پایش و بررسی اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی برای کاهش برداشت از منابع آب در سایت‌های فاز سوم پروژه کشاورزی پایدار در حوضه آبریز دریاچه ارومیه

شهریور ۹۶

چکیده

طرح "همکاری در احیای دریاچه‌ی ارومیه از طریق مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی پایدار و حفاظت از تنوع زیستی" به‌عنوان یکی فعالیت های احیاء دریاچه ارومیه بوده که در آن سازمان محیط‌زیست کشور با همکاری وزارت جهاد کشاورزی کوشش کرده تا با آموزش و مشارکت کشاورزان منطقه، اقدام به تغییراتی در شیوه‌ی کشاورزی سنتی در راستای افزایش بهره‌وری آب در مزارع، ضمن حفظ منافع و درآمد کشاورزان منطقه نموده تا با صرفه‌جویی در آب کاربردی در سطح مزرعه به تأمین بخشی از حقآبه‌ی دریاچه‌ی ارومیه نیز کمک شود. در راستای این اهداف، اجرای تکنیک‌های به‌زراعی و مدیریتی مختلف ازجمله سیستم‌های کشاورزی حفاظتی، اصلاح سیستم‌های آبیاری، آبیاری بر اساس نیاز واقعی گیاه، انتخاب الگوی کشت مناسب، ارقام و پایه‌های زراعی و باغی، تاریخ کاشت، کم آبیاری، مدیریت آبیاری، آبیاری یک در میان، کاهش تبخیر، بهینه‌سازی ابعاد نوارها و کرت‌های آبیاری و ... در مقیاس مزرعه در اراضی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در قالب پروژه کشاورزی پایدار با عنوان "همکاری در احیاء دریاچه ارومیه از طریق مشارکت جوامع محلی در استقرار کشاورزی پایدار و حفاظت از تنوع زیستی در معرض خطر" از سال ۱۳۹۳ در دست اجرا می‌باشد. هدف کلی از پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ ادامه ظرفیت‌سازی در شرکت‌های فنی و مهندسی فعال در پروژه بر اساس تجربیات سال‌های قبل و بررسی میزان اثربخشی تکنولوژی‌های مختلف زراعی اجرا شده در مزارع بر کاهش آب ورودی به مزرعه در روستاهای جدید و افزایش بهره‌وری، پایش عملکرد شرکت‌های فنی و مهندسی و اجرای دوره‌های آموزشی موردنیاز در منطقه بود. در این راستا پایش شرکت‌های فنی و مهندسی مستقر در شهرستان‌های ارومیه، نقده، میاندوآب و مهاباد (تحت عنوان شبکه پایش) و نیز پایش مستقل (تحت عنوان پایش اصلی) در شهرستان میاندوآب شامل سه مزرعه کشت اول (کشت پاییزه) و سه مزرعه کشت دوم (کشت بهاره) انجام شد. همچنین این مطالعه در سطح شش شهرستان استان آذربایجان شرقی انجام گرفت. در کشت پاییزه دو پایلوت و برای محصولات بهاره نیز دو پایلوت در قالب مزارع تیمار و شاهد بودند. مزارع فوق در محدوده شهرستان‌های منتخب قرار داشته و مطابق با شرح خدمات، تحت ارزیابی کامل و دقیق قرار خواهند گرفت.

نتایج در مهاباد و میاندوآب نشان داد، در شرایط تسطیح به‌عنوان تیمار، به‌طور متوسط ۱۷/۸ درصد صرفه‌جویی آب و ۲۶ درصد افزایش در بهره‌وری آب به دست آمد. متوسط بهره‌وری آب گندم در مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۱/۱۵ و ۰/۹۴ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد که به‌طور متوسط ۲۲ درصد بهره‌وری آب در مزارع تیمار بهبود یافت. همچنین متوسط عملکرد گندم در مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۶۲۲۳ و ۶۲۲۵ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد که نشان می‌دهد با اعمال تیمار در مزارع، کاهش عملکرد محصول حاصل نشده است. در مزارع بهاره نیز برخی از نتایج در صرفه‌جویی آب قابل توجه بود. در مورد تغییر روش آبیاری باغات نتایج خوبی به دست آمد. در منطقه میاندوآب با تغییر روش آبیاری از غرقابی به روش حلقوی، به‌طور متوسط ۱۹ درصد راندمان قابل‌افزایش است. با تغییر روش آبیاری و نیز آرایش کشت چغندرقند نتایج قابل‌توجهی حاصل شد. با مبنا قرار دادن یکی از مزارع، با تغییر آرایش کاشت و تغییر روش آبیاری حدود ۴۰ درصد صرفه‌جویی آب و افزایش حدود ۱۲ درصدی راندمان در این مزارع اتفاق می‌افتد. همچنین تسطیح نیز سبب افزایش راندمان و کاهش مصرف آب در چغندرقند شد. در

خصوص مزارع تحت پایش ارومیه بیشترین مقدار مصرف مربوط به باغ سیب با یونجه عوض آرامون با ۸۰۲۲ متر مکعب در هکتار و کمترین مقدار مصرف مربوط به مزرعه گندم تیمار با ۳۰۸۰ متر مکعب در هکتار است. بیشترین مقدار راندمان مربوط به کرت‌های با طول کوتاه در روستای سپرغان است. متوسط مقدار راندمان در این مزرعه در مجموع تیمار و شاهدها برابر ۷۵ درصد بوده است. همچنین کارایی مصرف آب در سیب بسیار بیشتر از آفتابگردان و گندم می‌باشد.

در استان آذربایجان شرقی نتایج انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژاد در مزرعه گندم نشان می‌دهد که در مزرعه AJ1 مصرف آب ۲۵/۷ درصدی (حدود ۱۱۶۸ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد کاهش داشته است. همچنین متوسط مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۲۶/۳۱ درصد به دست آمد. اعمال تیمار و مدیریت آبیاری آن حدود ۰/۴ کیلوگرم بر مترمکعب (معادل ۱۷/۴ درصد) باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد. در مزرعه AJ2 طی فصل رشد محصول متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه طی چهار آبیاری این مزرعه، حدود ۲۵/۷ درصد محاسبه شد. همچنین کاهش مصرف به طور تقریبی ۲۶ درصدی (حدود ۱۱۹۰ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد مشاهده شد. همچنین مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۲۶/۴۶ درصد به دست آمد. اعمال تیمارها و مدیریت آبیاری آن حدود ۱/۳ کیلوگرم بر مترمکعب باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد. در مزرعه AJ3 بر اساس نتایج، عملکرد محصول و بهره‌وری آب در محصول سیب‌زمینی نشان می‌دهد، موجب افزایش ۳۰ درصدی محصول شده است و میزان مصرف آب ۱۵/۸ درصد کاهش یافته است. همچنین در مزرعه AJ4 موجب افزایش ۳۰ درصدی محصول نیز شده است و میزان مصرف آب ۱۶/۴ درصد کاهش یافته است. همچنین در باغ سیب AJ_5، تفاوتی ازنظر عملکرد بین تیمار و شاهد در این باغ وجود نداشت اما میزان مصرف آب در تیمار ۶۸۸۱ مترمکعب در هکتار بوده که نسبت به مزرعه شاهد که مصرف آب ۹۱۱۷ مترمکعب در هکتار داشته، کاهش مصرف آب داشته اشت و بهره‌وری آب افزایش یافته است. بهره‌وری آب در تیمار و شاهد به ترتیب ۱/۳۸ و ۱/۰۴ بدست آمده است. در باغ گردو AJ_6، تفاوتی ازنظر عملکرد بین تیمار و شاهد در این باغ وجود نداشت. روش آبیاری نشتی حلقوی در باغ تیمار گردو موجب کاهش ۱۹ درصدی مصرف آب نسبت به شاهد شده است. همچنین بهره‌وری آب در مزارع تیمار نسبت به شاهد ۵۸ درصدی افزایش داشته است.

Abstract

The project “Contribution to Restoration of Lake Urmia via Local Community Participation in Sustainable Agriculture and Biodiversity Conservation” has been considered as one of the activities of Lake Urmia Restoration, in which the Department of Environment and the Ministry of Agricultural Jihad in cooperation together has tried to train and participate farmers in the region to modify traditional farming practices to increase water productivity on farms while preserving the interests and income of farmers in the region, in order to save on applied water at the farm level, it will also be helpful to provide part of Water right of Lake Urmia. In order to achieve these goals, implementation of various agricultural and management techniques conservation agriculture systems, irrigation systems correction, irrigation based on actual crop requirement, selection of suitable cultivation patterns, agronomic and horticultural cultivars, planting date, deficit irrigation, management irrigation, irrigation alternate, evaporation reduction, Optimization of the dimensions of irrigation plots and ... on the farm scale in the lands of Lake Urmia Basin in the form of sustainable agriculture project entitled “Contribution to Restoration of Lake Urmia via Local Community Participation in Sustainable Agriculture and Biodiversity Conservation” are being performed since 2014. The general purposes of the research in 2016- 2017 were continuation of capacity development in the engineering and technical companies in the project based on previous experience and the evaluation of the effectiveness of various agronomic practices implemented in the fields on reducing the water input to the farm in new villages and increasing productivity, monitoring the performance of technical and engineering companies and the implementation of training courses required in the region. In this regard, monitoring of technical and engineering companies located in Urmia, Naghda, Miandoab and Mahabad (under the name of monitoring network) and independent monitoring (under name of main monitoring) in Miandoab city included three fields at the first (autumn cultivation) and three fields at the second (spring cultivation) was done. This study was carried out in six cities of East Azarbaijan province. In autumn, two crop plots were used as well as spring crops where are in the treatment and control fields. The farms are within the boundaries of selected cities and will be subjected to full and accurate evaluate according to the description of the services. Results in Mahabad and Miandoab show that in condition of land grading as treatment, water was saved by an average of 17.8% and in water productivity was increased by 26%. Water productivity of wheat in treatment and control fields was 1.15 and 0.49 kg/m^3 respectively, which was improved by average 22% in treatment fields. Also, the average yield of wheat in treatment and control fields was 6223 and 6225 kg/ha respectively, which show that yield reduction was not achieved by applying the treatment in the fields. In spring farms, some results in water saving were significant. Good results were obtained regarding to change horticulture irrigation practices. In Miandoab, water applied efficiency was increased by changing the irrigation practice from flood to loop, an average of 19% . Significant results were obtained by changing the irrigation practice and the arrangement of sugar beet cultivation. Based on one of the fields, water was saved about 40% and water applied efficiency was increased about 12% by changing the arrangement of planting and changing the irrigation practice. land grading also increased the water applied efficiency and reduced water consumption in sugar beet.

Regarding farms under monitoring of Urmia, the highest amount of water consumption is attributed to the apple garden with alfalfa with 8022 m^3/ha and the lowest amount is for wheat field treatment with 3080 m^3/ha. The greatest amount of water applied efficiency is related to short-lenght plots in the Seperghan village. The average water applied efficiency of this field in the total treatment and control was 75%. Water applied efficiency in apple is much higher than sunflower and wheat. In East

Azarbaijan, the results of breeding and crop improvement techniques in wheat field AJ1 showed that water use was 25.75% (about 1168 m^3/ ha) compared to control. Also, the average increase in water applied efficiency in the treatment field was 26.31% compared to the control field. Application of treatment and management irrigation increased water productivity in this field of 0.4 kg/m^3 (equivalent to 17.4%). In the field AJ2, during the growing season, the average saving or reduction in water consumption of treatment compared to the control during the four irrigation of this field was about 25.75%. Also, the reduction of water consumption in treatment compared to control was approximately 26 percent (about 1190 m^3/ha). Additional , the increase in water applied efficiency in the treatment field compared to the control field was about 26.46%. Application of treatments and management irrigation increased water productivity about 1.3 kg/m^3 in this field. Based on the results of in the field AJ3, yield and water productivity in the potato product showed an increase of 30% in the product and water consumption decreased by 15.8%. In the field AJ4, the yield of product has increased by 30% and water consumption has decreased by 16.4%. In the apple garden AJ5, there was no difference between yield of the treatments and the control, but water consumption in the treatment was decreased by 6881 m^3/ha, which was less than water consumption in the control of 9117 m3/ha as well as water productivity has increased. Water productivity in treatment and control was 1.38 and 1.40, respectively. In the walnut garden AJ6, there was no difference in yield between treatment and control. loop leakage irrigation practice in walnut treatment gardens reduced water consumption by 19% compared to control. Also, water productivity in treatment fields increased by 58% compared to the control.

فهرست مطالب

فصل اول کلیات ۸

۱-۱- مقدمه، هدف و کلیات ۸

۱-۲- برنامه کشاورزی پایدار در حوضه دریاچه ارومیه ۹

۱-۳- اهداف کلیدی ۹

فصل دوم بهره‌وری مصرف آب ۱۲

۲-۱- ارزیابی مصرف آب کشاورزی ۱۲

۲-۲- مفاهیم شاخص‌های بهره‌وری آب، راندمان مصرف آب و بهره‌وری اقتصادی آب ۱۳

۲-۳- مطالعات صورت گرفته در خصوص شاخص‌های بهره‌وری آب ۱۵

۲-۴- بررسی روش‌های افزایش شاخص‌های بهره‌وری ۱۶

۲-۵- راهکارهای مدیریتی و زراعی به‌منظور افزایش بهره‌وری آب ۱۷

۲-۵-۱- مدیریت خاک‌ورزی ۱۷

۲-۵-۲- مدیریت در شیوه آبیاری ۱۹

۲-۵-۳- تغذیه کودی و واریته گیاهی ۲۰

فصل سوم روش‌شناسی ۲۴

۳-۱- برنامه کشاورزی پایدار در حوضه دریاچه ارومیه ۲۴

۳-۲- محدوده موردمطالعه ۲۵

۳- ۲ -۱- آذربایجان غربی ۲۵

۳-۲-۱-۱- شهرستان مهاباد ۲۵

۳-۲-۱-۲- شهرستان میاندوآب ۲۷

۳-۲-۲- آذربایجان شرقی ۲۹

۳-۲-۲-۱- شهرستان اسکو ۲۹

جدول ۳- مشخصات مزارع پایش منتخب شرکت معین کشاورز در سایت ایلخچی- شهرستان اسکو ۳۱

۳-۲-۲-۲- شهرستان آذرشهر ۳۲

۳-۲-۲-۳- شهرستان عجب‌شیر ۳۴

۳-۲-۲-۴- شهرستان بناب ۳۷

۳-۲-۲-۵- شهرستان ملکان ۳۹

۶-۲-۲-۳- شهرستان شبستر ۴۲
۳-۳- انتخاب و جانمایی مزارع پایلوت..... ۴۴
۱-۳-۳- مشخصات مزارع پایش در آذربایجان غربی برای محصولات پاییزه..... ۴۴
۳- ۲-۳- مشخصات مزارع پایش شبکه‌ای توسط شرکت‌های فنی و مهندسی برای محصولات بهاره ۵۶
۳-۳-۳- سایت‌های انتخابی جهت پایش اصلی در آذربایجان شرقی ۶۷
۴-۳- اندازه‌گیری‌های میدانی..... ۶۹
۱-۴-۳- اندازه‌گیری آب آبیاری، پیشروی و پسروی در مزارع..... ۷۰
۲-۴-۳- اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک..... ۷۰
۳-۴-۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آزمون کودی ۷۱
۴-۴-۳- مساحی و نقشه‌برداری از مزارع..... ۷۴
۵-۳- محاسبه بازده کاربرد و بهره‌وری آب کشاورزی در مزارع تحت پایش..... ۷۴
۱-۵-۳- محاسبه بازده کاربرد..... ۷۴
۲-۵-۳- محاسبه بازده بهره‌وری آب کشاورزی ۷۶
فصل چهارم‌اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های آذربایجان غربی ۷۸
۱-۴- مقادیر تبخیر و تعرق گندم بر اساس اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی و نیاز آبی واقعی گیاه میاندوآب ۷۸
۲-۴- نتایج پایش در مزارع پاییزه اصلی..... ۸۱
۳-۴- نتایج پایش در مزارع پاییزه شرکت‌ها..... ۱۰۶
۴-۴- نتایج پایش در مزارع بهاره اصلی ۱۲۵
۵-۴- نتایج پایش مزارع بهاره شرکت‌ها ۱۵۷
فصل پنجم‌اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های آذربایجان شرقی ۱۷۱
۱-۵- نتایج پایش در مزارع اصلی ۱۷۱
۲-۵- نتایج پایش مزارع شرکت‌ها..... ۱۹۰
فصل ششم‌جمع‌بندی..... ۱۹۴
۱-۶- آذربایجان شرقی..... ۱۹۴
۲-۶- آذربایجان غربی ۲۰۲
منابع..... ۲۰۵

فصل اول
کلیات

۱-۱- مقدمه، هدف و کلیات

عامل اصلی خشک شدن دریاچه ارومیه را نبود اندیشه آینده‌نگری و برنامه بلندمدت و از آن مهم‌تر، عدم وجود انضباط در مدیریت و هدایت برنامه‌های عملیاتی در سطح حوضه دانست. بر اساس شواهد موجود و هم‌چنین تجارب مرتبط با دریاچه‌های با وضعیت مشابه ارومیه در سطح جهان، بدون شک تداوم روند خشکی دریاچه ارومیه خسارت و آسیب‌های بسیاری را بر سلامت و بهداشت ساکنین حوضه و معیشت آن‌ها، تخریب اکوسیستم و بخش کشاورزی حوضه (تخریب اراضی و باغات و دامپروری) به همراه خواهد داشت. به‌منظور جلوگیری از آسیب جدی به مردم و محیط‌زیست پیرامون دریاچه و با توجه به تداوم کاهش نزولات جوی و کاهش جریان ورودی به داخل دریاچه در سال‌های اخیر و هم‌چنین مدت زمان طولانی موردنیاز جهت انتقال آب از حوضه‌های مجاور به دریاچه، تنها راهکار تثبیت شرایط کنونی دریاچه و جلوگیری از خشکی کامل آن، تأمین آب کافی از منابع داخلی حوضه به‌عنوان محور اصلی اقدامات برای احیای دریاچه ارومیه مدنظر قرار گرفته است. با توجه به مصرف بخش زیادی از منابع آب حوضه در بخش کشاورزی، یکی از مهم‌ترین راهکارها و اولویت‌های نجات دریاچه ارومیه، انجام اقدامات لازم در راستای کاهش مصرف آب در این بخش می‌باشد.

در راستای کاهش مصرف آب کشاورزی، ظرفیت‌سازی و استفاده از تکنیک‌های به زراعی و مدیریتی مختلف نظیر سیستم‌های کشاورزی حفاظتی، اصلاح سیستم‌های آبیاری، آبیاری بر اساس نیاز واقعی گیاه، انتخاب الگوی کشت مناسب، ارقام و پایه‌های زراعی و باغی، تاریخ کاشت، کم آبیاری، مدیریت آبیاری، آبیاری یک در میان، کاهش تبخیر، بهینه‌سازی ابعاد نوارها و کرت‌های آبیاری و ... در مقیاس مزرعه در اراضی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در قالب پروژه کشاورزی پایدار با عنوان "همکاری در احیاء دریاچه ارومیه از طریق مشارکت جوامع محلی

در استقرار کشاورزی پایدار و حفاظت از تنوع زیستی در معرض خطر" از سال ۱۳۹۳ در دست اجرا می‌باشد. هدف کلی از پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ ادامه ظرفیت‌سازی در شرکت‌های فنی و مهندسی فعال در پروژه بر اساس تجربیات سال‌های قبل و بررسی میزان اثربخشی تکنولوژی‌های مختلف زراعی اجرا شده در مزارع بر کاهش آب ورودی به مزرعه در روستاهای جدید و افزایش بهره‌وری، پایش عملکرد شرکت‌های فنی و مهندسی و اجرای دوره‌های آموزشی موردنیاز در منطقه بود. در این راستا پایش شرکت‌های فنی و مهندسی مستقر در شهرستان‌های ارومیه، نقده، میاندوآب و مهاباد (تحت عنوان شبکه پایش) و نیز پایش مستقل (تحت عنوان پایش اصلی) در شهرستان میاندوآب شامل سه مزرعه کشت اول (کشت پاییزه) و سه مزرعه کشت دوم (کشت بهاره) انجام شد.

۲-۱- برنامه کشاورزی پایدار در حوضه دریاچه ارومیه

طی سه سال اخیر، با پیگیری مدیران طرح بین‌المللی حفاظت از تالاب‌های ایران مستقر در سازمان حفاظت محیط‌زیست، پروژه استقرار برنامه کشاورزی پایدار در قالب اقدام مشترک دولت جمهوری اسلامی ایران (سازمان محیط‌زیست و جهاد کشاورزی)، دولت ژاپن و برنامه عمران سازمان ملل متحد (طرح حفاظت از تالاب‌های ایران) برای کمک به احیای دریاچه ارومیه تصویب و مقدمات آن برای اجرا در ۱۱ شهرستان استان‌های آذربایجان غربی و شرقی و شامل ۹۰ روستا آماده و اجرا گردیده است. اقدامات در چارچوب مدل مدیریت مشارکتی سیستمی جامع تولید انجام می‌شده است. این مدل، فرایندی است که به‌منظور مشارکت سیستمی بهره‌برداران، هم‌افزایی و تلفیق فنون و پتانسیل‌ها و دخالت شرایط زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی حوضه دریاچه ارومیه برای تحقق توسعه کشاورزی پایدار تعریف شده است. در این برنامه، علاوه بر تأکید بر انتقال تکنولوژی و سخت‌افزار، نقش اصلی را دانش و توسعه فناوری سبز، مشارکت آگاهانه ذینفعان، توانمندسازی نیروی انسانی و افزایش مهارت‌ها، بر عهده دارد. توانمندسازی و دخالت آگاهانه جوامع محلی به‌ویژه در بخش روستایی و کشاورزان کوچک، مهم‌ترین شاخص اقدام در این برنامه است که با فرایند تسهیلگری حرفه‌ای و تسهیلگران ماهر صورت می‌گیرد. ماهیت اصلی این راهبرد، ارتقای توان بالقوه خودیاری کشاورزان از طریق توانمند کردن آنها برای به عهده گرفتن نقش فعال در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری برای مدیریت مزارع بر اساس فنون کشاورزی پایدار برای حفاظت و احیای دریاچه ارومیه است. برنامه‌های فنی- اجرایی در این مدل شامل بسته ویژه‌ای از تکنیک‌ها و فناوری‌های سبز (فنون اصلاحی در کشاورزی که ضمن اقتصادی کردن کشاورزی، سازگار با محیط‌زیست نیز هستند) و فنون تسهیلگری حرفه‌ای (تاکتیک‌های خاص برای اعتمادسازی، سازماندهی گروه‌های محلی، اعمال مدیریت مشارکتی سیستمی، تحقق انسجام سازمانی بین دولت-مردم- تشکل‌ها و سازماندهی گروه‌های کاری) است که با هدف اصلاح روش‌های تولید در کشاورزی فعلی با استقرار نظام گروهی کشاورزی پایدار صورت می‌گیرد که بر چرخه دانش، مشارکت شبکه مردمی، پتانسیل‌ها، تجربیات و سرمایه‌های محلی استوار است.

۳-۱- اهداف کلیدی

- توانمندسازی و ارتقای مهارت کشاورزان در مدیریت صحیح مزارع با تأکید بر حفاظت از اگرو اکوسیستم

- سازماندهی و هدایت انرژی‌ها، توان و امکانات بالقوه، بالفعل و خودیاری جامعه محلی در قالب شبکه مدیریت مردمی برای کمک به احیای دریاچه
- کمک به احیا و حفظ دریاچه ارومیه با مشارکت داوطلبانه کشاورزان در ارتقای شاخص‌های بهره‌وری آب کشاورزی (Agricultural Water Productivity)، افزایش عملکرد تولید در واحد سطح و افزایش بازده کاربرد آبیاری (Application Efficiency) در مزرعه، با استقرار برنامه‌های مدیریت تلفیقی آب- خاک- گیاه- اقلیم برای کاهش مصرف آب در واحد سطح.
- سازماندهی "سامانه محلی مدیریت مشارکتی آب " به‌منظور مشارکت آگاهانه و سیستمی ذینفعان دولتی و مردم در حفاظت و احیای دریاچه و تغییر و تحول در برنامه‌های توسعه کشاورزی به سمت کشاورزی محافظ و احیا کننده دریاچه بر اساس معیشت و منفعت اقتصادی با شاخص اقتصاد - محیطزیست

فصل دوم
بهره‌وری مصرف آب

۱-۲- ارزیابی مصرف آب کشاورزی

ارزیابی راهکاری برای تولید اطلاعات مفید و قابل استفاده است تا بتوان با کمک نتایج آن به تصمیم‌گیری پرداخت، لذا ارزیابی مصرف آب با هدف تولید اطلاعات از چیستی، چرایی و چگونگی فرایند مصرف آب بکار گرفته می‌شود و می‌تواند در امر برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب بسیار مفید باشد. فرایند مصرف آب که درگذشته‌ای نه‌چندان دور در دایره توجه متخصصین و همین‌طور مدیران قرار نداشت، امروزه به‌عنوان مهم‌ترین عامل برای ارتقای سطح کیفیت و کمیت منابع آب هر منطقه در نظر گرفته می‌شود. دلیل این است که بهره‌برداری و برداشت از منابع آب در بسیاری از نقاط دنیا تا حد نهایی خود (و حتی فراتر از آن) پیشرفته، اما هنوز هم جوابگوی نیازها نیست و بعلاوه استفاده‌های نادرست از این منابع با آلوده ساختن آنها، شرایط را برای ادامه کار دشوارتر ساخته است.

در اکثر نقاط دنیا، مصرف کشاورزی در بین مصارف متعددی همچون شرب، بهداشت و صنعت، بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد و به همین دلیل تلاش برای ارزیابی این مصرف بیشتر از هر نوع دیگری صورت گرفته است و نگرش‌های متفاوتی نیز برای ارزیابی آن ارائه‌شده است. فرایند مصرف آب به‌عنوان پل ارتباطی، بین جنبه‌های عرضه و تقاضا قرار دارد و تعیین مقدار مصرف آب با توجه به همین دو جنبه‌صورت می‌گیرد. به همین دلیل ارزیابی مصرف آب، چه ازلحاظ کمی و چه ازلحاظ کیفی، می‌تواند اطلاعات بسیار مفیدی را در رابطه با سیستم منابع آب ارائه دهد. از دیرباز مصرف آب در بخش کشاورزی، به‌عنوان بزرگ‌ترین متقاضی آب، با کمک مفهوم کارایی مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفته است. کارایی مصرف آب به مقدار کمی مصرف آب توجه دارد و بخش‌های سودبخش و غیر سودبخش مصرف آب را نمایش می‌دهد. واضح است که آگاهی از مقادیر آبی که به‌صورت سودبخش مصرف‌شده‌اند، به تنهایی کافی نیست و لازم است تا میزان تولیدکنندگی حاصل از آن را نیز در

تحلیل‌ها دخیل نمود. برای رفع این نقیصه، مفهوم بهره‌وری آب مطرح می‌شود که هدف اصلی در آن تعیین تولیدات یا سودهای حاصل از مصرف آب است.

یکی از اهدافی که برای اعمال سیستم‌های آبیاری در نظر گرفته می‌شود افزایش تولید محصول به ازای واحد آب مصرفی می‌باشد. برای این منظور از شاخص‌های ارزیابی عملکرد گیاه به آبیاری استفاده شده است. این بخش اهمیت مقدار محصول تولیدی و افزایش در خروجی مفید ناشی از آبیاری را بیان می‌کنند و به همین دلیل بیشتر توسط مهندسین کشاورزی برای ارزیابی تأثیر آبیاری بر عملکرد گیاه به کار می‌روند (Blumling et al, 2007). شاخص‌های موجود در این دسته را می‌توان در سه بخش راندمان گیاهی مصرف آب (CWUE) راندمان مصرف آب آبیاری (IWUE) و راندمان مصرف آب (WUE) تقسیم‌بندی کرد (Irmak et al, 2007). در حالت کلی تمامی این شاخص‌ها برابر با مقدار محصول مفید تولیدشده به مقدار آب مصرفی می‌باشد ولی در بعضی از موارد به جای محصول تولیدی از تبخیر و تعرق (Zhang et al,2005) و یا وزن خشک محصولات (Yuan et al, 2003) استفاده شده است و در مواردی نیز به جای آب مصرف‌شده در مخرج کسر، از تبخیر و تعرق یا تعرق گیاه (Blumling et al,2007) و یا مجموع تخلیه رطوبت خاک، بارش مؤثر و آب آبیاری استفاده شده است.

این شاخص‌ها که در مقیاس‌های کوچک مفیدتر و کاربردی‌تر هستند (Edkins,2006) به‌صورت گسترده‌ای در مطالعات گوناگون به کار رفته‌اند (Zhang et al, 2005; Veits,1962) و به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم در زمینه تعیین پایداری سیستم‌های آبیاری و کشاورزی مورداستفاده واقع شده است. بعضی از متخصصین کشاورزی جنبه‌های اقتصادی را به این‌روابط وارد کرده و آن را راندمان اقتصادی مصرف آب نامیده‌اند به‌طوری‌که با تولید اقتصادی، سود کشاورزی و میزان اشتغال حاصل از مصرف آب در کشاورزی رابطه مستقیم دارد (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲).

علاوه بر مفهوم راندمان مصرفی آب، عبارت بهره‌وری آب (WP) نیز در مطالعات زیادی به کار رفته و به‌عنوان عاملی جهت مقایسه سناریوهای گوناگون کشاورزی مورداستفاده واقع شده است. این شاخص که مشابهت زیادی با WUE دارد، توسط مولدن[1] (۱۹۹۷) معرفی شده و برابر با مقدار تولید محصول (کیلوگرم) به حجم آب مصرفی می‌باشد. تأکید هر دو شاخص بر افزایش خروجی محصولات کشاورزی به ازای واحد آب مصرفی بوده و برای مقایسه عملکرد محصولات مختلف کشاورزی در روش‌های آبیاری یکسان به کار می‌روند. به همین علت در برخی از مطالعات مانند بلدر و همکاران[2] (۲۰۰۴) و (Cantero-Martinez et al, 2003) تعریف روشنی از تمایز آنها وجود نداشته و در ارزیابی‌های آبیاری به جای هم به کار رفته‌اند.

۲-۲- مفاهیم شاخص‌های بهره‌وری آب، راندمان مصرف آب و بهره‌وری اقتصادی آب

تاکنون تعاریف متعددی برای بهره‌وری آب کشاورزی ارائه‌شده است. به‌طور مثال بهره‌وری بیشتر آب کشاورزی از دیدگاه اقتصادی به معنای سود بیشتر نسبت به واحد حجم آب است. بهره‌وری آب کشاورزی از دیدگاه امنیت

[1] Molden
[2] Belder

غذایی به معنای تولید انرژی، پروتئین و یا محصول غذایی بیشتر به ازای واحد حجم آب (نه واحد سطح زیر کشت) می‌باشد و در یک تعریف کلی می‌توان گفت در کشاورزی بهره‌وری میزان خروجی یک سیستم به آب مصرفی در سیستم، در زمان و مکان مشخص می‌باشد (کشاورز و دهقانی سانیج، ۱۳۹۱). سیستم می‌تواند شامل یک پلات، مزرعه، کشت و صنعت، زیر حوزه و یا حوزه آبریز باشد (Rijsberman, 2006).

درواقع شاخص بهره‌وری، به‌کارگیری آب در کشاورزی، عملکرد، درآمد اقتصادی، شرایط اجتماعی، کار و فعالیت و... را به ازای واحد آب به‌کاررفته بیان می‌کند و درجایی که تنها شاخص عملکرد به ازای مصرف آب گیاه (تبخیر و تعرق) مدنظر باشد، کارایی مصرف آب مطرح می‌شود (Molden and Oweis, 2007). البته نظراتی در مورد ناکافی بودن شاخص کارایی مصرف آب برای سنجش در کشاورزی مطرح است. برای مثال زوئلب (۲۰۰۶) اظهار داشته ازآنجایی‌که آب تنها یکی از نیازهای رشد مطلوب گیاه و تضمین عملکرد بالاست و در محاسبه‌ی عملکرد بر اساس آب، فاکتورهایی مانند کارگر، زمین و سرمایه در نظر گرفته نمی‌شود، درنتیجه کارایی مصرف آب شاخص معنی‌داری نمی‌تواند باشد. برای رفع این معضل، یعنی نامأنوس و غریب بودن کارایی مصرف آب و تبخیر-تعرق، پارامتر مفهومی دیگری، با شکلی ساده‌تر و کاربردی‌تر تعریف شد و آن، شاخص بهره‌وری بود. نه‌تنها در کشاورزی بلکه در زمینه‌های دیگر چون انرژی، سرمایه، ساختارهای انسانی، اجتماعی، بهداشت و فرهنگ نمود پیدا کرد. آنچه از این مفهوم در کشاورزی تجلی یافت، بهره‌وری آب می‌باشد که از نسبت عملکرد محصول به میزان آب کاربردی به‌دست می‌آید و بیان‌گر میزان تولید محصول (ماده خشک، ماده تر، غده و...) به ازای آب کاربردی است (Zoebl, 2006). ازجمله مهم‌ترین ویژگی‌های این شاخص، ساختار مفهوم مدیریتی آن و مستقل بودن از تخمین و برآورد تبخیر-تعرق می‌باشد. اندک بودن شاخص بهره‌وری آب نشان‌گر ضعف مدیریتی و ناکارآمدی در مصرف آب است که در آن مرحله باید تلاش شود این ناکارآمدی متأثر از کدام‌یک یا تلفیقی از پارامترهای سامانه‌های آبیاری، تلفات عمقی یا رواناب، کیفیت آب، ناکارآمدی‌های زراعی و یا ناهنجاری‌های محیطی و... است. برابر بودن کمی شاخص بهره‌وری آب در تولید یک محصول در دو منطقه لزوماً به معنای مفاهیمی یکسان نیست و بایستی از ابعاد اقتصادی، تولید انرژی و یا پروتئین بررسی شود (Perry et al, 2009). برداشت اکثر کشاورزان از افزایش بهره‌وری آب، مربوط به افزایش درآمد محصول است و به کاهش مصرف آب توجهی نمی‌کنند. در تعریف بهره‌وری آب استفاده از معیارهای اقتصادی نسبت به معیارهای مهندسی ملموس‌تر بوده و امکان بهتری برای ارزیابی از میزان تأثیر اقدامات مدیریتی مانند زمان‌بندی آبیاری و یا اقدامات عملی مانند کارایی تجهیزات را فراهم می‌کند (Knox et al, 2012).

گسترده شدن مفاهیم بهره‌وری آب در بخش کشاورزی و دخیل کردن مباحث اقتصادی در آن باعث شکوفایی در درک تصمیم‌گیری‌های مربوط به این بخش شده است. مفاهیم اخیر خصوصاً برای تحلیل در شرایط الگوی کشت که با انواع متنوعی از محصولات با ویژگی‌های متفاوتی ازلحاظ میزان تولید، سطح زیر کشت و مقادیر آب مصرفی مواجه است کاربرد ویژه‌ای دارد و بسته به اهمیت مسئله و جنبه موضوعی (کسب سود بیشتر، کالری، انرژی یا پروتئین‌تولیدی) می‌توان الگوی کشت بهینه را تبیین و تعیین کرد. یکی از شیوه‌های کاربردی نمودن

مدیریت‌های کارا و نوین و افزایش بهبود بهره‌وری آب، اجرای پژوهش‌های مزرعه‌ای و با مشارکت مؤلفه‌های درگیر (محقق، مروج و بهره‌بردار) است که امکان شکل‌گیری و فرهنگ‌سازی یک شیوه تولید پدید می‌آید.

درواقع ازآنجاکه افزایش عملکرد گیاه، افزایش مصرف آب را به همراه خواهد داشت دررسیدن به افزایش کارایی اقتصادی آب علاوه بر در نظر گرفتن سود تولید و هزینه‌های سرمایه گزاری سیستم، در محاسبه‌ی سود و هزینه باید تأثیر مدیریت آبیاری بر معیشت مردم و تأثیرات اکولوژیکی نیز در نظر گرفته شود. افزایش بهره‌وری آب بدون در نظر گرفتن سایر عوامل تأثیر مطلوبی نخواهد داشت (Molden et al, 2010). به‌عبارت‌دیگر مزیت‌های بهبود عملکرد مدیریت‌های زراعی در افزایش بهره‌وری آب قابل‌انکار نیست، اما سفارش می‌شود که اثرات هیدرولوژیکی موردمطالعه قرار گیرد که نیازمند اندازه‌گیری دقیق آب در مقیاس محلی و برآورد آب از دسترس خارج‌شده در انتهاست (Perry, 2011).

۳-۲- مطالعات صورت گرفته در خصوص شاخص‌های بهره‌وری آب

مطالعات فراوانی در هر دو جنبه بهره‌وری اقتصادی مصرف آب و بهره‌وری آب در بخش کشاورزی تابه‌حال انجام‌شده است. در سال‌های اخیر به دلیل بحرانی‌تر شدن کمبود منابع آب این موضوع با اهمیت بیشتری دنبال شده است. سپه‌وند (۱۳۸۸) بهره‌وری اقتصادی آب و بهره‌وری آب را برای دو محصول پاییزه گندم و کلزا مقایسه نمود. نتایج مطالعه وی نشان می‌دهد که بهره‌وری آب برای دو محصول گندم و کلزا به ترتیب برابر ۱/۶۴ و ۰/۶۸ کیلوگرم بر مترمکعب و بهره‌وری اقتصادی آب آنها به ترتیب ۲۱۲۸ و ۱۵۰۸ ریال بر مترمکعب می‌باشد. ایشان همچنین گزارش نمود که در سال‌های پرباران مناطق غرب کشور، کشت گندم (به‌عنوان گیاه پاییزه) با توجه به تعداد آبیاری و کل آب مصرفی کمتر و درعین‌حال بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی بیشتر بر کشت کلزا برتری دارد. در مطالعه‌ایی دیگر در استان اصفهان بهره‌وری آب برای محصولات گندم، جو و یونجه در شهرستان‌های استان توسط رضایی رضایی‌راد و همکاران (۱۳۹۲) انجام گرفت. نتایج حاصل نشان‌دهنده آن بود که از بین شهرستان‌های استان اصفهان، شهرستان چادگان با متوسط بهره‌وری آب در محصول گندم به میزان ۱/۳۷ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین مقدار و خور و بیابانک با بهره‌وری ۰/۵۶ کیلوگرم بر مترمکعب کمترین بهره‌وری آب را به ازای مصرف یک مترمکعب دارد. شهرستان چادگان با متوسط بهره‌وری ۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب، بهترین بهره‌وری آب را برای محصول جو در استان اصفهان به خود اختصاص داده است و کمترین بهره‌وری آب برای این محصول مربوط به شهرستان نائین به میزان ۰/۷۷ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. بیشترین و کمترین میزان بهره‌وری آب برای محصول یونجه در استان اصفهان مربوط به شهرستان‌های به ترتیب نجف‌آباد به میزان ۱/۳۵ و سمیرم با ۰/۸۶ کیلوگرم بر مترمکعب بود. میانگین بهره‌وری آب استان اصفهان در سه محصول جو، گندم و یونجه به ترتیب ۱/۲۴، ۰/۹۶ و ۱/۱۸ کیلوگرم به ازای یک مترمکعب محاسبه گردید. در این خصوص لیو و همکاران (۲۰۰۸) نیز بهره‌وری آب را برای ۱۲۴ کشور مختلف محاسبه و گزارش کرده‌اند. طبق نتایج این تحقیق، کشورهای آمریکا و چین با بیش از ۱/۵ و کشورهای آفریقایی با کمتر از ۱ کیلوگرم بر مترمکعب آب به ترتیب بیشترین و کمترین بهره‌وری آب را داشته‌اند.

۴-۲- بررسی روش‌های افزایش شاخص‌های بهره‌وری

یک احساس نیاز برای یافتن راه‌های جهت افزایش بهره‌وری آب از طریق بهبود ستانده‌های اقتصادی یا زراعی به ازای واحد آب مصرفی در هر دو سامانه زراعت آبی و دیم وجود دارد (Kassam et al, 2007). از سویی دیگر با توجه به شرایط منابع و نهاده‌های کشاورزی در جهان امروز، مدیریت مناسب نهاده‌های کشاورزی به‌ویژه آب آبیاری با استفاده از فناوری مدرن برای به حداکثر رساندن تولید و ارائه بازده بالا به کشاورزان ضروری است (Panda, 2003). به‌عنوان یک قاعده، هر عامل مدیریتی که موجب افزایش عملکرد گیاهی شود، بهره‌وری آب را نیز افزایش می‌دهد (مؤمنی،۱۳۹۰). البته باید به این نکته توجه نمود که افزایش عملکرد با میزان نهاده‌های کشاورزی و به‌خصوص آب مصرفی به‌صورتی در تعادل باشد (مهتدی و همکاران،۱۳۹۲). روش‌های بهبود بهره‌وری آب از طریق صرفه‌جویی و جلوگیری از تلفات فیزیکی آب شامل تمامی اقدامات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مرتبط برای صرفه‌جویی‌های واقعی و کاهش تلفات فیزیکی آب در مقیاس‌های گیاه، مزرعه، شبکه آبیاری و حتی حوضه آبریز است (حیدری، ۱۳۹۰). ازاین‌رو یکی از شیوه‌های کاربردی نمودن مدیریت‌های کارا و نوین اجرای پژوهش‌های مزرعه‌ای و با مشارکت مؤلفه‌های درگیر (محقق، مروج و بهره‌بردار) است که امکان شکل‌گیری و فرهنگ‌سازی یک شیوه تولید پدید می‌آید (توکلی، ۱۳۸۹). راه‌کارهایی مانند بهبود گونه‌های گیاهی، تغییر الگوی کشت، بهبود مدیریت آبیاری، بهبود عملیات زراعی و روش نوین آبیاری موجود ازجمله این مدیریت‌ها می‌باشد (نی‌ریزی، ۱۳۸۲). عزیزی (۱۳۸۰) در راستای بررسی عوامل تأثیرگذار بر مدیریت پایدار آب، این مؤلفه‌ها را در چندین دسته به‌صورت مؤلفه‌های مدیریتی (سن، سابقه کشاورزی، میزان تحصیلات، تعداد دفعات شرکت در کلاس ترویجی)، فیزیکی (الگوی کشت، تعداد قطعات، شرایط اقلیمی، روش آبیاری)، اقتصادی (اعتبارات، بیمه، مشکل دسترسی به نهاده‌ها)، اجتماعی (رفتار مصرفی همسایگان، بار تکفل، درآمد غیر کشاورزی)، نهادی (مالکیت منابع آب، عدم اجرای قوانین و مقررات، اجاره‌ای بودن منبع آب)، تقسیم‌بندی کرده‌اند. عمانی (۱۳۸۹) در تحقیقی به بررسی عوامل مؤثر بر مدیریت پایدار منابع آب زراعی پرداخته و نتیجه گرفتند که فعالیت‌های آموزشی و ترویجی، ویژگی‌های اقتصادی، دانش و اطلاعات کشاورزان، فعالیت‌های اجتماعی و حمایت‌های دولتی مهم‌ترین مؤلفه‌های تأثیرگذار بر مدیریت پایدار آب زراعی است.

در سال‌های اخیر نیز تحقیقات مفیدی با هدف بازبینی و بررسی مقادیر بهره‌وری آب در نقاط مختلف دنیا به انجام رسیده است. (Zwart and Bastiaanssen, 2004) نتایج این بررسی‌ها نشان می‌دهد که بهبود شیوه‌های مدیریتی آب و خاک در سال‌های اخیر باعث افزایش مقادیر بهره‌وری آب شده است. کاربرد روش‌های جدید آبیاری ازجمله آبیاری بارانی و قطره‌ای، با توجه به بهبود مدیریت آبیاری در مزرعه، بهره‌وری آب را به میزان قابل‌توجهی افزایش داده است. گیجینه و همکاران فعالیت‌های مرتبط با بهره‌وری آب از زمان معرفی این مفهوم را مورد بررسی و بازبینی قرار داده، راهکارهایی را برای افزایش بهره‌وری آب از طریق بهبود مدیریت منابع آب در سطوح گیاه، مزرعه و حوضه آبریز ارائه کردند. (Kijine et al, 2003) برخی از شیوه‌ها و گزینه‌هایی که می‌توان در این زمینه به کار گرفته شوند عبارتند از: ۱- در سطح گیاه: افزایش تحمل گیاهان به تنش خشکی و شوری از طریق به‌کارگیری شیوه‌های اصلاح نژاد گیاهان ۲- در سطح مزرعه: افزایش تابع تولید، کاربرد کم‌آبیاری، تصحیح تاریخ کاشت و شخم

به‌منظور کاهش تبخیر تعریق و افزایش نفوذ آب در خاک ۳- در سطح حوضه: استفاده مجدد از آب و بهبود الگوی کشت به‌منظور حداکثر کردن محصول و حداقل نمودن تبخیر تعریق گیاهی. یان و همکاران (۲۰۱۵) نیز بیان داشتند که اجرای تمهیدات ساده و کاربردی در مقیاس مزرعه‌ایی، مانند مالچینگ، بی‌خاکورزی، کم آبیاری، اصلاح الگوی کشت و استفاده از ارقام اصلاح‌شده و... علی‌رغم افزایش عملکرد محصول و ترغیب زارع به استفاده از این تمهیدات موجب کاهش مصرف آب نیز گردیده است؛ که هر دو عامل نقش مستقیم در رابطه با افزایش بهره‌وری آب دارد.

۵-۲- راه‌کارهای مدیریتی و زراعی به‌منظور افزایش بهره‌وری آب

همان‌طور که ذکر گردید به‌کارگیری فناوری‌های مختلف در دنیا باعث افزایش بهره‌وری آب شده است که می‌توان به مواردی ازجمله، مدیریت در شیوه آبیاری، انواع روش‌های خاک‌ورزی، استفاده از بذور مختلف، کودهای ماکرو و میکرو، خاک پوشه‌ها و ... اشاره نمود. در ادامه به تعدادی از تحقیقات انجام‌شده در برخی از زمینه‌ها اشاره خواهد شد.

۱-۵-۲- مدیریت خاک‌ورزی

خاک‌ورزی یکی از مهم‌ترین عملیات زراعی درکشت گیاهان است که برخی از اهداف آن عبارت از ایجاد شرایط مطلوب برای جوانه‌زنی بذر و رشد ریشه، نفوذ سریع رطوبت و ابقای آن، ظرفیت کافی هوا و تبادل آن در داخل خاک، کنترل علف‌های هرز و سامان‌دهی بقایای گیاهی می‌باشد (شفیعی،۱۳۷۱، روزبه، ۱۳۷۸؛ اسکندری، ۱۳۸۱؛ اسکندری و همت، ۱۳۸۲) شیوه مناسب خاک‌ورزی بر میزان عملکرد و بهره‌وری آب تأثیرگذار خواهد بود به‌طوری‌که هو و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند که عملیات متناوب خاک‌ورزی باعث بهبود مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک شده و درنتیجه سبب افزایش عملکرد و بهره‌وری آب می‌گردد (Hou et al. 2012). روش خاک‌ورزی حفاظتی درواقع با نگه‌داری بخش کوچکی از بیوماس گیاهی و ترکیب آن در خاک از طریق اجرای روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی، می‌توان ضریب تولیدی خاک و حاصلخیزی آن را در اراضی گرمسیری با حفظ ۱۰ تا ۱۵ درصد در افزایش رطوبت خاک در جهت افزایش تولید محصول قرار داد (Sharma et al, 2011) نتایج ۲۵ ساله محققان در مطالعه خاک‌ورزی حفاظتی نشان داد که حدود ۱۲ درصد افزایش عملکرد محصول و ۲۲ درصد کاهش در هزینه‌های انجام عملیات دارد، همچنین خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم می‌تواند راندمان مصرف آب را تا ۱۱ درصد بهبود داده و فرسایش آبی خاک را تا ۴۲ درصد کاهش دهد (Olson et al, 2013). در سیستم بی خاک‌ورزی به‌طور متوسط عملکرد دانه ۱۲ درصد و ذخیره آب ۳ درصد در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم بیشتر می‌باشد (Cui-Cui et al, 2011). مطالعات گسترده محققین دیگر نیز نشان از اثرات مفید کم خاک‌ورزی می‌دهد. به‌عنوان نمونه عبدالله (۲۰۱۴) در تحقیقی که بر روی کلزا در شمال عراق با اقلیمی نیمه‌خشک انجام داد گزارش نمود که کم خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی باعث افزایش آب خاک، ماده‌ی آلی خاک، عملکرد کلزا و میزان روغن دانه‌ی کلزا شده است.

