اقتصاد کشاورزی / جلد ۹/ شماره ۱/ صفحه‌های ۱۳٤-۱۱۷

گزینش الگوی بهینه زراعی پایدار با تاکید بر محدودیت منابع آبی (مطالعه موردی: شهرستان کوزران در استان کرمانشاه)

آرش دوراندیش و ساسان ترابی [۱]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۲٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۲/۰۵

چکیده

یکی از مهم‌ترین هدف‌های مدیران و برنامه ریزان زراعی بهینه‌سازی کاربرد منابع و نهاده‌های تولیدی و طراحی الگوی کشت مناسب می‌باشد. هدف از این پژوهش، گزینش الگوی بهینه زراعی شهرستان کوزران در استان کرمانشاه با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی متعارف، آرمانی قطعی و آرمانی فازی در جهت رسیدن به هدف‌های پنج گانه شامل حداکثر کردن بازده برنامه‌ای، حداقل کردن هزینه های سرمایه گذاری نقدی، حداقل کردن مصرف آب، حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی و حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی با تأکید بر محدودیت منابع آبی در بخش کشاورزی می‌باشد. همچنین بدین منظور با استفاده از داده‌های هزینه تولید محصولات زراعی استان کرمانشاه در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، مدلی کلی برای شهرستان کوزران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پژوهش نشان داد که استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی نسبت به دیگر مدل‌ها نتایج بهتری ارائه می‌کند، زیرا می‌توان به‌طور همزمان به تحقق هدف‌های پنج‌گانه دسترسی پیدا کرده و فازی کردن مدل انعطاف پذیری مدل را بالا برده است. به‌طوری‌که در این الگو برای سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ بازده برنامه‌ای به میزان ۵ درصد نسبت به میزان کنونی افزایش و هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی، مصرف آب، مصرف کودهای شیمیایی و مصرف سموم شیمیایی به ترتیب به میزان ۱۲/۲۷، ۵/۲۹، ۱۲/۹۲ و ۵ درصد کاهش یافته است. همچنین اجرای الگوی زراعی پیشنهادی، افزون بر رسیدن به هدف‌های پنج‌گانه با کمترین تغییرات ممکن در الگوی کنونی کشت منطقه از هدر رفتن ۵۲۶۷۱۶۰ مترمکعب آب در این منطقه جلوگیری می‌کند.

طبقه‌بندی JEL : Q15 , Q1

واژه‌های کلیدی: منابع آب، الگوی بهینه، زراعت، برنامه‌ریزی آرمانی فازی، کوزران

۱. به ترتیب، استادیار و دانشجوی دکتری (پردیس بین الملل) اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
E-mail: dourandish@um.ac.ir

مقدمه

محدودیت منابع آب شیرین در بسیاری از کشورها چالش جدی به‌شمار می‌آید و توانسته است رشد این کشورها را تحت تاثیر قرار دهد. به رغم سرمایه گذاری‌های قابل ملاحظه انجام شده در بخش آب، به دلایلی همچون بالا رفتن هزینه های استحصال هر متر مکعب آب از منابع آبی جدید، برداشت بی‌رویه از برخی منابع آب موجود، نبود امکان تغذیه مناسب سفره‌های آب سطحی و زیرزمینی، رعایت نشدن اصول مربوط به نگهداری و حفاظت از منابع آب و خاک، رشد بخش صنعت و توسعه شهرنشینی و سرانجام بروز پدیده خشکسالی در سال های اخیر، آلودگی و نابودی بسیاری از منابع آبی ایران همچنان ادامه دارد. در نتیجه، عرضه‌ی آب در برخی از مناطق نتوانسته است پاسخگوی تقاضای فزاینده آن باشد، به گونه‌ای که آب به کالای رقابتی برای کاربردهای مختلف تبدیل شده است که این محدودیت با توجه به مصرف حدود ۹۰ درصدی آب در بخش کشاورزی بیشتر جلوه می‌کند (اسدپور و همکاران، ۱۳۸۴).

ایران به عنوان یکی از کشورهای واقع در کمربند خشک کره زمین با میانگین بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر در سال نسبت به ۷۵۰ میلی متر میانگین جهانی، در گروه کشورهای خشک و نیمه خشک قرار دارد (کشاورز و صادق‌زاده، ۱۳۸۰؛ محمدیان و همکاران، ۱۳۸۹).

وضعیت کنونی بهره‌برداری از منابع آب‌های زیرزمینی و سطحی، شرایط را به سمتی هدایت کرده است که بیشتر دشت‌ها توسط وزارت نیرو به عنوان دشت‌های ممنوعه اعلام و صدور مجوز جدید بهره برداری از آنها ممنوع شده است. این مسأله ضرورت توجه بیشتر به موضوع مدیریت و مصرف آب به صورت پایدار و استفاده‌ی بهتر از آن را طلب می‌کند (توکلی و همکاران، ۱۳۸۸).

در شرایط کنونی، کمبود آب کشاورزی بخش گسترده ای از کشور و از جمله استان کرمانشاه را با چالش جدی روبه‌رو ساخته است، به‌طوری‌که بیشتر مناطق استان در بحران آب به سر می‌برند. در عین حال کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی استان بسیار پایین می‌باشد و برای آبیاری کشتزارهای کشاورزی به چند برابر نیاز خالص آبی گیاهان زراعی نیاز است که این منجر به نبود امکان دستیابی به پایداری کشاورزی می‌شود (آمارنامه جهاد کشاورزی استان کرمانشاه، ۱۳۹۱).

شهرکوزران در استان کرمانشاه یکی از حاصلخیزترین شهرهای استان و از مناطق مهم کشت گیاهان زراعی استان می‌باشد. در سال‌های اخیر به دلیل کمبود بارش در منطقه مورد بررسی،

