

Reserch Article

Investigating the Affecting Components of Water Productivity by Factor Analysis Approach (Case Study: Qazvin Province)

M Inanloo Tayfe Yaghmurlu¹, B Nazari^{2*} and A Sotoodehnia³

Received: February 24, 2022

Accepted: June 6, 2022

Received in Revised: May 21, 2022

Published online: September 23, 2023

1- Graduate Master, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

2- Associate Professor, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

3- Associate Professor, Department of Water Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

*Corresponding Author, E-mail: b.nazari@eng.ikiu.ac.ir

Abstract

Background and Objectives

Many countries around the world are currently facing a major challenge of producing food from limited water resources. Water scarcity, coupled with the misuse of valuable water resources, does not meet the current growing demand for food by the population. Therefore, in the current situation and in order to alleviate poverty and hunger, the most important challenge for the agricultural sector is the strategy of using water more efficiently. In the long run, increasing water productivity to expand irrigated lands and increasing rainfall productivity to produce more food is a key factor in combating hunger and reducing poverty (Kiani and Sedaghat Doost, 2016). Water scarcity in Iran is also an undeniable climatic reality. The total volume of water resources by rainfall is 403 billion cubic meters in the country, of which a significant amount becomes unavailable in the form of evaporation. The volume of renewable water resources is about 100 billion cubic meters, which is a water consumption in the agricultural sector of about 80% (Naseri et al., 2017). Moreover, the rapid increase in population along with the expansion of urbanization has increased water consumption; which has led to the consumption of about 69% of the country's total renewable water that is very high compared to other countries. Meanwhile, agriculture in Iran is in dire need of water. According to the studies, identifying the factors affecting water productivity is of great importance due to the existing conditions (water scarcity) and factor analysis can be used in this regard. Therefore, the present study was planned and conducted to investigate the factors acting water productivity by means of factor analysis.

Methodology

The study area is located in the central latitude and longitude of Qazvin province between 48 degrees and 44 minutes to 50 degrees and 51 minutes in the east of Greenwich meridian and 35 degrees and 24 minutes to 36 degrees and 48 minutes in the north latitude relative to the equator. The total area under cultivation of crops and horticulture in Qazvin province is 334.7 thousand hectares on average, of which about 2323.4 thousand hectares (equivalent to 66.5%) are irrigated



and about 1112.3 thousand hectares are (equivalent to 33.5%) rainfed (Anonymous 2019a, Anonymous 2019b). In this study, three methods including documentary and library study, searching through electronic sources, and field study have been used to collect the required information. The data collection tool was a questionnaire that consists of two parts: personal profile and variables affecting water productivity. The sampling method in this study was completely random. In this study 317 questionnaires were completed. The percentage of variance and eigenvalues of different factors were used to determine the maximum effect of factors in explaining the variance of the data.

Findings

Examining the age and education level of farmers showed that farmers are more in the age range of 40- 61 years and older and their education is mostly Middle School Diploma and lower. The first factor among the nine extraction factors, with a specific value of 4.55, explained 14.67% of the variance of the whole analyzed set. Then the second factor, with a specific value of 3.84, was able to explained 12.39% of the variance of the set. The third factor, with a specific value of 3.22, explained 10.39% of the variance of the whole set under analysis. The fourth, fifth, sixth, seventh, eighth, and ninth factors, with special values of 2.56, 1.65, 1.60, 1.50, 1.40, and 1.16, explained about 8.25, 31. 5, 16.5, 4.84, 4.50, and 3.74 the total variances, respectively. Overall, the nine extracted factors were able to explain about 69.25% of the total variance, which indicates the appropriate variance explained by the extracted factors. Among the nine factors obtained in this study, the components of agricultural-managerial measures and technical-infrastructure measures were recognized as the most important ones. The former factor explained 14.67% of the variance of the whole set under analysis and the latter factor was able to explain 12.39% of the variance of the set.

Conclusion

In this research, nine extracted factors were included in the order of "agricultural-managerial measures", "technical-infrastructure measures", "irrigation management", "extension factors", "fertilizer recommendations", "field time management", "mechanization", "farmer's education level" and "principled control of pests and weeds". The results of this study can be used by managers and researchers in planning to improve water productivity in the agricultural sector.

Keywords: Agriculture, Irrigation, Planning, Variance, Water Scarcity.

مقاله پژوهشی

واکاوی نقش عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب به روش تحلیل عاملی (مطالعه موردی: استان قزوین)

محسن اینانلو طایفه یغمورلو^۱، بیژن نظری^{۲*} و عباس ستوده‌نیا^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۱۶

تاریخ دریافت ویرایش: ۱۴۰۱/۰۲/۳۱

تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۲/۷/۱

۱- دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

۲- دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

۳- دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: b.nazari@eng.ikiu.ac.ir

چکیده

کمبود آب ناشی از رشد جمعیت، تغییرات اقلیمی، توسعه صنایع و مداخلات انسانی به یک بحران جدی، به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک تبدیل شده است. محدودیت منابع آب از طرفی و سهم بالای بخش کشاورزی در مصرف آب از طرف دیگر، ضرورت استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی را نشان می‌دهد. این پژوهش به‌منظور واکاوی نقش عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب در استان قزوین انجام شد. بر اساس یافته‌های این پژوهش در ارتباط با عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب، نه عامل شناسایی و استخراج گردید. عامل اول تحت عنوان "اقدامات زراعی - مدیریتی" که حدود ۱۴/۶۷ درصد از واریانس کل را تبیین نمود. عامل دوم با تبیین ۱۲/۳۹ درصد از واریانس کل، "اقدامات فنی - زیرساختی" نام گرفت، عامل سوم تحت عنوان "مدیریت آبیاری" بود که توانسته است ۱۰/۳۹ درصد از واریانس کل را تشکیل دهد. عامل چهارم تحت عنوان "عوامل ترویجی" است که ۸/۲۴ درصد از واریانس کل را شامل شد. عوامل پنجم، ششم، هفتم، هشتم و نهم به ترتیب با ۵/۳۰، ۵/۱۶، ۴/۸۴، ۴/۵ و ۳/۷۳ درصد از واریانس کل، تحت عنوان‌های "توصیه‌های کودی"، "مدیریت زمان در مزرعه"، "مکانیزاسیون"، "تحصیلات کشاورز" و "مبارزه اصولی با آفات و علف هرز" شناسایی شدند. این نه عامل در مجموع ۶۹/۲۴ درصد از واریانس کل را تبیین نمودند. نتایج حاصل از مطالعه می‌تواند در برنامه‌ریزی بهبود بهره‌وری آب در بخش کشاورزی مورد استفاده مدیران و پژوهشگران قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، برنامه‌ریزی، کشاورزی، کمبود آب، واریانس

