

اثر محدودیت عرضه آب کشاورزی بر الگوی کشت زراعی شهرستان چناران (کاربرد برنامه ریزی فازی چند هدفه با تابع عضویت غیر خطی)

آرش دوراندیش^{۱*}، ساسان توایی^۲

۱، استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲، دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی پردیس بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۱۰ - تاریخ تصویب: ۹۴/۵/۵)

چکیده

با توجه به این که کشاورزان در پی بهینه کردن مطلوبیت فردی خود هستند، عموماً اهداف متفاوتی را به طور هم زمان دنبال می کنند که اغلب آن ها جنبه اقتصادی دارد و اغلب به اهدافی مانند حداقل سازی مصرف آب توجه چندانی ندارند. در مطالعه حاضر به بررسی افزودن هدف حداقل سازی مصرف آب و اعمال محدودیت در عرضه آب به اهداف چندگانه کشاورزان و تاثیر آن در الگوی کشت، مصرف آب و سود ناخالص کشاورزان پرداخته شده است. بدین منظور از برنامه ریزی فازی چندهدفه با تابع عضویت غیرخطی (تانژانت هایپربولیک) استفاده گردید. داده های مورد نیاز با تکمیل پرسشنامه از ۱۳۰ کشاورز شهرستان چناران (استان خراسان رضوی) و با استفاده از روش نمونه گیری خوشه ای تصادفی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ به دست آمد و سپس کشاورزان بر اساس سطح زیر کشت به ۳ گروه همگن شامل مزارع کمتر از ۸ هکتار، مزارع ۸ تا ۲۴ هکتار و مزارع بیشتر از ۲۴ هکتار تقسیم شدند. سپس، الگوی بهینه برای هر یک از این ۳ گروه بر اساس اهداف حداکثرسازی سود، حداقل سازی سرمایه و حداکثرسازی اشتغال و سپس با افزودن هدف حداقل سازی مصرف آب به این اهداف تدوین و اثرات این تغییر بررسی گردید. نتایج نشان داد که با ورود آب به اهداف کشاورزان در گروه های ۱ و ۳ مصرف آب کاهش می یابد اما در گروه ۲ تغییر نمی کند. همچنین، در هر ۳ گروه سطح زیر کشت پياز و خیار کاهش می یابد و در مقابل، سطح زیرکشت گندم افزایش می یابد. اگرچه این امر سبب کاهش درآمد بهره برداران در هر ۳ گروه می شود. نتایج بررسی سیاست اعمال محدودیت در عرضه آب نیز نشان داد که با اعمال محدودیت در عرضه آب علاوه بر تغییر الگوی کشت و کاهش درآمد، مجموع سطح زیر کشت نیز در هر ۳ گروه کاهش می یابد.

واژه های کلیدی: چناران، فازی چندهدفه، محدودیت عرضه آب، حداقل سازی مصرف آب

به آب در بعضی از نقاط دنیا عامل محدودکننده ای برای تولیدات کشاورزی می باشد. در ایران به خاطر موقعیت خاص جغرافیایی و قرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه

مقدمه

جمعیت کره زمین به صورت فزاینده ای به آبیاری کشاورزی برای کسب غذا وابسته شده است و دسترسی

(2005) با استفاده از روشی که از معیار کمی پایداری در یک مدل بهینه‌یابی استفاده می‌کرد به بررسی پایداری منابع آب شهرستان کرمان پرداختند. نتایج حاصله نشان داد که با ادامه روند فعلی استفاده از آب و همچنین، با ادامه شیوه مدیریتی فعلی در امر آب در آینده‌ای نه چندان دور شاهد افزایش درصد نواحی تحت تنش آبی خواهیم بود. *Bakhshoode & Baghestani (2008)* نیز از روش برنامه‌ریزی کسری به منظور تعیین الگوی کشت بهینه‌ای را که در آن درآمد خالص به ازای هر متر مکعب آب مصرفی حداکثر می‌شود، استفاده نمودند. بر اساس یافته‌های این مطالعه استفاده از سیاست‌های قیمت‌گذاری بهتر، می‌تواند روی درآمد بخش کشاورزی کشور تأثیر مثبت بگذارد. در مطالعه‌ای دیگر *Kiani (2009)* با اشاره به ناکارایی شیوه مدیریت دولتی منابع آب و با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی منافع بالقوه تشکیل بازار آب در منطقه ساوه را برآورد کرد. نتایج نشان داد که مبادله آب بین ۲۴ روستای این منطقه باعث افزایش سود زارعین، خصوصاً در دوره کمبود آب می‌گردد. همچنین، بازار آب می‌تواند باعث افزایش تقاضای نیروی کار و تسکین تبعات منفی کاهش منابع آب بر روی اشتغال گردد. مدل‌های برنامه‌ریزی فازی به دلیل اینکه امکان دخالت دادن داده‌های غیردقیق و مبهم را در پارامترهای مدل به تصمیم‌گیرندگان ارائه می‌دهند نسبت به سایر مدل‌های کلاسیک برنامه‌ریزی ریاضی برای استفاده در مسایل بهینه‌سازی الگوی کشت محصولات زراعی مزارع (به دلیل وجود ریسک بالا در این بخش و وجود داده‌های نادقیق) دارای کاربرد و انعطاف‌پذیری بیشتری بوده و نتایج حاصل قابل اعتمادتر می‌باشد. ثنوری مجموعه‌های فازی نخستین بار توسط زاده مطرح شد (*Zadeh, 1986*) و استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی فازی برای تعیین الگوی بهینه طرح‌های مزارع، نخستین بار توسط *Slowinski* به کار گرفته شد (*Slowinski, 1986*). نخستین بار مدل برنامه‌ریزی ریاضی فازی چند هدفه با یک تابع عضویت خطی و روش حل آن توسط *Narasimhan* ارائه شد (*Narasimhan, 1980*). *Gupta et al (2000)* نیز یک مدل برنامه‌ریزی فازی چندهدفه با تابع عضویت غیرخطی (تانژانت هایپربولیک) ارائه دادند

خشک، استفاده درست از آب امری بسیار مهم تلقی می‌گردد و بنابراین، از جمله مسایل پیش روی سیاست‌گذاران بخش کشاورزی کشور اتخاذ سیاست‌های مناسب در مورد آب کشاورزی می‌باشد. کشاورزی ایران وابسته به استحصال آب‌های زیرزمینی است و برداشت بیش از حد منابع آب زیرزمینی در چند دهه اخیر منجر به کاهش قابل ملاحظه سطح ایستابی شده است (*Fathi & Zibae, 2011*). زیرا کشاورزان عموماً در پی بهینه کردن مطلوبیت فردی خود هستند و اهدافی مانند حداکثر کردن سود یا حداقل کردن هزینه را دنبال می‌کنند و برای اهدافی همانند حداقل‌سازی مصرف آب که هدفی اجتماعی است، اهمیت چندانی قایل نیستند.

