

Economic Impact of Ensuring the Access to Water by a Dam on Farmers in Ghasredasht Kamin District

MANSOUR ZIBAEI¹, KHADIJEH SAYARPOUR², FATEMEH FATHI^{3*}

1, Professor of Agricultural Economics, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

2, M.Sc. Agricultural Economics, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

3, Assistant Professor of Agricultural Economics, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

(Received: Jan. 21, 2019- Accepted: Jul. 1, 2019)

ABSTRACT

Ensuring access to water reduces the effects of water fluctuations caused by farmers. Under normal conditions, an increase in the reliability of surface water is expected to increase the amount of perennial crops grown and expected farm profits and changes in the distribution of surface water can increase or decrease the amount of supplemental water procured. In this study mathematical model be used to study the effects of water reliability increasing on farmers' income and crop pattern of farm. In this context, the impact of water reliability increasing on farmers' income and crop pattern was then examined using chance constrained programming. For this purpose, expected income maximization model were applied to determine optimal crop pattern, expected gross margin under with and without certainty condition at representative farms of homogenous groups. A sample of 131 farmers was selected for interview and collected necessary farm level data in 2014-2015. The sample farms were drawn using stratified random sampling. The results showed that water reliability increasing lead to increase farmers' income and level of crop compared to the current status. So that the expected earnings for producers who use surface water and combined water in drought conditions, increase by 136.9 -623.9 and 2.01-5.33percent, respectively. Also, results indicated that the largest increasing in expected income as a consequence of the water reliability increasing is directed toward farmers who use surface water from river. These groups of farms ultimately suffered a severe reduction in expected income as a consequence of the drought, water unreliability condition, largely because their access to water was cut substantially. The results also revealed that the least increasing in expected income as a consequence of the water reliability increasing is directed toward homogenous group of farms that use groundwater or conjunctive use of groundwater and surface water. Finally, the results of this study can help farmers to choose crop pattern, irrigation strategies and irrigation method in such a way that farmers' income and water productivity index will be optimized, also due to the effect of increasing the confidence of the amount of available water on farmers' income, it is recommended that this project be considered in the evaluation of water projects that more projects can be implemented.

Keywords: Ensuring access to water, dam, expected income, surface water, combined water

Objectives

Water demand has created a crisis and extends the gap between water supply and demand. Therefore, achieving relative equilibrium in supply and demand for water is a fundamental and essential principle that can only be achieved through systematic management of water resources. But since an aquatic system faces various uncertainties such as the random nature of hydrodynamic conditions, precipitation patterns, rate of river flow, uncertainty in the amount of water available, it has a complex system that has made solving problems a step further and more difficult. Therefore, these uncertainties will increase the uncertainty in the water supply of a system. Reliability is a mean-preserving reduction in the variance of water deliveries or is reducing the probability of

receiving less than any arbitrary amount of water. An improvement in surface water reliability can increase or decrease the amount of long-run capital investment. The direction of the change depends on whether the investment increases or decreases the productivity of water. Under normal conditions, an increase in the reliability of surface water is expected to increase the amount of perennial crops grown and expected farm profits and changes in the distribution of surface water can increase or decrease the amount of supplemental water procured. Therefore, it is essential that a mathematical model be used to study the effects of water reliability increasing on farmers' income and crop pattern of farm.

Methods

In this context, the current study first investigated the relationship between Dam and water reliability increasing. The impact of water reliability increasing on farmer's income and crop pattern was then examined using chance constrained programming. For this purpose, expected income maximization model were applied to determine optimal crop pattern, expected gross margin under with and without certainty condition at representative farms of homogenous groups. one of the key inputs in the process of producing is irrigation water crops, the model was designed with the assumption of irrigation water constraint and assuming other factors are sufficient. The optimal cropping pattern and its expected income were obtained at three different probability levels under drought, wet and normal conditions.

A sample of 131 farmers was selected for interview and collected necessary farm level data in 2014-2015 in Ghasredasht Kamin District. The sample farms were drawn using stratified random sampling.

Results

Based on the rainfall statistics over the past 40 years we have seen 15 wet years, 5 normal years and 20 dry years. Accordingly, annual drought is more than 50 percent likely to occur, and should not be considered as unexpected events, and conditions must be provided for adaptation to this climate and drought management. To establish a year. The results showed that water reliability increasing lead to an increase farmer' income and level of crop compared to the current status. The results showed that water reliability increasing lead to increase farmers' income and level of crop compared to the current status. Farmers who use surface water in the normal year their expected earnings and employment equals 401 thousand tomans and 17.28 people-days respectively, increased compared to a situation where there is no reliable water availability. However, in the group of farmers who conjunctive use of groundwater and surface water, their water is supplied through a well, there is high availability of water. Therefore, dam construction does not have a significant impact on crop pattern and income. As a result, its income increased by 401,000 tomans and employment by 28.27 per day. So that the expected earnings for producers who use surface water and combined water in drought conditions, increase by 136.9 -623.9 and 2.01-5.33percent, respectively. Also, results indicated that the largest increasing in expected income as a consequence of the water reliability increasing is directed toward farmers who use surface water from river. These groups of farms ultimately suffered a severe reduction in expected income as a consequence of the drought, water unreliability condition, largely because their access to water was cut substantially. The results also revealed that the least increasing in expected income as a consequence of the water reliability increasing is directed toward homogenous group of farms that use groundwater or conjunctive use of groundwater and surface water.

Discussion

droughts and climate change causes uncertainties in water supplies. Due to the increasing uncertainties in the supply of water, the income sources of different of society will be subject to change and risk, that will create economic challenges. the results of this study can help farmers to choose crop pattern, irrigation strategies and irrigation method in such a way that farmers' income and water productivity index will be optimized, also due to the effect of increasing the confidence of the amount of available water on farmers' income, it is recommended that this project be considered in the evaluation of water projects that more projects can be implemented. Based on the cropping pattern presented in each condition of water availability, it is necessary to consider the possibility of water deficit management for farmers. The farmers also select the cropping pattern based on their risk aversion perspective of water availability. Therefore, it is recommended that the farmers have access to water prior to the crop season based on meteorological data for risk management.

اثرات اقتصادی اطمینان دسترسی به آب از طریق سد برای کشاورزان منطقه قصر دشت کمین

منصور زیبایی^۱، خدیجه سیارپور^۲، فاطمه فتحی^۳

۱، استاد بخش اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران

۲، دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران

۳، استادیار بخش اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۱ - تاریخ تصویب: ۹۸/۴/۱۰)

چکیده

اطمینان دسترسی به آب، سبب کاهش اثرات نوسانات آب دریافتی، توسط کشاورزان می‌شود. تحت شرایط معمولی، انتظار می‌رود افزایش اطمینان در آب سطحی، مقدار کشت محصولات چند ساله و سود انتظاری مزرعه را افزایش دهد و تغییرات در توزیع آب سطحی می‌تواند مقدار عرضه آب مکمل را کاهش یا افزایش دهد. در مطالعه کنونی، از مدل‌های ریاضی با محدودیت تصادفی برای بررسی تأثیر افزایش اطمینان به آب در دسترس بر درآمد کشاورزان و الگوی کشت استفاده شد. بدین منظور، مدل حداکثرسازی درآمد انتظاری برای تعیین الگوی کشت بهینه، سود ناخالص انتظاری با و بدون حتمیت در سطح مزارع نماینده گروه‌های همگن به کار گرفته شد. نمونه‌ای شامل ۱۳۱ بهره‌بردار در سال زراعی ۹۴-۹۵ برای مصاحبه و جمع‌آوری داده‌های لازم در سطح مزرعه انتخاب گردید. مزارع نمونه با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده به دست آمد. نتایج نشان داد، افزایش اطمینان به آب در دسترس منجر به افزایش درآمد زارعین در مقایسه با شرایط کنونی می‌شود؛ به طوری که درآمد انتظاری برای بهره‌برداران که از آب سطحی و آب تلفیقی استفاده می‌کنند در شرایط خشکسالی به ترتیب معادل با بازه ۶۲۳/۹-۱۳۶/۹ و ۵/۳۳-۲/۰۱ درصد افزایش می‌یابد که بیشترین افزایش در درآمد انتظاری به‌عنوان پیامد افزایش اطمینان به آب در دسترس، متوجه کشاورزانی است که از آب سطحی استفاده می‌کنند. این گروه از کشاورزان کاهش شدیدی در درآمد انتظاری به‌عنوان پیامد خشکسالی در شرایط عدم اطمینان به آب در دسترس، عمدتاً به دلیل اینکه دسترسی آنها به آب به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد، متحمل می‌شوند. همچنین، نتایج نشان می‌دهد، حداقل افزایش در درآمد انتظاری به‌عنوان پیامد افزایش اطمینان در آب در دسترس، در گروه همگن از زارعینی است که از منابع آب تلفیقی زیرزمینی و سطحی استفاده می‌کنند. نتایج مطالعه حاضر می‌تواند به کشاورزان در انتخاب الگوی کشت، استراتژی و روش آبیاری به‌گونه‌ای که در آمد زارعین بهینه گردند، کمک نمایند با توجه به اثر افزایش اطمینان به میزان آب در دسترس بر درآمد زارعین، توصیه می‌شود که در ارزیابی پروژه‌های آبی به این موضوع توجه شود تا پروژه‌های بیشتری امکان اجرا پیدا کنند.