آب‌های سطحی قابل توجهی وجود نداشته و آب‌های زیرزمینی بخش زیادی از آب مصرفی بخش کشاورزی را تامین می‌کنند. کم آبی و خشکسالی‌های پیاپی و نبود جریان‌های سطحی دائمی در حوضه آبریز منطقه موجب شده که آبخوان محدود این شهر تنها منبع تامین نیازهای آبی منطقه را تشکیل دهد (آمارنامه سازمان جهاد کشاورزی، ۱۳۹۰). در چنین شرایطی با برنامه‌ریزی بهینه بهره‌برداری از اراضی (الگوی کشت) می‌توان تقاضا برای آب را مدیریت کرد.
بحث پایداری در کشاورزی مفاهیم مختلفی را در برمی‌گیرد و ابعاد گوناگونی را پوشش می‌دهد. کشاورزی پایدار، شامل نقش مثبت تولید محصولات کشاورزی در رشد اقتصادی به همراه کاهش فقر، حفظ منابع طبیعی و حمایت از محیط زیست است. به‌طور کلی در کشاورزی پایدار دو هدف اساسی تداوم تولید محصولات کشاورزی و کاهش آثار زیانبار زیست محیطی در بخش کشاورزی به‌شمار می‌آیند. پایداری به طور اعم سه بعد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی را در بر می‌گیرد. برای رسیدن به توسعه پایدار کشاورزی باید مصرف کود و سموم شیمیایی در منطقه حداقل شود. برای دستیابی به جنبه اقتصادی پایداری در کشاورزی باید بازده برنامه‌ای حداکثر و هزینه‌های نقدی کشاورزان حداقل شود. در چنین شرایطی، یکی از راهکارهای اساسی برای افزایش کارایی مصرف آب، حداکثر کردن بازده برنامه ای، حداقل کردن هزینه‌های نقدی کشاورزان و مصرف کودها و سموم شیمیایی، انتخاب الگوی کشت بهینه متناسب با محدودیت‌های فنی و عامل‌های تولید منطقه با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی می‌باشد
بررسی های مختلفی در زمینه بهینه‌سازی و استفاده از الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی صورت گرفته است. شارما و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از روش برنامه ریزی آرمانی فازی به چاره‌جویی تخصیص بهینه زمین در کشاورزی پرداختند. این پژوهش، با هدف تخصیص بهینه سطح زیر کشت برای کشاورزی و ارائه یک طرح سالانه برای کشاورزی صورت پذیرفت. در فرمول‌سازی مدل، هدف‌هایی از جمله تولید محصول، سود خالص، محدودیت آب، ثبات نیروی کار و استفاده از ماشین‌ها مد نظر قرار گرفت. همچنین با استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی و نرمال‌سازی به هر یک از این هدف‌ها وزن‌های متفاوتی داده شد. نتایج نشان دهنده افزایش سود خالص، کاهش مصرف آب، افزایش هزینه تولید و تخصیص بهینه زمین می‌باشد. زنگا و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از برنامه‌ریزی چند هدفه خطی فازی به تعیین برنامه‌ای بهینه برای تولید محصولات منطقه لیانگ ژو در گانسو چین، پرداختند. در این پژوهش، به نقش مدیریت منابع آبی در کشاورزی توجه خاصی شد. در طول گزینش الگوی مناسب به دلیل

اطلاعات مبهم و نامشخص از اولویت‌های ذهنی تصمیم گیرندگان و همچنین به دلیل نبود قطعیت اطلاعات از روش فازی استفاده شد و الگوی بهینه کشت با استفاده از برنامه‌ریزی چند هدفه خطی فازی با توجه به سطوح مختلف دسترسی به منابع آب ارائه شد. نتایج نشان داد مدل برنامه‌ریزی چند هدفه خطی فازی در مقایسه با مدل برنامه‌ریزی چند هدفه خطی، در ارائه جواب بهینه مناسب‌تر است. عبدالقادر و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی خود به بهینه‌سازی الگوی کشت با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی در عربستان سعودی پرداختند. در این پژوهش، هدف‌هایی مانند حداکثرسازی بازده برنامه سالانه، کاهش مصرف آب و تخصیص کارآمد زمین‌های زراعی در میان تولید محصولات رقیب در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد در الگوی کشت بهینه، بازده برنامه در حدود ۲/۴۲ میلیارد دلار آمریکا در سال افزایش، مصرف آب حدود ۵۳ درصد کاهش یافت. علاوه بر آن، تخصیص زمین به ترتیب ۴۸/۴ ٪، ۳۵/۴ ٪، ۱۳/۱ ٪ و ۳/۲ ٪ به کشت غلات، میوه، علوفه و سبزی در الگوی ارائه شده می‌باشد. جولایی (۱۳۸۳) با استفاده از یک مدل چند منطقه‌ای نشان داد که استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی که هر سه هدف حداکثر کردن سود بازاری، حداکثر نمودن سود اجتماعی و از سوی دیگر دستیابی به خود کفایی، به طور همزمان در آن لحاظ شده باشد، برای تولید هر محصول نتایج منطقی‌تری را نسبت به مدل‌های تک هدفه ارائه می‌کند. اسدپور و همکاران (۱۳۸۴) الگوی کشتی به‌دست آمده از سه نوع برنامه ریزی تک هدفه، چند هدفه، آرمانی قطعی و فازی را ارائه کردند، نتایج آنان نشان داد که با ایجاد انعطاف در ضرایب مدل، که ناشی از دقت پایین اطلاعات است، با نگرش و تفکر فازی این کم دقتی تا حد زیادی برطرف می‌شود، شرایط الگوی کشت به‌طور نسبی بهبود می‌یابد و از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوب‌تری بهره‌گیری می‌شود. مجیدی و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و مدل‌سازی ایجاد گزینه‌ها الگوی کشتی ارائه کردند که با کسب بازده برنامه‌ای الگوی کنونی، به میزان ۱۴ درصد مصرف آب را کاهش داده است. محمدی و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیق خود به تعیین الگوی بهینه کشت در شهرستان مرودشت استان فارس پرداختند. در این تحقیق با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی چند هدفه غیر خطی فازی امکان تحقق آرمان‌های حداکثر کردن بازده برنامه‌ای همسو با هدف‌های کاهش مصرف آب، حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی، حداقل کردن ریسک تولید و افزایش منافع اجتماعی از طریق سطح اشتغال نیروی کار بررسی شد. نتایج نشان داد که الگوی چند هدفه نسبت به الگوی جاری و حتی الگوهای تک هدفه برتری دارد. اجرای این الگو در منطقه

مورد بررسی افزون بر کاهش مصرف آب و کود شیمیایی، افزایش بازده برنامه‌ای و کاهش ریسک را نیز در برداشت. باریکانی و همکاران (۱۳۹۱) در قزوین بررسی خود را با هدف بهینه‌سازی مصرف آب انجام دادند، نتایج نشان داد، که با در نظر گرفتن محدودیت بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، بهینه‌سازی با هدف حداکثر منافع اجتماعی، منافع بیشتری را عاید منطقه می‌کند. از دیگر پژوهش‌های انجام شده در رابطه با این پژوهش می‌توان به بررسی‌های پال و همکاران (۲۰۱۲) و علیزاده و همکاران (۲۰۱۲) اشاره کرد.

نتایج بیشتر بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که ارائه‌ی الگوی کشت بهینه با استفاده از الگوهای مختلف برنامه‌ریزی ریاضی افزون بر بهبود شرایط موجود، باعث می‌شود از منابع و نهاده‌ها به گونه‌ی مطلوب استفاده شود. در بیشتر این بررسی‌ها از هدف‌های بازده برنامه‌ای و مصرف آب در کنار محدودیت‌های منطقه مورد مطالعاتی، استفاده شده است. این پژوهش، با هدف گزینش الگوی کشت منطقه کوزران با توجه به آرمان های اقتصادی حداکثر کردن بازده برنامه‌ای و حداقل کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی و آرمان‌های زیست‌محیطی حداقل کردن مصرف آب، مصرف کودهای شیمیایی و مصرف سموم شیمیایی انجام پذیرفته است. با توجه به اینکه گزینش الگوی کشت پایدار می‌تواند به نوعی تدوین الگوی کشت اقتصادی به‌شمار رود که باید با حداقل تخریب و آلودگی محیط‌زیست همراه باشد به‌گونه‌ای‌که بتواند مواد غذایی و کشاورزی مورد نیاز بشر را تأمین کند، به این مهم پرداخته شده است. همچنین از آنجا که در بیشتر بررسی‌های انجام شده، کمتر به مسئله پایداری الگوی کشت توجه شده است، در این پژوهش تلاش خواهد شد که الگوی بهینه کشت گیاهان زراعی با تاکید بر پایداری و مقوله کشاورزی پایدار با هدف حداقل مصرف آب در قالب الگوی برنامه‌ریزی آرمانی فازی طراحی و پیشنهاد شود.

