

Effect of Water Market Development and Improvement of Irrigation Technology on Farmers' Cropping Pattern and Income (Hashtgerd Plain, Alborz Province)

MOHAMMAD HASAN MOBASHERI¹, SEYED ALI HOSEINI YEKANI²,
HAMID AMIRNEJAD³

1, PhD student, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Engineering, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

2, Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Engineering, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

3, Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Engineering, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran

(Received: Jun. 14, 2019 - Accepted: Jul. 20, 2019)

ABSTRACT

Creating water market as an economic solution on one hand, and simultaneously using modern irrigation techniques as a technical solution, in addition to adapting to the existing dehydration conditions, can optimize the pattern of farming and sale of water saved in the market and ultimately lead to increased farm income. The results showed that due to the launch of the water market in the region and the increase in the price of irrigation water from 10 to 100 percent, the level of all of the Hashtgerd plain is lower than the base year, and the changes in the pattern of cultivation after the simulation. The acceptance of Hashtgerd plain farmers is different in applying the water price increase scenarios for different products. Also, despite the water market and the increase in the price of irrigation water from 10 to 100 percent, it reduces water consumption in the fields of selected products of Hashtgerd plain. By increasing the price of irrigation water, the volume of water consumed for all products of the pattern decreases. The results showed that, following the launch of the water market and rising water prices, at levels of this increase, farmers are moving toward improving irrigation technology and reducing their yields and incomes. However, to some extent, rising water prices, improving irrigation technology with considering the high cost of investing in such systems, they will not justify them, and in this area they resist the change in irrigation system and do the traditional irrigation, but in the range of rising water prices, the tendency towards changing the irrigation method is more modern and the traditional irrigation decreases. The limited water resources will not increase. Overall, the results showed that the effect of the increase in water prices in the conditions of the launch of the water market in 7 scenarios (10, 20, 30, 40, 60, 80 and 100%), as well as the effect of improving the technology of irrigation method in two scenarios (20% of new methods and 80% of the traditional irrigation method (40% of the new methods and 60% of the traditional irrigation method), and after a combined assessment in 56 states, at best, an increase of revenue of 194.14 million rials will be achieved in the region.

JEL Classification: C6, C61

Keywords: Water market, Positive Mathematical Programming (PMP), Improvement of irrigation technology, Irrigation efficiency, Hashtgerd Plain

Introduction

Among all natural resources, freshwater is one of the main sources that should be given special attention. In general, the water crisis has been seriously underestimated for less than five years, and in this short period there have been many efforts to find ways to cope with the problem in the near future, demonstrating the importance of the issue globally. (Nikoei & Najafi, 2009)

Water resources in Iran are also one of the main factors limiting the development of economic activity in the coming decades. Markets are among the tools that have been overlooked by policymakers and planners in the area of water resources allocation, despite their longstanding role in allocating resources and goods. However, the recent escalation of water scarcity in most parts of the world has led to the application of this policy tool. Therefore, due to the importance of this issue, this paper investigates the impact of water market creation on water resource allocation and crop pattern optimization as well as the impact of these changes and the use of new irrigation methods on farmers' interests in Hashtgerd plain of Alborz province.

Research Methodology

In this paper, we have adapted to the mathematical modeling of watermarks using a mathematical programming method to estimate the water function.

For the purposes of the research, the data required for this study include the major crops in the region, including wheat, barley, alfalfa, forage maize, cucumber, and tomato, for the 2016–17 crop year, which included crop yields, three-fold water. Water resources are available, below 1, cold, water requirement and 1 product medium. The statistical population of the study consisted of Hashtgerd plain farmers in Alborz province by stratified sampling method and were classified according to farmers' cultivation area. The required data of this research were interviewed and used by farmers and water and agriculture managers through a descriptive study. He was a senior official at the Jihad Agricultural Organization and the Alborz Regional Water Company. The GAMS software package was also used to estimate and analyze the results.

Results and discussion

In this section, the results of water resource management policies (water market and improvement of irrigation technology) and their effects on selected crop pattern, amount of agricultural production, water resources available to farmers and gross return on crop pattern. Selected crops were analyzed and evaluated. In Hashtgerd plain, crop cultivation area was 10,452 hectares in 2016-17. Wheat, barley, chickpea, beans, onions, tomatoes, vegetables, cucumbers, alfalfa, and forage crops are planted in the area, accounting for more than 91 percent of the area's cultivated land per year. Barley, tomatoes, cucumbers, alfalfa, chickpeas and corn. Therefore, in the present study, these products have been investigated.

The results of the income effects from the launch of the water market and the improvement of irrigation methods for the Hashtgerd plain as well as the changes in gross profit of the plain agricultural sector in different scenarios of rising water prices in the market and the irrigation method scenarios are presented in Tables (6) and (7).

Table 6: Income effects of water market launch and improvement of irrigation in Hashtgerd plain simultaneously in different scenarios
(Figures in million rials)

Income impacts of improved technology of irrigation in Hashtgerd plain								The income effects of the launch of the water market and the rise in hashtag prices							Description
60% of traditional cultivation and 40% modern				80% of the area under traditional cultivation and 20% modern				100	80	60	40	30	20	10	
12	9	7	3	12	9	7	3								
86796	84689	83337	80352	74043	72853	72029	70130	5158	4385	3519	2531	1980	1382	724	Price growth percentage
								8326	6644	5088	3627	2829	2164	1327	Losses caused by changing the cultivation pattern
86796	84689	83337	89352	74043	72853	72029	70130	3168	2259	1569	1096	849	782	603	Revenue from the sale of water saved
															جمع

References: Research findings

According to Table 6, with the 100% increase in the price of water in the Hashtgerd Plain, ultimately the revenue from the sale of saved water will also increase to 3168 million Rials. In addition, irrigation technology improvement scenarios will increase farmers' income in both cases.

Table (7) Summary of Hashtgerd Plain Agricultural Gross Profit Changes in Different Situations of Market Price Increase and Irrigation Scenarios
(Figures in Million Rials)

60% of the area under traditional cultivation and 40% modern				80% of the area under traditional cultivation and 20% modern				Combine irrigation method
12	9	7	3	12	9	7	3	
								Water quality growth percentage
11629	9522	8170	5185	(1124)	(2314)	(3138)	(5037)	10
11808	9701	8349	5364	(945)	(2135)	(2959)	(4858)	20
11875	9768	8416	5431	(878)	(2068)	(2892)	(4791)	30
12122	10015	8663	5678	(631)	(1821)	(2645)	(4544)	40
12595	10488	9136	6151	(158)	(1348)	(2172)	(4071)	60
13285	11178	9826	6841	532	(658)	(1482)	(3381)	80
14194	12087	10735	7750	1441	251	(573)	(2472)	100

References: Research findings

Conclusions and Suggestions

As shown in Table 7, in the second combination of irrigation methods (60% traditional and 40% modern), the gross profit will increase at a price when the farmer saves water and sells it in the water market, but in the first case the combined method Irrigation, only in three scenarios, will increase the gross profit of the farmer in the case of water prices, which will lead to losses, not

enter market conditions and have no incentive to save water to sell it in the water market and would prefer to farm with all the water available.

In general, based on the results of the planning model presented in this research, the following suggestions are presented:

1. The results showed that the launch of the water market leads to water reallocation and optimization of the existing cropping pattern in the region, so it is recommended that this policy be used as an effective tool for sustainability of water resources in the hashtag plain.

2 - Integrated agricultural policies will have a more effective impact on water consumption, so it is recommended that launching a water market in one area does not lead to reduced yields in that area, while conditions for improved irrigation technology are integrated. Provided in the study area. The one-time policy of launching a water market may reduce the tendency of farmers to cultivate crops in the region.

3. Since the volume of water to be harvested is constant in accordance with the permit for operation of underground water wells, therefore, it is recommended to launch water market in each region before preventing water overload due to its increasing market price. All water wells shall be required to install smart water meters in accordance with Article 12 of the Fair Water Distribution Act.