در این شرایط، جهت جلوگیری از خسارات بیشتر به منابع آب به عنوان سرمایه ملی، ایجاد امنیت سرمایه گذاری در بخش کشاورزی و با توجه به اهمیت و جایگاه بخش کشاورزی در اقتصاد ایران از نظر تأمین امنیت غذایی، اشتغال و ارزآوری، مدیریت منابع در راستای حفظ و استفاده بهینه از این منابع کمیاب، امری لازم و ضروری است (*Ghorbanian et al., 2013*). بنابراین، به منظور نیل به این اهداف بایستی با استفاده از ابزارهای سیاستی مناسب، حداقل‌سازی مصرف آب را همانند حداکثرسازی سود جزء اهداف کشاورزان در نظر گرفت. از آنجا که سیاست‌های مختلف دارای ابعاد اقتصادی، اجتماعی و سیاسی متفاوتی می‌باشند؛ لذا، بایستی تاثیرگذاری هر سیاست در تحقق اهداف و همچنین پیامدهای هر سیاست نیز با دقت مورد بررسی قرار گیرند (*Nasimi, 2001*).

شهرستان چناران با کشت سالانه بیش از ۱۸ هزار هکتار محصول زراعی، از مناطق مهم کشاورزی در استان خراسان رضوی می‌باشد (*Agriculture statistics of Khorasan Razavi Province, 2011*). این دشت با افت سالانه بیش از ۱/۲ متر در سطح آب زیرزمینی، جزء دشت‌های بحرانی کشور محسوب می‌شود و اتخاذ سیاست‌هایی به منظور برون‌رفت از این شرایط ضروری به نظر می‌رسد (*Majidi and et al., 2011*).

مطالعات زیادی به بررسی مدیریت آب در ایران پرداخته‌اند از جمله *Barimnezhad & Sadrolashrasfi*

برقراری مصالحه‌های بین اهداف حداقل‌سازی سرمایه، حداکثرسازی اشتغال، سود ناخالص، حداقل‌سازی مصرف آب به عنوان دغدغه‌های اصلی بهره‌برداران بررسی شود. برای تحقق این امر، با توجه به اینکه شهرستان چناران در استان خراسان رضوی به عنوان یکی از قطب‌های تولید محصولات کشاورزی به شمار می‌رود و هنوز مطالعه‌ای با این شرایط و در نظر گرفتن تابع عضویت غیر خطی در این شهرستان صورت پذیرفته است، در این مطالعه سعی شده است تا علاوه بر دستیابی همزمان به اهداف فوق، به بررسی اثرات اعمال محدودیت در آب عرضه شده به کشاورزان (محدودیت مقداری)، که به عنوان سیاستی برای کاهش مصرف آب می‌باشد، پرداخته شود.

روش تحقیق

یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که مدیران واحدهای زراعی در برنامه‌ریزی مربوط به نوع و میزان کشت محصولات در مزارع با آن دست به گریبان می‌باشند، عدم اطلاع و اطمینان دقیق نسبت به میزان منابع تولید در دسترس‌شان می‌باشد (Baranpal & Biswas, 2004). به منظور غلبه بر این مشکل می‌توان از منطق فازی در مدل‌بندی مسایل تصمیم‌گیری استفاده نمود. اساس و پایه این نظریه و روابط حاکم بر آن، بر این اصل استوار است که، بشر نیازمند نوعی دیگر از ریاضیات است تا بتواند ابهامات و عدم دقت رویدادها را در مدل‌سازی‌ها وارد نماید (Shavandi, 2006). مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی که امکان دخالت دادن ریسک و عدم قطعیت در مورد میزان منابع تولید را در تصمیم‌گیری زراعی بر اساس منطق فازی برای مدیران فراهم می‌آورد، مدل برنامه‌ریزی فازی می‌باشد (Akbari & Zahedi, 2007). فرم کلی الگوی برنامه‌ریزی فازی در رابطه (۱) نشان داده شده است.

(۱)

$$\text{Max}(\text{Min}) \quad \sum_{j=1}^n C_j X_j$$

S.T :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j (\leq \geq) \tilde{b}_i \rightarrow i = 1, 2, \dots, m$$

$$X_j \geq 0$$

که مطالعات زیادی بر اساس آن انجام گرفته است (Durga & Rajani, 2013; Panda & Nayak, 2001). از آن زمان مطالعات زیادی با استفاده از برنامه‌ریزی فازی انجام گرفته است. به عنوان مثال، در ایران در مطالعه‌ای که در شهرستان مرودشت استان فارس توسط (Mohammadi et al., 2012) انجام شده است، محققین به تعیین الگوی کشت بهینه با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی چندهدفه غیرخطی فازی پرداختند. بدین منظور با استفاده از این الگو امکان تحقق آرمان‌های حداکثر کردن بازده برنامه‌ای در مصالحه با اهداف کاهش مصرف آب، حداقل‌کردن مصرف کود شیمیایی، حداقل‌کردن ریسک تولید و افزایش منافع اجتماعی از طریق افزایش سطح اشتغال نیروی کار در الگوی کشت بررسی شد. نتایج نشان داد که الگوی چندهدفه نسبت به الگوی جاری و حتی الگوهای تک هدفه با انجام مصالحه بین آرمان‌های چندگانه، برتری دارد. در مطالعه‌ای دیگر که در استان خراسان رضوی توسط (Kohansal & Sarvari, 2013) انجام شد از ۷ مدل برنامه‌ریزی خطی ساده با توابع هدف حداکثر سود، حداقل هزینه، حداکثر نیروی کار، حداقل آب، حداکثر کالری، حداقل کود شیمیایی و حداکثر رتبه‌بندی استفاده و این مدل‌ها با مدل‌های چندهدفه و چندهدفه فازی به کمک روش رتبه‌بندی مقایسه شد. همچنین، در این مدل از محدودیت‌های زمین، نیروی کار، سرمایه و آب و همچنین، حداقل و حداکثر سطح زیر کشت استفاده شد. به این منظور از داده‌های هزینه تولید محصولات عمده زراعی استان خراسان رضوی در سال ۸۹ استفاده گردید. نتایج رتبه‌بندی نشان داد که روش چندهدفه فازی با تابع عضویت هذلولی بهتر از سایر مدل‌ها توانسته است با توجه به محدودیت‌های موجود، کلیه اهداف مورد نظر را برآورد کند.