مقدمه

در حال حاضر بسیاری از کشورهای جهان برای تولید غذا از منابع آب محدود، با چالش بزرگی روبرو هستند. کمبود آب همراه با بهره‌برداری نادرست از منابع با ارزش آب، جوابگوی تقاضای رو به رشد جمعیت کنونی برای غذا نیست؛ بنابراین در شرایط حاضر مهم‌ترین چالش بخش کشاورزی برای رفع فقر و گرسنگی، راهبرد استفاده کارا تر از آب‌های موجود است. در درازمدت افزایش بهره‌وری آب برای گسترش زمین‌های آبی و افزایش بهره‌وری بارش برای تولید بیشتر غذا، عامل کلیدی برای مبارزه با گرسنگی و کاهش فقر است (کیانی و صداقت دوست ۲۰۱۶). آب ضروری‌ترین منبع برای تولید کالاها و خدمات کشاورزی است. با این حال، سطح بالای تنش آبی و افزایش فراوانی و شدت خشکسالی‌ها که عمدتاً تحت تأثیر پویایی تغییرات آب و هوایی به وجود می‌آیند، باعث کاهش ذخیره منابع آب شیرین به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک است (نظری و همکاران ۲۰۱۸). کم‌آبی در ایران نیز یک واقعیت غیرقابل‌انکار و اقلیمی است حجم کل منابع آب ناشی از بارندگی در کشور ۴۰۳ میلیارد مترمکعب است که مقدار قابل‌توجهی از آن به صورت تبخیر غیرقابل‌دسترس می‌شود. حجم منابع آب تجدیدپذیر حدود ۱۰۰ میلیارد مترمکعب است که مصرف آب در بخش کشاورزی در حدود ۸۰ درصد آن است (ناصری و همکاران ۲۰۱۷). همچنین افزایش سریع جمعیت همراه با گسترش شهرنشینی باعث افزایش مصرف آب شده است؛ که این امر منجر به مصرف حدود ۶۹ درصد کل آب تجدیدپذیر کشور شده است که این مقدار با توجه به کشورهای دیگر بسیار زیاد است. این در حالی است که کشاورزی در ایران به شدت به آب نیاز دارد. لذا بایستی از همین حالا به فکر راه‌حلهایی برای عبور از این بحران افتاد. یکی از روش‌های پیشنهاد شده، اجرای صحیح نظام بهره‌وری مصرف آب است (احسانی و خالدی ۲۰۰۳).

بهره‌وری آب، عملکرد هر سه زیرسیستم (هیدرولیکی، خاک-گیاه و فیزیولوژی) را در نظر می‌گیرد (کیانی و صداقت دوست ۲۰۱۶). شاخص بهره‌وری آب، معیار بسیار مهمی در تصمیم‌گیری و تعیین مزیت کشت محسوب می‌شود، اما گاهی با قیدهایی حاکم بر ساختار کشاورزی همراه می‌شود. محدودیت‌هایی مانند کیفیت آب، جنبه‌های زیست‌محیطی، ریسک تولید و بازار، فرآوری و حتی مسائل اجتماعی و سیاسی که نیازمند تصمیمات مدیریتی متناسب با شرایط می‌شود (عباسی و همکاران ۲۰۱۷).

در زمینه بهره‌وری آب در دنیا مطالعات زیادی صورت گرفته است از جمله این تحقیقات، پژوهش‌گرترز و ریس (۲۰۰۹) و ریس است که به بررسی بهره‌وری آب در شرایط کم‌آبیاری پرداخته‌اند. نتایج مطالعات این تحقیق نشان داده است که در صورتی که حداقل مقدار مشخصی از رطوبت فصلی خاک فراهم شود، برای کشت محصولات مختلف، کم‌آبیاری در افزایش بهره‌وری آب مؤثر است. در بررسی و مطالعه عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب آبیاری مشخص گردید که از عوامل مهم مؤثر در این زمینه، نوع محصول، نحوه مصرف آب، سیستم مورد استفاده آبیاری و وارسته گیاه است (علی و تالوکسر ۲۰۰۸).

