

تأثیر اصلاح الگوی کشت بر کاهش کود و آب فعالیت‌های کشاورزی: مطالعه موردی استان فارس

شهریار نصایان^۱

حمید محمدی^{*۲}

hamidmohammadi@uoz.ac.ir

علی رضا کیخا^۳

تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۱۶

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱

چکیده

در سال‌های اخیر، اثر سیستم کشاورزی بر محیط زیست موجب افزایش نگرانی دانشمندان و سیاست‌گذاران کشورهای مختلف شده است. استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و همچنین، استفاده بیش از حد از منابع آب زیرزمینی از جمله این اثرات است. در مطالعه جاری با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی چند هدفه غیرخطی فازی امکان تحقق آرمان‌های کاهش مصرف کودشیمیایی و آب در راستای کاهش اثرات مخرب زیست محیطی فعالیت‌های کشاورزی در مصالحه با اهداف حداکثر کردن بازده برنامه‌ای، حداقل کردن خطر تولید و افزایش منافع اجتماعی از طریق افزایش سطح اشتغال نیروی کار صورت گرفت. الگوی کشت سه شهرستان واقع در سه منطقه آب و هوایی عمده استان فارس با روش خوشه‌ای دو مرحله‌ای بررسی شد. نتایج نشان داد که هر چند که در بسیاری موارد امکان تحقق کامل این آرمان‌ها در الگوی چند هدفه در مقایسه با الگوهای تک هدفه وجود ندارد، ولی در نظر گرفتن برآیند نتایج و اختصاص وزن مربوط به هر یک از اهداف از سوی تصمیم‌گیرنده که در قالب تابع مسافت مرکب آرمانی نمایان می‌شود، نشان داد که الگوی چند هدفه نسبت به الگوی جاری و حتی الگوهای تک هدفه با انجام مصالحه بین آرمان‌های چندگانه، برتری دارد. اجرای این الگو در مناطق مورد مطالعه علاوه بر تأثیر قابل توجه بر کاهش مصرف آب و کود شیمیایی، افزایش بازده برنامه‌ای، کاهش خطر و افزایش اشتغال نیروی کار در مناطق را نیز در بر دارد.

واژه‌های کلیدی: محیط زیست، الگوی کشت، برنامه‌ریزی فازی غیرخطی، تابع مسافت آرمانی، ریسک، توسعه پایدار، اشتغال.

۱- استادیار دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی

۲- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل^{*} (مسئول مکاتبات)

۳- مربی گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

مقدمه

مباحث مرتبط با محیط زیست در نیمه دوم قرن حاضر وارد مباحث اقتصاد شد. اولین بحث جدی در مورد آثار جنبی توسط کاپ در سال ۱۹۵۰ مطرح شد که پیامد معکوس رشد اقتصادی بر محیط زیست را پیش بینی کرد. در تحلیل وی، بر هزینه اجتماعی تاکید می شود. هزینه اجتماعی نشانگر بار مستقیم و غیر مستقیمی است که توسط فعالیت های اقتصادی بر مردم تحمیل می شود. این آثار به این صورت ظاهر می شود که به بهداشت جامعه صدمه می زند، بازده کشاورزی را کاهش می دهد، فسادپذیری مواد خام را تسریع می کند، حیات آب زیان، گیاهان و حیوانات را به خطر می اندازد و مشکلاتی در تهیه آب آشامیدنی ایجاد می کند. (۰). در این راستا، اثر سیستم کشاورزی بر محیط زیست به طور کلی موجب افزایش نگرانی ها شده است (۲).

جنبه های محیطی می تواند به راه های گوناگونی اندازه گیری شود. در کشور ما، به دلیل ارزان بودن کودهای نیتروژنه و توانایی و سهولت تهیه آنها توسط کشاورزان، مصرف آنها بی رویه بوده و در اثر تصعید و آبشویی، باعث آلودگی آب های زیرزمینی و سطحی و در نهایت محیط زیست می گردد (۳). از جنبه های زیست محیطی نگران کننده مهم دیگر فعالیت کشاورزی استفاده از سموم شیمیایی و همچنین کاهش سطح آب های زیرزمینی می باشد. کاهش سطح آب های زیرزمینی در مقایسه با دو عامل دیگر از برخی جهات دارای اهمیت بیش تر است. به این ترتیب که استفاده بیش از حد از منابع آب زیرزمینی افزون بر کاهش امکان دسترسی به آنها از نگاه زیست محیطی منجر به ایجاد اثرات نامطلوب هیدرولوژیکی، کیفیت آب و اکولوژیکی نیز می گردد. تغییرات در PH، شوری، دما، تجمع رسوب و تجمع مواد شیمیایی و مواد مغذی از جمله اثرات کیفیت آب به شمار می آیند.

استفاده زیاد از نهاده های شیمیایی نیز در حضور گسترده آب، خود موجب نفوذ بیشتر این موارد به درون آب های زیرزمینی شده و آلودگی بیش تر آب های زیرزمینی را موجب می شود. آب گرفتگی و شوری خاک از دیگر پیامدهای استفاده

بیش از حد از آب و نهاده های شیمیایی است (۴). اهمیت نگاه زیست محیطی به مصرف نهاده های آب، کودشیمیایی و سموم شیمیایی باعث شده که تمرکز بسیاری از مطالعات مختلف به بهینه سازی الگوی مصرف این نهاده ها معطوف گردد (۹-۵). در ایران نیز این تمرکز در بسیاری از مناطق کشور بایستی صورت پذیرد (۱۰). استان فارس از جمله مهم ترین این مناطق است. این استان، یکی از استان های مهم کشور در تولید محصولات کشاورزی است. در زمینه قابلیت های تولیدی، توان استان با حدود ۹ میلیون تن محصولات زراعی باغی و مقام اول تولید در این زمینه، در بین استان های کشور در حدی است که نیاز غذایی بیش از ۱۲٪ جمعیت کشور را تامین می کند (۱۱). با وجود این، در سطح استان فارس بهره برداری از آب های زیرزمینی روند صعودی داشته و برخی مناطق استان فارس شرایط بحرانی پیدا کرده است. آنچه مشخص است این است که با افزایش تمایل زارعان به توسعه کشت محصولات زراعی، تقاضا برای حفر چاه های جدید و استحصال شدیدتر منابع آب از چاه های موجود افزایش می یابد. این در حالی است که اولویت اقتصاد و معیشت در استان فارس اتکا به بخش کشاورزی است و بیش از ۹۵٪ از آب در استان فارس در بخش کشاورزی مصرف می شود (۱۲). آمارهای موجود نشان می دهد که حجم بهره برداری از آب های زیرزمینی بیش از ظرفیت ذخایر آب های زیرزمینی استان می باشد. این برداشت اضافی باعث کاهش سالانه مقدار آب تعداد زیادی از دشت های استان گردیده است. لذا هر گونه مطالعه و تحقیقی که بتواند موجب کاهش مصرف آب و رهایی از بحران شود ضروری است. افزون بر آب که در سطح استان به طور بی رویه استفاده می شود، در سطح استان از نهاده کودشیمیایی نیز در حد بسیار بالایی استفاده می شود که لزوم توجه به الگوی مصرف بهینه آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۱۰).

بخش مهمی از بهینه سازی الگوی مصرف این نهاده ها از طریق انتخاب سطح فعالیت های زراعی در یک الگوی کشت محصولات صورت می پذیرد (۹ و ۱۳). ولی، آنچه که مهم است، آن است

در ادبیات علمی بهینه سازی، نوع مدل تصمیم گیری مناسب در چنین شرایطی به یکی از روش‌های چند معیاری^۱، چند هدفی^۲، اهداف متقابل^۳ و چند خصلتی^۴ طبقه بندی می شود. وجه مشترک تمامی این روش‌ها آن است که یک توافق کامل در خصوص یک هدف ویژه ساده بدست نمی آید (۲۶). در این راستا، استفاده از رهیافت برنامه ریزی ریاضی برای ارایه الگوی کشت بهینه از مزیت‌های قابل توجهی برخوردار است که در مطالعات مختلف از آن استفاده شده است (۱۳ و ۲۱).

