



ISSN 2345 - 5012

Available online at: www.waterdevelop.com

Vol. (II)- No. (01)- SN. (04)- (Special Issue) Spring 2014
15th Article- P. 155- 167

IBWRD

International Bulletin of
Water Resources & Development

Determining the Economic Value of Water in Agricultural Inputs and Recommending an Optimal Cropping Pattern: A Case Study of Golpayegan Plain, Northwestern Isfahan Province, Iran

Hajar Qobadi Nia^{1*}, Mohammad Javad Mohaqeq Nia², Mahdi Qobadi Nia³

¹ Department of Management, University of Tehran, Qom, Iran

² Department of Economic, Tabatabai University, Tehran, Iran (mmnia1400@gmail.com)

³ Department of Water Engineering, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran (mahdi.ghobadi@gmail.com)

*Corresponding Author (h.ghobadinia@ut.ac.ir)

Article History	Received: 23 March 2014	Reviewed: 02 April 2014
Revised(1): 04 April 2014	Accepted: 10 April 2014	Published: 14 April 2014
Revised(2): 09 April 2014		

Abstract

Due to water crisis, it is essential to find new ways to increase water use efficiency for achieving the economic benefits. Thus, for determining the optimal cropping pattern, considering water cost should be taken into consideration. In this study, the optimal cropping pattern has been compared to the current cropping pattern in the irrigated fields of Golpayegan network. Considering the main crops and their related area, the cost of agricultural inputs and final price of crops was consequently calculated in 2011-2012 (the farming year). The final price of water (m³) in irrigation and drainage network was extracted from the data represented by Ministry of Power. Then, the cropping pattern was optimized by Lingo 11 and Excel software. Considering both economic value of water in agriculture sector and users' power for purchasing water, the results of this study indicated that the receiving price of 1500 Rials per cubic meter is suitable in 2012.

Keywords: Economic Value of Water, Optimum Cropping Patterns, Golpayegan Dam

تعیین ارزش اقتصادی آب در نهاده‌های کشاورزی و پیشنهاد الگوی کشت بهینه، مطالعه موردی:

دشت گلپایگان، شمال غرب استان اصفهان

هاجر قبادی نیا^۱، محمدجواد محقق نیا^۲، مهدی قبادی نیا^۳

^۱گروه مدیریت، دانشگاه تهران (پردیس فارابی)، قم، ایران، نگارنده رابط (h.ghobadinia@ut.ac.ir)

^۲گروه اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران (mmnia1400@gmail.com)

^۳گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران (mahdi.ghobadi@gmail.com)

تاریخ داوری: ۱۳۹۳/۰۱/۱۳	تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۰۳	تاریخچه انتشار مقاله
تاریخ انتشار: ۱۳۹۳/۰۱/۲۵	تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۱/۲۱	تاریخ اصلاح (۱): ۱۳۹۳/۰۱/۱۵
		تاریخ اصلاح (۲): ۱۳۹۳/۰۱/۲۰

چکیده

با توجه به کمبود منابع آب، یافتن راهکارهایی برای مصرف بهینه آب، با توجه به مزایای اقتصادی، ضروری است. از جمله این راهکارها تعیین الگوی کشت بهینه زراعی متناسب با قیمت اقتصادی آب می‌باشد. در این راستا پژوهش حاضر به بررسی الگوی کشت بهینه کشاورزی و مقایسه آن با کشت متداول در شبکه تحت پوشش سد گلپایگان پرداخته است. با بررسی کشت غالب محصولات و سطح زیر کشت آن‌ها در شبکه گلپایگان، قیمت نهاده‌های کشاورزی و در نهایت قیمت فروش محصولات در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ محاسبه شد؛ همچنین قیمت تمام شده هر مترمکعب آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی طبق محاسبات وزارت نیرو استخراج گردید. سپس با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و Lingo 11

محاسبات مربوط به بهینه‌سازی الگوی کشت صورت پذیرفت. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در نظر گرفتن توأمان ارزش اقتصادی آب در تولید بخش کشاورزی و قدرت پرداخت آب‌بها توسط بهره‌برداران، راهکارهای مناسبی را برای تعیین الگوی کشت بهینه متناسب با ارزش اقتصادی آب و سوددهی تولیدات کشاورزی ایجاد می‌نماید. بر این اساس در پژوهش پیش رو، به منظور در نظر گرفتن ارزش اقتصادی آب در تولید بخش کشاورزی متناسب با الگوی کشت بهینه، دریافت بهای ۱۵۰۰ ریال از بهره‌برداران گزینه مناسبی تشخیص داده شده است.

واژه‌های کلیدی: ارزش اقتصادی آب، الگوی کشت بهینه، شبکه گلیاگان

۱. مقدمه

حدود ۹۲٪ از تقاضای آب در ایران به بخش کشاورزی اختصاص دارد. استفاده از آب به عنوان نهاده، با توسعه اقتصادی افزایش پیدا می‌کند و سهم آب به عنوان یک ماده حیاتی برای شرب کاهش می‌یابد. گفتنی است در کنفرانس ریو در سال ۱۹۹۲ سران کشورهای صنعتی با توجه به همین ویژگی آب، آن را یک کالای اقتصادی خواندند. موضوع اقتصادی آب به قدری اهمیت دارد که یکی از چهار توصیه‌ای که در کنفرانس جهانی آب در سال ۱۹۹۲ در شهر دوبلین (ایرلند) مطرح شد این بود که آب یک کالای اقتصادی است و بر قایل شدن ارزش اقتصادی برای آن در همه جنبه‌های مصرفی‌اش تأکید شد (حبیبی، ۱۳۹۱).

روند فزاینده جمعیت و به دنبال آن افزایش نیازهای غذایی، باعث بالا رفتن تقاضا برای غذا و محصولات کشاورزی شده است؛ با این وجود بخش کشاورزی نیز همواره با کمبود نسبی و نارسایی نهاده‌های مورد نیاز خود مواجه است. بنابراین دستیابی به بیشینه سود با توجه به امکانات موجود و قابل دسترسی در زمینه کشاورزی اهمیت فراوانی در همه اعصار داشته است. یکی از عوامل مهم و تعیین کننده در کسب حداکثر سود اقتصادی، برنامه‌ریزی جهت چگونگی، انتخاب نوع و ترکیب کشت محصولات در منطقه با در نظر گرفتن کلیه عوامل اقلیمی، جغرافیایی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی است. با توجه به جمعیت روبه رشد جهان، تولید محصولات کشاورزی را باید افزایش داد. به این مهم از طریق افزایش سطح زیر کشت و یا افزایش تولید در واحد سطح می‌توان دست یافت (Mirkarimi et al., 2013; Sharma et al., 2007).

با توجه به منابع محدود آب؛ چه از نظر کمیت و چه از نظر کیفیت که نه تنها در مناطق خشک و نیمه خشک، بلکه در مناطقی دارای بارندگی فراوان نیز مشاهده می‌شود

(Postel, 2000)، نیاز فوری به استفاده مؤثر از منابع آب جهت افزایش بهره‌وری آب زراعی احساس می‌گردد (Capra et al., 2008). علاوه بر این میزان آب آبیاری برای هر محصول وابسته به استراتژی برنامه‌ریزی آبیاری همان محصول است. (Wample and Smithyman, 2013). همچنین بهینه‌سازی هزینه‌ها تحت ورودی‌های مختلف، کنترل نهاده‌های کشاورزی برای استفاده بهتر از آبیاری، زهکشی، حاصل خیزی و مدیریت آب از موضوع‌های چالش برانگیز مورد بررسی محققان می‌باشد (Banshari et al., 2012). به عقیده تامسون و جانسون^۱ (۲۰۱۲)، ارزش واقعی آب در تولید محصولات کشاورزی به کمک سهم ظرفیت تولیدی محصولات تعیین می‌شود.