مالچ پاشی خاک نیز می‌تواند به طور موثری محیط رشد محصول را اصلاح کند و بهره‌وری محصول را در کشاورزی دیم افزایش دهد (ژنگ و همکاران ۲۰۲۱). با مطالعه اثرهای شیوه‌های کشاورزی بر عملکرد و بهره‌وری آب محصولات گندم، ذرت و سیب زمینی در چین مشخص شد انتخاب روش‌های مناسب مدیریت مزرعه تأثیر زیادی بر بهبود عملکرد و بهره‌وری آب دارد (ژنگ و همکاران ۲۰۲۱). نخجوانی مقدم و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی با ارزیابی گام‌های مدیریت آبیاری محصول گندم به این نتیجه رسیدند که با استفاده از مدیریت نوین می‌توان مقدار تولید محصول را افزایش فراوانی داد. از مهم‌ترین دلایل

مدیریتی حدود ۳۲/۴ درصد، متغیر عوامل اقتصادی حدود ۳۱ درصد، متغیر عوامل آموزشی حدود ۲۸/۵ درصد و متغیر عوامل فرهنگی - اجتماعی حدود ۳۰/۵ درصد از تغییرات متغیر وابسته مدیریت بحران خشکسالی را تبیین می‌نماید. در پژوهشی دیگر بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل عاملی، مشکلات مدیریت آب کشاورزی به ترتیب، مشکلات منابع آب، حفر و بهره‌برداری بی‌رویه از چاه‌ها، مشکلات آبرسانی به سر مزرعه، اعمال مدیریت نامناسب مزرعه، کمبود دانش فنی کشاورزان، حمایت‌های نادرست و ناکافی دولت، عدم دسترسی به کانال‌های ارتباطی نامناسب، هزینه‌های بالا و اعتبارات ناکافی برای مدیریت بیان‌شده است (طاهرآبادی و همکاران ۲۰۱۶). جلالیان (۲۰۱۳) در تحلیل تأثیر سامانه‌های آبیاری نوین بر وضعیت بهره‌برداران کشاورزی در شهرستان خدابنده بر اساس تحلیل عاملی نشان داد که چهار عامل اقتصادی (با ۱۷/۲۶۱ درصد واریانس کل)، زیست‌محیطی (۱۶/۲۶۲ درصد)، نهاده‌های کشاورزی (با ۱۴/۷۲۹ درصد) و اجتماعی (با ۱۲/۲۰۱ درصد) مجموعاً ۶۰/۴۵ درصد کل واریانس متغیرها را تبیین می‌کنند.

سیدان و همکاران (۲۰۱۸) به منظور تعیین و ارزیابی میزان بهره‌وری آب برای هر یک از محصولات عمده زراعی استان همدان از روش تحلیل عاملی اکتشافی و تاییدی استفاده نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد، که هفت عامل شامل فنی و مدیریتی، زراعی، فیزیکی، نهادی، بازار، فردی و اجتماعی به‌عنوان ابعاد مهم بهره‌وری آب، در قالب ۴۵ موضوع قابل بیان است. این عوامل ۷۸/۹۷ درصد از واریانس کل بهره‌وری آب را در مزارع کشاورزی استان همدان تبیین نمود. از میان این عوامل مولفه فنی، مدیریتی و زراعی مهم‌ترین عامل شناخته شد. بر اساس مطالعات و بررسی‌های انجام‌شده، شناسایی عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب از اهمیت بالایی با توجه به شرایط موجود (کم‌آبی)

پایین بودن بهره‌وری آب آبیاری در کشور می‌توان به موارد طراحی نامناسب سامانه‌های آبیاری، عدم مدیریت صحیح آب در مزرعه، عدم استفاده از بذرها و ارقام اصلاح شده، استفاده از تجهیزات و لوازم نامناسب آبیاری، عدم آموزش و اطلاع‌رسانی به کشاورزان، ضعف در مدیریت تغذیه و مدیریت ضعیف مکانیزاسیون در عملیات داشت، کاشت و برداشت اشاره نمود (ابراهیمیان و بتوخته ۲۰۱۷).

در مطالعات مربوط به علوم آب و کشاورزی در بسیاری از تحقیقات از روش تحلیل عاملی برای تعیین عوامل موثر استفاده شده است. این روش برای مشخص کردن مؤثرترین متغیرها در زمانی که تعداد متغیرهای موردبررسی زیاد و روابط بین آن‌ها ناشناخته باشد، استفاده می‌شود. مهم‌ترین هدف استفاده از تحلیل عاملی، کاهش حجم داده‌ها و تعیین متغیرهای مؤثر در ایجاد پدیده‌هاست. از جمله پژوهش‌هایی که از این روش بهره برده‌اند شامل تحقیق کاظمیه و همکاران (۲۰۱۴) است که به بررسی و تحلیل عوامل مؤثر در توسعه کشاورزی و مدیریت منابع آب پرداخته است. در این پژوهش سه عامل آب‌های سطحی، چاه‌های عمیق و چاه‌های نیمه عمیق، ۶۱ درصد تغییرات واریانس کل مدیریت آب کشاورزی را تبیین نموده است.

لورت و همکاران (۲۰۲۱) با استفاده از روش تحلیل عاملی به شناسایی عوامل سنجش توسعه پایدار در کشاورزی برزیل پرداختند. در این تحقیق پیشینه توسعه پایدار کشاورزی در پنج عامل گروه‌بندی شدند که شامل تأثیرگذاران خارجی، تعامل با پایداری، نگرانی در مورد نسل‌های آینده، محرک‌های محیطی و خصوصیات فردی بود.

زند و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی ساز و کارهای موثر بر مدیریت بحران خشکسالی در استان البرز پرداختند. روش استفاده شده در این پژوهش تحلیل عاملی بود. داده‌های این تحقیق حاکی از آن بود که متغیر عوامل

گرفت. سؤالات پرسشنامه به‌گونه‌ای طراحی شده است که پاسخ بهره‌برداران میزان برخورداری و استفاده و به‌کارگیری هریک از عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب را نشان می‌دهد. بدین منظور روش ارزیابی سؤالات پرسشنامه بر اساس اعداد ۱ تا ۵ است که بر مبنای طیف لیکرت (خیلی کم (۱)، کم (۲)، متوسط (۳)، زیاد (۴) و خیلی زیاد (۵)) استوار است.

نحوه ارزیابی روایی محتوایی پرسشنامه‌ها به صورت بررسی کیفی محتوا بود. بدین صورت که از متخصصان درخواست شد تا پس از بررسی، بازخورد لازم را ارائه دهند. تغییرات مورد نظر اعمال شد و پرسشنامه‌ها مجدد مورد بررسی متخصصان قرار گرفت. این مراحل تا زمان دستیابی به روایی پرسشنامه‌ها ادامه داشت.