مواد و روش‌ها

همان‌طور که عنوان شد علاوه بر تأمین کاهش مصرف کود شیمیایی، اهداف دیگری همچون هدف حداکثر سود یا تأمین سطح مشخصی از درآمد، حداقل ریسک، کاهش مصرف آب و افزایش اشتغال نیز مورد نظر مطالعه جاری بودند. با توجه به اینکه اهداف مورد نظر نامتجانس هستند، لذا لازم است بگونه ای متجانس گردند. در برنامه ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های چند هدفی می توان از منطق فازی برای همجنس کردن اهداف استفاده کرد (۲۹-۲۷). از این روش تاکنون در مطالعات و تصمیم گیری چند هدفه استفاده‌های گسترده ای شده است (۳۲۵ و ۳۰-۳۲). منطق فازی فن‌آوری جدیدی است که شیوه‌هایی را که برای طراحی و مدل سازی یک سیستم که نیازمند ریاضیات پیچیده و پیشرفته است، با استفاده از مقادیر زبانی و دانش فرد خبره، جایگزین می سازد (۲۶). به کمک این نظریه نوین می توان سطوح مورد نظر برنامه ریزان را که به صورت مبهم بیان می شود و حالت زبان طبیعی دارد، به صورت کمی و مقداری تعریف نمود (۳۳). فرآیند روش منطق فازی شامل سه مرحله اصلی فازی سازی ورودی‌ها، فرآیند فازی و تبدیل فازی به غیر فازی می باشد. فرآیند فازی سازی شامل تفسیر و تبدیل داده ورودی به وسیله کنترلر فازی می‌باشد. این مرحله شامل دو بخش توابع عضویت و طبقه‌بندی می‌باشد.

که علاوه بر اهداف زیست محیطی مورد اشاره که در مطالعات اخیر نیز به آن توجه ویژه‌ای در بهینه سازی الگوهای زراعی، شده است، تأمین حداکثر بازده ناخالص از اهداف مشخص در بسیاری از مطالعات بوده است (۱۷-۱۴). علاوه براین، وجود خطر در کشاورزی بر تصمیمات کشاورزان اثر گذاشته و باعث بروز ناکارایی فنی و تخصیصی در به کارگیری عوامل تولید می‌شود (۱۹). لذا لازم است در ارایه الگوهای تصمیم‌گیری مسأله خطر نیز مورد توجه قرار گیرد. طرح ریسک به‌عنوان یک هدف در اردن (۱۴)، هند (۱۸ و ۲۰) و تایوان (۲۱)، این اهمیت را تبیین می‌کند. مطالعه انجام یافته در ایران نیز حاکی از اهمیت خطر در میان بهره برداران کشور است (۲۲). در کنار این اهداف، مقوله‌ای که معمولاً در سیاست‌های دولت به آن توجه ویژه‌ای می‌گردد، آن است که با توجه به نرخ بیکاری موجود در مناطق روستایی، اتخاذ تصمیماتی که به هر شکل موجب اشتغال بیش‌تر نیروی کار شده و این نرخ را کاهش دهد، منافع اجتماعی را افزایش خواهد داد. براین اساس، میزان اشتغال در مدل‌های تصمیم به‌عنوان شاخص منافع اجتماعی و حداکثر کردن آن به‌عنوان یکی دیگر از اهداف بایستی مد نظر قرار گیرد.

تأمین این اهداف در یک الگوی کشت مشخص می‌کند که هدف تصمیم گیرنده در انتخاب فعالیت‌های مختلف زراعی معمولاً به یک هدف خاص ختم نشده و بایستی، تعادلی بین نتایج و خروجی‌های حاصل از تصمیم که در تضاد و نقطه مقابل همدیگر هستند، برقرار کند (۲۵). تصمیم گیری در شرایطی که چند هدف ویژه در پیش روی مدیران واحدهای کشاورزی قرار دارد، علاوه بر ابزار تصمیم سازی، نیازمند اطلاعات متنوع و مختلفی می باشد. ساز و کار یک نظام مدیریتی براساس چنین اطلاعاتی و اهداف چند گانه در طول زمان و مکان‌های مختلف کار ساده ای نیست و نیازمند روشی است که بتواند براساس مجموعه ای از اطلاعات موجود و آرمان‌های متفاوتی که در پیش روی مدیران واحدهای کشاورزی وجود دارد، آن را در جهت اتخاذ یک تصمیم منطقی راهنمایی کند.

- 1-Multi criteria
- 2-Multi objective
- 3-Competing objective
- 4-Multi attribute

رابطه (۳)

$$\text{Min} : Z_3 = \sum_{i=1}^n W_i X_i$$

رابطه (۴)

$$\text{Min} : Z_4 = \sum_{i=1}^n F_i X_i$$

رابطه (۵)

$$\text{Max} : Z_5 = \sum_{i=1}^n L_i X_i$$

در روابط ۱ تا ۵، Y عملکرد محصول، F میزان استفاده از کود شیمیایی، W میزان آب مصرفی و L نفر روز کار بکار گرفته شده در یک هکتار کشت است. P قیمت واحد محصول، C هزینه‌های متغیر سایر نهاده‌ها به جز نهاده‌های کودشیمیایی و آب، P_F قیمت کودشیمیایی، P_W قیمت آب، می‌باشد. علاوه بر این، σ نیز نشان‌دهنده ماتریس واریانس-کوواریانس بازده حاصل از تولید محصول، X سطح فعالیت محصول و اندیس‌های i و k نیز نشان‌دهنده نوع محصول می‌باشد.

پس از تعیین تابع عضویت هر یک از اهداف، با استفاده از رابطه ۱، بیشینه مسافت مرکب آرمانی^۱ تابع عضویت اهداف یاد شده مشروط بر محدودیت‌های موجود (روابط ۶ تا ۱۱) تعیین گردید (25):

رابطه (۶)

$$\text{Max} : \lambda = \left[\sum_{j=1}^M w_j \lambda_j^P \right]^{\frac{1}{P}}$$

رابطه (۷)

Subject to:

$$\lambda_j (Z_j^{\text{Max}} - Z_j^{\text{Min}}) + Z_j(x) \leq Z_j^{\text{Max}} \quad \text{When } Z_j^{\text{Min}} \text{ is best}$$

رابطه (۸)

$$Z_j(x) - \lambda_j (Z_j^{\text{Max}} - Z_j^{\text{Min}}) \geq Z_j^{\text{Min}} \quad \text{When } Z_j^{\text{Max}} \text{ is best}$$

کنترلگر منطق فازی در طی فازی سازی توابع عضویت، داده ورودی را دریافت کرده و آن را مطابق روشی که کاربر با استفاده از توابع عضویت معین می‌کند، تبدیل به فازی می‌نماید. توابع عضویت می‌تواند اشکال متفاوتی داشته باشد. در فرآیند فازی، خروجی با توجه به تابع عضویت تعیین شده با برآورد قواعد و محاسبه نتیجه فازی به دست می‌آید. استدلال و استنتاج ترکیب منطقی از خروجی‌های قواعد "اگر آنگاه" انجام می‌گیرد. متناظر با شرایط قسمت "اگر" می‌توان قاعده نوشت. ترکیب متغیرها هم‌زمان در نتایج خروجی فازی مؤثر است. منطق فازی از همه قواعد نوشته شده برای برآورد خروجی استفاده می‌کند. ورودی یک تابع عضویت با دارا بودن شرایط بیان شده در قسمت اگر یک خروجی خواهد داد. مقدار نهایی به صورت فازی سطح منحنی از ترکیب منطقی نتایج قواعد حاصل می‌شود (۲۶).

برای ارایه الگوی فازی حاوی پنج هدف یاد شده و تشکیل تابع عضویت آن‌ها، ابتدا باید مقادیر بهینه یا آرمانی برای هر یک از اهداف انفرادی را تعیین نمود. منظور از مقدار بهینه، حداکثر بازده برنامه‌ای، حداقل مصرف آب، حداقل خطر، حداقل مصرف کود شیمیایی و حداکثر اشتغال است. حداکثر بازده برنامه‌ای مشروط بر سطح فعلی آب و سایر نهاده‌های در دسترس مطابق رابطه ۱ حاصل شد. حداقل خطر نیز مشروط بر سطح فعلی به‌کارگیری نهاده‌ها و همچنین تأمین سطح فعلی بازده برنامه‌ای مطابق رابطه ۲ به دست آمد. حداقل مصرف آب، مشروط بر تأمین سطح فعلی بازده برنامه‌ای مطابق رابطه ۳ ارایه شد. حداقل مصرف کود شیمیایی و حداکثر اشتغال نیز مشروط بر تأمین سطح فعلی بازده برنامه‌ای، سطح فعلی آب و سایر نهاده‌های در دسترس به ترتیب مطابق روابط ۴ و ۵ بدست آمد.

