اقتصاد کشاورزی / جلد ۸/ شماره ۱/ صفحه‌های ۴۵-۳۱

کاربرد مدل برنامه‌ریزی خطی چند شاخصه فازی در تعیین الگوی بهینه کشت ارقام برنج در شالیزارهای بابلسر

یاسر فیض آبادی، فاطمه یوسف پور، حسن اسدپور[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۱۷

چکیده

در این نوشتار به شاخص‌های کمی و کیفی مهم و پایه‌ای در تعیین الگوی کشت ارقام برنج خزر، بینام و طارم و ۱۰ شاخص از سنجه‌های مهم دیگر در زراعت برنج توجه شده است. برای این منظور از نظر و تجربه کشاورزان و خبرگان این بخش استفاده شده است. این شاخص‌ها از راه فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی و با بهره‌گیری از مدل تحلیل توسعه‌ای چانگ که در آن اعداد مورد استفاده مثلثی فازی هستند، وزن‌دار شدند. وزن‌های اولویت‌بندی شده، در مدل برنامه‌ریزی خطی به کار گرفته شد و بهترین الگوی کشت در شالیزارهای شهرستان بابلسر در سال زراعی۱۳۹۰ به دست آمد. در این مدل محدودیت‌های اصلی کشاورزان شامل (زمین، آب، سرمایه، نیروی‌کار، کودهای شیمیایی، تراکتور و سموم دفع آفات گیاهی) در نظر گرفته شد و الگوی بهینه کشت به دست آمد. بنا بر نتایج به دست آمده از تحقیق الگوی کشت بهینه شهرستان بابلسر با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی معمولی، کشت برنج بینام (۱۰۲۰۰ هکتار) و طارم (۴۲۰۰ هکتار) را نشان می‌دهد، این در حالی است که نتایج مدل ترکیب تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه‌ریزی خطی، به واحدهای زراعی شهرستان بابلسر بر پایه وضعیت موجود افزون بر برنج طارم، به جای برنج بینام کشت برنج خزر را به میزان ۱۰۲۰۰ هکتار پیشنهاد می‌کند، که دارای سوددهی بالاتری است.

طبقه‌بندی JEL: C44, Q1

واژه‌های کلیدی: الگوی بهینه کشت، تحلیل سلسله مراتبی فازی، مدل تحلیل توسعه‌ای چانگ، شهرستان بابلسر.

[1] به ترتیب: استادیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائم شهر، ایران و استادیار مرکز تحقیقات منابع طبیعی و کشاورزی ساری، استان مازندران.
Email: Yaserfeiz@yahoo.com

مقدمه

در برنامه‌ریزی کشاورزی و تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در یک واحد کشاورزی یا در یک منطقه خاص می‌توان از برنامه‌ریزی ریاضی استفاده کرد. برنامه‌ریزی خطی[1] روشی است مبتنی بر اصول مدل ریاضی که به منظور تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری‌های نهایی و مطلوب مدیران واحدهای کشاورزی به شکل نابرابری‌های خطی ظاهر می‌شود. اما در برنامه‌ریزی خطی کلاسیک هدف تنها بیشینه کردن سود یا کمینه کردن هزینه‌های تولید می‌باشد (منصوری و کهنسال، ۱۳۸۶). در حالی‌که در برنامه‌ریزی یک واحد کشاورزی، عامل‌های کمی و کیفی چندی مانند سرمایه اولیه لازم برای کاشت محصول، خطرپذیری کشت محصول، مقاومت محصول در برابر آفات و ... پیش روی کشاورزان می‌باشد که باید در تصمیم‌گیری‌ها مد نظر قرار گیرند (اکبری و زاهدی، ۱۳۸۷). از آنجا که تصمیم‌گیری بهینه و به هنگام می‌تواند تاثیر به سزایی در دسترسی به معیارهای مور نظر کشاورزان در یک دوره تولیدی داشته باشد، ضرورت وجود یک روش و الگوی کارآمد که بتواند کشاورزان را در این زمینه یاری کند بسیار محسوس است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[2] (*AHP*)، یکی از معروف‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه[3] است که توسط توماس. ال. ساعتی در دهه ۱۹۷۰ ابداع شد. این روش هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه و شاخص تصمیم‌گیری روبرو است می‌تواند سودمند باشد و امکان لحاظ کردن شاخص‌های کمی و یا کیفی را در مسئله می‌دهد. پایه روش *AHP* بر مقایسه‌های زوجی گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری بنا شده است (آذر و فرجی،۱۳۸۶). به طور کلی روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای مسایل گسسته پایه‌گذاری شده، اما در برخی موارد برای مسائل پیوسته نیز به کار برده شده است. شماری از محققان با تلفیق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و برنامه‌ریزی خطی، آن را برای حل مسائل پیوسته به کار گرفته‌اند (قدسی پور، ۱۳۸۴). اصول فرایند تحلیل سلسله مراتبی بر تجربه و دانش تصمیم گیرنده استوار است (وارگاس،۱۹۹۰). اما از آنجایی که تصمیم‌گیرندگان از توانایی‌های ذهنی و تجربه‌های خود برای انجام مقایسه‌ها استفاده می‌کنند. بنا به دلایلی مانند دانش و اطلاعات ناکافی، پیچیدگی مسئله، نداشتن اطمینان در مورد محیط تصمیم‌گیری و نبود یک مقیاس مناسب نمی‌توانند ترجیح‌های خود را در قالب اعداد محض بیان کنند، لذا *AHP* سنتی امکان سبک تفکر انسانی را به طور کامل ندارد (طبیبی و مالکی، ۲۰۰۳).