پایایی پرسشنامه‌ها از طریق آزمون آلفای کرونباخ (کرونباخ، ضریب پایایی ۰.۴۵٪ را کم، ۰.۷۵٪ را متوسط و قابل قبول و ضریب ۰.۹۵٪ را زیاد پیشنهاد کرده است (کرونباخ ۱۹۵۱). مورد ارزیابی قرار گرفت و مقدار آن ۰.۷۶٪ به دست آمد. در نهایت پرسشنامه‌ها در اختیار تمامی پاسخ‌دهندگان قرار گرفتند. در این پژوهش با توجه به نوع پژوهش پس از گردآوری و دسته‌بندی اطلاعات از روش آمار توصیفی (درصد فراوانی) و استنباطی (تحلیل عاملی) برای تجزیه و تحلیل استفاده شد. روش نمونه‌گیری در این پژوهش، به صورت کاملاً تصادفی بوده که تعداد نمونه با استفاده از فرمول کوکران (رابطه ۱)، ۲۸۷ نمونه به دست آمده است. تعداد پرسشنامه‌ای که در این مطالعه تکمیل شدند، ۳۱۷ پرسشنامه بود.

$$n = \frac{Nt^2pq}{Nd^2 + t^2pq} \quad [1]$$

که در آن N: تعداد کل جمعیت آماری، t: ضریب اطمینان، p: احتمال وجود صفت در جامعه، q: احتمال عدم وجود صفت در جامعه و d: دقت نمونه‌گیری است.

برخورداری است و استفاده از روش تحلیل عاملی می‌تواند در این راستا مورد توجه قرار گیرد. با توجه به این موضوع که پژوهشی با چنین عنوانی در استان قزوین انجام نشده است. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف واکاوی عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب با روش تحلیل عاملی در این استان برنامه‌ریزی و انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه استان قزوین بوده است که در گستره بین ۴۸ درجه و ۴۴ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۳۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی نسبت به خط استوا قرار دارد. مجموع اراضی زیر کشت محصولات زراعی و باغی استان قزوین به طور متوسط ۳۳۵/۷ هزار هکتار بوده که از این مقدار حدود ۲۲۳/۴ هزار هکتار (معادل ۶۶/۵ درصد) آبی و حدود ۱۱۲/۳ هزار هکتار (معادل ۳۳/۵ درصد) به صورت دیم بوده است (بی‌نام ۲۰۱۹a,b).

در این مطالعه، برای جمع‌آوری اطلاعات از سه روش مطالعه اسنادی و کتابخانه‌ای، جستجو از طریق منابع الکترونیکی و مطالعه میدانی استفاده به عمل آمده است. ابزار جمع‌آوری اطلاعات پرسشنامه بود که از دو بخش مشخصات فردی و بخش متغیرهای مؤثر بر بهره‌وری آب تشکیل شده است. برای طراحی پرسشنامه‌ها در ابتدا با بررسی زمینه تحقیق و مطالعات پیشین در سطح جهان، ملی و استان (قزوین) و با بازدیدهای میدانی به عمل آمده از مزارع و باغ‌های استان به تدوین اولیه پرسشنامه‌ها پرداخته شد؛ و برای طیفی از پاسخ‌دهندگان ارسال گردید و پس از تکمیل، پرسشنامه‌ها عودت شد. با تجزیه و تحلیل پاسخ‌ها، پرسشنامه کامل‌تر در اختیار طیف وسیع‌تری از پاسخ‌دهندگان قرار گرفت سپس با تجزیه و تحلیل پاسخ‌ها، روایی و پایایی پرسشنامه‌ها مورد بررسی قرار

جدول ۱- متغیرها و مولفه‌های موثر بر بهره‌وری آب.

| ردیف | متغیر | ردیف | متغیر |
|------|--|------|--|
| ۱ | برداشت مکانیزه محصول | ۱۷ | استفاده از کود در زمان مناسب |
| ۲ | استفاده از کشت نشایی و نهال | ۱۸ | آبیاری در عصر و شب |
| ۳ | استفاده از میزان مناسب بذر (نوع رقم و نحوه کاشت) | ۱۹ | اجرای سامانه آبیاری توسط کارشناسان مجرب |
| ۴ | استفاده از رقم مناسب با توجه به اقلیم منطقه | ۲۰ | استفاده از آب باکیفیت |
| ۵ | استفاده از دستگاه کارنده مناسب | ۲۱ | استفاده از دوره‌های آموزشی کشاورزی و آبیاری |
| ۶ | استفاده از تناوب به‌طور منظم | ۲۲ | استفاده از نیروهای متخصص (کارشناسان و اساتید دانشگاه) |
| ۷ | برداشت محصول با کمترین ضایعات | ۲۳ | دیدگاه و نگرش جامع به کلیه عوامل موجود در زنجیره تولید |
| ۸ | استفاده از فناوری نوین و کارآمد (بذر، ماشین‌آلات نوین) | ۲۴ | مراجعه به مراکز جهاد کشاورزی و استفاده از کارشناسان |
| ۹ | استفاده از سامانه آبیاری تحت فشار | ۲۵ | استفاده از کود به‌صورت اصولی (آزمایش خاک و توصیه‌ها) |
| ۱۰ | تسطیح و یکپارچگی و نوسازی اراضی | ۲۶ | میزان رعایت زمان کشت مناسب |
| ۱۱ | استفاده از تسهیلات بانکی (توسعه آبیاری نوین، مکانیزه) | ۲۷ | میزان رعایت زمان برداشت مناسب |
| ۱۲ | دارا بودن بافت خاک مناسب | ۲۸ | سطح مکانیزاسیون |
| ۱۳ | انتقال آب با کانال بتنی و لوله | ۲۹ | کاشت محصول به‌صورت بی خاک‌ورزی یا کم خاک‌ورزی |
| ۱۴ | مدیریت آبیاری مناسب بر اساس طراحی کارشناسان و بازدید | ۳۰ | سطح تحصیلات کشاورز برای آموزش و یادگیری |
| ۱۵ | سرمایه‌گذاری در امر تحقیق و توسعه | ۳۱ | مبارزه مؤثر با آفات و علف هرز |
| ۱۶ | استفاده از استخر ذخیره آب | | |