در رابطه با موضوع مورد بحث در این مقاله محققان داخلی و خارجی بسیاری تحقیقاتی گسترده به انجام رسانده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. میرزائی و همکاران (۱۳۸۳)، مطالعاتی در زمینه تخصیص بهینه آب و الگوهای کشت در دشت تچن و تجزیه و تحلیل با توجه به تغییر در درآمدهای انتظاری محصولات کشاورزی و افزایش قیمت‌های آب انجام دادند. چیدری و همکاران (۱۳۸۴)، در مطالعه خود بر روی اراضی سد بارزو در شیروان با رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی به منظور دستیابی به بهینه‌سازی روند تولیدات کشاورزی و تعیین ارزش اقتصادی آب اقدام نمودند. ترکمانی و عبدالهی (۱۳۸۴)، در مطالعه‌ای بر روی باغ‌های پسته در شهرستان رفسنجان با رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی؛ حداکثرسازی سود، حداقل‌سازی بهره‌برداری از منابع آب و حداکثرسازی سطح زیر کشت را هدف قرار دادند. کرامت‌زاده و همکاران (۱۳۸۵) برای تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی از تکنیک برنامه‌ریزی خطی در اراضی سد

1. Thompson and Johnson

دسترسی به هر هدف را به طور جداگانه محاسبه نمودند. شارما^۶ و همکاران (۲۰۰۷)، دست‌یابی به حداکثرسازی سود، استفاده از ماشین‌آلات، نیروی کار و مصرف آب در هر فصل را با استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی و فازی^۷ مورد بررسی قرار دادند. سینگ^۸ (۲۰۰۷)، در مطالعه خود به منظور ارائه ابزاری جهت بهبود کارایی مصرف آب کشاورزی گجرات هند، ادعا نمود که شکاف بزرگی بین قیمت و ارزش اقتصادی آب آبیاری وجود دارد. این بدان معنی است که برای افزایش قیمت آب نیاز است تا عرضه و تقاضای آب با هم متعادل شوند که خود کاهش رفاه زارعین را به همراه دارد. مدلین آزرورا^۸ و همکاران (۲۰۱۰)، با بررسی اثر تجمیع در برآورد ارزش آب کشاورزی در شمال مکزیک به چهار سناریو تغییرات تکنولوژیکی، آب و هوایی، تغییرات در قیمت کالاهای کشاورزی و هزینه‌های آب کشاورزی پاسخ دادند.

طبق نظر محققان، هدف از قیمت‌گذاری آب؛ در کشورهای توسعه یافته، اغلب برای تخصیص منابع کمیاب بین بخش‌های مختلف می‌باشد؛ در حالی که در کشورهای کم‌تر توسعه یافته به ویژه کشورهای آسیایی برای جبران هزینه‌ها است که در بیش‌تر این کشورها به خصوص جنوب آسیا، قیمت‌گذاری آب حتی به هدف جبران هزینه‌ها هم نرسیده است (چیدری و قاسمی، ۱۳۷۸). در ایران نیز محدودیت منابع آب، عدم برنامه‌ریزی آبیاری و استفاده نامطلوب و غیراقتصادی از آب، عامل اصلی محدودکننده توسعه کشاورزی و افزایش تولیدات غذایی است (اکبری و همکاران، ۱۳۸۸).

به طور کلی مصرف آب در بخش کشاورزی به عواملی چون نوع سیستم آبیاری، میزان آب قابل دسترس، الگوی کشت و مقدار زمین مناسب کشت بستگی دارد. تعیین الگوی کشت بهینه در هر منطقه متناسب با میزان آب قابل دسترس در آن منطقه نه تنها یکی از روش‌های مدیریتی در مصرف آب می‌باشد، بلکه منجر به افزایش سود اقتصادی محصولات نیز می‌گردد. با توجه به توضیحات ارائه شده، هدف‌گذاری این پژوهش برای دست‌یابی به بهترین ترکیب محصولات زراعی

بارزو شیروان استفاده نمودند. حسین‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه خود به برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید گندم و پیاز عمده زراعی دشت مراغه- بناب اقدام نمودند. رستگاری‌پور و صبوچی (۱۳۸۸)، با استفاده از برنامه‌ریزی فازی خاکستری در بخش مرکزی شهرستان قوچان الگوی کشت را ارائه نمودند. کرامت‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) جهت تعیین الگوی کشت بهینه و تخمین معادله تقاضای آب مطالعه‌ای بر روی اراضی سد دره بجنورد انجام دادند. محمدی و همکاران (۱۳۹۱) در شهرستان مرودشت به بررسی اهدافی چون کاهش مصرف آب با رهیافت بهینه‌سازی چندهدفه غیرخطی فازی پرداختند. فتحی و زیبایی (۱۳۹۱)، با مطالعه‌ای در دشت فیروزآباد استان فارس و با بهره‌گیری از روش برنامه‌ریزی آرمانی در جهت مدیریت پایدار منابع آب زیرزمینی، میزان انحراف از آرمان‌های کاهش در مصرف آب و رسیدن به سود ایده‌آل با وزن‌های مختلف را به دست آوردند.

سینگ^۱ و همکاران (۲۰۰۱)، در مطالعه‌ای روی اراضی زیر یک کانال آبیاری در هند از مدل برنامه‌ریزی خطی استفاده کردند تا الگوی بهینه کشت را با هدف حداکثر کردن درآمد خالص در منطقه، در سطوح مختلف آب قابل دسترس برآورد نمایند. وارد^۲ و همکاران (۲۰۰۲)، در مطالعه‌ای با عنوان "ارزش اقتصادی آب در کشاورزی" در دانشگاه ایالتی نیومکزیکو آمریکا اظهار داشتند که اطلاعات ارزش اقتصادی آب، تصمیم‌گیران را قادر می‌سازد تا از آب استفاده‌ای بهینه بنمایند. سرینیواسا راجو و نقش کومار^۳ (۲۰۰۴)، با استفاده از الگوریتم ژنتیک^۴ (GA) به بررسی برنامه‌ریزی آبیاری در کشور هندوستان در جهت به حداکثر رساندن منافع حاصل از پروژه‌های آبیاری در تکمیل الگوی کشت کارآمد پرداختند. زوی و خان^۵ (۲۰۰۵)، هدف مصرف آب را به اهداف اقتصادی خود شامل حداکثرسازی سود ناخالص و حداقل کردن هزینه متغیر اضافه نمودند و با وزن‌های مختلف، درجه

1. Singh
2. Ward
3. Srinivasa Raju and Nagesh Kumar
4. Genetic Algorithms
5. Xevi and Khan

6. Sharma
7. Fuzzy Goal Programming
8. Medellin-Azuara

منطقه با در نظر گرفتن ارزش اقتصادی آب از دو دیدگاه عرضه کننده و بهره‌بردار برای دست‌یابی به حداکثر سود و تخصیص بهینه این محصولات در منابع پایه کمیاب می‌باشد.

۲. منطقه مورد مطالعه

مطالعه حاضر روی حوضه رودخانه مرکزی، دشت دریاچه نمک و دشت گلپایگان انجام گرفته است. منطقه مورد نظر، اراضی تحت پوشش سد خاکی گلپایگان و شبکه آبیاری این سد می‌باشد. این سد در ۲۰ کیلومتری جنوب غربی گلپایگان واقع بر رودخانه گلپایگان (قمرود) واقع شده و دارای مختصات $5^{\circ} 13' 13''$ طول شرقی و $24^{\circ} 24' 33''$ عرض شمالی است.

