

نظریه و کاربرد مدل برنامه ریزی خطی آرمانی
فازی در بهینه سازی الگویی کشت

حسن اسدپور*، دکتر صادق خلیلیان*، دکتر غلامرضا
پیکانی*

چکیده

این مقاله نظریه و کاربرد مدل برنامه ریزی خطی آرمانی فازی را در بهینه سازی الگویی کشت با در نظر گرفتن هدفهای مختلف مورد توجه قرار می دهد. بدین منظور مجموع درجه عضویت همه آرمانهای فازی در مدل حداکثر می شود. بر خلاف مدلهای برنامه ریزی آرمانی قطعی، این روش به تصمیمگیرنده اجازه می دهد که درجه دسترسی و اهمیت هر آرمان را در مدل مشخص کند. همچنین این روش قادر است مجموعه ای از درجات عضویت سازگار

*به ترتیب: دانشجوی دوره دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیئت علمی دانشگاه تهران
e-mail: hasadpo@yahoo.com

با انتظارات تصمیم‌گیرندگان را به وجود آورد. در این مقاله ضمن تحلیل نظریه مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی فازی، کاربردی از آن در بهینه‌سازی الگویی کشت در اراضی آبی یک دشت جلگه‌ای واقع در زیر حوضه هراز نشان داده شده است. نتایج حاکی از این است که با ایجاد انعطاف در آرمانها در سمت راست مدل فازی، منابع به نحو بهتری تخصیص می‌یابد و سطح زیر کشت توسعه پیدا می‌کند.

کلید واژه‌ها:

برنامه‌ریزی خطی چندهدفه، برنامه‌ریزی خطی چندهدفه قطعی، برنامه‌ریزی چندهدفه فازی، برنامه‌ریزی آرمانی فازی، الگویی بهینه کشت

مقدمه

مطالعات طرح جامع احیا و توسعه کشاورزی و منابع طبیعی، که از سال ۱۳۶۳ در سطح کشور شروع شده، پس از گذشت یک و نیم دهه منجر به تولید نبوهی از اطلاعات ارزشمند در زمینه‌های مختلف در بخش کشاورزی شده است. کاربری این اطلاعات، در موارد مختلف تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی، موجب صحت و دقت بیش از پیش تصمیمات و برنامه‌ها شده است، ولی کارایی قطعی این اطلاعات و هزینه‌های مترتب بر آن، تنها با سنتز علمی و واقع‌بینانه آنها میسر است. اصولاً

اقتصادکشاورزی و توسعه، ویژه‌نامه بهره‌وری و کارایی، زمستان ۳۰۹
۱۳۸۴

هدفهای غایی مطالعات جامع توسعه بخش کشاورزی عبارت از یکپارچه‌نگری، حفظ کلیت بخش و پرهیز از یکسوگرایی موضعی و مقطعی بوده است (مهندسین مشاور جامع ایران، ۱۳۸۰). لذا با نگاهی سیستمی به بخش کشاورزی لزوم استفاده از تکنیکهای مدرن و کارایی برنامه‌ریزی، به طوری که بتواند کلیه عوامل اثرگذار بر سیاستهای بخش و آثار اقتصادی آن را در مدلهای مجزا برای بخشهای مختلف زراعت، باغبانی، دام، طیور، مرتع، جنگل و شیلات و آبیان بسنجد مشخص می‌شود. با تلفیق این مدلها و ارجاع به آنها می‌توان مدل بخش کشاورزی را شبیه‌سازی کرد تا تصمیمگیری در زمانهای بحرانی مثل خشکسالی، سیل، شوکهای بازار، واکنش تولیدکنندگان و مصرفکنندگان و سایر مسائل تسهیل گردد. به این منظور روشی را باید برای برنامه‌ریزی بخش کشاورزی برگزید که بتواند روابط و آثار موجود میان کلیه فعالیتهای درون‌بخشی را به طور همزمان و پویا در نظر گیرد و ضمن ملحوظ داشتن تواناییها و محدودیتهای، منطقی‌ترین راه رسیدن به هدفها را برای برنامه‌ریزان مشخص سازد. اهمیت و حساسیت این امر زمانی بیشتر آشکار می‌شود که پدیده تقابل و حتی تضاد بین هدفها در محیطی تقریباً کنترل نشدنی وجود داشته باشد. به طور مثال هدفهای اقتصادی ظاهراً در تقابل با هدفهای حفاظت محیط زیست و منابع طبیعی است و یا

هدف دستیابی به سطح خاصی از تولید محصول زراعی ممکن است در تضاد با توسعه و افزایش تولید محصول زراعی دیگر باشد. تمامی این پدیده‌ها ناشی از محدودیت منابع تولید و نامحدود بودن نسبی نیازهاست. در چنین وضعیتی روشهای سنتی برنامه‌ریزی نمی‌توانند جوابگویی خواسته‌های تصمیم‌گیرندگان و سیاستگذاران باشد. با پیشرفتهای علمی و تلاش محققان در دهه‌های اخیر، روشهای نوینی در برنامه‌ریزی به وجود آمده که با به کارگیری آنها در شرایط تضاد داشتن هدفهای مدیران و محدود بودن منابع تولید می‌توان بهترین جوابها را برای دستیابی به این هدفها پیدا کرد. در این زمینه کاربرد مدل‌های چندهدفه بسیار مفید است.

