تدوین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی در دشت ماهیدشت با استفاده از الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی و تابع مسافت اقلیدوسی

مصیب باولی[1*]، کامران عادلی [2]، فرشاد محمدیان[3]، سهراب دل انگیزان[4]
[1*]- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه لرستان
۲- استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه لرستان
۳- دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران
۴- استادیار گروه علوم اقتصادی، دانشگاه رازی
Mym.Bavali@gmail.com

چکیده:

هدف اصلی این مطالعه ارائه و بکارگیری یک مدل برنامه ریزی ریاضی برای تعیین الگوی بهینه کشت، به منظور دستیابی همزمان به اهداف اقتصادی کشاورز و اهداف زیست محیطی در جهت رسیدن به توسعه پایدار کشاورزی است. بدین منظور با استفاده از الگوهای برنامه ریزی ریاضی از جمله الگوهای برنامه ریزی خطی متعارف، آرمانی قطعی و آرمانی فازی، برای دست یابی به اهداف حداکثر کردن بازده برنامه‌ایی، حداقل کردن هزینه‌های سرمایه گذاری نقدی، حداقل کردن مصرف آب و حداقل کردن مصرف کودها و سموم شیمیایی، الگوهای مختلف زراعی برای اراضی دشت ماهیدشت در قالب چهار سناریو پیشنهاد شد. در سناریوهای الگوی برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی، اولویت اول اهداف به ترتیب در سناریو اول با حداکثر کردن بازده برنامه ایی، سناریوی دوم با حداقل کردن هزینه‌های سرمایه گذاری نقدی، سناریو سوم با حداقل کردن مصرف آب و سناریو چهارم با حداقل کردن مصرف کودها و سموم شیمیایی می‌باشد. سناریوی برتر مطالعه در الگوی برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی که با استفاده از تابع فاصله ای اقلیدوسی بدست آمد، سناریو سوم با کاهش بازده برنامه ای به میزان ۱ درصد در مدل قطعی و افزایش بازده برنامه ایی به میزان ۵ درصد در مدل فازی و کاهش هزینه های سرمایه گذاری نقدی، آب مصرفی، کود شیمیایی مصرفی و سموم شیمیایی مصرفی به ترتیب به میزان ۱/۳۶، ۱۰، ۱۷/۲۹، ۱۱/۱۷ درصد در مدل قطعی و ۰/۸۱، ۵/۱۲، ۱۵/۲۵ و ۷/۸۸ درصد در مدل فازی می باشد.

کلمات کلیدی: الگوی بهینه کشت، برنامه ریزی خطی تک هدفه، برنامه ریزی آرمانی قطعی، برنامه ریزی آرمانی فازی، تابع مسافت اقلیدوسی

مقدمه

بیان مسئله

برنامه ریزی کمیت تولید در هر منطقه بر اساس تطابق اقلیم و بهره برداری بهینه از منابع موجود یکی از ضرورت های اساسی بخش کشاورزی است. در سال های اخیر به دلیل کاهش منابع در دسترس مانند آب و خاک حاصلخیز، و همچنین افزایش هزینه تولید ضرورت بازنگری در الگوی کشت موجود بیش از پیش مشهود می باشد.

الگوی کشت به روشی از برنامه ریزی اطلاق می شود که با در نظر گرفتن شرایط فنی، اقتصادی و اهداف استراتژیک کشور میزان تولید در هر واحد جغرافیایی برای دوره های زمانی خاص تعیین و هدف گذاری می گردد. الگوی کشت می تواند زیر بنای بهره وری باشد و بستر لازم برای انجام عملیات ارتقاء بهره وری را فراهم نماید. اما بهره وری بدون داشتن الگوی کشت اتفاق نمی افتد. چون داشتن برنامه تولید محصولات از نظر کمی پیش نیاز تعریف پروژه های بهره وری است. بدین منظور برنامه ریزی الگوی کشت در دشت ماهیدشت با بهره گیری از آخرین روش های علمی که مدل سازی شرایط موجود و لحاظ نمودن نظرات فنی، اقتصادی و استراتژیک در متغیرهای آن است، انجام خواهد شد و بر اساس اطلاعات موجود در هر منطقه الگوی فعلی برداشت می گردد.

در مناطقی مانند دشت ماهیدشت که با بحران کم آبی و خشکسالی مواجه است، با برنامه ریزی صحیح در ارتباط با الگوی بهره برداری از اراضی(الگوی کشت) می توان تقاضا برای آب را مدیریت کرد. این دشت از مناطق مهم کشت محصولات زراعی و باغی در استان می باشد. به دلیل کمبود بارش در منطقه مورد نظر، آبهای سطحی قابل ذکری وجود نداشته و آبهای زیرزمینی بخش عمده ای از آب مصرفی بخش کشاورزی را تامین می نمایند. کم آبی و خشکسالی های پیاپی و همچنین افزایش روز افزون جمعیت در سال های اخیر و فقدان جریان های سطحی دائمی در حوزه آبریز منطقه موجب شده که آبخوان محدود این دشت تنها منبع تامین نیازهای آبی منطقه را تشکیل دهد. از طرف دیگر در نتیجه بهره برداری بیش از حد منابع آب زیرزمینی، تغییرات مشخصی از قبیل افت شدید و مستمر سطح آب، منفی شدن بیلان و افزایش شدید کسری مخزن، نامطلوب شدن کیفیت آب از نظر شرب، صنعتی و کشاورزی و هجوم جبهه شوری روی داده است. با توجه به مشکلات قابل ملاحظه محدوده مطالعاتی مذکور، این محدوده به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شده است. از سوی دیگر با توجه به الگوی زراعی موجود در منطقه که عمدتا محصولاتی با نیاز آبی بالا را در بر می گیرد، به نظر می رسد که این مساله فشار شدیدی را بر منابع آبی منطقه به ویژه منابع زیرزمینی وارد می سازد که در سالهای اخیر به دلیل بارندگی های کم و نامنظم در دوره رشد محصولات زراعی با مشکلات جدی مواجه بوده است. بنابراین برای جلوگیری از تشدید بحران، باید به سمت مدیریت تقاضای آب از جمله به سمت تغییر در الگوی کشت حرکت کرد.

