Research Paper

Investigation of applied water and water productivity of wheat fields in Fars province

Mohammad Ali Shahrokhnia [1*], Amir Eslami [2], Javad Baghani [3]

1. Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
2. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
3. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Received:2020/12/29
Revised:2021/04/28
Accepted:2021/06/07
Online: 2021/09/01

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/wej.2021.27044.2288

Keywords:
Applied water, Irrigation scheduling, Water productivity, water requirement

Abstract

Introduction: Improving irrigation management of wheat fields can reduce water consumption and increase water productivity in Fars province. In order to apply proper irrigation management in wheat farms, it is necessary to have sufficient and accurate information about the status of irrigation water and water productivity.

Methods: A study was conducted to measure and calculate water productivity in 30 wheat fields in three different climatic regions of Fars province. T-test was used for statistical comparison of the obtained results. Also, the correlation between different factors was examined by determining the correlation coefficient.

Findings: The results of this study showed that the average volume of water used in wheat fields was equal to 5340 m3/ha, which is 1064 m3/ha more than the average water requirement in the experimental year. The volume of water used was significantly different from the long-term water requirement and there was no significant difference in the volume of water used in different irrigation systems. The average amount of irrigation water productivity and total water productivity were 1.25 and 1.04 kg/m3, respectively, but the difference in water productivity in different irrigation systems (surface, sprinkler and drip) was not significant. The difference between irrigation water productivity in warm and cold regions and warm and temperate regions was significant at 5% level. The study of correlation between different factors showed that the cool air in the region, and the length of the growth period were important factors in crop production and the number of irrigations.

Citation: Shahrokhnia MA, Eslami A, Baghani J. Investigation of applied water and water productivity of wheat fields in Fars province. Water Resources Engineering Journal.2022; 15(52): 114-128

***Corresponding author:** Mohammad Ali Shahrokhnia
Address: Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
Tell: +989177109159
Email: mashahrokh@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

Wheat is one of the strategic and important products of Iran, and increasing its production is one of the country's agricultural priorities. Due to the drought and water shortage in Iran, which is a climatic reality and due to the growing need for water in different sectors, optimal use and saving water is essential. Estimating or determining water management indicators such as volume of irrigation water, irrigation efficiency and water productivity can significantly help water resources planning in the country. However, so far the volume of irrigation water in the agricultural sector has not been accurately determined or estimated, and this issue has always been one of the main concerns of planners of the country's water industry. The results of previous studies showed that addressing the volume of irrigation water and wheat water productivity is of considerable importance. On the other hand, few studies in Fars province, which is one of the important centers of wheat production in the country, prove the need for such research. Therefore, in the present study, we have tried to study the amount of water requirement, irrigation water volume and wheat water productivity in this province.

Materials and Methods

This research was carried out using data collected from wheat fields in three regions of Darab, Marvdasht and Eghlid in Fars province. These three regions are representative of warm, temperate and cold climates in Fars province, respectively. In these three areas, 30 farms were selected from among the farmers who were willing to cooperate in order to cover various factors such as farm area, irrigation method, soil texture and water quality. Irrigation was also managed by the farmer and based on this, various field parameters including water inflow to the field, crop yield, number of irrigations, water and soil salinity, geographical location and area under cultivation were measured. Daily meteorological data required to estimate water requirements were obtained from the Penman-Montieth method from synoptic meteorological stations in the regions. Wheat required water was estimated by Penman Montieth method using meteorological data of the research year and the last 10 years by ET Calculator software. The required water of wheat was obtained from the National Water Document in the mentioned areas and the amount of effective rainfall was estimated by FAO method. Irrigation water volume, yield and water productivity in three regions were compared using t-test. Irrigation water values were compared once in each of the three regions and once with the total data of the three regions with the gross required water obtained from the three water requirement scenarios. Also, the volume of irrigation water and water productivity in different irrigation systems (surface, sprinkler, drip) were compared. The correlation of different measured parameters was also evaluated. Finally, by summarizing the total results, suggestions were made to improve water productivity in wheat fields.

Findings

The results showed that the length of growth period and yield of wheat in the cold region (Eghlid) has the highest and in the warm region (Darab) the lowest value. Conversely, soil and water salinity was highest in the warm region and lower in the cold region. The highest and lowest irrigation water of the fields was related to the cold and temperate region with about 5700 and 4800 m3/ha, respectively. The maximum and minimum values of water productivity belonging to the temperate and warm regions have been calculated as 1.67 and 1.01 kg/m3, respectively. The maximum and minimum values of each irrigation depth were obtained for fields located in warm and cold regions with 87 and 62 mm, respectively. The difference between irrigation water and all three scenarios of water requirement in the warm region was significant at the level of 1%. In the temperate region, the difference between irrigation water and different scenarios of water requirement at the level of 5% was not significant, which means that the amount of

water given was proportional to the amount of water demand. The difference between the amount of irrigation water was about 2600 m3/ha less than the water requirement of National Water Document, which was not significant at the 5% level but was significant at the 10% level. In the cold region, the amount of irrigation water was about 2000 m3/ha less than the water requirement of National Water Document, which was a significant difference at the level of 5%. The difference between irrigation water in the cold region and other scenarios of water requirement was not significant.

Discussion

The average differences in irrigation water values for hot and cold regions were about 400, for cold and temperate regions about 900, and for warm and temperate regions 500 cubic meters per hectare. According to t-test, the difference between the amounts of irrigation water was not significant in any of the areas. But the difference in yield values between hot and cold regions was significant at the level of 1%. The yield of wheat in the warm region was lower than the temperate and cold regions. The difference in irrigation water productivity between hot and temperate regions and hot and cold regions was also significant at 5% level. But the difference between cold and temperate regions was not significant. Regarding total water productivity, only the difference between warm and temperate regions at 1% level was significant and the difference between other regions was not significant. In general, irrigation water productivity and total water productivity were higher in the temperate region than in the cold region and higher in the cold region than in the warm region. In general, the volume of irrigation water, yield and water productivity in different irrigation systems did not differ significantly at the level of 5%, and only the difference in crop yield between sprinkler and surface irrigation systems at the level of 1% was significant.

Conclusion

No difference in the volume of irrigation water in different irrigation systems and a significant difference in the volume of irrigation water with the required water in the year of research, shows that modern irrigation systems compared to conventional surface irrigation systems have not been able to reduce irrigation water. Differences in efficiencies will cause the difference between the amount of applied water and the gross water requirement in surface irrigation systems to be greater than in sprinkler and drip irrigation systems. The main reason is the lack of irrigation scheduling in wheat fields. Irrigation scheduling, which is the determination of the appropriate time and volume of each irrigation, especially in years when significant rainfall occurs, can reduce the volume of irrigation water and increase water productivity. Lack of farmers' knowledge of rainfall forecasts can lead to over-irrigation and water loss.

Ethical Considerations compliance with ethical guidelines

The cooperation of the participants in the present study was voluntary and accompanied by their consent.

Funding

No funding.

Authors' contributions

Design and conceptualization: Mohammad Ali Shahrokhnia, Amir Eslami, Javad Baghani.
Methodology and data analysis: Mohammad Ali Shahrokhnia, Amir Eslami, Javad Baghani.
Supervision and final writing: Mohammad Ali Shahrokhnia.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

بررسی میزان آب کاربردی و بهره‌وری آب مزارع گندم در استان فارس

محمدعلی شاهرخ نیا[۱*]، امیر اسلامی[۲]، جواد باغانی[۳]
۱. دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
۲. استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
۳. استادیار پژوهشی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۱۰/۰۹
تاریخ اولین بازنگری: ۱۴۰۰/۰۲/۰۸
تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۳/۱۷
تاریخ آنلاین: ۱۴۰۰/۰۶/۱۰

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI:
10.30495/wej.2021.27044.2288

واژه‌های کلیدی:
آب آبیاری ، برنامه‌ریزی آبیاری، بهره‌وری آب، نیاز آبی.