4. The most important results obtained in this study were the reduction of gross yields of Hashtgerd plain farmers due to rising water prices in the market and the increase of gross yields with improved irrigation technology. Therefore, the use of grants and low-interest or unprofitable grants by agricultural authorities and managers to support hectare farmers in implementing these policies can help sustain the cultivation of selected crops and the dynamics of agricultural activities in the Hashtgerd area. Therefore, technology improvement policies will offset the reduction in revenue from rising irrigation prices.

5. The results of the present study showed that the launch of the water market and the improvement of irrigation technology led to a decrease in alfalfa hay cultivation in the selected Hashtgerd plain agronomic pattern. Given the high potential of the Hashtgerd area for light and heavy cattle production and the need for forage for livestock breeders, it is recommended to include a suitable substitute for this crop due to the significant reduction of alfalfa cultivation area in the region under policy conditions. Promoting the cultivation of crops such as barley or clover that are less sensitive to the policies of the sustainable water management sector is recommended.

بررسی تأثیر ایجاد بازار آب و بهبود فناوری آبیاری بر الگوی کشت و درآمد بخش کشاورزی (دشت هشتگرد، استان البرز)

محمدحسن مبشری* او سید علی حسینی یکانی^۱ و حمید امیرنژاد^۲

۱، دانشجوی دوره دکتری گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران

۲، استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران

۳، استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۸/۴/۲۳ - تاریخ تصویب: ۹۸/۴/۲۹)

چکیده

ایجاد بازار آب به عنوان راهکاری اقتصادی از یک سو و همزمان استفاده از روش‌های نوین آبیاری به عنوان راهکار فنی می‌تواند علاوه بر سازگاری با شرایط کم آبی، موجود باعث بهینه شدن الگوی کشت و فروش آب صرفه‌جویی شده در بازار گردیده و در نهایت، منجر به افزایش درآمد زارعین شود. پس از بررسی‌های انجام شده، نتایج نشان داد در اثر راه‌اندازی بازار آب در منطقه و افزایش قیمت آب آبیاری از ۱۰ تا ۱۰۰ درصد، سطح زیرکشت کلیه محصولات دشت هشتگرد نسبت به سال پایه کاهش می‌یابد و تغییرات الگوی کشت پس از شبیه‌سازی حاکی از آن است که میزان پذیرش کشاورزان دشت هشتگرد در اعمال سناریوهای افزایش قیمت آب آبیاری برای محصولات مختلف متفاوت است. همچنین، با وجود بازار آب و افزایش قیمت آب آبیاری به میزان ۱۰ تا ۱۰۰ درصد، منجر به کاهش مصرف آب در سطح مزارع محصولات منتخب دشت هشتگرد می‌شود. با افزایش قیمت آب آبیاری، حجم آب مصرفی برای کلیه محصولات الگو کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد، پس از راه‌اندازی بازار آب و افزایش قیمت آب، در سطوحی از این افزایش، کشاورزان به سمت بهبود فناوری آبیاری و جبران کاهش عملکرد محصولات و درآمد خود می‌روند. البته تا حدی از افزایش قیمت آب، بهبود فناوری آبیاری با توجه به هزینه بالای سرمایه‌گذاری این گونه سیستم‌ها، برای آنها توجیه نخواهد داشت و در این محدوده از افزایش قیمت نسبت به تغییر سیستم آبیاری مقاومت کرده و به روش سنتی آبیاری را انجام می‌دهند. اما در محدوده‌ای از افزایش قیمت آب، گرایش به سمت تغییر روش آبیاری به روش مدرن بیشتر شده و آبیاری سنتی کاهش پیدا می‌کند. ولی در کل، سطح زیرکشت به دلیل محدودیت منابع آب، افزایش نمی‌یابد. نتایج نشان داد اثر درآمدی حاصل از افزایش قیمت آب در شرایط راه‌اندازی بازار آب در ۷ سناریو ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ درصد و همچنین، اثر درآمدی حاصل از بهبود فناوری روش آبیاری در دو سناریو (۲۰٪ روش‌های نوین و ۸۰٪ روش سنتی آبیاری) و (۴۰٪ روش‌های نوین و ۶۰٪ روش سنتی آبیاری) و پس از ارزیابی ترکیبی در ۵۶ حالت، در بهترین حالت، افزایش درآمدی معادل ۱۴، ۱۹۴ میلیون ریال در منطقه حاصل خواهد گردید.

طبقه‌بندی C6, C61: JEL

واژه‌های کلیدی: بازار آب، برنامه ریزی ریاضی مثبت، بهبود فناوری آبیاری، راندمان

آبیاری، دشت هشتگرد

مقدمه

در میان همه منابع طبیعی، آب شیرین از اصلی‌ترین منابعی است که باید به آن اهمیت ویژه داد. به‌طور کلی، کمتر از ۳۰ سال است که وضعیت بحران آب به شکل جدی مطرح شده است. در این دوره کوتاه اقدامات فراوانی جهت یافتن راه‌کارهایی برای سازگاری با این معضل در آینده نزدیک شکل گرفته است که این امر خود نشان دهنده اهمیت موضوع در سطح جهانی است (Nikoei & Najafi, 2009).

منابع آب در ایران یکی از عوامل محدود کننده اصلی توسعه فعالیت‌های اقتصادی در دهه‌های آینده به شمار می‌رود. بازارها از جمله ابزارهایی هستند که بر خلاف نقش و سابقه طولانی که در تخصیص منابع و کالاها ایفا کرده‌اند، در حوزه تخصیص منابع آب مورد کم توجهی سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان قرار گرفته‌اند. البته تشدید کمیابی اخیر آب در بیشتر مناطق دنیا موجب بکارگیری این ابزار سیاستی گردیده است. لذا، به دلیل اهمیت موضوع، در این مقاله به بررسی تأثیر ایجاد بازار آب بر بازتخصیص منابع آبی و بهینه سازی الگوی کشت محصولات زراعی و تأثیر این تغییرات به‌علاوه استفاده از روش‌های نوین آبیاری بر منافع کشاورزان در دشت هشتگرد استان البرز پرداخته شده است. در همین رابطه، به مطالعات مرتبط و مشابه در این زمینه به شرح ذیل پرداخته شده است.

(Sabouhi & colleagues, 1386)، با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت تأثیر تغییر قیمت آب و کاهش مقدار آب در دسترس بر منافع خصوصی و اجتماعی را در استان خراسان مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که کشاورزان به افزایش قیمت آب آبیاری از راه تغییر الگوی کشت خود پاسخ می‌دهند و در نتیجه، افزایش قیمت آب آبیاری الزاماً به کاهش مصرف آن در سطح مزرعه منجر نمی‌شود.

(Kiani, 1388)، در مطالعه خود با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی، منافع بالقوه تشکیل بازار آب در منطقه ساوه را برآورد نموده است. در این مطالعه دو مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای بررسی رفتار اقتصادی زارعین با توجه به مصرف آب و بازار آب مورد هدف قرار گرفته است. اولین مدل یک مدل مزرعه است که در آن

مبادلات آب امکان‌پذیر نیست (فقدان بازار آب) و زارعین آب خود را به محصولات زراعی در دو دوره (زمستان و تابستان) تخصیص می‌دهند که از آن به-عنوان ورودی در مدل دوم (با فرض وجود بازار آب) استفاده می‌شود. تابع هدف حداکثرسازی سود زارع است. نتایج نشان می‌دهد که مبادله آب بین ۲۴ روستای منطقه ساوه باعث افزایش سود زارعین، خصوصاً در دوره کمبود آب می‌گردد. همچنین، بازار آب می‌تواند باعث افزایش تقاضای نیروی کار و تسکین تبعات منفی کاهش منابع آب بر روی اشتغال گردد. به‌علاوه، نتایج نشان می‌دهد که جهت گسترش دامنه بازارهای آب باید هزینه‌های مبادله کاهش یابند.