رابطه (۱)

$$\text{Max} : Z_1 = \sum_{i=1}^n (Y_i P_i - C_i - P_{F_i} F_i - P_{W_i} W_i) X_i$$

رابطه (۲)

$$\text{Min} : Z_2 = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n \sigma_{ik} x_i x_k$$

بایستی محدودیت‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری برای رسیدن به اهداف مشخص در هر گزینه را مشخص کند. به طور کلی، این یک فرآیند ذهنی است که کاملاً مشخص و مستند نیست و وابسته به ترجیحات و دانش تصمیم‌گیرنده است. برای در نظر گرفتن دانش و ترجیحات تصمیم‌گیرنده، وزن‌هایی بر حسب اهمیت اهداف رقیب به آن‌ها داده می‌شود که این وزن‌ها با تبادل نظر با تصمیم‌گیرندگان به دست می‌آید (۲۵). تصمیم‌گیرنده باید تا جایی که ممکن است، نسبت وزنی و رابطه هر یک از توزیع‌کننده‌ها را نشان دهد. با توجه به این‌که اهداف مورد استفاده نامتجانس هستند، لذا لازم است به‌گونه‌ای متجانس گردند. در این مطالعه، میانگین وزن هندسی برای تابع عضویت اهداف مورد استفاده به‌صورت زیر تعیین گردید (۳۴):

$$\mu(i) = \sum_{j=1}^M w_j \mu_j(i) \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

مقادیر وزن اهداف باید بین حداکثر و حداقل باشد (۳۵). بر این اساس وزن اهداف به‌صورت زیر تعریف می‌گردد:

$$w_j = \ln\left(\frac{1}{\mu_j}\right) / \sum_{j=1}^M \ln\left(\frac{1}{\mu_j}\right) \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

در روابط فوق w_j 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.

در این تحقیق، استان فارس به‌عنوان جامعه مورد مطالعه در جهت تامین اهداف مورد نظر در نظر گرفته شد. این استان با وسعت ۱۲۶۴۸۹ کیلومترمربع یکی از استان‌های پهناور و مهم ایران محسوب می‌شود. از نظر آب و هوایی، استان فارس دارای تنوع اقلیمی گسترده‌ای است و همین تنوع آب و هوایی موجب گردیده که از نظر تولیدات و محصولات کشاورزی، دارای تنوع فراوانی باشد. استان فارس به پنج اقلیم مختلف شامل اقلیم نیمه‌صحرایی خشک و گرم، اقلیم مدیترانه‌ای، اقلیم ترکیب مدیترانه‌ای و کوهستانی سرد، اقلیم صحرایی خشک و گرم و ترکیب اقلیم مدیترانه‌ای و نیمه‌صحرایی گرم تقسیم می‌گردد (۳۶). سه نوع اقلیم

$$A_{hi} x_i \leq b_h \quad \text{رابطه (۹)}$$

$$x_i \geq 0 \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

$$0 \leq \lambda \leq 1 \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

$$i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, 5$$

$$h = 1, 2, \dots, q$$

در روابط فوق، $w_j \geq 0$ ، $\sum_{j=1}^M w_j = 1$ و w_j وزن هدف j و

P عامل تعادلی اهداف است. این عامل به نوعی درجه جانشینی بین اهداف را مشخص می‌کند. در حالت P برابر ۱، بیش‌ترین درجه جانشینی و در حالت P برابر ۳، اهداف از کم‌ترین درجه جانشینی برخوردارند. همچنین، Z_j^{\max} و Z_j^{\min} به ترتیب حداقل و حداکثر هدف j ام، $Z_j(x^*)$ مقدار هدف بهینه و x^* جواب بهینه است و اختلاف Z_j^{\max} و Z_j^{\min} را با عنوان حد تحمل تعریف می‌کنند. λ نیز مقدار آرمانی هدف j ام، A_{hi} ضریب فنی i امین محصول برای h امین محدودیت و b_h موجودی h امین محدودیت مدل می‌باشد. محدودیت‌های الگو شامل محدودیت زمین، آب، نیروی کار، سرمایه، تناوب زراعی و محدودیت‌های خطر و محدودیت‌های خاص روش حل مقید برنامه‌ریزی چند هدفی (شامل محدودیت سطح بازده مشخص و میزان معین از مصرف آب) است.

در مطالعه جاری به دلیل غیر خطی بودن تابع مسافت مرکب آرمانی از روش برنامه‌ریزی غیر خطی (NLP) استفاده شد. به این ترتیب، با توجه به فازی‌سازی اهداف مطالعه و تلاش در جهت تحقق یک آرمان کلی بر اساس حداکثر کردن مقدار تابع مسافت مرکب آرمانی آن‌ها، ساختار مدل تصمیم‌گیری به شکل یک مدل برنامه‌ریزی غیر خطی فازی (آرمانی) مصالحه‌ای (CFNLP) که امکان بهینه‌سازی چند هدف را به‌طور توأم، مشروط بر محدودیت منابع فراهم می‌نماید طراحی گردید.

پس از مشخص شدن الگوی مورد استفاده برای بهینه‌سازی فعالیت‌ها در چارچوب تامین آرمان‌های یاد شده،

۴- سابقه عملکرد و قیمت محصولات: بر اساس اطلاعات حاصل از وزارت جهاد کشاورزی، مرکز آمار ایران و سایر سایت‌های مرتبط، در سال‌های مختلف جمع آوری گردید.

۵- وزن نسبی اهداف: در مطالعه جاری ترجیحات تصمیم‌گیرندگان در خصوص وزن نسبی هر یک از اهداف براساس مطالعات میدانی به روش نمونه‌گیری در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ و با استفاده از ابزار پرسشنامه، به روش مصاحبه حضوری، جمع آوری شد.

با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده الگوریتم‌های لازم برای رسیدن به الگوی چند هدفه فازی مصالحه‌ای این مطالعه در بسته نرم افزاری GAMS نوشته شد (۳۹) و با یک مرتبه اجرای نهایی، نتایج مورد نظر به دست آمد.

نتایج و بحث

به منظور تامین اهداف مطالعه جاری، قبل از اجرای الگوهای برنامه ریزی لازم بود، وزن هر یک از اهداف در نظر گرفته شده مشخص گردد. این وزن پس از جمع آوری اطلاعات مورد نیاز براساس روش تحقیق ارایه شده، صورت پذیرفت. جدول ۱، وزن محاسبه شده برای هر یک از اهداف در نظر گرفته شده را نشان می‌دهد. پس از مشخص شدن وزن اهداف، الگوهای برنامه ریزی تامین کننده اهداف مختلف اجرا شد که نتایج آن‌ها به تفکیک مناطق مورد مطالعه ارایه شده است

جدول ۱- وزن اهداف در نظر گرفته شده

در مدل برنامه ریزی

اهداف	شهرستان	مرودشت	فسا	اقلید
حداکثر بازده برنامه ای	۰/۴۱	۰/۴۰	۰/۳۷	
حداقل خطر	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۲۵	
حداقل مصرف آب	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۵	
حداقل مصرف کود شیمیایی	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۱۰	
حداکثر اشتغال	۱/۲	۱/۰	۱/۳	

نیمه‌صحرایی گرم، اقلیم مدیترانه‌ای و اقلیم کوهستانی سرد، بیش از ۹۰٪ از نواحی استان فارس را تشکیل می‌دهند. با توجه به ضرورت طراحی الگوهای زراعی بر مبنای مناطق همگن و اهمیت اقلیم به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای اثر گذار در همگن سازی الگوهای زراعی، در مطالعه جاری در هر یک از سه منطقه اقلیمی نامبرده، یک شهرستان به طور تصادفی از میان سایر شهرستان‌های موجود در منطقه انتخاب و اهداف مطالعه در این شهرستان‌ها پی‌گیری شد. این شهرستان‌ها شامل فسا در اقلیم صحرایی گرم، مرودشت در اقلیم مدیترانه‌ای و اقلید در اقلیم کوهستانی سرد می‌باشد.

داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز این مطالعه، براساس آنچه که متضمن رسیدن به اهداف بود، جمع آوری شد. طبقه بندی اطلاعات جمع آوری شده به صورت زیر می‌باشد:

۱- الگوی کشت جاری محصولات: با استفاده از آمار سطح زیر کشت محصولات بر مبنای اطلاعات سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ (۳۷) برای محصول عمده مورد کشت در هر شهرستان، به دست آمد. سطح هر محصول به صورت درصدی از مجموع سطح محصولات عمده مورد کشت محاسبه شد. در این خصوص، نتایج ارایه شده برای متغیر تصمیم (سطح زیر کشت) در الگوهای زراعی پیشنهادی نیز به درصد بیان می‌شود.

