

Research Paper

Comparison of The Effects of the Policy of Increasing the Price of Water and the Implementation of the Pressure Irrigation Method on The Cultivation Pattern of the Farmers of ERZUIYE City by Using Positive Mathematical Programming.

Mohammad. Hassn. Mirzadeh¹, Mohammad. Reza. Zare Mehrjerdi^{2*}, Ali. Dehghani³, Hamid. Reza. Mirzaei⁴

¹ M.Sc. Graduate Student, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Email: mhmirzadeh68@iran.ir

² Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran, Email: zare@uk.ac.ir

³ Ph.D. Student, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Email: ali.dehghany@iran.ir

⁴ Associated Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran, Email: mirzaei_h@uk.ac.ir



10.22125/IWE.2024.442957.1793

Received:
January 13, 2024
Accepted:
May 13, 2024
Available online:
June 29, 2024

Keywords:
Drip Irrigation,
Cultivation Pattern,
Evaluation, Positive
Mathematical
Programming, Net
Profit.

Abstract

The decrease in rainfall and excessive exploitation of the underground water resources of Erzuiye Jalga have caused drastic changes in the exploitation system of the region's water resources. Since water is one of the most important factors affecting the production and performance of agricultural products, the efficient management of this scarce resource is considered one of the important fields of agricultural development. The purpose of this research is to analyze and compare the cultivation pattern and the gross profit of farmers in two cases due to the implementation of price and non-price water policies and the implementation of pressure irrigation system in the fields of Erzuye city, one of Kerman province. Irrigation water price policy (increase in water extraction cost) was considered under scenarios of 25, 50, 75 and 100 percent. To achieve these goals, the positive mathematical programming model was used. In order to achieve practical results, production function with constant elasticity of substitution and non-linear cost function were added to this model. The required data were collected using simple random sampling method and completing 100 questionnaires in the crop year of 1401-1400. The obtained results showed that with the adoption of the water price policy, the cultivated area of the crops with the least water consumption increased and other selected crops faced a decrease in the cultivated area. Under the last scenario, the net profit of the model decreased by 26% and at the same time the water consumption decreased by 10.5%. Comparing this policy with the implementation of the drip irrigation system showed that the

* **Corresponding Author:** M. R. Zare Mehrjerdi

Address: Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Email: zare@uk.ac.ir
Tel: 09131999230

implementation of this irrigation system compared to the observed level, increases the net profit of the model by 30.75% and reduces the water consumption of the selected crops by 210%.

1. Introduction

Water is one of the most important natural resources at the global level and one of the important and rare inputs of Iran's agricultural sector. The agricultural sector in Iran is a consumer of renewable fresh water on the one hand, and on the other hand, it accounts for 18% of the gross national product, 25% of employment, and provides 25% of non-oil exports. Therefore, the allocation of irrigation water in the cultivation pattern of each region should be economically efficient. (Dehghani et al., 2018)

Determining the appropriate cultivation pattern based on which maximum productivity can be obtained, especially from the limiting factor of water, is one of the practical and scientific solutions. Also, preserving the farmers' income, especially in the current economic conditions, is one of the important issues that should be considered in addition to providing a solution to solve the water shortage problem; Because the solution presented in the main agricultural decisions of each region will be optimal when it can take into account the maximization of producers' profits in addition to the water limitation in the modification of the cultivation pattern of agricultural products (Panahi and Philosfian, 1400).

Currently, many efforts have been made to implement policies to save water in agriculture and improve its productivity among various parts. In order to increase water productivity, economists recommend raising the price of water, but politicians do not accept this recommendation for cultural and political reasons (Hai et al., 2006).

In addition to analyzing the effects of the price policy (increasing the extraction cost) of water, the present research tries to analyze the results with the effects of pressure irrigation implementation in Erzuze city of Kerman city, in order to be able to meet the economic expectations of the farmers of Erzuze city when the available water is reduced and the water input is limited. Therefore, in this research, the effects of applying the irrigation water pricing scenario with modern (drip) irrigation methods on the cropping pattern, net yield and gross profit of Erzuze farmers are discussed by using PMP positive agricultural planning model. Considering the fact that no such research has been done in Erzuze city so far, we hope that the results of this research will satisfy the need of the agricultural area of Erzuze city for the development of agriculture and the sustainability of water resources.

2. Materials and Methods

Positive mathematical programming (PMP) is an empirical estimation model that uses all available data regardless of how sparse they are. In the PMP method, it is assumed that the combination of activities observed in the field reflects the optimal choice desired by the farmer (Biniiaz et al., 1400).

The main advantage of PMP features is only the automatic calibration of optimization models, but the smoothness of the responses of the models to policy changes and the possibility of using very little data for agricultural policy modeling, given the necessary and sufficient condition to calibrate the programming model is that the objective function is at least in some of activities to be non-linear and the number of parameters to be estimated should be equal to the set of activities to be calibrated. This can be achieved by gradually transforming a linear objective function into a nonlinear one. This non-linearity is often sought in costs and is introduced by adding a non-linear cost function (often quadratic) in replacement or incomplete (behavioral terms or PMP) to the linear function (Aribas et al., 2020).

In the PMP method presented in this research, the measured objective function is presented along with the desired limitations (except the measurement limitations). In this model, the activities at the observed level and the binary values of the system constraints are replicated by the non-linear recalibration method (Howitt et al., 2012).

3. Results

The effect of the policy of increasing the price of water on the cultivation pattern

Applying the policy of water price increase, based on the scenarios of 25, 50 and 75 percent water price increase, will increase the area under cultivation of blue wheat, grain corn and cotton products. Also, the application of this policy under the mentioned scenarios will reduce the area under cultivation of watermelon. The decrease in the area under cultivation at each stage for the watermelon product can be attributed to the water-intensive production process of this product and its low market price.

The effect of water price increase policy on net return and gross profit

With the increase in the price (increase in extraction cost) of water under the scenarios of 25, 50, 75 and 100%, the net yield obtained from each hectare of wheat, corn and cotton crops increases. This increase for each hectare of cotton crop is significantly higher than wheat and corn. With the application of this policy, the net yield obtained from each hectare of watermelon crop in Arzuiye city will decrease. The implementation of irrigation water price policy under 25, 50, 75 and 100% scenarios reduces the gross profit of the model in each stage compared to the observed level.

In the following, the comparison of water consumption in flooded systems with the application of the policy of increasing the price of water and the pressurized system shows that the amount of water consumed in the pressurized irrigation system is less than the amount of water consumed in the flooded system under the application of all the scenarios considered for the increase. The price of water used by farmers for growing selected crops is an issue that expresses the fact that due to the low price of water extraction costs in Erzuiye region, applying the policy of increasing the price of water used, compared to the pressure irrigation system, a noticeable decrease in consumption does not create water ;But in the drip irrigation method, due to the high efficiency of irrigation, which causes a reduction of more than 70% in water consumption, the amount of water used by farmers is significantly reduced. This comparison shows that the application of drip irrigation system in the fields of Erzuye city, compared to the application of irrigation water pricing policy under different scenarios, will save much more water for farmers.

4. Discussion and Conclusion

It can be said that the implementation of the policy of increasing the price of water through increasing the cost of water extraction in Erzuye city, the cultivation pattern of the region towards increasing the area under cultivation of crops such as water wheat, seed corn and cotton, which require less water than other selected crops. , moves Also, the gross profit of the model under the scenarios of 25, 50, 75 and 100 percent increase in the cost of water extraction is reduced by 3.44, 24.15, 22.16 and 37.13 percent, respectively, compared to the observed level, which in the 100 percent scenario , this reduction is more noticeable in the gross profit of the model.

By adopting the policy of increasing the price of water under the mentioned scenarios, the total amount of water consumed in the cultivation pattern of the region will decrease significantly, and this decrease is more severe in the scenario of 100% increase in the cost of water extraction, unlike the policy of increasing the price of water. Implementation of the drip irrigation method in the fields of Erzuye city, in addition to reducing the amount of water consumed by farmers in the current cultivation pattern of the region, can also increase the net profit of the farmers in the region, so that the net profit of the model under the implementation of the drip irrigation system It increases by 30.75% compared to the observed level.

5. Six important references

Conflict of Interest

1) Bi Nejad, Arslan; Ahmadpour Barazjani, Mahmoud; Ziyai, Saman and Mohammadi; Hamid. (1400). The potential effects of water pricing and rationing on water productivity and agricultural input

consumption in Kohgiluyeh province, Boyar Ahmad. Journal of Water Research in Agriculture, B, Volume 35, Number 1.

2) Panahi, Ali and Falsolian, Azadeh. (1400). Optimizing the cultivation pattern of agricultural products in Shabstar plain under the conditions of water limitation. Journal of water and soil resource protection, 10th year, number 4 .

