برنامه ریزی محصولات زراعی با هدف تعیین الگوی کشت با استفاده از رهیافت برنامه ریزی آرمانی فازی

آرمین عسکری[1] ،جعفر نجاری[1]، ماشاال... سالارپور[2]، محمود صبوحی[3]و سعید حسنلو[4]

چکیده

کشاورزی، فعالیتی است که همواره تحت تاثیر عوامل طبیعی همچون سیل، خشکسالی، حمله آفت ها و مانند آن قرار دارد. از سوی دیگر، عوامل گوناگونی چون قیمتها، تغییر عملکرد و هزینه نیز همراه با عوامل طبیعی موجب بروز ریسک و نبود حتمیت در این فعالیت می شود. بنابراین، تصمیم گیری در چنین شرایطی نیاز به ابزارهایی مناسب و کارا برای منظور کردن عوامل مشخص در طراحی نظام های زراعی دارد. الگوی گوناگونی در دهه های اخیر پدید آمده و توسعه یافته که در آنها سعی شده است تا ریسک و عدم قطعیت در تصمیم گیریها دخالت داده شود. با توجه به دادههای غیردقیق یا فازی، فعالیتهای کشاورزی استفاده از روش های مبتنی بر داده های فازی مطلوب خواهد بود. در همین راستا این مطالعه با هدف مقایسه توانایی رهیافت برنامه ریزی امکان در ارایه الگوی بهینه با رهیافت برنامه ریزی فازی صورت گرفت. در تدوین مدل، اهداف از جمله سود خالص، آب، کود و نیروی کار ، به عنوان فازی وارد مدل شده است. اهداف فازی با معرفی دامنه تغییرات به محدودیت های خطی تبدیل می شود. نتایج حاکی از آن است که با ایجاد انعطاف در ضرایب مدل که ناشی از بی دقتی در اطلاعات است با نگرش و تفکر فازی، این بی دقتی تا حد زیادی برطرف می شود و شرایط الگوی کشت به طور نسبی بهبود می یابد و از منابع و نهاده ها به نحو مطلوب تری استفاده می شود.

طبقه‌بندی JEL: Q12

واژه‌های کلیدی: تعیین الگوی بهینه کشت، برنامه ریزی آرمانی فازی ، دامنه تغییرات ، استان زنجان

مقدمه

بخش کشاورزی یکی از بخشهای مهم و توانمند اقتصادی کشور است. در ده سال اخیر سهم آن در تولید ناخالص داخلی به طور متوسط حدود ۱۸ درصد بوده است. در عرصه تامین مواد غذایی برای جمعیت بیش از ۶۰ میلیون نفر، ۸۰ درصد و در تامین نیاز صنایع به مواد خام کشاورزی تا ۹۰ درصد سهم داشته است.(عامل هاشمی ۱۳۸۰)

پژوهشگران اقتصاد کشاورزی (آلفونس، بازار، بوزاهر، هایاشی مانوس، گاوزوس رومرو و بارکو) ار الگوریتم برنامه ریزی خطی به عنوان یک ابزار تحقیقاتی مهم برای تصمیمگیری در مورد مسائل گوناگون کشاورزی در سطح مزرعه و بخش استفاده کرده اند (چیذری و قاسمی۱۳۸۴).

گرچه برنامه ریزی خطی به دلیل ساده بودن، کاربرد وسیعی در بخش کشاورزی یافته است، ولی به علت نوع فرضهایی که در ارتباط با آن در نظر گرفته می شود، با شرایط بخش کشاورز سازگار نیست. یکی از فرضهای بسیار مهم در برنامه ریزی خطی،

[1] دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصادکشاورزی دانشگاه زابلArminaskari1365@gmail.com

[2] استادیاراقتصادکشاورزی دانشگاه زابل

[3] دانشیار اقتصادکشاورزی دانشگاه زابل

[4] دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصادکشاورزی پردیس کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

فرض قطعی بودن ضرایب در مدل برنامه ریزی است.در حالی که کشاورزی، صنعتی پویا ست که تحت تاثیر شرایط جوی، توسعه بازار و فناوری، تغییر شرایط بازار نهاده ها و محصولات کشاورزی، تغییر سیاستهای کشاورزی و اقتصاد عمومی دولتها، پیدایش تکنیکهای جدید تولید محصولات و ... قرار دارد به گونه ای که به جرأت می توان گفت تنها قطعیت موجود در تولید محصولات کشاورزی نبود قطعیت است (فلیشر ۱۹۹۰، ری ۱۹۹۴).

عدم توجه به مسئله عدم قطعیت در کشاورزی و لحاظ نمودن آن در برنامه ریزی تولیدات زراعی، موجب می شود تا از واقع نگری چنین مدلهای به شدت کاسته شود و نتایج حاصل از شبیه سازی این مدلها، در شرایط واقعی قابل کاربرد نبوده و در نتیجه منجر به عدم تحقق برنامه های تولید کشاورزی گردد (نش و کنسلر ۱۹۸۹).

