

Determining the Optimal Cropping Pattern of Agricultural Crops with the Objective of Maximizing Gross Profit of Farmers in Behbahan County

pages
75-87

F. Sayban¹, A. Abdeslahi², and M.Mardani³

1. M.Sc. Student in Rural Development, University of Agricultural Sciences and Natural Resources Khuzestan, Mollasani, Iran.
2. Associate Professor, Department of Agricultural Extension and Education, University of Agricultural Sciences and Natural Resources Khuzestan, Mollasani, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Agricultural Extension and Education, University of Agricultural Sciences and Natural Resources Khuzestan, Mollasani, Iran.

*Corresponding author: abdeslahi1349@ramin.ac.ir

Received date: 2025.10.30

Accepted date: 2026.01.31

Abstract

Formulating the cropping pattern of any region has long been one of the main duties of organizations directly or indirectly related to agriculture. In the present study, mathematical programming models were used to determine the optimal cropping pattern of major crops in Behbahan County with the aim of increasing farmers' income. The required data were collected through interviews with agricultural experts of the county's Jihad-e-Agriculture organization in the 2016-2017 crop year, as well as from the Statistical Center of Iran. The studied regions in this research included Sardasht, Langirat, Homeh, Dodangeh, and Tashan, which have different field and horticultural crops depending on the climate and soil type. The proposed model was solved using GAMS software and the Conopt algorithm, which utilizes the generalized simplex method for solving linear problems. The results showed that, with the objective of profit maximization, the total cultivated area and the amount of consumed water in the entire county increased by 2.76% and 4.63%, respectively, under optimal conditions. This county has sufficient water resources for cultivating profitable crops such as tomatoes, watermelons, and sugar beets, and the profit from cultivating these crops in the optimal state increased by 31.58%, 29.93%, and 32.16%, respectively. To achieve the goal of profit maximization, it is recommended to employ multi-objective programming in the future, which considers objectives such as minimizing water consumption, maximizing labor utilization, and minimizing the use of chemical fertilizers and pesticides.

Keywords: Optimal cropping pattern, Profit maximization, Behbahan County.

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

شماره صفحات

۷۵-۸۷

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: abdeslahi1349@ramin.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۰۴

چکیده

تدوین الگوی کشت هر منطقه از دیرباز جزو وظایف اصلی سازمان‌هایی بوده که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با کشاورزی مرتبط هستند. در مطالعه حاضر، برای تعیین الگوی بهینه کشت محصولات عمده 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 ۱۳۹۵-۹۶ 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، به کار گرفته شود.

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

مقدمه

بخش کشاورزی نقش حیاتی در اقتصاد ملی کشور دارد. به‌طوری‌که 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 (Ashoobgar Tousi *et al.*, 2013).

از این رو به‌دلیل اهمیت بخش کشاورزی در اقتصاد کشورهای در حال توسعه، برای پایدار ماندن کشاورزی به‌عنوان یک منبع کسب درآمد و به‌ویژه تولید و تأمین مواد غذایی مورد نیاز، بایستی بر میزان منابع در اختیار کشاورز و عوامل موثر بر تصمیم‌گیری در تخصیص منابع، تأکید شود (Hosseini Yekani and Keshiri Kolaee, 2016). هم‌چنین با توجه به افزایش تولید محصولات کشاورزی، افزایش بهره‌وری و بهره‌برداری مطلوب از منابع کمیاب، الزامی است (Rastegaripour and Sabouhi, 2010).

بهره‌برداری مطلوب از این منابع، افزون بر تأمین تقاضای جامعه به‌عنوان 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 (Sadeghi Goughari and Ahmadpour Barazjani, 2016). یکی از راه‌کارهای مناسب برای افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی، استفاده‌ی بهینه از منابع تولید و به تبع آن، تعیین الگوی بهینه‌ی کشت است (Naderi Mahdi *et al.*, 2014). الگوی بهینه‌ی کشت برنامه‌ای است که با هدف مدیریت بهینه‌ی ترکیب مکانی محصول تدوین شده و با توجه به گستردگی پهنه‌ی 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 (Asadpour and Abazari, 2014; Naderi Mahdi *et al.*, 2014). به‌طور 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 به‌منظور بیشینه کردن سود یا درآمد ناخالص آن واحد است (BaniAsadi and Zare Mehrjerdi, 2010; ; Naderi Mahdi *et al.*, 2014). 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 (Abdeshahi and Soltani, 2000). 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 به‌طوری‌که در الگوی حاصل سطح زیر کشت برخی محصولات افزایش، سطح زیر کشت محصولات دیگر کاهش، ولی نهایتاً سود با افزایش مواجه گردیده است (Mardani *et al.*, 2011; Dargahi, 2011; Kavand *et al.*, 2013; Zhang, 2013; Singh *et al.*, 2001; Torabi *et al.*, 2013). این تکنیک در مطالعات بسیاری از جمله (Jafarzadeh *et al.*, 2016).