3) Dehghani, Ali; Amirtimori, Samia and Zare Mehrjardi, Mohammadreza. (2018). The effects of the policies of increasing the price of irrigation water and reducing the available water on the water productivity of agricultural products (case study: Shahdad district, Kerman city). Iranian Irrigation and Drainage Journal, No. 6, Volume 13, pp. 1661-1671.

4) Arribas, I., Louhichi, K., Perni, A., Vila, J., & Gomez-y-Paloma, S. (2020). Modelling agricultural risk in a large scale positive mathematical programming model. *International Journal of Computational Economics and Econometrics*, 10(1), 2-32.

5) He,L., Tyner,W.E., Doukkali, R. and Siam, G. (2006). Policy options to improve water allocation efficiency: analysis on Egypt and morocco. *Water international*. 31: 320-337.

6) Howitt, RE., Medellin-Azuara, J., MacEwan, D. andLund, R. (2012). Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. *Science of the Environmental Modeling and Software*. 38: 244-258.



مقایسه آثار سیاست افزایش قیمت آب و اجرای روش آبیاری تحت فشار بر الگوی کشت کشاورزان شهرستان ارزوئیه با استفاده از برنامه ریزی ریاضی مثبت

محمدحسن میرزاده^۱، محمدرضا زارع مهرجردی^۲، علی دهقانی^۳، حمیدرضا میرزایی خلیل آبادی^۴

تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۱۰/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۲/۲۴

مقاله پژوهشی

چکیده:

کاهش نزولات جوی و استحصال بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی جلگه ارزوئیه سبب تغییرات شدید در نظام بهره‌برداری از منابع آب منطقه شده است. هدف این تحقیق، تحلیل و مقایسه الگوی کشت و سودناخالص کشاورزان در دو حالت ناشی از اجرای سیاست افزایش قیمت آب و سیاست اجرای سیستم آبیاری تحت فشار در سطح مزارع شهرستان ارزوئیه از توابع استان کرمان است. سیاست افزایش قیمت آب (افزایش هزینه استحصال آب) تحت سناریوهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد. برای تحقق این اهداف، از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، استفاده شد. داده‌های مورد نیاز با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و تکمیل ۱۰۰ پرسش‌نامه در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰، جمع‌آوری گردید. نتایج نشان داد که با اتخاذ سیاست افزایش قیمت آب، سطح زیرکشت محصولات با کم‌ترین آب مصرفی، افزایش و دیگر محصولات منتخب، با کاهش سطح زیرکشت مواجه شدند. سودناخالص مدل تحت آخرین سناریو، ۲۶ درصد کاهش و به طور هم‌زمان، آب مصرفی به میزان ۱۰/۵ درصد کاهش یافت. مقایسه این سیاست با سیاست اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای نشان داد که اجرای این سیستم آبیاری نسبت به سطح مشاهده شده، سودناخالص مدل را به میزان ۳۰/۷۵ درصد افزایش و آب مصرفی محصولات منتخب را به میزان ۲۱۰ درصد کاهش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، الگوی کشت، ارزوئیه، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، سودناخالص

^۱ کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران ایمیل: mhmirezadeh68@gmail.com

^۲ استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران ایمیل: zare@uk.ac.ir

^۳ دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران ایمیل: ali.dehghany@iran.ir

^۴ دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران ایمیل: mirzaei_h@uk.ac.ir



مقدمه

آب از مهم‌ترین احتیاجات رشد گیاه است و با توجه به کمبود منابع آب و اهمیت آن در حوزه کشاورزی و از سوی رشد جمعیت و کوشش در خصوص، کنار گذاشتن یا اصلاح کشاورزی با راندمان پایین و توسعه کشاورزی صنعتی لزوم اداره صحیح آب حوزه کشاورزی و به کارگیری هر راهکاری برای کم کردن مصرف و بهره‌گیری کارا از آب در دسترس، مسئله‌ای حیاتی و ضروری است استفاده از تکنیک‌های مناسب برای بهینه‌سازی تخصیص آب به محصولات مختلف کشت شده در هر دشت، در این خصوص می‌تواند راه‌گشا باشد (عزیزآبادی فراهانی و میرزایی، ۱۴۰۰)

میزان آب در کره زمین حدود ۱/۳۶ میلیارد کیلومتر مکعب برآورد شده است که این میزان آب حدود ۷۱ درصد سطح زمین را پوشانده است. با این وجود، حدود ۹۷/۵ درصد کل آب موجود در جهان آب شوری است که در دریاها قرار دارد و فقط ۲/۵ درصد آب موجود در زمین شیرین می‌باشد که این مقدار هم نزدیک به ۷۰ درصد آن به شکل یخ در نواحی سرد و قطب‌ها شمال و جنوب زمین می‌باشند. همین‌طور سایر قسمت‌های آب شیرین در قسمت‌های خیلی عمیق زمین و یا به شکل بخار در جو زمین هستند و فقط ۱ درصد آن برای بشر در دسترس می‌باشد؛ در نتیجه در کل، ۰/۰۲۵ درصد یا به گونه‌ای دیگر ۲/۵ در ده هزار از همه آبی که در دنیا وجود دارد را انسان به شکل مستقیم به آن دسترسی دارد. از سوی، آب شیرین در دسترس بیشتر در قسمت‌های غیرشرب استفاده می‌گردد و بر اساس داده‌های منتشر شده توسط سازمان ملل ۶۹ درصد در حوزه کشاورزی، ۲۳ درصد در صنایع و ۸ درصد در قسمت مصارف خانگی و بهداشت مورد استفاده قرار می‌گیرد (عباسی و عباسی، ۱۳۹۹).

آب یکی از منابع طبیعی مهم در سطح جهانی و یکی از نهاده‌های مهم و کمیاب بخش کشاورزی ایران است. بخش کشاورزی در ایران از یک سو مصرف‌کننده آب شیرین تجدید شونده است و از سوی دیگر ۱۸ درصد از تولید ناخالص ملی، ۲۵ درصد از اشتغال و ۲۵ درصد از صادرات غیر نفتی را تأمین می‌کند. بنابراین تخصیص آب آبیاری در

الگوی کشت هر منطقه باید از نظر اقتصادی کارآمد باشد. (دهقانی و همکاران، ۱۳۹۸)

از دیرباز، مشخص نمودن الگوی کشت مناسب برای هر منطقه از وظایف اصلی نهادهای مؤثر در کشاورزی و از برنامه ابتدایی تصمیم‌گیرندگان حوزه کشاورزی می‌باشد و این مبحث از سال ۱۳۵۰ تا به حال، در قانون‌های زیادی به آن اشاره شده است. هر چند در هر دوره‌ای، به تناسب داده‌های قابل دسترس، کارهایی انجام شده است؛ اما برنامه‌های کاملی نبوده‌اند. در کل این‌گونه پیداست که الگوی کشت کنونی کشور ناشی از برنامه‌هایی که قبلاً صورت گرفته و بیشتر بر اساس منابع آب و خاک در دسترس و گاه با اولویت اقتصادی می‌باشند و نظر به تغییر شرایط اقلیمی و اقتصادی به علت غیر رقابتی بودن بعضی از تولیدات کشاورزی، این الگوی کشت با مسائل زیادی رو برو می‌باشد که نیازمند تغییر در الگوی کشت سالیانه می‌باشد. نظر به وسعت پهناهی کشور و اقلیم‌های متنوع، مشخص کردن الگوی کشت بهینه مختص هر ناحیه که توانایی این را داشته باشد که بیشترین راندمان را از منابع تولید به خصوص منابع کمیاب مانند آب را به وجود آورد، مسئله‌ای غیر قابل اغماض می‌باشد. (عبدشاهی و همکاران، ۱۳۹۹).

تعیین الگوی کشت مناسب به نحوی که براساس آن بتوان حداکثر بهره‌وری را به ویژه از عامل محدود کننده آب بدست آورد، از راهکارهای عملی و علمی می‌باشد. همچنین، حفظ درآمد کشاورزان بویژه در شرایط اقتصادی کنونی از مسائل مهمی است که در کنار ارائه راهکار برای حل معضل کم آبی می‌بایست مورد توجه قرار گیرد. زیرا راهکار ارائه شده در تصمیمات اصلی کشاورزی منطقه زمانی بهینه خواهد بود که بتواند در اصلاح الگوی کشت محصولات کشاورزی منطقه علاوه بر محدودیت آب، به صورت توأم بحث حداکثر سازی سود تولیدکنندگان را نیز در نظر بگیرد (پناهی و فلسفیان، ۱۴۰۰).

کاهش نزولات جوی و کمبود آب در ایران یک حقیقت قاره‌ای می‌باشد و نظر به پروسه رو به رشد احتیاج قسمت‌های گوناگون به آب، مسئله کمبود آب در سال‌های پیش رو جدی ترهم می‌شود. در این شرایط توجه به ارتقا

فرهنگی و سیاسی این توصیه را نمی‌پذیرند (هی و همکاران، ۲۰۰۶).