(Nikoei & Najafi, 1390)، در مقاله‌ای تحت عنوان "آثار رفاهی برقراری بازار آب در کشاورزی ایران: مطالعه موردی شبکه‌های آبیاری اصفهان" به این نکته اشاره کردند که بازار آب کشاورزی ابزار مناسبی در جهت تخصیص بهینه منابع آب بین بهره‌برداران کشاورزی و کاهش آثار کمبود آن است. آن‌ها در مطالعه خود به شبیه‌سازی یک بازار آب برای تحلیل جنبه‌های اقتصادی و رفاهی متأثر از کاربرد آن در شهرستان اصفهان پرداختند. سپس، با توجه به بستر لازم نقل و انتقال آب در شبکه‌های آبیاری شهرستان اصفهان، نمونه تصادفی از ۱۴۱ بهره‌بردار کشاورزی این شهرستان در سال زراعی ۱۳۸۶-۱۳۸۵ به‌عنوان جامعه آماری انتخاب کردند. نتایج مطالعه نشان داد که پس از برقراری بازار آب و امکان کاهش محدودیت آب، کشاورزان به افزایش بازده برنامه‌ای خود با تغییر تخصیص زمین بین محصولات مختلف، اختصاص بهینه آب و فروش مازاد بر نیاز و یا خرید آب مورد نیاز خود اقدام خواهند کرد. در این شرایط رفاه بهره‌برداران کشاورزی به صورت معنی-داری افزایش خواهد یافت.

(Parheezkari & colleagues, 1392)، در پژوهشی با هدف شبیه‌سازی بازار آب به‌منظور تعیین نقش آن در ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب و بررسی اثرات سیاست اشتراک‌گذاری آب آبیاری بر الگوی کشت تحت شرایط کم‌آبی در حوضه رودخانه شاهرود، در سه حالت شبیه‌سازی شد. در انتها نیز اعمال کاهش آب در دسترس تحت سه سناریوی ۲۰، ۱۰ و ۳۰ درصد صورت

درآمدی حاصل از خشکسالی را تا ۳۰ درصد کاهش دهد.

(Gohar & colleagues, 2015)، اثرات ناشی از بهبود زیر ساخت های آبیاری و قوانین تخصیص آب را بر روی کل رفاه اقتصادی بررسی کردند و عواقب اقتصادی ناشی از هر سیاست را بر روی امنیت غذایی و درآمد مزرعه را مورد ارزیابی قرار دادند. مطالعه آنها نشان داد که با گسترش ظرفیت ذخیره سازی قیمت مواد غذایی کاهش و درآمد مزرعه افزایش می یابد. همچنین، یک سیستم تخصیص آب پایه و بازار آزاد آب موجب افزایش امنیت غذایی می شود.

(Howitt & colleagues, 2015)، در مطالعه ای به بررسی اثرات خشکسالی بر تولیدات بخش کشاورزی در مناطق مختلفی از کالیفرنیا پرداختند و نقش تشکیل بازارهای آب محلی را در این زمینه مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که خشکسالی، اثرات منفی بر حجم منابع آب سطحی و عمق یا سطح قرارگیری منابع آب زیرزمینی داشته و کشاورزان را با محدودیت نهاده آب مواجه نموده است. در این راستا، تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه ای بدلیل برقراری توازن بین عرضه و تقاضای آب تا حد زیادی آثار خشکسالی را کاهش می دهد. مطالعات بررسی شده نشان می دهند که تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه ای علاوه بر ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب آبیاری، باعث افزایش بازده برنامه ای کشاورزان شده و از هدر رفتن آب های اضافی در سطح اراضی ممانعت به عمل می آورد.

روش تحقیق

در مطالعه حاضر به منظور سازگاری بیشتر مدل های ریاضی با شرایط واقعی از روش برنامه ریزی ریاضی مثبت جهت برآورد توابع تقاضای آب استفاده گردیده است.

مدل سازی اقتصادی مبتنی بر مدل های *PMP* و *SWAP* نتیجه اعمال یک سیاست و اثرگذاری آن تا حد زیادی وابسته به نحوه عکس العمل بهره برداران نسبت به

گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد سیاست اشتراک گذاری آب آبیاری راهکاری مناسب برای تخصیص منابع آب در حوضه رودخانه شاهرود می باشد. علاوه بر آن، نتایج نشان داد که با تشکیل بازار آب و انجام معاملات بین مناطق مذکور، منافع اقتصادی کشاورزان افزایش می یابد. اعمال کاهش آب در دسترس ۱۰ تا ۳۰ درصد نیز سبب افزایش مجموع سطح زیر کشت محصولات آبی از ۹ تا ۳۷ درصد شد.

(Shahnooshi, 1393)، در تحقیقی به ساماندهی و تشکیل بازار آب در خراسان رضوی پرداخت. در این تحقیق نتایج نشان داد که بازار آب باعث کاهش مصرف آب موجود در منطقه به میزان ۲۰ درصد شده است. همچنین، ایجاد بازار آب در منطقه باعث کاهش شدید در سود کشاورزان نمی شود. زیرا کشاورزان محصولات با سودآوری بیشتر را جایگزین محصولات با سودآوری کمتر کرده اند. در نتیجه، از این تغییر در الگوی کشت دچار نوسانات درآمدی کمتری شده اند.

(Vaziri & colleagues, 1395)، به بررسی اثر قیمت گذاری اقتصادی آب آبیاری بر الگوی کشت در دشت دهگلان با مدل برنامه ریزی ریاضی اثباتی و روش بیشترین آنتروپی پرداختند. نتایج نشان داد، هزینه استخراج هر متر مکعب آب معادل ۶۳۴/۳ ریال است. در نتیجه اختلاف بین هزینه استخراج هر متر مکعب آب آبیاری با ارزش اقتصادی آن در این دشت برابر ۱۸۷۸/۳ ریال به دست آمد و با اعمال سیاست قیمت آب و افزایش قیمت آن تا مرز ارزش اقتصادی، منجر به کاهش مصرف آب و سطح زیر کشت تمامی محصولات به ویژه کاهش سطح زیر کشت محصولاتی می شود که بازده ناخالص آنها بیشترین کاهش را در قبال این سیاست داشته اند.

(Howitt & colleagues, 2012)، در مطالعه ای به منظور واسنجی مدل های اقتصادی در زمینه مدیریت منابع آب در کالیفرنیا، از مدل برنامه ریزی مثبت و تابع تولید با کشش جانشینی ثابت استفاده کردند. نتایج نشان داد که انعطاف بیشتر بازار آب می تواند زیان های

1. Positive Mathematical Programming (PMP)

2. State Wide Agricultural Production Model (SWAP)

مطالعه است. فرآیند دوم، شامل تابع عملکرد محصولات با توجه به موجودی آب منطقه می‌باشد.

جزء اقتصادی مدل: رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP)

مراحل گام به گام واسنجی مدل SWAP به صورت زیر است:

مرحله اول: تقسیم‌بندی منطقه مورد مطالعه و جمع‌آوری داده‌های سال پایه

با توجه به موضوع مورد مطالعه دشت هشتگرد به سه بخش هشتگرد، کوهسار و چهارباغ تقسیم می‌شود.

