اقتصادکشاورزی و توسعه، سال نوزدهم، شماره ۷۵، پاییز ۱۳۹۰

تعیین الگوی بهینه بهره‌برداری با تأکید بر اهداف زیست‌محیطی در شهرستان فسا با استفاده از برنامه‌ریزی چندهدفی و فازی

دکتر فردین بوستانی*، دکتر حمید محمدی**

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۹/۷

چکیده

مطالعه حاضر با هدف تدوین الگوی بهینه بهره‌برداری در استان فارس صورت گرفت. به این منظور از تلفیق برنامه ریزی چندهدفی و برنامه ریزی فازی استفاده شد. داده‌های تحقیق نیز از طریق مصاحبه حضوری و تکمیل پرسشنامه در میان ۹۰ بهره‌بردار منتخب در شهرستان فسا در سال ۱۳۸۶ به‌دست آمد.

نتایج به‌دست آمده نشان داد الگوی بهینه فازی در حد فاصل الگوهای بهینه قطعی مبتنی بر اهداف حداکثر بازده ناخالص، حداکثر اشتغال، حداقل مصرف آب، حداقل مصرف کودشیمیایی و حداقل ریسک قرار دارد. همچنین مشخص شد استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی

* استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس، گروه مهندسی آب

** استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل (نویسنده مسئول)

e-mail:hamidmohammadi1378@gmail.com

فازی به انتخاب الگوی مناسب و ترکیب مطلوب از اهداف متعدد انعطاف زیادی می‌بخشد. میان اهداف بهره‌برداران و اهداف زیست‌محیطی نیز تعارض وجود دارد. براساس الگوهای بهینه به‌دست آمده، محصول خربزه در تأمین توأم اهداف متعدد دارای شرایط مناسب ارزیابی شد.

طبقه‌بندی JEl: Q59; Q12; C61

کلیدواژه‌ها:

اهداف زیست‌محیطی، الگوی بهینه کشت، الگوی فازی، ریسک، استان فارس

مقدمه

رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی به‌عنوان یک تکنیک برای تخصیص منابع در سطح مزرعه، همواره مورد توجه و استفاده بوده است، اما با توجه به پیچیدگیهای فعالیت کشاورزی تعدد اهداف و همچنین تضاد آنها با یکدیگر، برای تعیین سطح بهینه فعالیت به گونه‌ای که از جنبه‌های مختلف مطلوب باشد، لازم است از شکلهای گوناگون الگوهای ساده برنامه‌ریزی ریاضی استفاده شود (اسدپور و همکاران، ۱۳۸۴). البته به موازات تعریف اهداف و شرایط خاص، فرمول‌بندی‌های مختلف و توانمندتری از خانواده برنامه‌ریزی ریاضی ارائه شده است. تلاش در جهت دخالت دادن ریسک در مسائل برنامه‌ریزی و همچنین تکامل الگوهای ریسکی از جمله این تغییرات است. اما عقیده کلی بر این است که بخش کشاورزی نسبت به سایر بخشهای اقتصادی با ریسک و عدم اطمینان بالاتری مواجه است (Goodwin and Smith, 1995). در الگوهای ریسکی به‌طور بارز ریسک قیمت و تولید و یا ریسک درآمد مورد توجه قرار می‌گیرد در حالی که عدم قطعیت در میزان دسترسی به نهاده‌ها و به‌ویژه نهادهٔ مهمی همچون آب، مستلزم توجهی فراتر از الگوهای ریسک است. البته نادقیق بودن اطلاعات مورد

استفاده در روشهای برنامه‌ریزی ریاضی از جمله مواردی است که به طرق مختلف در مدلسازی مورد توجه بوده و روشهایی همچون توزیع احتمال، تابع فاصله‌ای اعداد فازی و انواع گوناگون روشهای آستانه‌ای برای تعدیل در مدلسازی به کار گرفته شده است (Inuiguchif and Ramik, 2000). در تصمیم‌گیری به‌ویژه وقتی که با حد بالایی از نادقیقی و عدم قطعیت مواجهیم، به دلیل نواقص و پیچیدگی فرایندهای اطلاعات، تئوری مجموعه‌های فازی یکی از بهترین ابزارها برای لحاظ کردن عدم قطعیت در پارامترهای تصمیم‌گیری است (Kumar & et al., 2006). نمونه‌ای بارز از عدم قطعیت در سالهای اخیر بارندگی سالانه و دسترسی به آب بوده و این در حالی است که در جهت تغییر الگوی کشت به نحوی که امکان بیشتری برای استفاده پایدار از منابع آب زیرزمینی وجود داشته باشد، تلاشی صورت نگرفته که این امر منجر به برداشت بیش از حد از منابع کمیاب آب زیرزمینی شده است. یکی دیگر از نمونه‌ها درشهرستان فسا در استان فارس دیده می‌شود. در این منطقه به دنبال اجرای طرح پخش سیلاب، توان تأمین آب منابع زیرزمینی از ۴/۰۸ میلیون مترمکعب در اوایل دهه ۱۳۶۰ به بیش از ۱۴/۰۳ میلیون مترمکعب در دهه ۱۳۷۰ افزایش یافته است (کوثر، ۱۳۷۲) اما با این حال، هم‌اکنون بیش از ۲۶/۹ میلیون مترمکعب از آن برداشت می‌شود (بختیار، ۱۳۷۶) که دلیل این امر استفاده بی‌رویه در سالهای پرباران و عدم کاهش آن در سالهای خشکسالی و یا به بیان دیگر عدم مدیریت مبتنی بر نوسانات در بارندگی بوده است. این در حالی است که میزان بارندگی و به همان ترتیب‌توان تغذیه منابع آب زیرزمینی به شدت دچار نوسان بوده به گونه‌ای که در دوره ۱۳۷۴-۱۳۶۱ بارندگی منطقه در دامنه ۸۹-۵۶۰ میلیمتر در نوسان بوده است (کوثر، ۱۳۷۲). بنابراین لازم است ضمن استفاده از روشهای انعطاف‌پذیرتر برنامه‌ریزی و توجه به اهداف گروه‌های مختلف، به‌منظور واقعی‌تر نمودن فضای تصمیم‌سازی، به چنین عدم قطعیتها نیز توجه بیشتری شود. هر چند استفاده از رهیافت برنامه ریزی ریاضی می‌تواند ابزاری مطلوب برای مطالعه و تدوین الگوی فعالیت فراهم نماید، اما در عین حال برخی از جنبه‌های

خاص تصمیم‌گیری در مورد بهینه‌سازی فعالیتهای کشاورزی نیز باید مورد توجه قرار گیرد. در ادامه این مسائل مرور شده است.

در مطالعات انجام شده در حوزه برنامه ریزی ریاضی نوعاً اهداف یک گروه مشخص مورد توجه بوده و همواره سعی شده است که اهداف آن گروه به‌طور بهینه تأمین شود. در این میان عمدتاً اهداف بهره‌برداران مطرح بوده و در مطالعات سعی شده است که افزایش درآمد یا بازده ناخالص و همچنین کاهش ریسک مورد توجه و بررسی قرار گیرد. مطالعه داپلر و همکارانش (Doppler & et al., 2002) ، چیذری و قاسمی (۱۳۷۸)، ترکمانی و صداقت (۱۳۷۸)، کرامت‌زاده و همکارانش (۱۳۸۴) از جمله این مطالعات هستند. نوسانات گسترده در بازده فعالیتهای کشاورزی و اثر آن بر این فعالیتها به‌صورت بروز ناکارایی فنی و تخصیصی در به‌کارگیری عوامل تولید (Torkamani, 1996) منجر به توجه به عامل ریسک در کنار هدف افزایش بازده ناخالص شد. مطالعه داپلر و همکارانش (Doppler & et al., 2002) در اردن، کرمار (Kumar, 1995) در هند، والدراما و انگل (Valderama and Engle, 2000) در هندوراس، فرانسیسکو و مبارک (Francisco and Mubarik, 2006) در تایوان، و سورش و موجومدار (Suresh, and Mujumdar, 2004) در هند، ترکمانی(Torkamani, 1996) در ایران، ترکمانی (۱۳۷۵)، ترکمانی و کلایی (۱۳۷۸)، ترکمانی و زیبایی (۱۳۸۲)، حسن‌شاهی (۱۳۸۵)، احسان و همکاران (۱۳۸۷)، عمادزاده و همکاران (۱۳۸۸) و فرج زاده و همکاران (۱۳۸۸) از مطالعاتی هستند که به مسئله ریسک پرداخته‌اند. بحران کمیابی آب باعث شد تا تلاش برای تأمین اهداف بهره‌برداران و غفلت از پیامدهای تأمین این اهداف مورد تردید قرار گیرد و آب به‌عنوان هدفی فراتر از هدف بهره‌برداران و به‌عنوان هدف سیاستگذاران مورد توجه قرار گیرد. داپلر و همکارانش (Doppler & et al., 2002) و کرامت‌زاده و همکارانش (۱۳۸۴) از مطالعاتی هستند که ضمن پرداختن به هدف افزایش بازده ناخالص بهره‌برداران، هدف کاهش استفاده از آب را نیز مورد توجه قرار داده‌اند. در سالهای اخیر دامنه توجه به آب و اهمیت آن فراتر رفته و در حال حاضر یک نقش بارز زیست‌محیطی برای آن تبیین شده است

به گونه‌ای که نه تنها کاهش مصرف آن در سطح ظرفیت محیط زیست مورد توجه می‌باشد بلکه تقابل آن با نهاده‌های زیست‌محیطی نیز مورد توجه قرار گرفته است. برای مثال در آمریکا المسری‌و کالوراچچی (Almasri and Kaluarachchi, 2005)آلودگی‌نیترات‌درآب زیرزمینی را عامل‌تخریب‌زیست‌محیطی بیان‌کردند. بارتولینی و همکارانش (Bartolini & et al., 2007) کاهش‌مصرف‌آب‌رابه‌عنوان‌یک‌هدف‌زیست‌محیطی‌موردتوجه‌قرار دادند. درمطالعاتی‌همچون سیمان (Semaan, 2006)ولاتین‌پولوس‌و میلوپولوس (Latinopoulos & Mylopoulos, 2005) هدف زیست‌محیطی به‌صورت کاهش مصرف کودشیمیایی یا کاهش ورود نیتروژن به خاک لحاظ گردیده است. در مطالعه بربل و گومز – لیمون (Berbel and Gomez-Limon, 2000) کاهش مصرف آب و کودشیمیایی به‌عنوان هدف زیست‌محیطی مطرح شده است. اخیراً نیز عنوان شده است که نوعاً تغییر الگوی کشت در جهت دستیابی به الگوی بهینهٔ مبتنی بر اهداف بهره‌برداران‌ممکن‌است‌پیامدهای اجتماعی مانند کاهش اشتغال را به دنبال داشته باشد و از همین روست که در مطالعاتی مانند بربل و گومز – لیمون (Berbel and Gomez-Limon, 2000) و فرانسیسکو و مبارک (Francisco & Mubarik, 2006) نیز افزایش اشتغال تحت عنوان هدف اجتماعی مورد توجه قرار گرفته است.

تغییر در ادبیات مطالعات الگوی بهینه کشاورزی، افزون بر اهداف طرح شده، در حوزه روشهای مورد استفاده و تلاش در جهت مدلبندی نزدیک به شرایط واقعی نیز چشم‌گیر بوده به این ترتیب که اخیراً سعی شده است که مسئله عدم قطعیت در فعالیتهای کشاورزی با استفاده از روشهای فازی مورد توجه قرار گیرد؛ البته تاکنون بیشتر در زمینه‌های بازرگانی مورد توجه بوده و در حوزه کشاورزی کمتر استفاده شده است. نمونه‌هایی از این مطالعات سورش و موجومدار (Suresh and Mujumdar, 2004) در هند و همچنین درویشی سلوکلایی و همکاران (۱۳۸۵)، یاقوتی و بخشوده (۱۳۸۷) در زمینه تنظیم جیره دام و چیذری و قاسمی (۱۳۸۴) در زمینه تنظیم الگوی کشت زراعی بوده است.