چکیده

مقدمه: با توجه به کمبود منابع آب در کشور و به تبع آن استان فارس، بهبود مدیریت آبیاری مزارع گندم می‌تواند منجر به کاهش مصرف آب و افزایش بهره‌وری آب شود. برای اعمال مدیریت مناسب آبیاری در مزارع گندم، لازم است اطلاع کافی و دقیقی از وضعیت میزان مصرف آب و بهره‌وری آب وجود داشته باشد

روش: در یکسال زراعی مطالعه‌ای برای اندازه‌گیری آب آبیاری و محاسبه بهره‌وری آب در ۳۰ مزرعه گندم در سه منطقه آب و هوایی مختلف استان فارس انجام شد. برای مقایسه آماری نتایج بدست آمده از آزمون تی استفاده شد. همچنین همبستگی عوامل مختلف باهم، با تعیین ضریب همبستگی مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج این تحقیق، نشان داد که متوسط مقدار آب آبیاری کاربردی در مزارع گندم معادل ۵۳۴۰ مترمکعب در هکتار بوده که ۱۰۶۴ مترمکعب در هکتار از میانگین نیاز آبی در سال آزمایش بیشتر بوده است. از نظر آماری میزان آب آبیاری با نیاز آبی بلندمدت تفاوت معنی‌دار داشت و در میزان آب آبیاری در سامانه‌های مختلف آبیاری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. متوسط مقدار بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل به‌ترتیب ۱/۲۵ و ۱/۰۴ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد که تفاوت میزان بهره‌وری آب در سامانه‌های مختلف آبیاری (سطحی، بارانی و قطره‌ای) نیز معنی‌دار نبود. تفاوت بهره‌وری آب آبیاری در منطقه گرم با سرد و منطقه گرم با معتدل در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بررسی همبستگی بین عوامل مختلف نشان داد که عامل سرد بودن منطقه و طول دوره رشد عامل مهمی در تولید محصول و تعداد آبیاری‌ها بوده است.

نتیجه‌گیری: سامانه‌های آبیاری نوین در مقایسه با سامانه های سنتی آبیاری سطحی نتوانسته باعث کاهش آب آبیاری مزارع گندم شود. البته نبایستی این موضوع منجر به زیر سوال رفتن اهمیت و فایده سامانه‌های نوین آبیاری شود. بلکه علت اصلی، عدم وجود برنامه‌ریزی آبیاری در مزارع گندم می‌باشد. برنامه‌ریزی آبیاری، بویژه در سال‌هایی که بارندگی قابل توجهی رخ می‌دهد، می‌تواند باعث کاهش آب آبیاری و افزایش بهره‌وری آب گردد. عدم اطلاع کشاورزان از پیش‌بینی‌های بارندگی می‌تواند باعث انجام آبیاری اضافی و اتلاف آب گردد.

* **نویسنده مسئول:** محمدعلی شاهرخ نیا
نشانی: بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شیراز، ایران.
تلفن: ۰۹۱۷۷۱۰۹۱۵۹
پست الکترونیکی: mashahrokh@yahoo.com

مقدمه

گندم یکی از محصولات استراتژیک و مهم کشور است که افزایش تولید آن از اولویت‌های کشاورزی کشور است. با توجه به خشک‌سالی وکم آبی در ایران که یک واقعیت اقلیمی است و با توجه به روند روزافزون نیاز بخش‌های مختلف به آب، استفاده بهینه و صرفه‌جویی در مصرف آب امری ضروری است. برآورد یا تعیین شاخص‌های مدیریت مصرف آب ازجمله مقدار آب مصرفی، راندمان آبیاری و بهره‌وری آب می‌تواند کمک قابل توجهی به برنامه‌ریزی‌های منابع آب در کشور نماید. هرچند، تاکنون حجم آب مصرفی در بخش کشاورزی به‌طور دقیق تعیین یا برآورد نشده و این موضوع همواره از دغدغه‌های اصلی متولیان و برنامه‌ریزان صنعت آب کشور بوده است.

مقدار آبی که توسط کشاورزان برای تولید محصولات کشاورزی در سطح کشور مصرف می‌شود، به عواملی مانند رقم، طول دوره رشد، مدیریت مزرعه، خاک، کیفیت آب، شیب زمین، ابعاد واحد آبیاری، اقلیم، سیستم آبیاری، نوع منبع آبی و ... بستگی دارد. در آزمایشی در منطقه ارسنجان فارس، حجم آب آبیاری داده شده به مزرعه گندم ۶۱۳۰ مترمکعب در هکتار اعلام شده است (۵). در ارزیابی مزارع طرح‌های الگویی اجراشده در دشت‌های سروستان و کوار استان فارس که به روش سطحی (شیاری) آبیاری می‌شدند، مقدار آب مصرفی گندم را در یک‌فصل زراعی به ترتیب معادل ۷۳۹۰ و ۶۷۱۰ مترمکعب در هکتار، در دو مزرعه در دشت داراب ۴۸۳۰ و ۳۲۷۰ مترمکعب در هکتار و در دشت قادرآباد ۷۰۵۰ مترمکعب در هکتار گزارش شده است (۳). در یک بررسی، حجم آب مصرفی در هر بار آبیاری مزارع گندم در شبکه آبیاری دز ۱۰۰۰ الی ۲۵۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش شد (۱۴). در ارزیابی دوساله بهره‌وری آب آبیاری در دشت اوان از اراضی پایاب سد کرخه، در سال اول میانگین حجم آب آبیاری ۴۸۴۰ مترمکعب در هکتار، عملکرد دانه ۴۴۳۰ کیلوگرم در هکتار و بهره‌وری آب آبیاری ۰/۹۷ کیلوگرم در مترمکعب بود. در سال دوم متوسط حجم آب آبیاری ۷۴۴۰ مترمکعب در هکتار، عملکرد دانه ۳۷۹۶ کیلوگرم در هکتار و بهره‌وری آب آبیاری ۰/۶۴ کیلوگرم در مترمکعب را گزارش به دست آمد. علت تفاوت در بهره‌وری آب، میزان بارش‌های بیشتر سال اول نسبت به سال دوم بیان شد (۱۳).