تصمیمگیری در مورد ارزش عددی هرهدف یا آرمان، برای تصمیم‌گیرندگان مشکل است (اسدپور و کوپاهی، ۱۳۷۶). هنگام

مدلسازی برای یکی کردن نبود اطمینان و دقت در اطلاعات، روشهایی همچون توزیع احتمال، تابع فاصله‌ای^۱ اعداد فازی و انواع گوناگون روشهای آستانه‌ای برای تعدیل در مدلسازی G.P^۲ به کار گرفته شده است (Hannan, 1981a; Inguiguchif & Kume, 1991; Rao & et al., 1988). برای مدلسازی آرمانها با طبیعت نادقیق آونسی و همکارانش (Aouni & et al., 1997) مدل GP

1. penalty function
2. goal programming

استاندارد را با در نظر گرفتن درجه رضایتمندی هر آرمان مجدداً فرمولبندی کرده اند (Chalam, 1994)

این روش تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد تا ساختار اولویتها یا تقدمها را در مدلسازی به روشی ساده مشخص کند و به این منظور در یک محیط فازی، نبود دقت در سطوح آرزو را با آرمانهای مشخص می‌کند. ناراسیمهان در برنامه‌ریزی آرمانی فازی (FGP) به کارگیری توابع درجه عضویت را پیشنهاد می‌کند (Narasimhan, 1980). این روش و بعضی از روشهای مرتبط (مانند روش ناراسیمهان، پال و باسو، رائو و همکاران: منابع ۲۲، ۲۳، ۲۵) به طور واقعی از روش برنامه‌ریزی فازی معرفی شده زیمرمان (Zimmermann, 1978) الهام می‌گیرند. مدلسازی FGP به طور گسترده ای در علوم مختلف به کار گرفته شده است (Chalam, 1994; Dhingra & et al., 1990). بعضی از محققان (Hannan, 1981a & b) بررسیهای بیشتری در مورد مدلسازی مسائل FGP، اهمیت نسبی و اولویت فازی، آرمانهای فازی و الگوریتمهای حل مدلهای فازی انجام داده اند.

در مدلسازی به روش FGP اغلب پژوهشگران گذشته، به جز تایواری (Tiwari & et al., 1996)، ابتداء عمل‌کننده \min را به کار گرفتند تا تصمیمات فازی را که به طور همزمان آرمانها و محدودیتها را اغنا می‌بخشند پیدا کنند و

بعدها تابع درجه عضویت تصمیم فازی را با هدف ماکزیم به کار گرفتند. روش فوق تصمیم فازی را در تعامل با آرمانهای فازی و محدودیتها در نظر می‌گیرد، بنابراین اختلاف اساسی بین آنها نیست. اگر چه روش فوق در محاسبات کاراست، ولی کاربردش ممکن است درجه عضویت (یکنواختی) را برای آرمانهای فازی مختلف هنگامی که دسترسی به بعضی آرمانها با سختی بیشتری امکانپذیر است، دچار اختلال کند.

هدفهای تحقیق

هدف اصلی این تحقیق مطالعه اقتصادی سیاستهای کمی تولید در بخش زراعی یکی از دشتهای جلگه‌ای زیر حوضه هراز در استان مازندران است که در چارچوبهای زیر دنبال می‌شود:

۱. تدوین مدل کالیبره بخش زراعت به منظور برآورد میزان منابع پایه (آب، زمین، خاک) و سایر منابع مانند کود، سم و ماشین‌آلات مورد نیاز در شرایط موجود.
۲. تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی با دو رویکرد یک‌هدفه و چندهدفه و با دو ساختار قطعی و فازی.
۳. مقایسه نتایج مدل‌های چندهدفه قطعی و فازی به منظور ارائه سیاستهای کمی.
۴. مکانیزه کردن آمار و اطلاعات به یک ابزار تصمیم‌سازی در بخش زراعی.

فرضیات تحقیق

۱. الگوی کشت موجود بخش زراعی منطقه مورد مطالعه یک الگوی بهینه نیست.
۲. منابع موجود شامل آب، زمین، نیروی کار و سایر منابع به طور بهینه تخصیص نیافته اند.
۳. مدل‌های برنامه‌ریزی کلاسیک نسبت به مدل‌های برنامه‌ریزی انعطاف پذیرتری مانند مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی در شرایط وجود نبود قطعیت در آرمانها و منابع در دسترس از کارایی لازم برخوردار نیستند.
۴. استفاده از مدل‌های فازی حساسیت مدل را نسبت به منابعی مانند آب، که کنترل آنها مشکل است و از اهمیت ویژه ای برخوردارند، افزایش می دهد و بر کارایی نتایج می افزاید.

دلایل استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی در بهینه سازی الگوی کشت و تولید

۱. محدودیت منابع تولید
۲. امکان انتقال منابع
۳. رقابت در کشت محصولات مختلف
۴. تعامل سیستمی در بخش تولید
۵. لزوم مطالعه اقتصاد دستوری یا هنجارین در تدوین سیاستها

دلایل استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی

۱. وجود اهداف غیر قابل جمع در بخش تولید توسط کشاورزان و دولت.
۲. تغییر در اهداف در طول زمان و امکان لحاظ آن در مدل.
۳. عدم دسترسی به اقلام واقعی هزینه و درآمد و امکان لحاظ سطوح آرمانی آنها در مدل.
۴. امکان اولویت‌گذاری اهداف و آرمانها در مدل.

روش تحقیق

در این مقاله سعی شده است طراحی الگوی بهینه کشت و سیاست‌گذاری در استفاده بهینه از منابع با استفاده از دو رویکرد قطعی و فازی و با بهره‌گیری از مدل برنامه‌ریزی آرمانی مورد توجه قرار گیرد. در فرایند حل مدل با استفاده از تجزیه و تحلیل حساسیت در مدل چندهدفه قطعی و بهره‌گیری از تابع درجه عضویت در مدل‌های چندهدفه فازی درصدد دسترسی به بهترین ساختار الگوی کشت در منطقه مورد مطالعه بوده‌ایم تا بتوانیم تا حد ممکن به آرمانهای در نظر گرفته شده دست یابیم. ساختار عمومی مدل‌های قطعی و فازی به ترتیب به شکل زیر است:

ساختار مدل چندهدفه قطعی (Lai & Hwang, 1996)

$$\begin{aligned} \text{Minimize } Z &= [w_1(d^-, d^+), w_2(d^-, d^+), \dots, w_k(d^-, d^+)] \\ \text{subject to: } & f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i, \\ & x, d_i^-, d_i^+ \text{ and } d_i^- \cdot d_i^+ = 0 \end{aligned}$$

که در آن Z برداری از اهداف وزن داده شده x ، بردار متغیرهای تصمیمگیری، d_i^-, d_i^+ به ترتیب انحراف مثبت و منفی از i امین آرمان، $w_k(d^-, d^+)$ تابع خطی از انحرافات منفی و مثبت که با استفاده از عناصر w (وزنها) اهمیت آرمانها در مدل نشان داده می‌شود.