۲- هزینه تولید و درآمد محصولات: اطلاعات متغیرهای برون‌زای مصرف نهاده‌ها، قیمت نهاده‌ها، عملکرد محصول و قیمت محصول به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای طبقه‌بندی شده^۱ در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ و با استفاده از ابزار پرسشنامه، به روش مصاحبه حضوری با بهره‌برداران وارد شده در جمعیت نمونه مناطق مورد مطالعه، جمع آوری شد.

۳- نیاز آبی و بازده مصرف آب برای محصولات مختلف: مبنای لحاظ این اطلاعات در الگوهای در نظر گرفته شده، مطالعات انجام شده در خصوص نیاز آبی گیاهان در مناطق مورد مطالعه قرار داده شد (۳۸).

شهرستان مرودشت:

بخش عمده‌ای از اراضی آبی شهرستان مرودشت به کشت ۸ محصول گندم، جو، برنج، چغندر قند، کلزا، ذرت دانه ای، ذرت علوفه ای و گوجه فرنگی اختصاص یافته است. با توجه به اهمیت کشت این محصولات در شهرستان و پرهیز از مداخله ترکیب کشت محصولات کم اهمیت تر در الگوی کلی، الگوهای برنامه ریزی با فرض عدم تغییر در سطح زیر کشت سایر محصولات که کم‌تر از ۲/۲۵٪ از کل اراضی آبی را تشکیل می‌دهند، اجرا شد. جدول ۲، نتایج حاصل از اجرای الگوهای برنامه ریزی با اهداف متفاوت در شهرستان مرودشت را نشان می‌دهد. براساس این جدول، در الگوی جاری کشت محصولات این شهرستان، دو محصول گندم و برنج به ترتیب در کشت‌های اول و دوم سال زراعی، بیش‌تر سهم را در ترکیب کشت محصولات مختلف دارا می‌باشند. این در حالی است که در الگوی حداقل کننده مصرف آب، با کاهش سطح زیر کشت تمامی محصولات و افزایش سطح زیر کشت گوجه فرنگی و رها کردن به صورت آیش زمین‌های باقی مانده سعی در کاهش مصرف آب و در عین حال حفظ سطح بازده برنامه‌ای در سطح

بازده الگوی جاری شده است. با نگاهی به سهم محصولات مختلف در الگوی حداقل کننده مصرف کودهای شیمیایی مشاهده می‌شود که این الگو معادل الگوی حداقل کننده مصرف آب است. این نکته، تلویحاً، حکایت از رابطه مکملی بین نهاده‌های آب و کود در ادبیات زراعی کشت محصولات این شهرستان، دارد. به گونه‌ای که با تغییر سطح زیر کشت به سوی محصولات با نیاز آبی پایین‌تر، مصرف کود شیمیایی نیز کاهش یافته است. علاوه بر این سه الگو، الگوی مصالحه‌ای اهداف نیز در جدول ۲ ارایه شده است. در این الگو، با کاهش سطح کشت گندم از ۶۰/۴۵٪ به ۵۲/۵۲٪ حفظ سطح زیر کشت جو در سطح الگوی جاری کاهش سطح زیر کشت برنج ۲۲/۵۸٪ به ۱۴/۶۸٪، کاهش نسبی سطح محصولات چغندر قند، کلزا، ذرت دانه‌ای و علوفه‌ای در کنار افزایش سطح زیر کشت گوجه فرنگی از ۲/۲۵٪ به ۱۳/۵۳٪، مصالحه‌ای اهداف پنج گانه در راستای تامین حداکثری آرمان‌های مربوطه صورت پذیرفته است.

جدول ۲- الگوی کشت مدلهای مختلف در نظر گرفته شده در شهرستان مرودشت (واحد: درصد)

نام محصول	نوع الگو		
	جاری	حداقل کننده مصرف آب	حداقل کننده مصرف کود شیمیایی
گندم	۶۰/۴۵	۴۳/۵۰	۴۳/۵۰
جو	۶/۸۶	۳/۴۳	۳/۴۳
برنج	۲۲/۵۸	۱۱/۲۹	۱۱/۲۹
چغندر قند	۰/۷۷	۰/۳۸	۰/۳۸
کلزا	۱/۱۶	۰/۵۸	۰/۵۸
ذرت دانه ای	۳/۲۳	۱/۶۲	۱/۶۲
ذرت علوفه ای	۲/۶۹	۱/۳۴	۱/۳۴
گوجه فرنگی	۲/۲۵	۱۷/۱۰	۱۷/۱۰
آیش	۰/۰۰	۲۰/۷۵	۲۰/۷۵

جدول ۳، تاثیر اجرای الگوهای برنامه ریزی با اهداف متفاوت بر شاخص‌های در نظر گرفته شده در مطالعه جاری را نشان می‌دهد. در این جدول فاصله شاخص‌ها تا آرمان در نظر گرفته شده و حد بحرانی آن ارایه شده است. از آن‌جا که حد بحرانی تمامی آرمان‌های در نظر گرفته شده، الگوی جاری کشت محصولات فرض شده است، در این جدول، تابع مسافت مرکب آرمانی در الگوی جاری برابر صفر می‌باشد. این در حالی است که در الگوی حداقل کننده مصرف آب، رسیدن به آرمان‌های کاهش مصرف آب و کودشیمیایی تحقق یافته است، ولی آرمان حداکثر ساختن بازده برنامه‌ای به دست نیامده و این، آرمان در حد بحرانی ثابت مانده است. هرچند به آرمان حداقل سازی

احتمال خطر تا حدودی نزدیک شده است و تنها ۲/۴۴٪ با آن فاصله دارد، ولی، تحقق آرمان حداکثر سازی اشتغال به میزان ۲ نفر روز کارگر در هکتار از حد بحرانی نیز کم‌تر شده است. مجموعه فواصل مذکور تا حد آرمانی مورد نظر باعث شده که فاصله مرکب آرمانی، تنها حدود ۲۰٪ نسبت به مقدار بحرانی آن بهبود یابد. الگوی دیگری که نتایج آن در جدول ۳ ارایه شده است، الگوی حداقل کننده مصرف کود شیمیایی است. مشاهده نتایج به دست آمده برای این الگو حکایت از آن دارد که شاخص‌های به دست آمده برای آن مشابه الگوی حداقل کننده مصرف آب است. بنابراین مسافت مرکب آرمانی برای این الگو نیز در حدود ۲۰٪ است.

جدول ۳- تاثیر الگوی کشت بر شاخص‌های مختلف در شهرستان مرودشت

شرح متغیر				نوع الگو
جاری	حداقل کننده مصرف آب	حداقل کننده مصرف کود شیمیایی	مصالحه اهداف	
نام شاخص				
۷,۸۰۷,۲۷۳	۷,۸۰۷,۲۷۳	۷,۸۰۷,۲۷۳	۸,۲۹۶,۸۶۱	بازده برنامه‌ای (ریال در هکتار)
۱۴۹۹	۱۲۲۶	۱۲۲۶	۱۳۷۹	مصرف آب (مترمکعب در هکتار)
۵۷/۶۴	۴۹/۶۸	۴۹/۶۸	۵۵/۵۹	احتمال خطر (درصد)
۵۷۰	۵۰۰	۵۰۰	۵۵۰	کودشیمیایی (کیلوگرم در هکتار)
۲۸/۵۸	۲۶/۶۵	۲۶/۶۵	۲۸/۵۸	اشتغال (نفر- روز در هکتار)
فاصله تا آرمان				
۸۴۲,۷۸۹	۸۴۲,۷۸۹	۸۴۲,۷۸۹	۳۵۳,۲۰۱	حداکثر بازده برنامه‌ای (ریال)
۲۷۲	۰	۰	۱۵۲	حداقل مصرف آب (متر مکعب)
۱۰/۳۹	۲/۴۴	۲/۴۴	۸/۳۵	حداقل احتمال خطر (درصد)
۷۰	۰	۰	۵۰	حداقل مصرف کود شیمیایی (کیلوگرم)
۰/۷۸	۲/۷۱	۲/۷۱	۰/۷۸	حداکثر اشتغال (نفر روز)
فاصله تا حد بحرانی				
۰	۰	۰	۴۸۹,۵۸۸	حداکثر بازده برنامه‌ای (ریال)
۰	۲۷۲	۲۷۲	۱۲۰	حداقل مصرف آب (متر مکعب)
۰/۰۰	۷/۹۵	۷/۹۵	۲/۰۵	حداقل احتمال خطر (درصد)
۰	۷۰	۷۰	۲۰	حداقل مصرف کود شیمیایی (کیلوگرم)
۰/۰۰	-۱/۹۳	-۱/۹۳	۰/۰۰	حداکثر اشتغال (نفر روز)
۰/۰۰	۲۰/۴۷	۲۰/۴۷	۳۸/۸۴	مسافت مرکب آرمانی (فازی)

آنچه که از بررسی نتایج این الگوها می‌توان دریافت آن است که هر چند در الگوهای با هدف واحد، بخشی از آرمان در نظر گرفته شده تحقق یافته است، ولی از سایر آرمان‌هایی که با آرمان مورد نظر در تضاد بوده اند، فاصله، به وجود آمده است.