افزایش بهره‌وری بخصوص از دیدگاه ارزش تولید به ازای واحد مصرف آب به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم می‌تواند راهکار مهمی در بهبود معیشت جوامع محلی باشد. بهره‌وری آب کشاورزی در کشور حدود ۰/۸۸ کیلوگرم به ازای مترمکعب مصرف آب بوده که بر اساس برنامه‌ریزی بلندمدت باید تا سال ۱۴۰۴ به مقدار حداقل ۰/۲ کیلوگرم در مترمکعب افزایش یابد. اختلاف در بهره‌وری آب محصولات مختلف در استان‌های مختلف کشور و همچنین در مقایسه با کشورهای مختلف ولی باشرایط اقلیمی مشابه، نشان‌دهنده وجود پتانسیل برای افزایش بهره‌وری آب کشاورزی است (۱۱). میزان کاهش آب مصرفی و افزایش عملکرد محصول گندم در مزارع اهواز بررسی شد. با انجام ۳ و ۴ نوبت آبیاری به‌ترتیب برای قطعات شاهد و تیمار، مقدار حجم آب آبیاری را به ترتیب ۴۸۷۵ و ۴۳۲۰ مترمکعب در هکتار به‌دست آمد که با احتساب بارندگی آن سال میزان آب دریافتی مزرعه را به ترتیب ۵۶۵۵ و ۵۱۰۰ مترمکعب در هکتار رسید. میزان بهره‌وری آب بدون احتساب باران مؤثر به ترتیب ۰/۷۳ و ۱/۰۶ کیلوگرم در مترمکعب به دست آمد (۱۲). بهترین بهره‌وری آب در مزارع گندم در کشور زمانی حاصل می‌شود که مقدار آب آبیاری بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر باشد. دامنه تغییرات بهره‌وری آب کشاورزی برای محصول گندم بین ۰/۳ تا ۲/۴ کیلوگرم در مترمکعب بوده که غالب تکرارهای آن بین ۰/۶ تا ۱/۸ قرار داشته‌اند. با مقایسه نتایج عملکرد گندم در ایران با جهان چه ازنظر بهره‌وری آب و چه از نظر عملکرد، نشان داد که ایران در حد متوسط کشورها بوده و در برخی موارد نیز بهتر از آن‌ها می‌باشد. متوسط تغییر دامنه کارایی مصرف آب در نتایج تحقیق‌های جهان ۰/۶ تا ۱/۷ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش شده است (۳). شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در سال‌های ۱۳۷۹ (سال پایه)، ۱۳۸۵، ۱۳۸۹ (شاهد)، ۱۴۰۴ (هدف) به ترتیب برابر ۰/۷۰، ۰/۷۹، ۰/۹۵ و ۱/۷۰ کیلوگرم در مترمکعب بود (۹). در یک تحقیق میدانی به بررسی خصوصیات عمومی مزارع و عوامل و منابع کاهنده بهره‌وری آب در اراضی دشت آزادگان در جنوب حوضه کرخه پرداخته شد. بر اساس نتایج میزان بهره‌وری آب گندم در اراضی دشت آزادگان در جنوب حوضه کرخه از ۰/۱ تا ۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود. مجموعه‌ای از عوامل نظیر شوری خاک، عمق سطح ایستابی، شوری آب زیرزمینی، تعداد آبیاری، مدیریت توزیع آب در مزارع را در این خصوص موثر دانستند (۸). در چند مزرعه گندم در همدان، با تانسیومتر و بلوک گچی برنامه‌ریزی آبیاری را انجام شد. نتایج آن‌ها نشان داد که با آموزش و برنامه‌ریزی صحیح مصرف آب، عملکرد محصول گندم ۲۲ درصد افزایش و مقدار آب مصرفی مزارع ۲۳ درصد کاهش داشت. درنتیجه مقدار بهره‌وری آب نیز ۵۵٪ افزایش نشان داد. بهره‌وری آب برای دو تیمار موردمطالعه ۱/۸۳ و ۱/۱۸ کیلوگرم در مترمکعب و میانگین آب آبیاری آنها به‌ترتیب ۳۷۱۵ و ۵۰۰۷ مترمکعب در هکتار به دست آمد (۷). در سال‌های پرباران در مناطق غربی کشور (بارندگی بیشتر از ۵۰۰ میلی‌متر)، گندم با ۲ بار آبیاری و کل آب مصرفی(آبیاری+بارندگی مؤثر) ۵۰۰۰ مترمکعب در هکتار، دوره رشد خود را تکمیل می‌کنند. میانگین بهره‌وری آب در گندم ۱/۶۴ کیلوگرم بر مترمکعب اعلام شد (۱۷). در پژوهشی با دو روش آبیاری جویچه و قطره‌ای نواری نشان دادند عملکردگندم درآبیاری قطره‌ای نواری ۹ درصد بیشتر از روش آبیاری جویچه‌ای بود. درآبیاری جویچه‌ای ۱۳۸۵۰ و آبیاری قطره‌ای نواری ۷۵۳۰ مترمکعب آب در هکتارمصرف شد. آبیاری قطره‌ای نواری باعث۴۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب شد (۱). در یک بررسی، میزان آب کاربردی، نیاز آبی و بهره‌وری آب را در مزارع گندم شهرستان بهبهان مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که میانگین بهره‌وری آب در مزارع گندم تحت سامانه‌های بارانی و سطحی ۰/۹۲ کیلوگرم بر متر مکعب و در سامانه قطره ای ۱/۵۱ کیلوگرم بر متر مکعب بود (۱۶ و ۱۵). بهره‌وری آب گندم استان‌های مختلف کشور با استفاده از مدل SWAT برآورد گردید. بر اساس نتایج این تحقیق، بهره‌وری آب گندم آبی و دیم در دامنه‌های ۱۵/۵۵–۰/۱ و ۰/۷۵–۰/۲۸ کیلوگرم بر مترمکعب تغییر نموده و این دامنه تغییرات برای گندم دیم بیشتر بود (۶). نتایج بررسی بهره‌وری آب

در مزارع کشاورزان در دلتای رودخانه نیل در کشور مصر نشان داد که مدیریت آبیاری باعث کاهش ۱۵۰۰ مترمکعب در هکتار آب آبیاری گندم شد که تأثیری بر روی محصول گندم نشان نداد. به‌طور متوسط در روش‌های مدیریت آبیاری با کشاورز، آبیاری کامل و کم آبیاری مقدار بهره‌وری آب در مزارع گندم به‌ترتیب ۱/۳۰، ۱/۳۸ و ۱/۸۶ کیلوگرم در مترمکعب بود (۱۰). مطالعه ۸۴ منبع تحقیقاتی در سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۷۹ میلادی در سطح جهان نشان داد که متوسط شاخص بهره‌وری آب محصولات گندم ۱/۰۹ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی بوده است. دامنه شاخص بهره‌وریآب گندم ۱/۷-۰/۶ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی بوده است (۱۸).

نتایج بررسی‌های گذشته در داخل و خارج کشور نشان داد که پرداختن به مصرف و بهره‌وری آب گندم از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. از سوی دیگر، مطالعات اندک در استان فارس که از قطب‌های مهم تولید گندم در کشور است، ضرورت پرداختن به انجام چنین تحقیقی را دو چندان می نماید. بنابراین در تحقیق حاضر سعی شده است، میزان نیاز آبی، مصرف آب و بهره‌وری آب گندم در چند دشت مهم تولید گندم در این استان مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده از مزارع گندم سه شهرستان داراب، مرودشت و اقلید استان فارس انجام شد. این سه شهرستان به‌ترتیب نماینده مناطق آب و هوایی گرم، معتدل و سرد در استان فارس می‌باشند. در این سه شهرستان، ۳۰ مزرعه از بین کشاورزانی که مایل به همکاری بودند به صورتی انتخاب شدند که عوامل مختلف از جمله مساحت مزرعه، روش آبیاری، بافت خاک و کیفیت آب را پوشش دهند. همچنین مدیریت آبیاری توسط بهره بردار صورت می گرفت و بر همین اساس پارامترهای مختلف مزرعه‌ای شامل دبی آب ورودی به مزرعه، عملکرد محصول، تعداد دفعات آبیاری، شوری آب و خاک، موقعیت جغرافیایی و سطح زیر کشت اندازه‌گیری گردید. اطلاعات هواشناسی روزانه مورد نیاز برای برآورد نیاز آبی به روش پنمن مانتیث از ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک مناطق اخذ گردید. نیاز آبی گندم از روش پنمن مانتیث، با استفاده از داده‌های هواشناسی سال انجام تحقیق و ۱۰ سال اخیر به وسیله نرم افزار ET Calculator برآورد گردید. نیاز آبی گندم از سندملی آب نیز در مناطق مذکور اخذ و میزان بارش موثر نیز به روش فائو برآورد گردید. راندمان سامانه های آبیاری سطحی، بارانی و قطره ای بترتیب ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درصد در نظر گرفته و نیاز آبی خالص به نیاز آبی ناخالص تبدیل شد (۴). مقادیر دبی آب مزرعه‌ای در سامانه‌های سطحی با استفاده از فلومهای WSC و در سامانه‌های بارانی و قطره‌ای به صورت حجمی اندازه‌گیری شدند. بدین منظور در سامانه‌های آبیاری بارانی از ظروف ۲۰ لیتری استفاده شد و آب خروجی از آبپاش ها با لوله به داخل ظروف هدایت و مدت زمان پر شدن ظروف اندازه‌گیری می‌گردید. در سامانه-های آبیاری قطره‌ای، کنتورهای حجمی نیم اینچی واسنجی شده به ابتدای خطوط وصل و میزان حجم آب عبوری در واحد زمان اندازه‌گیری شد. میزان آب کاربردی در هر مزرعه با ضرب میزان دبی مزرعه‌ای در مدت زمان کل آبیاری در طول فصل رشد به دست آمد(رابطه ۱). میزان بهره‌وری آب آبیاری (WP_i) با استفاده از رابطه (۲) از تقسیم میزان محصول تولیدی (y) بر میزان آب آبیاری آبیاری کاربردی (V_i) به دست آمد. مقدار بهره‌وری آب کل (WP_t) نیز از تقسیم میزان محصول تولیدی به مجموع آب آبیاری و باران موثر محاسبه گردید(رابطه ۳).