روش تحقیق

برای تخصیص بهینه منابع تولید روش‌های مختلفی به کار گرفته می‌شود. استفاده از الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی یکی از رایج‌ترین روش‌های دستیابی به هدف گفته شده می‌باشد. الگوهای مختلف برنامه‌ریزی ریاضی با توجه به هدف‌های تحقیق و ماهیت داده‌های تحقیق طراحی شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. برنامه‌ریزی خطی، ساده‌ترین و رایج‌ترین نوع الگوی برنامه‌ریزی است. از آنجا که برنامه‌ریزی خطی متعارف یک روش بهینه کردن تک‌هدفه است و اغلب مدیران بیش از یک هدف را دنبال می‌کنند، این روش نمی‌تواند پاسخگوی خواسته‌های

تصمیم‌گیرندگان و سیاستگذاران باشد.

برنامه‌ریزی آرمانی یکی از ابزارهای برجسته برای تحلیل تصمیم‌های چندهدفه در مدیریت می‌باشد که از ویژگی‌های آن دستیابی همزمان به چندین هدف برمبنای اولویت‌بندی هدف‌ها می‌باشد. رابطه (۱) یک الگوی برنامه‌ریزی آرمانی را نشان می‌دهد (محمدیان و همکاران، ۱۳۸۹).

$$MIN\ Z = \left[W_1(d^-, d^+), W_2(d^-, d^+), ..., W_k(d^-, d^+)\right]$$

Subject to :

$$f_i(x) + d_i^- - d_i^+ = b_i$$

$$g_j(X) \begin{pmatrix} \leq \\ = \\ \geq \end{pmatrix} B_j,\ \ j = 1,2,...,m \qquad (۱)$$

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

که در آن، X بردار متغیرهای تصمیم گیری، d_i^+ و d_i^- به ترتیب انحرافات مثبت و منفی از iامین آرمان، Z برداری از هدف‌ها وزن داده شده، $W_1(d^-, d^+)$ تابع خطی از انحرافات منفی و مثبت که با استفاده از عناصر w (وزنها) اهمیت آرمانها در مدل نشان داده می‌شود. ملاحظه می‌شود برای حل الگوهای برنامه‌ریزی آرمانی به تعداد هدف‌های مدیر، محدودیت‌های آرمانی به مجموعه محدودیت‌های فیزیکی مدل اضافه می‌شود (تیواری، ۱۹۹۶).

اصلی‌ترین ضعف الگوی برنامه‌ریزی آرمانی این است که همه پارامترهای مسأله باید به دقت در محیط تصمیم‌گیری تعیین شده باشند و همه هدف‌ها و محدودیت‌ها باید به صورت قطعی باشند. برای فائق آمدن بر این چالش، مفهوم فازی که ابتدا توسط لطفی‌زاده مطرح شده بود (لطفی‌زاده، ۱۹۶۵)، برای مسائل بهینه‌سازی چندهدفه مطرح شد. در روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی علاوه بر دستیابی همزمان به چندین هدف، هدف‌ها و محدودیت‌ها می‌توانند قطعی یا فازی باشند که این امر سبب می‌شود این الگو نسبت به برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی خطی برتری داشته باشد. (بیسواس و پال، ۲۰۰۵).

الگوی تجربی برنامه‌ریزی آرمانی فازی مورد استفاده در این پژوهش به صورت رابطه (۲) می‌باشد:

$$MIN = w_1 \times d_1^- + w_2 \times d_2^- + w_3 \times d_3^- + w_4 \times d_4^- + w_5 \times d_5^- \qquad (۲)$$

Subject to :

محدودیت آرمانی مربوط به حداکثر کردن بازده برنامه‌ای

$$\frac{\sum_{x=1}^{8} AX_x(B_x - C_x) - (B_{GM} - TO_{GM})}{TO_{GM}} + d_1^- - d_1^+ = 1 \quad (۳)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی

$$\frac{(B_C + TO_C) - \sum_{x=1}^{8} AX_x \times C_x}{TO_C} + d_2^- - d_2^+ = 1 \quad (۴)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن مصرف آب سالانه

$$\frac{(B_W + TO_W) - \sum_{x=1}^{8} X_x \times W_x}{TO_W} + d_3^- - d_3^+ = 1 \quad (۵)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن کودهای شیمیایی مصرفی

$$\frac{(B_{FE} + TO_{FE}) - \sum_{x=1}^{8} AX_x \times FE_x}{TO_{FE}} + d_4^- - d_4^+ = 1 \quad (۶)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن سموم شیمیایی مصرفی

$$\frac{(B_{SE} + TO_{SE}) - \sum_{x=1}^{8} AX_x \times SE_x}{TO_{SE}} + d_5^- - d_5^+ = 1 \quad (۷)$$

رابطه (۲) تابع هدف می‌باشد که تابعی خطی از متغیرهای انحرافی منفی می‌باشد و وزن‌های در نظر گرفته شده به ترتیب اهمیت هدف‌ها برای متغیرهای انحرافی آرمان‌های مورد نظر در تابع هدف استفاده خواهد شد. رابطه‌های (۳) تا (۷) محدودیت‌های آرمانی هستند که به مجموعه محدودیت‌های فیزیکی الگوی برنامه‌ریزی خطی تک هدفه اضافه می‌شوند. همچنین دو محدودیت بازار و تناوب زراعی نیز به شکل رابطه‌های (۸) و (۹) به مدل اضافه شده‌اند. تناوب می‌تواند نقش مهمی در کنترل آفات و بیماری‌ها و همچنین جلوگیری از پایین آمدن راندمان محصول داشته باشد. این محدودیت به صورت رابطه (۸) تعریف شده است که در آن X_x سطح زیرکشت گیاه زراعی می‌باشد. به‌طوری‌که ضریب گیاهان زراعی بهاره مانند ذرت علوفه‌ای و دانه‌ای مثبت یک و ضریب گیاهان زراعی پاییزه مانند گندم و جو منفی یک در نظر گرفته شده است.

محدودیت بازار نیز برای الگوهای زراعی لازم است. برای این کار بالاترین سطح زیرکشت هر گیاه زراعی در یک دوره ۵ ساله، به عنوان محدودیت بازار آن محصول در مدل لحاظ شده است.

زیرا کشاورزان بنا به تجربه سعی می‌کنند سطح زیرکشت خود را به‌گونه‌ای تنظیم کنند که با چالش مازاد روبه‌رو نشوند. بنابراین این محدودیت به صورت رابطه (۹) لحاظ شده است.

$$\sum_{x=1}^{8}(-1)\ AX_x \leq 0 \quad (۸)$$

$$\sum_{x=1}^{8} AX_x \leq \sum_{x=1}^{8} KmaxX_x * \sum_{x=1}^{8} AP_x \quad (۹)$$

که در آن ($Kmax$) درصد بالاترین سطح زیرکشت گیاهان زراعی شهر کوزران در ۵ سال اخیر نسبت به سطح زیر کشت موجود (AP_x) می باشد.