مرحله دوم: حل مدل برنامه‌ریزی خطی و تعیین قیمت‌های سایه‌ای

مرحله سوم: برآورد تابع تولید منطقه‌ای و تخمین ضرایب CES

در این مرحله پارامترهای بازده ثابت نسبت به مقیاس تابع تولید CES برای هر منطقه و محصول به کمک روش توسعه یافته (Howitt & colleagues, 2012) برآورد می‌شوند. تابع تولید CES این امکان را ایجاد می‌کند که یک نرخ جانشینی ثابت بین نهاده‌های تولید و ضرایب لئونتیف (با نسبتی ثابت) به وجود آید. فرم کلی تابع تولید CES مورد استفاده در این مطالعه با توجه به نهاده‌های زمین، آب، نیروی کار و سرمایه قابل برآورد است:

مرحله چهارم: برآورد تابع هزینه نمایی و تخمین پارامترهای آن

قسمت بعد، شامل تخمین تابع هزینه غیر خطی و محاسبه پارامترهای آن است. برای این کار از تابع هزینه کل زمین استفاده می‌شود که شکل کلی آن به صورت زیر است:

$$TC_{gi}(x_{ij}) = \delta_{gi} e^{\gamma_{gi} x_{ij}} \quad \forall g=1,2,\dots, m, \quad \forall i=1,2,\dots, n$$

مرحله پنجم: برآورد تابع تقاضای محصولات کشاورزی بر اساس قیمت‌های درون زا

مرحله ششم: ساختن مدل برنامه‌ریزی نهایی و تبیین مدل PMP واسنجی شده، در این مرحله، با

سیاست‌های اعمال شده می‌باشد. عکس‌العمل بهره‌برداران نیز تحت تأثیر شرایط مزرعه، نگرش و ویژگی‌های آن‌ها قرار دارد. با توجه به این‌که امکان آزمون سیاست‌های مختلف در محیط آزمایشگاهی وجود ندارد، هر فرد سیاست‌گذار در بخش کشاورزی به دنبال آن است که بتواند با اطمینان زیادی از نتایج اجرای سیاست‌های موردنظر و عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به آن‌ها آگاه شود. امروزه این امر به کمک مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) فراهم شده است. PMP به-عنوان یک روش در طی سه مرحله دنبال می‌شود:

۱- تصریح مدل برنامه‌ریزی خطی با در نظر گرفتن محدودیت‌های کالیبراسیون

۲- کاربرد مقادیر دوگان مدل مرحله اول جهت تعیین پارامترهای تابع هدف غیرخطی

۳- کاربرد تابع هدف کالیبره شده در قالب یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به منظور تحلیل سیاست‌ها

تعیین سطح تجمیع مکانی (فضایی) برای تعریف دامنه کاری مدل PMP و تجزیه و تحلیل سیاست‌های کشاورزی حائز اهمیت است. در واقع، تعیین این سطح به‌جای تحلیل سیاست‌ها در یک بعد وسیع، ترکیبی از ویژگی‌های محلی یا منطقه‌ای را با مجموعه داده‌های کوچک‌تر لحاظ نموده و سیاست‌های موردنظر را در سطح مناطق تعیین شده مورد بررسی قرار می‌دهد (Howitt & colleagues, 2012). رهیافت مناسب برای تعیین سطح تجمیع مکانی، استفاده از مدل تولید محصولات کشاورزی ایالتی یا منطقه‌ای (SWAP) است. مدل SWAP به‌عنوان زیر ساخت مدل‌های شبکه آبی، برای ایجاد ارتباط بین متغیرهای اقتصادی و هیدرولوژیکی (مدل‌های آبی)، بهینه‌سازی میزان مصرف آب در بخش کشاورزی و تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مطالعه، با استفاده از تلفیق مدل‌های بکار رفته در مقالات (Howitt, 2012) و (Dagnino, 2012) از یک سیستم تجمیعی که دارای دو فرآیند مجزا است استفاده می‌شود. فرآیند نخست، شامل مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) می‌باشد که جزء اقتصادی مدل در این

تحقیق از طریق مصاحبه حضوری با کشاورزان و مدیران بخش آب و کشاورزی (با توجه به اینکه تعداد متخصصین مربوطه در این دو بخش محدود می‌باشد) به صورت گزینشی کارشناسان مورد مصاحبه و با استفاده از اطلاعات اسنادی و ثبت شده در سازمان جهاد کشاورزی و شرکت آب منطقه‌ای البرز تکمیل گردید. جهت برآورد و تجزیه و تحلیل نتایج از بسته نرم افزاری GAMS استفاده شده است.

نتایج و بحث

در ادامه، نتایج حاصل از حل مدل برنامه‌ریزی ارایه شده در این تحقیق طی مراحل پنج‌گانه واسنجی بیان شدند. نتایج حاصل از اعمال سیاست‌های مدیریت منابع آب (بازار آب و بهبود فناوری آبیاری) و اثرات این سیاست‌ها بر الگوی کشت محصولات منتخب زراعی، میزان تولیدات کشاورزی، منابع آب در دسترس کشاورزان و بازده ناخالص حاصل از الگوی کشت محصولات منتخب زراعی، تحلیل و ارزیابی شدند. در دشت هشتگرد، سطح زیرکشت محصولات زراعی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، معادل ۱۰۴۵۲ هکتار بوده است. محصولات زراعی گندم، جو، نخود، لوبیا، پیاز، گوجه فرنگی، سبزیجات، خیار، یونجه و ذرت علوفه‌ای در این منطقه کاشته می‌شوند که در سال مورد مطالعه بیش از ۹۱ درصد از سطح زیرکشت زمین‌های زراعی به محصولات گندم، جو، گوجه فرنگی، خیار، یونجه، نخود و ذرت علوفه‌ای اختصاص داشته است. لذا، در مطالعه حاضر، این محصولات مورد بررسی قرار گرفته اند.

نتایج حاصل از حل مدل برنامه‌ریزی ریاضی ارایه شده

در جدول شماره (۱)، نتایج شبیه‌سازی رفتار کشاورزان شهرستان هشتگرد نسبت به سیاست افزایش قیمت آب آبیاری تحت سناریوهای ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نشان داده شده است.

استفاده از تابع هزینه نمایی واسنجی شده، تابع تولید منطقه‌ای برآورد شده و با توجه به محدودیت‌های منابع، یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی ساخته می‌شود.

جزء بیوفیزیکی مدل: تابع عملکرد محصولات مبتنی بر نیاز آبی تولید

ابتدا تابع عملکرد محصول با عملکردهای کاهش‌ی را، در صورت به‌کار بردن مقادیر بیشتر زمین در تولید هر محصول داده شده تصریح شد. بازده کاهش‌ی نسبت به مقیاس از تخصیص کامل آبیاری‌ها در سطح منطقه‌ای جلوگیری می‌کند. تابع تولید محصول در رابطه (۲)، نشان‌دهنده کاهش‌ی بودن عملکرد هر محصول در نتیجه به‌کار بردن زمین‌های بیشتر برای کشت محصولات است. عملکردهای کاهش‌ی با توسعه دادن مقیاس تولید نشان‌دهنده اصل منافع ریکاردین است، که بیانگر آن است که ابتدا زمین‌های با کیفیت بهتر به کشت محصولات اختصاص می‌یابد و سپس، زمین‌های کمتر مناسب وارد فرآیند تولید می‌شوند. تابع عملکرد زیر برای تخمین اثر زمین‌های با کیفیت مختلف در کاهش عملکردها با توسعه دادن وسعت زمین مورد استفاده قرار گرفته است:

$$Yield = B0 + B1 * Land$$

با توجه به اهداف تحقیق داده‌های مورد نیاز برای انجام این مطالعه مربوط به محصولات عمده منطقه شامل گندم، جو، یونجه، ذرت علوفه‌ای، خیار و گوجه فرنگی و برای سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ می‌باشد که شامل هزینه‌های تولید، هزینه آب مصرفی، منابع آب در دسترس، سطح زیر کشت، میزان عملکرد، نیاز آبی و قیمت منطقه‌ای محصولات است. جامعه آماری تحقیق شامل کشاورزان دشت هشتگرد استان البرز و با روش نمونه‌گیری طبقه‌ای بوده و براساس دسته‌بندی سطح زیرکشت زارعین انجام گرفته و داده‌های موردنیاز این

جدول (۱) اثرات افزایش قیمت آب در اثر راه اندازی بازار آب در دشت هشتگرد بر سطح زیرکشت و درآمد کشاورزان