از طرفی ضرورت دارد که ادوات خاک‌ورزی عملیات تهیه بستر مناسب جهت جوانه‌زنی و رشد ریشه را با حداقل مصرف انرژی انجام داده، به‌نحوی‌که شرایط نهایی خاک در حد مطلوب و قابل‌قبول باشد (صلح‌جو و همکاران، ۱۳۸۰). در این خصوص ظریف نشاط (۱۳۸۲) نیز بیان داشت که بیش از نیمی از انرژی موردنیاز برای تولید محصولات کشاورزی صرف عملیات خاک‌ورزی می‌گردد. لذا به همین دلیل در سال‌های اخیر کم خاک‌ورزی موردتوجه قرارگرفته است. وی همچنین بیان داشته که کم خاک‌ورزی با مصرف انرژی کمتر، شرایط مطلوب‌تر فیزیکی و آبی برای تغذیه گیاه فراهم کرده و فعالیت میکرو فلور که در سنتز هوموس شرکت می‌نماید را افزایش می‌دهد (ظریف نشاط، ۱۳۸۲). مختار میران‌زاده (۱۳۹۲) اثر برخی از روش‌های خاک‌ورزی و تهیه بستر کاشت بر خصوصیات هیدرولیکی و بهره‌وری مصرف آب در زراعت گندم را بررسی کرد. طبق نتایج بدست آمده تیمار غلطک زنی ((شخم با گاوآهن برگردان دار به عمق ۲۵ + دیسک)+ کاشت بر روی بستر مسطح+ غلطک صاف) با عملکرد ۷۱۱۱ کیلوگرم در هکتار و بهره‌وری ۰/۹۳ کیلوگرم بر مترمکعب به ترتیب بالاترین عملکرد محصول و بهره‌وری مصرف آب را بدست آورد. تیمار بی خاک‌ورزی در عدم حضور بقایا (روش بی خاک‌ورزی، کاشت مستقیم بر روی بستر مسطح در حضور بقایای ایستاده) با عملکرد ۶۰۸۳ کیلوگرم در هکتار و بهره‌وری مصرف آب ۰/۷۸ کیلوگرم در مترمکعب از کمترین عملکرد و بهره‌وری مصرف آب برخوردار بود. روش خاک‌ورزی مرسوم منطقه (شخم با گاوآهن برگردان دار به عمق ۲۵ سانتیمتر+دیسک + کاشت بر روی بستر مسطح) عملکرد ۶۲۰۴ کیلوگرم در هکتار و بهره‌وری مصرف آب ۰/۸۳ کیلوگرم در مترمکعب را بدست آورد. حیدری سلطان‌آبادی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی تأثیرات خاک‌ورزی در عملکرد آفتابگردان روغنی گزارش کردند که با توجه به هزینه‌ی بالای اجرای عملیات زیرشکنی و همچنین عدم تأثیر آن بر Yc، استفاده از این عملیات در منطقه‌ی موردمطالعه (کبوتر آباد) ضرورت پیدا نمی‌کند. محمدی و همکاران (۱۳۹۲) نیز مشاهده کردند که آفتابگردان در خاک‌ورزی حداقل، بیشترین عملکرد محصول را دارد. علاوه بر آن نتایج سایر محققین حاکی از آن است که سایر فن‌ها و مدیریت‌ها در خاک‌ورزی به‌طور مستقیم بر عملکرد و بهره‌وری آب و حتی میزان آب مصرفی نقش داشته است. تحقیقات انجام‌شده در مناطق مختلف ایران با شرایط اقلیمی متفاوت نشان داد که خاک‌ورزی حفاظتی می‌تواند در صرفه‌جویی برخی نهاده‌ها و پارامترهای عملکردی و فنی ماشین تأثیرگذار باشد. بر اساس نتایج به‌دست آمده در خصوص اجرای عملیات خاک‌ورزی حفاظتی در کاشت گندم، با اعمال روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی صرفه‌جویی در هزینه‌های اجرای عملیات به میزان ۵۰ درصد نسبت به روش مرسوم و میزان مصرف آب از ۳۵۰۰ به ۲۱۲۵ مترمکعب در هکتار و مصرف بذر از ۲۰۰ به ۱۴۵ کیلوگرم کاهش می‌یابد. کارایی مصرف آب با ۸۷ درصد افزایش از ۰/۸ کیلوگرم بر مترمکعب در روش مرسوم به ۱/۵ کیلوگرم بر مترمکعب در روش خاک‌ورزی حفاظتی می‌رسد (احمد شریفی و همکاران، ۱۳۹۴). نتایج تحقیق جین و همکاران (۲۰۰۹) نشان‌دهنده آن می‌باشد که در اراضی با کشت متناوب ذرت و گندم زمستانه در شمال چین در خصوص مقایسه روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و خاک‌ورزی مرسوم می‌توان بیان نمود که خاک‌ورزی حفاظتی، Yc و WP گندم را به ترتیب ۶/۷ درصد و ۳۰/۱ درصد و Yc و WP ذرت را به ترتیب ۸/۹ درصد و ۶/۸ درصد نسبت به خاک‌ورزی مرسوم بهبود بخشیده است. نانجیا و همکاران (۲۰۱۰) اثر کشاورزی حفاظتی بر بهره‌وری آب و زمین در حوضه رودخانه زرد واقع در چین را طی سال‌های ۱۹۹۵

تا ۲۰۰۴ بررسی کردند. برای ارزیابی پتانسیل کشاورزی حفاظتی بر بهبود تعادل آب خاک و بهره‌وری آب کشاورزی، مدل گیاهی DSSAT با استفاده از داده‌های یک آزمایش میدانی در منطقه شمال شرقی رودخانه زرد کالیبره گردید. سایت موردمطالعه دارای الگوی کشت ذرت- ذرت می‌باشد. سه تیمار خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی سنتی (CT)، بی خاک‌ورزی و حفظ کامل بقایا (NTSM)، کم خاک‌ورزی و برگرداندن بقایا به خاک (ASRT) می‌باشد. مطابق نتایج، تیمارهای بی خاک‌ورزی (NTSM) و کم خاک‌ورزی (ASRT) بالاترین عملکرد (بیش از ۳۶ درصد) و بیشترین بهره‌وری آب (بیش از ۲۸ درصد) نسبت به روش معمول (CT) بدست آورد. همچنین مورل و همکاران (۲۰۱۱) در اراضی دیم جو با اقلیم نیمه‌خشک مدیترانه‌ای مشاهده کردند که خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم به‌طور متوسط Yc و WP را به ترتیب ۶۶ درصد و ۵۷ درصد بهبود بخشیده است. اگرچه در سال‌های پر بارش تفاوتی محسوسی مشاهده نشد. میریتی و همکاران (۲۰۱۲) نیز در تحقیقی در غرب کنیا درکشت متناوب ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی مشاهده کردند که خاک‌ورزی حفاظتی نسبت به خاک‌ورزی عمیق باعث افزایش پارامترهایی مانند رطوبت قابل‌استفاده در خاک، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب در هر دو گیاه شده است. در تحقیق گوان و همکاران (۲۰۱۵) که در آن به تأثیر عملیات خاک‌ورزی بر توسعه‌ی ریشه و WP در گندم زمستانه‌ی دیم جلگه‌های شمال غرب چین پرداخته‌شده بود مشخص گردید که شخم به‌وسیله‌ی گاوآهن نسبت به شخم با گاوآهن دوار باعث کاهش چشمگیر چگالی ظاهری خاک و افزایش تراکم ریشه‌ها و درنتیجه تبخیر-تعرق بیشتر در فصل گلدهی شده است؛ که منجر به افزایش Yc و WP گردید.

۲-۵-۲- مدیریت در شیوه آبیاری

علاوه بر خاک‌ورزی مدیریت درزمینه آبیاری و تغییر شیوه‌های مرسوم آبیاری نیز نقش بسزایی در افزایش بهره‌وری آب دارد. کوانکی و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی به میزان مصرف آب در گندم زمستانی، تحت الگوهای کشت و رژیم‌های آبیاری مختلف پرداختند. این تحقیق در کشور چین انجام شد و درکشت آن گندم زمستانه به‌صورت ردیف‌های منظم، کشت شیاری و کشت بستری در شیارها انجام شد تا ازنظر عملکرد، مصرف آب و بهره‌وری آب بررسی شود. نتایج نشان داد که اجزای رطوبت خاک در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک درکشت شیاری بیشتر بود. درحالی‌که رطوبت خاک در عمق ۵۰ سانتی‌متر خاک درکشت بستری کاهش پیدا می‌کرد. کشت شیاری و کشت بستری دارای بهره‌وری آب بالاتری نسبت به کشت منظم ردیفی گزارش گردید. همچنین مقدار نفوذ آب بعد از آبیاری درکشت شیاری و بستری بیشتر بود (Quanqi et al, 2012). از طرفی می‌توان ذکر نمود: دور آبیاری، دبی جریان، زمان قطع جریان، طول و عرض زمین فاکتورهای تأثیرگذار بر کارایی سیستم‌های آبیاری سطحی هستند که برای طراحی یک سیستم آبیاری سطحی باید آن‌ها را در نظر گرفت. بی‌شک انتخاب صحیح هریک تأثیر مستقیم بر بهبود راندمان آبیاری دارد (Walker and Skogerboe, 1987). بر طبق گزارش فائو (۲۰۰۲) بافت خاک، دبی جریان، عمق آبیاری، شیب، مساحت مزرعه و عملیات زراعی به‌عنوان فاکتورهای مهم در طراحی طول و عرض کرت و یا طول شیار آبیاری معرفی می‌شود. گزارش مذکور نتیجه می‌گیرد، یکنواختی و راندمان کاربرد آبیاری با کاهش طول شیار و کرت افزایش می‌یابد (FAO, 2002).

۳-۵-۲- تغذیه کودی و واریته گیاهی

از دیگر فن‌های پیشنهادی به‌منظور افزایش شاخص‌های بهره‌وری آب در مزرعه می‌توان به اصلاح و یا تغییر واریته گیاهی و همچنین نقش مدیریت در بهبود تغذیه گیاه نام برد. به‌عنوان‌مثال اویس و همکاران (۱۹۹۹) معتقد بودند که مدیریت زراعی و مصرف کود نقش بسزایی در افزایش بهره‌وری آب دارد. در تحقیقی دیگر کینا و همکاران (۲۰۱۶) مشاهده کردند که مصرف بهینه‌ی کود ازت در مرکبات بهره‌وری آب را ۱۵ درصد افزایش داد. در همین راستا. کانگ و همکاران (۲۰۱۴) گزارش نمودند که استفاده از کود فسفر به‌طور قابل‌توجهی Yc و WP را درزمینه-ای دیم افزایش می‌دهد. همچنین مطالعه جالب‌توجه لی و همکاران (۲۰۱۵) در خصوص تأثیر کود دهی ازت به اراضی دارای کمبود نیتروژن درزمینه‌ای دیم چین نشان‌دهنده آن است که کود دهی به‌طور قابل‌توجهی تبخیر از سطح خاک را کاهش داده و باعث افزایش تعرق شد. این محققین دلیل اصلی این فرایند را افزایش رشد توده‌ی هوایی گیاه و شاخص سطح برگ گیاه دانستند. آن‌ها همچنین افزایش عملکرد و بهره‌وری آب را گزارش نمودند. کاظم خاوازی و عبدالحسین ضیائیان (۱۳۹۰)، بررسی اثربخشی کود زیستی بیوفارم در زراعت گندم در استان فارس را بررسی کردند. نتایج تحقیق انجام‌شده در فارس نشان داد که تیمار تلقیح بذور با کود زیستی بیوفارم از طریق تأثیر بر وزن هزار دانه و تعداد سنبله در مترمربع عملکرد دانه را بالا می‌برد. علت اثربخشی کود بیوفارم در گندم، وجود باکترها در این کود بود به‌طوری‌که حذف باکتری‌ها (استفاده از بیوفارم استریل شده) موجب افت شدید عملکرد گردید. نتایج نشان داد که تیمار تلقیح بذور گندم با بیوفارم در مقایسه با تیمار تلقیح بذور با بیوفارم استریل شده، موجب افزایش بیش از یک تن در هکتار عملکرد دانه گردید. عملکرد دانه در تیمارهای تلقیح بذور با بیوفارم، بیوفارم استریل شده و شاهد بدون تلقیح به ترتیب برابر ۷۵۲۵، ۶۴۷۵ و ۶۷۷۵ می‌باشد. محمد جلینی (۱۳۹۳)، به‌منظور بررسی تأثیر دور آبیاری و درصد نیتروژن مصرفی روی عملکرد و بهره‌وری مصرف آب طرحی در طی دو سال در ایستگاه تحقیقات جلگه‌رود- خراسان‌رضوی با فاکتورهای دور آبیاری در دو سطح (۲ و ۴ روز) و مقادیر مختلف نیتروژن در سه سطح (۱۰۰ درصد، ۷۵ درصد و ۵۰ درصد توصیه کودی) انجام شد. اثر متقابل تیمارها روی عملکرد و بهره‌وری مصرف آب نشان داد که بیشترین میزان عملکرد و بهره‌وری مصرف آب در تیمار دور آبیاری چهار روز و ۱۰۰ درصد نیتروژن مصرفی به میزان ۳۳/۱ تن در هکتار و ۴/۴۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین عملکرد و بهره‌وری مصرف آب در تیمار دور آبیاری چهار روز و ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی با عملکرد ۲۱/۵ تن در هکتار و بهره‌وری ۲/۹ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. همچنین صادقی‌پور مروی (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای بر روی محصول اسفناج بیان داشت که استفاده بهینه از کود حیوانی و نیتروژن برافزایش عملکرد، عملکرد نسبی، کارایی مصرف آب تأثیرگذار بوده است.

۴-۵-۲- اهداف پروژه

در حوضه آبریز دریاچه در خصوص اهمیت طرح مزارع نمونه، می‌توان به این نکته اشاره نمود که با مصرف ۷۰ درصدی پتانسیل آب تجدیدپذیر حوضه، مصرف بدون کنترل آب در سطح شبکه‌ها و مزارع و پایین بودن راندمان آبیاری، سبب به‌هم‌خوردن روند طبیعی جریان رودخانه‌ای گردیده و این امر و بر مسائل کشاورزی و زیست‌محیطی

حوضه دریاچه ارومیه به‌طور مستقیم تأثیرگذار بوده است. از طرف دیگر، گسترش وسعت اراضی کشاورزی، با توجه به محدودیت منابع آب و خاک، باعث ایجاد مشکلات عدیده در سطح حوضه شده است؛ بنابراین بایستی در جهت توسعه پایدار گام برداشته شود. توسعه پایدار آبیاری نیازمند شناخت کافی از رفتار آب در سطح و زیرخاک است که در این راستا بیلان رطوبتی خاک و جذب آب توسط ریشه گیاه و تعرق از پوشش گیاهی از پارامترهای مهم می‌باشند. لذا ارزیابی روش‌های آبیاری موجود در جهت دستیابی به یک روش آبیاری مناسب، پایدار و اثربخش در سطح دریاچه ارومیه از مهم‌ترین بحث‌ها در طرح مزارع نمونه خواهد بود. با وجود مشکلات موجود در جهت مصرف صحیح و بهینه آب در بخش کشاورزی، نقد و بررسی روش‌های آبیاری و تحویل آب و ارائه الگوی علمی و تخصصی ضرورت می‌یابد. چند سؤال اساسی در جهت یافتن مسیر مناسب به شرح زیر مطرح می‌باشد:

- چرا آبیاری سطحی به‌صورت علمی طراحی و اجرا نمی‌گردد؟
- استفاده از دستگاه‌های نوین اندازه‌گیری در آبیاری، چگونه ما را در جهت آبیاری پایدار و مؤثر کمک خواهد کرد؟
- چگونه می‌توان از مدل‌ها و نرم‌افزارها در جهت بهبود کارایی مصرف آب و بازده آبیاری استفاده نمود؟
- بهبود کارایی مصرف آب در آبیاری سطحی با چه متدولوژی‌های جدید انجام می‌گیرد؟
- آیا نیاز آبی گیاهان در حوضه به‌درستی تخمین زده شده است؟
- چگونه می‌توان با استفاده از روش‌های جدید کاهش مصرف آب ۴۰ درصدی بدون کاهش محصول را داشت؟

به‌منظور دستیابی به کاهش مصرف و اعمال مدیریت‌های مختلف درزمینه مصرف آب کشاورزی، تنها روش استفاده از مطالعات میدانی و واقعی می‌باشد. در این راستا مزارع پایلوت در کنار شرایط موجود، پاسخگوی اکثر سؤالات مبهم در حوضه آبریز دریاچه ارومیه خواهد بود. هم‌اکنون بالا بردن آگاهی از مسائل اکوسیستم‌ها، بهبود بخشیدن راندمان‌های پایین آبیاری، مشخص نمودن اراضی بر اساس راندمان، شدت بخشیدن به مشارکت کشاورزان در مدیریت آب، یک نیاز ضروری به شمار می‌روند. این طرح درصدد است تا از این طریق بتواند انگیزه‌هایی را برای کشاورزان به‌منظور کاهش آب مصرفی به وجود آورد.

هدف نهایی این مطالعات مشخص نمودن این مسئله می‌باشد که با اتخاذ کدام روش‌ها و شیوه‌های مدیریت آبیاری و عملیات به زراعی و به نژادی می‌توان مصرف آب در سطح مزرعه را کاهش داد، درحالی‌که میزان تولید کاهش نیافته یا حداقل کاهش معناداری پیدا نکند. خروجی مطالعات به‌عنوان پایه‌ای برای تهیه راهنمای مصرف آب کمتر در سطح مزرعه بکار خواهد گرفت. به‌منظور اطمینان از واقعی بودن راهنمایی‌ها و اینکه کشاورزان بتوانند بدان‌ها عمل نمایند، مطالعات با استفاده از رهیافت‌های مشارکتی و در محیط کشاورزان صورت گرفته است. در این راستا اهداف اصلی طرح مزارع پایلوت به‌صورت زیر ارائه می‌گردد:

۱) کاهش مصرف آب در سطح مزارع بدون کاهش محصول با روش‌های مدیریتی
۲) ارائه روش‌های آبیاری بهینه برای محصولات مختلف
۳) پاسخگویی به برخی پرسش‌های فنی در حوضه از طریق ایجاد مزارع پایلوت
۴) طراحی و ارائه روش‌ها و مدیریت‌های مختلف آبیاری
۵) استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری در جهت پایش میزان مصرف آب

۶) ارائه و تبلیغ مزارع نمونه پایلوت در سطح منطقه در جهت ترویج استفاده مؤثر از آب
۷) بررسی سناریوهای کیفی جهت دستیابی به محصولات با کیفیت بالا

قطعه شاهد همان روش آبیاری مرسوم کشاورز بوده و مدیریت آبیاری در همان قطعه و در کنار قطعه شاهد خواهد بود. سناریوها و راهکارهای مختلف موردمطالعه در سطح شهرستان‌های میاندوآب و مهاباد در راستای مدیریت بهینه آبیاری بایستی به‌راحتی توسط کشاورزان قابل‌اجرا باشد و مشکلاتی برای آنان ایجاد نکند. برخی از راهکارهای مدیریتی عبارتند از:

- بهینه‌سازی ابعاد نوار (کاهش طول نوارها/جویچه‌های آبیاری و کاهش عرض/طول نوارها یا جویچه‌های آبیاری)
- کاهش میزان جریان ورودی به هر نوار یا جویچه (مدیریت دبی جریان ورودی و مدت‌زمان جریان ورودی)
- تسطیح دقیق و شیب طولی نوارها/جویچه‌های آبیاری
- اعمال دور و عمق آبیاری بهینه بر اساس اطلاعات زمان واقعی (Real time) و مانیتورینگ رطوبت خاک
- تغییر روش آبیاری سطحی
- اصلاح آرایش کشت

جهت پایش و اثربخشی سناریوها و راهکارهای مدیریتی، نیاز به اندازه‌گیری‌های میدانی از مزارع شاهد و تیمار می‌باشد. این اندازه‌گیری‌ها شامل موارد ذیل می‌باشند:

- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های تحت مطالعه و کیفیت آب آبیاری مزارع انتخابی
- اندازه‌گیری ضرایب رطوبتی خاک
- مساحی و نقشه‌برداری از مزارع انتخابی به‌منظور تعیین ابعاد و هندسه آنها، شیب طولی نوارها و ...
- جمع‌آوری اطلاعات هواشناسی و محاسبه زمان واقعی (Real time) نیاز آبی محصولات
- اندازه‌گیری آب ورودی به مزارع به‌وسیله فلوم WSC و یا مولینهٔ مناسب
- اندازه‌گیری جریان آب خروجی در صورت وجود به‌وسیله فلوم WSC
- اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک به‌وسیله استوانه مضاعف و روش ورودی و خروجی
- تعیین رطوبت نیمرخ خاک قبل و بعد از عملیات آبیاری
- اندازه‌گیری پیشروی و پسروی جریان آب
- اندازه‌گیری مشخصات گیاه طی دوره رشد محصولات (عمق توسعه ریشه، بیوماس، ارتفاع، عملکرد دانه و ...)
- نهایتاً محاسبه پارامترها و شاخص‌های ارزیابی از قبیل راندمان کاربرد، بهره‌وری آب کشاورزی و ...

فصل سوم

روش‌شناسی

۱-۳- برنامه کشاورزی پایدار در حوضه دریاچه ارومیه

طی سه سال اخیر، با پیگیری مدیران طرح بین‌المللی حفاظت از تالاب‌های ایران مستقر در سازمان حفاظت محیط‌زیست، پروژه استقرار برنامه کشاورزی پایدار در قالب اقدام مشترک دولت جمهوری اسلامی ایران (سازمان محیط‌زیست و جهاد کشاورزی)، دولت ژاپن و برنامه عمران سازمان ملل متحد (طرح حفاظت از تالاب‌های ایران) برای کمک به احیای دریاچه ارومیه تصویب و مقدمات آن برای اجرا در ۱۱ شهرستان استان‌های آذربایجان غربی و شرقی و شامل ۹۰ روستا آماده و اجرا گردیده است. اقدامات در چارچوب مدل (مدیریت مشارکتی سیستمی جامع تولید) در حال انجام می‌باشد. این مدل، فرایندی است که به‌منظور مشارکت سیستمی بهره‌برداران، هم‌افزایی و تلفیق فنون و پتانسیل‌ها و دخالت شرایط زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی حوضه دریاچه ارومیه برای تحقق توسعه کشاورزی پایدار تعریف شده است. در این برنامه، به‌جای تأکید بر انتقال تکنولوژی و سخت‌افزار، بر دانش و توسعه فناوری سبز، مشارکت آگاهانه ذینفعان، توانمندسازی نیروی انسانی و افزایش مهارت‌ها، نقش اصلی را بر عهده دارد. توانمندسازی و دخالت آگاهانه جوامع محلی به‌ویژه در بخش روستایی و کشاورزان کوچک، مهم‌ترین شاخص اقدام در این برنامه است که با فرایند تسهیلگری حرفه‌ای و تسهیلگران ماهر صورت می‌گیرد. ماهیت اصلی این راهبرد، ارتقای توان بالقوه خودیاری کشاورزان از طریق توانمند کردن آنها برای به عهده گرفتن نقش فعال در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری برای مدیریت مزارع بر اساس فنون کشاورزی پایدار برای حفاظت و احیای دریاچه ارومیه است. برنامه‌های فنی- اجرایی در این مدل شامل بسته ویژه‌ای از تاکتیک‌ها و فناوری‌های سبز (فنون اصلاحی در کشاورزی که ضمن اقتصادی کردن کشاورزی، سازگار با محیط‌زیست نیز هستند) و فنون تسهیلگری

حرفه‌ای (تاکتیک‌های خاص برای اعتمادسازی، سازماندهی گروه‌های محلی، اعمال مدیریت مشارکتی سیستمی، تحقق انسجام سازمانی بین دولت-مردم- تشکل‌ها و سازماندهی گروه‌های کاری) است که با هدف اصلاح روش‌های تولید در کشاورزی فعلی با استقرار نظام گروهی کشاورزی پایدار صورت می‌گیرد. این نظام بر چرخه دانش، مشارکت شبکه مردمی، پتانسیل‌ها، تجربیات و سرمایه‌های محلی استوار است.

۲-۳- محدوده موردمطالعه

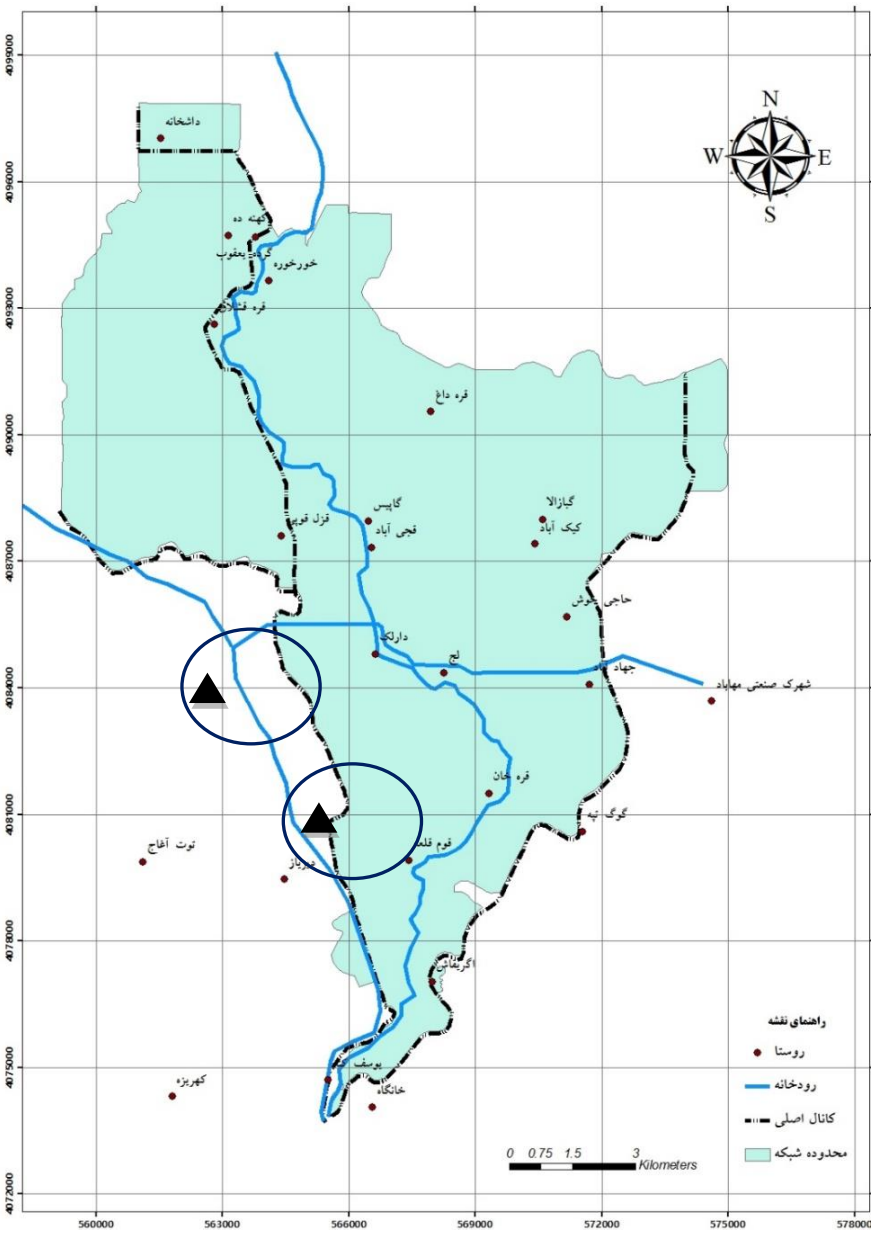
۳- ۲ -۱- آذربایجان غربی

محدوده و مزارع موردمطالعه واقع در دشت‌های ارومیه، میاندوآب و مهاباد می‌باشند. دشت‌های میاندوآب و مهاباد از مهم‌ترین دشت‌های کشاورزی استان آذربایجان غربی بوده و حدود ۶۰ درصد آب ورودی به دریاچه ارومیه، از رودخانه‌های این دو دشت (زرینه‌رود، سیمینه‌رود و رودخانه مهاباد) تأمین می‌گردد.

۱-۱-۲-۳- شهرستان مهاباد

وسعت کل شبکه در زمان طراحی آن حدود ۱۸۲۰۰ هکتار بوده و در شرایط فعلی حدود ۱۲۰۰۰ هکتار می‌باشد. شیب کلی آن در امتداد جنوب به شمال می‌باشد. اصلی‌ترین راه‌های ارتباطی در شبکه دو جاده‌ی اصلی آسفالته مهاباد–میاندوآب و مهاباد–ارومیه می‌باشد که به ترتیب در شرق و غرب شبکه و در امتداد جنوبی-شمالی قرار دارند. رودخانه مهاباد به‌عنوان منبع تأمین آب شبکه، از میانه دشت عبور کرده و شبکه آبیاری را به دو بخش ساحل راست و چپ تقسیم می‌کند. منبع اصلی تأمین آب در شبکه آبیاری و زهکشی مهاباد، سد مخزنی مهاباد با حجم مفید ۱۹۰ میلیون مترمکعب و حجم مرده ۴۰ میلیون مترمکعب می‌باشد که بر روی رودخانه مهاباد قرار دارد. حوزه آبریز سد مهاباد شامل سه سرشاخه اصلی به نام‌های چم قوره، میرسه و ده‌بکر جمعاً به مساحت حدود ۸۰۶ کیلومترمربع می‌باشد. رودخانه مهاباد پس از عبور از دشت مهاباد و آبیاری اراضی کشاورزی پایین‌دست به دریاچه ارومیه می‌ریزد. دشت مهاباد با داشتن شبکه آبیاری و زهکشی و سد مهاباد و همچنین اراضی مستعد، از کشاورزی نسبتاً پررونقی برخوردار است. محصولات عمده‌ی این دشت شامل: گندم، جو، چغندرقند، یونجه، دانه‌های روغنی، گوجه‌فرنگی، جالیز، سبزیجات، سیب‌زمینی، باغات سیب، هلو و شلیل و انگور می‌باشد. به دلیل وجود آب نسبتاً زیاد در این دشت، آیش‌گذاری اراضی چندان معمول نمی‌باشد و تنها درصد کمی از اراضی هر ساله به‌صورت آیش می‌باشد. قسمت زیادی از اراضی داخل دشت به دلیل مشکلات شوری و بالا بودن سطح آب زیرزمینی کشت نمی‌شوند. قسمتی از سطح اراضی آبی مرتفع نیز به‌واسطه‌ی ضعف تأسیسات پمپاژ و الگوی کشت و افزایش مصرف آب کاهش‌یافته است. ایستگاه سینوپتیک مهاباد، نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک به محدوده موردمطالعه می‌باشد. طی دوره آماری (۲۰۱۵-۱۹۸۵) میزان بارش سالانه ایستگاه سینوپتیک مهاباد حدود ۴۰۱ میلی‌متر بوده است. جهت برنامه‌ریزی زمان واقعی (Real Time) آبیاری در مزارع منتخب، ایستگاه سینوپتیک مهاباد موردنظر می‌باشد. مراکز جمعیتی واقع در محدوده‌ی شبکه آبیاری و زهکشی شامل ۲۵ روستا می‌باشد که تعداد ۱۲ روستا در ساحل چپ و ۱۳ روستا در ساحل راست رودخانه مهاباد قرار دارند. شغل اصلی اکثر ساکنین روستاهای شبکه، کشاورزی

بوده و درآمد اصلی آن‌ها نیز از فعالیت‌های کشاورزی تأمین می‌گردد. سایت‌های انتخاب‌شده جهت استقرار کشاورزی پایدار و انجام عملیات پایش در دو روستای قزلقوپی و دارلک قرار دارد. در شکل (۱) موقعیت روستاهای موجود در شبکه و دو روستای منتخب ارائه‌شده است. شرکت فنی مهندسی نوین گستر مهاباد در روستای قزلقوپی و شرکت مهاباد زرع در روستای دارلک جهت سازماندهی و برنامه‌ریزی و تحقق برنامه کشاورزی پایدار در حوضه دریاچه ارومیه، استقرار یافته‌اند.



شکل ۱- موقعیت روستاها و سایت‌های انتخاب‌شده در طرح (روستاهای قزلقوپی و دارلک)

۲-۱-۲-۳- شهرستان میاندوآب

رودخانه‌های زرینه‌رود و سیمینه‌رود با پتانسیل آبدهی حدود ۳ میلیارد مترمکعب در سال، ازجمله رودخانه‌های پر آب کشور محسوب می‌شود که به همراه پتانسیل‌های طبیعی و اجتماعی متعدد، موجب توسعه فعالیت‌های کشاورزی در دشت‌های آبخور حوضه خود شده است. احداث شبکه‌های آبیاری چون میاندوآب و ... به همراه مخازن سدهایی مانند شهید کاظمی بوکان امکاناتی را در سطح حوضه ایجاد نموده‌اند که در حال حاضر در حدود ۹۰۰۰۰ هکتار از اراضی حوضه تحت کشت آبی به‌صورت سنتی و مدرن قرار گیرد. این دو رودخانه که سهمی حدود ۵۰ درصدی در تأمین آب دریاچه ارومیه را دارا می‌باشند، در سال‌های اخیر و با گسترش و توسعه بهره‌برداری از این منابع، کارکرد تأمین حقابه دریاچه ارومیه را از دست داده و جزو کانون‌های بروز بحران در دریاچه قلمداد شده‌اند.

حوضه آبریز زرینه‌رود و سیمینه‌رود بزرگ‌ترین زیر حوضه حوضه آبریز دریاچه ارومیه را شامل می‌شود که حدود ۳۴ درصد از کل مساحت این حوضه آبریز آن را در برمی‌گیرد. قسمت عمده این حوضه آبریز در استان آذربایجان غربی و بخش کوچکی از آن در استان‌های آذربایجان شرقی و کردستان واقع شده است. سطح کشت محصولات زراعی و باغی شهرستان میاندوآب به تفکیک زراعی و باغی، مطابق جدول ۱، می‌باشد. منبع تأمین آب شبکه دشت زرینه‌رود، سد شهید کاظمی بوکان با حجم مخزن ۸۰۸ میلیون مترمکعب و حجم تنظیم ۱۰۳۰ میلیون مترمکعب می‌باشد که آب موردنیاز شبکه پس از رهاسازی به رودخانه و طی مسیر ۸۵ کیلومتری از طریق سد انحرافی نوروزلو به دو ساحل چپ و راست آبگیری شده و دشت را تغذیه می‌کند. یک رشته کانال اصلی M.C به طول ۱۴ کیلومتر و دبی ۳۳/۵ مترمکعب در ثانیه در ساحل چپ و یک رشته کانال اصلی R.P به طول ۴۷/۲ کیلومتر و دبی ۴۰ مترمکعب در ثانیه ساحل راست را پوشش می‌دهند. مساحت اراضی تحت پوشش سد در این محدوده مطالعاتی ۶۵۸۰۳ هکتار می‌باشد.

جهت برنامه‌ریزی زمان واقعی (Real Time) آبیاری در مزارع منتخب، ایستگاه سینوپتیک میاندوآب موردنظر می‌باشد. سایت‌های انتخاب‌شده جهت استقرار کشاورزی پایدار و انجام عملیات پایش در دو روستای کوک‌تپه و قبچاق قرار دارند. شرکت فنی مهندسی پدیده سبز آنیل در روستای قبچاق و شرکت نازچین سپید آذران در روستای کوک تپه جهت سازماندهی و برنامه‌ریزی کشاورزی پایدار، استقرار یافته‌اند. پایش اصلی آبیاری مزارع توسط دانشگاه ارومیه در سه مزرعه واقع در روستای کوک‌تپه میاندوآب صورت خواهد گرفت. شبکه پایش شرکت‌ها نیز در چهار مزرعه واقع در روستاهای دارلک و قزل‌قوپی مهاباد و کوک‌تپه و قبچاق میاندوآب (هر روستا، دو مزرعه در کشت پاییزه و دو مزرعه در کشت بهاره توسط هر شرکت)، انجام خواهد شد.

جدول ۱- سطح کشت محصولات زراعی و باغی شهرستان میاندوآب به تفکیک زراعی و باغی، جهاد کشاورزی استان آذربایجان غربی (سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳)

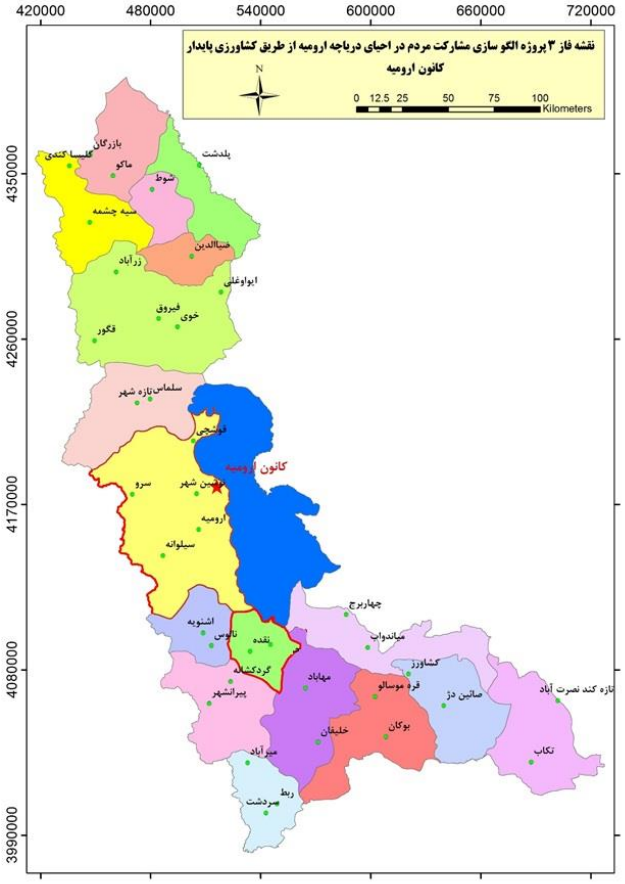
محصولات زراعی			محصولات باغی		
محصول	سطح کشت (هکتار)	سطح کشت (درصد)	محصول	سطح کشت (هکتار)	سطح کشت (درصد)
گندم آبی	۱۵۳۷۲	۴۰/۵۴	سیب درختی	۴۳۵۰	۴۴/۴۹
جو آبی	۲۹۴۴	۷/۷۶	انگور	۲۲۴۰	۲۲/۹۱
یونجه آبی	۱۰۱۱۰	۲۶/۶۶	زردآلو	۱۸۰	۱/۸۴
چغندرقند	۵۱۱۰	۱۳/۴۸	گیلاس	۵	۰/۰۵
نخود آبی	۱۲	۰/۰۳	آلبالو	۵	۰/۰۵
ذرت دانه‌ای	۱۲۳۲	۳/۲۵	گردو	۲۴۱	۲/۴۷
ذرت علوفه‌ای	۳۷۳	۰/۹۸	بادام	۱۰۵	۱/۰۷
سیب‌زمینی	۲۸	۰/۰۷	گلابی	۱۵	۰/۱۵
پیاز	۹۵۰	۲/۵۱	هلو	۵۹۰	۶/۰۳
هندوانه	۱۶۳	۰/۴۳	گوجه‌درختی	۱۳۸	۱/۴۱
خربزه	۶۱	۰/۱۶	به	۱۱	۰/۱۱
خیار آبی	۸۸	۰/۲۳	شفتالو	۱۵	۰/۱۵
گوجه‌فرنگی	۹۲۰	۲/۴۳	شلیل	۲۲	۰/۲۳
آفتابگردان آبی	۵۵	۰/۱۵	آلو	۷۰۰	۷/۱۶
شبدر	۶۰	۰/۱۶	توت‌فرنگی	۰/۵	۰/۰۵
انواع هویج	۱۲	۰/۰۳	سنجد	۹	۰/۰۹
انواع کلم	۳	۰/۰۱	گل محمدی	۱	۰/۰۱
سیر	۵۶	۰/۱۵	نهالستان	۱۲۰	۱/۲۳
انواع لوبیا	۲۸	۰/۰۷	درختان غیر مثمر	۱۰۵۶	۱۰/۸۰
انواع سبزیجات	۸۸	۰/۲۳			
کلزا	۱۵	۰/۰۴			
کدو آجیلی	۳۵	۰/۰۹			
کدوحلوائی	۶۵	۰/۱۷			
سورگوم	۱۴۰	۰/۳۷			
جمع	**۳۷۹۲۰**	**۱۰۰**	**جمع**	**۹۷۷۶/۵**	**۱۰۰**

۳-۱-۲-۳- شهرستان ارومیه

محدوده و مزارع مورد مطالعه واقع در دشت نازلوچای ارومیه می‌باشد. این دشت اراضی آبخور رودخانه نازلو است. در شکل ۲ کانون نازلوچای ارومیه ارائه شده است. کانون نازلوچای ارومیه در قسمت شمال شهر ارومیه و شرق نوشین‌شهر و در منتهی‌الیه دشت نازلوچای قرار دارد و اراضی دو روستای خانشان و سپرغان را دربر می‌گیرد.

شهرستان ارومیه همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود در قسمت مرکزی استان آذربایجان‌غربی واقع شده است. دشت ارومیه شامل چهار دشت وسیع نازلو، روضه، شهرچای و باراندوز به وسعتی نزدیک به ۹۰ هزار هکتار می‌باشد. روستاهای تحت پروژه فاز ۳ در دشت نازلو و در منتهی‌الیه اراضی آن قرار دارند. وسعت خالص اراضی دشت نازلو نزدیک به ۳۰ هزار هکتار بوده و ۲۷ نهر منشعب از رودخانه نازلو، آبیاری اراضی را بر عهده دارند. همچنین انهار سپروغان و خانشان آب آبیاری روستاهای خانشان و سپرغان را تأمین می‌نمایند.

محصولات عمده دشت نازلو شامل: گندم، جو، چغندرقند، یونجه، دانه‌های روغنی، گوجه‌فرنگی، جالیز، سبزیجات، سیب‌زمینی، باغات سیب، هلو و شلیل و انگور می‌باشد. به دلیل وجود آب نسبتاً زیاد در این دشت، آیش‌گذاری اراضی چندان معمول نمی‌باشد و تنها درصد کمی از اراضی هرساله به صورت آیش می‌باشد. ایستگاه سینوپتیک ارومیه، نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک به محدوده مورد مطالعه می‌باشد. طی طول دوره آماری این ایستگاه از سال ۱۹۵۱-۲۰۱۵، میزان بارش سالانه حدود ۳۳۰ میلیمتر بوده و طی سال‌های اخیر به ۲۷۰ میلی‌متر کاهش یافته است.



شکل ۲- موقعیت کانون ارومیه در استان آذربایجان‌غربی

۲-۲-۳- آذربایجان شرقی

این مطالعه در سطح شش شهرستان استان آذربایجان شرقی انجام گرفت. در کشت پاییزه دو پایلوت و برای محصولات بهاره نیز دو پایلوت در قالب مزارع تیمار و شاهد بودند. مزارع فوق در محدوده شهرستان‌های منتخب قرار داشته و مطابق با شرح خدمات، تحت ارزیابی کامل و دقیق قرار خواهند گرفت.

۳-۲-۲-۱- شهرستان اسکو

شهرستان اسکو با وسعت ۱۷۶۳ کیلومترمربع (۳,۹ درصد مساحت استان) در ۳۰ کیلومتری تبریز واقع‌شده است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۵۰ متر می‌باشد. این شهرستان از سمت شمال با شهرستان شبستر، از سمت شرق با شهرستان تبریز، از سمت غرب با دریاچه ارومیه و از سمت جنوب با شهرستان آذرشهر هم‌مرز است. طبق

آخرین تقسیمات کشوری شهرستان اسکو دارای دو بخش به نام‌های مرکزی (شامل دهستان‌های گنبر، باویل و سهند) و ایلخچی (شامل دهستان‌های شورکات جنوبی و جزیره)، سه نقطه شهری به نام‌های اسکو، سهند و ایلخچی و ۴۹ آبادی می‌باشد. اسکو منطقه‌ای ییلاقی با تپه‌ماهورهایی از بقایای آتشفشان‌های سهند در دوران‌های پیشین می‌باشد. کنارهای دریاچه ارومیه در غرب مسطح و جلگه‌ای و هرقدر از غرب به شرق پیش رویم ارتفاع زمین بیشتر شده تا به قله‌های سهند که پیوسته پوشیده از برف می‌باشد می‌رسیم. بنابراین اسکو به مناسبت واقع‌شدن در مسیر کوهپایه‌های سهند و برودت آن از یک‌طرف و بخارها و رطوبت دریاچه ارومیه از سوی دیگر دارای یک نوع آب‌وهوای ملایم و مرطوب می‌باشد. اگر بخش مرکزی شهرستان اسکو را مبدأ قرار دهیم هر قدر به‌طرف مغرب (دریاچه ارومیه) پیش رویم زمین سرازیر و هوا گرم‌تر و هرقدر به‌طرف مشرق کوه‌های سهند رویم زمین سربالایی و هوا خنک‌تر و سردتر می‌گردد. کوهستان سهند پس از سبلان یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین برجستگی‌های آذربایجان شرقی و از معروف‌ترین کوه‌های آتشفشانی خاموش ایران است که در ۵۰ کیلومتری جنوب تبریز قرار دارد و سلطان داغی در شمال کوهستان سهند و در بخش مرکزی شهرستان اسکو واقع‌شده است. این کوه بعد از قله جام داغی سهند و در بخش مرکزی شهرستان اسکو واقع‌شده است. این شهر به‌مانند سایر شهرهای آذربایجان دارای تابستان کوتاه و ملایم و زمستان‌های سرد و طولانی می‌باشد. بارندگی آن بیشتر در فصول سرد سال بوده و تابستان‌های آن خشک و گاهی با بارندگی‌های رگباری می‌باشد. جدول ۲ سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی در سایت ایلخچی و میزان متوسط عملکرد در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ را ارائه می‌دهد. مشخصات مزارع منتخب شرکت معین کشاورز جهت پایش در سایت ایلخچی مطابق جدول ۳ می‌باشد.

جدول ۲- سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی در سایت ایلخچی و میزان متوسط عملکرد در سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶

ردیف	نام محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان عملکرد در هکتار (تن در هکتار)
۱	یونجه	۳۵۰	۱۰
۲	کلزا	۶۲۰	۲,۲
۳	گندم	۳۰۰	۴
۴	جو	۵۵	۳,۵
۵	ذرت علوفه‌ای	۳۰	۳۰
۶	پیاز، سبزی، فلفل و گوجه	۳۵	۱۵
۷	بادام	۲۸۰	۲
۸	پسته	۸۰	۱,۴
۹	سایر هسته داران	۲۴,۵	۱۰
۱۰	دانه‌داران	۱۴,۵	۱۴

جدول ۳- مشخصات مزارع پایش منتخب شرکت معین کشاورز در سایت ایلخچی- شهرستان اسکو

ردیف	کد مزرعه	تیمار/شاهد	نام بهره‌بردار	مساحت زمین (هکتار)	نام محصول	رقم	تاریخ کاشت	مقداربذر (کیلوگرم در هکتار)	تکنیک‌های به‌کاررفته
					کشت پاییزه				
۱	OS1C	شاهد	ولی اله ساعی فر	۰/۳۱	گندم	پیشگام	۹۵/۰۷/۱۹	۱۰۰	کود اوره ۵۰، کود فسفات ۵۰، کاشت دستی
۲	OS1T	تیمار	نور محمد انصاری	۰/۸۴	گندم	پیشگام	۹۵/۰۷/۱۶	۲۰۰	اوره ۷۰، پتاس ۱۵۰، سوپر فسفات ۱۰۰، کود حیوانی ۲۰۰۰، فلاویت، استفاده از بذرکار
۳	OS2C	شاهد	رضا عیدی	۱/۶	گندم	پیشگام	۹۵/۰۸/۰۱	۴۵۰	کود اوره و کود فسفات، کاشت دستی
۴	OS2T	تیمار	فاطمه عیدی	۱/۸۴	گندم	پیشگام	۹۵/۰۸/۱۱	۲۲۱	اوره ۳۴۰، سوپر فسفات تریپل ۱۷۰، پتاس ۱۳۰، فلاویت، استفاده از بذرکار
					کشت بهاره				
۵	OS3C	شاهد	فرامرز شفقی	۰/۴۴	پسته	-	-	-	-
۶	OS3T	تیمار	فرامرز شفقی	۰/۴۴	پسته	-	-	-	شخم‌زنی با کولتیواتور
۷	OS4C	شاهد	نورمحمد انصاری	۰/۶۱	پسته	-	-	-	-
۸	OS4T	تیمار	نورمحمد انصاری	۰/۶۱	پسته	-	-	-	شخم‌زنی با کولتیواتور

۳-۲-۲-۲- شهرستان آذرشهر

شهرستان آذرشهر با وسعت ۸۴۰ کیلومترمربع (۱/۸ درصد مساحت استان) در ۳۰ کیلومتری تبریز واقع‌شده است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۰ متر می‌باشد. این شهرستان از سمت شمال و شرق با شهرستان اسکو، از سمت غرب با دریاچه ارومیه و از سمت جنوب با شهرستان عجب‌شیر هم‌مرز است.

طبق آخرین تقسیمات کشوری شهرستان آذرشهر دارای سه بخش به نام‌های حومه (شامل دهستان‌های شیرامین، قبله‌داغی، ینگجه و قاضی جهان)، ممقان (شامل دهستان شهرک) و گوگان (شامل دهستان‌های تیمورلو و دستجرد)، چهار نقطه شهری به نام‌های ممقان، آذرشهر، تیمورلو و گوگان و ۴۶ آبادی می‌باشد.