ساختار مدل چندهدفه فازی

مدل ابتدایی FGP و روش حل آن توسط ناراسیمهان (Narasimhan, 1980) ارائه شد. مطالعات اندک‌دیگری نیز مدل FGP و روش حل آن را توسعه دادند. حنان (Hannan, 1981 a&b). روش متغیرهای انحرافی را توسعه داد که در آن با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی قادر به حل مدل هستیم، هر چند این روش تعداد متغیرهای مدل را افزایش می‌دهد و اساس آن بر تخمین خطی قطعه‌ای (PLA) استوار است. یانگ و همکارانش (Yang & et al., 1991) توانستند مدل را با تعداد متغیرهای کمتر و پاسخهای مشابه ناراسیمهان و حنان حل کنند. در صورتی که $G_k(x)$ نشاندهنده

K امین آرمان فازی با یک تابع عضویت مثلثی باشد مدل یانگ به صورت زیر فرمولبندی می‌شود:

$$\mu_k = \begin{cases} 0 & \text{if } G_k(x) \geq b_k + d_{k2}, \\ 1 - \frac{G_k(x) - b_k}{d_{k2}} & \text{if } b_k \leq G_k(x) \leq b_k + d_{k2}, \\ 1 & \text{if } G_k(x) = b_k, \\ 1 - \frac{b_k - G_k(x)}{d_{k1}} & \text{if } b_k - d_{k1} \leq G_k(x) \leq b_k, \\ 1 & \text{otherwise,} \end{cases} \quad (۲)$$

که در آن b_k سطح آرزو برای آرمان k ام و d_{k1} و d_{k2} ماکزیم سطح انحراف در جهت منفی و مثبت به ترتیب از b_k است. آنگاه نتیجه فرمولبندی برنامه‌ریزی خطی به صورت زیر خواهد شد:

$$\begin{aligned} & \text{Maximize } \lambda \\ & \text{subject to:} \\ & \lambda \leq 1 - \frac{G_k(x) - b_k}{d_{k2}}, \\ & \lambda \leq 1 - \frac{b_k - G_k(x)}{d_{k1}}, \\ & \lambda, x \geq 0; \text{ for all } k \end{aligned}$$

مدل توضیح داده شده در بالا ابتدا مجموعه درجات عضویت آرمانها را مینیمم می‌کند و سپس از بین مینیممها، ماکزیم را انتخاب می‌کند. این روش را Maxi-Min می‌نامند. تیواری و همکارانش (Tiwari & et al., 1996) روش دیگری برای فرمولبندی یک مسئله FGP ارائه نمودند.

این روش مجموعه جواب x برای مسئله FGP را، که شامل m آرمان فازی $G_i(x)$ به صورت زیر باشد، جستجو می‌نماید.

$$G_i(x) \tilde{\phi} g_i \text{ or } G_i(x) \tilde{\pi} g_i; i=1,2,\dots,m \quad (۴)$$

subject to:

$$Ax \leq b; x \geq 0$$

تابع درجه عضویت خطی μ_i برای i امین آرمان فازی

بر اساس مطالعه زیرمان (Zimmermann, 1978) به صورت زیر

تعریف می‌شود:

$$\mu_i = \begin{cases} 1 & \text{if } G_k(x) \geq g_i, \\ \frac{G_i(x) - L_i}{g_i - L_i} & \text{if } L_i \leq G_k(x) \leq g_i, \\ 0 & \text{if } G_k(x) \leq L_i, \end{cases} \quad (۵)$$

یا

$$\mu_i = \begin{cases} 1 & \text{if } G_i(x) \leq g_i, \\ \frac{u_i - G_i(x)}{u_i - g_i} & \text{if } g_i \leq G_i(x) \leq u_i, \\ 0 & \text{if } G_i(x) \geq u_i, \end{cases} \quad (۶)$$

که در آن L_i (or U_i) محدوده قابل قبول بالا و پایین از i

امین آرمان فازی $G_i(x) \tilde{\phi} g_i$ و $G_i(x) \tilde{\pi} g_i$ است. مدل تیواری به

صورت زیر فرمولبندی می‌شود:

$$\text{Maximize } Z = [w_1 \mu_1 + w_2 \mu_2 + \dots + w_k \mu_k]$$

subject to:

(۷)

$$\mu_i = \frac{G_i(x) - L_i}{g_i - L_i} \quad \text{for some } i, G_i(x) \tilde{\pi} g_i$$

$$\mu_j = \frac{U_i - G_i(x)}{U_i - g_i} \quad \text{for some } j, j \neq i, G_i(x) \tilde{\phi} g_i$$

$$AX \leq b,$$

$$\mu_i, \mu_j \leq 1,$$

$$X, \mu_i, \mu_j \geq 0; i, j \in \{1, \dots, n\}$$

که در آن Z برداری است از توابع خطی با درجه عضویت وزن داده شده از k آرمان x بردار متغیرهای تصمیم‌گیری، μ_i درجه عضویت دسترسی به آرمان i ام، $G_i(x)$ آیین فازی با یک تابع عضویت مثلثی، L_i و U_i محدوده تغییرات پایین و بالا از آرمان فازی $G_i(x)$ و \tilde{g}_i سطح آرزوی مطلوب برای دسترسی به آرمان i ام، $AX \leq b$ بردار محدودیتهای قطعی در سیستم است.

با توجه به ساختارهای عمومی مدل‌های چندهدفه قطعی فازی به منظور روشن نمودن ساختارهای کلی آرمان‌های در نظر گرفته شده در مدل‌های قطعی فازی، در زیر به توصیف این آرمان‌ها می‌پردازیم. نخست متغیرهای تصمیم‌گیری، محدودیتهای و ضرایب مرتبط با مدل در مسئله به صورت زیر تعریف می‌شوند. اطلاعات مورد استفاده و ضرایب فنی مرتبط با مدل در قالب جدولی (جدول ۱) در پیوست مقاله^۱ آورده شده است:

A_{CS} : سطح زمین تخصیص داده شده به محصول C در فصل S ($C = 1, 2, \dots, S$ و $S = 1, 2, \dots, C$)

L_S : سطح زمین در دسترس برای کاشت محصولات مختلف در فصل S

۱. این پیوست در دفتر نشریه موجود می‌باشد.