در این مطالعه، با توجه به اهمیت تعیین الگوی کشتی که تأمین‌کننده اهداف چندگانه کشاورزان منطقه مورد بررسی باشد، سعی شده است که با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی و منطق فازی، امکان

اگر $Z_i(x)$ شامل برداری از اهداف مختلف باشد، $\mu_{Z_t}^{HI}(x)$ یعنی تابع عضویت تانژانت هایپربولیک t امین

هدف به صورت رابطه (۳) بیان می شود:

$$\mu_{Z_t}^{HI}(x) = \alpha_t \tanh^{-1}(y) + 1/2 \quad (3)$$

که α_t یک پارامتر است و y به صورت زیر تعریف می گردد:

$$y = \alpha_t \{Z_t(x) - (Z_t^m + Z_t^*) / 2\} \quad (4)$$

که در آن Z_t^m و Z_t^* به ترتیب مقادیر بهینه ای است که با استفاده از برنامه ریزی خطی در حد بالا و پایین فازی برای t امین هدف به دست می آید. برای استفاده از این تابع عضویت غیرخطی در مدل برنامه ریزی فازی چندهدفه، ابتدا مدل برنامه ریزی چندهدفه ساده به صورت زیر تعریف می گردد:

$$\text{Max } Z(x) = (Z_1(x), \dots, Z_k(x))^T \quad (5)$$

S.T:

$$AX \leq b$$

$$x \geq 0$$

در صورتی که همه اهداف فازی بوده و هر یک تابع عضویت خاص خود را به صورت زیر داشته باشد:

تابع هدف	تابع عضویت
$Z_1(x)$	$\mu_{Z_1}(x)$
\vdots	\vdots
$Z_k(x)$	$\mu_{Z_k}(x)$

می توان $\mu_D(x)$ را برای k هدف به صورت رابطه (۶) تعریف کرد:

$\mu_D(x) = \mu_D(\mu_{Z_1}(x), \dots, \mu_{Z_k}(x))$
بنابراین، مدل (۵) به صورت رابطه (۷) تبدیل خواهد شد:

$$\text{Max } \mu_D(x) \quad (7)$$

S.T:

$$AX \leq b$$

$$x \geq 0$$

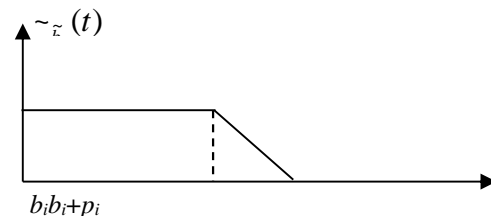
که در آن ضرایب تابع هدف یا همان بازده های برنامه ای، X_j متغیر تصمیم یا سطح زیر کشت محصولات a_{ij} ضرایب فنی و b_i موجودی منابع می باشد.

در محیط تصمیم گیری فازی اهداف 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 هدف دارد. در رابطه (۱)، پارامتر \tilde{b}_i معرف یک عدد فازی بوده که تابع عضویت خطی آن را می توان در رابطه (۲) مشاهده نمود (Berenger & Verdier-Chouchane, 2007).

(۲)

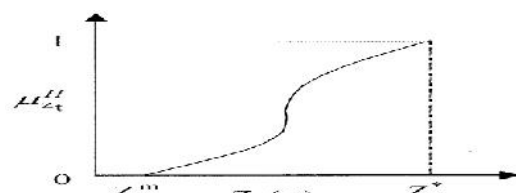
$$\tilde{b}_i(t) = \begin{cases} 1 & t < b_i \\ \frac{b_i + p_i - t}{p_i} & b_i \leq t \leq b_i + p_i \\ 0 & t > b_i + p_i \end{cases}$$

p_i سطح اغماض فازی است. شکل هندسی تابع عضویت پارامترهای فازی \tilde{b}_i را می توان در نمودار (۱) ملاحظه کرد (Gupta et al., 2000; Naebi et al., 2012).



نمودار ۱- تابع عضویت عدد فازی سمت راست

البته تابع عضویت لزوماً خطی نیست و می تواند غیرخطی نیز باشد. در مدل سازی برنامه ریزی فازی چندهدفه الگوی کشت کاملاً معقول است که از تابع عضویت هایپربولیک استفاده گردد. زیرا در جهان واقع، هنگامی که سطح دستیابی به هر هدف افزایش می یابد رضایت خاطر نهایی تصمیم گیرنده از آن کاهش می یابد (Gupta et al., 2000). شکل هندسی تابع عضویت هایپربولیک به صورت زیر است:



نمودار ۲- تابع عضویت هایپربولیک

۲- محدودیت تابع عضویت هایپربولیک برای هر هدف که شامل موارد زیر است:

الف) حداکثرسازی بازده خالص:
(۱۵)

$$-\alpha_1 \sum_{i=1}^n N_i A_i + A_{(n+1)} \leq -\frac{1}{\psi} \alpha_1 (Z_1^m + Z_1^*)$$

که در آن A_i میزان زمین تخصیصی به هر محصول و N_i بازده خالص هر هکتار از محصول نام است.

ب) حداقلسازی مصرف آب:
(۱۶)

$$-\alpha_2 \sum_{i=1}^n C_i A_i + A_{(n+1)} \leq -\frac{1}{\psi} \alpha_2 (Z_2^m + Z_2^*)$$

که در آن C_i مقدار آب مورد نیاز هر هکتار از محصول نام است.