۳. مواد و روش‌ها

با توجه به این که هدف از پژوهش حاضر برآورد ارزش اقتصادی آب از دید عرضه کننده و بهره‌بردار و متناسب با آن تخمین الگوی کشت بهینه محصولات کشاورزی است؛ برای دست‌یابی به آن، سه مرحله برنامه‌ریزی و طی شد. در دو مرحله اول قیمت تمام شده آب، آب‌بهای دریافتی و نیز هزینه‌ها و فواید مالی کشت محصولات کشاورزی بررسی و در مرحله سوم با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی؛ نمونه‌ای از الگوی کشت بهینه در منطقه گلپایگان ارائه گردید.

۱.۳. محاسبه قیمت تمام شده آب و آب‌بهای دریافتی

طبق محاسبات شرکت آب منطقه‌ای تهران (۱۳۸۸)، هزینه تمام شده هر مترمکعب آب با فرض تأمین و تنظیم ۱۸۱ میلیون مترمکعب آب از سر شاخه‌های دز به قمرود پای سد کوچری در حداقل و حداکثر نرخ بهره‌تزیل در نظر گرفته شده توسط کارشناسان (۶ و ۱۲)، ۱۵۱۷ و ۳۴۹۹ ریال محاسبه شده است. قابل ذکر است هزینه تمام شده هر مترمکعب آب رابطه مستقیم با نرخ بهره‌تزیل دارد؛ به طوری که با افزایش نرخ بهره‌تزیل، هزینه تمام شده هر مترمکعب آب افزایش می‌یابد. همچنین هزینه یک مترمکعب آب، نشان‌دهنده قیمت تمام شده واحد آب با در نظر گرفتن هزینه‌های تأمین آن بعد از سد کوچری می‌باشد. منابع تأمین آب در منطقه گلپایگان، دو منبع آب سطحی (سد گلپایگان و سد کوچری) و آب زیرزمینی (عموماً چاه‌های عمیق) هستند. سد مخزنی گلپایگان (حجم مخزن ۲۲ میلیون مترمکعب) که حدود ۵۰ سال از عمر مفید آن می‌گذرد، تنها نیاز اراضی کشاورزی پایین دست خود را تأمین می‌نماید. سد مخزنی کوچری (حجم مخزن ۲۰۷ میلیون مترمکعب) از منابع تأمین نیاز شرب، کشاورزی و صنعت می‌باشد و در فاصله حدود ۸ کیلومتری جنوب غربی گلپایگان در نزدیکی روستای کوچری واقع شده است. طی مطالعات صورت گرفته توسط مشاور مهتاب قدس، نیاز آب شرب منطقه مورد مطالعه برابر با ۱۸۰ میلیون مترمکعب است که کمبود تأمین شرب و کمبود تأمین کشاورزی از سد کوچری به ترتیب مساوی با ۸/۹ و ۱۶/۳ درصد خواهد بود. بیلان سد کوچری که دارای تراز نرمال ۱۹۳۰ متر از سطح دریا است، در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱. بیلان سد کوچری (با نیاز شرب ۱۸۰ میلیون مترمکعب در سال)، مأخذ: اطلاعات تحقیق.

نام سد	تراز نرمال	حجم ذخیره	حجم مفید	ورودی	تنظیم شرب	تنظیم کشاورزی	تنظیم اضافه زیست محیطی	سرریز	تبخیر
	m	MCM	MCM	MCM	MCM	MCM	MCM	MCM	MCM
کوچری	۱۹۳۰	۲۰۷/۳	۱۹۹/۷	۳۰۴/۶	۱۶۴	۵۰/۶	۳۲/۶	۶۲/۸	۹/۷

که در شرایط احداث سد کوچری، این نیاز از پایین دست سد کوچری، برداشت خواهد شد.

بر اساس اعلام شرکت بهره‌بردار شبکه گلپایگان، نیاز اراضی کشاورزی حقا به بر نهر هارون و کانال بتنی، در سال ۸۶ معادل با ارقام ارائه شده در جدول (۲) بوده است. لازم به ذکر است

جدول ۲. توزیع ماهانه نیاز کشاورزی سد گلپایگان در سال ۱۳۸۶ (میلیون مترمکعب)، مأخذ: اطلاعات تحقیق.

نام رودخانه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
قمرود	۵/۱۱	۳/۰۳	۰	۰	۰	۰	۰	۶/۵	۱۲/۸۳	۱۰/۶	۱۱/۵۱	۱۰/۷۷	۶۰/۳۵

همچنین مطابق اطلاعات به دست آمده توسط محققین نیاز (۳) است.

اراضی کشاورزی طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ به شرح جدول

جدول ۳. توزیع ماهانه نیاز کشاورزی سد گلپایگان طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۲ (میلیون مترمکعب)، مأخذ: اطلاعات تحقیق.

سال	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	سالانه
۱۳۸۹-۱۳۹۰	۰/۶۳	۰	۰	۰	۰	۰	۱/۵	۵	۵/۵	۵/۵	۵	۳	۲۶/۱۳
۱۳۹۰-۱۳۹۱	۰	۰/۳۲۳	۰	۰	۰	۰	۷/۲	۷	۷	۷	۷	۳/۵	۳۹/۰۲۳
۱۳۹۱-۱۳۹۲	۳	۱/۵	۰	۰	۰	۰	۴	۴	۱۱/۵	۹	۹/۵	۴/۵	۴۷

در جدول (۴) میزان مصرف آب در شبکه‌های آب‌رسانی به

مزارع و آب‌بهای دریافتی طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲

جدول ۴. میزان مصرف آب و آب‌بها به ازای هر مترمکعب، مأخذ: اطلاعات تحقیق.

	۱۳۸۹		۱۳۹۰		۱۳۹۱		۱۳۹۲ (۶ ماه اول سال)	
	آب مصرفی (میلیون مترمکعب)	آب‌بها	آب مصرفی (میلیون مترمکعب)	آب‌بها	آب مصرفی (میلیون مترمکعب)	آب‌بها	آب مصرفی (میلیون مترمکعب)	آب‌بها
حقابه	۱۲/۶۵	۳۳	۷/۳۷	۳۷	۹/۴۲	۴۴	۱۱/۷۷	۵۳
مازاد	۱۶/۳۲	۵۰	۱۱/۷۰	۵۶	۱۶/۲۵	۶۷	۱۸/۴۶	۸۰
چاه	۵/۶۴	۱۱۰	۶/۶۲	۱۴۰	۷/۲۲	۱۷۰	۴/۵۵	۲۰۰
تلفات	۴/۱۷		۱/۸۷		۵/۶		۵/۹۲	

مهاجرت معکوس، هزینه‌های تحمیلی بر دولت و بخش خصوصی در صورت عدم اجرای طرح استفاده گردد.

۲.۳. محصولات عمده زراعی در منطقه گلپایگان

برای تعیین الگوی بهینه کشت از نظر صرفه اقتصادی آب، محصولات عمده زراعی منطقه و همچنین هزینه‌های تولید آن مورد بررسی قرار گرفت. این محصولات عبارتند از: گندم، جو، یونجه، ذرت علوفه‌ای و سیب‌زمینی. قیمت فروش محصولات زراعی منطقه گلپایگان در جدول (۵) ارائه شده است.