تحقیق حاضر سعی می‌کند تا علاوه بر این که آثار سیاست افزایش قیمت آب (افزایش هزینه استحصال) را مورد تجزیه تحلیل قرار دهد، نتایج حاصل را با آثار سیاست اجرای آبیاری تحت فشار در شهرستان ارزوئیه از توابع شهرستان کرمان، مورد بررسی قرار دهد تا بتواند انتظارات اقتصادی کشاورزان شهرستان ارزوئیه را در مواقع کاهش آب در دسترس و روبرو شدن با محدودیت نهاده‌ی آب برآورده سازد.

پیشینه تحقیق

شورید خان و همکاران (۲۰۲۲)، در پژوهشی به ارزیابی تغییر رژیم مالیات بر دارایی بر تولید مواد غذایی غیرتجاری با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت اصلاح شده پرداختند. در این مطالعه، مالیات بر دارایی مبتنی بر ارزیابی ارزش بازار را در شهرستان ماوی واقع در هاوایی را که انتظار می‌رود صورت حساب‌های مالیاتی عمدتاً برای کاربران غیرتجاری افزایش یابد را مورد بررسی قرار داده شد. آن‌ها مدل اقتصادی استفاده از زمین و تولید غذا در هاوایی را که در سال ۲۰۱۲ بر اساس تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی مثبت^۵ (PMP) توسعه داده شده بود را اصلاح و گسترش دادند تا سیاست مالیاتی پیشنهادی را برای تعیین تأثیرات ناممکن در کاربردهای مختلف شبیه‌سازی کنند. نتایج نشان داد که چنین تغییرات سیاستی تأثیرات متوسطی بر تولید مواد غذایی تجاری خواهد داشت، اما تأثیرات زیادی بر همتای غیرتجاری آن خواهد داشت.

مولوجیانی (۲۰۲۲)، در مطالعه‌ی خود به مقایسه سه مدل برنامه‌ریزی ریاضی مورد استفاده برای مدیریت پایدار زمین و مزرعه در منطقه مقدونیه مرکزی یونان پرداخت. مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی با استفاده از طرح زراعی زمین کشاورزی این مزارع، راه‌حل بهینه را تحت اهداف متفاوت و متضاد محاسبه کردند و نتایج حاصل از روش‌شناسی برنامه‌ریزی خطی (LP)، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و برنامه‌ریزی هدف وزنی (WGP)، از نظر تغییرات زمین کشاورزی پیشنهادی مقایسه شده‌اند. هر مدل دارای مزایا و

بهره‌وری آب کشاورزی یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. لذا استفاده مناسب از منابع محدود آب و سامانه‌های نوین آبیاری امری ضروری است. آبیاری تحت فشار به علت دبی ورودی پایین و متناوب بودن، این توانایی را دارد که عوامل بالقوه خاک در ناحیه ریشه محصولات را در سطح بالا حفظ کند و از کم شدن عوامل بالقوه اسمزی خاک بخاطر خشک شدن در مرور زمان در شرایط شور پیشگیری کند (مختاران و همکاران، ۱۴۰۰).

عملکرد پایین آبیاری در بیشتر نواحی کشور و کم شدن پایداری منابع آب، سبب زیاد شدن درخواست برای این منبع مهم و سبب اتلاف خیلی زیاد آن شده است. در زمان‌هایی که توزیع آب با مشکل رو برو می‌گردد، توجه به نحوه مصرف آب یعنی کم کردن مصرف آن ظهور و نمود پیدا می‌کند. بنابراین، ادامه ایجاد فاصله بین توزیع و درخواست برای آب در آینده، نگاه ویژه به تدابیر اقتصادی منابع آب و اختصاص صحیح آن را واجب کرده است (شیرزادی لسکوکلایه و همکاران، ۱۳۹۸).

نکته اساسی که در خصوص برداشت از ذخایر ناچیز آب مطرح است، نبود موازنه بین توزیع و درخواست آب لازم جهت زمین‌های کشاورزی، در بیشتر نواحی کشور است. توزیع و درخواست نامتوازن آب در حوزه کشاورزی به عنوان یک تنگنای بنیادی، سبب کاهش راندمان محصولات کشاورزی در دراز مدت می‌گردد. از سویی استحصال بی‌رویه از منابع آب عمقی سبب پایین رفتن سطح این آب‌ها گردیده است. در حقیقت استفاده بیش از حد ذخایر آبی سبب بر هم خوردن تعادل منبع، ناپایداری آن شده است و در انتها ارتقای پایدار کشاورزی را غیر ممکن کرده است؛ پس برای ارتقای پایدار کشاورزی، موازنه کردن تغذیه و استحصال ذخایر آب زیر زمینی ضروری می‌باشد (الهی و همکاران، ۱۳۹۷).

در زمان حاضر کوشش‌های فراوانی جهت اعمال سیاست‌هایی به منظور صرفه‌جویی آب در حوزه کشاورزی و ارتقای بهره‌وری آن میان قسمت‌های گوناگون انجام شده است. جهت افزایش بهره‌وری آب، اقتصاددانان بالا بردن قیمت آب را توصیه می‌کنند اما سیاسیون به علت‌های



اقلیمی دشت شرقی نیمه خشک در ایالت راجستان را تحلیل کرده است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که حتی پس از خالص کردن یارانه‌های ورودی و تأثیر بر محیط زیست و منابع طبیعی، توالی زراعی خوشه-سبزی بازده خالص بالاتری معادل ۲۱۵۱۸۷ در هکتار و به دنبال آن دانه فلفل (۱۰۸۵۹۰ در هکتار) در هر هکتار تولید کرد. تحت مجموعه زیرساخت‌های بازاریابی، حداقل قیمت‌های حمایتی، دانش فنی کشاورزی، شرایط اقلیمی و امکانات آبیاری موجود در این دشت نیمه خشک شرقی وجود داشت. حسن‌وند و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای بررسی کاربرد مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به جهت برآورد اثر سناریوی تغییر قیمت و اندازه آب کشاورزی روی الگوی کشت گیاهان زراعی در شهرستان نکا را انجام دادند؛ در این راستا از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) برای شبیه سازی واکنش کشاورزان در شهرستان نکا استفاده شد. نتایج به دست آمده بیان‌گر این بود که رشد قیمت آب کشتی بر تقاضای آب ندارد.

الهی و همکاران (۱۳۹۷)، در مطالعه‌ای اثر قیمت و سهمیه بندی آب در جهت مدیریت ذخایر آب عمقی منطقه کیودر آهنگ را بررسی کردند. پژوهش انجام شده با به کارگیری مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و راهکار حداکثر آنتروپی (ME) برآورد اقتصادی سناریوهای متفاوت حوزه کشاورزی در جهت مدیریت ذخایر آب عمقی در دشت کیودر آهنگ را برآورد می‌کند. نتیجه‌های بدست آمده از پژوهش بیان می‌کند که اجرای راهبرد افزایش قیمت، سهمیه بندی آب عمقی و راهبرد سهمیه بندی همراه با بالا بردن قیمت (ترکیبی) در سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد سبب کم شدن سطح زیر کشت، کم شدن سود ناخالص کشاورزان و کم شدن مصرف آب می‌گردد.

مجیدی و همکاران (۱۳۹۰)، به بررسی معین کردن الگوی بهینه کشت هم‌جهت با مدیریت ذخایر آب منطقه مشهد-چناران پرداختند: نظریه مطلوب نبودن توزیع زمانی و مکانی نزولات آسمانی در ایران و کم بودن بهره‌وری آبیاری در کشاورزی، محدودکننده‌ترین نهاده تولید در کشاورزی آب است. در مطالعه مورد نظر الگوی کشت کنونی منطقه مشهد-چناران تجزیه و تحلیل شد و با گردآوری

معایب منحصر به فردی است که می‌تواند آن را در موقعیت‌های خاص پیاده‌سازی کند. در نتیجه‌گیری این تحقیق ویژگی‌های هر مدل برجسته شده است. می‌توانیم خلاصه کنیم که مدل برنامه‌ریزی خطی موفق به دستیابی به بالاترین افزایش حاشیه ناخالص نسبت به مدل‌های PMP و WGP شد اما به دو هدف دیگر تعیین شده توسط کشاورزان دست نیافت. استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی در مواردی توصیه می‌شود که ما به یک هدف منفرد و برای یک فصل رشد خاص علاقه‌مند باشیم، زیرا مدل LP ایستا در نظر گرفته می‌شود. از سوی دیگر، برای مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت می‌توان نتیجه گرفت که موفق می‌شود عناصر پویا را در تابع هدف خود ادغام کند، زیرا می‌تواند تغییراتی را در متغیرهای مختلف خود (هزینه‌ها، قیمت‌ها، یارانه‌ها و غیره) ایجاد کند و آن‌ها را به‌طور خودکار محاسبه کند.