با توجه به اینکه، هدف این پژوهش، دستیابی به الگوی زراعی بهینه با تاکید بر محدودیت منابع آبی است، بیشترین وزن مربوط به حداقل کردن مصرف آب می‌باشد. جدول (۱) وزن آرمان‌ها و در واقع اولویت رسیدن به هدف‌های مختلف پنج‌گانه را نشان می‌دهد که با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده به روش مصاحبه حضوری با کارشناسان و کشاورزان منطقه و با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و مقایسات زوجی آرمان‌ها محاسبه شده و از این وزن‌ها در الگوها استفاده شد.

جدول (۱) وزن آرمان‌ها

حداکثر کردن بازده برنامه ای	حداقل کردن هزینه های سرمایه‌گذاری جاری	حداقل کردن مصرف آب	حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی	حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی
۰/۳	۰/۱	۰/۵	۰/۰۵	۰/۰۵

منبع: یافته‌های تحقیق

اولویت رسیدن به هدف‌های مورد نظر در الگوهای برنامه‌ریزی آرمانی قطعی و فازی با توجه به مصاحبه حضوری با کارشناسان جهاد کشاورزی و آب منطقه‌ای و بر اساس اولویت‌های ذهنی کشاورزان به‌ترتیب عبارتند از: حداقل کردن مصرف آب سالانه، حداکثر کردن بازده برنامه‌ای، حداقل کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری جاری، حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی و حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی.

اولین گام در ساختن مدل‌های تجربی برنامه‌ریزی ریاضی تعریف متغیرهای تصمیم‌گیری است. متغیرهای مورد نیاز عبارتند از؛ x متغیر مربوط به محصولات مختلف(۸ محصول) قابل کشت و تولید در شهرکوزران. این محصولات به ترتیب عبارتند از: گندم(۱= x)، ذرت دانه ای(۲= x)، جو(۳= x)، ذرت علوفه‌ایی (۴= x)، هندوانه (۵= x)، چغندرقند (۶= x)، نخود(۷= x) و سیب

زمینی (۸= x). i متغیر مربوط به ماه‌های مختلف سال است. سایر متغیرهای مورد استفاده بـه شرح جدول (۲) می‌باشد.

جدول (۲) تعریف متغیرهای لحاظ شده در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی

متغیر	شرح متغیر
AX_{xt}	سطح زیر کشت محصول x ام در سال tام بر حسب هکتار
AT	کل اراضی قابل آبیاری و کشت محصولات زراعی منطقه مورد مطالعه بر حسب هکتار
Y_x	کل تولید محصولات در الگوی پیشنهادی بر حسب کیلوگرم
FE_x	کودهای شیمیایی مورد نیاز هر هکتار محصول x ام بر حسب کیلوگرم
SE_x	سموم شیمیایی مورد نیاز هر هکتار محصول x ام بر حسب کیلوگرم
L_x	نیروی کار مورد نیاز هر هکتار محصول x ام بر حسب نفر- روز کار
C_x	هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی مورد نیاز هر هکتار محصول x ام بر حسب ده هزار ریال
B_x	درآمد ناخالص هر هکتار محصول x ام بر حسب ده هزار ریال
IRP_{xi}	مقدار آب مورد نیاز برای هر هکتار از محصول x در ماه i بر حسب متر مکعب
W_x	کل آب مورد نیاز برای هر هکتار از محصول x برحسب متر مکعب
TLP	کل ساعات استفاده از نیروی کار در وضعیت موجود
AW_i	مقادیر آب در دسترس ماهانه بر حسب متر مکعب
d_i^-	متغیرهای انحرافی منفی هدف iام
d_i^+	متغیرهای انحرافی مثبت هدف iام
B_{GM}	سطح مطلوب آرمان بازده برنامه‌ای بر حسب ده هزار ریال
B_C	سطح مطلوب آرمان هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی بر حسب ده هزار ریال
B_{FE}	سطح مطلوب آرمان کودهای شیمیایی مصرفی بر حسب کیلوگرم
B_{SE}	سطح مطلوب آرمان سموم شیمیایی مصرفی بر حسب کیلوگرم
B_W	سطح مطلوب آرمان مصرف آب بر حسب متر مکعب
TO_{GM}	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان بازده برنامه‌ای بر حسب ده هزار ریال
TO_{FE}	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان کودهای شیمیایی مصرفی بر حسب کیلوگرم
TO_{SE}	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان سموم شیمیایی مصرفی بر حسب کیلوگرم
TO_C	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی بر حسب ده هزار ریال
TO_W	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان مصرف آب بر حسب متر مکعب

منبع: داده‌های تحقیق

اطلاعات مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل و برآورد مدل‌هـای برنامـه‌ریـزی خطـی بـا اسـتفاده از داده‌های هزینه تولید محصولات زراعی استان کرمانشاه در شهرستان کوزران برای سـال زراعـی ۹۲-۱۳۹۱ به‌دست آمده است.

نتایج و بحث

جدول‌های (۳) و (۴) به ترتیب نتایج به‌دست آمده از برآورد الگوی برنامه‌ریزی خطی تک هدفه، برنامه‌ریزی آرمانی قطعی و فازی و میزان تغییرات آن را نسبت به سطح کنونی نشان می‌دهد. با توجه به نتایج جدول (۳)، میزان سطوح زیر کشت کنونی گیاهان زراعی گندم، ذرت دانه‌ای، جو، ذرت علوفه‌ای، هندوانه، چغندر قند، نخود و سیب‌زمینی به ترتیب برابر ۶۰۳۰، ۳۱۶۰، ۹۶۰، ۲۵۰، ۱۶۰، ۲۰، ۱۵ و ۱۰ هکتار می‌باشد. بازده برنامه‌ای و میزان هزینه جاری گیاهان زراعی زیرکشت این منطقه به ترتیب ۲۳۲۰۶۳۲۰۰ و ۱۸۴۳۹۲۰۰۰ هزار ریال می‌باشد. مقدار آب مصرفی در این حالت ۹۹۴۹۹۷۵۰ مترمکعب می‌باشد که به‌طور میانگین ۹۳۸۲ مترمکعب به ازای هر هکتار از این محصولات می‌باشد که نشان‌دهنده میزان آب مصرفی بالا در این منطقه می‌باشد. میزان مصرف کودها و سموم شیمیایی به ترتیب برابر با ۲۵۶۲۰۰۰ و ۲۸۳۴۷ کیلوگرم می‌باشد که به ازای هر هکتار ۲۴۱ کیلوگرم کود شیمیایی و ۲/۶۷ کیلوگرم سموم شیمیایی می‌باشد.

