

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 هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی، حداقل کردن مصرف آب، حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی و حداقل کردن مصرف سموم شیمیایی با در نظر گرفتن محدودیت‌های زمین در دسترس، ماشین‌آلات در دسترس،

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه لرستان (نویسنده 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

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۰

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 خوشه‌ای دو مرحله‌ای 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 می‌دهد 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 ضرورت‌های اساسی بخش کشاورزی است. در سال‌های اخیر، به دلیل کاهش منابع در دسترس مانند آب و خاک حاصلخیز، استفاده بی‌رویه 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 می‌شود 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 هدف‌گذاری می‌کند. الگوی کشت می‌تواند زیر بنای بهره‌وری باشد و بستر لازم برای انجام عملیات ارتقای بهره‌وری را فراهم نماید. اما بهره‌وری بدون داشتن

تعیین الگوی بهینه

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 بهره گیری از آخرین روش های 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 و ۱۳۶۵ 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، آب های 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) می توان تقاضای آب را مدیریت کرد. این دشت از مناطق مهم کشت محصولات زراعی و باغی در استان می باشد. به دلیل کمبود بارش، در منطقه مورد نظر آب های سطحی چندانی وجود ندارد و آب های زیرزمینی بخش عمده ای از آب مصرفی بخش کشاورزی را تأمین می نمایند. کم آبی و خشکسالی های پیایی 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 می باشد 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)، چیدری 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 می شود.

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 اولویت های ذهنی کشاورزان، الگوی کشت بهینه در یک دوره ۱۰ ساله با تأکید بر عدم بیلان

تعیین الگوی بهینه

منفی ذخایر آب زیرزمینی در سال آخر دوره برنامه‌ریزی مورد بررسی قرار گرفت. برای دستیابی به این مهم، از روش‌های حل بهینه‌سازی برنامه‌ریزی غیرخطی و برنامه‌ریزی غیرخطی چندهدفه آرمانی در قالب ساختارهای مختلف اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی استفاده شد. نتایج مطالعه نشان داد به کارگیری الگوی مشخص شده در دوره برنامه‌ریزی ۱۰ ساله علاوه بر دستیابی به اهداف چندگانه، بیشینه کردن بازده برنامه‌ای، حداقل کردن مصرف آب و هزینه‌های سرمایه‌ای و مصرف کودها و سموم شیمیایی و ثابت ماندن سطح اشتغال نیروی کار، سبب کاهش کسری ذخایر آب زیرزمینی منطقه از 38×10^7 متر مکعب در سال مبدأ به صفر در سال آخر دوره برنامه می‌گردد.

عبدالقادر و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به بهینه‌سازی 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 زمین‌های زراعی در میان محصولات رقیب در نظر گرفته شد که با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی به بهینه‌سازی 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 $4/48\%$ ، $4/35\%$ ، $1/13\%$ و $2/3\%$ زمین به ترتیب مربوط به کشت غلات، میوه، علوفه و سبزی می‌باشد.

نتایج سایر مطالعات نیز نشان می‌دهد 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 می‌شود از منابع و نهاده‌ها به گونه‌ای مطلوب استفاده شود. در اکثر این مطالعات، از اهداف بازده برنامه‌ای و مصرف آب در کنار محدودیت‌های 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 می‌شود.

مبانی نظری و روش تحقیق

در این مطالعه، اهداف عبارت‌اند از: حداکثر کردن بازده برنامه‌ای، حداقل کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقدی، حداقل کردن مصرف آب، حداقل مصرف کودها و سموم شیمیایی، با توجه به محدودیت‌های میزان زمین در دسترس، ماشین‌آلات در دسترس، نیروی کار موجود، محدودیت آب ماهانه و تأمین نیاز علوفه ای دام. جامعه آماری مورد مطالعه در این تحقیق کشاورزان دشت ماهیدشت می‌باشند. 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 زراعی ۹۰-۹۱ بوده و زمان جمع‌آوری 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 می‌باشد. اولین گام در ساختن مدل‌های برنامه ریزی ریاضی تعریف متغیرهای تصمیم‌گیری 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 ($X=1$)، ذرت دانه‌ای ($X=2$)، جو ($X=3$)، هندوانه ($X=4$)، گوجه‌فرنگی ($X=5$)، سبزیجات برگ‌ریزی ($X=6$)، یونجه ($X=7$)، چغندر قند ($X=8$)، ذرت علوفه‌ای ($X=9$)، پیاز ($X=10$) و نخود ($X=11$).