هارو و پالازون (۲۰۲۰)، به پایداری بلندمدت سیستم‌های بزرگ منابع آب تحت تغییر اقلیم: یک رویکرد مدل‌سازی آبشاری پرداختند؛ این مقاله یک رویکرد چند مدل و چند سناریوی آبشاری را برای ارزیابی اینکه چگونه تغییرات آب و هوایی آینده ممکن است بر هیدرولوژی و مدیریت آب سیستم‌های وابسته به پیرنه تأثیر بگذارد، ارائه می‌کنند. به طور خاص، پیش‌بینی‌های اقلیمی آینده و سناریوهای مدیریتی را با هم ترکیب کردند و آنها را در سیستم رودخانه گالگو-سینکا در حوضه رودخانه ابرو اسپانیا به کار بردند نتایج نشان می‌دهد که استفاده از سناریوهای مدیریتی برنامه‌ریزی شده فعلی، پایداری سیستم را به‌ویژه برای کشاورزی آبی تهدید می‌کند. این نتایج نشان‌دهنده نیاز به تجدید نظر در استراتژی‌های برنامه‌ریزی منابع آب فعلی در این منطقه و ایجاد اقدامات بلندمدت، قوی و پایدار برای سازگاری با تغییرات آب و هوایی است.

جنگید و همکاران (۲۰۱۸)، به بررسی الگوی بهینه کشت بر اساس سناریوهای قیمت جایگزین در منطقه نیمه خشک شرقی دشت ایالت راجستان پرداختند. آن‌ها با استفاده از سه سناریو قیمت جایگزین یعنی قیمت‌های بازار، قیمت‌های اقتصادی (تأثیر خالص یارانه‌ها) و ارزش‌گذاری منابع طبیعی (NRV) با در نظر گرفتن مزایای زیست‌محیطی، الگوی کشت بهینه منطقه کشاورزی-

افزودن یک تابع هزینه غیرخطی (اغلب درجه دوم) در جایگزینی یا ناقص (اصطلاحات رفتاری یا PMP) به تابع خطی معرفی می شود (آریباس و همکاران، ۲۰۲۰). در روش PMP ارائه شده در تحقیق حاضر، تابع هدف سنجش شده به همراه محدودیت‌های مورد نظر (به جز محدودیت‌های سنجش) به صورت زیر ارائه می‌شود. در این مدل، فعالیت‌ها در سطح مشاهده شده و مقادیر دوگان محدودیت‌های سیستمی توسط روش غیرخطی واسنجی شده، همانندسازی می‌شوند (هاویت، ۲۰۱۲).

$$MAX \Pi = \sum_{i=1}^4 p_i Y_i - \sum_{i=1}^4 \alpha_i x_{i,land} - \frac{1}{2} \gamma_i x_{i,land}^2 - \sum_{i=1}^4 \sum_{j \neq i, land} (c_{ij} x_{ij}) \quad (1)$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^4 x_i \leq A_r \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^4 w_i x_i \leq W_r \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^4 k_i x_i \leq TK_r \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^4 La_i \cdot x_i \leq TLa_r \quad (5)$$

$$x_i \geq 0 \quad (6)$$

رابطه‌ی (۱)، تابع هدف غیرخطی مدل است تابع تولید منطقه‌ای، تابع هزینه درجه دو برای نهاده‌ی زمین و تابع هزینه‌ی خطی برای نهاده‌های دیگر (آب، نیروی کار و سایر عوامل تولید) را شامل می‌شود. در این رابطه Y_i ، تابع تولید محصول i است (تابع تولید CES). نخست تابع تولید برآورد شده در تابع هدف غیرخطی برای حل روش بالا جای‌گزاری می‌گردد. پس از آن با نگاه به تدابیر اتخاذ شده مقدار تغییرات براساس سناریوهای متفاوت، برآورد و بیان می‌گردد. رابطه‌ی (۲)، نشان دهنده محدودیت سطح زیرکشت محصولات کشاورزی است که در آن A_r ، تمام مساحت کشت شده در ناحیه هدف پوهش می‌باشد.

اطلاعات مربوط به سال ۱۳۸۸، به منظور کم کردن مصرف آب، الگوی بهینه کشت و تقریباً بهینه معین گردید. برای رسیدن به این منظور برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی ایجاد گزینه‌ها به کار برده شد. نتیجه‌های حاصل شده از برنامه‌ریزی خطی بیان کرد که در الگوی بهینه کشت، به رغم استفاده از همه سطح زیرکشت موجود و کسب بازده برنامه‌ای مشابه الگوی فعلی، اندازه مصرف آب کم گردید که به علت ترکیب جدید محصولات در پروسه تولید بود.

در این تحقیق به مقایسه آثار اعمال سناریوی قیمت‌گذاری آب آبیاری با روش‌های نوین آبیاری (قطره‌ای) بر روی الگوی کشت، بازده خالص و سود ناخالص مزرعه داران ارزوئیه با به کارگیری مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت PMP پرداخته می‌شود. نظر به این که در شهرستان ارزوئیه تا به حال پژوهش این چنینی صورت نگرفته است، امید این است که نتیجه‌های این تحقیق نیاز حوزه زراعی شهرستان ارزوئیه جهت توسعه کشاورزی و پایداری منابع آب را مرتفع سازد.

مواد و روش‌ها

برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) یک مدل برآورد تجربی می‌باشد که همه داده‌های در دسترس را جدا از اینکه چه اندازه کمیاب می‌باشند بکار می‌برد. در روش PMP فرض بر این است که ترکیب فعالیت مشاهده شده در مزرعه انعکاس دهنده انتخاب بهینه مورد نظر کشاورز است (بی‌نیاز و همکاران، ۱۴۰۰).

مزیت اصلی ویژگی‌های PMP فقط کالیبراسیون خودکار مدل‌های بهینه‌سازی است، اما هموار بودن پاسخ‌های مدل‌ها به تغییرات سیاست‌ها و امکان استفاده از داده‌های بسیار کمی برای مدل‌سازی سیاست‌های کشاورزی با توجه به شرط لازم و کافی برای کالیبره کردن مدل برنامه‌نویسی این است که تابع هدف حداقل در برخی از فعالیت‌ها غیرخطی باشد و تعداد پارامترهایی که باید تخمین زده شوند باید برابر با مجموعه فعالیت‌هایی باشد که باید کالیبره شوند. این را می‌توان با تبدیل تدریجی یک تابع هدف خطی به یک تابع غیرخطی به دست آورد. این غیرخطی بودن اغلب در هزینه‌ها جستجو می‌شود و با



احصاء شده در این پژوهش را تشکیل دادند که از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری، اطلاعات مورد نیاز برای سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ جمع‌آوری شد. داده‌های تکمیلی با مراجعه‌ی مستقیم به مراکز ذی‌ربط در استان کرمان و شهرستان ارزوئیه جمع‌آوری شد. برای حل مدل نیز از نرم‌افزار GAMS، نسخه‌ی ۲۴/۷ استفاده شد.

نتایج و بحث

پس از جمع‌آوری اطلاعات آماری محصولات زراعی منتخب (قیمت بازاری، سطح زیرکشت، عملکرد، مقدار، هزینه نهاده‌های مصرفی و هزینه تجهیز مزارع شهرستان به سیستم آبیاری تحت فشار)، نتایج حاصل از واسنجی مدل PMP، تأثیر سیاست افزایش قیمت آب بر روی الگوی کشت و سود ناخالص کشاورزان منطقه را مشخص کرد و در نهایت به مقایسه این نتایج با تأثیر سیاست اجرای آبیاری تحت فشار در سطح مزارع شهرستان پرداخته شد.

