینه و بازده برنامه‌ای، ضرایب فنی و مقدار منابع در دسترس در دو سطح بهره‌برداری‌های بزرگ مقیاس و کوچک مقیاس برای هر یک از فعالیتهای ۸گانه در جدولهای ۱ تا ۵ ارائه شده است.

---

۱. دیگر فعالیتها عبارتند از: x9: آیش، x10: استخدام نیروی کار، x11: خرید کود ازته، x12: خرید کود فسفاته و x13: خرید سموم.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. میزان درآمد*، هزینه و بازده برنامه‌ای هر فعالیت در بهره‌برداری‌های بزرگ مقیاس (ریال در هکتار)**

فعالیت	درآمد	هزینه	بازده برنامه‌ای
گندم آبی	۸۶۷۵۹۹۳	۱۸۵۳۶۷۲	۶۸۲۲۳۲۱
جو آبی	۷۱۱۱۸۱۲	۱۶۵۶۴۵۲	۵۴۵۵۳۶۰
گندم دیم	۹۶۶۳۷۱	۳۵۸۴۳۹	۶۰۷۹۳۲
جو دیم	۷۸۵۹۰۹	۲۸۱۵۳۴	۵۰۴۳۷۵
پنبه	۱۰۵۴۶۰۵۹	۳۲۵۸۳۸۵	۷۲۸۷۶۷۴
چغندرقند	۱۲۲۸۵۸۸۵	۳۱۸۱۱۷۵	۹۱۰۴۷۱۰
گوجه فرنگی	۱۵۶۹۸۱۷۵	۴۳۲۷۶۴۰	۱۱۳۷۰۵۳۵
عدس دیم	۱۳۱۸۰۲۲	۶۸۱۲۷۳	۶۳۶۷۴۹

مأخذ :یافته‌های پژوهش

*درآمد محصولات اصلی و فرعی مد نظر است.

** هزینه‌هادراینجامجموع‌هزینه‌های‌نیروی‌کار،ماشین آلات، کودهای ازته و فسفاته، بذر، سموم و آب مصرفی است.

جدول ۲. میزان درآمد، هزینه و بازده برنامه‌ای هر فعالیت در بهره‌برداری‌های کوچک مقیاس(ریال در هکتار)

فعالیت	درآمد	هزینه	بازده برنامه‌ای
گندم آبی	۶۰۵۸۵۴۶	۱۷۱۵۳۶۵	۴۳۴۳۱۸۱
جو آبی	۳۲۷۰۸۹۵	۱۵۵۹۶۰۲	۱۷۱۱۲۹۳
گندم دیم	۱۱۰۰۹۹۲	۴۹۳۸۹/۱	۶۰۷۱۲۲/۹
جو دیم	۹۸۶۹۰۴	۵۲۹۹۷۲/۱	۴۵۶۹۳۲/۱
پنبه	۹۱۹۳۹۹۰	۳۰۲۴۷۰۹	۶۱۶۹۲۸۱
چغندرقند	۱۰۵۰۲۹۵	۳۱۸۹۰۶۷	۷۳۱۳۸۴۸
گوجه فرنگی	۱۵۰۷۳۱۵	۴۷۱۷۸۸۵	۱۰۳۵۵۲۲۰
عدس دیم	۹۴۴۶۲۸	۵۲۴۷۸۲/۴	۴۱۹۸۴۵/۷

مأخذ :یافته‌های پژوهش

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳. متوسط مقدار آب موجود در دو گروه کشاورزان بزرگ مقیاس و کوچک مقیاس در فصلهای بهار و تابستان(متر مکعب)

فصل	بزرگ مقیاس	کوچک مقیاس
بهار	۲۱۸۰۸۰	۴۴۱۲۰
تابستان	۱۹۳۶۴۸	۳۶۸۴۰

مأخذ :یافته‌های پژوهش

جدول٤. ضرایب‌فنی هر فعالیت برای یک هکتار زمین در بهره‌برداری‌های بزرگ مقیاس

فعالیت	نیروی کار (روزنفر)	کود ازته (کیلوگرم)	کود فسفاته (کیلوگرم)	سموم (لیتر)	آب بهار (متر مکعب)	آب تابستان (متر مکعب)
گندم آبی	۷/۳۵	۱۶۸	۱۴۴	۰/۴۸	۶۸۰۰	–
جو آبی	۶/۱۹	۱۴۳/۲	۱۲۸/۶	۰/۰۶۱	۴۰۸۰	–
گندم دیم	۲/۴	۱۵	۲۳/۴	۰/۰۳	–	–
جو دیم	۱/۵	۱۲/۴۵	۱۸/۹	۰	–	–
پنبه	۵۶/۳	۲۵۳/۹	۱۸۳/۹	۰/۷۸	۵۲۰۷	۱۵۵۶۰
چغندرقند	۳۳/۱۶	۳۱۲/۴۴	۲۱۰/۸	۰/۶۵	۷۱۹۰	۱۴۳۹۳
گوجه فرنگی	۶۰/۰۸	۴۹۴	۳۶۴	۰/۸۸	۶۹۱۲	۱۸۱۳۹
عدس دیم	۱۱/۳۸	۱۵/۶	۱۲/۷۵	۰	–	–