همان‌طور که در جدول (۴) دیده می‌شود، هنگامی‌که هدف حداکثر کردن بازده برنامه‌ای است، سطح زیرکشت به میزان ۱۱/۶۵ درصد نسبت به وضعیت موجود (به دلیل وجود محدودیت‌های پژوهش) کاهش می‌یابد و بازده برنامه‌ای به میزان ۱۰/۸۳ درصد افزایش و هزینه‌های جاری، مصرف آب، مصرف کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی به ترتیب به میزان ۸/۶۳، ۰/۶۶ ۱۰/۲۷ و ۲/۲۵ درصد نسبت به وضعیت موجود خود کاهش می‌یابد. در این الگو کاهش سطح زیرکشت گندم،ذرت دانه‌ای، هندوانه، چغندرقند و سیب‌زمینی به‌ترتیب به میزان ۲۵، ۹۷/۶، ۲۸، ۹۰ و ۵۰ درصد و افزایش سطح زیرکشت جو، ذرت علوفه‌ای و نخود به ترتیب به میزان ۲۷۸، ۲۳۱ و ۱۱۵۳ درصد نسبت به وضعیت موجود دیده می‌شود. تغییرات به نسبت زیاد برخی از محصولات نشان می‌دهد که تک‌هدفه بودن موجب می‌شود که سطح زیرکشت گیاهان زراعی که دارای بازده برنامه‌ای زیاد در این منطقه می‌باشند با توجه به محدودیت‌های مطرح شده افزایش و سطح زیرکشت محصولات کم بازده با توجه به محدودیت‌های مطرح شده کاهش یابد. دیگر تغییرات مربوط به سطوح زیرکشت، عامل‌های اقتصادی و زیست‌محیطی در هر یک از هدف‌های مطرح شده در جدول (۴) دیده می‌شود.

برای دستیابی همزمان به چند هدف باید از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی قطعی و آرمانی فازی استفاده کرد. در این پژوهش نیز برای دستیابی همزمان به هدف‌های حداقل کردن مصرف

منابع آبی، حداکثر کردن بازده برنامه‌ای، حداقل کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری جاری، مصرف کودها و سموم شیمیایی از این الگوها استفاده می‌شود.

الگوی پیشنهادی برنامه‌ریزی آرمانی قطعی با هدف دستیابی همزمان به هدف‌های پنج گانه

با توجه به نتایج جدول (۳) میزان سطوح زیرکشت گیاهان گندم، ذرت دانه‌ای، جو، ذرت علوفه‌ای، هندوانه، چغندرقند، نخود و سیب‌زمینی درحالت دستیابی همزمان به هدف‌های در مدل برنامه‌ریزی آرمانی قطعی به ترتیب به میزان ۵۱۷۳، ۱۰، ۲۷۹۱، ۱۱۸۹، ۱۳، ۲، ۱۸۸ و ۵ هکتار می‌باشد. در جدول (۴) دیده می‌شود که سطح زیرکشت گیاهان جو، ذرت علوفه‌ای و نخود به ترتیب به میزان ۱۹۰، ۳۷۵ و ۱۱۵۳ درصد افزایش و سطح زیر کشت گیاهان گندم و ذرت دانه‌ای، هندوانه، چغندرقند و سیب‌زمینی به ترتیب به میزان ۱۴/۲۱، ۹۹/۷، ۹۱/۹، ۹۰ و ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. این تغییرات زیاد با توجه به محدودیت‌های مورد بررسی و آرمان‌های تعریف شده و وزن هر یک از آرمان‌ها می‌باشد. به عنوان مثال تولید محصول هندوانه نیاز آبی فراوان دارد و یکی از هدف‌های مهم این پژوهش نیز کاهش مصرف آب با وزن ۵۰ درصدی در بین دیگر آرمان‌ها می‌باشد و این امر عامل مهمی است که می‌تواند موجب کاهش حدود ۹۲ درصدی سطح زیر کشت این محصول شود. همان‌طور که در جدول (۴) آورده شده است، هنگامی که هدف برنامه‌ریز دستیابی همزمان به هدف‌های پنج‌گانه با تأکید بر محدودیت منابع آبی می‌باشد، میزان مصرف آب ۱۰ درصد نسبت به وضعیت موجود کاهش یافته است و دیگر هدف‌ها نیز به این ترتیب می‌باشد که هزینه‌های جاری کشاورز، مصرف کودهای شیمیایی به ترتیب به میزان ۱۱/۱۳، ۱۰/۹۱ درصد کاهش و بازده برنامه‌ای و سموم شیمیایی به‌ترتیب به میزان ۰/۰۹ و ۰/۴۵ درصد افزایش یافته است که تمامی هدف‌ها به‌جز مصرف سموم شیمیایی در جهت مطلوب خود تحقق یافته‌اند، اما همان‌طور که دیده می‌شود، بازده برنامه‌ای که از جمله مهم‌ترین هدف‌های کشاورزان است به میزان ناچیزی افزایش پیدا کرده و مصرف سموم شیمیایی نیز افزایش یافته است که با هدف تولید بهینه پایدار بیولوژیک تناقض دارد، بنابراین باید به سمت الگوی فازی برای اغنای تمامی هدف‌ها به‌صورت مطلوب‌تر پیش رفت.

الگوی پیشنهادی برنامه‌ریزی آرمانی فازی با هدف دستیابی همزمان به هدف‌های پنج گانه

همان‌طور که در جدول (۴) آورده شده است، فازی کردن آرمان‌ها در الگوی برنامه‌ریزی آرمانی باعث انعطاف پذیری بالای مدل شده و مدل را دچار تغییراتی نسبت به الگوی برنامه‌ریزی آرمانی قطعی می‌کند. سطح زیرکشت گیاهان جو، ذرت علوفه‌ای، چغندرقند و نخود به ترتیب

به میزان ۲۴۷، ۲۲۷، ۷۵۰ و ۱۱۵۳ درصد نسبت به وضعیت موجود افزایش و سطح زیر کشت گیاهان گندم، ذرت دانه‌ای، هندوانه و سیب‌زمینی به ترتیب به میزان ۲۵، ۹۹/۷، ۹۱/۹ و ۵۰ درصد نسبت به وضعیت موجود کاهش یافته است. تغییرات بالای سطوح زیر کشت گیاهان با توجه به محدودیت‌ها و آرمان‌های تعریف شده و وزن هر کدام از آرمان‌ها و همچنین جهت تأثیر هر کدام از آنها می‌باشد و در نهایت برآیند تأثیرگذاری هر یک از آرمان‌ها با توجه به محدودیت‌های مطرح شده موجب چنین تغییراتی در سطوح زیر کشت گیاهان شده است. این تغییرات در نهایت موجب شده است که به هدف‌های این پژوهش در جهت مثبت خود به‌طور همزمان رسید. همانطور که در جدول (۴) آورده شده است، هنگامی که هدف برنامه‌ریز دستیابی همزمان به هدف‌های پنج گانه با تاکید بر محدودیت بر منابع آبی می‌باشد، مصرف آب به میزان ۵/۲۹ درصد کاهش یافته است و تحقق دیگر هدف‌ها نیز به این صورت می‌باشد که بازده برنامه‌ای به میزان ۵ درصد افزایش و هزینه‌های سرمایه‌گذاری جاری، مصرف آب، مصرف کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی به ترتیب ۱۲/۲۷، ۵/۲۹، ۱۲/۹۲ و ۵ درصد کاهش یافته است که همه هدف‌ها در جهت مطلوب و مورد نظر پیش رفته‌اند. با مقایسه نتایج دو الگوی برنامه‌ریزی آرمانی قطعی و آرمانی فازی دیده می‌شود که هرچند که در مدل آرمانی قطعی مصرف آب به میزان بیشتری نسبت به مدل فازی کاهش یافته است، اما در مدل فازی تمامی هدف‌ها به‌صورت مطلوب‌تری به سطح آرمان خود رسیده‌اند بنابراین فازی کردن مدل انعطاف پذیری مدل را بالا برده و باعث می‌شود از منابع و امکانات به گونه‌ی مطلوب‌تری استفاده شود. همچنین در الگوی آرمانی فازی میزان افزایش در بازده برنامه‌ای نسبت به مدل آرمانی قطعی بیشتر می‌باشد و با توجه به اینکه مهم‌ترین هدف کشاورزان دستیابی به درآمد بیشتر می‌باشد، لذا پذیرش این الگو نسبت به الگوی آرمانی قطعی توسط کشاورزان به سهولت بیشتری امکان‌پذیر است. همچنین کاهش در مصرف کود و سموم شیمیایی به‌ترتیب به میزان ۱۲/۹۲ و ۵ درصد می‌باشد که این کاهش با توجه به هدف این پژوهش که دستیابی به توسعه پایدار بیولوژیکی می‌باشد نسبت به مدل آرمانی قطعی، بیشتر است.