ج) حداکثرسازی نیروی کار مورد استفاده (L_i) نیروی کار مورد نیاز هر هکتار از محصول نام):
(۱۷)

$$-\alpha_3 \sum_{i=1}^n L_i A_i + A_{(n+1)} \leq -\frac{1}{\psi} \alpha_3 (Z_3^m + Z_3^*)$$

د) حداقلسازی سرمایه مورد نیاز (I_i سرمایه مورد نیاز هر هکتار از محصول نام):
(۱۸)

$$-\alpha_4 \sum_{i=1}^n I_i A_i + A_{(n+1)} \leq -\frac{1}{\psi} \alpha_4 (Z_4^m + Z_4^*)$$

که با توجه به داشتن ۴ هدف α_t به صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\alpha_t = \frac{\psi}{Z_t^* - Z_t^m} \text{ for } t = 1, \dots, 4 \quad (19)$$

۳- محدودیت نامنفی بودن:

$$A_{(n+1)} \geq 0 \quad (20)$$

داده‌های مورد نیاز با تکمیل پرسشنامه از ۱۳۰ کشاورز شهرستان چناران (استان خراسان رضوی) و با استفاده از یک روش نمونه‌گیری خوشه‌ای تصادفی در سال زراعی ۹۰-۹۱ به دست آمد. به این ترتیب که در ابتدا دو بخش شهرستان چناران یعنی بخش مرکزی و گلپه‌ار به عنوان ۲ خوشه در نظر گرفته شد. سپس، به صورت نمونه‌گیری تصادفی ساده در هر خوشه به

Zimmerman (۱۹۸۷) نشان داد که می‌توان با تعریف λ به عنوان متغیر تصمیم تابع هدف، الگوی (۷) را به صورت رابطه خطی زیر نوشت:

$$\text{Max } \lambda \quad (8)$$

S.T:

$$\lambda \leq \mu_{Z_t}(x), \quad t = 1, \dots, k$$

$$AX \leq b$$

$$x \geq 0$$

که با داشتن تابع عضویت تانژانت هایپربولیک، رابطه بالا تبدیل به رابطه (۹) می‌شود (Gupta et al., 2000):

$$\text{Max } \lambda \quad (9)$$

S.T:

$$(Z_t(x) - b_t) \alpha_t \geq \tanh^{-1}(\psi \lambda - 1), \quad t = 1, \dots, k$$

$$AX \leq b$$

$$x \geq 0 \text{ and } \lambda \geq 0$$

و اگر x_{n+1} بصورت زیر تعریف گردد:

$$x_{n+1} = \tanh^{-1}(\psi \lambda - 1) \quad (10)$$

بنابراین:

$$\lambda = \frac{(\tanh^{-1}(x_{n+1}) + 1)}{\psi} \quad (11)$$

و مدل (۹) تبدیل به حالت زیر می‌شود:

$$\text{Max}(x_{n+1}) \quad (12)$$

S.T:

$$\alpha_t Z_t(x) - x_{(n+1)} \geq \alpha_t b_t, \quad t = 1, \dots, k$$

$$AX \leq b$$

$$x \geq 0 \text{ and } x_{(n+1)} \geq 0$$

که با داشتن ۴ هدف در مطالعه حاضر و با قرار دادن $A_{(n+1)}$ به جای $X_{(n+1)}$ به عنوان تابع هدف، مدل نهایی به صورت زیر به دست خواهد آمد:

$$\text{Maximize } A_{(n+1)} \quad (13)$$

مشروط به مجموعه اهداف:

۱- محدودیت‌های معمول منابع و سایر محدودیت ها:

$$AX \leq b \quad (14)$$

که در مطالعه حاضر محدودیت‌های زمین، نیروی کار، سرمایه و محدودیت تناوبی در نظر گرفته شد.

بهینه آورده شده است. الگوی بهینه بر اساس زمانی که تنها یکی از اهداف کشاورزان دنبال شود و در حالی که به طور همزمان اجرا شوند برآورد گردیده است. دلیل این امر مشاهده نتایج در الگوهای تک هدفه و چند هدفه می‌باشد. در واقع هدف اصلی این امر، مشاهده تفاوت در نتایج الگوها، زمانی که تنها یک هدف دنبال می‌شود و زمانی که اهداف همزمانی دنبال می‌شوند، می‌باشد. همان‌گونه که ذکر شد اهدافی که دنبال می‌شوند شامل حداقل‌سازی مصرف آب، حداقل‌سازی سرمایه، حداکثرسازی سود و حداکثرسازی نیروی کار (اشتغال) می‌باشند. همان‌طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود الگوی کشت فعلی کشاورز نماینده بهره‌برداران گروه اول شامل یک هکتار گندم، یک هکتار جو و ۲ هکتار خیار می‌باشد که مصرف آب آن $20/735$ هزار متر مکعب و درآمد $50/51$ میلیون ریال می‌باشد. در الگوی بهینه چندهدفه فازی با ۳ هدف حداقل‌سازی سرمایه، حداکثرسازی سود، حداکثرسازی نیروی کار، نسبت به الگوی فعلی، سطح زیر کشت دو محصول جو و خیار به ترتیب ۱۰ و ۴۴ درصد کاهش می‌یابد اما سطح زیر کشت گندم ۱۲ درصد افزایش می‌یابد و پیاز که در الگوی فعلی کشاورز حضور نداشت وارد الگو می‌شود.

چنانچه حداقل نمودن مصرف آب نیز جزء یکی از اهداف همزمان این بهره‌بردار نماینده قرار گیرد، سطح زیر کشت پیاز که مصرف آب بالایی دارد با ۲۶ درصد کاهش از $0/356$ به $0/26$ هکتار کاهش می‌یابد، اما در عوض سطح زیر کشت گندم که مصرف آب کمی دارد با ۸ درصد افزایش، از $1/121$ به $1/22$ هکتار افزایش می‌یابد و بدین ترتیب مصرف آب بیش از ۳ درصد کاهش از 20 هزار متر مکعب به $19/03$ هزار مترمکعب کاهش می‌یابد. با این تغییر، درآمد مزرعه نیز بیش از ۳ درصد کاهش یافته و از حدود 35 میلیون ریال به حدود 33 میلیون ریال تقلیل می‌یابد. دلیل این امر به بازده بالاتر پیاز نسبت به گندم برمی‌گردد. در واقع میزان درآمد خالصی که از تولید یک هکتار پیاز بدست می‌آید بیشتر از تولید یک هکتار گندم می‌باشد و کاهش بیشتر در تولید پیاز نسبت به گندم دلیل این افت درآمد بوده است.