محصول	الگوی سال پایه (هکتار)	میزان تغییرات	افزایش قیمت آب آبیاری تحت سناریوهای مختلف						
			۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۶۰٪	۸۰٪	۱۰۰٪
گندم	۱۵۰۰	میزان درصد	۱۴۹۸ -۰/۱۳	۱۴۹۷ -۰/۲	۱۴۹۷ -۰/۲	۱۴۹۶ -۰/۲۷	۱۴۹۴ -۰/۴۰	۱۴۹۳ -۰/۴۷	۱۴۹۱ -۰/۶۰
جو	۳۵۰	میزان درصد	۳۴۸ -۰/۵۷	۳۴۷ -۰/۸۶	۳۴۵ -۱/۴۳	۳۴۴ -۱/۷۱	۳۴۲ -۲/۲۹	۳۳۹ -۳/۱۴	۳۳۷ -۳/۷۱
نخود	۱۲۰	میزان درصد	۲۱ -۸۲/۵	۰ -۱۰۰	۰ -۱۰۰	۰ -۱۰۰	۰ -۱۰۰	۰ -۱۰۰	۰ -۱۰۰
گوجه فرنگی	۱۱۰۰	میزان درصد	۱۰۹۷ -۰/۲۷	۱۰۹۴ -۰/۵۵	۱۰۹۱ -۰/۸۲	۱۰۸۸ -۱/۰۹	۱۰۸۳ -۱/۵۵	۱۰۷۸ -۲/۰۰	۱۰۷۴ -۲/۳۶
خیار	۱۵۰	میزان درصد	۱۴۹ -۰/۶۷	۱۴۹ -۰/۶۷	۱۴۹ -۰/۶۷	۱۴۸ -۱/۳۳	۱۴۸ -۱/۳۳	۱۴۷ -۲/۰۰	۱۴۷ -۲/۰۰
یونجه	۳۵۰	میزان درصد	۳۴۹ -۰/۲۹	۳۴۸ -۰/۵۷	۳۴۷ -۰/۸۶	۳۴۶ -۱/۱۴	۳۴۵ -۱/۴۳	۳۴۴ -۱/۷۱	۳۴۳ -۲/۰۰
ذرت علوفه ای	۱۲۵۰	میزان درصد	۱۲۴۵ -۰/۴	۱۲۳۹ -۰/۸۸	۱۲۳۵ -۱/۲	۱۲۳۰ -۱/۶	۱۲۲۲ -۲/۲۴	۱۲۱۵ -۲/۸۰	۱۲۰۸ -۳/۳۶
مجموع اراضی	۴۸۲۰	میزان درصد	۴۷۰۷ -۲/۳۴	۴۶۷۴ -۳/۰۳	۴۶۶۴ -۳/۲۴	۴۶۵۲ -۳/۴۹	۴۶۳۴ -۳/۸۶	۴۶۱۶ -۴/۲۳	۴۶۰۰ -۴/۵۶
سود ناخالص*	۴۴۰۶۳	میزان درصد	۴۳۸۱۲ -۵/۲۱	۴۳۵۸۱ -۱۰/۰۰	۴۳۳۶۷ -۱۴/۴۴	۴۳۱۶۵ -۱۸/۶۳	۴۲۷۹۴ -۲۶/۳۳	۴۲۴۵۹ -۳۳/۲۸	۴۲۱۵۳ -۳۹/۶۳

مأخذ: یافته های تحقیق. * سود ناخالص حاصل از الگوی کشت بر حسب میلیون ریال می باشد.

محصولات پربازده اما آب بر مانند گوجه فرنگی، یونجه و ذرت می باشد. ملاحظه می شود که در اثر افزایش قیمت آب آبیاری از ۶۰ تا ۱۰۰ درصد، سطح زیرکشت کلیه محصولات نسبت به سال پایه کاهش می یابد. از این مقدار کاهش به بعد، محصول گندم به ۶۰ درصد کاهش یافته که این مقدار کمترین کاهش سطح و محصول جو ۳/۷۱ درصد کاهش سطح، بیشترین تغییرات را در الگوی کشت شهرستان هشتگرد به خود اختصاص می دهد. تغییرات الگوی کشت پس از شبیه سازی حاکی از آن است که میزان پذیرش کشاورزان هشتگردی در اعمال سناریوهای افزایش قیمت آب حاصل از ورود به به بازار آب برای محصولات مختلف متفاوت می باشد. افزون بر این، نتایج نشان می دهد که با افزایش ۶۰ تا ۱۰۰ درصدی قیمت آب آبیاری در بازار و کاهش مجموع سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی، سود ناخالص کشاورزان شهرستان هشتگرد ۲۶/۳۳ تا ۳۹/۶۳ درصد نسبت به شرایط سال پایه کاهش می یابد. میزان آب

و همچنین اثرات افزایش قیمت آب در اثر راه اندازی بازار آب در شهرستان هشتگرد بر سطح زیرکشت و درآمد کشاورزان ذکر گردیده است. همانطور که ملاحظه می شود در اثر افزایش قیمت آب آبیاری از ۱۰ تا ۴۰ درصد سطح زیرکشت کلیه محصولات نسبت به سال پایه کاهش می یابد. به طوری که محصول گندم با ۰/۱۳ تا ۰/۲۷ درصد کاهش سطح کمترین و محصول خیار با ۰/۶۷ تا ۱/۳۳ درصد کاهش سطح پس از خود که از الگوی کشت منطقه حذف می شود، بیشترین تغییرات را در الگوی کشت شهرستان هشتگرد به خود اختصاص می دهند. افزون بر این، نتایج نشان می دهد که با افزایش ۱۰ تا ۴۰ درصدی قیمت آب آبیاری و کاهش مجموع سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی، سود ناخالص کشاورزان شهرستان هشتگرد ۲/۳۴ تا ۳/۴۹ درصد نسبت به شرایط سال پایه کاهش می یابد. علت کاهش بازده ناخالص کشاورزان در الگوی کشت، کاهش سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی به خصوص

مصرفی برای کشت محصولات زراعی در شهرستان و حجم آب صرفه‌جویی شده در اثر افزایش قیمت آب و با انگیزه ارایه آن در بازار، در جدول (۲) ، نشان داده شده است.

جدول (۲) میزان آب مصرفی و صرفه‌جویی شده در دشت هشنگرد پس از راه اندازی بازار آب درسناریوهای مختلف افزایش قیمت آب (هزار مترمکعب)

محصول	حجم آب مصرفی با افزایش قیمت آب آبیاری						
	سال پایه	۱۰٪	۲۰٪	۳۰٪	۴۰٪	۶۰٪	۸۰٪
گندم	۱۰۹۵۰	۱۰۹۳۵	۱۰۹۲۸	۱۰۹۲۸	۱۰۹۲۱	۱۰۹۰۶	۱۰۸۹۹
جو	۲۱۴۶	۲۱۳۳	۲۱۲۷	۲۱۱۵	۲۱۰۹	۲۰۹۶	۲۰۷۸
نخود	۱۰۲۰	۱۷۹	۰	۰	۰	۰	۰
گوجه فرنگی	۹۸۹۸	۹۸۷۱	۹۸۴۴	۹۸۱۷	۹۷۹۰	۹۷۴۵	۹۷۰۰
خیار	۱۰۸۲	۱۰۷۵	۱۰۷۵	۱۰۷۵	۱۰۶۸	۱۰۶۸	۱۰۶۱
یونجه	۳۸۵۶	۳۸۴۵	۳۸۳۴	۳۸۲۳	۳۸۱۲	۳۸۰۱	۳۷۹۰
ذرت علوفه ای	۱۳۱۳۵	۱۳۰۸۲	۱۳۰۱۹	۱۲۹۷۷	۱۲۹۲۵	۱۲۸۴۱	۱۲۷۶۷
جمع آب مصرفی	۴۲۰۸۷	۴۱۱۲۰	۴۰۸۲۷	۴۰۷۳۵	۴۰۶۲۴	۴۰۴۵۷	۴۰۲۹۴
حجم آب صرفه‌جویی شده	۹۶۶	۱۲۵۹	۱۳۵۱	۱۴۶۳	۱۶۳۰	۱۷۹۲	۱۹۳۹

ماخذ: یافته‌های تحقیق

محصولات منتخب زراعی شهرستان هشنگرد از ۱۶۳۰ به ۱۹۳۹ هزار مترمکعب می‌شود که کشاورز می‌تواند این میزان آب صرفه‌جویی شده را در بازار آب عرضه نماید. به‌منظور بررسی اثرات بهبود فناوری بر الگوی کشت محصولات زراعی و میزان تغییرات مصرف آب و درآمد، تغییرات عملکرد مبتنی بر نیاز آبی تولید محاسبه شد. در جدول (۳) آمار مورد نیاز برای محاسبه B_۱ و B_۲ آمده است.

