Shahid Chamran University of Ahvaz

**Irrigation Sciences and Engineering (JISE)**
**Vol. 44, No. 3, Fall 2021, p. 45-60**

Journal homepage: https://jise.scu.ac.ir

**Research Paper**

**EXTENDED ABSTRACT**

# Assessing the Formation of Local and Regional Water Markets in the Torshiz Plain

H. Badi Barzin[1], S. M. Hosseini[2*] and M. Hashemitabar[3]

*1-Ph.D. Student of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.*
*2*- Corresponding Author, Assistant Professor of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran (shseyedmahdi46@gmail.com).*
*3- Assistant Professor of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.*

**ARTICLE INFO**

*Artlcle history:*
Received: 19 December 2018
Revised: 26 May 2018
Accepted: 29 MAy 2018

*Keywords:*
Positive Mathematical Programming, Agriculture, Water Resources, Torshiz Area.

**TO CITE THIS ARTICLE:**

Badi Barzin, H., Hosseini, S., Hashemitabar, M. (2021). 'Assessing the Formation of Local and Regional Water Markets in the Torshiz Plain', Irrigation Sciences and Engineering, 44(3), pp. 45-60. doi: 10.22055/jise.2019.27829.1815.

## Introduction

Water is an important factor in the economic development of any country. Therefore, it is necessary to plan for optimal use of water resources and economic allocation of this resource for different uses (Tajrishi & Abrishamchi, 2004). Over the past decades, the increasing use of water resources and the low efficiency of its consumption have caused many environmental concerns. Water markets are an economic instrument that can be used to increase decentralization, optimize the allocation of water resources among consumers, and reduce the effects of water scarcity. Accordingly, water markets are mainly characterized by their capability to reallocate water for different uses so that this allocation is welcomed by those who designate higher potential values of water and naturally, derive more rational utilization of water resources in their own consumption (Badie Barzin et al., 2018). Given the importance of water, our research objective was to assess the effects of local and regional water markets in the Torshiz region. Data were collected without sampling at the level of cultivating certain crops including agricultural production, production costs, and inputs. Crop prices were provided by the Agricultural Jihad Organization of Khorasan Razavi Province, and the data on the demanded water products and all available water resources were provided by the District Water Company of Khorasan Razavi province. Howitt et al. (2015) studied the effects of drought on agricultural production in different parts of California and evaluated the role of local water markets in this area. The results showed that drought had a negative effect on not only the volume of surface water resources but also the depth of the groundwater supply and that the farmers were faced with inadequate water inputs. In this regard, the creation of local and regional water markets to balance water supply and demand has significantly reduced the effects of droughts. Additionally, the demand for irrigation water can be a good approach to cope with the effects of droughts. For this purpose, the present study mainly aims to investigate and evaluate the effects of the development of local and regional water markets in the Torshiz

area and assess the potential of irrigation water transfers under drought and dehydration in the province's cities (as water conveyor region).

**Materials and Methods**

This section first provides some explanations on the mathematical programming models and their classification. Then, a comprehensive economic modeling system based on the above methods is used to study the effects and consequences of the formation of local and regional water markets in the Torshiz region. Finally, each step of this modeling system is fully explained. This step involves solving a linear programming model to maximize farmers' net profits with regard to resource constraints and calibration limits. At this stage, after solving an auxiliary linear programming model, dual values or shadow prices are obtained for resource constraints and calibration (Howitt et al., 2012). The mathematical form of this step of the PMP model calibration can be shown for the studied regions as follows:

$$Max\pi = \sum_{i=1}^{6}\sum_{g=1}^{3}\left( v_{ig}\, yld_{ig} - \sum_{j\neq water}^{4} a_{igj} c_{igj} \right) x_{igLAND} - \sum_{g=1}^{3}\sum_{j=water}^{4} water_{gw}\varpi_{gw} \quad (1)$$

The PMP model estimates the nonlinear cost function (the quadratic equation) and calculates its parameters. Finally, the end term of the objective function is the sum of irrigation water costs by region, crop, and water resource. This term is written separately to emphasize that SWAP includes water costs that vary by source.

$$Max\pi = \sum_{g}^{3}\sum_{i}^{6} v_{gi} Y_{ig} - \sum_{j\neq wat}^{4}(a_{ijg} c_{ijg}) x_{igland} - a_i x_{igland} + \gamma_i x' Q x - \sum_{g=1}^{3}\sum_{j=wat}^{4} wat_{gw}\varpi_{gw} - \sum_{j=wat}^{4}\sum_{g=1}^{3}(trcd_{gh} xwt_{ghw}) \quad (2)$$

At this stage, which is the final stage of the programming model, a nonlinear programming model is constructed using the calibrated nonlinear cost function, the estimated production function, and resource constraints.

**Conclusion**

According to Table (1), the results indicate that with the formation of local and regional water markets in the Torshiz area, the total cultivated area reaches 43,059 ha from 4,104 ha, which is an increase of 2.27% for the total aquaculture land cultivated in this area.

In addition to the above findings, the results in Table (2) shows that with the establishment of local and regional water markets, the total gross margin productivity of the farmers in this region increases from 27,616 million IRR in the base year (in the absence of local markets) to 28,794 million IRR, which ultimately adds 4.26% to the gross margins of the farmers.

**Table 1-** Total aquaculture lands in the studied areas in the presence and absence of local and regional water markets

| Rate of change in aquaculture land | Land area change* | Land area in presence of water market* | Land area in absence of water market* | Studied area |
|---|---|---|---|---|
| 5.31 | 1119 | 22252 | 21132 | Kashmar |
| -7.62 | 435 | 5296 | 5732 | Kohsorkh |
| 9.11 | 1291 | 15481 | 14190 | Khalilabad |
| 2.27 | 2846 | 43029 | 41054 | Total |

Source: Research findings. * = per hectare

**Table 2-** Total gross yields in the studied areas in the presence and absence of local and regional water markets

| Rate of gross yield (%) | Rate of gross yield* | Gross yield in presence of water market* | Gross yield in absence of water market* | Studied area |
|---|---|---|---|---|
| 4.65 | 668 | 15013 | 14345 | Kashmar |
| -9.04 | -486 | 4529 | 5015 | Kohsorkh |
| 11.25 | 996 | 9252 | 8256 | Khalilabad |
| 4.26 | 848 | 28794 | 27616 | Total |

Source: Research findings. * = in million IRR

## Recommendations

According to the results, it is strongly recommended to cultivate saffron given its relative benefits in the region (with reference to the conducted studies) and based on advocacy, policy, and promotion strategies. It is also suggested to increase the cultivation area of this crop with respect to the dominant cropping pattern (wheat, barley, cantaloupe, eggplant, and watermelon), taking into account its profits and low water requirement, which will increase farmers' income and prevent immigration.

The formation of a regional water market will increase agricultural production, revenues, and cultivations, thereby leading lead to the development of agriculture and livestock activities in other areas. Due to the reduction of irrigated crop production in the studied dusty region under the formation of local and regional water markets, the development of greenhouses and the cultivation of greenhouse crops can be a suitable solution for minor problems. Therefore, it is recommended to pave the way for increasing greenhouse crop area in order to create sustainable employment and reduce the immigration of farmers in the region by government efforts, agricultural planners, and the officials of the Agricultural Jihad Organization of Khorasan Razavi province.

## Acknowledgments

The authors of this article sincerely thank all the people who cooperated and assisted in the process of collecting the necessary data and statistics. also, we would like to thank Dr. Hashemi Tabar, Dr. Sardar Shahraki and Mr. Mohammad Norouzian for their invaluable assistance in compiling and preparing this study.

## Reference

1- Badi Barzin H., Khumri A, Ghaffari Z., and Pahizkar, A. 2018. Effects of Regional Water Market Formation on Balancing the Supply and Demand for Irrigation Water in Sistan Area, *Iranian Journal of Water Resources Researc*h, 14(3), pp.253-256 (In Persian).

2- Tajrish, M, and Abrishamchi, A. 2004. Management of water resources demand in the country. *First Conference on National Waste Conservation Methods* PP: 24-40. (In Persian).

3- Howitt, R.E., MacEwan, D., Medellin-Azuara, J., Lund, R, and 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.

4- Howitt, R.E., Medellin-Azuara, J., MacEwan, D, and Lund, R. 2012. Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. *Science of the Environmental Modelling and Software*, 38, pp. 244-258.

© 2021 Shahid Chamran Universiry of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

علوم و مهندسی آبیاری
جلد ٤٤، شماره‌ی۳، پاییز ۱٤۰۰، مقاله پژوهشی، ص. ٦۰-٤٥

# ارزیابی تشکیل بازارهای آب بین منطقه‌ای در دشت ترشیز

حسین بدیع برزین[۱]، سید مهدی حسینی[۲*] و محمود هاشمی تبار[۳]

۱- دانشجوی دکترا اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۲*- نویسنده مسئول، استاد یار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان shseyedmahdi46@gmail.com

۳- استاد یار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

دریافت: ۲۸ /۱۳۹۷/۹ بازنگری: ۱۳۹۸/۳/۵ پذیرش: ۱۳۹۸/۳/۸

## چکیده

**تشکیل بازارهای آب بین منطقه‌ای و به دنبال آن اشتراک‌گذاری آب آبیاری توسط کشاورزان می‌تواند سبب کاهش مصرف بی‌رویه این نهاده شده و بر توسعه محلی و منطقه‌ای کشور تاثیرگذار است. به همین منظور، در این مطالعه اثرات تشکیل بازارهای آب بین منطقه‌ای در منطقه ترشیز مورد بررسی قرار گرفت. برای تحقق این هدف، از مدل تولید محصولات کشاورزی منطقه‌ای (SWAP) و برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) استفاده شد. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز در این تحقیق از نوع مقطعی و مربوط به سال زراعی ۱۳۹٦-۹۷ در استان خراسان‌رضوی جمع‌آوری شدند. نتایج نشان داد که با ایجاد بازارهای آب بین منطقه‌ای در سطح منطقه ترشیز، افزون بر ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب آبیاری و برقراری توازن داد و ستد آب بین مناطق مورد مطالعه، نتیجه بر افزایش اراضی آبی به میزان ۳/٤٥ درصد و سود ناخالص کشاورزان ٤/۲٦ درصد می‌تواند بین تقاضای آب آبیاری و عرضه می‌گردد.**

**کلیدواژه‌ها:** برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، ترشیز، کشاورزی، منابع آب.

## مقدمه

ایران با متوسط نزولات جوی ۲۵۰ میلی‌متر در سال، جزو کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان به شمار می‌رود. میزان بارندگی ایران۴۰ درصد کمتر از متوسط بارندگی سالانه آسیا و ۳۳ درصد متوسط بارندگی سالانه جهانی است. به همین دلیل ایران دارای منابع آب محدود بوده و این محدودیت یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده توسعه محلی و منطقه‌ای کشور به شمار می‌رود. از این‌رو، برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از منابع آب و تخصیص اقتصادی این منبع کمیاب بین مصارف مختلف ضروری به نظر می‌رسد (Tajrish and Abrishami, 2004).