اهدف تحقق

امروزه یکی از اساسی ترین نیازهای بشر برای رسیدن به خود کفایی دستیابی به کشاورزی پایدار است. کشاورزی پایدار دو هدف عمده زیر را با هم تلفیق می کند:

- ✓ بهداشت محیطی
- ✓ سوددهی اقتصادی

بنابراین در مطالعه حاضر آرمانهای مورد نظر با تأکید بر پایداری کشاورزی به دو سطح زیر تقسیم بندی می شوند:

سطح اول: آرمان های اقتصادی:

۱) آرمان دسترسی به سطح مطلوب بازده برنامه ای در منطقه (افزایش بازده برنامه ای)

۲) آرمان دسترسی به سطح مطلوب هزینه های سرمایه گذاری نقدی در منطقه (کاهش هزینه ها)

سطح دوم: آرمان زیست محیطی دسترسی به سطح مطلوب مصرف آب،کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی درمنطقه (کاهش مصرف نهاده ها)

مطالعات گوناگونی در ارتباط با تعیین الگوی کشت با اهداف متنوع بالأخص پایداری کشاورزی با استفاده برنامه‌های ریاضی انجام شده است. از جمله آن‌ها می توان به موارد زیر اشاره کرد: چیذری و همکاران (۱۳۸۴)، صبوحی و همکاران (۱۳۸۵)، صالح و همکاران (۱۳۸۶)، کهنسال و همکاران (۱۳۸۷)، محسن‌پور و زیبایی (۱۳۸۸)، محمدیان و همکاران (۱۳۸۸)، زمانی و همکاران (۱۳۸۹)، فسخودی و همکاران (۱۳۸۹)، محمدی و همکاران (۱۳۹۰)، علیزاده و همکاران (۱۳۹۱)، باریکانی و همکاران (۱۳۹۱)، ماهندران و همکاران (۲۰۰۶)، شارما و همکاران (۲۰۰۹)، زنگا و همکاران (۲۰۱۰)، عبدالقادر و همکاران (۲۰۱۲) و پال و همکاران (۲۰۱۲).

نتایج بیشتر مطالعات انجام شده نشان می دهد که الگوهای کشت بیشتر مناطق مطالعه شده بهینه نبوده و درجهت مخالف دستیابی به پایداری کشاورزی است. که با ارائه‌ی الگوی کشت بهینه با استفاده از الگوهای مختلف برنامه ریزی ریاضی افزون بر بهبود شرایط موجود، باعث می شود از منابع و نهاده ها به گونه‌ی مطلوب استفاده شود.

سؤالات مطالعه

آیا الگوی کنونی کشت و نحوه استفاده از منابع تولید موجود در منطقه بهینه است؟

آیا منابع موجود از جمله آب بطور بهینه تخصیص یافته اند؟

فروض مطالعه

۱. الگوی جاری کشاورزان در دشت ماهیدشت، الگوی بهینه زراعی نمی باشد.

۲. زراعین دشت ماهیدشت در برقراری مصالحه بین اهداف مختلف، ناکارا عمل می نمایند.

روش شناسی

مبانی نظری الگوی برنامه ریزی خطی تک هدفه:

هدف برنامه‌ریزی خطی به حداکثر یا حداقل رساندن تابع هدف با در نظر گرفتن محدودیت های فیزیکی مدل می باشد. فرم کلی الگوی برنامه ریزی خطی که تنها یک هدف را دنبال می کند به صورت رابطه (۱) است:

$$\begin{aligned}&\text{Find } X(x_1,x_2,x_3,...,x_n)\\&\text{So as to satisfy}\\&MAX: \quad f(X)\\&\text{Subject to:}\\&g_j(X)\begin{pmatrix}\le\\=\\\ge\end{pmatrix}B_j, \quad X\ge 0 \ , \ j=1,2,...,m\end{aligned} \qquad (۱)$$

که در آن، $f(X)$ تابع هدف (غیرخطی) و $g_j(X)\begin{pmatrix}\le\\=\\\ge\end{pmatrix}B_j$ منعکس کننده مجموعه محدودیت های فیزیکی مدل (خطی و غیرخطی) می باشد.

مبانی نظری الگوی برنامه ریزی آرمانی قطعی:

در این مدل همه‌ی پارامترهای مسأله باید به دقت در محیط تصمیم‌گیری تعیین شده باشند و همه اهداف و محدودیت ها باید به صورت قطعی باشند. برای حل الگوی برنامه ریزی آرمانی قطعی به صورت زیر عمل می شود.

$$\begin{aligned}&\text{Find } X(x_1,x_2,x_3,...,x_n)\\&\text{So as to satisfy}\\&MIN \quad Z=\left[W_1(d^-,d^+),W_2(d^-,d^+),...,W_k(d^-,d^+)\right]\\&\text{Subject to:}\\&f_i(x)+d_i^- - d_i^+ = b_i\\&g_j(X)\begin{pmatrix}\le\\=\\\ge\end{pmatrix}B_j \ , \ j=1,2,...,m\\&X,d_i^-,d_i^+\ge 0, \quad d_i^-.d_i^+=0\end{aligned} \qquad (۲)$$

که در آن، X بردار متغیرهای تصمیم گیری، d_i^+ و d_i^- به ترتیب انحرافات مثبت و منفی از iامین آرمان، Z برداری از اهداف وزن داده شده، $W_1(d^-,d^+)$ تابع خطی از انحرافات منفی و مثبت که با استفاده از

عناصر w (وزن ها) اهمیت آرمانها در مدل نشان داده می شود. ملاحظه می شود برای حل الگوهای برنامه ریزی آرمانی به تعداد اهداف مدیر، محدودیت های آرمانی به مجموعه محدودیت های فیزیکی مدل اضافه می شود.

مبانی نظری الگوی برنامه ریزی آرمانی فازی:

در این مدل سطوح آرمانی اهداف مختلف همیشه بصورت فازی (نامشخص) مورد بررسی قرار می گیرد، در حالیکه مقادیر سمت راست محدودیت ها می توانند بصورت فازی یا غیر فازی باشند که بستگی به فازی بودن محیط تصمیم گیری دارد (بیسواس و همکاران ۱۹۷۸). در این مطالعه مقادیر سمت راست محدودیت ها به صورت قطعی برای رسیدن به اهداف مختلف مورد بررسی قرار می گیرد.