\dot{I} متغیر مربوط به ماه‌های 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 می‌باشند.

تعیین الگوی بهینه

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 بر حسب 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 تفالنه چغندر قند در الگوی پیشنهادی بر حسب کیلوگرم
$YSAB$	کل تولید سبوس گندم در الگوی پیشنهادی بر حسب کیلوگرم
d_i^-	متغیرهای انحرافی منفی هدف t ام
d_i^+	متغیرهای انحرافی مثبت هدف t 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

سطح مطلوب آرمان مصرف آب بر حسب متر مکعب	B _w
تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان بازده برنامه ای بر حسب ده هزار ریال	TO _{GM}
تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان کود های شیمیایی مصرفی بر حسب کیلوگرم	TO _{FE}
تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان سموم شیمیایی مصرفی بر حسب کیلوگرم	TO _{SE}
تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان هزینه های سرمایه گذاری نقدی بر حسب ده هزار	TO _C
تغییرات قابل تحمل برای سطح مطلوب آرمان مصرف آب بر حسب متر مکعب	TO _w

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.

زمانی که هدف برنامه ریزی 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 می کند به صورت رابطه ۱ است (کهنسال و محمدیان، ۱۳۸۶):

Find $X(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$

So as to satisfy

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

Subject to :

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

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

تعیین الگوی بهینه

الگوی تجربی برنامه ریزی خطی متعارف (تک هدفه)

برنامه ریزی خطی از جمله قوی ترین 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، برنامه ریزی خطی در وظیفه دوم (تولید)، توانایی خود را در مسائل به خوبی نمایان می سازد 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 برنامه ریزی خطی در هدف حداکثر کردن بازده برنامه ای آورده شده است. گفتنی است که الگوی تجربی سایر اهداف همانند الگوی تجربی حداکثر کردن بازده برنامه ای است.

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

$$\text{Max} : \sum_{X=1}^{11} (B_X - C_X) AX_X \quad (2)$$

Subject to :

$$\sum_{X=1}^{11} AX_X \leq AT \quad (3)$$

$$\sum_{X=1}^{11} ME_{X_X} AX_X \leq TMEP \quad (4)$$

$$\sum_{X=1}^{11} L_{X_X} AX_X \leq TLP \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{12} \sum_{X=1}^{11} IRP_{iX} AX_X \leq AW_i \quad (6)$$

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

$$0.74 Y_{X_3} \geq 7314000 \quad (7)$$

$$0.21 Y_{X_7} + 0.51 Y_{X_9} \geq 7314000$$

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 شود که 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 چند کارخانه 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 آب‌های زیرزمینی استفاده می‌نمایند و میزان آب مصرفی به صورت هکتاری و براساس نیاز آبی گیاهان در اختیار کشاورزان قرار می‌گیرد. این محدودیت نیز با توجه به نیازهای آبی در هر ماه به صورت معجزا 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 می‌تواند میزان آب مورد نیاز برای دسترسی به استفاده بهینه از این منبع را برآورد نماید به گونه‌ای 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.

تعیین الگوی بهینه

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 دام‌ها باشد. بنابراین، تأمین نیاز علوفه‌ای دام‌ها در این مدل به عنوان محدودیت در نظر گرفته می‌شود. الگوی کشت دشت باید به گونه‌ای باشد که تأمین‌کننده نیاز علوفه‌ای دام‌ها مطابق جدول ۲ باشد.