---

[1] linear programming
[2] Analytic Hierarchy Process
[3] Multi Attribute Decision Making

وجود خطرپذیری و نبود قطعیت در فعالیت‌های اقتصادی بخش کشاورزی موجب می شود تا داده‌های بکار رفته در پژوهش‌های مربوط به واحدهای کشاورزی بیشتر بصورت غیر دقیق و غیر قطعی باشند (بیسواس و باران پال، ۲۰۰۴). برای رفع این نارسایی می‌توان از نظریه مجموعه‌های فازی استفاده کرد (شوندی، ۱۳۸۵). در *AHP* فازی، مفاهیم فازی در تعیین ماتریس‌های مقایسه زوجی دخالت داده می‌شود. در این زمینه بررسی‌های پرشماری در داخل و خارج از کشور انجام شده است که از جمله می‌توان به بررسی اکبری و زاهدی کیوان (۱۳۸۷) در کاربرد تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی در تعیین الگوی بهینه کشت، محمدیان و همکاران (۱۳۸۸) در گزینش الگوی کشت بالقوه محصولات زراعی، مؤتمنی و همکاران (۱۳۸۹) در ارزیابی عملکرد راهبردی بانک‌ها با استفاده از *AHP* فازی، برجعلی لوو همکاران(۱۳۸۹) در ارائه الگوی تفکر راهبردی تصمیم‌گیری و الویت‌بندی در شرکت پارس خودرو، مائو و همکاران (۲۰۰۵) و هیل (۲۰۰۵) در مکان‌یابی و اولویت‌بندی مکان بهینه دفن بهداشتی پسماندهای جامد و ... اشاره نمود. با توجه به بررسی‌های یاد شده در این تحقیق، سعی شده است به کمک فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی، اهمیت و درجه اولویت هر یک از گزینه‌ها (برنج خزر، بینام و طارم)، با توجه به همه شاخص‌های کمی (سوددهی، سرمایه اولیه لازم، بازده در هکتار و مدت زمان اشغال زمین) و کیفی (تخصص و مهارت، مزیت‌های منطقه، مقاومت در برابر آفات، تضمین خرید، امکان کشت مکانیزه در منطقه و خطرپذیری کشت محصول) تعیین و با وارد کردن وزن‌های نهایی استخراج شده در تابع هدف مدل برنامه‌ریزی خطی، الگوی بهینه کشت محصولات برگزیده، به منظور تصمیم‌گیری‌های آتی در زراعت محصولات کشاورزی محاسبه شده است. که از این نظر نوآوری در این تحقیق به شمار می‌آید. هدف اصلی این بررسی معرفی درجه اهمیت و اولویت کشت محصولات زراعی برگزیده بر پایه شاخص‌های مهم و کلیدی و ارائه یک الگوی مناسب برای کشت ارقام مختلف برنج با در نظر گرفتن شاخص‌های مهم و پایه دربخش زراعت شهرستان بابلسر می‌باشد.

روش تحقیق

۱- مدل برنامه‌ریزی خطی

برای تعیین الگوی بهینه کشت از روش برنامه‌ریزی خطی استفاده شد. پس از تعیین ضریب‌های فنی و نوع و میزان محدودیت‌ها، تحلیل‌ها با استفاده از نرم افزار رایانه‌ای LINGO صورت پذیرفته و پس از تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده، الگوی بهینه کشت با هدف بیشینه‌سازی درآمد کشاورزان ارائه شد. الگوی در نظر گرفته شده در این بررسی به صورت رابطه (۱) بوده است:

$$Max\ Z = \sum_{j=1}^{n} C_j . X_j$$
$$s.t:$$
$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\, x_j \le b_i \qquad i = 1,2,3, \dots m \qquad (۱)$$
$$X_j \ge 0$$

که در آن، Z تابع هدف، X_j فعالیت‌های مربوط به تولید محصولات مختلف زراعی، C_j ماتریس ضریب‌های تابع هدف، a_{ij} ماتریس ضریب‌های فنی عامل‌های تولید، b_i میزان محدودیت‌ها و $X_j \ge 0$ بیانگر مثبت بودن میزان متغیرها است.

۲- مدل ترکیبی

از آنجایی که ضریب‌ها و مشخصه‌های مدل‌های برنامه‌ریزی خطی کلاسیک نیاز به داده‌های قطعی و دقیق داشته و از سویی تنها می‌توان یک هدف را در آنها وارد کرد، دارای نارسایی‌هایی بوده و پاسخ‌های به دست آمده با شرایط واقعی کار چندان سازگار نمی‌باشد. با توجه به شرایط خطرپذیری و نبود قطعیت موجود در بخش کشاورزی و وجود شاخص‌های گوناگون برای تصمیم‌گیری‌های مدیران و برنامه‌ریزان در این بخش نیاز به مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی جدید امری ضروری و پرهیز ناپذیر است (اکبری و زاهدی، ۱۳۸۷). همچنین با توجه به اینکه در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی فضای تصمیم‌گیری به صورت گسسته می‌باشد، برای حل مسائل پیوسته مانند تعیین الگوی بهینه کشت، بنا بر رابطه (۲) با مدل برنامه‌ریزی خطی تلفیق می‌گردد. یعنی وزن‌های نهایی به دست آمده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به عنوان ضریب‌های تابع هدف در مسئله برنامه‌ریزی خطی وارد شده و محدودیت‌های مسئله نیز در مدل لحاظ می‌شود (قدسی پور و برایان، ۱۹۹۸).