$$Vi = Q.t.m \quad (۱)$$

$$WP_i = \frac{y}{V_i} \quad (۲)$$

$$WP_t = \frac{y}{V_i + V_p} \quad (۳)$$

مقادیر آب آبیاری کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب در سه منطقه مختلف آب و هوایی با استفاده از آزمون آماری تی (t-test) مورد مقایسه قرار گرفت. مقادیر آب آبیاری کاربردی یکبار در هر یک از سه منطقه آب و هوایی گرم و سرد و معتدل، و یکبار با مجموع کل داده‌های سه منطقه با نیاز آبی ناخالص به دست آمده از سه سناریوی نیاز آبی مقایسه شد. همچنین مقادیر آب آبیاری کاربردی و بهره‌وری آب در سامانه‌های مختلف آبیاری (سطحی، بارانی، قطره‌ای) مورد مقایسه قرار گرفت. با انجام آزمون همبستگی، وابستگی پارامترهای اندازه‌گیری شده مختلف به صورت دو به دو مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت با جمع‌بندی کل نتایج به دست آمده، پیشنهاداتی برای بهبود بهره‌وری آب در مزارع گندم ارائه گردید.

نتایج

مشخصات کلی و عملکرد مزارع گندم انتخاب شده در سه منطقه آب و هوایی مختلف، شهرستان‌های داراب، اقلید و مرودشت در جدول ۱ نشان داده شده است. با مشاهده این جدول مشخص می‌گردد که طول دوره رشد و میزان عملکرد گندم در منطقه سرد (اقلید) بیشترین و در منطقه گرم (داراب) کمترین مقدار را داراست. بالعکس، شوری آب و خاک در منطقه گرم بیشترین و در منطقه سرد مقادیر کمتری را داشته است. حدود مقادیر آب آبیاری کاربردی، تعداد و عمق آبیاری‌ها، میزان آبشویی و بهره‌وری آب در هر منطقه در جدول ۲ آورده شده است. طبق این جدول بیشترین و کمترین میزان آب آبیاری کاربردی مزارع به‌ترتیب مربوط به منطقه سرد و معتدل با حدود ۵۷۰۰ و ۴۸۰۰ مترمکعب در هکتار بود. نتایج به دست آمده در این بررسی با نتایج قبلی همخوانی دارد (۳و ۵). همچنین بیشترین و کمترین مقادیر بهره‌وری آب متعلق به منطقه معتدل و گرم به‌ترتیب با ۱/۶۷ و ۱/۰۱ کیلوگرم بر متر مکعب محاسبه شده است. از سوی دیگر، بیشترین و کمترین مقدار عمق هر نوبت آبیاری به‌ترتیب مربوط به مزارع واقع در مناطق گرم و سرد با ۸۷ و ۶۲ میلی‌متر حاصل شده است.

جدول ۱- مشخصات کلی و عملکرد مزارع گندم در شهرستان‌های داراب، اقلید و مرودشت

منطقه آب و هوایی	پارامتر	دبی (لیتر بر ثانیه)	شوری آب (دسی زیمنس بر متر)	شوری خاک (دسی زیمنس بر متر)	مساحت مزرعه (هکتار)	طول دوره رشد (روز)	عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار)
گرم	حداقل	۵/۰	۰/۴۱	۰/۷۰	۲/۰	۱۴۴	۴۰۰۰
	حداکثر	۲۳/۴	۳/۱۷	۱۲/۷۴	۱۵/۰	۱۹۶	۷۳۰۰
	میانگین	۱۵/۹	۰/۹۲	۳/۹۴	۶/۰	۱۷۷	۵۲۴۰
سرد	حداقل	۱۳/۰	۰/۳۳	۰/۴۷	۴/۰	۲۴۵	۴۰۰۰
	حداکثر	۶۸/۰	۰/۴۸	۲/۷۲	۲۸/۰	۲۸۳	۱۱۵۲۰
	میانگین	۳۰/۷	۰/۴۰	۰/۹۳	۱۰/۳	۲۶۵	۷۴۳۴
معتدل	حداقل	۶/۰	۰/۱۳	۰/۸۹	۱/۲	۱۸۷	۴۸۱۵
	حداکثر	۲۴/۰	۱/۰۰	۱/۹۰	۹/۲	۲۱۸	۸۵۱۳
	میانگین	۱۲/۵	۰/۷۵	۱/۴۵	۴/۰	۲۰۶	۶۳۳۰
کل استان	میانگین	۱۹/۸	۰/۷۲	۲/۳۵	۶/۶	۲۱۰	۶۱۳۷

جدول ۳ مقادیر باران موثر و نیاز آبی برآورد شده با استفاده از آمار یکساله و ده ساله را نشان می‌دهد. در سال انجام تحقیق، میزان بارندگی موثر سالانه در منطقه گرم از سایر مناطق بیشتر (۴۵۶ میلی‌متر) و در منطقه سرد (۲۲۴ میلی‌متر)کمترین بود. بر اساس آمار بلند مدت ده ساله، میزان بیشترین و کمترین بارش موثر روند متفاوتی را نشان می‌دهد بطوریکه متوسط بارندگی موثر در منطقه سرد ۲۱۰ میلی‌متر و در منطقه گرم ۱۷۰ میلی‌متر بوده است. بیشترین میزان نیاز آبی بر اساس سند ملی و پنمن مانتیث یکساله بترتیب متعلق به منطقه سرد، معتدل و گرم می باشد. بر اساس پنمن مانتیث ده ساله، بیشترین نیاز آبی خالص بترتیب متعلق به منطقه گرم، سرد و معتدل می‌باشد. علت بیشتر بودن نیاز آبی منطقه سرد نسبت به منطقه معتدل، می‌تواند به دلیل بیشتر بودن طول دوره رشد و در نتیجه طول دوره آبیاری باشد. نتایج به دست آمده در این بررسی با نتایج تحقیقات قبلی همخوانی دارد (۲، ۳، ۵، ۷، ۹، ۱۵، ۱۶، ۱۷).

بررسی آماری تفاوت مقادیر آب آبیاری کاربردی، عملکرد و بهره‌وری آب در مناطق مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. میانگین تفاوت‌های دو به دو مقادیر آب آبیاری برای مناطق گرم و سرد حدود ۴۰۰، برای مناطق سرد و معتدل حدود۹۰۰، و برای مناطق گرم و معتدل ۵۰۰ مترمکعب در هکتار بدست آمد. بر اساس آزمون تی، تفاوت بین مقادیر آب آبیاری در هیچکدام از مناطق معنی‌دار نشده است. اما تفاوت مقادیر عملکرد بین مناطق گرم و سرد در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. میزان عملکرد گندم در منطقه گرم کمتر از منطقه معتدل و سرد بود. تفاوت بهره‌وری آب آبیاری بین منطقه گرم و معتدل و منطقه گرم و سرد نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. اما تفاوت بین منطقه سرد و معتدل معنی دار نگردید. در مورد بهره‌وری آب کل، فقط تفاوت منطقه گرم و معتدل در سطح ۱ درصد معنی‌دار و تفاوت بین سایر مناطق معنی‌دار نبود. به طور کلی بهره وری آب آبیاری و بهره وری آب کل در منطقه معتدل بیشتر از منطقه سرد و در منطقه سرد بیشتر از منطقه گرم بود.