فرم کلی مدل چندفه فازی بصورت زیر است:

$$\text{Find } X(x_1, x_2, x_3, ..., x_n)$$

$$\text{So as to satisfy}$$

$$f_i(x) \begin{pmatrix} \lesssim \\ \cong \\ \gtrsim \end{pmatrix} b_i \qquad (۳)$$

$$\text{Subject to :}$$

$$g_j(X) \begin{pmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{pmatrix} B_j \ , \ X \geq 0 , \ j = 1,2,...,m$$

که $f_i(x)$، iامین آرمان فازی (خطی یا غیرخطی) و b_i سطوح آرمانی مرتبط با $f_i(.)$ می باشد. علامتهای $\lesssim$، $\cong$، $\gtrsim$ منعکس کننده فازی بودن سطوح آرمانها و $g_j(X) \begin{pmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{pmatrix} B_j$ منعکس کننده مجموعه محدودیت‌های فیزیکی مدل (خطی و غیر خطی) می باشد.

در محیط تصمیم گیری فازی آرمان ها بوسیله توابع عضویت مربوط به آنها که از تعریف تغییرات قابل تحمل بالا و پایین بدست می آید، مشخص می شوند و نوع تابع عضویت بستگی به نوع آرمان دارد. سطح آرمانی iامین آرمان فازی در رابطه (۳) بیان می کند که تصمیم گیرنده حتی برای مقادیر بزرگتر از b_i به میزان تغییرات قابل تحمل مجاز بیشتر یا کمتر از b_i به همان میزان راضی خواهد شد.

محدوده تغییرات قابل تحمل مجاز برای دستیابی به سطوح آرمانی فازی با انواع محدودیت های داده شده $\cong$، $\lesssim$ و $\gtrsim$ به ترتیب به صورت $(b_i - t_i, b_i + t_i)$، $(b_i, b_i + t_i)$ و $(b_i - t_i, b_i)$ خواهد بود که $(b_i - t_i)$ و $(b_i + t_i)$ به ترتیب محدوده تغییرات قابل تحمل پایین و بالا نامیده می شوند. اگر t_i نشان دهنده تغییرات قابل

تحمل برای سطوح آرمانی، b_i، باشد، تابع عضویت متناظر با آرمان فازی iام، $\mu_i(x)$، می تواند به صورت زیر تعریف شود.

برای محدودیت های آرمانی از نوع $\cong$، $\mu_i(x)$ به صورت رابطه (۴) می باشد:

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & if \quad f_i(.) = b_i, \\ \dfrac{(b_i + t_i) - f_i(.)}{t_i} & if \quad b_i < f_i(.) \le b_i + t_i, \\ \dfrac{f_i(.) - (b_i - t_i)}{t_i} & if \quad b_i - t_i \le f_i(.) < b_i \\ 0 & if \quad \begin{matrix} f_i(.) < b_i - t_i \\ f_i(.) > b_i + t_i \end{matrix} \end{cases} \qquad (٤)$$

برای محدودیتهای آرمانی از نوع $\lesssim$، $\mu_i(x)$ به صورت رابطه (۵) می باشد.

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & if \quad f_i(.) \le b_i \\ \dfrac{(b_i + t_i) - f_i(.)}{t_i} & if \quad b_i < f_i(.) \le b_i + t_i \\ 0 & if \quad f_i(.) > b_i + t_i \end{cases} \qquad (٥)$$

و برای محدودیت های آرمانی از نوع $\gtrsim$، $\mu_i(x)$ به صورت رابطه (۶) می باشد:

$$\mu_i(x) = \begin{cases} 1 & if \quad f_i(.) \ge b_i, \\ \dfrac{f_i(.) - (b_i - t_i)}{t_i} & if \quad b_i - t_i \le f_i(.) < b_i, \\ 1 & if \quad f_i < b_i - t_i \end{cases} \qquad (٦)$$

قابل ذکر است که $\mu_i(x)$ در رابطه (۴) و (۵) حالتهای ویژه ای از $\mu_i(x)$ تعریف شده برای هر دو محدوده تغییرات مجاز راست و چپ در رابطه (۶) می باشد. در محیط تصمیم گیری فازی، دستیابی آرمان فازی به سطح آرمانی آن به معنی دستیابی تابع عضویت مرتبط با آن به بیشترین مقدار (یک) می باشد. توابع عضویت بوسیله تعیین کردن بالاترین مقدار به عنوان سطح آرمانی و معرفی متغیرهای انحرافی مثبت و منفی برای هرکدام از آنها به اهداف عضویت تغییر پیدا می‌کنند، سپس در تابع هدف مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی، متغیرهای انحرافی منفی براساس اهمیت دستیابی به مقادیر مطلوب حداقل می‌شوند. مدل ابتدایی آرمانی فازی و روش حل آن ابتدا توسط ناریسمهان ارائه شد. تیواری و همکارانش روشی برای بیان مدل FGP ارائه نمودند که در زیر به آن اشاره می شود.

Find $X(x_1, x_2, ..., x_n)$
So as to satisfy
$MIN \quad Z = [W_1(d^-), W_2(d^-), ..., W_k(d^-)]$
Subject to :

$$\frac{(b_i + t_i) - f_i(X)}{t_i} + d_i^- - d_i^+ = 1,$$
$$\frac{f_i(X) - (b_i - t_i)}{t_i} + d_i^- - d_i^+ = 1, \qquad (۷)$$
$$g_j(X) \begin{pmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{pmatrix} B_j \ , \ X \geq 0 \ , j = 1,2,...,m$$

With $d_i^- . d_i^+ = 0,\ d_i^-, d_i^+ \geq 0$

که Z برداری از اهداف وزن داده شده، d_i^-, d_i^+ به ترتیب متغیرهای انحرافی مثبت و منفی در iامین آرمان می باشد. $W(d_i^-)$ ، یک تابع خطی وزن داده شده از متغیرهای انحرافی منفی است که به فرم زیر است:

$$W(d_i^-) = \sum_{i=1}^{k} w_{ik} . d_{ik}^- \quad w_{ik}, d_{ik}^- \geq 0, \quad i = 1,2,...,I \qquad k = 1,2,...,K \qquad K \leq I \qquad (۸)$$

d_i^- متغیر انحرافی منفی برای iامین آرمان و w_i وزن عددی مرتبط با d_i^- و نشان دهنده اهمیت دستیابی به سطح مطلوب iامین آرمان نسبت به دیگر آرمان‌ها که با هم در kامین اولویت گروه بندی شده اند، می‌باشد (تیواری ۱۹۹۶).