در این مطالعه تلاش شده است ضمن توجه به ابعاد مورد توجه در مطالعات متعدد (که در بر گیرندهٔ اهداف بهره‌برداران و سیاستگذاران است) به مسئله عدم قطعیت نیز با استفاده از رهیافت فازی پرداخته شود. این تلاش به‌صورت تلفیق اهداف متعدد یاد شده و مسئله عدم قطعیت این اهداف می‌باشد.

مواد و روشها

مدلسازی فازی

تئوری فازی که توسط زاده (Zadeh, 1965) ارائه شد، به‌عنوان یک روش می‌تواند موجب بهبود مدلسازی در الگوهای حاوی پارامترهای نادقیق شود. روش مدلسازی براساس این تئوری به‌صورت زیر است:

اگر یک مسئله برنامه ریزی خطی متعارف را به شکل زیر در نظر بگیریم:

$$\min imize : Z = C_i X_i \quad (۱)$$

$$\text{subject to} : A_i X_i \le b_j \quad (۲)$$

$$X \ge 0 \quad (۳)$$

که در آن Z تابع هدف، C_i بردار ضرایب تابع هدف، X_i بردار فعالیتها، A ماتریس ضرایب محدودیتها و b_j بردار منابع می‌باشد، آنگاه الگوی فازی آن به‌صورت زیر خواهد بود (Kumar & et al., 2006):

$$\tilde{\tilde{C}} X \prec\approx Z_0, \quad (۴)$$

$$\tilde{\tilde{A}} X \prec\approx b, \quad (۵)$$

$$X \ge 0 \quad (۶)$$

که درآن علامت $\prec\approx$ در مجموعه قیود به معنی «لزوماً کوچکتر یا برابر با» است و امکان دستیابی به مقادیر دقیق را فراهم می‌کند. $\tilde{\tilde{C}}$ و $\tilde{\tilde{A}}$ نیز مقادیر نادقیق یا فازی هستند. در این رهیافت اهداف و قیود به‌وسیله توابع عضویت تعریف می‌شوند و از این حیث میان این دو

گروه هیچ تفاوتی وجود ندارد. تابع عضویت خطی در دامنه پارامتر دارای مقادیر پیوسته افزایشی یا کاهشی است و به‌وسیله کرانهای قابل پذیرش بالا و پایین پارامتر تعریف می‌شود.

تابع هدف فازی $\tilde{\tilde{Z}} \in X$ یک زیرمجموعه فازی از X است به‌گونه‌ای که X به‌وسیله تابع عضویت آن به‌صورت $\mu_z(x)$: $x \rightarrow [0,1]$ مشخص می‌شود. تابع عضویت خطی برای اهداف فازی حداقل‌سازی به‌صورت زیر است:

$$\mu_Z(x) = \begin{cases} 1 & if \quad Z_j(x) \le Z_j^{\min}, \\ [Z_j^{\max} - Z_j(x)]/[Z_j^{\max} - Z_j^{\min}] & if \quad Z_j^{\min} \le Z_j(x) \le Z_j^{\max}, \\ 0 & if \quad Z_j(x) \ge Z_j^{\min}, \end{cases} \qquad (۷)$$

که در آن $j = 1,2,...,J$. در اینجا $Z_j^{\min}$ و $Z_j^{\max}$ به ترتیب حداقل و حداکثر $Z_j(x^*)$ و x^* جواب بهینه است.

برای اهداف فازی حداکثرسازی نیز تابع عضویت به‌صورت زیر است:

$$\mu_Z(x) = \begin{cases} 1 & if \quad Z_j(x) \ge Z_j^{\max}, \\ [Z_j(x) - Z_j^{\min}]/[Z_j^{\max} - Z_j^{\min}] & if \quad Z_j^{\min} \le Z_j(x) \le Z_j^{\max}, \\ 0 & if \quad Z_j(x) \le Z_j^{\min}, \end{cases} \qquad (۸)$$

قید فازی $\tilde{\tilde{C}} \in X$ یک زیرمجموعه فازی از X است به‌گونه‌ای که X به‌وسیله تابع عضویت آن به‌صورت $\mu_c(x)$: $x \rightarrow [0,1]$ مشخص می‌شود. تابع عضویت خطی برای قید فازی به‌صورت زیر است:

$$\mu_C(x) = \begin{cases} 1 & if \quad g_k(x) \le b_k, \\ [1 - \{g_k(x) - b_k\}/b_d] & if \quad b_k \le g_k(x) \le b_k + d_k, \\ 0 & if \quad b_k + d_k(x) \le g_k(x), \end{cases} \qquad (۹)$$

که در آن $k = 1,2,...,K$ و بیانگر تمامی پارامترهاست. d_k نیز فاصله نوسانهای مجاز می‌باشد.

جواب فازی، حاصلِ حل توأم زیر مجموعه اهداف و قیود فازی است که به تعیین فصل مشترک آنها منجر می‌شود. تابع عضویت جواب فازی از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\mu_S(x) = \mu_Z(x) \cap \mu_C(x) = \min[\mu_Z(x); \mu_C(x)] \qquad (۱۰)$$

در رابطه فوق $\mu_Z(x)$، $\mu_C(x)$ و $\mu_S(x)$ به ترتیب توابع عضویت اهداف، قیود و جواب است. جواب بهینه جوابی می‌باشد که بالاترین درجه مقدار عضویت را دارد. فرمولبندی

فوق به‌صورت فازی می‌باشد، اما برای حل آن باید به‌صورت معادلات قطعی در آورده شود. شکل قطعی روابط یاد شده به‌صورت زیر است:

$$Maximize \quad \lambda \qquad (۱۱)$$

$$Subject\,to:$$

$$\lambda(Z_j^{\max} - Z_j^{\min}) + Z_j(x) \le Z_j^{\max} \qquad \text{برای تمامی jها، j=1,2,…,J} \qquad (۱۲)$$

$$\lambda(d_x) + g_k(x) \le b_k + d_k \qquad \text{برای تمامی khا، k=1,2,…,K} \qquad (۱۳)$$

برای تمامی قیدهای معین:

$$Ax \le b \qquad (۱۴)$$

$$x \ge 0 \qquad (۱۵)$$

$$0 \le \lambda \le 1 \qquad (۱۶)$$

برای تعیین مقادیر حداقل یا حداکثر هر یک از اهداف نیز می‌توان هریک از آنها را به‌طور مجزا و انفرادی حل و مقدار بهینه آنها را به‌دست آورد.

در این مطالعه همان‌طور که عنوان شد، علاوه بر تأمین هدف حداقل ریسک، اهداف دیگری همچون تأمین سطح مشخصی از درآمد و همچنین کاهش مصرف آب نیز مورد نظر است و لذا از رهیافت برنامه‌ریزی چند هدفی استفاده گردید. این رهیافت امکان بهینه‌سازی چند هدف را به‌طور توأم مشروط بر محدودیت منابع فراهم می‌نماید. البته اغلب به جای یک جواب بهینه یک مجموعه از جوابها حاصل می‌شود. این امر امکان مبادله میان جوابها را ممکن می‌سازد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

برنامه‌ریزی چند هدفی

شکل ریاضی الگوی برنامه‌ریزی چندهدفی را می‌توان به‌صورت زیر نوشت (Francisco & Mubarik, 2006):

$$Max\ Z(x) = (Z_1(x), Z_2(x), ..., Z_h(x), ..., Z_k(x)),$$

$$Z_1(x) = Z1(x_1, x_2, ..., x_n)$$

.

.

.

$$Z_h(x) = Zh(x_1, x_2, ..., x_n)$$

. (۱۷)

.

.

$$Z_k(x) = Zk(x_1, x_2, ..., x_n)$$

$$Subject\ to: \quad X \in F, X \geq 0$$

که درآن $Z=(Z_1, Z_2, \ldots, Z_k)$ بردار توابع هدف با اجزای Zi $(i=1,2,\ldots,k)$ توابع هدف انفرادی و X_i $(i=1,2,\ldots,n)$ سطح زیرکشت اختصاص داده شده به محصول i است. به‌طورکلی سه روش برای حل الگوهای چند هدفی وجود دارد که عبارتند از: روش وزنی، روش مقید و روش سیمپلکس چند معیاری. روش اعمال محدودیت از استفاده بیشتری برخوردار است (Francisco & Mubarik, 2006). در روش مقید، تابع هدف hامین تابع هدف بهینه می‌شود در حالی که k-1 هدف باقیمانده در قالب محدودیت گنجانده می‌شود؛ یعنی برای حالت حداقل‌سازی خواهیم داشت:

$$Min\ Z(x) = (Z_1(x), Z_2(x), ..., Z_h(x), ..., Z_k(x)),$$

$$Subjet\ to:$$

$$Z_1(x_1, x_2, ..., x_n) \leq b_1$$

.

.

$$Z_{(h-1)}(x_1, x_2, ..., x_n) \leq b_{(h-1)} \qquad (۱۸)$$

$$Z_{(h+1)}(x_1, x_2, ..., x_n) \leq b_{(h+1)}$$

.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

$$Z_{(h)}(x_1, x_2, ..., x_n) \leq b_{(h)}$$

$$X \in F, X \geq 0$$

که در آن b_i مجموعه قید برای هر یک از محدودیتها در بهینه‌سازی مقید مورد نظر است. در روش مقید تعداد متعددی جواب به‌دست می‌آید که می‌توان از میان آنها دست به انتخاب زد. مجموعه کارا از طریق تغییر در پارامتر b_i برای k هدف شامل $i=1,2,\ldots,(h-1),(h+1),\ldots,k$ به‌دست می‌آید. مقادیر افزایشی در پارامتر b_i از رابطه زیر به‌دست می‌آید (Cohon, 1978):

$$L_{ir} = n_i + t(r-1)^{-1}(M_j - n_i) \quad \begin{matrix} j = 1,2,...,h-1,h+1,...,p \\ t = 0,1,2,...,(r-1) \end{matrix} \qquad (۱۹)$$

L_i مقادیر انتخاب شدهb_i از دامنه است M و n نیز به ترتیب مطلوب‌ترین و نامطلوب‌ترین مقدار برای هدف i و r تعداد دامنه می‌باشد.

ریسک

در این بررسی با توجه به اهمیت ارائه الگویی که هدف حداقل ریسک را تأمین نماید، واریانس درآمد مورد استفاده قرار گرفت. واریانس درآمد حاصل از محصول i با بازده ناخالص R_i را می‌توان به‌صورت زیر نوشت (Francisco & Mubarik, 2006):

$$V(I) = \sum\sum \sigma_{ij} X_i X_j \qquad i, j = 1,2,...,n \qquad (۲۰)$$

که در آن σ_{ij} ماتریس واریانس–کوواریانس بازده حاصل از تولید محصول i و Xi سطح فعالیت محصول i است. در الگوی مورد استفاده تابع هدف به‌صورت حداقل‌سازی معادله فوق تعریف می‌گردد. در این بررسی با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی چندهدفی سعی گردید هدف کاهش ریسک در کنار دو هدف تأمین بازده ناخالص و کاهش مصرف آب تعقیب گردد.