با توجه به جدول شماره (۲) ، افزایش قیمت آب آبیاری به میزان ۱۰ تا ۴۰ درصد منجر به کاهش مصرف آب در سطح مزارع کلیه محصولات منتخب زراعی شهرستان هشنگرد می‌شود. با افزایش قیمت آب آبیاری به میزان ۱۰ تا ۴۰ درصد، حجم آب صرفه‌جویی شده در الگوی کشت از ۹۶۶ به ۱۴۶۳ هزار مترمکعب می‌رسد و افزایش قیمت آب آبیاری به میزان ۶۰ تا ۱۰۰ درصد منجر به کاهش مصرف آب در سطح مزارع کلیه

جدول (۳) آمار مورد استفاده برای محاسبه اثر تغییرات عملکرد

Area	Water	C	Yield	P	Pw	Bw					
سطح زیرکشت (هکتار)	کل آب مصرفی (میلیون مترمکعب)	هزینه ها بجز آب (هزار ریال)	عملکرد (تن در هکتار)	قیمت محصول (ریال در هر تن)	قیمت آب (هزار ریال)	نیاز آبی (هزار مترمکعب در هر هکتار)					
کل	سنتی	نوین	سنتی	نوین	سنتی	نوین					
۲۸۰۰	۱۳.۸۵	۱۰.۳۹	۱۴۳۶۱.۲	۲۱۵۴۱.۸	۵.۵	۷.۳	۱۶۹۰۰۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۲.۴	۶.۲
۹۰۵	۳.۷۳	۲.۸۰	۱۱۰۴۵.۸	۱۶۵۶۸.۸	۴.۰	۵.۳	۲۰۰۰۰۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۰.۳	۵.۲
۲۲۰	۲.۲۱	۱.۶۶	۱۴۹۹۶.۴	۲۲۴۹۴.۶	۸.۰	۱۰.۶	۵۰۰۰۰۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۶۰۰۰	۲۵.۱	۱۲.۶
۱۸۲۰	۲۰.۱۹	۱۵.۱۴	۷۲۲۹۸.۶	۱۰۸۴۴۷.۹	۴۵.۰	۵۹.۴	۴۰۰۰۰۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۶۰۰۰	۲۷.۷	۱۳.۹
۵۵۰	۳.۸۴	۲.۸۸	۴۶۶۳۱.۴	۶۹۹۴۷.۱	۳۵.۰	۴۶.۲	۵۰۰۰۰۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۷.۵	۸.۷
۵۴۰	۷.۰۰	۵.۲۵	۳۷۲۹۲.۸	۵۵۹۳۹.۳	۶۰.۰	۷۹.۲	۳۵۰۰۰۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۶۰۰۰	۳۲.۴	۱۶.۲
۲۵۰۵	۱۵.۰۰	۱۱.۲۵	۳۴۴۸۰.۵	۵۱۷۲۰.۷	۵۵.۰	۷۲.۶	۲۴۰۰۰۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۵.۰	۷.۵

ماخذ: یافته‌های تحقیق.

کشاورزی عملکرد محصولات زراعی در شیوه آبیاری نوین ۳۲ درصد بیشتر از آبیاری سنتی می‌باشد. لذا، در اینجا این عملکرد نیز در نظر گرفته شد.

با استفاده از جدول (۳)، عملکردهای متفاوتی برای محصولات مختلف ایجاد شد و با استفاده از آن، میزان تغییرات سود و سطح زیرکشت محصولات مختلف با تغییر عملکرد بررسی و نتایج آن در جدول (۴) گزارش شد. بهبود تکنولوژی بر راندمان آبیاری تأثیر گذاشته و با توجه به تغییر در راندمان با استفاده از مقادیر محاسبه شده B، عملکردهای متفاوتی اتفاق می‌افتد که محاسبات نشان داد این عملکردها ۳، ۷، ۹ و ۱۲ درصد بیشتر از عملکردهای کنونی هستند.

شیوه‌های نوین آبیاری باعث می‌شود، کشاورزان با استفاده از آن بتوانند آب مصرفی خود در یک هکتار را کاهش دهند تا میزان کاهش درآمد را که در اثر کاهش سطح زیر کشت اتفاق افتاده، جبران نمایند. در این حالت، در محاسبه منافع حاصله در هر منطقه، درآمد فروش آب صرفه‌جویی شده با قیمت جدید (افزایش یافته) به‌عنوان یک عامل انگیزشی برای ورود به بازار آب و استفاده از روش‌های نوین آبیاری، می‌تواند موثر واقع شود. در تحقیقات صورت گرفته از وزارت جهاد کشاورزی، راندمان آبیاری در دو حالت انواع آبیاری نوین ۶۰ درصد و آبیاری سنتی ۳۰ درصد در استان البرز در نظر گرفته شده است. عملکرد فعلی به‌عنوان عملکرد سنتی در نظر گرفته شده و بر اساس گزارشات جهاد

جدول (۴) اثرات اعمال سیاست بهبود فن آوری آب آبیاری در دشت هشتگرد بر سطح زیرکشت و سود ناخالص کشاورزان

محصول	الگوی سال پایه (هکتار)	میزان تغییرات	بهبود عملکرد در صورت ۶۰ درصد سطح زیرکشت سنتی و ۴۰ درصد نوین			
			۳٪	۷٪	۹٪	۱۲٪
گندم	۱۱۲۰	نوین	۱۱۴۱	۱۱۶۵	۱۱۷۲	۱۱۸۸
	۱۶۸۰	سنتی	۱۶۷۹	۱۶۶۴	۱۶۵۷	۱۶۴۵
جو	۳۶۲	نوین	۳۶۸	۳۸۳	۳۸۸	۳۹۱
	۵۴۳	سنتی	۵۴۲	۵۳۱	۵۲۶	۵۱۷
نخود	۱۳۲	نوین	۱۳۶	۱۴۲	۱۴۴	۱۴۹
	۸۸	سنتی	۸۴	۷۴	۶۷	۶۱
گوجه فرنگی	۷۲۸	نوین	۷۴۹	۷۷۰	۷۸۰	۷۹۵
	۱۰۹۲	سنتی	۱۰۹۱	۱۰۷۸	۱۰۷۱	۱۰۶۱
خیار	۲۲۰	نوین	۲۲۶	۲۳۳	۲۳۷	۲۴۳
	۲۳۰	سنتی	۲۲۹	۲۲۵	۲۲۳	۲۲۰
یونجه	۳۲۴	نوین	۳۳۲	۳۴۱	۳۴۵	۳۵۲
	۲۱۶	سنتی	۲۰۴	۱۷۹	۱۶۷	۱۴۸
ذرت علوفه ای	۱۰۰۲	نوین	۱۰۱۹	۱۰۴۴	۱۰۵۵	۱۰۷۱
	۱۵۰۳	سنتی	۱۵۰۲	۱۴۹۲	۱۴۸۷	۱۴۷۸
مجموع اراضی	۳۷۳۶	نوین	۳۹۷۱	۴۰۷۸	۴۱۲۱	۴۱۸۹
	۵۶۰۴	سنتی	۵۴۳۱	۵۳۴۳	۵۲۹۸	۵۲۳۰
سود ناخالص*	۷۸۴۳۸		۸۰۳۵۲	۸۳۳۳۷	۸۴۶۸۹	۸۶۷۹۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق. * سود ناخالص حاصل از الگوی کشت بر حسب میلیون ریال می‌باشد.