طی دهه‌های اخیر، استفاده فزاینده از منابع آب و کارایی پایین روش‌های بهره‌برداری از آن، موجب نگرانی‌های زیست‌محیطی بسیاری شده است. به‌عنوان نمونه حدود ۹۰ درصد از منابع آبی قابل استحصال کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، ولی میزان بازدهی آن در بخش کشاورزی بسیار پایین بوده و حدود یک سوم آن به مصرف نهایی رسیده و مابقی به هدر می‌رود (Mozaffari, 2015). وجود نظام سهم‌بری آب برای کشاورزان در اغلب مواقع سبب مصرف بی‌رویه آب آبیاری می‌شود، در حالی که با وجود مجوز آب و سهم‌بندی مشخص، هر کشاورز حق برداشت حجم معینی از آب را دارد که این امر مانع از مصرف بی‌رویه آب در بخش کشاورزی می‌شود (Droitsch and Robinson, 2009). اشتراک‌گذاری آب آبیاری در بخش کشاورزی، به‌عنوان یک استراتژی جدید در مسائل مربوط به مدیریت منابع آب، به‌ویژه در شرایط کم‌آبی مطرح می‌شود. این استراتژی شامل مجموعه اهدافی است که افزایش بهره‌وری، بهبود حفاظت و پایداری منابع آب را در پی دارد. با توجه به این‌که بخش کشاورزی یکی از بزرگ‌ترین بخش‌های مصرف‌کننده آب است، هرگونه افزایش در بهره‌وری آب در این بخش می‌تواند از اتلاف حجم زیادی از این نهاده جلوگیری کند (Droitsch and Robinso, 2009). مکانیسم بازار به‌عنوان یک روش کارا برای تخصیص منابع آب مورد توجه واقع شده است. شرایط لازم برای تشکیل یک بازار آب رقابتی این است که ارزش نهایی آب بین بهره‌برداران متفاوت باشد و انگیزه اقتصادی جهت مبادله آب و تشکیل بازار وجود داشته باشد. در این شرایط آب از مصارف با ارزش نهایی کمتر به سمت مصارف با ارزش نهایی بیشتر منتقل‌شده و کارایی مصرف آن افزایش می‌یابد. با تشکیل بازار آب در یک منطقه و واقعی شدن ارزش منابع آب هزینه فرصت منابع آب مورد استفاده افزایش یافته و از این رو انگیزه بهره‌برداران نیز که به طور مستقیم در بازار شرکت نمی‌کنند برای استفاده کارا از منابع آب افزایش می‌یابد. طبق قضیه تعادلی رفاه در یک مجموعه بازار رقابتی کارا پارتو می‌باشد (Kiani, 2016). بدین معنی که با افزایش مطلوبیت یک فرد در بازار بدون کاهش مطلوبیت حداقل یک فرد دیگر وجود ندارد. به عبارت دیگر در نقطه تعادل امکان تخصیص یا توزیع مجدد منابع به طریق کارآمدتری وجود ندارد. در این حالت بهره‌برداری از منابع آب توسط یک فرد یا بنگاه، استفاده فرد یا بنگاه دیگر را تحت‌تاثیر منفی قرار می‌دهد، بدون این که

زیان واردشده جبران گردد. در این وضعیت بازار به خودی خود منجر به کارایی اجتماعی نشده و دخالت دولت در بازار آب جهت کاراتر شدن آن ضروری می‌باشد. تشکیل بازارهای آب محلی و به دنبال آن اشتراک‌گذاری آب آبیاری توسط کشاورزان، متناسب با مقدار تخصیص آب در هر منطقه سبب کاهش مصرف بی‌رویه این نهاده می‌شود (Kiani, 2016 ). بازار آب به‌عنوان ابزاری اقتصادی سبب توسعه‌ی تمرکززدایی، تخصیص بهینه منابع آب بین مصرف‌کنندگان و کاهش آثار کمبود آب می‌شود. بر این اساس، مزیت اصلی‌ای که موجب معرفی بازار آب می‌شود، توانایی آن در تخصیص مجدد آب بین مصارف گوناگون است، به نحوی که این تخصیص متوجه مصارفی است که ارزش‌های بالقوه بالاتری از آب ایجاد می‌کنند و به‌تبع آن، مطلوبیت منطقی بیشتری از منابع آب در مصارف خود به دست می‌آورند ( Badi Barzin et al., 2018).

ایجاد بازارهای آب در بخش کشاورزی یک راه‌حل امیدبخش جهت افزایش کارایی اقتصادی آب می‌باشد که کشاورزان با فرصت‌های ایجاد شده در آن از طریق بهبود شیوه‌های مدیریت تأمین آب، برای اجاره و فروش آب اقدام نموده و در جهت تبدیل جریان‌های سطحی و نفوذهای عمیق آن در راستای تأمین آب قابل فروش در بازار تلاش خواهند نمود که این امر منجر به کاهش مصرف کشاورزان از منابع آب‌های زیرزمینی می‌شود (Parhizkari et al., 2015).

بهره‌برداری از منابع آب در کشور به‌گونه‌ای شکل گرفته که باعث شده بازار مناسبی برای این نهاده توسعه پیدا نکند که بتواند قیمت اقتصادی آب را تعیین و مبنای معامله قرار دهد. در عمل نیز تخصیص نهاده کمیاب آب بین بهره‌برداران در اغلب نقاط کشور تحت مدیریت دولت بوده و به جای معیارهای اقتصادی غالباً براساس ضوابط و قوانین سیاسی- اجتماعی صورت می‌گیرد. این شکل مدیریت منابع آب منجر به تخصیص غیربهینه آن بین فعالیت‌های مختلف کشاورزی در سطح کشور شده است (Keramatzade et al., 2011).

در چارچوب این راهبرد، چالش اساسی در بخش کشاورزی آن است که کاهش تقاضای آب نباید به‌گونه‌ای باشد که بر تولیدات بخش کشاورزی و امنیت غذایی آن‌ها و هم‌چنین درآمد بهره‌برداران اثر منفی گذارد. لذا لازم است با افزایش بهره‌وری آب تولیدات بخش کشاورزی در جهت امنیت غذایی حفظ گردد (Nikoeei and Najafi, 2011). امروزه، تثبیت حقوق آب قابل مبادله و در نتیجه تشکیل و تقویت بازارهای آب به‌عنوان یکی از راهکارهای اصلی برای حل چالش‌های بخش آب مطرح شده است. در تخصیص بر اساس بازار آب، بهره‌وری اقتصادی هم از دیدگاه فردی و هم از دیدگاه اجتماعی افزایش می‌یابد (Zeng et al, 2016).

با توجه به اهمیت آب، در این پژوهش به ارزیابی اثرات بازارهای آب بین منطقه‌ای در منطقه ترشیز پرداخته شده است. منطقه مورد مطالعه دارای منابع آب سطحی و زیرزمینی محدودی می‌باشد. به لحاظ وضعیت منابع آب سطحی، قسمت اعظم آب مورد نیاز کشاورزی در این منطقه از طریق جریانات آب سطحی رودخانه‌های فصلی از شهرهای تربت‌حیدریه و کوهسرخ تأمین شده است. بنابراین، نوسانات سطح زیر کشت محصولات زراعی در این منطقه تا حد زیادی وابسته به میزان آب ورودی رودخانه‌های فصلی است Anonymous (2017 a) و از نظر وضعیت منابع آب زیرزمینی، تعداد زیادی سفره آب در منطقه ترشیز وجود دارند که به دلیل کمبود بارش‌های جوی و بهره‌برداری بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی در منطقه ترشیز، افت شدید سطح آبخوان‌های موجود را باعث شده؛ به‌طوری که گزارش کارشناسان حاکی از آن است که از سال ۱۳۶۹ تاکنون سطح آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه افت چشمگیری داشته است و این موضوع سبب کاهش ۶۷، ۵۵ و ۳۵ درصدی آبدهی و خشک‌شدن محدود قنوات، چشمه‌ها و چاه‌های حفر شده در منطقه ترشیز شده است (Anonymous, 2017 b).