قابل ذکر است که روش پژوهش گران در این پژوهش جهت برآورد آب‌بهای هر مترمکعب آب مصرفی بر اساس هزینه‌های متغیر سالانه می‌باشد. چرا که وارد کردن هزینه‌های سرمایه‌گذاری احداث سد و کانال‌های آبیاری در تخمین آب‌بها نه تنها تخمین واقعی از آن نخواهد بود؛ بلکه سرشکن نمودن این هزینه‌ها در بهای آب مصرفی معیار واقعی از فایده‌های کسب شده نیز نیست. بنابراین پیشنهاد می‌شود جهت دستیابی به هزینه و فایده‌های طرح‌های آب‌رسانی از معیارهایی چون درآمدهای دولتی دیگر مانند مالیات و بیمه، میزان اشتغال‌زایی‌های مستقیم و غیرمستقیم طرح، فواید

جدول ۵. میانگین قیمت فروش محصولات در سال ۹۱-۱۳۹۰، مأخذ: اطلاعات تحقیق.

محصول	واحد	بهای واحد (ریال)
گندم	کیلوگرم	۴۲۰۰
جو	کیلوگرم	۴۶۰۰
یونجه	کیلوگرم	۵۴۰۷
ذرت علوفه‌ای	کیلوگرم	۹۰۶
سیبزمینی	کیلوگرم	۱۸۳۶

همچنین مطابق با آخرین آمار منتشر شده توسط مرکز آمار وزارت جهاد کشاورزی، هزینه‌های مصرف آب در هر هکتار

جدول ۶. متوسط هزینه آب در یک هکتار (واحد: ۱۰ اریال)، مأخذ: مرکز آمار و فناوری اطلاعات-وزارت جهاد کشاورزی.

محصول	منطقه	قنات	چشمه	رودخانه	چاه عمیق	چاه نیمه عمیق	چاه سطحی	چاه آرتزین	سد (کانال)	پروکه (استخر)	سایر	مختلط
گندم آبی	اصفهان	۳۰۹۷۲۲	۱۲۶۴۹۶	۷۳۹۴۵	۳۳۹۶۵۰	۱۹۵۴۶۹	۱۱۲۵۵۹	۰	۶۴۸۱۰	۱۱۴۷۶۵	۱۲۰۲۹۹	۱۷۴۷۳۸
	کل کشور	۱۵۶۰۵۰	۴۳۴۴۱	۵۵۴۸۸	۱۷۰۹۷۰	۱۳۵۰۸۸	۷۹۵۵۶	۶۰۰۰۰	۵۱۰۸۱	۴۴۷۰۵	۱۰۷۸۵۲	۱۱۳۹۹۶
جو آبی	اصفهان	۲۳۳۹۰۵	۶۶۳۰۴	۸۶۹۸۲	۱۹۷۸۴۹	۲۱۷۰۲۷	۱۶۹۷۱۶	۰	۰	۱۰۴۸۵۱	۴۰۰۰۰۰	۲۴۸۵۶۷
	کل کشور	۱۵۵۷۹۶	۷۸۴۴۹	۴۹۵۵۳	۱۷۳۹۳۹	۱۱۲۶۰۶	۶۵۶۲۱	۲۰۰۰۰	۵۰۶۴۳	۸۶۹۳۳	۹۳۹۷۷	۱۴۸۷۷۶
سیبزمینی آبی	اصفهان	۳۷۸۸۳	۱۷۴۳۰۴	۳۸۱۶۵۲	۵۲۰۰۱۸	۳۱۴۵۶۶	۰	۰	۰	۰	۰	۵۰۱۷۲۰
	کل کشور	۱۸۹۶۷۲	۱۳۳۸۲۶	۳۵۵۰۲۷	۳۱۴۶۷۱	۲۶۷۸۰۴	۱۹۶۰۶۸	۰	۱۴۶۷۳	۵۱۷۵۳	۲۲۸۵۳۳	۲۶۸۷۹۵

ماهای مختلف سال و سطح زیر کشت سالانه، کم‌ترین فاصله محدودیت‌های ذکر شده تا شرایط بهینه به دست آمد. در نتیجه در پژوهش حاضر از تابع هدف آرمانی که در اینجا عدد آرمانی نامیده می‌شود و به صورت رابطه (۱) تعریف می‌گردد، استفاده شد:

$$\text{Min}(Z) = w_1 d_1^+ + w_2 d_2^- \quad (1)$$

در این رابطه، w وزن مربوط به هر یک از اهداف (در این جا با توجه به اهمیت ارزش آب وزن بیش تری به آن اختصاص داده می‌شود، بنابراین برای میزان آب مصرفی ضریب، $۰/۶$ و برای سود ضریب $۰/۴$ در نظر گرفته شده است)، d_1^+ انحراف نامطلوب از هدف آب مصرفی (مثبت؛ به خاطر این که مقدار بیش تر از مصرف بهینه، نامطلوب است) و d_2^- انحراف نامطلوب از هدف سود (منفی؛ به خاطر این که مقدار کم تر از مقدار بهینه، نامطلوب است) می‌باشد. توابع محدودیت آرمانی نیز به صورت رابطه‌های (۲) و (۳) تعریف می‌شوند:

$$\sum_{i=1}^n TW_i X_i + d_1^+ - d_1^- = TW \quad (2)$$

۳.۳. بهینه‌یابی اقتصادی الگوی کشت

برنامه‌ریزی خطی ساده یکی از روش‌هایی است که از دیرباز در مدیریت واحدهای کشاورزی مورد استفاده قرار گرفته است؛ ولی به دلیل نیاز به اطلاعات و داده‌های دقیق در بسیاری از تصمیم‌گیری‌های دنیای واقعی نتایج قابل قبولی ارائه نمی‌دهد. توجه به این موضوع در بخش کشاورزی به دلیل وجود شرایط ریسک و عدم حتمیت بیش تر نسبت به سایر بخش‌های اقتصادی، اهمیت بسیاری دارد. به عبارت دیگر، در جهان واقعی بسیاری از اطلاعات ناشناخته هستند. این اطلاعات غیر دقیق و مبهم معمولاً توسط اعداد قطعی بیان می‌شوند که در راستای توجه و در نظر گرفتن عدم حتمیت، اقدامی نادرست محسوب می‌شود (رستگاری پور و صبوحی، ۱۳۸۸). بنابراین در پژوهش حاضر برای تعیین الگوی کشت بهینه از نظر اقتصادی و دستیابی به آرمان آب مصرفی و سود، از برنامه‌ریزی چندهدفه آرمانی^۱ وزنی با اعمال قیدهای محدودیت آب و سطح زیر کشت استفاده شد. به عبارتی دیگر، با در نظر گرفتن حالت مطلوب در حجم آب مصرفی

با وجود تحولات زیادی که در مدیریت منابع آب کشورهای توسعه یافته ایجاد شده است، هنوز فشارهای زیادی در ارتباط با شرایط اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی وجود دارد که مؤسسات عام‌المنفعه و شرکت‌های مشاوره‌ای را ملزم به سرعت بخشیدن بیش‌تر در تحولات مزبور می‌کند. با این حال در خصوص توانایی مدیریت مشارکتی آبیاری و توقعاتی که از کشاورزان می‌رود ترندهای زیادی وجود دارد (کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۷: ۷۳). سیاست‌های قیمت‌گذاری آب معمولاً بر پایه افزایش تولید مواد غذایی است و به همین دلیل نرخ آب‌بهای دریافتی از کشاورزان بسیار کم‌تر از هزینه‌های تأمین و انتقال آب می‌باشد. انتخاب این خط‌مشی منجر به حفاظت کمی و کیفی از آب نخواهد شد. در برخی از کشورهای آسیایی؛ دولت‌ها هزینه‌های آبیاری را ۴ تا ۵ درصد درآمد خالص کشاورزان از تولید محصول خود تعیین کرده‌اند. لازمه تأمین کامل هزینه خدمات آب در کشاورزی، اختصاص حدود ۵ درصد (به‌طور متوسط) از درآمدهای مزرعه است و تأمین چنین هزینه‌ای برای کشاورز قابل تحمل است (Brewer, 1997)؛ به نقل از کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۷: ۷۵). اجرای این خط‌مشی نیز برآورد دقیق و صحیح درآمدهای کشاورزان و همکاری ایشان را می‌طلبد. از طرفی ممکن است انگیزه لازم برای بهبود روش‌های کشت و افزایش عملکرد تولید محصول در واحد سطح و کنترل هزینه‌ها را به ایشان ندهد. فروش و اجاره آزاد آب مورد نیاز کشاورز که در هند و پاکستان متداول می‌باشد نیز ممکن است باعث سودجویی ناروا از کشاورزان شود. همچنین مدیریت شبکه‌های آبیاری یا قسمت‌هایی از این شبکه‌ها، هزینه‌های آبیاری کشاورزان را به طور غیرقابل اجتناب افزایش می‌دهد (کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳۸۷: ۷۶-۷۷). بنابراین تعیین آب‌بها نیاز به مطالعات گسترده‌ای دارد که هم بتوان درآمدها و هزینه‌های مربوط به آب را به بهترین صورت ممکن کنترل و مدیریت نمود و هم انگیزه کافی جهت مصرف بهینه آب را در کشاورزان ایجاد کرد.