شهرستان آذرشهر در دامنه شمال غربی کوه‌های بلندی از سلسله کوه‌های سهند غربی و جلگه و سواحل دریاچه ارومیه قرارگرفته است، قسمت شرق و جنوب شرقی آن کوهستانی و در مغرب آن ساحل پست دریاچه ارومیه قرارگرفته است، بلندترین کوه آن قاف داغی و در اصطلاح محلی به نام قبله داغی مشهور بوده و دشت حاصلخیز آذرشهر و روستاهای اطراف آن در آبرفت رودخانه و مخروط افکنه کوه‌ها قرارگرفته‌اند و کوه قبله داغی و کوه جهنم در ینگجه و چپقلو و قالاداغی در جزیره اسلامی و کوه‌های قدمگاه و پیرچوپان از کوه‌های معروف شهرستان می‌باشد. شهرستان آذرشهر ازنظر چگونگی آب‌وهوا یک تفاوت کلی با سایر بخش‌های مناطق کوهستانی آذربایجان داشته و از یک تمایز مخصوصی برخوردار است، موقعیت قرار گرفتن آن ازنظر جغرافیایی در آب‌وهوای آن اثر بخصوصی دارد دوری و نزدیکی به دریاچه ارومیه، واقع‌شدن در دامنه کوهستان‌ها، ارتفاع و موقعیت موجود در تعیین آب‌وهوا مؤثر می‌باشد. سطح زیر کشت و متوسط عملکرد محصولات زراعی و باغی (۹۶-۱۳۹۵) در سایت نادینلو در جدول ۴ ارائه‌شده است.

جدول ۴- سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی در سایت نادینلو و میزان متوسط عملکرد در سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶

ردیف	نام محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان عملکرد در هکتار (تن در هکتار)
۱	گوجه‌فرنگی	۴	۴۰/۲
۲	گندم	۱۵۰	۴/۲
۳	جو	۵۰	۳/۲
۴	سیر	۳۵	۱۴/۶
۵	یونجه	۲۲	۶/۷
۶	بادام	۲۱	۲
۷	گردو	۳۳	۲/۸
۸	گل محمدی	۵۰	۳/۲
۹	انگور	۵	۱۵

مشخصات کامل مزارع انتخابی در سایت نادینلو واقع در شهرستان آذرشهر در کشت پاییزه و بهاره در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵- مشخصات مزارع پایش منتخب شرکت معین کشاورز در سایت نادینلو- شهرستان آذرشهر

ردیف	کد مزرعه	تیمار / شاهد	نام بهره‌بردار	مساحت زمین (هکتار)	نام محصول	رقم	تکنیک‌های به کار رفته
				کشت پاییزه			
۱	AZ_1T	تیمار	عباسعلی پور باقری	۰/۴	گندم	پیشگام	کاشت مکانیزه گندم با دستگاه خطی‌کار- و تسطیح مناسب زمین- کرت‌بندی بر اساس دبی آب و شیب زمین
۲	AZ_1C	شاهد	احمد پور باقری	۰/۴	گندم	پیشگام	شخم با خاک‌ورزی مرکب-کاشت دستی
۳	AZ_2T	تیمار	بهنام آقاجانی	۰/۷	سیر	محلی	تسطیح مناسب زمین- ضدعفونی حبه‌های بذری- کرت-بندی بر اساس دبی آب و شیب زمین- مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز
۴	AZ_2C	شاهد	یحیی زینال زاده	۰/۴	سیر	محلی	عدم تسطیح مناسب-کرت بدنی غیراصولی
۵	AZ_3T	تیمار	حسن نقدی	۰/۲	گردو	محلی	آبیاری به روش نشتی حلقوی
۶	AZ_3C	شاهد	علی نقدی	۰/۳	گردو	محلی	آبیاری غرقابی

۳-۲-۲-۳- شهرستان عجب‌شیر

شهرستان عجب‌شیر با وسعت ۷۳۸ کیلومترمربع (۱/۶ درصد مساحت استان) در ۱۰۰ کیلومتری تبریز واقع‌شده و از سمت شمال با شهرستان‌های اسکو و آذرشهر، از سمت شرق با شهرستان مراغه، از سمت غرب با دریاچه ارومیه و از سمت جنوب با شهرستان بناب هم‌مرز است.

طبق آخرین تقسیمات کشوری شهرستان عجب‌شیر دارای دو بخش به نام‌های مرکزی (شامل دهستان‌های دیزجرود غربی و خضرلو) و قلعه‌چای (شامل دهستان‌های دیزجرود شرقی و کوهستان)، دو نقطه شهری به نام‌های عجب‌شیر و جوان‌قلعه و ۴۹ آبادی می‌باشد.

شهر عجب‌شیر در سینه جلگه حاصلخیز، روی رسوبات غنی رودخانه قلعه‌چایی، در دامنه جنوب ارتفاعات تورجان و جرئیدن از پیش‌کوه‌های توده سهند واقع‌شده است. ظاهراً انگیزه پیدایش و علل وجودی آن داشتن موقعیت جغرافیایی ممتاز، اقلیم مساعد، خاک‌های بارور، منابع آب، روستاهای آباد و دسترسی به دریاچه ارومیه بوده است. این شهرستان در منطقه کوهستانی واقع‌شده و دارای تابستان‌های معتدل و زمستان‌های سرد و برفی می‌باشد. ارتفاع این شهرستان از سطح آزاد دریا ۱۴۷/۸ متر بوده و دارای زمین‌های حاصلخیز و پر محصول و مستعد کشاورزی می‌باشد و قسمتی از اراضی در نواحی دریاچه ارومیه در منطقه شوره‌زار و پست واقع‌شده است.

سطح زیر کشت محصولات زراعی و متوسط عملکرد محصولات زراعی در سایت گل‌تپه و نانسا در جدول ۶ و ۷ و مشخصات کامل مزارع انتخابی در کشت پاییزه و بهاره در این شهرستان در جدول ۸ آمده است.

جدول ۶- سطح زیر کشت و متوسط عملکرد محصولات زراعی در سایت گل تپه و نانسا در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵

محصولات زراعی در سایت گل تپه			
ردیف	نام محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان عملکرد در هکتار (تن در هکتار)
۱	سیب‌زمینی	۳۲۸	۳۸
۲	پیاز	۷۰	۴۵-۵۰
۳	کدو	۳۴	۰/۸-۱/۵
۴	گندم	۱۰۰	۶-۸
۵	جو	۵	۴-۳
محصولات زراعی در سایت نانسا			
ردیف	نام محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان عملکرد در هکتار (تن در هکتار)
۱	سیب‌زمینی	۲۱۴	۳۵
۲	پیاز	۲۵	۵۵
۳	کدو	۱۵	۰/۸-۱/۵
۴	گندم	۴۰	۶-۸
۵	جو	۶	۴-۳

جدول ۷- سطح زیر کشت محصولات باغی در سایت گل تپه و نانسا و میزان متوسط عملکرد در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵

محصولات باغی در سایت گل تپه

ردیف	نام محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان عملکرد در هکتار
۱	گردو	۸۰	۵
۲	انگور	۳۵	۲۰
۳	آلوچه	۱۰	۱۵
۴	بادام	۲۱	۲-۳

محصولات باغی در سایت نانسا

ردیف	نام محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان عملکرد در هکتار
۱	گردو	۱۵	۵
۲	انگور	۱۲	۲۰
۳	سیب	۷	۵۰

جدول ۸- مشخصات مزارع پایش منتخب شرکت گلفام در شهرستان عجب‌شیر

ردیف	نام روستا	کد مزرعه	تیمار / شاهد	نام بهره‌بردار	مساحت زمین (هکتار)	نام محصول	رقم	مقدار بذر (کیلوگرم در هکتار)	تکنیک‌های به کار رفته
					کشت پاییزه				
۱	نانسا	AS1T	تیمار	علی مختاری	۰/۲	گندم	میهن	۳۰	خاک‌ورزی حفاظتی دستگاه لولر، گاوآهن قلمی، استفاده ازفاروئر، کود زیستی فلاویت ۱ لیتر در هکتار
۲	نانسا	AS1C	شاهد	علی مختاری	۰/۳	گندم	میهن	۷۰	خاک‌ورزی حفاظتی، گاوآهن قلمی، دستگاه کرت بند، کود زیستی فلاویت ۱ لیتر در هکتار
۳	گل تپه	AS2T	تیمار	حمزه قلمی	۰/۵	گندم	پیشگام	۱۰۰	خاک‌ورزی حفاظتی، ماله ۳ متری فاروئر، کود اوره ۱۰۰ و سوپر فسفات ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، کاشت با استفاده از بذرکار خطی کار
۴	گل تپه	AS2C	شاهد	حمزه قلمی	۰/۲	گندم	پیشگام	۱۰۰	خاک‌ورزی حفاظتی و کرت بند
					کشت بهاره				
۵	نانسا	AS3T	تیمار	سردار قادری	۰/۹	سیب‌زمینی	مارفونا	۱۰۰۰	خاک‌ورزی حفاظتی و مرزکش دیسک زن، کود دامی ۳۰۰۰ کسوگرم در هکتار- سولفات آهن طبق بروشور-سولفات روی و منگنز ۵۰ کیلوگرم در هکتار، کاشت به‌وسیله ماشین غده‌کار
۶	نانسا	AS3C	شاهد	سردار قادری	۰/۹	سیب‌زمینی	میلوا	۴۷۰۰	خاک‌ورزی حفاظتی، کرت بند، کود دامی کاملاً پوسیده ۳۰ کیلوگرم در هکتار-سولفات آهن طبق بروشور-سولفات روی و منگنز ۵۰ کیلوگرم در هکتار

۳-۲-۲-۴- شهرستان بناب

شهرستان بناب با وسعت ۷۷۹ کیلومترمربع (۱/۷ درصد مساحت استان) در ۱۲۰ کیلومتری تبریز واقع‌شده است و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۹۰ متر می‌باشد. این شهرستان از سمت شمال با شهرستان عجب‌شیر، از سمت شرق با شهرستان مراغه، از سمت غرب با دریاچه ارومیه و از سمت جنوب با شهرستان ملکان و استان آذربایجان غربی هم‌مرز است. طبق آخرین تقسیمات کشوری شهرستان بناب دارای یک بخش مرکزی (شامل دهستان‌های بناجوی غربی، بناجوی شرقی و بناجوی شمالی)، یک نقطه شهری به نام بناب و ۳۰ آبادی می‌باشد.

شهرستان بناب در جلگه‌ای صاف و هموار قرارگرفته که از طرف شرق به پیش کوه‌های غربی سهند (قزل داغ، قاشقاداغ و گوپشتی) و از غرب به سواحل پست دریاچه ارومیه محدود می‌گردد. ارتفاع متوسط شهرستان از سطح دریا ۱۶۰۰ متر است که در بلندترین نقطه (قزل داغ) ۲۲۵۰ متر و در پست‌ترین (آخوند قشلاق) ۱۲۸۰ متر می‌باشد. شهرستان بناب از محدود شهرهایی است که نزدیک‌ترین فاصله از دریاچه ارومیه داشته و آب‌وهوای آن تحت‌الشعاع این دریاچه قرار می‌گیرد. درنتیجه به دلیل شرایط خاصی توپوگرافیک شهرستان دارای آب‌وهوای بسیار متنوع می‌باشد. سطح زیر کشت و میزان عملکرد محصولات زراعی و باغی در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در جداول ۹ ارائه گردیده است. مشخصات مزارع و باغات منتخب توسط شرکت فنی و مهندسی پدیده کشاورز بناب در کشت‌های پاییزه و بهاره به تفکیک در جدول ۱۰ آمده است.

جدول ۹- سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی در سایت علی‌خواجه بناب و میزان متوسط عملکرد در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵

ردیف	نام محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان عملکرد در هکتار (تن در هکتار)
۱	هویج	۴۵	۵۵
۲	جو	۳۰	۳/۵
۳	سیب‌زمینی وگوجه‌فرنگی	۱۵	۳۲
۴	گندم	۱۱۵	۶- ۵
۵	انگور	۱۵	۱۵

جدول ۱۰- مشخصات مزارع و باغات انتخابی توسط شرکت پدیده کشاورز بناب در کشت‌های پاییزی و بهاری شهرستان بناب

ردیف	کد مزرعه	تیمار/ شاهد	نام بهره‌بردار	مساحت زمین (هکتار)	نام محصول	رقم	مقدار بذر (کیلوگرم در هکتار)	تکنیک‌های به کار رفته
				کشت پاییزه				
۱	BN1T	تیمار	محمود محمدی	۲/۲۵	گندم	پیشگام	۲۰۰	تسطیح مزرعه با لولر-کاشت با خطی کار و کود دهی بر اساس آزمون خاک
۲	BN1C	شاهد	محمود محمدی	۰/۳۳	گندم	پیشگام	۲۲۰	گاوآهن برگردان دار
۳	BN2T	تیمار	یوسف عیسی خانی	۱/۲	گندم	میهن	۲۰۰	گاوآهن برگردان دار و لولر
۴	BN3C	شاهد	توحید عیسی خانی	۰/۲۲	گندم	میهن	۲۰۰	گاوآهن برگردان دار
				کشت بهاره				
۵	BN3T	شاهد	عابدین صبوری	۱	سیب‌زمینی	سانتا	۳۵۰۰	خاک‌ورزی حفاظتی، شخم دستی
۶	BN3C	تیمار	عابدین صبوری	۰/۶۵	سیب‌زمینی	سانتا	۲۲۷۵	استفاده از غده کار-تسطیح مزرعه-کاهش تعداد دفعات شخم
۷	BN4T	شاهد	صابر گلی زاده	۱	هویج	ویلمورن	۴	خاک‌ورزی حفاظتی
۸	BN4C	تیمار	صابر گلی زاده	۰/۶۳	هویج	ویلمورن	۴	خاک‌ورزی حفاظتی، آبیاری بارانی،

۳-۲-۲-۵- شهرستان ملکان

شهرستان ملکان با وسعت ۱۰۰۷ کیلومترمربع (۲,۲ درصد مساحت استان) در ۱۵۰ کیلومتری تبریز واقع‌شده و از سمت شمال با شهرستان‌های بناب و مراغه، از سمت شرق با شهرستان مراغه و از سمت غرب و جنوب با استان آذربایجان غربی هم‌مرز است.

طبق آخرین تقسیمات کشوری شهرستان ملکان دارای دو بخش به نام‌های مرکزی (شامل دهستان‌های گاودل مرکزی، گاودل غربی و گاودل شرقی) و لیلان (شامل دهستان‌های لیلان جنوبی و لیلان شمالی)، دو نقطه شهری به نام‌های ملکان و لیلان و ۸۳ آبادی می‌باشد.

به‌طور عمده آب‌وهوای ملکان تحت تأثیر بادهای آسیای مرکزی (سیبری)، اقیانوس اطلس، دریای سیاه، دریای مدیترانه و دریای خزر قرار می‌گیرد. این جریانات در پاییز، بهار و زمستان ریزش باران‌های منطقه‌ای را موجب می‌گردند که مقداری از نزولات زمستانی آن به‌صورت برف می‌باشد. کل سرزمین‌های موجود در محدوده این شهرستان را ازنظر توپوگرافی می‌توان به دو واحد کوهستانی یا ناهموار و واحد هموار جلگه‌ای تقسیم کرد. از طرفی دیگر خود واحد کوهستانی یا ناهموار نیز ازنظر ارتفاع به واحدهای زیر تقسیم می‌شوند: الف: واحدهای کوهستانی کم ارتفاع (۱۸۰۰- ۱۵۰۰ متر ارتفاع) ب: واحدهای کوهستانی مرتفع (۲۲۰-۱۸۰۰ متر ارتفاع).

سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی در سایت لکلر و میزان متوسط عملکرد در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در شهرستان ملکان در جدول ۱۱ ارائه‌شده است. مشخصات مزارع انتخاب‌شده توسط شرکت آریا کشت شهرستان ملکان به همراه مشخصات مزارع در جدول ۱۲ ارائه‌شده است.

جدول ۱۱- سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی در سایت لکلر و میزان متوسط عملکرد

ردیف	نام محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان عملکرد در هکتار (تن در هکتار)
۱	گوجه‌فرنگی	۲۲۳	۴۰
۲	پیاز	۵۰	۳۵
۳	گندم	۱۲۴	۴/۷۵
۴	جو	۵۰	۲/۶۵
۵	یونجه	۱۱۰	۲۲
۶	انگور	۲۰۳	۲۴
۷	سیب	۳	۱۴
۸	آلوچه (گوجه‌سبز)	۲	۱۳
۹	زردآلو	۲	۱۳

ردیف	کد مزرعه	تیمار / شاهد	نام بهره‌بردار	مساحت زمین (هکتار)	نام محصول	رقم	مقدار بذر (کیلوگرم در هکتار)	تکنیک‌های به کار گرفته‌شده
				کشت پاییزه				
۱	ML1T	تیمار	فرهاد رشیدی	۰/۳۸	گندم	MV17	۲۲۰	شخم، دیسک و لولر، کاشت با بذرکار
۲	ML1C	شاهد	فرهاد رشیدی	۰/۹۵	گندم	الوند	۲۲۰	شخم و دیسک، کاشت دستی
۳	ML2T	تیمار	مقصود رشیدی	۰/۵۵	گندم	پیشگام	۲۵۰	شخم، دیسک و لولر، کاشت دستی
۴	ML2C	شاهد	مقصود رشیدی	۰/۴۵	گندم	پیشگام	۲۵۰	شخم و دیسک، کاشت دستی
				کشت بهاره				
۵	ML3T	تیمار	بایرام پاشایی	۰/۱	گوجه‌فرنگی	گلدار	۰/۴۵	شخم، نشاء دستی
۶	ML3C	شاهد	بایرام پاشایی	۰/۲۷	گوجه‌فرنگی	گلدار	۲/۵	شخم، بذرکاری دستی
۷	ML4T	تیمار	جعفرعلی اسماعیل وند	۰/۶۷	انگور	سلطانی	-	بیل‌کاری مکانیکی
۸	ML4C	شاهد	جعفرعلی اسماعیل وند	۰/۶۷	انگور	سلطانی	-	آماده‌سازی زمین با بیل

جدول ۱۲- مشخصات مزارع شرکت آریا کشت در کشت‌های پاییزه و بهاره شهرستان ملکان

یکی از تکنیک‌هایی که در این مزرعه بر روی آن تأکید گردید و با توجه به کم بودن شیب زمین‌ها نیاز به آن به‌شدت احساس می‌گردید استفاده از لولر بود؛ که با استفاده از آن سطح مزرعه هموار گردید. در شکل ۳ استفاده از لولر نشان داده‌شده است.

شکل ۳- استفاده از لولر جهت تسطیح زمین

استفاده از بذرکار با پنج فارو: در مرحله با استفاده از بذرکار همدانی با پنج فارو کشت انجام پذیرفت. تنظیم بذرکار زیر نظر محققین بخش تحقیقات فنی و مهندسی صورت پذیرفت. در شکل ۴، بذرکار در حال کشت نشان داده‌شده است.

شکل ۴- استفاده بذرکار همدانی با پنج فارو

۳-۶-۲-۲- شهرستان شبستر

شهرستان شبستر با وسعت ۲۶۳۰ کیلومترمربع (۵,۸ درصد مساحت استان) در ۶۵ کیلومتری تبریز واقع‌شده و از سمت شمال با شهرستان‌های مرند و ورزقان، از سمت شرق با شهرستان تبریز، از سمت غرب با استان آذربایجان غربی و دریاچه ارومیه و از سمت جنوب با شهرستان‌های تبریز و اسکو هم‌مرز است .طبق آخرین تقسیمات کشوری شهرستان شبستر دارای سه بخش به نام‌های مرکزی (شامل دهستان‌های سیس، گونئی مرکزی و گونئی شرقی)، صوفیان (شامل دهستان‌های چله‌خانه، میشو جنوبی و رودقات) و تسوج (شامل دهستان‌های چهرگان و گونئی غربی)، نه نقطه شهری به نام‌های شبستر، خامنه، سیس، شندآباد، کوزه‌کنان، وایقان، شرفخانه، صوفیان و تسوج و ۸۲ آبادی می‌باشد. کوهستان میشو که در امتداد کوه‌های قره‌داغ قرارگرفته مانند دیواری سرتاسر شمال شهرستان شبستر را می‌پوشاند و این شهرستان را از شهرستان مرند و خوی جدا می‌کند. تنوع زیستی و جانوری این کوهستان تأثیرات اکولوژی و اکوسیستمی غیرقابل انکاری در آب‌وهوا و زیست‌بوم منطقه داشته است. آب‌وهوای شهرستان شبستر در تابستان‌ها معتدل و در زمستان‌ها سرد است. اثر بادهای مرطوب مدیترانه‌ای که از فراز کوه‌های مرزی ترکیه و آذربایجان غربی می‌رسند، در این منطقه کاملاً نمایان است. به‌علاوه رطوبت دریاچه ارومیه در این شهرستان مؤثر است. به‌طورکلی آب‌وهوای شهرستان شبستر معتدل و نیمه مرطوب بوده و در شهر شبستر بیشترین درجه حرارت در تابستان‌ها ۲۸ درجه بالای صفر و کم‌ترین آن در زمستان‌ها ۱۸ درجه زیر صفر است. میزان بارش سالانه در شهر شبستر به‌طور متوسط در حدود ۳۵۰ میلی‌متر است. سطح زیر کشت محصولات زراعی در سایت تیل شهرستان شبستر و میزان متوسط عملکرد در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در جدول ۱۳ ارائه‌شده است. مشخصات مزارع انتخاب‌شده توسط شرکت فنی و مهندسی شبستر به همراه مشخصات مزارع در جدول ۱۴ آمده است.

جدول ۱۳- سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی در سایت تیل و میزان متوسط عملکرد در سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶

ردیف	نام محصول	سطح زیر کشت (هکتار)	میزان عملکرد در هکتار (تن در هکتار)
۱	گوجه‌فرنگی	۵	۲۰
۲	نخود	۵	۱
۳	یونجه	۹۵	۷
۴	کدو	۱۰	۲۰
۵	گندم	۱۷۰	۳/۵
۶	جو	۶۰	۳/۵
۷	آلبالو	۲۰۰	۱۴
۸	بادام	۱۴۹	۲
۹	گردو	۷۳	۳
۱۰	زرشک	۳۵	۵

جدول ۱۴- مشخصات مزارع شرکت فنی و مهندسی شبستر در کشت‌های پاییزه و بهاره شهرستان شبستر

ردیف	نام روستا	کد مزرعه	تیمار / شاهد	نام بهره‌بردار	مساحت زمین (هکتار)	نام محصول	رقم	مقدار بذر (کیلوگرم در هکتار)	تکنیک‌های به کار رفته
کشت پاییزه									
۱	تیل	ST1T	تیمار	بهرام داستان	۰/۵	گندم	میهن	۲۰۰	خاک‌ورزی حفاظتی
۲	تیل	ST1C	شاهد	بهرام داستان	۰/۶	گندم	میهن	۲۲۰	خاک‌ورزی حفاظتی
۳	تیل	ST2T	تیمار	محرم شاهین پنجه	۰/۲	جو	محلی	۱۶۰	خاک‌ورزی حفاظتی
۴	تیل	ST2C	شاهد	محرم شاهین پنجه	۰/۵	جو	محلی	۱۹۰	خاک‌ورزی حفاظتی
کشت بهاره									
۵	تیل	ST3T	تیمار	قدرت اسعدی	۰/۴	گوجه‌سبز	پیوندی	-	شخم‌زنی پای درختان
۶	تیل	ST3C	شاهد	قدرت اسعدی	۰/۴	گوجه‌سبز	پیوندی	-	شخم‌زنی پای درختان
۷	تیل	ST4T	تیمار	حسین نوحی	۰/۲	آلبالو	پیوندی	-	شخم‌زنی پای درختان
۸	تیل	ST4C	شاهد	حسین نوحی	۰/۲	آلبالو	پیوندی	-	شخم‌زنی پای درختان

۳-۳- انتخاب و جانمایی مزارع پایلوت

در این مطالعه مزارع پایلوت به گونه‌ای که این مزارع ازنظر مشخصات فیزیکی و هندسه‌ی زمین، نوع کشت، مدیریت مرسوم و منبع تأمین آب، معرف منطقه باشند، در سطح دشت انتخاب می‌شوند. معیارهای انتخاب مزارع جهت برآورد و پایش راندمان کاربرد آب بر اساس روش‌های آبیاری، مشخصات خاک، نوع مدیریت زارعین و نوع محصولات انجام گرفت. در انتخاب مزارع تلاش شد، مزارع تیمار و شاهد جهت مقایسه بهتر و آسان‌تر، حدالمقدور در نزدیکی هم باشند و بسیار بهتر خواهد بود که هر دو زمین متعلق به یک زارع باشد. همچنین با ورود به جوامع محلی، زمین‌ها و قطعاتی به‌عنوان سایت انتخاب شدند که کشاورز صاحب آن خود علاقه‌مند به همکاری و نوآوری در منطقه باشد. قطعات زراعی منتخب مخاطب است که ازلحاظ کشت غالب منطقه و بافت خاک و مشخصات فیزیکی آن، نماینده آن منطقه یا دهستان باشد. سایت‌های منتخب دارای منبع آب مطمئن (چه سطحی و یا زیرزمینی) بوده تا آبیاری سایت‌ها با تأخیر و اشکال توأم نگردد. یکی دیگر از نکات موردتوجه در انتخاب پایلوت‌ها، دسترسی آسان به آن قطعات بود، بدیهی است که در قطعات دورافتاده با دسترسی دشوار، اندازه‌گیری‌ها، اجرای تکنیک‌ها و نظارت با مشکل همراه خواهد بود. زمین زراعی منتخب قابلیت تسطیح و انجام عملیات خاک‌ورزی، کاشت، داشت و برداشت مکانیزه (در صورت نیاز) را داشته است. بدیهی است که در این مواقع قطعات انتخابی بایستی دارای شیب کم و معقول باشند. منبع آبی مورداستفاده در قطعات شاهد و تیمار بایستی که یکسان و دبی مشابه هم باشند. آب مورداستفاده بایستی دارای Ec مورد قبولی برای زراعت انتخابی باشد. در شرایط یکسان، قطعاتی موردپذیرش خواهند بود که میزان آب آن در اختیار خود زارع باشد و هر زمان که لازم گردد بتواند آبیاری را انجام دهد. نوع محصول مزارع تیمار و شاهد بایستی که از یک نوع باشد. درزمینه‌ای زراعی، انتخاب قطعات سنگلاخی به‌هیچ‌عنوان توصیه نمی‌شود. استفاده از بذور گواهی‌شده در مزارع تیمار، ضروری بوده و بایستی کشاورز به استفاده از این نوع بذور راغب باشد. در مزارع پاییزی بایستی امکان نمونه‌برداری تا عمق حداقل ۶۰ سانتیمتری مهیا باشد. امکان تهیه ادوات موردنیاز به تشخیص گروه پایش، بایستی در سطح دهستان یا شهرستان وجود داشته باشد. بهتر است شرکت‌های فنی و مهندسی قبل از اجرای پروژه درزمینه‌ی تکنیک‌های مورداستفاده در مزارع تیمار رایزنی‌های لازم را با کشاورزان و گروه پایش انجام داده باشند.

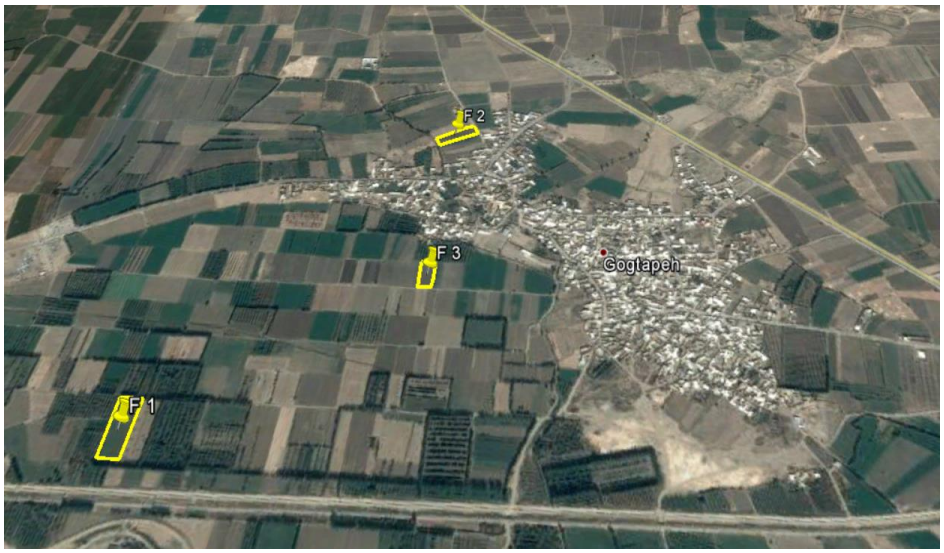
۱-۳-۳- مشخصات مزارع پایش در آذربایجان غربی برای محصولات پاییزه

همان‌طور که قبلاً نیز به آن اشاره شد انتخاب مزارع پایلوت و پایش آنها بر اساس مشخصات فیزیکی و هندسه‌ی زمین، نوع کشت، مدیریت مرسوم و منبع تأمین آب صورت می‌گیرد و هر مزرعه معرف آن منطقه می‌باشد. معیارهای انتخاب مزارع جهت برآورد راندمان کاربرد آب بر اساس روش‌های آبیاری، مشخصات خاک، نوع مدیریت زارعین و نوع محصولات انجام می‌گیرد. خلاصه اطلاعات کلی شهرستان‌های مطالعاتی و مزارع انتخاب‌شده در کشت پاییزه توسط شرکت‌های مهندسی و پایش اصلی در جدول ارائه ۱۵ شده است.

جدول ۱۵- خلاصه اطلاعات کلی شهرستان‌های مطالعاتی و مزارع انتخاب‌شده در کشت پاییزه

شهرستان	نام روستا	تعداد مزارع	الگوی کشت	نوع پایش	نوع مزرعه (تیمار/شاهد)
میاندوآب	کوک تپه	۳	گندم	پایش اصلی (دانشگاه ارومیه)	شاهد: روش مرسوم آبیاری و کشت تیمار: عملیات تسطیح، کاهش ابعاد، برنامه‌ریزی آبیاری
	کوک تپه	۲	گندم	شبکه پایش (شرکت نازچین سپید آذران)	شاهد: روش مرسوم آبیاری و کشت تیمار: عملیات تسطیح، کاهش ابعاد، برنامه‌ریزی آبیاری
	قبچاق	۲	گندم	شبکه پایش (شرکت پدیده سبز آنیل)	شاهد: روش مرسوم آبیاری و کشت تیمار: عملیات تسطیح، کاهش ابعاد، برنامه‌ریزی آبیاری
مهاباد	قزل قوپی	۲	گندم	شبکه پایش (شرکت نوین گستر)	شاهد: روش مرسوم آبیاری و کشت تیمار: عملیات تسطیح، کاهش ابعاد، برنامه‌ریزی آبیاری
	دارلک	۲	گندم	شبکه پایش (شرکت مهاباد زرع)	شاهد: روش مرسوم آبیاری و کشت تیمار: عملیات تسطیح، کاهش ابعاد، برنامه‌ریزی آبیاری

سه مزرعه در منطقه کوگ‌تپه میاندوآب به‌عنوان پایش اصلی می‌باشند که پراکندگی این سه مزرعه در منطقه کوگ‌تپه (مشخص‌شده با علامت F_1 تا F_3) در شکل ۵ ارائه‌شده است. مشخصات کلی مزارع، نوع کشت محصول، نوع منبع آب و سایر مشخصات مزارع پایش تحت عنوان پایش اصلی در جدول ۱۶ تا ۱۸ ارائه‌شده است.

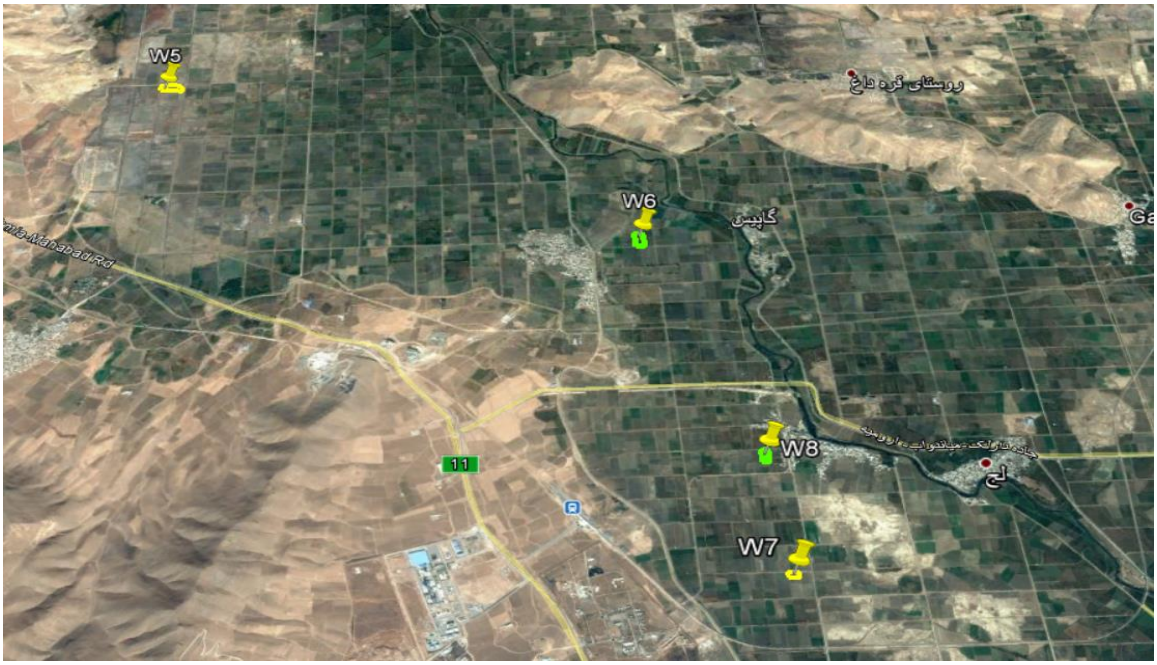


شکل ۵- پراکندگی و توزیع مکانی مزارع منتخب کشت پاییزه (گندم) در منطقه کوگ‌تپه - شهرستان میاندوآب جهت پایش اصلی توسط دانشگاه ارومیه (مزارع F_1 تا F_3)

جدول ۱۶- مشخصات، موقعیت و سایر ویژگی‌های مزرعه F_1، F_2 و F_3 منطقه میاندوآب، کوگ‌تپه

مزرعه	الگوی کشت	نام زارع	مساحت (هکتار)	ابعاد مزرعه (متر)	روش آبیاری	منبع تأمین آب	علت انتخاب
F_1	گندم	صمصام محمدزاده	۱	۵۵×۱۹۲	سطحی (نواری)	سطحی- زیرزمینی	- فنی-اقتصادی- اجتماعی - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب - توزیع مکانی
F_2	گندم	سجاد کریمی	۰/۵۵	۳۹×۱۴۴	سطحی (نواری)	سطحی- زیرزمینی	- فنی-اقتصادی- اجتماعی - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب
F_3	گندم	خسرو ولی زاده	۰/۴۰	۱۰۲×۴۰	سطحی (نواری)	سطحی- زیرزمینی	- فنی-اقتصادی- اجتماعی - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب
سناریوهای پیشنهادی به‌عنوان تکنیک آبیاری و مدیریت زراعی: - کاهش ابعاد نوار و اصلاح کرت‌بندی مزرعه - برنامه‌ریزی آبیاری زمان واقعی - عملیات تسطیح - کوددهی مطابق آزمون خاک، استفاده از کودهای بیولوژیکی - مدیریت و برنامه‌ریزی سموم مصرفی، مدیریت مبارزه با علف‌های هرز - تقویم زراعی و رعایت تناوب زراعی - نوع رقم کشت، ضدعفونی بذور، اصلاح عمق کشت - کم خاک‌ورزی، اصلاح آرایش کشت، کشت با ردیف‌کار، اصلاح فواصل بین ردیف‌های کشت و فواصل بوته‌ها							

جهت پایش دقیق آبیاری در مزارع، هر شرکت فنی و مهندسی دو مزرعه را در محدوده مطالعاتی خود برای کشت پاییزه در نظر گرفته‌اند. به‌منظور پایش چهار شرکت فنی و مهندسی مستقر در دو شهرستان مهاباد و میاندوآب، هشت مزرعه (برای هر شرکت، دو مزرعه) در نظر گرفته شد. مزارع W1 و W2 مربوط به شرکت پدیده سبز آنیل در قبچاق میاندوآب، مزارع W3 و W4 مربوط به شرکت نازچین سپید آذران در کوگ‌تپه میاندوآب، مزارع W5 و W6 مربوط به شرکت نوین گستر مهاباد در قزلقوپی مهاباد، مزارع W7 و W8 مربوط به شرکت مهاباد زرع در دارلک مهاباد می‌باشند که تمام آنها مزارع کشت پاییزه (تحت کشت گندم) می‌باشند. پراکنش مزارع شرکت‌های مهاباد در شبکه مهاباد در شکل ۶ و مزارع شرکت‌های مستقر در میاندوآب در شکل ۷ ارائه‌شده است. همچنین مشخصات این هشت مزرعه توسط چهار شرکت در جدول‌های ۱۷ و ۱۸ ارائه‌شده است. قابل ذکر است که تیمار و شاهد مزارع W1 تا W8، در یک مزرعه قرار داشته و تیمار در بخشی از قطعه زراعی لحاظ شده است.



شکل ۶- پراکنش مزارع شرکت‌های مهاباد در شبکه آبیاری مهاباد

شکل ۷- پراکنش مزارع شرکت‌های مستقر در میاندوآب در شبکه آبیاری میاندوآب

جدول ۱۷-مشخصات، موقعیت و سایر ویژگی‌های مزارع W1، W2، W3 و W4

مزرعه	منطقه	شهرستان	الگوی کشت	نام زارع	مساحت (هکتار)	ابعاد مزرعه	روش آبیاری	منبع تأمین آب	علت انتخاب
W1	قبچاق	میاندوآب	گندم	باقر فردوسی	۱/۵	نامنظم	سطحی (نواری)	سطحی- زیرزمینی	- فنی-اقتصادی- اجتماعی - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب
W2	قبچاق	میاندوآب	گندم	میکائیل فردوسی	۰/۶	منظم	سطحی (نواری)	سطحی- زیرزمینی	- فنی-اقتصادی- اجتماعی - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب
W3	کوگ‌تپه	میاندوآب	گندم	شهرام جدیدی	۱/ (به‌عنوان تیمار) و ۳ (به‌عنوان شاهد)	نامنظم	سطحی (نواری)	سطحی- زیرزمینی	- فنی-اقتصادی- اجتماعی - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب
W4	کوگ‌تپه	میاندوآب	گندم	آرش زادولی	۰/۵۶	نامنظم	سطحی (نواری)	سطحی- زیرزمینی	- فنی-اقتصادی- اجتماعی - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب

سناریوهای پیشنهادی به‌عنوان تکنیک آبیاری و مدیریت زراعی:

- کاهش ابعاد نوار و اصلاح کرت‌بندی مزرعه
- برنامه‌ریزی آبیاری زمان واقعی
- عملیات تسطیح
- کوددهی کودی مطابق آزمون خاک، استفاده از کودهای بیولوژیکی
- مدیریت و برنامه‌ریزی سموم مصرفی، مدیریت مبارزه با علف‌های هرز
- تقویم زراعی و رعایت تناوب زراعی
- نوع رقم کشت، ضدعفونی بذور، اصلاح عمق کشت
- کم خاک‌ورزی، اصلاح آرایش کشت، کشت با ردیف‌کار، اصلاح فواصل بین ردیف‌های کشت و فواصل بوته‌ها

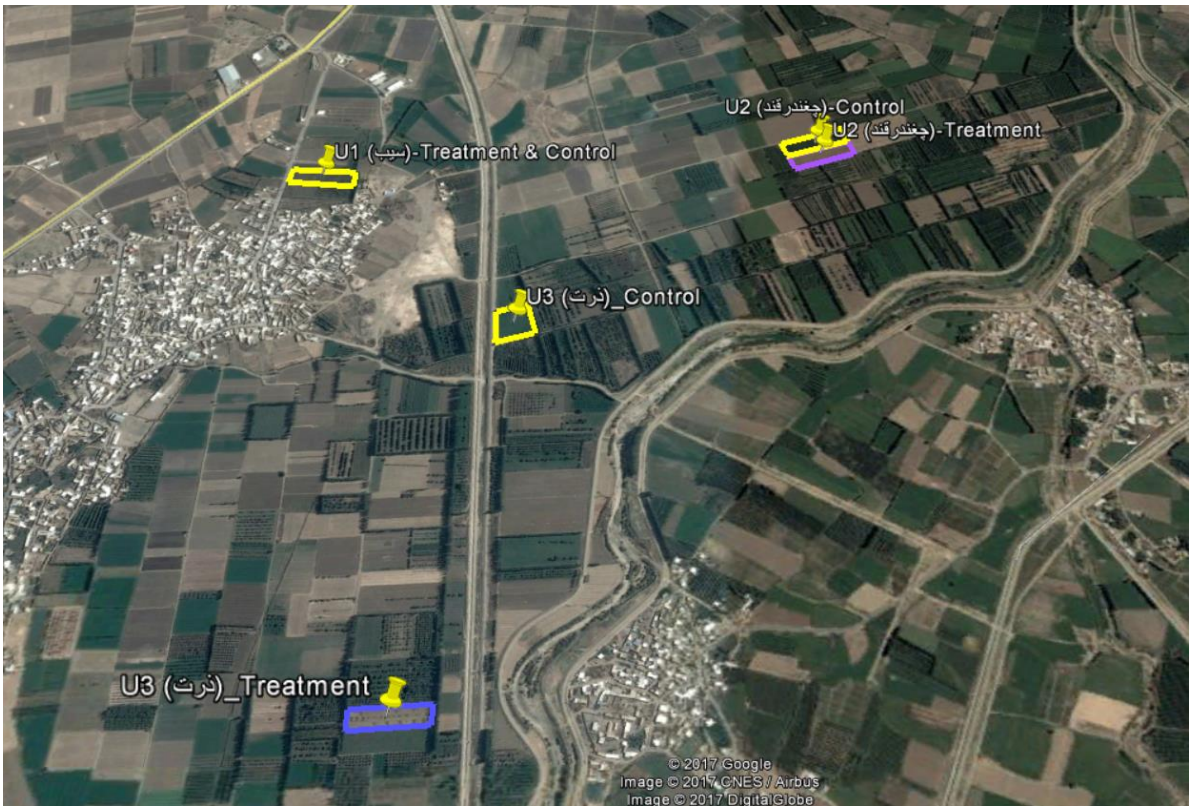
جدول ۱۸-مشخصات، موقعیت و سایر ویژگی‌های مزارع W5، W6، W7 و W8

مزرعه	منطقه	شهرستان	الگوی کشت	نام زارع	مساحت (هکتار)	ابعاد مزرعه (متر)	روش آبیاری	منبع تأمین آب	علت انتخاب
W5	قزلقوپی	مهاباد	گندم	محمد محمل زاده	۲/۶	نامنظم	سطحی (نواری)	سطحی-زیرزمینی	- فنی-اقتصادی- اجتماعی - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب
W6	قزلقوپی	مهاباد	گندم	عمر لاوژه	۱/۳	۱۳۰×۱۰۰	سطحی (نواری)	سطحی-زیرزمینی	- فنی-اقتصادی- اجتماعی - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب
W7	دارلک	مهاباد	گندم	معروف نامداری	۰/۶	مستطیلی ۱۰۰×۶۰	سطحی (نواری)	سطحی-زیرزمینی	- فنی-اقتصادی- اجتماعی - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب
W8	دارلک	مهاباد	گندم	محمد امین شایر	۱	مستطیلی ۱۵۰×۷۰	سطحی (نواری)	سطحی-زیرزمینی	- فنی-اقتصادی- اجتماعی - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب

سناریوهای پیشنهادی به‌عنوان تکنیک آبیاری و مدیریت زراعی:

- کاهش ابعاد نوار و اصلاح کرت‌بندی مزرعه
- برنامه‌ریزی آبیاری زمان واقعی
- عملیات تسطیح
- کوددهی مطابق آزمون خاک، استفاده از کودهای بیولوژیکی
- مدیریت و برنامه‌ریزی سموم مصرفی، مدیریت مبارزه با علف‌های هرز
- تقویم زراعی و رعایت تناوب زراعی
- نوع رقم کشت، ضدعفونی بذور، اصلاح عمق کشت
- کم خاک‌ورزی، اصلاح آرایش کشت، کشت با ردیف‌کار، اصلاح فواصل بین ردیف‌های کشت و فواصل بوته‌ها

سه مزرعه در منطقه کوگ‌تپه میاندوآب به‌عنوان پایش اصلی در کشت بهاره می‌باشند که پراکندگی این سه مزرعه در منطقه کوگ‌تپه در شکل ۸ ارائه‌شده است. مشخصات کلی مزارع، در جدول‌های ۱۹ ارائه‌شده است.



شکل ۸-پراکندگی و توزیع مکانی مزارع منتخب در منطقه کوگ‌تپه جهت پایش اصلی در کشت بهاره محصولات (در U1 و U2، تیمار و شاهد کنار هم و در یک مزرعه بوده ولی در U3 از هم فاصله دارند)

جدول ۱۹- مشخصات، موقعیت و سایر ویژگی‌های مزارع U1، U2 و U3

مزرعه	الگوی کشت	نام زارع	مساحت (هکتار)	ابعاد مزرعه	روش آبیاری	منبع تأمین آب	علت انتخاب	سناریو
U1	باغ سیب	فرهنگ ابراهیم پور	۱	نسبتاً منظم	سطحی (غرقابی)	زیرزمینی	- فنی - اجتماعی و ترویجی (نزدیک روستای کوگ-تپه) - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب	- تغییر روش آبیاری از غرقابی به نشتی حلقوی
U2	چغندرقند	حامد جلالی	۲ (تیمار ۱ هکتار و شاهد ۱ هکتار)	۱۱۰×۱۹۰ متر	سطحی	چاه	- فنی (الگوی زراعی عمده منطقه) - روش آبیاری - کشاورز داوطلب - اجتماعی - همکاری برای اعمال تیمار	- تغییر آرایش کشت از روش مرسوم به آرایش ۴۰×۶۰ - تغییر روش آبیاری از نواری به جویچه‌ای
U3	ذرت دانه‌ای	تراب جلالی	۱ و ۱	منظم	سطحی	آب زیرزمینی	- فنی - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب - نوع منابع آب - امکان‌پذیری شرایط تیمار مدنظر	- تسطیح دقیق و شیب یکنواخت

سناریوهای پیشنهادی به‌عنوان تکنیک آبیاری و مدیریت زراعی:

- برنامه‌ریزی آبیاری زمان واقعی
- مدیریت عمق و دور آبیاری
- کوددهی مطابق آزمون خاک، استفاده از کودهای بیولوژیکی
- مدیریت و برنامه‌ریزی سموم مصرفی، مدیریت مبارزه با علف‌های هرز
- تقویم زراعی و رعایت تناوب زراعی
- نوع رقم کشت، ضدعفونی بذور، اصلاح عمق کشت
- کم خاک‌ورزی، اصلاح آرایش کشت، کشت با ردیف‌کار، اصلاح فواصل بین ردیف‌های کشت و فواصل بوته‌ها

کشت در مزرعه U2، چغندرقند بوده و مساحت تیمار و شاهد به ترتیب ۱ و ۱ هکتار می‌باشد. کشت مرسوم چغندرقند در شهرستان میاندوآب به‌صورت جویچه‌هایی در داخل نوار و با فواصل ۵۰ سانتیمتر انجام می‌گردد. مطابق تحقیقات گسترده در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، آرایش کشت دو ردیفه۴۰-۶۰ چغندرقند و با روش آبیاری جویچه‌ای (Furrow)، باعث صرفه‌جویی قابل‌ملاحظه در راندمان آبیاری می‌گردد. نمونه‌هایی از این روش کشت، در شکل ۹ ارائه گردیده است. ۴۰ سانتیمتر معرف فاصله کشت روی پشته و ۶۰ سانتیمتر، معرف فاصله ردیف کناری روی پشته از ردیف کشت چغندر در روی پشته مجاور است.

شکل ۹- روش جدید کشت دو ردیفه چغندرقند مرسوم به آرایش ۴۰-۶۰ برای تیمار در مزرعه U2

مزرعه تیمار به مساحت یک هکتار بوده و طول جویچه‌ها ۱۹۱ متر و آرایش کشت ۴۰-۶۰ بوده است. روش مرسوم کشت به‌صورت جویچه‌های داخل نوار آبیاری و با فواصل کشت ۵۰ سانتیمتر است. در این مزرعه عرض نوارها ۶/۶ متر بوده و داخل هر نوار ۱۲ ردیف کشت چغندرقند وجود دارد که جویچه‌ها داخل نوار قرار گرفته و روی هر پشته، یک ردیف کشت وجود دارد. آبیاری اول (خاک آب) بخش شاهد مزرعه U2 در شکل ۱۰ نشان داده شده است.

شکل ۱۰- آبیاری اول (خاک آب) بخش شاهد مزرعه U2 تحت کشت چغندرقند

در شکل ۱۱ موقعیت مزرعه پایش گندم آقای یعقوب فلاحی در روستای خانشان و در شکل ۱۲ موقعیت مزرعه پایش گندم آقای سیفعلی آذرخش در روستای سپرغان برای انجام آزمایشات پایش کشت گندم در فاز ۳ مطالعات نشان داده شده است. هر کدام از این مزارع به دو قسمت تیمار و شاهد تقسیم شده و علاوه بر در نظر گرفتن تکنولوژی‌های مختلف، مهمترین تفاوت آنها در عرض و طول نوارهای آبیاری بوده است.