روستاهای موجود مراجعه و کشاورزان مورد پژوهش قرار گرفت. با توجه به اینکه اطلاعات دقیقی از کشاورزان منطقه و سطوح زیر کشت محصولات آن‌ها در دسترس نبود ضمن صرفه‌جویی در زمان و هزینه بهترین نمونه‌ای که می‌تواند با صرف کمترین هزینه و زمان، ما را به اهدافمان برساند، نمونه‌گیری خوشه‌ای تصادفی می‌باشد. پس از تکمیل پرسشنامه، در ادامه کشاورزان بر اساس سطح زیر کشت با استفاده از روش تحلیل خوشه‌ای و با استفاده از نرم‌افزار *SPSS16* به ۳ گروه همگن شامل مزارع کمتر از ۸ هکتار (۷۹ مزرعه)، مزارع ۸ تا ۲۴ هکتار (۴۳ مزرعه) و مزارع بیشتر از ۲۴ هکتار (۸ مزرعه) تقسیم شدند و سپس، برای هر یک از گروه‌های همگن زارعین، یک بهره‌بردار نماینده در نظر گرفته شد. بهره‌بردار نمونه در هر گروه به این‌گونه مشخص گردید که در ابتدا بر اساس میانگین مصرف نهاده‌های مورد استفاده از قبیل زمین، نیروی انسانی، سرمایه برای تولید محصولات مشخص، ضرایب فنی مربوط به هر گروه مشخص شد و در ادامه کشاورزی که از نظر میزان مصرف نهاده‌ها و تولید محصول، نزدیک به میانگین گروه‌ها بود، به عنوان نماینده هر گروه مشخص گردید و الگوی کشت برای آن کشاورزی که نماینده کل گروه می‌باشد، تدوین شد. در ادامه با استفاده از نرم‌افزار *GAMS 24.0.1* الگوی بهینه برای مزرعه نماینده بهره‌برداران هر یک از این ۳ گروه به دست آمد.

نتایج

متوسط سابقه فعالیت کشاورزان منطقه ۲۶ سال بوده است و نشان می‌دهد که شغل اصلی بهره‌برداران این منطقه کشاورزی بوده است. مقدار حداقل و حداکثر سابقه فعالیت نیز ۳ و ۵۷ سال بوده است. متوسط سطوح زیر کشت بهره‌برداران منطقه مورد بررسی حدود $3/5$ هکتار بود. میزان حداقل و حداکثر زمین کشاورزان مورد بررسی نیز به ترتیب $0/1$ و 50 هکتار بوده است. جدول (۱) الگوی کشت، مصرف آب و درآمد مزرعه نماینده بهره‌برداران گروه ۱ در حالت فعلی و حالت

1. Cluster Analysis

2. GAMS (General Algebraic Modelling System)

جدول ۱ - مزرعه نماینده بهره برداران گروه ۱ (مزارع کمتر از ۸ هکتار)

چند هدفه	تک هدفه						الگوی فعلی	محصول
	۳ هدف سود، سرمایه، نیروی کار	۴ هدف سود، سرمایه، نیروی کار و آب	حداکثرسازی سود	حداکثرسازی نیروی کار	حداقل سازی سرمایه	حداقل سازی مصرف آب		
۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۱	جو (هکتار)	
۱/۲۲	۱/۱۲۱	۰/۶	۰/۶	۳/۱	۳/۱	۱	گندم (هکتار)	
۰	۰	۰	۰/۱۶۷	۰	۰	۰	گوجه فرنگی (هکتار)	
۰/۲۶	۰/۳۵۶	۱/۳۶۵	۰	۰	۰	۰	پیاز (هکتار)	
۱/۱۱۱	۱/۱۱۱	۰	۲/۳۳۳	۰	۰	۲	خیار (هکتار)	
۱۹/۰۳	۲۰	۲۵	۲۵	۱۵/۱۹۸	۱۵/۱۹۸	۲۰/۷۳۵	مصرف آب (هزار مترمکعب)	
۳۳/۹۲	۳۵/۲۲	۲۳/۸۵۲	۶۷/۸۱۹	۷/۳۱۱	۷/۳۱۱	۵۰/۵۱	درآمد (میلیون ریال)	

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در این گروه نیز زمانی که آب جزء اهداف این بهره بردار نماینده قرار می‌گیرد سطح زیر کشت پیاز و خیار که مصرف آب بالایی دارند به ترتیب ۱۹ و ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. اما در عوض سطح زیر کشت گندم که مصرف آب کمی دارد ۵۶ درصد افزایش می‌یابد. اما در این گروه مصرف آب کاهش نمی‌یابد و در سطح ۶۰ هزار متر مکعب ثابت می‌ماند که علت آن نیز این مطلب می‌باشد که هر چند که مصرف آب گندم کمتر از مصرف خیار و پیاز است اما سطح زیر کشت این محصول بیشتر از مساحتی که از سطح زیر کشت خیار و پیاز کاهش یافته، افزایش می‌یابد، بطوریکه این افزایش سطح زیر کشت باعث می‌گردد تا دوباره مصرف آب به ۶۰ هزار متر مکعب افزایش یابد.

در جدول (۲) نیز الگوی بهینه کشت، مصرف آب و درآمد مزرعه نماینده بهره‌برداران گروه ۲ در حالت فعلی و ۶ حالت مختلف بهینه آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود الگوی کشت فعلی کشاورز شامل ۵ هکتار گندم، ۴ هکتار جو و ۳ هکتار خیار می‌باشد که مصرف آب آن ۵۴/۲۷۰ هزار متر مکعب و درآمد ۸۶/۷۰۶ میلیون ریال می‌باشد. در الگوی بهینه چندهدفه فازی با ۳ هدف حداقل‌سازی سرمایه، حداکثرسازی سود، حداکثرسازی نیروی کار، نسبت به الگوی فعلی، سطح زیر کشت جو و گندم به ترتیب ۲۵ و ۳۳ درصد کاهش می‌یابد اما سطح زیر کشت خیار ۷ درصد افزایش می‌یابد و پیاز که در الگوی فعلی کشاورز حضور نداشت وارد الگو می‌شود.