بودن سایر متغیرها از جمله میزان آب در دسترس کشاورزان نسبت به شرایط سال پایه، تغییرات مختلفی بر الگوی کشت ایجاد می‌شود. با توجه به نتایج به‌دست

با توجه به جدول (۴)، ملاحظه می‌شود که در اثر اعمال بهبود فناوری آب آبیاری و افزایش عملکرد تحت سناریوهای ۳ تا ۱۲ درصد در دشت هشتگرد، و با ثابت

می‌رسد که مقدار قابل توجهی است. در جدول (۵)، نتایج سناریوی افزایش عملکرد در صورتی که ۲۰ درصد سطح زیرکشت سنتی و ۸۰ درصد نوین آبیاری شوند، آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، سطح زیرکشت نخود در روش نوین هیچ تغییری نکرده است، ولی در روش سنتی سطح زیرکشت کاهش پیدا کرده است. سطح زیرکشت یونجه با افزایش عملکرد در روش نوین، از همه محصولات بیشتر افزایش خواهد یافت. این افزایش سطح زیرکشت در روش سنتی و کاهش سطح زیرکشت در روش سنتی منجر به افزایش سود کشاورزان شده و آن را نسبت به سال پایه ۶ درصد افزایش می‌دهد.

آمده، ملاحظه می‌شود که افزایش عملکرد توسط کشاورزان پس از اجرایی شدن سیاست بهبود فناوری آب آبیاری منجر به افزایش سطح زیرکشت کلیه محصولات منتخب زراعی هشتگرد در آبیاری نوین و کاهش سطح زیرکشت در آبیاری سنتی شده است. با بهبود فناوری آب و بالا رفتن عملکرد همه محصولات کشاورزی انتظار می‌رود کشاورزان محصول یونجه را کاهش بیشتری نسبت به سایر تولیدات خود بدهند و خیار را کمتر از دیگر محصولات کاهش دهند. در هر مرحله، سود کشاورزان افزایش بیشتری نسبت به مورد قبل داشته و سود آنها از ۲/۵ درصد افزایش در سناریوی اول نسبت به سناریوی پایه به حدود ۰/۵ درصد افزایش

جدول (۵) اثرات اعمال سیاست بهبود فن آوری آب آبیاری در دشت هشتگرد بر سطح زیرکشت و سود ناخالص کشاورزان

محصول	الگوی سال پایه (هکتار)	میزان تغییرات	بهبود عملکرد در صورت ۸۰ درصد سطح زیرکشت سنتی و ۲۰ درصد نوین			
			۳٪	۷٪	۹٪	۱۲٪
گندم	۵۶۰	نوین	۵۷۱	۵۸۳	۵۹۳	۶۰۲
	۲۲۴۰	سنتی	۲۲۳۹	۲۲۲۹	۲۲۲۵	۲۲۲۰
جو	۱۸۱	نوین	۱۹۰	۱۹۱	۱۹۴	۲۰۱
	۷۲۴	سنتی	۷۲۳	۷۱۱	۷۰۷	۷۰۰
نخود	۴۴	نوین	۴۴	۴۴	۴۴	۴۴
	۱۷۶	سنتی	۱۷۴	۱۲۱	۱۰۳	۷۸
گوجه فرنگی	۳۶۴	نوین	۳۹۷	۴۰۳	۴۱۱	۴۲۳
	۱۴۵۶	سنتی	۱۴۵۳	۱۴۳۵	۱۴۲۷	۱۴۱۷
خیار	۱۱۰	نوین	۱۲۴	۱۲۵	۱۲۸	۱۳۲
	۴۴۰	سنتی	۴۳۹	۴۳۱	۴۲۸	۴۲۳
یونجه	۱۰۸	نوین	۱۰۸	۱۹۷	۲۱۱	۲۲۷
	۴۳۲	سنتی	۴۳۱	۴۲۲	۴۱۹	۴۱۴
ذرت علوفه ای	۵۰۱	نوین	۵۰۱	۵۲۲	۵۲۸	۵۳۶
	۲۰۰۴	سنتی	۲۰۰۳	۱۹۹۲	۱۹۸۸	۱۹۸۲
مجموع اراضی	۱۸۶۸	نوین	۱۹۳۵	۲۰۶۵	۲۱۰۹	۲۱۶۵
	۷۴۷۲	سنتی	۷۴۶۲	۷۳۴۱	۷۲۹۷	۷۲۳۴
سود ناخالص*	۶۹۵۷۸		۷۰۱۳۰	۷۲۰۲۹	۷۲۸۵۳	۷۴۰۴۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق. * سود ناخالص حاصل از الگوی کشت بر حسب میلیون ریال می‌باشد.

کشاورزی دشت در حالات مختلف افزایش قیمت آب در بازار و سناریوهای روش آبیاری در جداول (۶) و (۷) به-طور یک‌جا آمده است. با توجه به جدول (۶)، با

در بخش آخر نتایج، اثرات درآمدی حاصل از راه-اندازی بازار آب و بهبود روش‌های آبیاری برای کل دشت هشتگرد و همچنین، تغییرات سود ناخالص بخش

صد درصد افزایش قیمت آب در دشت هشتگرد، درآمد ناشی از فروش آب صرفه جویی شده نیز افزایشی معادل ۳۱۶۸ میلیون ریال خواهد شد. همچنین، سناریوهای بهبود فناوری آبیاری نیز در دو حالت منجر به افزایش درآمد کشاورزان خواهد شد.

جدول (۶) اثرات درآمدی حاصل از راه اندازی بازار آب و بهبود روش آبیاری در دشت هشتگرد بطور همزمان در سناریوهای مختلف (ارقام به میلیون ریال)

شرح	اثرات درآمدی ناشی از راه اندازی بازار آب و افزایش قیمت در دشت هشتگرد							
	۸۰ درصد سطح زیر کشت سنتی و ۲۰ درصد نوین				۶۰ درصد سطح زیر کشت سنتی و ۴۰ درصد نوین			
	۳	۷	۹	۱۲	۳	۷	۹	۱۲
درصد رشد قیمت	۰							
زیان ناشی از تغییر الگوی کشت	۷۲۴	۱۳۸۲	۱۹۸۰	۲۵۳۱	۳۵۱۹	۴۳۸۵	۵۱۵۸	
درآمد ناشی از فروش آب صرفه جویی شده	۱۳۲۷	۲۱۶۴	۲۸۲۹	۳۶۲۷	۵۰۸۸	۶۶۴۴	۸۳۲۶	
جمع	۶۰۳	۷۸۲	۸۴۹	۱۰۹۶	۱۵۶۹	۲۲۵۹	۳۱۶۸	

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول (۷) مجموع تغییرات سود ناخالص بخش کشاورزی دشت هشتگرد در حالات مختلف افزایش قیمت آب در بازار و سناریوهای روش آبیاری (ارقام به میلیون ریال)

ترکیب روش آبیاری	۸۰ درصد سطح زیر کشت سنتی و ۲۰ درصد نوین				۶۰ درصد سطح زیر کشت سنتی و ۴۰ درصد نوین			
	۳	۷	۹	۱۲	۳	۷	۹	۱۲
درصد رشد قیمت آب	۱۰							
۱۰	(۵۰۳۷)	(۳۱۳۸)	(۲۳۱۴)	(۱۱۲۴)	۵۱۸۵	۸۱۷۰	۹۵۲۲	۱۱۶۲۹
۲۰	(۴۸۵۸)	(۲۹۵۹)	(۲۱۳۵)	(۹۴۵)	۵۳۶۴	۸۳۴۹	۹۷۰۱	۱۱۸۰۸
۳۰	(۴۷۹۱)	(۲۸۹۲)	(۲۰۶۸)	(۸۷۸)	۵۴۳۱	۸۴۱۶	۹۷۶۸	۱۱۸۷۵
۴۰	(۴۵۴۴)	(۲۶۴۵)	(۱۸۲۱)	(۶۳۱)	۵۶۷۸	۸۶۶۳	۱۰۰۱۵	۱۲۱۲۲
۶۰	(۴۰۷۱)	(۲۱۷۲)	(۱۳۴۸)	(۱۵۸)	۶۱۵۱	۹۱۳۶	۱۰۴۸۸	۱۲۵۹۵
۸۰	(۳۳۸۱)	(۱۴۸۲)	(۶۵۸)	۵۳۲	۶۸۴۱	۹۸۲۶	۱۱۱۷۸	۱۳۲۸۵
۱۰۰	(۲۴۷۲)	(۵۷۳)	۲۵۱	۱۴۴۱	۷۷۵۰	۱۰۷۳۵	۱۲۰۸۷	۱۴۱۹۴