شکل ۱۱- موقعیت مزرعه پایش گندم یعقوب فلاحی روستای خانشان ارومیه

شکل ۱۲- موقعیت مزرعه پایش گندم سیفعلی آذرخش روستای سپرغان ارومیه

در جدول ۲۰ مشخصات مزرعه و آبیاری‌های گندم یعقوب فلاحی از روستای خانشان در قسمت تیمار و شاهد درج شده است. در مجموع تعداد ۴ آبیاری انجام شد. از این آبیاری‌ها، یک آبیاری بعد از کاشت و سه آبیاری در ماه‌های

اردیبهشت و خرداد انجام یافت. در جدول ۲۱ مشخصات مزرعه و آبیاری‌های گندم سیفعلی آذرخش از روستای سپرغان در قسمت تیمار و شاهد درج شده است. در مجموع تعداد ۴ آبیاری انجام شد. از این آبیاری‌ها، یک آبیاری بعد از کاشت و سه آبیاری در ماه‌های اردیبهشت و خرداد انجام یافت.

جدول ۲۰- مشخصات مزرعه یعقوب فلاحی و آبیاری‌ها در قسمت تیمار و شاهد، روستای خانشان ارومیه

عوامل	نام کشاورز	یعقوب فلاحی تیمار	یعقوب فلاحی شاهد
محصول و نوع رقم	نوع کشت	گندم	گندم
	نوع رقم	پیشگام	پیشگام
مشخصات زمین و نوار	مساحت کل زمین (هکتار)	۰/۷۴۹۰	۱/۰۶۶۰
	طول نوار اندازه گیری پیشروی (متر)	۱۲۰	۱۴۸
	عرض نوار اندازه گیری پیشروی (متر)	۳/۹	۴/۵
	مساحت نوار اندازه گیری پیشروی (متر مربع)	۴۶۸	۶۶۶
	شیب طولی نوار آبیاری (در هزار)	۲	۲
دبی چاه و نوع وسیله اندازه‌گیری	دبی چاه (لیتر بر ثانیه)	۱۷-۳۸	۱۷-۳۸
	نوع وسیله اندازه گیری دبی جریان	فلوم تیپ ۴	فلوم تیپ ۴
بافت و شوری خاک	بافت خاک	سیلتی کلی لوم	سیلتی کلی لوم
	شوری خاک (میلی موس بر سانتی‌متر)	۱/۸	۱/۸
آبیاری اول	تاریخ آبیاری اول	۹۵/۷/۳۰	۹۵/۷/۳۰
	دبی آبیاری اول (لیتر بر ثانیه)	۳۴	۳۸
	مدت زمان آبیاری نوار در آبیاری اول (ساعت)	۰/۳۴	۰/۴۷
آبیاری دوم	تاریخ آبیاری دوم	۹۶/۲/۱۷	۹۶/۲/۱۷
	دبی آبیاری دوم (لیتر بر ثانیه)	۱۷	۲۲
	مدت زمان آبیاری نوار در آبیاری دوم (ساعت)	۰/۶	۰/۷۲۵
آبیاری سوم	تاریخ آبیاری سوم	۲/۳/۹۶	۲/۳/۹۶
	دبی آبیاری سوم (لیتر بر ثانیه)	۲۶	۲۸
	مدت زمان آبیاری نوار در آبیاری سوم (ساعت)	۰/۳۸	۰/۵۶
آبیاری چهارم	تاریخ آبیاری چهارم	۹۶/۳/۱۵	۹۶/۳/۱۵
	دبی آبیاری چهارم (لیتر بر ثانیه)	۲۴	۲۷
	مدت زمان آبیاری نوار در آبیاری چهارم (ساعت)	۰/۳۵	۰/۵۱

جدول ۲۱- مشخصات مزارع و آبیاری‌های مزرعه سیفعلی آذرخش در قسمت تیمار و شاهد

عوامل	نام کشاورز	سیفعلی آذرخش تیمار	سیفعلی آذرخش شاهد
محصول و نوع رقم	نوع کشت	گندم	گندم
	نوع رقم	پیشگام	پیشگام
مشخصات زمین و نوار	مساحت کل زمین (هکتار)	۵۶۴۵	۳۴۹۹
	طول نوار اندازه گیری پیشروی (متر)	۷۵	۷۰
	عرض نوار اندازه گیری پیشروی (متر)	۳/۵	۴
	مساحت نوار اندازه گیری پیشروی (متر مربع)	۲۶۲/۵	۲۸۰
	شیب طولی نوار آبیاری (در هزار)	۲	۲
دبی چاه و نوع وسیله اندازه‌گیری	دبی چاه (لیتر بر ثانیه)	۸/۵	۸/۵
	نوع وسیله اندازه گیری دبی جریان	فلوم تیپ ۴	فلوم تیپ ۴
بافت و شوری خاک	بافت خاک	سیلتی لوم	سیلتی لوم
	شوری خاک (میلی موس بر سانتی‌متر)	۲/۲۹	۲/۲۹
آبیاری اول	تاریخ آبیاری اول	۲۷/۷/۹۵	۲۷/۷/۹۵
	دبی آبیاری اول (لیتر بر ثانیه)	۶/۵	۶/۵
	مدت زمان آبیاری نوار در آبیاری اول (ساعت)	۱/۵۹	۱/۹
آبیاری دوم	تاریخ آبیاری دوم	۹۶/۲/۱۷	۹۶/۲/۱۷
	دبی آبیاری دوم (لیتر بر ثانیه)	۶/۵	۶/۵
	مدت زمان آبیاری نوار در آبیاری دوم (ساعت)	۱/۴۵	۱/۵۲
آبیاری سوم	تاریخ آبیاری سوم	۳۱/۲/۹۶	۳۱/۲/۹۶
	دبی آبیاری سوم (لیتر بر ثانیه)	۶/۵	۶/۵
	مدت زمان آبیاری نوار در آبیاری سوم (ساعت)	۱/۳۲	۱/۶۱
آبیاری چهارم	تاریخ آبیاری چهارم	۱۳۹۶/۳/۲۴	۱۳۹۶/۳/۲۴
	دبی آبیاری چهارم (لیتر بر ثانیه)	۶/۵	۶/۵
	مدت زمان آبیاری نوار در آبیاری چهارم (ساعت)	۱/۲۸	۱/۵۲

۳- ۲-۳- مشخصات مزارع پایش شبکه‌ای توسط شرکت‌های فنی و مهندسی برای محصولات بهاره

شرکت نوین گستر مهاباد در روستای قزلقوپی و شرکت مهاباد زرع در روستای دارلک جهت سازماندهی و برنامه-ریزی و تحقق برنامه کشاورزی پایدار در شهرستان مهاباد، استقرار یافته‌اند. جهت انتخاب نهایی مزارع کشت بهاره در محدوده شهرستان مهاباد، بازدیدهای گسترده از محدوده شبکه آبیاری و روستاهای موردنظر، طی ماه‌های اسفند ۱۳۹۵ و فروردین ۱۳۹۶ انجام گردید. کشت عمده محصولات بهاره در شبکه آبیاری مهاباد، عبارت است از باغات (عمدتاً سیب) و چغندرقند می‌باشد. همچنین در این محدوده آبیاری ذرت نیز کشت می‌گردد که ازنظر اهمیت و سطح کشت، بعد از چغندرقند قرار دارد. جهت پایش دقیق آبیاری در مزارع کشت بهاره، دو مزرعه (باغ) در محدوده مطالعاتی توسط هر شرکت فنی و مهندسی در نظر گرفته شد.

مزرعه و باغ مربوط به شرکت نوین گستر مهاباد مستقر در قزلقوپی مهاباد به ترتیب تحت عنوان S_1 و A_1، مزرعه و باغ مربوط به شرکت مهاباد زرع در دارلک مهاباد به ترتیب تحت عنوان S_2 و A_2، دو مزرعه مربوط به پدیده سبز آنیل در روستای قبچاق میاندوآب تحت عنوان S_3 و S_4 و مزرعه و باغ مربوط به شرکت نازچین سپید آذران واقع در روستای کوگ‌تپه میاندوآب تحت عنوان S_5 ارائه‌شده‌اند. تمام شرکت‌ها به غیر از پدیده سبز آنیل، دارای یک باغ سیب (به علت کشت غالب منطقه) جهت پایش آبیاری هستند. مزارع منتخب بهاره توسط شرکت‌های فنی مهندسی به همراه جزئیات و اطلاعات تکمیلی در ادامه در جداول ۲۲ تا ۲۵ آمده است.

در باغ A_1 شرکت نوین گستر مهاباد، تیمار و شاهد در یک باغ به مساحت تقریبی ۲ هکتار واقع شده است. شاهد در باغ موردنظر روش آبیاری نشتی حلقوی بوده که کشاورز تمایل به اجرای آن در بخش اعظمی از باغ می‌باشد. تیمار در این باغ برنامه‌ریزی دقیق آبیاری بر اساس پایش رطوبت خاک و نیز برنامه‌ریزی زمان واقعی آبیاری می‌باشد. نمونه‌ای از حلقه‌های ایجاد شده در باغ A_1 (قاسم علوی) در شکل ۱۳ ارائه‌شده است.

در باغ A_1، در بخش مزرعه شاهد طول شیارها حدود ۲۲۰ متر می‌باشد که روش مرسوم کشاورز می‌باشد. در مزرعه تیمار طول شیارها به حدود ۱۰۰ متر کاهش داده شد. تصاویری از مزارع تیمار و شاهد در مزرعه چغندرقند (S_1) در شکل ۱۴ ارائه‌شده است.

شرکت دوم در شهرستان مهاباد، مهاباد زرع مستقر در روستای دارلک می‌باشد. مزارع منتخب توسط شرکت مهاباد نیز شامل یک باغ و یک مزرعه چغندر بوده که جزئیات آنها در ادامه در جداول ۲۳ تشریح می-گردد.

شکل ۱۳- نمونه‌ای از روش آبیاری اصلاح شده در باغ A_1 (قاسم علوی)

شکل ۱۴- مزارع تیمار و شاهد در مزرعه چغندرقند (S_1) شرکت نوین گستر مهاباد مستقر در روستای قزلقوپی مهاباد

جدول ۲۲-مشخصات، موقعیت و سایر ویژگی‌های مزارع S_1 و A_1

مزرعه	منطقه	شهرستان	الگوی کشت	نام زارع	مساحت (هکتار)	ابعاد مزرعه	روش آبیاری	منبع تأمین آب	علت انتخاب	سناریو
A1	قزلقوپی	مهاباد	باغ سیب ۶ ساله	قاسم علوی	۲/۰۴	منظم	سطحی	آب زیرزمینی (چاه)	- موقعیت آن (کنار جاده ارومیه –مهاباد) و موقعیت مناسب به لحاظ ترویج و آموزش - منبع تأمین آب - فنی (الگوی کشت غالب منطقه) - همکاری کشاورز - روش آبیاری (روش رایج منطقه)	- مدیریت عمق و دور آبیاری با پایش مستمر رطوبت خاک
S1	قزلقوپی	مهاباد	چغندرقند	معروف کریمی	۲/۹	منظم	سطحی	سطحی (رودخانه)	- موقعیت آن (کنار جاده روستای داشخانه) و موقعیت مناسب به لحاظ ترویج و آموزش - منبع تأمین آب - فنی (الگوی کشت غالب منطقه) - همکاری کشاورز - روش آبیاری (روش رایج منطقه)	- کاهش طول شیارها - مدیریت عمق و دور آبیاری

سناریوهای پیشنهادی به‌عنوان تکنیک آبیاری و مدیریت زراعی:

- برنامه‌ریزی آبیاری زمان واقعی
- کوددهی مطابق آزمون خاک، استفاده از کودهای بیولوژیکی
- مدیریت و برنامه‌ریزی سموم مصرفی، مدیریت مبارزه با علف‌های هرز
- تقویم زراعی و رعایت تناوب زراعی
- نوع رقم کشت، ضدعفونی بذور، اصلاح عمق کشت
- کم خاک‌ورزی، اصلاح آرایش کشت، کشت با ردیف‌کار، اصلاح فواصل بین ردیف‌های کشت و فواصل بوته‌ها

جدول ۲۳-مشخصات، موقعیت و سایر ویژگی‌های مزارع S_2 و A_2

مزرعه	منطقه	شهرستان	الگوی کشت	نام زارع	مساحت (هکتار)	ابعاد مزرعه	روش آبیاری	منبع تأمین آب	علت انتخاب	سناریو
S2	دارلک	مهاباد	چغندرقند	محمد امین شایر	۰/۳۴	منظم	سطحی	تلفیق سطحی و زیرزمینی	- موقعیت آن (داخل روستای دارلک) و موقعیت مناسب به لحاظ ترویج و آموزش - منبع تأمین آب (تلفیقی) - فنی (الگوی کشت غالب منطقه) - همکاری کشاورز - روش آبیاری (روش رایج منطقه)	- کاهش ابعاد کرت - مدیریت عمق و دور آبیاری
A2	دارلک	مهاباد	باغ سیب ۳۷ ساله	خالد زارعیان	۱/۲	منظم	سطحی	آب زیرزمینی و سطحی (تلفیقی)	- موقعیت آن و موقعیت مناسب به لحاظ ترویج و آموزش - منبع تأمین آب - فنی (الگوی کشت غالب منطقه) - همکاری کشاورز - روش آبیاری (روش رایج منطقه)	- تغییر روش آبیاری از غرقابی به نشتی حلقوی

سناریوهای پیشنهادی به‌عنوان تکنیک آبیاری و مدیریت زراعی:

- برنامه‌ریزی آبیاری زمان واقعی
- کوددهی مطابق آزمون خاک، استفاده از کودهای بیولوژیکی
- مدیریت و برنامه‌ریزی سموم مصرفی، مدیریت مبارزه با علف‌های هرز
- تقویم زراعی و رعایت تناوب زراعی
- نوع رقم کشت، ضدعفونی بذور، اصلاح عمق کشت
- کم خاک‌ورزی، اصلاح آرایش کشت، کشت با ردیف‌کار، اصلاح فواصل بین ردیف‌های کشت و فواصل بوته‌ها

سایت‌های انتخاب‌شده جهت استقرار کشاورزی پایدار و انجام عملیات پایش شهرستان میاندوآب در دو روستای کوگ‌تپه و قبچاق قرار دارند. شرکت فنی مهندسی پدیده سبز آنیل در روستای قبچاق و شرکت نازچین سپید آذران در روستای کوک تپه جهت سازماندهی و برنامه‌ریزی کشاورزی پایدار، استقرار یافته‌اند. پایش اصلی آبیاری مزارع توسط دانشگاه ارومیه در کشت بهاره، در سه مزرعه واقع در روستای کوک‌تپه میاندوآب صورت گرفت. شبکه پایش شرکت‌های مستقر در شهرستان میاندوآب، نیز در چهار مزرعه واقع در روستاهای کوگ‌تپه و قبچاق انجام خواهد شد که سهم هر شرکت در کشت بهاره، ۲ مزرعه می‌باشد. جهت اعمال تکنیک‌های آبیاری بازدیدهایی در طی ماه‌های اسفند ۱۳۹۵ و فروردین ۱۳۹۶ از شهرستان میاندوآب و روستاهای موردنظر صورت گرفت.

جهت پایش دقیق آبیاری در مزارع، هر شرکت فنی و مهندسی دو مزرعه را در محدوده مطالعاتی خود برای کشت بهاره در نظر گرفته‌اند. به‌منظور پایش شرکت‌های فنی و مهندسی مستقر در شهرستان میاندوآب، چهار مزرعه (برای هر شرکت، دو مزرعه) در نظر گرفته شد. مشخصات این چهار مزرعه در جداول ۲۲ تا ۲۳ ارائه‌شده است.

در شکل ۱۵ موقعیت مزرعه آفتابگردان محمدرضا خوست در روستای خانشان و در شکل ۱۶ موقعیت مزرعه آفتابگردان محمد آرامون در روستای سپرغان ارائه شده است. در مزرعه آفتابگردان روستای خانشان، تیمار عبارت از کشت دو طرفه دستی بر روی یک پشته بوده و آبیاری توسط شیار انجام می‌شد. شاهد این مزرعه آبیاری نواری عرف منطقه بود. در مزرعه آفتابگردان محمد آرامون آبیاری به صورت کرتی و با طول‌های متفاوت بود. عرض همه کرت‌ها مساوی و برابر ۲٫۵ متر بود.

در شکل ۱۷ موقعیت باغ سیب عوض آرامون در روستای سپرغان نشان داده شده است. در این باغ یک تیمار آبیاری تشتکی با دو شاهد نوارهای آبیاری بدون یونجه و با یونجه مورد ارزیابی قرار گرفت. در آبیاری تشتکی آب توسط شیار به پای ردیف درختان رسیده و در مقطع محدودی حرکت می‌کند.

در جدول ۲۶ مشخصات مزرعه و آبیاری‌های آفتابگردان محمدرضا خوست از روستای خانشان در قسمت تیمار و شاهد درج شده است که در مجموع تعداد ۵ آبیاری انجام شد. در جدول ۲۷ مشخصات مزرعه و آبیاری‌های آفتابگردان محمد آرامون از روستای سپرغان در قسمت تیمار و شاهدها درج شده است که در مجموع تعداد ۶ آبیاری انجام شد. در جدول ۲۸ مشخصات باغ و آبیاری‌های سیب عوض آرامون از روستای سپرغان در قسمت تیمار و شاهدها درج شده است و در مجموع تعداد ۶ آبیاری انجام شد.

جدول۲۴-مشخصات، موقعیت و سایر ویژگی‌های مزارع S3 و S4

مزرعه	منطقه	شهرستان	الگوی کشت	نام زارع	مساحت (هکتار)	ابعاد مزرعه	روش آبیاری	منبع تأمین آب	علت انتخاب	سناریو
S3	قبچاق	میاندوآب	گوجه‌فرنگی	نادر ولایی (شاهد) و رامین ولایی (تیمار)	شاهد: ۰/۶ و تیمار: ۰/۲	منظم	سطحی (کرت)	زیرزمینی	- فنی (کشت غالب) - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب	- مدیریت آبیاری - تغییر آرایش کاشت
S4	قبچاق	میاندوآب	گوجه‌فرنگی	قنبر خانمحمدی	۰/۲۵	منظم	سطحی	زیرزمینی	- فنی- اقتصادی- اجتماعی - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب	- مدیریت آبیاری - تغییر آرایش کاشت

سناریوهای پیشنهادی به‌عنوان تکنیک آبیاری و مدیریت زراعی:

- برنامه‌ریزی آبیاری زمان واقعی
- کوددهی مطابق آزمون خاک، استفاده از کودهای بیولوژیکی
- مدیریت و برنامه‌ریزی سموم مصرفی، مدیریت مبارزه با علف‌های هرز
- تقویم زراعی و رعایت تناوب زراعی
- نوع رقم کشت، ضدعفونی بذور، اصلاح عمق کشت
- کم خاک‌ورزی، اصلاح آرایش کشت، کشت با ردیف‌کار، اصلاح فواصل بین ردیف‌های کشت و فواصل بوته‌ها

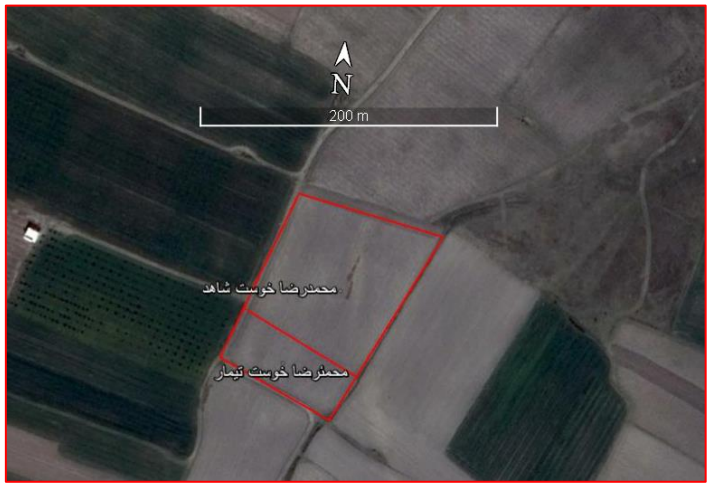
جدول۲۵-مشخصات، موقعیت و سایر ویژگی‌های مزارع S5 و A3

مزرعه	منطقه	شهرستان	الگوی کشت	نام زارع	مساحت (هکتار)	ابعاد مزرعه	روش آبیاری	منبع تأمین آب	علت انتخاب	سناریو
S5	کوگ-تپه	میاندوآب	چغندرقند	کیهان زادولی	۰/۵ (به‌عنوان تیمار) و ۲/۵ (به‌عنوان شاهد)	منظم	سطحی	زیرزمینی	- فنی (کشت غالب زراعی) - اجتماعی و ترویجی (نزدیک روستای کوگ‌تپه) - الگوی کشت و روش آبیاری - کشاورز داوطلب	-تغییر آرایش کاشت از روش مرسوم به آرایش ۴۰×۶۰ -تغییر روش آبیاری از نواری به جویچه-ای

سناریوهای پیشنهادی به‌عنوان تکنیک آبیاری و مدیریت زراعی:

- برنامه‌ریزی آبیاری زمان واقعی
- کوددهی مطابق آزمون خاک، استفاده از کودهای بیولوژیکی
- مدیریت و برنامه‌ریزی سموم مصرفی، مدیریت مبارزه با علف‌های هرز
- تقویم زراعی و رعایت تناوب زراعی
- نوع رقم کشت، ضدعفونی بذور، اصلاح عمق کشت
- کم خاک‌ورزی، اصلاح آرایش کشت، کشت با ردیف‌کار، اصلاح فواصل بین ردیف‌های کشت و فواصل بوته‌ها

شکل ۱۵- موقعیت قسمت تیمار و شاهد مزرعه آفتابگردان آقای محمدرضا خوست در روستای خانشان



شکل ۱۶- موقعیت قسمت تیمار و شاهد باغ سیب عوض آرامون در روستای سپرغان

شکل ۱۷- آبیاری تشتکی در مزرعه آقای محمد آرامون روستای سپرغان

جدول ۲۶- مشخصات مزرعه آفتابگردان آجیلی محمد رضا خوست در قسمت تیمار و شاهد در روستای خانشان

عوامل	نام کشاورز	تیمار (آبیاری شیاری)	شاهد (آبیاری نواری)
مشخصات زمین و کرت	مساحت تیمار یا شاهد (هکتار)	۰/۴۳۲	۰/۸۶۴
	طول نوار اندازه گیری پیشروی (متر)	۴۰	۴۰
	عرض نوار اندازه گیری پیشروی (متر)	۰/۹	۳/۶
	تعداد نوار تحت روش	۴	۱
	مساحت نوار اندازه گیری پیشروی (هکتار)	۰/۰۱۴۴	۰/۰۱۴۴
	شیب طولی کرت آبیاری (در هزار)	۲	۲
دبی چاه و نوع وسیله اندازه‌گیری	دبی چاه (لیتر بر ثانیه)	۲۰	۲۰
	نوع وسیله اندازه گیری دبی جریان	فلوم تیپ ۴	فلوم تیپ ۴
بافت و شوری خاک	بافت خاک	سیلتی کلی	سیلتی کلی
	شوری خاک (میلی موس بر سانتی‌متر)	۱/۵	۱/۵
آبیاری اول	تاریخ آبیاری	۹۶-۴-۲۸	۹۶-۴-۲۸
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۱۸/۲	۲۰/۲
	مدت زمان آبیاری نوار یا شیار (ساعت)	۶/۷	۱۴/۸
	حجم آب واره به نوار یا شیار (متر مکعب)	۴۳۹	۱۰۷۶/۳
آبیاری دوم	تاریخ آبیاری	۹۶-۵-۱۵	۹۶-۵-۱۵
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۱۷/۸	۱۹/۴
	مدت زمان آبیاری نوار یا شیار (ساعت)	۷/۱	۱۵/۳
	حجم آب واره به نوار یا شیار (متر مکعب)	۴۵۵	۱۰۶۸/۶
آبیاری سوم	تاریخ آبیاری	۹۶-۶-۱	۹۶-۶-۱
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۱۸/۳	۱۸/۹
	مدت زمان آبیاری نوار یا شیار (ساعت)	۵/۸	۱۳/۷
	حجم آب واره به نوار یا شیار (متر مکعب)	۳۸۲/۱	۹۳۲/۱
آبیاری چهارم	تاریخ آبیاری	۹۶-۶-۲۳	۹۶-۶-۲۳
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۱۹	۲۰/۵
	مدت زمان آبیاری نوار یا شیار (ساعت)	۵/۲	۱۲/۷
	حجم آب واره به نوار یا شیار (متر مکعب)	۳۵۵/۷	۹۳۷/۳
آبیاری پنجم	تاریخ آبیاری	۹۶-۴-۲۸	۹۶-۴-۲۸
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۱۸/۲	۲۰/۲
	مدت زمان آبیاری نوار یا شیار (ساعت)	۶/۷	۱۴/۸
	حجم آب واره به نوار یا شیار (متر مکعب)	۴۳۹	۱۰۷۶/۳

جدول ۲۷- مشخصات مزارع و آبیاری‌های مزرعه آفتابگردان محمد آرامون در قسمت تیمار و شاهدها

عوامل	نام کشاورز	تیمار (کرت ۱۳ متری)	شاهد (کرت ۱۷ متری)	شاهد (کرت ۲۱متری)
مشخصات زمین و کرت	مساحت تیمار یا شاهد (هکتار)	۰/۱۱۷	۰/۱۵۳	۰/۱۸۹
	طول کرت اندازه گیری پیشروی (متر)	۱۳	۱۷	۲۱
	عرض کرت اندازه گیری پیشروی (متر)	۲/۵	۲/۵	۲/۵
	تعداد کرت تحت روش	۳۶	۳۶	۳۶
	مساحت کرت اندازه گیری پیشروی (هکتار)	۰/۰۰۳۲۵	۰/۰۰۴۲۵	۰/۰۰۵۲۵
	شیب طولی کرت آبیاری (در هزار)	۲	۲	۲
دبی چاه و نوع وسیله اندازه-گیری	دبی چاه (لیتر بر ثانیه)	۵	۵	۵
	نوع وسیله اندازه گیری دبی جریان	فلوم تیپ ۴	فلوم تیپ ۴	فلوم تیپ ۴
بافت و شوری خاک	بافت خاک	لوم	لوم	لوم
	شوری خاک (میلی موس بر سانتی‌متر)	۱/۷	۱/۷	۱/۷
آبیاری اول	تاریخ آبیاری	۷/۳/۱۳۹۶	۷/۳/۱۳۹۶	۷/۳/۱۳۹۶
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۵	۵	۵
	مدت زمان آبیاری کرت (ساعت)	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۲۶
	حجم آب واره به کرت (متر مکعب)	۹۰/۷۱	۱/۶۱	۱۶۹/۰۸
آبیاری دوم	تاریخ آبیاری	۸/۴/۱۳۹۶	۸/۴/۱۳۹۶	۸/۴/۱۳۹۶
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۵/۲	۵/۲	۵/۲
	مدت زمان آبیاری کرت (ساعت)	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۲۳
	حجم آب واره به کرت (متر مکعب)	۸۲/۰۳	۱۱۱/۷۹	۱۵۱/۸۶
آبیاری سوم	تاریخ آبیاری	۳۰/۴/۱۳۹۶	۳۰/۴/۱۳۹۶	۳۰/۴/۱۳۹۶
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۴/۵	۴/۵	۴/۵
	مدت زمان آبیاری کرت (ساعت)	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۲۱
	حجم آب واره به کرت (متر مکعب)	۷۰/۹۹	۹۶/۷۴	۱۲۴/۵۰
آبیاری چهارم	تاریخ آبیاری	۲۱/۵/۱۳۹۶	۲۱/۵/۱۳۹۶	۲۱/۵/۱۳۹۶
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۵/۱	۵/۱	۵/۱
	مدت زمان آبیاری کرت (ساعت)	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۲۸
	حجم آب واره به کرت (متر مکعب)	۱۰۴/۵۹	۱۴۲/۵۳	۱/۳۱
آبیاری پنجم	تاریخ آبیاری	۲۹/۵/۱۳۹۶	۲۹/۵/۱۳۹۶	۲۹/۵/۱۳۹۶
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۴/۸	۴/۸	۴/۸
	مدت زمان آبیاری کرت (ساعت)	۰/۱۷	۰/۲۳	۰/۳۱
	حجم آب واره به کرت (متر مکعب)	۱۰۶/۰۱	۱۴۴/۴۶	۱۹۱/۸۲
آبیاری ششم	تاریخ آبیاری	۲۳/۶/۱۳۹۶	۲۳/۶/۱۳۹۶	۲۳/۶/۱۳۹۶
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۵	۵	۵
	مدت زمان آبیاری کرت (ساعت)	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۳۰
	حجم آب واره به کرت (متر مکعب)	۱۰۶/۴۸	۱۴۵/۱۱	۱۹۲/۱۳

جدول ۲۸- مشخصات باغ سیب گلدن عوض آرامون در قسمت تیمار و شاهدها در روستای سپرغان

عوامل	نام کشاورز	تیمار (آبیاری تشتکی)	شاهد (نوار بدون یونجه)	شاهد (نوار با یونجه)
مشخصات زمین و کرت	مساحت تیمار یا شاهد (هکتار)	۰/۱۰۴۴	۰/۳۰۷۲	۰/۲۱
	طول نوار اندازه گیری پیشروی (متر)	۵۸	۶۴	۷۰
	عرض نوار اندازه گیری پیشروی (متر)	۶	۶	۶
	تعداد نوار تحت روش	۳	۸	۵
	مساحت نوار اندازه گیری پیشروی (هکتار)	۰/۰۳۴۸	۰/۰۳۸۴	۰/۰۴۲
	شیب طولی کرت آبیاری (در هزار)	۲	۲	۲
دبی چاه و نوع وسیله اندازه‌گیری	دبی چاه (لیتر بر ثانیه)	۶	۶	۶
	نوع وسیله اندازه گیری دبی جریان	فلوم تیپ ۴	فلوم تیپ ۴	فلوم تیپ ۴
بافت و شوری خاک	بافت خاک	لوم رسی	لوم رسی	لوم رسی
	شوری خاک (میلی موس بر سانتی‌متر)	۱/۶	۱/۶	۱/۶
آبیاری اول	تاریخ آبیاری	۱۵/۳/۱۳۹۶	۱۵/۳/۱۳۹۶	۱۵/۳/۱۳۹۶
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۶	۶	۶
	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	۱/۶۳	۲/۱۹	۲/۷۳
	حجم آب واره به نوار (متر مکعب)	۳۵/۲۱	۴۷/۲۳	۵۹/۰۴
آبیاری دوم	تاریخ آبیاری	۷/۴/۱۳۹۶	۷/۴/۱۳۹۶	۷/۴/۱۳۹۶
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۵/۹	۵/۹	۵/۹
	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	۱/۶۱	۲/۰۳	۲/۶۲
	حجم آب واره به نوار (متر مکعب)	۳۴/۲۰	۴۳/۰۵	۵۵/۵۸
آبیاری سوم	تاریخ آبیاری	۲۳/۴/۱۳۹۶	۲۳/۴/۱۳۹۶	۲۳/۴/۱۳۹۶
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۵/۸	۵/۸	۵/۸
	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	۱/۶۹	۲/۰۵	۲/۸۰
	حجم آب واره به نوار (متر مکعب)	۳۵/۲۹	۴۲/۸۷	۵۸/۴۶
آبیاری چهارم	تاریخ آبیاری	۱۲/۵/۱۳۹۶	۱۲/۵/۱۳۹۶	۱۲/۵/۱۳۹۶
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۵/۸	۵/۸	۵/۸
	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	۱/۹۴	۲/۲۹	۳/۱۸
	حجم آب واره به نوار (متر مکعب)	۴۰/۵۱	۴۷/۸۸	۶۶/۴۷
آبیاری پنجم	تاریخ آبیاری	۲۹/۵/۱۳۹۶	۲۹/۵/۱۳۹۶	۲۹/۵/۱۳۹۶
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۵/۷	۵/۷	۵/۷
	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	۱/۴۵	۱/۸۹	۲/۳۳
	حجم آب واره به نوار (متر مکعب)	۲۹/۷۵	۳۸/۸۵	۴۷/۸۸
آبیاری ششم	تاریخ آبیاری	۱۷/۶/۱۳۹۶	۱۷/۶/۱۳۹۶	۱۷/۶/۱۳۹۶
	دبی آبیاری (لیتر بر ثانیه)	۵/۷	۵/۷	۵/۷
	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	۱/۴۹	۱/۹۷	۲/۴۳
	حجم آب واره به نوار (متر مکعب)	۳۰/۵۷	۴۰/۴۹	۴۹/۹۳

۳-۳-۳- سایت‌های انتخابی جهت پایش اصلی در آذربایجان شرقی

در سطح شهرستان عجب‌شیر در دو منطقه (روستای گل‌تپه و روستای نانسا) شش سایت به منظور پایش اصلی انتخاب گردید. مشخصات مزارع انتخابی در شهرستان عجب‌شیر در جدول ۲۹ آمده است.

جدول ۲۹- مشخصات مزارع انتخابی پایش اصلی در شهرستان عجب‌شیر

ردیف	نام بهره‌بردار	تیمار/ شاهد	مساحت زمین (هکتار)	نام محصول	رقم	بذرمال	ضدعفونی	مقدار بذر (کیلوگرم در هکتار)	تکنیک‌های به کار رفته
۱	جمال غفاری AJ1T	تیمار	۰/۹	گندم	پیشگام	بلی	بلی	۱۵۰	خاک‌ورزی حفاظتی، لولر، فاروئر، کاشت به‌وسیله ردیف‌کار، کود سوپر فسفات ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار
۲	جمال غفاری AJ1C	شاهد	۰/۸	گندم	پیشگام	خیر	بلی	۲۰۰	شخم کاو آهن برگردان دار، پنجه غازی، دیسک، کاشت دستی، کود اوره ۴۰ و کود سوپر فسفات ۲۰ کیلوگرم در هکتار
۳	حمزه قلمی AJ2T	تیمار	۰/۶	گندم	پیشگام	بلی	بلی	۱۰۰	خاک‌ورزی حفاظتی تسطیح با ماله ۳ متری فاروئر، کود اوره ۱۰۰ و کود سوپر فسفات ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار
۴	حمزه قلمی AJ2C	شاهد	۰/۴	گندم	پیشگام	بلی	بلی	۱۵۰	خاک‌ورزی حفاظتی کرت بند، کاشت دستی
۵	حیدر کاملی AJ3T	تیمار	۲	سیب‌زمینی	آگریا	-	بلی	۳۵۰۰	خاک‌ورزی حفاظتی، کود آلی مرغی ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار، کاشت ماشینی به‌وسیله غده کار
۶	حیدر کاملی AJ3C	شاهد	۰/۶	سیب‌زمینی	میلوا	-	بلی	۴۰۰۰	خاک‌ورزی حفاظتی، کاشت دستی، کود آلی ۳۰ تن، سوپر فسفات تریپل ۱۵۰ و گوگرد ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار
۷	اکبر ستارزاده AJ4T	تیمار	۱/۴	سیب‌زمینی	جیلی	-	بلی	۴۰۰۰	خاک‌ورزی حفاظتی، کاشت ماشینی به‌وسیله غده کار، دی آمونیوم فسفات ۲۵۰ و اوره ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار
۸	اکبر ستارزاده AJ4C	شاهد	۰/۶	سیب‌زمینی	میلوا	-	بلی	۴۵۰۰	خاک‌ورزی حفاظتی، کاشت دستی، کود دامی کاملاً پوسیده ۳۵ تن
۹	ابراهیم قلمی AJ5T	تیمار	۰/۱۸	گردو	اصلاح‌شده	-	-	-	کولتیواتور دستی، اجرای آبیاری نشتی حلقوی دستی، فسفر ۵۰۰. پتاس ۴۰۰. اوره ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار
۱۰	ابراهیم قلمیAJ5C	شاهد	۰/۸۲	گردو	اصلاح‌شده	-	-		کولتیواتور دستی
۱۱	محمد محمدیAJ6T	تیمار	۰/۱۸	سیب	اصلاح‌شده	-	-	-	کولتیواتور دستی، شخم پای درختان و اجرای آبیاری نشتی حلقوی، هرس دستی، اوره ۱۵۰، سولفات پتاسیم ۱۰۰، سوپر فسفات تریپل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار
۱۲	محمد محمدیAJ6C	شاهد	۰/۳۲	سیب	اصلاح‌شده	-	-	-	کولتیواتور دستی

۴-۳- اندازه‌گیری‌های میدانی

آبیاری اول (خاک آب) تمام مزارع در طول ماه آبان و اوایل آذرماه برای کشت‌های پاییزه و اوایل اردیبهشت در کشت‌های بهاره، انجام گردید و بقیه آبیاری‌ها بعد در طول بهار و تابستان انجام پذیرفت و تمام عوامل و پارامترهای ارزیابی سیستم آبیاری، مورداندازه‌گیری قرار گرفت.

جهت اعمال تکنیک‌های هدف ۵ مرحله بازدید در طی ماه‌های شهریور، مهر و آبان ۱۳۹۵ از دو محدوده موردمطالعه (مهاباد و میاندوآب) صورت گرفت. الگوی کشت پاییزه در محدوده‌های مطالعاتی عمدتاً گندم و بعضاً جو می‌باشد که به روش آبیاری سطحی نواری آبیاری می‌گردند. نوارهای آبیاری در منطقه معمولاً به‌صورت انتها بسته بوده و با ابعاد (طول و عرض) مختلف طرح و اجرا می‌گردد. یکی از عوامل مهم در بازده آبیاری سطحی، عملیات تسطیح می‌باشد که در صورت اعمال تسطحی مناسب و شیب منظم، امکان دسترسی به راندمان بالا وجود دارد. در مزارع پایلوت تا حد ممکن به کشاورزان در مورد اهمیت تسطیح بر راندمان آبیاری، آموزش‌های لازم داده شد.

در طی تشکیل جلسات مختلف با کارشناسان، شرکت‌های فنی و مهندسی، کشاورزان و بهره‌برداران منطقه موضوع تعداد و مکان مزارع موردبحث قرار گرفت. نتیجه جلسات مختلف نشان داد که موضوعات اجتماعی و فنی بسیار در انتخاب مزارع مؤثر می‌باشد. چرا که قبول مدیریت آبیاری و کشت محصولات در هر قسمت بر اساس بحث‌ها و تنش‌های اجتماعی می‌تواند متفاوت باشد.

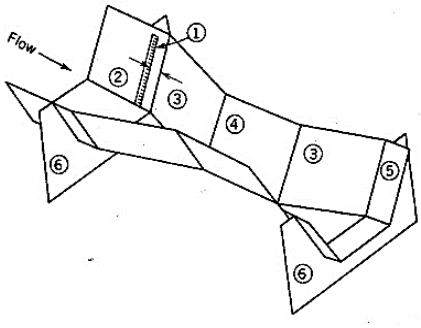
خلاصه نتایج جلسات و نشست‌ها به شرح ذیل است:

- طبق نتایج جلسات، مطالعات طرح کاهش ۴۰ درصدی مصرف در مزارعی باید انجام شود که تا حد امکان معرف نماینده حوضه یا شهرستان باشند.
- همچنین منبع آب آبیاری باید نماینده‌ای از سیستم متکی به آب رودخانه (سطحی) و آب زیرزمینی باشد.
- کلیه فعالیت‌های داخل مزارع باید در راستای خواسته‌های کشاورزان باشد. نقش کشاورزان در اجرای این طرح بسیار پررنگ است، زیرا طرحی است که از دل مزارع و باغ‌ها آغاز می‌شود.
- محدودیت‌های فنی، اجتماعی و اختصاصی طرح در احداث مزارع و تکنیک آبیاری را بایستی لحاظ نمود.
- راهکارها و سناریوهای اجرایی در راستای کاهش مصرف آب بر اساس مشکلات یافته شده و راه‌حل‌های پیشنهادی انتخاب شود. راهکارها باید بر اساس نتایج پایان‌نامه‌های دانشگاهی، طرح‌های تحقیقاتی، مصاحبه با کشاورزان و کارکنان مدیریت‌های جهاد کشاورزی شهرستان‌ها و مراکز خدمات جهاد کشاورزی تعیین شود.
- برای یافتن مشکلات موجود درزمینه آبیاری، باید روش‌های آبیاری رایج در سطح هر منطقه به‌خصوص اطراف مزارع پایلوت به‌دقت مورد مشاهده و تجزیه و تحلیل قرار گرفته شود.
- مطالعات بایستی تحت شرایط واقعی مزرعه کشاورز صورت گیرد.
- راهکارها طبق برنامه‌ریزی صورت گرفته اجرا خواهند شد و درعین‌حال به دلیل انعطاف‌پذیر بودن راهکارها و برنامه‌ریزی امکان اصلاح نمودن بر اساس تجارب به دست آمده طی مراحل اجرا مطالعات وجود خواهد

داشت.

۱-۴-۳- اندازه‌گیری آب آبیاری، پیشروی و پسروی در مزارع

با توجه به میزان جریان آب ورودی به مزارع و افزایش دقت اندازه‌گیری، فلوم‌های WSC برای اندازه‌گیری آب در مزارع مورداستفاده قرار گرفتند. فلوم WSC به نحوی در کف نهر کارگذاری شد که دقیقاً در مسیر جریان قرار گیرند و خطوط جریان در هنگام عبور از نهر و فلوم به موازات یکدیگر باشند و از کارگذاری فلوم در سر پیچ‌ها و محل‌هایی که احتمالاً تلاطم جریان وجود داشت، خودداری گردید. دو طرف و کف فلوم کاملاً بسترسازی شد تا در هنگام عبور جریان از جریان‌های جانبی جلوگیری شود و همچنین در حین آزمایش تراز فلوم به هم نخورد. در مدخل ورودی جریان به فلوم، پس از کارگذاری فلوم یک تبدیل خاکی به نحوی ایجاد گردید که خطوط جریان از داخل نهر به موازات یکدیگر به دهانه ورودی فلوم برسد (این عمل از تلاطم جریان در محل قرائت جلوگیری می‌نماید). فلوم WSC در محل استقرار به‌وسیله تراز کاملاً هم‌سطح شد. بدین معنی که به‌وسیلهٔ یک تراز به‌طور ضربدری دو طرف هم‌تراز گردید و در پایان برای اطمینان، کف فلوم و محل قرائت اشل نیز تراز شد. اندازه‌گیری‌ها در طول مدت آبیاری ادامه یافت و پس از ترسیم هیدروگراف و با محاسبه سطح زیر منحنی، حجم و عمق آب ورودی به مزرعه تعیین شد. شرایط پایین‌دست در تمام مزارع به‌صورت انتها بسته بوده و فاقد رواناب خروجی بوده و اندازه‌گیری آب خروجی انجام نگردید. دبی و دامنه بده‌های مناسب اندازه‌گیری برای تیپ‌های مختلف فلوم‌های WSC در شکل ۱۸ ارائه‌شده است. بر این اساس و مطابق دبی تقریبی چاه، فلوم مناسب جهت نصب و اندازه‌گیری در مزرعه انتخاب می‌گردد.



نوع فلوم	دبی‌های قابل اندازه‌گیری	فرمول
Type-I	۰/۰۳ الی ۲/۴ لیتر برثانیه	$Q=0.00370\times H^{2.646}$
Type-II	۰/۰۳ الی ۳/۶ لیتر بر ثانیه	$Q=0.00374\times H^{2.64}$
Type-III	۰/۱ الی ۸/۵ لیتر بر ثانیه	$Q=0.00372\times H^{2.63}$
Type-IV	۱ الی ۵۵ لیتر بر ثانیه	$Q=0.0294\times H^{2.102}$
Type-V	۱ الی ۶۰ لیتر بر ثانیه	$Q=0.0232\times H^{2.196}$

شکل ۱۸- دبی و دامنه بده‌های مناسب اندازه‌گیری برای تیپ‌های مختلف فلوم‌های WSC
(ارتفاع آب برحسب سانتیمتر و دبی برحسب لیتر بر ثانیه می‌باشد)

۲-۴-۳- اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک

روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری نفوذ وجود دارد که انتخاب آن بسته به نوع روش آبیاری است. تمام روش‌ها بر اساس اندازه‌گیری نفوذ واقعی برحسب زمان است، آب یا روی خاک ایستاده و یا روی آن جریان دارد. بنابراین نفوذ آب در خاک عمودی است. برای روش‌های آبیاری کرتی یا نواری، روش اندازه‌گیری سرعت نفوذ، استوانه‌های مضاعف بکار گرفته شد. نفوذ در جویچه و محاسبه زمان لازم برای نفوذ مقدار مشخص آب در جویچه با سیستم‌های دیگر آبیاری سطحی متفاوت است. زیرا در جویچه نفوذ فقط از محیط خیس شده صورت می‌گیرد. برای آبیاری

جویچه‌ای با توجه به حالت خاص نفوذ در جویچه از روش جریان ورودی- خروجی استفاده شد. در این روش طولی از جویچه حدود ۳۰ تا ۵۰ متر با توجه به نوع خاک که ترجیحاً مستقیم و یکنواخت باشد، انتخاب می‌گردید. بعد از تثبیت سطح آب در کانال بالادست و پیدا کردن دبی غیر فرسایشی در مزرعه، دبی موردنظر و جریان معینی وارد جویچه خواهد شد. در ابتدای جویچه و در فاصلهٔ موردنظر و جریان پس از رسیدن آب به آن نقطه اندازه‌گیری می‌گردد. معمولاً جریان ورودی و خروجی در فواصل زمانی ۱، ۲، ۳، ۵ و ۱۰ دقیقه‌ای تا حدود ۲ ساعت اندازه‌گیری می‌شود. اختلاف بین جریان‌های ورودی و خروجی در هر فاصلهٔ زمانی میزان نفوذ را در آن فاصله و در سطح جویچه نشان می‌دهد. از این داده‌ها عمق نفوذ و سرعت نفوذ محاسبه می‌گردد. اگر اختلاف بین دو جریان ورودی و خروجی: q و جویچه‌ها به فواصل w متر از یکدیگر باشند، سرعت نفوذ در جویچه به طول L متر از فرمول زیر به‌دست می‌آید:

$$f = \frac{q \times 360}{W \times L} \qquad (۱)$$

۳-۴-۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آزمون کودی

به‌منظور تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی و بافت خاک، با توجه به تأثیر آنها روی بازده کاربرد و بهره‌وری آب، از هر مزرعه نمونه‌برداری خاک انجام گرفت. نمونه‌ها به آزمایشگاه خاک‌شناسی معتمد مدیریت آب و خاک استان جهت اندازه‌گیری پارامترهای موردنیاز تحویل گردید. اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک به روش سیلندر نمونه‌برداری و در آزمایشگاه تعیین گردید (جدول ۳۰ و ۳۲). بر اساس آزمون خاک توصیه‌های کودی نیز مشخص شد. در جدول ۳۱ و ۳۳ تقویم زراعی و آزمون کودی خاک در مزارع ارائه‌شده است.