تأثیر سیاست افزایش قیمت آب روی الگوی کشت

همان‌گونه که در جدول (۱)، دیده می‌شود اعمال سیاست افزایش قیمت آب، موجب افزایش سطح زیرکشت محصولات گندم آبی، ذرت دانه ای و پنبه می‌شود. به این شکل که سطح زیرکشت گندم آبی از ۱۲۰۰۰ هکتار، براساس سناریوهای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد افزایش قیمت آب، به ترتیب به ۱۲۱۵۳/۴۷، ۱۲۳۰۶/۹۳، ۱۲۴۶۰/۴۰ هکتار افزایش یافته و تحت سناریوی ۱۰۰ درصد افزایش قیمت آب، به ۱۲۶۱۳/۸۶ هکتار می‌رسد. در واقع با اجرای این سیاست تحت سناریوهای مذکور، سطح زیرکشت محصول گندم آبی به ترتیب با افزایش ۱/۲۸، ۲/۵۶، ۳/۸۴ و ۵/۱۲ درصدی روبه‌رو می‌شود. سطح زیرکشت محصول ذرت از مقدار مشاهده شده‌ی ۱۰۰۰۰ هکتار، تحت سناریوهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد افزایش قیمت آب آبیاری، به ترتیب به ۱۰۰۵۱/۰۳، ۱۰۱۰۲/۰۷، ۱۰۱۵۳/۱۰ و ۱۰۲۰۴/۱۳ هکتار، افزایش می‌یابد. بنابراین سطح زیرکشت محصول ذرت دانه‌ای نیز تحت سناریوهای ۲۵ مذکور، به ترتیب ۱/۵۱، ۱/۰۲، ۱/۵۳ و ۲/۰۴ درصد افزایش پیدا می‌کند. سطح زیرکشت محصول پنبه نیز با اجرای سیاست افزایش قیمت آب تحت سناریوهای فوق، از ۱۵۵۰ هکتار به

رابطه‌ی (۳)، بیان‌کننده محدودیت مختص به نهاده‌ی آب است که در آن W_i ، نیاز آبی محصول i (بر حسب مترمکعب در هکتار) و W_r ، تمام آب‌قابل استحصال ناحیه هدف می‌باشد. این محدودیت بر این فرض استوار است که آب سالیانه، جهت ناحیه هدف قابل استحصال است.

رابطه‌ی (۴)، محدودیت سایر عوامل تولید را نشان می‌دهد که در آن k_i ، ضریب فنی این عوامل در واحد سطح محصول i و TK_r ، تمام عوامل تولید (مجموع نهاده‌های بذر، کود و سم) موجود در ناحیه هدف پژوهش است. در حقیقت سمت راست این محدودیت حاصل جمع مقدار تمام عوامل که به فعالیت‌های زراعی در ناحیه هدف پژوهش اختصاص داده شده و سمت چپ این محدودیت نیاز فعالیت‌های تولیدی به سایر عوامل تولید می‌باشد.

رابطه‌ی (۵)، بیان‌کننده محدودیت نیروی کار است که در آن، La_i ، نیروی کار لازم جهت تولید محصول i (بر مبنای نفر ساعت در هکتار) و TLa_r ، تمام نیروی کار در موجود در ناحیه مورد نظری می‌باشد.

رابطه (۶)، نشان‌دهنده مثبت بودن سطح فعالیت‌ها می‌باشد و اطمینان می‌دهد که مدل به کار گرفته شده در بالا از نظر فیزیکی، میسر و قابلیت انجام شدن دارد، عکس‌العمل زارعین به سیاست تعیین قیمت جهت آب آبیاری (بالا بردن هزینه برداشت)، بر اساس مدل‌های ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد، و نیز سیاست غیرقیمتی آب آبیاری (کاهش آب آبیاری در دسترس)، بر اساس مدل‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد در سطح شهرستان ارزوئیه، و مقایسه این دو سیاست با اجرای برنامه قطره‌ای کردن زمین‌های کشاورزی. بعد از بیان و سنجش روش PMP عرضه شده در قسمت فوق مورد برآورد قرار گرفت. برای هرکدام از تدابیر بر اساس مدل‌های بیان گردیده، مقدار تغییر در الگوی کشت و سودناخالص زارعین برآورد شد. لازم به تذکر می‌باشد که در روش عرضه شده، برای نهاده‌ی آب مصرفی جهت تولید تمام محصولات مد نظر در این پژوهش هزینه‌های اختصاص یافته استفاده شده؛ از حاصل جمع هزینه‌های برداشت (هزینه برق، حفاظت و مکانیکی) حاصل شد.

از طریق فرمول کوکران و روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، ۱۰۰ نفر از کشاورزان شهرستان ارزوئیه، جمعیت



۱۷۳۲/۳۷، ۱۴۶۴/۷۶، ۱۱۹۷/۱۲ و ۹۲۹/۴۹ هکتار کاهش می‌یابد. که درصد کاهش سطح زیرکشت محصول هندوانه تحت سناریوهای بیان شده به ترتیب ۱۳/۳۸، ۲۲/۱، ۲۶/۷۶ و ۵۳/۵۳ می‌باشد. کاهش سطح زیرکشت در هر مرحله برای محصول هندوانه را می‌توان ناشی از آب‌بر بودن فرآیند تولید این محصول و قیمت بازاری پایین آن دانست.

۱۶۱۳/۱۳، ۱۶۷۶/۲۶، ۱۷۳۹/۴۰ و ۱۸۰۲/۵۲ هکتار افزایش خواهد یافت و درصد افزایش سطح زیرکشت پنبه تحت سناریوهای ذکر شده به ترتیب ۱۶/۲۹، ۱۲/۲۲، ۸/۱۵، ۴/۰۷ و ۱۶/۲۹ درصد افزایش می‌یابد. سیاست قیمتی آب آبیاری تحت سناریوهای ذکر شده، موجب کاهش سطح زیرکشت محصول هندوانه می‌شود. سطح زیرکشت محصول هندوانه تحت سناریوهای ذکر شده، از ۲۰۰۰ هکتار به ترتیب به

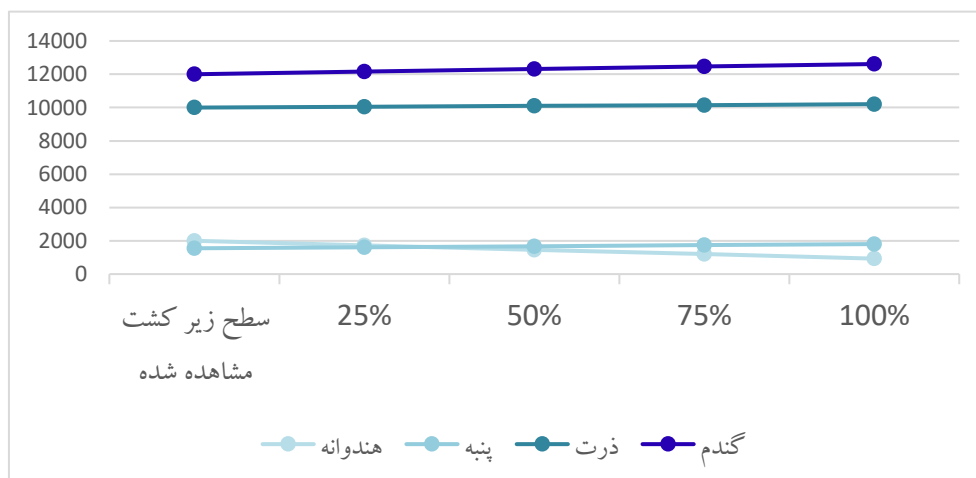
جدول (۱): تغییرات ایجاد شده در سطح زیرکشت محصولات منتخب بر اساس سیاست افزایش قیمت آب

محصول	سطح زیرکشت مشاهده شده	میزان تغییرات	افزایش هزینه استحصال تحت سناریوهای مختلف			
			۱۰۰٪	۷۵٪	۵۰٪	۲۵٪
گندم آبی	۱۲۰۰۰	مقدار	۱۲۱۵۳/۴۷	۱۲۳۰۶/۹۳	۱۲۴۶۰/۴۰	۱۲۶۱۳/۸۶
		درصد	۱/۲۸	۲/۵۶	۳/۸۴	۵/۱۲
ذرت دانه‌ای	۱۰۰۰۰	مقدار	۱۰۰۵۱/۰۳	۱۰۱۰۲/۰۷	۱۰۱۵۳/۱۰	۱۰۲۰۴/۱۳
		درصد	۰/۵۱	۱/۰۲	۱/۵۳	۲/۰۴
هندوانه	۲۰۰۰	مقدار	۱۷۳۲/۳۷	۱۴۶۴/۷۶	۱۱۹۷/۱۲	۹۲۹/۴۹
		درصد	-۱۳/۳۸	-۲۲/۱	-۲۶/۷۶	-۵۳/۵۳
پنبه	۱۵۵۰	مقدار	۱۶۱۳/۱۳	۱۶۷۶/۲۶	۱۷۳۹/۴۰	۱۸۰۲/۵۲
		درصد	۴/۰۷	۸/۱۵	۱۲/۲۲	۱۶/۲۹

منبع: نتایج پژوهش

ملاحظه می‌شود محصولات گندم، ذرت و پنبه تا سناریوی ۵۰ درصد با رشد ملایمی افزایش می‌یابند و در سناریوهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد رشد بیشتری دارند؛ سطح زیرکشت محصول هندوانه تحت همه‌ی سناریوها روندی کاهشی دارد.

نمودار (۱) روند تغییرات سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی را با اتخاذ سیاست افزایش قیمت آب تحت سناریوهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نشان می‌دهد.