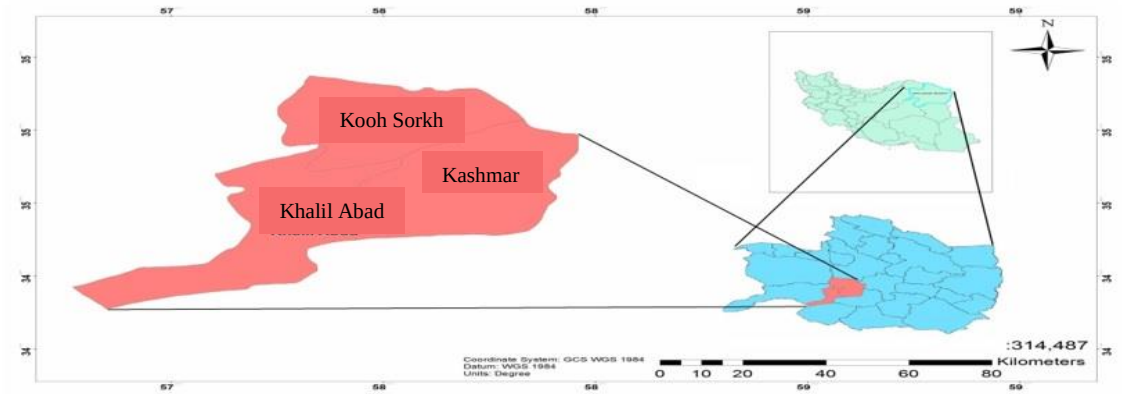



**Fig. 1-The geographical location (Torshiz plain) of Kashmar and Khalilabad cities in Khorasan Razavi province**

**شکل ۱- موقعیت جغرافیای (دشت ترشیز) شهرستان‌های کاشمر و خلیل‌آباد در استان خراسان رضوی**

*DOI:* 10.22055/JISE.2019.27829.1815

Howitt et al (2012) با استفاده از سیستم مدل‌سازی اقتصادی، یک الگوی جامع تولید کشاورزی را در سطح ایالت کالیفرنیای آمریکا به وجود آوردند. هدف از ایجاد این سیستم هیدرو اقتصادی، ارزیابی واکنش‌ها در ایجاد بازار آب در شرایط خشک‌سالی، تغییر اقلیم و اثرات آن بر بخش کشاورزی، کاهش عملکرد و درآمد کشاورزی براثر شوری خاک، ارزیابی برنامه جامع کشاورزی و اثرات اقتصادی خشک‌سالی رخ داده در سال ۲۰۰۹ بود. نتایج نشان داد که با ایجاد بازارهای آب محلی یا منطقه‌ای در سطح ایالت کالیفرنیا می‌توان زیان‌های اقتصادی ناشی از خشک سالی را تا ۳۰ درصد نسبت به شرایط فعلی کاهش داد.

Kavoosi and Machinia (2015) با استفاده از یک الگوی یک‌پارچه اقتصادی به بررسی اثرات کاهش روان‌آب رودخانه سفیدرود بر بخش کشاورزی استان گیلان پرداختند. نتایج نشان داد که کل منافع اقتصادی از دست‌رفته در مصارف حوضه رودخانه سفیدرود به ازای هر مترمکعب کاهش آورد آبریز قزل-اوزن- سفیدرود برابر با ۱۱۳۸ ریال می‌باشد. هم‌چنین، میانگین منافع اقتصادی از دست‌رفته در مصارف کشاورزی حوضه رودخانه سفیدرود به ازای هر مترمکعب کاهش آورد آبریز قزل‌اوزن- سفیدرود برابر با ۱۱۰۰ ریال می‌باشد.

Parhzikari et al (2015) در مطالعه‌ای با بهره‌گیری از مجموعه مدل‌های اقتصادی اثرات تغییر اقلیم ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای را بر تولیدات بخش کشاورزی و منابع آب در دسترس در اراضی پایین دست سد طالقان ارزیابی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که انتشار گازهای گلخانه‌ای طی دوره مورد بررسی، بر عملکرد اغلب محصولات زراعی منطقه اثر منفی داشته و منجر به کاهش سطح زیر کشت و سود ناخالص کشاورزان، کاهش منابع آب در دسترس و افزایش ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب آبیاری در اراضی پایین‌دست سد طالقان شده است.

Howitt et al (2012) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت ( Positive Mathematical Programming(PMP)) به بررسی نقش بازار آب در کالیفرنیا پرداختند. برای این منظور، آن‌ها در مدل PMP خود از تابع هزینه نمایی ( Exponential Cost ECF Functions) و تابع تولید با کشش‌های جانشینی ثابت (Substitution Constant Elasticity of (CES)) بهره گرفتند. استفاده از این نوع مدل برای ارزیابی سیاست بازار آب بالقوه تحت شرایط خشک‌سالی بود. نتایج به دست آمده نشان داد که با تخصیص آب براساس مکانیزم بازار می‌توان زیان‌های درآمدی حاصل از خشک‌سالی را تا ۳۰ درصد کاهش داد.

Howitt et al (2015) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات خشک سالی 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 ایستابی منابع آب زیرزمینی داشته و کشاورزان را با محدودیت برای نهاده آب مواجه نموده است. در این راستا، تشکیل بازارهای آب محلی و منطقه‌ای به دلیل برقراری توازن بین عرضه و تقاضای آب تا حد زیادی اثرات خشک‌سالی را کاهش داد و تقاضای آب آبیاری می‌تواند راه‌کار مناسبی برای مقابله با اثرات خشک‌سالی باشد.

Bohlulvand et al (2014) در مطالعه‌ای به برآورد تابع تقاضای آب آبیاری و بررسی نقش بازار آب در قیمت‌گذاری و تخصیص منابع آب در منطقه تجن در ایران پرداختند. نتایج نشان داد زمانی که الگوی کشت شامل محصولات سیب‌زمینی و گندم آبی باشد، حساسیت کشاورزان منطقه به تغییرات قیمت آب آبیاری (۰/۲۵۶) کمتر از حالتی است که تنها تولید سیب‌زمینی (۰/۲۷۶) در الگوی کشت مدنظر باشد. هم‌چنین، حساسیت کشاورزان در صورتی که فقط گندم تولید شود (۰/۴۷۷)، بیشتر از دو حالت قبل است. مقایسه ارزش تولید متوسط آب آبیاری در محصولات بالا نیز نتایج برآوردها را تأیید می‌کند که این امر یکی از مهم‌ترین کارکردهای بازار آب در زمینه اولویت تخصیص آب و اصلاح الگوی کشت قلمداد می‌شود.

Badi Barzin et al (2018) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات تشکیل بازارهای آب منطقه‌ای بر تعادل بخشی عرضه و تقاضای آب آبیاری در منطقه سیستان پرداختند. نتایج نشان داد که با برقراری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای در سطح منطقه سیستان، افزون بر ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب آبیاری و متعادل شدن داد و ستد آب بین مناطق مورد مطالعه، باعث افزایش مجموع اراضی آبی ۴/۲۳ درصد نسبت به سال پایه فراهم می‌کند و مجموع سود ناخالص کشاورزان از ۲۲۰۳۹ به ۲۳۲۴۲ میلیون ریال افزایش داده است. افزون بر این، بخش دیگری از مطالعات داخلی و خارجی بررسی‌شده نشان می‌دهند که تشکیل بازارهای آب آبیاری، به‌ویژه در سطح محلی و منطقه‌ای علاوه بر ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب آبیاری سبب افزایش بازده برنامه‌ای کشاورزان شده و از هدر رفت آب‌های اضافی در سطح اراضی ممانعت می‌کند. به همین منظور، هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی و ارزیابی اثرات تشکیل بازارهای آب بین منطقه‌ای در منطقه ترشیز و ارزیابی پتانسیل انتقال آب آبیاری تحت شرایط خشکی و کم‌آبی در سطح شهرستان‌های این استان (به‌عنوان مناطق انتقال دهنده‌آب) است.

## مواد و روش‌ها

به‌طور کلی، مدل‌های ریاضی در تحلیل سیاست‌های کشاورزی را می‌توان به چهار گروه مدل‌های اقتصادسنجی (Econometric Models)، تعادل جزیی ( Partial Equilibrium Models)، تعادل عمومی قابل محاسبه و برنامه‌ریزی ریاضی تقسیم‌بندی کرد (Mahmoodi and Parhizkari, 2016). در حال حاضر مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی تبدیل به یک وسیله مهم و با کاربرد وسیع در تحلیل سیاست‌های کشاورزی شده‌اند. مزیت مهم مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی بر سه نوع مدل دیگر، توانایی

این مدل‌ها در بررسی جزیی‌تر تأثیر سیاست‌ها در سطح مزرعه است (Howitt et al, 2015). براساس تقسیم‌بندهای صورت گرفته طی سال‌های اخیر، مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی خود به سه دسته اصلی مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی هنجاری یا تجویزی (Normative Mathematical Programming)، مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی مثبت یا اثباتی (PMP) و مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی اقتصادسنجی (Mathematical Econometric Programming) تقسیم می‌شوند (Hewitt et al., 2012).

نتیجه اعمال یک سیاست و اثرگذاری آن تا حد زیادی وابسته به نحوه عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به سیاست‌های اعمال‌شده است. عکس‌العمل بهره‌برداران نیز تحت‌تأثیر شرایط مزرعه، نگرش و ویژگی‌های فردی 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 بالایی از نتایج اجرای سیاست‌های موردنظر و عکس‌العمل بهره‌برداران نسبت به آن‌ها آگاه شود (He et al. 2006). امروزه این امر به کمک مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) فراهم شده است. در واقع، پیش از آن که تصمیم به سیاست‌گذاری گرفته شود، شبیه‌سازی عکس‌العمل احتمالی کشاورزان از طریق برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) می‌تواند کمک مؤثری در جهت اتخاذ تصمیمات صحیح‌تر قلمداد شود. با توجه به استفاده مطالعه‌های گذشته از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) به بررسی نقش مبادله آب بین منطقه‌ای از این روش برای ارایه راه‌حل مورد استفاده قرار گرفت. نتیجه اعمال یک سیاست و اثرگذاری آن تا حد زیادی وابسته به نحوه عکس-العمل بهره‌برداران نسبت به سیاست‌های اعمال‌شده است. عکس-العمل بهره‌برداران نیز تحت‌تأثیر شرایط مزرعه، نگرش و ویژگی-های فردی 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 بالایی از نتایج اجرای سیاست‌های مورد نظر و عکس العمل بهره‌برداران نسبت به آن‌ها آگاه شود (Howitt et al., 2009).

ایده کلی در این مدل، استفاده از اطلاعات موجود در متغیرهای دوگان محدودیت‌های واسنجی(Calibration limitations) است که جواب مسئله برنامه‌ریزی خطی را به سطح فعالیت‌های موجود محدود می‌کنند. این مقادیر دوگان برای تصریح تابع هدف غیرخطی‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند که سطح فعالیت‌های مشاهده شده را مجدداً از طریق جواب بهینه‌ی مسئله برنامه‌ریزی جدیدی که فاقد محدودیت‌های واسنجی است، بازسازی می‌کند (Howitt et al., 2015).