مدلهای مختلفی در زمینه وارد نمودن ریسک و عدم قطعیت در تحقیقات صورت گرفته در بخش کشاورزی مد نظر قرار گرفته اند. به طوری که هر یک از این الگو ها به رغم دارا بودن برخی مزیت ها و پوشش دادن نواقصی از الگوهای پیشین خود و گام نهادن به سوی انطباق با شرایط واقعی، به دلیل پیچیدگی الگو و یا نیازمندی به آمار و اطلاعات خاص کمتر مورد استفاده قرا گرفته اند. در مجموع الگوهای برنامه ریزی بیشترین انطباق را با دنیای واقعی و شرایط ویژه بخش کشاورزی دارا می باشند (قاسمی و همکاران ۱۳۸۳).

نظریه مجموعه های فازی و یا منطق فازی ابتدا توسط زاده (زاده ۱۹۶۵) به منظور تعریف و تعیین کمی کلاسهایی ارائه شد که به صورت مبهم و نا گویا بیان می شوند. آنچه توسط زاده پیشنهاد شد عبارت است از عضویت در یک مجموعه نه تنها به صورت صفر (غیر عضو) و یک (عضو بودن) بلکه به شکل مقادیر بین صفر و یک، که بیانگر درجه عضویت می باشد. تابعی که درجه عضویت به یک مجموعه را بیان می کند اصطلاحاً تابع عضویت[۱] نامیده می شود. بدین ترتیب درجه اهمیت هر یک از اهداف را می توان توسط این تابع به گونه ای تعریف نمود که مهمترین خصوصیت مقدار عددی یک و کم اهمیت ترین مشخصه مقدار صفر را اختیار کند.

اسد پور و همکاران (۱۳۸۴)، به تحلیل مدل برنامه ریزی خطی آرمانی فازی، و کاربرد آن را در بهینه سازی الگوی کشت در اراضی آبی یک دشت جلگه ای واقع در زیر حوضه هراز نشان داده است. نتایج نشان می دهد که با ایجاد انعطاف در آرمانها در سمت راست مدل فازی، منابع به نحو بهتری تخصیص می یابند و سطح زیر کشت توسعه می یابد.

چیذری و قاسمی (۱۳۸۴) در مقاله خود با عنوان تولید محصول زراعی در شرایط نبود قطعیت، با استفاده از الگوی برنامه ریزی امکانی، الگوی بهینه تولید محصولات زراعی را برای ارضی آبی حدود ۱۰ هزار هکتار در شمال استان فارس طی سالهای ۱۳۷۵-۱۳۸۱ تعیین کرده اند.

کهنسال و محمدیان(۱۳۸۶) نیز به بررسی کاربرد مدل فوق در بهینه سازی الگوی کشت مزرعه در دانشگاه فردوسی پرداختند. نتایج حاکی از آن است که با ایجاد انعطاف در ضرایب مدل که ناشی از بی دقتی اطلاعات است و با نگرش و تفکر فازی، این بی دقتی تا حد زیادی برطرف می شود و شرایط الگوی کشت به طور نسبی بهبود می یابد و از منابع و نهاده ها به نحو مطلوب تری استفاده می شود.

بیواس و باران پال نشان دادند که برنامه ریزی آرمانی فازی می تواند یک ابزار کارا برای مدلسازی و حل مسئله تخصیص زمین در الگوهای کشت در سیستمهای کشاورزی برای تولید بهینه چندین محصول فصلی در یک سال زراعی باشد.

ترا (۱۹۹۹) در مطالعه خود تکنیک هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل حساسیت را با تبدیل هدف و محدودیتها به مجموعه های و استفاده از الگوریتم برنامه ریزی آرمانی فازی حل می کند.

---

[۱] membership function

مواد و روشها

مدل‌بندی مسئله چند هدفه فازی

در یک محیط تصمیم گیری فازی، اهداف تصمیم گیرنده همیشه به صورت فازی بیان می گردد، همچنین محدودیت منابع ممکن است به صورت فازی یا قطعی بیان شوند. اگر b_k سطح انتظار[1] (آرمان) از K امین هدف فرض شود، در نتیجه می توان اهداف فازی را به یکی از صورت های پایین نشان داد:

$F_k(x) \succ b_k$ و $F_k(x) \prec b_k$ $\quad k = ۱و۲و...و K$

در اینجا x بردار متغییر تصمیم می باشد، و $\succ$و $\prec$فازی بودن محدودیت های $\geq$ و $\leq$ را نشان می دهند (زیمرمن ۱۹۷۸).

ایجاد تابع عضویت

در یک موقعیت تصمیم گیری فازی، اهداف فازی به وسیله توابع عضویت و با کمک تعیین حد نوسان بالا یا پایین برای هر یک مشخص می گردند. t_{lk} و t_{uk} به ترتیب به عنوان دامنه نوسان بالا و پایین برای رسیدن به سطح مورد انتظار b_k از k امین هدف فازی در نظر می گیریم. بنابران تابع عضویت که آن را $\mu_k(x)$ می نامیم به صورت زیر برای تعیین هدف فازی $F_k(x)$ تعیین می گردد.