واژه‌های کلیدی: اطمینان دسترسی به آب، سد، درآمد انتظاری، آب سطحی، آب تلفیقی

مقدمه

آب، به‌عنوان یکی از نهاده‌های اصلی در تولید محصولات کشاورزی، جایگاه خاصی در توسعه پایدار دارد. عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب، به‌منزله تخریب پایه‌های توسعه، به‌شمار می‌رود. وجود خلاء بین توان تأمین و شدت تقاضای آب که ناشی از محدود بودن منابع، ثابت بودن حجم آب تجدیدشونده و بالا بودن نیاز سرمایه‌گذاری است از یک طرف، و تداوم افزایش میزان تقاضا برای آب از سوی دیگر، بیانگر این نکته مهم است که تقاضای آب، بحران آفرین بوده (Keramatzadeh et al., 2000) و باعث افزایش شکاف بین عرضه و تقاضای آب می‌شود. به‌همین جهت، دستیابی به تعادل نسبی در زمینه عرضه و تقاضای آب یک اصل اساسی و ضروری است که این مهم جز با مدیریت سیستمی منابع آب میسر نخواهد شد. اما از آنجا که یک سامانه آبی با عدم‌قطعیت‌های متنوع مانند ماهیت تصادفی شرایط هیدرودینامیک، الگوی بارش، جریان رودخانه‌ها، نامعین بودن میزان آب موجود روبرو است، سیستم پیچیده‌ای دارد که سبب شده حل مسایل آن یک گام فراتر و دشوارتر از سایر مسایل باشد و وجود این عدم‌قطعیت‌ها، موجب افزایش عدم‌اطمینان در تأمین منابع آب یک سیستم شود. با بروز عدم‌قطعیت در تأمین منابع آب، برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب دچار مشکلات عدیده خواهد شد که خود چالش درون بخشی و بین‌بخشی را به دنبال خواهد داشت (Lee et al., 2005; Maqsood et al., 2008). علاوه بر این، وجود این نااطمینانی‌ها بر فرآیند جمع‌آوری داده، ارایه نتایج و تصمیم‌گیری در مورد الگوی کشت و در نهایت، درآمد کشاورزان تأثیر به‌سزایی دارد و عدم توجه به آنها موجب پدید آمدن نتایج تورش‌دار با اعتبار اندک و باعث بروز مشکلات فراوان برای کشاورزان و مدیران اجرایی می‌شود (Lee et al., 2008; Maqsood et al., 2005; Zhang et al., 2011; Li et al., 2013).

در اثر بالا رفتن عدم‌قطعیت‌ها در تأمین منابع آبی، منابع درآمدی اقشار مختلف جامعه در معرض تغییر و خطر قرار خواهد گرفت که باعث بوجود آمدن چالش‌های اقتصادی خواهد شد و چنان که قابل تصور است به سختی می‌توان مؤلفه‌ای از یک سیستم آبی را یافت که

متأثر یا تأثیرگذار بر تغییرات مؤلفه‌های دیگر نباشد (Xie et al., 2011). نااطمینانی‌ها موجب پایین آمدن بهره‌وری نهایی سرمایه شده و بر تخصیص سرمایه‌ها بین فعالیت‌های مختلف اثر می‌گذارد و موجب کند شدن روند توسعه سرمایه‌گذاری می‌شود. بنابراین، توجه و بررسی دقیق عدم‌حتمیت‌ها و اثرات آن، به مدیران ابزاری توانا را خواهد داد تا سیاست‌ها و محورهای توسعه برای آینده را، با نگاه توسعه پایدار مشخص کرده و برنامه‌ریزی برای آینده را بهتر انجام دهند و تمام تلاش خود را در راستای مقابله با عدم‌حتمیت‌ها و اثرات آن به‌کار گیرند. امروزه، برای رویارویی با عدم‌حتمیت‌ها در سیستم منابع آبی و اثرات آن، توجه عمومی معطوف به سیاست‌های مدیریت عرضه آب نظیر ساختن سد، بند و شبکه‌های آبیاری و استفاده تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی، گسترش نظام بیمه محصولات کشاورزی، تنوع کشت و کشت توأم و مشاغل خارج از مزرعه بوده است.

احداث سد می‌تواند یکی از روش‌های کنترل سیلاب و ساماندهی آب‌های سطحی در این زمینه باشد که اجرای آن نتایج مفیدی مانند جلوگیری از هدر رفتن آب‌های سطحی، تقویت آب زیرزمینی، انتقال آب با هزینه کمتر و افزایش اطمینان در تأمین آب مورد نیاز کشاورزی را به همراه داشته باشد (Hongwei et al., 2011). با افزایش نیازهای آبی مصارف مختلف، استفاده مجزا از منابع می‌تواند منجر به بروز مشکلات متعددی مانند کمبود آب در مواقع خشکسالی، ناپایداری در تولید محصول، افت تراز سطح ایستابی و افزایش هزینه پمپاژ در نتیجه برداشت بی‌رویه شود. بنابراین، بهره‌برداری تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی که یکی از تحلیل‌های مدیریتی در بهره‌برداری از منابع آب است، یک راه‌حل مناسب برای پرداختن به مسایل مدیریت منابع آب، به‌خصوص در نواحی خشک و نیمه‌خشک که منابع آب زیرزمینی به مراتب فراوان‌تر از منابع سطحی است، به‌شمار می‌رود (Hongwei et al., 2011). استفاده تلفیقی از منابع باعث افزایش دخایر منابع آبی، افزایش اطمینان و قطعیت در تأمین میزان آب موردنیاز کشاورزی، حداقل نمودن اثرات منفی استفاده مجزا از منابع و مدیریت مؤثر و بهینه آب می‌شود. افزایش

مختلف کشاورزی و شرب در اختیار قرار می‌دهد. در زمان انجام مطالعات سد سیوند، برداشت این اراضی از جریان رودخانه سیوند را حدود ۳۷ میلیون مترمکعب در سال پیش بینی نموده‌اند که این جریان همراه با آب زیرزمینی در مجموع، نیاز کشاورزی اراضی بالادست سد را تأمین می‌کند (Fars Regional Water Company, 2008b)، پرواضح است که در سال‌های اخیر جریان پایدار آب ورودی به سد بر اساس خشکسالی کاهش چشمگیری داشته و آب ورودی پایدار و خروجی از سد بر اساس پتانسیل سد هم‌خوانی نداشته و حتی در برخی سال‌ها مرگ روان‌آب نیز رخ داده است. از این‌رو، می‌توان بر اساس احتمالات متفاوت از دسترسی به آب برای کشاورزان الگوی کشت مورد سنجش قرار گیرد چون کشاورز بر اساس تمایلات ریسکی الگوی کشت خود را تنظیم می‌نماید.

مطالعات زیادی در زمینه مدیریت منابع آب و لحاظ کردن عدم‌حتمیت در خصوص میزان آب در دسترس، انجام شده از جمله می‌توان به (Sobohi et al. (2004)، (Mardani & Sobohi (2005) و (Shirzadi, et al. (2011) Bahraminasab, et al. (2013) و (2016) Rezayi اشاره نمود. (Qin & Huang (2009)، با استفاده از مدل برنامه‌ریزی با محدودیت تصادفی نادقیق درجه دو^۱ به مدیریت کیفیت آب در رودخانه ژیانگ جیانگ در کشور چین پرداختند. (Jiang et al. (2009) در مطالعه‌ای به منظور مدیریت عرضه آب در منطقه شمال چین، از مدل برنامه‌ریزی تصادفی نادقیق^۲ استفاده کردند. مدل به کار برده شده بر اساس روش برنامه‌ریزی با محدودیت تصادفی می‌باشد. متغیرهای تصمیم این مدل، مقدار آب تقاضا شده توسط بخش‌های مختلف است. در بخش نتایج، مدل به دو زیر مدل ثابت تقسیم گردید که محدودیت‌های بالا و پایین تابع هدف را تشکیل می‌دادند. بنابراین، گزینه‌های تصمیم با تطبیق متغیر تصمیم در فاصله جواب محاسبه می‌شوند. این روش برای انتخاب شرایط کاربردی با در نظر گرفتن

اطمینان به آب در دسترس موجب توسعه سطح زیرکشت، تنوع کشت، افزایش امنیت تولید و ایجاد شرایط و فضای لازم برای جذب سرمایه در بخش کشاورزی می‌شود (Maqsood et al., 2005). کاهش عدم‌حتمیت به آب در دسترس از طریق بالا بردن توان محاسباتی و برنامه‌ریزی برای کشاورزان در جهت جلوگیری از نوسانات درآمدی، با فقر و آسیب‌پذیری کشاورزان مقابله و شرایط توسعه پایدار کشاورزی را فراهم می‌کند (Li et al., 2013).

منطقه کمین واقع در دشت سعادت‌آباد استان فارس از جمله مناطقی است که آب این دشت از آب رودخانه سیوند و آب زیرزمینی تأمین می‌شود که به علت خشکسالی‌های اخیر علی‌رغم مساعدت عوامل طبیعی و وجود اراضی وسیع، تولید محصولات کشاورزی را محدود نموده است. آب کشاورزی این منطقه از دو منبع آب سطحی و آب زیرزمینی تأمین می‌گردد که خشکسالی‌های سال‌های اخیر و استفاده‌های فزاینده از منابع آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر تأثیر منفی بر منابع آب‌های زیرزمینی گذاشته است تا آنجا که بیلان آبی این حوزه منفی گشته و باعث افت شدید سطح منابع آب زیرزمینی (۱,۳- میلیون متر مکعب) شده است (Fars Regional Water Company, 2008a). بنابراین، منابع آب در این مناطق به شکل نامطلوبی مدیریت شده و به شکل ناکارا مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. با کمیاب‌تر شدن آب در این مناطق، ضرورت استفاده از مکانیزم‌های کارآتر موجود، به جهت تخصیص و بهره‌برداری از منابع آب بیشتر احساس می‌شود. تغییر اقلیم و خشکسالی منطقه باعث کاهش روان آب شده به گونه‌ای که سهم کشاورزان از منابع آب سطحی کاهش چشم‌گیری داشته و این عدم اطمینان نسبت به میزان دسترسی به منابع آب را ایجاد نموده است. بدیهی است که تمایلات ریسکی موجب می‌شود که پیامد این عدم اطمینان نسبت به منابع آب بر الگوی کشت و درآمد زارعین نماینده گروه‌های همگن، بسیار متفاوت باشد.