$$Max\ Z = \sum_{j=1}^{n} W_j . X_j$$
$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\, x_j \le b_i \qquad i = 1,2,3, \dots m \qquad (۲)$$
$$X_j \ge 0$$

در این رابطه W_j معرف وزن نهایی گزینه‌jام می‌باشد که به کمک روش تحلیل سلسله مراتبی فازی به دست می‌آید.

متغیرهای تصمیم‌گیری، محدودیت‌ها و ضریب‌های مرتبط با مدل به منظور طراحی الگوی بهینه کشت به صورت زیر تعریف شده است:

(۱) محدودیت زمین زراعی $X + X + X \leq WL$

در این روابط X , X , X به ترتیب معرف سطح زیر کشت ارقام برنج خزر، بینام و طارم می‌باشد. همچنین WL، معرف برآوردی از کل زمین‌های زراعی آبی شهرستان می‌باشد.

(۲) محدودیت آب $\sum_{j=} \mathrm{aw}_j X_j \leq \mathrm{W}$

(۳) محدودیت سرمایه $\sum_{j=} \mathrm{ak}_j X_j \leq \mathrm{K}$

(۴) محدودیت نیروی کار $\sum_{j=} \mathrm{al}_j X_j \leq \mathrm{L}$

(۵) محدودیت کود شیمیایی $\sum_{j=} \mathrm{af}_j X_j \leq \mathrm{F}$

(۶) محدودیت تراکتور $\sum_{j=} \mathrm{atrac}_j X_j \leq \mathrm{Trac}$

(۷) محدودیت سموم دفع آفات گیاهی $\sum_{j=} \mathrm{ap}_j X_j \leq \mathrm{P}$

(۸) محدودیت غیر منفی بودن $X , X , X \geq$

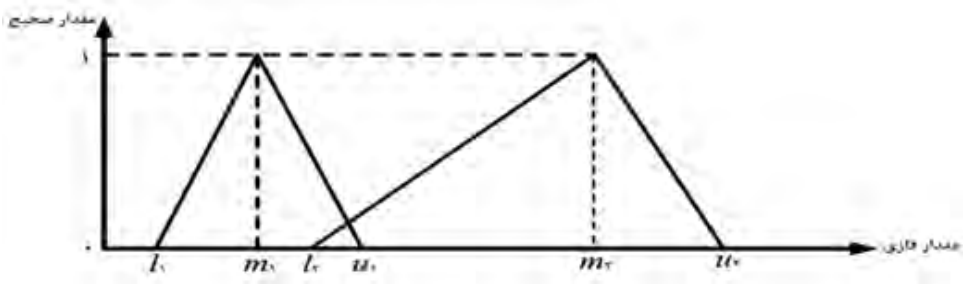
در این رابطه‌ها $\mathrm{ap}_j, \mathrm{atrac}_j, \mathrm{af}_j, \mathrm{al}_j, \mathrm{ak}_j, \mathrm{aw}_j$ به ترتیب معرف میزان مورد نیاز آب (بر حسب متر مکعب)، سرمایه (بر حسب میلیون ریال)، کارگر (بر حسب نفر روز)، کود (نیتروژنه، فسفره، پتاسه بر حسب کیلوگرم)، کار تراکتور (بر حسب ساعت)، سموم علف‌کش و حشره‌کش (بر حسب لیتر) برای کشت یک هکتار از محصول jام می‌باشد. همچنین $p,trac,f,l,k,w$ به ترتیب معرف برآوردی از مقدار کل آب، سرمایه، نیروی انسانی، کود (نیتروژنه، فسفره، پتاسه)، کار تراکتور و سموم علف‌کش و حشره‌کش در طول سال زراعی می‌باشد.

۲-۱- به دست آوردن وزن‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی

در سال ۱۹۸۳ دو محقق هلندی به نام‌های لارهورن و پدریک[1]، روشی را برای فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پیشنهاد کردند که بر پایه روش حداقل مجذورات لگاریتمی[2] بنا نهاده شده بود. پیچیدگی مراحل این روش باعث شده این روش چندان مورد استفاده قرار نگیرد. درسال ۱۹۹۶ روش دیگری با عنوان روش تحلیل توسعه‌ای (EA)[3]، توسط یک محقق چینی به نام چانگ ارائه گردید (چانگ،۱۹۹۶). اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی[4] هستند. در ادامه مفاهیم و تعاریف فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی بر پایه روش EA، تشریح می‌شود (آذر و

[1] Laarhoren and Pedrycz
[2] Logarithmic Least Squre
[3] Extent Analysis Method
[4] Triangular Fuzzy Number

فرجی،۱۳۸۷). دو عدد فازی مثلثی $M_1 = (L_1, m_1, u_1)$ و $M_2 = (L_2, m_2, u_2)$ را در نظر بگیرید. آنگاه:



شکل(۱) اعداد مثلثی M_1 و M_2

$$M_1 + M_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (۳)$$

$$M_1 * M_2 = (l_1 * l_2, m_1 * m_2, u_1 * u_2) \quad (۴)$$

$$M_2^{-1} = (\frac{1}{u_2}, \frac{1}{m_2}, \frac{1}{l_2}) \ , M_1^{-1} = (\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1}) \quad (۵)$$

باید توجه داشت که حاصلضرب دو عدد فازی مثلثی یا معکوس یک عدد فازی مثلثی، دیگر یک عدد مثلثی نیست و این روابط تنها برآوردی از حاصلضرب واقعی دو عدد فازی مثلثی و معکوس یک عدد فازی مثلثی را بیان می‌کنند.