اولویت‌بندی الگوها

با توجه به اینکه در مطالعه حاضر الگوهای متعددی به‌دست آمد و این الگوها برحسب اهداف مورد توجه بودند لذا لازم بود از میان آنها براساس اهداف، انتخاب صورت گیرد. در این مطالعه برای انتخاب از میان مجموعه الگوهای بهینه از رهیافت فازی به‌صورت زیر استفاده شد:

فرض کنید که $i \in [1, N]$ و N تعداد الگوهای ارائه شده توسط رهیافت برنامه‌ریزی چندهدفی است و $j \in [1, M]$ که j نیز اهداف مورد استفاده است. همچنین فرض می‌شود که x_i مقداری است که هدف j برای الگوی i اختیار می‌کند. اگر مقادیر اهداف مورد استفاده به‌صورت نزولی رتبه‌بندی شوند که طی آن مقادیر بالاتر برای هدف یاد شده به معنی اولویت بیشتر باشد، آنگاه تابع عضویت شاخص j برای منطقه $\mu_j(i)$ را می‌توان به‌صورت زیر تعریف نمود (Bernger & Verdier-Chouchane, 2007):

$$\mu_j(i) = \begin{cases} 1 & if \quad x_j^i \le x_j^{\min} \\ \dfrac{x_j^{\max} - x_j^i}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} & if \quad x_j^{\min} \le x_j^i \le x_j^{\max} \\ 0 & if \quad x_j^i \ge x_j^{\max} \end{cases} \qquad (۲۱)$$

که در آن $x_j^{\min} = Min_i(x_j^i)$ و $x_j^{\max} = Max_i(x_j^i)$ می‌باشد. تابع $\mu_j(i)$ درجه برخورداری iامین الگو را نسبت به هدف j اندازه‌گیری می‌کند. برای فازی سازی آب، کودشیمیایی مورد استفاده و ریسک بازده ناخالص می‌توان از تابع عضویت فوق استفاده نمود. به همین ترتیب اگر اهداف به‌صورت صعودی مرتب شوند، تابع عضویت $\mu_j(i)$ به‌صورت زیر تعریف خواهد شد:

$$\mu_j(i) = \begin{cases} 1 & if \quad x_j^i \ge x_j^{\max} \\ \dfrac{x_j^i - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} & if \quad x_j^{\min} \le x_j^i \le x_j^{\max} \\ 0 & if \quad x_j^i \le x_j^{\min} \end{cases} \qquad (۲۲)$$

توابع یاد شده توابعی افزایشی از درجه برخورداری الگو هستند و مقادیری بین صفر و یک اختیار می‌کنند. از این تابع عضویت نیز برای رتبه‌بندی سطح بازده ناخالص و اشتغال الگوها استفاده گردید.

با توجه‌به اینکه‌اهداف مورد استفاده‌نامتجانس‌هستند، لذا لازم‌است‌به‌گونه‌ای‌متجانس گردند. در این‌مطالعه با استفاده از روش پیشنهادی سریولی و زانی (Cerioli and Zani, 1990) برای تابع عضویت اهداف مورد استفاده، میانگین وزن هندسی به‌صورت زیر تعیین گردید:

$$\mu(i) = \sum_{i=1}^{M} w_j \mu_j(i) \qquad (۲۳)$$

در رابطه فوق $w_j \geq 0$ و $\sum_{j=1}^{M} w_j = 1$. در این رابطه w_j وزن هدف j است. چیاپرو و مارتینتی (Chiapero & Martinetti, 1996) معتقدند مقادیر وزن اهداف باید بین حداکثر و حداقل باشد. این معیار برهمکنش میان اهداف را لحاظ می‌کند. بر این اساس وزن اهداف به‌صورت زیر تعریف می‌گردد (Bernger & Verdier-Chouchane, 2007):

$$w_j = \ln(\frac{1}{\mu_j}) / \sum_{j=1}^{M} \ln(\frac{1}{\mu_j}) \qquad (۲۴)$$

$$\overline{\mu} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \mu_j(i) \qquad (۲۵)$$

در رابطه فوق wj تابعی معکوس از میانگین سطح اهداف نسبت به هدف j است. تابع لگاریتمی نیز بیانگر آن است که اولویت هر الگوی بهینه تابعی غیرخطی از اهداف مورد استفاده می‌باشد.

اهداف و محدودیتهای مورد استفاده در این الگو به صورت زیر است:

هدف حداکثرسازی بازده‌ناخالص:

$$MaxZ_1(x_i) = \sum_{i=1}^{m} c_i x_i \qquad i = 1,2,...,m \qquad (۲۶)$$

در معادله فوق c_i بازده ناخالص محصول i در هر هکتار و x_i نیز سطح زیرکشت محصول i است.

هدف حداقل‌سازی مصرف آب:

$$MinZ_2(x_i) = \sum_{i=1}^{m} w_i x_i \qquad i = 1,2,...,m \qquad (۲۷)$$

در رابطه فوق w_i آب مورد استفاده در آبیاری محصول i برحسب مترمکعب است.

هدف حداقل‌سازی ریسک (واریانس) بازده ناخالص:

$$MinZ_3(x_i)=\sum_{i=1}^{m}\sum_{k}^{m}\sigma_{ik}x_i x_k \qquad i,k=1,2,...,m \qquad (۲۸)$$

که در آن σ_{ik} ماتریس واریانس-کوواریانس بازده حاصل از تولید محصول i است.

هدف حداقل‌سازی مصرف کودشیمیایی:

$$MinZ_4(x_i)=\sum_{h=1}^{q}\sum_{i=1}^{m}f_{ih}x_i \qquad i=1,2,...,m \qquad h=1,2 \qquad (۲۹)$$

در رابطه فوق h نوع کودشیمیایی مورد استفاده (کود ازته و فسفاته) و f_{ih} میزان کودشیمیایی نوع h (ازته یا فسفاته) در هر هکتار از محصول i است.

هدف حداکثرسازی اشتغال:

$$MaxZ_5(x_i)=\sum_{i=1}^{m}l_i x_i \qquad i=1,2,...,m \qquad (۳۰)$$

در نامعادله فوق l_i نیروی کار مورد نیاز در هر هکتار برای محصولi است.

محدودیتهای الگو نیز به شکل زیر است:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

محدودیت آب:

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{t=1}^{T}w_{it}x_i \le W_t \qquad i=1,2,...,m \qquad t=1,2,...,T \qquad (۳۱)$$

در نامعادله فوق i نوع محصول، t زمان (ماه)، w_{it} آب مورد استفاده در آبیاری محصول i در ماه یا دوره tبرحسب مترمکعب، x سطح زیرکشت برحسب هکتار و W_t کل آب در دسترس در ماه t برحسب مترمکعب است. دوره‌های زمانی نیز مشتمل بر ماه‌های دوازده‌گانه است.

محدودیت زمین:

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{t=1}^{T} x_{it} \le X_t \qquad i=1,2,...,m \qquad (۳۲)$$

در نامعادله فوق X_t کل زمین در دسترس در ماه t برای کشت در منطقه است.

محدودیت نیروی کار:

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{t=1}^{T} l_{it} x_i \le L_t \qquad i=1,2,...,m \quad t=1,2,...,T \qquad (۳۳)$$

در نامعادله فوق l_{it} نیروی کار مورد نیاز در هر هکتار برای محصولi در ماه tبرحسب روز – نفر و L_t کل نیروی کار موجود در منطقه در ماه t برحسب روز–نفر است.

محدودیت سرمایه:

$$\sum_{i=1}^{m} k_i x_i \le K \qquad i=1,2,...,m \qquad (۳۴)$$

در نامعادله فوق k_i هزینه‌های متغیر تولید محصول i در هر هکتار و K مجموع هزینه‌های متغیر تولید محصولات است.

محدودیت کودشیمیایی:

$$\sum_{h=1}^{q}\sum_{i=1}^{m} f_{ih} x_i \le F_h \qquad i=1,2,...,m \quad h=1,2 \qquad (۳۵)$$

در رابطه فوق F_h کل کودشیمیایی مورد استفاده از نوع h برای محصولات است.

گفتنی است که با انتخاب هر یک از اهداف پنجگانه یاد شده اهداف دیگر در قالب محدودیت لحاظ گردید. اطلاعات مورد نیاز از طریق مصاحبه حضوری و تکمیل پرسشنامه در میان ۹۰ بهره‌بردار منتخب فسا در سال ۱۳۸۶ به‌دست آمد. فسا از جمله مناطق استان می‌باشد که در زمینه آب با بحران مواجه است. نمونه مورد نظر نیز به‌صورت تصادفی انتخاب شد. داده‌های مربوط به قیمت و عملکرد محصولات مختلف برای برنامه‌ریزی توأم با ریسک نیز از

سالنامه‌های آماری استان فارس و برای دوره ۱۳۷۵-۸۴ استخراج شد. براورد الگوهای بهینه نیز با استفاده از نرم افزار Lingo10 صورت گرفت.

نتایج و بحث

در تحلیل نتایج ابتدا الگوهای بهینه قطعی هر یک از اهداف پیشگفته ارائه شده است (جدول ۱) و سپس الگوی بهینه فازی و الگوهای فازی در سطوح مختلف اهداف آمده است. در الگوهای بهینه قطعی از برنامه‌ریزی چندهدفی استفاده گردید که طی آن هر یک از اهداف مشروط بر تأمین سایر اهداف حداقل در سطح فعلی‌شان بهینه شدند. الگوی حداکثر بازده ناخالص به جز در مورد میزان ریسک که برابر با سطح آن در الگوی فعلی است، از نظر تمامی سایر اهداف در مقایسه با الگوی فعلی در شرایط بهتری قرار دارد. مهمترین تفاوت مطلوب این الگو در مقایسه با الگوی فعلی، مصرف کمتر آب است به گونه‌ای که این الگو می‌تواند مصرف فعلی آب در حوزه اجرای پروژه را که نزدیک به ۲۷ میلیون مترمکعب است، به اندکی بیشتر از ۱۴ میلیون مترمکعب کاهش دهد. میزان کل ریسک در الگوی بازده ناخالص با مقدار آن در الگوی فعلی برابر است، البته اگر مقیاس بازده ناخالص دو الگو وارد تحلیل شود از نظر ریسک نیز الگوی حداکثر بازده ناخالص بر الگوی فعلی برتری خواهد داشت. یکی دیگر از تفاوتهای الگوی فعلی و الگوی حداکثر بازده ناخالص، الگوی کشت است. در الگوی حداکثر بازده ناخالص تنها دو محصول خربزه و هندوانه در اولویت قرار گرفته‌اند و بر همین اساس سطح زیرکشت در الگوی حداکثر بازده ناخالص در مقایسه با الگوی فعلی به کمتر از نصف کاهش یافته است.

الگوی حداقل ریسک نیز همانند الگوی حداکثر بازده ناخالص در مقایسه با الگوی فعلی به جز در مورد نیروی کار، از نظر تمامی اهداف مورد بررسی دارای شرایط بهتری است. این الگو در مقایسه با الگوی حداکثر بازده ناخالص نیز تنها از نظر ریسک پایین به ازای هر واحد بازده ناخالص دارای شرایط بهتری است و از نظر سایر اهداف در سطح پایین‌تری قرار

دارد. یکی از تفاوتهای بارز الگوی حداقل ریسک با الگوی حداکثر بازده ناخالص و در عین حال تشابه آن با الگوی فعلی، تنوع در الگوی کشت است.

الگوهای حداقل مصرف کودشیمیایی و آب هر دو یکسان و از دو الگوی حداقل ریسک و حداکثر بازده ناخالص نیز تنها از منظر ریسک در شرایط نامطلوب‌تری قرار دارند. به بیان دیگر کاهش مصرف آب و کودشیمیایی توأم با افزایش ریسک بازده ناخالص است و همانند مطالعه ترکمانی و زیبایی (۱۳۸۲) این یافته نیز مبین مساعدت آب به کاهش ریسک است. البته برای کودشیمیایی نیز چنین نقشی را می‌توان در نظر گرفت. این الگو در میان الگوهای مختلف ارائه شده در جدول ۱ کمترین تنوع را داشته و تنها حاوی کشت خربزه به میزان ۹۲۲ هکتار است.