بر اساس طرح توجیهی این سد، حجم مفید مخزن ۱۴۱ میلیون مترمکعب است، به طور متوسط سالانه ۹۲ میلیون مترمکعب از جریان رودخانه سیوند و آبراهه سرپنیران را استحصال و تنظیم می‌کند و جهت مصارف

1. Inexact Chance-constrained Quadratic Programming Model
2. Inexact Chance-constrained Programming

و اعتبار محدودیت‌های سیستم را برای به حداکثر رساندن سود سیستم ارزیابی نماید و برای تجزیه و تحلیل سناریوهای مختلف سیاست‌گذاری، در راستای مدیریت کیفیت آب که با سطوح مختلف پرداخت‌های اقتصادی مناسب هستند، به کار برده شود. (2011) Zhang et al. در مطالعه‌ای مدل مدیریت امکانات تصادفی آب^۵ را برای مدیریت کیفیت آب در سیستم‌های کشاورزی، در کشور چین مورد استفاده قرار دادند. نتایج نشان داد که اطلاعات ضروری و مفید برای طرح‌های تصمیم‌سازی در فعالیت‌های کشاورزی شامل برهم‌کنش متقابل میان ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی می‌باشد. علاوه بر این، نتایج بیانگر این مطلب است که مدل توسعه یافته، در مسایل عملی بسیاری که با عدم حتمیت‌های چندگانه روبرو هستند، قابل کاربرد است. در همه مطالعات بیان شده عامل عدم حتمیت یکی از عوامل مهم و بنیادی در مدل‌سازی مسایل مدیریت آب است که جهت شبیه‌سازی دنیای واقعی در مدل‌سازی روابط، بایستی عامل ریسک و عدم حتمیت گنجانده شود. از آنجا که فعالیت‌های زراعی به دلیل ماهیت ذاتی و وجود عوامل غیرقابل کنترل غالباً توأم با ریسک و عدم حتمیت هستند، پارامترهای ورودی مدل، نامعین می‌باشند و به سختی می‌تواند به وسیله توزیع احتمال دقیق، توضیح داده شوند. بنابراین، عدم توجه به این مهم، موجب پدید آمدن نتایج تورش‌دار و بالطبع، کاهش استفاده عملی از چنین مدل‌هایی گردیده است. هرچند تاکنون مدل‌های مختلفی برای فائق آمدن بر چنین مشکلی به وسیله محققین مختلف ارائه شده‌اند، اما پیچیدگی این مدل‌ها مانع از کاربرد وسیع آنها شده است. علی‌رغم مطالعات ذکر شده کمتر مطالعه‌ای به‌طور خاص مسئله اثرات افزایش اطمینان به آب در دسترس را بر الگوی کشت، درآمد و اشتغال زارع بررسی کرده است. این مطالعه نیز در همین جهت سعی می‌کند تا با به‌کارگیری چنین مدل‌هایی، اثر افزایش اطمینان در زمینه میزان آب در دسترس و (کاهش نااطمینانی و ریسک دسترسی به آب) را بر الگوی کشت و درآمد مطالعه نموده که در این مطالعه به آن پرداخته می‌شود.

رابطه بین اهداف اقتصادی-زیست‌محیطی و اقتصادی برای تصمیم‌گیران پیشنهاد شده است Guo & Huang (2009)، در مطالعه‌ای روش برنامه‌ریزی با محدودیت تصادفی فازی دو مرحله‌ای^۱ را برای مدیریت منابع آب، تحت عدم حتمیت به کار گرفتند. این مدل برای مدیریت منابع آبی با سه مصرف‌کننده کاربرد دارد. همچنین، این مدل الگوهای تخصیص منابع آب با هدف حداکثرسازی منافع سیستم را ارائه می‌دهد. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از این روش راه‌حل‌های منطقی برای ارزش‌گذاری تابع هدف و متغیرهای تصمیم فراهم می‌آورد. (2011) Xie et al. در مطالعه‌ای مدل برنامه‌ریزی با محدودیت تصادفی نادقیق^۲ را برای مدیریت کیفیت آب در تیانجین کشور چین به کار گرفتند. این مدل، بر اساس ترکیب برنامه‌ریزی خطی فاصله‌ای و برنامه‌ریزی با محدودیت تصادفی بنا شده است. نتایج به‌دست آمده در این مطالعه برای سرمایه‌گذاری دولت بر روی فاضلاب، فرموله کردن سیاست‌های محلی مربوط به مصرف آب، توسعه اقتصادی و ساختار صنعت و تجزیه و تحلیل ارتباط بین سود اقتصادی اعتمادسازی سیستم و تصفیه آلاینده‌ها مناسب است. (2011) Tan et al. برنامه‌ریزی با محدودیت تصادفی فاصله‌ای^۳ را برای کنترل آلودگی منابع آبی تحت شرایط عدم حتمیت مورد استفاده قرار دادند. در این مطالعه، الگوهای بهینه فعالیت‌های کشاورزی با توجه به سطوح مختلف ریسک در محدودیت‌های مورد نظر محاسبه و گزینه‌های بهینه با توجه به سود تصمیم‌گیران و ملاحظات ریسکی انتخاب شدند. (2011) Li et al. مدل برنامه‌ریزی احتمالات نادقیق دو مرحله‌ای^۴ را برای مدیریت کیفیت آب در رودخانه ژانگ وینان به کار گرفتند، که ترکیبی از مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌ای و مدل برنامه‌ریزی با محدودیت تصادفی نادقیق می‌باشد. این مدل قادر است عدم حتمیت‌های موجود در فاصله‌های گسسته را بررسی

1. Two-Stage Fuzzy Chance -constrained Programming
2. Inexact-chance-constrained water Quality Management Model
3. Radial interval chance-constrained programming
4. Two-Stage Inexact-Probabilistic Programming Model for Water Quality Management

جدول (۱): تعداد مشاهدات و بهره‌برداران نمونه و انحراف معیار سطح زیر کشت در هر طبقه

شرح	طبقه ۱	طبقه ۲
بهره‌برداران که از آب رودخانه استفاده می‌کنند	بهره‌برداران که از آب رودخانه استفاده می‌کنند	بهره‌برداران که منبع آب آنها رودخانه و چاه می‌باشد
N_h : تعداد مشاهدات در هر طبقه	۵۹	۲۸۳
S_h : انحراف معیار سطح زیر کشت در هر طبقه	۲۹/۷۸	۴۷/۸۵
n_h : تعداد بهره‌برداران نمونه در هر طبقه	۱۵	۱۱۶

با توجه به موارد فوق، کشاورزان نمونه هر گروه برای طراحی مدل انتخاب شدند. در این مطالعه، با توجه به اینکه اندازه مزرعه بهره‌برداران در هر گروه متفاوت می‌باشد، یک بهره‌بردار نماینده که تقریباً در میانه واحدهای مورد بررسی قرار گرفته، برای هر یک از گروه‌های همگن انتخاب شد. بهره‌بردارانی که از رودخانه استفاده می‌کنند با اندازه مزرعه کمتر از ۵ هکتار و بهره‌بردارانی که از آب چاه و رودخانه استفاده می‌کنند با اندازه مزرعه بیشتر از ۵ هکتار انتخاب شدند.

برای رسیدن به اهداف مطالعه از روش برنامه‌ریزی با محدودیت تصادفی^۱ بهره گرفته شد. اولین گام در ساختن مدل برنامه‌ریزی ریاضی تعریف متغیرهای تصمیم‌گیری یا فعالیت‌ها است. مدل به‌کار گرفته شده در مطالعه حاضر مدل برنامه‌ریزی ریاضی با محدودیت تصادفی است که X_j متغیر مربوط به محصولات مختلف در منطقه است که تقسیم‌بندی این محصولات بر اساس استراتژی‌های آبیاری و راندمان آبیاری متفاوت (براساس سیستم آبیاری) می‌باشد. براساس نظر کارشناسان راندمان آبیاری با استفاده از سیستم آبیاری بارانی، ۶۵ درصد، راندمان آبیاری برای لوله‌های پلاستیکی، ۴۵ درصد و برای سیستم آبیاری سنتی ۳۵ درصد در نظر گرفته شد. میزان تنش‌ها به‌صورت ۵،

در مطالعه حاضر، ابتدا الگوی کشت، درآمد و اشتغال زارعین در حالت ناطمینانی به آب در دسترس و سپس با افزایش اطمینان دسترسی به آب با استفاده از سد، بررسی و نتایج به‌دست آمده در شرایط تر سالی، نرمال و خشکسالی مورد مقایسه قرار گرفتند.

مواد و روش تحقیق

با توجه به اهداف مورد نظر، برای بررسی افزایش اطمینان به آب در دسترس، به‌علت ماهیت تصادفی و عدم حتمیت در میزان آب در دسترس مدل برنامه‌ریزی ریاضی با محدودیت تصادفی ساخته شد. داده‌های مطالعه با استفاده از مصاحبه حضوری جمع‌آوری شد. برای این منظور، بهره‌برداران بر اساس منبع تأمین آب به دو طبقه تقسیم شدند، بهره‌بردارانی که از آب رودخانه استفاده می‌کنند و بهره‌بردارانی که منبع تأمین آب آنها رودخانه و چاه می‌باشد. در مرحله دوم حجم نمونه با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Scheaffer & Lymano, 1996).

$$n = \frac{(\sum_{h=1}^H S_h N_h)^2}{N^2 D + \sum_{h=1}^H N_h S_h^2} \quad (1)$$

که در آن N تعداد کل مشاهدات، N_h تعداد مشاهدات در هر طبقه، S_h انحراف معیار سطح زیر کشت در هر طبقه، D خطای تخمین که $D = \frac{B^2}{4}$ است. برای یک نمونه با اندازه n ، تعداد بهره‌برداران نمونه طبقه h ام (n_h) با استفاده از رابطه (۲) به‌دست می‌آید:

$$n_h = n \left[\frac{N_h S_h}{\sum_{h=1}^H N_h S_h} \right] \quad (2)$$

در جدول (۱) اطلاعات مربوط به تعداد مشاهدات هر طبقه و تعداد بهره‌برداران نمونه و انحراف معیار سطح زیرکشت در هر طبقه آمده است.

محصول J ام مربوط به سیستم آبیاری با استفاده از لوله و GM_{bj} بازده برنامه‌ای هر هکتار محصول J ام مربوط به سیستم آبیاری بارانی است. در استفاده از سیستم آبیاری بارانی و استفاده از لوله بایستی در این زمینه سرمایه-گذاری شود و نیاز به پرداخت هزینه است. برای این منظور، معادل یکنواخت سالانه هزینه سیستم آبیاری محاسبه و از بازده ناخالص (GM) کسر گردید. محدودیت‌های مدل عمدتاً مربوط به منابع تولیدی است،

محدودیت زمین

محدودیت زمین به صورت رابطه (۴) تعریف می‌شود.

$$\sum_{i=1}^n land_j . X_j \leq land \quad (۴)$$

X_j : سطح زیرکشت محصول J (بر حسب هکتار)،
 $land_j$: زمین مورد نیاز محصول J ، $land$: کل اراضی موجود در مزرعه نماینده (بر حسب هکتار) است.