برای این نوع $\prec$محدودیت، $\mu_k(x)$ به صورت زیر است:

$$\mu_k(x) = \begin{cases} 1 & F_k(x) \geq b_k \\ \dfrac{F_k(x) - (b_k - t_{lk})}{t_{lk}} & b_k - t_{lk} \leq F_k(x) < b_k \\ 0 & F_k(x) < b_k - t_{lk} \end{cases} \qquad (۱)$$

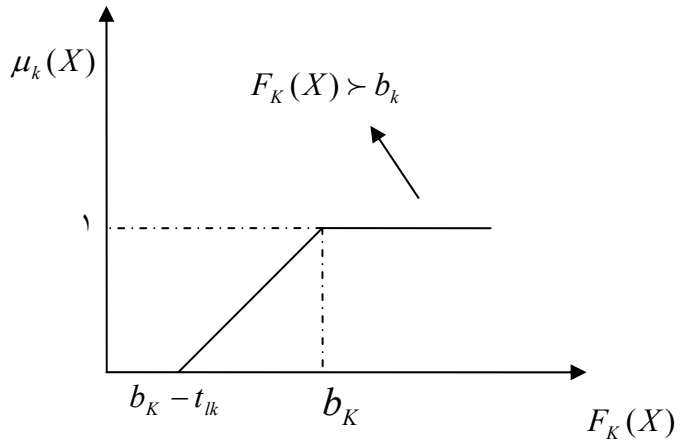
در اینجا $(b_k - t_{lk})$ حد نوسان پایین را برای رسیدن به هدف فازی را نشان می دهد.

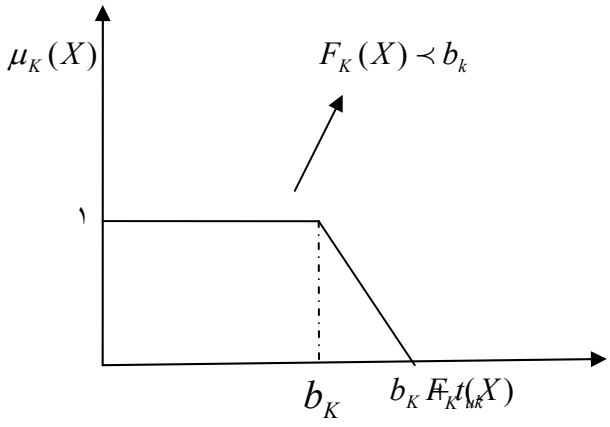
برای این نوع $\succ$محدودیت، $\mu_k(x)$ به صورت زیر است:

$$\mu_k(x) = \begin{cases} 1 & F_k(x) \leq b_k \\ \dfrac{(b_k + t_{uk}) - F_k(x)}{t_{lk}} & b_k < F_k(x) \leq b_k + t_{uk} \\ 0 & F_k(x) > b_k + t_{uk} \end{cases} \qquad (۲)$$

در اینجا $(b_k + t_{uk})$ حد نوسان بالا را یرای رسیدن به هدف فازی نشان می دهد.نمایش هندسی هر یک از توابع عضویت مربوط به اهداف فازی در یک مسئله را می توان به صورت نمودارهای نیز نشان داد (بیسواس و باران پال ۲۰۰۴).

[1] Aspiration Level





مدل‌سازی برنامه ریزی چند هدفه فازی

در مدل بندی برنامه ریزی چند هدفه فازی، توابع عضویت با اختصاص دادن بالاترین درجه، سطح مورد انتظار و وارد کردن متغیرهای انحرافات مثبت و منفی هر یک از آنها به اهداف عضویت تبدیل می شوند.

مدل برنامه ریزی چند هدفه فازی را می توان به صورت زیر نشان داد:

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

S.T

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

$$\frac{(b_k + t_{uk}) - F_K(X)}{t_{uk}} + d_K^- - d_K^+ = 1$$

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

در اینجا Z برداری از توابع دستیابی به اولویت ها می باشد. d_K^-, d_K^+ نشان دهنده متغیرهای مثبت و منفی از K امین هدف است.$P_i(d^-)$ نیز تابع خطی از متغیرهای انحراف پایین دارای وزن، می باشد که به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$P_i(d^-) = \sum_{k=1}^{K} w_{ik}^- d_{ik}^- \geq 0$$

$(k=1,2,...,K;\ I \leq K)$

در این رابطه، w_{ik}^- وزن عددی مر بوط به d_k^- بوده و نشان دهنده وزن و درجه اهمیت دستیابی به سطح مورد انتظار K امین هدف نسبت به سایر اهدافی است که به طور گروهی در k امین سطح اولویت قرار دارند. مقادیر می توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$w_{ik}^{-}=\begin{cases}\dfrac{1}{(t_{lk})i} & F_k(x)\succ b_k\\ \dfrac{1}{(t_{uk})_i} & F_k(x)\prec b_k\end{cases}$$