آنچه که از بررسی نتایج این الگوها می‌توان دریافت آن است که هر چند در الگوهای با هدف واحد، بخشی از آرمان در

شهرستان فسا:

بخش عمده‌ای از اراضی آبی شهرستان فسا به کشت ۵ محصول گندم، جو، پنبه، ذرت دانه ای و گوجه فرنگی اختصاص یافته است. با توجه به اهمیت کشت این محصولات در شهرستان و پرهیز از مداخله ترکیب کشت محصولات کم اهمیت‌تر در الگوی کلی این شهرستان، الگوهای برنامه ریزی در نظر گرفته شده با فرض عدم تغییر در سطح زیر کشت سایر محصولات که در حدود ۲/۸۵٪ از کل اراضی آبی را تشکیل می‌دهند، اجرا شد. جدول ۴، نتایج حاصل از اجرای الگوهای برنامه ریزی با اهداف متفاوت در شهرستان فسا را نشان می‌دهد. براساس این جدول، در الگوی جاری کشت محصولات این شهرستان، دو محصول گندم و ذرت دانه‌ای به ترتیب در کشت‌های اول و دوم سال زراعی، بیش‌تر سهم را در ترکیب کشت محصولات مختلف دارا می‌باشند.

در این خصوص نیاز به الگویی که بتواند حداکثر مصالحه بین اهداف بعضاً متضاد را در بر داشته باشد، دیده می‌شود. الگوی مصالحه‌کننده اهداف در پاسخ به این نیاز در شهرستان مرودشت اجرا شد. نتایج این الگو نشان می‌دهد که فاصله آرمانی برای هیچ یک از شاخص‌های در نظر گرفته شده صفر نیست. به عبارت دیگر، هیچ‌کدام از آرمان‌ها به صورت کامل تحقق نیافته است. ولی در عین حال شاخص‌های بازده برنامه‌ای، مصرف آب، خطر، مصرف کود شیمیایی از حد بحرانی خود فاصله گرفته اند و شاخص اشتغال در حد بحرانی خود یعنی همان الگوی جاری باقی مانده است (اشتغال در سطح الگوی جاری حفظ شده است). مجموعه این فواصل باعث شده که فاصله مرکب آرمانی نسبت به شرایط موجود، ۳۸/۸۴٪ ارتقاء یابد که نسبت به سایر الگوهای در نظر گرفته شده در وضعیت مناسب تری قرار دارد.

جدول ۴- الگوی کشت مدل‌های مختلف در نظر گرفته شده در شهرستان فسا (واحد: درصد)

نام محصول	نوع الگو		
	جاری	حداقل کننده مصرف آب	حداقل کننده مصرف کود شیمیایی
گندم	۶۳/۴۹	۶۳/۴۹	۶۳/۴۹
جو	۴/۱۸	۲/۰۹	۳/۰۸
پنبه	۱/۸۰	۰/۹۰	۰/۹۰
ذرت دانه ای	۲۸/۰۶	۲۷/۸۵	۲۸/۳۰
گوجه فرنگی	۲/۴۶	۳/۲۸	۳/۲۱
آیش	۰/۰۰	۲/۳۹	۱/۰۱

به ترتیب در حدود ۶۳/۴۹٪ و ۲۸/۳۰٪، کاهش سطح کشت جو از ۴/۱۸٪ به ۳/۰۸٪، کاهش سطح زیر کشت پنبه ۱/۱۸٪ به ۰/۹۰٪ در کنار افزایش نسبی سطح محصول گوجه فرنگی از ۲/۴۶٪ به ۳/۲۱٪، مصالحه اهداف پنج گانه در راستای تامین حداکثری آرمان‌های مربوط صورت پذیرفته است. جدول ۵، تاثیر اجرای الگوهای برنامه ریزی با اهداف متفاوت بر شاخص‌های در نظر گرفته شده در مطالعه جاری را نشان

با نگاهی به ترکیب کشت در الگوهای مختلف می‌توان دریافت که در تمامی این الگوها، سهم حداکثری این دو محصول در الگو همچنان حفظ شده است. در این خصوص تحقق آرمان‌های مختلف بیش‌تر با تعدیلات صورت گرفته شده در سطح سه محصول جو، پنبه و گوجه فرنگی رخ داده است. این در حالی است که الگوی مصالحه‌ای اهداف ارایه شده در جدول ۴، با حفظ تقریبی سطح زیر کشت گندم و ذرت دانه‌ای

آرمان در حد بحرانی ثابت مانده است. در عین حال، فاصله تا آرمان حداکثر سازی اشتغال به میزان ۰/۲۵ نفر روز کارگر در هکتار باقی مانده است. مجموعه فواصل مذکور تا حد آرمانی مورد نظر باعث شده که فاصله مرکب آرمانی، ۴۴/۸۷٪ نسبت به مقدار بحرانی آن بهبود یابد که از فاصله الگوی حداکثر بازده برنامه‌ای کم‌تر است.

می‌دهد. از آنجا که حد بحرانی تمامی آرمان‌های در نظر گرفته شده، الگوی جاری کشت محصولات فرض شده است، در این جدول، تابع مسافت مرکب آرمانی در الگوی جاری برابر صفر می‌باشد. این در حالی است که در الگوی حداقل کننده مصرف آب، رسیدن به آرمان‌های کاهش مصرف آب و کودشیمیایی و همچنین حداقل سازی احتمال خطر تحقق یافته است، ولی آرمان حداکثر ساختن بازده برنامه‌ای به دست نیامده و این

جدول ۵- تاثیر الگوی کشت بر شاخص‌های مختلف در شهرستان فسا

نوع الگو				شرح متغیر
مصالحه اهداف	حداقل کننده مصرف کود شیمیایی	حداقل کننده مصرف آب	جاری	
نام شاخص				
۹,۵۲۳,۸۱۷	۹,۴۷۶,۲۴۱	۹,۴۷۶,۲۴۱	۹,۴۷۶,۲۴۱	بازده برنامه‌ای (ریال در هکتار)
۹۵۰	۹۳۹	۹۳۹	۹۶۰	مصرف آب (مترمکعب در هکتار)
۵۰/۵۱	۴۹/۳۰	۴۹/۳۰	۵۱/۵۵	احتمال خطر (درصد)
۶۲۰	۶۱۴	۶۱۴	۶۲۰	کودشیمیایی (کیلوگرم در هکتار)
۲۴/۱۵	۲۳/۹۲	۲۳/۹۲	۲۴/۰۰	اشتغال (نفر- روز درهکتار)
فاصله تا آرمان				
۰	۴۷,۵۷۶	۴۷,۵۷۶	۴۷,۵۷۶	حداکثر بازده برنامه‌ای (ریال)
۱۱	۰	۰	۲۱	حداقل مصرف آب (مترمکعب)
۱/۲۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۲/۲۵	حداقل احتمال خطر (درصد)
۶	۰	۰	۶	حداقل مصرف کود شیمیایی (کیلوگرم)
۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱۶	حداکثر اشتغال (نفر روز)
فاصله تا حد بحرانی				
۴۷,۵۷۶	۰	۰	۰	حداکثر بازده برنامه‌ای (ریال)
۱۰	۲۱	۲۱	۰	حداقل مصرف آب (مترمکعب)
۱/۰۴	۲/۲۵	۲/۲۵	۰/۰۰	حداقل احتمال خطر (درصد)
۰	۶	۶	۰	حداقل مصرف کود شیمیایی (کیلوگرم)
۰/۱۵	-۰/۰۸	-۰/۰۸	۰/۰۰	حداکثر اشتغال (نفر روز)
۶۸/۵۳	۴۴/۸۷	۴۴/۸۷	۰/۰۰	مسافت مرکب آرمانی (فازی)

برای آن، مشابه الگوی حداقل کننده مصرف آب است. بنابراین مسافت مرکب آرمانی برای این الگو نیز برابر ۴۴/۸۷٪ است. در

مشاهده نتایج به دست آمده برای الگوی حداقل کننده مصرف کود شیمیایی حکایت از آن دارد که شاخصهای به دست آمده

بنابراین مسافت مرکب آرمانی برای این الگو نیز برابر ۰/۴۴/۸۷٪ است. در الگوی مصالحه کننده اهداف فاصله تا آرمان دستیابی به بیشترین بازده برنامه‌ای ممکن به صفر و برای حداکثر اشتغال تقریباً به صفر (۰/۰۱ نفر روز در هکتار) رسیده است، ولی فاصله آن در حد میانه رسیدن به آرمان‌های حداقل ساختن مصرف آب و احتمال خطر ممکن و در حد بحرانی آرمان حداقل سازی مصرف کود شیمیایی قرار دارد. این عوامل باعث شده که مسافت مرکب آرمانی این الگو نسبت به الگوی جاری با شرایط بحرانی، ۶۸/۵۳٪ ارتقاء یابد. بنابراین این الگو را می‌توان به عنوان بهترین الگوی مصالحه کننده بین اهداف در نظر گرفت که نسبت به سایر الگوهای در نظر گرفته شده در وضعیت مناسب تری قرار دارد.