در این مطالعه هر سناریو ارایه شده برای هر یک از اهداف مقداری پیشنهاد می کند که با مقدار مطلوبی که برای آن هدف در نظر گرفته شده است تفاوت خواهد داشت لذا سناریویی که کمترین تفاوت ها را با مقادیر مطلوب اهداف داشته باشد، به عنوان مدل پیشنهادی این مطالعه انخاب خواهد شد. لذا از تابع فاصله ای (مسافت) اقلیدوسی برای تعیین مجموع تفاوت های هر الگو استفاده خواهد شد که به شکل زیر می باشد.

$$D_k = \sum \left(\frac{B_j - M_j}{B_j} \right) \qquad k = 1,2,3,4$$

(۹)

در رابطه (۹)، D_k: مقدار تابع فاصله ایی اقلیدوسی، B_j: سطح مطلوب آرمان jام و M_j: مقدار هدف jام در اولویت بندی kام می باشند. هر چقدر مقدار D کمتر باشد، نشان دهنده ی ان است که سناریو مورد نظر، اهداف مطالعه را نسبت به سناریوهای دیگر بیشتر اغنا کرده است. بنابراین به عنوان سناریو برتر انتخاب خواهد شد.

روش نمونه گیری بکار گرفته شده در این مطالعه روش نمونه گیری خوشه ای می باشد. در این روش واحد اندازه گیری فرد نیست بلکه گروهی از افراد هستند که به صورت طبیعی شکل گرفته و گروه خود را تشکیل داده اند. حجم نمونه مورد استفاده نیز با استفاده از فرمول کوکران ۲۷۷ پرسشنامه بدست آمد.

تجزیه و تحلیل داده ها

از آنجا که الگوی برنامه ریزی خطی متعارف یک تکنیک بهینه کردن تک هدفه است و طبیعت بسیاری از مسایل کشاورزی چند هدفه بوده و گاه این اهداف با هم در تعارض هستند، بنابراین باید به سمت استفاده از الگوهای

برنامه ریزی آرمانی قطعی و برای انعطاف پذیر کردن مدل به سمت الگو های برنامه ریزی آرمانی فازی پیش رفت.

برای این منظور ابتدا با استفاده از برنامه ریزی خطی متعارف تک هدفه، الگویی طراحی گردیده است که در این الگو محدودیت های فنی در نظر گرفته شده، محدودیت زمین در دسترس، محدودیت آب در دسترس ماهانه، محدویت ساعات کار ماشین آلات، محدودیت نیروی کار در دسترس و محدودیت تأمین نیاز علوفه ایی دام می باشد. سپس با استفاده از نتایج بدست آمده در برنامه ریزی تک هدفه و با توجه به محدودیت های اشاره شده، به سمت استفاده از برنامه ریزی آرمانی قطعی و آرمانی فازی در چهار سناریو که در هر سناریو اولویت رسیدن به اهداف متفاوت است، پیش خواهیم رفت. در نهایت با استفاده از تابع مسافت اقلیدوسی بهترین سناریوی که اغنا کننده همه‌ی اهداف بصورت مطلوب است، انتخاب خواهد شد.

نتایج حاصل از الگوی برنامه ریزی خطی تک هدفه:

جدول (۱) تغییرات نسبت به وضعیت موجود سطوح زیر کشت پیشنهادی و اهداف مختلف مربوط به آن ها در الگوی برنامه ریزی خطی متعارف تک هدفه نشان می دهند.

جدول (۱) تغییرات نسبت به وضعیت موجود سطوح زیر کشت پیشنهادی و اهداف مختلف مربوط به آن ها در مدل برنامه ریزی خطی متعارف تک هدفه

محصولات	سطوح زیر کشت موجود (هکتار)	تغییرات نسبت به وضعیت موجود باهدف حداکثر کردن بازده برنامه‌ایی	تغییرات نسبت به وضعیت موجود باهدف حداقل کردن هزینه جاری	تغییرات نسبت به وضعیت موجود با هدف حداقل کردن مصرف آب	تغییرات نسبت به وضعیت موجود باهدف حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی	تغییرات نسبت به وضعیت موجود با هدف حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی
گندم	۸۵۷۰	-۲۶/۱۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
ذرت دانه‌ایی	۳۸۰۰	۶/۱۷	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
جو	۱٤٥٥	۱۱۱/۰۹	۵۲۶/۴۳	۶۸۵/۶۶	۵۵۲/۹۵	۶۷۶/۸۲
هندوانه	۲۰۵	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
گوجه فرنگی	۱۵۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
سبزیجات-برگی	۱۱۸	-۱۰۰	-۱۰۰	۱۰۰۴/۰۶	-۱۰۰	۹۸۵/۹۲
یونجه	۱۰۵	-۱۷/۰۲	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	۹/۹۸
چغندرقند	۷۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
ذرت علوفه-ایی	۵۵	۶۱۱/۶۴	۸۷۴۶/۲۶	۲۸۸۵/۶۱	۳۴۳۰/۲۰	۲۹۴۸/۴۵

پیاز	۳۷	۱۱۳۹/۸۵	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
نخود	۸	-۱۰۰	۴۸۵۳/۷۱	-۱۰۰	۳۶۵۷۷/۳۸	-۱۰۰
کل	۱٤٥۷۳	-۱/۳۵	-۱/۳۵	-۱/۳۵	-۱/۳۵	-۱/۳۵
بازده برنامه ایی	۲۳۷٥۱٦٦۰۰	۹/۶۶	-۲۹/۵۳	-۳۵/۰۷	-۵۵/۴۹	-۳۱/۹۵
هزینه جاری	۲٥۷۱٥۹۸۰	۲/۲۵	-۱۰/۸۸	-۷/۲۹	-۷/۹۰	-۶/۸۹
آب	۱۲۹۹۸۰۰۰۰	۰/۶۵	-۱۳/۱۸	-۳۰/۵۶	-۳۰/۲۵	-۲۸/۷۲
کودهای-شیمیایی	٥۳۱٤۷۲۲	۵/۷۶	-۲۷/۲۸	-۳۴/۶۵	-۴۵/۱۷	-۳۴/۷۵
سموم شیمیایی	۳٤۱٥٤	-۱/۱۱	-۱۰/۱۱	-۲۳/۵۷	-۲۳/۴۶	-۲۳/۷۱