جدول ۲ - مزرعه نماینده بهره برداران گروه ۲ (مزارع ۸ تا ۲۴ هکتار)

چند هدفه	تک هدفه						الگوی فعلی	محصول
	۳ هدف سود، سرمایه، نیروی کار	۴ هدف سود، سرمایه، نیروی کار و آب	حداکثرسازی سود	حداکثرسازی نیروی کار	حداقل سازی سرمایه	حداقل سازی مصرف آب		
۳	۳	۳	۳	۳	۳	۴	جو (هکتار)	
۵/۲۳۲	۳/۳۳۳	۲	۲	۹	۹	۵	گندم (هکتار)	
۰/۸۳۲	۱/۰۳۴	۲/۸۸۴	۰	۰	۰	۰	پیاز (هکتار)	
۲/۵۷۸	۳/۲۳۲	۰	۶/۲۳۵	۰	۰	۳	خیار (هکتار)	
۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۴۵/۶۹۱	۴۵/۶۹۱	۵۴/۲۷۰	مصرف آب (هزار متر مکعب)	
۸۰/۳۰	۱۰۳/۲۸	۵۳/۷۲	۱۵۵/۲۱	۲۱/۹۲	۲۱/۹۲	۸۶/۷۰۶	درآمد (میلیون ریال)	

ماخذ: یافته‌های تحقیق

محصول جو، گندم و پیاز به ترتیب ۲، ۳۸ و ۴ درصد کاهش می‌یابد اما سطح زیر کشت خیار ۷۲ درصد افزایش می‌یابد.

در این گروه نیز چنانچه آب جزء اهداف این بهره بردار نماینده قرار گیرد سطح زیر کشت پیاز و خیار که مصرف آب بالایی دارند به ترتیب ۳۵ و ۳۱ درصد کاهش می‌یابد، اما در عوض سطح زیر کشت گندم که مصرف آب کمی دارد ۷۱ درصد افزایش می‌یابد و بدین ترتیب مصرف آب از ۱۸۰ هزار متر مکعب به ۱۵۸/۹۶۱ هزار مترمکعب کاهش می‌یابد.

در جدول (۳) نیز الگوی بهینه کشت، مصرف آب و درآمد مزرعه نماینده بهره برداران گروه ۳ در حالت فعلی و ۶ حالت مختلف بهینه آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود الگوی کشت فعلی کشاورز شامل ۱۲ هکتار گندم، ۸ هکتار جو، ۴ هکتار پیاز و ۶ هکتار خیار می‌باشد که مصرف آب آن ۱۷۲/۰۲۶ هزار متر مکعب و درآمد ۲۳۹ میلیون ریال می‌باشد. در الگوی بهینه چندهدفه فازی با ۳ هدف حداقل‌سازی سرمایه، حداکثرسازی سود، حداکثرسازی نیروی کار (اشتغال)، نسبت به الگوی فعلی، سطح زیر کشت ۳

جدول ۳ - مزرعه نماینده بهره برداران گروه ۳ (مزارع بیشتر از ۲۴ هکتار)

چند هدفه	تک هدفه						محصول
	هدف ۳	هدف ۴	حداکثرسازی سود	حداکثرسازی نیروی کار	حداقل سازی سرمایه	حداقل‌سازی مصرف آب	
هدف ۳ سرمایه، سود، نیروی کار و آب	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	جو(هکتار)
هدف ۴ سود، نیروی کار و آب	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	گندم(هکتار)
هدف ۳	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	گوجه فرنگی(هکتار)
هدف ۴	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	پیاز(هکتار)
سود، نیروی کار و آب	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	خیار(هکتار)
نیروی کار	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	مصرف آب (هزار متر مکعب)
سود، نیروی کار و آب	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	درآمد (میلیون ریال)

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۴) الگوی بهینه کشت در حالت فعلی و در حالت ۹ سناریوی کاهش مصرف آب مزرعه نماینده بهره برداران گروه ۱ آورده شده است.

به‌منظور بررسی اثرات کاهش عرضه آب بر کشاورزان، عرضه آب در ۹ سناریوی مختلف کاهش یافت و اثرات آن بر الگوی کشت و درآمد کشاورزان بررسی گردید. در

جدول ۴ - مزرعه نماینده بهره برداران گروه ۱ (مزارع کمتر از ۸ هکتار)

محصول	الگوی فعلی	الگوی بهینه با شرایط فعلی	٪۵	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰	٪۲۵	٪۳۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۴۵
جو(هکتار)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
گندم(هکتار)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
پیاز(هکتار)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
خیار(هکتار)	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
مصرف آب (هزارمترمکعب)	۲۰/۷۳۵	۲۰	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱
درآمد (میلیون ریال)	۵۰/۵۱	۳۵/۲۲	۳۳/۴۵	۳۱/۳۳	۲۸/۸۶	۲۶/۷۴	۲۴/۶۲	۲۲/۴۹	۲۰/۳۷	۱۷/۹۶	۱۵/۵۲

ماخذ: یافته‌های تحقیق

درآمد مزرعه نماینده بهره برداران گروه ۲ در حالت فعلی و در ۹ سناریوی کاهش مصرف آب آورده شده است. همان طور که مشاهده می شود جو ۳ هکتار، گندم ۳/۳۳۳ هکتار، پیاز ۱/۰۳۴ هکتار و خیار ۳/۲۳۲ هکتار را به خود اختصاص داده اند. در اینجا نیز با کاهش عرضه آب به جز جو که سطح زیر کشت آن در ۳ هکتار ثابت می ماند سطح زیر کشت ۳ محصول دیگر کاهش می یابد و به تبع آن مجموع سطح زیر کشت نیز کاهش می یابد. درآمد نیز از ۱۰۳/۲۸ میلیون ریال به ۴۱/۸۹ میلیون ریال کاهش می یابد.

