

تعیین الگوی بهینه کشت محصولات کشاورزی با هدف حداکثرسازی سود ناخالص کشاورزان شهرستان

بهبهان

فاطمه سایبان^۱، عباس عبدشاهی^۲ و مصطفی مردانی^۳

- (۱) دانشجوی کارشناسی ارشد توسعه روستایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران.
- (۲) دانشیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران.
- (۳) استادیار گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملائانی، ایران.

* نویسنده مسئول: abdesahil349@ramin.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۸/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۵/۲۰

چکیده

تدوین الگوی کشت هر منطقه از دیرباز جزو وظایف اصلی سازمان‌هایی بوده که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با کشاورزی مرتبط هستند. در مطالعه‌ی حاضر، برای تعیین الگوی بهینه‌ی کشت محصولات عمده‌ی شهرستان بهبهان با هدف افزایش درآمد کشاورزان، از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی استفاده شد. اطلاعات مورد نیاز از طریق مصاحبه با کارشناسان جهاد کشاورزی این شهرستان در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و هم‌چنین مرکز آمار ایران جمع‌آوری گردید. مناطق مورد بررسی در این مطالعه شامل سردشت، لنگیرات، حومه، دودانگه و تشان بوده که بسته به نوع اقلیم و خاک از محصولات زراعی و باغی متفاوتی برخوردارند. حل مدل پیشنهادی با کمک نرم افزار GAMS و الگوریتم Conopt که از روش سیمپلکس تعمیم‌یافته در حل مسائل خطی استفاده می‌کند، انجام گرفت. نتایج نشان داد که با هدف حداکثرسازی سود، سطح زیرکشت و مقدار آب مصرفی در کل شهرستان در حالت بهینه به میزان ۲/۷۶ و ۴/۶۳ درصد افزایش یافته است. این شهرستان از منابع آبی کافی برای کشت محصولات سودآوری چون گوجه‌فرنگی، هندوانه و چغندر قند برخوردار است که سود حاصل از کشت این محصولات در حالت بهینه به ترتیب به میزان ۳۱/۵۸، ۲۹/۹۳ و ۳۲/۱۶ درصد افزایش یافته است. جهت دستیابی به هدف حداکثرسازی سود، پیشنهاد می‌شود در آینده از برنامه‌ریزی چند هدفه که اهدافی مانند: حداقل‌سازی مصرف آب، حداکثرسازی استفاده از نیروی کار و حداقل‌سازی مصرف کود و سموم شیمیایی در نظر می‌گیرد، به‌کار گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: الگوی بهینه‌ی کشت، حداکثرسازی سود و شهرستان بهبهان.

مقدمه

بخش کشاورزی نقش حیاتی در اقتصاد ملی کشور دارد. به طوری که در حال حاضر، حدود ۲۷ درصد تولید ناخالص ملی، ۲۳ درصد اشتغال و تأمین بیش از ۸۰ درصد غذای جامعه متعلق به بخش کشاورزی است (آشوبگرطوسی و همکاران، ۱۳۹۲). از این رو به دلیل اهمیت بخش کشاورزی در اقتصاد کشورهای در حال توسعه، برای پایدار ماندن کشاورزی به عنوان یک منبع کسب درآمد و به ویژه تولید و تأمین مواد غذایی مورد نیاز، بایستی بر میزان منابع در اختیار کشاورز و عوامل موثر بر تصمیم‌گیری در تخصیص منابع، تأکید شود (حسینی‌یکانی و کشیری‌کلایی، ۱۳۹۵). هم‌چنین با توجه به افزایش تولید محصولات کشاورزی، افزایش بهره‌وری و بهره‌برداری مطلوب از منابع کمیاب، الزامی است (رستگاری پور و صبوچی، ۱۳۸۹). بهره‌برداری مطلوب از این منابع، افزون بر تأمین تقاضای جامعه به عنوان یک هدف کلان، می‌تواند افزایش درآمد بهره‌برداران را که فعالیت کشاورزی برای آن‌ها علاوه بر یک فعالیت اقتصادی، به عنوان شیوه‌ی زندگی نیز محسوب می‌شود، در پی داشته باشد؛ از این رو، نیاز به تولید محصولات کشاورزی با کاربرد روش‌های گوناگون که در آن به مسائل کمیابی منابع تولید کشاورزی (به خصوص آب آبیاری) توجه شود، امری ضروری است (صادقی‌گوغری و احمدپوربرازجانی، ۱۳۹۵). یکی از راه‌کارهای مناسب برای افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی، استفاده‌ی بهینه از منابع تولید و به تبع آن، تعیین الگوی بهینه‌ی کشت است (نادری‌مهدیبی و همکاران، ۱۳۹۳). الگوی بهینه‌ی کشت برنامه‌ای است که با هدف مدیریت بهینه‌ی ترکیب مکانی محصول تدوین شده و با توجه به گستردگی پهناوری مرزی کشور و تنوع اقلیمی مناطق گوناگون، رسیدن به الگوی کشت مناسبی که بتواند حداکثر بهره‌برداری را از عوامل و نهاده‌های تولید ایجاد نماید، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است (اسدپور و ابادری، ۱۳۹۳؛ نادری‌مهدیبی و همکاران، ۱۳۹۳). به طور کلی، هدف از تدوین الگوی کشت، انتخاب ترکیبی از محصولات برای کشت در یک واحد زراعی مشخص با توجه به خصوصیات کشت محصولات مختلف، پیش‌بینی قیمت آن‌ها در بازار، منابع آب و خاک در دسترس، نیروی انسانی، سرمایه، تجهیزات کشاورزی و موارد مشابه دیگر به منظور بیشینه کردن سود یا درآمد ناخالص آن واحد است (بنی‌اسدی و زارع مهرجردی، ۱۳۸۹؛ نادری‌مهدیبی و همکاران، ۱۳۹۳). تعیین ترکیبی از محصولات که بتواند بیش‌ترین درآمد را با هزینه‌ی ثابتی نصیب کشاورز نماید و یا کم‌ترین هزینه‌ی ایجاد یک درآمد ثابت را در برداشته باشد، اهمیت ویژه‌ای دارد؛ یکی از متداول‌ترین ابزارهای اقتصاد کشاورزی برای رسیدن به این هدف، استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی است (عبدشاهی و سلطانی، ۱۳۷۹). در بسیاری از مطالعاتی که از روش برنامه‌ریزی ریاضی جهت تعیین الگوی بهینه‌ی کشت استفاده نموده‌اند، نتایج گویای این است که الگوی کشت فعلی با الگوی کشت حاصل از روش برنامه‌ریزی ریاضی تفاوت چشم‌گیری داشته به طوری که در الگوی حاصل سطح زیر کشت برخی محصولات افزایش، سطح زیر کشت محصولات دیگر کاهش، ولی نهایتاً سود با افزایش مواجه گردیده است (مردانی و همکاران، ۱۳۹۰؛ درگاهی، ۱۳۹۰؛