سیستم مدل‌سازی هیدرولوژیکی- اقتصادی به‌منظور بررسی هم‌زمان روابط بین متغیرهای هیدرولوژیکی (منابع آب) و متغیرهای اقتصادی (سود ناخالص، درآمد، ارزش آب، میزان تولید) مورد استفاده قرار می‌گیرد. امروزه از این سیستم برای تحلیل اقتصادی اثرات سیاست‌های بخش منابع آب و کشاورزی استفاده می‌شود. انتخاب مقیاس مناسب برای مدل‌های هیدرواقتصادی مسئله حایز اهمیتی است، چرا که مکانیسم لازم و حیاتی برای فضایی پویا از هر فرایند در این مدل ممکن است برای فرآیند دیگر نامناسب و بی‌اهمیت باشد. به همین دلیل، ارتباط بین دو بخش هیدرولوژیکی و اقتصادی برای درک و تفهیم مسائل در این راستا، ضروری و مهم می‌باشد (Mahmoodi and Parhizkari, 2016). تعیین سطح تجمیع مکانی (Spatial Aggregation) برای تعریف دامنه کاری مدل PMP و تجزیه و تحلیل سیاست‌های کشاورزی حایز اهمیت است. در واقع، تعیین این سطح به جای تحلیل سیاست‌ها در یک بعد وسیع، ترکیبی از ویژگی‌های محلی یا منطقه‌ای را با مجموعه داده‌های کوچک‌تر لحاظ نموده و سیاست‌های مورد نظر را در سطح مناطق تعیین شده مورد بررسی قرار می‌دهد (Medellan-Azuara et al., 2011). رهیافت مناسب برای تعیین سطح این تجمیع مکانی، استفاده از مدل تولید محصولات کشاورزی ایالتی یا منطقه‌ای (Agricultural Production State Wide) است. مدل SWAP به‌عنوان زیرساخت 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. این مدل، برای تجزیه و تحلیل سیاست‌ها در سطح خرد (یا منطقه‌ای) بر منابع ناهمگون و یا نهاده‌های خاص تمرکز دارد و در برآورد توابع تولید محصولات کشاورزی، به جای استفاده از داده‌های خام، از نتایج بهینه‌سازی اقتصادی استفاده می‌کند. با توجه به اینکه در مدل SWAP از داده‌های صریح و واقعی استفاده می‌شود، این مدل می‌تواند در تحلیل سیاست‌ها علاوه بر محدودیت‌های سرمایه‌ای و مالی، محدودیت‌های فیزیکی را نیز در خود بگنجاند (Mahmoodi and Parhizkari., 2016).

**- جامعه آماری و داده‌های مورد نیاز**

دشت ترشیز با پهنه‌ای حدود ۳۳۴۷ کیلومترمربع، در باختر خراسان است که تشکیل‌شده از شهرهای کاشمر، کوهسرخ و خلیل‌آباد و بردسکن که از شهرهای مهم استان خراسان رضوی محسوب می‌شود. آب‌وهوای این شهرستان‌ها معتدل و خشک است. تفاوت درجه حرارت بین ۸/۷- درجه سانتی‌گراد تا ۴۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میزان بارندگی سالانه حدود ۱۲۰/۴ میلی‌متر تخمین زده شده است. سطح زیر کشت محصولات زراعی آبی و دیمی دشت ۶۲۵۴۰ هکتار برآورد شده که این میزان تحت شرایط آب و هوایی مختلف از نظر بارندگی متغیر می‌باشد. جامعه آماری مطالعه حاضر شامل کلیه کشاورزان منطقه ترشیز متشکل از شهرستان کاشمر (بخش مرکزی شهر کاشمر و بخش کوهسرخ ) و خلیل‌آباد است که در اراضی فاریاب یا آبی خود به کشت

DOI: 10.22055/JISE.2019.27829.1815

محصولات منتخب زراعی مانند گندم آبی، جو آبی، طالبی، انار و زعفران اشتغال دارند. با توجه به در دست بودن داده‌ها و اطلاعات مورد استفاده به صورت تجمیعی و یا منطقه‌ای (مجموعه داده‌های اسنادی و ثبت‌شده در سازمان‌های ذی‌ربط)، در این مطالعه مبادرت به امر نمونه‌گیری نشد. داده‌ها و اطلاعات مربوط به سطح زیرکشت محصولات منتخب شامل تولیدات کشاورزی، هزینه‌های تولید، میزان مصرف نهاده‌ها و قیمت محصولات منتخب می‌باشند که با مراجعه مستقیم به سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی و داده‌های مربوط به نیاز آبی محصولات و کل منابع آب در دسترس، از طریق مراجعه به شرکت آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی جمع‌آوری شدند. (Anonymous, 2017 b) این مرحله شامل حل یک مدل برنامه‌ریزی خطی کمکی در جهت حداکثر نمودن سود ناخالص کشاورزان با توجه به محدودیت‌های منابع و محدودیت‌های واسنجی است. در این مرحله پس از حل مدل برنامه‌ریزی خطی کمکی مقادیر دوگان یا قیمت‌های سایه‌ای برای محدودیت‌های منابع و واسنجی به‌دست می‌آیند (Howitt et al., 2012). شکل ریاضی این مرحله از واسنجی مدل PMP را می‌توان برای مناطق مورد مطالعه به صورت زیر نشان داد:

$$Max\,\pi = \sum_{i=1}^{6}\sum_{g=1}^{3}\left(v_{ig}\,yld_{ig} - \sum_{j\neq water}^{4} a_{igj}\,c_{igj}\right)x_{igLAND} - \sum_{g=1}^{3}\sum_{j=water}^{4} water_{gw}\,\varpi_{gw} \qquad (۱)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{6} a_{igj}\,x_{igj} \le b_{gi} \qquad \forall_{gj} \qquad [\mu] \qquad (۲)$$

$$x_{igj} \le \chi_{igj} + \varepsilon \qquad \forall_{gij} \qquad [\lambda] \qquad (۳)$$

$$x_{igj} \ge 0 \qquad \forall_{gij} \qquad (۴)$$

رابطه (۱)، به‌عنوان تابع هدف مدل برنامه‌ریزی خطی شامل حداکثرکردن مجموع سود منطقه‌ای کشاورزان است. در این رابطه $\Pi$ بیانگر سود کشاورزان، $g$ بیانگر مناطق، $i$ بیانگر محصولات هر منطقه، $j$ بیانگر نهاده‌ها یا عوامل تولید، $x_{ig,land}$ سطح زیرکشت محصول $i$ در منطقه $g$ و $a_{igj}$ بیانگر ضرایب لئونتیف (ضرایب فنی) است که نسبت استفاده هر عامل تولید به زمین را نشان می‌دهد و از رابطه ($a_{irlm} = \tilde{x}_{igj} / \tilde{x}_{ig,land}$) به‌دست می‌آید. $v_{ig}$ قیمت محصول $i$ در منطقه $g$، $yld_{ig}$ عملکرد محصول $i$ در منطقه $g$، $c_{igj}$ هزینه نهاده $j$ برای تولید محصول $i$ در منطقه $g$، $water_{wg}$ مقدار آب مورد استفاده در منطقه $g$ و $\varpi_{wg}$ هزینه استحصال و یا قیمت هر مترمکعب آب آبیاری در منطقه $g$ می‌باشد.

رابطه (۲)، محدودیت منابع را در هر منطقه نشان می‌دهد و برای نهاده‌های آب، زمین، سرمایه (شامل بذر، کود و سموم شیمیایی) و نیروی کار تعریف می‌شود. در این رابطه $b_{gj}$ کل منابع در دسترس نهاده $j$ در منطقه $g$ است.

رابطه (۳)، محدودیت واسنجی مدل را نشان می‌دهد که در آن $\tilde{x}_{igj}$ مقدار مشاهده‌شده فعالیت مورداستفاده در سال پایه و $\varepsilon$ مقدار مثبت کوچکی را نشان می‌دهد. باید توجه داشت که به ازای هر محصول یک محدودیت واسنجی به مدل اضافه می‌شود. اضافه کردن محدودیت واسنجی به مدل باعث می‌شود که جواب بهینه برنامه‌ریزی خطی دقیقاً سطح فعالیت‌های مشاهده شده در سال پایه را به‌دست دهد. $\mu$ در رابطه (۲)، قیمت سایه‌ای محدودیت سیستمی و $\lambda$ در رابطه (۳)، قیمت سایه‌ای محدودیت واسنجی را نشان می‌دهد. رابطه (۴)، بیانگر محدودیت غیرمنفی بودن سطح فعالیت‌ها است و تضمین می‌کند که روش فوق به لحاظ فیزیکی در منطقه مورد مطالعه قابلیت اجرایی دارد (Howitt et al., 2012).

مرحله سوم: برآورد تابع تولید منطقه‌ای و تخمین ضرایب CES است که در این مرحله پارامترهای بازده ثابت نسبت به مقیاس تابع تولید CES برای هر منطقه و محصول به کمک روش توسعه‌یافته (Howitt et al., 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) و ضرایب تابع کاب- داگلاس (با جایگزینی واحد) به وجود آید. فرم کلی تابع تولید CES مورد استفاده در این مطالعه به صورت زیر قابل ارائه است:

$$Y_{gi} = \tau_{gi}\left[\sum_{j}\beta_{gij} D_{gij}^{\rho_i}\right]^{\upsilon/\rho_i} \qquad (۵)$$

در رابطه فوق، $Y_{gi}$ میزان تولید محصول $i$ در منطقه $g$، $h_{igj}$ عامل تولید $j$ برای تولید محصول $i$ در منطقه $g$، $\tau_{gi}$ پارامتر مقیاس و $\beta_{igj}$ پارامتر تولید است که سهم نهاده $j$ را برای تولید محصول $i$ در منطقه $g$ نشان می‌دهد. $\upsilon$ ضریب بازده ثابت نسبت به مقیاس می‌باشد و تابع تولید CES با ضرایب ثابت مستلزم آن است که این ضریب برابر با یک شود. $\rho_i$ نیز متغیری است که برحسب کشش جانشینی بین نهاده‌ها ($\rho$) تعریف می‌گردد و برای محاسبه مقدار عددی آن از رابطه‌ی $\rho_i = (1-\sigma)/\sigma$ استفاده می‌شود.(Howitt et al., 2015).