در روش EA برای هر یک از سطرهای ماتریس مقایسه های زوجی، ارزش S_k که خود یک عدد فازی مثلثی است، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$* (\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} M_{ij})^{-1} \ S_k \ = \sum_{j=1}^{n} M_{kj} \quad (۶)$$

که در آن k بیانگر شماره‌ی سطر و i و j به ترتیب نشان‌دهنده گزینه‌ها و شاخص‌ها می‌باشند. برای محاسبه هر یک از بخش‌های رابطه بالا به صورت زیر عمل می‌شود.

$$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_j \ , \sum_{j=1}^{m} m_j \ , \sum_{j=1}^{m} u_j\right) \quad i = 1,2, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = \left(\sum_{i}^{n} l_i \ , \sum_{i}^{n} m_i \ , \sum_{i}^{n} u_i\right)$$

$$[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}]^{-1} = [\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^{n} l_i}]$$

که در این رابطه‌ها به ترتیب در آغاز باید $\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$ که مجموع عدد فازی مثلثی در هر سطر جدول مقایسه زوجی می‌باشد را به‌دست آورده و پس از آن باید $\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}$ که مجموع

کل عدد فازی مثلثی در هر جدول مقایسه زوجی می‌باشد، محاسبه و در نهایت $[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}M_{gi}^{j}]^{-1}$ که معکوس مجموع کل عدد فازی مثلثی در هر جدول مقایسه زوجی است محاسبه می‌شود. سه عدد فازی مثلثی (l_j , m_j , u_j)، به ترتیب شامل کمینه‌ها، محتمل‌ترین‌ها و بیشینه‌های هر سطر می‌باشد (ولی پور،۱۳۸۶).

در مرحله بعد پس از محاسبه S_kها باید، درجه بزرگی آنها را نسبت به هم در آغاز به صورت جداگانه و بعد به صورت یک‌جا به‌دست آورد. به طور کلی اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی M_1 و M_2 به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{cases} \mathrm{V}\ (M_1 \geq M_2)=1 & \text{if } m_1 \geq m_2 \\ \mathrm{V}\ (M_1 \geq M_2)= \mathrm{hgt}\ (M_1 \cap M_2) & \text{otherwise} \end{cases} \qquad (۷)$$

بر پایه ویژگی‌های همانندی مثلث‌ها داریم: $hgt\ (M_1 \cap M_2)= \frac{u_1-l_2}{(u_1-l_2)\ +(m_1-m_2)}$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\mathrm{V}\ (M_1 \geq M_2, \dots, M_k)= \mathrm{V}\ (M_1 \geq M_2), \dots,\ \mathrm{V}\ (M_1 \geq M_k) \qquad (۸)$$

همچنین برای محاسبه وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسه‌های زوجی به صورت زیر عمل می‌شود:

$$W'(X_i) = Min\ \{V\ (S_i \geq S_k)\}, \quad , k = 1,2, \dots, n. \quad k \neq i \qquad (۹)$$

بنابراین، بردار وزن شاخص‌ها به صورت زیر خواهد شد:

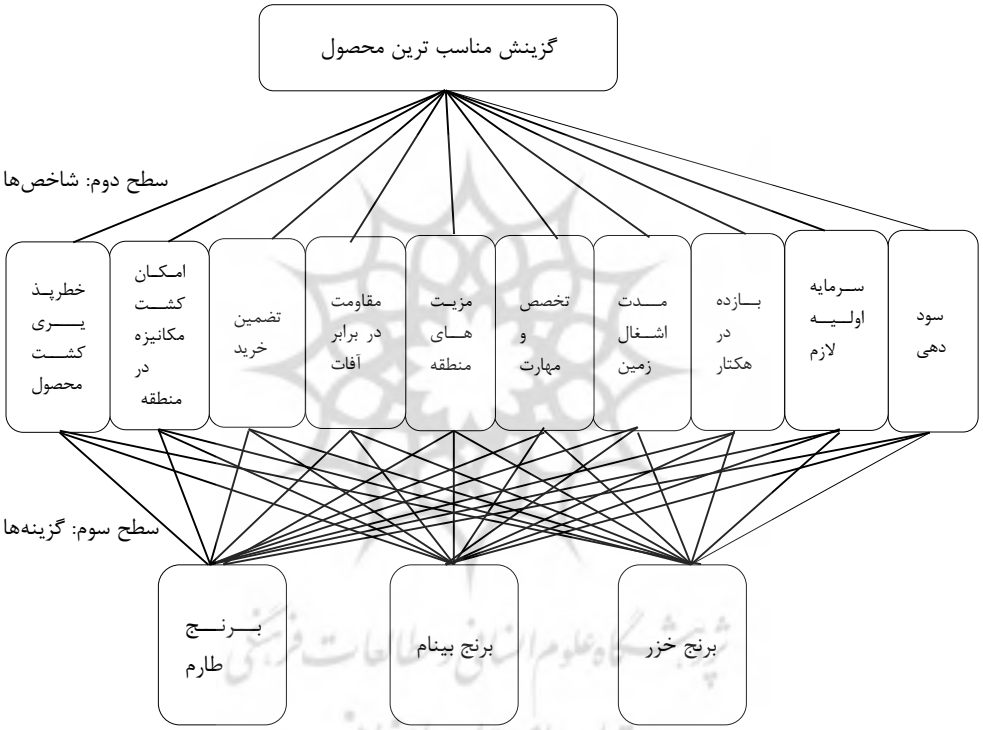
$$W'(X_i) = [W'_{(C_1)}, W'_{(C_2)}, \dots, W'_{(C_n)}]^T \qquad (۱۰)$$