$$\sum_{i=1}^n (P_i Y_i - TVC_i - C_w TW_i) X_i + d_2^+ - d_2^- = \pi \quad (3)$$

TW کل آب مصرفی برای کشت یک هکتار محصول i در طول فصل زراعی و X_i سطح زیر کشت محصول i است. d^+ انحراف منفی و d^+ انحراف مثبت از آرمان، TVC_i هزینه‌های متغیر حاصل از کشت محصول i ، C_w هزینه استحصال هر متر مکعب آب، P_i قیمت محصول i ، Y_i عملکرد محصول i و π سود ناخالص آرمانی می‌باشد. توابع محدودیت آب و زمین نیز به صورت رابطه‌های (۴) و (۵) تعریف می‌شوند:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m I_{ij} X_i \leq W_j \quad (4) \text{ محدودیت آب:}$$

$$\sum_{i=1}^n X_i \leq A \quad (5) \text{ محدودیت زمین:}$$

I_{ij} نیاز آبی محصول i در ماه j ، W_j میزان آب قابل دسترس در ماه j و A کل سطح زیر کشت در حوضه دریاچه نمک و دشت گلپایگان است که برابر با ۷۰۰۰ هکتار می‌باشد.

۴. یافته‌ها و بحث

چالشی که پژوهش‌گران و کارشناسان آب و اقتصاد را به سمت مطالعه جنبه‌های مالی مدیریت آب سوق می‌دهد، اهمیت آب در تأمین نیازهای شرب و کشاورزی و همچنین ارزش اقتصادی این منبع مهم در رفع نیازهای جامعه است. چرا که یافتن راهکارهایی جهت بهینه نمودن مصرف این ماده حیاتی بخش نه تنها بار اقتصادی که بر دولت و بهره‌برداران تحمیل می‌گردد را در سطح مطلوب حفظ خواهد نمود، بلکه در جهت حفظ منابع آب برای نسل‌های آتی نیز ثمربخش است. از طرفی در تمام دوره‌ها بهره‌برداران با وفور آب روبه‌رو نخواهند بود؛ هم‌چنان که طی چند سال اخیر کاهش شدید آب و محدودیت‌هایی جهت دسترسی به آن وجود داشته است. یافتن راهکارهای مناسب فنی و اقتصادی به خصوص در شرایط مواجهه با بحران کمبود آب؛ راهنمایی خواهد بود برای دسترسی آسان‌تر و پاسخ‌گویی به نیازهای حیاتی تمامی افرادی که دغدغه تأمین آب را چه در زمان بحران و چه در زمان وفور دارند.

بررسی قرار گرفت و عمل کرد تولید آن‌ها محاسبه شد. سپس با توجه به هزینه‌های تولید و میزان عمل کرد محصولات، قیمت تمام شده هر محصول برآورد گردید. تفکیک اقلام مهم هزینه‌های تولید محصولات زراعی منطقه گلپایگان در جدول (۷) ارائه شده است.

بر اساس هدف پژوهش حاضر که با توجه به خشک‌سالی‌های اخیر و نیز کمیاب بودن فاکتور اصلی تولیدات گیاهی یعنی "آب" و "زمین" تعیین شده و یافتن الگویی برای بهینه‌سازی مصرف آب نسبت به نیاز گیاهان و سطح زیر کشت آن‌ها در منطقه گلپایگان می‌باشد، سطوح زیر کشت و تولید محصولات عمده منطقه در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ مورد

جدول ۷. تفکیک اقلام مهم هزینه‌های تولید زراعی (سال ۹۱-۱۳۹۰)، مأخذ: اطلاعات تحقیق.

محصولات عمده	درصد سطح کاشت فعلی	سر مایه گذاری‌های اولیه	اجاره ماشین آلات	مواد و مصالح مصرفی			نیروی انسانی	سایر هزینه‌ها	جمع هزینه‌ها	جمع هزینه‌ها بدون احتساب آب	عمل کرد (کیلوگرم بر هکتار)	هزینه تمام شده هر تن بدون آب‌ها
				کود و سموم شیمیایی	بذر	آب						
گندم	۱۱/۷٪		۲,۰۸۰	۱,۰۶۰	۹۵۰	۱,۸۰۰	۲,۰۰۰	۲,۵۰۱	۱۰,۳۹۱	۸,۵۹۱	۴,۰۰۰	۲,۱۴۸
جو	۱۹/۵٪		۲,۰۸۰	۱,۳۰۰	۷۴۸	۱,۴۰۰	۲,۰۰۰	۲,۶۰۱	۱۰,۱۲۹	۸,۷۲۹	۳,۸۰۰	۲,۲۹۷
یونجه	۱۹/۵٪	۱۶,۲۹۱	۶,۲۴۰	۳۸۳	-	۳,۶۰۰	۸,۰۰۰	۹۱۱	۲۲,۳۹۲	۱۸,۷۹۲	۱۱,۰۰۰	۱,۷۰۸
ذرت علوفه‌ای	۳/۵٪		۱,۸۰۰	۷۲۰	۲۷۰	۲,۹۰۰	۱,۵۰۰	۱,۲۰۰	۸,۳۹۰	۵,۴۹۰	۵۳,۰۰۰	۱۰۴
سیب‌زمینی	۰/۶٪		۴,۸۰۰	۹,۶۰۰	۲۱,۰۰۰	۳,۰۰۰	۹,۲۰۰	۹,۳۴۵	۵۶,۹۴۵	۵۳,۹۴۵	۲۳,۰۰۰	۲,۳۴۵
واحد ارقام: هزار ریال												
* بذر یونجه از هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه می‌باشد.												

است. این برنامه‌ریزی مقایسه‌ای است بین سطوح بهینه زیر کشت با توجه به سودهای حاصل از قیمت‌های متفاوت آب در مبالغی که از کشاورز دریافت می‌شود و ارزش اقتصادی آب با توجه به مقادیر محاسبه شده توسط آب منطقه‌ای.