در اینجا $(t_{lk})i$ و $(t_{uk})_i$ به ترتیب برای نشان دادن t_{lk} و t_{uk} در i امین سطح اولویت، مورد استفاده قرار گرفته است. در اینجا P_i نشان دهنده تقدم و ترجیح یک هدف به هدف دیگر می باشد. به عنوان مثال هدف p_1 نسبت به هدف P_2 دارای ترجیح و اهمیت بالاتری است. به طور کلی ترتیب ترجیحات و اولویت ها را می توان در رابطه زیر مشاهده نمود:

$$P_1>>>P_2>>>\ldots>>>P_i>>>P_I,$$

تکنیک انتخاب اولویت: با استفاده از تابع مسافت اقلیدسی[1]

در رابطه با تعیین درجه اهمیت و اولویت اهداف در مدلسازی مسائل چند هدفه فازی، تصمیم گیرنده اغلب در دادن اولویت مناسب به اهداف دچار اشتباه می شود، زیرا اهداف اغلب برای رسیدن به سطح مورد انتظارشان در محیط تصمیم گیری در تضاد هستند. برای غلبه بر این مشکل از تابع مسافت اقلیدسی برای تعیین اولویت و درجه اهمیت اهداف می توان استفاده کرد (یو ۱۹۷۳).

این تابع را می توان به صورت زیر نشان داد:

$$D_j=\left[\sum_{k=1}^{K}(1-\mu_k^j)^2\right]^{1/2},$$

در اینجا μ_k^j نشان دهنده ارزش عضویت از k امین هدف تحت اولویت j ام از هدف می باشد. در اینجا می توان فهمید جوابی که بدست می آید باید مطابق باشد با:

$$m\le J\le \qquad 1\ j=\min\{D_j\}=D_m(say),$$

تعریف متغیرها و پارامترها

متغییر تصمیم

c: شاخص مربوط به محصول c $\quad c\in(1,\ldots.c)$

s: شاخص مربوط به فصل $[1,2,\ldots s]$ $\quad s\in$

X_{cs}: مساحت زمین کشت شده برای هر محصول در فصل s

L_s: مساحت کل زمین‌های کشت شده در فصل s

L_{cs}: نیاز نیروی کار در واحد سطح برای محصول c در فصل s

TL: میزان نیروی کار انتظاری در دسترس در فصل s

N_{cs}: سود ناخالص برای محصول c در فصل s

N: سود ناخالص انتظاری برای محصولات

C_s: تعداد کل محصولات کشت شده در فصل s

W_{cs}: مقدار آب مورد نیاز برای محصول c در فصل s

W_s: میزان آب انتظاری در دسترس برای آبیاری در فصل s

[1] Euclidean Distance Function

f_{ct}: مقدار کود مورد نیاز از نوع t برای محصول c

F_t: مقدار کود انتظاری در دسترس از نوع t

۱-آرمان‌ها

آرمان‌های مربوط به مسئله تخصیص زمین به صورت زیر بیان می‌گردد:

۱-۱) آرمان سود ناخالص: یک تصمیم گیرنده به یک سطح آستانه سود برای محصولات نیازمند است. معادله آرمان مربوط به سود ناخالص را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$\sum_{s=1}^{s}\sum_{c=1}^{c} N_{cs}X_{cs} \underset{\sim}{>} N \qquad (۲-۲)$$

۱-۲) آرمان نیروی کار مورد نیاز: هر مزرعه به تعدادی نیروی کار برای انجام فعالیت‌های مزرعه نیاز دارد. معادله آرمان مربوط به تعداد نیروی کار را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\sum_{s=1}^{s}\sum_{c=1}^{c} L_{cs}X_{cs} \underset{\sim}{<} TL \qquad (۲-۳)$$

۱-۳) آرمان آب مورد نیاز: برای رسیدن به سطح تولید مناسب جهت ایجاد سود عرضه آب مورد نیاز مربوط به محصولات می-بایست تضمین شده باشد. معادله آرمان مربوط به عرضه آب را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\sum_{c=1}^{c} W_{cs}X_{cs} \underset{\sim}{<} W_s \qquad \forall s$$

۱-۴) آرمان مربوط به کود: برای ایجاد بازده بالاتر محصولات کشت شده به تقویت خاک از راه کود پاشی احتیاج است. آرمان مربوط به کود به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\sum_{s=1}^{s}\sum_{c=1}^{c} f_{ct}X_{cs} \underset{\sim}{<} F_t$$

۲-محدودیت‌های سخت (Hard constraint)

برخی از محدودیت‌ها مانند محدودیت زمین وجود دارد که جزء محدودیت‌های سخت بشمار می‌رود و باید حتماً تأمین شود. محدودیت زمین به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\sum_{c-1}^{c} X_{cs} \le L_s, \qquad \forall S$$