کاوند و همکاران، ۱۳۹۲؛ Singh *et al*, 2001؛ ترابی و همکاران، ۱۳۹۲). این تکنیک در مطالعات بسیاری از جمله؛ جعفرزاده و همکاران، (۱۳۹۵)، Li و همکاران (2017)، Zhang and Guo (2017)، Fillip و همکاران (2016)، Pal و Baso (1996)، Rahman و Romer (1993)، Sani و همکاران (1995)، مورد استفاده قرار گرفته است. افزایش درآمد، کاهش مصرف آب آبیاری و افزایش تولید محصولات کشاورزی از نتایج بارز و مهم در اکثر این مطالعات است. در این تحقیق شهرستان بهبهان در استان خوزستان به عنوان منطقه‌ی مورد مطالعه انتخاب شده، که با وسعتی معادل ۳۱۹۵ کیلومتر مربع در جنوب غربی این استان واقع گردیده و جمعیت آن براساس سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، معادل ۱۸۰۵۹۳ می‌باشد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). در این پژوهش، مراکز خدمات شهرستان بهبهان عبارتند از: حومه، سردشت، لنگیرات، دودانگه و تشان به عنوان نمونه انتخاب شدند. با توجه به محدودیت شدید منابع تولید کشاورزی در کشور (به ویژه آب آبیاری)، افزایش درآمد در بخش کشاورزی با استفاده‌ی بهینه از عوامل تولید (افزایش بهره‌وری) امکان‌پذیر است. استفاده‌ی بهینه از عوامل تولید، مستلزم تدوین یک الگوی کشت بهینه بوده که به نوبه خود موجب افزایش درآمد کشاورزان می‌گردد. بنابراین در مطالعه‌ی حاضر با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی به حداکثرسازی سود ناخالص حاصل از کشاورزی پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، دو فاز اصلی به همراه گام‌های مختلف مدنظر قرار گرفت.

فاز ۱: جمع‌آوری اطلاعات

داده‌های مورد نیاز برای پژوهش حاضر به کمک کارشناسان هر محصول، کارشناسان مربوط به جمع‌آوری اطلاعات هزینه‌ی تولید محصولات مورد بررسی، از طریق مصاحبه گردآوری شده است.

فاز ۲: مدل‌سازی الگوی کشت شهرستان بهبهان

در این مرحله به مدل‌سازی الگوی بهینه‌ی کشت محصولات کشاورزی در شهرستان بهبهان پرداخته می‌شود. جزئیات علائم، پارامترها و متغیرهای مورد استفاده در مطالعه‌ی حاضر در جدول شماره‌ی ۱ آورده شده است. برای حل مدل با استفاده از برنامه‌ریزی خطی به تابع هدف و تعدادی محدودیت نیاز است، که در ادامه به بیان آن‌ها پرداخته می‌شود. هدف اصلی برای تعیین الگوی بهینه‌ی کشت، حداکثر نمودن بازده برنامه‌ای یا سود ناخالص حاصل از کشت محصولات کشاورزی می‌باشد. این متغیر از تفاضل درآمد (قیمت در عملکرد) و هزینه‌های جاری تولید حاصل می‌گردد. بنابراین، تابع هدف به صورت رابطه‌ی ۱ می‌باشد.