and Guo (2017)، Li et al (۲۰۱۷) و Filippi et al (۲۰۱۷)، Pal and Basu (۱۹۹۶)، Romero and Rehman (۱۹۹۳)، Soni et al (۱۹۹۵)، 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 (Statistical Center of Iran, 2016). 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.

Max

رابطه ۱:

$$\text{Profit_V} = \sum_c \sum_r \text{Price}_{cr} \text{Yeild}_{cr} \text{Land_V}_{cr} - \sum_c \sum_r \text{Cost}_{cr} \text{Land_V}_{cr}$$

جدول ۱: مجموعه‌ها، پارامترها و متغیرهای بکار رفته در مطالعه
 Table 1. Sets, parameters, and variables used in the study

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 روز کار در هکتار	$Labor_{c,r}$	تعداد نیروی کار مورد نیاز برای کشت یک هکتار محصول C در منطقه‌ی r
نفر روز کار 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 به‌صورت 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.

$$\sum_c Land_V_{cr} LandSch_{crm} \leq Total\ Land_r \quad \text{رابطه ۲: } \forall_r$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 چغندرکند 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 (Kohansal and Firooz Zare, 2008)، که با استفاده از برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه در استان خراسان شمالی، پژوهش (Sokhdari and Sabouhi, 2012)، استفاده از مدل برنامه‌ریزی فراآرمانی برای تعیین الگوی بهینه کشت محصولات کشاورزی شهرستان نیشابور (Bagherian et al., 2007; Hosseinzad et al., 2014)، 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 مطالعه 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)

Table 2. Cultivated area of agricultural crops in Behbahan County in current and optimal conditions by studied regions (Unit: Hectares)

محصول	مدل	منطقه				
		تشان	دودانگه	حومه	لنگیرات	سردشت
گندم	جاری	۲۱۰۰	۳۵۰۰	۲۸۰۰	۵۰۰۰	۴۲۰۰
	بهینه	۲۲۵۷	۳۳۱۴	۱۰۱۶	۶۰۴۰	۴۵۳۱
	درصدتغییرات	۶/۹۷	-۵/۶۳	-۱۷۵/۵۲	۱۷/۲۲	۷/۳
جو	جاری	۲۵	۰	۰	۸۰۰	۴
	بهینه	۰	۰	۰	۳۱۸	۰
	درصدتغییرات	۰	۰	۰	-۱۵۱/۳۷	۰
کلزا	جاری	۴۰	۷۰۰	۱۰۰۰	۹۰۰	۵۳۵
	بهینه	۶۱	۱۰۶۸	۳۷۴	۱۳۴۲	۲۱۳
	درصدتغییرات	۳۴/۲۸	۳۴/۴۵	-۱۶۷/۶۱	۳۲/۹۱	-۱۵۰/۸۶
کنجد	جاری	۰	۰	۰	۱۰۰۰	۲۵
	بهینه	۰	۰	۰	۱۴۶۷	۳۸
	درصدتغییرات	۰	۰	۰	۳۱/۸۵	۳۴/۶۷
خیار	جاری	۰	۰	۴۳	۰	۰
	بهینه	۰	۰	۶۶	۰	۰
	درصدتغییرات	۰	۰	۳۴/۵۳	۰	۰
گوجه‌فرنگی	جاری	۰	۰	۲۰۰	۰	۱۵۰
	بهینه	۰	۰	۲۸۸	۰	۲۲۲
	درصدتغییرات	۰	۰	۳۰/۶۳	۰	۳۲/۳۴
برنج	جاری	۱۶۰	۰	۱۵۰	۰	۱۰۲
	بهینه	۲۳۱	۰	۲۱۸	۰	۱۵۶
	درصدتغییرات	۳۰/۶۹	۰	۳۱/۱	۰	۳۴/۵۳
یونجه	جاری	۰	۰	۲۳۰۰	۰	۰
	بهینه	۰	۰	۲۱۸۴	۰	۰
	درصدتغییرات	۰	۰	-۵/۳۲	۰	۰
مرکبات	جاری	۰	۰	۰	۰	۳
	بهینه	۰	۰	۰	۰	۴
	درصدتغییرات	۰	۰	۰	۰	۲۵
انگور	جاری	۰	۰	۲۰	۰	۰
	بهینه	۰	۰	۳۰	۰	۰
	درصدتغییرات	۰	۰	۳۳/۱۱	۰	۰
لوبیا	جاری	۰	۰	۰	۰	۸۶
	بهینه	۰	۰	۰	۰	۱۳۱
	درصدتغییرات	۰	۰	۰	۰	۳۴/۴۸
خریزه	جاری	۰	۰	۲۵۰	۰	۶۴
	بهینه	۰	۰	۳۷۴	۰	۹۵
	درصدتغییرات	۰	۰	۳۳/۱۵	۰	۳۲/۷۲