۳-تبدیل آرمان‌ها به آرمان‌های فازی

در برنامه‌ریزی آرمانی فازی، تابع عضویت متناظر با kامین آرمان فازی از نوع $Z_k(x) \succ b_k$ به صورت زیر تعریف می‌شود

$$\mu_{zk}(x) = \begin{cases} 1 & if \quad z_k(x) \ge b_k \\ \dfrac{z_k(x) - (b_k - t_k^l)}{t_k^l} & if \quad b_k - t_k^l \le z_k(x) < b_k \\ 0 & if \quad z_k(x) < b_k - t_k^l \end{cases}$$

که t_k^1 حد پایین نوسان است.تابع عضویت متناظر با kامین آرمان فازی از نوع $Z_k(x) \prec b_k$ نیز به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\mu_{zk}(x)=\begin{cases}1 & if \quad z_k(x)\le b_k \\ \dfrac{(b_k+t_k^u)-z_k(x)}{t_k^u} & if \quad b_k < z_k(x)\le b_k - t_k^u \\ 0 & if \quad z_k(x) > b_k - t_k^u\end{cases}$$

که t_k^u حد بالای نوسان است.

$\mu_{zk}(x)$ که برا ی هر k در دامنه $\{۰،۱\}$ قرار دارد، معین کننده درجه عضویت رسیدن به آرمان است. بیشترین درجه عضویت مربوط به عدد ۱ و کمترین آن مربوط به عدد صفر می‌باشد. درجه تابع عضویت به ارزش نوسانات معین که توسط تصمیم‌گیرندگان ارائه می‌شود بستگی دارد.

در مدل FGP تخصیص زمین‌های کشاورزی آرمان مربوط به سود ناخالص(۱) از نوع $Z_k(x)\succ b_k$ است. از طرف دیگر آرمان‌های نیروی کار مورد نیاز، آب مورد نیاز و مقدار کود مورد نیاز از نوع $Z_k(x)\prec b_k$ می‌باشد.

اگر آرمان سود ناخالص به سطح آرمان خود برسد، درجه عضویت برای این آرمان یک است و هیچ نوسانی وجود ندارد. هنگامی که این آرمان‌ها دارای نوسان باشند درجه عضویت آنها کمتر از یک و بیشتر یا مساوی صفر قرار می‌گیرد. Kim و Whang (۱۹۹۸)، با استفاده از تعریف نوسانات، به تبدیل مدل FGP به یک مسئله برنامه‌ریزی خطی یک هدفه پرداخته است. اگر $u_i^-, i=1,2$ حد پایین نوسان و $\lambda_i^- \in [0,1], i=1,2$ درجه عضویت باشند، آرمان سود ناخالص متناظر با آن را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} N_{cs}X_{cs} - \lambda_1^- u_1^- \ge N - u_1^- \qquad (۵)$$

آرمان فازی (۵) را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} N_{cs}X_{cs} + \theta_1^- u_1^- \ge N \qquad (۶)$$

که در آن $\theta_1^- = 1-\lambda_1^-$.و اگر u_1^+ حد بالای نوسان و λ_1^+ درجه عضویت برای آرمان نیروی کار مورد نیاز باشد، به روش مشابه با آرمان (۶) می توان نوشت:

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} L_{cs}X_{cs} - \theta_1^+ u_1^+ \le TL \qquad (۷)$$

که در آن $\theta_1^+ = 1-\lambda_1^+$.و آرمان‌های مربوط به آب و کود مورد نیاز نیز به ترتیب به صورت زیر می‌باشد:

$$\sum_{c=1}^{C} W_{cs}X_{cs} - \theta_{2,s}u_{2,s} \le W_s, \quad \forall S \qquad (۸)$$

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} F_{tc}X_{cs} - \theta_3^+ u_3^+ \le F_t, \quad \forall T \qquad (۹)$$

که $\theta_{2,s}^+ = 1-\lambda_{2,s}^+$ و $u_{2,s}^+$ حدالای نوسان برای مقدار آب مورد نیاز در فصل s و $\lambda_{2,s}^+$ درجه عضویت آن می‌باشد. در آرمان (۹) $\theta_3^+ = 1-\lambda_3^+$ و u_3^+ حد بالای نوسان برای مقدار مورد نیاز کود از نوع t است و λ_3^+ درجه عضویت مربوط به آن می‌باشد.

۴-تابع هدف

در این قسمت آرمان‌های فازی به یک مسئله بهینه‌یابی خطی تبدیل می‌شوند. تابع هدف در این مسئله حداقل کردن متغیرهای نوسان می‌باشد. در این تابع اگر متغیرهای نوسان صفر شوند، درجه‌ی تابع عضویت عدد یک را به خود اختصاص می‌دهد و در نتیجه هیچ نوسانی برای آرمان مورد نظر وجود ندارد. بنابراین آرمان مورد نظر برای تخصیص بهینه‌ی زمین‌های کشاورزی به صورت زیر بیان می‌شود(Kim and Whang, 1998).

$$\min: \quad w_i\theta_i^- + \sum_{i=2}^{3} w_i\theta_i^+ + \sum_{s=1}^{S} w_{2,s}\theta_{2,s}^+ \qquad (۱۰)$$

که $i=1,2,3$ ، w_i و $\forall S$ ، $w_{2,s}$ وزن‌های متناظر با آرمان‌های فازی هستند. نکته حائز اهمیت در اینجا این است که مجموع وزن‌ها باید برابر با یک باشد.