EW_s : مقدار کل آب برآورد شده و در دسترس در طول فصل
S،

EMH : کل ساعات کار ماشین آلات در دسترس در طول سال بر
حسب ساعت،

EMD : تعداد نیروی کار برآورد شده و در دسترس در طول
سال بر حسب نفر روز کار ،

ETC : کل سرمایه نقدی در دسترس برای منابع در طول
سال (ریال) ،

MD_{CS} : تعداد نیروی کار مورد نیاز برای هر هکتار از
محصول C در فصل S (نفر روز کار) ،

MH_{CS} : ساعات کار ماشین آلات مورد نیاز برای هر
هکتار از محصول C در فصل S (ساعت) ،

W_{CS} : حجم آب مورد نیاز هر هکتار از محصول C در فصل
S (متر مکعب) ،

AVC_{CS} : متوسط هزینه منابع مختلف هر هکتار از محصول C
در فصل S

EP_{CS} : عملکرد هر هکتار محصول C در فصل S (کیلوگرم) ،

ATP_{CS} : سطح آرمانی تولید محصول C در طول سال (تن) ،

MP_{CS} : قیمت بازاری محصول C در فصل S در زمان برداشت
(ریال) ،

EMP : کل ارزش بازاری مورد انتظار (مطلوب) از
محصولات مختلف در طول سال ،

$R_{u,w}$: نسبت تولید محصول سالانه بین u امین و w امین محصول

،

$$. (u, w = 1, 2, \dots, c) ; \quad u \neq w$$

اکنون با توجه به متغیرهای تعریف شده در بالا می‌توان ساختار کلی آرمانهای در نظر گرفته شده در مدل را به صورت زیر نشان داد.

توصیف آرمانها

۱. آرمان به کارگیری زمین:

معادلات آرمانی برای کل زمین در دسترس و قابل برنامه‌ریزی

به صورت زیر وارد مدل شده است :

۲. معادلات آرمانی تولید:

با توجه به تقاضای تولید در زیر حوضه مورد نظر، معادلات آرمانی تولید به صورت زیر وارد مدل شده است

:

$$\sum_{c=1}^C A_{cs} + d_s^- - d_s^+ = L_s \quad \text{for } s = 1, 2, 3$$

for $c=1, 2, \dots, c$

$$\sum_{s=1}^c A_{cs} \cdot EP_{cs} + d_{s+c}^- - d_{s+c}^+ \leq ATP_c$$

\leq نمایانگر محدودیت فازی است.

۳. معادلات آرمانی نسبت‌های تولید:

با توجه به نیاز غذایی منطقه مورد مطالعه و شباهتی که بعضی از محصولات از لحاظ ارزش و تأمین امنیت غذایی دارند، وجود نسبت‌هایی از تولید دو محصول در

منطقه در مدل مهم به نظر رسید. به همین دلیل اگر تعداد کل محصولات منطقه را C در نظر بگیریم، نسبت‌های ممکن به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\frac{C(C-1)}{2} = G_{say}^* \quad ۱$$

معادلات آرمانی مرتبط با این نسبتها به صورت زیر

$$\frac{\sum_{s=1}^3 A_{us} \cdot EP_{us}}{\sum_{s=1}^3 A_{ws} \cdot EP_{ws}} + d_{s+c+g}^- - d_{s+c+g}^+ \leq R_{u,w} \quad \text{for all } G,$$

Where $u, w = 1, 2, \dots, C$ and $u \neq w$

وارد مدل شده است:

۴. آرمان مصرف آب:

با در نظر گرفتن سطوح آرمانی تولید از همه محصولات فصلی، معادلات آرمانی مصرف آب به صورت زیر وارد مدل شده است:

$$\sum_{c=1}^C A_{cs} \cdot W_{cs} + d_{s+c+g+s}^- - d_{s+c+g+s}^+ \leq EW_s, \quad \text{for } s = 1, 2, 3$$

۵. آرمان به کارگیری نیروی کار :

به منظور دسترسی به نیروی کار و جلوگیری از هزینه های اضافی آن و نیز امکان تأمین نیروی کار در زمان اوج کار، برآورد تعداد نیروی کاری که ممکن است در طول سال به استخدام در آید، به این مسئله کمک

* G براساس اطلاعات به دست آمده از منطقه برآورد شده است.

می‌کند. بدین منظور معادلات آرمانی مربوط، به صورت زیر وارد مدل شده است :

$$\sum_{c=1}^C \sum_{s=1}^S A_{cs} \cdot MD_{cs} + d_{C+S+G+1}^- - d_{C+S+G+1}^+ \lesssim EMD$$

۶ . آرمان ساعات کار ماشین آلات:

به منظور بهره برداری از ماشین آلات در عملیات شخم، دیسک، و غیره، برآوردی از ساعات کار ماشین آلات در منطقه می‌تواند از هزینه های اضافی در اجاره ماشین آلات جلوگیری نماید. بدین منظور معادله آرمانی ساعات کار ماشین آلات به کار گرفته شده به صورت زیر وارد مدل شده است:

$$\sum_{c=1}^C \sum_{s=1}^S A_{cs} \cdot MH_{cs} + d_{C+S+G+2}^- - d_{C+S+G+2}^+ \lesssim EMH$$

۷ . آرمان سرمایه گذاری نقدی :

از آنجا که سرمایه مورد نیاز برای خرید بذر، کود، سم و سایر منابع مورد نیاز در تصمیم‌گیری زارعان برای انتخاب نوع محصول تولیدی اهمیت ویژه

$$\sum_{c=1}^C \sum_{s=1}^S A_{cs} \cdot AVC_{cs} + d_{C+S+G+3}^- - d_{C+S+G+3}^+ \lesssim ETC$$

دارد، معادله آرمانی سرمایه به صورت زیر وارد مدل شده است:

۸ . آرمان ارزش بازاری کل (سود ناخالص):

یکی از آرمانهای طراحی الگوی کشت، دسترسی به ارزش بازاری یا درآمد ناخالص مورد انتظار در منطقه مورد مطالعه بوده است. با برآوردی از امکانات تولید و ارزش بازاری محصولات می‌توان پیش‌بینی خوش‌بینانه‌ای از درآمد ناخالص در منطقه داشت. بر این اساس معادله آرمانی مربوط، به صورت زیر وارد مدل شده است :