در الگوی بهینه فعلی با استفاده از مدل برنامه ریزی فازی چندهدفه، جو ۰/۹ هکتار، گندم ۱/۱۲۱ هکتار، پیاز ۰/۳۵۶ هکتار و خیار ۱/۱۱۱ هکتار را به خود اختصاص داده اند. با کاهش عرضه آب به جز جو که سطح زیر کشت آن در ۰/۹ هکتار ثابت می ماند سطح زیر کشت ۳ محصول دیگر کاهش می یابد و به تبع آن مجموع سطح زیر کشت نیز کاهش می یابد. با این تغییرات درآمد نیز از ۳۵/۲۲ میلیون ریال به ۱۵/۵۲ میلیون ریال کاهش می یابد.

در جدول (۵) نیز الگوی بهینه کشت، مصرف آب و

جدول ۵ - مزرعه نماینده بهره برداران گروه ۲ (مزارع ۸ تا ۲۴ هکتار)

محصول	الگوی فعلی	الگوی بهینه با شرایط فعلی	۵٪	۱۰٪	۱۵٪	۲۰٪	۲۵٪	۳۰٪	۳۵٪	۴۰٪	۴۵٪
جو(هکتار)	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
گندم(هکتار)	۵	۳/۳۳۳	۳/۱۵۳	۲/۹۷۳	۲/۷۹۳	۲/۶۱۵	۲/۴۳۸	۲/۲۷۸	۲/۱۴۴	۲/۰۱۷	۲
پیاز(هکتار)	۰	۱/۰۳۴	۰/۹۶۶	۰/۸۹۸	۰/۸۳۰	۰/۷۶۲	۰/۶۹۳	۰/۶۲۹	۰/۵۷۱	۰/۵۱۴	۰/۴۵۵
خیار(هکتار)	۳	۳/۲۳۲	۳/۰۱۹	۲/۸۰۷	۲/۵۹۵	۲/۳۸۲	۲/۱۶۹	۱/۹۳۷	۱/۶۷۶	۱/۴۱۰	۱/۱۰۶
مصرف آب (هزارمترمکعب)	۵۴/۲۷۰	۶۰	۵۷	۵۴	۵۱	۴۸	۴۵	۴۲	۳۹	۳۶	۳۳
درآمد (میلیون ریال)	۸۶/۷۰۶	۱۰۳/۲۸	۹۶/۹۳	۹۰/۵۷	۸۴/۲	۷۷/۸۳	۷۱/۴۵	۶۴/۷۲	۵۷/۴۶	۵۰/۱۲	۴۱/۸۹

ماخذ: یافته های تحقیق

پیاز و خیار کاهش می یابد، با کاهش ۱۵٪ در مصرف آب لوبیا وارد الگوی کشت می شود اما وقتی مصرف آب ۳۰ درصد کاهش یافت، لوبیا از الگوی کشت حذف می شود و گوجه فرنگی جای آن را می گیرد و با کاهش بیشتر مصرف آب سطح زیر کشت آن افزایش می یابد. با این تغییرات در این گروه نیز درآمد از ۳۲۹/۸۴۴ میلیون ریال به ۱۱۵/۷۱ میلیون ریال کاهش می یابد.

در جدول (۶) نیز الگوی بهینه کشت، مصرف آب و درآمد مزرعه نماینده بهره برداران گروه ۳ در حالت فعلی و در ۹ سناریوی کاهش مصرف آب آورده شده است. همان طور که مشاهده می شود با شرایط فعلی، جو ۷/۸ هکتار، گندم ۷/۳۹۹ هکتار، پیاز ۳/۸۳۴ هکتار و خیار ۱۰/۳۶ هکتار را به خود اختصاص داده اند. با کاهش عرضه آب سطح زیر کشت جو در ۷/۸ هکتار ثابت باقی می ماند سطح زیر کشت ۳ محصول دیگر یعنی گندم،

جدول ۶ - مزرعه نماینده بهره برداران گروه ۳ (مزارع بیشتر از ۲۴ هکتار)

محصول	الگوی	الگوی	٪۵	٪۱۰	٪۱۵	٪۲۰	٪۲۵	٪۳۰	٪۳۵	٪۴۰	٪۴۵
فعلی	بهبه با	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش	کاهش
شرایط	فعلی	مصرف	مصرف	مصرف	مصرف	مصرف	مصرف	مصرف	مصرف	مصرف	مصرف
		آب	آب	آب	آب	آب	آب	آب	آب	آب	آب
جو(هکتار)	۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸	۷/۸
گندم(هکتار)	۱۲	۷/۳۹۹	۷/۰۴۷	۶/۶۹۶	۶/۳۳۴	۵/۶۹۱	۵/۲	۵/۲	۵/۲	۵/۲	۵/۲
گوجه	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
فرنگی(هکتار)											
(
پیاز(هکتار)	۴	۳/۸۳۴	۳/۶۲۸	۳/۴۱۵	۳/۲۰۴	۲/۹۳۹	۲/۶۸۸	۲/۴۹۰	۲/۳۲۶	۲/۱۲۴	۱/۸۷۵
لوبیا(هکتار)	۰	۰	۰	۰	۰/۱۱	۰/۲۳۸	۰/۳۱۰	۰	۰	۰	۰
خیار(هکتار)	۶	۱۰/۳۶	۹/۶۲۸	۸/۸۹۳	۸/۱۵۲	۷/۳۳۲	۶/۵۰۳	۵/۴۴۵	۳/۸۷۴	۲/۳۸۱	۰/۹۸۲
مصرف آب	۱۰۲۶	۱۸۰	۱۷۱	۱۶۲	۱۵۳	۱۴۴	۱۰۳۴	۱۶۸۲	۱۸۳۱	۱۰۸	۹۹
(هزار متر	۱۷۲								۱۱۵		
مکعب)											
درآمد	۲۳۹	۱/۸۴۴	۱/۷۷	۱/۶۶	۱/۳۶	۱/۲۸	۱/۱۶۷	۱/۹۳/۸۳	۱/۶۹/۱۱	۱/۱۲	۱/۷۱
(میلیون	۳۲۹	۳۰۸	۲۸۷	۲۶۶	۲۴۲	۲۱۸					
ریال)											

ماخذ: یافته‌های تحقیق

پیشنهادها

با توجه به نتایج مطالعه پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد.