محدودیت نیروی کار

تقاضا برای نیروی کار در فعالیت‌های تولیدی محصولات زراعی تابع عملیات مراحل مختلف کاشت، داشت، برداشت است و به دلیل تنوع کشت محصولات و متفاوت بودن دوره رشد آنها، تأمین نیروی کار مورد نیاز در دوره‌های مختلف متفاوت خواهد بود. لذا، نیروی کار مورد نیاز فعالیت‌های مختلف در دوره‌های مختلف به صورت رابطه (۵) در مدل در نظر گرفته شده است.

$$\sum_{i=1}^n labour_j . X_j \leq labour_T \quad (۵)$$

$labour_j$: تعداد نیروی کار مورد نیاز محصول J در هر دوره به صورت ماهانه (بر حسب نفر-روز)، $labour_T$: حداکثر امکانات نیروی انسانی موجود مزرعه (کل نیروی کار خانوادگی + کل نیروی کار استخدام شده) در هر دوره (بر حسب نفر-روز) می‌باشد.

محدودیت آب مصرفی

جهت تخصیص بهینه آب اثر محدودیت تأمین آب نیز در این مطالعه به صورت رابطه (۶) وارد شده است. به دلیل ماهیت تصادفی و عدم حتمیت در میزان آب

۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ درصد در مراحل مختلف رشد از جمله استقرار، رشد، گلدهی، شکل‌گیری عملکرد و رسیدن اعمال شد. با توجه به مطالب فوق، متغیرهای مطالعه به صورت گندم ۱ تا گندم ۷۵ به ترتیب گندم در شرایط آبیاری کامل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ درصد تنش آبی در مراحل اواخر رشد گیاه، گلدهی، شکل‌گیری عملکرد و رسیدن به ترتیب با راندمان ۳۵، ۴۵، ۶۵ درصد می‌باشد. جو ۱ تا جو ۷۵ به ترتیب جو در شرایط آبیاری کامل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ درصد تنش آبی در مراحل اواخر رشد گیاه، گلدهی، شکل‌گیری عملکرد و رسیدن به ترتیب با راندمان ۳۵، ۴۵، ۶۵ درصد می‌باشد. چغندر ۱ تا چغندر ۵۷ به ترتیب چغندر در شرایط آبیاری کامل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰ درصد تنش آبی در مراحل اواخر رشد گیاه، گلدهی، شکل‌گیری عملکرد و رسیدن به ترتیب با راندمان ۳۵، ۴۵، ۶۵ درصد می‌باشد. ذرت ۱ تا ذرت ۶۳ به ترتیب ذرت در شرایط آبیاری کامل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ درصد تنش آبی در مراحل اواخر رشد گیاه، گلدهی، شکل‌گیری عملکرد و رسیدن به ترتیب با راندمان ۳۵، ۴۵، ۶۵ درصد می‌باشد. گوجه فرنگی ۱ تا گوجه فرنگی ۳ به ترتیب گوجه در شرایط آبیاری کامل و با راندمان ۳۵، ۴۵، ۶۵ درصد می‌باشد.

هدف در نظر گرفته شده، حداکثرسازی درآمد ناخالص کشاورز است. ضرایب تابع هدف، بازده برنامه‌ای هر فعالیت است که به صورت کسر هزینه‌های متغیر (خرید نهاده‌های تولید از جمله بذر، کود (خرید آزاد و دولتی)، سم، نیروی کار) از درآمد حاصل از کشت محصول J محاسبه گردید.

$$Z = \sum_{j=1}^n X_{sj} GM_{sj} + \sum_{j=1}^n X_{lj} GM_{lj} + \sum_{j=1}^n X_{bj} GM_{bj} \quad (۳)$$

که در آن، X_{sj} ، سطح زیرکشت محصولات با سیستم آبیاری سنتی (راندمان ۳۵ درصد)، X_{lj} سطح زیرکشت محصولات با سیستم آبیاری با استفاده از لوله (راندمان ۴۵ درصد)، X_{bj} سطح زیرکشت محصولات با سیستم آبیاری بارانی (راندمان ۶۵ درصد)، GM_{sj} بازده برنامه‌ای هر هکتار محصول J ام مربوط به سیستم آبیاری سنتی، GM_{lj} بازده برنامه‌ای هر هکتار

$Rwater$: مقدار آب خالص مورد نیاز محصول j ام در واحد سطح است. X_{sj} محصولات با سیستم آبیاری سنتی (راندمان ۳۵ درصد)، X_{bj} محصولات با سیستم آبیاری بارانی (راندمان ۶۵ درصد)، X_{lj} محصولات با سیستم آبیاری استفاده از لوله (راندمان ۴۵ درصد)، μ_j میانگین آب در دسترس، σ_j انحراف معیار در مقدار آب در دسترس، Z_α میزان ریسک در تأمین آب را نشان می‌دهد. این محدودیت بیان می‌کند که کل آب مصرفی برای کشت محصولات مزرعه نایستی از کل آب موجود بیشتر گردد.

نتایج

نقطه نظرات بهره‌برداران نمونه در خصوص احتمال تأمین آب در جدول (۲) نشان داده شده است. تقریباً ۹۸ درصد از زارعین اظهار داشتند که در برخی از ماه‌ها دچار کمبود آب می‌باشند. اغلب آنها تابستان و به-خصوص تیر و مرداد ماه را زمان کمبود آب معرفی کردند. در گروه بهره‌بردارانی که از آب رودخانه استفاده می‌کنند، در یک سال خوب حدود ۴۲/۱ درصد از زارعین با احتمالی بالاتر از ۷۰ درصد به تأمین آب از رودخانه اطمینان دارند. این در حالی است که در یک سال متوسط و یک سال بد به ترتیب حدود ۵۲/۸ و ۸۲/۳ درصد از کشاورزان نمونه احتمال تأمین آب از رودخانه را کمتر از ۳۰ درصد می‌دانند. در گروه استفاده‌کنندگان از آب رودخانه و چاه، در یک سال خوب حدود ۴۸/۶ درصد از کشاورزان با احتمالی بین ۳۰-۷۰ درصد به تأمین آب از رودخانه اطمینان دارند و در یک سال متوسط و بد به ترتیب حدود ۶۵/۹ و ۸۸/۶ درصد از کشاورزان نمونه احتمال تأمین آب از رودخانه را کمتر از ۳۰ درصد می‌دانند.

در دسترس برای کشاورزی، در مطالعه حاضر میزان آب موجود در سطوح احتمال ۵۰ درصد، ۷۵ درصد، ۸۵ درصد، ۹۵ درصد، ۱۰۰ درصد برای به دست آوردن الگوهای بهینه کشت در نظر گرفته شد. برای تعیین میانگین و انحراف معیار در مقدار آب در دسترس در شرایطی که اطمینانی در میزان آب در دسترس وجود ندارد، از اطلاعات حاضر در مورد جریان رودخانه سیوند در سی سال اخیر موجود در آمارنامه اداره آب و فاضلاب استان فارس استفاده شد. همچنین، میانگین و انحراف معیار در شرایط افزایش اطمینان در میزان آب در دسترس با استفاده از اطلاعات مندرج در طرح‌های توجیهی احداث سد در منطقه به-دست آمد. بر اساس آمار بارندگی در ۴۰ سال گذشته شاهد ۱۵ سال ترسالی، ۵ سال نرمال و ۲۰ سال خشک-سالی بوده‌ایم. محدودیت امکانات آبی برای کشت گیاهان مختلف در شرایط خشکسالی به صورت رابطه (۶) می‌باشد:

$$pr(\sum X_{sj} \left(\frac{Rwater}{0.35} \right) + \sum X_{bj} \left(\frac{Rwater}{0.65} \right) + \sum X_{lj} \left(\frac{Rwater}{0.45} \right) \leq W_j) \geq \alpha \quad (6)$$

با فرض نرمال بودن متغیر تصادفی آب در دسترس (W_j) می‌توان رابطه را به نرمال استاندارد تبدیل نمود. بنابراین، رابطه (۶) به رابطه (۷) تبدیل می‌شود.

$$W_j \sim N(\mu_j, \sigma_j)$$

$$pr\left(\frac{\left(\sum X_{sj} \left(\frac{Rwater}{0.35} \right) + \sum X_{bj} \left(\frac{Rwater}{0.65} \right) + \sum X_{lj} \left(\frac{Rwater}{0.45} \right) \right) - \mu_j}{\sigma_j} \leq \left(\frac{W_j - \mu_j}{\sigma_j} = Z_\alpha \right) \right) \geq \alpha$$

در نهایت، رابطه (۸) به دست می‌آید که سمت راست ریسک محدودیت دسترسی به آب را نشان می‌دهد:

$$\sum X_{sj} \left(\frac{Rwater}{0.35} \right) + \sum X_{bj} \left(\frac{Rwater}{0.65} \right) + \sum X_{lj} \left(\frac{Rwater}{0.45} \right) \leq \mu_j - Z_\alpha \sigma_j \quad (8)$$

محدودیت امکانات آبی برای کشت گیاهان مختلف در شرایط ترسالی به صورت رابطه (۹) می‌باشد:

$$\sum X_{sj} \left(\frac{Rwater}{0.35} \right) + \sum X_{bj} \left(\frac{Rwater}{0.65} \right) + \sum X_{lj} \left(\frac{Rwater}{0.45} \right) \leq \mu_j + Z_\alpha \sigma_j \quad (9)$$

جدول (۲): نقطه نظرات بهره‌برداران نمونه در مورد درصد احتمال تأمین آب از رودخانه در یک سال خوب، متوسط و بد (درصد)

شرح	درصد احتمال تأمین آب	رودخانه	رودخانه و چاه
سال خوب	کمتر از ۳۰	۱۶/۳	۱۰/۸
	بین ۳۰-۷۰	۴۱/۶	۴۸/۶
	بالاتر از ۷۰ درصد	۴۲/۱	۴۰/۶
سال متوسط	کمتر از ۳۰	۵۲/۸	۶۵/۹
	بین ۳۰-۷۰	۳۱/۸	۲۴/۶
	بالاتر از ۷۰ درصد	۱۵/۴	۹/۵
سال بد	کمتر از ۳۰	۸۲/۳	۸۸/۶
	بین ۳۰-۷۰	۱۷/۷	۱۱/۴
	بالاتر از ۷۰ درصد	.	.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

از کشاورزان در مورد اینکه عدم اطمینان نسبت به تأمین آب از رودخانه چه پیامدی برای آنها دارد پرسیده شد، که از بین پاسخ‌دهندگان، ۹۸ درصد به تغییر الگوی کشت و ۲ درصد مابقی به کاهش سطح زیر کشت اشاره کردند. از کشاورزان سوال شد که "در صورتی که حبابه شما از طریق کانال سد با اطمینان بیشتری تأمین شود، چه تغییری در کشاورزی شما ایجاد خواهد شد؟" از میان گزینه‌ها، گزینه تغییر الگوی کشت با ۹۱ درصد بیشترین سهم و گزینه تغییر عملکرد در هکتار حدود ۳ درصد کمترین سهم را به خود اختصاص داده‌اند و ۶ درصد مابقی از زارعین به تغییر الگوی کشت و تغییر عملکرد در هکتار اشاره کرده‌اند.