جدول ۲- پارامترهای آبیاری و بهره‌وری آب مزارع گندم در مناطق مورد مطالعه بدون در نظر گرفتن نوع سامانه آبیاری

منطقه آب و هوایی	پارامتر	عمق آبیاری (میلیمتر)	تعداد آبیاری	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)	نیاز آبشویی (درصد)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب)	بهره‌وری آب کل (کیلوگرم بر مترمکعب)
گرم	حداقل	۵۳	۴	۴۰۶۸	۲	۰/۶۲	۰/۴۲
	حداکثر	۱۴۰	۸	۶۹۳۹	۲۰	۱/۲۸	۱/۱۷
	میانگین	۸۷	۶	۵۳۰۰	۶	۱/۰۱	۰/۸۸
سرد	حداقل	۴۲	۴	۳۱۸۲	۱	۰/۷۸	۰/۵۸
	حداکثر	۸۶	۱۲	۷۷۲۵	۱	۲/۳۱	۱/۶۱
	میانگین	۶۲	۱۰	۵۶۹۷	۱	۱/۳۵	۰/۹۵
معتدل	حداقل	۴۰	۴	۲۱۴۲	۰	۰/۶۰	۰/۵۸
	حداکثر	۱۱۵	۱۱	۸۰۶۴	۳	۳/۳۰	۲/۹۳
	میانگین	۷۳	۷	۴۸۰۰	۲	۱/۶۷	۱/۵۴
استان فارس	میانگین	۷۶	۷/۵	۵۳۴۲	۳/۷	۱/۲۵	۱/۰۴

جدول ۳- مقادیر نیاز آبی خالص گندم و باران موثر در مناطق آب و هوایی مورد مطالعه

منطقه آب و هوایی	نیاز آبی خالص (میلی متر)			بارش موثر (میلی متر)		
	سند ملی	پنمن مانتیث یکساله	پنمن مانتیث ده ساله	سندملی	یکساله	ده ساله
گرم	۴۴۵	۲۰۳	۴۸۹	۱۶۰	۴۵۶	۱۷۰
سرد	۵۲۹	۴۴۳	۴۴۶	۵۸	۲۲۴	۲۱۰
معتدل	۵۰۸	۲۷۷	۳۰۹	۱۲۷	۲۷۱	۲۴۷

جدول ۵ نتایج مقایسه بین مقادیر آب آبیاری با مقادیر نیاز آبی ناخالص را نشان می‌دهد. تفاوت آب آبیاری با هر سه سناریوی نیاز آبی در منطقه گرم در سطح ۱ درصد معنی‌دار بوده است. در سال انجام تحقیق، بعلت بارندگی قابل توجه در منطقه گرم، میانگین میزان آب آبیاری مزارع بیشتر از نیاز آبی ناخالص بوده است. بر اساس آمار بلند مدت (سندملی و پنمن مانتیث ده ساله)، میزان آب آبیاری مزارع کمتر از نیاز آبی ناخالص بود. در منطقه معتدل تفاوت آب آبیاری با سناریوهای مختلف نیاز آبی در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبوده که بدین معنی است که مقدار آب داده شده متناسب با مقادیر نیاز آبی بوده است. البته تفاوت میزان آب آبیاری حدود ۲۶۰۰ مترمکعب در هکتار کمتر از نیاز آبی سندملی بوده که این تفاوت در سطح ۵ درصد معنی دار نبوده ولی در سطح ۱۰ درصد معنی دار است. در منطقه سرد میزان آب آبیاری حدودا ۲۰۰۰ مترمکعب در هکتار از نیاز آبی سندملی کمتر بوده که این تفاوت در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. تفاوت آب آبیاری در منطقه سرد با

سایر سناریوهای نیاز آبی معنی‌دار نگردید. بررسی تفاوت آب آبیاری مزارع با سناریوهای نیاز آبی برای کل استان فارس که از تحلیل مجموع داده‌های مناطق گرم، سرد و معتدل به دست آمده است نشان می‌دهد که تفاوت میزان آب آبیاری مزارع با هر سه سناریوی نیاز آبی دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد می‌باشد. اما تفاوت ها با نیاز آبی در سال انجام آزمایش مثبت و با نیاز آبی دراز مدت منفی است. همانطور که قبلا بیان گردید، علت تفاوت زیاد مقدار آب آبیاری با نیاز آبی در سال مورد بررسی، بارش‌های قابل توجه در استان فارس و به‌ویژه در مناطق گرم این استان بوده است. جدول ۶ مقادیر پارامترهای آبیاری اندازه‌گیری شده بر اساس نوع سامانه آبیاری را نشان می‌دهد. مشاهده می‌گردد که به طور کلی مقادیر بیشتر پارامترهای اندازه‌گیری شده در سامانه‌های مختلف آبیاری تفاوت چندانی باهم ندارند. میزان بهره‌وری آب در سامانه آبیاری بارانی از دو سامانه دیگر کمی بیشتر بوده و تفاوت کمی بین مقادیر آب آبیاری وجود داشته است. در جدول ۷ بررسی تفاوت آب آبیاری مزارع بر اساس نوع سامانه آبیاری نشان داده شده است. در این بررسی، بدون در نظر گرفتن منطقه مورد مطالعه و از کل داده‌های سه شهرستان استفاده شده است. نتایج نشان داد که به طور کلی مقادیر آب آبیاری ، عملکرد و بهره‌وری آب در سامانه‌های مختلف آبیاری باهم تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد و حتی تا سطوح ۵۰ درصد نداشته و فقط تفاوت عملکرد محصول بین سامانه‌های آبیاری بارانی و سطحی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است.

جدول ٤- نتایج بررسی آماری آب آبیاری و بهره‌وری آب توسط آزمون t بر اساس منطقه آب و هوایی

پارامتر	منطقه آب و هوایی	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
آب آبیاری	(گرم–معتدل)	۵۰۰	۲/۰۹	۰/۷۳	۰/۴۷۵
	(سرد–معتدل)	۸۹۶	۲/۱۶	۰/۹۴	۰/۳۶۵
	(گرم–سرد)	-۳۹۶	۲/۰۷	۰/۸۳	۰/۴۱۹
عملکرد	(گرم–معتدل)	-۱۰۹۰	۲/۰۹	۱/۹۲	۰/۰۷۱
	(سرد–معتدل)	۱۱۰۵	۲/۱۶	۱/۰۶	۰/۳۰۹
	(گرم–سرد)	-۲۱۹۴	۲/۰۷	۳/۳۵	۰/۰۰۳
بهره‌وری آب آبیاری	(گرم–معتدل)	-۰/۶۶	۲/۰۹	۲/۵۸	۰/۰۱۸
	(سرد–معتدل)	-۰/۳۲	۲/۱۶	۰/۸۶	۰/۴۰۴
	(گرم–سرد)	-۰/۳۴	۲/۰۷	۲/۵۶	۰/۰۱۸
بهره‌وری آب کل	(گرم–معتدل)	-۰/۶۶	۲/۰۹	۲/۸۳	۰/۰۱۱
	(سرد–معتدل)	-۰/۵۹	۲/۱۶	۱/۹۲	۰/۰۷۷
	(گرم–سرد)	-۰/۰۷	۲/۰۷	۰/۶۱	۰/۵۴۵

جدول ۵- نتایج بررسی تفاوت آب آبیاری و نیاز آبی ناخالص مزارع گندم توسط آزمون t بر اساس منطقه آب و هوایی