مأخذ :یافته‌های پژوهش

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵. ضرایب فنی هر فعالیت برای یک هکتار زمین در بهره‌برداری‌های کوچک مقیاس

فعالیت	آب تابستان (متر مکعب)	آب بهار (متر مکعب)	سموم (لیتر)	کود فسفاته (کیلوگرم)	کود ازته (کیلوگرم)	نیروی کار (روز نفر)
گندم آبی	۱۳/۹	۱۵۴	۱۴۱/۲	۰/۴۴	۶۷۶۸	–
جو آبی	۱۴/۱۲	۱۳۶/۲	۱۲۵/۶	۰/۰۳۹	۴۰۷۲	–
گندم دیم	۵/۱۲	۵	۳۲/۲	۰	–	–
جو دیم	۸/۵	۱۰	۵۶/۴۱	۰/۰۱	–	–
پنبه	۴۵/۴	۲۰۰	۱۵۳/۲	۰/۵۰	۴۸۰۱	۱۲۹۹۰
چغندرقند	۲۸/۳	۳۶۴	۳۰۸/۶	۰/۲۰	۸۶۸۳	۱۵۱۱۰
گوجه‌فرنگی	۸۲/۳۱	۳۹۴/۲	۲۳۴	۰/۳۵	۶۵۳۲	۱۳۹۹۲
عدس دیم	۸/۸۵	۶/۱	۶/۹۵	۰	–	–

مأخذ :یافته‌های پژوهش

بر اساس جدولهای فوق و مفروضات الگوهای برنامه‌ریزی خطی ساده و برنامه‌ریزی خطی کسری(و فازی کسری) با اهداف چندگانه، الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی بهره‌برداری‌های بزرگ مقیاس به صورت زیر خواهد بود[1]:

برنامه‌ریزی خطی ساده :

بازده برنامه‌ای

Max $682232.1X1 + 545536X2 + 60793.20X3 + 50437.50X4 + 728767.4X5 + 910471X6 + 1137053.50X7 + 63674.90X8$

Subject to:

۱.محدودیت نیروی کار

$7.35X1+6.19X2+2.4X3+1.5X4+56.3X5+33.16X6+60.08X7+11.38X8-1X10 \leq 0$

۱. به منظور خلاصه‌نویسی فقط الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی بهره‌برداری‌های بزرگ مقیاس ارائه شده است. ضرایب فنی، اهداف و بهره‌برداری‌های کوچک مقیاس در جدولهای۱ تا ۵ آمده است.

Archive of SID

www.SID.ir

۲. محدودیت کود ازته

$168X1+143.2X2+15X3+12.45X4+253.9X5+312.44X6+494X7+15.6X8-1X11 \leq 0$

۳.محدودیت کود فسفاته

$144X1+128.6X2+23.4X3+18.9X4+183.9X5+210.8X6+364X7+12.75X8-1X12 \leq 0$

۴.محدودیت سموم

$0.48X1+0.061X2+0.03X3+0.78X5+0.65X6+0.88X7-1X13 \leq 0$

۵. محدودیت آب بهار

$6800X1+4080X2+5207X5+7190X6+6912X7 \leq 218080$

۶.محدودیت آب تابستان

$15560X5+14393X6+18139X7 \leq 193648$

۷.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت گندم آبی (هکتار)

$1X1 \leq 20$

۸.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت جو آبی (هکتار)

$1X2 \leq 12$

۹.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت گندم دیم (هکتار)

$1X3 \leq 12$

۱۰.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت جو دیم (هکتار)

$1X4 \leq 12$

۱۱.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت پنبه (هکتار)

$1X5 \leq 5$

۱۲.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت چغندرقند (هکتار)

$1X6 \leq 7$

۱۳.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی (هکتار)

$1X7 \leq 10$

Archive of SID

www.SID.ir

۱۴.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت عدس دیم (هکتار)

$1X8 \leq 2$

۱۵.محدودیت استفاده از زمین آبی در فصل بهار(هکتار)

$1X1+1X2+1X5+1X6+1X7+1X9 \geq 5.4$

۱۶.محدودیت استفاده از زمین دیم در فصل بهار(هکتار)

$1X3+1X4+1X8 \geq 5.4$

۱۷.محدودیت استفاده از زمین آبی در فصل تابستان (هکتار)

$1X1+1X2+1X5+1X6+1X7+1X9 \geq 5.4$

۱۸.محدودیت استفاده از زمین دیم در فصل تابستان (هکتار)

$1X3+1X4+1X8 \geq 5.4$

۱۹.محدودیت استفاده از زمین آبی در فصل پاییز (هکتار)

$1X1+1X2+1X5+1X6+1X7+1X9 \geq 5.4$

۲۰.محدودیت استفاده از زمین دیم در فصل پاییز (هکتار)