رابطه ۱: Max

$$\text{Profit}_V = \sum_c \sum_r \text{Price}_{c,r} \text{Yeild}_{c,r} \text{Land}_V - \sum_c \sum_r \text{Cost}_{c,r} \text{Land}_V$$

جدول ۱: مجموعه‌ها، پارامترها و متغیرهای بکار رفته در مطالعه

واحد	علامت اختصاری	مجموعه‌ها و پارامترها و متغیرها
-----	c	مجموعه مربوط به محصولات کشاورزی مورد مطالعه
-----	r	مجموعه مربوط به روستاهای مورد مطالعه
-----	m	مجموعه مربوط به ماه‌های سال
-----	f	مجموعه مربوط به نوع کود شیمیایی مورد استفاده
-----	z	مجموعه مربوط به نوع آفت‌کش مورد استفاده
کیلوگرم در هکتار	Yield _{c,r}	میزان عملکرد برای محصول C در منطقه‌ی r
ریال در هکتار	Cost _{c,r}	هزینه‌ی تولید محصول کشاورزی به جز هزینه‌ی آب برای محصول C در منطقه‌ی r
-----	Landsch _{c,r,m}	ضریب اشغال زمین برای محصول C در منطقه‌ی r در ماه m
هکتار	Total Land _r	کل زمین زراعی در دسترس در منطقه‌ی r
مترمکعب در هکتار	Net Water _{c,r,m}	نیاز خالص آبی گیاه C در منطقه‌ی r در ماه m
-----	Eff _r	راندمان در منطقه‌ی r
متر مکعب	Total Water _r	کل میزان آب در دسترس در منطقه‌ی r
کیلوگرم در هکتار	Fertilizer _{c,r,f}	میزان کود مورد استفاده از نوع f در محصول C در منطقه‌ی r
کیلوگرم	Total Fertilizer _{r,f}	میزان کل کود در دسترس از نوع f در منطقه‌ی r
لیتر در هکتار	Pesticide _{c,r,z}	میزان سم مورد استفاده از نوع z در محصول C در منطقه‌ی r
لیتر	Total Pesticide _{r,z}	میزان کل سم در دسترس از نوع z در منطقه‌ی r
نفر روزکار در هکتار	Labor _{c,r}	تعداد نیروی کار مورد نیاز برای کشت یک هکتار محصول C در منطقه‌ی r
نفر روزکار در هکتار	Total Labor _r	کل نیروی کار در دسترس در منطقه‌ی r
ساعت در هکتار	Machine _{c,r}	ساعات کار مورد نیاز ماشین‌آلات برای کشت یک هکتار محصول C در منطقه‌ی r
ساعت	Total Machine _r	کل ساعات کار ماشین‌آلات در دسترس در منطقه‌ی r
ریال در کیلوگرم	Price _{c,r}	قیمت محصول کشاورزی برای محصول C در منطقه‌ی r
هکتار	CurrentPatern _{c,r}	سطح زیر کشت جاری برای محصول C در منطقه‌ی r
هکتار	MinLand _{c,r}	حداقل میزان زمین قابل تخصیص برای محصول C در منطقه‌ی r
هکتار	MaxLand _{c,r}	حداکثر میزان زمین قابل تخصیص برای محصول C در منطقه‌ی r
-----	Land_V _{c,r,m}	میزان زمین (سطح زیر کشت) تخصیص داده شده برای محصول C در منطقه‌ی r در ماه m
-----	Total water_V _{c,r,m}	میزان آب تخصیص داده شده برای محصول C در منطقه‌ی r در ماه m
-----	Profit_V	کل سود ناخالص

اولین مجموعه‌ی محدودیت، مربوط به میزان زمین زراعی در دسترس بوده که به صورت رابطه‌ی ۲ اعمال می‌شود، در این رابطه ضریب اشغال زمین مدنظر قرار گرفته‌شده و باعث جلوگیری از خطای مدل در تخصیص زمین برای محصولاتی می‌شود که دوره‌ی کاشت یکسانی دارند.

$$\sum_c \text{Land}_V \text{LandSch}_{c,r,m} \leq \text{Total Land}_r \quad \forall_r \quad \text{رابطه ۲:}$$

محدودیت منابع آب در دسترس، یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های الگوی کشت در شهرستان بهبهان بوده و در روابط ۳ و ۴ اعمال شده است.

$$((NetWater_{crm})/Eff_r)Land_V_{crm} = TotalWater_V_{crm} \quad \forall_{c,r,m} \quad \text{رابطه ۳:}$$

$$\sum_c \sum_m TotalWater_V_{crm} \leq TotalWater_r \quad \forall_r \quad \text{رابطه ۴:}$$