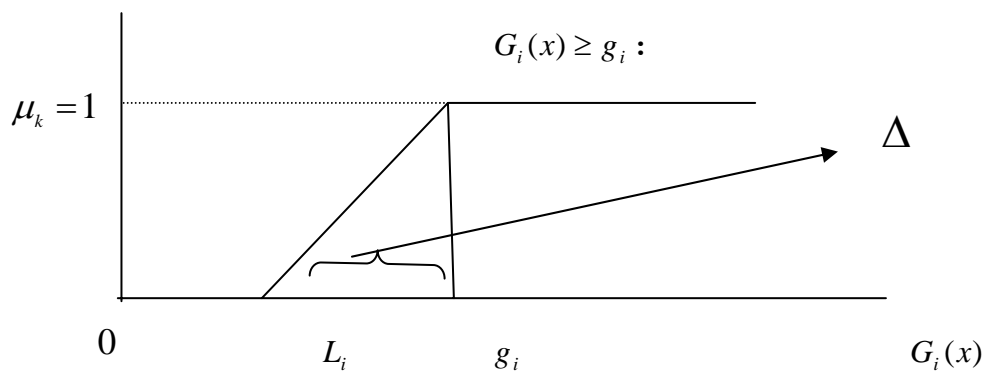
$$\sum_{c=1}^C \sum_{s=1}^S (MP_{cs} \cdot EP_{cs}) \cdot A_{cs} + d_{C+S+G+4}^- - d_{C+S+G+4}^+ \leq \tilde{EMP}$$

ساختار آرمانها در مدل غالباً به دوصورت دیده می‌شود: نخست آرمانهایی از قبیل کسب درآمد که دسترسی به سطوح بالاتر از آن برای تصمیم‌گیرندگان مطلوب است و دوم آرمانهایی مانند هزینه تولید که دسترسی به سطوح پایین‌تر از آن مورد نظر مدیران است. اما نکته مهمتر سطوحی آرمانی است که باید توسط تصمیم‌گیرندگان مشخص شود و معمولاً چندان دقیق نیست و در یک محدوده (فاصله) تغییر می‌کند. وارد کردن اطلاعات به صورت نقطه‌ای یا قطعی در مدل، ممکن است فرصتهایی را در نتایج (تصمیم نهایی) از بین ببرد، ولی چنانچه بتوانیم به طریقی اطلاعات را به همان صورت نادقیق که در دنیا واقعی است، وارد مدل کنیم و قادر به حل مدل شویم

توانسته ایم هزینه‌های فرصت تصمیمات نهایی را به حداقل رسانیم. تفکر فازی و کاربرد آن در برنامه‌ریزی می‌تواند به راحتی این مشکل را حل نماید. در زیر ساختار دونوع آرمان قابل تغییر در یک محدوده مثلثی شکل و چگونگی تبدیل آنها به یک آرمان قطعی^۱ به روشنی بیان شده است.

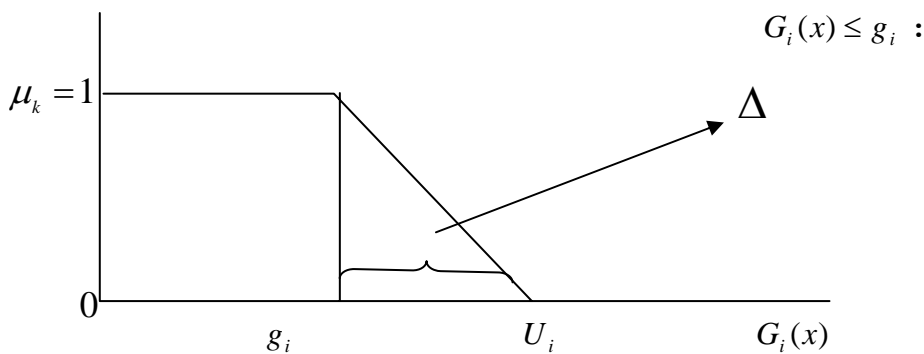
ساختار آرمان فازی
 آرمان ۱: $G_i(x) \geq g_i$

$$\mu_i = \begin{cases} 1 & \text{if } G_i(x) \geq g_i, \\ \frac{G_i(x) - L_i}{g_i - L_i} & \text{if } L_i \leq G_i(x) \leq g_i, \\ 0 & \text{if } G_i(x) \leq L_i, \end{cases}$$



ساختار آرمان فازی
 $G_i(x) \leq g_i$: آرمان ۲

$$\mu = \begin{cases} 1 & \text{if } G_i(x) \leq g_i \\ \frac{u_i - G_i(x)}{u_i - g_i} & \text{if } g_i \leq G_i(x) \leq u_i \\ 0 & \text{if } G_i(x) \geq u_i \end{cases}$$



بحث و نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل اقتصاد تولید بخش زراعت هر منطقه دارای ویژگیهای خاصی است که چنانچه بطور علمی، سیستماتیک و منطقی با آن برخورد شود بهتر می توان رفتار های اقتصادی رایج در الگوی زراعی آن منطقه را ترسیم کرد و نوسانات تولید، قیمت محصولات و نهاده ها و کاربرد بهینه آنها را نشان داد. در تعریف دقیق کشاورزی مبني بر "فعالیت در مزارع به منظور تولید

محصولات برای رفع نیاز های شخصی و نیز فروش بخشی از آن جهت کسب درآمدهای نقدی برای تأمین نیازهای دیگر" ارتباط نا گسستهی فرایند تولید فیزیولوژیکی و اقتصادی به طور مشخص دیده می‌شود (پیکانی و اسدپور، ۱۳۷۹).

به طور کلی در آمد کشاورزان تحت تأثیر مقدار بهینه فیزیکی تولید گیاهان زراعی، قیمت محصولات و هزینه نهاده‌های تولید در فرایند تولید است. هر چه میزان تولید و قیمت محصولات افزایش و قیمت نهاده‌ها کاهش یابد، به همان نسبت، در آمد خالص زراعی در یک دوره معین فعالیت زراعی افزایش خواهد یافت.