$1X3+1X4 \geq 5.4$

۲۱.محدودیت استفاده از زمین آبی در فصل زمستان (هکتار)

$1X1+1X2+1X6+1X9 \geq 5.4$

۲۲.محدودیت استفاده از زمین دیم در فصل زمستان (هکتار)

$1X3+1X4+1X8 \geq 5.4$

۲۳.محدودیت آیش (هکتار)

$1X9 \leq 5$

۲۴.محدودیت حداکثر زمین آبی موجود (هکتار)

$1X1+1X2+1X5+1X6+1X7+1X9 \leq 37$

۲۵.محدودیت حداکثر زمین دیم موجود (هکتار)

$1X3+1X4+1X8 \leq 26$

Archive of SID

www.SID.ir

۲۶. محدودیت غیر منفی

$X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13 \geq 0$

فرم خطی‌شده برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه

برای دستیابی به فرم خطی‌شده برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه ابتدا باید برنامه‌ریزی کسری با اهداف چندگانه ارائه و سپس این فرم خطی شود:

الف) برنامه‌ریزی کسری با اهداف چندگانه

Max:

پایداری نسبت به کود ازته

$$\phi_1(x)=\frac{682232.1X1+545536X2+60793.20X3+50437.50X4+728767.4X5+910471X6+1137053.50X7+63674.90X8}{168X1+143.2X2+15X3+12.45X4+253.9X5+312.44X6+494X7+15.6X8}$$

پایداری نسبت به کود فسفاته

$$\phi_2(x)=\frac{682232.1X1+545536X2+60793.20X3+50437.50X4+728767.4X5+910471X6+1137053.50X7+636}{144X1+128.6X2+23.4X3+18.9X4+183.9X5+210.8X6+364X7+12.75X8}$$

پایداری نسبت به سموم

$$\phi_3(x)=\frac{682232.1X1+545536X2+60793.20X3+50437.50X4+728767.4X5+910471X6+1137053.50X7+63674.90X8}{0.48X1+0.061X2+0.03X3+0.78X5+0.65X6+0.88X7}$$

Subject to:

محدودیتهای ۱-۲۶ برنامه‌ریزی خطی ساده نیز تکرار خواهند شد.

ب) فرم خطی‌شده برنامه‌ریزی کسری با اهداف چندگانه :

Max:

تابع هدف روش کسری

682232.1X1+545536X2+60793.2X3+50437.5X4+728767.4X5+910471X6+

1137054X7+63674.9X8

Subject to:

Archive of SID

www.SID.ir

۱.محدودیت پایداری نسبت به کود ازته

$$168y1+143.2y2+15y3+12.45y4+253.9y5+312.44y6+494y7+15.6y8 \leq 1$$

۲.محدودیت پایداری نسبت به کود فسفاته

$$144y1+128.6y2+23.4y3+18.9y4+183.9y5+210.8y6+364y7+12.75y8 \leq 1$$

۳.محدودیت پایداری نسبت به سموم

$$0.48y1+0.061y2+0.03y3+0.78y5+0.65y6+0.88y7 \leq 1$$

۴.محدودیت نیروی کار

$$7.35y1+6.19y2+2.4y3+1.5y4+56.3y5+33.16y6+60.08y7+11.38y8-1y10 \leq 0$$

۵. محدودیت کود ازته

$$168y1+143.2y2+15y3+12.45y4+253.9y5+312.44y6+494y7+15.6y8-1y11 \leq 0$$

۶.محدودیت کود فسفاته

$$144y1+128.6y2+23.4y3+18.9y4+183.9y5+210.8y6+364y7+12.75y8-1y12 \leq 0$$

۷.محدودیت سموم

$$0.48y1+0.061y2+0.03y3+0.78y5+0.65y6+0.88y7-1y13 \leq 0$$

۸.محدودیت حداکثر مقدار موجود آب بهار

$$6800y1+4080y2+5207y5+7190y6+6912y7-218080t \leq 0$$

۹.محدودیت حداکثر مقدار موجود آب تابستان

$$15560y5+14393y6+18139y7-193648t \leq 0$$

۱۰.محدودیت استفاده از زمین آبی در فصل بهار (هکتار)

$$1y1+1y2+1y5+1y6+1y7-1y9-5.4t \geq 0$$

۱۱.محدودیت استفاده از زمین دیم در فصل بهار (هکتار)

$$1y3+1y4+1y8-5.4t \geq 0$$

۱۲.محدودیت استفاده از زمین آبی در فصل تابستان (هکتار)

$$1y1+1y2+1y5+1y6+1y7-1y9-5.4t \geq 0$$

۱۳.محدودیت استفاده از زمین دیم در فصل تابستان (هکتار)

Archive of SID

www.SID.ir

$1y3+1y4+1y8-5.4t \geq 0$

۱۴.محدودیت استفاده از زمین آبی در فصل پاییز (هکتار)