اثرات افزایش اطمینان به آب در دسترس بر الگوی کشت و درآمد زارعین و اشتغال در دو حالت، وقوع خشکسالی و ترسالی در سطوح مختلف احتمال، در مزارع نماینده گروه‌های همگن به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته است. در ابتدا، مزرعه نماینده گروه همگن زارعینی که از منابع آب سطحی استفاده می‌نمایند، در جدول (۳) پنج الگوی کشت یا فعالیت مربوط به سطح مختلف احتمال وقوع خشکسالی در دو حالت برای واحد

نماینده این گروه تعیین شده است. حالت اول، مربوط به زمانی است که اطمینان به آب در دسترس برای کشاورز وجود ندارد و از آب سطحی کنترل نشده (بدون استفاده از آب سد) است و حالت دوم، مربوط به زمانی است که اطمینان به تأمین آب مورد نیاز کشاورزی افزایش یافته است و کشاورز بر اساس اطمینان به آب در دسترس که از طریق سد تأمین می‌شود، الگوی کشت را تنظیم می‌کند. الگوی بهینه اول مربوط به زمانی است که واحد در سطح احتمال ۵۰ درصد وقوع خشکسالی (با احتمال ۵۰ درصد میزان آب در دسترس کمتر از میانگین آب موجود در سال‌های اخیر می‌باشد. به عبارت دیگر، با احتمال ۵۰ درصد آب مورد نیاز کشاورزان تأمین می‌شود)، حداکثر-کننده درآمد است. سایر الگوهای بهینه مربوط به واحد حداکثرکننده درآمد در سطوح مختلف احتمال وقوع خشکسالی است. در الگوی حداکثرکننده درآمد با سطح احتمال ۵۰ درصد وقوع سالی خشک در حالتی که زارع از منابع آب سطحی کنترل نشده استفاده می‌کند، فعالیت‌های گندم ۱۹ (گندم با ۳۰ درصد کم‌آبیاری در مرحله شکل‌گیری عملکرد و سیستم آبیاری سنتی) با سطح ۰/۶۷۹ هکتار، گندم ۲۵ (گندم با ۳۰ درصد کم-آبیاری در مرحله رسیدن و سیستم آبیاری سنتی) با سطح ۱/۹۳۴ هکتار وارد الگوی کشت شده‌اند و درآمد انتظاری به دست آمده از الگوی بهینه برای ۴ هکتار زمین در طول سال زراعی ۹۴-۹۵، ۳۳۷۱ هزار تومان و اشتغال به میزان ۷/۸۳ نفر-روز می‌باشد. این الگو با افزایش اطمینان به آب در دسترس شامل گندم ۱۹ با سطح ۰/۴۴۰ هکتار، گندم ۲۵ با سطح ۱/۹۷۱ هکتار، جو ۲۵ با سطح ۰/۳۲۰ هکتار و گوجه‌فرنگی ۱ با سطح ۰/۵۵۶ هکتار است و درآمد انتظاری به دست آمده از الگوی بهینه در طول یک سال زراعی برابر با ۷۹۸۶ هزار تومان و اشتغال به میزان ۴۰/۷ نفر-روز می‌باشد. با توجه به نتایج ارائه شده می‌توان گفت، با افزایش اطمینان به آب در دسترس افزایش درآمد معادل با ۴۶۱۵ هزار تومان و افزایش سطح اشتغال برابر با ۳۲/۹ نفر-روز موجود است. بنابراین، افزایش درآمد کشاورز و سطح اشتغال نسبت به زمانی که، اطمینانی در تأمین آب مورد

سطح مختلف احتمال وقوع ترسالی در دو حالت برای واحد نماینده این گروه تعیین شده است. حالت اول مربوط به زمان قبل از احداث سد که اطمینانی به آب در دسترس موجود نیست و حالت دوم که با احداث سد، اطمینان در تأمین آب مورد نیاز کشاورزی افزایش یافته است. الگوی بهینه اول مربوط به زمانی است که واحد در سطح احتمال ۵۰ درصد وقوع سالی تر (به احتمال ۵۰ درصد میزان آب در دسترس کشاورز بیشتر از میانگین آب موجود در سال‌های اخیر می‌باشد)، حداکثر کننده درآمد است. سایر الگوهای بهینه مربوط به واحد حداکثرکننده درآمد در سطوح مختلف احتمال وقوع ترسالی است. در الگوی حداکثرکننده درآمد با سطح احتمال ۵۰ درصد وقوع ترسالی در حالتی که زارع از منابع آب سطحی کنترل نشده استفاده می‌کند، فعالیت گندم ۱۹ با سطح ۰/۱۴۷ هکتار، گندم ۲۵ با سطح ۳/۱۹۴ هکتار، ذرت ۱ (ذرت با آبیاری کامل و سیستم آبیاری سنتی) با سطح ۰/۳۷۸ هکتار و گوجه-فرنگی ۱ (ذرت با آبیاری کامل و سیستم آبیاری سنتی) با سطح ۰/۴۹۷ هکتار وارد الگوی کشت شده‌اند و در نهایت، درآمد انتظاری به‌دست آمده از الگوی بهینه برای ۴ هکتار زمین و سطح اشتغال در طول یک سال زراعی به ترتیب برابر با ۹۲۳۹ هزار تومان و ۴۰/۴ نفر-روز می‌باشد. این الگو با افزایش اطمینان در میزان آب در دسترس شامل، گندم ۱۹ با سطح ۰/۲۸۳ هکتار، گندم ۲۵ با سطح ۳/۳۶۸ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۰/۴۰۸ هکتار و گوجه‌فرنگی ۱ با سطح ۰/۴۹۲ هکتار است و درآمد انتظاری به‌دست آمده از الگوی بهینه در طول یک سال زراعی برابر با ۹۶۶۵ هزار تومان و سطح اشتغال معادل با ۴۱/۳ نفر-روز می‌باشد. با توجه به نتایج ارایه شده می‌توان گفت که با افزایش اطمینان به آب در دسترس، درآمد و سطح اشتغال به ترتیب معادل با ۴۲۶ هزار تومان و ۰/۹ نفر-روز افزایش یافته است. بنابراین، کشاورز با افزایش ۴/۶۴ درصدی درآمد و ۲/۲ در صدی اشتغال روبرو بوده است. در سطح احتمال ۱۰۰ درصد وقوع ترسالی در حالت اول فعالیت‌های گندم ۲۵ با سطح ۴ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۱/۱۵۴ هکتار و گوجه-

نیاز نیست، برابر با ۱۳۶/۹ و ۴۱۹/۸ درصد می‌باشد. چون در حالتی که اطمینانی به آب در دسترس موجود نیست، سطح زیر کشت محصولات کاهش یافته و محصولات با نیاز آبی کمتر وارد الگوی کشت می‌شود که این امر در نهایت، منجر به کاهش سطح درآمد می‌گردد و با افزایش اطمینان به آب در دسترس سطح زیر کشت محصولات و میزان اشتغال نیز افزایش می‌یابد. در سطح احتمال ۱۰۰ درصد وقوع خشکسالی در حالت اول فعالیت‌های گندم ۱۹ با سطح ۰/۱۵۸ هکتار، گندم ۲۵ با سطح ۰/۴۵۱ هکتار وارد الگوی کشت شده‌اند و درآمد انتظاری از آن و اشتغال به ترتیب برابر با ۷۸۶ هزار تومان و سطح اشتغال ۱/۸۳ نفر-روز است. در همین سطح احتمال و با افزایش اطمینان به آب در دسترس الگوی بهینه شامل گندم ۱۹ با سطح ۰/۳۲۱ هکتار، گندم ۲۵ با سطح ۰/۵۰۲ هکتار، جو ۲۵ با سطح ۰/۳۳۶ هکتار و گوجه‌فرنگی ۱ با سطح ۰/۵۵۶ هکتار می‌باشد و درآمد انتظاری آن برابر با ۵۶۹۴۰۶۱ تومان و سطح اشتغال ۳۶/۰۵ نفر-روز می‌باشد. بنابراین، با افزایش اطمینان به آب در دسترس درآمد کشاورز و سطح اشتغال به ترتیب معادل با ۴۹۰۷۴۵۰ تومان و ۳۴/۲۲ نفر-روز افزایش یافته است. نتایج حاصله مؤید این موضوع اساسی است که هر چند در دو حالت مورد بررسی با افزایش احتمال وقوع خشکسالی، درآمد انتظاری به‌دست آمده از الگوی بهینه کاهش یافته، اما قابل ذکر است که با افزایش اطمینان به آب در دسترس، درآمد و سطح اشتغال افزایش می‌یابد. در واقع، در شرایطی که اطمینانی به آب در دسترس نیست محصولات با نیاز آبی کمتر وارد الگوی کشت شده و با افزایش احتمال خشکسالی سطح زیر کشت محصولات کاهش می‌یابد، که این مسئله در نهایت، منجر به کاهش درآمد می‌گردد. با افزایش اطمینان به آب در دسترس سطح زیر کشت این محصولات افزایش می‌یابد که درآمد بیشتری را عاید کشاورز می‌کند.