با توجه به تعاریف اقتصاد اثباتی^۱ و اقتصاد هنجارین^۲، درآمدهای قابل انتظار کشاورزان را می‌توان به درآمدهای تثبیتی و درآمدهای هنجارین تقسیم نمود. در تحصیل درآمدهای تثبیتی، در صورتی که سطح قیمتهای محصولات و نهاده ها در یک دوره تولیدی ثابت فرض شود، کشاورزان بیشتر به نوع فناوری رایج درزراعت (تابع تولید فیزیولوژیک) وابسته هستند. به دلیل محدودیت زمین و آب، مقدار تولید محصولات زراعی محدود می باشد. برعکس، در آمد های قابل انتظار

1. positive economics
2. normative economics

هنجارین دارای ابعاد وسیعتر است و امنیت اقتصادی بیشتری ایجاد می‌کند. اقتصاد هنجارین و در نتیجه، درآمدهای هنجارین، به دلیل تخصیص منابع محدود تولید بین فرصتها و راهکارهای تولیدی، وسعت در آمد زایی را برای کشاورزان افزایش می‌دهد و به همان نسبت، ریسک و مخاطرات تولیدی را بین فعالیتهای متنوع رایج در الگوی زراعی توزیع می‌نماید (همان منبع).

مدلهای اقتصادی کلاسیک بیشتر حول وحوش تعیین رفتارها و الگوهای اقتصاد تثبیتی است و به همین دلیل توابع تولیدی و تجزیه و تحلیلهای اقتصادی مربوط به آن حول محور اقتصاد تثبیتی می‌باشد.

با توجه به ویژگیهای خاص الگوی زراعی، تناوب کشت گیاهان زراعی، تقویم عملیات زراعی و آبیاری محصولات مختلف رایج در مناطق، طیف بسیار وسیع از ترکیب کشت گیاهان زراعی، وجود محدودیت زمینهای قابل کشت و رقابت جدی محصولات در کسب آب مورد نیاز (که ناشی از تیپهای تناوبی مختلف رایج در مناطق است) مهمترین مدل در برگیرند اطلاعات فوق، مدلهای

برنامه‌ریزی ریاضی^۱ است. برنامه‌ریزی ریاضی باید نه به عنوان یک تکنیک محاسباتی و بهینه‌سازی^۲، بلکه باید به عنوان یک روش تحلیلی مد نظر قرار گیرد. این بدان جهت است که برنامه‌ریزی ریاضی قادر است رفتار اقتصادی^۳ را در فعالیتهای اقتصادی تحت مدل قرار دهد، خواه این رفتار متعلق به افراد درگیر فعالیتهای اقتصادی باشد و خواه متعلق به سیستم اقتصادی مورد نظر محقق. به طور کلی، روش برنامه‌ریزی ریاضی مبتنی بر فرض بهینه‌سازی (حداکثرسازی یا حداقل‌سازی) تحت عوامل محدودکننده می‌باشد. سؤال قابل طرح این است که آیا چنین روشی با فرض مشخص خود در علوم اقتصادی و مدیریت قابل توجیه می‌باشد یا خیر؟ برای طرفداران اقتصاد هنجارین چنین روشی قابل توجیه می‌باشد، زیرا بر اساس چنین روشی، بهترین راه رسیدن به هدف در مدل مشخص می‌شود که البته با موازین اقتصاد هنجارین سازگاری دارد. برای رسیدن به چنین هدفی، باید هدف مورد نظر به طور روشن بیان و در مدل به درستی لحاظ گردد. این تجزیه و تحلیل را می‌توان در قلمرو تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی مر بوط به

1. mathematical programming model
2. optimization technique
3. economic behavior

مسائل خرد وکلان مورد استفاده قرار داد. در هر صورت از تجزیه و تحلیل بر نامه ریزی ریاضی هنجارین می‌توان در تصمیمات کلان نیز استفاده نمود. اما نکته قابل توجه آن است که برنامه‌ریزی ریاضی‌رانی‌توان در تجزیه و تحلیل‌تثبیتی^۱ نیز به کار گرفت.

هدف اصلی از طراحی الگوی برنامه‌ریزی خطی آرمانی فازی برای زیر بخش زراعت در زیر حوضه هراز، روشن کردن ساختار کلی و قابلیت‌های این مدل نسبت به مدل‌های مشابه بر نامه‌ریزی خطی بوده است. بدین منظور از آمار اطلاعات طرح جامع احیا و توسعه کشاورزی و نیز اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه در منطقه هراز به منظور بهنگام سازی اطلاعات هزینه‌های تولید و درآمدها استفاده شد و مدلی نیز برای اراضی آبی یکی از دشتهای جلگه ای زیرحوضه هراز طراحی گردید. در مورد چگونگی طراحی این مدل نکات زیر قابل ذکر است:

۱. آمار و اطلاعات معمولاً ایراد دارند. مدل فازی یا تفکر فازی این قابلیت را به مدل می دهد که از اطلاعات به همان صورت (نادقیق) بتوان بهترین بهره‌برداري را نمود. در ساختار مدل‌های برنامه‌ریزی فازی ضرایب فنی در محدودیتها و تابع هدف و نیز اعداد

سمت راست (که احتمالاً نشانگر آرمانها و یا محدودیتها در مدل می‌باشند) قطعی نیستند بلکه در يك محدوده یا بازه تغییر می‌کنند. و مدل تا حد ممکن خطای اطلاعات را در تصمیم‌گیری کاهش می‌دهد.

۲. به طور معمول، اهداف مسئولان کشاورزی ممکن است فراتر از اهداف کشاورزان باشد. کشاورزان به طور کلی در پی حداکثرسازی سود هستند اما اهداف مسئولان کشاورزی ممکن است علاوه بر رسیدن به سود موردنظر شامل افزایش سطح اشتغال، کاهش مصرف کود و سم و در نتیجه حفظ محیط زیست، توسعه پایدار کشاورزی، خودکفایی و حفظ امنیت غذایی نیز باشد. در مدل طراحی شده با در نظر گرفتن مجموعه ای از اهداف اقتصادی، اجتماعی، زیستمحیطی، سعی در بهینه‌سازی الگوی کشت در منطقه هراز با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی شده است. این مدل قادر است مجموعه ای از اهداف متقابل یا متضاد رادخود لحاظ و با اولویت بندی آرمانها میزان دسترسی به هر آرمان را حداکثر نماید.