جدول ۳۰ - مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در مزارع پاییزه آذربایجان غربی

کد مزرعه	عمق سانتیمتر	رس Clay	شن Sand	سیلت Silt	شوری EC (دسی-زیمنس بر متر)	بافت texture	اسیدیته pH	رطوبت اشباع (حجمی) θ_s	آهک TNV (درصد)	کربن آلی OC (درصد)	ازت کل (درصد)	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام)	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام)
F1	۳۰-۰	۳۰	۲۷	۴۳	۱/۳۱	CL	۸/۲۱	۴۶/۰	۱۱/۹	۰/۷۶	۰/۰۶	۲۴/۹	۲۲۹/۰
F2	۳۰-۰	۲۳	۲۳	۵۴	۶/۳۶	SiL	۷/۵۸	۵۱/۰	۱۵/۰	۱/۳۳	۰/۱۳	۶/۰	۳۸۷/۷
F3	۳۰-۰	۲۹	۱۵	۵۶	۴/۵۸	SiL	۸/۱۷	۴۷/۰	۱۰/۳	۰/۱	۰/۰۸	۱۰/۷	۲۳۷/۰
W1	۳۰-۰	۳۱	۲۶	۴۳	۱/۳۲	CL	۷/۶۹	۵۳	۹/۱	۱/۳۳	۰/۱۳	۱/۶۳	۳۱۸
W2	۳۰-۰	۲۶	۲۷	۴۷	۱/۵۵	L	۷/۷۸	۵۱	۹/۳	۱/۲۸	۰/۱۳	۱/۷۹	۲۸۸
W3	۳۰-۰	۳۷	۱۴	۴۹	۲/۹۶	SiCL	۷/۸۸	۵۳/۰	۱۴/۴	۱/۴۵	۰/۱۲	۳۲/۲	۳۴۱/۰
W4	۳۰-۰	۲۳	۲۲	۵۵	۲/۱۷	SiL	۷/۸۶	۵۴/۰	۱۵/۳	۱/۹۳	۰/۱۹	۹/۳	۳۵۲/۸
W5	۳۰-۰	۲۱	۴۷	۳۲	۴/۴۸	L	۸/۲۱	۴۴	۱۷/۶	۰/۹	۰/۰۹	۱۶/۲۴	۴۶۶
W6	۳۰-۰	۲۹	۱۹	۵۲	۱/۲۴	SiCL	۸/۳۴	۴۰	۷/۶۲	۱/۲۳	۰/۱۲	۱۴/۲۶	۳۵۳
W7	۳۰-۰	۳۱	۹	۶۰	۰/۸۲	SiCL	۸/۰۲	۴۴	۶/۱۲	۱/۲۷	۰/۱۳	۹/۲	۱۸۸
W8	۳۰-۰	۳۳	۱۶	۵۱	۲/۰۱	SiCL	۸/۰۸	۴۲/۰	۱۰/۵	۱/۴۴	۰/۱۴	۱۵/۵	۲۰۴/۰

جدول ۳۱–تقویم زراعی و آزمون کودی خاک در مزارع پاییزه آذربایجان غربی

کد مزرعه	مساحت (هکتار)	الگو کشت	نوع واریته	بذر مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	تراکم کشت (بوته در مترمربع)	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت	مقدار N (درصد)	مقدار P (پی-پی‌ام)	مقدار K (پی-پی‌ام)	نیاز N (کیلوگرم در هکتار)	نیاز P (کیلوگرم در هکتار)	نیاز K (کیلوگرم در هکتار)
F1	۱/۰	گندم	پیشگام	۲۰۰	۴۰۰	۹۵/۸/۱۰	۹۶/۴/۱۵	۰/۰۶	۲۴/۹	۲۲۹	۱۰۰	۷۵	۱۰۰
F2	۰/۵	گندم	نارین	۲۰۰	۴۰۰	۹۵/۸/۳	۹۶/۴/۲۰	۰/۱۳	۶	۳۸۸	۵۰	۲۵	۰
F3	۰/۶	گندم	پیشگام	۲۰۰	۵۰۰	۹۵/۸/۱۳	۹۶/۴/۱۷	۰/۰۸	۱۰/۷	۲۳۷	۲۰۰	۷۵	۵۰
W1	۱/۵	گندم	میهن	۲۰۰	۴۰۰	۹۵/۸/۱۳	۹۶/۴/۱۷	۰/۱۳	۱/۶۳	۳۱۸	۳۰۰	۳۳۰	۰
W2	۰/۶	گندم	میهن	۲۰۰	۴۰۰	۹۵/۸/۱۵	۹۶/۴/۱۷	۰/۱۳	۱/۷۹	۲۸۸/۱	۳۰۰	۳۳۰	۰
W3	۱/۶	گندم	پیشگام	۲۰۰	۵۰۰	۹۵/۸/۲	۹۶/۴/۲۲	۰/۱۲	۳۲/۲	۳۴۱	۱۰۰	۱۰۰	۵۰
W4	۰/۶	گندم	میهن	۲۰۰	۴۰۰	۹۵/۸/۶	۹۶/۴/۱۵	۰/۱۹	۹/۳	۳۵۲/۸	۱۵۰	۱۵۰	۰
W5	۲/۶	گندم	پیشگام	۲۱۰	۴۰۰	۹۵/۸/۱۶	۹۶/۴/۲۶	۰/۰۹	۱۶/۲۴	۴۶۶	۱۵۰	۰	۰
W6	۱/۴	گندم	پیشگام	۲۰۰	۴۰۰	۹۵/۸/۹	۹۶/۴/۱۱	۰/۱۲	۱۱/۲۷	۱۲۷	۱۳۰	۳۰	۲۴۰
W7	۰/۵۶	گندم	میهن	۲۱۰	۴۰۰	۹۵/۸/۱۲	۹۶/۴/۲۲	۰/۱۳	۹/۲	۱۸۸	۱۲۰	۵۰	۷۵
W8	۱/۰	گندم	پیشگام	۲۰۰	۴۰۰	۹۵/۸/۱۴	۹۶/۴/۱۵	۰/۱۴	۱۵/۵	۲۰۴/۰	۲۵۰	*	۲۰۰

- در مزرعه W8 بیوگوگرد گرانوله ۲۰۰ کیلوگرم در زمان کشات مصرف‌شده است.

جدول ۳۲ - مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در مزارع بهاره آذربایجان غربی

کد مزرعه	عمق سانتیمتر	رس Clay	شن Sand	سیلت Silt	شوری EC (دسی-زیمنس بر متر)	بافت texture	اسیدیته pH	رطوبت اشباع (حجمی) θ_s	آهک TNV (درصد)	کربن آلی OC (درصد)	ازت کل (درصد)	فسفر قابل جذب (پی‌پی-ام)	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی-ام)
U1	۳۰-۰	۳۵	۱۶	۴۹	۱/۸۷	SiCL	۷/۹۸	۵۱	۱۷/۶	۱/۲۹	۰/۱۱	۷/۴	۴۲۶
	۳۰-۶۰	۲۷	۲۱	۵۲	۴/۵۲	SiCL	۷/۷۳	۴۴	۲۱/۷	۰/۱۹	۰/۰۲	۳/۴	۲۳۷
	۶۰-۹۰	۲۵	۱۵	۶۰	۳/۸۶	SiCL	۷/۷۹	۴۲	۲۰/۳	-	-	-	-
U2	۳۰-۰	۴۰	۲	۵۸	۰/۹۳	SiC	۸/۰	۵۴/۰	۱۰/۴	۱/۰۳	۰/۰۹	۵/۱	۲۶۲/۰
U3	۳۰-۰	۳۸	۱۲	۵۰	۰/۸۲	SiCL	۸/۱۸	۵۳/۰	۱۲/۳	۰/۹۴	۰/۰۸	۱۱/۴	۲۷۹/۰
S1	۳۰-۰	۱۷	۳۶	۴۷	۰/۹۸	L	۷/۹۲	۳۰/۰	۱۱/۵	۱/۲۸	۰/۱۳	۱۳/۹۱	۳۵۰/۰
A1	۳۰-۰	۳۲	۲۹	۳۹	۲/۶	SL	۷/۹۹	۴۳	۱۱/۳	۱/۳۰	۰/۱۳	۷/۵۹	۳۳۵
	۳۰-۶۰	۴۳	۲۰	۳۷	۲/۶۲	C	۷/۹۴	۵۴	۲۷/۵	۰/۹۰	۰/۰۹	۳/۶۹	۹۱
	۶۰-۹۰	۴۲	۲۱	۳۷	۰/۷۶	C	۸/۱۳	۵۴	۲۸	۰/۶۹	۰/۰۷	-	-
S2	۳۰-۰	۳۳	۱۶	۵۱	۲/۰۱	SiCL	۸/۰۸	۴۲/۰	۱۰/۵	۱/۴۴	۰/۱۴	۱۵/۵	۲۰۴/۰
A2	۳۰-۰	۳۰	۳۰	۴۰	۱/۶۵	CL	۸/۱	۳۸	۸/۸۷	۰/۹۱	۰/۰۹	۵/۷۹	۲۰۲
	۳۰-۶۰	۳۵	۲۸	۳۷	۳/۲۱	CL	۸/۰۳	۳۰	۷/۲۵	۰/۷۵	۰/۰۷	۴/۲۱	۱۲۱
	۶۰-۹۰	۳۴	۲۷	۳۹	۳/۹۱	CL	۸/۰۶	۳۵	۹/۶۲	۰/۶۱	۰/۰۶	-	-
S3C	۳۰-۰	۹	۶۲	۲۹	۱/۹	SL	۸/۰۳	۳۲/۰	۵/۵	۰/۵۴	۰/۰۵	۶/۴	۹۵۵/۰
S3T	۰-۳۰	۷	۶۴	۲۹	۱/۳۵	SL	۸/۳۶	۳۱	۵/۴	۰/۴۶	۰/۰۵	۱۸/۳۴	۱۸۳/۶
S4C	۳۰-۰	۱۱	۵۴	۳۵	۲/۷	SL	۷/۹۲	۳۴/۰	۵/۷	۰/۵۷	۰/۰۶	۱۲/۵۲	۴۳۲/۴
S4T	۳۰-۰	۱۱	۵۴	۳۵	۲/۷	SL	۷/۹۲	۳۴/۰	۵/۷	۰/۵۷	۰/۰۶	۱۲/۵۲	۴۳۲/۴
A3	۳۰-۰	۳۵	۱۳	۵۲	۰/۸۷	SiCL	۸/۰	۵۰/۰	۱۲/۱	۰/۹۸	۰/۰۹	۹/۷	۳۹۷/۰
	۳۰-۶۰	۳۶	۱۵	۴۹	۱/۳۲	SiCL	۸/۰۱	۵۱	۱۲/۸	۰/۴۶	۰/۰۴	۹/۹	۳۹۷
	۶۰-۹۰	۳۳	۱۸	۴۹	۰/۸۰	SiCL	۸/۰۴	۴۸	۱۵	-	-	-	-
S5	۳۰-۰	۳۷	۱۵	۴۸	۶/۴	SiCL	۷/۵۳	۵۳/۰	۱۴/۳	۱/۶۱	۰/۱۳	۶۹/۱	۹۵۵/۰

جدول ۳۳–تقویم زراعی و آزمون کودی خاک در مزارع بهاره آذربایجان غربی

کد مزرعه	مساحت (هکتار)	الگو کشت	نوع واریته	بذر مصرفی (کیلوگرم در هکتار)	تراکم کشت (بوته در مترمربع)	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت	مقدار N (درصد)	مقدار P (پی‌پی‌ام)	مقدار K (پی‌پی‌ام)	نیاز N (کیلوگرم در هکتار)	نیاز P (کیلوگرم در هکتار)	نیاز K (کیلوگرم در هکتار)
U1	۱	سیب			۶×۶			۰/۰۶۵	۵/۴	۳۳۱/۵	*	*	*
U2	۱+۱	چغندرقند	دوروتی	۱	۱۰	۹۶/۱/۲۰	–	۰/۰۹	۵/۱	۲۶۲	۵۰	۱۵۰	۱۰۰
U3	۱+۱	ذرت دانه	۶۴۰	۲۶	۸	۹۶/۱/۱۴	–	۰/۰۸	۱۱/۴	۲۷۹	۵۰	۱۵۰	۱۵۰
S1	۲/۹	چغندر	سیمنتا	–	۲ یونیت در هکتار	۹۶/۱/۹	–	۰/۱۳	۱۳/۹۱	۳۵۰	۲۸۰	۸۰	۰
A1		سیب	۶×۶								۰/۱۳	۷/۵۹	۳۳۵
S2	۰/۳۶	چغندر	آذر	–	۱۲۰۰۰۰	۹۶/۱/۹	–	۰/۱۴	۱۵/۵	۲۰۴	۲۵۰	۰	۲۰۰
A2	۱/۲	سیب			۶×۶			۰/۰۷	۵	۱۶۱/۵	–	–	۴۰۰
S3C	۰/۶	تک‌ردیفه	محلی	۱/۵	۵/۷	۹۶/۳/۲۸	متنوع	۰/۰۵	۶/۴۶	۱۴۳/۸	۳۵۰	۱۰۰	۴۰۰
S3T	۰/۴	دو ردیفه	سوپراستون	۰/۵	۴/۷	۹۶/۳/۲۸	متنوع	۰/۰۵	۶/۴۶	۱۴۳/۸	۳۵۰	۱۰۰	۴۰۰
S4C	۰/۲۵	تک ردیفه	محلی	۱/۵	۵/۱	۹۶/۲/۱۸	متنوع	۰/۰۶	۱۲/۵۲	۴۳۲	۳۵۰	۷۵	۵۰
S4T	۰/۵۵	دو ردیفه	سوپراستون	۰/۵	۴/۷	۹۶/۳/۱۸	متنوع	۰/۰۶	۱۲/۵۲	۴۳۲	۳۵۰	۷۵	۵۰
A3	۱	سیب			۶×۶			۰/۰۷	۹/۸	۳۹۷	*	*	*
S5	۰/۴+۱	چغندرقند	دوروتی	۰/۵	۱۰	۹۶/۱/۲۰	–	۰/۱۳	۶۹/۱	۹۵۵	۷۵	۵۰	۰

در مزرعه U1 نیاز کودی به‌صورت ریز مغزی معرفی شده است.

در مزرعه A1 ریز مغزی‌ها نیز مصرف‌شده است (سولفات پتاسیم ۳۰۰ g/tree، سولفات آهن ۲۰۰ g/tree، سولفات روی ۳۰۰ g/tree، بیوگوگرد ۱۰۰۰ g/tree) به‌صورت چال گود مصرف‌شده است.

در مزرعه A3 کودها به‌صورت چال کود مصرف خواهند شد.

۴-۴-۳- مساحی و نقشه‌برداری از مزارع

مساحت و ابعاد مزارع و قطعات آبیاری تحت آزمایش با استفاده از دوربین نقشه‌برداری در هر یک از مزارع تعیین گردید.

۵-۳- محاسبه بازده کاربرد و بهره‌وری آب کشاورزی در مزارع تحت پایش

۱-۵-۳- محاسبه بازده کاربرد

یکی از فاکتورهای مهم جهت قضاوت در عملکرد سیستم آبیاری یا نحوه مدیریت آن، بازده کاربرد آب می‌باشد. مشخص است که به تنهایی پارامتر بازده کاربرد، جهت بررسی عملکرد آبیاری کافی نبوده و به سایر پارامترها ازجمله: مناسب بودن هر آبیاری به مقدار آب ذخیره‌شده در ناحیه توسعه ریشه، تلفات نفوذ عمقی در زیر ناحیه ریشه، تلفات ناشی از رواناب سطحی، یکنواختی توزیع و کمبود یا کم‌آبیاری در نیمرخ خاک در هر آبیاری بستگی دارد. بازده کاربرد بیانگر تلفات در مزرعه به‌صورت نفوذ عمقی و رواناب انتهای مزرعه بوده و در هر نوبت آبیاری، از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$AE = \frac{D_z}{D_{app}} \times 100 \qquad (۲)$$

که در آن AE بازده کاربرد آب (%)، D_z متوسط عمق آب ذخیره‌شده در ناحیه توسعه ریشه (mm) و D_{pp} متوسط عمق آب وارد شده به قطعه تحت آبیاری (mm) بوده که برابر با حجم جریان ورودی به قطعه تحت آبیاری (lit) تقسیم بر مساحت قطعه (m^2) می‌باشد. با توجه به انتها بسته بودن نوارها، رواناب از انتهای هیچ کدام از مزارع وجود نداشت و درنتیجه درصد تلفات نفوذ عمقی از رابطه (۳) محاسبه گردید:

$$DP = 100 - AE \qquad (۳)$$

کفایت آبیاری یا بازده ذخیره آب (AD)، از رابطه (۴) برآورد شد.

$$AD = \frac{D_z}{SMD} \times 100 \qquad (۴)$$

که در آن SMD عمق آب موردنیاز منطقه ریشه (mm) می‌باشد. در رابطه (۲) اگر D_{app} از SMD کمتر باشد، D_z برا D_{app} خوا بود، در غیر این صورت برابر SMD می‌باشد. در رابطه (۴)، اگر D_{app} از SMD بزرگ باشد، کفایت برابر ۱۰۰ درصد بوده و اگر از SMD کمتر باشد، D_z برابر D_{app} می‌باشد. D از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$SMD = (\theta_{fc} - \theta_i) \times \rho_b \times D_r \qquad (۵)$$

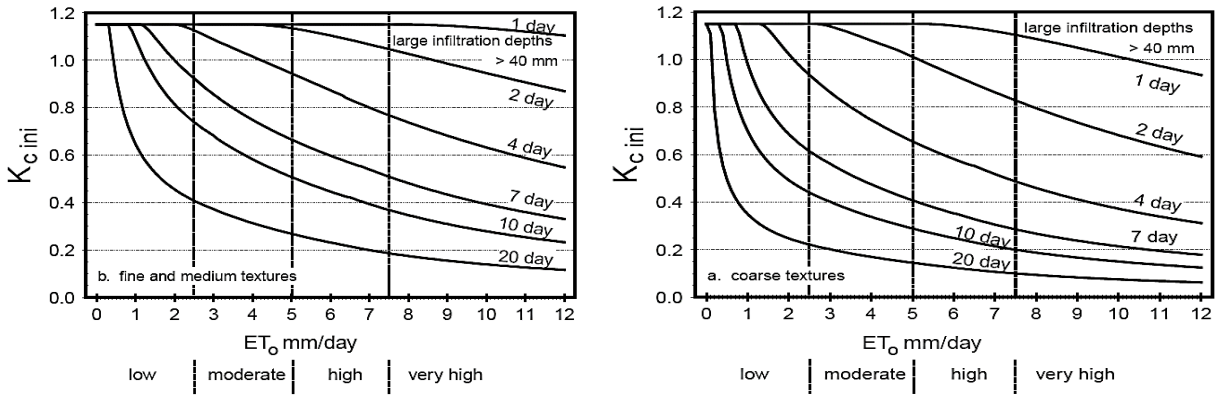
که در آن θ_i و θ_{fc} به ترتیب رطوبت خاک قبل از آبیاری و حد ظرفیت زراعی ($gr\ gr^{-1}$)، ρ_b جرم مخصوص ظاهری خاک ($gr\ cm^{-3}$) و D_r توسعه ریشه (mm) می‌باشند. در هر یک از مزارع و نوبت‌های آبیاری، رطوبت خاک به روش وزنی و حداقل در سه نقطه از نوار (ابتدا، وسط و انتها) و در عمق توسعه ریشه گیاه اندازه‌گیری شد. برای آبیاری اول (خاک آب) که هنوز ریشه‌ای برای گیاه وجود ندارد ($D_r = 0$) در این صورت آب مصرفی در آبیاری اول (خاک آب) از حاصل‌ضرب K_{cini} مربوط به مرحله اولیه رشد در تبخیر تعرق پتانسیل محاسبه‌شده به روش فائو پنمن- مانتیث تعیین می‌گردد. برای محاسبه تبخیر تعرق پتانسیل گیاه مرجع، از نرم‌افزار Aquacrop استفاده شد.

$$ET_c = K_{cini} \times ET_\circ \qquad (۶)$$

مطابق توصیه آلن و همکاران (۱۹۹۸)، ضریب گیاهی مرحله اولیه رشد (K_{cini}) ارائه‌شده در جداول نشریه فائو ۵۶، بایستی بر اساس شرایط اقلیمی، بافت خاک، عمق آبیاری و فرکانس آبیاری، اصلاح گردد. مطابق نشریه فائو ۵۶، برای خاک‌هایی که ارتفاع آب آبیاری در آنها از ۴۰ میلی‌متر بیشتر باشد، ضریب گیاهی مرحله اولیه رشد از گراف شکل ۱۹ اصلاح و محاسبه می‌گردد.

مطابق توصیه سند ملی آب کشور، مقدار بهینه عمق خالص آبیاری در خاک آب ۳۰ تا ۵۰ میلی‌متر پیشنهاد

شده است. براین اساس روش دیگر برای محاسبه راندمان آبیاری اول، فرض ۳۰ تا ۵۰ میلی‌متر به‌عنوان عمق خالص می‌باشد. در این طرح، محاسبه راندمان کاربرد در آبیاری اول بر اساس توصیه سند ملی آب کشور و برمبنای ۵۰ میلی‌متر عمق خالص موردنیاز آبیاری اول (خاک آب)، انجام شد.



شکل ۱۹- متوسط ضریب Kcini با توجه به مقدار ET و دور آبیاری در مرحله رشد اولیه برای خاک‌های با بافت درشت (a) و متوسط و ریز (b) که ارتفاع آب آبیاری در آنها ۴۰ میلی‌متر یا بیشتر صورت گیرد

۲-۵-۳- محاسبه بازده بهره‌وری آب کشاورزی

اصطلاح بهره‌وری آب کشاورزی[3]، به مقدار عملکرد یا ارزش عملکرد گفته می‌شود که به ازای واحد حجم آب مصرفی بدست می‌آید (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲). بهره‌وری آب به‌صورت‌های مختلفی ارائه‌شده است که در زیر تعاریف و روابط مختلف آن ارائه‌شده‌اند:

$$WP_T = \frac{Y(kg\ ha^{-1})}{T(m^3\ ha^{-1})} \qquad (۷)$$

که در آن پارامترهای WP_T، Y و T به ترتیب بهره‌وری تعرق، وزن خشک اندام هوایی گیاه (یا مقدار محصول قابل‌عرضه به بازار) و مقدار تعرق در طول فصل زراعی می‌باشد (Kijne et al, 2003). واحد WP_T کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. با توجه به مشکل بودن جداسازی تعرق از تبخیر، به جای WP_T از WP_{ET} استفاده می‌گردد که در این صورت بهره‌وری مصرف آب به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$WP_{ET} = \frac{Y(kg\ ha^{-1})}{ET(m^3\ ha^{-1})} \qquad (۸)$$

که در آن WP_{ET} و ET به ترتیب بهره‌وری تبخیر و تعرق و مقدار تبخیر و تعرق طی فصل زراعی می‌باشد (Kijne et al, 2003). اگر مقدار آبیاری و بارش به‌عنوان آب مورداستفاده گیاه در نظر گرفته شود، بهره‌وری مصرف آب با WP_{I+P} نشان داده شده و به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

[3] - Agricultural Water Productivity

$$WP_{I+P} = \frac{Y(kg\,ha^{-1})}{[I+P](m^3\,ha^{-1})} \qquad (۹)$$

که I و P مقدار آبیاری و بارندگی در طول فصل زراعی می‌باشند. در شرایطی که میزان بارش اندک است WP_{I+P} به WP_I تبدیل می‌شود. با توجه به اهمیت اقتصادی تولیدات کشاورزی، صورت کسر معادلات فوق به‌صورت ارزش عملکرد محصول تعریف می‌شود که در این صورت می‌توان بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری (WP_E) را به‌صورت رابطه زیر تعریف کرد (Kijne et al, 2003).

$$WP_E = \frac{Y(\$kg^{-1} \times kg\,ha^{-1})}{[I+P](m^3\,ha^{-1})} \qquad (۱۰)$$

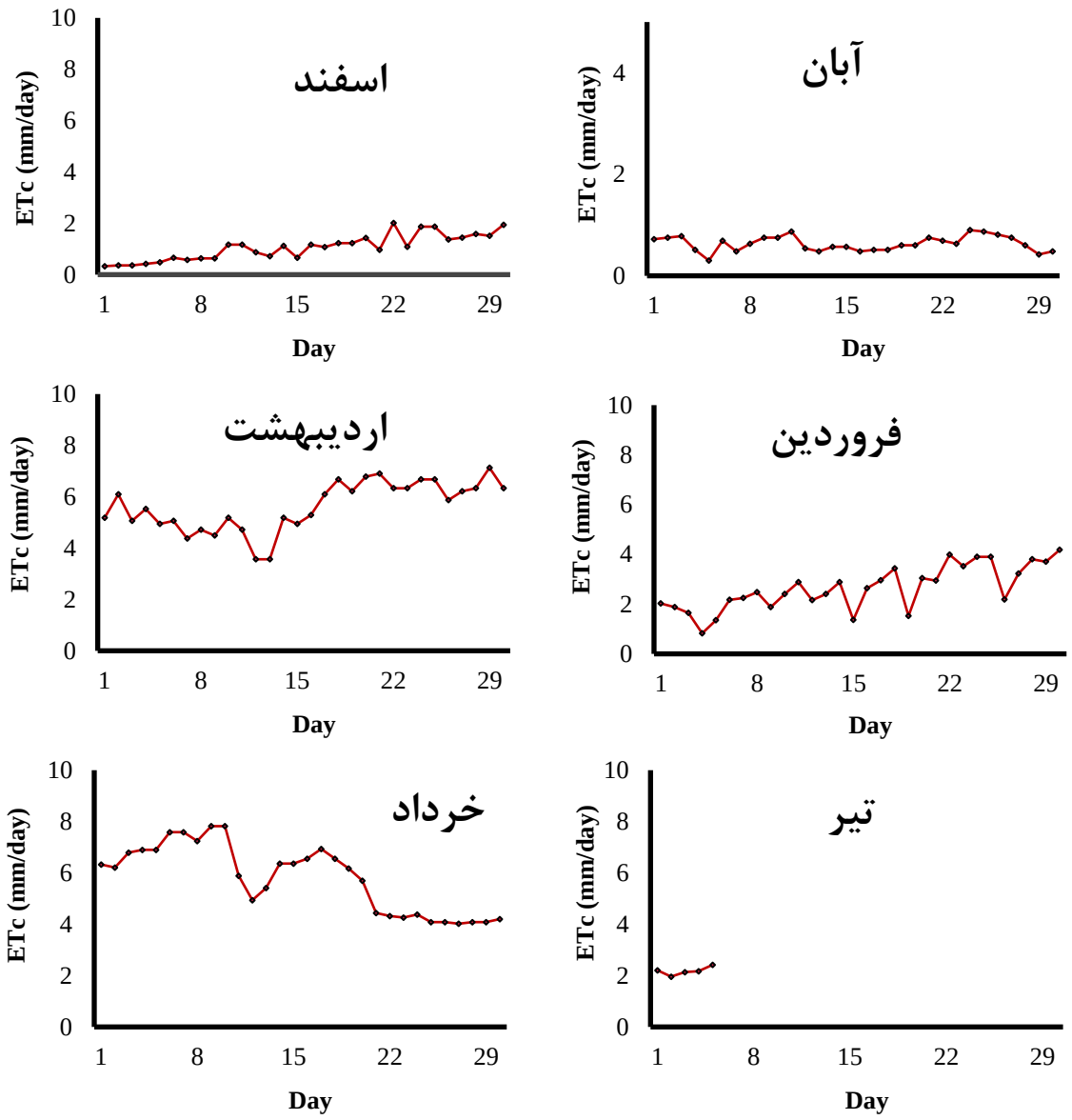
که در آن $ ارزش ریالی فروش محصول می‌باشد. اگر در صورت کسر هزینه‌های تولید در نظر گرفته شود، سود خالص به ازای واحد آب مصرفی بدست می‌آید. در این تحقیق برای محاسبه بهره‌وری آب، رابطه WP_{I+P} بکار گرفته خواهد شد، زیرا در منطقه موردمطالعه، بارش به‌عنوان یکی از منابع آب آبیاری محسوب می‌گردد. در این طرح شاخص‌های WP_{I+P} و WP_{ET} جهت ارزیابی و اثربخشی گزینه‌ها و تکنیک‌های آبیاری، موردنظر می‌باشند.

فصل چهارم

اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت-های آذربایجان غربی

۱-۴- مقادیر تبخیر و تعرق گندم بر اساس اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی و نیاز آبی واقعی گیاه (Time Real) میاندوآب

بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی سینوپتیک میاندوآب که نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه می‌باشد، مقادیر تبخیر و تعرق واقعی گندم محاسبه گردیده و بر اساس بارش مؤثر، برنامه‌ریزی آبیاری تیمار (بر اساس دور آبیاری)، سعی گردید که اعمال گردد. بر اساس اطلاعات هفتگی اخذ شده، تبخیر و تعرق گیاه (ET_c) برای گندم محاسبه گردید که در شکل ۲۰ ارائه‌شده است.



شکل ۲۰- روند تغییرات نیاز آبی گندم از ابتدای دوره رشد تا انتهای دهه اول تیر (زمان برداشت) بر اساس آمار هواشناسی و بارش مؤثر

مطابق بارش مؤثر و تبخیر و تعرق گندم، نیاز آبی واقعی گندم محاسبه گردید و سعی گردید که عمق آبیاری بر اساس نیاز آبی واقعی در مزارع تیمار، اعمال گردد. مطابق نتایج نیاز آبیاری واقعی (real time) تا بهمن‌ماه مقادیر نیاز آبیاری واقعی کمتر از بارش مؤثر بوده و نیازی به آبیاری نمی‌باشد. از ماه اسفند نیاز آبیاری از بارش مؤثر پیشی گرفته که خلاصه نتایج آن در جدول ۳۴ زیر ارائه‌شده است. مطابق جدول ۳۴، نیاز خالص آبیاری گندم در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ برابر ۳۹۸ میلی‌متر (معادل ۳۹۸۰ مترمکعب بر هکتار) به دست آمد. در سند ملی آب کشور نیاز آبیاری گندم حدود ۲۷۳ میلی‌متر ارائه‌شده است که این اختلاف با مقدار واقعی (۳۹۸ میلی‌متر) به خاطر تغییر اقلیم و کاهش بارندگی می‌باشد. با احتساب ۵۰ میلی‌متر به‌عنوان خاک آب (مطابق توصیه سند ملی آب کشور) برابر ۴۴۸ میلی‌متر (۴۴۸۰ مترمکعب بر هکتار) محاسبه شد.

جدول ۳۴- نیاز آبی زمان واقعی گندم به تفکیک ماه (برحسب میلی‌متر) بر اساس اطلاعات ایستگاه سینوپتیک میاندوآب

ماه	تبخیر- تعرق	بارش	بارش مؤثر	نیاز آبی	توضیحات
آبان	۱۹/۰	۱۱/۲	۹/۰	۵۰/۰	خاک آب (آبیاری اول)، بر اساس توصیه سند ملی آب کشور
آذر	۱۱/۲	۵۵/۰	۴۴/۰	۰/۰	
دی	۵/۷	۱۷/۲	۱۳/۸	۰/۰	
بهمن	۸/۶	۱۵/۰	۱۲/۰	۰/۰	
اسفند	۳۱/۹	۲۴/۰	۱۹/۲	۰/۰	در اسفندماه نیازی به آبیاری نبوده و از رطوبت باقیمانده در خاک استفاده می‌شود.
فروردین	۸۳/۶	۴۶/۵	۳۷/۲	۴۶/۴	
اردیبهشت	۱۷۴/۸	۱۴/۷	۱۱/۸	۱۶۳/۰	
خرداد	۱۷۸/۲	۱/۳	۰/۰	۱۷۸/۲	
تیر (دهه اول)	۱۰/۸۸۵	۰	۰/۰	۱۰/۹	
مجموع	**۵۱۳/۰**	**۱۸۴/۹**	**۱۴۶/۹**	**۴۴۸**	

جهت مقایسه میزان آب مصرفی در مزارع پایش اصلی با نیاز آبی واقعی، خلاصه مصرف آب تیمار و شاهد این سه مزرعه (F1 تا F3) در جدول ۳۵ ارائه‌شده است. در مزارع F1 و F2 به علت تسطیح مناسب مقادیر مصرف آب به مقدار هدف (۴۴۸۰ مترمکعب بر هکتار) نزدیک می‌باشد. در مزرعه F3 در بخش شاهد مقدار مصرف آب تقریباً دوبرابر مقدار هدف بر اساس نیاز آبیاری زمان واقعی است؛ اما در بخش تیمار مزرعه F3 (عملیات تسطیح خوب و کاهش عرض نوار) باعث گردیده که حدود ۵۰ درصد صرفه‌جویی گردد و مقدار مصرف (۵۱۴۸ مترمکعب بر هکتار) به مقدار هدف (۴۴۸۰ مترمکعب بر هکتار) نزدیک باشد.

جدول ۳۵- مقایسه نیاز آبی زمان واقعی گندم با مقدار مصرف زمان واقعی در مزارع پایش اصلی کشت پاییزه

مزرعه بخش		مقدار مصرف آب (مترمکعب بر هکتار)	نیاز آبیاری زمان واقعی (مترمکعب بر هکتار)
F_1	تیمار	۳۸۰۳	۴۴۸۰
	شاهد	۴۴۴۹	
F_2	تیمار	۴۳۶۷	۴۴۸۰
	شاهد	۴۶۲۴	
F_3	تیمار	۵۱۴۸	۴۴۸۰
	شاهد	۹۰۰۰	

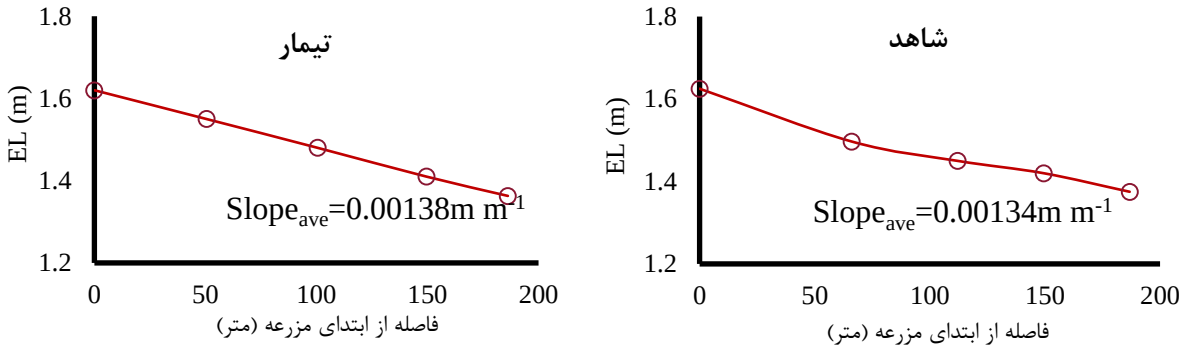
۲-۴- نتایج پایش در مزارع پاییزه اصلی

نتایج مزرعه F1: در این مزرعه آبیاری اول (خاک آب) در تاریخ ۱۳۹۵/۸/۱۲ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. عرض نوارهای شاهد در این مزرعه حدود ۵/۵ متر توسط کشاورز در نظر گرفته شد. طول نوارهای آبیاری در این مزرعه برابر طول مزرعه و حدود ۱۸۵ متر بود. با توجه به طولانی بودن مزرعه، یکی از گزینه‌ها جهت افزایش راندمان، تسریع بخشیدن به فاز پیشروی جریان از طریق کاهش عرض نوار و درنتیجه افزایش جریان ورودی به نوار بود. در این مزرعه، شمایی از تیمارها و شاهد در شکل ۲۱ ارائه‌شده است. با توجه به دبی جریان در این مزرعه، مطابق نتایج مدل‌سازی سیستم آبیاری سطحی با مدل winSRFR، مقدار عرض بهینه ۳ تا ۳/۵ متر کافی بود و پیش‌بینی می‌گردید که با کاهش عرض، بتوانیم به راندمان بالاتر دست بیابیم. تیمار موردنظر در این مزرعه، عرض ۳/۴ متر انتخاب گردید و در سه نوار تکرار اقدام به ارزیابی سیستم آبیاری گردید. مشخصات تیمار و شاهد در مزرعه F1 در جدول ۳۶ ارائه‌شده است. پروفیل شیب طولی شاهد و تیمارها در این مزرعه کاملاً یکنواخت بوده که نشان‌دهنده تسطیح خوب و مناسب در این مزرعه می‌باشد. پروفیل شیب طولی شاهد و تیمار در شکل ۲۲ ارائه‌شده است.

شکل ۲۱- شمایی از نوارهای آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه شماره F_1 (پایش اصلی پاییزه)

جدول ۳۶– مشخصات نوارهای مربوط به تیمار (با سه تکرار) و شاهد در مزرعه F_1 (پایش اصلی کشت پاییزه)

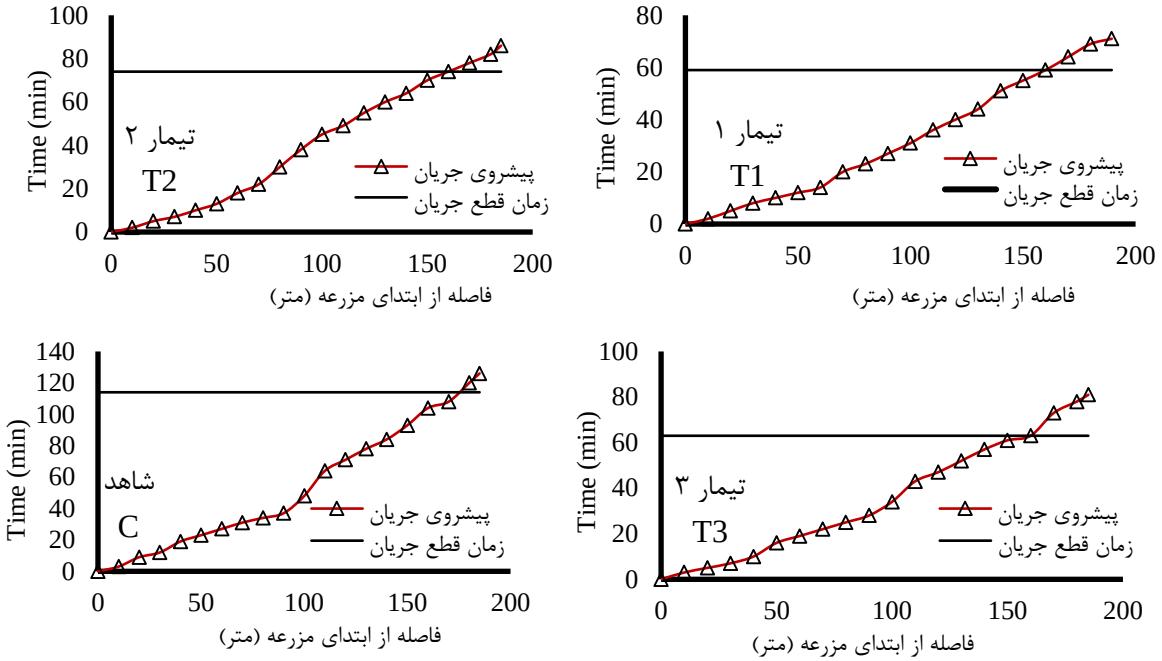
مزرعه F_1	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	نواری	۳/۴×۱۸۵	۰/۰۰۱۳۸	بسته
شاهد	نواری	۵/۴×۱۸۵	۰/۰۰۱۳۴	بسته



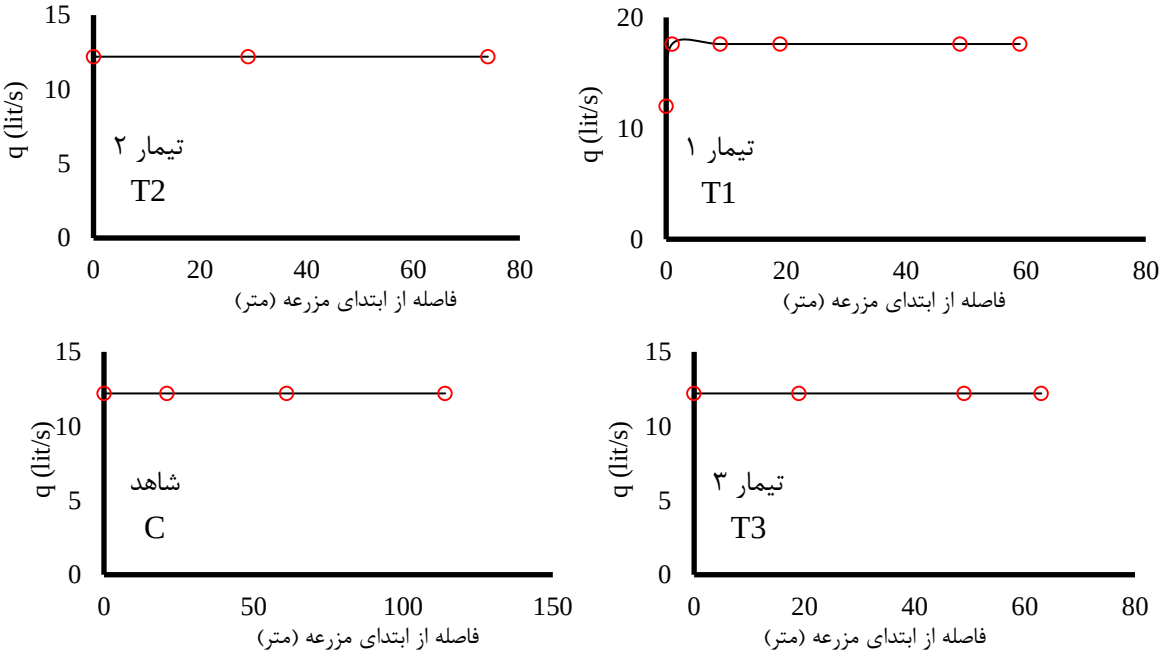
شکل ۲۲– نیمرخ شیب طولی نوارهای شاهد و تیمار در مزرعه F_1 تحت کشت گندم

در آبیاری اول منبع آب آبیاری، چاه بوده و دبی آن حدود ۱۲/۲ لیتر بر ثانیه توسط فلوم WSC اندازه‌گیری شد. مدت زمان پیشروی آب در شاهد ۱۲۶ دقیقه طول کشید. زمان پیشروی در تیمار با سه تکرار انجام‌گرفته ۶۳، ۷۴ و ۵۹ دقیقه حاصل شد. متوسط عمق آبیاری در نوار شاهد ۸۳/۵ میلی‌متر محاسبه گردید. عمق آبیاری در بخش تیمار به‌طور متوسط ۷۳/۳ میلی‌متر محاسبه گردید. این نتایج نشان می‌دهد که کاهش عرض نوار بر کاهش عمق

آبیاری مؤثر بوده و با محاسبه راندمان کاربرد، میزان این اثربخشی مشخص خواهد شد. تیمار در این مزرعه در ۳ تکرار، مورد ارزیابی و پایش قرار گرفت. پیشروی جریان در تیمارها و شاهد مطابق شکل ۲۳ ارائه می‌گردد. شکل ۲۴ هیدروگراف جریان ورودی آبیاری‌های مزرعه F_1 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول (خاک آب) را نشان می‌دهد.



شکل ۲۳- پیشروی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه F_1 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول



شکل ۲۴- هیدروگراف جریان ورودی آبیاری‌های مزرعه F1 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول (خاک آب)

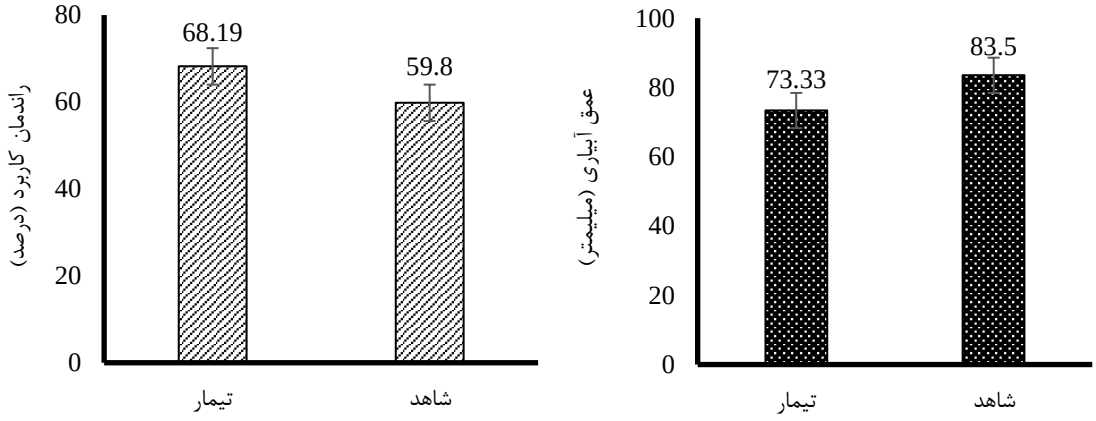
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری اول

مزرعه F_1 در جدول ۳۷ ارائه گردیده است. در آبیاری اول (خاک آب)، با توجه به اینکه هنوز ریشه‌های جهت محاسبه SMD (کمبود رطوبت) خاک وجود ندارد، بنا به توصیه سند ملی آب کشور، ۵۰ میلی‌متر به‌عنوان عمق خالص موردنیاز جهت محاسبه راندمان در نظر گرفته شد. کاهش ابعاد مزرعه تا حد قابل‌قبولی مؤثر بوده و باعث گردیده است که حدود ۶/۳ درصد بهبود در بازده کاربرد آب این مزرعه در آبیاری اول حاصل شود. مطابق جدول ۳۷ متوسط عمق آبیاری تیمارها و شاهد به ترتیب ۷۳/۳ و ۸۳/۵ میلی‌متر بوده که اعمال تیمارها (کاهش عرض نوار) باعث کاهش ۱۰/۲ میلی‌متر در عمق آب کاربردی توسط کشاورز شده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار (با سه تکرار) و شاهد به ترتیب ۶۸/۲ و ۵۹/۸ درصد محاسبه گردید که نشان‌دهنده بهبود ۸/۴ درصدی در بازده کاربرد در آبیاری اول می‌باشند. با توجه به تسطیح خوب این مزرعه، کاهش ابعاد مزرعه تأثیر مثبت در افزایش بازده داشته ولی اختلاف بین شاهد و تیمار، فاحش نبوده است. مقایسه متوسط راندمان کاربرد در تیمار و شاهد و همچنین عمق آبیاری به‌صورت شکل ۲۵ ارائه‌شده است.

جدول ۳۷– مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه F_1 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول (خاک آب)

خاک آب مزرعه F_1	دبی متوسط ورودی لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	نیاز خالص آبیاری I_n میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
تیمار	۱۲/۲	۶۳	۷۳/۳	۵۰*	۶۸/۲
شاهد	۱۲/۲	۱۱۴	۸۳/۵	۵۰*	۵۹/۸

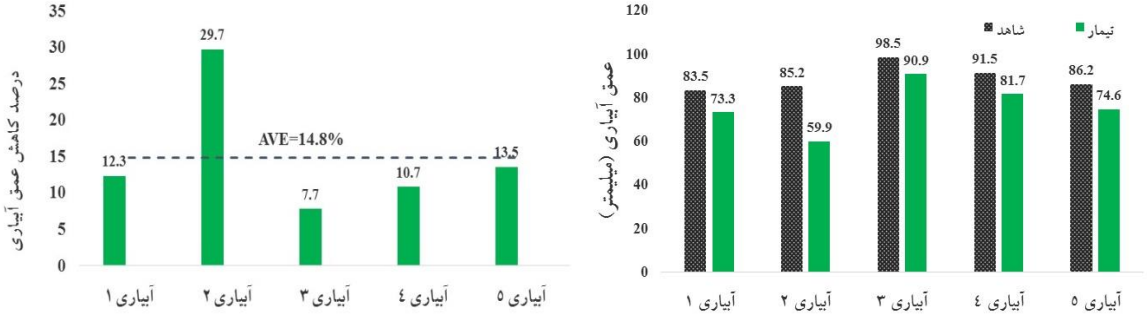
* در آبیاری خاک آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص موردنیاز آبیاری روش‌های مختلف پیشنهاد شده است که در این مطالعه، مقدار ۵۰ میلی‌متر مطابق پیشنهاد سند ملی آب کشور در نظر گرفته شده است.



شکل ۲۵- مقایسه گرافیکی بازده کاربرد آب و عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در مزرعه F_1 در آبیاری اول (خاکاب)

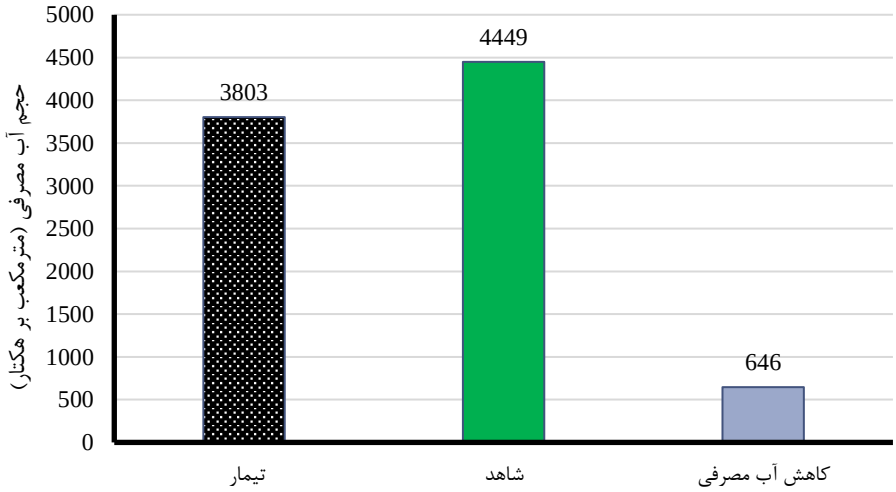
مزرعه F_1 طی فصل رشد محصول در پنج نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۶ می‌باشد. براین اساس

متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه F_1 طی پنج آبیاری این مزرعه، حدود ۱۴/۸ درصد محاسبه شد.



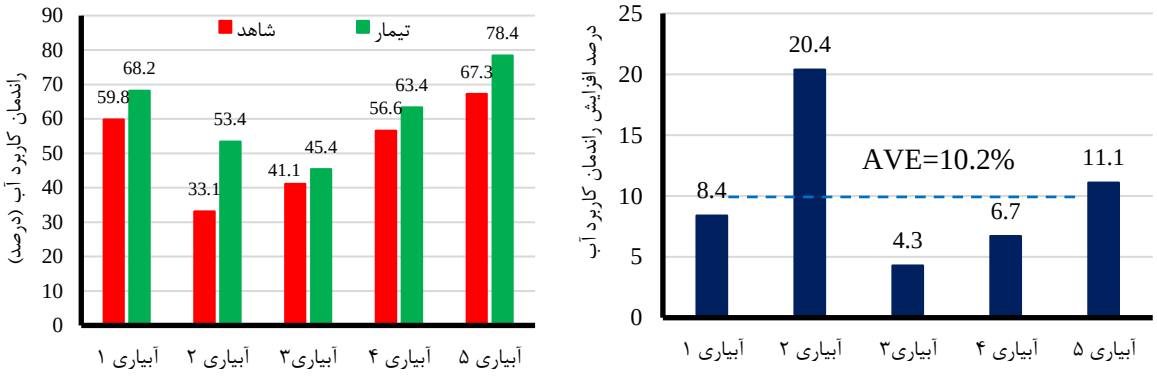
شکل ۲۶- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار و شاهد در مزرعه F1 طی آبیاری‌های مختلف

به‌این‌ترتیب میزان مصرف آب در تیمار و شاهد در مزرعه F_1 به ترتیب ۳۸۰۳ و ۴۴۴۹ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش مصرف ۱۴/۸ درصدی (حدود ۶۴۶ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۷).