در جدول (۳) الگوی کشت مربوط به شرایط خشکسالی و ترسالی بیان شده که نتایج ترسالی در پراتز بیان شده است. الگوی کشت یا فعالیت مربوط به

و ۱/۱ درصد می‌باشد. در نتیجه، با افزایش اطمینان به آب در دسترس، سطح زیر کشت محصولات و درآمد انتظاری حاصل از آنها افزایش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد با افزایش احتمال وقوع ترسالی، سطح زیر کشت محصولات، سطح اشتغال و درآمد انتظاری به‌دست آمده از الگوی بهینه افزایش و این افزایش درآمد در شرایط عدم اطمینان و افزایش اطمینان به آب در دسترس به ترتیب معادل با ۱۵۶۴ و ۱۴۶۹ هزار تومان بوده است. نتیجه حاصله نشان می‌دهد، با افزایش اطمینان به آب در دسترس با افزایش احتمال وقوع ترسالی، افزایش درآمد به مراتب کمتر از افزایش درآمد در شرایط عدم اطمینان به آب در دسترس است.

فرنگی ۱ با سطح ۰/۳۷۶ هکتار وارد الگوی کشت شده‌اند و درآمد انتظاری به‌دست آمده از آن و سطح اشتغال به ترتیب برابر با ۱۰۸۰۳ هزار تومان و ۴۲/۸۱ نفر-روز است. در همین سطح احتمال و با افزایش اطمینان به آب در دسترس الگوی بهینه شامل، گندم ۲۵ با سطح ۴ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۱/۰۸۰ هکتار و گوجه‌فرنگی ۱ با سطح ۰/۳۸۸ هکتار می‌باشد و درآمد انتظاری آن و سطح اشتغال به ترتیب برابر با ۱۱۱۳۵ هزار تومان و ۴۳/۲۸ نفر-روز است. در سطح احتمال ۱۰۰ درصد با افزایش اطمینان به آب در دسترس، افزایش درآمد کشاورز و سطح اشتغال نسبت به زمانی که اطمینانی در تأمین آب مورد نیاز نیست به ترتیب برابر با ۳/۰۷

جدول (۳): مقایسه‌ی الگوی بهینه‌ی فعالیت‌ها برای بهره‌بردار نماینده گروه همگن زارعین استفاده کننده از منابع آب سطحی در شرایط خشکسالی (ترسالی)

احتمال وقوع خشکسالی	%۵۰		%۷۵		%۸۵		%۹۵		%۱۰۰	
	عدم	حتمیت	عدم	حتمیت	عدم	حتمیت	عدم	حتمیت	عدم	حتمیت
گندم ۱۹	۰/۱۴۷	(۰/۲۸۳)	۰/۳۳۸	(۰/۴۳۱)	۰/۵۱۴	(۰/۳۶۳)	۰/۴۲۴	(۰/۱۱۱)	۰/۴۰۲	(۰)
گندم ۲۵	۱/۹۳۴	(۳/۱۹۴)	۱/۶۴۲	(۳/۴۳۹)	۱/۴۶۴	(۳/۶۳۷)	۱/۳۹۷	(۳/۸۸۹)	۱/۱۴۵	(۴)
جو ۲۵	۰	(۰)	۰	(۰)	۰	(۰)	۰/۳۶۳	(۰)	۰	(۰)
گوجه	۰	(۰)	۰	(۰)	۰	(۰)	۰	(۰)	۰	(۰)
فرنگی ۱	۰/۴۹۷	(۰/۴۹۲)	۰/۴۹۰	(۰/۴۸۷)	۰/۴۸۱	(۰/۴۶۳)	۰/۴۳۹	(۰/۴۳۹)	۰/۴۵۶	(۰/۳۷۶)
گوجه	۰	(۰)	۰	(۰)	۰	(۰)	۰	(۰)	۰	(۰)
فرنگی ۳	۰	(۰)	۰	(۰)	۰	(۰)	۰	(۰)	۰	(۰)
ذرت ۱	۰/۳۷۸	(۰/۴۰۸)	۰/۴۲۰	(۰/۴۴۱)	۰/۴۷۷	(۰/۵۹۶)	۰/۷۵۰	(۰/۷۶۷)	۱/۱۵۴	(۱/۰۸)
اشتغال (نفر-روز)	۷/۸۳	(۴۰/۴)	۶/۷	(۴۱/۳)	۴۷/۰۲	(۴۲/۳)	۳۹/۳	(۴۲/۶)	۴/۶۴	(۴۲/۸۱)
درآمدهای موردانتظار (هزار تومان)	۳۳۷۱	(۹۶۶۵)	۲۸۶۲	(۹۷۱۰)	۲۵۵۲	(۱۰۱۷۹)	۷۲۶۴	(۱۰۵۳۲)	۷۸۶	(۱۰۸۰۳)
در صد تغییرات درآمد	۱۳۶/۹	(۴/۶۴)	۱۶۳/۳	(۴/۳۳)	۱۸۴/۶	(۴/۰۴)	۲۳۹/۴	(۳/۹۴)	۶۲۳/۹	(۳/۰۷)

در ادامه اثرات افزایش اطمینان به آب در دسترس در مزرعه نماینده گروه همگن از زارعین با اندازه مزرعه بیشتر از ۵ هکتار، که از منابع آب تلفیقی استفاده می- نمایند مورد بررسی قرار گرفت. در جدول (۵)، الگوی کشت یا فعالیت مربوط به سطح مختلف احتمال وقوع خشکسالی در دو حالت برای واحد نماینده این گروه قبل از احداث سد (اطمینان در میزان دسترسی به آب وجود ندارد) و احداث سد (اطمینان در دسترسی به آب بیشتر) تعیین شده است.

الگوهای بهینه مربوط به واحد حداکثرکننده درآمد در سطوح مختلف احتمال وقوع خشکسالی است. در الگوی حداکثرکننده درآمد با سطح احتمال ۵۰ درصد وقوع خشکسالی در حالتی که زارع از منابع آب تلفیقی استفاده می-کند، فعالیت گندم ۲۵ با سطح ۷ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۴/۱۸ هکتار و گوجه‌فرنگی ۱ با سطح ۰/۳۵۵ هکتار وارد الگوی کشت شده‌اند و در نهایت درآمد انتظاری به‌دست آمده از الگوی بهینه برای ۷ هکتار زمین در طول یک سال زراعی ۱۹۹۱۹ هزار تومان و سطح اشتغال برابر با ۵/۷۷ نفر-روز می‌باشد. این الگو با افزایش اطمینان به آب در دسترس شامل، فعالیت گندم ۲۵ با سطح ۷ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۴/۹۸ هکتار و گوجه‌فرنگی ۱ با سطح ۰/۲۲۸ هکتار است و سطح اشتغال و درآمد انتظاری به‌دست آمده از الگوی بهینه در طول یک سال زراعی به ترتیب برابر با ۷۹/۸ نفر-روز و ۲۰۳۲۱ هزار تومان می‌باشد. بنابراین با افزایش اطمینان به آب در دسترس درآمد و سطح اشتغال به ترتیب معادل ۲/۰۱ و ۲/۹۶ درصد افزایش یافته است. در الگوی حداکثرکننده درآمد با سطح احتمال ۵۰ درصد وقوع ترسالی در حالتی که زارع از منابع آب تلفیقی استفاده می-کند، فعالیت گندم ۲۵ با سطح ۷ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۵/۰۹ هکتار و گوجه‌فرنگی ۱ با سطح ۰/۲۴۹ هکتار وارد الگوی کشت شده‌اند و در نهایت، درآمد انتظاری به‌دست آمده از الگوی بهینه برای ۷ هکتار زمین در طول یک سال زراعی ۲۱۰۱۱ هزار تومان و سطح اشتغال برابر با ۶/۷۹ نفر-روز می‌باشد. این الگو با افزایش اطمینان به آب در دسترس شامل، فعالیت

در جدول (۴)، الگوی کشت یا فعالیت در دو حالت برای واحد نماینده این گروه در یک سال نرمال تعیین شده است. حالت اول، مربوط به زمان قبل از احداث سد که اطمینانی به آب در دسترس وجود ندارد و الگوی بهینه در این شرایط شامل فعالیت‌های گندم ۱۹ با سطح ۰/۴۲۵ هکتار، گندم ۲۵ با سطح ۲/۴۳ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۰/۲۷۰ هکتار و گوجه‌فرنگی ۱ با سطح ۰/۳۹۵ هکتار است و درآمد انتظاری حاصل از آن و اشتغال به ترتیب برابر با ۷۱۹۰ هزار تومان و ۲۳/۸ نفر-روز می- باشد. حالت دوم، که با احداث سد، اطمینان در تأمین آب مورد نیاز کشاورزی افزایش می‌یابد، الگوی بهینه شامل فعالیت‌های گندم ۱۹ با سطح ۰/۴۴۳ هکتار، گندم ۲۵ با سطح ۲/۵۳ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۰/۲۸۲ هکتار و گوجه‌فرنگی ۱ با سطح ۰/۴۴۴ هکتار می‌باشد و درآمد انتظاری حاصل از آن و اشتغال به ترتیب معادل با ۷۵۹۱ هزار تومان و ۴۱/۰۸ نفر-روز است که در مقایسه با حالتی که اطمینانی به آب در دسترس وجود ندارد، با افزایش اطمینان به آب در دسترس سطح زیر کشت محصولات با نیاز آبی بالاتر افزایش و در نتیجه درآمد حاصل از آن به میزان ۴۰۱ هزار تومان و اشتغال به میزان ۱۷/۲۸ نفر-روز افزایش یافته است.