جدول ۲. نیاز علوفه‌ای دام‌های 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 تفالو چغندرقد، گیاهان علوفه‌ای شامل یونجه و ذرت علوفه‌ای و اقلام دانه‌ای شامل جو می‌باشد 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
تفالو چغندرقد	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 خواسته‌های تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران باشد. با پیشرفت‌های علمی و تلاش محققان در دهه‌های اخیر، روش‌های نوینی در برنامه‌ریزی به وجود آمده است که با به کارگیری آن‌ها در شرایط تضاد داشتن اهداف مورد نظر مدیران و محدود بودن منابع تولید، می‌توان بهترین جواب‌ها را برای دستیابی به هدف‌ها 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 بر مبنای اولویت‌بندی می‌باشد (کهنسال و محمدیان، ۱۳۸۶).

برای حل الگوی برنامه‌ریزی آرمانی قطعی به صورت رابطه ۸ عمل می‌شود:

$$\text{Find } X(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

So as to satisfy

$$\text{MIN } Z = [W_1(d^-, d^+), W_2(d^-, d^+), \dots, W_k(d^-, d^+)] \quad (8)$$

Subject to :

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

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

$$X, d_i^-, d_i^+ \geq 0, \quad d_i^- \cdot d_i^+ = 0$$

که در آن، X بردار متغیرهای تصمیم‌گیری، 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

تعیین الگوی بهینه

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 می باشد:

Find $X(x_1, x_2, x_3, \dots, x_c)$

So as to satisfy

$$\text{MIN} = w_1 \times d_1^- + w_2 \times d_2^+ + w_3 \times d_3^+ + w_4 \times d_4^+ + w_5 \times d_5^+ \quad (9)$$

Subject to :

محدودیت آرمانی مربوط به حداکثر کردن بازده برنامه ای:

$$\sum_{x=1}^{11} AX_x (B_x - C_x) + d_1^- - d_1^+ = B_{GM} \quad (10)$$

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

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

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن مصرف آب:

$$\sum_{x=1}^{11} AX_x \times TIRP_x + d_3^- - d_3^+ = B_w \quad (12)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن کود های شیمیایی مصرفی:

$$\sum_{x=1}^{11} AX_x \times FE_x + d_4^- - d_4^+ = B_{FE} \quad (13)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن سموم شیمیایی مصرفی

$$\sum_{x=1}^{11} AX_x \times SE_x + d_5^- - d_5^+ = B_{SE} \quad (14)$$

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 منطقه ای 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 می شود که در الگوی برنامه ریزی خطی به آن اشاره شد.

مبانی نظری الگوی برنامه ریزی آرمانی فازی

اصلی ترین ضعف الگوی برنامه ریزی آرمانی این است که همه پارامترهای مسئله باید به دقت در محیط تصمیم گیری تعیین شده باشند و همه اهداف و محدودیت ها باید به صورت قطعی باشند. برای فائق آمدن بر این مشکل، مفهوم فازی^۱ - که ابتدا توسط زاده^۲ مطرح شد- برای مسائل بهینه سازی چند هدفه مطرح شد. در تکنیک برنامه ریزی آرمانی فازی علاوه بر دستیابی همزمان به چندین هدف، اهداف و محدودیت ها می تواند قطعی یا فازی باشد که باعث می شود بر برنامه ریزی آرمانی و برنامه ریزی متعارف برتری داشته باشد. در برنامه ریزی آرمانی فازی سطوح آرمانی اهداف مختلف همیشه به صورت فازی (نامشخص) مورد بررسی قرار می گیرد، در حالی که مقادیر سمت راست محدودیت ها می تواند 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 برنامه ریزی 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

تعیین الگوی بهینه

برنامه‌ریزی خطی قادر به حل مدل هستیم، هر چند این روش تعداد متغیرهای مدل را افزایش می‌دهد و اساس آن بر تخمین خطی قطعه‌ای (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 می‌شود:

Find $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$

So as to satisfy

$$MIN Z = [w_1(d^-), w_2(d^-), \dots, w_k(d^-)] \quad (15)$$

Subject to :

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

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

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

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

که در آن، Z برداری از اهداف وزن داده شده، d_i^-, d_i^+ به ترتیب متغیرهای انحرافی مثبت و منفی در i امین آرمان می‌باشد. $w(d_i^-)$ ، یک تابع خطی وزن داده شده از متغیرهای انحرافی منفی است که به فرم زیر می‌باشد:

$$W(d_i^-) = \sum_{i=1}^I w_i \cdot d_i^- \quad w_i, d_i^- \geq 0, i = 1, 2, \dots, I, \quad (16)$$

d_i^- متغیر انحرافی منفی برای i امین آرمان و w_i وزن عددی مرتبط با d_i^- و نشان‌دهنده اهمیت دستیابی به سطح مطلوب i امین 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:

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

So as to satisfy

$$\text{MIN} = w_1 \times d_1^- + w_2 \times d_2^- + w_3 \times d_3^- + w_4 \times d_4^- + w_5 \times d_5^- \quad (17)$$

Subject to :

محدودیت آرمانی مربوط به حداکثر کردن بازده برنامه‌ای:

$$\frac{\sum_{x=1}^{11} AX_x (B_x - C_x) - (B_{GM} - TO_{GM})}{TO_{GM}} + d_1^- - d_1^+ = 1 \quad (18)$$

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

$$\frac{(B_C + TO_C) - \sum_{x=1}^{11} AX_x \times C_x}{TO_C} + d_2^- - d_2^+ = 1 \quad (19)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن مصرف آب سالانه:

$$\frac{(B_W + TO_W) - \sum_{x=1}^{11} X_x \times W_x}{TO_W} + d_3^- - d_3^+ = 1 \quad (20)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن کودهای شیمیایی مصرفی:

$$\frac{(B_{FE} + TO_{FE}) - \sum_{x=1}^{11} AX_x \times FE_x}{TO_{FE}} + d_4^- - d_4^+ = 1 \quad (21)$$

محدودیت آرمانی مربوط به حداقل کردن سموم شیمیایی مصرفی:

$$\frac{(B_{SE} + TO_{SE}) - \sum_{x=1}^{11} AX_x \times SE_x}{TO_{SE}} + d_5^- - d_5^+ = 1 \quad (22)$$

تعیین الگوی بهینه

رابطه ۱۷ تابع هدف و در واقع تابعی خطی از متغیرهای 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 آرمان‌های مورد نظر در تابع هدف به کار خواهد رفت. روابط ۱۸ تا ۲۲ محدودیت‌های آرمانی هستند که به مجموعه محدودیت‌های 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 برنامه‌ای، حداقل کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری 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 هدف 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 برنامه‌ای است، سطح زیر کشت زمین به میزان ۱/۳۵ درصد نسبت به وضعیت موجود (به دلیل وجود محدودیت‌های مطالعه) کاهش می یابد و درآمد خالص، هزینه‌های 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 هزینه‌های جاری باشد، طبق نتایج جدول ۵، هزینه‌های جاری، درآمد خالص، مصرف آب، مصرف کود و سموم شیمیایی به ترتیب به میزان ۱۰/۸۸، ۲۹/۵۳، 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 می‌دهد 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 می‌دهد 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 می‌کند، وارد کردن اطلاعات به صورت قطعی در مدل ممکن است فرصت‌هایی را در نتایج (تصمیمات) نهایی از بین ببرد که برای حل این مشکل باید از الگوهای برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کرد. بنابراین، در برنامه‌ریزی‌های کشاورزی باید به سمت استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی 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 برنامه‌ریزی آرمانی قطعی و فازی نشان داده شده است.