در الگوی حداکثر نیروی‌کار، بازده ناخالص حاصل از هر واحد کودشیمیایی و نیروی کار در میان الگوهای مختلف در پایین‌ترین سطح قرار دارد. البته در مورد نیروی کار این بازده ناخالص به ازای هر واحد کودشیمیایی از شرایط فعلی بالاتر است اما در مورد نیروی کار بازده ناخالص هر واحد نیروی کار (روز- نفر) در الگوی فعلی از الگوی حداکثر نیروی کار بالاتر می‌باشد. از سوی دیگر در این الگو بازده ناخالص حاصل از هر واحد آب از الگوی حداقل ریسک بالاتر و به الگوی حداکثر بازده ناخالص نزدیک است و همچنین به ازای تحمل هر واحد ریسک تنها در مقایسه با الگوی حداقل ریسک بازده ناخالص پایین‌تری ایجاد می‌نماید. در این الگو محصولات گوجه‌فرنگی و خربزه حائز اولویت شده‌اند که سهم گوجه‌فرنگی بیش از ۲۶ درصد و سهم خربزه کمتر از ۷۴ درصد است.

جدول ۱. سطح زیرکشت و مقادیر اهداف در الگوی فعلی و الگوهای بهینه قطعی

نام محصول / الگوهای کشت	گندم	جو	ذرت	پنبه	گوجه‌فرنگی	چغندرقند	خربزه	هندوانه	سطح زیرکشت (هکتار)	بازدهی ناخالص (میلیون ریال)	مصرف آب (هزار متر مکعب)	مصرف کودشیمیایی (تن)	اشتغال(هزار روز-نفر)	ریسک[1] (10^{21})
فعلی	۱۴۱۰	۲۷۵	۳۸۰	۱۸۰	–	۲۰	۱۰۰	۳۵۰	۲۷۱۵	۲۵۰۸۱	۲۶۹۳۰	۱۸۷۲	۸۴	۱۶۶۹۹۳
حداکثر بازده ناخالص	–	–	–	–	–	–	۹۱۲	۳۱۶	۱۲۲۸	۳۲۲۳۴	۱۴۰۳۲	۱۷۲	۹۵/۸	۱۶۶۹۹۳
حداقل ریسک	–	–	۱۷	–	۵۴	۹۷	۴۰۳	۵۰۵	۱۰۷۶	۲۵۰۸۲	۱۴۰۳۲	۲۱۸	۸۶/۵	۷۰۹۸۰
حداقل مصرف کودشیمیایی	–	–	–	–	–	–	۹۲۲	–	۹۲۲	۲۵۰۸۲	۱۰۰۳۲	۱۲۹	۷۱/۹	۱۵۴۰۴۰
حداکثر نیروی کار	–	–	–	۱	۲۵۳	–	۷۱۰	–	۹۶۴	۲۵۰۸۲	۱۱۲۱۰	۳۲۲	۹۶	۱۱۹۷۷۳
حداقل مصرف آب	–	–	–	–	–	–	۹۲۲	–	۹۲۲	۲۵۰۸۲	۱۰۰۳۲	۱۲۹	۷۱/۹	۱۵۴۰۴۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول ۲ الگوهای فازی متعددی ارائه شده که طی آنها مقادیر سطوح اهداف تغییر داده شده است. الگوی بهینه فازی در حد فاصل سایر الگوهای بهینه قطعی (جدول ۱) مبتنی بر اهداف حداکثر بازده ناخالص، حداکثر اشتغال، حداقل مصرف آب، حداقل مصرف کودشیمیایی و حداقل ریسک قرار دارد به این ترتیب که میزان بازده ناخالص آن تنها از الگوی حداکثر بازده ناخالص کمتر و از سایر الگوها بیشتر است. مصرف آب و کودشیمیایی این الگو نیز از الگوهای حداقل مصرف آب و کودشیمیایی بالاتر است. در مورد استفاده از نیروی کار میزان اشتغال این الگو نیز از الگوهای حداکثر بازده ناخالص و حداکثر نیروی کار

۱. ریسک برحسب واریانس بازده ناخالص محاسبه می گردد و لذا واحد ندارد. مقدار آن برای هر الگو نیز برابر با حاصل‌ضرب مقادیر ارائه شده در ستون آخر و عدد ثابت 10^{21} می باشد.

پایین تر است و از نظر میزان ریسک نیز تنها الگوهای حداقل ریسک و حداکثر نیروی کار بر این الگو برتری دارند.

با افزایش بازده ناخالص، میزان استفاده از نهاده‌ها و همچنین ریسک الگو افزایش یافته است. البته افزایش ریسک در مقایسه با افزایش سایر اهداف به مراتب بیشتر است به این ترتیب که به دنبال افزایش ریسک بیش از ۷۰ درصد (یعنی از ۸۶۹۸۳ واحد به ۱۵۱۰۰۱ واحد) بازده ناخالص تنها ۹ درصد افزایش خواهد یافت. میزان به‌کارگیری نهاده‌های آب و کودشیمیایی نیز در این صورت به ترتیب ۸/۹ و ۸/۸ درصد افزایش خواهد یافت. میزان استفاده از نیروی کار و زمین نیز ۸/۹ درصد افزایش خواهد یافت. این در حالی است که میزان افزایش در ریسک به بیش از ۲۰/۳ درصد می‌رسد. به این ترتیب گفتنی است که هزینه افزایش بازده ناخالص استفاده بیشتر از نهاده‌ها و همچنین افزایش ریسک خواهد بود. در الگوی کشت نیز تنها دو محصول خربزه و هندوانه اولویت یافته اند که با افزایش بازده ناخالص، سطح زیرکشت آنها افزایش یافته است.

در مورد الگوهای به‌دست آمده در سطوح مختلف افزایش ریسک نیز مشاهده می‌شود که علی‌رغم اینکه میزان بازده ناخالص افزایش یافته است و این باید به معنی استفاده بیشتر از نهاده‌ها باشد، اما استفاده از نهاده‌ها کاهش یافته است. در اینجا مجدداً نقش ریسک کاهندگی نهاده‌ها مورد تبیین قرار گرفته است به این معنی که با افزایش حداقل ریسک قابل تحمل، نقش ریسک کاهندگی این نهاده‌ها کاهش یافته و امکان کاهش استفاده از آنها میسر شده است و اگر بازده ناخالص در سطح مشخصی ثابت نگاه داشته شود، میزان کاهش استفاده از نهاده‌ها هنوز امکان بیشتری برای کاهش خواهد داشت؛ زیرا بخشی از کاهش در استفاده از نهاده‌ها به‌واسطه افزایش حداقل ریسک قابل تحمل در الگو به‌منظور افزایش بازده ناخالص خنثی می‌شود. البته از میان نهاده‌ها تنها میزان استفاده از زمین تغییر چندانی نیافته است. کاهش میزان به‌کارگیری نهاده‌ها نیز بسیار متغیر است به گونه‌ای که بر اثر افزایش حداقل ریسک به میزان حدود ۸۶ درصد، میزان استفاده از کودشیمیایی بیش از ۲۸ درصد افزایش یافته است در حالی

که این کاهش در مورد آب و نیروی کار به ترتیب برابر با ۱۰/۳ و ۴/۵ درصد می‌باشد. افزایش در بازده ناخالص الگوها نیز به دنبال افزایش یاد شده در حداقل ریسک الگو بیش از ۹/۶ درصد است.

افزایش میزان دسترسی به نهاده کودشیمیایی با توجه به سطح پایین استفاده از کودشیمیایی در الگوها تغییر بسیار اندکی را موجب شده است به گونه‌ای که میزان ریسک ۱ درصد و مقادیر سایر اهداف حدود ۰/۵ درصد افزایش یافته و سطح زیرکشت نیز که تنها شامل خربزه می‌باشد، بسیار نامحسوس افزایش یافته است.

با افزایش استفاده از نهاده نیروی کار، میزان استفاده از سایر نهاده‌ها کاهش یافته است و این نشاندهنده نقش جانشینی نیروی کار با سایر نهاده‌ها در الگوی کشت بهره‌برداران است. افزون بر این با افزایش به‌کارگیری نیروی کار و کاهش سایر نهاده‌ها و همچنین افزایش بازده ناخالص، ریسک الگو کاهش یافته است که این نیز مبین مساعدت نیروی کار به کاهش ریسک در الگو می‌باشد. با افزایش استفاده از نیروی کار به میزان ۱۵/۵ درصد، میزان استفاده از کودشیمیایی، آب و زمین به ترتیب ۵۶/۳، ۷/۸ و ۹/۲ درصد کاهش یافته است. بازده ناخالص نیز به میزان ۷/۱ درصد افزایش یافته است. کاهش ریسک ناشی از افزایش به‌کارگیری نیروی کار نیز بیش از ۱۴/۵ درصد است. به این ترتیب می‌توان گفت با افزایش استفاده از نیروی کار می‌توان به الگویی دست یافت که امکان بهبود در تمامی اهداف را فراهم می‌نماید. تغییر در الگوی کشت نیز به‌صورت کاهش سطح زیرکشت خربزه و افزایش سطح زیرکشت هندوانه است؛ البته همواره بیش از سه چهارم الگو را خربزه تشکیل می‌دهد.