منطقه آب و هوایی	پارامتر	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
گرم	آب آبیاری –پنمن مانتیث یکساله	۲۲۶۱	۲/۱۴	۹/۰۱	۰/۰۰۰
	آب آبیاری –پنمن مانتیث ده ساله	-۲۰۱۷	۲/۱۴	۵/۵۷	۰/۰۰۰
	آب آبیاری –سندملی	-۱۳۵۸	۲/۱۴	۳/۹۹	۰/۰۰۱
معتدل	آب آبیاری –پنمن مانتیث یکساله	۷۹۰	۲/۵۷	۰/۷۳	۰/۵۰۱
	آب آبیاری –پنمن مانتیث ده ساله	۳۰۶	۲/۵۷	۰/۲۸	۰/۷۹۳
	آب آبیاری –سندملی	-۲۶۳۱	۲/۵۷	۲/۲۰	۰/۰۷۹
سرد	آب آبیاری –پنمن مانتیث یکساله	-۷۴۷	۲/۳۱	۱/۲۲	۰/۲۵۶
	آب آبیاری –پنمن مانتیث ده ساله	-۷۸۹	۲/۳۱	۱/۲۵	۰/۲۴۶
	آب آبیاری –سندملی	-۲۰۱۰	۲/۳۱	۳/۰۷	۰/۰۱۵
کل استان	آب آبیاری –پنمن مانتیث یکساله	۱۰۶۴	۲/۰۵	۲/۷۹	۰/۰۰۹
	آب آبیاری –پنمن مانتیث ده ساله	-۱۱۸۴	۲/۰۵	۳/۲۱	۰/۰۰۳
	آب آبیاری –سندملی	-۱۸۰۸	۲/۰۵	۵/۱۹	۰/۰۰۰

جدول ٦- پارامترهای آبیاری و بهره‌وری آب مزارع گندم در سامانه‌های مختلف آبیاری

نوع سامانه آبیاری	پارامتر	عمق آبیاری (میلیمتر)	تعداد آبیاری	حجم آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)	نیاز آبشویی (درصد)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب)	بهره‌وری آب کل (کیلوگرم بر مترمکعب)
سطحی	حداقل	۴۳	۴	۲۱۴۲	۱	۰/۶۰	۰/۴۲
	حداکثر	۱۴۰	۱۲	۸۰۶۴	۲۰	۳/۳۰	۲/۹۳
	میانگین	۸۰	۷	۵۲۱۶	۵	۱/۱۹	۱/۰۰
بارانی	حداقل	۴۰	۴	۴۱۸۷	۰	۰/۷۸	۰/۵۸
	حداکثر	۱۱۵	۱۱	۷۷۲۵	۳	۱/۸۵	۱/۷۵
	میانگین	۶۶	۹	۵۴۷۹	۱	۱/۳۷	۱/۱۳
قطره ای	حداقل	۴۲	۴	۴۶۰۸	۱	۰/۷۲	۰/۵۸
	حداکثر	۱۲۰	۱۲	۶۸۵۱	۱۱	۲/۳۱	۱/۶۱
	میانگین	۸۲	۷	۵۴۲۶	۴	۱/۲۷	۱/۰۲

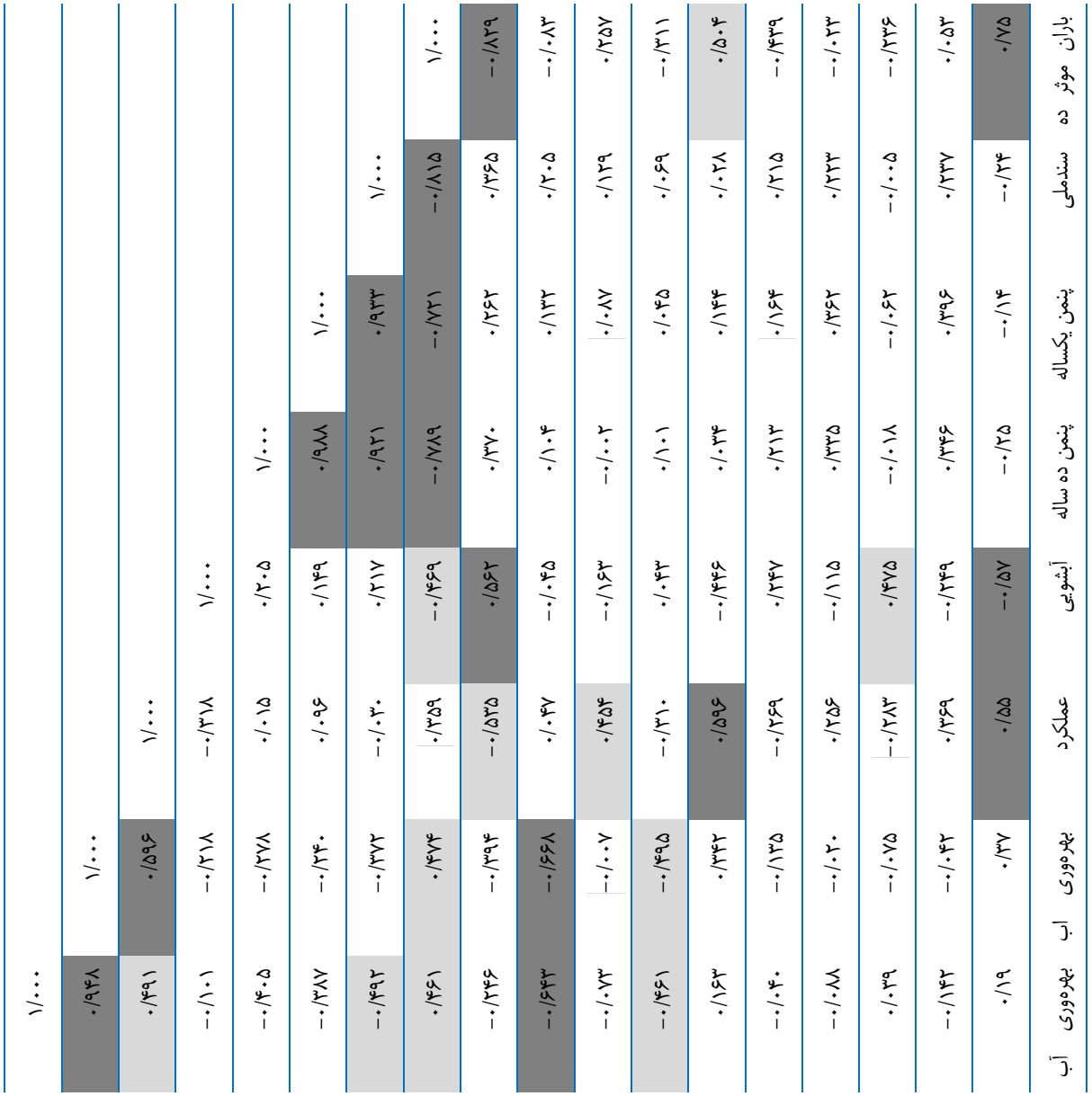
جدول ۷- نتایج بررسی آب آبیاری ، عملکرد، بهره‌وری آب آبیاری و کل توسط آزمون t بر اساس نوع سامانه آبیاری

پارامتر	نوع سامانه آبیاری	میانگین تفاوت	t بحرانی	مقدار t	سطح معنی‌داری
آب آبیاری	(سطحی–بارانی)	-۲۶۳	۲/۰۷	۰/۳۸	۰/۷۱۰
	(سطحی–قطره ای)	-۲۱۰	۲/۰۸	۰/۳۰	۰/۷۶۹
	(بارانی–قطره ای)	۵۳	۲/۲۰	۰/۰۸	۰/۹۳۶
عملکرد	(سطحی–بارانی)	-۱۷۲۶	۲/۰۷	۲/۷۶	۰/۰۱۱
	(سطحی–قطره ای)	-۱۲۴۱	۲/۰۸	۱/۵۴	۰/۱۳۸
	(بارانی–قطره ای)	۴۸۵	۲/۲۰	۰/۴۲	۰/۶۸۳
بهره‌وری آب آبیاری	(سطحی–بارانی)	-۰/۱۸	۲/۰۷	۰/۶۹	۰/۴۹۹
	(سطحی–قطره ای)	-۰/۰۸	۲/۰۸	۰/۲۸	۰/۷۸۳
	(بارانی–قطره ای)	۰/۱۰	۲/۲۰	۰/۳۸	۰/۷۱۳
بهره‌وری آب کل	(سطحی–بارانی)	-۰/۱۳	۲/۰۷	۰/۵۴	۰/۵۹۴
	(سطحی–قطره ای)	-۰/۰۲	۲/۰۸	۰/۰۸	۰/۹۳۶
	(بارانی–قطره ای)	۰/۱۱	۲/۲۰	۰/۵۰	۰/۶۲۹