$$x^2 = - \left(n - 1 - \frac{2p + 5}{6} \right) \ln |R| \quad [۳]$$

که در آن n: معرف تعداد آزمودنی‌ها، p: تعداد متغیرها، R: قدر مطلق دترمینان ماتریس همبستگی است. آزمون کرویت بارتلت این فرضیه را که ماتریس همبستگی‌های مشاهده‌شده متعلق به جامعه‌ای با متغیرهای ناهمبسته است می‌آزماید. برای آن‌که یک مدل عاملی مفید و دارای معنا باشد، لازم است متغیرها همبسته باشند.

در ادامه درصد واریانس و مقادیر ویژه عامل‌های مختلف به منظور تعیین بیشترین تاثیر عامل‌ها در تبیین واریانس داده‌ها انجام شد سپس با استفاده از ماتریس عاملی محل قرارگیری هر متغیر در عامل‌های تعیین شده صورت پذیرفت و در پایان نام گذاری عامل‌ها انجام شد.

نتایج و بحث

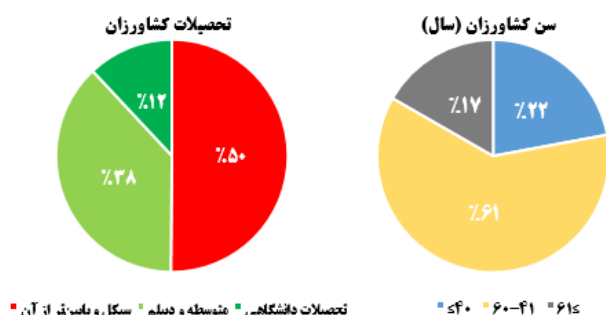
شکل ۱ وضعیت سن و سطح تحصیلات کشاورزان را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود کشاورزان از لحاظ سنی بیشتر در بازه ۴۰ تا ۶۱ سال و از نظر تحصیلات در سطح سیکل و پایین‌تر از آن قرار دارند.

متغیرها و مؤلفه‌های (مؤثر بر بهره‌وری آب) که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند در جدول ۱ ارائه شده‌اند.

برای تعیین و تشخیص مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی از ضریب KMO استفاده شد که مقدار آن پیوسته بین صفر و یک در نوسان است و از رابطه ۲ محاسبه می‌شود (کایزر ۱۹۷۴).

$$KMO = \frac{\sum \sum r_{ij}^2}{\sum \sum r_{ij}^2 + \sum \sum a_{ij}^2} \quad [۲]$$

که در آن r_{ij} : ضریب همبستگی ساده بین متغیرهای z و i و a_{ij} : ضریب همبستگی جزئی بین آن‌هاست. در صورتی‌که مقدار KMO کمتر از ۰/۵ باشد، داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب نخواهند بود و اگر مقدار آن بین ۰/۵ تا ۰/۶۹ باشد می‌توان با احتیاط بیشتر به تحلیل عاملی پرداخت؛ اما در صورتی‌که مقدار آن بزرگ‌تر از ۰/۷ باشد همبستگی‌های موجود در بین داده‌ها برای تحلیل عاملی مناسب خواهد بود. برای اطمینان بیشتر از مناسب بودن داده‌ها برای تحلیل عاملی از آزمون کرویت بارتلت نیز استفاده شد (رابطه ۳).



شکل ۱- وضعیت سن و سطح تحصیلات کشاورزان.

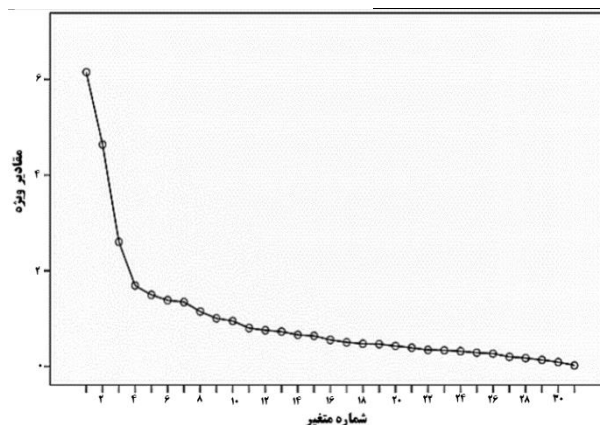
۰/۷۷۳ ۵۴۱۳/۲۸۴ ۴۶۵ ۰/۰۰۲

شکل ۲ تغییرات مقادیر ویژه را در ارتباط با عامل‌ها نشان می‌دهد. با توجه به شکل می‌توان گفت از عامل دوم به بعد مقادیر ویژه عاملی به‌طور چشم‌گیری کاهش یافته، به صورتی که بعد از عامل نهم مقادیر به کمتر از یک رسیده است. می‌توان نتیجه گرفت که نه عامل اول بیشترین تاثیر را در تبیین واریانس داده‌ها داشته‌اند.

در جدول ۲ نتایج آزمون‌های KMO و کرویت بارتلت ارائه شده است. نتایج این آزمون‌ها نشان می‌دهند که داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی مناسب بوده‌اند و بین متغیرها همبستگی وجود دارد. انجام تحلیل عاملی بر روی متغیرها امکان‌پذیر است و متغیرهای معرفی شده توانایی عاملی شدن را دارند.