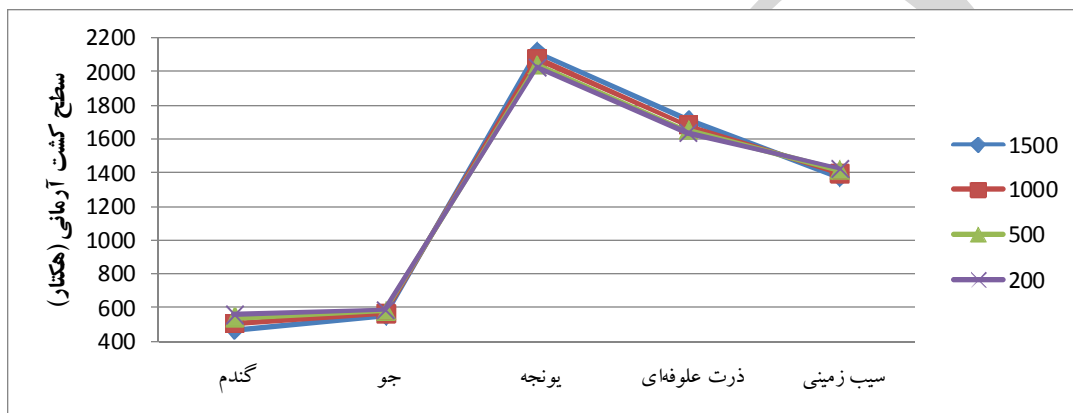
بنابراین با توجه به قیمت‌های محاسبه شده و متوسط آب‌بهای دریافتی در چهار مبلغ ۲۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ ریال سطح زیر کشت بهینه توسط نرم‌افزارهای Lingo11 و Excel محاسبه شد. نتایج مدل برنامه‌ریزی آرمانی در جدول (۸) ارائه گردیده

جدول ۸. سطوح بهینه زیر کشت با احتساب سودهای ناخالص در قیمت‌های متفاوت آب.

سطح محاسبه شده توسط نرم افزارهای Excel و Lingo11				شوح
۲۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۱۵۰۰	قیمت آب (ریال / متر مکعب)
۵۵۷	۵۳۹	۵۰۵	۴۶۴	گندم (هکتار)
۵۸۶	۵۷۹	۵۶۵	۵۴۸	جو (هکتار)
۲۰۲۱	۲۰۳۸	۲۰۷۲	۲۱۱۳	یونجه (هکتار)
۱۶۳۲	۱۶۴۷	۱۶۷۷	۱۷۱۲	ذرت علوفه‌ای (هکتار)
۱۴۲۱	۱۴۱۱	۱۳۹۳	۱۳۷۰	سیب‌زمینی (هکتار)
۶۲۱۷	۶۲۱۵	۶۲۱۲	۶۲۰۸	مجموع زمین کشت شده (هکتار)
۲۶۹,۵۹۳	۲۵۷,۶۵۴	۲۳۷,۸۹۵	۲۱۸,۳۵۸	سود ناخالص کل (میلیون ریال)
۴۰۴,۸۰۵	۳۸۷,۵۲۲	۳۵۸,۷۱۷	۳۲۹,۹۱۲	سود هدف (میلیون ریال)
۴۲/۸۲۳	۴۲/۸۹۱	۴۳/۰۲۱	۴۳/۱۷۹	مصرف آب (میلیون متر مکعب)
۵۴,۰۸۵	۵۱,۹۴۷	۴۸,۳۲۹	۴۴,۶۲۲	عدد آرمانی (بدون بعد)

تفاوت زیاد عدد آرمانی تا عدد صفر یا نقطه انطباق تابع آرمانی بر تابع هدف، می‌تواند به فاصله زیاد شرایط فعلی تا محقق شدن مطلوب‌ترین توازن بین ارزش اقتصادی آب و سوددهی تولیدات کشاورزی اشاره نمود. همچنین نتایج تحلیلی تابع آرمانی مورد نظر در شکل‌های (۱) تا (۵) ارائه گردیده است. شکل (۱) سطح کشت آرمانی محصولات در قیمت‌های مختلف آب‌بها را نمایش می‌دهد.

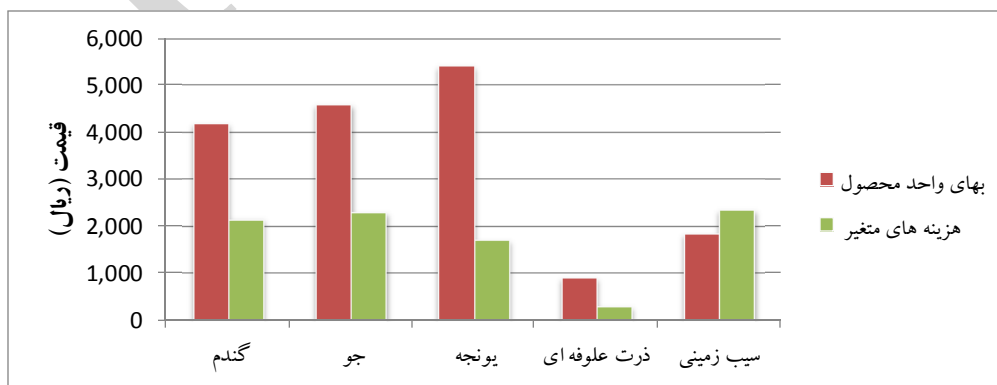
مطابق مدل پیشنهادی هر چه عدد آرمانی کوچک‌تر باشد به نتیجه مطلوب که توازنی بین مصرف کم‌تر آب و قابلیت سوددهی بیش‌تر محصولات می‌باشد، نزدیک‌تر خواهیم شد. بهترین و مطلوب‌ترین حالت، زمانی است که عدد آرمانی صفر شود. در این حالت تابع آرمانی بر تابع هدف منطبق خواهد شد. بنابراین همان‌گونه که از جدول (۸) مشخص است، دریافت آب‌بهای مصرفی هر متر مکعب آب در مبلغ ۱۵۰۰ ریال به عدد آرمانی کم‌تری منتج می‌شود. از علل



شکل ۱. سطح کشت آرمانی محصولات در قیمت‌های مختلف آب‌بها.

روند افزایشی خواهند داشت. با بررسی قیمت فروش و هزینه‌های متغیر محصولات مطابق شکل (۲) مشاهده می‌گردد که تفاوت بین بهای فروش محصول یونجه نسبت به هزینه‌های متغیر آن بیش از سایر محصولات است. ذرت علوفه‌ای و سیب زمینی نیز در بین سایر محصولات کم‌ترین تفاوت میان بهای فروش و هزینه‌های متغیر را به تصویر می‌کشند.

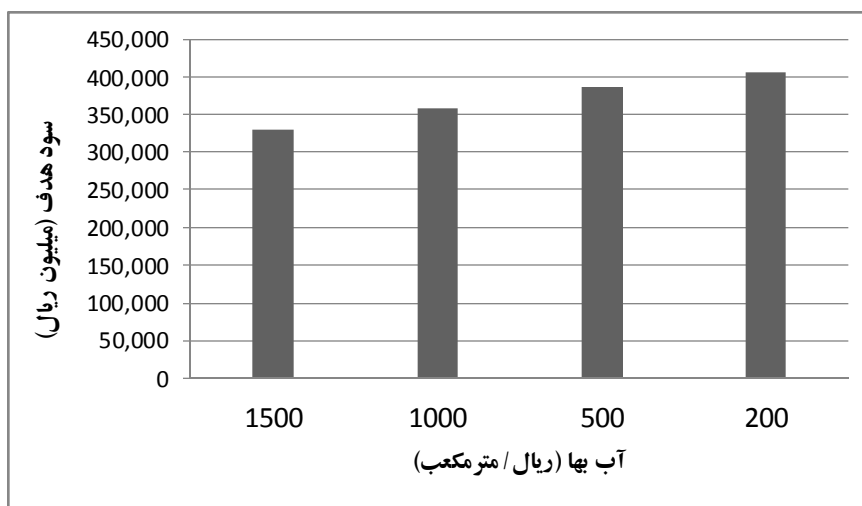
همان‌گونه که از شکل (۱) مشخص است، سطح کشت آرمانی محصول یونجه در رتبه اول و گندم در رتبه پنجم قرار دارد. سایر محصولات یعنی ذرت علوفه‌ای، سیب زمینی و جو نیز به ترتیب بین این دو طیف قرار می‌گیرند. بانگاهی اجمالی به جدول (۸) و شکل (۱) مشخص می‌شود که با افزایش آب‌بها سطح کشت آرمانی محصولات گندم، جو و سیب زمینی روند کاهشی و محصولات یونجه و ذرت علوفه‌ای



شکل ۲. مقایسه بین هزینه‌ها و قیمت‌های فروش محصولات.