$1y1+1y2+1y5+1y6+1y7-1y9-5.4t \geq 0$

۱۵. محدودیت استفاده از زمین دیم در فصل پاییز (هکتار)

$1y3+1y4-5.4t \geq 0$

۱۶.محدودیت استفاده از زمین آبی در فصل زمستان (هکتار)

$1y1+1y2+1y6-1y9-5.4t \geq 0$

۱۷.محدودیت استفاده از زمین دیم در فصل زمستان (هکتار)

$1y3+1y4+1y8-5.4t \geq 0$

۱۸.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت گندم آبی (هکتار)

$1y1-20t \leq 0$

۱۹.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت جو آبی (هکتار)

$1y2-12t \leq 0$

۲۰.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت گندم دیم (هکتار)

$1y3-12t \leq 0$

۲۱.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت جو دیم (هکتار)

$1y4-12t \leq 0$

۲۲.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت پنبه (هکتار)

$1y5-5t \leq 0$

۲۳.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت چغندر قند (هکتار)

$1y6-7t \leq 0$

۲۴.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت گوجه فرنگی (هکتار)

$1y7-10t \leq 0$

Archive of SID

www.SID.ir

۲۵.محدودیت حداکثر سطح زیر کشت عدس دیم (هکتار)

$1y8-2t\leq 0$

۲۶. محدودیت آیش (هکتار)

$1y9-5t\leq 0$

۲۷. محدودیت حداکثر زمین آبی موجود (هکتار)

$1y1+1y2+1y3+1y4+1y5+1y6+1y7+1y8-37t\leq 0$

۲۸.محدودیت حداکثر زمین دیم موجود (هکتار)

$1y3+1y4+1y8-26t\leq 0$

۲۹. محدودیتهای غیر منفی

$Y1,Y2,Y3,Y4,Y5,Y6,Y7,Y8,Y9,Y10,Y11,Y12,Y13,t \geq 0$

برای تبدیل فرم خطی‌شده برنامه‌ریزی کسری با اهداف چندگانه به فرم خطی‌شده برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه، باید از مقادیر تابع هدف به دست آمده در هر یک از حالات پایداری نسبت به کود ازت، پایداری نسبت به کود فسفات و پایداری نسبت به سموم‌به‌طورجداگانه‌استفاده نمود. مقدارتابع هدف در هر یک از حالات فوق چنین خواهد بود:

$z_1^* = ۴۰۶۰/۹۰$

$z_2^* = ۴۶۶۹/۴۸$

$z_3^* = ۳۸۹۶۷۷۹۰/۰۰$

حال با استفاده از این مقادیر می‌توان فرم خطی‌شده برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه را به صورت زیر بیان کرد:

Max 1λ

Subject to:

۱. محدودیت فازی کود ازته

$168y1+134.3385y2+14.97036y3+12.42026y4+179.4594y5+224.204y6+280y7+$

Archive of SID

www.SID.ir

$15.67998y8\text{-}1\ \lambda \geq 0$

۲. محدودیت فازی کود فسفاته

$146.10y1 + 116.83y2 + 13.02y3 + 10.80y4 + 156.07y5 + 194.98y6 + 243.50y7+$

$13.63y8\ \text{-}1\ \lambda \geq 0$

۳. محدودیت فازی سموم

$0.017y1+0.014y2+0.0015y3+0.0013y4+0.019y5+0.023y6+0.029y7+0.0016y8\text{-}1$

$\lambda \geq 0$

محدودیت۱-۲۹ فرم خطی‌شده برنامه‌ریزی کسری با اهداف چندگانه نیز در اینجا تکرار خواهند شد.

پس از حل هر یک از الگوهای برنامه‌ریزی فوق، مقادیر بهینه هر فعالیت (الگوی کشت بهینه) به دست می‌آید که در جدولهای ۶ و ۷ ملاحظه می‌شود.

جدول ٦. نتایج به دست آمده بر اساس الگوهای مختلف برنامه‌ریزی ریاضی در بهره‌برداری‌های بزرگ مقیاس

فعالیت	الگوی کشت فعلی	برنامه‌ریزی خطی ساده	برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه
گندم آبی	۱۷/۵۰	۱۴/۱۰	۱۹/۳۳
جو آبی	۸/۰۰	۱۲/۰۰	۰
گندم دیم	۱۵/۸۰	۱۲/۰۰	۰
جو دیم	۳/۸۰	۱۲/۰۰	۰
پنبه	۳/۳۰	۰/۷۹	۰
چغندرقند	۵/۰۰	۰	۰
گوجه فرنگی	۳/۲۰	۱۰/۰۰	۰
عدس دیم	۰/۴۰	۲/۰۰	۲/۰۰
آیش	۶/۰۰	۰/۱۱	۴/۶۷