جدول ۲- نتایج آزمون KMO و آزمون بارتلت.

| آزمون کرویت بارتلت | |
|--------------------|---------------|
| مقدار آماره آزمون | مقدار کای |
| KMO | درجه آزادی |
| Sig. | اسکوئر تقریبی |



شکل ۲- نمودار اسکری برای تعیین تعداد عامل‌ها.

مجموعه مورد تحلیل بود. پس از آن عامل دوم با مقدار ویژه ۳/۸۴ توانسته است ۱۲/۳۹ درصد از واریانس مجموعه را تبیین نماید. عامل سوم با مقدار ویژه ۳/۲۲ تبیین‌کننده ۱۰/۳۹ درصد از واریانس کل مجموعه مورد تحلیل است. عامل‌های چهارم، پنجم، ششم، هفتم، هشتم و نهم به ترتیب با مقادیر ویژه ۲/۵۶، ۱/۶۵، ۱/۶۰،

عامل‌های استخراج‌شده (مجموعه متغیرهای مورد تحلیل)، همراه با مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس جمعی پس از چرخش عامل‌ها در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به اطلاعات مندرج در این جدول، عامل نخست از بین نه عامل استخراجی با مقدار ویژه ۴/۵۵ تبیین‌کننده ۱۴/۶۷ درصد از واریانس کل

| عامل | | | | | | | | | متغیر |
|------|---|---|---|---|---|---|-------|---|--|
| ۹ | ۸ | ۷ | ۶ | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | |
| | | | | | | | ۰/۷۸ | | تسطیح و یکپارچگی و نوسازی اراضی |
| | | | | | | | ۰/۷۵ | | استفاده از تسهیلات بانکی (توسعه آبیاری نوین، مکانیزه) |
| | | | | | | | -۰/۶۶ | | دارا بودن بافت خاک مناسب |
| | | | | | | | ۰/۴۲ | | انتقال آب با کانال بتنی و لوله |
| | | | | | | | ۰/۸۰ | | مدیریت آبیاری مناسب بر اساس طراحی کارشناسان و بازدید |
| | | | | | | | ۰/۷۱ | | سرمایه‌گذاری در امر تحقیق و توسعه |
| | | | | | | | ۰/۶۱ | | استفاده از استخر ذخیره آب |
| | | | | | | | ۰/۵۵ | | آبیاری در عصر و شب |
| | | | | | | | ۰/۵۵ | | اجرای سامانه آبیاری توسط کارشناسان مجرب |
| | | | | | | | -۰/۴۸ | | استفاده از آب باکیفیت |
| | | | | | | | ۰/۸۷ | | استفاده از دوره‌های آموزشی کشاورزی و آبیاری |
| | | | | | | | ۰/۶۸ | | استفاده از نیروهای متخصص (کارشناسان و اساتید دانشگاه) |
| | | | | | | | ۰/۵۹ | | دیدگاه و نگرش جامع به کلیه عوامل موجود در زنجیره تولید |
| | | | | | | | ۰/۵۷ | | مراجعه به مراکز جهاد کشاورزی و استفاده از کارشناسان |
| | | | | | | | ۰/۸۸ | | استفاده از کود در زمان مناسب |
| | | | | | | | ۰/۷۸ | | استفاده از کود به صورت اصولی (آزمایش خاک و توصیه‌ها) |
| | | | | | | | ۰/۸۰ | | میزان رعایت زمان کشت مناسب |
| | | | | | | | ۰/۷۹ | | میزان رعایت زمان برداشت مناسب |
| | | | | | | | ۰/۷۳ | | سطح مکانیزاسیون |
| | | | | | | | ۰/۴۱ | | کاشت محصول به صورت بی خاک‌ورزی یا کم خاک‌ورزی |
| | | | | | | | ۰/۸۵ | | سطح تحصیلات کشاورز برای آموزش و یادگیری |
| | | | | | | | ۰/۸۹ | | مبارزه مؤثر با آفات و علف‌های هرز |

"مبارزه اصولی با آفات و علف‌های هرز". بعضی از این عامل‌ها نیز در پژوهش‌های ایشفق و همکاران (۲۰۲۰)، فرح‌زا و نظری (۱۳۹۷) و سینگ و همکاران (۲۰۱۴) نیز به عنوان عامل‌های مؤثر بر بهره‌وری آب بررسی شده‌اند. همچنین در پژوهش سیدان و همکاران (۲۰۱۸) نیز مولفه‌های "فنی و مدیریتی" و "زراعی" مهم‌ترین عامل‌های مؤثر بر ارتقا بهره‌وری آب معرفی شده‌اند.

نام‌گذاری عامل‌ها در جدول ۵ ارائه شده است. عامل نخست تحت عنوان "اقدامات زراعی- مدیریتی" عامل دوم با نام "اقدامات فنی- زیرساختی"، عامل سوم تحت نام "مدیریت آبیاری"، عامل چهارم با عنوان "عوامل ترویجی"، عامل پنجم با نام "توصیه‌های کودی"، عامل ششم تحت عنوان "مدیریت زمان در مزرعه"، عامل هفتم با نام "مکانیزاسیون"، عامل هشتم تحت عنوان "تحصیلات کشاورز" و عامل نهم با نام

جدول ۵- نام گذاری عامل‌های مؤثر بر بهره‌وری آب.