نمودار (۱) روند تغییرات سطح زیرکشت محصولات با اعمال سیاست افزایش قیمت آب

منبع: نتایج پژوهش



در شهرستان ارزوئیه، روند کاهشی به خود می‌گیرد. بازده خالص هر هکتار محصول هندوانه تحت سناریوی ۱۰۰ درصد، از ۴۰۹/۳۹۸ میلیون ریال در سطح مشاهده شده به ۲۳۱/۷۴۲ میلیون ریال، کاهش پیدا می‌کند.

اجرای سیاست قیمتی آب آبیاری تحت سناریوهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد، سود ناخالص مدل را از مقدار مشاهده شده ۱۵۴۲۳۲۴۴ میلیون ریال به ترتیب به ۹۶۹۶۷۸۵ و ۱۳۰۴۲۱۲۰، ۱۲۹۵۰۵۵۸۴، ۱۱۹۹۳۰۲۶ میلیون ریال کاهش می‌دهد.

تأثیر سیاست افزایش قیمت آب بر بازده خالص و سود ناخالص

با بالا رفتن قیمت (افزایش هزینه استحصال) آب تحت سناریوهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد، بازده خالص به دست آمده از هر هکتار از محصولات گندم، ذرت و پنبه افزایش می‌یابد. این افزایش برای هر هکتار محصول پنبه، به شکل ملموسی بالاتر از گندم و ذرت است. با اعمال این سیاست، بازده خالص به دست آمده از هر هکتار از محصول هندوانه

جدول (۲): تغییرات ایجاد شده در بازده خالص و سود ناخالص بر اساس اعمال سیاست افزایش قیمت آب

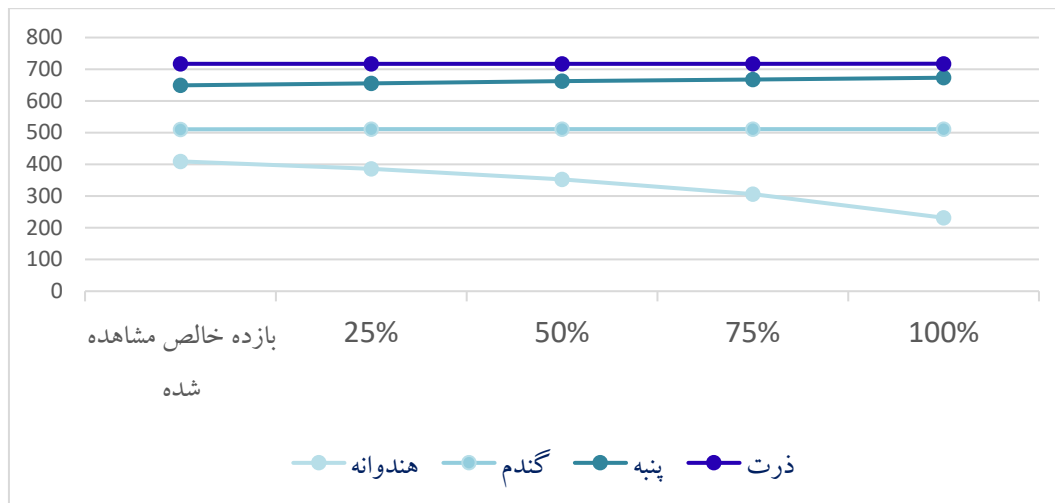
محصول	بازده خالص و سود ناخالص دیده شده	بازده خالص و سود ناخالص بر اساس سناریوهای متفاوت			
		۱۰۰٪	۷۵٪	۵۰٪	۲۵٪
گندم آبی	مقدار	۵۱۱/۰۲۴	۵۱۰/۹۲۱	۵۱۰/۸۱۶	۵۱۰/۷۰۸
	درصد	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۲
ذرت دانه‌ای	مقدار	۷۱۷/۴۷۷	۷۱۷/۳۸۸	۷۱۷/۲۹۷	۷۱۷/۲۰۵
	درصد	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۱
هندوانه	مقدار	۲۳۱/۷۴۲	۳۰۶/۰۲۰	۳۵۳/۱۲۲	۳۸۵/۵۵۴
	درصد	-۴۳/۳۹	-۲۵/۲۵	-۱۳/۷۵	-۵/۸۲
پنبه	مقدار	۶۷۳/۲۳۰	۶۶۷/۸۱۸	۶۶۲/۰۸۶	۶۵۵/۹۰۷
	درصد	۳/۷۰	۲/۸۶	۱/۹۸	۱/۰۳
سود ناخالص مدل	مقدار	۹۶۹۶۷۸۵	۱۱۹۹۳۰۲۶	۱۲۹۵۰۵۸۴	۱۳۰۴۲۱۲۰
	درصد	-۳۷/۱۳	-۲۲/۲۴	-۱۶/۰۳	-۱۵/۴۴

منبع: نتایج پژوهش (اعداد بر حسب میلیون ریال)

در نمودار (۲)، بر اساس سناریوهای مختلف سیاست افزایش قیمت آب مسیر تغییرات بازده خالص حاصل هر هکتار از محصولات زراعی منتخب در سطح مشاهده شده، بیان شده است. طبق این نمودار، بازده خالص حاصل از هر

در نمودار (۲)، بر اساس سناریوهای مختلف سیاست افزایش قیمت آب مسیر تغییرات بازده خالص حاصل هر هکتار از محصولات زراعی منتخب در سطح مشاهده شده، بیان شده است. طبق این نمودار، بازده خالص حاصل از هر

در نمودار (۲)، بر اساس سناریوهای مختلف سیاست افزایش قیمت آب مسیر تغییرات بازده خالص حاصل هر هکتار از محصولات زراعی منتخب در سطح مشاهده شده، بیان شده است. طبق این نمودار، بازده خالص حاصل از هر

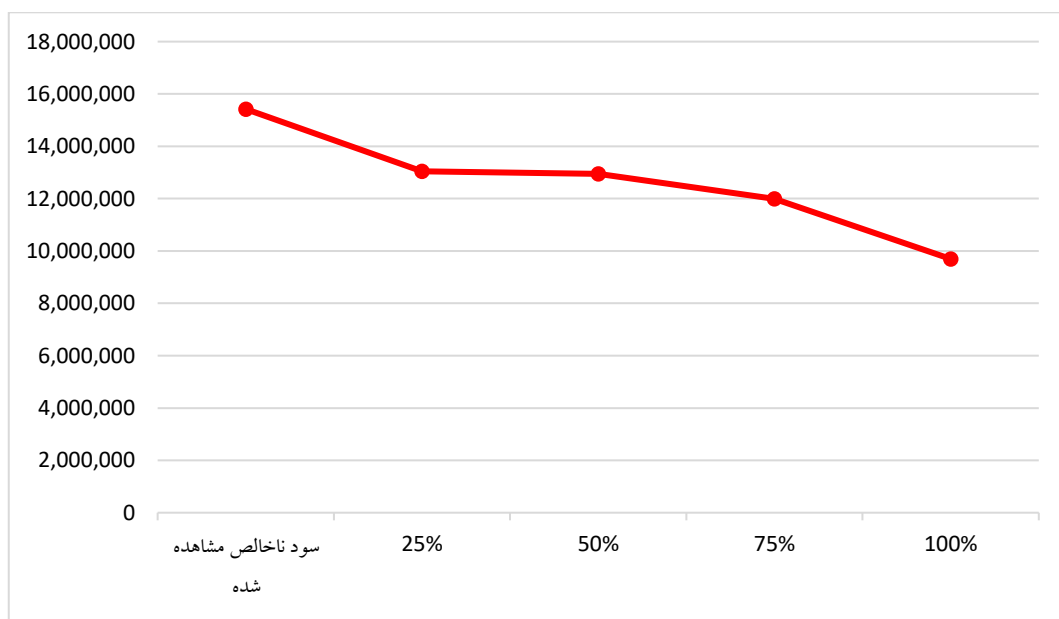


نمودار (۲): مسیر تغییرهای ایجاد شده در بازده خالص محصولات با اعمال سیاست افزایش قیمت آب

منبع: نتایج پژوهش

پس از اعمال سناریوی ۲۵٪ افزایش قیمت آب، با شیبی تند کاهش می یابد و تا سناریوی ۷۵٪ با شیب ملایم تری به کاهش خود ادامه می دهد و پس از اعمال سیاست ۱۰۰ درصدی، این شیب کاهشی تندتر خواهد شد.