جدول (۴) : مقایسه‌ی الگوی بهینه‌ی فعالیت‌ها برای بهره- بردار نماینده گروه همگن زارعینی استفاده کننده از منابع آب

سطحی در سال نرمال		
	عدم حتمیت	حتمیت
گندم ۱۹	۰/۴۲۵	۰/۴۴۳
گندم ۲۵	۲/۴۳	۲/۵۳
ذرت ۱	۰/۲۷۰	۰/۲۸۲
گوجه‌فرنگی ۱	۰/۳۹۵	۰/۴۴۴
اشتغال	۲۳/۸	۴۱/۰۸
درآمد های مورد انتظار (هزار تومان)	۷۱۹۰	۷۵۹۱
درصد تغییرات در آمد	۵/۵۸	

مأخذ : یافته‌های پژوهش

روز است. بنابراین، در سطح احتمال ترسالی، با افزایش اطمینان به آب در دسترس درآمد و سطح اشتغال به- ترتیب معادل ۰/۵۴ و ۱/۳۶ درصد افزایش یافته است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد، هر چند در هر دو حالت مورد بررسی با افزایش احتمال وقوع خشکسالی، سطح زیر کشت محصولات و درآمد انتظاری به دست آمده از آن کاهش می‌یابد، اما قابل ذکر است که با افزایش اطمینان به آب در دسترس، درآمد انتظاری افزایش یافته است، اما افزایش اطمینان به آب در- دسترس بر الگوی کشت و سطح اشتغال تأثیر چندانی نداشته است. در این گروه از زارعین که از منابع آب تلفیقی استفاده می‌کنند، چون حدود ۸۳ درصد از آب مورد نیاز آنها از طریق چاه تأمین می‌شود. بنابراین، افزایش اطمینان به آب در دسترس بر الگوی کشت و سطح زیر کشت و سطح اشتغال تأثیر آنچنانی ندارد و درآمد را چندان تغییر نمی‌دهد. چون در کشاورزی که منابع آب سطحی و زیرزمینی استفاده می‌کنند اطمینان تأمین آب مورد نیاز زیاد است، پس سد تأثیر آنچنانی ندارد. نتایج نشان می‌دهد، با افزایش سطح احتمال وقوع خشکسالی، سطح زیر کشت محصولات و درآمد حاصل از آن کاهش می‌یابد. اما این میزان کاهش قابل توجه نمی‌باشد. در گروه زارعینی که از منابع آب تلفیقی استفاده می‌کنند، چون منابع آب سطحی سهم بسیار پایینی در تأمین آب مورد نیاز آنها دارد و عمده آب در دسترس آنها از طریق چاه تأمین می‌شود؛ در یک سال پرآب کشاورز با مشکل کم‌آبی روبرو نیست و افزایش اطمینان در میزان آب در دسترس در تمام سطوح مختلف احتمال وقوع ترسالی، بر درآمد و الگوی کشت زارع و سطح اشتغال تأثیر زیادی ندارد.

گندم ۲۵ با سطح ۷ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۵/۶ هکتار و گوجه فرنگی ۱ با سطح ۰/۱۶۸ هکتار است و سطح اشتغال و درآمد انتظاری به دست آمده از الگوی بهینه در طول یک سال زراعی به ترتیب برابر با ۸۰/۱۸ نفر-روز و ۲۱۳۴۳ هزار تومان می‌باشد. بنابراین، با افزایش اطمینان به آب در دسترس درآمد و سطح اشتغال به ترتیب معادل ۱/۵۸ و ۰/۷۲ درصد افزایش یافته است. در سطح احتمال ۱۰۰ درصد وقوع خشکسالی در حالت اول فعالیت‌های گندم ۲۵ با سطح ۷ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۲/۹۲ هکتار و گوجه فرنگی ۱ با سطح ۰/۵۵۶ هکتار وارد الگوی کشت شده‌اند و درآمد انتظاری حاصل از آن و سطح اشتغال به ترتیب برابر با ۱۹۲۵۵ هزار تومان و ۷۵/۱۵ نفر-روز است. در همین سطح احتمال و با افزایش اطمینان به آب در دسترس الگوی بهینه شامل، فعالیت گندم ۲۵ با سطح ۷ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۴/۴۶ هکتار و گوجه فرنگی ۱ با سطح ۰/۳۱۱ هکتار و می‌باشد و درآمد انتظاری آن برابر با ۲۰۰۶۷ هزار تومان و سطح اشتغال معادل با ۷۶/۲ نفر-روز است. بنابراین، با افزایش اطمینان به آب در دسترس درآمد معادل ۵/۳۳ درصد افزایش یافته است. در سطح احتمال ۱۰۰ درصد وقوع ترسالی در حالت اول فعالیت‌های گندم ۲۵ با سطح ۷ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۶/۴۱ هکتار و گوجه فرنگی ۱ با سطح ۰/۰۵۳ هکتار وارد الگوی کشت شده‌اند و درآمد انتظاری حاصل از آن و سطح اشتغال به ترتیب برابر با ۲۱۷۶۰ هزار تومان و ۸۰/۹۸ نفر-روز است. در همین سطح احتمال و با افزایش اطمینان به آب در دسترس الگوی بهینه شامل، فعالیت گندم ۲۵ با سطح ۷ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۶/۶۳ هکتار و گوجه فرنگی ۱ با سطح ۰/۵۳۳ هکتار و می‌باشد و درآمد انتظاری آن برابر با ۲۱۸۷۷ هزار تومان و سطح اشتغال معادل با ۸۲/۰۸ نفر-

جدول (۵): مقایسه‌ی الگوی بهینه‌ی فعالیت‌ها برای بهره‌بردار نماینده گروه همگن از زارعین با اندازه مزرعه بیشتر از ۵ هکتار، که از منابع آب تلفیقی استفاده می‌کنند در شرایط خشکسالی (تر سالی)

	%۱۰۰		%۹۵		%۸۵		%۷۵		%۵۰		
	عدم حتمیت	حتمیت	عدم حتمیت	حتمیت	عدم حتمیت	حتمیت	عدم حتمیت	حتمیت	عدم حتمیت	حتمیت	احتمال وقوع خشکسالی
گندم ۲۵	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	
	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	
	
گندم ۱	(۷)	(۷)	(۷)	(۷)	(۷)	(۷)	(۷)	(۷)	(۷)	(۷)	
ذرت ۱	۴/۴۶	۲/۹۲	۴/۷۱	۳/۵۱	۴/۸۱	۳/۷۸	۴/۸۶	۳/۹۳	۴/۹۸	۴/۱۸	
	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	(۰)	
	
ذرت ۲۲	(۶/۶۳)	(۶/۴۱)	(۶/۱۵)	(۵/۷۹)	(۵/۹۳)	(۵/۵۰)	(۵/۸۱)	(۵/۳۴)	(۵/۶۱)	(۵/۰۹)	
	۰/۳۱۱	۰/۵۵۶	۰/۲۷۳	۰/۴۶۳	۰/۲۵۴	۰/۴۱۹	۰/۲۴۵	۰/۳۹۵	۰/۲۲۸	۰/۳۵۵	
گوجه فرنگی ۱	(۰/۵۳۲)	(۰/۰۵۳)	(۰/۰۸۳)	(۰/۱۴۰)	(۰/۱۱۷)	(۰/۱۸۵)	(۰/۱۳۶)	(۰/۲۱۰)	(۰/۱۶۸)	(۰/۲۴۹)	
						((
اشتغال (نفر- روز)	۷۶/۲	۷۵/۱۵	۷۶/۹۲	۷۵/۹۵	۷۷/۱۸	۷۶/۳۶	۷۸/۳۵	۷۷/۱	۷۹/۱۸	۷۷/۵	
	(۸۲/۰۸)	(۸۰/۹۹)	(۸۱/۱۸)	(۷۹/۳۲)	(۸۱/۱۶)	(۷۸/۶۲)	(۸۰/۴۶)	(۸۰/۱۲)	(۸۰/۲)	(۷۹/۶)	
درآمدهای موردانتظار هزار تومان)	۲۰۰۶۷	۱۹۰۵۵	۲۰۱۹۲	۱۹۳۶۶	۲۰۲۴۹	۱۹۵۰۹	۲۰۲۸۲	۱۹۶۸۴	۲۰۳۲۱	۱۹۹۱۹	
	(۲۱۸۷۷)	(۲۱۷۶۰)	(۲۱۶۲۸)	(۲۱۴۱۷)	(۲۱۵۱۳)	(۲۱۲۴۹)	(۲۱۴۴۸)	(۲۱۱۴۶)	(۲۱۳۴۳)	(۰۷۳)	
درصد تغییرات درآمد	۵/۳۳		۴/۲۶		۳/۷۹		۲/۹۸		۲/۰۱		
	(۰/۵۴)		(۰/۹۸)		(۱/۲۴)		(۱/۴۳)		(۱/۵۸)		

مأخذ: یافته‌های پژوهش

کشاورزی افزایش می‌یابد، الگوی بهینه شامل فعالیت-های گندم ۲۵ با سطح ۷ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۵/۳۳ هکتار و گوجه‌فرنگی ۱ با سطح ۰/۱۸۷ هکتار می‌باشد و درآمد انتظاری حاصل از آن و اشتغال به ترتیب معادل ۲۰۳۸۵ هزار تومان و ۷۹/۷۶ نفر-روز است که در مقایسه با حالت اول، با افزایش اطمینان به آب در دسترس سطح زیرکشت محصولات و در نتیجه درآمد حاصل از آن به میزان ۵۸ هزارتومان و اشتغال ۱/۸۵ درصد افزایش یافته است. اما قابل ذکر است که در این گروه از زارعین که آب مورد نیاز خود را به صورت

در جدول (۶) الگوی کشت در دو حالت برای واحد نماینده این گروه در یک سال نرمال تعیین شده است. حالت اول، مربوط به زمان قبل از احداث سد که اطمینانی در میزان آب در دسترس وجود ندارد و الگوی بهینه در این شرایط برای ۷ هکتار زمین شامل فعالیت-های گندم ۲۵ با سطح ۷ هکتار، ذرت ۱ با سطح ۴/۷۲۰ هکتار و گوجه‌فرنگی ۱ با سطح ۰/۲۷۶ هکتار است و درآمد انتظاری حاصل از آن و اشتغال به ترتیب برابر با ۲۰۳۲۷ هزار تومان و ۷۸/۳۱ نفر-روز می‌باشد. حالت دوم، که با احداث سد، اطمینان در تأمین آب مورد نیاز

دردسترس نشان داد که در سطوح مختلف احتمال با افزایش اطمینان به آب دردسترس که از طریق احداث سد حاصل می‌شود، در هر گروه نماینده گروه بهره-برداران، سطح زیرکشت محصولات و در نتیجه درآمد حاصل از آن افزایش می‌یابد و الگوی کشت به سمت تولید محصولات با مصرف آب بیشتر حرکت می‌کند. همچنین، با افزایش احتمال خشکسالی، برای بهره‌بردار نماینده، درآمد کاهش می‌یابد که این کاهش درآمد زارع به دلیل کاهش سطح زیرکشت محصولات که در نتیجه کاهش اطمینان در تأمین آب مورد نیاز است، می‌باشد. همچنین، با افزایش احتمال خشکسالی، الگوی کشت به سمت جانمایی محصولات با مصرف کمتر آب مصرفی سوق داده می‌شود که این محصولات عملکرد کمتر و در نتیجه، درآمد کمتری را در مزرعه خواهند داشت.