| ردیف | نام عامل | درصد واریانس تیبین (با چرخش) | متغیرهای مؤثر بر بهره‌وری | بار عاملی |
|------|------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| | | | برداشت مکانیزه محصول | ۰/۹۲ |
| | | | استفاده از کشت نشایی و نهال | -۰/۹۱ |
| ۱ | اقدامات زراعی- مدیریتی | ۱۴/۶۷ | استفاده از میزان مناسب (نوع رقم و نحوه کاشت) | -۰/۸۰ |
| | | | استفاده از رقم مناسب با توجه به اقلیم منطقه | ۰/۷۹ |

| ردیف | نام عامل | درصد واریانس تبیین (با چرخش) | متغیرهای مؤثر بر بهره‌وری | بار عاملی |
|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--|--------------|
| | ۲ اقدامات فنی - زیرساختی | ۱۲/۳۹ | استفاده از دستگاه کارنده مناسب | ۰/۷۲ |
| | | | استفاده از تناوب به‌طور منظم | ۰/۶۱ |
| | | | برداشت محصول با کمترین ضایعات | -۰/۵۶ |
| | ۳ مدیریت آبیاری | ۱۰/۳۹ | استفاده از فنآوری نوین و کارآمد (بذر، ماشین‌آلات نوین) | ۰/۸۷ |
| | | | استفاده از سامانه آبیاری تحت‌فشار | ۰/۸۴ |
| | | | تسطیح و یکپارچگی و نوسازی اراضی | ۰/۷۸ |
| | | | استفاده از تسهیلات بانکی (توسعه آبیاری نوین، مکانیزه کردن) | ۰/۷۵ |
| | | | دارا بودن بافت خاک مناسب | ۰/۶۶ |
| انتقال آب با کانال بتنی و لوله | ۰/۴۲ | | | |
| | ۴ عوامل ترویجی | ۸/۲۵ | مدیریت آبیاری مناسب بر اساس طراحی کارشناسان و بازدید | ۰/۸۰ |
| | | | سرمایه‌گذاری در امر تحقیق و توسعه | ۰/۷۱ |
| | | | استفاده از استخر ذخیره آب | ۰/۶۱ |
| | | | آبیاری در عصر و شب | ۰/۵۵ |
| | | | اجرای سامانه آبیاری توسط کارشناسان مجرب | ۰/۵۵ |
| استفاده از آب باکیفیت | -۰/۴۸ | | | |
| | ۵ توصیه‌های کودی | ۵/۳۱ | استفاده از دوره‌های آموزشی کشاورزی و آبیاری | ۰/۸۷ |
| | | | استفاده از نیروهای متخصص (کارشناسان و اساتید دانشگاه) | ۰/۶۸ |
| | | | دیدگاه و نگرش جامع به کلیه عوامل موجود در زنجیره تولید | ۰/۶۰ |
| | | | مراجعه به مراکز جهاد کشاورزی و استفاده از کارشناسان | ۰/۵۷ |
| | ۶ مدیریت زمان در مزرعه | ۵/۱۶ | استفاده از کود در زمان مناسب | ۰/۸۸ |
| | | | استفاده از کود به‌صورت اصولی (آزمایش خاک و توصیه‌ها) | ۰/۷۸ |
| | ۷ مکانیزاسیون | ۴/۸۴ | میزان رعایت زمان کشت مناسب | ۰/۸۰ |
| | | | میزان رعایت زمان برداشت مناسب | ۰/۸۰ |
| | ۸ تحصيلات کشاورز | ۴/۵۰ | سطح مکانیزاسیون | ۰/۷۳ |
| | | | کاشت محصول به‌صورت بی‌خاک‌ورزی یا کم‌خاک‌ورزی | ۰/۴۱ |
| | ۹ مبارزه اصولی با آفات و علف‌های هرز | ۳/۷۴ | سطح تحصيلات کشاورز برای آموزش و یادگیری | ۰/۸۵ |
| | | | مبارزه مؤثر با آفات و علف هرز | ۰/۸۹ |

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش نه عامل مؤثر بر بهره‌وری آب شناسایی و استخراج گردید. عامل اول با نام "اقدامات زراعی - مدیریتی" شامل مواردی همچون برداشت مکانیزه محصول، استفاده از کشت نشایی و نهال، استفاده از میزان مناسب بذر با توجه به نوع رقم و نحوه کاشت، استفاده از رقم مناسب با توجه به اقلیم منطقه، استفاده از دستگاه کارنده مناسب، استفاده از تناوب به‌طور منظم و برداشت محصول با کمترین ضایعات بود. عامل دوم با عنوان "اقدامات فنی - زیرساختی" دربرگیرنده متغیرهایی

همانند استفاده از فنآوری نوین و کارآمد (بذر، ماشین‌آلات نوین، سامانه آبیاری نوین)، استفاده از سامانه آبیاری تحت‌فشار، تسطیح و یکپارچگی و نوسازی اراضی، استفاده از تسهیلات بانکی برای توسعه (آبیاری نوین، مکانیزه کردن و غیره)، دارا بودن بافت خاک مناسب و انتقال آب با کانال بتنی و لوله است. عامل سوم تحت نام "مدیریت آبیاری" بود که شامل متغیرهایی همچون مدیریت آبیاری مناسب بر اساس طراحی کارشناسان و بازدیدهای روزانه (دور آبیاری و غیره)، سرمایه‌گذاری در امر تحقیق و توسعه، استفاده از استخر ذخیره آب، آبیاری در عصر و شب،

رعایت زمان کشت مناسب و میزان رعایت زمان برداشت مناسب در این عامل قرار دارند. عامل هفتم با عنوان "مکانیزاسیون" شامل سطح مکانیزاسیون و کاشت محصول به صورت بی خاکورزی یا کم خاکورزی بود. عامل هشتم با نام "تحصیلات کشاورز" شامل سطح تحصیلات کشاورز برای آموزش و یادگیری بود و در نهایت عامل نهم با نام "مبارزه اصولی با آفات و علف‌های هرز" شامل مبارزه مؤثر با آفات و علف‌های هرز بود. نتایج حاصل از این مطالعه می‌تواند در برنامه‌ریزی بهبود بهره‌وری آب در بخش کشاورزی مورد استفاده مدیران و پژوهشگران قرار گیرد.