Archive of SID

www.SID.ir

استخدام نیروی کار (در هکتار)	۱۲/۲۲	۱۴/۱۶	۲/۷۸
خرید کود ازته (در هکتار)	۱۴۶/۶۱	۱۵۲/۱۹	۵۲/۹۱
خرید کود فسفاته (در هکتار)	۱۱۹/۶۷	۱۲۵/۲۷	۴۶/۲۰
خرید سموم (در هکتار)	۰/۲۹	۰/۲۷	۰/۱۵
مبدل برنامه‌ریزی کسری به برنامه‌ریزی خطی ساده (T)	–	–	۰/۰۰۰۳
هدف برنامه‌ریزی فازی(Λ)	–	–	۰/۰۰۰۱
بازده برنامه‌ای	۲۸۰۷۶۸۷۳/۳۹	۲۹۵۷۴۴۸۰/۰۰	۱۳۶۴۱۴۰۱/۰۰
نسبت بازده برنامه‌ای به مصرف کود ازته	–	–	۴۰۶۰/۹۱
نسبت بازده برنامه‌ای به مصرف کود فسفاته	–	–	۴۶۴۸/۹۴
نسبت بازده برنامه‌ای به مصرف سموم	–	–	۱۴۴۵۰۶۴/۰۰
افزایش شاخص پایداری نسبت به کود ازت در مقایسه با الگوی کشت فعلی	–	–	٪۶۴
افزایش شاخص پایداری نسبت به کود فسفات در مقایسه با الگوی کشت فعلی	–	–	٪۶۱
افزایش شاخص پایداری نسبت به سموم در مقایسه با الگوی کشت فعلی	–	–	٪۴۸

مأخذ : یافته‌های پژوهش

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷. نتایج به دست آمده بر اساس الگوهای مختلف برنامه‌ریزی ریاضی در بهره‌برداری‌های کوچک مقیاس

فعالیت	الگوی کشت فعلی	برنامه‌ریزی خطی ساده	برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه
گندم آبی	۲/۳۰	۱/۸۱	۲/۱۰
جو آبی	۱/۱۰	۱/۰۰	۱
گندم دیم	۲/۳۰	۱/۵۰	۱/۵۵
جو دیم	۰/۸۰	۱/۵۰	۱/۵۵
پنبه	۰/۷۰	۰/۶۰	۲/۱۰
چغندرقند	۱/۴۰	۱/۰۰	۰
گوجه فرنگی	۰/۴۰	۱/۰۰	۰
عدس دیم	۰/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۵
آیش	۱/۲۰	۰/۰۰	۰/۴۵
استخدام نیروی کار (در هکتار)	۱۶/۳۳	۲۱/۲۵	۱۶/۱۴
خرید کود ازته (در هکتار)	۱۲۴/۶۵	۱۳۳/۴۹	۸۴/۹۶
خرید کود فسفاته (در هکتار)	۱۱۳/۸۶	۱۱۶/۸۱	۸۳/۲۰
خرید سموم (در هکتار)	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
مبدل برنامه‌ریزی کسری به برنامه‌ریزی‌خطی‌ساده (t)	–	–	۰/۰۰۱۱
هدف برنامه‌ریزی فازی(λ)	–	–	۰/۰۰۱۴
بازده برنامه‌ای	۳۲۴۹۷۲۵/۲۰	۳۳۱۱۷۶۴/۰۰	۲۶۰۸۷۵۰/۹۲
نسبت بازده برنامه‌ای به مصرف کود ازته	–	–	۲۸۵۹/۵۲
نسبت بازده برنامه‌ای به مصرف کود فسفاته	–	–	۲۹۲۴/۷۵
نسبت بازده برنامه‌ای به مصرف سموم	–	–	۱۲۸۶۰۴۹/۲۶
افزایش شاخص پایداری نسبت به کود ازت در مقایسه با الگوی کشت فعلی	–	–	٪۳۲
افزایش شاخص پایداری نسبت به کود فسفات در مقایسه با الگوی کشت فعلی	–	–	٪۲۷
افزایش شاخص پایداری نسبت به سموم در مقایسه با الگوی کشت فعلی	–	–	–

مأخذ : یافته‌های پژوهش

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به نتایج جدول ۶، به منظور دستیابی به حداکثر سود مطلق در بهره‌برداری‌های بزرگ مقیاس، مقادیر تولید بهینه گندم آبی، جو آبی، گندم دیم، جو دیم، پنبه، گوجه فرنگی و عدس دیم به ترتیب معادل ۲۲ درصد، ۱۹ درصد، ۱۹ درصد، ۱۹ درصد، ۱ درصد، ۱۶ درصد و ۳ درصد کل اراضی زیر کشت خواهد بود؛ در حالی‌که برای دستیابی به حداکثر سود با در نظر گرفتن شاخصهای پایداری، مقادیر تولید بهینه گنـــدم آبی، گندم دیم و عدس دیم به ترتیب معادل ۷۲، ۲۰ و ۸ درصد کل اراضی زیر کشت در نظر گرفته شده است[1]. در مجموع سود به‌دست آمده در حالت دوم ۴۶٪ سود به‌دست آمده در حالت اول (حداکثر سود) است. همچنین مشاهده می‌شود که کشاورز به گونه‌ای عمل می‌کند که سود حاصل از الگوی کشت فعلی وی بسیار نزدیک به سود به‌دست آمده از برنامه‌ریزی حداکثر سود است(۹۵٪).