که W'، همان بردار ضریب‌های غیربهنجار *AHP* فازی است. آنگاه برای تعیین وزن‌های بهنجار شده یا (غیر فازی) از روش عادی‌سازی ساعتی، یعنی با تقسیم هریک از عناصر ماتریس وزنی غیر عادی بر حاصل جمع عناصر همین ماتریس- بنا بر رابطه(۱۱) استفاده می‌شود (آذر و فرجی، ۱۳۸۷):

$$W_i = \frac{W'_i}{\sum W'_i} \qquad (۱۱)$$

W_i، نشان‌دهنده وزن‌های عادی شده روش *AHP* فازی است.

برای آسانگری استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی، مساله به سلسله مراتب چند سطحی تجزیه شد. ده شاخص تصمیم عبارتند از: چهار شاخص کمی (سوددهی، سرمایه اولیه لازم، بازده در هکتار و مدت زمان اشغال زمین) و شش شاخص کیفی (تخصص و مهارت، مزیت‌های منطقه، مقاومت در برابر آفات، تضمین خرید، امکان کشت مکانیزه در منطقه و خطرپذیری کشت محصول). گزینه‌های تصمیم که باید در نظر گرفته شوند عبارت از: برنج‌های خزر، بینام و طارم می‌باشند. سلسله مراتب تصمیم در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل (۲) سلسله مراتب گزینش محصول

با توجه به درخت سلسله مراتبی بالا *AHP* فازی، شامل سه مرحله است. مرحله اول نیز ماتریس‌های مقایسه زوجی تعیین می‌شود و اعمال داوری صورت می‌پذیرد. اعداد فازی به کار رفته در این روش در جدول (۱) نشان داده شده است (ابدل و همکاران،۲۰۰۱).

جدول (۱) اعداد فازی متناظر با اولویت بندی در مقایسه های زوجی

عبارت زبانی برای تعیین ارجحیت	عدد فازی مثلثی
اهمیت به طور دقیق برابر	(۱و۱و۱)
اهمیت به تقریب برابر	(۱/۵و۱و۰/۵)
اهمیت کم	(۲و۱/۵و۱)
اهمیت قوی‌تر	(۲/۵و۲و۱/۵)
اهمیت خیلی قوی‌تر	(۳و۲/۵و۲)
اهمیت کامل و مطلق	(۳/۵و۳و۲/۵)

این اعداد فازی ارائه شـده با مقیاس‌های زبانی معمولی ۱ تا ۹ (طیف سـاعتی) که شامل اهمیت بسـیار مطلوب‌تر، مطلوبیت خیلی قوی، مطلوبیت قوی، کمی مطلوب‌تر یا یکسان باشد به ترتیب عددی بین ۹ تا ۱ انتساب داده می‌شود، برابر نیست؛ اما برای فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی مناسـب است و مورد استفاده قرار می‌گیرد. قابل یادآوری است که همه عنصرها روی قطر اصلی ماتریس مقایسه زوجی برابر با (۱و۱و۱) است.

مرحله سوم محاسبه وزن‌های نسبی معیارهای کمی (سوددهی و بازده در هکتار) و معیارهای کیفی (تخصص و مهارت و تضمین خرید) و گزینه‌های موجود (برنج، گندم و کلزا) است. برای محاسبه وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به هریک از معیارها و وزن نسبی معیارها نسبت به هدف، را برای هریک از ماتریس‌های زوجی به کار می‌بریم؛ لذا به ازای هر *Chang* روش تجزیه توسعه ماتریس یک بردار وزن نسبی متناظر با آن ماتریس به دست می‌آید. مرحله چهارم نیز محاسبه وزن نهایی گزینه‌ها است که از تلفیق وزن‌های نسبی، یعنی به ازای هر شاخص از حاصلضرب وزن گزینه نسبت به آن معیار در وزن آن معیار به دست می‌آید (میرغفوری و همکاران، ۱۳۸۸).