محدودیت سایر منابع مانند کود شیمیایی، سم، ماشین‌آلات و نیروی کار نیز به ترتیب در روابط ۵ تا ۸ اعمال شده‌اند.

$$\sum_c Fertilizer_{crf} Land_V_{cr} \leq TotalFertilizer_{rf} \quad \forall_{r,f} \quad \text{رابطه ۵:}$$

$$\sum_c Pesticide_{crz} Land_V_{cr} \leq TotalPesticide_{rz} \quad \forall_{r,z} \quad \text{رابطه ۶:}$$

$$\sum_c Machine_{cr} Land_V_{crm} \leq Total Machine_r \quad \forall_r \quad \text{رابطه ۷:}$$

$$\sum_c Labor_{cr} Land_V_{crm} \leq TotalLabor_r \quad \forall_r \quad \text{رابطه ۸:}$$

در الگوی کشت بهینه می‌بایست سود جاری برای هر منطقه حفظ شود. رابطه‌ی ۹ تضمین‌کننده‌ی این امر است.

$$MinBenefit \quad \forall_r \quad \text{رابطه ۹:}$$

$$\sum_c Price_{cr} Yeild_{cr} Land_V_{cr} - (\sum_c Cost_{cr} Land_V_{cr}) \geq (\sum_c Price_{cr} Yeild_{cr} CurrentPatern_{cr}) - (\sum_c Cost_{cr} CurrentPatern_{cr})$$

حداقل و حداکثر سطح زیرکشت برای محصولات کشاورزی به ترتیب در روابط ۱۰ و ۱۱ اعمال شده است.

$$Land_V_{cr} \geq MinLand_{cr} \quad \forall_r \quad \text{رابطه ۱۰:}$$

$$Land_V_{cr} \leq Max Land_r \quad \forall_r \quad \text{رابطه ۱۱:}$$

در حل این مدل، از نرم افزار GAMS و الگوریتم Conopt که از روش سیمپلکس تعمیم‌یافته در حل مسائل خطی استفاده می‌کند، بهره برده شده است. لازم به ذکر است جهت ارتباط نرم افزار GAMS و Excel برای تبادل داده‌های ورودی

و خروجی از کتابخانه gdx توسعه داده شده توسط تیم ARKI نرم افزار GAMS استفاده گردیده است.

نتایج و بحث

مدل برنامه‌ریزی استفاده شده در مطالعه‌ی حاضر برای تعیین الگوی بهینه‌ی کشت مناطق مورد مطالعه (تشان، دودانگه، حومه، لنگیرات و سردشت) در شهرستان بهبهان یک مدل برنامه‌ریزی تک هدفه بود، که نتایج حاصل از محدودیت سطح زیرکشت در جدول ۲ و مقایسه‌ی میزان آب مصرفی محصولات، کود و سموم شیمیایی، نیروی کار، ساعات به‌کارگیری ماشین‌آلات و سود را در دو حالت جاری و بهینه در جدول ۳ آورده شده است. جدول ۲ سطح زیرکشت محصولات کشاورزی شهرستان بهبهان را به تفکیک مناطق مورد مطالعه در دو حالت جاری و بهینه نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های این جدول، سطح زیرکشت گندم در پنج منطقه‌ی مورد مطالعه در الگوی بهینه نسبت به الگوی فعلی ۲/۶ درصد کاهش یافته که سهم عمده‌ی این کاهش، مربوط به منطقه‌ی حومه است. در این منطقه سطح زیرکشت گندم از ۲۸۰۰ هکتار در مدل جاری، به ۱۰۱۶ هکتار در مدل بهینه رسیده است. دلیل آن را می‌توان میزان نهاده‌های مصرفی این محصول و هم‌چنین قیمت پایین آن نسبت به سایر محصولات دانست. از طرف دیگر، خود کشاورزان نیز علاقه دارند که به جای محصول گندم، محصولات تجاری دیگر مثل گوجه‌فرنگی، هندوانه و چغندر قند کشت نمایند. از دیگر محصولاتی که سطح زیرکشت آن به‌طور کلی در مناطق مورد بررسی کاهش یافته، کلزا می‌باشد که با کاهش ۳/۸ درصدی روبه‌رو شده است. بیش‌ترین کاهش سطح زیرکشت این محصول مربوط به منطقه‌ی حومه و سردشت می‌باشد. سطح زیرکشت این محصول در این دو منطقه با کاهش ۶/۸ درصدی مواجه شده است. سطح زیرکشت یونجه در منطقه‌ی حومه، از ۲۳۰۰ هکتار در الگوی فعلی به ۲۱۸۴ هکتار در الگوی بهینه رسیده است؛ دلیل این کاهش، را می‌توان به این صورت بیان نمود که آب مورد نیاز برای این محصول بسیار زیاد بوده به‌طوری‌که به دفعات بالای آبیاری (هر هفت روز یک‌بار) این محصول نیازمند است و از طرفی، چون منطقه‌ی حومه تحت نظر شبکه‌ی آبیاری بوده و آب به‌صورت نوبتی در اختیار کشاورزان قرار گرفته، و بنابراین در مواقع معینی کشاورزان حق استفاده از آب را دارند، لذا در الگوی بهینه سطح زیرکشت این محصول کاهش یافته است. این نتیجه مشابه نتایج حاصل از مطالعه (کهنسال و فیروز زارع، ۱۳۸۷)، که با استفاده از برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه در استان خراسان شمالی، پژوهش (سخداری و صبوحی، ۱۳۹۱)، استفاده از مدل برنامه‌ریزی فراآرمانی برای تعیین الگوی بهینه کشت محصولات کشاورزی شهرستان نیشابور. (باقریان و همکاران، ۱۳۸۶؛ حسین‌زاد و همکاران، ۱۳۹۳)، که در خصوص مباحث الگوی بهینه کشت براساس برنامه‌ریزی خطی بیان نمودند. در تمامی این مطالعات به متفاوت بود نتایج حاکی از روش برنامه‌ریزی خطی با روش معمول منطقه اشاره شده است. جدول ۳ مقایسه‌ی محدودیت‌های مورد بررسی در مناطق مورد مطالعه‌ی شهرستان بهبهان در دو حالت جاری و بهینه را نشان می‌دهد. براساس این جدول میزان آب مصرفی در منطقه‌ی