جدول ۲. سطح زیرکشت و مقادیر اهداف در الگوهای فازی فعلی و سطوح مختلف‌اهداف

نام محصول		گندم	جو	ذرت	پنبه	گوجه‌فرنگی	چغندرقند	خربزه	هندوانه	سطح زیرکشت (هکتار)	بازده ناخالص (میلیون ریال)	مصرف آب (هزار مترمکعب)	مصرف کود شیمیایی (تن)	اشتغال (هزار روز-نفر)	ریسک (10^{21})	λ
الگوی بهینه فازی در سطح فعلی اهداف		–	–	–	–	–	–	۷۸۷	۲۸۸	۱۰۷۵	۲۸۱۷۰	۱۲۳۰۵	۱۵۰/۵	۸۳/۹	۱۲۵۵۴۳	۰/۴۳
الگوهایی‌فازی بهینه در سطوح بازده ناخالص	۲۶۲۷۴	–	–	–	–	–	–	۸۰۱	۲۹۰	۱۰۹۱	۲۸۵۸۹	۱۲۴۷۹	۱۵۲/۷	۸۵/۱	۱۲۹۷۱۸	۰/۳۹
	۲۷۴۶۶	–	–	–	–	–	–	۸۱۷	۲۹۲	۱۱۰۹	۲۹۰۷۵	۱۲۶۸۲	۱۵۵/۳	۸۶/۵	۱۳۴۶۰۴	۰/۳۴
	۲۸۶۵۸	–	–	–	–	–	–	۸۳۵	۲۹۶	۱۱۳۱	۲۹۶۴۹	۱۲۹۲۴	۱۵۸/۳	۸۸/۲	۱۴۰۴۰۵	۰/۲۸
	۲۹۸۵۰	–	–	–	–	–	–	۸۵۶	۳۰۰	۱۱۵۶	۳۰۳۳۷	۱۳۲۱۶	۱۶۱/۹	۹۰/۲	۱۴۷۴۱۲	۰/۲۰
	۳۱۰۴۲	–	–	–	–	–	–	۸۸۲	۳۰۷	۱۱۸۸	۳۱۱۷۸	۱۳۵۷۶	۱۶۶/۴	۹۲/۷	۱۵۶۰۵۵	۰/۱۱
الگوهایی‌فازی بهینه‌در سطوح ریسک	۸۶۹۸۳	۰	۰	۱۲	۰	۶۰	۴۶	۴۲۳	۵۳۵	۱۰۷۷	۲۵۹۵۸	۱۳۵۴۲	۲۱۰	۸۷/۸	۷۷۱۷۳	۰/۱۲
	۱۰۲۹۸۸	–	–	–	–	۴۶	–	۴۹۱	۵۳۸	۱۰۷۵	۲۷۰۱۰	۱۲۹۵۴	۱۸۴/۶	۸۷/۶	۸۵۷۲۷	۰/۲۷
	۱۱۸۹۹۲	–	–	–	–	–	–	۶۵۱	۴۲۵	۱۰۷۵	۲۷۶۵۶	۱۲۵۹۲	۱۵۰/۵	۸۳/۹	۱۰۱۷۱۰	۰/۳۶
	۱۳۴۹۹۶	–	–	–	–	–	–	۷۶۸	۳۰۷	۱۰۷۵	۲۸۰۹۷	۱۲۳۴۶	۱۵۰/۵	۸۳/۹	۱۲۱۵۰۸	۰/۴۲
	۱۵۱۰۰۱	–	–	–	–	–	–	۸۶۴	۲۱۱	۱۰۷۵	۲۸۴۵۹	۱۲۱۴۳	۱۵۰/۵	۸۳/۹	۱۴۳۴۵۶	۰/۴۷
الگوهایی‌فازی بهینه‌در سطوح کودشیمیایی	۱۳۶۱۶۷	–	–	–	–	–	–	۹۲۳	–	۹۲۳	۲۵۱۱۱	۱۰۰۴۳	۱۲۹/۲	۷۲	۱۵۴۳۹۴	۰/۰۰۴
	۱۴۳۳۳۴	–	–	–	–	–	–	۹۲۴	–	۹۲۴	۲۵۱۴۰	۱۰۰۵۵	۱۲۹/۳	۷۲/۱	۱۵۴۷۵۳	۰/۰۱
	۱۵۰۵۰۱	–	–	–	–	–	–	۹۲۵	–	۹۲۵	۲۵۱۶۹	۱۰۰۶۷	۱۲۹/۵	۷۲/۱	۱۵۵۱۱۵	۰/۰۱
	۱۵۷۶۶۸	–	–	–	–	–	–	۹۲۶	–	۹۲۶	۲۵۱۹۹	۱۰۰۷۹	۱۲۹/۶	۷۲/۲	۱۵۵۴۸۰	۰/۰۲
	۱۶۴۸۳۴	–	–	–	–	–	–	۹۲۷	–	۹۲۷	۲۵۲۲۹	۱۰۰۹۱	۱۲۹/۸	۷۲/۳	۱۵۵۸۴۹	۰/۰۲.
الگوهایی‌فازی بهینه‌در سطوح نیروی کار	۷۶	–	–	۳۱۹	–	–	–	۸۶۵	–	۱۱۸۴	۲۶۳۰۱	۱۳۳۵۰	۳۴۴/۶	۷۲/۶	۱۴۶۹۲۶	۰/۱۷
	۸۰	–	–	۲۲۵	–	–	–	۸۵۷	۷۰	۱۱۵۲	۲۶۹۰۷	۱۳۰۱۱	۲۸۷/۳	۷۵/۹	۱۴۲۵۰۹	۰/۲۶
	۸۴	–	–	۱۱۳	–	–	–	۸۲۷	۱۷۳	۱۱۱۴	۲۷۵۵۲	۱۲۶۵۰	۲۱۹/۵	۷۹/۹	۱۳۳۸۴۶	۰/۳۵
	۸۸	–	–	–	–	–	–	۷۸۷	۲۸۸	۱۰۷۵	۲۸۱۷۰	۱۲۳۰۵	۱۵۰/۵	۸۳/۹	۱۲۵۵۴۳	۰/۴۳
	۹۲	–	–	–	–	–	–	۷۸۷	۲۸۸	۱۰۷۵	۲۸۱۷۰	۱۲۳۰۵	۱۵۰/۵	۸۳/۹	۱۲۵۵۴۳	۰/۴۳
الگوهایی‌فازی بهینه‌در سطوح مختلف آب	۱۰۶۹۹	–	–	–	–	–	–	۹۱۷	۴۸	۹۶۵	۲۶۰۸۴	۱۰۶۰۵	۱۳۵/۱	۷۵/۳	۱۵۳۵۶۷	۰/۱۴
	۱۱۳۶۵	–	–	–	–	–	–	۸۸۷	۱۰۹	۹۹۶	۲۶۶۸۵	۱۱۰۶۶	۱۳۹/۴	۷۷/۷	۱۴۵۴۹۶	۰/۲۲
	۱۲۰۳۲	–	–	–	–	–	–	۸۵۹	۱۶۲	۱۰۲۱	۲۷۱۶۶	۱۱۴۴۹	۱۴۲/۹	۷۹/۶	۱۳۹۰۳۳	۰/۲۹
	۱۲۶۹۹	–	–	–	–	–	–	۸۳۳	۲۰۸	۱۰۴۲	۲۷۵۶۱	۱۱۷۷۴	۱۴۵/۸	۸۱/۳	۱۳۳۷۳۱	۰/۳۵
	۱۳۳۶۵	–	–	–	–	–	–	۸۱۰	۲۵۰	۱۰۶۰	۲۷۸۹۱	۱۲۰۵۶	۱۴۸/۳	۸۲/۶	۱۲۹۳۰۱	۰/۳۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در بخش انتهایی جدول ۲ تغییر الگوی کشت و مقادیر استفاده از نهاده‌ها و سایر اهداف در سطوح مختلف دسترسی به آب براساس رهیافت فازی ارائه شده است. میزان افزایش دسترسی به آب در ۵ سطح و به میزان ۱۳/۷ درصد افزایش یافته و به دنبال این میزان افزایش، میزان ریسک ۱۵/۸ درصد کاهش یافته است. البته در مورد کاهش ریسک از نقش سایر نهاده‌ها نیز نباید غفلت نمود زیرا میزان به‌کارگیری این نهاده‌ها نیز افزایش یافته است. افزایش یاد شده در دسترسی به آب منجر به افزایش به‌کارگیری نهاده‌های زمین، کودشیمیایی و نیروی کار به میزان ۹/۸ درصد شده که این مسئله می‌تواند نقش مکملی آب با سایر نهاده‌ها را نشان دهد. البته افزایش بازده ناخالص نیز خود استفاده بیشتر از نهاده‌ها را به دنبال خواهد داشت، زیرا در این الگوها بازده ناخالص نیز حدود ۷ درصد رشد دارد.

به این ترتیب مشاهده می‌شود که افزایش بازده ناخالص منجر به افزایش استفاده از نهاده‌های زیست‌محیطی آب و کودشیمیایی می‌شود و این نشاندهنده تعارض میان اهداف زیست‌محیطی و اهداف بهره‌برداران (افزایش بازده ناخالص) است. البته افزایش بازده ناخالص منجر به افزایش ریسک می‌گردد و این نیز نشاندهنده تعارض میان اهداف بهره‌برداران می‌باشد؛ اما از سوی دیگر منجر به افزایش استفاده از نیروی کار و اشتغال می‌شود که این از نظر اجتماعی مطلوب خواهد بود. پیامدهای کاهش ریسک به‌عنوان هدف دیگر بهره‌برداران مشابه افزایش بازده ناخالص است که بررسی شد. در مورد افزایش استفاده از نیروی کار شرایط به مراتب مطلوبتر است به این ترتیب که با افزایش استفاده از نیروی کار (که از نظر اجتماعی به‌عنوان یک هدف مطرح است) میزان استفاده از نهاده‌های زیست‌محیطی کاهش و سطوح اهداف بهره‌برداران نیز بهبود یافته و طی آن بازده ناخالص افزایش و ریسک کاهش پیدا کرده‌اند که هر دو از نگاه بهره‌برداران بسیار مطلوبند. افزایش استفاده از آب نیز هر چند منجر به افزایش بازده ناخالص و کاهش ریسک الگو شده و از نظر بهره‌برداران بهبود مناسبی را به همراه داشته است، اما منجر به افزایش استفاده از کودشیمیایی نیز شده که در کنار افزایش استفاده از آب هر دو از منظر زیست‌محیطی نامطلوبند. به این ترتیب مجدداً مشاهده می‌شود

که میان اهداف بهره‌برداران و اهداف زیست‌محیطی تعارض وجود دارد و باید تعادلی میان اهداف متعارض ایجاد شود. البته افزایش استفاده از آب با افزایش استفاده از نیروی کار توأم است که از نظر اجتماعی مطلوب تلقی می‌گردد.

رتبه‌بندی الگوها

همان‌طور که مشخص گردید، میان الگوهای مختلف از جهت تأمین اهداف مختلف تعارض و رقابت وجود دارد. با انتخاب سطوح مختلف برای هر یک از اهداف در دامنه وضعیت موجود و وضعیت مطلوب یا بهینه الگوهای مختلفی به‌دست آمد که هریک از آنها تنها در تأمین برخی از اهداف دارای شرایط بهتر بودند در حالی که از نظر برخی دیگر از اهداف از وضعیت مطلوب فاصله داشتند. در این قسمت الگوها با استفاده از رهیافت فازی رتبه‌بندی شدند. کاهش ریسک و افزایش بازده ناخالص به‌عنوان اهداف بهره‌برداران، کاهش استفاده از آب و کودشیمیایی به‌عنوان اهداف زیست‌محیطی و همچنین افزایش اشتغال به‌عنوان اهداف سیاستگذاران مورد توجه قرار گرفتند. در نهایت نیز افزایش اشتغال به‌عنوان هدف اجتماعی تعریف گردید.

از میان ۳۲ الگو که شامل ۲۵ الگوی فازی به‌دست آمده در جدول ۲ و همچنین ۷ الگوی بهینه قطعی جدول ۱ است، ۵ الگو براساس اهداف هر یک از گروه‌ها انتخاب و در جدول ۳ ارائه گردیدند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

رتبه‌بندی براساس اهداف بهره‌برداران

در الگوهای حائز اولویت بالا، به راحتی تبادل میان اهداف بهره‌برداران نیز مشاهده می‌شود به این ترتیب که الگوهای منتخب یا دارای ریسک پایین هستند و یا اینکه از نظر بازده ناخالص در موقعیت بهتری قرار دارند و یا اینکه ترکیبی از این اهداف در دامنه سطوح مطلوب و موجود آنها انتخاب شده است. الگوی دارای بالاترین رتبه فازی، بازده ناخالص را اندکی

بالاتر از سطح فعلی حفظ می‌کند و از سوی دیگر ریسک الگو نیز بالاتر از سطح حداقل ریسک قرار دارد. در الگوی دارای رتبه دوم، ریسک در سطح الگوی فعلی بهره‌برداران قرار دارد اما در ازای آن امکان افزایش بازده ناخالص تا سطح الگوی حداکثر بازده ناخالص فراهم می‌آید. جلوه بارز تبادل میان اهداف بهره‌برداران در الگوهای سوم و چهارم دیده می‌شود به این ترتیب که هر دو الگو دارای رتبه یکسانی هستند اما از نظر ریسک و بازده ناخالص دارای تفاوت می‌باشند و در الگوی سوم ریسک و بازده ناخالص الگو در مقایسه با الگوی چهارم بالاتر است. البته از نظر استفاده از سایر نهاده‌ها نیز میان آنها تفاوت دیده می‌شود. به هر حال آنچه مشخص است اینکه در صورتی که یکی از اهداف بهره‌برداران در سطح فعلی حفظ شود، هدف دیگر در صورتی که در سطح مطلوب خود قرار داشته باشد از نظر بهره‌برداران الگویی مطلوب و حائز اولویت خواهد بود. با توجه به وزن بالاتر بازده ناخالص در مقایسه با ریسک، حفظ افزایش سطح بازده ناخالص به قیمت حفظ سطح فعلی ریسک از فضای بیشتری برای توصیه از نگاه بهره‌برداران برخوردار خواهد بود.