در الگوی حداکثرکننده درآمد بهره‌بردارانی که از منابع آب تلفیقی استفاده می‌کنند، همانند الگوی بهره-برداران استفاده‌کننده از منابع آب سطحی، با افزایش احتمال وقوع خشکسالی، درآمد انتظاری به دست آمده از الگوی بهینه کاهش و با افزایش احتمال وقوع ترسالی، درآمد انتظاری به دست آمده از الگوی بهینه افزایش می‌یابد. و در سطوح مختلف وقوع خشکسالی و ترسالی، با افزایش اطمینان به آب دردسترس، درآمد افزایش می‌یابد، اما قابل ذکر است که در این گروه از زارعین که از منابع آب تلفیقی استفاده می‌کنند، چون بیش از ۷۰ درصد از آب مورد نیاز آنها از طریق چاه تأمین می‌شود، بنابراین، افزایش اطمینان به آب دردسترس بر الگوی کشت و سطح زیرکشت تأثیر آنچنانی ندارد و درآمد را چندان تغییر نمی‌دهد. چون در این حالت اطمینان به آب دردسترس زیاد است پس سد تأثیر آنچنانی ندارد. همچنین، نتایج بیانگر آن است که با افزایش سطح احتمال وقوع خشکسالی، سطح زیرکشت محصولات و درآمد حاصل از آن کاهش می‌یابد اما این میزان قابل توجه نمی‌باشد.

با مراجعه به آمار بارندگی در ۴۰ سال گذشته شاهد ۱۵ سال ترسالی، ۵ سال نرمال و ۲۰ سال خشکسالی بوده‌ایم. بر این اساس خشکسالی با احتمال وقوع بیشتر از ۵۰ درصد مطرح است، و نباید آن را به‌عنوان حوادث غیرمترقبه قلمداد کرد و می‌بایستی شرایط و

تلفیقی از منابع آب سطحی و زیرزمینی تأمین می‌کنند، چون بیشترین آب مورد نیاز آنها از طریق چاه تأمین می‌شود، اطمینان به آب دردسترس زیاد است، بنابراین، احداث سد بر الگوی کشت و درآمد تأثیر آنچنانی ندارد.

جدول ۶- مقایسه‌ی الگوی بهینه‌ی فعالیت‌ها برای بهره‌بردار نماینده گروه همگن از زارعین با اندازه مزرعه بیشتر از ۵ هکتار، که از منابع آب تلفیقی استفاده می‌کنند در شرایط

سال نرمال		
عدم حتمیت	حتمیت	
۷	۷	گندم ۲۵
۴/۷۲	۵/۳۲	ذرت ۱
۰/۲۷۶	۰/۱۸۷	گوچه فرنگی ۱
۷۸/۳۱	۷۹/۷۶	اشتناغ
۲۰۳۲۷	۲۰۳۸۵	درآمدهای موردانتظار (هزار تومان)
۰/۲۹		درصد تغییرات درآمد

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج و بحث

برای رسیدن به اهداف مطالعه از روش برنامه‌ریزی خطی با محدودیت تصادفی (CCP) استفاده شد. دلیل استفاده از مدل (CCP) تصادفی بودن و عدم حتمیتی که در میزان آب دردسترس وجود دارد، می‌باشد تا به‌گونه‌ای دقیق بتوانند محدودیت آب به‌صورت محدودیت احتمالی و یا تصادفی و میزان آب دردسترس در ۵ سطح احتمال ۵۰ درصد، ۷۵ درصد، ۸۵ درصد، ۹۵ درصد، ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شود. به‌بیان دیگر، نظر به اینکه یکی از نهاده‌های اساسی در فرآیند تولید محصولات زراعی آب آبیاری است، مدل با فرض محدودیت آب آبیاری طراحی شد و فرض شده سایر عوامل به مقدار کافی وجود دارد. الگوی بهینه کشت و درآمد انتظاری حاصل از آن در دو حالت درسطح احتمال‌های مختلف در شرایط خشکسالی و ترسالی به-دست آمد. برای بررسی اثر افزایش اطمینان به آب دردسترس، الگوهای کشت، تولیدات محصولات و درآمد زارعین در دو حالت با و بدون اطمینان به آب دردسترس مورد مقایسه قرار گرفت. مقایسه نتایج مدل (CCP) در دو حالت با و بدون اطمینان به آب

که یکی از راه‌های افزایش درآمد زارعین افزایش اطمینان به آب در دسترس است. بنابراین بدون افزایش میانگین امکانات آبی، از این طریق می‌توان درآمد زارعین را افزایش داد. اگر چه وجود حسابداری آب در مزرعه نیز لازم و ضروری است.

بر اساس الگوی کشت ارائه شده در هر شرایط احتمال دسترسی به آب، لازم است امکان مدیریت کم-آبیاری برای کشاورزان مدنظر قرار گیرد. همچنین، کشاورز، الگوی کشت را بر اساس دیدگاه ریسک‌گریزی خود ناشی از احتمال دسترسی به آب انتخاب می‌کند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود براساس داده‌های هواشناسی احتمال دسترسی به آب قبل از فصل کشت در اختیار کشاورز قرار گیرد تا مدیریت ریسک انجام گیرد.

بستر لازم برای سازگاری با این اقلیم فراهم آید و مدیریت خشک‌سالی استقرار پیدا کند. برای مقابله اصولی و چاره‌اندیشی در مواردی که ناطمینانی وعدم حتمیت در میزان آب در دسترس وجود دارد، دستیابی به اطلاعات جامع از اهمیت زیادی برخوردار است. مطالعه حاضر با فراهم آوردن چنین اطلاعاتی گامی در جهت بهینه‌تر شدن هر چه بیشتر مدیریت منابع آبی است. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد:

با توجه به اثر افزایش اطمینان به میزان آب در دسترس بر درآمد زارعین توصیه می‌شود که در ارزیابی پروژه‌های آبی به این موضوع توجه شود تا پروژه‌های بیشتری امکان اجرا پیداکنند. با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان نتیجه گرفت

REFERENCES

- Bahraminasab, H., Dorandesh, A., Shahnoshi, N. & Kohansal, M. (2013). Application of randomized programming in water resources management: Case study of Firoozabad plain. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 25, 420-427. (In Farsi).
- Fars Regional Water Company. (2008a). Report of the proposal to ban the study area of Saadat Abad Plain. (In Farsi).
- Fars Regional Water Company. (2008b). Report of Sivand dam economics explanation. (In Farsi).
- Guo, P., & Huang, G. H. (2009). Two-Stage fuzzy chance-constrained programming: application to water resources management under dual uncertainties. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 23, 349-359.
- Hongwei, I., Hang, U. & Li, G. (2011). An inexact rough-interval fuzzy linear programming method for generating conjunctive water-allocation strategies to agricultural irrigation systems. *Applied Mathematical Modelling*, 38, 4330-4340.
- Jiang, C., Han, X., & Liu, G. R. (2009). An inexact-stochastic dual water supply programming model. *European Journal of Operational Research*, 174, 65-89.
- Keramatzadeh, A., Chezari, A., & Mirzayi, A. (2000). Determination of economic value of agricultural water using crop model, optimal combination of agriculture and horticulture: A case study of Barzou Dam in Shirvan. *Agricultural Economics and Development*, 35, 54-60. (In Farsi).
- Li, Y. P., Huang, G. H., Nie, S. L., & Chen, X. (2011). A robust modeling approach for regional water management under multiple uncertainties. *Agricultural Water Management*, 98, 1577-1588.
- Li, Y. P., Huang, G. H., Yang, Z. F., & Nie, S. L. (2008). Interval-fuzzy multistage programming for water resources management under uncertainty. *Resource Conserve Recycle*, 52, 800-12.
- Li, Z., Huang, G., Zhang, Y., & Li, Y. (2013). Inexact two-stage stochastic credibility constrained programming for water quality management. *Resources, Conservation and Recycling*, 73, 122-132.
- Maqsood, I., Huang, G. H. & Yeomans, J. S. (2005). An interval-parameter fuzzy two-stage stochastic program for water resources management under uncertainty. *European Journal Operation Resource*, 167: 208-225.
- Mardani, M., & Sobohi, M. (2005). Effect of rainfall on cropping pattern and total gross income in the area of irrigated right irrigation network of Nokia Abad dam, *Agricultural Economics*, 5, 209-228. (In Farsi).
- Qin, X. & Huang, G. (2009). An inexact chance-constrained quadratic programming model for stream water quality management. *Water Resources Management*, 63, 661-695.
- Rezayi, A., Mortazavi, S.A., & Pikani, Kh. (2016). Analysis of the economic status of east farmers in the Zayandehrud Basin under drought conditions. *Iranian Economic Research and Development*, 47(2), 335-342. (In Farsi).
- Scheaffer, R.L. & Lymano, R. (1996). *Elementary survey sampling*. United states of America: Wads worth publishing company

16. Shirzadi lescoclayeh, S., & Sobohi, M., (2011), Determination of optimal utilization of the implementation of Mohammadih canal water supply project in Robat Karim. *Eighth Biennial Conference on Agricultural Economics of Iran*. Shiraz. (In Farsi).
17. Sobohi, M., Rastegarpour, F., & Keikha, A. (2004). Water allocation optimal allocation between urban and agricultural uses by using two-stage fuzzy randomized design with intermediate parameters under inappropriate conditions, *Agricultural Economics*, 3, 32-46. (In Farsi).
18. Tan, Q., Huang, G. H. & Cai, Y. P. (2009). Radial interval chance-constrained programming for agricultural non-point source water pollution control under uncertainty. *Agricultural Water Management*, 82, 151-164.
19. Xie, Y. L., Li, Y. P., Huang, G. H., Li, Y. F. & Chen, L. R. (2011). An inexact chance-constrained programming model for water quality management in Binhai New Area of Tianjin, China. *Agricultural Water Management*, 409, 1757-1773.
20. Zeraat kish, Y. (2016). Economic evaluation of water in the agricultural sector (case study of leishter plain), *Iranian Economic Research and Development*, 47(1), 259-269. (In Farsi).
21. Zhang, X., Huang, G. & Nie, X. (2011). Possibility Stochastic Water Management Model for Agricultural Nonpoint Source Pollution. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 137, 101-112.