حومه به مقدار ۸/۲۲ درصد کاهش یافته، که با توجه به جدول ۲ دلیل این کاهش، کم شدن سطح زیرکشت محصول یونجه، گندم و کلزا در مدل بهینه است.

جدول ۲: سطح زیرکشت محصولات کشاورزی شهرستان بهبهان در دو حالت جاری و بهینه به تفکیک مناطق مورد مطالعه (واحد: هکتار)

محصول	مدل	منطقه			
		لنگیرات	حومه	دودانگه	نشان
گندم	جاری	۵۰۰۰	۲۸۰۰	۳۵۰۰	۲۱۰۰
	بهینه	۴۵۳۱	۱۰۱۶	۳۳۱۴	۲۲۵۷
	درصد تغییرات	۷/۳	-۱۷۵/۵۲	-۵/۶۳	۶/۹۷
جو	جاری	۸۰۰	۰	۰	۲۵
	بهینه	۳۱۸	۰	۰	۰
	درصد تغییرات	-۱۵۱/۳۷	۰	۰	۰
کلزا	جاری	۹۰۰	۱۰۰۰	۷۰۰	۴۰
	بهینه	۱۳۴۲	۳۷۴	۱۰۶۸	۶۱
	درصد تغییرات	۳۲/۹۱	-۱۶۷/۶۱	۳۴/۴۵	۳۴/۲۸
کنجد	جاری	۱۰۰۰	۰	۰	۰
	بهینه	۱۴۶۷	۰	۰	۰
	درصد تغییرات	۳۱/۸۵	۰	۰	۰
خیار	جاری	۰	۴۳	۰	۰
	بهینه	۰	۶۶	۰	۰
	درصد تغییرات	۰	۳۴/۵۳	۰	۰
گوچه‌فرنگی	جاری	۰	۲۰۰	۰	۰
	بهینه	۰	۲۸۸	۰	۰
	درصد تغییرات	۰	۳۰/۶۳	۰	۰
برنج	جاری	۰	۱۵۰	۰	۱۶۰
	بهینه	۰	۲۱۸	۰	۲۳۱
	درصد تغییرات	۰	۳۱/۱	۰	۳۰/۶۹
یونجه	جاری	۰	۲۳۰۰	۰	۰
	بهینه	۰	۲۱۸۴	۰	۰
	درصد تغییرات	۰	-۵/۳۲	۰	۰
مرکبات	جاری	۰	۰	۰	۰
	بهینه	۰	۰	۰	۰
	درصد تغییرات	۰	۰	۰	۰
انگور	جاری	۰	۳۰	۰	۰
	بهینه	۰	۳۰	۰	۰
	درصد تغییرات	۰	۳۳/۱۱	۰	۰
لوبیا	جاری	۰	۰	۰	۰
	بهینه	۰	۰	۰	۰
	درصد تغییرات	۰	۰	۰	۰
خریزه	جاری	۰	۲۵۰	۰	۰
	بهینه	۰	۳۷۴	۰	۰
	درصد تغییرات	۰	۳۳/۱۵	۰	۰

ادامه جدول شماره ۲: سطح زیرکشت محصولات کشاورزی شهرستان بهبهان در دو حالت جاری و بهینه به تفکیک مناطق مورد مطالعه (واحد: هکتار)