الگوی پیشنهادی برنامه‌ریزی 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 هزینه‌های سرمایه‌گذاری جاری، مصرف آب، مصرف کودها و سموم شیمیایی می‌باشد لازم است از الگوهای برنامه‌ریزی چند هدفه استفاده کرد که یکی از روش‌های حل آن‌ها برنامه‌ریزی آرمانی قطعی است. اگر برنامه‌ریز به دنبال اهداف مختلفی باشد، الگوی کشت نسبت به حالتی

تعیین الگوی بهینه

که فقط یک هدف مدنظر است، دچار تغییرات زیادی می شود. با توجه به جداول ۴ و ۵ مشاهده می شود 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 می دهد، زمانی که هدف برنامه ریز 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 برنامه ریزی آرمانی فازی با هدف دستیابی هم‌زمان به اهداف پنجگانه

همان طور که جدول ۴ نشان می دهد، فازی کردن آرمان ها در الگوی برنامه ریزی آرمانی باعث انعطاف پذیری بالای مدل شده و مدل را دچار تغییراتی نسبت به الگوی برنامه ریزی 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، چغندر قند و نخود از الگو خارج می شوند. همان طور که در جدول ۵ ملاحظه می شود، زمانی که هدف برنامه ریز دستیابی هم‌زمان به اهداف پنجگانه باشد، مشاهده می گردد 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

اقتصاد کشاورزی و توسعه - سال بیست و سوم، شماره ۹۰

الگوی برنامه‌ریزی آرمانی و آرمانی فازی مشاهده می‌شود که فازی کردن مدل، انعطاف‌پذیری مدل را بالا برده و باعث می‌شود از منابع و امکانات به نحو مطلوب‌تری استفاده شود.

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

برنامه‌ریزی

سطوح زیر محصولات کشت موجود (هکتار)	سطوح پیشنهادی	سطوح پیشنهادی	سطوح پیشنهادی	سطوح پیشنهادی	سطوح پیشنهادی	سطوح پیشنهادی	سطوح پیشنهادی
باهدف حداکثر	باهدف حداکثر	باهدف حداقل	باهدف حداقل	باهدف حداقل	باهدف حداقل	باهدف حداقل	باهدف حداقل
کودن بازده	کودن هزینه جاری	کودن مصرف	کودن مصرف	کودن مصرف	کودن مصرف	کودن مصرف	کودن مصرف
برنامه‌ای	آب	کودهای شیمیایی	شیمیایی	آرمانی قطعی	آرمانی فازی	آرمانی فازی	آرمانی فازی
گندم	۸۵۷۰	۶۳۳۳	۰	۰	۰	۰	۶۲۷۰
ذرت دانه‌ای	۳۸۰۰	۴۰۳۴	۰	۰	۰	۰	۰
جو	۱۴۵۵	۳۰۷۱	۹۱۱۵	۱۱۴۳۱	۹۵۰۰	۱۱۳۰۳	۷۹۹۸
هندوانه	۲۰۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰
گوجه فرنگی	۱۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سبزیجات - برگی	۱۱۸	۰	۰	۱۳۰۳	۰	۱۲۸۱	۸۸۰
یونجه	۱۰۵	۸۷	۰	۰	۰	۱۱۵	۱۱۵
چغندر قند	۷۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
ذرت علوفه‌ای	۵۵	۳۹۱	۴۸۶۵	۱۶۴۲	۱۹۴۲	۱۶۷۷	۳۸۲۶
پیاز	۳۷	۴۵۹	۰	۰	۰	۰	۲۰۶
نخود	۸	۰	۳۶۹	۰	۲۹۳۴	۰	۰
کل	۱۴۵۷۳	۱۴۳۷۶	۱۴۳۷۶	۱۴۳۷۶	۱۴۳۷۶	۱۴۳۷۶	۱۴۳۷۶
بازده برنامه‌ای (ده هزار ریال)	۳۳۷۵۱۶۶۰۰	۲۶۰۴۵۰۸۰	۱۶۷۳۸۰۲۰	۱۵۴۲۲۹۴۰	۱۰۵۷۱۳۱۰	۱۶۱۶۳۵۵۰	۲۲۵۶۷۹۷۰
هزینه جاری (ده هزار ریال)	۲۵۷۱۵۹۸۰	۲۶۲۹۳۹۹۰	۲۲۹۱۱۳۴۰	۲۳۸۴۱۴۷۰	۲۳۶۸۳۸۳۰	۲۳۹۴۴۲۴۰	۲۴۴۳۰۱۸۰
آب (مترمکعب)	۱۲۹۹۸۰۰۰۰	۱۳۰۸۲۴۷۰۰	۱۱۲۸۴۷۵۰۰	۹۰۲۵۹۴۰۰	۹۰۶۶۳۰۳۰	۹۲۶۴۹۴۹۰	۱۱۶۹۸۲۰۰۰
کودهای شیمیایی (کیلوگرم)	۵۳۱۴۷۲۲	۵۶۲۰۹۴۲	۳۸۶۴۸۹۷	۳۴۷۳۱۸۶	۲۹۱۴۳۲۳	۳۴۶۷۶۹۹	۳۹۸۶۱۸۵
سموم شیمیایی (لیتر)	۳۴۱۵۴	۳۳۷۷۴	۳۰۷۰۱	۲۶۱۰۴	۲۶۱۴۰	۲۶۰۵۷	۲۸۹۸۴