۳. به علت ناقص بودن اطلاعات و نیز عدم دسترسی به اطلاعات مربوط به آثار متقابل تاریخی متفاوت کاشت تا برداشت بر میزان عملکرد محصولات در الگوی زراعی و نیز آثار متقابل آب و کود بر میزان عملکرد محصولات، که در تصمیم‌گیری در استفاده بهینه از آب اهمیت بسیار دارد، متأسفانه چنین اطلاعاتی وارد مدل کلی برنامه‌ریزی نشد.

۴. علت اصلی استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی فازی، ناکافی بودن آمار مربوط به فرایند تولید برای یک تابع تولید پیوسته (قابلیت دو بار مشتق‌گیری) از نوع اقتصاد نئوکلاسیک است و حالت خاص آن فقط وجود یک نقطه یا یک فرایند روی تابع تولید است. در چنین مواردی که به دلیل کمبود اطلاعات نمی‌توان از روش اقتصادسنجی برای تخمین تابع تولید استفاده نمود، به کارگیری مدل‌های LP این امکان را فراهم می‌آورد که با اطلاعات کارشناسی هم بتوان برای یک منطقه و یا در سطح ملی ترکیب بهینه اقتصادی را در الگوی کشت تعیین نمود و یا در استفاده از منابع تولید محدود و کمیاب در واحد‌های زراعی بهترین تخصیص بهینه را به دست آورد.

به طور خلاصه نتایج الگوی کشت حاصل از سه نوع مدل طراحی شده برای اراضی آبی در یکی از دشتهای جلگه‌ای زیر حوضه هراز در ادامه ارائه شده است. همان‌طور که دیده می‌شود با ایجاد انعطاف در ضرایب مدل، که ناشی از بی‌دقتی 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 بهره‌گیری می‌شود.

جدول ۱. نتایج الگوی کشت به دست آمده از طراحی سه نوع

مدل

(واحد: هکتار)

Fuzzy.Gp2 (5)	Fuzzy.GP1 (4)	Crisp Model (3)	Opt.Model (2)	محصول	Var (1)
۷۴۹	۰	۷۴۹	۷۴۹	برنج خزر	A11
۴۶۷	۷۴	۷۰۲	۷۰۲	برنج طارم	A21
۲۸۹	۲۸۹	۱۸۰	۰	سویای بهاره	A31
۲۸۹	۱۷۲	۱۷۲	۰	ذرت دانه ای	A41
۸۰۹	۱۳۲۰	۱۲۰۹	۱۲۰۹	گندم پاییزه	A52
۲۱۱۰	۲۲۴۱	۱۸۱۴	۱۸۱۴	ذرت علوفه ای	A62
۴۵۳	۸۵۳	۴۵۳	۲۷۷	سویای تابستانه	A73
۱۵۲	۳۵۲	۰	۰	سیب زمینی	A83
۵۳۱۸	۵۳۰۱	۵۲۷۹	۴۷۵۱	-	جمع

مأخذ: یافته های تحقیق

(1) variables (2) optimum model (3) crisp goal programming

(4) fuzzy goal programming (approach1)

(5) fuzzy goal programming (approach2)

پیشنهادها

با توجه به نقش و اهمیت برنامه‌ریزی سیستماتیک و منسجم در توسعه بخش کشاورزی، در دسترس بودن یک ابزار مکانیزه تصمیم‌گیری و تصمیم سازی می‌تواند، با توجه به گستردگی و پیچیدگی‌های این بخش، مدیران بخش کشاورزی را در مواقع بحران در تصمیم‌گیری یاری نماید. این ابزار باید دارای خصوصیات زیر باشد:

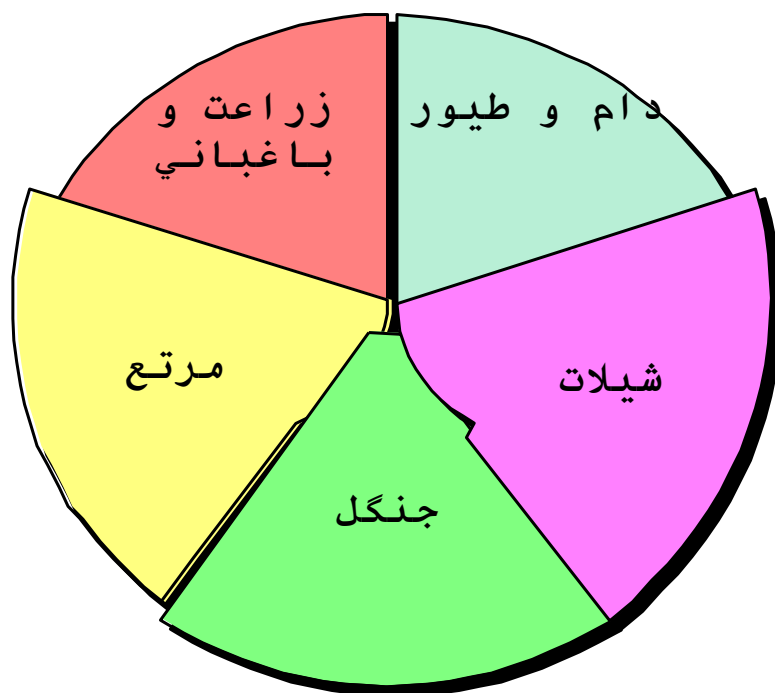
۱. یکپارچه نگری، سیستماتیک بودن و پویایی