اطلاعات جدول ۷ نیز نشان می‌دهد که دستیابی به حداکثر سود در بهره‌برداری‌های کوچک مقیاس مستلزم تولید ۱۸ درصد گندم آبی، ۱۰ درصد جو آبی، ۱۵ درصد گندم دیم، ۱۵ درصد جو دیم، ۶ درصد پنبه، ۱۰ درصد چغندر قند، ۱۰ درصد گوجه فرنگی و ۱۵ درصد عدس دیم است. این در حالی است که جهت رسیدن به حداکثر سود با در نظر گرفتن شاخصهای پایداری باید ۲۱/۴ درصد گندم دیم، ۱۰ درصد جو آبی، ۱۶ درصد گندم دیم، ۱۶ درصد جو دیم، ۲۱/۴ درصد پنبه و ۱۶ درصد عدس دیـــم کشت کرد. سود به دست آمده در حالت دوم ۷۹٪ سود به‌دست آمده در حالت اول (حداکثر سود) است. مشاهده می‌شود که کشاورزان کوچک مقیاس نیز به گونه‌ای عمل می‌کنند که سود حاصل از الگوی کشت فعلی آنها بسیار نزدیک به سود به‌دست آمده از برنامه‌ریزی حداکثر سود می‌باشد(۹۸٪).

بر اساس نتایج جدول ۶ ، الگـــوی کشت ارائه شده بر مبنای روش برنامه‌ریزی کسری با الگوی کشت فعلی منطقه بسیار اختلاف دارد. این تفاوت مبین مؤثر بودن محدودیتهای پایداری به کار رفته در الگوی برنامه‌ریزی کسری است؛ به عبارت دیگر می‌توان گفت که (با توجه به نزدیکی بسیار بالای میزان سود الگوی کشت ارائه شده در روش برنامه‌ریزی خطی

۱. تولید سایر محصولات در الگوی کشت بهینه صفر به دست آمده است .

Archive of SID

www.SID.ir

ساده و الگوی کشت فعلی منطقه) واحدهای بزرگ مقیاس در تدوین الگوی کشت خود با در نظر گرفتن محدودیتهای مختلف، تنها هدف حداکثر کردن سود را در نظر می‌گیرند و به ویژگیهای زیست‌محیطی و پایداری منطقه توجهی ندارند، در حالی‌که با استفاده از برنامه‌ریزی کسری می‌توان با معرفی محدودیتهای پایداری به مجموعه محدودیتهای الگوی برنامه‌ریزی ریاضی، الگوی کشتی را تدوین و ارائه کرد که ضمن ممکن ساختن کسب حداکثر سود، استفاده از حداقل نهاده‌های کود ازت، کود فسفات و سموم را نیز میسر سازد. اما بر اساس نتایج جدول ۷ می‌توان گفت که واحدهای کوچک مقیاس در طراحی الگوی کشت خود ـ خواسته یا ناخواسته ـ پایداری را بیشتر لحاظ کرده‌اند و تدوین الگوی کشت با در نظر گرفتن این شاخها تأثیر کمتری ـ نسبت به واحدهای بزرگ مقیاس ـ در الگوی کشت فعلی آنها داشته است.

محاسبه شاخص پایداری

میزان مصرف کودهای ازت و فسفات و سموم در واحد سطح مبین میزان پایداری کشاورزی است، زیرا هر چه در یک دوره زمانی نسبت فوق کاهش یابد، بهره‌برداران در جهت پایداری عمل می‌کنند، یا اینکه سیاستهای دولت نظام را به سمت پایداری سوق می‌دهد(حق‌نیا و کوچکی، ۱۳۷۵).

در این باره همان‌گونه که در جدولهای ۶ و ۷ نیز مشاهده می‌شود، در الگوی برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه میزان مصرف کودهای ازت و فسفات و سموم شیمیایی در واحد سطح در هر دو گروه بهره‌برداری‌های بزرگ و کوچک مقیاس از نتایج به‌دست آمده در الگوی برنامه‌ریزی خطی ساده ـ که به پایداری اهمیتی نمی‌دهد و تنها هدف حداکثر کردن سود را مد نظر قرار می‌دهد ـ کمتر است.[1]

۱. البته به استثنای مصرف سموم در واحدهای کوچک مقیاس

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه نتایج به دست آمده از دو جدول ۶ و۷ نیز نشاندهنده سازگاری بیشتر الگوی بهینه کشت بهره‌برداری‌های کوچک مقیاس با الگوی کشاورزی ارگانیک در مقایسه با بهره‌برداری‌های بزرگ‌مقیاس است. این مطلب ممکن است حاکی از استفاده بیشتر بهره‌برداری‌های بزرگ مقیاس از نهاده‌های کودهای شیمیایی و سموم برای دستیابی به حداکثر سود در مقایسه با بهره‌برداری‌های کوچک مقیاس منطقه باشد، زیرا همان‌گونه که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، استفاده از الگوی کشاورزی ارگانیک، شاخص پایداری بهره‌برداری‌های بزرگ‌مقیاس‌را نسبت‌به‌بهره‌برداری‌های کوچک مقیاس ـ در جدول ۷ـ افزایش بیشتری می‌دهد.