نتایج حاصل از الگوی برنامه ریزی آرمانی:

نتایج الگوی برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی جهت طراحی الگوی بهینه کشت محصولات زراعی منطقه مورد مطالعه، در قالب چهار سناریو ارائه خواهد شد. در هر سناریو وزن رسیدن به سطح مطلوب آرمان مورد نظر متفاوت می باشد که در زیر به این سناریوها اشاره خواهد شد.

سناریو اول، اولویت اول رسیدن به حداکثر کردن بازده برنامه ای و اولویت های بعدی به ترتیب با حداقل کردن هزینه های سرمایه گذاری جاری، حداقل کردن مصرف آب سالانه، حداقل کردن مصرف کود و سموم شیمیایی می باشد.

سناریو دوم، اولویت اول با حداقل کردن هزینه های سرمایه گذاری جاری و اولویت های بعدی به ترتیب با حداکثر کردن بازده برنامه ای، حداقل کردن مصرف آب سالانه، حداقل کردن مصرف کود و سموم شیمیایی می باشد.

سناریو سوم اولویت اول با حداقل کردن مصرف آب سالانه است و اولویت های بعدی به ترتیب با حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی، حداکثر کردن بازده برنامه ای، حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی و حداقل کردن هزینه های سرمایه گذاری جاری می باشد.

در سناریو چهارم اولویت اول با حداقل کردن مصرف کود و سموم شیمیایی و اولویت های بعدی به ترتیب با حداقل کردن مصرف آب سالانه، حداکثر کردن بازده برنامه ای و حداقل کردن هزینه های سرمایه گذاری جاری می باشد.

جدول (۲) و (۳) تغییرات نسبت به وضعیت موجود سطوح زیر کشت پیشنهادی و اهداف مختلف مربوط به آن ها را در الگوی برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی در قالب سناریوهای مطالعه نشان می دهند.

جدول (۲) تغییرات نسبت به وضعیت موجود سطوح زیر کشت پیشنهادی و اهداف مختلف مربوط به آن ها در مدل برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی در سناریو اول و سناریو دوم

محصولات	سطوح زیر کشت موجود (هکتار)	تغییرات نسبت به وضعیت موجودمدل آرمانی قطعی سناریواول	تغییرات نسبت به وضعیت موجود مدل آرمانی فازی سناریو اول	تغییرات نسبت به وضعیت موجود مدل آرمانی قطعی سناریو دوم	تغییرات نسبت به وضعیت موجود مدل آرمانی فازی سناریو دوم
گندم	۸۵۷۰	-۲۶/۸۴	-۲۶/۵۹	-۸۴/۲۳	-۲۶/۸۴
ذرت دانه‌ایی	۳۸۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
جو	۱۴۵۵	۱۱۱/۰۹	۱۱۱/۰۹	۴۴۹/۶۸	۱۱۱/۰۹
هندوانه	۲۰۵	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
گوجه فرنگی	۱۵۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
سبزیجات‌برگی	۱۱۸	۷۲۸/۲۱	۵۰۰/۷۴	۶۴۵/۴۸	۷۲۸/۲۱
یونجه	۱۰۵	۹/۹۸	۹/۹۸	۹/۹۸	۹/۹۸
چغندرقند	۷۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
ذرت علوفه‌ایی	۵۵	۶۸۱۴/۶۶	۶۹۲۸/۷۹	۶۸۵۶/۱۷	۶۸۱۴/۶۶
پیاز	۳۷	۲۷۶/۳۴	۷۷۴/۷۱	۴۷۵/۵۸	۲۷۶/۳۴
نخود	۸	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
کل	۱۴۵۷۳	-۱/۳۵	-۱/۳۵	-۱/۳۵	-۱/۳۵
بازده برنامه ایی (ده هزار ریال)	۲۳۷۵۱۶۶۰۰	۱/۷۲	۵	-۴/۹۸	۱/۷۲
هزینه جاری (ده هزار ریال)	۲۵۷۱۵۹۸۰	-۵	-۳	-۵	-۵
آب (مترمکعب)	۱۲۹۹۸۰۰۰۰	-۳/۸۷	-۳/۰۸	-۱۰	-۳/۸۷
کودهای‌شیمیایی (کیلوگرم)	۵۳۱۴۷۲۲	-۲۳/۶۵	-۱۹/۹۶	-۲۵	-۲۳/۶۵
سموم شیمیایی (لیتر)	۳۴۱۵۴	-۱۱/۵۱	-۹/۵۹	-۱۵/۱۴	-۱۱/۵۱

جدول (۳) تغییرات نسبت به وضعیت موجود سطوح زیر کشت پیشنهادی و اهداف مختلف مربوط به آن ها در مدل برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی در سناریو سوم و سناریو چهارم

محصولات	سطوح زیر کشت	تغییرات نسبت به وضعیت موجودمدل آرمانی قطعی	تغییرات نسبت به وضعیت موجود مدل	تغییرات نسبت به وضعیت موجود مدل	تغییرات نسبت به وضعیت موجود مدل