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

Table 2 (Continued). Cultivated area of agricultural crops in Behbahan County in current and optimal conditions by studied regions (Unit: Hectares)

محصول	مدل	جمع	سردشت	لنگیرات	حومه	دودانگه
هندوانه	جاری	۱۲۳۰	۲۳۰	۰	۱۰۰۰	۰
	بهینه	۱۷۴۷	۳۳۴	۰	۱۴۱۳	۰
	درصد تغییرات	۲۹/۵۹	۳۱/۱۵	۰	۲۹/۲۱	۰
ذرت علوفه‌ای	جاری	۴۰۰	۰	۰	۱۰۰	۳۰۰
	بهینه	۵۸۷	۰	۰	۱۵۰	۴۳۷
	درصد تغییرات	۳۱/۸۵	۰	۰	۳۳/۲۴	۳۱/۲۷
چغندر قند	جاری	۳۰۰	۰	۰	۳۰۰	۰
	بهینه	۲۹۵	۰	۰	۲۹۵	۰
	درصد تغییرات	۳۲/۲۰	۰	۰	۳۲/۲۰	۰
باقلا	جاری	۱۵۰	۰	۰	۰	۱۵۰
	بهینه	۲۲۷	۰	۰	۰	۲۲۷
	درصد تغییرات	۳۴	۰	۰	۰	۳۴
خرما	جاری	۱۰۰	۰	۰	۰	۱۰۰
	بهینه	۱۴۱	۰	۰	۰	۱۴۱
	درصد تغییرات	۲۹/۰۷	۰	۰	۰	۲۹/۰۷
پیاز	جاری	۸۰	۰	۰	۰	۰
	بهینه	۸۷	۰	۰	۰	۰
	درصد تغییرات	۸/۰۴	۰	۰	۰	۰
جمع	جاری	۲۸۳۱۷	۵۳۹۹	۷۷۰۰	۸۰۶۳	۴۷۵۰
	بهینه	۲۹۱۲۲	۵۷۲۴	۹۱۶۷	۶۴۰۸	۵۱۸۷
	درصد تغییرات	۲/۷۶	۵/۶۷	۱۶	-۲۵/۸۲	۸/۴۲

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 عمده‌ای 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. به‌طور کلی 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 کنگد 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
Table 3. Comparison of investigated constraints overall in current and optimal conditions in the studied regions

منطقه						مدل
جمع	سردش ت	لنگیرات	حومه	دودانگه	تشان	محدودیت
۴۹۸۵۷	۷۱۷۴	۸۹۴۲	۲۳۴۳۸	۶۶۹۲	۳۶۱۱	جاری
۵۲۲۸۲	۷۹۰۷	۱۰۸۱۰	۲۱۶۵۶	۷۷۰۲	۴۲۰۷	بهینه
۴/۶۳	۹/۲۷	۱۷/۲۸	-۸/۲۲	۱۳/۱۱	۱۴/۱۶	درصدتغییرات
۱۵۶۲۴	۴۳۹۸	۲۴۷۰	۴۷۵۶	۳۱۹۷	۸۰۱	جاری
۱۵۱۵۲	۴۵۲۸	۳۰۲۴	۳۳۹۱	۳۳۴۱	۸۶۷	بهینه
-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
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
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
۱۰/۹۹	۱۴/۹۲	۱۶/۲۱	۷/۸	۶/۶۲	۶/۵۷	درصدتغییرات
۲۳۷۶۶۱۹	۵۷۴۲۹۸	۲۴۸۲۷۶	۱۰۷۹۰۱۵	۳۴۳۸۵۰	۱۳۱۱۸	جاری
۲۸۴۲۶۳	۷۲۱۶۱۱	۳۱۸۸۷۳	۱۲۰۶۲۸۸	۴۴۱۱۲۲	۱۵۴۷۴	بهینه
۹	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