شکل اصلی مسئله برنامه‌ریزی خطی برای تخصیص بهینه‌ی زمین‌های کشاورزی به صورت زیر می‌باشد:

$$\min: \quad w_i\theta_i^- + \sum_{i=2}^{3} w_i\theta_i^+ + \sum_{s=1}^{S} w_{2,s}\theta_{2,s}^+ \qquad (۱۱)$$

Subject to

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} N_{cs}X_{cs} + \theta_1^- u_1^- \geq N \qquad (۱۲)$$

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} L_{cs}X_{cs} - \theta_1^+ u_1^+ \leq TL \qquad (۱۳)$$

$$\sum_{c=1}^{C} W_{cs}X_{cs} - \theta_{2,s}u_{2,s} \leq W_s, \quad \forall S \qquad (۱۴)$$

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} F_{tc}X_{cs} - \theta_3^+ u_3^+ \leq F_t, \quad \forall T \qquad (۱۵)$$

$$\sum_{c=1}^{C} X_{cs} \leq L_s, \quad \forall S \qquad (۱۶)$$

$$0 \leq \theta_1^-, \theta_1^+, \theta_3^+, \theta_{2,s}^+ \leq 1, \quad \forall S \qquad (۱۷)$$

$$\sum_{i=1}^{3} w_i + \sum_{s=1}^{S} w_{2,s} = 1 \qquad (۱۸)$$

$$X_{cs} \geq 0 \qquad (۱۹)$$

بخش کشاورزی استان زنجان به عنوان یکی از مهمترین تولید کنندگان محصولات کشاورزی با برخورداری از ظرفیتها و توانمندیهای وسیع با بیش از ۵۳۴۴۰۶ هکتار سطح زیر کشت انواع محصولات زراعی و باغی و با تولید بیش از ۵۶۴۴۹۱ تن انواع محصولات زراعی و باغی و دامی جایگاه تعیین کننده در اقتصاد ملی و استان داشته و نقش مهمی در تأمین نیازهای حیاتی جامعه، امنیت غذایی، تأمین مواد اولیه مورد نیاز صنایع و ایجاد اشتغال دارد. محصولاتی که برای تخصیص بهینه زمین‌های کشاورزی در استان زنجان انتخاب شده‌اند عبارتند از گندم، جو، ذرت دانه‌ای، چغندر قند، زیتون و سیب‌زمینی که در دو فصل پاییز(s=۱) و بهار(s =۱) برای مطالعه در نظر گرفته شده است. اطلاعات مربوط به آرمان‌ها در جدول شماره(۱) و اطلاعات مربوط به متغیرهای مدل در جدول شماره(۲) آورده شده است. کلیه اطلاعات مربوط به این مطالعه از پایگاه اطلاعاتی وزارت جهاد کشاورزی و همچنین پایگاه اطلاعات جهاد کشاورزی استان زنجان دریافت گردیده است.

جدول(۱) اطلاعات مربوط به آرمان‌ها

آرمان	هدف	حد نوسان
سود ناخالص (ریال)	$1/8\times10^{11}$	$2/03\times10^{10}$
نیروی کار مورد نیاز(روز / نفر)	۱۲۷۶۰۰۰۰	۵۴۴۰۰۰۰
کود مورد نیاز(تن)	۱۷۲۰۰۰	۱۱۴۰۰
آب مورد نیازپاییزه (مترمکعب)	$1/95\times10^{6}$	$2/10\times10^{8}$
آب مورد نیازبهاره (مترمکعب)	$۱/۴۵\times۱۰^{۹}$	$۱/۵۷\times۱۰^{۸}$

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول۲- اطلاعات متغیرهای مدل

X_{11}	محصول گندم در فصل ۱	λ_1^-	درجه عضویت برای آرمان سود ناخالص
X_{12}	محصول جو در فصل ۱	λ_1^+	درجه عضویت برای آرمان نیروی کار
X_{21}	محصول چغندر قند در فصل ۲	λ_3^+	درجه عضویت برای آرمان کود
X_{22}	محصول ذرت دانه‌ای در فصل ۲	$\lambda_{2,1}^+$	درجه عضویت برای آرمان آب در فصل ۱
X_{23}	محصول سیب‌زمینی در فصل ۲	$\lambda_{2,2}^+$	درجه عضویت برای آرمان آب در فصل ۲
X_{24}	محصول زیتون در فصل ۲		

نتایج و بحث

محصولاتی که در هیچ یک از سناریو ها وارد الگوی کشت بهینه نشده اند به این علت است که کشت این محصولات با هیچ یک از آرمانهای پیش روی کشاورزان منطقه سازگاری ندارد.