همچنین سود به دست آمده از کشاورزی ارگانیک نسبت به کشاورزی متعارف کمتر است. به همین دلیل محصولات ارگانیک در مقایسه با سایر محصولات متعارف موجود در بازار قیمت بیشتری دارند. این مسئله را نیز این‌گونه می‌توان توجیه کرد که در الگوهای برنامه‌ریزی کسری، هدف ما تنها دستیابی به حداکثر سود نیست بلکه هدفی والاتر و مهمتر که همانا بقای محیط زیست، تولید محصول سالم و حفظ سلامت نوع بشر است، مدنظر قرار می‌گیرد؛ در حالی که در الگوهای برنامه‌ریزی خطی ساده، هدف تنها حداکثر کردن سود اقتصادی واحد تولیدی است و به منافع اجتماعی (و شاید غیر مستقیم و ناملموس) توجهی نمی‌شود. البته واضح است که حداکثر کردن سود اقتصادی یک واحد تولیدی باید نسبت به حداکثر کردن سود اجتماعی در اولویت قرار گیرد و این امر میسر نخواهد شد مگر با حمایت دولت و مسئولان از تولیدکنندگان محصولات ارگانیک میسر نخواهد شد.

علاوه بر این، نتایج به دست آمده از الگوی برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه نشان می‌دهد که حرکت به سمت پایداری از تنوع کشت منطقه خواهد کاست و تعدادی از محصولات را از الگوی کشت بهینه حاصل از روش برنامه‌ریزی خطی ساده و الگوی کشت فعلی منطقه حذف می‌کند. به عبارت دیگر برای حرکت به سمت پایداری در منطقه مذکور باید به سمت تخصصی شدن کشت برخی محصولات خاصِ سازگار با امکانات منطقه حرکت نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

پیشنهادها

با توجه به اینکه حرکت به سمت الگوی کشت پایدار باعث کاهش بازده برنامه‌ای بهره‌برداران می‌شود، حمایت بیشتر دولت از کشاورزان به کارگیرنده این الگو الزامی است. حمایتهایی از قبیل تأمین بموقع اعتبارات کم‌بهره، اعمال قیمتهای تضمینی متفاوت[1]، در نظر گرفتن یارانه برای نهاده‌هایی از قبیل ماشین آلات، کودهای سبز و بذرهای اصلاح شده، ترویج مبارزه کاراتر و ارزانتر بیولوژیک و ترویج کشاورزی علمی و پیشرفته می‌توانند گامهایی مؤثر برای حرکت به سمت کشاورزی پایدار تلقی شوند.

منابع

۱.باقری، ع.، ع. کوچکی و ا. زند (۱۳۷۵)، اصلاح نباتات در کشاورزی پایدار (ترجمه)، انتشار جهاد دانشگاهی مشهد.

۲.حق نیا، غ. و ع. کوچکی (۱۳۷۵)، مدیریت پایدار خاک (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۳.خاتون آبادی، ا. و ا. م. امینی (۱۳۷۵)، اصول کشاورزی پایدار و مدیریت منابع طبیعی بر اساس بهره‌وری از انرژی اپتیمم، چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، اصفهان.

۴.کوچکی، ع. (۱۳۷۶)، کشاورزی پایدار: بینش یا روش، *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، شماره ۲۰، ص ۵۳ - ۷۲.

۵. کهنسال، م. ر. (۱۳۸۳)، مدیریت انرژی با تأکید بر پایداری بخش زراعت، رساله دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران.

۶.نجفی، غ. م. (۱۳۷۵)، طرح کاهش مصرف سموم: گامی در طریق سیستمهای مدیریتی، *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، شماره ۱۳: ۲۰۵- ۲۲۶.

۱.اعمال قیمتهای بیشتر برای محصولات ارگانیک نسبت به سایر محصولات مشابه

Archive of SID

www.SID.ir

7. Caballero, R. & M. Hernandez (2004), The controlled estimation method in the multi objective linear fractional problem, *Computers and Operations Research*, 31: 1821–1832.

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

9. Charnes A. & W.W. Cooper (1962), Programming with linear fractional functional, *Nav .Res. Logistics Quart.* 9:181-186.

10. Charnes, A., W.W. Cooper, E. Rhodes (1978), Measures the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 2: 428-449.

11. Craven, B.D., B. Mond (1975), On fractional programming and equivalence, *Nav. Res. Logistics Quart*., 22: 405-410.

12. Craven, B.D. (1988), Fractional programming, In: Sigma series in appliedmathematics, vol. 4., Berlin: Heldermann Verlag.