مقایسه درصد تغییرات آرمان‌ها در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی

با توجه به جدول‌های (۳) و (۴) نتایج به‌دست آمده از آرمان‌های مختلف در مدل‌های برنامه‌ریزی خطی متعارف، برنامه‌ریزی آرمانی قطعی و برنامه‌ریزی آرمانی فازی به اختصار مقایسه می‌شود.

درصد افزایش بازده برنامه‌ای در الگوی برنامه‌ریزی خطی که تنها به دنبال حداکثر کردن بازده برنامه‌ای می‌باشد، بیش از دیگر الگوهای برنامه‌ریزی است و ۱۰/۸۳ درصد بازده برنامه‌ای را افزایش می‌دهد که دلیل آن به تک هدفه بودن آن و تجمیع منابع به سمت حداکثر کردن بازده برنامه‌ای است. اما در الگوهای برنامه‌ریزی آرمانی قطعی و آرمانی فازی با توجه به اینکه هدف‌های مختلف و گاهی متعارض را دنبال می‌کنند، درصد افزایش کمتری نسبت به برنامه‌ریزی خطی متعارف دارند. به‌طوری‌که در الگوی برنامه‌ریزی آرمانی قطعی ۰/۰۹ درصد بازده برنامه‌ای افزایش و در الگوی برنامه‌ریزی آرمانی فازی ۵ درصد بازده برنامه افزایش می‌یابد. مقایسه نتایج این مدل‌ها نشان می‌دهد که هرچند در مدل تک هدفه میزان افزایش بازده برنامه‌ای بسیار زیاد است اما تحقق دیگر هدف‌ها در جهت مطلوب خود بسیار ناچیز است و در مدل فازی این مشکل حل شده و تمامی هدف‌ها به‌صورت معقولی به تحقق مثبت خود رسیده‌اند. یعنی بازده برنامه‌ای افزایش و میزان هزینه‌های جاری، آب، کود و سموم شیمیایی کاهش یافته است. کاهش هزینه‌های جاری در بیشتر الگوهای برنامه‌ریزی دیده می‌شود که این میزان کاهش در مدل آرمانی فازی ۱۲/۲۷ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده تحقق در جهت مثبت این دارد.

با توجه مطالب گفته شده از آنجایی که پایداری کشاورزی بر دستیابی تمامی جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تاکید دارد. برنامه‌ریزی آرمانی فازی تحقق همزمان هدف‌های پنج گانه پایداری کشاورزی را به‌صورت معقول و منطقی فراهم ساخته است.

جدول (۳) سطوح زیرکشت پیشنهادی هدف‌های مختلف مربوط به آن ها در مدل‌های برنامه‌ریزی

محصولات	سطوح فعلی (هکتار)	سطوح پیشنهادی در هر یک از اهداف برنامه‌ریزی						
		حداکثر کردن بازده برنامه‌ای	حداقل کردن هزینه جاری	حداقل کردن مصرف آب	حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی	حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی	برنامه ریزی آرمانی قطعی	برنامه ریزی آرمانی فازی
گندم	۶۰۳۰	۴۵۲۳	۵۳۶۵	۵۵۱۰	۴۸۰۹	۵۵۰۵	۵۱۷۳	۴۵۲۳
ذرت دانه‌ای	۳۱۶۰	۷۶	۱۲۷۷	۱۲۷۷	۱۲۷۷	۱۲۷۷	۱۰	۱۰
جو	۹۶۰	۳۶۳۴	۲۳۷۰	۲۳۷۰	۲۳۷۰	۲۳۷۰	۲۷۹۱	۳۳۳۱
ذرت علوفه‌ای	۲۵۰	۸۲۸	۱۱	۱۱	۷۱۳	۱۱	۱۱۸۹	۸۱۸
هندوانه	۱۶۰	۱۱۵	۸	۸	۸	۱۳	۱۳	۱۳

ادامه جدول (۳) سطوح زیرکشت پیشنهادی هدف‌های مختلف مربوط به آن ها در مدل‌های برنامه‌ریزی

محصولات	سطوح فعلی (هکتار)	سطوح پیشنهادی در هر یک از اهداف برنامه‌ریزی						
		حداکثر کردن بازده برنامه‌ای	حداقل کردن هزینه جاری	حداقل کردن مصرف آب	حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی	حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی	برنامه ریزی آرمانی قطعی	برنامه ریزی آرمانی فازی
چغندرقند	۲۰	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۱۷۰
نخود	۱۵	۱۸۸	۳۳۳	۱۸۸	۱۸۸	۱۸۸	۱۸۸	۱۸۸
سیب زمینی	۱۰	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
کل بازده برنامه‌ای	۱۰۶۰۵	۹۳۷۰	۹۳۷۰	۹۳۷۰	۹۳۷۰	۹۳۷۰	۹۳۷۰	۹۳۷۰
هزینه جاری	۲۳۲۰۶۳۲۰	۲۵۷۱۸۹۳۰	۱۸۴۸۸۴۴۰	۱۸۲۱۱۶۳۰	۲۰۲۸۸۰۵۰	۱۸۲۶۹۹۴۰	۲۳۲۲۷۸۷۰	۲۴۳۶۶۶۴۰
آب	۱۸۴۳۹۲۰۰	۱۶۸۴۸۴۸۰	۱۵۹۳۳۵۹۰	۱۵۹۴۳۸۸۰	۱۶۱۰۲۴۵۰	۱۵۹۵۹۳۶۰	۱۶۳۸۷۷۴۰	۱۶۱۷۶۹۵۰
کودهای-شیمیایی	۹۹۴۹۹۷۵۰	۹۸۸۴۷۳۱۰	۸۲۱۹۱۱۱۰	۸۰۸۶۴۳۶۰	۸۲۱۰۹۷۲۰	۸۰۹۳۴۷۴۰	۸۹۵۴۹۷۸۰	۹۴۲۳۲۵۹۰
سموم شیمیایی	۲۵۶۲۰۰۰	۲۲۹۸۹۸۷	۲۲۱۴۴۶۲	۲۲۱۴۴۶۲	۲۱۷۹۳۸۲	۲۲۱۴۷۱۲	۲۲۸۲۵۰۵	۲۲۳۰۹۷۸
	۲۸۳۴۷	۲۷۷۱۰	۲۴۸۰۷	۲۴۷۳۵	۲۶۸۳۹	۲۴۷۳۰	۲۸۴۷۴	۲۶۹۳۰

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۴) تغییرات نسبت به وضعیت موجود سطوح زیرکشت پیشنهادی و هدف‌های مختلف مربوط به آنها در مدل‌های برنامه‌ریزی خطی

محصولات	تغییرات نسبت به وضعیت موجود در هر یک از اهداف برنامه‌ریزی						
	حداکثر کردن بازده برنامه‌ای	حداقل کردن هزینه جاری	حداقل کردن مصرف آب	حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی	حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی	برنامه ریزی آرمانی قطعی	برنامه ریزی آرمانی فازی
گندم	-۲۵	-۱۱/۰۲	-۸/۶۲	-۲۰/۲۵	-۸/۷۰	-۱۴/۲۱	-۲۵
ذرت دانه‌ای	-۹۷/۶	۵۹/۶	۵۹/۶	۵۹/۶	۵۹/۶	-۹۹/۷	-۹۹/۷
جو	۲۷۸	۱۴۷	۱۴۷	۱۴۷	۱۴۷	۱۹۰	۲۴۷
ذرت علوفه‌ای	۲۳۱	-۹۵/۶	-۹۵/۶	۱۸۵	-۹۵/۶	۳۷۵	۲۲۷
هندوانه	-۲۸	-۹۵	-۹۵	-۹۵	-۹۱/۹	-۹۱/۹	-۹۱/۹
چغندرقند	-۹۰	-۹۰	-۹۰	-۹۰	-۹۰	-۹۰	۷۵۰
نخود	۱۱۵۳	۲۱۲۰	۱۱۵۳	۱۱۵۳	۱۱۵۳	۱۱۵۳	۱۱۵۳
سیب زمینی	-۵۰	-۵۰	-۵۰	-۵۰	-۵۰	-۵۰	-۵۰

ادامه جدول (۴) تغییرات نسبت به وضعیت موجود سطوح زیرکشت پیشنهادی و هدف‌های مختلف مربوط به آنها در مدل‌های برنامه‌ریزی خطی

محصولات	تغییرات نسبت به وضعیت موجود در هر یک از اهداف برنامه‌ریزی						
	حداکثر کردن بازده برنامه‌ای	حداقل کردن هزینه جاری	حداقل کردن مصرف آب	حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی	حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی	برنامه ریزی آرمانی قطعی	برنامه ریزی آرمانی فازی
کل	-۱۱/۶۵	-۱۱/۶۵	-۱۱/۶۵	-۱۱/۶۵	-۱۱/۶۵	-۱۱/۶۵	-۱۱/۶۵
بازده برنامه‌ای	۱۰/۸۳	-۲۰/۳۳	-۲۱/۵۲	-۱۲/۵۸	-۲۱/۲۷	۰/۰۹	۵
هزینه جاری	-۸/۶۳	-۱۳/۵۹	-۱۳/۵۳	-۱۲/۶۷	-۱۳/۴۵	-۱۱/۱۳	-۱۲/۲۷
آب	-۰/۶۶	-۱۷/۴۰	-۱۸/۷۳	-۱۷/۴۸	-۱۸/۶۶	-۱۰	-۵/۲۹
کودهای-شیمیایی	-۱۰/۲۷	-۱۳/۵۷	-۱۳/۵۷	-۱۴/۹۳	-۱۳/۵۶	-۱۰/۹۱	-۱۲/۹۲
سموم شیمیایی	-۲/۲۵	-۱۲/۴۹	-۱۲/۷۵	-۵/۳۲	-۱۲/۷۶	۰/۴۵	-۵

منبع: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این پژوهش، به دنبال گزینش الگوی بهینه زراعی پایدار با تاکید بر محدودیت منابع آبی در شهرستان کوزران در استان کرمانشاه بود. برای دستیابی به این هدف از الگوهای برنامه‌ریزی خطی، آرمانی قطعی و آرمانی فازی استفاده شد. با توجه به اینکه کشاورزان و سیاستگذاران به دنبال تحقق چندین هدف به طور همزمان می‌باشند، لذا الگوی برنامه‌ریزی آرمانی قطعی و آرمانی فازی در این زمینه مناسب می‌باشند و از آنجایی‌که ورودی‌ها و خروجی‌ها به طور نامعین و غیر قطعی در اختیار پژوهشگران قرار می‌گیرند لذا الگوی برنامه‌ریزی فازی مناسب‌تر می‌باشد. از آنجائی‌که کشاورزان با تنگناهای مالی زیادی برای تأمین هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی خریداری بذر، کود، سم و دیگر منابع مورد نیاز در طول دوره کشت گیاهان زراعی روبه‌رو می‌باشند و همچنین حداقل کردن مصرف آب، سموم و کودهای شیمیایی گام‌های مؤثری در راستای رسیدن به کشاورزی پایدار به‌شمار می‌آیند و از سویی افزایش بازده برنامه‌ای یکی از هدف‌های مهم کشاورزان برای کشت گیاهان زراعی است، لذا در این پژوهش، با توجه به این که هدف‌های به طور همزمان دنبال می‌شود، الگویی که همه هدف‌ها را در جهت مطلوب خود سوق می‌دهد، تنها الگوی برنامه‌ریزی آرمانی فازی می‌باشد.

این درصورتی است که الگوی برنامه‌ریزی آرمانی فازی با افزایش بازده برنامه‌ای به میزان ۵

درصد و کاهش هزینه‌های جاری، آب مصرفی، کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی به ترتیب به میزان ۱۲/۲۷، ۵/۲۹، ۱۲/۹۲، ۵ درصد در جهت دستیابی به این هدف‌ها شرایط بهتری دارد که همسو با بررسی‌های لیانگ (۲۰۱۰)، خلیلی دامغانی و همکاران (۲۰۱۳)، سن و پال (۲۰۱۳)، داسیلوا و سیلوا ماریس (۲۰۱۴)، هو و همکاران (۲۰۱۴) و لیان و کاوو (۲۰۱۴) می‌باشد.

نتایج مربوط به الگوی آرمانی فازی نشان داد که میزان افزایش در بازده برنامه‌ای و کاهش در هزینه‌های جاری به ترتیب به میزان ۱۳۵۲۲۹۰۰ و ۶۷۱۵۳۰۰ هزار ریال می‌باشد که به ازای ۹۳۷۰ هکتار سطح زیر کشت گیاهان زراعی محاسبه شده است. این دو عدد نشان می‌دهند چنانچه کشاورزان این منطقه این الگوی پیشنهادی را بپذیرند، به میزان ۲۱۶۰ هزار ریال به ازای هر هکتار درآمد بیشتر نصیبشان می‌شود. همچنین کشاورزان این منطقه می‌توانند با پذیرش این الگوی کشت از هدر رفتن ۵۲۶۷۱۶۰ متر مکعب آب، ۳۳۱۰۲۲ کیلوگرم کود شیمیایی و ۱۴۱۷ کیلوگرم سموم شیمیایی جلوگیری و در راستای تولید پایدار و کشاورزی پایدار گامی مهم بردارند. این امر موجب صرفه جویی به میزان ۵۶۲ متر مکعب آب، ۳۵/۳ کیلوگرم کودهای شیمیایی و ۰/۱۵ کیلوگرم سموم شیمیایی به ازای هر هکتار کشت گیاهان زراعی در این منطقه می‌شود.