در جدول ۸ نتایج آزمون همبستگی بین پارامترهای مختلف اندازه‌گیری شده در این تحقیق آورده شده است. سلول‌های کم رنگ‌تر و پررنگ‌تر جدول نشان می‌دهد که همبستگی دو پارامتر مورد نظر به‌ترتیب در سطح ۵ درصد و ۱ درصد معنی‌دار است.بر این اساس مشخص می‌شود که همبستگی شوری خاک، آبشویی و باران موثر ۱ ساله با عرض جغرافیایی منفی معنی‌دار و همبستگی طول دوره رشد، تعداد آبیاری، عملکرد، و نیاز آبی ۱۰ ساله با عرض جغرافیایی مثبت معنی‌دار است. با افزایش عرض جغرافیایی هوا سردتر شده و طول دوره رشد و در نتیجه تعداد آبیاری‌ها ومیزان عملکرد افزایش می‌یابد. به‌جز سطح زیر کشت، تقریبا هیچ پارامتر دیگری با میزان دبی مزرعه‌ای همبستگی ندارد. شوری خاک و میزان آبشویی با شوری آب همبستگی داشته که منطقی است. تعداد آبیاری‌ها، باران موثر ۱۰ ساله و میزان عملکرد با طول دوره رشد همبستگی مثبت و عمق آبیاری و باران موثر یکساله دارای همبستگی منفی بودند. همبستگی تعداد دفعات آبیاری و بهره‌وری آب آبیاری و آب کل با عمق آبیاری معنی‌دار و منفی بود. همبستگی عملکرد با تعداد آبیاری‌ها معنی‌دار مثبت و با باران موثر یکساله معنی‌دار منفی بود. فقط دو پارامتر بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل با میزان آب آبیاری دارای همبستگی معنی‌دار و منفی بودند. یعنی حتی میزان عملکرد محصول با میزان آب آبیاری از نظر آماری همبستگی معنی‌دار نداشت. باران موثر یکساله با میزان عملکرد همبستگی منفی داشت. باران موثر ۱۰ ساله با بهره‌وری آب همبستگی مثبت و با سه سناریوی نیاز آبی همبستگی منفی نشان داد. همبستگی سناریوهای نیاز آبی با سایر پارامترهای مزرعه‌ای و بهره‌وری معنی‌دار نگردید. همبستگی بهره‌وری آب با میزان عملکرد معنی‌دار مثبت بود.

جدول ۸- نتایج آزمون همبستگی بر روی پارامترهای مختلف مورد بررسی

پارامتر	عرض	دبی	شوری آب	سطح کشت	شوری خاک	طول دوره رشد	عمق آب آبیاری	تعداد آبیاری	آب آبیاری	باران موثر یکساله	باران موثر ۱۰ ساله	سندملی	پنمن یکساله	پنمن ۱۰ ساله	آبشویی	عملکرد	بهره وری آب آبیاری	بهره وری آب کل
عرض	۱	۰/۴۱	-۰/۴۳	۰/۲۶	-۰/۵۲	۰/۹۰	-۰/۴۳	۰/۵۴	۰/۰۸	-۰/۹۹								
دبی	۰/۴۱	۱/۰۰	-۰/۳۴۶	۰/۶۵۹	-۰/۲۸۷	۰/۴۷۲	-۰/۰۱۴	۰/۳۰۶	۰/۳۲۹	-۰/۳۳۵								
شوری آب	-۰/۴۳	-۰/۳۴۶	۱/۰۰۰	-۰/۷۰	۰/۷۹۰	-۰/۳۴۷	-۰/۰۸۸	-۰/۱۱۰	-۰/۱۳۳	۰/۴۰۳								
سطح کشت	-۰/۲۶	۰/۶۵۹	-۰/۷۰	۱/۰۰۰	۰/۰۵۳	۰/۳۷۹	-۰/۲۰۳	۰/۲۷۴	۰/۰۸۸	-۰/۲۰۵								
شوری خاک	-۰/۵۲	-۰/۲۸۷	۰/۷۹۰	۰/۰۵۳	۱/۰۰۰	-۰/۳۳۵	۰/۰۲۶	-۰/۱۹۴	-۰/۱۵۲	۰/۵۱۸								
طول دوره رشد	۰/۹۰	۰/۴۷۲	-۰/۳۴۷	۰/۳۷۹	-۰/۳۳۵	۱/۰۰۰	-۰/۴۶۱	۰/۵۳۸	۰/۰۶۷	-۰/۱۸۶۰								
عمق آب آبیاری	-۰/۴۳	-۰/۰۱۴	-۰/۰۸۸	-۰/۲۰۳	۰/۰۲۶	-۰/۴۶۱	۱/۰۰۰	-۰/۶۴۲	۰/۳۷۳	۰/۴۲۵								
تعداد آبیاری	۰/۵۴	۰/۳۰۶	-۰/۱۱۰	۰/۲۷۴	-۰/۱۹۴	۰/۵۳۸	-۰/۶۴۲	۱/۰۰۰	۰/۴۰۰	-۰/۵۱۶								
آب آبیاری	۰/۰۸	۰/۳۲۹	-۰/۱۳۳	۰/۰۸۸	-۰/۱۵۲	۰/۰۶۷	۰/۳۷۳	۰/۴۰۰	۱/۰۰۰	-۰/۰۵۵								
باران موثر یکساله	-۰/۹۹	-۰/۳۳۵	۰/۴۰۳	-۰/۲۰۵	۰/۵۱۸	-۰/۱۸۶۰	۰/۴۲۵	-۰/۵۱۶	-۰/۰۵۵	۱/۰۰۰								
باران موثر ۱۰ ساله																		
سندملی																		
پنمن یکساله																		
پنمن ۱۰ ساله																		
آبشویی																		
عملکرد																		
بهره وری آب آبیاری																		
بهره وری آب کل																		



بحث و نتیجه‌گیری

برآورد نیاز آبی خالص گندم از روش‌های سندملی و پنمن مانتیث یکساله نشان داد که میزان این نیاز در اقلیم سرد بیشتر از اقلیم گرم بوده که دلیل آن طولانی‌تر بودن دوره رشد گندم در منطقه سرد می‌باشد. بنابراین نبایستی انتظار داشت میزان آب آبیاری مزارع گندم در مناطق سرد کمتر از مناطق گرمسیری باشد. به طور کلی میزان آب آبیاری در هر هکتار از مزارع گندم در سه منطقه آب و هوایی تفاوت معنی‌داری نداشت. میزان عملکرد محصول تولیدی در منطقه سرد بیشتر از منطقه گرم بدست آمد که می‌تواند به دلیل طولانی تر بودن دوره رشد و کاهش تنش های حرارتی انتهای فصل در منطقه سرد باشد. بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل در منطقه سرد بیشترین و در منطقه گرم کمترین مقدار را داشت. تفاوت میزان آب آبیاری در مزارع با نیاز آبی ناخالص محاسبه شده برای همان سال، به دلیل بارش های فراوان فقط در منطقه گرم حدودا ۲۲۶۰ مترمکعب در هکتار بیشتر و معنی‌دار بود و برای مناطق دیگر معنی‌دار نبود. اما به طور کلی در سطح استان می توان گفت تفاوت آب آبیاری با نیاز آبی ناخالص در سال انجام تحقیق معنی‌دار و ۱۰۶۴ متر مکعب در هکتار بود. نتایج نشان داد که میزان آب آبیاری و میزان بهره‌وری آب در سامانه های مختلف آبیاری تفاوت معنی‌داری با هم نداشته اند و فقط میزان عملکرد محصول تحت سامانه های آبیاری بارانی بیشتر از سامانه های آبیاری سطحی بود.