در جدول ۳ مشخص است که الگوی بهینه فازی براساس سطح فعلی اهداف در مقایسه با الگوی‌های دیگر اهمیت کمتری دارد. به بیان دیگر هر چند الگوی بهینه فازی در مقایسه با الگوی بهینه قطعی از انعطاف بیشتری برخوردار است، اما محدود نمودن صرف الگوهای بهینه به الگوهای مبتنی بر سطوح بهینه هر یک از اهداف، دایره انتخاب را محدود نموده و امکان دست یافتن به الگوهای مطلوب‌تر را سلب می‌نماید؛ زیرا با توجه به امکان تبادل میان اهداف متعدد می‌توان به ترکیبی بهتر از الگوهای به‌دست آمده در سطوح بهینه اهداف انفرادی دست یافت. همچنین مشخص گردید که الگوی فعلی دارای اولویت بسیار پایین در میان الگوهای مختلف است. الگوی کشت نیز عمدتاً خربزه و هندوانه را شامل می‌شود و تنها در یک الگو چغندرقند، گوجه فرنگی و ذرت به‌طور نه چندان محسوس حائز اولویت شده اند.

رتبه‌بندی براساس اهداف زیست‌محیطی

الگوهای مطلوب زیست‌محیطی با توجه به رابطه مکملی قوی میان آب و کودشیمیایی الگوهایی را شامل می‌شوند که مصرف کودشیمیایی و آب را در سطح پایین حفظ می‌کنند و این الگوها از اولویت بسیار بالا برخوردارند و شاخص فازی آنها همان‌طور که در جدول ۳ نیز آمده است، در سطح بسیار بالایی قرار دارد. الگوهای مختلف به‌دست آمده دارای تفاوت اندکی با یکدیگر هستند و تمامی آنها تنها خربزه را شامل می‌شوند؛ البته نباید غفلت نمود که این الگوها در پرداختن به اهداف بهره‌برداران اولویت بسیار پایین دارند، زیرا هر دو هدف بهره‌برداران را تنها در سطحی نزدیک به الگوی فعلی حفظ نموده اند که مشاهده شد الگوی فعلی بهره‌برداران اهمیت و اولویت بسیار پایین دارد. اهمیت هریک از دو هدف کاهش مصرف آب و کودشیمیایی نیز به ترتیب ۹۳ و ۷ درصد است؛ البته با توجه به کاهش کودشیمیایی به دنبال کاهش مصرف آب، این تفاوت در وزن مبتنی بر انتظار است. همانند الگوهای حائز اولویت به‌دست آمده براساس اهداف بهره‌برداران، در مورد الگوی زیست‌محیطی نیزمشاهده می‌شود که الگوی فازی به‌دست آمده، براساس سطح فعلی و بهینه اهداف متعدد، اهمیت و اولویت پایینی دارد و استفاده از الگوهایی که اهداف زیست‌محیطی را در حدفاصل الگوهای بهینه انفرادی و فعلی تأمین می‌نمایند منجر به جذابیت بیشتر این الگوها از نظر زیست‌محیطی می‌شود.

رتبه‌بندی براساس اهداف سیاستگذاران

وارد کردن هدف افزایش اشتغال به گروه اهداف زیست‌محیطی با توجه به تفاوت قابل ملاحظه میان الگوهای مختلف از نظر اشتغال باعث شده است تا به هدف افزایش اشتغال وزن بسیار بالایی تعلق بگیرد و الگوهای منتخب از نگاه سیاستگذاران را الگوهایی تشکیل دهند که از اشتغال بالایی برخوردارند. همان‌طور که در جدول ۳ آمده است، الگوهای منتخب از سطح اشتغال بالایی برخوردارند. براساس شاخص رتبه‌بندی فازی، میان الگوی اول و سایر الگوها

تفاوت قابل ملاحظه‌ای دیده می‌شود به گونه‌ای که رتبه الگوی اول بیش از ۰/۸۷ است، در حالی که این رقم برای سایر الگوها در دامنه ۰/۵۲-۰/۵۸ قرار دارد. مهمترین تفاوت الگوی اول با سایر الگوها استفاده کمتر از آب در این الگو در مقایسه با سایر الگوهاست، در حالی که سایر الگوها از آب نزدیک به سطح ظرفیت پروژه استفاده می‌کنند اما الگوی رتبه اول از آب اندکی بالاتر از الگوی حداقل آب بهره می‌گیرد و با توجه به اهمیت نسبتاً بالای آب (۴۲ درصد) در میان مجموع اهداف سیاستگذاران، شاخص رتبه آن توانسته است در فاصله چشمگیر از سایر الگوها قرار گیرد. از نظر الگوی کشت نیز الگوی رتبه اول دارای تفاوت گسترده با سایر الگوهاست و بر خلاف سایر الگوها که تنها دو محصول خربزه و هندوانه را در خود می‌بینند، این الگو بیش از یک چهارم الگو را به گوجه فرنگی اختصاص داده و باقیمانده آن به خربزه اختصاص یافته است. به‌طورکلی در این الگوها سطح ریسک و بازده ناخالص نیز بالاست. الگوی بهینه فازی به‌دست آمده براساس سطوح بهینه اهداف انفرادی در مقایسه با اهداف بهره‌برداران و زیست‌محیطی به اهداف سیاستگذاران نزدیکتر است که این نزدیکی عمدتاً به دلیل استفاده بالای این الگو از نیروی کار می‌باشد؛ البته الگوی فعلی نیز به همین دلیل در مقایسه با رتبه‌بندی براساس اهداف بهره‌برداران و زیست‌محیطی اهمیت بیشتری یافته است.

رتبه‌بندی براساس اهداف جامعه

در انتهای جدول ۳ نیز رتبه‌بندی الگوها براساس مجموع اهداف بهره‌برداران و سیاستگذاران تحت عنوان الگوهای مطلوب جامعه ارائه شده است. براساس اولویت‌بندی به‌دست آمده در جدول یاد شده، الگوی دارای رتبه نخست الگویی است که از تمام آب در دسترس پروژه استفاده کند و در سطح ریسک فعلی الگوی فعالیت بهره‌برداران حداکثر بازده ناخالص را با حداکثر اشتغال ایجاد نماید. به بیان دیگر عمده تمرکز از میان اهداف بهره‌برداران بر هدف افزایش بازده ناخالص و از میان اهداف سیاستگذاران بر افزایش اشتغال بوده است. این‌الگوتنها خربزه و هندوانه را در الگوی کشت جای‌داده‌است؛ البته گفتنی‌است‌که به‌طورکلی

شاخص فازی برای الگوی ارائه شده بسیار نزدیک به یکدیگر است. از میان سایر الگوها می‌توان به شباهت الگوهای دوم و پنجم و همچنین الگوهای سوم و چهارم اشاره کرد. به این ترتیب که در الگوهای دوم و پنجم از آب به میزان کمتری در مقایسه با سایر الگوها استفاده شده است اما با توجه اینکه بازده ناخالص نیز پایین‌تر می‌باشد، لذا امکان کاهش ریسک علی‌رغم کاهش مصرف آب فراهم شده است، در حالی که در الگوهای سوم و چهارم از آب بیشتری استفاده شده و ریسک و بازده ناخالص نیز بالاست. از نظر الگوی کشت و الگوی استفاده ازنهاده‌ها تفاوتهای بیشتری دیده می‌شود به این ترتیب که در الگوی دارای رتبه دوم بر خلاف تمامی الگوها، سطح زیرکشت هندوانه بیشتر از خربزه است و الگوی رتبه پنجم تنها خربزه را شامل می‌شود. علاوه براین، الگوی رتبه دوم از نیروی کار در مقایسه با سایر الگوها کمتر بهره می‌گیرد و الگوی پنجم بیشترین به‌کارگیری نیروی‌کار را داراست. به‌طورکلی نیز می‌توان گفت الگوهای دارای اولویت بالا از نظر اجتماعی الگوهایی هستند که ضمن حفظ ریسک الگو نزدیک به الگوی فعلی بهره‌برداران، قادرند بازده ناخالص را تا سطح نزدیک به حداکثر افزایش دهند و از آب نیز اندکی کمتر از ظرفیت پروژه استفاده نمایند. همچنین استفاده از نیروی کار نیز در این الگوها در سطح بالایی قرار دارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۳. الگوهای دارای بالاترین رتبه براساس اهداف گروه‌های مختلف

شرح الگوها	گندم	جو	ذرت	پنبه	گوجه‌فرنگی	چغندرقند	خربزه	هندوانه	سطح زیرکشت (هکتار)	بازده ناخالص (میلیون ریال)	مصرف آب هزار مترمکعب)	مصرف کودشیمیایی (تن)	اشتغال(هزار روز-نفر)	ریسک (10^{21})	شاخص فازی
الگوی فعلی	۱۴۱۰	۲۷۵	۳۸۰	۱۸۰	–	۲۰	۱۰۰	۳۵۰	۲۷۱۵	۲۵۰۸۱	۲۶۹۳۰	۱۸۷۲	۸۴	۱۶۶۹۹۳	۰/۰۰۰
الگوی بهینه فازی	–	–	–	–	–	–	۷۸۷	۲۸۸	۱۰۷۵	۲۸۱۷۰	۱۲۳۰۵	۱۵۰/۵	۸۳/۹	۱۲۵۵۴۳	۰/۴۳۲
الگوهای مطلوب بهره‌برداران	–	–	–	–	۴۶	–	۴۹۱	۵۳۸	۱۰۷۵	۲۷۰۱۰	۱۲۹۵۴	۱۸۴/۶	۸۷/۶	۸۵۷۲۷	۰/۵۴۶
	–	–	–	–	–	–	۹۱۲	۳۱۶	۱۲۲۸	۳۲۲۳۴	۱۴۰۳۲	۱۷۲	۹۵/۸	۱۶۶۹۹۳	۰/۵۲۰
	–	–	–	–	–	–	۶۵۱	۴۲۵	۱۰۷۵	۲۷۶۵۶	۱۲۵۹۲	۱۵۰/۵	۸۳/۹	۱۰۱۷۱۰	۰/۵۱۳
	–	–	۱۲	۰	۶۰	۴۶	۴۲۳	۵۳۵	۱۰۷۷	۲۵۹۵۸	۱۳۵۴۲	۲۱۰	۸۷/۸	۷۷۱۷۳	۰/۵۱۳
	–	–	–	–	–	–	۸۸۲	۳۰۷	۱۱۸۸	۳۱۱۷۸	۱۳۵۷۶	۱۶۶/۴	۹۲/۷	۱۵۶۰۵۵	۰/۴۹۸
وزن اهداف	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۰/۵۲	–	–	–	۰/۴۸	–
الگوی فعلی	۱۴۱۰	۲۷۵	۳۸۰	۱۸۰	–	۲۰	۱۰۰	۳۵۰	۲۷۱۵	۲۵۰۸۱	۲۶۹۳۰	۱۸۷۲	۸۴	۱۶۶۹۹۳	۰/۰۰۰
الگوی بهینه فازی	–	–	–	–	–	–	۷۸۷	۲۸۸	۱۰۷۵	۲۸۱۷۰	۱۲۳۰۵	۱۵۰/۵	۸۳/۹	۱۲۵۵۴۳	۰/۴۷۳
الگوهای مطلوب زیست‌محیطی	–	–	–	–	–	–	۹۲۲	–	۹۲۲	۲۵۰۸۲	۱۰۰۳۲	۱۲۹	۷۱/۹	۱۵۴۰۴۰	۱
	–	–	–	–	–	–	۹۲۳	–	۹۲۳	۲۵۱۱۱	۱۰۰۴۳	۱۲۹/۲	۷۲	۱۵۴۳۹۴	۰/۹۹۷
	–	–	–	–	–	–	۹۲۴	–	۹۲۴	۲۵۱۴۰	۱۰۰۵۵	۱۲۹/۳	۷۲/۱	۱۵۴۷۵۳	۰/۹۹۵
	–	–	–	–	–	–	۹۲۵	–	۹۲۵	۲۵۱۶۹	۱۰۰۶۷	۱۲۹/۵	۷۲/۱	۱۵۵۱۱۵	۰/۹۹۲
	–	–	–	–	–	–	۹۲۶	–	۹۲۶	۲۵۱۹۹	۱۰۰۷۹	۱۲۹/۶	۷۲/۲	۱۵۵۴۸۰	۰/۹۸۹
وزن اهداف	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۰/۹۳	۰/۷	–	–	–
الگوی فعلی	۱۴۱۰	۲۷۵	۳۸۰	۱۸۰	–	۲۰	۱۰۰	۳۵۰	۲۷۱۵	۲۵۰۸۱	۲۶۹۳۰	۱۸۷۲	۸۴	۱۶۶۹۹۳	۰/۲۷۰
الگوی بهینه فازی	–	–	–	–	–	–	۷۸۷	۲۸۸	۱۰۷۵	۲۸۱۷۰	۱۲۳۰۵	۱۵۰/۵	۸۳/۹	۱۲۵۵۴۳	۰/۴۸۶
الگوهای مطلوب سیاستگذاران	–	–	–	۱	۲۵۳	–	۷۱۰	–	۹۶۴	۲۵۰۸۲	۱۱۲۱۰	۳۲۲	۹۶	۱۱۹۷۷۳	۰/۸۷۳
	–	–	–	–	–	–	۹۱۲	۳۱۶	۱۲۲۸	۳۲۲۳۴	۱۴۰۳۲	۱۷۲	۹۵/۸	۱۶۶۹۹۳	۰/۵۷۶
	–	–	–	–	–	–	۸۸۲	۳۰۷	۱۱۸۸	۳۱۱۷۸	۱۳۵۷۶	۱۶۶/۴	۹۲/۷	۱۵۶۰۵۵	۰/۵۵۳
	–	–	–	–	–	–	۸۵۶	۳۰۰	۱۱۵۶	۳۰۳۳۷	۱۳۲۱۶	۱۶۱/۹	۹۰/۲	۱۴۷۴۱۲	۰/۵۳۴
	–	–	–	–	–	–	۸۳۵	۲۹۶	۱۱۳۱	۲۹۶۴۹	۱۲۹۲۴	۱۵۸/۳	۸۸/۲	۱۴۰۴۰۵	۰/۵۱۹
وزن اهداف	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۰/۴۲	۰/۰۳	۰/۵۵	–	–
الگوی فعلی	۱۴۱۰	۲۷۵	۳۸۰	۱۸۰	–	۲۰	۱۰۰	۳۵۰	۲۷۱۵	۲۵۰۸۱	۲۶۹۳۰	۱۸۷۲	۸۴	۱۶۶۹۹۳	۰/۱۱۲
الگوی بهینه فازی	–	–	–	–	–	–	۷۸۷	۲۸۸	۱۰۷۵	۲۸۱۷۰	۱۲۳۰۵	۱۵۰/۵	۸۳/۹	۱۲۵۵۴۳	۰/۴۵۴