	موجود (هکتار)	سناریوسوم	آرمانی فازی سناریوسوم	آرمانی قطعی سناریوچهارم	آرمانی فازی سناریوچهارم
گندم	۸۵۷۰	-۸۹/۱۱	-۴۵/۴۵	-۸۴/۲۳	-۲۶/۸۴
ذرت دانه‌ایی	۳۸۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
جو	۱۴۵۵	۴۸۳/۴۲	۲۲۶/۲۴	۴۴۹/۶۸	۱۱۱/۰۹
هندوانه	۲۰۵	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
گوجه فرنگی	۱۵۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
سبزیجات‌برگی	۱۱۸	۱۸۹/۷۲	۱۸۹/۷۲	۶۴۵/۴۸	۷۲۸/۲۱
یونجه	۱۰۵	-۱۰۰	-۱۰۰	۹/۹۸	۹/۹۸
چغندرقند	۷۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
ذرت علوفه‌ایی	۵۵	۷۲۱۹/۳۳	۷۲۱۹/۳۳	۶۸۵۶/۱۷	۶۸۱۴/۶۶
پیاز	۳۷	۱۴۸۶/۳۹	۱۴۸۶/۳۹	۴۷۵/۵۸	۲۷۶/۳۴
نخود	۸	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
کل	۱۴۵۷۳	-۱/۳۵	-۱/۳۵	-۱/۳۵	-۱/۳۵
بازده برنامه ایی (ده هزار ریال)	۲۳۷۵۱۶۶۰۰	-۱	۵	-۴/۹۸	۱/۷۲
هزینه جاری (ده هزار ریال)	۲۵۷۱۵۹۸۰	-۱/۳۶	-۰/۸۱	-۵	-۵
آب (مترمکعب)	۱۲۹۹۸۰۰۰۰	-۱۰	-۵/۱۲	-۱۰	-۳/۸۷
کودهای‌شیمیایی (کیلوگرم)	۵۳۱۴۷۲۲	-۱۷/۲۹	-۱۵/۲۵	-۲۵	-۲۳/۶۵
سموم شیمیایی (لیتر)	۳۴۱۵۴	-۱۱/۱۷	-۷/۸۸	-۱۵/۱۴	-۱۱/۵۱

تابع مسافت اقلیدوسی

از تابع مسافت اقلیدوسی برای تعیین مجموع تفاوت های هر سناریو استفاده می شود. جدول (۴) مسافت اقلیدوسی چهار سناریو را در برنامه ریزی آرمانی قطعی و آرمانی فازی نشان می دهد.

جدول (۴) مقدار تابع مسافت اقلیدوسی در مدل برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی

سناریو اول		ستاریو دوم		سناریو سوم		سناریو چهارم	
آرمانی قطعی	آرمانی فازی	آرمانی قطعی	آرمانی فازی	آرمانی قطعی	آرمانی فازی	آرمانی قطعی	آرمانی فازی
۰/۳۶	۰/۳۰	۰/۴۱	۰/۳۶	۰/۲۹	۰/۲۴	۰/۴۱	۰/۳۶

بحث و نتیجه گیری

این مطالعه به دنبال تدوین الگوی زراعی پایدار با استفاده از الگوهای برنامه ریزی ریاضی با اهداف حداکثر کردن بازده برنامه ای، حداقل کردن هزینه های سرمایه گذاری نقدی، حداقل کردن مصرف آب، حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی و حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی است. نتایج جدول (۱) در الگوی برنامه ریزی خطی تک هدفه نشان می دهد که زمانی که اهداف در جهت حداکثر کردن و یا حداقل کردن قرار می گیرند، در هر هدف فقط به اغنای آن هدف در جهت مثبت خود توجه می شود و سایر اهداف ممکن است به اغنای مثبت خود نرسند. همانطور که در جدول (۱) مشاهده می شود زمانی که هدف حداکثر کردن بازده برنامه ای است، سطح زیر کشت زمین به میزان ۱/۳۵ درصد نسبت به وضعیت موجود کاهش می یابد و درآمد خالص، هزینه های جاری، مصرف آب، مصرف کودهای شیمیایی به ترتیب به میزان ۹/۶۶ ، ۲/۲۵ ، ۰/۶۵، ۵/۷۶ درصد افزایش و مصرف سموم شیمیایی به میزان ۱/۱۱ درصد کاهش می یابد. بنابراین اهداف حداکثر کردن بازده برنامه ایی و حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی در جهت مثبت خود تحقق پیدا کرده اند و سایر اهداف به اغنای مثبت خود نرسیده اند. زمانی که هدف حداقل کردن هزینه های جاری باشد، طبق نتایج جدول (۱) هزینه های جاری، درآمد خالص، مصرف آب، مصرف کود و سموم شیمیایی به ترتیب به میزان ۵۳/۸۸، ۲۹/۱۰، ۱۳/۱۸، ۲۷/۲۸، ۱۰/۱۱ درصد کاهش می یابد که تمامی اهداف به غیر از بازده برنامه ایی در جهت مثبت خود تحقق پیدا کرده اند. همچنان نتایج جدول مذکور در حداقل کردن اهداف مصرف آب، مصرف کود و سموم شیمیایی نشان می دهد که، اهداف هزینه جاری، مصرف آب و مصرف کود و سموم شیمیایی در جهت رسیدن به نتیجه مطلوب خود حرکت کرده اند اما هدف حداکثر کردن بازده برنامه ایی به نتیجه ی دلخواه خود نرسیده است.

نتایج جدول (۱) در مدل برنامه ریزی خطی تک هدفه گواه بر ضعف این مدل در رسیدن همزمان به اهداف در جهت تحقق مثبت خود، می باشد و از آنجا که مطالعه حاضر به دنبال اهداف مختلف و متعارض با یکدیگر می باشد، الگوی ارائه شده در قالب برنامه ریزی آرمانی می باشد. با توجه به اینکه سطوح آرمانی در نظر گرفته شده توسط تصمیم گیرندگان چندان دقیق نیست و در یک محدوده (فاصله) تغییر می کند، وارد کردن اطلاعات به صورت قطعی در مدل ممکن است فرصت هایی را در نتایج (تصمیمات) نهایی از بین ببرد. ولی چنانچه بتوان به طریقی اطلاعات را به همان صورت نادقیق که در دنیای واقعی است، وارد مدل کرده و قادر به حل مدل شویم، توانسته ایم هزینه های فرصت تصمیمات نهایی را به حداقل برسانیم. تفکر فازی و کاربرد آن در برنامه ریزی می تواند به راحتی این مشکل را حل نماید. برای حل الگوهای برنامه ریزی آرمانی (چند هدفه) روش های مختلفی وجود دارد که یکی از روش های حل آن، اولویت بندی اهداف بر اساس وزن دهی به آن‌ها می باشد.