شکل ۲۷- مقایسه مقادیر حجم آب مصرفی تیمار و شاهد در کل فصل رشد و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) در مزرعه F_1 در کل فصل

مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی پنج آبیاری پایش شده، در شکل ۲۸ ارائه‌شده است. مطابق این شکل، مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۱۰/۲ درصد به دست آمد.



شکل ۲۸- مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه F_1 و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

یکی از عوامل بسیار مهم بر عملکرد آبیاری سطحی، تسطیح و شیب مناسب می‌باشد. با بررسی شرایط تسطیح تیمار و شاهد، نتایج حاکی از تسطیح خوب و شیب یکنواخت در این مزرعه بود. با ترسیم پروفیل طولی تیمار و شاهد، تسطیح مزرعه F_1 بسیار مناسب بود. متوسط شیب بخش تیمار و شاهد حدود ۰/۱ درصد می‌باشد که شیب نسبتاً مناسب برای آبیاری سطحی است. مهم‌تر از مقدار شیب طولی، یکنواختی این شیب است که در تیمار و شاهد رعایت شده است. یکنواختی شیب باعث گردیده است که مقدار مصرف آب هم در بخش تیمار و هم در بخش شاهد در حد ایده‌آل باشد. بااین‌حال کاهش ابعاد باعث گردیده است که سرعت پیشروی جریان تسریع گردد و متوسط بازده کاربرد حدود ۱۰/۲ درصد ارتقا یابد.

بر اساس نتایج، میزان عملکرد باسکول در مزرعه F_1 حدود ۹۵۴۰ کیلوگرم بر هکتار و میزان عملکرد مطابق نتایج کلگیری از سطح ۱ مترمربع در تیمار و شاهد به ترتیب ۱۰۱۱ و ۱۰۱۲ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد (جدول ۳۸). محاسبات بهره‌وری آب بر اساس عملکرد تیمار و شاهد بر اساس کلگیری انجام‌شده است و عملکرد باسکول مبنای محاسبات قرار نگرفته است. بر اساس عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر بهره‌وری آبیاری در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۷ و ۲/۳ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به‌این‌ترتیب اعمال تیمار و مدیریت آبیاری آن حدود ۰/۴ کیلوگرم بر مترمکعب (معادل ۱۷/۴ درصد) باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد.

جدول ۳۸- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه F_1

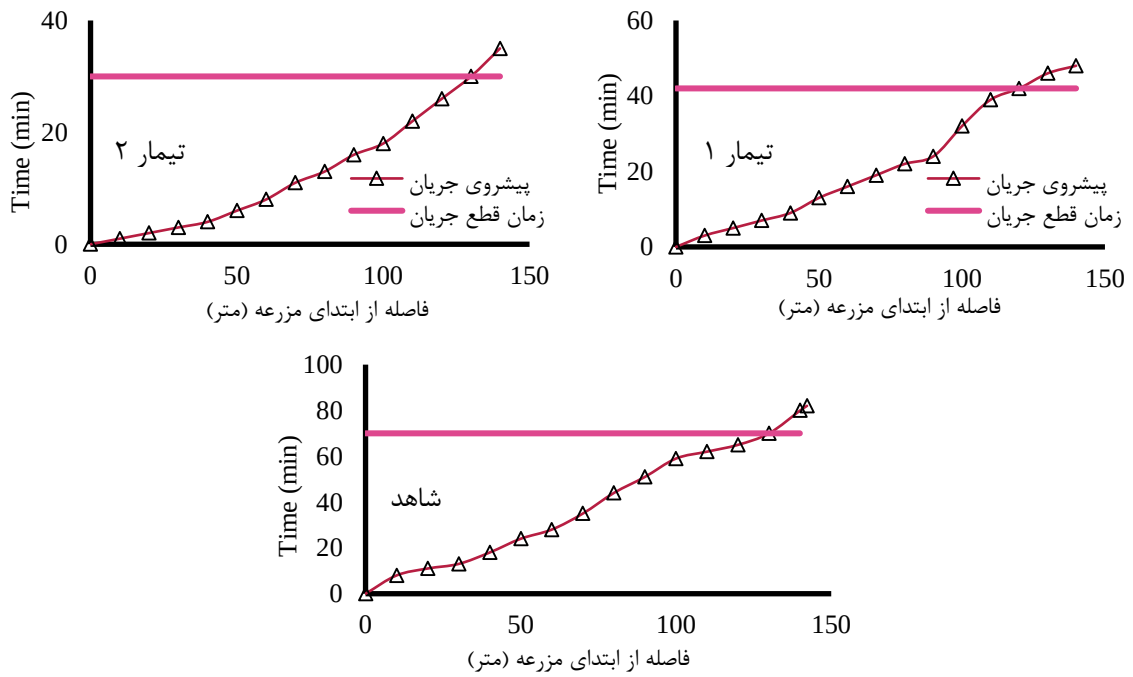
عملکرد باسکول* (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۹۵۴۰	۱۰۱۱	۱۰۱۲	۲/۷	۲/۳

* عملکرد باسکول برای کل مزرعه (مجموع شاهد و تیمار) می‌باشد.

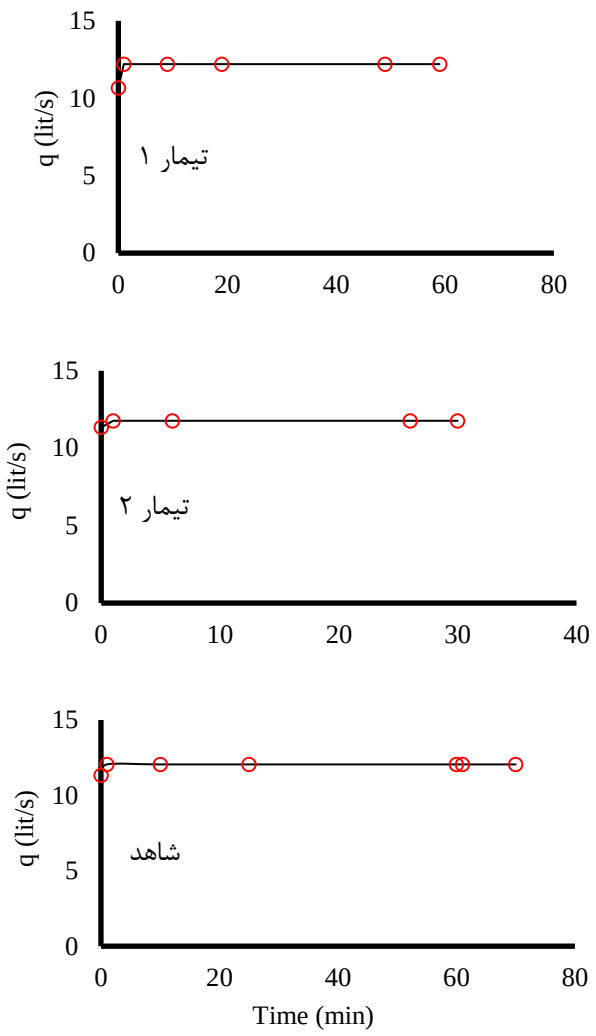
نتایج مزرعه F_2: در این مزرعه آبیاری اول (خاک آب) در تاریخ ۱۳۹۵/۸/۱۱ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. عرض نوارهای شاهد در این مزرعه حدود ۴/۷ متر توسط کشاورز در نظر گرفته شد. طول نوارهای آبیاری در این مزرعه برابر طول مزرعه و حدود ۱۴۰ متر بود. در این مزرعه با توجه به طولانی بودن مزرعه، یکی از گزینه‌ها جهت افزایش راندمان، تسریع بخشیدن به فاز پیشروی جریان از طریق کاهش عرض نوار و درنتیجه افزایش جریان ورودی به نوار بود. با توجه به دبی جریان در این مزرعه، مطابق نتایج مدل‌سازی سیستم آبیاری سطحی با مدل winSRFR، مقدار عرض بهینه ۳ تا ۲/۵ متر کافی بود و پیش‌بینی می‌گردید که با کاهش عرض، بتوانیم به راندمان بالاتر دست بیابیم. مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه F_2 در جدول ۳۹ ارائه‌شده است. نتایج هیدروگراف جریان ورودی و پیشروی جریان در این آبیاری در اشکال ۲۹ و ۳۰ ارائه‌شده است.

جدول ۳۹– مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه F_2 (پایش اصلی پاییزه)

مزرعه F_2	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	نواری	۳/۰×۱۴۰	۰/۰۰۴۲۶	بسته
شاهد	نواری	۴/۷×۱۴۲	۰/۰۰۳۶۹	بسته



شکل ۲۹-پیشروی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه F_2 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول



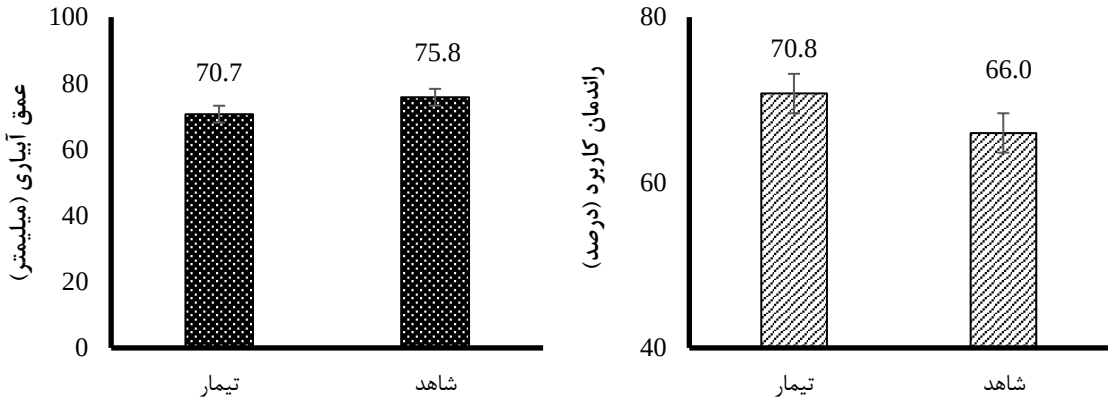
شکل ۳۰- هیدروگراف جریان ورودی آبیاری‌های مزرعه F2 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول

در آبیاری اول منبع آب آبیاری کشاورزی، چاه بوده و دبی آن حدود ۱۱/۸ لیتر بر ثانیه توسط فلوم WSC اندازه‌گیری شد. دبی در محل خروجی چاه حدود ۱۲/۱ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری شد. در این مزرعه جهت پایش تیمار، دو تکرار صورت گرفت. متوسط عمق آبیاری در نوار شاهد ۷۵/۸ میلی‌متر محاسبه گردید. عمق آبیاری در بخش تیمار به‌طور متوسط ۷۰/۷ میلی‌متر محاسبه گردید. این نتایج نشان می‌دهد که کاهش عرض نوار بر کاهش عمق آبیاری مؤثر بوده و با محاسبه راندمان کاربرد، میزان این اثربخشی مشخص خواهد شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه F2 در جدول ۴۰ ارائه گردیده است. در آبیاری اول (خاک آب)، با توجه به اینکه هنوز ریشه‌های جهت محاسبه SMD (کمبود رطوبت) خاک وجود ندارد، بنا به توصیه سند ملی آب کشور،۵۰ میلی‌متر به‌عنوان عمق خالص موردنیاز جهت محاسبه راندمان در نظر گرفته شد. مطابق جدول کاهش ابعاد مزرعه در F_2 نیز تا حد قابل‌قبولی مؤثر بوده و باعث گردیده است که حدود ۴/۸ درصد بهبود در بازده کاربرد آب این مزرعه در آبیاری اول حاصل شود. مقایسه گرافیکی بازده کاربرد آب و عمق آب کاربردی تیمار و شاهد در مزرعه F_2 در آبیاری اول (خاک آب)، در شکل ۳۱ ارائه گردیده است.

جدول ۴۰– مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه F_2 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول

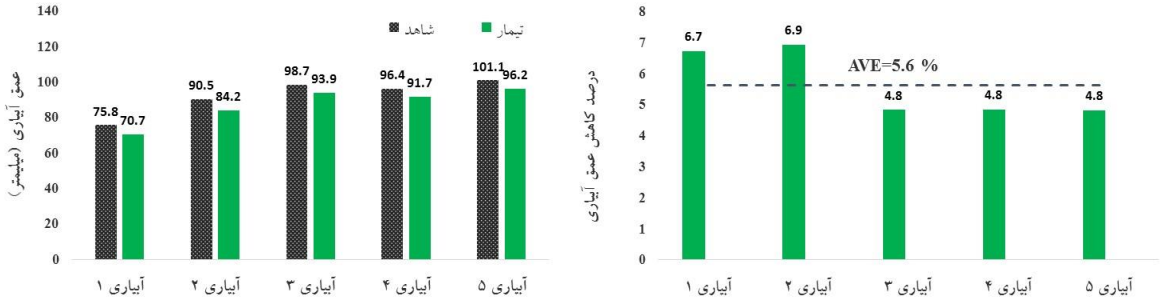
خاک آب مزرعه F_2	دبی متوسط ورودی لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	نیاز خالص آبیاری I_n میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
تیمار	۱۱/۷۷	۴۲	۷۰/۶	۵۰*	۷۰/۸
شاهد	۱۲/۰۶	۷۰	۷۵/۸	۵۰*	۶۶/۰

* در آبیاری خاک آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص موردنیاز آبیاری روش‌های مختلف پیشنهاد شده است که در این مطالعه، مقدار ۵۰ میلی‌متر مطابق پیشنهاد سند ملی آب کشور در نظر گرفته شده است.



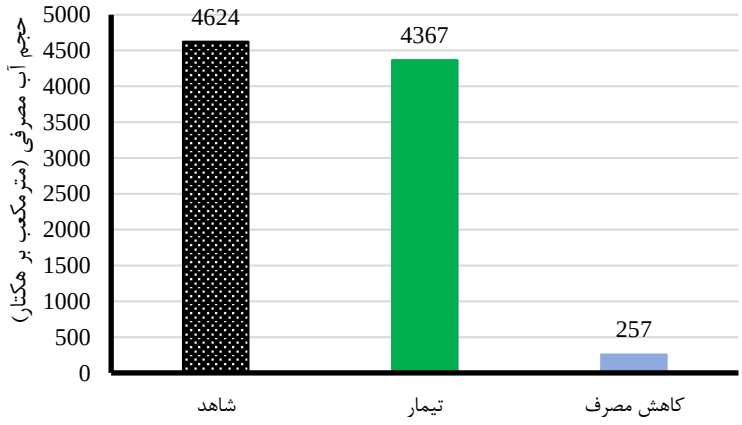
شکل ۳۱- مقایسه گرافیکی بازده کاربرد آب و عمق آب کاربردی تیمار و شاهد در مزرعه F2 در آبیاری اول (خاک آب)

مزرعه F_2 طی فصل رشد محصول در پنج نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۲ می‌باشد. براین اساس متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه F_2 طی پنج آبیاری این مزرعه، حدود ۵/۶ درصد محاسبه شد.



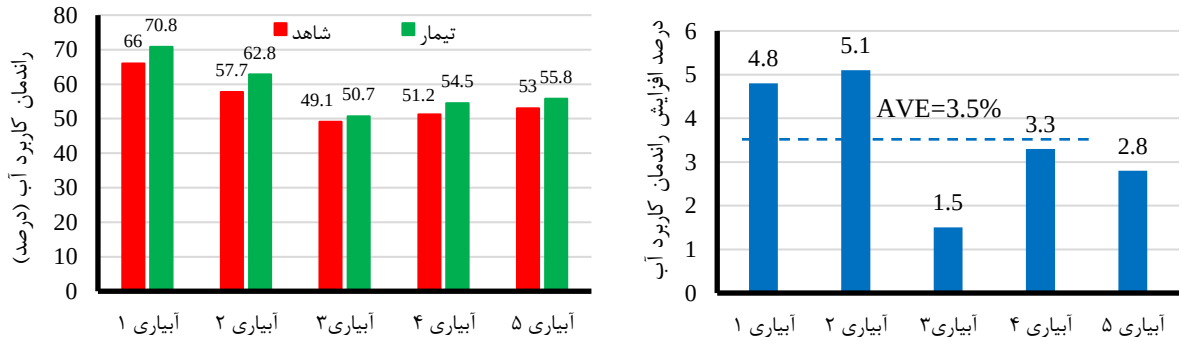
شکل ۳۲- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار و شاهد در مزرعه F_2 طی آبیاری‌های مختلف

به‌این‌ترتیب میزان مصرف آب در تیمار و شاهد در مزرعه F_2 به ترتیب ۴۳۶۷ و ۴۶۲۴ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش مصرف ۵/۶ درصدی (حدود ۲۵۷ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۳).



شکل ۳۳- مقایسه مقادیر حجم آب مصرفی تیمار و شاهد در کل فصل رشد و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) در مزرعه F2 در کل فصل

مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی پنج آبیاری پایش شده، در شکل ۳۴ ارائه‌شده است. مطابق این شکل، مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۳/۵ درصد به دست آمد.



شکل ۳۴-مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه F2 و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

در این مزرعه نیز همانند F_1، شرایط تسطیح تیمار و شاهد، حاکی از تسطیح خوب و شیب یکنواخت بود. متوسط شیب بخش تیمار و شاهد حدود ۰/۴ و ۰/۳۷ درصد می‌باشد که شیب مناسب و ایده‌آل برای آبیاری سطحی است. مهم‌تر از مقدار شیب طولی، یکنواختی این شیب است که در تیمار و شاهد رعایت شده است. یکنواختی شیب باعث گردیده است که مقدار مصرف آب هم در بخش تیمار و هم در بخش شاهد در حد ایده‌آل

باشد. بااین‌حال کاهش ابعاد باعث گردیده است که سرعت پیشروی جریان تسریع گردد و متوسط بازده کاربرد حدود ۳/۵ درصد ارتقا یابد.

بر اساس نتایج، میزان عملکرد باسکول در مزرعه F_2 حدود ۴۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار و میزان عملکرد مطابق نتایج کلگیری از سطح ۱ مترمربع در تیمار و شاهد (از منطقه‌ای که نماینده شرایط نرمال مزرعه بود) به ترتیب ۴۳۸۰ و ۴۴۱۰ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد (جدول ۴۱). انتخاب محل کلگیری بر اساس معیارهای لازم جهت کلگیری و با توجه به شرایط نرمال مزرعه انتخاب و اندازه‌گیری شد. مقدار کاهش عملکرد تیمار حدود ۰/۷ درصد بوده که معنی‌دار نمی‌باشد. بر اساس عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر بهره‌وری آب در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۱/۰ و ۰/۹۵ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به‌این‌ترتیب اعمال تیمار و مدیریت آبیاری آن حدود ۰/۰۵ کیلوگرم بر مترمکعب (معادل ۵/۳ درصد) باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد.

جدول ۴۱- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه F2

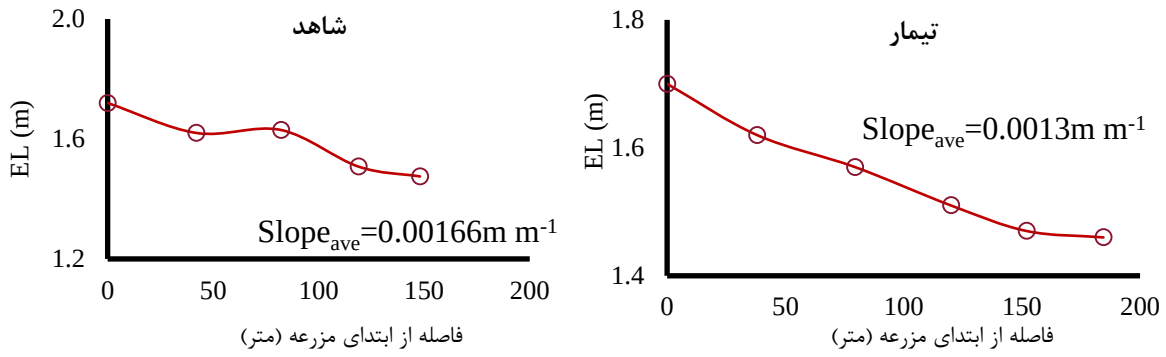
عملکرد باسکول (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۴۲۰۰	۴۳۸۰	۴۴۱۰	۱/۰	۰/۹۵

نتایج مزرعه F_3: این مزرعه آبیاری اول (خاک آب) در تاریخ ۱۳۹۵/۸/۲۰ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. در این مزرعه نیز، تکنیک کاهش عرض نوارهای به همراه تسطیح مناسب در نظر گرفته شد. عرض نوارهای شاهد در این مزرعه ۶/۲ متر توسط کشاورز در نظر گرفته شد. طول نوارهای آبیاری در این مزرعه برابر طول مزرعه و حدود ۱۸۶ متر بود. مطابق نتایج مدل‌سازی سیستم آبیاری سطحی با مدل winSRFR، مقدار عرض بهینه ۳ تا ۳/۵ متر کافی بود و پیش‌بینی می‌گردید که با کاهش عرض، بتوانیم به راندمان بالاتر دست بیابیم. در آبیاری اول منبع آب آبیاری کشاورزی، چاه بوده و دبی آن حدود ۱۲/۰۶ لیتر بر ثانیه توسط فلوم WSC اندازه‌گیری شد. در این مزرعه جهت پایش تیمار، دو تکرار صورت گرفت. مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه F_3 در جدول ۴۲ ارائه‌شده است. همچنین پروفیل شیب طولی شاهد و تیمارها در این مزرعه در شکل ۳۵ ارائه‌شده است. مطابق پروفیل طولی کف نوار تیمار، مقدار شیب حدود ۰/۱۳ درصد و یکنواخت می‌باشد. متوسط شیب طولی نوار شاهد حدود ۰/۱۷ درصد بوده ولی شیب آن غیریکنواخت بوده و در فاصله حدود ۷۵ متری نوار شاهد شیب منفی (سربالایی) در نوار مشاهده می‌گردد.

جدول ۴۲– مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه F_3 (پایش اصلی پاییزه)

مزرعه F_3	روش آبیاری	طول× عرض	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها

تیمار	نواری	۳/۲×۱۸۶/۱	۰/۰۰۱۳۰	بسته
شاهد	نواری	۶/۲×۱۸۶/۰	۰/۰۰۱۶۶	بسته



شکل ۳۵– نیمرخ شیب طولی نوار شاهد و تیمار در مزرعه F_3 (پایش اصلی پاییزه)

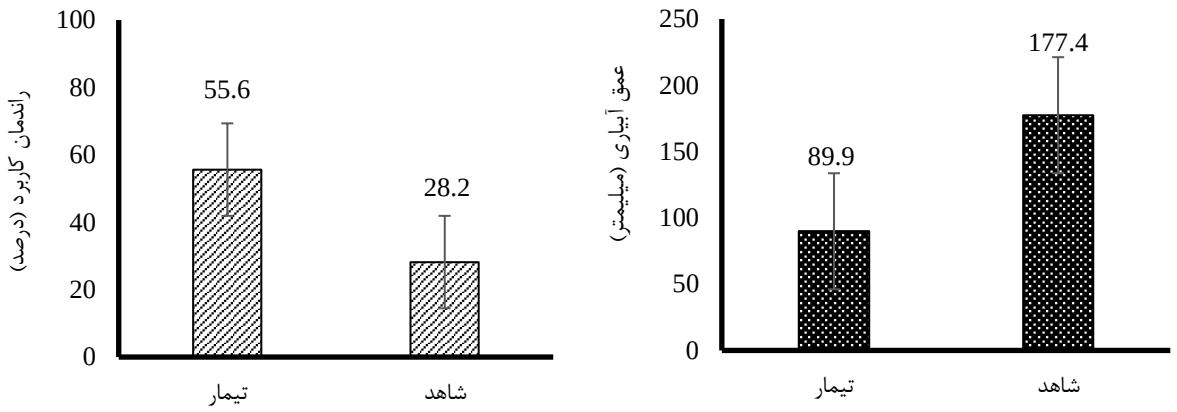
در آبیاری اول، مدت آبیاری تیمار حدود ۷۴ دقیقه و مدت آبیاری شاهد حدود ۲۸۳ دقیقه اندازه‌گیری شد. متوسط عمق آبیاری در نوار شاهد ۱۷۷/۴ میلی‌متر محاسبه گردید. عمق آبیاری در بخش تیمار به‌طور متوسط ۸۹/۹ میلی‌متر محاسبه گردید. این نتایج نشان می‌دهد که کاهش عرض نوار به همراه یکنواختی شیب بر کاهش عمق آبیاری موثرتر نسبت به کاهش عرض نوار به تنهایی می‌باشد. یکی از عواملی باعث گردیده است در این مزرعه عمق آبیاری شاهد نسبت به مزارع F_1 و F_2 بزرگ‌تر باشد، تسطیح نامناسب این مزرعه می‌باشد. شیب طولی شاهد حدود ۱۷ در ده هزار و تیمار حدود ۱۳ در ده هزار می‌باشد. شرایط تسطیح شاهد نامناسب و شیب منفی در شاهد این مزرعه وجود دارد. بااین‌حال کاهش عرض نوارها تا حد قابل‌ملاحظه‌ای توانسته است که باعث کاهش عمق آب کاربردی و افزایش بازده کاربرد شود. خلاصه نتایج تیمارها و شاهد در جدول ۴۳ ارائه‌شده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار ۵۵/۶ درصد و راندمان کاربرد شاهد ۲۸/۲ درصد به دست آمد که نتایج نشان داد که با کاهش عرض نوارها به همراه تسطیح خوب، ۲۷/۴ درصد راندمان کاربرد قابل افزایش می‌باشد. مقایسه گرافیکی بازده کاربرد آب و عمق آب کاربردی تیمار و شاهد در مزرعه F_3 در آبیاری اول (خاک آب) در شکل ۳۶ ارائه‌شده است.

جدول ۴۴– مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه F_3 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول (خاک آب)

خاک آب مزرعه F_3	دبی متوسط ورودی لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	نیاز خالص آبیاری I_n میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
تیمار	۱۲/۰۶	۷۴	۸۹/۹	۵۰*	۵۵/۶

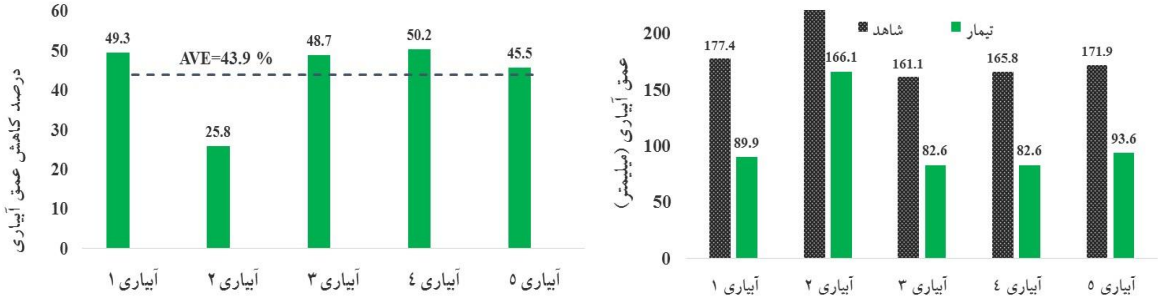
شاهد	۱۲/۰۶	۲۸۳	۱۷۷/۴	۵۰*	۲۸/۲

* در آبیاری خاک آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص موردنیاز آبیاری روش‌های مختلف پیشنهاد شده است که در این مطالعه، مقدار ۵۰ میلی‌متر مطابق پیشنهاد سند ملی آب کشور در نظر گرفته شده است.



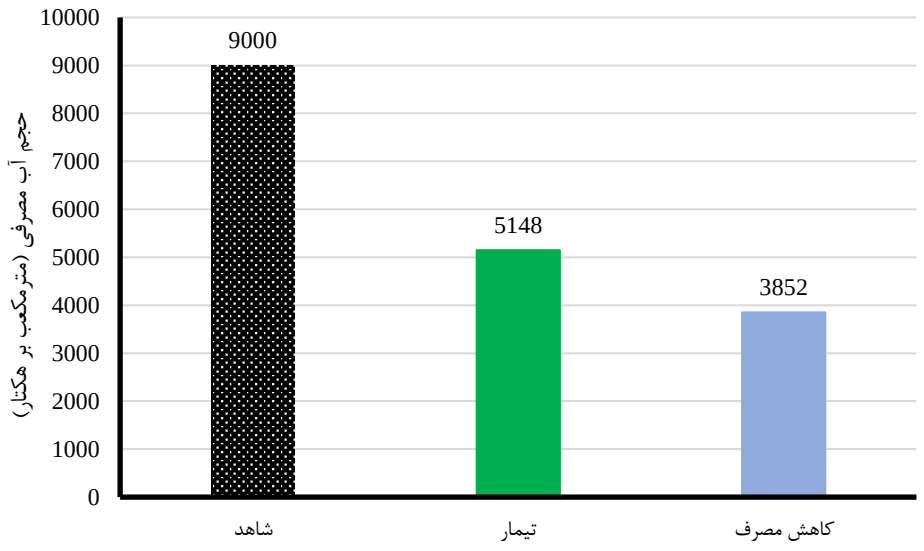
شکل ۳۷- مقایسه گرافیکی بازده کاربرد آب و عمق آب کاربردی تیمار و شاهد در مزرعه F_3 در آبیاری نوبت اول

مزرعه F_3 طی فصل رشد محصول در پنج نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۸ می‌باشد. براین اساس متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه F_3 طی پنج آبیاری این مزرعه، حدود ۴۳/۹ درصد محاسبه شد. در مزارع F_1 و F_2 کاهش عرض نوار اعمال‌شده و میزان صرفه‌جویی آب کمتر از ۱۰ درصد حاصل شد؛ اما در تیمار مزرعه F_3 کاهش عرض نوار به همراه تسطیح نسبت به شاهد اعمال گردید که در این شرایط حدود ۴۴ درصد کاهش مصرف آب را داشتیم.



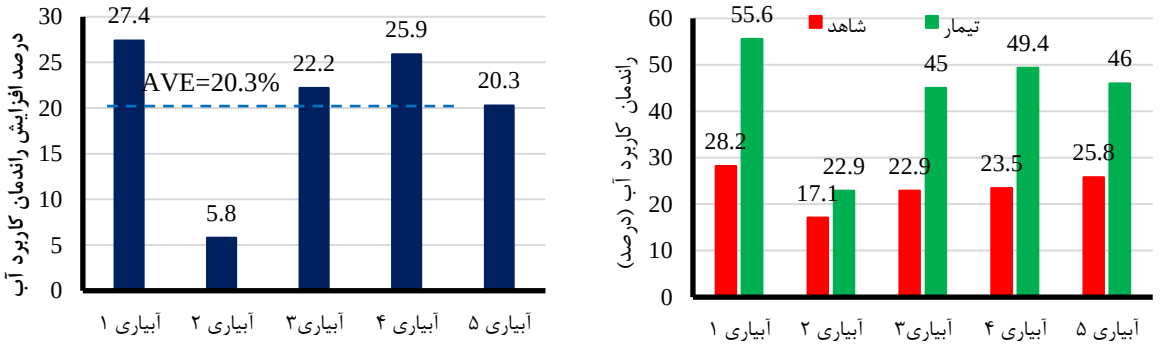
شکل ۳۸- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار و شاهد در مزرعه F_3 طی آبیاری‌های مختلف

به‌این‌ترتیب میزان مصرف آب در تیمار و شاهد در مزرعه F_3 به ترتیب ۵۱۴۸ و ۹۰۰۰ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش مصرف آب ۴۳ درصدی (حدود ۳۸۵۲ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۹).



شکل ۳۹- مقایسه مقادیر حجم آب مصرفی تیمار و شاهد در کل فصل رشد و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) در مزرعه F_3

مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی پنج آبیاری پایش شده، در شکل ۴۰ ارائه‌شده است. مطابق این شکل، مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۱۷/۹ درصد به دست آمد.



شکل ۴۰- مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه F_3 و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

با ترسیم پروفیل طولی تیمار و شاهد، تسطیح مزرعه F_3 در بخش تیمار بسیار مناسب بود؛ اما شیب شاهد این مزرعه یکنواخت نبوده و در فاصله حدود ۷۵ متری نوار شیب معکوس و روبه بالا وجود دارد. متوسط شیب بخش تیمار و شاهد حدود ۰/۱۳ و ۰/۱۷ درصد بوده اما به علت شیب منفی بخش شاهد، عملیات تسطیح در بخش شاهد مناسب نمی‌باشد. در مزارع F_1 و F_2 کاهش عرض نوار اعمال‌شده و میزان صرفه‌جویی آب کمتر از ۱۰ درصد حاصل شد؛ اما در تیمار مزرعه F_3 کاهش عرض نوار به همراه تسطیح نسبت به شاهد اعمال گردید که در این شرایط حدود ۴۴ درصد کاهش مصرف آب را داشتیم. همچنین در تیمارهای مزارع F_1 و F_2 (فقط کاهش عرض نوار) باعث

افزایش راندمان به میزان ۸/۴ و ۳/۵ درصد گردید؛ اما در تیمار مزرعه F_3 (کاهش عرض نوار و تسطیح خوب) باعث افزایش ۱۷/۹ درصدی راندمان گردید.

بر اساس نتایج، میزان عملکرد باسکول در مزرعه F_3 حدود ۶۳۳۳ کیلوگرم بر هکتار و میزان عملکرد مطابق نتایج کلگیری از سطح ۱ مترمربع در تیمار و شاهد به ترتیب ۶۵۴۰ و ۶۸۴۰ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. مقدار کاهش عملکرد تیمار نسبت به شاهد حدود ۴/۳ درصد به دست آمد که این کاهش معنی‌دار نمی‌باشد. بر اساس عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر بهره‌وری آب در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۱/۲۷ و ۰/۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید (جدول ۴۵). به‌این‌ترتیب اعمال تیمار و مدیریت آبیاری آن (عملیات تسطیح مناسب+ کاهش عرض) حدود ۰/۵۱ کیلوگرم بر مترمکعب (معادل ۶۷ درصد) باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد.

جدول ۴۵- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه F_3

عملکرد باسکول (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۶۳۳۳	۶۵۴۰	۶۸۴۰	۱/۲۷	۰/۷۶

نتایج مزرعه پایش گندم تیمار و شاهد آقای یعقوب فلاحی در روستای خانشان: در جدول ۴۶ و ۴۷ مشخصات آبیاری‌های انجام یافته در قسمت تیمار و شاهد مزرعه آقای یعقوب فلاحی درج گردیده است. در مجموع در مزرعه تیمار ۳۰۸۰ و مزرعه شاهد ۳۴۲۰ مترمکعب در هکتار آب مصرف شد. در اشکال ۴۱ تا ۴۴ مشخصات و منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در نوارهای آبیاری مورد بررسی در مزرعه آقای یعقوب فلاحی قسمت تیمار و شاهد ارائه شده است.

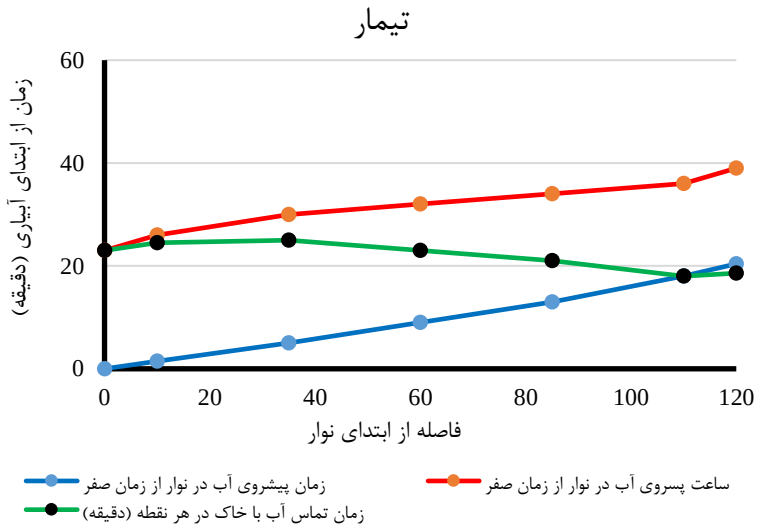
نتایج حاصل از پایش این مزرعه در جدول ۴۸ ارائه شده است. مقدار راندمان در مزرعه تیمار و شاهد از ۶۳ تا ۷۳ درصد متغیر است. عملکرد محصول در تیمار ۶۴۰۰ و در شاهد ۵۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار و کارایی مصرف آب به ترتیب ۲,۰۸ و ۱,۴۹ کیلوگرم بر متر مکعب است.

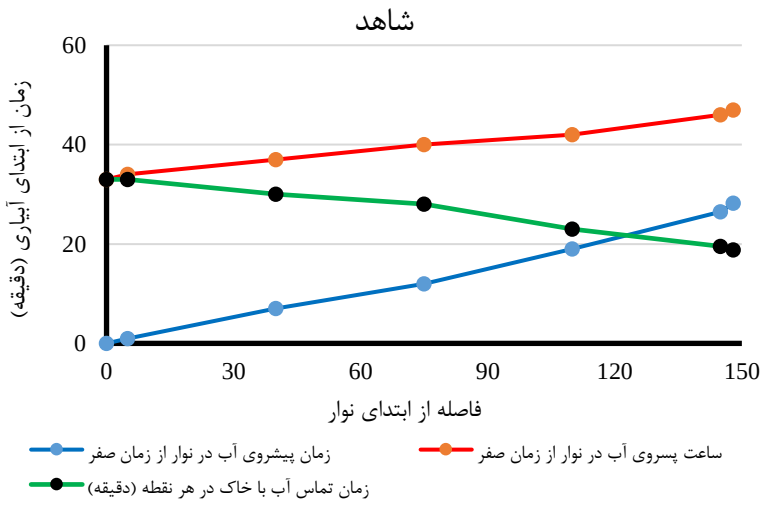
جدول ۴۶- مشخصات آبیاری‌های مزرعه گندم یعقوب فلاحی قسمت تیمار

تاریخ آبیاری	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	آب ورودی به نوار آبیاری (متر مکعب)	مساحت نوار آبیاری (هکتار)	مصرف آب در هکتار (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در هکتار (میلیمتر)
/۷/۹۵ ۲۷	نوار آبیاری	۳۴	۰/۳۴	۴۱/۶	۰/۰۴۶۸	۸۸۹/۲	۸۸/۹
/۲/۱۷ ۹۶	نوار آبیاری	۱۷	۰/۶	۳۶/۷	۰/۰۴۶۸	۷۸۴/۶	۷۸/۵
۲/۳/۹۶	نوار آبیاری	۲۶	۰/۳۸	۳۵/۶	۰/۰۴۶۸	۷۶۰	۷۶
/۳/۱۵ ۹۶	نوار آبیاری	۲۴	۰/۳۵	۳۰/۲	۰/۰۴۶۸	۶۴۶/۲	۶۴/۶
				مجموع		۳۰۸۰	۳۰۸

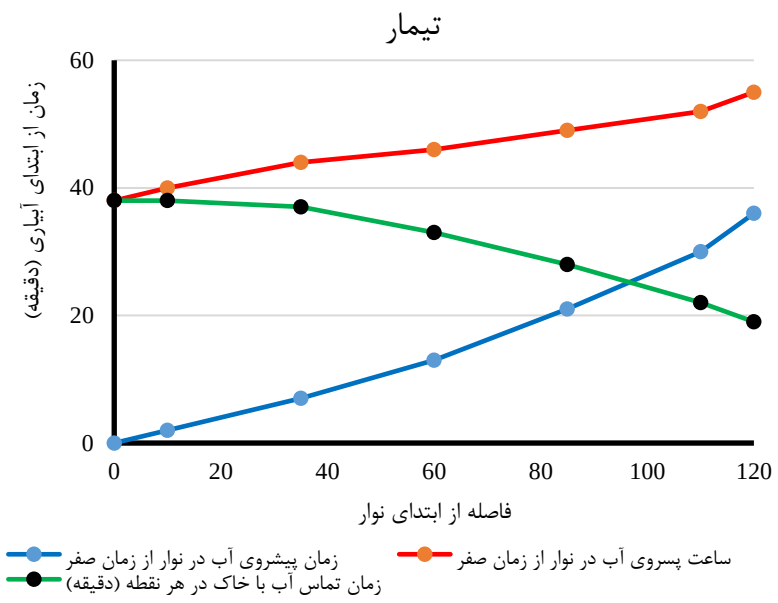
جدول ۴۷- مشخصات آبیاری‌های مزرعه گندم یعقوب فلاحی قسمت شاهد

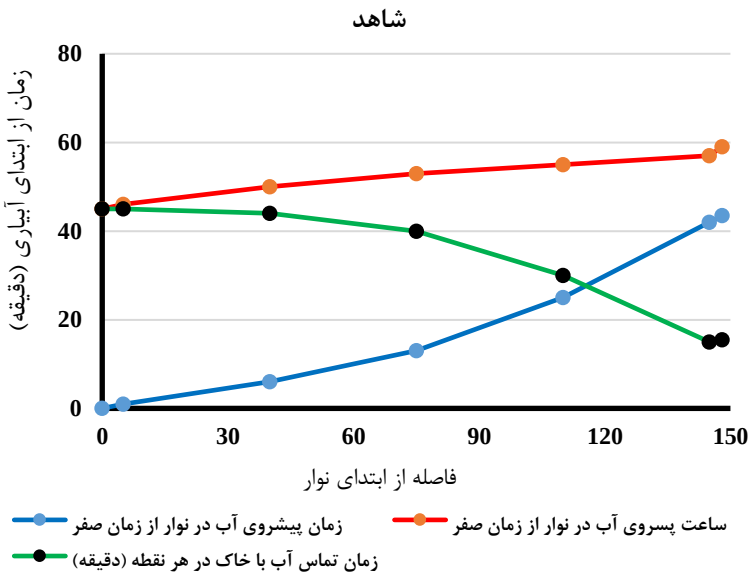
تاریخ آبیاری	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	کل آب ورودی به نوار آبیاری (متر مکعب)	مساحت نوار آبیاری (هکتار)	مصرف آب در هکتار (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در هکتار (میلیمتر)
۲۷/۷/۹۵	نوار	۳۸	۰/۴۷	۶۴/۲۳	۰/۰۶۶۶	۹۶۵/۴	۹۶/۵
۹۶/۲/۱۷	نوار	۲۲	۰/۷۳	۵۷/۴۳	۰/۰۶۶۶	۸۶۲/۲	۸۶/۲
۲/۳/۹۶	نوار	۲۸	۰/۵۶	۵۶/۴۵	۰/۰۶۶۶	۸۴۷/۶	۸۴/۸
۹۶/۳/۱۵	نوار	۲۷	۰/۵۱	۴۹/۵۷	۰/۰۶۶۶	۷۴۴/۳	۷۴/۴
				مجموع		۳۴۱۹/۵	۳۴۱/۹



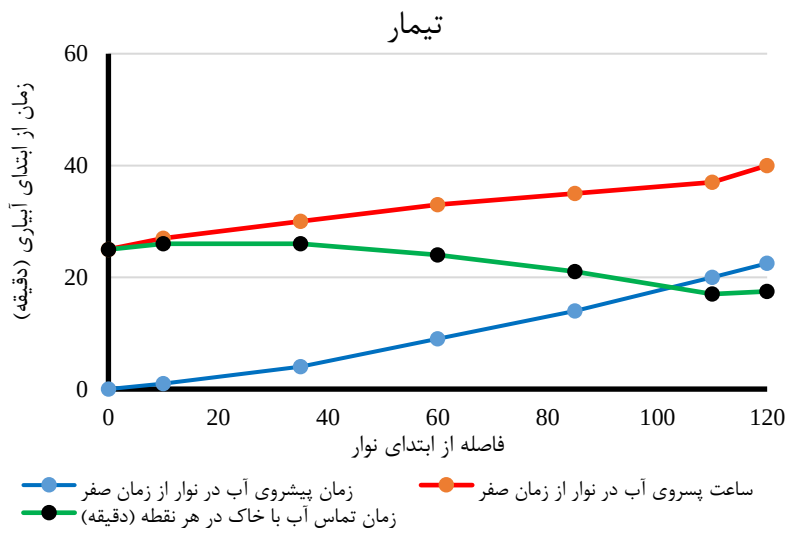


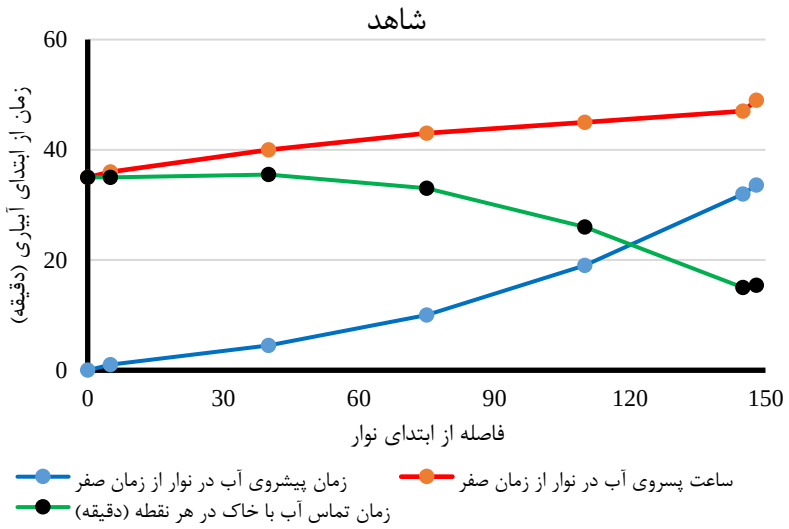
شکل ۴۱- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در نوار آبیاری مزرعه یعقوب فلاحی روستای خانشان مورخ ۲۷/۷/۹۵



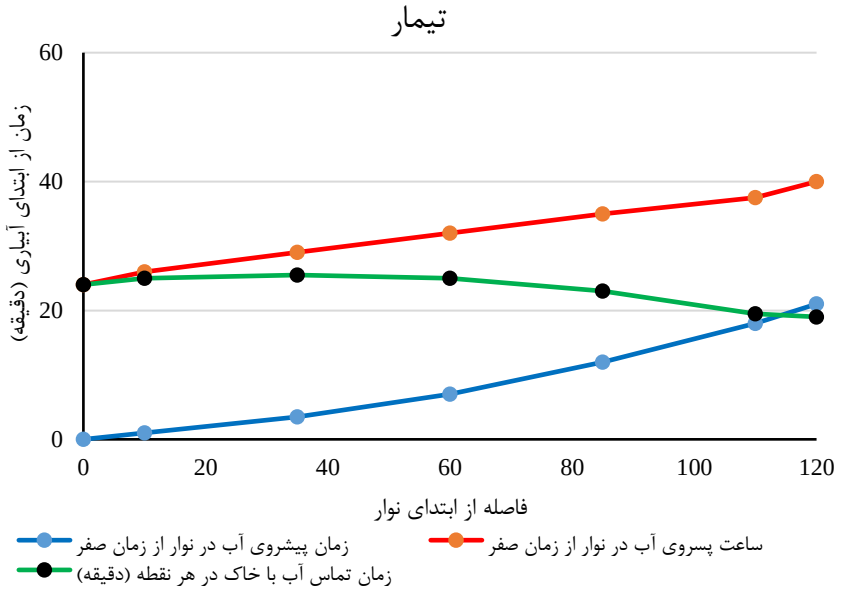


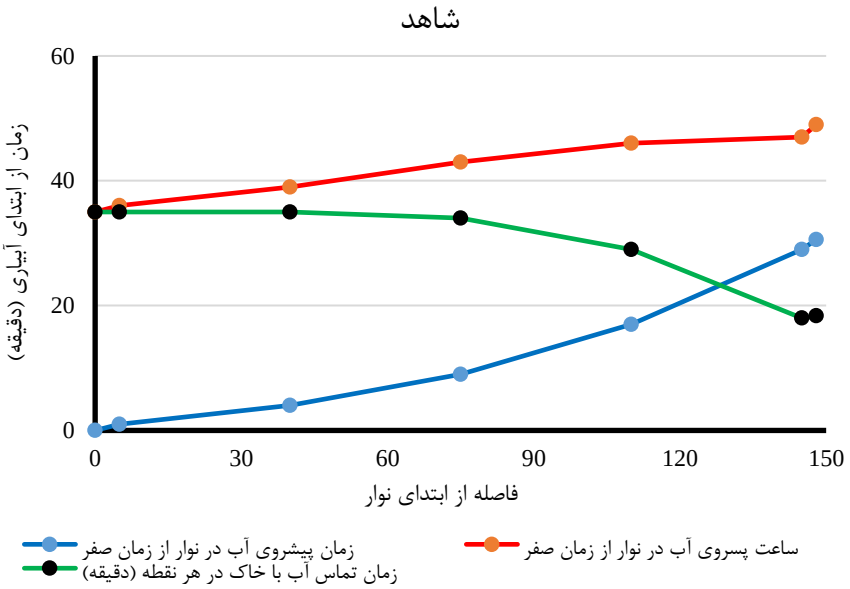
شکل ۴۲- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در نوار آبیاری یعقوب فلاحی، روستای خانشان مورخ ۱۷/۲/۹۶





شکل ۴۳- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در نوار آبیاری یعقوب فلاحی، روستای خانشان مورخ ۲/۳/۹۶





شکل ۴۴- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در نوار آبیاری یعقوب فلاحی، روستای خانشان مورخ ۱۵/۳/۹۶

جدول ۴۸- خلاصه نتایج راندمان و کارایی مصرف آب مزرعه گندم یعقوب فلاحی در روستای خانشان ارومیه

تاریخ آبیاری	تیمار / شاهد	تکنولوژی اصلی	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری نوار / شیار (ساعت)	آب ورودی به نوارها (متر مکعب)	مساحت آبیاری (هکتار)	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	عمق آب داده شده به نوارها (میلیمتر)	عمق آب ذخیره شده در نوار (میلیمتر)	راندمان کاربرد آب در نوار (درصد)
۱۷/۲/۹۶	تیمار	ابعاد نوار آبیاری	نوار	۱۷	۰/۶	۳۶/۷۲	۰/۰۴۶۸	۷۸۴/۶	۷۸/۵	۵۷	۷۲/۶
	شاهد	ابعاد نوار آبیاری	نوار	۲۲	۰/۷۲۵	۵۷/۴۲	۰/۰۶۶۶	۸۶۲/۲	۸۶/۲	۵۴/۶	۶۳/۴
۱۵/۳/۹۶	تیمار	ابعاد نوار آبیاری	نوار	۲۴	۰/۳۵	۳۰/۲۴	۰/۰۴۶۸	۶۴۶/۲	۶۴/۶	۴۶/۱	۷۱/۴
	شاهد	ابعاد نوار آبیاری	نوار	۲۷	۰/۵۱	۴۹/۶	۰/۰۶۶۶	۷۴۴/۳	۷۴/۴	۴۷/۹	۶۴/۳
میانگین		تیمار / شاهد		۲۲,۵	۰/۵۵	۴۳/۵۰	۰/۰۵۶۷	۷۵۹	۷۵/۹	۵۱/۴	۶۷/۹
ماکزیمم				۲۷	۰/۷۳	۵۷/۴۲	۰/۰۶۶۶	۸۶۲/۲	۸۶/۲	۵۷	۷۲/۶
مینیمم				۱۷	۰/۳۵	۳۰/۲۴	۰/۰۴۶۸	۶۴۶/۲	۶۴/۶	۴۶/۱	۶۳/۴

مجموع آب داده شده، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب		تیمار / شاهد	مجموع آب داده شده به تیمار / شاهد (متر مکعب در هکتار)	متوسط راندمان تیمار / شاهد (درصد)	عملکرد محصول تیمار / شاهد (کیلوگرم بر هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
	تیمار	طول ۱۲۰ و عرض نوار ۳,۹ متر	۳۰۸۰	۷۲	۶۴۰۰	۲/۰۸
	شاهد	طول ۱۴۸ و عرض ۴۵ متر	۳۴۱۹/۵	۶۴	۵۱۰۰	۱/۴۹

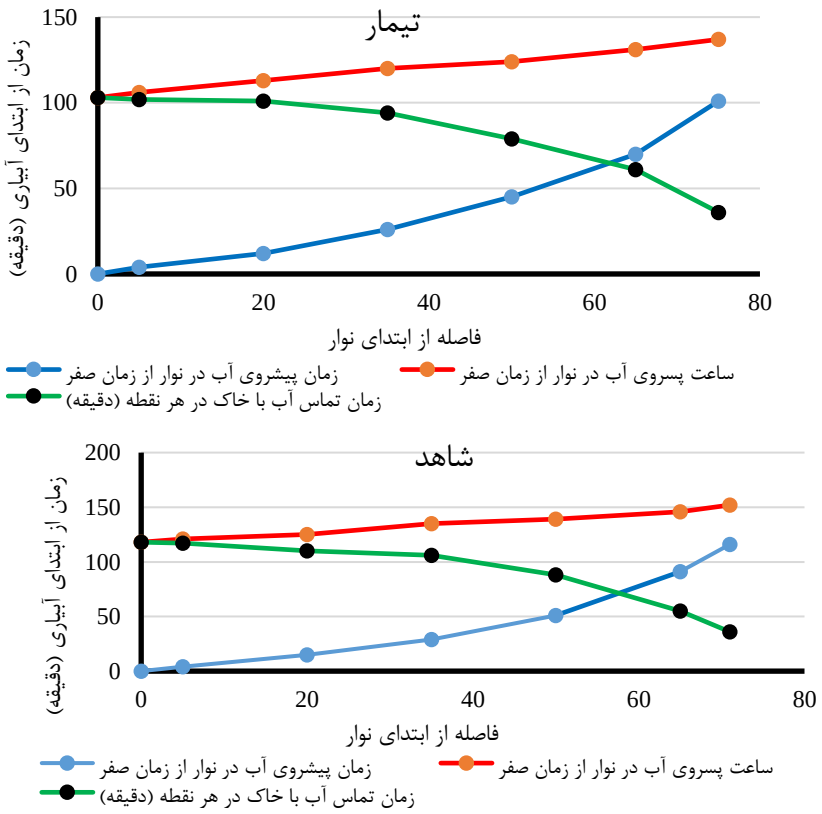
نتایج مزرعه پایش گندم تیمار و شاهد آقای سیفعلی آذرخش در روستای سپرغان: در جدول ۴۹ و ۵۰ مشخصات آبیاری‌های انجام یافته در قسمت تیمار و شاهد مزرعه آقای سیفعلی آذرخش درج گردیده است. در مزرعه تیمار ۵۰۲۸ و در مزرعه شاهد ۵۶۲۵ مترمکعب در هکتار آب مصرف شد. همچنین اشکال ۴۵ تا ۴۸ مشخصات و منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در نوارهای آبیاری مزرعه آقای سیفعلی آذرخش قسمت تیمار و شاهد ارائه شده است. نتایج پایش این مزرعه در جدول ۵۱ ارائه شده است. مقدار راندمان در مزرعه تیمار و شاهد از ۵۹ تا ۷۱ درصد متغیر است. عملکرد محصول در تیمار ۶۵۰۰ و در شاهد ۵۴۰۰ کیلوگرم بر هکتار و کارایی مصرف آب به ترتیب ۱,۲۹و ۰,۹۶ کیلوگرم بر متر مکعب است.