نتایج

به دلیل اینکه در این تحقیق روش *AHP* فازی با عنوان روش تحلیل توسعه‌ای *EA* انجام می‌گیرد از پاسخ‌دهندگان خواسته شد تا از اعداد فازی مثلثی برای مقایسه‌های زوجی استفاده کنند. جدول‌های استاندارد روش *AHP* فازی بین همه خبرگان بخش زراعی توزیع شده است. پس از تلفیق جدول‌های مقایسه زوجی، با استفاده از میانگین هندسی و محاسبه جدول‌های نهایی مقایسه‌های زوجی، داده‌های فازی به برنامه‌ای در محیط *Excel* داده شد و با استفاده از تعاریف و مفاهیم *AHP* فازی، ضریب‌های هر یک از ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی محاسبه می‌شود.

نتیجه این تحلیل‌ها که شامل تعیین ضریب اهمیت شاخص‌ها و نیز تعیین وزن یا اهمیت گزینه‌ها در رابطه با شاخص‌ها است، در جدول‌های (۲) و (۳) نشان داده شده‌اند. در پایان نیز با تلفیق نتایج جدول‌های (۲) و (۳) اولویت نهایی گزینه‌ها با استفاده از *AHP* فازی در جدول (۴) آورده شده است.

جدول (۲) اهمیت نسبی شاخص‌ها در *AHP* فازی

	معیارها	وزن معیارها
	سوددهی	۰/۱۶۳
معیارهای کمی	سرمایه اولیه لازم	۰/۱۵۲
	بازده در هکتار	۰/۱۴۶
	مدت اشغال زمین	۰/۱۲۳
معیارهای کیفی	تخصص و مهارت	۰/۱۱۰
	مزیت های منطقه	۰/۰۹۹
	مقاومت در برابر آفات	۰/۰۸۷
	تضمین خرید	۰/۰۶۸
	امکان کشت مکانیزه در منطقه	۰/۰۴۹
	خطرپذیری کشت محصول	۰/۰۰۰

منبع: یافته های تحقیق

همان‌گونه که دیده می‌شود از میان شاخص‌های کمی، با توجه به نظر خبرگان زراعی، شاخص سوددهی دارای بیشترین اهمیت و شاخص مدت اشغال زمین کمترین درجه اهمیت را دارد. همچنین با توجه به شاخص‌های کیفی، شاخص تخصص و مهارت دارای بیشترین اهمیت و شاخص خطرپذیری کشت محصول کمترین درجه اهمیت را دارد. جدول (۳) اهمیت نسبی گزینه‌ها (برنج خزر، بینام و طارم) را در رابطه با هر شاخص نشان می‌دهد.

پرتال جامع علوم انسانی

جدول (۳) اهمیت نسبی گزینه‌ها در رابطه با هر شاخص در *AHP* فازی

	سوددهی	سرمایه اولیه لازم	بازده در هکتار	مدت اشغال زمین	تخصص و مهارت	مزیت های منطقه	مقاومت در برابر آفات	تضمین خرید	امکان کشت مکانیزه در منطقه	خطرپذیری کشت محصول
برنج خزر	۰/۲۶۲	۰/۰۰۰	۰/۲۳۴	۰/۱۱۰	۰/۰۰۰	۰/۲۴۸	۰/۰۰۰	۰/۱۵۴	۰/۰۸۴	۰/۱۰۴
برنج بینام	۰/۲۷۷	۰/۰۱۵	۰/۱۶۸	۰/۱۴۸	۰/۰۰۰	۰/۲۵۸	۰/۰۰۰	۰/۱۴۶	۰/۰۷۹	۰/۱۲۴
برنج طارم	۰/۴۱۱	۰/۰۰۷	۰/۱۳۱	۰/۱۵۰	۰/۰۰۰	۰/۴۱۲	۰/۰۰۰	۰/۱۵۹	۰/۰۸۱	۰/۱۲۸

منبع: یافته‌های تحقیق

با به کارگیری فرایند تلفیق نتایج جدول‌های(۲) و (۳) در یک ماتریس ترکیب می‌شوند، نتیجه این تلفیق، اولویت‌بندی نهایی گزینه‌های تصمیم است. جدول (۴) نتایج را نشان می‌دهد.

جدول(۴) اولویت نهایی گزینه‌های تصمیم گیری در*AHP* فازی

گزینه‌ها	ضریب اهمیت گزینه‌ها	رتبه‌بندی
برنج خزر	۰/۱۲۰	رتبه دوم
برنج بینام	۰/۱۱۹	رتبه سوم
برنج طارم	۰/۱۵۵	رتبه اوم

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که در جدول (۴) آمده است، از نظر خبرگان زراعی، ترتیب نهایی اهمیت گزینه‌ها، با هدف گزینش مناسب‌ترین محصول به این صورت است که برنج طارم (۰/۱۵۵) در اولویت اول و برنج خزر (۰/۱۲۰) با اختلاف وزنی بسیار ناچیزی از برنج بینام (۰/۱۱۹) در اولویت بعدی قرار دارد.