بررسی همبستگی بین عوامل مورد بررسی نشان داد که دو پارامتر بهره‌وری آب آبیاری و بهره‌وری آب کل با میزان آب آبیاری دارای همبستگی معنی‌دار و منفی بودند. اما میزان عملکرد محصول با میزان آب آبیاری از نظر آماری همبستگی معنی‌دار نداشت که این عدم همبستگی می‌تواند به دلیل آبیاری بیش از حد مورد نیاز در سال انجام آزمایش باشد. همبستگی طول دوره رشد، تعداد آبیاری، عملکرد، و نیاز آبی خالص ۱۰ ساله با عرض جغرافیایی مثبت و معنی‌دار بود. چون با

افزایش عرض جغرافیایی، هوا سردتر شده و طول دوره رشد و در نتیجه تعداد آبیاری‌ها و عملکرد افزایش یافت. بنابراین می توان دریافت که عامل عرض جغرافیایی یا طول دوره رشد (سرد بودن منطقه آب و هوایی) عامل مهمی در تولید محصول و تعداد آبیاری‌ها بوده است.

پیشنهادها

عدم تفاوت میزان آب آبیاری در سامانه‌های مختلف آبیاری از یک سو و تفاوت معنی‌دار آب آبیاری با آب مورد نیاز در سال انجام تحقیق از سوی دیگر، نشان می‌دهد که سامانه های آبیاری نوین (قطره ای و بارانی) در مقایسه با سامانه های سنتی آبیاری سطحی نتوانسته باعث کاهش مصرف آب شود. طبیعتا تفاوت در راندمان ها باعث خواهد شد که تفاوت میزان آب آبیاری و نیاز آبی ناخالص در سامانه های آبیاری سطحی بیشتر از سامانه های آبیاری بارانی و قطره ای شود. البته نبایستی این موضوع منجر به زیر سوال رفتن سامانه های نوین آبیاری شود. بلکه علت اصلی، عدم وجود برنامه‌ریزی آبیاری در مزارع گندم می باشد. برنامه‌ریزی آبیاری که همان تعیین زمان و مقدار مناسب هر آبیاری می باشد، بویژه در سال‌هایی که بارندگی قابل توجهی رخ می‌دهد، می‌تواند باعث کاهش مصرف آب آبیاری و افزایش بهره‌وری آب گردد. عدم اطلاع کشاورزان از پیش‌بینی‌های بارندگی می‌تواند باعث انجام آبیاری اضافی و اتلاف آب گردد. در نهایت مجددا توصیه می‌گردد به موضوع برنامه‌ریزی آبیاری و رعایت تقویم آبیاری در مزارع گندم توجه بیشتری شود. همچنین با توجه به پیش‌بینی‌های هواشناسی، از انجام آبیاری قبل از بارندگی‌ها پرهیز گردد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از حمایت‌های مدیریت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

ملاحظات اخلاقی پیروی از اصول اخلاق پژوهش

همکاری مشارکت‌کنندگان در تحقیق حاضر به صورت داوطلبانه و با رضایت آنان بوده است.

حامی مالی

هزینه تحقیق حاضر توسط نویسندگان مقاله تامین شده است.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی: محمدعلی شاهرخ نیا، امیر اسلامی، جواد باغانی؛ روش‌شناسی و تحلیل داده‌ها: محمدعلی شاهرخ نیا، امیر اسلامی، جواد باغانی ؛

نظارت و نگارش نهایی: محمدعلی شاهرخ نیا

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

1. Afzali Gorouh, H, Asoodar, M.A., and Khodarahmpoor, Z. 2012. Effect of Irrigation Method and Tillage Level on Water Use Efficiency and Corn Grain Yield (Zea Mays L.) in Kerman. Water and Soil Science, 22 (3): 47-58. [In Persian].
2. Azizi-Zahan, A., Shahabifar, M., Ebrahimipak, N.A., Razavi, R., Ghalebi, S., Saraee-Tabrizi, M., Tolouee, R., and Piri, R. 2014. Evaluation of wheat water use efficiency in Iran and the world. The First National Conference on Soil and Water Management in Wheat Production, Iran Soil and Water Research Institute.
3. Babazadeh, H. and Mardani, A. 2008. Evaluation of surface irrigation method using hydroflume pipes and a proposal for reviewing National Water Document in Fars province. Water Resources Engineering, 1 (1): 1-12. [In Persian].
4. Bjorneberg, D.L. 2013. Irrigation methods. USDA Agricultural Research Service, Kimberly, ID, USA.
5. Cheraghi, S.A.M., and Dehqhanian, S.E. 2014. Adaptation of developed technologies in wheat cultivated fields under saline condition. Water Management in Agriculture, 1(2): 1-10. [In Persian].
6. Faramarzi, M., Yang, H., Schulin, R., and Abbaspour, K. 2010. Modeling wheat yield and crop water productivity in Iran: Implications of agricultural water management for wheat production. Agricultural Water Management 97(11): 1861-1875.
7. Ghasemi Nezhad Raeini, M.R., Marofi, S., Zare Kohan, M., and Maleki, A. 2015. Investigation of Water Efficiency Index and its comparison with the Actual Conditions of Wheat Farms. Journal of

Irrigation Sciences and Engineering, 38(1): 72-77. [In Persian].
8. Heydari, N. and Absalan, Sh. 2014. Limitations and agronomic approaches for enhancing wheat's water use efficiency in the Azadegan Plain of Khuzestan province. Water Management in Agriculture, 1(2): 39-54. [In Persian].
9. Heydari, N. 2014. Assessment of agricultural water productivity (Wp) in Iran, and the performance of water policies and plans of the Government in this regard. Majlis and Rahbord, 21 (78): 177-199. [In Persian].
10. Karrou, M., Oweis, T., Enein, R.A.E., and Sherif, M. 2012. Yield and water productivity of maize and wheat under deficit and raised bed irrigation practices in Egypt. African Journal of Agricultural Research, 7(11): 1755-1760.
11. Keshavarz A., and Dehghanisanij, H. 2012. Water productivity index and solutions for future agricultural activities in Iran. Economic Strategy, 1(1): 199-233. [In Persian].
12. Kamaleddin, H., and Dahanzadeh, B. 2014. Evaluation of Irrigation Water Saving Amount in the Wheat Cultivation in Ahvaz City. Quarterly Journal on Water Engineering, 2(1): 75-86. [In Persian].
13. Moayeri, M. 2011. Determining water use efficiency and evaluating the effective factors in water use efficiency of wheat and corn irrigation in the selected site south of Karkheh watershed. Iranian Agricultural Research, Education and Extension Organization, Research Report No. 39151. [In Persian].
14. Moayeri, M., and Kaveh, F. 2008. Surface irrigation efficiency in non-consolidated fields in Dez irrigation network. Journal of Agricultural Engineering Research, 9(3): 135-152. [In Persian].
15. Salamati, N., Baghani, J., and Abbasi, F. 2020. Determination of Water Consumption and Productivity of Wheat in Different Irrigation Systems in Behbahan. Journal of Iranian Sciences and Engineering, 43(1): 29-42. [In Persian].
16. Salamati, N., Baghani, J., and Abbasi, F. 2018. Determination of wheat water productivity in sprinkler and surface irrigation systems (Case Study in Behbahan). Iranian Journal of Soil and Water Research, 49(4): 821-830. [In Persian].
17. Sepahvand, M. 2009.Comparison of water requirement, water productivity and economical water productivity of wheat and rapeseed in the west of Iran in wet years. Iranian Water Research Journal, 3(1): 63-68. [In Persian].
18. Zwart, S. J. and Bastiaansen, W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Agricultural Water Management, 69(2), 115-133.