مأخذ: داده‌های تحقیق

تعیین الگوی بهینه

جدول ۵. تغییرات نسبت به وضعیت موجود سطوح زیر کشت پیشنهادی و اهداف مختلف

مربوط به آن ها در مدل های برنامه ریزی خطی

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

مأخذ: یافته های تحقیق

مقایسه درصد تغییرات آرمان ها 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 برنامه ای 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 برنامه ای 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 هزینه های سرمایه گذاری 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 سرمایه گذاری نقدی می باشد. همان طور که در جدول ۵ آورده شده است، الگوهای مختلف برنامه ریزی، به جز مدل برنامه ریزی خطی متعارف هدف حداکثر کردن بازده برنامه ای و برنامه ریزی آرمانی قطعی، باعث کاهش هزینه های سرمایه گذاری نقدی می شوند. کاهش هزینه ها در الگوی برنامه ریزی خطی وقتی که هدف تنها حداقل کردن هزینه ها باشد بیشتر از مدل های دیگر است به طوری که باعث کاهش $۱۰/۸۸$ درصدی هزینه ها 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 برنامه ریزی، 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

تعیین الگوی بهینه

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 برنامه ریزی، به غیر از برنامه ریزی خطی متعارف با هدف حداکثر کردن بازده برنامه ای 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 برنامه ریزی 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.

نتیجه گیری 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 گونه ای است که تمامی اهداف مطالعه را تحقق می بخشد. الگوی برتر در این مطالعه با افزایش بازده برنامه ای 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 می باشد که در این الگو، محصولات گندم، جو، سبزیجات برگی، ذرت علوفه ای، یونجه و پیاز

کشت شده است و بقیه محصولات موجود در الگوی پیشنهادی مغایر با تحقق هم‌زمان اهداف پنج‌گانه بوده و از مدل حذف شد.

با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان 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 روش‌های ارزان‌تر و کاراتر مبارزه بیولوژیکی و همچنین آموزش روش‌های تولید کشاورزی علمی و اصولی، در جهت نیل به کشاورزی پایدار بیشتر از پیش نمایان می‌شود.

۲. از آنجا که دشت ماهیدشت جزء مناطق بحرانی از نظر منابع آب زیرزمینی محسوب می‌شود 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 آب‌های زیرزمینی باشد، پیشنهاد می‌شود که شرکت آب منطقه‌ای 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 یارانه‌های خرید نهاده‌ها جبران کند که این موضوع خود منجر به تغییر الگوی کشت موجود و حرکت به سوی الگوی بهینه کشت پیشنهادی در جهت کاهش مصرف آب خواهد شد.

منابع

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

بریم‌نژاد، 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.

تعیین الگوی بهینه

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.

چیدری، 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 دانه ای 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.، چیدری، 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.
-