در نهایت با توجه به یافته‌های به‌دست آمده از تکمیل پرسشنامه *AHP* فازی و داده‌های دریافت شده از مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان، الگوی برنامه‌ریزی چند شاخصه اولویت‌بندی شده برای طراحی الگوی بهینه کشت، با استفاده از نرم افزار *LINGO* بکار گرفته شد. هدف، در این تحقیق به دست آوردن الگوی کشت مناسب برای محصولات زراعی برگزیده است. با توجه به به کارگیری روش یاد شده در رابطه با تعیین الگوی بهینه کشت در منطقه، نتایج به دست آمده از اجرای مدل در دو حالت مدل برنامه‌ریزی خطی معمولی و با فرض اینکه هدف کشاورز تنها بیشینه کردن سود است و حالت ترکیب تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه‌ریزی خطی با در

نظر گرفتن درجه اولویت نهایی محصولات و با لحاظ کردن تاثیر شاخص‌های کمی و کیفی، در جدول شماره (۵) آمده است:

جدول (۵) مقایسه سطح زیرکشت الگوهای کنونی و بهینه

سطح زیر کشت محصول (هکتار)	الگوی کشت کنونی	الگوی بهینه تنها بر پایه بیشینه کردن سود (LP)	الگوی بهینه با در نظر گرفتن درجه اولویت نهایی ($FAHP+LP$)
برنج خزر	۶۰۰۰	۰	۱۰۲۰۰
برنج بینام	۴۲۰۰	۱۰۲۰۰	۰
برنج طارم	۴۲۰۰	۴۲۰۰	۴۲۰۰
سود (میلیون ریال)	۷۱۵۶۶۲/۵	۷۲۱۰۱۱/۱	۷۱۱۹۱۸/۴۵

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج به دست آمده از جدول (۵) نشان داد که با حل مدل برنامه‌ریزی خطی معمولی، برنج بینام و برنج طارم وارد الگوی کشت محصولات شالیزار می‌شوند که سطح زیر کشت آنها به ترتیب ۱۰۲۰۰ و ۴۲۰۰ هکتار برای دستیابی به سود ۷۲۱۰۱۱/۱ میلیون ریال می‌باشد. این در حالی است که ترکیب تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه‌ریزی خطی، که در آن درجه اولویت نهایی محصولات را به کمک روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (بر پایه نظر کارشناسان و خبرگان) محاسبه نموده و وزن‌های نهایی در تابع هدف مدل برنامه‌ریزی خطی وارد می‌شود، دیده می‌شود که در این حالت افزون بر برنج طارم، کشت برنج خزر به میزان ۱۰۲۰۰ هکتار به جای برنج بینام را در الگوی کشت توصیه می‌کند، این راه حل میزان سود ۷۱۱۹۱۸/۴۵ میلیون ریال را موجب می‌شود. همان‌طور که دیده می‌شود سطح زیر کشت برنج طارم در هر دو حالت یکسان و برابر سطح زیرکشت موجود می‌باشد. همچنین دیده می‌شود هرچه از الگوی فعلی کشت به سوی الگوی بهینه حرکت کنیم، به سود تولیدکنندگان اضافه شده که نشان‌دهنده آن است، استفاده کنونی از منابع، به صورت بهینه نبوده و امکان افزایش سود وجود دارد. همان‌طور که در بررسی‌های اکبری و زاهدی نشان داده شد، با پیروی از روش ترکیب تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه‌ریزی خطی الگوی بهینه دقیق‌تر و منابع به گونه بهتری تخصیص می‌یابد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این تحقیق در آغاز تلاش شد تا اولویت‌بندی ارقام برنج بر پایه شاخص‌های کمی و کیفی مطرح شده انجام گیرد. به موازات تعیین ضریب‌های وزنی همه عامل‌ها که از راه تکمیل پرسشنامه

برای ۸ تن از کارشناسان زراعی انجام شد، داده‌های مربوط به اهمیت محصولات نسبت به شاخص‌های کمی و کیفی و همچنین اهمیت شاخص‌ها در یافتن مناسب‌ترین محصول تهیه شد. در نهایت از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی چانگ که اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هستند، داده‌های فازی در برنامه *Excel* برای تعیین اولویت‌بندی گزینه‌ها مورد استفاده قرار گرفت. بدین شکل تعیین اولویت هر محصول نسبت به دیگری با بهره‌گیری از شاخص‌های ده‌گانه مشخص شد که خود می‌تواند در تدوین برنامه‌های آتی کشت محصولات مورد استفاده قرار گیرد. نتایج نشان داد ترتیب نهایی اهمیت محصولات به این صورت است که برنج طارم (۰/۱۵۵) در اولویت اول و برنج خزر (۰/۱۲۰) با اختلاف وزنی بسیار ناچیزی از برنج بینام (۰/۱۱۹) در اولویت بعدی قرار دارد. در بخش دوم این تحقیق به تعیین الگوی کشت با استفاده از نرم افزار *LINGO*، در دو حالت مدل برنامه‌ریزی خطی معمولی و با فرض اینکه هدف کشاورز تنها بیشینه کردن سود است و حالت ترکیب تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه‌ریزی خطی با در نظر گرفتن درجه اولویت نهایی محصولات و با لحاظ کردن تاثیر شاخص‌های کمی و کیفی پرداخته شده است. نتایج نشان داد که برنامه‌ریزی خطی معمولی، الگوی بهینه کشت برنج بینام (۱۰۲۰۰ هکتار) و برنج طارم (۴۲۰۰ هکتار) را در اراضی آبی نشان می‌دهد، این در حالی است که ترکیب تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه‌ریزی خطی، افزون بر برنج طارم، کشت برنج خزر به میزان ۱۰۲۰۰ هکتار به جای برنج بینام را در الگوی کشت توصیه می‌کند.