روش برنامه ریزی فازی بیان شده در این مطالعه برای برنامه ریزی الگوی کشت، یک دیدگاه جدید به روش آنالیز کردن فعالیت های کشاورزی مختلف در یک محیط تصمیم گیری فازی (نا دقیق) را فراهم می‌آورد.معمولاً اهداف کشاورزان حداکثر کردن بازده برنامه ای است. مسئولان و مدیران علاوه بر در نظر گرفتن این مهم در پی دستیابی به اهداف دیگری از جمله اهداف اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و ... می باشند. این مدل قادر است مجموعه ای از اهداف متضاد یا متقابل را در خود لحاظ و با اولویت بندی آرمان ها، میزان دسترسی به هر آرمان را حداکثر نماید. رویکرد فازی این این قابلیت را به مدل می دهد که از اطلاعات به ما صورت نادقیق بتوان بهترین بهره برداری را نمود.

جدول شماره(۳) نتایج برآورد مدل تخصیص بهینه‌ی زمین‌های کشاورزی در استان زنجان را برای محصولات تحت مطالعه نشان می‌دهد.

جدول شماره (۳) درجه‌های عضویت و زمین‌های تخصیص یافته در مدل

متغیر	الگوی ۱	الگوی ۲	الگوی ۳
	وزن‌هـــای مـــساوی (۰/۳)	وزن‌ها (۰/۰،۰۵/۰،۰۵/۰،۱/۰،۲/۶)	وزن‌ها (۰/۰،۲/۰،۲/۰،۳/۰،۱/۲)
λ_1^-	۰/۸۹۹	۱	۱
λ_1^+	۱	۱	۰/۸۹۶
λ_3^+	۱	۱	۱
$\lambda_{2,1}^+$	۱	۱	۱
$\lambda_{2,2}^+$	۱	۰/۹۴۰	۱
X_{11}	۴۷۴۶۳/۵۱	۵۷۵۳۱/۴۵	۴۶۵۹۸/۵۶
X_{12}	۲۸۰۵۸۲/۲	۳۰۳۳۶۳/۶	۲۵۹۰۲۷/۲۰
X_{21}	–	–	–
X_{22}	۸۴۸۳۷/۹۴	۸۵۸۴۰/۱۰	۸۳۱۴۱/۹۸
X_{23}	۳۶۴۵۴/۶۴	۳۶۳۰۴/۱۳	۳۷۸۷۰/۳۸
X_{24}	–	–	–

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بر طبق برآورد نتایج مدل، در تابع هدف با وزن‌های مساوی(وزن‌ها برابر با۰/۲است) تمام درجه عضویت‌ها به جز درجه عضویت مربوط به آرمان سود ناخالص عدد یک را به خود اختصاص داده اند. بعبارتی نوسان تمام آرمان‌ها به جز آرمان سود ناخالص صفر بدست آمده است. نوسان مربوط به آرمان سود ناخالص نیز $6/24\times10^9$ ریال بدست آمده است. با تغییر وزن‌های تابع هدف برای آرمان(۰/۰۵،۰/۰۵،۰/۱،۰/۲،۰/۶،۰/۰)، هم نتایج مربوط به درجات عضویت و هم نتایج مربوط به الگوی کشت تغییر می‌کند. در وزن‌های مربوط به الگوی دوم، تمام درجات عضویت به جز درجه عضویت مربوط به آرمان آب مورد نیاز در فصل بهار عدد یک را به خود اختصاص داده‌اند. با این وصف نوسان مربوط به آرمان آب مورد نیاز در فصل بهار برابر با $8/12\times10^6$ مترمکعب است. با تغییر وزن‌های تابع هدف در الگوی سوم نیز با وضعیتی متفاوت روبرو هستیم. درجات عضویت تمام آرمان‌ها به جز آرمان نیروی کار مورد نیاز عدد یک را به خود اختصاص داده است و نوسان مربوط به این آرمان برابر با ۱۵۸۷۶۰ روز- نفر می‌باشد.

با توجه به یافته‌های تحقیق، دو محصول چغندر قند و زیتون از تمام الگوهای بهینه کشت حذف شده‌اند. پیشنهاد می‌شود که برای جلوگیری از حذف این دو محصول از الگوی حقیقی کشت در آینده از سیاست‌های ترویجی و حمایتی کشاورزی استفاده بعمل آید. با توجه به اینکه تغییر در وزن‌های مربوط به تابع هدف در الگوی بهینه کشت تأثیر زیادی ندارد، پیشنهاد می‌شود که از سیاست‌های مختلف در جهت استفاده بهینه منابع تولید کشاورزی استفاده شود.

منابع

اسدپور ح. و م. کوپاهی (۱۳۷۶) *کاربرد برنامه‌ریزی هدف در تعین الگوی بهینه کشت در دشت‌های ایران: مطالعه موردی دشت ناز شهرستان ساری*، پایانامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

اکبری ن.و م. زاهدی کیوان (۱۳۸۶) *منطق فازی و کاربرد آن در یافتن الگوی مناسب کشت محصولات زراعی در یک مزرعه (رهیافت: برنامه ریزی چند هدفه فازی) اقتصاد و کشاورز*(مقالات برگزیده ششمین کنفرانش اقتصاد کشاورزی)،۱ف۲ ، انجمن علمی اقتصاد کشاورزی ایران.