Asadpour, H., & Abazari, A. (2014). Determining the optimal agricultural cropping pattern of Laleh Abad district in Babol County using goal linear programming model. *Agricultural Economics and Development Quarterly*, 22(87), 125-137. [In Persian]

Ashoobgar Tousi, Sh., Alizadeh, A., & Taghizadeh Kakhki, H. (2013). Optimizing the cropping pattern under drought conditions (Case study: Quchan-Shirvan plain). (10), 25-42. [In Persian]

Abdeshahi, A., & Soltani, Gh. R. (2000). Investigating farmers' risk aversion using empirical, econometric, and risk programming models. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 4(1), 11-23. [In Persian]

Bagherian, S. A., Iraj, S., & Pikani, Gh. R. (2007). Optimizing the cropping pattern in Kazerun region using linear programming method. *Iranian Agricultural Economics Conference*, 1(6). [In Persian]

Bani Asadi, M., & Zare Mehrjerdi, M. R. (2010). Investigating the effect of optimal cropping pattern on rural poverty in Arzuiyeh district of Baft County, Kerman. *Agricultural Economics*, 4(2), 183-209. [In Persian]

Dargahi, Sh. (2011). Determining the optimal cropping pattern using simple linear programming (Case study: Hamidabad village, Ardabil Province). *The First Specialized Conference on Agricultural Development of Northwestern Provinces*, Meshkin Shahr, 1-12. [In Persian]

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

Hosseinzad, J., Namvar, A., Hayati, B., & Pishbahar, E. (2014). Determining the cropping pattern of field crops with an emphasis on sustainable agriculture in the lands downstream of Alavian Dam. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 24(2), 42-54. [In Persian]

Hosseini Yekani, S. A., & Keshiri Kolaei, F. (2016). Investigating the effect of agricultural product price fluctuations on the optimal pattern and exploitation of field crops in Sari County. *Agricultural Economics Quarterly*, 11(2), 75-94. [In Persian]

Jafarzadeh, A., Khashei-Sivaki, A., & Shahidi, A. (2016). Designing a multi-objective decision-making model to determine the optimal cropping pattern under the influence of climate change. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 47(4), 849-859. [In Persian]

Kohansal, M. R., & Firooz Zare, A. (2008). Determining the optimal cropping pattern aligned with sustainable agriculture using fractional fuzzy programming with multiple objectives (Case study: North Khorasan Province). *Agricultural Economics and Development*, 16(62), 1-31. [In Persian]

Kavand, H., Sargazi, A. R., Ahmadzadeh, S., & Sabouhi, M. (2013). Determining the cropping pattern using mathematical programming model (Case study: Borujerd County). 10(1), 59-66. [In Persian]

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.

Mardani, M., Sokhdari, H., & Sabouhi, M. (2011). Application of multi-objective programming and control parameters of conservatism degree in agricultural planning (Case study: Mashhad County). *Agricultural Economics Research*, 3(2), 163-180. [In Persian]

Naderi Mahdi, K., Motaghd, M., Shahbazi Gigasari, H., & Abdi, A. (2014). Investigating the optimal cropping pattern in Bahar County. *Iranian Journal of Applied Economic Studies*, 3(12), 167-184. [In Persian]

Pal, B.B., & Basu, I. (1996). "Selection Of Appropriate Priority Sstruture 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.

Rastegaripour, F., & Sabouhi, M. (2010). Optimization model for Kardeh dam reservoir operation using multi-stage interval stochastic programming. *Water and Wastewater Journal*, 21(3), 88-98. [In Persian]

Sokhdari, H., & Sabouhi, M. (2012). Application of meta-goal programming in determining the optimal cropping pattern of agricultural products (Case study: Neyshabur County). *Journal of Agricultural Economics and Development*, 26(3), 150-158. [In Persian]

Statistical Center of Iran. (2016). Labor Force Survey Results. Plan and Budget Organization of the country, 1-70. [In Persian]

Sadeghi Goughari, B., & Ahmadpour Barazjani, M. (2016). Determining the optimal cropping pattern with an emphasis on the sustainability of natural resources and the environment in Arzuieh region. *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, 26(4), 185-195. [In Persian]

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*.

Torabi, P., Kazemnejad, M., & Kianirad, A. (2013). Determining the optimal cropping pattern of field crops using fuzzy goal programming model (Case study: Qazvin plain). *The First National Conference on Sustainable Agricultural Development with Cropping Pattern Application*, Hamedan, 1-22. [In Persian]

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