شهرستان اقلید:

بخش عمده‌ای از اراضی آبی شهرستان اقلید به کشت ۷ محصول گندم، جو، لوبیا، نخود، عدس، چغندر قند و ذرت علوفه‌ای اختصاص یافته است. با توجه به اهمیت کشت این محصولات در شهرستان و پرهیز از مداخله ترکیب کشت محصولات کم اهمیت‌تر در الگوی کلی این شهرستان، الگوهای برنامه ریزی در نظر گرفته شده با فرض عدم تغییر در سطح زیر کشت سایر محصولات که در حدود ۱۰/۳۵٪ از کل اراضی آبی را تشکیل می‌دهد، اجرا شد. جدول ۶، نتایج حاصل از اجرای الگوهای برنامه ریزی با اهداف متفاوت در شهرستان اقلید را نشان می‌دهد. براساس این جدول، در الگوی جاری کشت محصولات این شهرستان، در کشت اول، دو محصول گندم و لوبیا و در کشت دوم سال زراعی چغندر قند، بیشترین سهم را در ترکیب کشت محصولات مختلف به خود اختصاص داده اند و همچنین محصولات جو، نخود و عدس در کشت اول و ذرت علوفه‌ای در کشت دوم، کمترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند.

الگوی مصالحه کننده اهداف فاصله تا آرمان دستیابی به بیشترین بازده برنامه‌ای ممکن به صفر و برای حداکثر اشتغال تقریباً به صفر (۰/۰۱ نفر روز در هکتار) رسیده است، ولی فاصله آن در حد میانه رسیدن به آرمان‌های حداقل ساختن مصرف آب و احتمال خطر ممکن و در حد بحرانی آرمان حداقل سازی مصرف کود شیمیایی قرار دارد. این عوامل باعث شده که مسافت مرکب آرمانی این الگو نسبت به الگوی جاری با شرایط بحرانی، ۶۸/۵۳٪ ارتقاء یابد. بنابراین این الگو را می‌توان به عنوان بهترین الگوی مصالحه کننده بین اهداف در نظر گرفت که نسبت به سایر الگوهای در نظر گرفته شده در وضعیت مناسب تری قرار دارد.

شهرستان اقلید:

بخش عمده‌ای از اراضی آبی شهرستان اقلید به کشت ۷ محصول گندم، جو، لوبیا، نخود، عدس، چغندر قند و ذرت علوفه‌ای اختصاص یافته است. با توجه به اهمیت کشت این محصولات در شهرستان و پرهیز از مداخله ترکیب کشت محصولات کم اهمیت‌تر در الگوی کلی این شهرستان، الگوهای برنامه ریزی در نظر گرفته شده با فرض عدم تغییر در سطح زیر کشت سایر محصولات که در حدود ۱۰/۳۵٪ از کل اراضی آبی را تشکیل می‌دهد، اجرا شد. جدول ۶، نتایج حاصل از اجرای الگوهای برنامه ریزی با اهداف متفاوت در شهرستان اقلید را نشان می‌دهد. براساس این جدول، در الگوی جاری کشت محصولات این شهرستان، در کشت اول، دو محصول گندم و لوبیا و در کشت دوم سال زراعی چغندر قند، بیشترین سهم را در ترکیب کشت محصولات مختلف به خود اختصاص داده اند و همچنین محصولات جو، نخود و عدس در کشت اول و ذرت علوفه‌ای در کشت دوم، کمترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند. مشاهده نتایج به دست آمده برای الگوی حداقل کننده مصرف کود شیمیایی حکایت از آن دارد که شاخصهای به دست آمده برای آن، مشابه الگوی حداقل کننده مصرف آب است.

جدول ۶- الگوی کشت مدل‌های مختلف در نظر گرفته شده در شهرستان اقلید (واحد: درصد)

نام محصول	نوع الگو		
	جاری	حداقل کننده مصرف آب	حداقل کننده مصرف کود شیمیایی
گندم	۵۵/۴۰	۳۴/۳۲	۲۷/۷۰
جو	۲/۷۳	۱/۳۶	۱۱/۹۰
لوبیا	۱۴/۲۲	۲۵/۵۸	۲۵/۵۸
نخود	۰/۹۴	۰/۴۷	۰/۴۷
عدس	۵/۲۹	۲/۶۵	۲/۶۵
چغندر قند	۲۰/۳۵	۱۰/۱۷	۱۰/۱۷
ذرت علوفه‌ای	۱/۰۸	۰/۵۴	۰/۵۴
آیش	۰/۰۰	۲۴/۹۲	۲۱/۰۰

علوفه‌ای از ۱/۰۸٪ به ۰/۵۴٪ کاهش یافته است و سطح زیر کشت گندم به ۳۴/۳۲٪ تحقق یافته است.

نتایج به دست آمده از الگوی کشت حداقل کننده مصرف کود شیمیایی نشان می‌دهد که در این الگو سطح محصولات لوبیا، نخود، عدس، چغندر قند و ذرت علوفه‌ای جاری برابر صفر می‌باشد. این در حالی است که در الگوی حداقل کننده مصرف آب، رسیدن به آرمان‌های کاهش مصرف آب و احتمال خطر و همچنین به طور تقریبی، حداقل سازی مصرف کود شیمیایی تحقق یافته است، ولی آرمان حداکثر ساختن بازده برنامه‌ای بدست نیامده و این، آرمان در حد بحرانی ثابت مانده است. در عین حال، آرمان حداکثر سازی اشتغال به میزان ۴/۸۶ نفر روز کارگر در هکتار از حد بحرانی هم کمتر شده است. مجموعه فواصل مذکور تا حد آرمانی مورد نظر باعث شده که فاصله مرکب آرمانی، ۸/۷۸٪ نسبت به مقدار بحرانی آن کم‌تر شود. بر اساس نتایج به دست آمده برای الگوی حداقل کننده مصرف کود شیمیایی، به غیر از آرمان حداقل مصرف کود شیمیایی که تحقق یافته، آرمان دستیابی به حداکثر بازده برنامه‌ای در حد بحرانی ثابت مانده و تا رسیدن به سایر آرمان‌ها همچنان فاصله وجود دارد. بنابراین مسافت مرکب آرمانی این الگو از حد بحرانی، ۲۲/۳۵٪ کم‌تر شده است. نتایج اریه شده برای الگوی مصالحه کننده اهداف نشان می‌دهد که

معادل سطح به دست آمده در الگوی حداقل کننده مصرف آب می‌باشد. تفاوت این الگو با الگوی قبلی در آن است که با کاهش سطح زیر کشت گندم به ۲۷/۷۰٪ و افزایش سطح جو به ۱۱/۹۰٪ مصرف کود شیمیایی را در عین حفظ سطح بازده برنامه‌ای در سطح بازده برنامه‌ای الگوی جاری، به حداقل ممکن رسانده است. علاوه بر الگوهای یاد شده، الگوی مصالحه‌ای اهداف نیز در جدول ۶ ارائه شده است. در این الگو، سطح زیر کشت محصولات گندم، جو، نخود و چغندر قند در سطح الگوی حداکثر کننده بازده برنامه‌ای حفظ شده است. ولی سطح لوبیا با وجود ارتقاء از ۱۴/۲۲٪ الگوی جاری به ۲۳/۶۰٪ از الگوی حداکثر کننده بازده برنامه‌ای کم‌تر است. در عین حال سطح زیر کشت عدس کمی از الگو جاری بیش‌تر شده و از ۵/۲۹٪ به ۵/۴۷٪ رسیده و سطح ذرت علوفه‌ای نیز تقریباً دو برابر سطح آن در الگوی جاری شده است.