جدول ۴۹- مشخصات آبیاری‌های مزرعه گندم سیفعلی آذرخش قسمت تیمار

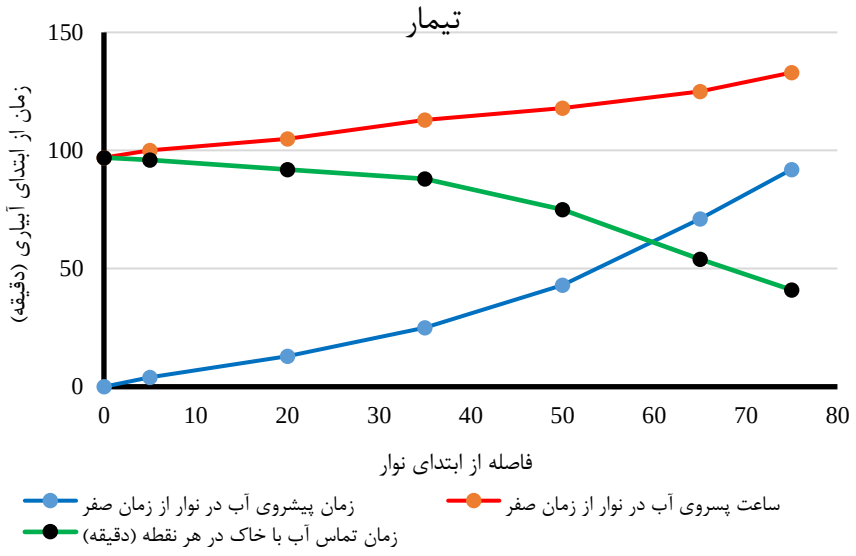
تاریخ آبیاری	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	کل آب ورودی به نوار آبیاری (متر مکعب)	مساحت نوار آبیاری (هکتار)	مصرف آب در هکتار (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در هکتار (میلیمتر)
۲۷/۷/۹۵	نوار آبیاری	۶/۵	۱/۵۹	۳۷/۲۰۶	۰/۰۲۶۲۵	۱۴۱۷	۱۴۱/۷
۹۶/۲/۱۷	نوار آبیاری	۶/۵	۱/۴۵	۳۳/۹۳	۰/۰۲۶۲۵	۱۲۹۳	۱۲۹/۳
۳۱/۲/۹۶	نوار آبیاری	۶/۵	۱۲/۳۲	۳۰/۸۸۸	۰/۰۲۶۲۵	۱۱۷۷	۱۱۷/۷
۹۶/۳/۲۴	نوار آبیاری	۶/۵	۱/۲۸	۲۹/۹۵۲	۰/۰۲۶۲۵	۱۱۴۱	۱۱۴/۱
مجموع						۵۰۲۸	۵۰۲/۸

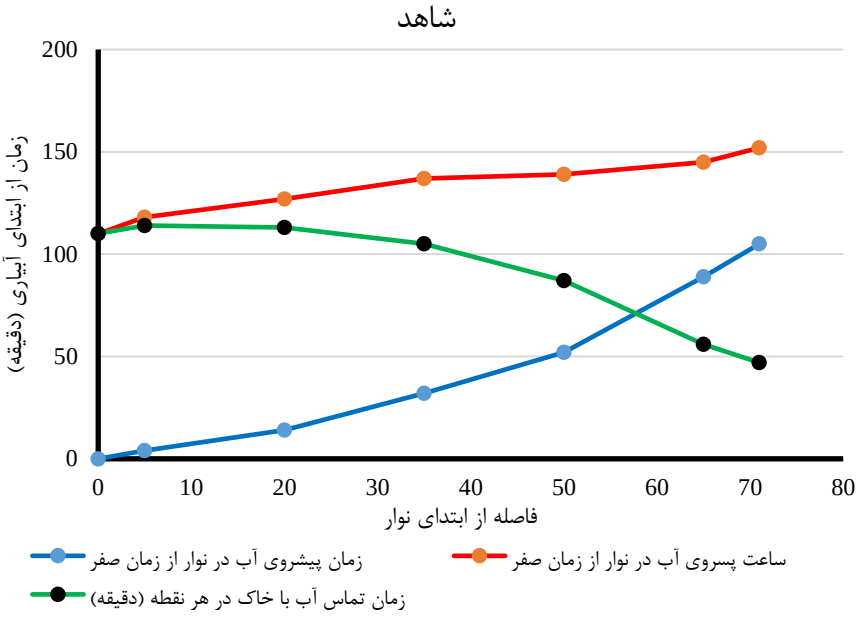
جدول ۵۰- مشخصات آبیاری‌های مزرعه گندم سیفعلی آذرخش قسمت شاهد

تاریخ آبیاری	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	کل آب ورودی به نوار آبیاری (متر مکعب)	مساحت نوار آبیاری (هکتار)	مصرف آب در هکتار (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در هکتار (میلیمتر)
۲۷/۷/۹۵	نوار	۶/۵	۱/۹	۴۴/۵	۰/۰۲۸	۱۵۸۸	۱۵۸/۸
۱۷/۲/۹۶	نوار	۶/۵	۱/۷	۳۹/۸	۰/۰۲۸	۱۴۲۱	۱۴۲/۱
۳۱/۲/۹۶	نوار	۶/۵	۱/۶۱	۳۷/۷	۰/۰۲۸	۱۳۴۶	۱۳۴/۶
۲۴/۳/۹۶	نوار	۶/۵	۱/۵۲	۳۵/۶	۰/۰۲۸	۱۲۷۰	۱۲۷
						۵۶۲۵	۵۶۲/۵

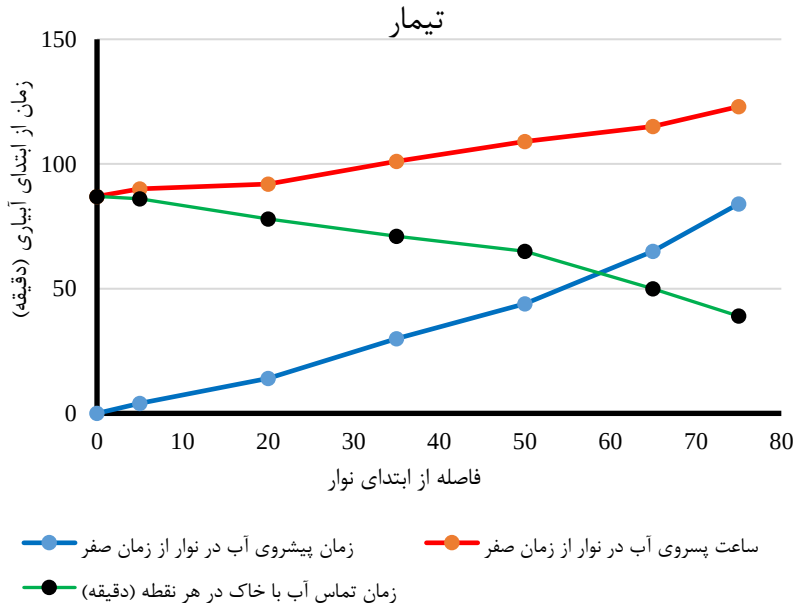


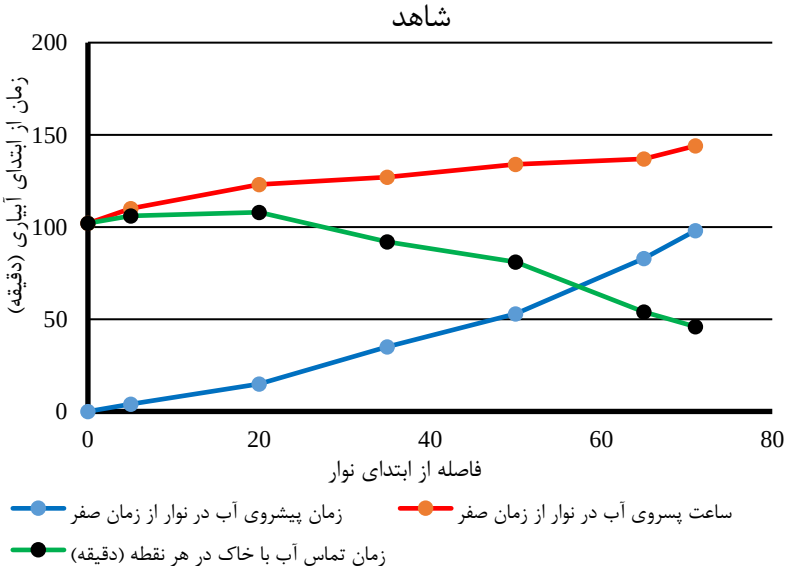
شکل ۴۵- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در نوار آبیاری سیفعلی آذرخش، روستای سپرغان مورخ ۲۷/۷/۹۵



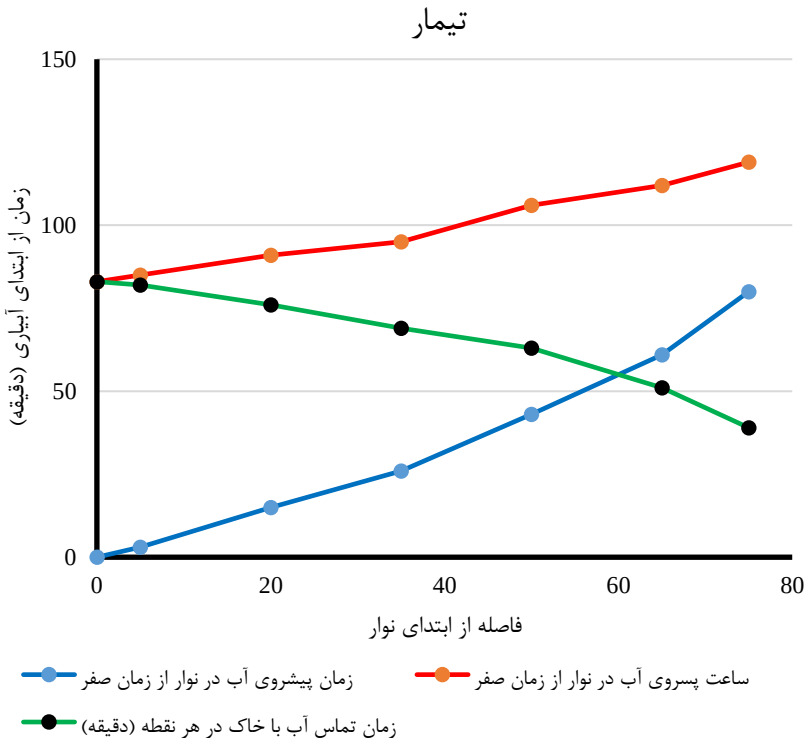


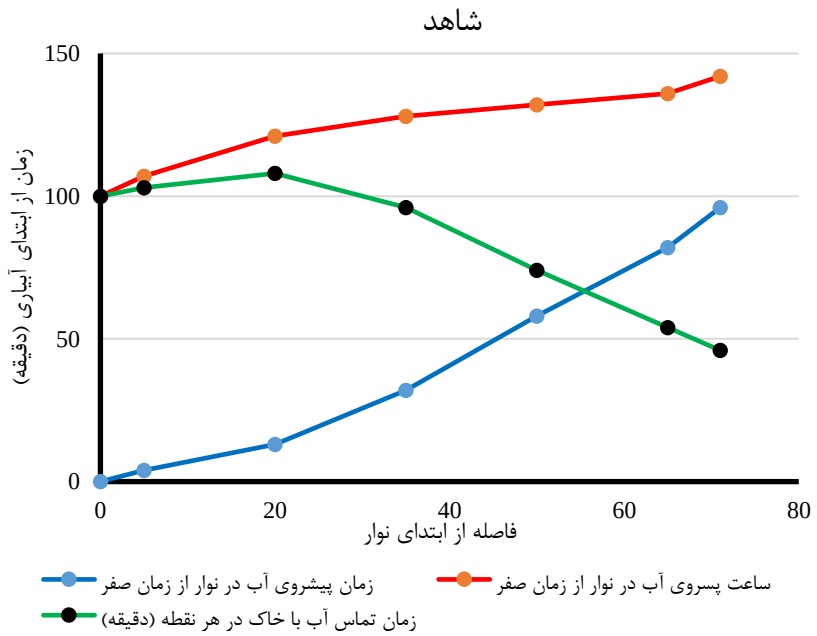
شکل ۴۶- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در نوار آبیاری سیفعلی آذرخش، روستای سپرغان مورخ ۱۷/۲/۹۶





شکل ۴۷- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در نوار آبیاری سیفعلی آذرخش، روستای سپرغان مورخ ۳۱/۲/۹۶





شکل ۴۸- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در نوار آبیاری سیفعلی آذرخش، روستای خانشان مورخ ۲۴/۳/۹۶

جدول ۵۱- خلاصه نتایج راندمان و کارایی مصرف آب مزرعه گندم سیفعلی آذرخش در روستای خانشان ارومیه

تاریخ آبیاری	تیمار / شاهد	تکنولوژی اصلی	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری نوار / شیار (ساعت)	آب ورودی به نوارها (متر مکعب)	مساحت آبیاری (هکتار)	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	عمق آب داده شده به نوارها (میلیمتر)	عمق آب ذخیره شده در نوار (میلیمتر)	راندمان کاربرد آب در نوار (درصد)
۱۷/۲/۹۶	تیمار	عرض نوار ۳,۵ متر	نوار	۶/۵	۱/۴۵	۳۳/۹۳	۰/۰۲۶۲۵	۱۲۹۲/۶	۱۲۹/۳	۸۸/۵۴	۶۸/۵
	شاهد	عرض نوار ۴ متر	نوار	۶/۵	۱/۱۷	۳۹/۷۸	۰/۰۲۸	۱۴۲۰/۷	۱۴۲/۱	۸۳/۸۱	۵۸/۹۹
۲۴/۳/۹۶	تیمار	عرض نوار ۳,۵ متر	نوار	۶/۵	۱/۲۸	۲۹/۹۵	۰/۰۲۶۲۵	۱۱۴۱	۱۱۴/۱	۸۰/۹۲	۷۰/۹
	شاهد	عرض نوار ۴ متر	نوار	۶/۵	۱/۵۲	۳۵/۵۷	۰/۰۲۸	۱۲۷۰/۳	۱۲۷	۷۶/۳۴	۶۰/۱۰
میانگین				۶/۵	۱/۴۹	۳۴/۸۱	۰/۰۲۷	۱۲۸۱	۱۲۸/۱	۸۲/۴	۶۴/۶
ماکزیمم				۶/۵	۱/۷۰	۳۹/۷۸	۰/۰۲۸	۱۴۲۰/۷	۱۴۲/۱	۸۸/۵	۷۰/۹
مینیمم				۶/۵	۱/۲۸	۲۹/۹۵	۰/۰۲۶	۱۱۴۱	۱۱۴/۱	۷۶/۳	۵۹

مجموع آب داده شده، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب		تیمار / شاهد	مجموع آب داده شده به تیمار / شاهد (متر مکعب در هکتار)	متوسط راندمان تیمار / شاهد (درصد)	عملکرد محصول تیمار / شاهد (کیلوگرم بر هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
	تیمار	عرض نوار ۳,۵ متر	۵۰۲۸	۶۹/۷	۶۵۰۰	۱/۲۹
	شاهد	عرض نوار ۴ متر	۵۶۲۵	۵۹/۶	۵۴۰۰	۰/۹۶

۳-۴- نتایج پایش در مزارع پاییزه شرکت‌ها

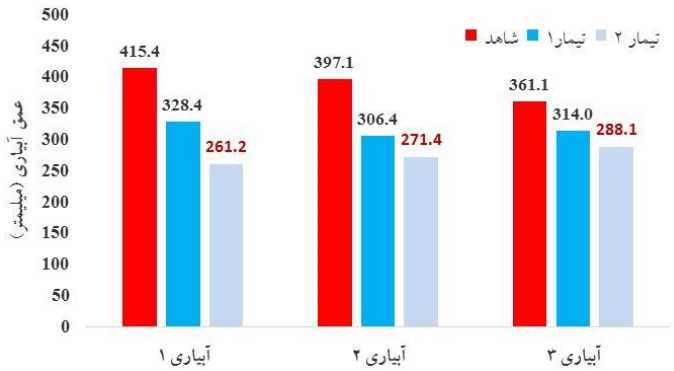
نتایج پایش آب در کشت پاییزه در چهار مزرعه W_1 تا W_4 به ترتیب مربوط به شرکت پدیده سبز آنیل و نازچین سپید آذران در شهرستان میاندوآب و چهار مزرعه W_5 تا W_8 ترتیب مربوط به شرکت مهاباد زرع و نوین گستر در شهرستان مهاباد در ادامه ارائه می‌گردد.

نتایج پایش مزرعه W_1: مزرعه W_1 طی فصل رشد محصول در سه نوبت آبیاری گردید که هر سه آبیاری مورد پایش قرار گرفت. در این مزرعه دو تیمار با شرایط مختلف مدنظر قرار گرفت. مشخصات این دو تیمار در جدول ۵۲ ارائه‌شده است. متأسفانه در انتخاب تیمار توسط این شرکت دقت کافی صورت نگرفته است و حتی شیب تیمار ۱ معکوس می‌باشد. بااین‌حال شرایط تسطیح تیمارها (به‌ویژه تیمار ۲) نسبت به شرایط تسطیح شاهد بهتر است.

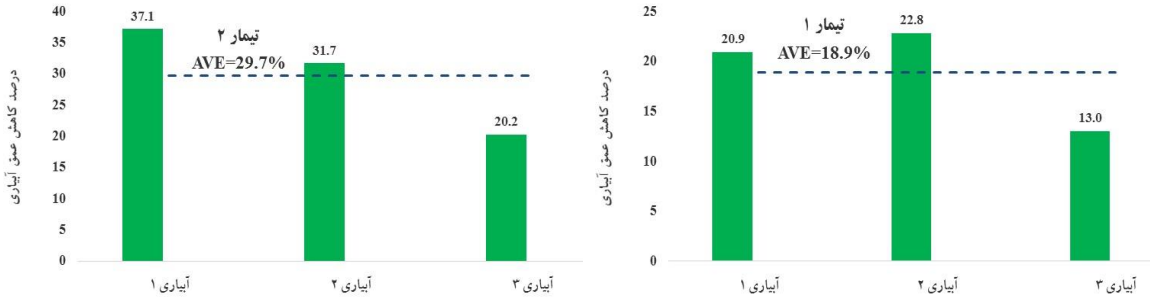
جدول ۵۲– مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه W_1 (شبکه پایش)

مزرعه W_1	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار ۱	نواری	۶/۷۷×۵۹	معکوس	بسته
تیمار ۲	نواری	۵/۰×۶۵	۰/۰	بسته
شاهد	نواری	۸/۰×۱۴۳.۵	معکوس	بسته

مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۹ و ۵۰ می‌باشد. براین اساس متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار ۱ نسبت به شاهد در مزرعه W_1 طی سه آبیاری این مزرعه، حدود ۱۸/۹ درصد و تیمار ۲ نسبت به شاهد حدود ۲۹/۷ درصد محاسبه شد. عمق آبیاری در شاهد بسیار قبل ملاحظه بوده و دلیل اصلی آن وجود شیب معکوس آن می‌باشد. در تیمار ۱ نیز باوجوداینکه عرض نوار کاهش یافته است ولی بااین‌حال هنوز شیب معکوس وجود داشته ولی مقدار آن نسبت به شاهد کمتر است. لذا کاهشی در حدود ۱۸/۹ درصد در عمق آبیاری را شاهد بودیم. در تیمار ۲ شیب معکوس وجود نداشته ولی شیب کف حدود صفر می‌باشد، بااین‌حال مقدار کاهش عمق آبیاری در این تیمار حدود ۲۹/۷ درصد بوده است. از ویژگی‌های آبیاری نواری وجود شیب می‌باشد که حد بهینه آن ۰/۱ تا ۰/۵ درصد می‌باشد.

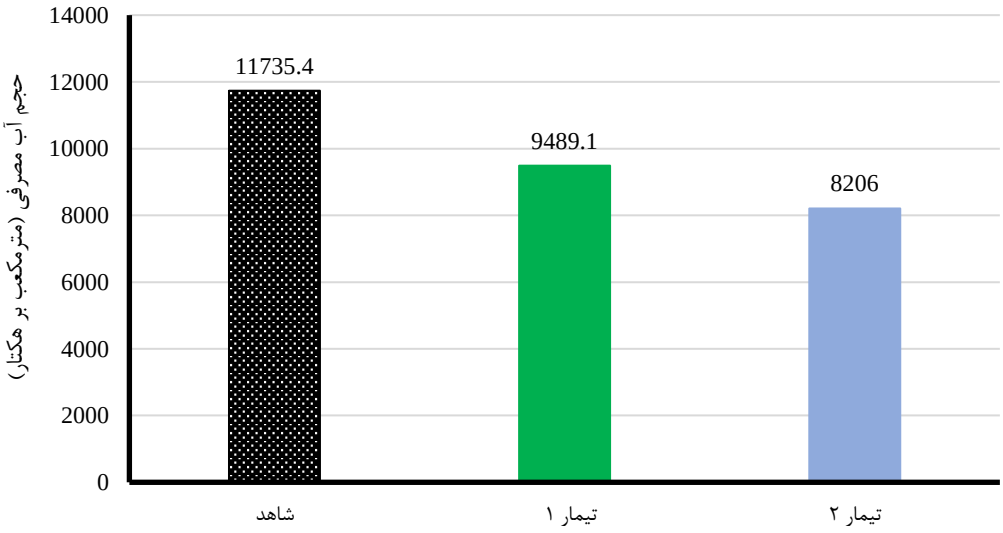


شکل ۴۹- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار و شاهد در مزرعه W_1 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۵۰- مقایسه صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار و شاهد در مزرعه W_1 طی آبیاری‌های مختلف

به‌این‌ترتیب میزان مصرف آب در تیمار ۱ و تیمار ۲ و شاهد در مزرعه W_1 به ترتیب ۱۱۷۳۵، ۹۴۸۹ و ۸۲۰۶ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش مصرف آب ۱۸/۹ و ۲۹/۷ درصدی تیمارها نسبت به شاهد است (شکل ۵۱). به علت شیب منفی بخش شاهد، مقدار مصرف آن حدود ۱۱۷۳۵ مترمکعب بر هکتار محاسبه شد.



شکل ۵۱- مقایسه حجم آب مصرفی تیمار و شاهد در کل فصل رشد در مزرعه W_1

بر اساس نتایج، میزان عملکرد مطابق نتایج کلگیری از سطح ۱ مترمربع در تیمار ۱ و ۲ و شاهد به ترتیب ۸۵۴۰ و ۸۳۲۰ و ۸۳۷۵ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. بر اساس عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر بهره‌وری آب در بخش تیمار ۱ و ۲ و شاهد به ترتیب ۰/۹۱، ۱/۰۲ و ۰/۷۲ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به‌این‌ترتیب اعمال تیمار و مدیریت آبیاری آن (کاهش عرض) حدود ۰/۱۹ و ۰/۳ کیلوگرم بر مترمکعب باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد (جدول ۵۳).

جدول ۵۳ - مقادیر متوسط عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه W_1

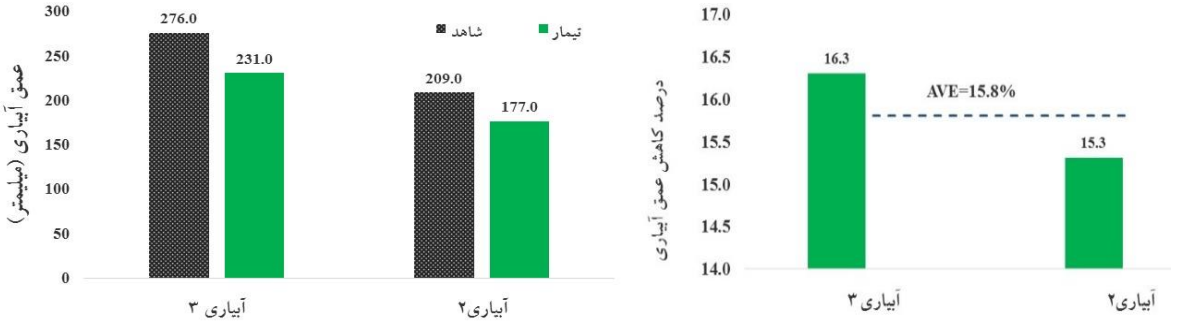
عملکرد باسکول (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
-	۸۴۶۰	۸۳۷۵	۰/۹۶	۰/۷۲

نتایج پایش مزرعه W_2: مزرعه W_2 طی فصل رشد محصول در سه نوبت آبیاری گردید که فقط دو آبیاری مورد پایش قرار گرفت و آبیاری اول مورد پایش توسط این شرکت قرار نگرفته است. مشخصات تیمار و شاهد مزرعه W_2 در جدول ۵۴ ارائه‌شده است.

جدول ۵۴– مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه W_2 (شبکه پایش)

مزرعه W2	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	نواری	۵/۷×۲۷/۸	۰/۰۰۱۴	بسته
شاهد	نواری	۱۰/۹×۲۸/۱	۰/۰۰۳۹	بسته

مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی دو آبیاری و میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۵۲ می‌باشد. براین اساس متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه W_2 طی دو آبیاری این مزرعه، حدود ۱۵/۸ درصد محاسبه شد.



شکل ۵۲- مقایسه مقادیر عمق آبیاری تیمار و شاهد و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه W_2 طی دو آبیاری پایش شده

جدول ۵۵ - مقادیر متوسط عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه W_2

عملکرد باسکول (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
-	۸۶۵۰	۸۱۵۰	*	*

* به دلیل عدم اندازه‌گیری آبیاری اول، امکان محاسبه بهره‌وری آب وجود نداشت.

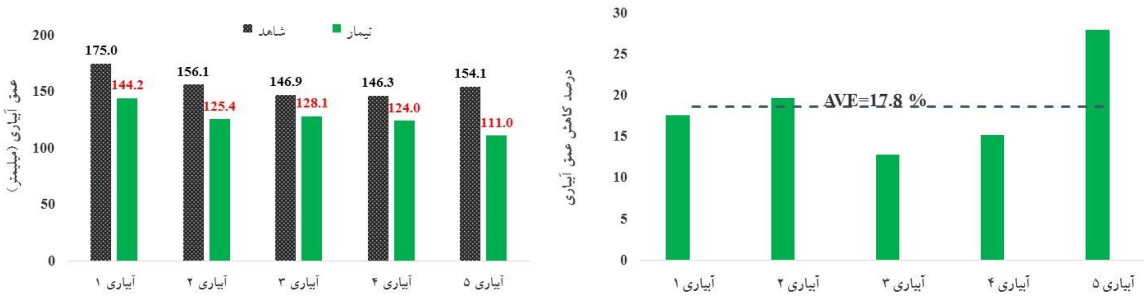
نتایج پایش مزرعه W_3: تیمار و شاهد در مزرعه W_3 در دو بخش جداگانه بوده و مدیریت آنها توسط یک کشاورز (آقای جدیدی) صورت گرفت. تیمار مزرعه‌ای انتخاب گردید که ازنظر تسطیح بهتر بود. مشخصات مزرعه تیمار و شاهد در مزرعه W_3 در جدول ۵۶ ارائه‌شده است.

جدول ۵۶– مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه W_3

مزرعه W_3	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	نواری	۶×۱۰۳/۸	۰/۰۰۱۲۵	بسته
شاهد	نواری	۵.۶×۸۳	۰/۰۰۱۰۲	بسته

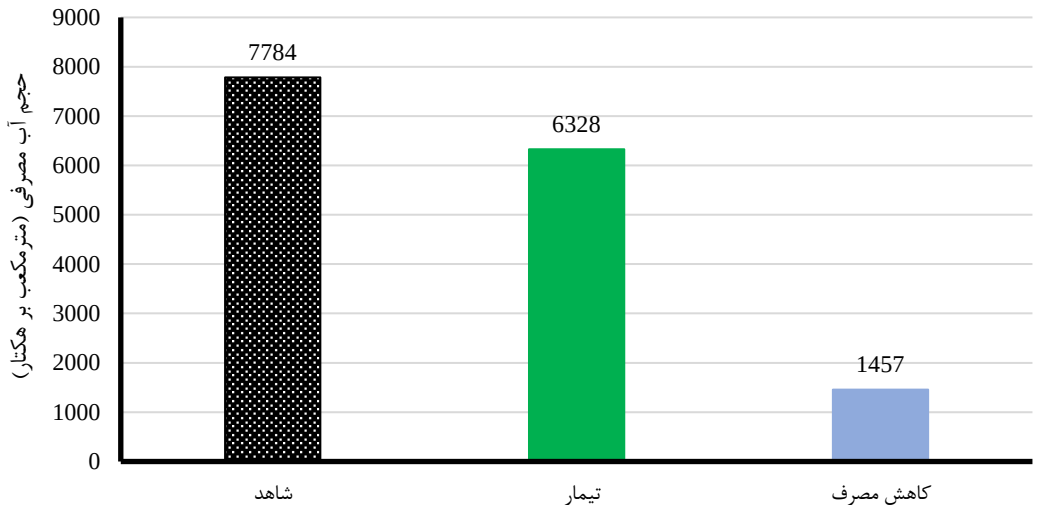
پروفیل شیب طولی تیمار نشان‌دهنده تسطیح خوب و مناسب در این مزرعه می‌باشد. در مزرعه شاهد، در انتهای مزرعه و در فاصله حدود ۵۰ متری، شیب از حالت یکنواختی خارج شده بود.

مزرعه W3 طی فصل رشد محصول در پنج نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۵۳ می‌باشد. براین اساس متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه W_3 طی پنج آبیاری این مزرعه، حدود ۱۷/۸ درصد محاسبه شد. به‌این‌ترتیب شرایط بهتر تسطیح در تیمار باعث کاهش حدود ۱۷/۸ درصدی مصرف گردید.



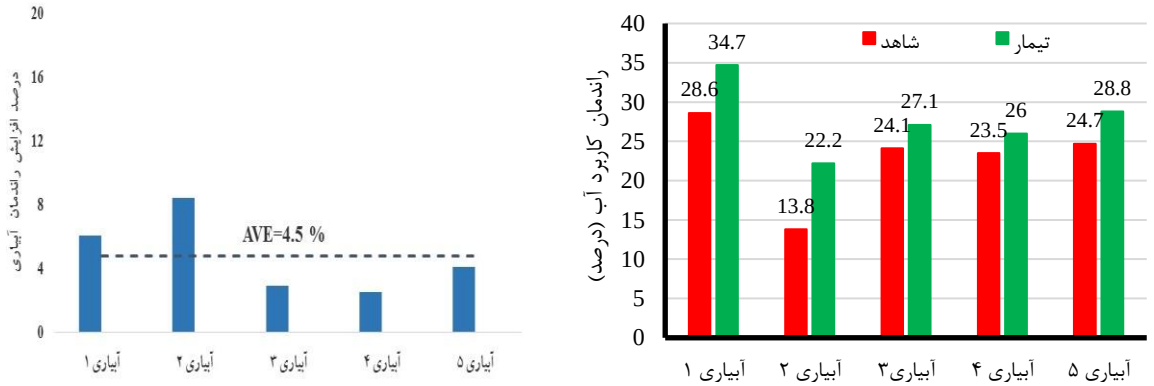
شکل ۵۳- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار و شاهد در مزرعه W3 طی آبیاری‌های مختلف

به‌این‌ترتیب میزان مصرف آب در تیمار و شاهد در مزرعه W_3 به ترتیب ۶۳۲۸ و ۷۷۸۴ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش مصرف آب حدود ۱۸ درصدی (حدود ۱۴۵۷ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۵۴).



شکل ۵۴- مقایسه مقادیر حجم آب مصرفی تیمار و شاهد در کل فصل رشد و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) در مزرعه W_3

مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی پنج آبیاری پایش شده، در شکل ۵۵ ارائه‌شده است. مطابق این شکل، مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۴/۵ درصد به دست آمد.



شکل ۵۵- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب تیمار و شاهد در مزرعه W_3 طی آبیاری‌های مختلف

تحلیل عملکرد تیمار نسبت به شاهد در مزرعه W_3: با ترسیم پروفیل طولی تیمار و شاهد، تسطیح مزرعه W_3 در بخش تیمار بسیار مناسب بود؛ اما شیب شاهد این مزرعه یکنواخت نبوده و در فاصله حدود ۵۵ متری نوار شیب صفر وجود دارد. متوسط شیب بخش تیمار و شاهد حدود ۰/۱۲۵ و ۰/۱۰۲ درصد بوده که شیب بزرگتر بخش تیمار باعث تسریع جریان آب می‌شود. همین عامل باعث کاهش حدود ۱۸ درصدی مصرف آب در بخش تیمار شد.

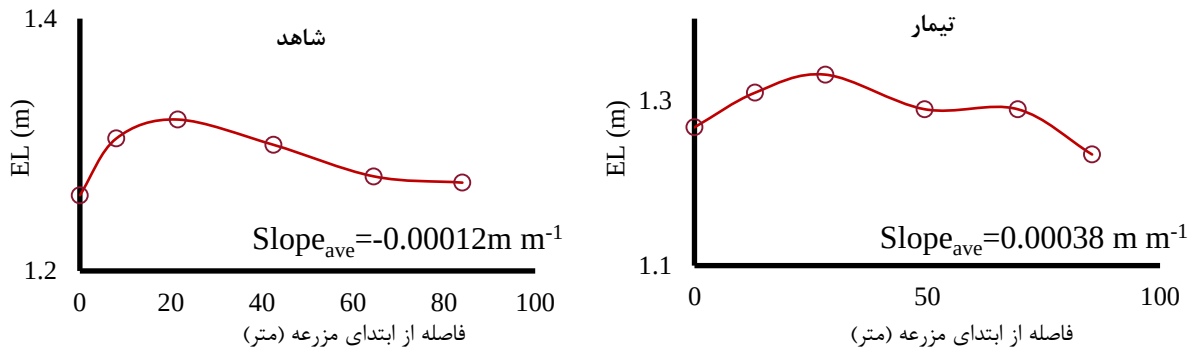
عملکرد محصول و بهره‌وری آب در مزرعه W_3: بر اساس نتایج، میزان عملکرد باسکول در مزرعه W_3 حدود در تیمار و شاهد به ترتیب ۶۱۰۰ و ۵۶۴۰ کیلوگرم بر هکتار و میزان عملکرد مطابق نتایج کلگیری از سطح

۱ مترمربع در تیمار و شاهد به ترتیب ۶۰۸۰ و ۵۹۳۰ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد (جدول ۵۷). بر اساس عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر بهره‌وری آب در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۹۶ و ۰/۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به‌این‌ترتیب اعمال تیمار و مدیریت آبیاری آن (عملیات تسطیح مناسب و شیب یکنواخت) حدود ۰/۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب (معادل ۲۶ درصد) باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد.

جدول ۵۷- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه W_3

عملکرد باسکول(کیلوگرم بر هکتار)		عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۶۱۰۰	۵۶۴۰	۶۰۸۰	۵۹۳۰	۰/۹۶	۰/۷۶

نتایج پایش مزرعه W_4: در مزرعه W_4 نیز تیمار موردنظر کاهش عرض نوار و تسریع پیشروی جریان بود. شرایط پروفیل طولی شیب کف تیمار و شاهد در این مزرعه مطابق شکل زیر می‌باشد. همان‌طور که از شکل مشخص است، شرایط تسطیح این مزرعه بسیار بد بوده و وجود شیب منفی (سربالایی) در هر دو بخش شاهد و تیمار، نشان می‌دهد که این مزرعه نیاز به تسطیح قابل‌ملاحظه دارد. براین اساس دست‌یابی به راندمان بالا در این مزرعه ضعیف است. همچنین وجود سربالایی در ابتدای بخش شاهد و تیمار، باعث خواهد شد که به‌منظور رسیدن آب به انتهای نوار، عمق آبیاری قابل‌ملاحظه باشد (شکل ۵۶).



شکل ۵۶- پروفیل شیب کف نوار تیمار و شاهد در مزرعه W_4

شکل ۵۸ تصویری از پس زدن آب در تیمار و شاهد مزرعه W4 به خاطر وجود شیب معکوس در آبیاری اول را نشان می‌دهد. با این‌حال، کاهش عرض نوار از حد مرسوم کشاورز می‌توانست باعث تسریع حرکت آب در نوار تیمار گردد. لذا شرایط این مزرعه این گونه می‌باشد که شرایط تسطیح هم در بخش شاهد و هم در بخش تیمار بد بود و تفاوت تیمار و شاهد فقط در عرض نوارها شامل می‌شد. مشخصات مزرعه تیمار و شاهد در مزرعه W_4 در جدول ۵۸ ارائه شده است.

شاهد- خاک آب
پس‌زدگی آب به خاطر شیب معکوس

تیمار- خاک آب
پس‌زدگی آب به خاطر شیب معکوس

شکل ۵۸- شمایی از پس زدن آب در تیمار و شاهد مزرعه W_4 به خاطر وجود شیب معکوس در آبیاری اول

جدول ۵۸– مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه W_4

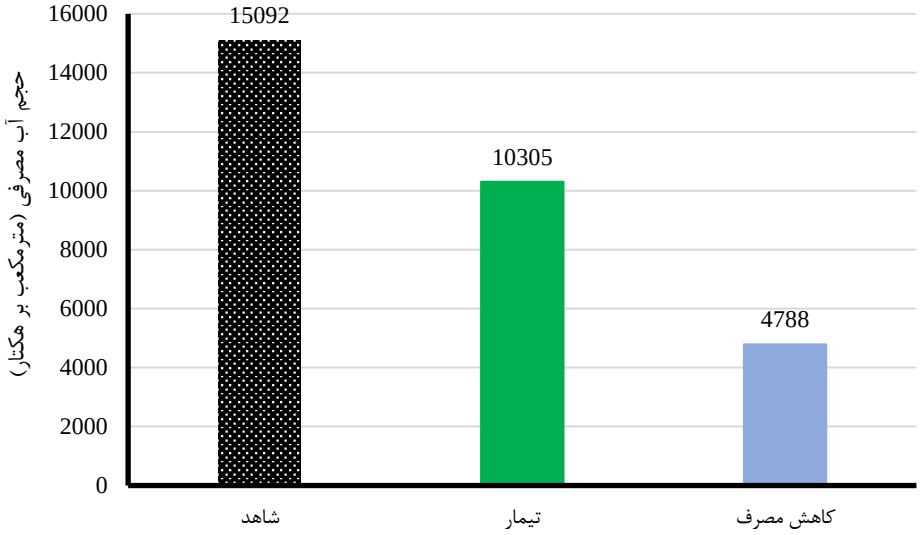
مزرعه W_4	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	نواری	۳/۳×۸۶/۱	معکوس و نامنظم	بسته
شاهد	نواری	۶×۸۹/۳	معکوس و نامنظم	بسته

مزرعه W_4 طی فصل رشد محصول در شش نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۵۹ می‌باشد. براین اساس متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه W_4طی شش آبیاری این مزرعه، حدود ۳۲/۰ درصد محاسبه شد.

شکل ۵۹- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار و شاهد در مزرعه W_4 طی آبیاری‌های مختلف

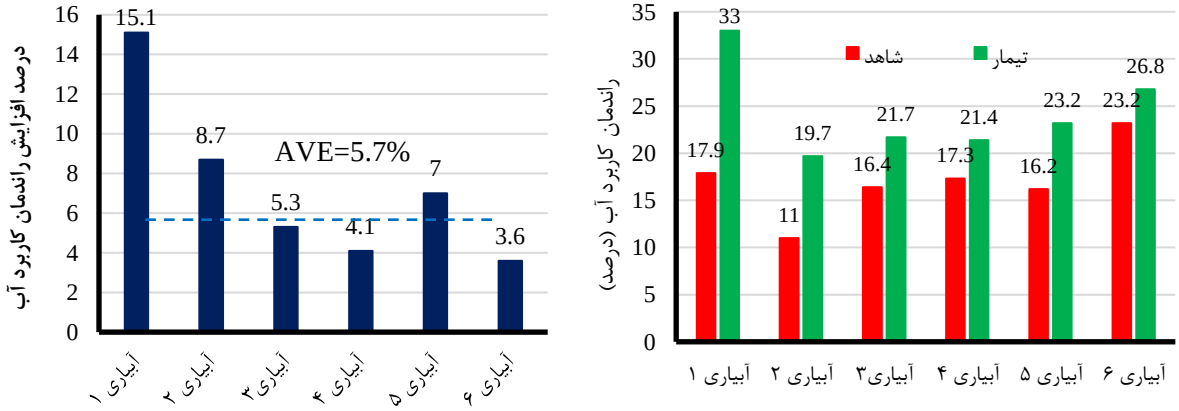
به‌این‌ترتیب میزان مصرف آب در تیمار و شاهد در مزرعه W_4 به ترتیب ۱۰۳۰۵ و ۱۵۰۹۲ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش مصرف آب در حدود ۳۲ درصدی (حدود ۴۷۸۸ مترمکعب بر هکتار) تیمار

نسبت به شاهد است (شکل ۵۹). هرچند عمق آب مصرفی در تیمار نیز بسیار بالا بوده و قابل‌قبول نمی‌باشد، ولی با ای حال نسبت به شاهد حدود ۳۲ درصد کاهش مصرف وجود دارد. دلیل بالا بودن عمق آبیاری در تیمار و شاهد ناشی از عملیات تسطیح نامناسب می‌باشد که در پروفیل طولی شیب نیز کاملاً واضح است.



شکل ۵۹- مقایسه مقادیر حجم آب مصرفی تیمار و شاهد در کل فصل رشد و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) در مزرعه W_4

مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی شش آبیاری پایش شده، در شکل ۶۰ ارائه‌شده است. مطابق این شکل، مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۷/۴ درصد به دست آمد.



شکل ۶۰- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب تیمار و شاهد در مزرعه W_4 طی آبیاری‌های مختلف

تحلیل عملکرد تیمار نسبت به شاهد در مزرعه W_4: با ترسیم پروفیل طولی تیمار و شاهد، تسطیح مزرعه W_4 در بخش تیمار و شاهد بسیار نامناسب بود که گراف آن در شکل ۵۶ ارائه‌شده است. وجود شیب منفی و معکوس

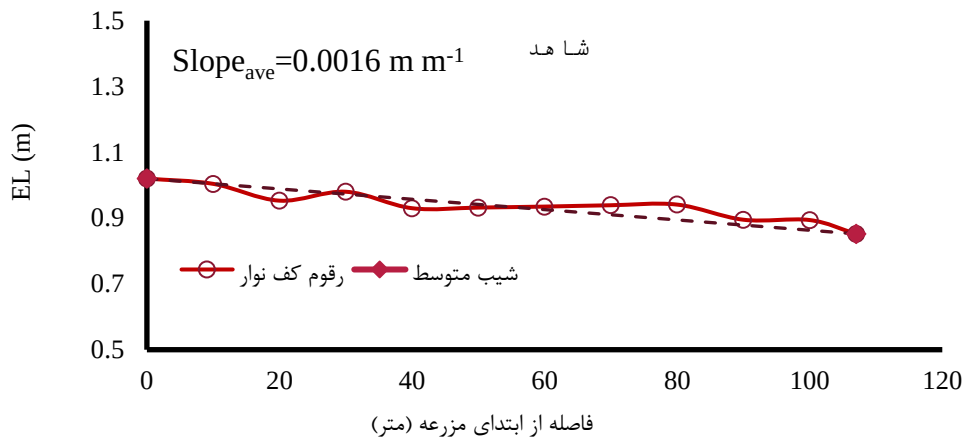
باعث پس‌زدگی آب در نوارها و افزایش عمق آبیاری در شاهد و تیمار شد. بااین‌حال کاهش عرض نوارها باعث کاهش مصرف آب به میزان ۳۲ درصد نسبت به شاهد گردید. هرچند مقدار مصرف در تیمار نیز قابل‌قبول نمی‌باشد که دلیل آن به عملیات تسطیح نامناسب و شیب معکوس برمی‌گردد.