مرحله چهارم برآورد مدل PMP شامل تخمین تابع هزینه غیرخطی و محاسبه پارامترهای آن است. برای این کار از تابع هزینه کل زمین استفاده می‌شود که شکل کلی آن به صورت زیر است:

$$TC_{i(x_{i,land})} = a_i x_{i,land} + \gamma_i x^2{}_{i,land} \quad (۶)$$

در رابطه فوق، $TC_{i,}$ هزینه کل مربوط به نهاده زمین (اجاره زمین و کیفیت زمین)برای تولید محصول $i$ در منطقه مورد مطالعه، $a_i$ پارامتر رهگیری و $\gamma_i$ شیب تابع هزینه غیرخطی است (Mahmoodi and Parhizkari 2016).

برای محاسبه و برآورد ضرایب تابع هزینه ارایه شده در رابطه (۶) از ضرایب جزیی زیر استفاده می‌شود ( Medellan-Azuara et al, 2012).

$$\alpha_{i,} = \frac{\lambda^c_{i,land}}{x_{i,land}} \quad (۷)$$

$$\alpha_i = c_{igj} - \lambda^c_{i,Land} \quad (۸)$$

در روابط بالا $c_{igj}$، هزینه نهاده زمین برای تولید محصول $i$ در منطقه مورد مطالعه و $\lambda^c{}_{i,land}$ ارزش دوگان واسنجی‌شده برای نهاده زمین در مرحله اول مدل برنامه ریزی ریاضی اثباتی (PMP) می‌باشد. سایر پارامترهای ارائه شده در روابط (۷)و (۸) نیز در بالا تعریف شده‌اند. در این مرحله که مرحله پایانی مدل برنامه‌ریزی ارائه شده هست، با استفاده از تابع هزینه غیرخطی واسنجی‌شده، تابع تولید منطقه‌ای برآورد شده و محدودیت‌های منابع، یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به صورت روابط زیر ساخته می‌شود:

$$Max\pi = \sum_{g}^{3}\sum_{i}^{6} v_{gi}Y_{ig} - \sum_{j\neq wat}^{4}(a_{ijg}c_{ijg})x_{igland} - a_i x_{igland} - \gamma_i x' Qx - \sum_{g=1}^{3}\sum_{j=wat}^{4} wat_{gw}\varpi_{gw} - \sum_{j=wat}^{4}\sum_{g=1}^{3}(trcd_{gh}xwt_{ghw}) \quad (۹)$$

$$st: \quad \sum_{i=1}^{5} x_{igj} \leq b_{igj} \quad (۱۰)$$

$$water_{gw} \leq watcons_{gw} + \sum_{h=1}^{5} xwt_{ghw} - \sum_{g=1}^{5} xwt_{ghw} \quad (۱۱)$$

$$(\sum_{h=1}^{5} xwt_{ghw})(\sum_{g=1}^{3} xwt_{ghw}) = 0 \quad (۱۲)$$

$$T_w xwt_{ghw} \leq Water_{gh,Max} \quad (۱۳)$$

$$\frac{x_{ig,wat} + \varepsilon_i}{x_{ig,lan}} \geq 0.95 \qquad a_{ij} - \sum_{g=1}^{n} q_{igj} x_{igj} \quad (۱۴)$$

$$x_{igj}, xwt_{igj} \geq 0 \quad \forall g, i, j \quad (۱۵)$$

رابطه (۹)، تابع هدف غیرخطی مدل PMP را نشان می‌دهد. در این رابطه، $xwt_{ghw}$ حجم آب انتقال‌یافته و یا دادو ستدشده بین مناطق $g$ و $h$، $xcgh$ هزینه انتقال آب دادوستدشده بین مناطق $g$ و $h$ و $d_{igj} = \sum_{g=1}^{3}(trcd * xwtghw)$ فاصله یا مسافت بین مناطق h و g است. رابطه (۱۰)، محدودیت مربوط به نهاده‌های مورد استفاده (به جز آب) است که $b_{igj}$ در آن مقدار منابع دردسترس هر منطقه را نشان می دهد. رابطه (۱۱) مجموع آب لازم برای کشت محصولات و همچنین میزان آب خریداری شده و فروش‌رفته را نشان می‌دهد.در واقع این رابطه محدودیت مربوط به نهاده آب است که در $Watcons_{gw}$ آن حجم آب لازم در هر منطقه را برای تولید محصولات زراعی نشان می‌دهد. این محدودیت بیانگر جمع آب فروخته شده در یک منطقه، مساوی یا بیشتر از کل حجم آب موجود در آن منطقه است. رابطه (۱۲)، محدودیت تبادل آب را به صورت هم‌زمان بین مناطق نشان می‌دهد. این محدودیت بیانگر آن است که یک منطقه نمی‌تواند به خرید و فرش توأم آب بپردازد. رابطه (۱۳) نشان می‌دهد که مجموع آب خریداری و فروخته شده ($T_w Xwt_{ghw}$)بین مناطق $g$ و $h$ کمتر و یا مساوی با حداکثر حجم آب داد و ستد شده ($Water_{gh,Max}$) بین این مناطق می‌باشد. رابطه (۱۴)، بیانگر محدودیت کسری آب یا کم‌آبیاری می‌باشد. رابطه (۱۵) محدودیت غیرمنفی بودن سطح فعالیت‌ها است و بیانگر مقادیر مثبت برای متغیر سطح زیرکشت می‌باشد قابل اجرا بودن روش مدل‌سازی فوق در منطقه مورد مطالعه و محدودیت غیرمنفی بودن حجم آب دادوستدشده بین مناطق مورد مطالعه، بیانگر وجود ارتباط بین منابع آبی مشترک در مناطق مورد بررسی است( Mahmoodi and Parhizkari., 2016).

## نتایج و بحث

جدول (۱)، میزان سطح زیرکشت محصولات آبی را در سال پایه (۱۳۹۷-۱۳۹۶) و در سطح مناطق مورد مطالعه در ترشیز نشان می‌دهد. این داده‌ها و اطلاعات برگرفته از سال‌نامه آماری سال (۱۳۹۷-۱۳۹۶) و پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی می‌باشند. با توجه به داده‌های آماری مندرج در جدول (۱)، ملاحظه می‌شود که در منطقه ترشیز، شهرستان‌های کاشمر (کاشمر و کوهسرخ) و خلیل‌آباد به‌ترتیب با ۲۱۱۳۲ و ۱۴۱۹۰ هکتار اراضی زیرکشت آبی، بیشترین سهم را در تولید محصولات منتخب زراعی منطقه ترشیز (گندم، جو، زعفران، طالبی، بادمجان و هندوانه) به خود اختصاص داده‌اند.

*DOI:* 10.22055/JISE.2019.27829.1815

**جدول ۱- سطح زیرکشت محصولات زراعی منطقه ترشیز در سال پایه ۱۳۹۷-۱۳۹۶ (برحسب هکتار)**
**Table 1- The acreage of products in Torshiz region during the base year of 2017-2018 (hectare) (Anonymous, 2017 a)**

| | Studied regions | | | |
|---|---|---|---|---|
| Products | KHalilabad | Kohsorkh | Kashmar | Total Acreage |
| Wheat | 7410 | 972 | 6320 | 14702 |
| Barley | 1640 | 734 | 1800 | 4174 |
| Saffron | 3602 | 2320 | 7360 | 13282 |
| cantaloupe | 750 | 941 | 3510 | 5201 |
| eggplant | 227 | 473 | 1662 | 2362 |
| watermelon | 561 | 292 | 480 | 1333 |
| Total Acreage | 14190 | 5732 | 21132 | 41054 |

**-بهره‌وری آب کشاورزی**

**سود خالص به ازای واحد حجم آب (NBPD)**

یکی از بهترین شاخص‌ها برای سنجش بهره‌وری آب کشاورزی، NBPD یا سود خالص بر آب مصرفی است. در این روش میزان سود خالص در صورت قرار می‌گیرد.

$$NBPD=GM/W \qquad (۱۶)$$

بنابراین اگر منظور ما افزایش بهره‌وری مصرف آب از منظر اقتصادی باشد، می‌توان گفت که این روش برای سنجش بهره-وری آب کشاورزی، روشی مناسب است ولی مشکل اساسی در تهیه این شاخص تعیین مقدار سود خالص در موقعیت‌های مختلف می‌باشد. در رابطه (۱۶) W و GW به‌ترتیب نمایانگر مصرف آب و بازده برنامه‌ای می‌باشد. براساس رابطه فوق هر محصولی که با مصرف مقدار کمتری آب بتواند سود خالص بیش‌تری فراهم کند برای کشت بهتر است. در عمل ممکن است براساس شاخص NBPD صرفه اقتصادی، استفاده از آب در بخش صنعت، دامپروری و غیره باشد. اما بایستی هنگام تفسیر این شاخص به مسایلی هم‌چون امنیت شغلی، خودکفایی و مواردی از این دست توجه کافی داشت. جدول (۲)، میزان بهره وری آب در تولید محصولات منتخب زراعی (گندم، جو، زعفران، طالبی، بادمجان و هندوانه) برای سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در سطح شهرهای منطقه ترشیز نشان می‌دهد:

جدول (۳)، قیمت بازاری محصولات منتخب را بر اساس گزارش‌های آماری اداره جهاد کشاورزی شهر کاشمر برای سال زراعی۱۳۹۷-۱۳۹۶ در سطح شهرهای منطقه ترشیز نشان می‌دهد: با توجه به داده‌های آماری جدول (۳)، ملاحظه می‌شود که محصولات غله‌ای گندم و جو و همچنین محصولات صیفی بادمجان و هندوانه در شهرهای کاشمر، کوهسرخ و خلیل‌آباد دارای کمترین میزان قیمت بازاری در فصل کشت یا تولید خود می‌باشند. محصول زعفران نیز در بین سایر محصولات منتخب دارای بیشترین سطح قیمت می‌باشد و به دلیل مصارف دارویی و صادراتی در مناطق مورد مطالعه تولید می‌شود. جدول (۴)، میزان مجموع آب قابل دسترس حاصل از منابع آبی مختلف (سد، چاه، رودخانه، قنات، چشمه و آب‌های سطحی تجمع یافته) را برای سال پایه ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در سطح شهرهای منطقه ترشیز (کاشمر، کوهسرخ و خلیل‌آباد) نشان می‌دهد:

با توجه به جدول (۴)، ملاحظه می‌شود که مجموع آب قابل دسترس حاصل از منابع آبی مختلف برای کشت محصولات عمده زراعی در شهرهای کاشمر، کوهسرخ و خلیل‌آباد طی سال پایه ۱۳۹۶-۹۷، به‌ترتیب معادل با ۱۷۳/۱۳، ۲۱۶/۸۶ و ۷۱/۵۵ میلیون مترمکعب می‌باشد. هم‌چنین، ملاحظه می‌شود که شهر کاشمر با توجه به مساحت و گستره اراضی بیشتر نسبت به شهرهای کوهسرخ و خلیل‌آباد، منابع آب قابل دسترس بیشتری را در اختیار دارد. افزون بر این، با توجه به داده‌های آماری جدول (۴)، ملاحظه می‌شود که رودخانه‌ها و آب‌های تجمع‌یافته در شهرهای کاشمر، کوهسرخ و خلیل‌آباد به‌ترتیب با ۷۶/۲۱، ۱۲۱/۴۲۶ و ۹/۳۰ میلیون مترمکعب بیشترین سهم را در بین سایر منابع تامین آب (چاه‌ها، قنوات و چشمه‌ها) به خود اختصاص داده‌اند. این امر حاکی از آن است که بخش کشاورزی منطقه ترشیز (شهرهای کاشمر، کوهسرخ و خلیل‌آباد) تا حد زیادی وابسته به جریان‌های آب سطحی رودخانه کوهسرخ می‌باشد.

**جدول ۲- میزان بهره وری آب در تولید محصولات زراعی منطقه ترشیز در سال پایه ۱۳۹۷-۱۳۹۶ (ریال/$m^3$)**

**Table 2- The productivity of water in Torshiz region during the base year of 2017-2018 (rial/$m^3$)**

| Products | Studied regions | | | Total Average |
|---|---|---|---|---|
| | KHalilabad | Kohsorkh | Kashmar | |
| Wheat | 555 | 421 | 491 | 489 |
| Barley | 466 | 358 | 421 | 415 |
| Saffron | 1008 | 748 | 1127 | 961 |
| cantaloupe | 398 | 313 | 366 | 359 |
| eggplant | 358 | 326 | 345 | 343 |
| watermelon | 329 | 317 | 330 | 325 |
| Total Average | 519 | 414 | 513 | |

**جدول۳- قیمت بازاری محصولات منتخب زراعی منطقه ترشیز در سال پایه (ریال در کیلوگرم)**

**Table 3- Market prices of selected crops in Torshiz region the base year (rials per kg) (Anonymous, 2017 a)**

| Products | Studied regions | | | Average prices of products |
|---|---|---|---|---|
| | KHalilabad | Kohsorkh | kashmar | |
| Wheat | 14800 | 15000 | 15200 | 15050 |
| Barley | 13750 | 14000 | 14100 | 14030 |
| Saffron | 331000 | 335000 | 357500 | 334000 |
| cantaloupe | 11600 | 11500 | 12000 | 11340 |
| eggplant | 8600 | 8300 | 9500 | 8867 |
| watermelon | 4800 | 4200 | 5000 | 4830 |

**جدول ٤- کل منابع آب قابل دسترس در منطقه ترشیز طی سال پایه (میلیون مترمکعب)**

**Table 4- Total available water resources in Torshiz region during the base year (million $m^{3)}$ (Anonymous, 2017 b)**

| Surface and underground water resources | Study regions | | | Total |
|---|---|---|---|---|
| | KHalilabad | Kohsorkh | kashmar | |
| Private deep wells | 24.76 | 16.21 | 29.32 | 70.29 |
| Private semi-deep wells | 5.85 | 3.26 | 5.21 | 14.32 |
| Governmental deep wells | 5.37 | 3.21 | 6.14 | 14.72 |
| Channels and diversion dams | 22.16 | 59.13 | 32.11 | 113.40 |
| River and accumulated water | 9.30 | 121.42 | 76.21 | 206.93 |
| Qanat and springs | 4.11 | 13.63 | 24.14 | 41.88 |
| Total available water | 71.55 | 216.86 | 173.13 | 497.54 |

**جدول ٥- حجم آب داد و ستد شده بین مناطق مورد مطالعه در سال پایه (میلیون مترمکعب)**

**Table 5- Volume of traded water between studied regions in base year (million $m^3$)**

| Studied region | Volume of water entered | Volume of water allocated | Net trading |
|---|---|---|---|
| kashmar | 84.43 | 24.22 | 60.21 |
| Kohsorkh | 47.37 | 21.65 | 25.72 |
| KHalilabad | 97.31 | 21.30 | 76.01 |

با توجه به نتایج جدول (۵)، ملاحظه می‌شود که در بین مناطق مطالعاتی، شهر خلیل‌آباد به‌دلیل انتقال آب از کاشمر به خلیل‌آباد، دارای بیشترین میزان آب وارداتی (۹۷/۳۱ میلیون مترمکعب) است که بخشی از آن را (در حدود ۲۱/۳۰ میلیون مترمکعب) به شهرهای هم‌جوار خود (کاشمر و کوهسرخ) انتقال می‌دهند. شهر کوهسرخ نیز با قرارگرفتن در بخش شرقی منطقه

*DOI:* 10.22055/JISE.2019.27829.1815

ترشیز، کمترین میزان خالص داد و ستد آب آبیاری را با شهرهای کاشمر و خلیل‌آباد دارد. جدول (۶)، میزان و درصد تغییرات مجموع اراضی زراعی هر منطقه را نسبت به سال پایه (۱۳۹۷-۱۳۹۶) در شرایط برقراری داد و ستد آب آبیاری (وجود بازارهای آب بین منطقه‌ای) و عدم برقراری داد و ستد آب آبیاری (عدم وجود بازارهای آب بین منطقه‌ای) بین شهرهای مورد مطالعه در منطقه ترشیز نشان می‌دهد. با توجه به نتایج این جدول (۶)، ملاحظه می‌شود با برقراری بازارهای آب محلی در سطح منطقه ترشیز، میزان مجموع اراضی آبی تحت کشت محصولات زراعی در شهرهای کاشمر و خلیل‌آباد به‌ترتیب ۵/۳۱ و ۹/۱۱ درصد افزایش پیدا می‌کند، در حالی که مجموع اراضی آبی در شهر کوهسرخ نسبت به شرایط عدم وجود بازارهای آب بین منطقه ای ۷/۶۲ درصد کاهش می یابد. علت افزایش مجموع اراضی آبی در سطح شهرهای کاشمر و خلیل‌آباد، واردات بیشتر منابع آب به این مناطق پس از شکل‌گیری بازارهای آب بین منطقه‌ای می‌باشد که امکان افزایش سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی را برای کشاورزان در این مناطق به‌وجود می‌آورد.

کاهش مجموع اراضی آبی در شهر کوهسرخ نیز پس از برقراری بازارهای آب بین منطقه‌ای، کم شدن منابع آب در دسترس کشاورزان این منطقه پس از انتقال آب به مناطق هم جوار است. به‌طور کلی، نتایج جدول (۶) حاکی از آن است که با شکل‌گیری بازارهای آب بین منطقه‌ای در سطح منطقه ترشیز مجموع سطح زیرکشت محصولات آبی از ۴۱۰۵۴ به ۴۳۰۲۹ هکتار می‌رسد که افزایشی معادل با ۲/۲۷ درصد را برای مجموع اراضی آبی تحت کشت محصولات زراعی در این منطقه از کشور به همراه دارد. نتایج به‌دست آمده گویای آن است که تشکیل بازارهای آب بین منطقه‌ای می‌تواند نقش بسزایی را در توسعه سطح زیرکشت محصولات زراعی و پیش‌برد اهداف مسئولان و مدیران کشاورزی منطقه ترشیز در جهت افزایش تولیدات زراعی ایفا نماید. جدول (۷)، میزان و درصد تغییرات مجموع سطح زیر کشت هر یک از محصولات منتخب زراعی منطقه ترشیز را پس از استقرار و برقراری بازارهای آب بین منطقه‌ای در بین مناطق سه‌گانه مورد بررسی (شهرهای کاشمر، کوهسرخ و خلیل‌آباد) نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول (۷)، ملاحظه می‌شود که پس از برقراری بازارهای آب بین منطقه‌ای بین شهرهای مورد مطالعه در منطقه ترشیز، مجموع سطح زیرکشت محصولات گندم، جو و زعفران به‌ترتیب ۶/۱۲ ، ۸/۶۰ و ۱۲/۱۳ درصد افزایش می‌یابد، در حالی که مجموع سطح زیرکشت محصولات منتخب طالبی، بادمجان و هندوانه به ترتیب۱/۰۷۰، ۲/۵۰ و ۳/۴۲ درصد کاهش پیدا می‌کند. افزون بر یافته‌های فوق، بخش دیگری از نتایج به دست آمده در جدول (۷) (همانند نتایج بند آخر جدول ۶) گویای آن است که با شکل‌گیری بازارهای آب بین منطقه‌ای مجموع سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی منطقه ترشیز از ۴۱۰۵۴ به ۴۲۳۸۵ هکتار می‌رسد که این میزان، افزایشی معادل با ۳/۰۵ درصد را نسبت به شرایط فعلی یا سال پایه (یعنی در شرایط عدم وجود بازارهای آب بین منطقه‌ای) برای مجموع اراضی زراعی این منطقه به‌همراه دارد. محصول زعفران با توجه به شرایط به‌وجودآمده پس از برقراری بازارهای آب بین منطقه‌ای بین شهرهای کاشمر، کوهسرخ و خلیل‌آباد، نسبت به دیگر محصولات منتخب بیشترین تغییرات افزایشی سطح زیرکشت (به میزان ۱۲/۱۳ درصد) را به خود اختصاص داده است. این امر می‌تواند ناشی از نیاز آبی کم و هزینه کمتر تولید آن در واحد سطح نسبت به دیگر محصولات در سطح منطقه ترشیز باشد. به طور کلی، نتایج به دست آمده جدول (۷)، در این بخش گویای آن است که استقرار بازارهای آب بین منطقه‌ای در سطح مناطق سه‌گانه ترشیز (شهرهای کاشمر، کوهسرخ و خلیل‌آباد) الگوی کشت مناطق مورد مطالعه را در جهت کاهش سطح زیرکشت محصولات با هزینه تولید و نیاز آبی بالاتر (طالبی و صیفی‌جات) و توسعه سطح زیرکشت محصولات با هزینه تولید و نیاز آبی کمتر (گندم، زعفران و جو) پیش می‌برد که این امر علاوه بر بهبود وضعیت درآمدی کشاورزان و افزایش سود ناخالص آن‌ها، منجر به حفظ و پایداری منابع آب موجود در مناطق مورد مطالعه می‌شود.