بر اساس نمودار (۳) ملاحظه می گردد که سود ناخالص مدل با اتخاذ سیاست افزایش قیمت آب تحت سناریوهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد، روند کاهشی داشته و این کاهش

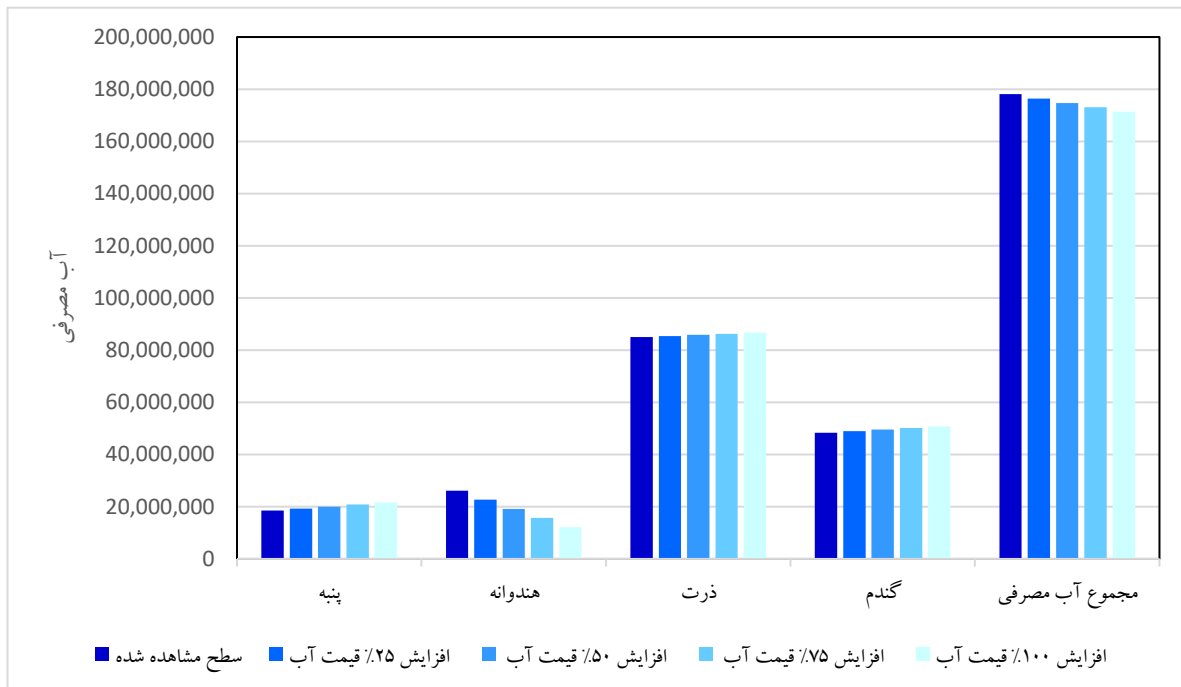


نمودار (۳): روند تغییرات سود ناخالص مدل با اتخاذ سیاست افزایش قیمت آب

منبع: نتایج پژوهش

مصرفی محصولات منتخب به ترتیب ۱/۱۹، ۲/۳۸، ۳/۵۸ و ۸/۱۹ درصد، کاهش می یابد.

نمودار (۴) نشان دهنده این است که با اعمال سیاست افزایش قیمت آب (افزایش هزینه استحصال) تحت سناریوهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد، مجموع مقدار آب

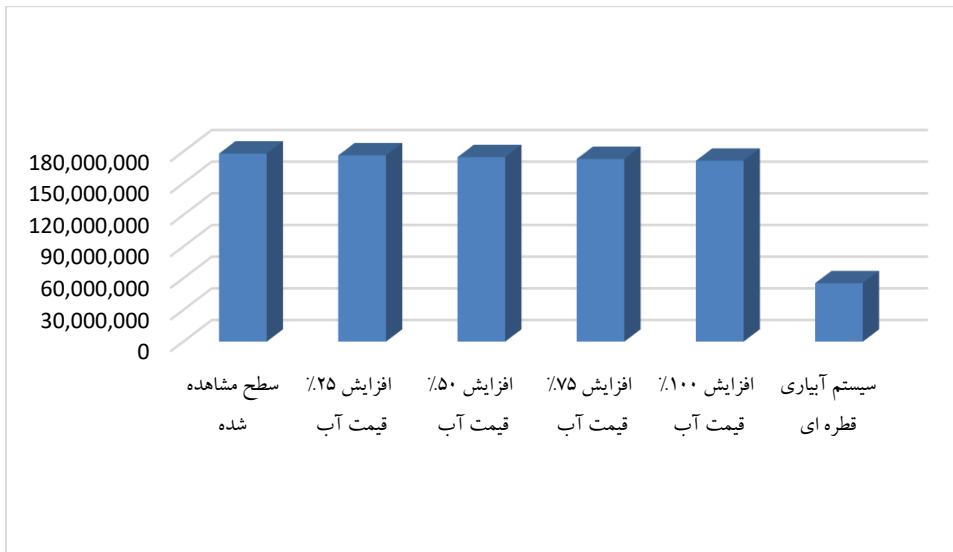


نمودار (۴) مقایسه میزان آب مصرفی محصولات منتخب با اتخاذ سیاست افزایش قیمت آب

منبع: نتایج پژوهش

کاهش محسوسی در مصرف آب به وجود نمی‌آورد؛ اما در روش آبیاری قطره‌ای به دلیل بالا بودن راندمان آبیاری که باعث کاهش بیش از ۷۰ درصدی در مصرف آب می‌شود، میزان آب مصرفی کشاورزان کاهش قابل محسوسی پیدا می‌کند. این مقایسه نشان می‌دهد که به کارگیری سیستم آبیاری قطره‌ای در سطح مزارع شهرستان ارزوئیه، نسب به اعمال سیاست قیمتی آب آبیاری تحت سناریوهای مختلف، باعث صرفه‌جویی بسیار بیشتری در آب مصرفی کشاورزان می‌گردد.

نمودار (۵) به مقایسه آب مصرفی در سیستم‌های غرقابی با اعمال سیاست افزایش قیمت آب و سیستم تحت فشار پرداخته است؛ ملاحظه می‌شود که میزان آب مصرفی در سیستم آبیاری تحت فشار کمتر از میزان آب مصرفی در سیستم غرقابی تحت اعمال تمام سناریوهای لحاظ شده برای افزایش قیمت آب مصرفی کشاورزان برای کشت محصولات منتخب می‌باشد که این مسئله بیان‌کننده این موضوع است که با توجه به قیمت پایین هزینه‌های استحصال آب در منطقه ارزوئیه، اعمال سیاست افزایش قیمت آب مصرفی، نسبت به سیستم آبیاری تحت فشار،



نمودار (۵): مقایسه آب مصرفی در سیستم‌های غرقابی با اعمال سیاست افزایش قیمت آب و اجرای روش آبیاری تحت فشار

منبع: نتایج پژوهش

نتیجه‌گیری و پیشنهادها:

می‌توان گفت که اعمال سیاست افزایش قیمت آب از طریق افزایش هزینه استحصال آب در شهرستان ارزوئیه، الگوی کشت منطقه را به سمت افزایش سطح زیرکشت محصولاتی مانند گندم آبی، ذرت دانه‌ای و پنبه که نیاز آبی کم‌تری نسبت محصولات منتخب دیگر دارند، حرکت می‌دهد. همچنین سود ناخالص مدل تحت سناریوهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد افزایش هزینه استحصال آب به ترتیب ۳۷/۱۳، ۲۲/۲۴، ۱۶/۰۳، ۱۵/۴۴ درصد نسبت به سطح مشاهده شده، کاهش می‌یابد که در سناریوی ۱۰۰ درصد، این کاهش در سود ناخالص مدل محسوس‌تر است. این نتایج با نتایج حاصل از پژوهش دهقانی و همکاران (۱۳۹۸) و الهی و همکاران (۱۳۹۷) هم‌خوانی دارد؛ آن‌ها در پژوهش خود بیان کردند که اگرچه اعمال سیاست افزایش قیمت آب، کشاورزان را ترغیب به کشت محصولات با نیاز آبی کمتر می‌کند؛ اما سود ناخالص کشاورزان را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر این با اتخاذ سیاست افزایش قیمت آب در سطح مزارع شهرستان ارزوئیه تحت سناریوهای ذکر شده، میزان مجموع آب مصرفی در الگوی کشت منطقه به صورت قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد که این میزان کاهش در سناریوی ۱۰۰ درصد افزایش هزینه استحصال آب شدت بیشتری دارد. در مقابل سیاست مذکور، سیاست اجرای روش آبیاری قطره‌ای در سطح مزارع

شهرستان ارزوئیه می‌تواند علاوه بر این که میزان آب مصرفی کشاورزان در الگوی کشت فعلی منطقه را کاهش دهد، سود ناخالص کشاورزان منطقه را نیز افزایش دهد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که با اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای در سطح مزارع شهرستان ارزوئیه برای چهار محصول منتخب گندم، ذرت دانه‌ای، هندوانه و پنبه، میزان آب مصرفی از ۱۷۸۱۴۵۰۰۰ مترمکعب در سطح مشاهده شده، به ۵۵۳۰۹۰۵۰ مترمکعب کاهش می‌یابد؛ این در حالی است که اجرای سیاست قیمتی آب تحت سناریوهای ذکر شده در سطح مزارع شهرستان ارزوئیه، در بهترین حالت به ترتیب ۰/۳۸ و ۳/۸۱ درصد میزان آب مصرفی را کاهش می‌دهد. این در حالی است که سود ناخالص مدل تحت اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای، به میزان ۳۰/۷۵ درصد نسبت به سطح مشاهده شده، افزایش می‌یابد.