ادامه جدول ۳

الگوهای مطلوب جامعه	–	–	–	–	–	–	–	–	۹۱۲	–	–	–	–	۳۱۶	۱۲۲۸	۳۲۲۳۴	۱۴۰۳۲	۱۷۲	۹۵/۸	۱۶۶۹۹۳	۰/۵۴۳
	۰	۰	۰	۰	۴۶	–	۴۹۱	۵۳۸	۱۰۷۵	۲۷۰۱۰	۱۲۹۵۴	۱۸۴/۶	۸۷/۶	۸۵۷۲۷	۰/۵۲۸
	–	–	–	–	–	–	۸۸۲	۳۰۷	۱۱۸۸	۳۱۱۷۸	۱۳۵۷۶	۱۶۶/۴	۹۲/۷	۱۵۶۰۵۵	۰/۵۲۱
	–	–	–	–	–	–	۸۵۶	۳۰۰	۱۱۵۶	۳۰۳۳۷	۱۳۲۱۶	۱۶۱/۹	۹۰/۲	۱۴۷۴۱۲	۰/۵۰۲
	–	–	–	۱	۲۵۳	–	۷۱۰	–	۹۶۴	۲۵۰۸۲	۱۱۲۱۰	۳۲۲	۹۶	۱۱۹۷۷۳	۰/۴۹۹
وزن اهداف	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۰/۳۱	۰/۱۷	۰/۰۱	۰/۲۳	۰/۲۸	–

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول ۴ همبستگی میان رتبه الگوها براساس هر یک از اهداف ارائه شده است. براساس نتایج به‌دست آمده مشخص است که میان رتبه الگوها از نظر بازده ناخالص و ریسک همبستگی منفی وجود دارد به این معنی که الگوهای دارای رتبه بالا از نظر بازده ناخالص (بازده ناخالص بالا) و ریسک دارای رتبه پایین هستند که این به معنی بالا بودن ریسک در این الگوها خواهد بود و این یافته نیز دال بر تعارض میان افزایش بازده ناخالص و کاهش ریسک است. افزایش بازده ناخالص منجر به افزایش استفاده از آب خواهد شد و افزایش استفاده از آب نیز با کاهش اولویت یک الگو همراه خواهد بود. به همین دلیل رابطه میان رتبه الگوها براساس بازده ناخالص و مصرف آب منفی می‌باشد. از سوی دیگر افزایش بازده ناخالص با افزایش استفاده از نیروی کار موجب افزایش اولویت الگوها از نظر هدف اشتغال شده است. بر خلاف آب و نیروی کار که افزایش استفاده از آنها به موازات افزایش بازده ناخالص منجر به ایجاد ضرایب همبستگی مذکور شده است، در مورد کودشیمیایی همبستگی برخلاف انتظار است به این معنی که افزایش بازده ناخالص با کاهش استفاده از نهاده کودشیمیایی همراه بوده به گونه‌ای که بهبود رتبه الگوها با افزایش بازده ناخالص با بهبود رتبه آنها از طریق کاهش مصرف کودشیمیایی نیز توأم بوده است. همان‌طور که پیشتر عنوان شد، افزایش مصرف آب با کاهش ریسک توأم خواهد بود. وجود همبستگی منفی میان رتبه الگوها از نظر این دو هدف نیز مبین آن است که بهبود در یکی از دو هدف کاهش ریسک و کاهش مصرف آب با افزایش دیگری توأم خواهد بود، در حالی که در مورد نهاده کود شیمیایی رابطه عکس دیده می‌شود به این معنی که الگوهای دارای ریسک پایین از مصرف پایین کودشیمیایی نیز

برخوردارند. در مورد نیروی کار نیز می‌توان نقش ریسک کاهندگی آن را مشاهده نمود به این ترتیب که کاهش ریسک با استفاده بیشتر از نیروی کار همراه می‌باشد. ضرایب همبستگی میان رتبه الگوها از نظر مصرف آب و کودشیمیایی نیز حاکی از مکمل بودن این دو نهاده می‌باشد، زیرا مشخص شده است که کاهش استفاده از آب با کاهش به کارگیری کودشیمیایی توأم است. براساس این استدلال می‌توان نیروی‌کار و آب را نیز مکمل تلقی نمود به این ترتیب که افزایش شاخص فازی یا رتبه الگوها به دنبال کاهش مصرف آب با کاهش رتبه استفاده از نیروی‌کار یا کاهش به‌کارگیری نیروی‌کار همراه است. همچنین در مورد رابطه کودشیمیایی و نیروی کار نیز نوعی رابطه مکملی را در الگو می‌توان مشخص نمود.

جدول ٤. همبستگی میان رتبه‌های فازی حاصل از هر یک از اهداف

اهداف	بازده ناخالص	ریسک (واریانس)	مصرف آب	مصرف کودشیمیایی	مصرف نیروی‌کار
بازده ناخالص	۱				
ریسک (واریانس)	-۰/۰۶۸	۱			
مصرف آب	-۰/۵۷۳	-۰/۳۹۳	۱		
مصرف کودشیمیایی	۰/۲۱۰	۰/۱۸۵	۰/۳۴۸	۱	
مصرف نیروی کار	۰/۶۶۰	۰/۳۸۹	-۰/۷۱۵	-۰/۰۹۷	۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول ۵ نیز همبستگی میان اهداف گروه‌های مختلف ارائه شده است. این ضرایب، همبستگی میان شاخصهای فازی به‌دست آمده براساس اهداف گروه‌های مختلف در الگوهای مختلف را نشان می‌دهد. براساس این ضرایب مشاهده می‌شود که اهداف بهره‌برداران و اهداف

زیست‌محیطی با یکدیگر در تعارض هستند. همبستگی میان رتبه‌های آنها نیز بالا به‌دست آمده است. وزن بالای اهداف بهره‌برداران در میان مجموع اهداف جامعه باعث شده تا تعارض میان اهداف بهره‌برداران و اهداف زیست‌محیطی در قالب تعارض میان اهداف جامعه و اهداف زیست‌محیطی نیز بروز نماید. همان‌طور که پیشتر نیز عنوان شد، تأمین هدف بازده ناخالص بالا که با افزایش به‌کارگیری نیروی کار همراه است و همچنین هدف کاهش ریسک به‌عنوان هدف دیگر بهره‌برداران که با استفاده بیشتر از نهاده‌ها و از جمله نیروی کار میسر شده، باعث شده است تا تعقیب اهداف بهره‌برداران با افزایش اشتغال توأم باشد که از نظر سیاستگذاران این مسئله مهم می‌باشد. همین امر باعث شده است تا علی‌رغم تعارض میان اهداف بهره‌برداران و اهداف زیست‌محیطی، میان اهداف بهره‌برداران و اهداف سیاستگذاران به‌واسطه افزایش اشتغال همبستگی مثبت ایجاد شود. وزن اهداف بهره‌برداران در مجموع اهداف جامعه نزدیک به ۶۰ درصد می‌باشد و این امر باعث شده است تا علی‌رغم اهمیت اهداف زیست‌محیطی در میان اهداف جامعه میان آنها تعارض ایجاد شود. به بیان دیگر پرداختن صرف به اهداف زیست‌محیطی باعث خواهد شد تا نه تنها از نگاه بهره‌برداران بلکه از نظر کل جامعه نیز از شرایط مطلوب دور شویم. البته در مورد اهداف زیست‌محیطی دو نکته درخور توجه است: نخست اینکه وزن کاهش مصرف کودشیمیایی بسیار پایین است و تقریباً می‌توان کاهش مصرف آب را به‌عنوان هدف زیست‌محیطی تلقی نمود. دوم اینکه در الگوی ارائه شده، مصرف آب حداکثر تا سطح ظرفیت پروژه مورد استفاده قرار گرفته است. به این ترتیب پرداختن به اهداف بهره‌برداران موجب تهدید اهداف زیست‌محیطی نبوده و آنها را در شرایط بحرانی قرار نمی‌دهد و علاوه بر این با پرداختن به اهداف بهره‌برداران هدف افزایش اشتغال که یکی دیگر از اهداف اجتماعی و سیاستگذاران است، تأمین خواهد شد.