**جدول٦- مجموع اراضی آبی زیرکشت در مناطق مختلف تحت شرایط وجود و عدم وجود بازارهای آب محلی**

**Table 6- Total cultivated lands in under the conditions of existence and absence of water markets**

| Studied area | Land surface in absence of a water market | Land surface in presence of the water market | Land Level Change (per hectare) | Rate change in aquaculture land |
|---|---|---|---|---|
| Kashmar | 21132 | 22252 | 1119 | 5.31 |
| Kohsorkh | 5732 | 5296 | 435 | -7.62 |
| KHalilabad | 14190 | 15481 | 1291 | 9.11 |
| Total | 41054 | 43029 | 2846 | 2.27 |

**جدول ۷- مجموع سطح زیرکشت منطقه ترشیز پس از استقرار و برقراری بازارهای آب بین منطقه‌ای**

**Table 7- Total acreage of Tarshiz area after the establishment of contact between the regional water markets**

| Studied area | Land surface in absence of a water market | Land surface in presence of the water market | Land Level Change (per hectare) | Rate change in aquaculture land |
|---|---|---|---|---|
| Wheat | 14702 | 15584 | 882 | 6.12 |
| Barley | 4174 | 4532 | 358 | 8.6 |
| Saffron | 13282 | 14875 | 1593 | 12.13 |
| cantaloupe | 5201 | 5144 | 56 | -1.07 |
| eggplant | 2362 | 2302 | 59 | -2.50 |
| watermelon | 1333 | 1287 | 45 | -3.42 |
| Total | 41054 | 42385 | 1231 | 3.45 |

**جدول ۸- مجموع بازده ناخالص کشاورزان ترشیز در شرایط وجود و عدم وجود بازارهای آب بین منطقه‌ای**

**Table 8 - Total gross yields in studied areas in presence and absence of regional water markets**

| Studied area | gross yield in absence of a water market | gross yield in presence of the water market | Rate of gross yield (million rials) | Rate of gross yield (%) |
|---|---|---|---|---|
| Kashmar | 14345 | 15013 | 668 | 4.65 |
| Kohsorkh | 5015 | 4529 | - 486 | -9.04 |
| KHalilabad | 8256 | 9252 | 996 | 11.25 |
| Total | 27616 | 28794 | 848 | 4.26 |

**جدول ۹- کل شغل های ایجاد شده و ارزش اقتصادی آب در بخش کشاورزی در شرایط وجود بازارهای آب بین منطقه‌ای**

**Table 9- Total agricultural jobs and economic value of water at regional water markets**

| Studied area | Land surface in absence of a water market | Additional jobs (Labor) | Marginal production ($m^3$) | price of water market (rial/$m^3$) | Shadow price of water (rial/$m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Wheat | 14702 | 12349.68 | 0.17 | 340 | 2559 |
| Barley | 4174 | 4666.532 | 0.15 | 330 | 2105 |
| Saffron | 13282 | 47815.2 | 0.01 | 285 | 3340 |
| cantaloupe | 5201 | -2521.35 | 0.17 | 430 | 1928 |
| eggplant | 2362 | -2657.25 | 0.16 | 470 | 1419 |
| watermelon | 1333 | -1994.17 | 0.34 | 510 | 1642 |
| Total | 41054 | 57658.64 | | 394 | 2165 |

براساس نتایج به‌دست آمده از حل مدل اقتصادی ارایه‌شده در این تحقیق، با تغییر مجموع اراضی سطح زیرکشت محصولات آبی در هر یک از مناطق مورد مطالعه، میزان بازده ناخالص کشاورزان نیز متناسب با آن تغییر می‌کند.

جدول (۸)، میزان و درصد تغییرات مجموع بازده ناخالص کشاورزان مناطق ترشیز را در شرایط برقراری و عدم برقراری بازارهای آب بین منطقه‌ای نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول (۸)، ملاحظه می‌شود که با برقراری بازارهای آب بین منطقه‌ای در سطح منطقه ترشیز، میزان سود ناخالص کشاورزان شهرهای کاشمر و خلیل‌آباد (که مناطق واردکننده آب آبیاری محسوب می‌شوند) به‌ترتیب ۴/۶۵ و ۱۱/۲۵ درصد نسبت به حالتی که هیچ‌گونه داد و ستدی بین مناطق مورد مطالعه صورت نمی‌گیرد، افزایش می‌یابد.

این در حالی است که تحت شرایط برقراری بازارهای آب بین منطقه‌ای، میزان بازده ناخالص کشاورزان شهر کوهسرخ (که منطقه صادرکننده آب آبیاری محسوب می شود) نسبت به شرایط سال پایه (یعنی قبل از تشکیل بازارهای آب بین منطقه‌ای) در حدود ۹/۰۴ درصد کاهش می‌یابد. علت افزایش بازده ناخالص

*DOI:* 10.22055/JISE.2019.27829.1815

کشاورزان شهرهای کاشمر و خلیل‌آباد، نقش واردکننده آن‌ها در بخش تقاضای منابع آب و توسعه سطح زیرکشت محصولات با صرفه اقتصادی بالا با استفاده از منابع آب واردشده به این مناطق است. در واقع، پس از برقراری بازارهای آب بین منطقه‌ای کشاورزان شهرهای مذکور با واردات حجم زیادی از منابع آب، محدودیت آب را در مقایسه با حالت نبود بازارهای آب محلی، به میزان کمتری احساس می‌کنند؛ لذا به سمت توسعه سطح زیرکشت محصولات با صرفه اقتصادی بالاتر، ولو آب‌بر پیش می‌روند. این امر سبب افزایش سود ناخالص آن‌ها شده است.

این در حالی است که کشاورزان شهر کوهسرخ پس از انتقال بخشی از منابع آب خود به شهرهای کاشمر و خلیل‌آباد، محدودیت نهاده آب را بیشتر احساس می‌کنند و لذا، در الگوی کشت محصولات زراعی به سمت کاهش سطح زیرکشت محصولات پرآب و با صرفه اقتصادی بالا (مانند طالبی، نباتات علوفه ای و صیفی جات) و افزایش سطح زیرکشت محصولات کم آب و با صرفه اقتصادی کمتر (مانند گندم و جو) متمایل می‌شوند که این امر منجر به کاهش مجموع سود ناخالص به‌دست آمده برای آن‌ها می‌شود. افزون بر یافته‌های فوق، بخش دیگری از نتایج جدول (۸) گویای آن است که با تشکیل بازارهای آب بین منطقه‌ای در ترشیز، مجموع بازده ناخالص کشاورزان این منطقه از ۲۷۶۱۶ میلیون ریال در سال پایه (در شرایط عدم وجود بازارهای محلی) به ۲۸۷۹۴ میلیون ریال می‌رسد که در نهایت افزایشی معادل با ۴/۲۶ درصد را در بازده ناخالص کشاورزان به همراه دارد. نتایج به دست آمده گویای آن است که شکل‌گیری بازارهای آب بین منطقه‌ای در سطح منطقه ترشیز علاوه بر تغییر الگوی کشت و توسعه مجموع سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی در مناطق مورد مطالعه (شهرهای کاشمر، کوهسرخ و خلیل‌آباد)، بازده ناخالص کشاورزان را نیز تغییر داده و در حالت کلی بهبود وضعیت درآمدی کشاورزان منطقه ترشیز را به همراه دارد. نتایج جدول (۹) شامل تغییرات در سطح زیرکشت، میزان اشتغال و ارزش اقتصادی آب (قیمت سایه‌ای) هر محصول به علت وجود بازار آب است. هم‌چنین بر طبق نتایج جدول (۹) میزان اشتغال بوجود آمده از بازار آب در حدود ۵۷۶۵۹ نفر می‌باشد که این مشاغل به دلیل ایجاد بازار آب بین منطقه‌ای است.

## نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج به‌دست آمده در این تحقیق نشان داد که با شکل‌گیری بازارهای آب بین منطقه‌ای در سطح منطقه ترشیز، کشاورزان این منطقه از سطح زیرکشت محصولات با نیاز آبی بالا (مانند طالبی، نباتات علوفه‌ای و صیفی‌جات) کاسته و به سمت توسعه سطح زیرکشت محصولات غله‌ای مانند زعفران، گندم و جو که نیاز آبی کمتری در واحد سطح دارند، متمایل می‌شوند. افزون بر این، نتایج به دست‌آمده حاکی از آن بود که با برقراری بازارهای آب بین منطقه‌ای در سطح منطقه ترشیز، مازاد آب مصرفی در مناطقی که تقاضا برای آن کم است به سمت مناطقی که تقاضا آب زیاد است، با داد و ستد نهاده آب بین مناطق مورد بررسی (شهرهای کاشمر، کوهسرخ و خلیل‌آباد) باعث ایجاد بازار آب و تعادل می‌شود. مجموع اراضی فاریاب یا آبی ۳/۴۵ درصد و مجموع سود ناخالص کشاورزان ۴/۲۶ درصد افزایش می‌یابد. به‌طور کلی، نتایج به دست آمده در این تحقیق با یافته‌های حاصل از تحقیقات Parhizkari et al (2015)، که با تشکیل بازار آب و انجام معاملات بین مناطق قزوین، منافع اقتصادی کشاورزان افزایش می‌یابد. و Badi Barzin et al (2018) با برقراری بازارهای آب محلی و منطقه‌ای در سطح منطقه سیستان، افزون بر ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضای آب آبیاری و متعادل شدن داد و ستد آب بین مناطق مورد مطالعه، مجموع اراضی آبی ۴/۲۳ درصد نسبت به سال پایه فراهم می‌کند و مجموع سود ناخالص کشاورزان از ۲۲۰۳۹ به ۲۳۲۴۲ میلیون ریال افزایش داده است. که در مقایسه با مطالعه ما در اثر بخشی تشکیل بازار در منطقه بیشتر بوده و تخصیص منابع آب در منطقه ترشیز کاراتر بوده و درآمد کشاورزان افزایش یافته است.

در مجموع نتایج محققین در داخل کشور همسو و نزدیکی بسیاری دارد. همچنین، یافته‌های به‌دست آمده در این تحقیق با نتایج به دست آمده از تحقیقات Zeng et al (2016) , که مبادلات آب انجام‌شده بین کشاورزان در بلندمدت آثار مناسب و ارزشمندی را در غلبه بر بحران‌های خشک‌سالی شدید برای مصرف‌کنندگان آب از جمله بهره‌برداران کشاورزی در بر خواهد داشت.

نتایج به‌دست آمده گویای آن است که شکل‌گیری بازارهای آب بین منطقه‌ای در سطح منطقه ترشیز علاوه بر تغییر الگوی کشت و توسعه مجموع سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی در مناطق مورد مطالعه (شهرهای کاشمر، کوهسرخ و خلیل‌آباد)، بازده ناخالص کشاورزان را نیز تغییر داده و در حالت کلی بهبود وضعیت درآمدی کشاورزان منطقه ترشیز را به همراه دارد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده پیشنهاد می‌گردد به گسترش کشت محصول زعفران که دارای مزیت نسبی در منطقه است (طبق مطالعات انجام‌شده) بر اساس راه‌کارهای حمایتی، سیاستی و ترویجی در منطقه اقدام گردد. پیشنهاد می‌گردد با توجه به ارزآوری و مصرف بسیار کم آب برای این محصول نسبت به الگوی کشت غالب (گندم، جو، طالبی، بادمجان، هندوانه) به افزایش سطح کشت آن اقدام گردد که این امر باعث افزایش درآمد کشاورزان روستایی منطقه و در نتیجه کاهش مهاجرت آن‌ها به شهر می گردد. شکل‌گیری بازار آب منطقه‌ای باعث افزایش تولیدات کشاورزی و افزایش درآمد و سطح زیر کشت می‌شود و به تبع آن منجر به پیشرفت و توسعه کشاورزی و فعالیت‌های دامپروری در سایر نواحی می‌گردد. شکل‌گیری بازارهای آب بین منطقه‌ای پیامدها و اثرات مثبت و مناسبی را بر تولیدات بخش کشاورزی و سود ناخالص کشاورزان منطقه ترشیز دارد. هم‌چنین،

افزایش مجموع سطح زیرکشت محصولات منتخب زراعی در منطقه ترشیز که حاصل از شکل‌گیری بازارهای آب محلی در این منطقه است، می‌تواند منجر به افزایش نهاده‌های سرمایه و نیروی کار در واحد سطح اراضی شود که این امر به نوبه خود ایجاد اشتغال مردم منطقه ترشیز در پی دارد. لذا، تداوم برنامه‌های سیاستی در زمینه اشتراک‌گذاری منابع آب و تشکیل نهادهای ساختاری تحت عنوان بازارهای آب محلی راه‌کار مناسبی برای اشتغال‌زایی و کاهش مهاجرت کشاورزان منطقه ترشیز به شمار می‌رود که پیگیری این موضوع و فراهم آوردن زمینه مناسب جهت ایجاد این نهاد(تعاونی‌های تخصصی) به مسئولان بخش-های کشاورزی و مدیریت منابع آب منطقه ترشیز پیشنهاد می‌گردد با توجه به کاهش سطح زیرکشت محصولات با نیاز آبی بالا (طالبی و بادمجان) در منطقه ترشیز تحت شرایط تشکیل بازارهای آب بین منطقه‌ای، احداث گلخانه‌ها و توسعه کشت این نوع محصولات پرآب به صورت گلخانه‌ای می‌تواند راه‌کار مناسبی برای رفع مشکلات بی‌آبی در این منطقه باشد. لذا، فراهم نمودن زمینه مناسب برای تامین تهسیلات بانکی به منظور افزایش سطح زیرکشت محصولات گلخانه‌ای در راستای ایجاد اشتغال پایدار و کاهش مهاجرت کشاورزان منطقه توسط نهاده‌های دولتی، برنامه-ریزان بخش کشاورزی و مسئولان سازمان جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی توصیه می‌شود.

## تقدیر و تشکر

بدین وسیله نویسندگان این مقاله از تمامی افرادی که همکاری و مساعدت درفرآیند جمع آوری دیتا و آمار و ارقام لازم را داشتند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند. همچنین، از جناب دکتر هاشمی تبار ، دکتر سردار شهرکی و آقای محمد نوروزیان به دلیل کمک‌های بیشائبه‌ای که در تدوین و آماده‌سازی پژوهش حاضر داشتند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

## References

1- Anonymous, 2017 a, Agricultural Jihad Organization of Khorasan Razavi Province Plant production and improvement office. Agricultural Statistics of 2017-2018, *Khorasan Razavi Province,* pp. 8-16. (In Persian).

2- Anonymous, 2017 b, *Regional Water Company of Khorasan Razavi Provin*ce (In Persian).

3- Badi Barzin H., Khumri A, Ghaffari Z., and Pahizkar, A. 2018 Effects of Regional Water Market Formation on Balancing the Supply and Demand for Irrigation Water in Sistan Area, *Iranian Journal of Water Resources Research*. 14(3), pp.253-256 (In Persian).

4- Bohlulvand, A, Sadr, K, and Hashemi, A., 2014 Assessment the role of agricultural Water markets in water resources allocation pricing. *Journal Agricultural Economics and Development Research*, 45(4), pp. 761-773 (In Persian).

5- Droitsch, D., and Robinson, B. 2009 Share the water: building a secure water future for Alberta, published jointly by can more: water matters society of Alberta, and Vancouver: Eco Justice, AB.www.water-matters.org/docs/share-the-water.pdf.

6- 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,pp. 320–337.

7- Howitt, R.E., MacEwan, D., Medellin-Azuara, J., Lund, R, and 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.

8- Howitt, R.E, Medellin-Azuara, J, and MacEwan, D., 2009 Estimating the economic impacts of agricultural yield related changes for California. *Final Paper, a Paper from California Climate Change Center* 29,pp.113-129.

9- Howitt, R.E., Medellin-Azuara, J., MacEwan, D, and Lund, R. 2012 Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. *Science of the Environmental Modelling and Software*, 38, pp. 244-258.

12- Kavoosi Kalashami, M. and Peykani Machiyani, G., 2015. Evaluating the economic impact of reducing the Sefid Rood River on agriculture in Guilan province. *Journal of Agricultural Economics*, pp.25-48.

13- Keramatzade, A., Chizari, A, and Sharzei, Q. 2011 The role of the water market in determining the economic value of agricultural water with the promising mathematical planning approach (downstream

of the Shirin dam in the Bojnourd valley). *Journal of Agricultural Research and Development* 42(1),pp.29-44 (In Persian).

14- Kiani gh. 2016 Allocation optimal Role of market in water resources and factors affecting water market efficiency. *Water and Sustainable Development*, 3 (1), pp. 93-102. (In Persian).

15- Mahmoodi, A, and Parhizkari, A. 2016. Economic modeling of water resources management in Tehran province with emphasis on the role of water market. *Journal of Economic Modeling*. 35(3), pp.139-121 (In Persian).

16- Medellan-Azuara, J. Harou, J. Howitt, RE. 2011 Predicting farmer responses to water pricing, rationing and subsidies assuming profit maximizing investment in irrigation technology. *Science of the Agricultural Water Management*, (108), pp. 73–82.

17- Mozaffari M. 2015. Determine the appropriate policy program for the protection of water jets in Qazvin plain. *Journal of Water and Soil Conservation*, Pp: 1-31 (In Persian).

18- Nikoeei, A, and Najafi, B. 2011. The welfare effects of the establishment of agricultural water market in Iran, case study: Isfahan irrigation networks. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 19(76), pp. 25-37 (In Persian).

19- Parhizkari, A., Taghizade Ranjbari, H., Shokat fadaee, M, and Mahmoodi, A. 2015 Evaluation of economic losses of water transfer between basin on cultivar pattern and income status of farmers in the basin (Case study: Alumetrood water transfer to Qazvin plain). *Journal of Agricultural Economics and Development.* 29(3), pp. 333-319 (In Persian).

20- Tajrish, M, and Abrishamchi, A. 2004 Management of water resources demand in the country. *First Conference on National Waste Conservation Methods,* PP: 24-40. (In Persian).

21- Zeng, XT., Li. YP., Huang, GH., Liu, J, 2016 Modeling water trading under uncertainty for supporting water resources management in an arid region. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 142(2), pp. 72-89.