محصول	مدل	منطقه		
		جمع	سردشت	لنگیرات
هندوانه	جاری	۱۲۳۰	۲۳۰	۰
	بهینه	۱۷۴۷	۳۳۴	۰
	درصد تغییرات	۲۹/۵۹	۳۱/۱۵	۰
ذرت علوفه‌ای	جاری	۴۰۰	۰	۰
	بهینه	۵۸۷	۰	۰
	درصد تغییرات	۳۱/۸۵	۰	۰
چغندر قند	جاری	۲۰۰	۰	۰
	بهینه	۲۹۵	۰	۰
	درصد تغییرات	۳۲/۲۰	۰	۰
باقلا	جاری	۱۵۰	۰	۰
	بهینه	۲۲۷	۰	۰
	درصد تغییرات	۳۴	۰	۰
خرما	جاری	۱۰۰	۰	۰
	بهینه	۱۴۱	۰	۰
	درصد تغییرات	۲۹/۰۷	۰	۰
پیاز	جاری	۸۰	۰	۰
	بهینه	۸۷	۰	۰
	درصد تغییرات	۸/۰۴	۰	۰
جمع	جاری	۲۸۳۱۷	۵۳۹۹	۷۷۰۰
	بهینه	۲۹۱۲۲	۵۷۲۴	۹۱۶۷
	درصد تغییرات	۲/۷۶	۵/۶۷	۱۶

جدول ۳ مقایسه‌ی محدودیت‌های مورد بررسی در مناطق مورد مطالعه‌ی شهرستان بهبهان در دو حالت جاری و بهینه را نشان می‌دهد. براساس این جدول میزان آب مصرفی در منطقه‌ی حومه به مقدار ۸/۲۲ درصد کاهش یافته، که با توجه به جدول ۲ دلیل این کاهش، کم شدن سطح زیرکشت محصول یونجه، گندم و کلزا در مدل بهینه است. مقدار کود مصرفی در حالت کلی در شهرستان به میزان ۳/۱۱ درصد کاهش یافته، که منطقه‌ی حومه سهم عمده‌ایی در این میزان کاهش داشته، این منطقه نسبت به سایر مناطق وسیع‌تر می‌باشد و تنوع کشت در این منطقه و مقدار زمین‌های کشاورزی زیر نظر این منطقه بیش‌تر است، بافت خاک این منطقه نسبت به دیگر مناطق قوی‌تر است، که از جمله دلایل کاهش مقدار کود مصرفی در مدل بهینه می‌باشد. در منطقه‌ی دودانگه در حالت بهینه به میزان ۱۶/۲۱ درصد از سموم شیمیایی بیش‌تر استفاده خواهد شد، زیرا این منطقه بافت خاک ضعیف‌تری نسبت به دیگر مناطق دارد. به‌طورکلی سود حاصل از کشت محصولات در مناطق مورد مطالعه در حالت بهینه به میزان ۱۶/۳۹ درصد افزایش یافته است، که سهم منطقه‌ی دودانگه و لنگیرات به میزان ۲۲/۰۵ و ۲۲/۱۳ درصد در افزایش سود کل شهرستان چشمگیرتر بوده، زیرا در حالت بهینه در دودانگه محصول سودآوری چون خرما و در لنگیرات محصول کنجد افزایش سطح زیرکشت را داشتند.

با توجه به نتایج بدست آمده موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

۱- با توجه به اختلاف الگوی کشت کنونی مورد استفاده و الگوی کشت بهینه، دولت می‌تواند از طریق به‌کارگیری مروجان کشاورزی اقدام به ترویج الگوی بهینه‌ی کشت نماید.

جدول ۳: مقایسه‌ی محدودیت‌های مورد بررسی به‌صورت کلی در دو حالت جاری و بهینه در مناطق مورد مطالعه