13. Choo, E.U.& D.R. Atkins (1982), Bicriteria linear fractional programming, *J. Optim. Theory Appl.,* 36: 203-220.

14. Fraser,I. & C. Cordina (1999), application of data envelopment analysis to irrigated dairy farms in Northern Victoria, Australia, *Agricultural Systems*, 59 (2): 267-282.

15. Gupta, P. & D. Bhatia (2001), Sensitivity analysis in fuzzy multiobjective linear fractional programming problem, *Fuzzy Sets and Systems*, 122:229-236.

16. Horst, R. & PM. Pardalos (editors) (1995), Handbook of

Archive of SID

www.SID.ir

global optimization, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

17. Horst, R., P.M. Pardalos, & N.V. Thoai (1995), Introduction to global optimization, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

18. Kornbluth, J.S.H. & R.E. Steuer (1981), Goal programming with linear fractional criteria, *European J. Oper. Res.,* 8: 58-65.

19. Kornbluth, J.S.H. & R.E. Steuer (1981), Multiple objective linear fractional programming, *Manage Sci*., 27: 1024-1039.

20.Lara, P., I.S. Minasian (1999), Fractional programming: A tool for the assessment of sustainability, *Agricultural Systems*, 62:131-141.

21.Luhanjula,M.K.(1984),Fuzzy approaches for multiple objective linear fractional optimization, *Fuzzy Sets and Systems*, 13: 11-23.

22. Lynam, J.K. and R.W. Herdt (1989), Sense and sustainability as an objective in international agricultural research, *Agricultural Economics*, 3:381-398.

23. Nykowski, I. & Z. Zolkiewski(1985),A compromise procedure for the multiple objective linear fractional programming problems, *European J. Oper. Res*., 19: 91-97.

24. Romero, C. & T. Rehman (1989), Multiple criteria analysis for agricultural decisions, Elsevier, Amsterdam.

25.Schaible, S.(1976), Fractional programming I: duality, *Manage Sci. A*., 22: 658-667.

26. Schaible, S. (1978), Analyses and anwendungen von quotient

Archive of SID

www.SID.ir

en programmen, Verlag Anton Hein, Meisenheim am Glan.

27. Schaible, S. Fractional programming, In: Horst R, Pardalos PM, editors. (1995), Handbook of global optimization, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 495–608.

28. Stancu-Minasian, I. M.(1981), A survey of methods used for solving the problems of fractional programming, The linear case, Part I, *Bulletin Mathematique de la Societe des Sciences* Mathematiques Roumanie (NS.) , 25(73) (3):313–20.

29. Stancu-Minasian, I.M.(1997),Fractional Programming, Theory, Methods and applications, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

30. Tiwari, D.N., R. Loof, G.N. Paudyl (1999), Environmental-economic decision making in lowland agriculture using multi-criteria analysis techniques, *Agricultural Systems, 60* (1): 99-112.

31. Zimmermann, H.J. (1976), Description and optimization of fuzzy systems, *Internat. J. General Systems,* 2: 209-215.

Archive of SID

www.SID.ir

Determining optimal cultivation model corresponding with organic agriculture Application of Multiple-objective Linear Fuzzy Fractional Programming (Case study: North Khorasan province)

M.R.Kohansal, A.Firooz Zarea*

Abstract

By using cross-section data of 1384-85 of North Khorasan province and Multiple-objective Linear Fuzzy Fractional Programming, this article try to represent cultivation model corresponding with sustainable agriculture and compare this model with result of simple Linear Programming and present cultivation model. Data were gathered through filling out 627 questionnaires from 55 villages by using two-stage random sampling method. Results of large- scale farms showed the model that offered by linear programming model is near to present cultivation model, meanwhile there is non-negligible difference between sustainable cultivation model and results of linear programming model and present cultivation model. Multiple-objective Linear Fuzzy Fractional Programming will reduce diversification of cultivation model.

* Contribution from faculty of agriculture of Ferdowsi university of Mashhad

Archive of SID

www.SID.ir

Based on this programming model, in large-scale farms, irrigated lands cultivation model, will change to wheat and in rain-fed lands, cultivation model will change to wheat and lentil. Also, this optimal cultivation model will reduce Gross Margin of present cultivation model by 51 percentages. This result in short-scale farm is different, to some extent. In order to gain sustainable cultivation model it is not necessary to make change a lot in present cultivation model, in short-scale farms Irrigated lands cultivation model, will change to wheat, barley and corn and rain-fed lands cultivation model will change to wheat, barley and lentil. In this status, this optimal cultivation model will reduce Gross Margin of optimal cultivation model of present cultivation model by 19 percentages.

JEL claccifpcation C61 – Q01 – Q18 – Q19

Key words:

Optimal cultivation model, Linear Programming, Multiple-objective Linear Fuzzy Fractional Programming, sustainable Agriculture, North Khorasan.

Archive of SID

www.SID.ir