مشخص است؛ بیش‌ترین سطح سود در آب‌بهای ۲۰۰ ریال حاصل خواهد شد.

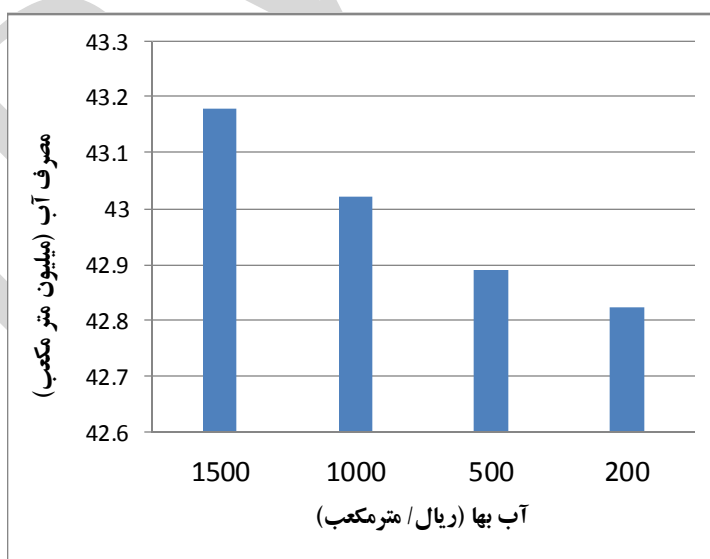
در شکل (۳) سود هدف تابع آرمانی در سطوح مختلف آب‌بها نمایش داده شده است. همان‌گونه که در این شکل



شکل ۳. سود هدف در قیمت‌های مختلف آب‌بها.

مشخص است؛ مصرف آب این محصول بیش از سایر محصولات بوده است، همچنین با افزایش آب‌بها، سطح زیر کشت این محصول نیز روند افزایشی خواهد داشت. این مهم در شکل (۴) نمایش داده شده است.

برخلاف انتظار محققین بیش‌ترین مصرف آب در آب‌بهای ۱۵۰۰ ریال تحقق خواهد پذیرفت. از دلایل این موضوع می‌توان به نسبت بیش‌تر سطح کشت محصول یونجه در مقایسه با سایر سطوح کشت این محصول در آب‌بهای طیف پایین‌تر اشاره نمود. زیرا همان‌گونه که از جداول (۷) و (۸)



شکل ۴. مصرف آب در قیمت‌های مختلف آب‌بها.

کوچک‌ترین عدد آرمانی که مطلوب می‌باشد در آب‌بهای ۱۵۰۰ ریال حاصل خواهد گشت.

شکل (۵) برآوردی است از عدد آرمانی نسبت به سطوح مختلف آب‌بها در این پژوهش. بر مبنای این شکل،



شکل ۵. عدد آرمانی در قیمت‌های مختلف آب بها.

در بلندمدت علاوه بر افزایش راندمان، باعث کاهش مصرف آب می‌شود و تأثیر مطلوبی بر افزایش تولیدات کشاورزی، مقابله با بحران خشک‌سالی و کم‌آبی خواهد داشت و منجر به اقتصادی و سودآور بودن فعالیت مقدس ایشان خواهد شد. از آن‌جا که توسعه مدیریت منابع آب نیازمند وجود شرایط، ارتباطات و استراتژی‌های مدیریتی است، توصیه می‌شود که مدیران و سازمان‌های دخیل در تأمین آب، راهکارهای کاربردی ذیل را مدنظر قرار دهند:

۱- زمینه مناسب جهت ورود بهره‌برداران و کشاورزان در تصمیم‌گیری‌های مربوط به تأمین آب فراهم آورند تا در نتیجه آن امکان مصرف بهینه آب فراهم شود و به تبع آن، دستیابی به روش‌ها و شیوه‌های کاربردی مصرف آب در تمام دوره‌های ترسالی و خشک‌سالی و در نتیجه اهداف کلان کشور عزیز ایران امکان‌پذیر گردد.

۲- یک سلسله فعالیت‌ها اعم از بهره‌برداری و نگهداری سیستم‌ها و شبکه‌های آبیاری، تدابیر مربوط به کنترل سیلاب‌ها، زهکشی و تصفیه آب، حفاظت و کنترل کمی و کیفی آب به بخش خصوصی واگذار شود.

۳- انجمن‌ها و کارگروه‌های تخصصی آب متشکل از مدیران و کارشناسان آب فعال در بخش‌های دولتی و خصوصی،

همان‌طور که قبلاً ذکر گردید سود هدف و مصرف آب دو تابع آرمانی مدنظر در این مطالعه می‌باشند. همچنین با توجه به تحلیل‌های صورت گرفته و مطابق با شکل‌های مختلف نمایش داده شده در این پژوهش، سود هدف در آب‌بهای ۲۰۰ ریال بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده است. از نظر مطلوبیت مصرف آب نیز در آب‌بهای ۲۰۰ ریال کم‌ترین میزان مصرف آب با توجه به سطوح کشت آرمانی پیش‌بینی می‌شود. بنابراین متناسب با ضرایب ۰/۴ برای تابع سود و ۰/۶ برای مصرف آب که نشان‌دهنده اهمیت بیش‌تر مصرف آب نسبت به کسب سود است و مطابق با تحلیل‌های صورت گرفته، عدد آرمانی مطلوب‌تر در بین گزینه‌های مدنظر برای آب‌بها برابر با ۱۵۰۰ ریال تعیین می‌شود. البته قابل ذکر است که ضرایب پیشنهادی محققین با توجه به اهمیت دو تابع سود و مصرف آب قابل تغییر است.

۵. نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اهمیت ارزش اقتصادی آب به حدی است که مصرف نامناسب و غیربهینه آن گاهی منجر به غیرقابل توجیه بودن کشت محصولات کشاورزی می‌شود. بهره‌برداران عزیز همواره باید این موضوع را مدنظر قرار دهند که استفاده از روش‌های نوین آبیاری گرچه ممکن است در کوتاه‌مدت هزینه‌های زیادی به ایشان تحمیل کند؛ اما

ترکمانی، ج. و عبدالهی عزت‌آبادی، م. (۱۳۸۴) کاربرد برنامه‌ریزی مصالحه‌ای در مدیریت منابع کمیاب: مطالعه موردی منابع آب زیرزمینی در شهرستان رفسنجان، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۳۹(۳)، ۴۳-۵۴.

چیدری، ا. شرزهای، غ. کرامت‌زاده، ع. (۱۳۸۴) تعیین ارزش اقتصادی آب با رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی (مطالعه موردی: سد بارزو شیروان)، مجله تحقیقات اقتصادی، ۷۱(۳۹)، ۳۹-۶۶.

چیدری، ا. و قاسمی، ع. (۱۳۷۸) کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۲۸، ۶۱-۷۶.

حیبی، م. ح. (۱۳۹۱) اقتصاد آب و تأثیر آن بر مصرف بهینه آب، سایت شرکت آب و فاضلاب خراسان رضوی.