با توجه به نتایج تحقیق پیشنهاد می‌شود:

در سیاست‌گذاری‌های کلان در بخش کشاورزی مانند بررسی‌های آمایش استان‌ها بهتر است که در تعیین الگوی مناسب کشت محصولات کشاورزی در هر منطقه از روش‌های جدید برنامه‌ریزی ریاضی مانند روش ترکیب تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه‌ریزی خطی به دلیل دقیق بودن و سازگاری بیشتر آن با شرایط واقعی به جای روش‌های کلاسیک برنامه‌ریزی ریاضی استفاده شود.

در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات کشاورزی بهتر است تنها به جای تکیه بر شاخص‌هایی مانند سوددهی یا هزینه‌های تولید، شاخص‌های موثر و کارساز دیگری مانند خطرپذیری کشت محصولات، مزیت‌های نسبی، سطح مکانیزاسیون منطقه و ... که در تولید محصولات کشاورزی نقش مهمی دارند نیز در نظر گرفته شود.

به واحدهای زراعی شهرستان بابلسر، بر پایه وضعیت موجود الگوی کشت ارقام برنج طارم و خزر توصیه شود.

منابع

آذر، ع. و فرجی، ح. (۱۳۸۷) علم مدیریت فازی. موسسه کتاب مهربان نشر، چاپ چهارم، تهران، ص ۲۵۷-۲۱۶.

اکبری، ن. و زاهدی کیوان، م. (۱۳۸۷) تصمیم گیری چند شاخصه فازی و کاربرد آن در تعیین الگوی بهینه کشت در مزارع. مجله اقتصاد کشاورزی، جلد ۱ (۲): ۲۱- ۳۶.

برجعلی‌لو، ن. حاجی میرعرب، س. م. و اشراق نیای جهرمی، ع. (۱۳۸۹) ارائه الگوی تفکر استراتژی :تصمیم گیری و الویت بندی در شرکت پارس خودرو. پنجمین کنفرانس بین المللی مدیریت استراتژیک، تهران.

شوندی ح. (۱۳۸۵) نظریه مجموعه های فازی و کاربرد آن در مهندسی صنایع و مدیریت، انتشارات گسترش علوم پایه تهران، چاپ دوم، تهران.

قدسی پور س. ح. (۱۳۸۴) فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر(پلی تکنیک تهران، چاپ چهارم، تهران.

محمدیان، ف. شاهنوشی، ن. قربانی، م. و عاقل، ح. (۱۳۸۸) انتخاب الگوی کشت بالقوه محصولات زراعی بر اساس روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). مجله دانش کشاورزی پایدار، (۱).

منصوری، ه. و کهنسال، م. (۱۳۸۶) تعیین الگوی بهینه کشت زراعی بر اساس دو دیدگاه اقتصادی و زیست محیطی. فصلنامه اقتصاد کشاورزی، (۴).

مؤتمنی، ع. جواد زاده، م. و تیزفهم، م. (۱۳۸۹) ارزیابی عملکرد راهبردی بانک ها. مجله مطالعات مدیریت راهبردی، (۱): ۱۵۹ -۱۱۴.

میرغفوری، س. ح. رجبی پور میبدی، ع. و فرید، د. (۱۳۸۸) کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی در اولویت بندی عوامل مؤثر بر انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران از دیدگاه سهامداران. مجله توسعه و سرمایه، سال دوم، (۳): ۱۳۰ - ۱۱۱.

ولی‌پور، م. (۱۳۸۶) اولویت بندی قابلیت های تکنولوژی محوری با استفاده از AHP فازی (مطالعه موردی: شرکت ایران خودرو). پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه مازندران.

Abdel-Kader ,M. G. and Dugdale, D. (2001) Evaluating Investments in Advanced Manufacturing Technology: A Fuzzy set Theory Approach, British Journal of Accounting, 33: 455˚489.

Biswas, A. and Baran pal, B. (2004) Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agricultural system, Omega, 33: issue 5.

Chang, D. Y. (1996) Application of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP, European Journal of operational Research, 95: 649-655.

Ghodsypour, S.H. and O Brien, C.(1998) A Decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated Analysis Hierarchy Process and Linear Programming, International Journal of Production Economics.

Hill, M.J. and Braaten, R. (2005) Multi-criteria decision analysis in spatial decision support: the ASSESS analytic hierarchy process and the role of quantitative methods and spatially explicit analysis, Environmental Modeling and Software, 20: 955-976.

Mau J. and et al. (2005) Siting analysis of farm-based centralized anaerobic digester systems for distributed generation using GIS, Biomass and Bioenergy, 28: 591˚ 600.

Shaw, K., Shankar, R., Yadav, S. and Thakav, L.(2012)'Supplier selection using fuzzy AHP and fuzzy multi-objective linear programming for developing low carbon supply chain, Expert Systems with A pplications ,39: 8182˚ 8192.

Tabibi, J. and Maleki, M.R.(2003) Strategic Planning, Termeh Publishing Tehran (In Persian).

Vargas, L. G.(1990) An Overview of the Analytic Hierarchy Process and its Application, European Journal of Operational Research, 48: 2-8.

Wang, Y. and Chin, K.(2008) A linear goal programming priority method for fuzzy analytic hierarchy process and its applications in new product screening, International Journal of Approximate Reasoning, 49:451˚ 465.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی