اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و سوم، شماره ۹۰، تابستان ۱۳۹۴

تعیین الگوی بهینه کشت در راستای توسعه پایدار کشاورزی
(مطالعه موردی: دشت ماهیدشت)

مصیب باولی[۱]، کامران عادلی[۲]، فرشاد محمدیان[۳]، سهراب دل انگیزان[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۲۲

چکیده

استفاده مطلوب از منابع به کمک بهینه‌سازی الگوی کشت محصولات زراعی، راهکاری مناسب برای توسعه بخش کشاورزی است. در این مطالعه، با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی خطی متعارف (تک هدفه)، برنامه ریزی آرمانی قطعی و آرمانی فازی، امکان تحقق اهداف 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 در نظر گرفتن محدودیت های زمین در دسترس، ماشین آلات در دسترس،

۱.دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصادکشاورزی، دانشگاه لرستان (نویسندهٔ مسئول)
e-mail: Mosayeb.bavali@yahoo.com
۲. استادیار گروه جنگل و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان
۳. دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران
۴. استادیار گروه علوم اقتصادی، دانشگاه رازی

نیروی کار موجود، آب ماهانه در دسترس و تأمین نیاز علوفه‌ای دام در الگوی کشت دشت ماهیدشت استان کرمانشاه بررسی شد. اطلاعات مورد نیاز این مطالعه با استفاده از روش نمونه‌گیری خوشه ای دو مرحله ای از طریق تکمیل ۲۷۷ پرسش‌نامه از سطح روستاهای دشت‌ماهیدشت به دست آمد. مقایسه نتایج به دست آمده در مدل برنامه ریزی خطی تک هدفه، قطعی و فازی نشان می دهد که فازی کردن مدل باعث تحقق همه اهداف به صورت مطلوب‌تر خواهد شد به طوری که در مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی، بازده برنامه‌ای ۱/۷۲ درصد افزایش و هزینه‌های جاری، آب مصرفی، کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی به ترتیب ۵، ۳/۸۷، ۲۳/۶۵، ۱۱/۵۱ درصد کاهش خواهند یافت.

طبقه‌بندی JEL: C61 و Q01

کلید واژه‌ها:

الگوی کشت، الگوی برنامه‌ریزی خطی متعارف، الگوی برنامه ریزی آرمانی، دشت ماهیدشت

مقدمه

برنامه‌ریزی کمیت تولید در هر منطقه بر اساس تطابق اقلیم و بهره برداری بهینه از منابع موجود یکی از ضرورت های اساسی بخش کشاورزی است. در سال های اخیر، به دلیل کاهش منابع در دسترس مانند آب و خاک حاصلخیز، استفاده بی رویه از سموم و کودهای شیمیایی، کاهش میزان سودآوری کشاورزان و افزایش هزینه تولید، ضرورت بازنگری در الگوی کشت موجود بیش از پیش احساس می‌شود.

الگوی کشت به روشی از برنامه ریزی اطلاق می شود که با در نظر گرفتن شرایط فنی، اقتصادی و اهداف استراتژیک کشور میزان تولید در هر واحد جغرافیایی را برای دوره‌های زمانی خاص تعیین و هدف گذاری می کند. الگوی کشت می تواند زیر بنای بهره‌وری باشد و بستر لازم برای انجام عملیات ارتقای بهره وری را فراهم نماید. اما بهره‌وری بدون داشتن

الگوی کشت اتفاق نمی افتد، چرا که داشتن برنامه تولید محصولات از نظر کمی پیش نیاز تعریف پروژه های بهره وری است. بدین منظور، برنامه ریزی الگوی کشت در دشت ماهیدشت با بهره‌گیری از آخرین روش‌های علمی- که مدل سازی شرایط موجود و لحاظ نمودن نظرات فنی، اقتصادی و استراتژیک در متغیرهای آن است- انجام خواهد شد و بر اساس اطلاعات موجود در هر منطقه الگوی فعلی برداشت می گردد.

دشت ماهیدشت یکی از مناطق مهم استان کرمانشاه می باشد. این دشت از مناطق مهم کشت محصولات زراعی در استان کرمانشاه است. دشت ماهیدشت با طول ۳۴ درجه و ۸ دقیقه، عرض جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی و۱۳۶۵ متر ارتفاع از سطح دریا ، در ۲۰ کیلومتری غرب کرمانشاه واقع شده است. این دشت بین دو رشته کوهستان واقع شده و رودخانه مرک از وسط آن می گذرد که مهم ترین رودخانه ماهیدشت است و اکثر روستاهای مهم این دهستان در طول و طرفین این رودخانه واقع شده است. این دشت یکی از حاصلخیزترین دشت های ایران به شمار می رود که به دلیل کمبود بارش در منطقه مورد مطالعه، آب‌های سطحی قابل ذکری نداشته و آب های زیرزمینی بخش زیادی از آب مصرفی بخش کشاورزی را در آن تأمین می کند.

در مناطقی مانند دشت ماهیدشت، که با بحران کم آبی و خشکسالی مواجه است، با برنامه ریزی صحیح در ارتباط با الگوی بهره برداری از اراضی(الگوی کشت) می‌توان تقاضای آب را مدیریت کرد. این دشت از مناطق مهم کشت محصولات زراعی و باغی در استان می‌باشد. به دلیل کمبود بارش، در منطقه مورد نظر آب‌های سطحی چندانی وجود ندارد و آب‌های زیرزمینی بخش عمده ای از آب مصرفی بخش کشاورزی را تأمین می نمایند. کم‌آبی و خشکسالی های پیاپی و همچنین افزایش روز افزون جمعیت در سال های اخیر و فقدان جریان های سطحی دائمی در حوزه آبریز منطقه موجب شده است آبخوان محدود این دشت تنها منبع تأمین نیازهای آبی منطقه را تشکیل دهد (سازمان جهاد کشاورزی کرمانشاه، ۱۳۹۰).

در شرایط فعلی و باتوجه به موضوعات گفته شده، کمبود آب کشاورزی بخش وسیعی از کشور و از جمله استان کرمانشاه را با مشکل مواجه ساخته است به طوری که اکثر مناطق استان در بحران آب به سر می برند. در عین حال، کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی استان و بالاخص دشت ماهیدشت بسیار پایین می باشد و برای آبیاری محصولات کشاورزی به چند برابر نیاز خالص آبی محصولات نیاز است که این منجر به عدم دستیابی به پایداری کشاورزی می شود. علاوه بر این، در راستای رسیدن به توسعه پایدار کشاورزی باید مصرف کود و سموم شیمیایی در منطقه نیز حداقل شود و همچنین برای دستیابی به جنبه اقتصادی پایداری در کشاورزی باید بازده برنامه‌ای حداکثر و هزینه های نقدی کشاورزان (هزینه‌هایی که زارع برای تولید محصولات کشاورزی در یک سال زراعی به آن احتیاج دارد) حداقل شود. با توجه به چنین شرایطی، یکی از راهکارهای اساسی جهت افزایش کارایی مصرف آب، حداکثر کردن بازده برنامه‌ای و حداقل کردن هزینه های نقدی کشاورزان و مصرف کود و سموم شیمیایی، انتخاب الگوی کشت متناسب با محدودیت های فنی و عوامل تولید منطقه می‌باشد به نحوی که موجب افزایش کارایی مصرف آب و نهاده های کشاورزی گردد.

مطالعات گوناگونی در مورد تعیین الگوی کشت انجام شده است که از جمله آن‌ها می توان به موارد زیر اشاره کرد: ترکمانی و حاج رحیمی (۱۳۷۶)، بریم نژاد و یزدانی (۱۳۸۳)، چیذری و همکاران (۱۳۸۴)، محمدیان و همکاران (۱۳۸۴)، صالح و همکاران (۱۳۸۶)،عابدی (۱۳۸۷)، محمدیان و همکاران (۱۳۸۸)، علیزاده و همکاران (۱۳۹۱)، باریکانی و همکاران (۱۳۹۱)، ماهندران و همکاران (۲۰۰۶)، شارما و همکاران (۲۰۰۹)، زنگا و همکاران (۲۰۱۰)، عبدالقادر و همکاران (۲۰۱۲) و پال و همکاران (۲۰۱۲). در ادامه، برای رعایت اختصار، به نتایج تحقیق علیزاده و همکاران (۱۳۹۱) و عبدالقادر و همکاران (۲۰۱۲) اشاره می‌شود.

علیزاده و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه ای به بهینه سازی الگوی کشت با هدف تعادل بخش منابع آب زیرزمینی در دشت مشهد–چناران پرداختند. در این مطالعه با توجه به اولویت‌های ذهنی کشاورزان، الگوی کشت بهینه در یک دوره ۱۰ ساله با تأکید بر عدم بیلان

منفی ذخایر آب زیرزمینی در سال آخر دوره برنامه‌ریزی مورد بررسی قرار گرفت. برای دستیابی به این مهم، از روش های حل بهینه سازی برنامه ریزی غیر خطی و برنامه ریزی غیرخطی چندهدفه آرمانی در قالب ساختارهای مختلف اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی استفاده شد. نتایج مطالعه نشان داد به کار گیری الگوی مشخص شده در دوره برنامه‌ریزی ۱۰ ساله علاوه بر دستیابی به اهداف چندگانه، بیشینه کردن بازده برنامه‌ای، حداقل کردن مصرف آب و هزینه های سرمایه ای و مصرف کودها و سموم شیمیایی و ثابت ماندن سطح اشتغال نیروی کار، سبب کاهش کسری ذخایر آب زیرزمینی منطقه از ۳۸×۱۰^{۷} متر مکعب در سال مبدأ به صفر در سال آخر دوره برنامه می‌گردد.

عبدالقادر و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه ای به بهینه سازی الگوی کشت با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی در عربستان سعودی پرداختند. در این مطالعه، اهدافی از قبیل حداکثرسازی بازده برنامه سالانه، کاهش مصرف آب و تخصیص کارآمد زمین های زراعی در میان محصولات رقیب در نظر گرفته شد که با استفاده از تکنیک برنامه ریزی ریاضی به بهینه سازی الگوی کشت با توجه به این اهداف پرداخته شد. نتایج نشان داد در الگوی کشت بهینه، بازده برنامه در حدود ۲/۴۲ میلیارد دلار آمریکا در سال افزایش و مصرف آب حدود ۵۳ درصد کاهش یافت. علاوه بر این، در الگوی کشت ارائه شده، تخصیص ۴۸/۴ ٪، ۳۵/۴ ٪، ۱۳/۱ ٪ و ۳/۲ ٪ زمین به ترتیب مربوط به کشت غلات، میوه، علوفه و سبزی می‌باشد.

نتایج سایر مطالعات نیز نشان می دهد که الگوهای کشت بیشتر مناطق مطالعه شده بهینه نبوده و ارائه الگوی کشت بهینه با استفاده از الگوهای مختلف برنامه‌ریزی ریاضی افزون بر بهبود شرایط موجود، باعث می شود از منابع و نهاده‌ها به گونهٔ مطلوب استفاده شود. در اکثر این مطالعات، از اهداف بازده برنامه‌ای و مصرف آب در کنار محدودیت های منطقه مورد بررسی استفاده شده است و با توجه به این امر در این مطالعه نیز علاوه بر این اهداف، از اهداف حداقل کردن هزینه نقدی کشاورز، مصرف کود و سموم شیمیایی در کنار محدودیت‌های مطالعه استفاده می شود.

مبانی نظری و روش تحقیق

در این مطالعه، اهداف عبارت‌اند از: حداکثر کردن بازده برنامه‌ای، حداقل کردن هزینه‌های سرمایه گذاری نقدی، حداقل کردن مصرف آب، حداقل مصرف کودها و سموم شیمیایی، با توجه به محدودیت های میزان زمین در دسترس، ماشین آلات در دسترس، نیروی کار موجود، محدودیت آب ماهانه و تأمین نیاز علوفه ای دام. جامعه آماری مورد مطالعه در این تحقیق کشاورزان دشت ماهیدشت می باشند. روش نمونه‌گیری در این مطالعه روش خوشه‌ای است که حجم نمونه مورد استفاده نیز با استفاده از فرمول کوکران ۲۷۷ پرسش‌نامه به دست آمد. کلیه اطلاعات جمع‌آوری شده مربوط به سال زراعی۹۰-۹۱ بوده و زمان جمع آوری اطلاعات در سال ۱۳۹۱-۹۲ می‌باشد.

با توجه به مطالب گفته شده، مدل مورد استفاده در این مطالعه مدل برنامه ریزی خطی، برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی می باشد. اولین گام در ساختن مدل های برنامه ریزی ریاضی تعریف متغیرهای تصمیم گیری است. متغیرهای مورد نیاز در این مطالعه به شرح زیر است:

X: نشان‌دهنده محصولات مختلف (۱۱ محصول) قابل کشت و تولید در دشت ماهیدشت است. این محصولات به ترتیب عبارت‌اند از: گندم(۱= X)، ذرت دانه‌ای(۲= X)، جو (۳= X)، هندوانه (۴= X)، گوجه فرنگی(۵= X)، سبزیجات برگی(۶= X)، یونجه (۷= X)، چغندرقند (۸= X)، ذرت علوفه‌ای(۹= X)، پیاز(۱۰= X) و نخود(۱۱= X).

i متغیر مربوط به ماه های سال و به این شرح می‌باشد: فروردین ($i=1$)، اردیبهشت ($i=2$)، خرداد ($i=3$)، تیر ($i=4$)، مرداد ($i=5$)، شهریور ($i=6$)، مهر ($i=7$)، آبان ($i=8$)، آذر ($i=9$)، دی ($i=10$)، بهمن ($i=11$)، اسفند ($i=12$).

سایر متغیرهای این مطالعه به شرح جدول ۱ می باشند.

جدول ۱. تعریف متغیرهای لحاظ شده در الگوهای مختلف برنامه ریزی خطی

متغیر	شرح متغیر
AX_{xt}	سطح زیر کشت محصول x ام در سال t ام 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	کود های 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	هزینه های سرمایه گذاری 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
MA_x	میانگین ساعت کار ماشین آلات مورد نیاز برای کشت و کار در هر هکتار زمین (هکتار/ساعت)
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
TMEP	کل ساعات استفاده از ماشین آلات در وضعیت موجود
TLP	کل ساعات استفاده از نیروی کار در وضعیت موجود
AW_i	مقادیر آب در دسترس ماهانه بر حسب متر مکعب
YKAH	کل تولید کاه گندم و جو در الگوی پیشنهادی بر حسب کیلوگرم
YKAHN	کل تولید کاه نخود در الگوی پیشنهادی بر حسب کیلوگرم
YTOF	کل تولید تفاله چغندرقند در الگوی پیشنهادی بر حسب کیلوگرم
YSAB	کل تولید سبوس گندم در الگوی پیشنهادی بر حسب کیلوگرم
d_i^-	متغیرهای انحرافی منفی هدف i ام
d_i^+	متغیرهای انحرافی مثبت هدف i ام
B_{GM}	سطح مطلوب آرمان بازده برنامه ای بر حسب ده هزار ریال
B_C	سطح مطلوب آرمان هزینه های سرمایه گذاری نقدی بر حسب ده هزار ریال
B_{FE}	سطح مطلوب آرمان کود های 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 برنامه ای بر حسب ده هزار ریال
TO_{FE}	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان کود های 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 هزینه های سرمایه گذاری نقدی بر حسب ده هزار
TO_W	تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان مصرف آب بر حسب متر مکعب

الگوی برنامه ریزی خطی

برنامه ریزی خطی مدلی ریاضی برای جستجو و انتخاب بهترین برنامه (روش انجام کار) از میان مجموعه راه های ممکن می باشد. از آنجا که تمامی روابط ریاضی موجود در این مدل از نوع درجه یک می باشند، مدل خطی نامیده می شود.

زمانی‌که هدف برنامه‌ریزی به حداکثر یا حداقل رساندن تابع هدف با در نظر گرفتن محدودیت های فیزیکی مدل می باشد، فرم کلی الگوی برنامه ریزی خطی، که تنها یک هدف را دنبال می‌کند به صورت رابطه ۱ است (کهنسال و محمدیان، ۱۳۸۶):

Find $X(x_1, x_2, x_3, ..., x_n)$

So as to satisfy

$$MAX: f(X) \qquad (1)$$

Subject to :

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

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

الگوی تجربی برنامه ریزی خطی متعارف (تک هدفه)

برنامه ریزی خطی از جمله قوی‌ترین تکنیک‌هایی است که مدیران می توانند در حل مسائل مختلف خود با توجه به شرایط مسئله به کار گیرند. اگر سه وظیفه تأمین منابع مالی، تولید و فروش وظایف اصلی هر شرکت تولیدی قلمداد شوند، برنامه‌ریزی خطی در وظیفه دوم (تولید)، توانایی خود را در مسائل به خوبی نمایان می‌سازد و در وظایف دیگر توان نشان دادن قابلیت های خود را ارائه می کند.

الگوی تجربی برنامه ریزی خطی ساده مورد استفاده برای اهداف حداکثر کردن بازده برنامه ای به صورت زیر می باشد که برای رعایت اختصار فقط الگوی تجربی برنامه‌ریزی خطی در هدف حداکثر کردن بازده برنامه‌ای آورده شده است. گفتنی است که الگوی تجربی سایر اهداف همانند الگوی تجربی حداکثر کردن بازده برنامه‌ای است.

بازده برنامه ای محصولات مختلف در هر هکتار از حاصل‌ضرب عملکرد هر محصول در قیمت بازاری و کسر هزینه های جاری تولید از آن به دست می‌آید. فرم کلی الگوی برنامه‌ریزی خطی زمانی که هدف مدیر تنها به حداکثر رساندن بازده برنامه‌ای باشد، به صورت رابطه ۲ می‌باشد:

$$\text{Max}: \sum_{X=1}^{11}(B_x - C_x)AX_x \qquad (۲)$$

Subject to :

$$\sum_{x=1}^{11} AX_x \leq AT \qquad (۳)$$

$$\sum_{x=1}^{11} MEx_x\, AX_x \leq TMEP \qquad (۴)$$

$$\sum_{x=1}^{11} Lx_x\, AX_x \leq TLP \qquad (۵)$$

$$\sum_{i=1}^{12} \sum_{x=1}^{11} IRP_{ix}\, AX_x \leq AW_i \qquad (۶)$$

$$0.44(YKAH + YKAHN) + 0.66\, YTOF + 0.63\, YSAB \geq 12191000$$

$$0.74\, Yx_3 \geq 7314000 \qquad (۷)$$

$$0.21\, Yx_7 + 0.51\, Yx_9 \geq 7314000$$

رابطه ۳ نشان‌دهنده محدودیت به کارگیری زمین است. الگوی کشت زراعی مناسب محصولات مختلف میزان زمینی است که باید به هر یک از محصولات زراعی اختصاص یابد تا اهداف مدیر در آن گنجانده شودکه در این مطالعه میزان زمین در دسترس نباید از وضعیت موجود منطقه بیشتر باشد.

رابطه ۴ محدودیت استفاده از ماشین آلات است. به دلیل اینکه در منطقه مورد مطالعه محدودیت ساعت کار ماشین آلات وجود دارد، در الگوهای پیشنهادی، ساعت کار ماشین آلات نباید از وضعیت موجود بیشتر باشد.

رابطه ۵ محدودیت استفاده از نیروی کار می‌باشد. از آنجاکه امر کشاورزی برای بسیاری از مردم کاری طاقت فرسا، زمانبر و نیازمند کار یدی است و به دلیل اینکه اکثر جوانان این دشت به کارهای غیر کشاورزی (به دلیل وجود چندکارخانه صنعتی در دشت ماهیدشت و نزدیکی به مرکز استان کرمانشاه) اشتغال دارند، لذا در منطقه مورد مطالعه، محدودیت نیروی کار در امر کشاورزی وجود دارد و در الگوهای پیشنهادی، نیروی کار نباید از وضعیت موجود بیشتر باشد.

رابطه ۶ نشان‌دهنده محدودیت آب ماهانه مورد نیاز می‌باشد. با توجه به گفته کارشناسان شرکت آب منطقه‌ای استان کرمانشاه مبنی بر بحرانی بودن دشت ماهیدشت از نظر منابع آبی و همچنین خشک شدن آب‌های سطحی دشت مذکور، کشاورزان برای تأمین آب اراضی خود از آب های زیرزمینی استفاده می نمایند و میزان آب مصرفی به صورت هکتاری و براساس نیاز آبی گیاهان در اختیار کشاورزان قرار می گیرد. این محدودیت نیز با توجه به نیازهای آبی در هر ماه به صورت مجزا برای هر ماه در مدل آورده شده است و براساس شرایط فعلی الگوی کشت و اطلاعات به دست آمده در خصوص مقدار آب مورد نیاز برای هر هکتار از محصولات مختلف می تواند میزان آب مورد نیاز برای دسترسی به استفاده بهینه از این منبع را برآورد نماید به گونه ای که در الگوی پیشنهادی، میزان آب مورد نیاز برای هر هکتار محصول در هر ماه از میزان آب در دسترس و موجود در آن ماه بیشتر نباشد.

رابطه ۷ نشان‌دهنده محدودیت تأمین نیاز علوفه ای دام است. بیش از نیمی از مردم دشت ماهیدشت، علاوه بر کشت محصولات زراعی، به امر دامپروری نیز مشغول‌اند. بنابراین، از الزامات الگوی کشت منطقه، کشت محصولاتی است که مورد نیاز تغذیه‌ای دام ها باشد. بنابراین، تأمین نیاز علوفه‌ای دام‌ها در این مدل به عنوان محدودیت در نظر گرفته می شود. الگوی کشت دشت باید به گونه‌ای باشد که تأمین کننده نیاز علوفه‌ای دام ها مطابق جدول ۲ باشد.

جدول ۲. نیاز علوفه‌ای دام های دشت ماهیدشت

محصولات	نیاز علوفه ای (کیلوگرم-TDN)
محصولات فرعی زراعی	۱۲۱۹۱۰۰۰
گیاهان علوفه‌ای	۴۸۷۶۰۰۰
اقلام دانه‌ای	۷۳۱۴۰۰۰

مأخذ: سازمان جهاد کشاورزی استان، ۱۳۹۰

محصولات فرعی زراعی شامل کاه گندم، کاه نخود، کاه جو، سبوس گندم و تفاله چغندرقند، گیاهان علوفه‌ای شامل یونجه و ذرت علوفه‌ای و اقلام دانه‌ای شامل جو می باشد که هر کدام از این محصولات دارای ضریبی برای تبدیل به نیاز غذای دام‌ها بر حسب TDN (مقدار غذای قابل هضم) هستند. ضریب تبدیل این محصولات به مقدار غذای قابل هضم بر اساس جدول ۳ می‌باشد.

جدول ۳. ضرایب TDN محصولات زراعی

محصولات	ضریب TDN
کاه گندم، جو و نخود	۰/۴۴
سبوس گندم	۰/۶۳
تفاله چغندرقند	۰/۶۶
یونجه	۰/۵۱
ذرت علوفه‌ای	۰/۲۱
جو	۰/۷۴

مأخذ: سازمان جهاد کشاورزی استان ۱۳۹۰

الگوی برنامه‌ریزی آرمانی قطعی

از آنجا که برنامه‌ریزی خطی متعارف یک تکنیک بهینه کردن تک‌هدفه می‌باشد ولی طبیعت بسیاری از مسائل برنامه‌ریزی کشاورزی چندهدفه است. در چنین وضعیتی روش‌های سنتی برنامه‌ریزی نمی‌تواند جوابگوی خواسته های تصمیم گیرندگان و سیاست‌گذاران باشد. با پیشرفت های علمی و تلاش محققان در دهه های اخیر، روش های نوینی در برنامه ریزی به وجود آمده است که با به کارگیری آن‌ها در شرایط تضاد داشتن اهداف مورد نظر مدیران و محدود بودن منابع تولید، می توان بهترین جواب ها را برای دستیابی به هدف ها پیدا کرد. در این زمینه، برنامه‌ریزی آرمانی یکی از ابزارهای برجسته برای تحلیل تصمیم‌های چندهدفه در مدیریت می‌باشد که از ویژگی‌های آن دستیابی هم‌زمان به چندین هدف برمبنای اولویت‌بندی می‌باشد (کهنسال و محمدیان، ۱۳۸۶).

برای حل الگوی برنامه ریزی آرمانی قطعی به صورت رابطه ۸ عمل می شود:

Find $X(x_1, x_2, x_3, ..., x_n)$

So as to satisfy

$$MIN\ Z = \left[W_1(d^-, d^+), W_2(d^-, d^+), ..., W_k(d^-, d^+)\right] \quad (۸)$$

Subject to :

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

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

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

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

و مثبت است که با استفاده از عناصر w (وزن‌ها) اهمیت آرمانها در مدل نشان داده می شود. ملاحظه می شود برای حل الگوهای برنامه ریزی آرمانی به تعداد اهداف مدیر، محدودیت های آرمانی به مجموعه محدودیت های فیزیکی مدل اضافه می شود.

الگوی تجربی برنامه ریزی آرمانی قطعی

الگوی تجربی برنامه ریزی خطی آرمانی قطعی مورد استفاده در این مطالعه به صورت زیر می‌باشد:

Find $X(x_1, x_2, x_3, ..., x_c)$

So as to satisfy

$$\text{MIN}= w_1 \times d_1^- + w_2 \times d_2^+ + w_3 \times d_3^+ + w_4 \times d_4^+ + w_5 \times d_5^+ \qquad (۹)$$

Subject to :

محدودیت آرمانی مربوط به حداکثر کردن بازده برنامه ای:

$$\sum_{x=1}^{11} AX_x(B_x - C_x) + d_1^- - d_1^+ = B_{GM} \qquad (۱۰)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن هزینه های سرمایه گذاری نقدی:

$$\sum_{x=1}^{11} AX_x \times C_x + d_2^- - d_2^+ = B_c \qquad (۱۱)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن مصرف آب:

$$\sum_{x=1}^{11} AX_x \times TIRP_x + d_3^- - d_3^+ = B_w \qquad (۱۲)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن کود های شیمیایی مصرفی:

$$\sum_{x=1}^{11} AX_x \times FE_x + d_4^- - d_4^+ = B_{FE} \qquad (۱۳)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن سموم شیمیایی مصرفی

$$\sum_{x=1}^{11} AX_x \times SE_x + d_5^- - d_5^+ = B_{SE} \qquad (۱۴)$$

رابطه ۹ مبین تابع هدف مدل می باشد که تابعی خطی از متغیرهای انحرافی موزون است و وزن های در نظر گرفته شده - که از طریق مصاحبه حضوری با کارشناسان جهاد کشاورزی، آب منطقه‌ای و کشاورزان به دست آمده است- به ترتیب اهمیت اهداف برای متغیرهای انحرافی آرمان های مورد نظر در تابع هدف استفاده خواهند شد. محدودیت های آرمانی این رابطه به مجموعه محدودیت های فیزیکی الگو مشاهده می‌شود که در الگوی برنامه‌ریزی خطی به آن اشاره شد.

مبانی نظری الگوی برنامه ریزی آرمانی فازی

اصلی‌ترین ضعف الگوی برنامه‌ریزی آرمانی این است که همه پارامترهای مسئله باید به دقت در محیط تصمیم‌گیری تعیین شده باشند و همه اهداف و محدودیت‌ها باید به صورت قطعی باشند. برای فائق آمدن بر این مشکل، مفهوم فازی[1] -که ابتدا توسط زاده[2] مطرح شد- برای مسائل بهینه‌سازی چند هدفه مطرح شد. در تکنیک برنامه‌ریزی آرمانی فازی علاوه بر دستیابی هم‌زمان به چندین هدف، اهداف و محدودیت‌ها می‌تواند قطعی یا فازی باشد که باعث می‌شود بر برنامه‌ریزی آرمانی و برنامه‌ریزی متعارف برتری داشته باشد. در برنامه ریزی آرمانی فازی سطوح آرمانی اهداف مختلف همیشه به صورت فازی (نامشخص) مورد بررسی قرار می گیرد، در حالی‌که مقادیر سمت راست محدودیت ها می‌تواند به صورت فازی یا غیر فازی باشد که بستگی به فازی بودن محیط تصمیم گیری دارد (Biswas & Pal, 2005). در این مطالعه، مقادیر سمت راست محدودیت ها به صورت قطعی (مشخص) برای رسیدن به اهداف فازی مختلف مورد بررسی قرار می گیرد.

الگوی ابتدایی برنامه‌ریزی آرمانی فازی و روش حل آن توسط ناراسیمهان (Narasimhan, 1980) ارائه شد. مطالعات اندک دیگری نیز مدل FGP و روش حل آن را توسعه دادند. حنان روش متغیرهای انحرافی ای را توسعه داد که در آن با استفاده از مدل

1. Fuzzy
2. Zadeh

برنامه‌ریزی خطی قادر به حل مدل هستیم، هر چند این روش تعداد متغیرهای مدل را افزایش می دهد و اساس آن بر تخمین خطی قطعه ای(PLA) استوار است (Hannan, 1981). تیواری و همکاران (Tivari et al, 1996) روش دیگری برای بیان مدل FGP ارائه نمودند که در زیر به آن اشاره می شود:

Find $X(x_1, x_2, ..., x_n)$

So as to satisfy

$$\text{M}IN\ Z = [W_1(d^-), W_2(d^-), ..., W_k(d^-)] \qquad (۱۵)$$

Subject to :

$$\frac{(b_i + t_i) - f_i(X)}{t_i} + d_i^- - d_i^+ = 1,$$

$$\frac{f_i(X) - (b_i - t_i)}{t_i} + d_i^- - d_i^+ = 1,$$

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

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

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

$$W(d_i^-) = \sum_{i=1}^{I} w_i . d_i^-\ \ w_i, d_i^- \geq 0,\ i = 1,2,..., I, \qquad (۱۶)$$

d_i^- متغیر انحرافی منفی برای iامین آرمان و w_i وزن عددی مرتبط با d_i^- و نشان‌دهنده اهمیت دستیابی به سطح مطلوب iامین آرمان نسبت به دیگر آرمان‌ها می‌باشد.

الگوی تجربی برنامه ریزی آرمانی فازی

الگوی تجربی برنامه ریزی خطی آرمانی فازی مورد استفاده در این مطالعه به فرم زیر می باشد:

$$\text{Find } X(x_{t1}, x_{t2}, x_{t3}, ..., x_{tc})$$

So as to satisfy

$$\text{MIN}= w_1 \times d_1^- + w_2 \times d_2^- + w_3 \times d_3^- + w_4 \times d_4^- + w_5 \times d_5^- \qquad (۱۷)$$

Subject to :

محدودیت آرمانی مربوط به حداکثر کردن بازده برنامه‌ای:

$$\frac{\sum_{x=1}^{11} AX_x(B_x - C_x) - (B_{GM} - TO_{GM})}{TO_{GM}} + d_1^- - d_1^+ = 1 \qquad (۱۸)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن هزینه های سرمایه گذاری نقدی:

$$\frac{(B_C + TO_C) - \sum_{x=1}^{11} AX_x \times C_x}{TO_C} + d_2^- - d_2^+ = 1 \qquad (۱۹)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن مصرف آب سالانه:

$$\frac{(B_W + TO_W) - \sum_{x=1}^{11} X_x \times W_x}{TO_W} + d_3^- - d_3^+ = 1 \qquad (۲۰)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن کود های شیمیایی مصرفی:

$$\frac{(B_{FE} + TO_{FE}) - \sum_{x=1}^{11} AX_x \times FE_x}{TO_{FE}} + d_4^- - d_4^+ = 1 \qquad (۲۱)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن سموم شیمیایی مصرفی:

$$\frac{(B_{SE} + TO_{SE}) - \sum_{x=1}^{11} AX_x \times SE_x}{TO_{SE}} + d_5^- - d_5^+ = 1 \qquad (۲۲)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

رابطه ۱۷ تابع هدف و در واقع تابعی خطی از متغیر های انحرافی منفی می باشد و وزن‌های در نظر گرفته شده، که از طریق مصاحبه حضوری با کارشناسان جهاد کشاورزی، آب منطقه‌ای و کشاورزان به دست آمد، به ترتیب اهمیت اهداف، برای متغیرهای انحرافی آرمان های مورد نظر در تابع هدف به کار خواهد رفت. روابط ۱۸ تا ۲۲ محدودیت های آرمانی هستند که به مجموعه محدودیت های فیزیکی الگو، که در الگوی برنامه ریزی خطی بیان شد، اضافه می شوند.

نتایج و بحث

این مطالعه به دنبال تدوین الگوی زراعی پایدار با استفاده از الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی با اهداف حداکثر کردن بازده برنامه ای، حداقل کردن هزینه های سرمایه گذاری نقدی، حداقل کردن مصرف آب، حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی و حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی است. نتایج جداول ۴ و ۵ در الگوی برنامه ریزی خطی تک هدفه نشان می دهد زمانی که اهداف در جهت حداکثر کردن و یا حداقل کردن باشند، در هر هدف، فقط به اغنای آن هدف در جهت مثبت خود توجه می شود و سایر اهداف ممکن است به اغنای مثبت خود نرسند. همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، زمانی که هدف حداکثر کردن بازده برنامه ای است، سطح زیر کشت زمین به میزان ۱/۳۵ درصد نسبت به وضعیت موجود (به دلیل وجود محدودیت های مطالعه) کاهش می یابد و درآمد خالص، هزینه های جاری، مصرف آب، مصرف کودهای شیمیایی به ترتیب به میزان ۹/۶۶ ، ۲/۲۵ ، ۰/۶۵، ۵/۷۶ درصد افزایش و مصرف سموم شیمیایی به میزان ۱/۱۱ درصد کاهش می یابد. بنابراین، اهداف حداکثر کردن بازده برنامه‌ای و حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی در جهت مثبت خود تحقق پیدا کرده اند و سایر اهداف به اغنای مثبت خود نرسیده اند. زمانی که هدف، حداقل کردن هزینه های جاری باشد، طبق نتایج جدول ۵، هزینه های جاری، درآمد خالص، مصرف آب، مصرف کود و سموم شیمیایی به ترتیب به میزان ۲۹/۵۳،۱۰/۸۸، ۱۳/۱۸، ۲۷/۲۸، ۱۰/۱۱

درصد کاهش می‌یابد بدین معنا که تمامی اهداف به غیر از بازده برنامه‌ای در جهت مثبت خود تحقق پیدا کرده است. نتایج جدول مذکور در حداقل کردن اهداف مصرف آب، مصرف کود و سموم شیمیایی نشان می دهد که اهداف هزینه جاری، مصرف آب و مصرف کود و سموم شیمیایی در جهت رسیدن به نتیجه مطلوب خود حرکت کرده اما هدف حداکثر کردن بازده برنامه‌ای به نتیجه دلخواه خود نرسیده است.

نتایج جداول ۴ و ۵ در مدل برنامه‌ریزی خطی تک هدفه به خوبی ضعف این مدل در رسیدن هم‌زمان به اهداف در جهت تحقق مثبت خود را نشان می دهد و از آنجا که مطالعه حاضر به دنبال اهداف مختلف و متعارض با یکدیگر است، الگوی ارائه شده در قالب برنامه‌ریزی آرمانی می‌باشد. با توجه به اینکه سطوح آرمانی در نظر گرفته شده توسط تصمیم‌گیرندگان چندان دقیق نیست و در یک محدوده (فاصله) تغییر می کند، وارد کردن اطلاعات به صورت قطعی در مدل ممکن است فرصت هایی را در نتایج (تصمیمات) نهایی از بین ببرد که برای حل این مشکل باید از الگوهای برنامه ریزی آرمانی استفاده کرد. بنابراین، در برنامه ریزی های کشاورزی باید به سمت استفاده از مدل های برنامه ریزی آرمانی قطعی حرکت کرد و برای منعطف‌تر شدن مدل از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی فازی نیز استفاده کرد. در قسمت انتهایی جداول ۴ و ۵ نتایج به کارگیری الگوی برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی نشان داده شده است.

الگوی پیشنهادی برنامه ریزی آرمانی قطعی با هدف دستیابی هم‌زمان به اهداف پنجگانه

از آنجا که مطالعه حاضر به دنبال پیشنهاد الگوی زراعی در راستای کشاورزی پایدار و دستیابی هم‌زمان به اهداف مختلف حداکثر کردن بازده برنامه‌ای، کاهش هزینه های سرمایه‌گذاری جاری، مصرف آب، مصرف کودها و سموم شیمیایی می باشد لازم است از الگوهای برنامه ریزی چند هدفه استفاده کرد که یکی از روش های حل آن‌ها برنامه ریزی آرمانی قطعی است. اگر برنامه ریز به دنبال اهداف مختلفی باشد، الگوی کشت نسبت به حالتی

که فقط یک هدف مدنظر است، دچار تغییرات زیادی می شود. با توجه به جداول ۴ و ۵ مشاهده می‌شود که سطح زیر کشت محصولات جو، سبزیجات برگی، یونجه، ذرت علوفه‌ای و پیاز به ترتیب ۴۴۹/۶۸، ۶۴۵/۴۸، ۹/۹۸، ۶۸۵۶/۱۷ و ۴۵۷/۵۸ درصد افزایش، سطح زیر کشت محصول گندم ۸۴/۲۳ درصد کاهش و کشت بقیه محصولات پیشنهاد نمی شود. همان طور که جدول ۵ نشان می‌دهد، زمانی که هدف برنامه‌ریز دستیابی هم‌زمان به اهداف پنجگانه با تأکید بر کشاورزی پایدار باشد، مشاهده می شود که مصرف کودها و سموم شیمیایی به ترتیب ۲۵ و ۱۵/۱۴ درصد کاهش و بازده برنامه‌ای، هزینه های جاری و مصرف آب به ترتیب ۴/۹۸، ۵ و ۱۰ درصد کاهش یافته است که اهداف هزینه های سرمایه گذاری جاری، مصرف آب، مصرف کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی در جهت مطلوب و هدف بازده برنامه‌ای در جهت نامطلوب پیش رفته است.

الگوی پیشنهادی برنامه‌ریزی آرمانی فازی با هدف دستیابی هم‌زمان به اهداف پنجگانه

همان طور که جدول ۴ نشان می‌دهد، فازی کردن آرمان ها در الگوی برنامه‌ریزی آرمانی باعث انعطاف پذیری بالای مدل شده و مدل را دچار تغییراتی نسبت به الگوی برنامه‌ریزی آرمانی قطعی کرده است. سطح زیر کشت محصولات جو، سبزیجات برگی، یونجه، ذرت علوفه‌ای و پیاز به ترتیب ۱۱۱/۰۹، ۷۲۸/۲۱، ۹/۹۸، ۶۸۱۴/۶۶ و ۲۷۶/۳۴ درصد نسبت به وضعیت موجود افزایش و سطح زیر کشت محصول گندم به میزان ۲۶/۸۴ درصد نسبت به وضعیت موجود کاهش یافته است و محصولات ذرت دانه‌ای، هندوانه،گوجه فرنگی، چغندرقند و نخود از الگو خارج می شوند. همان طور که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود، زمانی که هدف برنامه‌ریز دستیابی هم‌زمان به اهداف پنجگانه باشد، مشاهده می‌گردد بازده برنامه‌ای به میزان ۱/۷۲ درصد افزایش و هزینه های سرمایه گذاری جاری، مصرف آب، مصرف کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی به ترتیب ۵، ۳/۸۷، ۲۳/۶۵ و ۱۱/۵۱ درصد کاهش یافته است که همه اهداف در جهت مطلوب و مورد نظر پیش رفته اند. بنابراین، با مقایسه نتایج دو

الگوی‌برنامه‌ریزی آرمانی و آرمانی فازی مشاهده می‌شود که فازی کردن مدل، انعطاف‌پذیری مدل را بالا برده و باعث می شود از منابع و امکانات به نحو مطلوب تری استفاده شود.

جدول ۴. سطوح زیر کشت پیشنهادی اهداف مختلف مربوط به آن‌ها در مدل‌های برنامه‌ریزی

محصولات	سطوح زیر کشت موجود (هکتار)	سطوح پیشنهادی باهدف حداکثر کردن بازده برنامه‌ای	سطوح پیشنهادی باهدف‌حداقل کردن‌هزینه جاری	سطوح‌پیشنهادی باهدف حداقل کردن مصرف آب	سطوح پیشنهادی باهدف حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی	سطوح پیشنهادی باهدف حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی	سطوح پیشنهادی دستیابی همزمان به اهداف در برنامه‌ریزی آرمانی قطعی	سطوح پیشنهادی دستیابی همزمان به اهداف در برنامه‌ریزی آرمانی فازی
گندم	۸۵۷۰	۶۳۳۳	۰	۰	۰	۰	۱۳۵۱	۶۲۷۰
ذرت دانه‌ای	۳۸۰۰	۴۰۳۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جو	۱۴۵۵	۳۰۷۱	۹۱۱۵	۱۱۴۳۱	۹۵۰۰	۱۱۳۰۳	۷۹۹۸	۳۰۷۱
هندوانه	۲۰۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
گوجه فرنگی	۱۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سبزیجات-برگی	۱۱۸	۰	۰	۱۳۰۳	۰	۱۲۸۱	۸۸۰	۹۷۷
یونجه	۱۰۵	۸۷	۰	۰	۰	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵
چغندرقند	۷۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
ذرت علوفه‌ای	۵۵	۳۹۱	۴۸۶۵	۱۶۴۲	۱۹۴۲	۱۶۷۷	۳۸۲۶	۳۸۰۳
پیاز	۳۷	۴۵۹	۰	۰	۰	۰	۲۰۶	۱۳۹
نخود	۸	۰	۳۶۹	۰	۲۹۳۴	۰	۰	۰
کل	۱۴۵۷۳	۱۴۳۷۶	۱۴۳۷۶	۱۴۳۷۶	۱۴۳۷۶	۱۴۳۷۶	۱۴۳۷۶	۱۴۳۷۶
بازده برنامه ایی (ده هزار ریال)	۲۳۷۵۱۶۶۰۰	۲۶۰۴۵۰۸۰	۱۶۷۳۸۰۲۰	۱۵۴۲۲۹۴۰	۱۰۵۷۱۳۱۰	۱۶۱۶۳۵۵۰	۲۲۵۶۷۹۷۰	۲۴۱۵۹۱۵۰
هزینه جاری (ده هزار ریال)	۲۵۷۱۵۹۸۰	۲۶۲۹۳۹۹۰	۲۲۹۱۷۳۴۰	۲۳۸۴۱۴۷۰	۲۳۶۸۳۸۳۰	۲۳۹۴۴۲۴۰	۲۴۴۳۰۱۸۰	۲۴۴۳۰۱۸۰
آب (مترمکعب)	۱۲۹۹۸۰۰۰۰	۱۳۰۸۲۴۷۰۰	۱۱۲۸۴۷۵۰۰	۹۰۲۵۹۴۰۰	۹۰۶۶۳۰۳۰	۹۲۶۴۹۴۹۰	۱۱۶۹۸۲۰۰۰	۱۲۴۹۵۲۱۰۰
کودهای شیمیایی (کیلوگرم)	۵۳۱۴۷۲۲	۵۶۲۰۹۴۲	۳۸۶۴۸۹۷	۳۴۷۳۱۸۶	۲۹۱۴۳۲۳	۳۴۶۷۶۹۹	۳۹۸۶۱۸۵	۴۰۵۷۷۸۲
سموم شیمیایی (لیتر)	۳۴۱۵۴	۳۳۷۷۴	۳۰۷۰۱	۲۶۱۰۴	۲۶۱۴۰	۲۶۰۵۷	۲۸۹۸۴	۳۰۲۲۳

مأخذ:داده های تحقیق

جدول ۵. تغییرات نسبت به وضعیت موجود سطوح زیر کشت پیشنهادی و اهداف مختلف مربوط به آن ها در مدل های برنامه ریزی خطی

محصولات	تغییرات نسبت به وضعیت موجود باهدف حداکثر کردن‌بازده برنامه‌ای	تغییرات نسبت به وضعیت موجود باهدف حداقل کردن‌هزینه جاری	تغییرات نسبت به وضعیت موجود باهدف حداقل کردن مصرف آب	تغییرات نسبت به وضعیت موجود باهدف حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی	تغییرات نسبت به وضعیت موجود باهدف حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی	تغییرات نسبت به وضعیت موجود دستیابی‌همزمان به اهداف در برنامه-ریزی آرمانی قطعی	تغییرات نسبت به وضعیت موجود دستیابی‌هم زمان به اهداف در برنامه‌ریزی آرمانی فازی
گندم	-۲۶/۱۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۸۴/۲۳	-۲۶/۸۴
ذرت دانه‌ایی	۶/۱۷	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
جو	۱۱۱/۰۹	۵۲۶/۴۳	۶۸۵/۶۶	۵۵۲/۹۵	۶۷۶/۸۲	۴۴۹/۶۸	۱۱۱/۰۹
هندوانه	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
گوجه فرنگی	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
سبزیجات‌برگی	-۱۰۰	-۱۰۰	۱۰۰۴/۰۶	-۱۰۰	۹۸۵/۹۲	۶۴۵/۴۸	۷۲۸/۲۱
یونجه	-۱۷/۰۲	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	۹/۹۸	۹/۹۸	۹/۹۸
چغندرقند	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
ذرت علوفه‌ای	۶۱۱/۶۴	۸۷۴۶/۲۶	۲۸۸۵/۶۱	۳۴۳۰/۲۰	۲۹۴۸/۴۵	۶۸۵۶/۱۷	۶۸۱۴/۶۶
پیاز	۱۱۳۹/۸۵	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰	۴۷۵/۵۸	۲۷۶/۳۴
نخود	-۱۰۰	۴۸۵۳/۷۱	-۱۰۰	۳۶۵۷۷/۳۸	-۱۰۰	-۱۰۰	-۱۰۰
کل	-۱/۳۵	-۱/۳۵	-۱/۳۵	-۱/۳۵	-۱/۳۵	-۱/۳۵	-۱/۳۵
بازده برنامه‌ای	۹/۶۶	-۲۹/۵۳	-۳۵/۰۷	-۵۵/۴۹	-۳۱/۹۵	-۴/۹۸	۱/۷۲
هزینه جاری	۲/۲۵	-۱۰/۸۸	-۷/۲۹	-۷/۹۰	-۶/۸۹	-۵	-۵
آب	۰/۶۵	-۱۳/۱۸	-۳۰/۵۶	-۳۰/۲۵	۲۸/۷۲	-۱۰	-۳/۸۷
کودهای‌شیمیایی	۵/۷۶	-۲۷/۲۸	-۳۴/۶۵	-۴۵/۱۷	-۳۴/۷۵	-۲۵	-۲۳/۶۵
سموم شیمیایی	-۱/۱۱	-۱۰/۱۱	-۲۳/۵۷	-۲۳/۴۶	-۲۳/۷۱	-۱۵/۱۴	-۱۱/۵۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مقایسه درصد تغییرات آرمان‌ها در الگوهای مختلف برنامه ریزی

با توجه به جداول ۴ و ۵، نتایج حاصل از آرمان های مختلف در مدل های برنامه ریزی خطی متعارف، برنامه ریزی آرمانی قطعی و برنامه ریزی آرمانی فازی به اختصار مقایسه می گردد.

درصد افزایش بازده برنامه ای در الگوی برنامه ریزی خطی، که تنها به دنبال حداکثر کردن بازده برنامه‌ای می باشد، بیش از سایر الگوهای برنامه ریزی است و ۹/۶۶ درصد بازده برنامه ای را افزایش می دهد که دلیل آن به تک هدفه بودن آن و تجمیع منابع به سمت حداکثر کردن بازده برنامه‌ای است. اما در الگوهای برنامه ریزی آرمانی قطعی و آرمانی فازی با توجه به اینکه اهداف مختلف و گاهی متعارضی را دنبال می کنند، درصد افزایش کمتری نسبت به برنامه ریزی خطی متعارف دارند به طوری که در الگوی برنامه ریزی آرمانی قطعی ۴/۹۸ درصد بازده برنامه ای کاهش و در الگوی برنامه ریزی آرمانی فازی ۱/۷۲ درصد بازده برنامه افزایش می یابد.

از آنجا که اکثر کشاورزان با مشکلات مالی عدیده ای برای تأمین هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی جهت بذر، کود، سم و سایر منابع مورد نیاز در طول دوره کشت محصولات مواجه می باشند، یکی از اهداف این مطالعه حداقل کردن هزینه های سرمایه‌گذاری نقدی می باشد. همان طور که در جدول ۵ آورده شده است، الگوهای مختلف برنامه‌ریزی، به جز مدل برنامه‌ریزی خطی متعارف هدف حداکثر کردن بازده برنامه‌ای و برنامه‌ریزی آرمانی قطعی، باعث کاهش هزینه های سرمایه گذاری نقدی می شوند. کاهش هزینه ها در الگوی برنامه‌ریزی خطی وقتی که هدف تنها حداقل کردن هزینه ها باشد بیشتر از مدل های دیگر است به طوری که باعث کاهش ۱۰/۸۸ درصدی هزینه‌ها می شود. همچنین قابل ذکر است که در الگوهای برنامه ریزی آرمانی قطعی و فازی نیز که کاهش هزینه ها یکی از اهداف مطالعه حاضر است، کاهش چشمگیری ملاحظه می شود.

یکی دیگر از آرمان های در نظر گرفته شده در مطالعه حاضر حداقل کردن مصرف آب در راستای رسیدن به کشاورزی پایدار می باشد. همان طور که در جدول ۵ آمده است، در الگو های مختلف برنامه‌ریزی، میزان مصرف آب کاهش یافته است .این کاهش در الگوی برنامه ریزی خطی متعارف وقتی که هدف تنها کاهش مصرف آب سالانه است ، بیش از سایر الگو های برنامه ریزی است. در واقع، استفاده از هر یک از الگوهای یاد شده در راستای اعمال

شاخص های کشاورزی پایدار است، چرا که در تمام این الگوهای پیشنهاد شده مصرف آب روند کاهشی دارد.

میزان مصرف کودهای شیمیایی در مدل های برنامه‌ریزی، به غیر از برنامه ریزی خطی متعارف با هدف حداکثر کردن بازده برنامه‌ای کاهش یافته است و محصولاتی که بیشترین بازده برنامه ای را دارند میزان مصرف کودهای شیمیایی در آن‌ها زیاد است. بیشترین کاهش مربوط به برنامه ریزی خطی متعارف با هدف کاهش کودهای شیمیایی می باشد.