جدول ۷، تاثیر اجرای الگوهای برنامه ریزی با اهداف متفاوت بر شاخص‌های در نظر گرفته شده در مطالعه جاری را نشان می‌دهد. در این جدول، تابع مسافت مرکب آرمانی در الگوی در الگوی حداقل کننده مصرف آب برای حفظ بازده برنامه‌ای در سطح بازده الگوی جاری، سهم محصولات جو از ۲/۷۳٪ به ۱/۳۶٪، نخود از ۰/۹۴٪ به ۰/۴۷٪، عدس از ۵/۲۹٪ به ۲/۶۵٪، چغندر قند از ۲۰/۳۵٪ به ۱۰/۱۷٪ و ذرت

مجموع سطح آنها در یک هکتار صورت پذیرفت، نیاز بود تا پس از مشخص شدن الگوی برتر به بررسی تاثیر کلی اجرای آن بر آرمان‌های مورد نظر پرداخته شود. جدول ۸ نتایج این تاثیر را نشان می‌دهد. براساس این جدول، با اجرای الگوی مصالحه کننده بین آرمان‌های پنج گانه حداکثر شدن بازده برنامه‌ای، حداقل شدن مصرف آب، کود شیمیایی و احتمال خطر و حداکثر شدن اشتغال نیروی کار، بازده برنامه‌ای سه شهرستان در حدود ۱۶۰ میلیارد ارتقاء خواهد یافت. علاوه بر این مصرف کمتر حدود ۲۳/۶ میلیون مترمکعب آب و ۶۵۰۷ تن کود شیمیایی در کنار افزایش اشتغال به میزان حدود ۳۲ هزار نفر روز کارگر از دیگر نتایج به دست آمده از اجرای این الگو خواهد بود.

فاصله تا آرمان حداکثر شدن بازده برنامه‌ای فقط ۲۳۷,۰۰۴ ریال در هکتار بوده و به غیر از شاخص حداقل شدن احتمال خطر که در حد بحرانی خود ثابت مانده، سایر شاخص‌های به دست آمده برای این الگو تا حد بحرانی خود فاصله گرفته اند. این امر باعث شده تا فاصله مرکب آرمانی نسبت به شرایط موجود، ۴۵/۳۱٪ ارتقاء یابد. بنابراین این الگو را می‌توان به عنوان بهترین الگوی مصالحه کننده بین اهداف در نظر گرفت.

تاثیر نهائی اجرای الگوی انتخاب شده در مناطق مورد مطالعه:

از آنجا که بررسی الگوی کشت در مناطق مورد مطالعه به صورت نسبت سطح زیر کشت محصولات مورد بررسی از

جدول ۷- تاثیر الگوی کشت بر شاخص‌های مختلف در شهرستان اقلید

نوع الگو				شرح
مصالحه اهداف	حداقل کننده مصرف کود شیمیایی	حداقل کننده مصرف آب	جاری	
نام شاخص				
۹,۰۷۹,۲۳۸	۷,۷۷۰,۴۴۶	۷,۷۷۰,۴۴۶	۷,۷۷۰,۴۴۶	بازده برنامه‌ای (ریال در هکتار)
۱۹۴۷	۱۶۴۰	۱۵۵۲	۲۰۶۹	مصرف آب (مترمکعب در هکتار)
۶۲/۷۷	۵۷/۴۷	۵۰/۱۸	۶۲/۷۷	احتمال خطر (درصد)
۵۵۱	۴۰۳	۴۰۸	۶۰۴	کودشیمیایی (کیلوگرم در هکتار)
۲۲/۱۱	۱۷/۰۰	۱۶/۹۱	۲۱/۷۷	اشتغال (نفر- روز در هکتار)
فاصله تا آرمان				
۲۳۷,۰۰۴	۱,۵۴۵,۷۹۵	۱,۵۴۵,۷۹۵	۱,۵۴۵,۷۹۵	حداکثر بازده برنامه‌ای (ریال)
۳۹۵	۸۸	۰	۵۱۷	حداقل مصرف آب (متر مکعب)
۱۲/۵۹	۷/۲۹	۰/۰۰	۱۲/۵۹	حداقل احتمال خطر (درصد)
۱۴۸	۰	۶	۲۰۲	حداقل مصرف کود شیمیایی (کیلوگرم)
۰/۴۹	۵/۶۰	۵/۷۰	۰/۸۳	حداکثر اشتغال (نفر روز)
فاصله تا حد بحرانی				
۱,۳۰۸,۷۹۱	۰	۰	۰	حداکثر بازده برنامه‌ای (ریال)
۱۲۲	۴۲۹	۵۱۷	۰	حداقل مصرف آب (متر مکعب)
۰/۰۰	۵/۳۰	۱۲/۵۹	۰/۰۰	حداقل احتمال خطر (درصد)
۵۴	۲۰۲	۱۹۶	۰	حداقل مصرف کود شیمیایی (کیلوگرم)
۰/۳۴	-۴/۷۷	-۴/۸۶	۰/۰۰	حداکثر اشتغال (نفر روز)
۴۵/۳۱	-۲۲/۳۵	-۸/۷۸	۰/۰۰	مسافت مرکب آرمانی (فازی)

جدول ۸- تاثیر نهایی الگوی کشت مصالحه‌کننده آرمانها نسبت وضعیت جاری در مناطق مورد مطالعه

کل ۳ شهرستان	شهرستان						شرح متغیر
	فسا		افلید		مرودشت		
۲۲۸۱۸۰	۳۶۱۸۲	۱	۷۸۷۸۹	۱	۱۱۳۲۰۹	۱	سطح زیر کشت (هکتار)
فاصله تا حد بحرانی							
۱۶۰,۲۶۵,۵۲۲	۱,۷۲۱,۴۱۰	۴۷	۱۰۳,۱۱۸,۳۴۱	۱,۳۰۸	۵۵,۴۲۵,۷۷۰	۴۸۹	بازده برنامه‌ای (هزار ریال)
۲۳,۵۸۸,۲۱۷	۳۶۶,۶۲۶	۱۰	۹,۶۴۹,۱۵۴	۱۲۲	۱۳,۵۷۲,۴۳۷	۱۲۰	مصرف آب (متر مکعب)
۶,۵۰۷,۱۸۸	۷,۳۸۴	۰/۲۰	۴,۲۲۳,۵۰۳	۵۳/۶۱	۲,۲۷۶,۳۰۱	۲۰	مصرف کود شیمیایی (کیلوگرم)
۳۱,۹۷۲	۵,۴۳۸	۰/۱۵	۲۶,۵۳۴	۰/۳۴	۰	۰	اشتغال (نفر روز)

نتیجه گیری و پیشنهادات

الگوها نسبت به الگوی جاری و حتی الگوهای تک هدفه در تامین کلی آرمان‌های چندگانه در نظر گرفته شده برتری دارند. نتایج به دست آمده از تاثیر اجرای این الگو بر کل اراضی زراعی در مناطق مورد مطالعه نشان داد که این امر تاثیر قابل توجهی بر افزایش بازده برنامه‌ای، کاهش مصرف آب و کود شیمیایی، کاهش خطر و افزایش اشتغال نیروی کار در مناطق دارد.