بنابراین در برنامه ریزی های کشاورزی باید به سمت استفاده از مدل های برنامه ریزی آرمانی قطعی حرکت کرد و برای منعطف‌تر شدن مدل از الگوی برنامه ریزی آرمانی فازی نیز استفاده کرد. جدول (۲) و (۳)

نتایج بکارگیری الگوی برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی را در قالب چهار سناریو که در هر سناریو اولویت رسیدن به اهداف متفاوت است، نشان می دهد.

الگوی پیشنهادی برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی در جدول (۲) در سناریو اول که به دنبال دست یابی همزمان به اهداف کشاورزان منطقه با اولویت حداکثر سازی بازده برنامه ایی می باشد، نشان می دهد که بازده برنامه ایی در مدل برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی به ترتیب به میزان ۱/۷۲ و ۵ درصد افزایش یافته است، که این به معنی برتری فازی کردن مدل نسبت به قطعی بودن آن است. همچنین نتایج نشان می دهد که در این سناریو تحقق تمامی اهداف در جهت مثبت خود بوده است. در سناریو دوم محصولات پیشنهادی الگو امکان دسترسی به تمامی اهداف با اولویت حداقل سازی هزینه های نقدی کشاورز را با توجه به محدودیت های مطالعه، دارا می باشند. نتایج جدول مذکور نشان می دهد که در مدل برنامه ریزی آرمانی قطعی، تمامی اهداف به غیر از هدف بازده برنامه ایی در جهت پیشرفت حرکت کرده اند، اما با مشاهده درصد تغییرات جدول (۲) مشخص می شود که در مدل برنامه برنامه ریزی آرمانی فازی علاوه بر اینکه اهداف دیگر در جهت مثبت پیش رفته اند، هدف بازده برنامه ایی نیز در جهت مثبت خود پیش رفته است. بنابراین در این سناریو نیز مشاهده می شود که الگوی برنامه ریزی آرمانی فازی نسبت به آرمانی قطعی دارای برتری است.

نتایج جدول (۳) در الگوی پیشنهادی برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی سناریو سوم، زمانی که هدف برنامه ریز دستیابی همزمان به اهداف پنج گانه با اولویت حداقل کردن مصرف آب باشد نشان می دهد که، مصرف آب در مدل برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی به ترتیب به میزان ۱۰ و ۵/۱۲ درصد، کاهش می یابد. در این سناریو مشاهده می شود که هرچند در الگوی برنامه ریزی آرمانی فازی مصرف آب کمتر از الگوی برنامه ریزی آرمانی قطعی کاهش یافته است، اما در مدل برنامه ریزی فازی دست یابی به تمام اهداف در جهت بهبود می باشد، که نشان از برتری مدل برنامه ریزی آرمانی فازی دارد. همچنین نتایج این جدول در سناریو چهارم با اولویت اول همزمان مصرف کود و سموم شیمیایی نشان می دهد که در مدل برنامه ریزی آرمانی قطعی به ترتیب به میزان ۲۵ و ۱۵/۱۴ درصد کاهش و در مدل برنامه ریزی آرمانی فازی به ترتیب به میزان ۲۳/۶۵ و ۱۱/۵۱ درصد کاهش یافته است. مقایسه نتایج این دو مدل در دست یابی به اولویت این سناریو، نشان از برتری مدل برنامه ریزی قطعی دارد، اما از آنجایی که در برنامه ریزی آرمانی به دنبال دست یابی همزمان به تمامی اهداف در جهت مثبت خود هستیم، مشاهده می شود که در مدل آرمانی قطعی، بازده برنامه ایی در جهت مثبت حرکت نکرده است و با کاهش ۴/۹۸ درصدی مواجه است، حال آنکه این هدف در مدل فازی ۱/۷۲ درصد افزایش دارد. بنابراین باز هم با مقایسه کلی نتایج این دو مدل می توان به برتری مدل آرمانی فازی در این سناریو نیز رسید.

با توجه به نتایج هر سناریو در نهایت با استفاده از تابع مسافت اقلیدوسی بایستی بهترین سناریوی که اغنا کننده همه‌ی اهداف بصورت مطلوب است، انتخاب شود. سناریویی که کمترین تفاوت ها را با مقادیر مطلوب اهداف داشته باشد، به عنوان مدل پیشنهادی این مطالعه انتخاب خواهد شد. همانطور که در جدول (۴) مشاهده

می شود، مقدار تابع مسافت اقلیدوسی در سناریو اول، دوم، سوم وچهارم در مدل برنامه ریزی آرمانی فازی، به ترتیب برابر با ۰/۳۰، ۰/۳۶، ۰/۲۴ و ۰/۳۶ می باشد. با توجه به این مقادیر، از بین چهار سناریوی ارئه شده در مدل برنامه ریزی آرمانی فازی، سناریوی سوم که دارای کمترین فاصله‌ی اقلیدوسی است به عنوان سناریوی برتر پیشنهاد می شود که در این سناریو بازده برنامه ایی به میزان ۵ درصد افزایش و هزینه جاری، مصرف آب، مصرف کود و سموم شیمیایی به ترتیب به میزان ۰/۸۱، ۵/۱۲، ۱۵/۲۵ و ۷/۸۸ درصد کاهش خواهند یافت. در این الگو کشت محصولات گندم، جو، سبزیجات برگی، ذرت علوفه‌ای و پیاز پیشنهاد شده و کشت بقیه محصولات موجود در الگوی پیشنهادی مغایر با تحقق همزمان اهداف پنج گانه بوده و از مدل حذف خواهند شد. با توجه به نتایج بدست آمده بطور مشخص پیشنهادهای زیر ارائه می شود:

۱. با توجه به نقش و اهمیت برنامه ریزی سیستماتیک و منسجم در توسعه بخش کشاورزی، در دسترس بودن یک ابزار مکانیزه تصمیم گیری و تصمیم سازی می تواند با توجه به گستردگی و پیچیدگی های این بخش، مدیران بخش کشاورزی را در مواقع بحران درتصمیم گیری ها یاری نماید. برای دسترسی به چنین ابزاری، مدل سازی و برنامه ریزی ریاضی بسیار مناسب است.