با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان پیشنهادهای زیر را ارائه کرد:

از آنجایی که برنامه‌های پنج ساله توسعه از جمله برنامه چهارم، بر حفظ منابع آبی با توجه به بحران‌های مربوط به خشکسالی و کم‌آبی در کشور تأکید دارد، لذا الگوی ارائه شده در این دشت که موجب کاهش میزان مصرف ۵۶۲ متر مکعب به ازای هر هکتار می‌شود، می‌تواند به عنوان یک نمونه اجرایی در این منطقه و اعمال آن در تمام نقاط کشور به شرط در نظر گرفتن قیود و محدودیت‌های هر منطقه گامی مؤثر در تحقق به برنامه‌های توسعه کشور باشد.

از آنجائی‌که الگوی ارائه شده پیشنهادی همسوء با اولویت ذهنی کشاورزان منطقه از جمله افزایش سود، کاهش هزینه جاری، سموم و کودهای شیمیایی می‌باشد، لذا کارشناسان ترویج منطقه می‌توانند آن را در دستور کار خود قرار دهند که شرایط را برای پذیرش این الگوی کشت پیشنهادی برای کشاورزان منطقه راحت‌تر کنند.

با توجه به اینکه الگوی کشت پیشنهادی موجب کاهش میزان کود و سموم به ترتیب به میزان ۳۳۱۰۲۲ و ۱۴۱۷ کیلوگرم شده است. پس لازم است سیاست‌های مربوط به توزیع کود در این

منطقه به‌گونه‌ای طراحی شود که توزیع کودها و سموم شیمیایی در تضاد با کاهش استفاده از آن‌ها نباشد.

از آنجا که الگوهای ارائه شده در این پژوهش برگرفته از واقعیت‌های موجود در منطقه و همچنین اطلاعاتی که در دسترس بود، می‌باشد و این که بیشتر مناطق زیر کشت گیاهان زراعی استان در شرایطی بحرانی به سر می‌برند، پس می‌توان با در نظر گرفتن قیود و متغیرهای الگوهای ارائه شده در این منطقه، در دیگر مناطق الگوی کشت جدیدی ارائه و الگوهای کشت کنونب این مناطق را تعدیل کرد. به عبارت دیگر برای هر منطقه الگوی سازگار با اقلیم همان منطقه را ارائه کرد.

منابع

اسدپور، ح. خلیلیان، ص. و پیکانی، غ. (۱۳۸۴). نظریه و کاربرد مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی فازی در بهینه‌سازی الگوی کشت. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ویژه نامه بهره‌وری و کارایی، ۱۳: ۳۰۷-۳۲۸.

باریکانی، ا. احمدیان، م. خلیلیان، ص. چیذری، ا. (۱۳۹۱). استفاده تلفیقی از منابع سطحی و زیرزمینی در تعیین الگوی بهینه کشت دشت قزوین. نشریه اقتصاد کشاورزی، ۲۰(۷۷): ۲۹-۵۶.

باقریان، ع. صالح، ا. و پیکانی، غ. (۱۳۸۶). بهینه سازی الگوی کشت در منطقه کازرون با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی. ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد. هشتم و نهم آبان ماه.

توکلی، م. فاضل‌نیا، غ. و زارعی، ی. (۱۳۸۸). ارزیابی الگوی مصرف آب در مناطق سکونتگاهی بوشهر. همایش ملی مدیریت بحران آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت، چهاردهم آبان ماه.

جولایی، ر. (۱۳۸۳). مدیریت الگوی کشت محصولات زراعی سه ساله شهرستان مرکزی استان فارس در یک مدل چند منطقه ای. رساله دوره دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

علیزاده، ا. مجیدی، ن. قربانی، م. و محمدیان، ف. (۱۳۹۱). بهینه‌سازی الگوی کشت با هدف تعادل بخشی منابع آب زیرزمینی در دشت مشهد-چناران، نشریه آبیاری و زهکشی ایران، جلد ۱(۴): ۵۵-۶۸.

کشاورز، ع. و صادق‌زاده، ک. (۱۳۸۰). مدیریت مصرف آب در بخش کشاوزی. نشریه شکرشکن، ۳۸: ۳۲-۵۷.

مجیدی، ن. علیزاده، ا. و قربانی، م. (۱۳۸۸). ارائه الگوی کشت بهینه همسو با مدیریت منابع آب در دشت مشهد-چناران. اولین همایش ملی الگوی توسعه پایدار، مشهد. اول اسفند ماه.

محمدی، ح. بوستانی، ف. و کفیل زاده، ف. (۱۳۹۰). تعیین الگوی کشت بهینه با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی چند هدفه غیرخطی، نشریه آب و فاضلاب، ۴: ۴۳-۵۵.

محمدیان، ف. شاهنوشی، ن. قربانی، م. و عاقل، ح. (۱۳۸۹). تدوین الگوی زراعی پایدار در دشت

فریمان-تربت جام. اقتصاد کشاورزی، جلد ۴(۲): ۴۱-۱.

سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه. (۱۳۹۰). هزینه تولید و درآمد محصولات زراعی، بخش زراعت.

Alabdulkader, M. Al-Amoud, I. and Awad, S.(2014). Optimization of the cropping pattern in Saudi Arabia using a mathematical programming sector model. Agricultural Economic Czech, 58, 2012 (2): 56–60.

Biswas, A. and Pal, B. B.(2005). Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agriculture system. The International Journal of Management Science, Omega 33:391-398.

Da- Silva, A.F. and Silva Marins, F.A. (2014). A fuzzy goal programming model for solving aggregate production-planning problems under uncertainty: A case study in a Brazilian sugar mill. Energy Economics, Available online, http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988314001625.

Hu, C. Zhang, S. and Wang, N. (2014). Enhanced interactive satisficing method via alternative tolerance for fuzzy goal programming with progressive preference. Applied Mathematical Modelling, Available online, http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X14001334.

Khalili- Damghani, K. Sadi- Nezhad, S. and Tavana, M. (2013). Solving multi-period project selection problems with fuzzy goal programming based on TOPSIS and a fuzzy preference relation. Information Sciences, 253(10): 42-61.

Liang, T.F. (2010). Applying fuzzy goal programming to project management decisions with multiple goals in uncertain environments. Expert Systems with Applications. 37(12): 8499- 8507.

Liao, C.N. and Kao, H.P. (2014). An evaluation approach to logistics service using fuzzy theory, quality function development and goal programming. Computers and Industrial Engineering. 68: 54-64.

Pal, B.B. Basu, I. (1996). Selection of appropriate priority structure for optional land allocation in agriculture planning through goal programming. Indian journal of agricultural economics, 51: 342-354.

Pal, B. Goswami, S. Sen, S. and Banerjee, D. (2112). Using fuzzy goal programming for long-term water resource allocation planning in agricultural. system. 273: 121-174.

Sen, S. and Pal, B.B. (2013). Interval Goal Programming Approach to Multiobjective Fuzzy Goal Programming Problem with Interval Weights. Procedia Technology, 10: 587- 595.

Sharma, K. Jana, R.K. & Gaur, A. (2007). Fuzzy goal programming for agricutural land allocation problems. Yugoslav Journal of Operations Research. 17(1): 31-42.

Zadeh, L. A. (1968). Fuzzy sets, Information and Control; 8: 338-53.

Zenga, X. Kang, SH. Li, F. Zhang, L. Guo, P. (2010). Fuzzy multi-objective linear programming applying to crop area planning. 98(1): 134–142.