چیذری ا. و ع. قاسمی (۱۳۸۴) *برنامه ریزی تولید محصولات زراعی در شرایط نبود قطعیت (رویکرد فازی: نظریه امکان). اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱* (۵۲): ۱۳۱-۱۴۷

عامل هاشمی ص. (۱۳۸۰) توانمدیهای توسعه کشاورزی ایران. انتشارات موسسه پژوهش های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی.

کهنسال م. و ف. محمدیان (۱۳۸۶) *کاربرد برنامه ریزی آرمانی فازی در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی. اقتصاد و کشاورز*(مقالات برگزیده ششمین کنفرانش اقتصاد کشاورزی)،۱ف۲ ، انجمن علمی اقتصاد کشاورزی ایران.

Lee S.M. (1972) *Goal Programming for Decision Analysis*, Philadelphia, Auerbach Publishers.

Goodman D.A. (1974) *A goal programming approach to aggregate planning of production and work force, Management Science,* 20(12): 1569-1575.

Romero C. (1991) *Handbook of Critical Issues in Goal Programming*, Pergamon Press, Oxford.

Sharma D.K., Ghosh, D. and J.A. Alade (2003) *Management decision-making for sugar cane fertilizer mix problems through goal programming Journal of Applied Mathematics and Computing,* 13(1-2): 323-334.

Narasimhan R. (1980) *Goal programming in a fuzzy environment, Decision Sciences*, 21(11): 325-336.

Narasimhan, R. (1981*) On fuzzy goal programming: Some comments, Decision Sciences,* 12(2)532-538.

Rubin P.A. and R. Narasimhan (1984) *Fuzzy goal programming with nested priorities", Fuzzy Sets and Systems,* 14(18): 115-129.

Hannan E.L. (1981) On fuzzy goal programming", *Decision Sciences*, 12(2) 522-531.

Hannan E.L. (1982) *Contrasting fuzzy goal programming and fuzzy multicriteria programming, Decision Sciences,* 13(9) 337-339.

Ignizio J.P. (1982) *On the rediscovery of fuzzy goal programming, Decision Sciences,* 13(11) 331-336.

Tiwari R.N. (1986) *Dharmar, S., and Rao, J.R., Priority structure in fuzzy goal programming, Fuzzy Sets and Systems*, 19(15) 251-259.

Tiwari R.N., Dharmar, S. and J.R. Rao (1987*) Fuzzy goal programming an additive model, Fuzzy Sets and Systems,* 24(18) 27–34.

Chen H.K. (1994) *A note on a fuzzy goal programming algorithm by Tiwari, Dharmar and Rao, Fuzzy Sets and Systems, 62(5) 287-290.*

Zimmermann H.J. (1985) *Application of fuzzy set theory to mathematical programming, Information Science,* 34(8) 29-58.

Kim J.S. and K.Whang(1998) *A tolerance approach to the fuzzy goal programming problems with unbalanced triangular membership function, European Journal of OperationalResearch,* 107 (20) 614–624.

Pal B.B. and 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.

Pal B.B.and B.N Moitra (2003) *Fuzzy goal programming approach to long term and allocation planning problem in agriculture system: A case study In: Proceeding of fifth international conference on advances in pattern recognition. Allied publishers Pvt. Ltd,* P: 441-7.

Farm planning to determination of the optimal cultivation pattern using fuzzy goal programming approach

A. askari[1], j najjari[1], M.salarpor[2], M.sabuhi[2] and S.hasanlo[3]*

Abstract

Agricultural is activity that always has been influenced by natural factors such as floods, droughts, pest attacks and etc. On the other hand, various factor such as price, performance cost and as well as natural agent causes risk and activity uncertainty in agriculture. Thus, decisions in such circumstances for efficient tools need to identify factors in agricultural systems design. Different patterns were development in recent decades which risk and uncertainty to be involved in decision-making. According to inaccurate or fuzzy data, agriculture activities would be desirable by fuzzy-based method. This study was performance to compare the ability planning possible approach in the planning fuzzy optimize. Codification model, targets including net income, water, fertilizer and labor, as fuzzy coming in the model. Fuzzy goals by introducing changes become to the limits of linear range. The results indicate that make flexibility in coefficient of model because of deficiency in information with fuzzy idea, remove this deficiency external and condition of cultivation pattern improve relatively than inputs and sources are applied optimally.

JEL classification: Q12

Keywords: Determination the optimal cultivation pattern, fuzzy goal programming, range, Zanjan Province

[1] MSc Student of economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Zabol,
[2]Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Zabol,
[3]MSc Student of economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modares
* - Corresponding author E-mail:arminaskari1365@gmail.com