۲. در مطالعه حاضر تلاش شده است الگوی ارائه شده در چارچوب واقعیت های موجود کشاورزی دشت ماهیدشت تنظیم شود. لذا با اعمال محدودیت ها و اولویت های ذهنی کشاورزان منطقه، الگوهای زراعی مختلفی پیشنهاد شده که در واقع تعدیل (با کمترین تغییرات در الگوی فعلی کشت در منطقه) و نه تغییر الگوی کشت فعلی منطقه مورد نظر می باشد. بنابراین پذیرش آن برای کشاورزان منطقه به سهولت امکان پذیر می باشد. از این رو پیشنهاد می شود با استفاده از کارشناسان ترویج اجرای آن در دستور کار مسئولین کشاورزی دشت ماهیدشت قرار گیرد.

۳. از آنجا که دشت ماهیدشت از نظر منابع آبی در بحران به سر می برد و در این مطالعه در اکثر الگوهای پیشنهادی مصرف آب کاهش یافته است، این الگو را می توان در این دشت و در سایر دشت های استان نیز با در نظر گرفت قیود و محمدودیت های منطقه ای، اعمال کرد.

۴. از آنجا که در اکثر الگوهای پیشنهادی هزینه سرمایه گذاری جاری کاهش خواهد یافت. بنابراین امکان تشکیل پس انداز و ایجاد جریان منابع مالی برای کشاورزان بوجود خواهد آمد.

۵. در اکثر الگوهای پیشنهادی میزان استفاده از کودهای شیمیایی کاهش خواهد یافت، لذا لازم است سیاست های محلی و منطقه ای به گونه ای طراحی شود که توزیع کودهای شیمیایی در تضاد با میزان کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در الگوهای پیشنهادی نباشد.

منابع

۱. امینی فسخودی، ع. نوری، ه (۱۳۹۰)، ارزیابی پایداری و تعیین الگوی کشت سیستم های زراعی بر اساس بهینه سازی بهره برداری منابع آب و خاک با استفاده از الگوهای غیر خطی برنامه ریزی ریاضی، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم خاک و آب، سال پانزدهم، شماره ۵۵.

۲. باریکانی، ا. احمدیان، م. خلیلیان، ص. چیذری، ا (۱۳۹۱)، استفاده تلفیقی از منابع سطحی و زیرزمینی در تعیین الگوی بهینه کشت دشت قزوین، نشریه اقتصاد کشاورزی، سال بیستم، شماره۷۷.
۳. چیذری، ا، شرزه ای، غ؛ کرامت زاده ،ع. (۱۳۸۴). تعیین ارزش اقتصادی آب با رهیافت برنامه ریزی آرمانی: مطالعه موردی سد بارزو شیروان، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۷۱، زمستان ۱۳۸۴، صفحات ۳۹-۶۶.
۴. زمانی، ا. صبوحی صابونی، م. نادر، ه. (۱۳۸۹)، تعیین الگوی زراعی در جهت کشاورزی پایدار، با استفاده از برنامه ریزی کسری فازی با اهداف چندگانه، مطالعه موردی: شهرستان پیرانشهر. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۰/۲، شماره ۴.
۵. صبوحی،م. سلطانی، غ. زیبایی،م و ترکمانی، ج. (۱۳۸۵)، تعیین راهبرد های مناسب کم آبیاری با هدف حداکثر سازی منافع اجتماعی، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. ۵۶:۲۰۲-۱۶۷.
۶. علیزاده، ا. مجیدی، ن. قربانی، م. محمدیان،ف (۱۳۹۱)، بهینه سازی الگوی کشت با هدف تعادل بخش منابع آب زیرزمینی در دشت مشهد-چناران، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۱، جلد ۶، ص ۶۸-۵۵.
۷. محسن پور، ر. زیبایی، م (۱۳۸۸)، تعیین الگوی کشت در اراضی زیر سد درودزن با استفاده از برنامه ریزی غیر خطی و استراتژی های کم آبیاری، شریه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هجدهم، شماره ۷۱.
۸. محمدی، ح. بوستانی، ف. کفیل زاده، ف (۱۳۹۰)، تعیین الگوی کشت بهینه با استفاده از الگوریتم بهینه سازی چندهدفه غیرخطی، نشریه آب و فاضلاب. ۲۲ صفحه.
۹. محمدیان، ف. شاهنوشی، ن. قربانی، م. عاقل، حسن (۱۳۸۸)، انتخاب الگوی کشت بالقوه محصولات زراعی بر اساس روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در دشت تربت جام، مجله دانش کشاورزی پایدار، جلد ۱۹/۱، شماره ۱.
10. Alabdulkader, M. Al-Amoud, I. Awad, S.(2012). Optimization of the cropping pattern in Saudi Arabia using a mathematical programming sector model. Agric. Econ. – Czech, *58*, 2012 (2): 56–60.
11. Biswas, A. and Dhamar S, Rao JR (1978), Fuzzy goal programming, an additive model, Fuzzy sets and system; 24: 27-34.
12. Pal, B. Goswami, S. Sen, S. Banerjee, D. (2012). Using Fuzzy Goal Programming for Long-Term Water Resource Allocation Planning in Agricultural System. Volume 283, 2012, pp 170-184.
13. Sharma, D. Jana, R. (2009). Fuzzy goal programming based genetic algorithm approach to nutrient management for rice crop planning. Volume 121, Issue 1, September 2009, Pages 224–232.
14. Mahendran, R. Chandrasekaran, M. Gurunathan, s (2006). A Study on Evolving Optimal Cropping Patterns in Groundwater Over-exploited Region of Perambalur District of Tamil Nadu. *Agricultural Economics Research Review.* Vol. 19 January-June 2006 pp 95-108.
15. Narasimhan, R. 1980. Goal programming in fuzzy environment, Decision Sciences, 11: 325-336.
16. Tivari, R.N., S. Dharmar, J.R. Rao. 1996. Fuzzy goal programming, an additive model, fuzzy sts and systems, 24: 27-34.
17. Zenga, X. Kang, SH. Li, F. Zhang, L. Guo, P. (2010). Fuzzy multi-objective linear programming applying to crop area planning. Volume 98, Issue 1, 1 December 2010, Pages 134–142.