- نتایج نشان داد که با اعمال سیاست ایجاد محدودیت در عرضه آب (جداول ۴ تا ۶)، از سطح زیر کشت گندم کاسته می‌شود که این امر می‌تواند خودکفایی در تولید گندم را با مشکل همراه سازد. بنابراین، همزمان بایستی با سیاست‌های افزایش عملکرد در هکتار گندم با این مساله مقابله نمود. برای این امر می‌توان در ابتدا با مشخص نمودن نیاز آبی گندم در منطقه توسط مسئولان و کارشناسان آبیاری و سپس اعمال کم‌آبیاری موجب افزایش عملکرد گندم شد. در این روش باید دقت شود که کم‌آبیاری در مراحل از رشد گندم، که گیاه حساس می‌باشد، انجام نشود؛ چون این امر باعث کاهش عملکرد در سطح گندم می‌شود.
- با توجه به اینکه استان خراسان رضوی با مشکلات خشکسالی و کم‌آبی گسترده در سال‌های آینده روبرو می‌باشد؛ لذا، دولت و سیاست‌گزاران در این منطقه می‌توانند با اعمال سیاستی همانند طرح نکاشت در

منطقه موجب افزایش درآمد تولیدکنندگان شود. به این صورت که به کشاورزان این منطقه اعمال شود، در صورت نکاشت یک هکتار گندم، مبلغی را به کشاورزان پرداخت کند. این سیاست می‌تواند از یک سوء با مشکلات زیست‌محیطی و کم‌آبی منطقه مقابله نماید و از سوی دیگر انگیزه اقتصادی را برای کشاورزان منطقه فراهم آورد. البته در این زمینه باید در ابتدا زیرساخت‌ها مهیا شود؛ یعنی در ابتدا نظام پرداخت بهاء طرح نکاشت به صورت جامع تدوین و مشخص شود به گونه‌ای که مورد توجه و قبول کشاورزان باشد و در ادامه با اطلاع-رسانی و ترویج تدریجی این امر، امکان پذیرش را برای کشاورزان مهیا کنند.

۳. در مطالعه حاضر تنها سیاست کاهش عرضه آب به عنوان سیاستی برای وارد کردن هدف حداقل کردن مصرف آب در اهداف کشاورزان مورد بررسی قرار گرفت و البته از طریق سیاست‌های دیگری مانند قیمت‌گذاری آب نیز می‌توان به این مهم دست یافت که بایستی در مطالعاتی مورد بررسی قرار گیرند.

REFERENCES

1. Agriculture statistics of Khorasan Razavi Province. (2011). (In Persian)

2. Akbari, N.A., & Zahedi keivan, M. (2007). Application fuzzy logic in determonation suitable pattern cultivation crops in a farm (Approach: fuzzy goal programming) . *Agricultural economics. (Agriculture and Economy)*, 1(2), 1-23. (In Farsi)
3. Bakhshoodeh, M., & Baghestani, M. (2008). A study on the optimal cropping pattern in Iran using Fractional programming. *The Economics Journal*, 2(4), 121-134. (In Farsi)
4. Barimnezhad, V., & Sadrolashrafi, S. M. (2005). Sustainability modelling in water resources using multi-criteria decision making. *Journal of Agricultural Sciences*, 4, 1-14. (In Farsi)
5. Berenger, V., & Verdier-Chouchane, A. (2007). Multidimensional measures of well-being: Standard of living quality of life across countries. *Journal of World Development*, 35(7), 1259-1276.
6. Biswas, A., & Baranpal, B. (2004). Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agricultural system .*Omega*(5) 33.
7. Durga Prasad Dash, P., & Rajani, B. D. (2013). Solving Fuzzy Multi Objective Non-linear Programming Problem Using Fuzzy Programming Technique .*International Journal of Engineering Science and Innovative Technology* ,2 (5), 137-142
8. Fathi, F., & Zibaei, M. (2012). Welfare loss caused by the loss of underground water in the Plains Branch. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 25 (1), 10-19. (In Farsi)
9. Gupta, A., Harboe, R., & Tabucanon, M. (2000). Fuzzy multiple-criteria decision making for crop area planning in Narmada river basin. *Agricultural Systems*, 63, 1-18.
10. Kiyani, G. (2009). Potential gains from water markets construction: Saveh region case study. *Environmental Science*, 6(4), 65-72. (In Farsi)
11. Kohansal, M., & Sarvari, A. (2013). Determining the optimal pattern of main agricultural products of Khorasan Razavi. *Agricultural economy and Development*, 21 (82), 131-151. (In Farsi)
12. Mohammadi, H., Boostani, F., & Kafilzade, F. (2012). Optimal Cropping Pattern Using a Multi-objectives Fuzzy Non-linear Optimization Algorithm: A Case Study. *Journal of Water and Wastewater*, 4(23), 43-55. (In Farsi)
13. Naebi, M. A., Hamidi, N., Panahinia, a., & Saeedi, H. (2012). Aplication of Mathematical fuzzy goal programming in Inventory control models, *Beyond Management*, 6(21), 47-66. (In Farsi).
14. Narasimhan, R. (1980). Goal programming in a fuzzy environment. *Decision Sciences*. 11, 325-336
15. Pakdaman, M., & Najafi, B. (2009). The use of multi-objective mathematical programming decisive phase in determining optimal cropping pattern: plain Nilab case study in Isfahan province. *Journal of Agricultural Economics Research*, 2(1), 121-139. (In Farsi)
16. Panda, R. K., & Nayak, R. C. (2001) . *Integrated Management of a Canal Command in a River Delta using Multi-Objective Techniques*. *Water Resources Management*, 15, 383-481.
17. Shavandi, H. (2006). *The theories of Fuzzy collections and their application in Industrial Engineering and Management*, Tehran: Development of Basic Science. (In Farsi)
18. Slowinski, R. (1986). A multicriteria fuzzy linear programming method for water supply system development planning. *Fuzzy Sets and system*, 217-37, 19.
19. Zadeh, L. A. (1986). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338-353.
20. Zimmermann, H .(1987). Fuzzy programming and linear programming with several objective functions. *Fuzzy Sets and systems*, 1, 45-55.