جدول ۵. همبستگی میان رتبه‌های فازی حاصل از اهداف گروه‌های مختلف

اهداف	اهداف بهره‌برداران	اهداف زیست‌محیطی	اهداف سیاستگذاران	اهداف جامعه
اهداف بهره‌برداران	۱			
اهداف زیست‌محیطی	-۰/۶۹۲	۱		
اهداف سیاستگذاران	۰/۲۵۴	۰/۲۱۵	۱	
اهداف جامعه	۰/۹۲۶	-۰/۴۸۹	۰/۵۹۹	۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

استفاده از مفهوم واریانس بازده ناخالص یا ریسک در تحلیل عدم قطعیت در درآمد یا بازده ناخالص مطلوب است اما نباید فراموش کرد که این عدم قطعیت در مورد سایر اهداف نیز وجود دارد. استفاده از مقادیر فازی به جای مقادیر قطعی می‌تواند گامی مطلوب در این جهت باشد. در این مطالعه نیز مشخص گردید استفاده از روش بهینه‌سازی فازی به ارائه الگوی کشت متنوع توأم با ترکیب مناسب از اهداف منجر می‌شود؛ زیرا الگوی بهینه فازی در حد فاصل سایر الگوهای بهینه قطعی مبتنی بر اهداف حداکثر بازده ناخالص، حداکثر اشتغال، حداقل مصرف آب، حداقل مصرف کودشیمیایی و حداقل ریسک قرار گرفت. در رتبه‌بندی الگوها مشخص گردید که الگوی بهینه فازی در مقایسه با الگوهای بهینه قطعی از توان بالاتری در جهت ایجاد تعادل میان اهداف متعدد برخوردار است. اما در عین حال باید گفت که استفاده از الگوی فازی مبتنی بر سطح متغیرها در حد فعلی و حد بهینه انفرادی آنها منجر به انعطاف اندکی در انتخاب الگوی مناسب می‌شود و دایره انتخاب را محدود می‌نماید، چرا که با انتخاب مقادیری در دامنه سطح فعلی و بهینه حاصل از روش فازی، همان‌طور که در جدول ۳ نیز مشخص شده است، امکان بهبود در مسئله انتخاب ایجاد شده است. بنابراین می‌توان گفت استفاده از رهیافت بهینه‌سازی فازی باعث می‌شود تا در مقایسه با رهیافت بهینه‌سازی

قطعی به الگوهای مطلوب تر از نظر اجتماعی دست پیدا کنیم، اما با تغییر مقادیر اهداف و استفاده از رهیافت فازی می‌توان به الگوهایی دست پیدا کرد که اولویت آنها به مراتب بالاتر از الگوهای بهینه فازی مبتنی بر سطح فعلی و بهینه اهداف انفرادی است. با این تفاسیر می‌توان گفت مطالعه حاضر توانسته است به تدوین الگوی کشت انعطاف بیشتری ببخشد و از تلفیق توأم رهیافت برنامه‌ریزی فازی و برنامه‌ریزی چندهدفی، ضمن ایجاد تعادل‌مطلوب میان اهداف گروه‌های مختلف و دارای منافع متعارض، کارایی استفاده از این روشها در تدوین الگوی فعالیت را افزایش دهد. اهمیت این کارایی وقتی که به تعارض و تبادل میان اهداف گروه‌های مختلف و همچنین نقش چندگانه نهاده‌ها توجه کنیم بیشتر نیز خواهد شد؛ زیرا در این مطالعه نیز همانند مطالعه فرانسیسکو و مبارک و همچنین فرج زاده و همکاران (۱۳۸۸) وجود تبادل و تعارض میان اهداف متعدد مورد تأکید قرار گرفت. با توجه به وجود چنین ابعادی در مسئله تصمیم‌سازی، استفاده توأم از دو روش فوق پیشنهاد می‌شود. همانند مطالعه ترکمانی و زیبایی (۱۳۸۲) مشخص گردید که نهاده‌ها در جهت کاهش ریسک نیز مورد توجه هستند. براساس این یافته از مطالعه پیشنهاد می‌شود با ترویج و توسعه خدمات بیمه از شدت استفاده از منابع کمیاب همانند آب ممانعت به عمل آید. همچنین براساس یافته‌ها، پیشنهاد می‌شود که ضمن توجه به اهداف گروه‌های متعدد شامل بهره‌برداران و سیاستگذاران و تحلیل تبادل میان آنها، از رهیافت برنامه ریزی فازی چندهدفی در جهت انعطاف بخشیدن به مسئله تصمیم‌گیری استفاده شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. احسان، عبدالرحمان، رضا تهرانی و غلامرضا اسلامی بیدگلی (۱۳۸۷)، بررسی ضریب ریسک گریزی و واریانس تولید در مدیریت ریسک، مطالعه موردی گوجه‌فرنگی‌کاران دزفول، *فصلنامهٔ اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال شانزدهم، شماره ۶۱، ص ۱۷ تا ۳۵.

۲. اسدپور، حسن، صادق خلیلیان و غلامرضا پیکانی (۱۳۸۴)، نظریه و کاربرد مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی فازی در بهینه‌سازی الگوی کشت، *فصلنامهٔ اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال شانزدهم، شماره ۵۲، ص ۳۰۷ تا ۳۲۸.

۳. بختیار، اسدالله (۱۳۷۶)، ارزیابی اقتصادی- اجتماعی طرح پخش سیلاب گربایگان فسا، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان فارس، شیراز.

۴. ترکمانی، جواد (۱۳۷۵)، استفاده از برنامه‌ریزی توأم با ریسک در تعیین کارایی بهره‌برداران کشاورزی، *مجله علوم کشاورزی ایران*، شماره ۲۷، ص، ۹۵ تا ۱۰۳.

۵. ترکمانی، جواد و رضا صداقت (۱۳۷۸)، تعیین الگوی بهینه تلفیق باغداری و زراعت: کاربرد روش مدل‌سازی ایجاد گزینه‌ها، *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال هفتم، شماره ۲۸، ص۷ تا ۳۴.

۶. ترکمانی، جواد و علی کلایی (۱۳۷۸)، تأثیر ریسک بر الگوی بهینه بهره‌برداران کشاورزی: مقایسه روش‌های برنامه‌ریزی توأم با ریسک موتاد و تارگت موتاد، *فصلنامه پژوهشی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال هفتم، شماره ۲۵، ص۷ تا ۲۸.

۷. ترکمانی، جواد و منصور زیبایی (۱۳۸۲)، تخمین ساختاری تمایلات ریسکی گندمکاران منطقه رامجرد، *مجله علوم کشاورزی ایران*، شماره ۳۴، ص ۱۰۵ تا ۱۱۳.

۸. چیذری، امیرحسین و عبدالرسول قاسمی (۱۳۸۴)، برنامه‌ریزی تولید محصولات زراعی در شرایط نبود قطعیت (رویکرد فازی: نظریه امکان)، *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه (ویژه‌نامه بهره‌وری و کارایی)*، ص ۱۳۱ تا ۱۵۵.

۹. چیذری، امیرحسین و عبدالرسول قاسمی (۱۳۷۸)، کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در الگوی بهینه کشت محصولات زراعی، *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال هفتم، شماره ۲۸، ص ۶۱ تا ۷۶.

۱۰. حسن‌شاهی، مرتضی (۱۳۸۵)، تصمیم‌گیری زراعی تحت شرایط مخاطره: مطالعه

موردی شهرستان ارسنجان، *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال چهاردهم، شماره ۵۴، ص ۱۶۱تا ۱۷۸.

۱۱. درویشی سلوکلایی، داوود، رضا عامری، اسدالله تیموری یانسری، اسماعیل یزدانی پرایی و ابراهیم اکبری (۱۳۸۵)، کاربرد بهینه‌سازی فازی در تنظیم جیره خوراکی گاوهای شیری، مجموعه مقالات ششمین کنفراس سیستم‌های فازی ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، ص ۱ تا ۱۲.

۱۲. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی فارس، سال‌های مختلف، سالنامه آماری استان فارس، شیراز.

۱۳. عمادزاده، مصطفی، مهدی زاهدی کیوان و کیومرث آقایی (۱۳۸۸)، تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی مزرعه در شرایط ریسک و نبود قطعیت با استفاده از برنامه ریزی خطی بازه‌ای، *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال هفدهم، شماره ۶۷، ص ۷۳ تا ۹۲.

۱۴. فرج‌زاده، زکریا، جواد ترکمانی و عباس نجاتی (۱۳۸۸)، مطالعه تبادل میان اهداف بهره‌برداران و سیاستگذاران در مصرف آب: مطالعه موردی منطقه فسا، *مجله اقتصاد و کشاورزی*، شماره ۲(۳)، ص ۱۵۹تا۱۸۴.

۱۵. کوثر، آهنگ (۱۳۷۲)، بیابان‌زدایی با گسترش سیلاب، کوششی هماهنگ، مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان فارس، شیراز.

۱۶. کرامت‌زاده، علی، امیرحسین چیذری و حبیب الله موسوی (۱۳۸۴)، مدیریت منابع آبی از طریق تخصیص بهینه آب بین اراضی زیرسدها؛ مطالعه موردی سد بازرو شیروان، مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۱۷. یاقوتی، مریم و محمد بخشوده (۱۳۸۷)، تعیین ترکیب بهینه جیره غذایی گاوهای شیری با روش برنامه‌ریزی فازی: مطالعه موردی، *مجله اقتصاد و کشاورزی*، شماره

۱(۲)، ۱۰۳تا ۱۱۸.

18. Almasri, M. N. and J. J. Kaluarachchi (2005), Multi-criteria decision analysis for the optimal management of nitrate contamination of aquifers, *Journal of Environmental Management*, 74: 365-81.

19. Bartolini, F., G.M. Bazzani V. Gallerani, M. Raggi And D. Viaggi (2007), The impact of water and agriculture policy scenarios on irrigated farming systems in Italy: an analysis based on farm level multi-attribute linear programming models, *Agricultural System*, 93: 90-114.

20. Berbel, J. and J.A. Gomez-Limon (2000), The impact of water-pricing policy in Spain: an analysis of three irrigated areas, *Agricultural Water Management*, 43: 219-238.

21. Berenger, V. and A. Verdier-Chouchane (2007), Multidimensional measures of well-being: Standard of living quality of life across countries, *World Development*, 35 (7): 1259-1276.

22. Cerioli, A. and S. Zani (1990), A fuzzy approach to the measurement of poverty, In C. Dagum & M. Zenga (Eds.), Income and wealth distribution, inequality and Poverty, 272–284, Berlin: Springer-Verlag.

23. Chiappero Martinetti, E. (1996), Standard of living evaluation based on Sen's Approach: some methodological suggestions, *Notizie di Politeia*, 12: 37–53.

24. Cohon, J.L. (1978), Multiobjective programming and planning, Academic Press, New York.

25. Doppler, W., A. Z. Salman, K. Al-Karablieh and H. P. Wolf (2002), The impact of water price strategies on the allocation of irrigation water: the case of the Jordan Valley, *Agricultural Water Management*, (55):171-182.

26. Francisco, S. R. and A. Mubarik (2006), Resource allocation tradeoffs in Manila's peri-urban vegetable production systems: an application of multiple objective programming, *Agric. Sys*, 87, 147–168.

27. Goodwin, B. K. and V. H. Smith (1995), The economics of crop insurance and disaster aid, The AEI Press, Washington, D. C.

28. Inuiguchif, M, and J. Ramik (2000), Possibilistic linear programming: a brief review of fuzzy mathematic programming and a comparison with stochastic programming in portfolio selection problem, *Fuzzy Sets and Systems*, 111:3-28.

29. Kumar, B. (1995), Trade-off between return and risk in farm planning: MOTAD and Target MOTAD approach, *Indian Journal of Agricultural Economics*, 50: 193-199.

30. Kumar, M., P. Vrat and R. Shankar (2006), A fuzzy programming approach for vendor selection problem in a supply chain, *Int. J. of Production Economics*, 101:273-285.

31. Latinopoulos, D. and Y. Mylopoulos (2005), Optimal allocation of land and water resources in irrigated agriculture by means of Goal Programming: application in loudias river basin, *Global Nest Journal*, 7:264-273.

32. Seaman, J., G. Flichman, A. Scardigo And P. Steduto (2006), Analysis of nitrate pollution control in the irrigated agriculture of Apulia Region (Southern Italy): A bio-economic modeling approach, *Agricultural System*, 94 (2): 357-367.

33. Suresh, K. R. and P. P. Mujumdar (2004), A fuzzy risk approach for performance evaluation of an irrigation reservoir system, *Agricultural Water Management*, 69: 159-177.

34. Torkamani, J. (1996), Decision criteria in risk analysis: an application of stochastic dominance with respect to a function, *Iran Agric. Res.*, 15: 1-18.

35. Valderama, D. and C. Engle (2000), A risk programming model for shrimp farming in Honduras.

36. Zadeh, L. A. (1965), Fuzzy sets, *Information and Control*, 8: 338-353.