حسین‌زاده، ج. سلامی، ح. و صدر، س. ک. (۱۳۸۶) برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید انعطاف‌پذیر (مطالعه موردی: دشت مراغه- بناب)، دانش کشاورزی، ۱۷(۲)، ۱-۱۴.

رستگاری پور، ف. و صبوچی، م. (۱۳۸۸) تعیین الگوی کشت با استفاده از برنامه‌ریزی فازی خاکستری، مطالعه موردی شهرستان قوچان، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۴۸)، ۴۰۵-۴۱۳.

شرکت آب منطقه‌ای تهران (۱۳۸۸) طرح انتقال آب از سرشاخه‌های حوضه آبریز دز به رودخانه قمرود، مطالعات مرحله دوم، گزارش ارزیابی اقتصادی.

فتحی، ف. و زیبایی، م. (۱۳۹۱) تعیین الگوی کشت، استراتژی و روش آبیاری بهینه در جهت پایداری منابع آب با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی، تحقیقات منابع آب/ایران، ۱۸(۱)، ۱۰-۱۹.

کرامت‌زاده، ع. چیدری، ا. و شرزهای، غ. (۱۳۹۰) نقش بازار آب در تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با رهیافت برنامه‌ریزی اثباتی (PMP) (مطالعه موردی: اراضی پایین دست سد شیرین‌دره بجنورد)، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۲-۱(۴۲)، ۲۹-۴۴.

کرامت‌زاده، ع. چیدری، ا. و میرزایی، ا. (۱۳۸۵) تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از مدل الگوی کشت بهینه تلفیق زراعت و باغداری، مطالعه موردی سد بارزو شیروان، اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۳۵(۵۴)، ۳۵-۶۰.

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران (۱۳۷۸) جنبه‌های مالی مدیریت آب، ترجمه و تدوین: کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، گروه کار و توسعه و مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، (۳۳).

بهره‌برداران، کشاورزان و افراد ذی‌نفع در بهره‌برداری از منابع آب بومی هر منطقه تشکیل شود.

۴- امر آموزش و توانمندسازی بهره‌برداران و تجهیز ایشان به دانش روز را در اولویت قرار دهند.

۵- از تکنولوژی روز استفاده و از طرح‌ها و ایده‌های نو استقبال نمایند.

از آن‌جا که پژوهش حاضر متناسب با دشت گلپایگان و برای سال زراعی ۹۰-۹۱ صورت گرفته است و شرایط آب و هوایی، خشک‌سالی و ترسالی، قیمت نهاده‌ها و مترمکعب آب در سایر زمان‌ها و دیگر مناطق کشور با منطقه مورد مطالعه در این پژوهش، تفاوت دارد؛ در تعمیم نتایج به دست آمده به سایر نواحی کشور باید جانب احتیاط را حفظ نمود.

سیاسگزاری

بدین وسیله نگارندگان تشکر و قدردانی خود را از حمایت‌های دلسوزانه مسؤولان و متخصصین در زمینه بهینه نمودن مصرف آب و تلاش‌های بی‌دریغ کارشناسان و تمام افرادی که دغدغه رفع تیاژ تأمین آب شرب و کشاورزی را دارند تا پژوهش‌های لازم در این زمینه به نتیجه مطلوب برسد، ابراز می‌دارند. بی‌شک این مهم انگیزه‌ای خواهد بود برای پیشرفت و بهبود اهداف کلان مدیریتی منابع آب. محققین در انجام این پروژه به منظور کسب اطلاعات از حمایت و راهنمایی‌های کارشناسان سازمان‌های آب منطقه‌ای استان‌های تهران، اصفهان و شهرستان گلپایگان، جهاد کشاورزی استان اصفهان و همچنین مهندسین مشاور مهتاب قدس و مهر آب سپاهان بهره‌جسته‌اند و مراتب قدردانی خود از این عزیزان را اعلام می‌دارند.

منابع

اکبری، م.، دهقانی سانج، ح. و میرلطیفی، س. م. (۱۳۸۸) تأثیر برنامه‌ریزی آبیاری بر بهره‌وری آب در کشاورزی (مطالعه موردی: شبکه آبخش اصفهان)، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۳(۱)، ۶۹-۷۹.

بایگانه اطلاع‌رسانی وزارت نیرو، نرخ گذاری آب.

- Thompson, C. L. & Johnson, B. B. (2012) The Value of Water In Agriculture Land Markets: The Nebraska Case, *Journal of the Asfma*, 75(1), 20-28, Available online at <http://www.asfma.org/journal-2012>.
- Wample, R. L. & Smithyman, R. (2013) Regulated Deficit Irrigation as a Water Management Strategy in Vitis Vinifera Production, *Natural Resources Management and Environment Department FAO*.
- Ward, F. A. & Michelsen, A. (2002) The economic value of water in agriculture: concepts and policy applications, *Water Policy*, 4, 423-446.
- Xevi, E. & Khan, S. (2005) A multi objective Optimization Approach to Water Management, *Journal of Environmental Management*, 77, 269-277.
- محمدی، ح. بوستانی، ف. و کنیل‌زاده، ف. (۱۳۹۱) تعیین الگوی کشت بهینه با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی چندهدفه غیرخطی فازی: مطالعه موردی، نشریه آب و فاضلاب، (۴)، ۴۳-۵۵.
- میرزائی، ا. کوپاهی، م. و کرامت‌زاده، ع. (۱۳۸۳) اثر استراتژی‌های قیمتی آب بر تخصیص آب آبیاری (مطالعه موردی: دشت تچن استان مازندران).
- وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۰) هزینه تولید محصولات کشاورزی سال زراعی ۱۳۸۷-۸۸ جلد سوم: نتایج محصولات عمده به تفکیک استان، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی.
- Banshari, R., Mishra, E. R., Prasad, B. & Mangaraj, B. K. (2012) Fuzzy Logic Based Simulation for Modeling of Sustainable Marketing Policy for Modern Rice Mills in Odisha, *International Journal of Supply Chain Management*, 1(3), 34-42, Available online at <http://ojs.excelingtech.co.uk/index.php/IJSCM/article/view/633>.
- Capra, A., Consoli, S. & Scicolone, B. (2008). Water Management Strategies Under Deficit Irrigation, *Journal of Agricultural Engineering*, 4, 27-34.
- Medellin-Azuara J., Harou, J. J. & Howitt, R. E. (2010) Estimating Economic Value of Agricultural Water Under Changing Conditions and the Effects of Spatial Aggregation, *Science of the Total Environment*, 408(23), 5639-5648.
- Mirkarimi, S. H., Joolaie, R., Eshraghi, F. & Shirani Bid Abadi, F. (2013) Application of Fuzzy Goal Programming in Cropping Pattern Management of Selected Crops in Mazandaran Province (Case Study Amol Township), *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6(15), 1062-1067, Available online at www.ijagcs.com.
- Postel, S. (2000) Entering an Era of Water Scarcity, the Challenges Ahead, *Ecological Applications*, 10, 941-948.
- Sharma, D. K., Jana, R. K. & Gaur, A. (2007) Fuzzy Goal Programming for Agricultural Land Allocation Problems, *Yugoslav Journal of Operations Research*, 17, 31-42.
- 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, 1-8.
- Singh, K. (2007) Rational Pricing of Water as an Instrument of Improving Water Use Efficiency in the Agricultural Sector: A Case Study in Gujarat, India, *International Journal of Water Resources Development*, 23, 679-690.
- Srinivasa, R. K. & Nagesh Kumar, D. (2004) Irrigation Planning using Genetic Algorithms, *Water Resources Management*, 18, 163-176, Available online at <http://link.springer.com/article/10.1023/B:WARM>.