منطقه						مدل	
جمع	سردشت	لنگیرات	حومه	دودانگه	نشان	محدودیت	
۴۹۸۵۷	۷۱۷۴	۸۹۴۲	۲۳۴۳۸	۶۶۹۲	۳۶۱۱	جاری	
۵۲۲۸۲	۷۹۰۷	۱۰۸۱۰	۲۱۶۵۶	۷۷۰۲	۴۲۰۷	بهینه	آب (واحد: هزار مترمکعب)
۴/۶۳	۹/۲۷	۱۷/۲۸	-۸/۲۲	۱۳/۱۱	۱۴/۱۶	درصدتغییرات	
۱۵۶۳۴	۴۳۹۸	۲۴۷۰	۴۷۵۶	۳۱۹۷	۸۰۱	جاری	
۱۵۱۵۲	۴۵۲۸	۳۰۲۴	۳۳۹۱	۳۳۴۱	۸۶۷	بهینه	کود (واحد: هزار کیلوگرم)
-۳/۱۱	۲/۸۵	۱۸/۳۲	-۴۰/۲۶	۴/۳۱	۷/۵۷	درصدتغییرات	
۲۵۱	۵۱	۷۲	۷۴	۳۵	۱۸	جاری	
۲۶۶	۵۵	۸۷	۶۶	۳۷	۲۰	بهینه	ساعات بکارگیری ماشین‌آلات (واحد: هزار ساعت)
۵/۷۸	۷/۶	۱۷/۹۱	-۱۲/۷۷	۵/۴۷	۹/۲۷	درصدتغییرات	
۱۷۷	۴۴	۵۶	۴۰	۲۳	۱۲	جاری	
۱۸۴	۴۸	۶۶	۳۰	۲۶	۱۳	بهینه	نیروی کار (واحد: هزار نفر-روز کار)
۳/۷	۷/۲۵	۱۵/۰۷	-۳۳/۹۸	۸/۷	۹/۷۹	درصدتغییرات	
۱۵۰	۳۰	۳۲	۶۲	۲۰	۵/۵	جاری	
۱۶۹	۳۵	۳۸	۶۸	۲۱	۵/۹	بهینه	سم (واحد: هزار لیتر)
۱۰/۹۹	۱۴/۹۲	۱۶/۳۱	۷/۸	۶/۶۲	۶/۵۷	درصدتغییرات	
۲۳۷۶۶۱۹	۵۷۴۲۹۸	۲۴۸۲۷۶	۱۰۷۹۰۱۵	۳۴۳۸۵۰	۱۳۱۱۸۰	جاری	
۲۸۴۲۶۳۹	۷۲۱۶۱۱	۳۱۸۸۷۳	۱۲۰۶۲۸۸	۴۴۱۱۲۲	۱۵۴۷۴۵	بهینه	سود
۱۶/۳۹	۲۰/۴۱	۲۲/۱۳	۱۰/۵۵	۲۲/۰۵	۱۵/۲۲	درصدتغییرات	

۲- سازمان جهاد کشاورزی و ارگان‌های مرتبط با تولید محصولات کشاورزی، با اعمال سیاست‌های حمایتی از قبیل اعطای وام، بیمه‌ی محصولات و خرید تضمینی محصولات کشاورزی مهم این شهرستان، موجب تولید بیش‌تر محصولات کشاورزی گردد.

۳- جهت دستیابی به هدف حداکثرسازی سود، پیشنهاد می‌شود در آینده از برنامه‌ریزی چند هدفه که اهدافی مانند: حداقل‌سازی مصرف آب، حداکثرسازی استفاده از نیروی کار و حداقل‌سازی مصرف کود و سموم شیمیایی در نظر می‌گیرد، به‌کار گرفته شود.

منابع:

اسدپور، ح. و ابادری، ع. ۱۳۹۳. تعیین برنامه‌ی کشت بهینه زراعی بخش لاله آباد شهرستان بابل با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی. فصلنامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه. سال ۲۲. شماره ۸۷. صص ۱۳۷-۱۲۵.

- آشوبگرطوسی، ش.، علیزاده، ا. و تقی‌زاده کاخکی، ح. ۱۳۹۲. بهینه‌سازی الگوی کشت در وضعیت خشکسالی. مطالعه موردی دشت قوچان - شیروان. شماره ۱۰. صص ۲۵-۴۲.
- باقریان، س.ع.، ایرج، ص. و پیکانی، غ.ر. ۱۳۸۶. بهینه‌سازی الگوی کشت در منطقه کازرون با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی. کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران. جلد ۱. شماره ۶.
- بنی‌اسدی، م. و زارع مهرجردی، م.ر. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر الگوی کشت بهینه بر فقر روستایی در بخش ارزویی شهرستان بافت - کرمان. اقتصاد کشاورزی. جلد ۴. شماره ۲. صص ۲۰۹-۱۸۳.
- ترابی، پ.، کاظم‌نژاد، م. و کیانی‌راد، ع. ۱۳۹۲. تعیین الگوی بهینه‌ی کشت محصولات زراعی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی. مطالعه موردی: دشت قزوین. اولین همایش ملی توسعه‌ی پایدار کشاورزی با کاربرد الگوی زراعی. همدان. گروه توسعه‌ی پایدار کشاورزی. صص ۱-۲۲.
- جعفرزاده، ا.، خاشعی سیوکی، ع. و شهیدی، ع. ۱۳۹۵. طراحی یک مدل تصمیم‌گیری چند هدفه به منظور تعیین الگوی کشت بهینه تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم. تحقیقات آب و خاک ایران. دانشگاه تهران. جلد ۴۷. شماره ۴. صص ۸۴۹-۸۵۹.
- حسین‌زاد، ج. نامور، آ.، حیاتی، ب. و پیش‌بهار، ا. ۱۳۹۳. تعیین الگوی کشت محصولات زراعی با تأکید بر کشاورزی پایدار در اراضی زیر سد علویان. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۲۴. شماره ۲. صص ۴۲-۵۴.
- حسینی یکانی، س. ع. و کشری کلانی، ف. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر نوسان قیمت محصولات کشاورزی بر الگوی بهینه، بهره‌برداری محصولات زراعی شهرستان ساری. فصلنامه‌ی اقتصاد کشاورزی. جلد ۱۱. شماره ۲. صص ۷۵-۹۴.
- درگاهی، ش. ۱۳۹۰. تعیین الگوی بهینه‌ی کشت با استفاده از برنامه‌ریزی خطی ساده مطالعه‌ی موردی: استان اردبیل روستای حمیدآباد. اولین همایش تخصصی توسعه کشاورزی استان‌های شمال غرب کشور. مشکین شهر. دانشگاه پیام نور اردبیل. صص ۱۲-۱.
- رستگارپور، ف. و صبوچی، م. ۱۳۸۹. مدل بهینه‌سازی بهره‌برداری از مخزن سد کارده با استفاده از برنامه‌ریزی تصادفی بازه‌ای چند مرحله‌ای. نشریه‌ی آب و فاضلاب. دانشگاه زابل. دوره ۲۱. شماره ۳ (مسلسل ۷۵). صص ۸۸-۹۸.
- سرخدری، ح. و صبوچی، م. ۱۳۹۱. کاربرد برنامه‌ریزی فرا آرمانی در تعیین الگوی بهینه کشت محصولات کشاورزی مطالعه موردی: شهرستان نیشابور. نشریه‌ی اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۶. شماره ۳. صص ۱۵۸-۱۵۰.
- صادقی گوغری، ب. و احمدپور برازجانی، م. ۱۳۹۵. تعیین الگوی بهینه‌ی زراعی با تأکید بر پایداری منابع طبیعی و محیط زیست در منطقه ارزوئیه. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۲۶. شماره ۴. صص ۱۸۵-۱۹۵.
- عبدشاهی، ع. و سلطانی، غ.ر. ۱۳۷۹. بررسی ریسک‌گریزی زارعین با استفاده از مدل‌های تجربی، اقتصادسنجی و برنامه‌ریزی ریسکی. مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۴. شماره ۱. صص ۱۱-۲۳.