اجرای سامانه آبیاری توسط کارشناسان مجرب و استفاده از آب باکیفیت است. عامل چهارم تحت عنوان "عوامل ترویجی" بود که متغیرهایی مانند استفاده از نیروهای متخصص و همکاری با کارشناسان و استادان، دیدگاه و نگرش جامع به کلیه عوامل موجود در زنجیره تولید و مراجعه به مراکز جهاد کشاورزی و استفاده از توصیه کارشناسان، در این عامل قرار داشتند. عامل پنجم با نام "توصیه‌های کودی" شامل استفاده از کود در زمان مناسب و استفاده از کود به صورت اصولی (آزمایش خاک و توصیه‌های کارشناسی) بود. عامل ششم تحت عنوان "مدیریت زمان در مزرعه" است که متغیرهایی مانند میزان

منابع مورد استفاده

- Abbasi F and Abbasi N, 2017. Water productivity in agriculture; Challenges and prospects. *Journal of Water and Sustainable Development* 4(1): 141-144. (In Persian with English abstract)
- Ali MH, and Talukser MSU, 2008. Increasing water productivity in crop production-A synthesis. *Agric Water Manage* 95:1201-1213.
- Anonymous, 2019a. Agricultural Statistics Crop Year 2017, Volume 3: Horticultural Products, Ministry of Agriculture Jihad, Deputy of Planning and Economics, ICT Center. (In Persian)
- Anonymous, 2019b. Agricultural Statistics Crop Year 2016-2017, Volume 1: Crops Products, Ministry of Agriculture Jihad, Deputy of Planning and Economics, ICT Center. (In Persian)
- Cronbach LJ, 1951. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika* 16: 297-334.
- Ebrahimian H and Batokhteh F, 2017. Technologies needed to improve irrigation water efficiency. Secretariat of the specialized commissions of the Iran Chamber, Report No: 19689. (In Persian)
- Ehsani M and Khaldi H, 2003. Agricultural Water Productivity. National Committee for Drainage and Irrigation of Iran, (In Persian)
- Farahza MN and Nazari B, 2018. Presenting and reviewing wheat fertilizer recommendations to increase crop yield and water productivity in Qazvin province. National Conference on Water Resources Management Strategies and Environmental Challenges, 1 May, Sari, Iran. (In Persian)
- Geerts S and Raes D, 2009. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. *Agricultural Water Management* 9(96): 1275-1284.
- Ishfaq M, Nadeem A, Shakeel A and Anjum M, 2020. Growth, yield and water productivity of dry direct seeded rice and transplanted aromatic rice under different irrigation management regimes. *Journal of Integrative Agriculture* 19(11): 2656-2673.
- Jalalian H, 2013. The analysis of the impacts of new irrigation systems on agriculture exploitation in Khodabandeh. *Journal of Space Economics and Rural Development* 1(2): 41-64. (In Persian with English abstract)
- Kaiser FG, 1974. *System Analysis by Digital Computer*. Wiley, New York.
- Kazemeyeh F, Hosseinzad J, Dashti G and Ghafouri H, 2014. The analysis of effective indicators regarding agricultural development and water management of rural settlements Case study: Tabriz plain. *Space Economy and Rural Development*, 3(8): 1-18. (In Persian with English abstract)
- Kiani A, and Sedaghat Doost A, 2016. Water Productivity and Methods to Improve it. Deputy of Extension-Institute of Technical Research and Agricultural Engineering (In Persian).

- Nakhjavani Moghadam M, Ghahraman B, Davari K, Alizadeh A, Dehghani Sani H and Tavakoli AR, 2016. Improvement of rain water productivity in producing Rainfed wheat by advanced agronomic scenarios and limited irrigation in upper Karkheh River basin. *Journal of Water Research in Agriculture* 30(3): 301-315. (In Persian with English abstract)
- Laurett R, Paco A and Mainardes EW, 2021. Measuring sustainable development, its antecedents, barriers and consequences in agriculture: An exploratory factor analysis. *Environmental Development* 37: 100583
- Naseri A, Abbasi F and Akbari M, 2017. Estimating agricultural water consumption by analyzing water balance. *Irrigation and Drainage Structures Engineering Research* 18(68): 17-32. (In Persian with English abstract)
- Nazari B, Liaghat AL, Akbari MR and Keshavarz M, 2018. Irrigation water management in Iran: Implications for water use efficiency improvement. *Agricultural Water Management* 208: 7-18.
- Singh OP, Singh R and Singh MK, 2014. Impact of farm sector electricity subsidy on water use efficiency and water productivity in India. *Indian Journal of Agricultural Economics* 69(3): 1-10.
- Seyedan S, Ghadami Firouzabadi A and Dehghanisanij H, 2018. Investigation of affecting factors on water productivity improvement of crop products in Hamadan province. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage* 12(4): 775-787.
- Taherabadi F, Motamed M and Khaledian, M. 2016. Analysis of barriers and problems of agricultural water management in achieving sustainable development. *Journal of Space Economics and Rural Development* 5 (3): 57-70 (In Persian with English abstract).
- Zand A, Dehyouri S and Arfaee M, 2022. Investigating mechanisms for managing drought crisis management from the experts' point of view agriculture Jihad of Alborz province. *Water Resources Engineering*, 14(51): 87-98 (In Persian with English Extended abstract).
- Zhang SH, Wang H, Sun X, Fan J, Zhang F, Zheng J and Li Y, 2021. Effects of farming practices on yield and crop water productivity of wheat, maize and potato in China: A meta-analysis. *Agricultural Water Management*, 243, 106444.
- Zheng J, Fan J, Zheng F and Zhuang Q, 2021. Evapotranspiration partitioning and water productivity of rainfed maize under contrasting mulching conditions in Northwest China. *Agricultural Water Management* 243, 106473.