یکی دیگر از آرمان های در نظر گرفته شده در مطالعه حاضر حداقل کردن استفاده از سموم شیمیایی در راستای رسیدن به کشاورزی پایدار می باشد. همان طور که در جدول ۵ آورده شده است، در الگوهای مختلف برنامه‌ریزی میزان مصرف سموم شیمیایی کاهش یافته است. این کاهش در الگوی برنامه ریزی خطی متعارف وقتی که هدف تنها کاهش مصرف سموم شیمیایی است، بیش از سایر الگوهای برنامه ریزی است. در واقع، استفاده از هر یک از الگوهای یاد شده در راستای اعمال شاخص های کشاورزی پایدار است، چرا که در تمام این الگوهای پیشنهاد شده مصرف سموم شیمیایی روند کاهشی دارد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به نتایج به دست آمده، مدل ریاضی برتر مطالعه، مدل برنامه ریزی آرمانی فازی می باشد که امکان تحقق تمامی اهداف در جهت مثبت در آن وجود دارد. از آنجا که هدف این مطالعه تعیین الگوی بهینه کشت با تأکید بر توسعه پایدار در دشت ماهیدشت می باشد، الگوی پیشنهادی به گونه‌ای است که تمامی اهداف مطالعه را تحقق می بخشد. الگوی برتر در این مطالعه با افزایش بازده برنامه‌ای به میزان ۱/۷۲ درصد و کاهش هزینه های جاری، آب مصرفی، کودهای شیمیایی و سموم شیمیایی به ترتیب به میزان ۵، ۳/۸۷، ۲۳/۶۵، ۱۱/۵۱ درصد می‌باشد که در این الگو، محصولات گندم، جو، سبزیجات برگی، ذرت علوفه‌ای، یونجه و پیاز

کشت شده است و بقیه محصولات موجود در الگوی پیشنهادی مغایر با تحقق هم‌زمان اهـداف پنج گانه بوده و از مدل حذف شد اند.

با توجه به نتایج این مطالعه می توان پیشنهادهای زیر را ارائه کرد:

۱. با توجه به اینکه الگوی بهینه کشت پایدار پیشنهادی در مدل برتر مطالعه (آرمانی فازی) باعث افزایش درآمد خالص کشاورزان در کنار تحقق هم‌زمان و مثبت سایر اهداف مطالعه شده است، توجه بیشتر به اصلاح الگوی کشت موجود را ملزم می‌دارد. بر این اساس، نقش ترویج کشاورزی در زمینه آموزش روش های ارزان‌تر و کاراتر مبارزه بیولوژیکی و همچنین آموزش روش های تولید کشاورزی علمی و اصولی، در جهت نیل به کشاورزی پایدار بیشتر از پیش نمایان می شود.

۲. از آنجاکه دشت ماهیدشت جزء مناطق بحرانی از نظر منابع آب زیرزمینی محسوب می شود و بیشترین درصد کاهش میزان آب در نتایج مدل برنامه ریزی خطی تک هدفه با هدف حداقل کردن مصرف آب به میزان ۳۰/۵۶ درصد است، اگر فقط هدف، کاهش رسیدن به تعادل بخشی در بیلان آب های زیرزمینی باشد، پیشنهاد می‌شود که شرکت آب منطقه ای با کمک سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه این الگوی پیشنهادی کشت را اجرا کرده و کاهش سود در الگوی پیشنهادی در مدل تک هدفه را به صورت پرداخت نقدی و یا اعطای کمک و یارانه های خرید نهاده ها جبران کند که این موضوع خود منجر به تغییر الگوی کشت موجود و حرکت به سوی الگوی‌بهینه کشت پیشنهادی در جهت‌کاهش‌مصرف‌آب‌خواهد شد.

منابع

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

بریم نژاد، و. و یزدانی،س. ۱۳۸۳. تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاده از برنامه ریزی کسری: مطالعه موردی استان کرمان. مجله *پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی*، شماره ۶۳: ۲-۱۶.

ترکمانی، ج. و حاج رحیمی، م. ۱۳۷۶. کاربرد برنامه ریزی هدف در تعیین برنامه بهینه واحد های کشاورزی: مطالعه موردی استان آذربایجان غربی. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۵(۲۰): ۵۱-۳۹.

چیذری، ا.، شرزه ای، غ؛ و کرامت زاده ،ع. ۱۳۸۴. تعیین ارزش اقتصادی آب با رهیافت برنامه ریزی آرمانی: مطالعه موردی سد بارزو شیروان. *تحقیقات اقتصادی*، شماره ۷۱: ۳۹-۶۶.

صالح، ا.، پیکانی، غ. و باقریان، ع. ۱۳۸۶، تعیین الگوی بهینه کشت و استخراج تقاضای هنجارین آب. نشریه *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۵(۶۰): ۷۱-۸۵.

عابدی،س. ۱۳۸۷. تعیین مزیت نسبی ذرت دانه‌ای در الگوی بهینه کشت در ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی.

علیزاده، ا.، مجیدی، ن.، قربانی، م. و محمدیان، ف. ۱۳۹۱، بهینه سازی الگوی کشت با هدف تعادل بخش منابع آب زیرزمینی در دشت مشهد-چناران. نشریه *آبیاری و زهکشی ایران*، ۱، (۶): ۶۸-۵۵.

کهنسال،م. و محمدیان، ف. ۱۳۸۶، کاربرد برنامه ریزی آرمانی فازی در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی. *اقتصاد کشاورزی*، ۱(۲): ۱۸۵-۱۶۹.

محمدیان، م.، چیذری، ا. و مرتضوی، ا. ۱۳۸۴. تاثیر کنترل ریسک قیمتی برنج در شرایط بورس کالا بر الگوی کشت بهینه: مطالعه موردی استان گلستان منطقه گنبد- مینو دشت. فصلنامه *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۳ (۴۹): ۱۹۴-۱۶۹.

محمدیان، ف.، شاهنوشی، ن.، قربانی، م. و عاقل، ح. ۱۳۸۸. انتخاب الگوی کشت بالقوه محصولات زراعی براساس روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) در دشت تربت جام. مجله *دانش کشاورزی پایدار*، ۱۹(۱): ۱۸۷-۱۷۲.

مهندسین مشاور رویان. ۱۳۹۰. مطالعات تدوین سند اجرای قطب کشاورزی کرمانشاه. گزارش شهرستان کرمانشاه. وزارت جهاد کشاورزی سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه.

سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه. هزینه تولید و درآمد محصولات زراعی. ۹۱-۱۳۹۰. بخش زراعت.

Alabdulkader, M., Al-Amoud, I. & Awad, S. 2012. Optimization of the cropping pattern in Saudi Arabia using a mathematical programming sector model. *Agric. Econ. – Czech*. *58*(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.

Hannan, E.L. 1981. On fuzzy goal programming. *Decision Sciences,* 12(3): 522-531.

Pal, B., Goswami, S., Sen, S. and Banerjee, D. 2012. Using fuzzy goal programming for long-term water resource allocation panning. *Agricultural System,* 283: 170-184.

Sharma, D. K. & Jana, R.K. 2009. Fuzzy goal programming based genetic algorithm approach to nutrient management for rice crop planning. *International Journal of Production Economics*, 121(1):224-232.

Zenga, X. Kang, S.H., Li, F., Zhang, L. & Guo, P. 2010. Fuzzy multi-objective linear programming applying to crop area planning. *Agric Water Manage,* 98(1):134-142.

Mahendran, R., Chandrasekaran, M. & Gurunathan, S. 2006. A study on evolving optimal cropping patterns in groundwater over-exploited region of Perambalur district of Tamil Nadu. Agricultural Economics Research Review, 19: 95-108.