کهنسال، م.ر. و فیروز زارع، ع. ۱۳۸۷. تعیین الگوی بهینه کشت همسو با کشاورزی پایدار با استفاده از برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه، مطالعه‌ی موردی استان خراسان شمالی. نشریه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه. جلد ۱۶. شماره ۶۲. صص ۳۱-۱.

کاوند، ح.، سرگزی، ع.ر.، احمدزاده، ص. و صبوچی، م. ۱۳۹۲. تعیین برنامه‌ی زراعی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی. مطالعه‌ی موردی: شهرستان بروجرد. دوره ۱۰. شماره ۱. صص ۶۶-۵۹.

مردانی، م.، سخدری، ح. و صبوچی، م. ۱۳۹۰. کاربرد برنامه‌ریزی چند هدفه و پارامترهای کنترل کننده‌ی میزان محافظه‌کاری در برنامه‌ریزی زراعی مطالعه‌ی موردی: شهرستان مشهد. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. جلد ۳. شماره ۲. صص ۱۸۰-۱۶۳.

نادری مهدیی، ک.، معتقد، م.، شهبازی گیگاسری، ح. و عبدی، ا. ۱۳۹۳. بررسی الگوی کشت بهینه در شهرستان بهار. فصلنامه‌ی علمی_ پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران. دانشگاه بوعلی سینا. سال ۳. شماره ۱۲. صص ۱۸۴-۱۶۷.

نتایج آمارگیری نیروی کار. ۱۳۹۵. مرکز آمار ایران. سازمان برنامه و بودجه‌ی کشور. صص ۷۰-۱.

Filippi, C., Mansini, R., & Stevanato, E. 2017. Mixed integer linear programming models for optimal crop selection. *Computers & Operations Research*, 81, 26-39.

Li, X., Kang, S., Niu, J., Du, T., Tong, L., Li, S., & Ding, R. 2017. Applying uncertain programming model to improve regional farming economic benefits and water productivity. *Agricultural Water Management*, 179, 352-365.

Pal, B.B., & Basu, I. 1996. "Selection Of Appropriate Priority Sstructure For Optimal Land Allocation In Agriculture Planning Though Goal Programming", *Indian Journal of Agricultural Economics*, NO. 51: 342-54.

Romero, C., & Rehman, T. 1993. "Application Of Multiple Criteri Decision Making Method To Farm Palnning", *Agricultural System*, NO. 41(3): 305-319.

Singh, D. K., Jaiswal, C. S., Reddy, K. S., Singh, R. M., & Bhandarkar, D. M. 2001. Optimal cropping pattern in a canal command area. *Agricultural Water Management*, 50(1): 1-8.

Soni, B., Singh, R., & Panda, D. R. 1995. "Optimal Crop For Kansabahal Irrigation Project, Orissa, India", *Processing of Regional Conference of Water Resource Management*.

Zhang, C., & Guo, P. 2017. A generalized fuzzy credibility-constrained linear fractional programming approach for optimal irrigation water allocation under uncertainty. *Journal of Hydrology*, 553: 735-749.