از آنجا که الگوی زراعی جاری در مقایسه با سایر الگوهای ارایه شده در کمیته تامین اهداف اساسی چون حداکثر شدن بازده برنامه‌ای، حداقل شدن مصرف آب و کود شیمیایی، حداقل شدن خطر و حداکثر شدن اشتغال قرار دارد. پیشنهاد می‌شود که امکانات و ابزارهای حمایتی دولت در جهت اجرای الگوی بهینه ارایه شده برای مناطق تجمیع گردد. در این خصوص، اجرای الگوی مصالحه‌کننده اهداف با توجه به برتری-های مورد اشاره برای آن در مناطق مورد مطالعه توصیه می‌شود. علاوه بر این، با توجه به این که الگوهای زراعی در مناطق مختلف فقط وابسته به عوامل اقلیمی نیستند و سایر عوامل نیز مانند کیفیت خاک و آب، محدودیت‌های آب و زمین، نیروی کاری، ماشین آلات و بازار و غیره در تعیین آن‌ها نقش دارند، توصیه می‌گردد که در سایر شهرستان‌های استان فارس که در مناطق آب و هوایی در نظر گرفته شده و غیر از آن قرار دارند، مطالعات لازم در خصوص الگوهای مصالحه‌کننده

آن چه که از بررسی نتایج این الگوها می‌توان دریافت آن است که هر چند در الگوهای با هدف واحد، بخشی از آرمان در نظر گرفته شده تحقق یافته است، ولی از سایر آرمان‌هایی که با آرمان مورد نظر در تضاد بوده اند، فاصله به وجود آمده است. در این خصوص نیاز به الگویی که بتواند حداکثر مصالحه بین اهداف بعضاً متضاد را دربر داشته باشد، دیده می‌شود. الگوی مصالحه‌کننده اهداف در پاسخ به این نیاز در مناطق مورد مطالعه اجرا شد. براساس نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت که الگوی جاری کشاورزان، الگوی بهینه زراعی نبوده و زراعین در برقراری مصالحه بین اهداف مختلف، ناکارآمد عمل می‌نمایند. در عین حال الگوهای با اهداف واحد توانسته‌اند که بهینه‌یابی لازم را در خصوص انتخاب الگوی کشت مورد نیاز در راستای تامین هدف آرمانی مربوطه انجام دهند. مقایسه شاخص‌های به دست آمده بر هریک از آرمان‌ها در الگوهای مصالحه‌کننده اهداف با معادل خود در الگوهای تک هدفه در تمامی مناطق مورد بررسی نشان داد که هر چند که در بسیاری موارد امکان تامین کامل این آرمان‌ها در الگوی مصالحه‌کننده اهداف در مقایسه با الگوهای تک هدفه وجود ندارد. ولی با در نظر گرفتن برآیند نتایج و اختصاص وزن مربوطه به هر یک از اهداف از سوی مدیران واحدهای کشاورزی که در قالب تابع مسافت مرکب آرمانی نمایان می‌شود، حکایت از آن دارد که این

- the optimal management of nitrate contamination of aquifers. *Journal of Environmental Management* 74: 365-81
8. Latinopoulos, D. and Mylopoulos, Y. (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.
 9. Bartolini, F., Bazzani, G.M., Gallerani, V., Raggi, M. And Viaggi, D. (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.
 ۱۰. کریمزادگان، ح، گیلانپور، ا و س.ا. میر حسینی (۱۳۸۵). اثر یارانه کودشیمیایی بر مصرف غیربهبینه آن در تولید گندم. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، (۵۵): ۱۳۳-۱۲۱.
 ۱۱. بی نام (۱۳۸۴). سند ملی توسعه استان فارس در برنامه پنج ساله چهارم توسعه، موسسه پژوهش های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی. تهران.
 ۱۲. بی نام (۱۳۸۷ ب). شرکت آب منطقه‌ای استان فارس، سایت: www.ftrw.ir
 13. Berbel, J. and Gomez-Limon, J.A. (2000). The impact of water-pricing policy in Spain: An analysis of three irrigated areas, *Agricultural Water Management*, 43: 219-238.
 14. Doppler, W., Salman, A.Z., Al-Karablieh, E.K. and Wolf, H.P. (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.
 ۱۵. چیذری، ا. و خ.ع. قاسمی (۱۳۷۸). کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در الگوی بهینه کشت محصولات زراعی، فصلنامه اهداف مطابق آنچه که در این مطالعه برای سه شهرستان صورت پذیرفت، اجرا شود.
- ### تشکر و قدردانی
- از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکزی در تامین بودجه طرح کمال قدردانی و تشکر را دارم.
- ### منابع
۱. سوری، ع. و م. ابراهیمی (۱۳۷۸). اقتصاد منابع طبیعی و محیط زیست. دانشگاه بوعلی سینا. همدان.
 2. Bailey, A.P., Rehman, T., Park, J., Keatinge, J.D.H. and R.B. (1999). Tranter, towards a method for the economic evaluation of environmental indicators for UK integrated arable farming systems. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 72: 145-158.
 ۳. بابا اکبری ساری، م. و ج. ملکوتی ۱۳۸۶. تاثیر بافت خاک در افزایش کارائی زراعی و درصد بازیافت ظاهری کودهای نیتروژنه در گندم. مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج.
 4. Dwyer, G., Douglas, R., Peterson, D. and Chong, J. (2006), Irrigation externalities: pricing and charges, Staff Working Paper
 5. Ten Berge, H.F.M., Van Ittersum, M.K., Rossing W.A.H., Van de Ven G.W.J., Schans J. and P.A.C.M. Van de Sanden (2000). Farming options for The Netherlands explored by multi-objective modeling. *European Journal of Agronomy* 13: 263-277.
 6. De Koeijer, T.J., Wossink, G.A.A., Smitc, A.B., Janssens, S.R.M., Renkema J.A. and Struik. P.C. (2003). Assessment of the quality of farmers' environmental management and its effects on resource use efficiency: a Dutch case study. *Agricultural System*, 78: 85-103.
 7. Almasri, M. N and J. J. Kaluarachchi (2005). Multi-criteria decision analysis for

۲۳. حسن‌شاهی، م (۱۳۸۵). تصمیم‌گیری زراعی تحت شرایط مخاطره: مطالعه موردی شهرستان ارسنجان، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال چهاردهم، شماره ۵۴، ص ۱۶۱-۱۷۸.
24. Torkamani J. (2005). Using a whole-farm Modeling approach to assess prospective technologies under uncertainty. *Agricultural Systems*, 85:138-154.
25. Barnes, E.M. And D. Jones (2000). Fuzzy composite programming to combine remote sensing and crop models for decision support in precision crop management. *Agricultural System*, 65: 137-158.
۲۶. آذر، ع. و ح. فرجی (۱۳۸۱). علم مدیریت فازی. انتشارات اجتماع، تهران.
۲۷. اسدیپور، ا. (۱۳۸۴). نظریه و کاربرد مدل برنامه ریزی فازی در تولید محصولات زراعی. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ویژه نامه بهره وری و کارایی.
28. Hannan, E.L. (1981). On Fuzzy goal programming. *Decision Science*, 12 (3): 522-531.
29. Narasimhan, R. (1980). Goal programming in a Fuzzy environment. *Decision Science*, 11: 325-336.
30. Bender, M.J and S.P. Simonovic (2000). A fuzzy compromise approach to water resource systems planning under uncertainty. *Fuzzy Sets and Systems*, 115: 35-44.
31. Ghosh, S. and P.P. Mujumdar (2006). Risk minimization in water quality control problems of river system. *Advances in water Resources*, 29: 458-470.
32. Maqsood, I., G.H. Huang and J. Scott Yeomans (2005). An interval-parameter fuzzy two-stage stochastic program for water resources management under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 167: 208-225.
- اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، شماره ۲۸، ص ۶۱-۷۶
۱۶. کرامت‌زاده، ع.، چیدری، ا.ح. و موسوی، ح. (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. ترکمانی، ج. و ر. صداقت. (۱۳۷۸). تعیین الگوی بهینه تلفیق باغداری و زراعت: کاربرد روش مدل‌سازی ایجاد گزینه‌ها، فصلنامه پژوهشی اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، شماره ۲۸، ص ۷-۳۴.
18. Torkamani, J. 2006. Measuring and incorporating farmers' beliefs and preferences about uncertain events in decision analysis: A stochastic programming experiment. *Indian Journal of Agricultural Economics*. 61 (2) 185-199.
19. 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.
20. Suresh, K. R. and Mujumdar, P. P. (2004). A fuzzy risk approach for performance evaluation of an irrigation reservoir system. *Agricultural Water Management*, 69: 159-177.
21. 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.
۲۲. ترکمانی، ج. و ع. 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 ۲۸، ص ۷-۲۸.

۳۶. حیاتی، د. (۱۳۷۴). سازه‌های اجتماعی-اقتصادی و تولیدی-زراعی مؤثر بر دانش فنی، دانش کشاورزی پایدار و پایداری نظام زراعی در بین گندم‌کاران استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
۳۷. بی نام (۱۳۸۷ الف). بانک اطلاعات زراعت وزارت جهاد کشاورزی، سایت: WWW.Agri-Jahad.ir.
۳۸. علیزاده، ا. و غ. کمالی (۱۳۸۶). نیاز آبی گیاهان در ایران. دانشگاه امام رضا. مشهد.
39. Brooke, A., D. Kendrick and A. Meeraus. (1988). *GAMS: A Users's Guide*. The Scientific Press.
33. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–343.
34. Cerioli, A. and Zani, S. (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.
35. Chiappero Martinetti, E. (1996). Standard of living evaluation based on Sen's Approach: Some methodological suggestions. *Notizie di Politeia*, 12: 37–53.