مأخذ: یافته های تحقیق

نتیجه گیری و پیشنهادها

ناخالص او افزایش خواهد یافت. ولی در حالت اول ترکیب روش آبیاری، فقط در سه سناریو افزایش قیمت آب منجر به افزایش سود ناخالص کشاورز خواهد شد و در سایر حالات، زیان خواهد کرد و در چنین شرایطی، به بازار ورود نکرده و انگیزه‌ای برای صرفه جویی آب به-

همان گونه که در جدول (۷) ملاحظه می شود، در حالت دوم ترکیب روش آبیاری (۶۰ درصد سنتی و ۴۰ درصد نوین)، در هر شرایط قیمتی که کشاورز اقدام به صرفه جویی آب و فروش آن در بازار آب نماید، سود

۴- کاهش بازده ناخالص کشاورزان دشت هشتگرد در شرایط افزایش قیمت آب در بازار و افزایش بازده ناخالص با بهبود فناوری روش آبیاری، از جمله مهم‌ترین نتایج به دست آمده در این تحقیق بود. لذا، استفاده از تسهیلات بلاعوض و کمک‌های مالی کم بهره یا بدون سود توسط مسئولان و مدیران بخش کشاورزی، جهت حمایت از کشاورزان هشتگردی در مواقع اجرای سیاست‌های مذکور می‌تواند به تداوم کشت محصولات منتخب زراعی و پویایی فعالیت‌های کشاورزی در دشت هشتگرد کمک شایانی نماید. لذا، اعمال سیاست بهبود فناوری، کاهش درآمد ناشی از افزایش قیمت آب آبیاری را جبران خواهد کرد.

۵- نتایج تحقیق نشان داد که راه‌اندازی بازار آب و بهبود فناوری روش آبیاری منجر به کاهش سطح زیرکشت محصول علوفه‌ای یونجه در الگوی منتخب زراعی دشت هشتگرد می‌شود. با توجه به پتانسیل بالای منطقه هشتگرد در تولید دام‌های سبک و سنگین و نیاز به محصول علوفه‌ای جهت تغذیه دام‌ها و احشام دامداران، توصیه می‌شود که با توجه به کاهش محسوس سطح زیر کشت یونجه در الگوی زراعی منطقه تحت شرایط سیاست‌گذاری، جایگزین مناسبی برای این محصول در الگوی کشت گنجانده شود. ترویج کشت محصولاتی مانند جو و یا شبدر که از حساسیت کمتر نسبت به سیاست‌های بخش مدیریت پایدار منابع آب برخوردارند، برای این منظور پیشنهاد می‌شود.

منظور فروش آن در بازار آب نداشته و ترجیح می‌دهد با کل آب در دسترس خود اقدام به کشاورزی کند.

به‌طور کلی، باتوجه به نتایج به دست آمده از حل مدل برنامه‌ریزی ارایه شده در این تحقیق، پیشنهادهای زیر ارایه می‌شود:

۱- نتایج نشان داد که راه‌اندازی بازار آب منجر به بازتخصیص آب و بهینه‌سازی الگوی کشت موجود در منطقه می‌شود. لذا، پیشنهاد می‌شود که این سیاست به عنوان ابزاری موثر در زمینه پایداری منابع آب موجود در دشت هشتگرد به کار گرفته شود.

۲- به‌کارگیری سیاست‌های تلفیقی در بخش کشاورزی اثر موثرتری بر مصرف آب خواهد داشت. بنابراین، توصیه می‌شود برای اینکه راه‌اندازی بازار آب در یک منطقه منجر به کاهش عملکرد محصولات در آن منطقه نشود، هم‌زمان شرایط بهبود فناوری آبیاری به صورت تلفیقی در منطقه مورد مطالعه فراهم گردد. چرا که اعمال یکباره سیاست راه‌اندازی بازار آب ممکن است تمایل زارعین را برای کشت محصولات زراعی در منطقه کاهش دهد.

۳- با عنایت به اینکه حجم آب قابل برداشت مطابق پروانه بهره‌برداری از چاه آب زیرزمینی ثابت است؛ لذا، برای جلوگیری از اضافه برداشت آب با توجه به افزایش قیمت آن در بازار، پیشنهاد می‌شود قبل از راه‌اندازی بازار آب در هر منطقه، کلیه چاه‌های آب مطابق ماده ۱۲ قانون توزیع عادلانه آب، ملزم به نصب کنتورهای هوشمند آب گردند.

REFERENCES

1. Dagnino, M. & Ward, F. (2012) Economics of Agricultural Water Conservation: Empirical Analysis and Policy Implications. *International Journal of Water Resources Development*. 28, 577-600.
2. Kiani(1388) The Role of Marketers in Water Resources Allocation(Case Study: Mojan Water Market).PhD thesis, University of Tehran .(In Farsi).
3. Gohar, A., Amer, S. & Ward, F. (2015). Irrigation infrastructure and water appropriation rules for food security. *Journal of Hydrology*. 520, 85-100.
4. Howitt, R.E. (1995) Positive Mathematical Programming. *American Journal of Agricultural Economics*. 77, 329-342.
5. Howitt, R. E., Medellin-Azuara, J., MacEwan, D. & Lund, R. (2012). Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. *Science of the Environmental Modeling and Software*. 38, 244-258.
6. Howitt, R.E., MacEwan, D., Medellin-Azuara, J., Lund, R. & Sumner, D. (2015). Economic analysis of the 2015 drought for California agriculture. UC Davis Center for Watershed Sciences, ERA Economics, UC Agricultural Issues Center, *University of California*. Pp, 1-31.
7. Sabouhi&colleagues.(1386).Investigating the Impact of Irrigation Price Changes on Private and Social Interest Using Positive Mathematical Planning Model. *Journal of Agricultural Science and Technology, especially in Agricultural Economics and Development*, Vol 21 (1): 53-71.(In Farsi).

8. Parheezkari, A., Sobouhi, M., & Ziaei, S. (2013). Simulation of water market and analysis of the effects of irrigation water sharing policy on cropping pattern under water stress. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development*. 27, 1-12 (In Farsi).
9. Nikouei, A., & Najafi, B. (2010). Welfare effects of establishing agricultural water market in Iran (Case study: Irrigation networks of Isfahan). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development*. 76, 25-40 (In Farsi).
10. Parheezkari, A., sobouhi, M., Ahmadpoor, M., & Badeebarzin, H. (2015). Simulation of farmers' response to pricing and water pricing policies (Case study: Zabol city). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development*. 28, 164-176(In Farsi).
11. Paris, Q. & Howitt, R.E. (1998) Analysis of Ill-Posed production Problems using Maximum Entropy. *American Journal of Agricultural Economics*. 80, 124-138.
12. Vaziri, A., & Vakilpoor, M. (2016). Effect of Irrigation Water Cost Estimation on Cultivation Pattern in Dehgolan Plain. *Journal of Agricultural Economics Research*. 8, 81-100 (In Farsi).
13. Shahnooshi.(1393)Organization and Formation of Water Market in Khorasan Razavi Province. Research project of Iranian Water Resources Management Company, Tehran. (In Farsi).