۲. کاملاً کامپیوتری بودن با قابلیت کاربرد آسان

۳. انعطاف پذیری

۴. قابلیت بهنگام سازی آسان
۵. لحاظ شرایط دنیای واقعی در آن (منظور بخش کشاورزی)
۶. تصمیم سازی در کوتاهمدت، میانمدت و درازمدت
- برای دسترسی به چنین ابزاری، مدلسازی و برنامه‌ریزی از پایین به بالایی پیشنهاد می‌گردد که قدرت تصمیم سازی در کوتاهمدت، میانمدت و درازمدت داشته باشد. بر این اساس به کارگیری مدل دارای چنین خصوصیتی باید از سطح استان شروع شود و تا سطح ملی ادامه یابد. از خصوصیات دیگر این مدل، مقیاس بزرگ آن است، به طوری که ابتدا مدل‌های مجزایی برای بخش‌های زراعت، باغبانی، جنگل، مرتع، دام، طیور و شیلات و آبزیان در سطح استانی کشور طراحی و سپس در سطح ملی جمع‌بندی شد. قطعاً مدل در برگزیده چنین اطلاعاتی مدلی از نوع برنامه‌ریزی ریاضی خواهد بود که جمع‌بندی آن از سطح دشتهای هر استان و سپس سطح آن استان شروع و به سطح ملی ختم می‌شود. (نمونه چنین مدلی در یکی از دشتهای استان مازندران ارائه گردید). از خصوصیات مهم مدل نهایی ملی می‌توان به وجود اهداف و محدودیتهای مشترک و غیر مشترک در مدل اشاره کرد. به این ترتیب که قطعاً بین اهداف و

محدودیت‌های ملی با اهداف و محدودیت‌های استانی تفاوت‌هایی وجود خواهد داشت. در این مدل با به کارگیری روش تجزیه^۱ می‌توان بلوکها را استانی و مدل نهایی را ملی در نظر گرفت و اهداف و محدودیت‌های مشترک و غیر مشترک را در آن لحاظ کرد و نتایج را با اولویت‌بندی این اهداف و محدودیتها در قالب مدل در هر زمان و مکان (در سطوح استانی یا ملی) دید. نمونه چنین ساختاری در قالب نمودار زیر به صورتی محسوستر قابل مشاهده است.



نمودار ۱. ساختار مدل

پس از طراحی مدل‌های ۲۸ گانه استانی، با تلفیق این مدل‌ها می‌توانیم به مدل ملی دست یابیم. این مدل قادر است تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی را در کوتاهمدت، میانگت و درازمدت برای مدیران بخش کشاورزی تسهیل نماید.

منابع

۱. اسدپور، ح. و م. کوپاهی (۱۳۷۶)، کاربرد برنامه‌ریزی هدف در تعیین الگوی بهینه کشت در دشتهای ایران: مطالعه موردی

دشت ناز شهرستان ساری ، پایان نامه
کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه
تهران .

۲. بی نام (۱۳۷۵ الف)، مطالعات سنتز طرح
جامع توسعه کشاورزی و منابع طبیعی در استان
مازندران، گزارش زراعت و باغداری، مهندسین
مشاور بوم آباد (جلد ۱۲) .

۳. بی نام (۱۳۷۵ ب)، مطالعات سنتز طرح
جامع توسعه کشاورزی و منابع طبیعی در
استان مازندران، گزارش اقتصاد کشاورزی،
مهندسین مشاور بوم آباد (جلد ۱۷) .

۴. بی نام (۱۳۸۰ ج)، پروپوزال پیشنهادی
سنتز کشاورزی استان اصفهان، مهندسین مشاور
جامع ایران .

۵. پیکمانی، غ. و ح. اسدپور (۱۳۷۹)،
کاربرد برنامه‌ریزی خطی در تعیین الگوی
بهینه کشت در دشت سنقر در استان کرمانشاه،
گزارش داخلی مؤسسه مطالعات و پژوهشهای
اقتصاد کشاورزی.

6.Aouni, B., O. Kettani, J.M. Martel (1997), Estimation through imprecise goal programming model, in: R. Caballero, F. Ruiz, R.E. Steuer (Eds.), *Advances in Multiple Objective and Goal Programming, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, No.455, Springer, Berlin, pp. 120-130.

- 7.Chalam, G.A. (1994), Fuzzy programming (FGP) approach to a stochastic transportation problem under budgetary constraint, *Fuzzy Sets and Systems* 66 (3): 293-299.
- 8.Dhingra, A.K., S.S. Rao, H . Miura (1990), Multiobjective decision making in a fuzzy environment with applications to helicopter design, *AIAA Journal*, 28 (4): 703-710.
- 9.Gupta, A.P., R. Harboe, M. T. Tabucanon (2000), Fuzzy multiple – criteria making for Crop area planning in Narmada river basin, *Agricultural System*, 63: 1-18.
- 10.Hannan, E.L. (1981), On fuzzy goal programming, *Decision Sciences*, 12 (3): 522- 531.
- 11.Hannan, E.L., (1981b),Linear programming with multiple fuzzy goals, *Fuzzy Sets and Systems*, 6: 235-248.
- 12.Inguiguchi, M., Y. Kume (1991), Goal programming problems with interval coefficients and target intervals, *European Journal of Operational Research*, 52 (3):345-360.
- 13.Lai, Y.J., C.L. Hwang (1996), Fuzzy multiple objective decision making methods and applications, 2nd corrected printing .
- 14.Martel, J.M., B. Aouni (1990), Incorporating the decision macker's preferences in the goal programming model, *Journal of Operational Research Society*, 41 (12): 1121- 1132.
- 15.Narasimhan, R. (1980), Goal programming in a fuzzy environment, *Decision Sciences*, 11: 325-336.

- 16.Pal, B.B., I. Basu (1996), Selection of appropriate priority structure for optimal land allocation in agricultural planning through goal programming, *Indian Journal of Agricultural Economics*, 51(3):342- 354.
- 17.Rao, J.R., R.N. Tiwari, B.K. Mohanty (1988), A preference structure on aspiration levels in a goal programming problem a fuzzy approach, *Fuzzy Sets and Systems*, 25:175-182.
- 18.Rao, S.S., K. Sundararaju B.G., Prakash,, C. Balakrishna (1992), Fuzzy goal programming approach for structural optimization, *AIAA Journal*, 30 (5):1425-1432.
- 19.Tiwari, R. N., S. Dharmar, J.R. Rao (1996), Priority structure in fuzzy goal programming, *Fuzzy Sets and Systems* 19: 251-259.
- 21.Yang, J.P, H. Ignizio, H. J. Kim (1991), Fuzzy programming with nonlinear membership function: piecewise linear programming approximation, *Fuzzy Sets and Systems*, 11: 39-53.
- 22.Zimmermann H.J. (1978) ~~Fuzzy programming and linear programming with several objective functions~~, *Fuzzy Sets and Systems*, 1: 45-55.