بنابراین سیاست افزایش قیمت آب در کوتاه مدت تنها به صرفه‌جویی در مصرف آب منجر خواهد شد و تأثیر مثبتی در سود ناخالص کشاورزان نخواهد داشت. اما طبق نتایج پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود ترغیب کشاورزان نسبت به استفاده از روش‌های نوین آبیاری که علاوه بر صرفه‌جویی بسیار محسوس در منابع آبی منطقه، سود ناخالص کشاورزان را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد توسط ترویج صحیح این روش‌ها، در دستور کار مدیران و مسئولان ذی‌ربط قرار بگیرد.

منابع

- احمدزاده، سیده صدیقه؛ کیخا، احمدعلی؛ کاوند، حدیث و سرگزی، علیرضا. (۱۳۹۲). تعیین برنامه زراعی با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (مطالعه موردی شهرستان زابل). مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال دهم، شماره سوم، پیاپی ۳۸، صص ۶۰-۵۱.
- الهی، مهدی؛ وکیل‌پور، محمدحسن و نجفی‌علمدارلو، حامد. (۱۳۹۷). تأثیر قیمت و سهمیه‌بندی آب در راستای مدیریت منابع آب زیرزمینی دشت کبودرآهنگ. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، جلد ۳۲، شماره ۲.
- بی‌نیاز، ارسلان؛ احمدپور برازجانی، محمود؛ ضیایی، سامان و محمدی، حمید. (۱۴۰۰). اثرات بالقوه قیمت گذاری و سهمیه‌بندی آب بر بهره‌وری آب و مصرف نهاده‌های کشاورزی در استان کهگیلویه بویر احمد. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، جلد ۳۵، شماره ۱.
- بخشی، علی؛ دانشور کاخکی، محمود و مقدسی، رضا. (۱۳۹۰). کاربرد مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به منظور تحلیل اثرات سیاست‌های جایگزین قیمت‌گذاری آب در دشت مشهد. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۲۵، شماره ۳، صص ۲۹۴-۲۸۴.
- پناهی، علی و فلسفیان، آزاده. (۱۴۰۰). بهینه‌سازی الگوی کشت محصولات کشاورزی در دشت شبستر تحت شرایط محدودیت آب. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال دهم، شماره ۴.
- حسن‌وند، مریم؛ طهماسبی، جواد و کرامت‌زاده، علی (۱۳۹۵). بررسی واکنش کشاورزان به سیاست‌های آب کشاورزی در زیربخش زراعت شهرستان خرم‌آباد با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP). اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست‌و‌چهارم، شماره ۹۳.
- حسن‌وند، مریم؛ جولایی، رامتین؛ کرامت‌زاده، علی و اشراقی، فرشید (۱۳۹۷). کاربرد مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به منظور تحلیل اثر سیاست تغییر قیمت و مقدار آب کشاورزی بر الگوی کشت محصولات زراعی شهرستان نکا اقتصاد کشاورزی، جلد ۱۲، شماره ۳، صص ۹۵-۷۳.
- دهقانی، علی؛ امیرتیموری، سمیه و زارع مهرجردی، محمدرضا. (۱۳۹۸). آثار سیاست‌های افزایش قیمت آب آبیاری و کاهش آب در دسترس بر بهره‌وری آب محصولات کشاورزی (مطالعه موردی: بخش شهداد، شهرستان کرمان). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۶، جلد ۱۳، صص ۱۶۷۱-۱۶۶۱.
- شیرزادی لسکوکلایه، سمیه؛ مردانی نجف‌آبادی، مصطفی و شاه‌نظری، علی. (۱۳۹۸). مدیریت مصرف و توزیع آب در اراضی شبکه آبیاری و زهکشی تجن با تأکید بر پایداری منابع آب. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، جلد ۳۳، شماره ۴.
- صدری خانلو، شهره. (۱۳۹۹). منابع آب زیرزمینی در بحرانی پنهان. رشد آموزش علوم زمین، دوره ۳، شماره ۷.
- عزیزآبادی فراهانی، مریم و میرزایی، فهاد. (۱۴۰۰). بهینه‌سازی برنامه‌ریزی آبیاری در شرایط مختلف تأمین آب با استفاده از الگوریتم مورچگان. مجله پژوهش آب ایران جلد ۱۵، شماره ۱، پیاپی ۴۰، صص ۶۴-۵۵.
- عبدشاهی، عباس؛ مردانی نجف‌آبادی، مصطفی و زینالی، منیره. (۱۳۹۹). تعیین الگوی بهینه کشت محصولات کشاورزی در شهرستان ملاتانی: کاربرد مدل بهینه‌سازی چند هدفه استوار. اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال ۲۸، شماره ۱۱۱.
- عباسی، نادر و عباسی، فریبرز. (۱۳۹۹). سیمای منابع و مصارف آب ایران. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- مختاران، علی؛ ورجاوند، پیمان؛ دهقانی سانچ، حسین؛ آبسالان، شکراله؛ عزیزی، آذرخش و جعفرنژادی، علیرضا. (۱۴۰۰). مقایسه روش قطره‌ای نواری با آبیاری سطحی و پایش شوری خاک در کشت گندم و ذرت آبیاری شده با آب لب شور. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ب، جلد ۳۵، شماره ۳.



- مظفری، محمد مهدی. (۱۳۹۴). تعیین برنامه سیاستی مناسب برای حفاظت منابع آب در دشت قزوین. نشریه حفاظت منابع آب و خاک سال پنجم، شماره دوم.
- محمودی، ابوالفضل و پرهیزگاری، ابوذر. (۱۳۹۴). تحلیل اقتصادی اثرات تغییر اقلیم بر عملکرد محصولات، الگوی کشت و سودناخالص کشاورزان (مطالعه موردی: دشت قزوین). رشد توسعه اقتصاد روستایی و کشاورزی، ویژه نامه فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی دوره اول، شماره دوم، صص ۴۰-۲۵.
- مجیدی، نجمه؛ علیزاده، امین و قربانی، محمد. (۱۳۹۰). تعیین الگوی کشت بهینه همسو با مدیریت منابع آب دشت مشهد-چناران. نشریه آب و خاک، علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۲۵، شماره ۴، صص ۷۷۶-۷۸۵.
- Arribas, I., Louhichi, K., Perni, A., Vila, J., & Gomez-y-Paloma, S. (2020). Modelling agricultural risk in a large scale positive mathematical programming model. *International Journal of Computational Economics and Econometrics*, 10(1), 2-32.
- Gallego, A.J. (2011). Selecting Irrigation Water Pricing Alternatives Using a Multi-Methodological Approach, *Mathematical and Computer Modeling*. 96(1): 124-137.
- Haro-Monteaquedo, D., Palazón, L., & Beguería, S. (2020). Long-term sustainability of large water resource systems under climate change: A cascade modeling approach. *Journal of Hydrology*, 582, 124546.
- Howitt, R.E., Medellin-Azuara, J., MacEwan, D. and Lund, R. (2012). Calibrating disaggregated economic models of agricultural production and water management. *Science of the Environmental Modeling and Software*. 38: 244-258.
- He, L., Tyner, W.E., Doukkali, R. and Siam, G. (2006). Policy options to improve water allocation efficiency: analysis on Egypt and morocco. *Water international*. 31: 320-337.
- Jangid, M. K., Sharma, L., Burark, S. S., & Pant, D. C. (2018). Optimum Cropping Pattern based on Alternative Price Scenarios in Semi-Arid Eastern Plain Zone of Rajasthan State, India. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 7(9), 257-271.
- Moulogianni, C., (2022). Comparison of Selected Mathematical Programming Models Used for Sustainable Land and Farm Management, *Land* 2022, 11, 1293.
- Medellin-Azuara, J., Harou, J.J. and Howitt, R.E. (2012). Predicting farmer responses to water pricing, rationing and subsidies assuming profit maximizing investment in irrigation technology. *Science of the agricultural water management*. 108: 77-82.
- Shurid Khan, S., Arita, S., Howitt, R. & Leung, P. (2022). Evaluating change in property tax regime on noncommercial food production using a modified positive mathematical programming model, *SN Business & Economics* volume 2, Article number: 121.