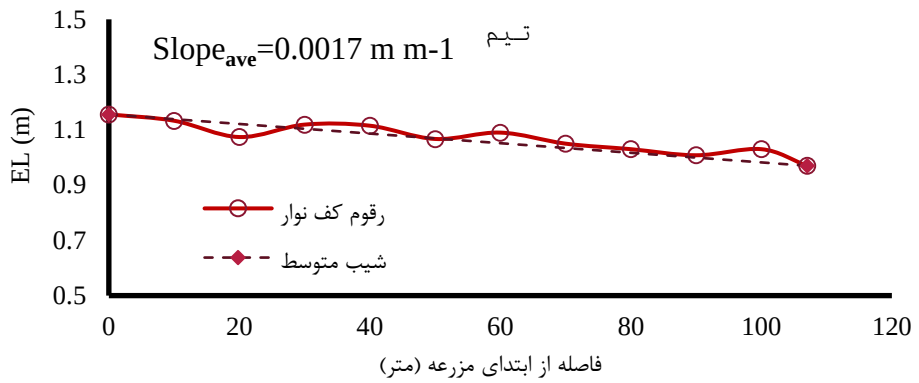
عملکرد محصول و بهره‌وری آب در مزرعه W_4: بر اساس نتایج، میزان عملکرد باسکول در مزرعه W_4 حدود ۶۶۶۶ کیلوگرم بر هکتار و میزان عملکرد مطابق نتایج کلگیری از سطح ۱ مترمربع در تیمار و شاهد به ترتیب ۶۷۵۰ و ۷۰۷۵ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. بر اساس عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر بهره‌وری آب در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۶۶ و ۰/۴۷ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید (جدول ۵۹). به‌این‌ترتیب اعمال تیمار و مدیریت آبیاری آن (کاهش عرض) حدود ۰/۱۹ کیلوگرم بر مترمکعب (معادل ۴۰ درصد) باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد.

جدول ۵۹- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه W_4

عملکرد باسکول (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۶۶۶۶/۷	۶۷۵۰	۷۰۷۵	۰/۶۶	۰/۴۷

نتایج پایش مزرعه W_5: در این مزرعه تیمار موردنظر اصلاح عرض نوار آبیاری بر اساس نرم‌افزار بوده و تیمار و شاهد ازنظر شرایط تسطیح، هر دو نسبتاً مناسب بودند. شرایط پروفیل طولی شیب کف تیمار و شاهد در این مزرعه مطابق شکل ۶۱ می‌باشد. همان‌طور که از شکل مشخص است، شرایط تسطیح این مزرعه مناسب بوده و تفاوت تیمار با شاهد ازنظر عرض نوار بوده است. مطابق شکل، متوسط شیب طولی تیمار و شاهد نزدیک به هم و به ترتیب برابر ۰/۱۷ و ۰/۱۶ درصد می‌باشد. وجود برخی از ناهمواری‌ها در پروفیل نشان می‌دهد که عمق آبیاری‌ها نسبتاً زیاد باشد.





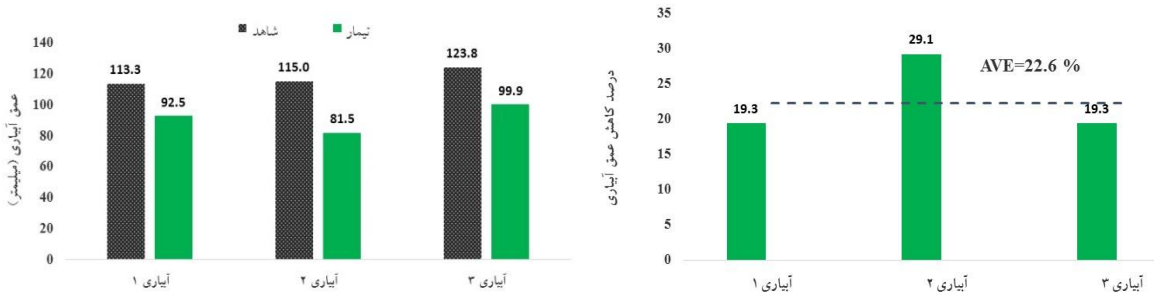
شکل ۶۱- پروفیل شیب کف نوار تیمار و شاهد در مزرعه W_4

با این‌حال، کاهش عرض نوار از حد مرسوم کشاورز می‌توانست باعث تسریع حرکت آب در نوار تیمار گردد. مشخصات مزرعه تیمار و شاهد در مزرعه W_5 در جدول ۶۰ ارائه‌شده است.

جدول ۶۰– مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه W_5

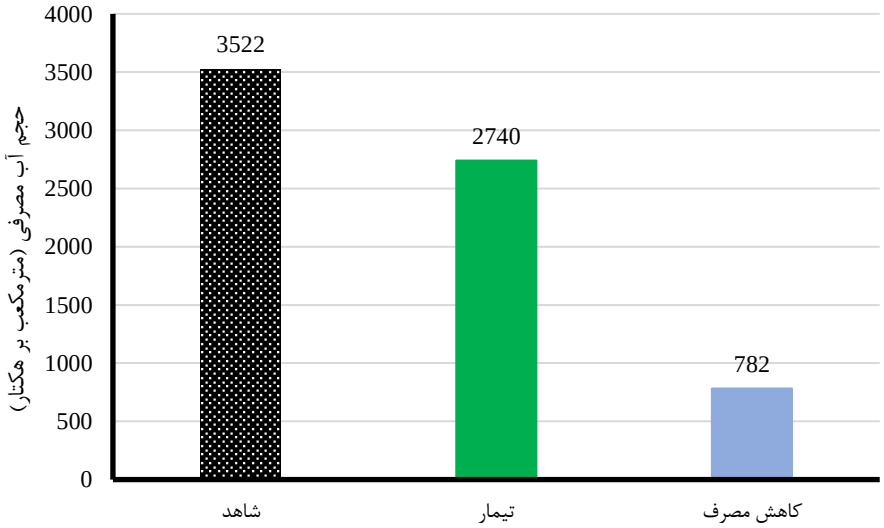
مزرعه W_5	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	نواری	۳/۴×۱۰۶	نسبتاً منظم ۰/۰۰۱۷	بسته
شاهد	نواری	۵/۲×۱۰۶	نسبتاً منظم۰/۰۰۱۶	بسته

مزرعه W_5 طی فصل رشد محصول در سه نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۶۲ می‌باشد. براین اساس متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه W_5طی سه آبیاری این مزرعه، حدود ۲۲/۶ درصد محاسبه شد.



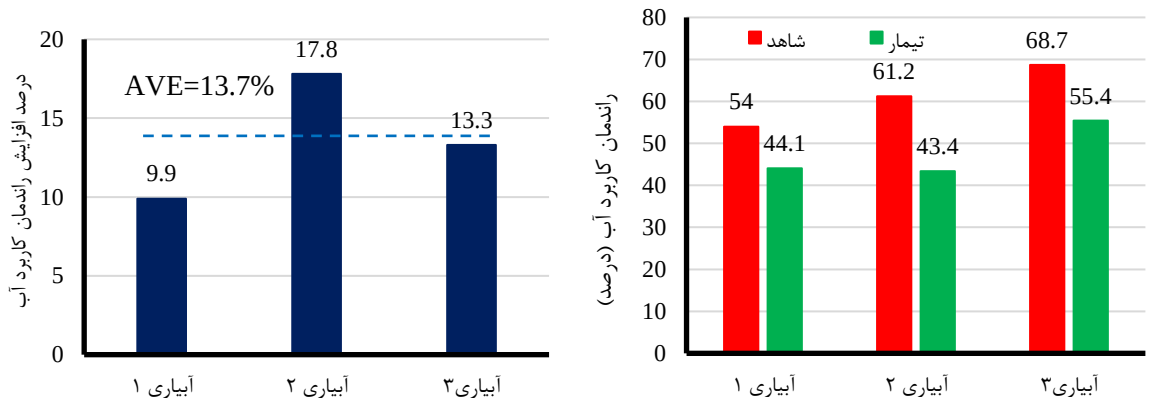
شکل ۶۲- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار و شاهد در مزرعه W_5 طی آبیاری‌های مختلف

به‌این‌ترتیب میزان مصرف آب در تیمار و شاهد در مزرعه W_5 به ترتیب ۲۷۴۰ و ۳۵۲۲ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش مصرف آب در حدود ۲۳ درصدی (حدود ۷۸۲ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۶۳). با توجه به کمبود خاک، عمق‌های آبیاری در تیمار متناسب با کمبود خاک بود ولی تعداد رویداد آبیاری کم بود (۳ آبیاری) که باعث وارد شدن تنش به محصول و کاهش عملکرد شد. البته تحویل آب به مزارع در شبکه آبیاری مهاباد بر اساس سند ملی قدیمی اعمال می‌شود که کمتر از نیاز آبی واقعی می‌باشد.



شکل ۶۳- مقایسه مقادیر حجم آب مصرفی تیمار و شاهد در کل فصل رشد و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) در مزرعه W_5

مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی سه آبیاری پایش شده، در شکل ۶۴ ارائه‌شده است. مطابق این شکل، مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۱۳/۷ درصد به دست آمد.



شکل ۶۴- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب تیمار و شاهد در مزرعه W_5 طی آبیاری‌های مختلف

تحلیل عملکرد تیمار نسبت به شاهد در مزرعه W_5: کاهش عرض نوارها باعث کاهش مصرف آب به میزان ۲۳ درصد نسبت به شاهد گردید. عمق‌های آبیاری در تیمار عبارت است از: ۹۲/۵، ۸۱/۵ و ۹۹/۹ میلی‌متر که متناسب با کمبود رطوبت خاک هستند؛ اما به علت کاهش تعداد آبیاری، عملکرد کاهش یافت. اعمال یک نوبت آبیاری دیگر باعث آبیاری کامل مزرعه در حد پتانسیل می‌شد.

عملکرد محصول و بهره‌وری آب در مزرعه W_5: بر اساس نتایج جدول ۶۵، میزان عملکرد باسکول در مزرعه W_5 حدود ۲۶۰۰ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. بر اساس عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر بهره‌وری آب در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۹۵ و ۰/۷۴ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به‌این‌ترتیب اعمال تیمار و مدیریت آبیاری آن (کاهش عرض) حدود ۰/۲۱ کیلوگرم بر مترمکعب باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد.

جدول ۶۵- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه W_5

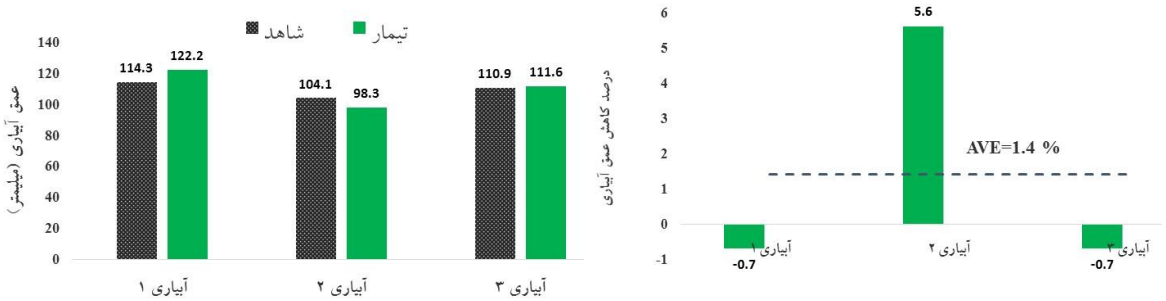
عملکرد باسکول (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۲۶۰۰	۲۶۰۰	۲۶۰۰	۰/۹۵	۰/۷۴

نتایج پایش مزرعه W_6: در این مزرعه نیز همانند W_5 این شرکت، تیمار موردنظر اصلاح عرض نوار آبیاری بر اساس نرم‌افزار بود. مطابق نقشه‌برداری صورت گرفته، شاهد ازنظر شیب طولی و تسطیح بسیار مناسب بود ولی تیمار موردنظر ازنظر شیب، ابتدا و در اوایل مزرعه دارای شیب منفی (سربالایی) بوده و در ادامه شیب آن مثبت می‌گردد. لذا در تیمار دو شرایط متناقض وجود دارد. یکی کاهش عرض نوار که باعث تسریع حرکت آب و افزایش بازده می‌شود. دیگری وجود شیب معکوس در ابتدا که باعث افزایش عمق آبیاری و کاهش راندمان خواهد شد. شرایط پروفیل طولی شیب کف تیمار و شاهد در این مزرعه مطابق شکل زیر می‌باشد. همان‌طور که از شکل مشخص است، شرایط تسطیح بخش شاهد مناسب بوده ولی در تیمار وجود شیب منفی در ابتدا، باعث کاهش راندمان آبیاری سطحی خواهد شد. متوسط شیب طولی تیمار و شاهد نزدیک به هم و به ترتیب برابر ۰/۰۸ و ۰/۱۵ درصد می‌باشد. وجود شیب مناسب‌تر در شاهد باعث افزایش کارایی آبیاری در شاهد خواهد شد. لذا انتظار می‌رود در این مزرعه اختلاف فاحش بین تیمار و شاهد وجود نداشته باشد. بااین‌حال اگر کاهش عرض در شاهد انجام می‌گردید و به‌عنوان تیمار تلقی می‌شد، عملکرد مناسب و فاحشی در تیمار می‌توانست اتفاق بیفتد. متأسفانه نقشه‌برداری بعد از عملیات اجرایی انجام شد و دیگر امکان تغییر وجود نداشت. مشخصات مزرعه تیمار و شاهد در مزرعه W_6 در جدول ۶۶ ارائه‌شده است.

جدول ۶۶– مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه W_6

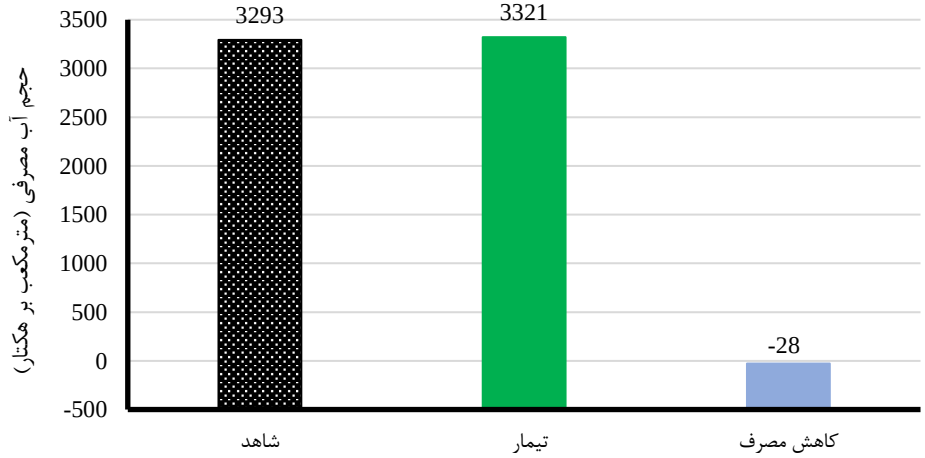
مزرعه W_6	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	نواری	۲/۸×۱۰۶	نامنظم ۰/۰۰۰۸	بسته
شاهد	نواری	۴/۲×۱۰۶	سبتا منظم۰/۰۰۱۵	بسته

مزرعه W_6 طی فصل رشد محصول در سه نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۶۵ می‌باشد. براین اساس متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه W_6طی سه آبیاری این مزرعه، حدود ۱/۴ درصد محاسبه شد. مطابق شکل زیر، شرایط و نتایج تیمار مشابه شاهد می‌باشد و اعمال تیمار (کاهش عرض نوار) نتوانسته است بر کاهش مصرف آب تأثیر مثبت بگذارد؛ زیرا وجود شیب منفی و تسطیح نامناسب تیمار، باعث افزایش عمق آبیاری و کاهش راندمان گردیده است.



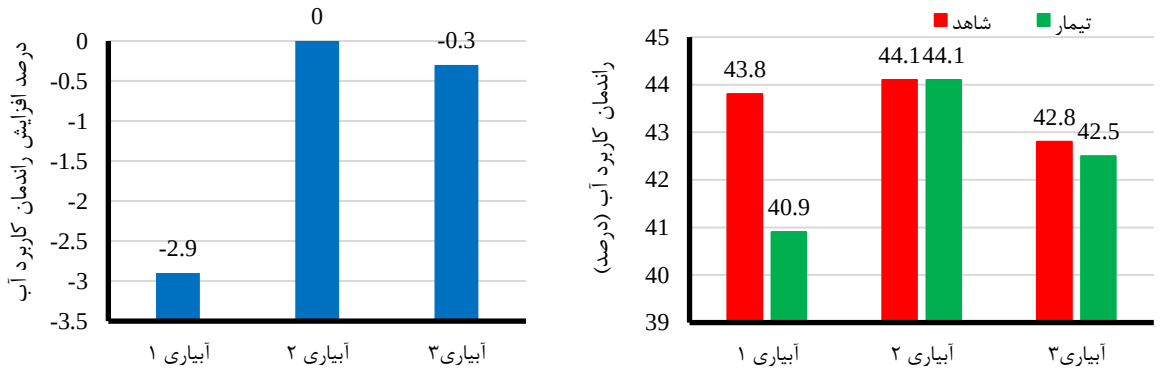
شکل ۶۵- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار و شاهد در مزرعه W_6 طی آبیاری‌های مختلف

به‌این‌ترتیب میزان مصرف آب در تیمار و شاهد در مزرعه W_6 به ترتیب ۳۳۲۱ و ۳۲۹۳ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان می‌دهد تیمار نسبت به شاهد کاهشی نداشته است (شکل ۶۶). با توجه به کمبود خاک، عمق‌های آبیاری در تیمار و شاهد متناسب با کمبود خاک نبود. مطابق محاسبات نیاز آبی زمان واقعی حدود ۴۵۰۰ مترمکعب بر هکتار می‌باشد. لذا کاهش آبیاری باعث وارد شدن تنش به محصول و کاهش عملکرد شد. همچنانکه در بخش‌های قبلی نیز عنوان شد، تحویل آب به مزارع در شبکه آبیاری مهاباد بر اساس سند ملی قدیمی اعمال می‌شود که کمتر از نیاز آبی واقعی می‌باشد.



شکل ۶۶- مقایسه مقادیر حجم آب مصرفی تیمار و شاهد در کل فصل رشد و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) در مزرعه W_6

مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی سه آبیاری پایش شده، در شکل ۶۷ ارائه‌شده است. مطابق این شکل، مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، ناچیز بوده و حتی در آبیاری اول شرایط شاهد بهتر است.



شکل ۶۷- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب تیمار و شاهد در مزرعه W_6 طی آبیاری‌های مختلف

عملکرد محصول و بهره‌وری آب در مزرعه W_6: مطابق نتایج جدول ۶۷، به علت اینکه در تیمار دو اثر متفاوت و متناقض نسبت به شاهد وجود دارد، از این‌رو کاهش عمق آبیاری در تیمار نسبت به شاهد مشاهده نگردید. بر اساس نتایج، میزان عملکرد باسکول در مزرعه W_6 حدود ۴۴۰۰ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. بر اساس عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر بهره‌وری آب در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۱/۳۲ و ۱/۳۴ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به‌این‌ترتیب نتایج بهره‌وری آب در هر دو بخش تقریباً مشابه می‌باشد.

جدول ۶۷- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه W_6

عملکرد باسکول (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۴۴۰۰	*	*	۱/۳۲	۱/۳۴

* عملکرد به روش کلگیری موردراندازه‌گیری قرار نگرفته است.

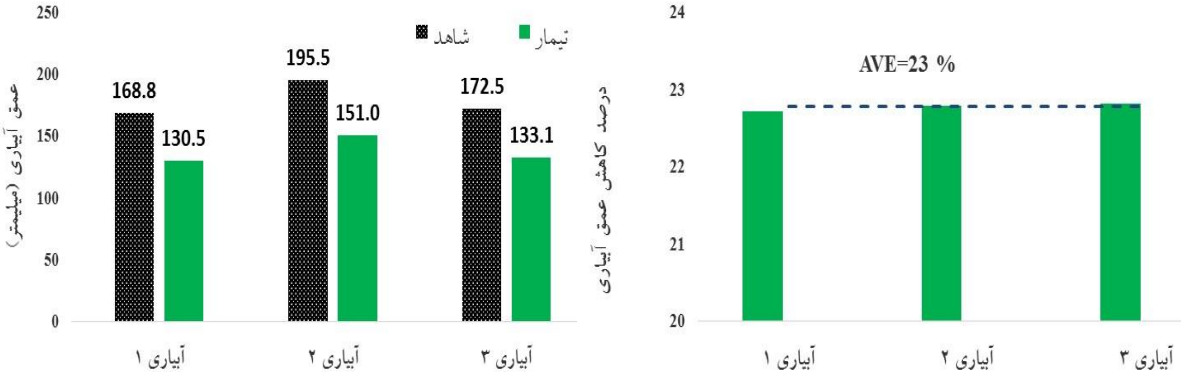
نتایج پایش مزرعه W_7: در این مزرعه تیمار موردنظر اصلاح عرض نوار آبیاری بر اساس نرم‌افزار بوده و تیمار و شاهد ازنظر شرایط تسطیح، هر دو مناسب بودند. همان‌طور که از شکل مشخص است، شرایط تسطیح این مزرعه مناسب بوده و حتی شیب طولی شاهد و تیمار دقیقاً برابر و معادل ۰/۱۶ درصد می‌باشد. به‌این‌ترتیب تفاوت تیمار با شاهد فقط در عرض نوار بوده است. مشخصات مزرعه تیمار و شاهد در مزرعه W_5 در جدول ۶۸ ارائه‌شده است.

جدول ۶۸– مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه W_7

مزرعه W_7	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	نواری	۹۲×۳/۰	منظم ۰/۰۰۱۶	بسته

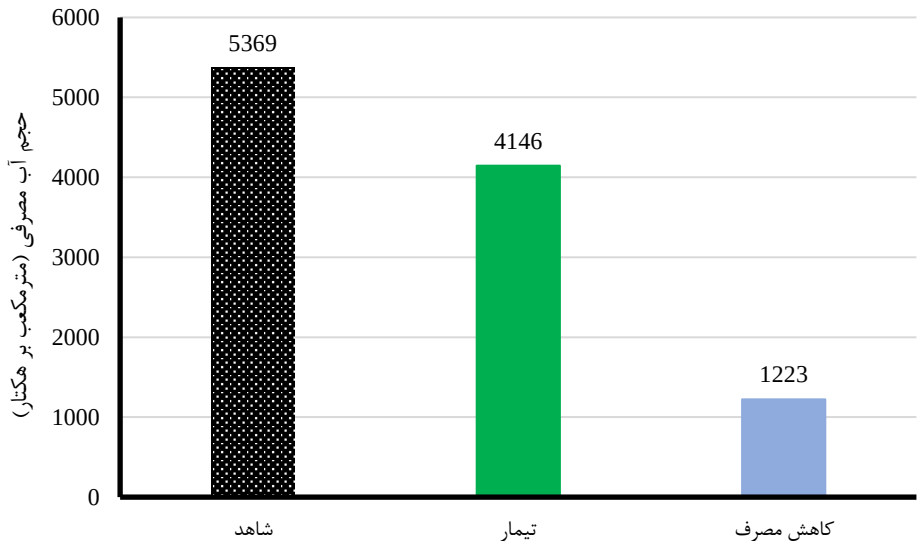
شاهد	نواری	۹۲×۶/۰	منظم۰/۰۰۱۶	بسته

مزرعه W_7 طی فصل رشد محصول در سه نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۶۸ می‌باشد. براین اساس متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه W_7طی سه آبیاری این مزرعه، حدود ۲۳/۰ درصد محاسبه شد.



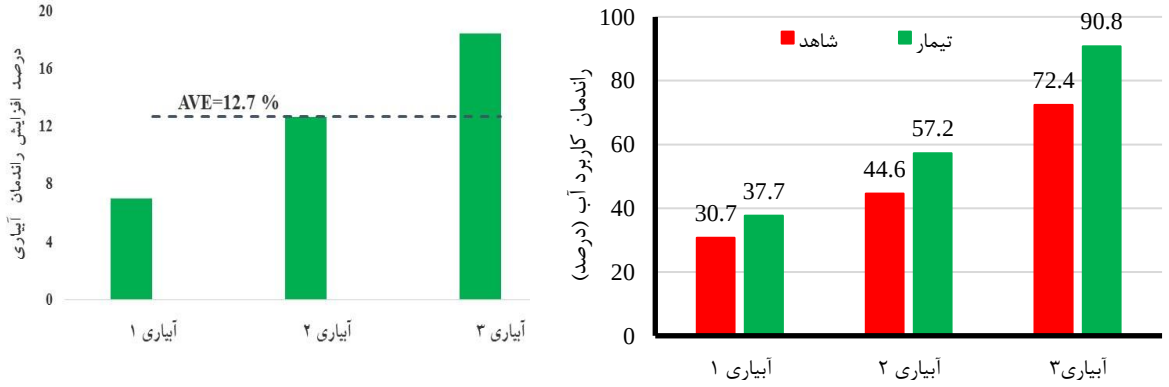
شکل ۶۸- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار و شاهد در مزرعه W_7 طی آبیاری‌های مختلف

مطابق شکل فوق، مقدار صرفه‌جویی در هر سه آبیاری برابر ۲۳ درصد است که نشان‌دهنده دقت کارشناس آبیار این شرکت می‌باشد. به‌این‌ترتیب میزان مصرف آب در تیمار و شاهد در مزرعه W_7 به ترتیب ۴۱۴۶ و ۵۳۶۹ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش مصرف آب در حدود ۲۳ درصدی (حدود ۱۲۲۳ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۶۹). با اینکه کل آب مصرفی بیش از مقدار نیاز خالص است ولی تمام این آب به مصرف گیاه نمی‌رسد؛ زیرا عمق آبیاری بیش از ظرفیت نگهداری خاک بوده و به‌صورت نفوذ عمقی تلف گردید که پایین بودن راندمان نیز آن را نشان می‌دهد. بهترین شرایط آبیاری تقسیط حجم آبیاری انجام‌شده به ۵ آبیاری می‌باشد که نفوذ عمقی به حداقل برسد.



شکل ۶۹- مقایسه مقادیر حجم آب مصرفی تیمار و شاهد در کل فصل رشد و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) در مزرعه W_7

مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی سه آبیاری پایش شده، در شکل ۷۰ ارائه‌شده است. مطابق این شکل، مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۱۲/۷ درصد به دست آمد. درواقع تنها دلیل افزایش راندمان، آبیاری کمتر و درنتیجه نفوذ عمقی کمتر است. در هر دو حالت تیمار و شاهد، مقدار ظرفیت نگهداشت خاک، کمتر از عمق آبیاری است.



شکل ۷۰- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب تیمار و شاهد در مزرعه W_7 طی آبیاری‌های مختلف

عملکرد محصول و بهره‌وری آب در مزرعه W_7: چون در این مزرعه شرایط تیمار و شاهد ازنظر تسطیح دقیقا مشابه بود، کاهش عرض نوارها باعث کاهش مصرف آب به میزان ۱۲/۷ درصد نسبت به شاهد گردید. عمق‌های آبیاری در شاهد عبارت است از: ۱۶۸/۵، ۱۹۵/۵ و ۱۷۲/۵ میلی‌متر که بیشتر از کمبود رطوبت خاک (SMD) یا ظرفیت نگهداری خاک می‌باشند. عمق‌های آبیاری در تیمار عبارت است از: ۱۳۰/۵، ۱۵۱/۰ و ۱۳۳/۱ میلی‌متر که این مقادیر نیز بیشتر از کمبود رطوبت خاک (SMD) یا ظرفیت نگهداری خاک می‌باشند. ولی به علت مصرف کمتر آب، نفوذ عمقی کمتر بوده و درنتیجه راندمان بیشتر از شاهد بود.

بر اساس نتایج جدول ۶۹، میزان عملکرد باسکول در مزرعه W_7 حدود ۲۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. بر اساس عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر بهره‌وری آب در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۵۵ و ۰/۴۳ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به‌این‌ترتیب اعمال تیمار و مدیریت آبیاری آن (کاهش عرض) حدود ۰/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد.

جدول ۶۹- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه W_7

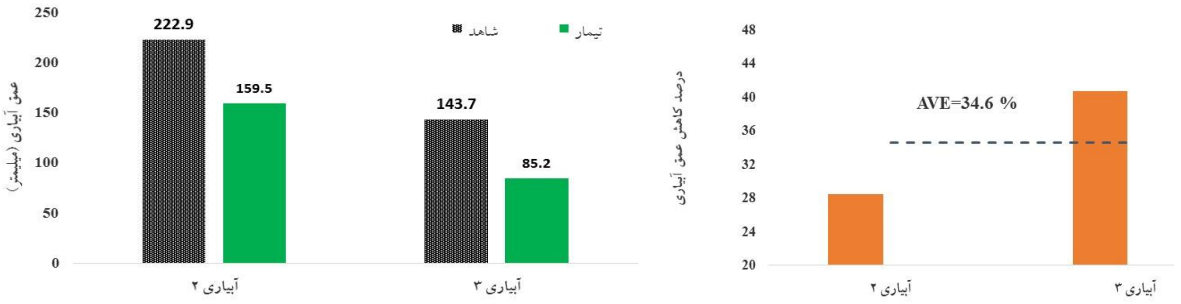
عملکرد باسکول (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۲۶۰۰	۲۶۰۰	۲۶۰۰	۰/۵۵	۰/۴۳

نتایج پایش مزرعه W_8: در این مزرعه آبیاری اول مورد پایش قرار نگرفت. در این مزرعه عرض تمام نوارها یکسان و برابر ۸ متر بود. با توجه به گذشت زمان از کشت، جهت انتخاب تیمار نقشه‌برداری گردید و نوار با تسطیح بهتر و مناسب به‌عنوان تیمار انتخاب شد. همان‌طور که از شکل مشخص است، شرایط تسطیح تیمار مناسب بوده و شیب طولی شاهد و تیمار برابر ۰/۲ و ۰/۵ درصد می‌باشند. به‌این‌ترتیب تفاوت تیمار با شاهد فقط در مقدار شیب کف نوار بوده است. مشخصات مزرعه تیمار و شاهد در مزرعه W_8 در جدول ۷۰ ارائه‌شده است.

جدول ۷۰–مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه W_8

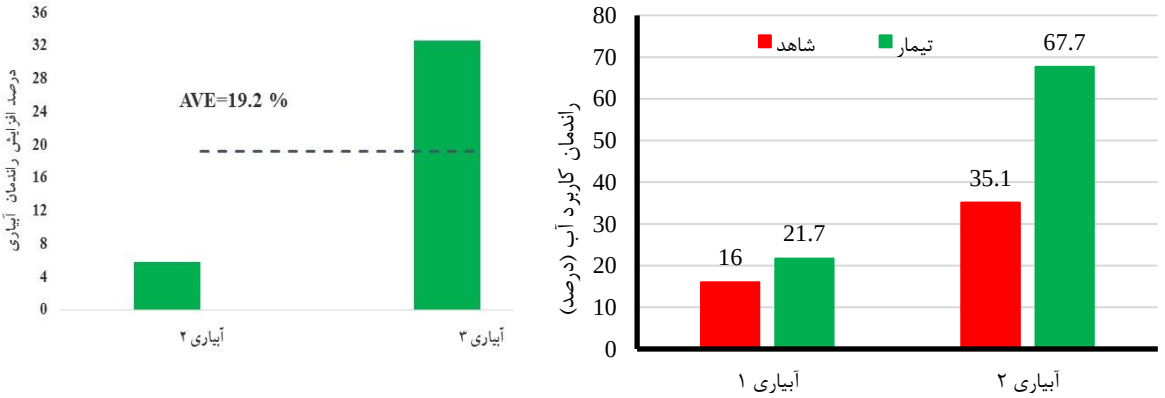
مزرعه W_8	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	نواری	۸/۰×۷۲	منظم ۰/۰۰۵	بسته
شاهد	نواری	۸/۰×۸۳	منظم۰/۰۰۱۸	بسته

مزرعه W_8 طی فصل رشد محصول در سه نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی دو دوره و میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۷۱ می‌باشد. براین اساس متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه W_8طی دو آبیاری این مزرعه، حدود ۳۴/۶ درصد محاسبه شد.



شکل ۷۱- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار و شاهد در مزرعه W_7 طی آبیاری‌های مختلف

مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی دو آبیاری پایش شده، در شکل ۷۲ ارائه‌شده است. مطابق این شکل، مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۱۹/۲ درصد به دست آمد.



شکل ۷۲- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب تیمار و شاهد در مزرعه W_8 طی آبیاری‌های مختلف

عملکرد محصول و بهره‌وری آب در مزرعه W_8: بر اساس نتایج جدول ۷۱، میزان عملکرد باسکول در مزرعه W_8 حدود ۷۵۰۰ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. به علت عدم اندازه‌گیری آبیاری اول، بهره‌وری آب قابل محاسبه نبود.

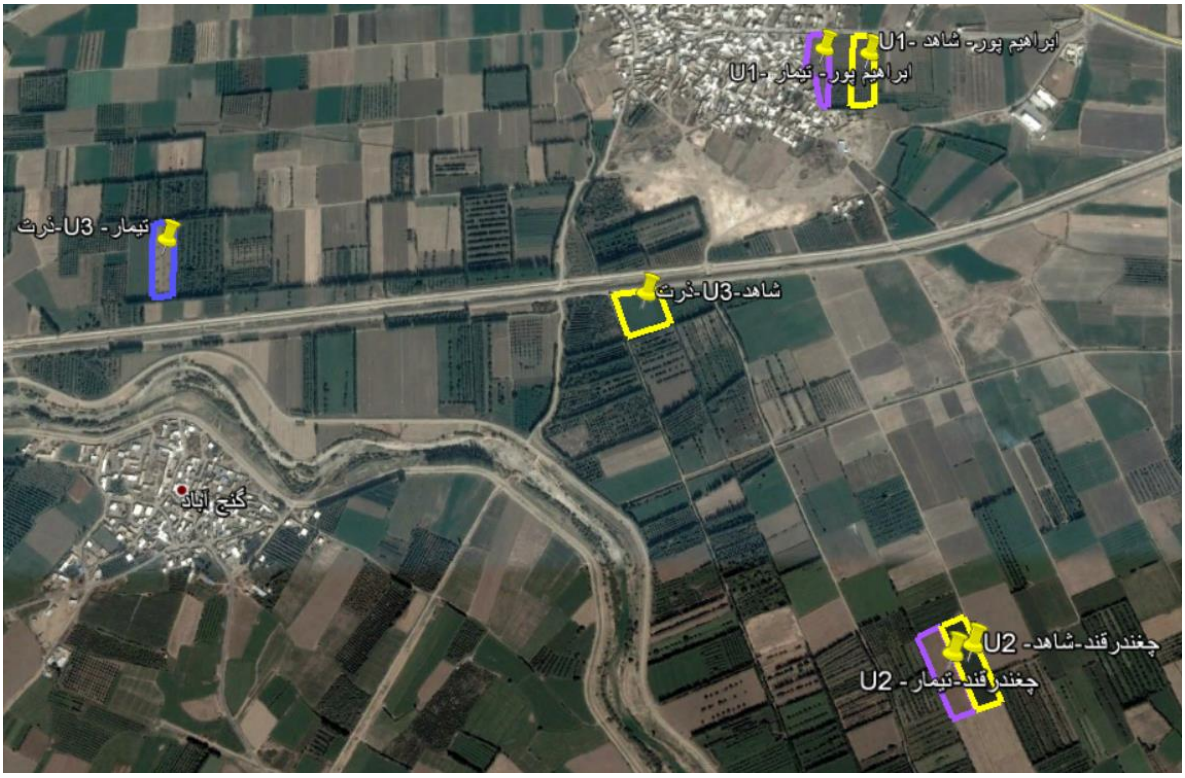
جدول ۷۱- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه W_8

عملکرد باسکول (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۷۵۰۰	۸۰۰۰	۸۱۰۰	*	*

۴-۴- نتایج پایش در مزارع بهاره اصلی

سه کشت شامل باغ U_1 (فرهنگ ابراهیم پور)، مزرعه چغندر U_2 (جلالی) و مزرعه ذرت دانه‌ای U_3 (جلالی) برای پایش اصلی توسط دانشگاه انتخاب گردید که پراکنش آنها در منطقه کوگ‌تپه مطابق شکل ۷۳ می‌باشد.

همچنین مساحت، نوع تیمار این سه مزرعه در جدول ۷۲ ارائه‌شده است. تشریح نتایج پایش آبیاری این مزارع در ادامه ارائه می‌گردد.



شکل ۷۳- پراکنش مزارع تحت پایش اصلی توسط دانشگاه در کشت بهاره

جدول ۷۲- مساحت، نوع تیمار سه مزرعه در کشت بهاره در پایش اصلی

مزرعه پایش اصلی	نوع محصول	مساحت (هکتار)	تیمار
U_1	باغ سیب ۷ ساله	۱	روش آبیاری حلقوی
U_2	چغندرقند (رقم دوروتی فرانسه)	۱+۱	آرایش کشت ۴۰×۶۰ تغییر روش آبیاری از نواری به جویچه ای
U_3	ذرت دانه‌ای رقم سینکل کراس ۶۴۰	۱+۱	تسطیح دقیق و یکنواخت

نتایج پایش باغ U_1: در منطقه میاندوآب در داخل باغات، معمولاً یونجه کشت می‌گردد که معمولاً به علت زیر سایه بودن اقتصادی نیست؛ اما به خاطر اینکه کشاورزان ازنظر مالی ضعیف هستند، این کشت را انجام می‌دهند. یونجه که به روش نواری آبیاری می‌گردد، باعث مصرف قابل‌ملاحظه در آب می‌شود. اگر این امکان وجود داشته باشد که یونجه پای درختان حذف گردد، آنگاه امکان تغییر روش آبیاری از نواری به روش حلقوی (مشابه جویچه‌ای

اما با تعریض جویچه در نزدیکی بوته) وجود دارد. یکی از موارد مهم در ایجاد حلقه‌ها در اطراف درخت، سطح سایه‌انداز درخت است که بهتر است حلقه تا سطح سایه‌انداز گسترش داشته باشد تا ریشه درختان به‌صورت کامل تحت آبیاری قرار بگیرند.

در این باغ آبیاری اول (خاک آب) در تاریخ ۱۳۹۶/۲/۲۰ انجام شد و کلیه پارامترها جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. مشخصات شاهد و تیمار به‌صورت جدول ۷۳ می‌باشد. همان‌طور که عنوان شد، تیمار موردنظر تغییر روش آبیاری به روش اصطلاحاً حلقوی بود که با ۳ تکرار آزمایشات انجام شد. قطر حلقه‌ها حدود ۲/۵ متر بوده که با توجه به سطح سایه‌انداز انتخاب شد.

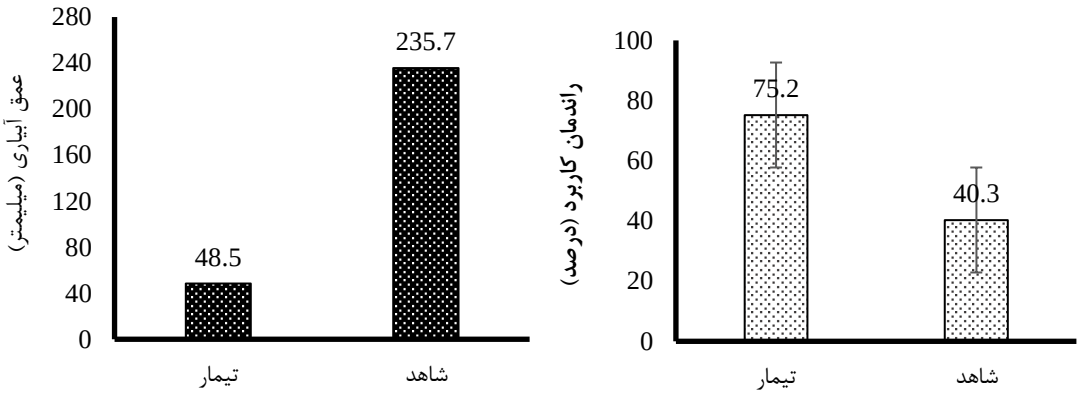
جدول ۷۳– مشخصات تیمار و شاهد در باغ U_1

باغ U_1	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
متوسط تیمار	حلقوی	۶/۰×۹۷	منظم ۰/۰۰۰۵	بسته
شاهد	نواری	۶/۰×۱۰۰	منظم۰/۰۰۰۵	بسته

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری اول باغ U_1 در جدول ۷۴ ارائه گردیده است. جهت محاسبه راندمان کاربرد آب، با مشورت کشاورز و با توجه به سن درختان، عمق ریشه حدود ۷۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. مطابق جدول ۷۴، تغییر روش آبیاری باعث کاهش محسوس در مصرف آب گردیده است و حدود ۱۸۷ میلی‌متر (۱۸۷۰ مترمکعب در هکتار)، کاهش مصرف آب در آبیاری اول اتفاق افتاده است که این مقدار کاهش مصرف معادل ۸۰ درصد می‌باشد. عمق آبیاری ۴۸/۵ میلی‌متر درواقع متوسط عمق آبیاری در مزرعه است (به عبارت دیگر حجم آبیاری تقسیم بر مساحت مزرعه). درحالی‌که برخی از مناطق مزرعه (بین ردیف‌های کشت) خشک باقیمانده و آبیاری نمی‌شود و درجاهایی که تحت آبیاری قرار می‌گیرد، عمق نفوذ قطعاً بیشتر از ۴۸/۵ میلی‌متر خواهد بود. به‌عنوان مثال اگر ۵۰ درصد سطح باغ، تحت آبیاری قرار بگیرد و زمین خیس گردد، عمق نفوذ برای عمق متوسط ۴۸/۵ میلی‌متر، حدود ۹۷ میلی‌متر (دو برابر) خواهد بود. نقطه‌ای که لازم است مورد توجه قرار بگیرد این است که در محاسبه عمق آبیاری مزرعه، عدد ۴۸/۵ میلی‌متر ملاک بوده و در محاسبه راندمان، عمق نفوذ آب (عدد ۹۷ میلی‌متر) ملاک عمل می‌باشد. در این باغ سطح خیس شده به سطح خشک مزرعه حدود ۴۰ درصد به ۶۰ درصد (طبق نظر کارشناسی و مشورت کشاورز) فرض شد که مبنای محاسبه راندمان کاربرد قرار گرفت (شکل ۷۴).

جدول ۷۴– مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان باغ U_1 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول (خاک آب)

خاک آب باغ U_1	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری (t_{co}) (دقیقه)	عمق آبیاری (I_g) (میلی‌متر)	نیاز خالص آبیاری (I_n) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۱۱/۷۷	۴۰	۴۸/۵	۶۱/۳۲	۷۵/۲
شاهد	۱۳/۰۹	۱۸۰	۲۳۵/۵	۶۴/۸	۳۲/۱

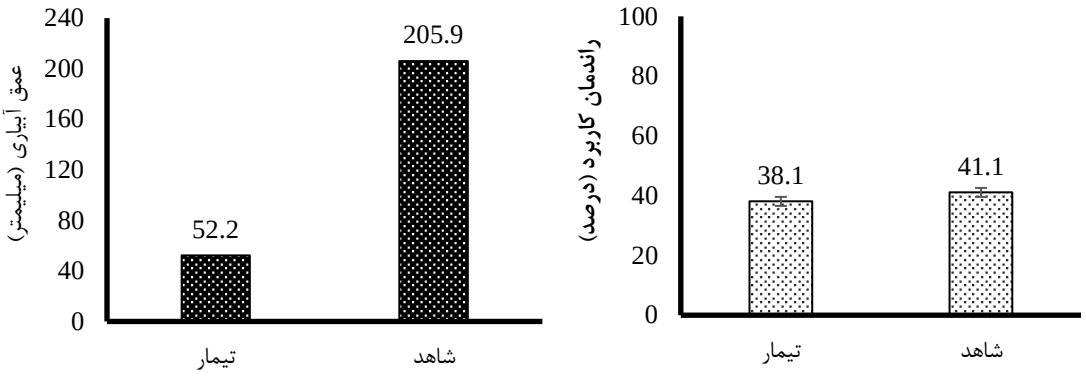


شکل ۷۴- مقایسه گرافیکی بازده کاربرد آب و عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در مزرعه U1 در آبیاری اول (خاکاب)

آبیاری دوم باغ U1 در تاریخ ۱۳۹۶/۳/۲ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز و راندمان کاربرد آبیاری دوم باغ U1 در جدول ۷۵ ارائه گردیده است. مطابق نتایج عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۵۲/۲ و ۲۰۶ میلی‌متر اندازه‌گیری شد که در این آبیاری نیز مقدار کاهش مصرف حدود ۷۵ درصد می‌باشد. مقادیر راندمان کاربرد آب در تیمار و شاهد به ترتیب ۴۱/۱ و ۳۸/۱ درصد محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش راندمان به میزان ۳ درصد در این آبیاری بود (شکل ۷۵).

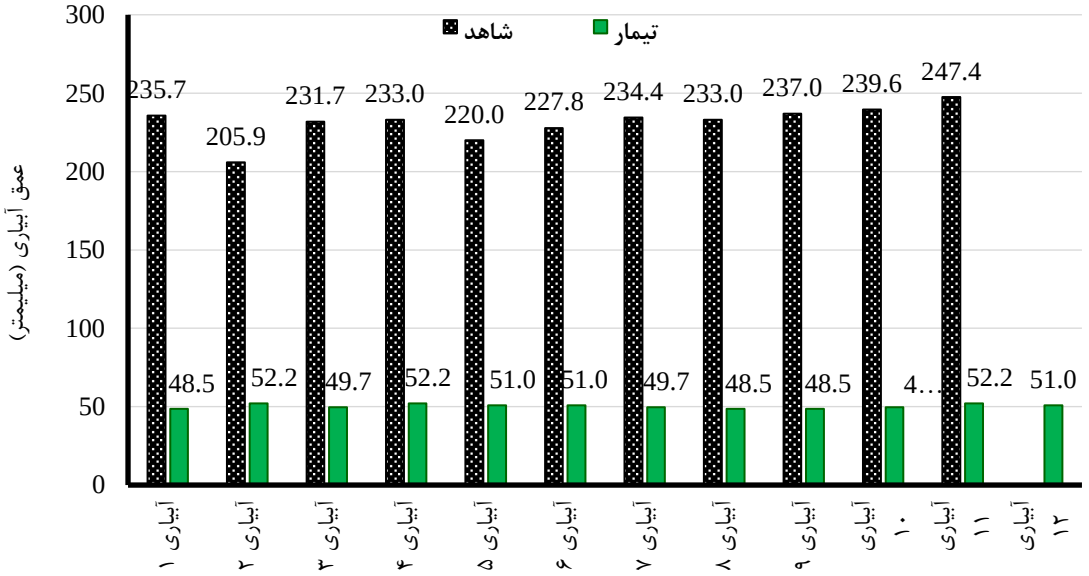
جدول ۷۵– مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان باغ U1 در تیمارها و شاهد در آبیاری دوم

آبیاری دوم باغ U_1	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری (t_{co}) (دقیقه)	عمق آبیاری (I_g) (میلی‌متر)	نیاز خالص آبیاری (I_n) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۱۱/۷۷	۴۳	۵۲/۲	۴۹/۶۷	۳۸/۱
شاهد	۱۱/۷۷	۱۷۵	۲۰۶	۸۴/۶	۴۱/۱



شکل ۷۵-مقایسه گرافیکی بازده کاربرد آب و عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در باغ U_1 در آبیاری دوم

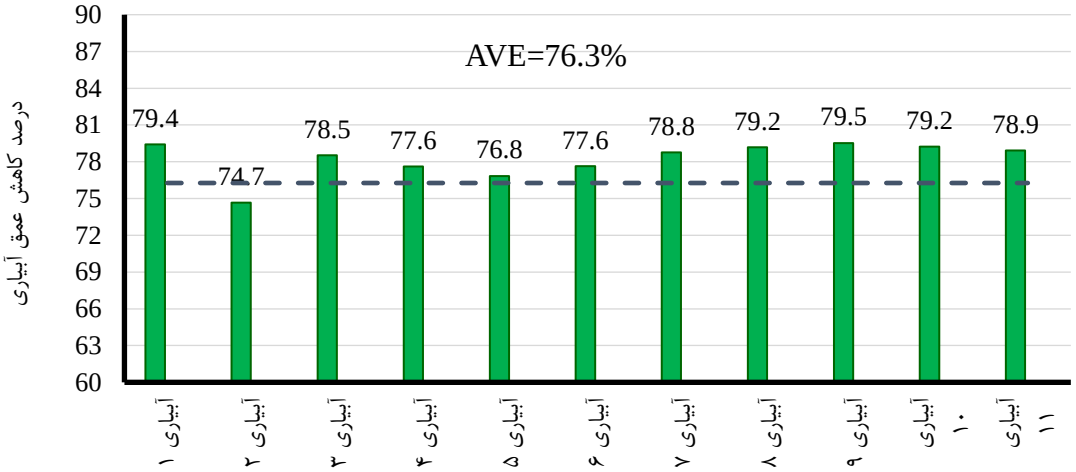
تیمار باغ U_1 در ۱۱ نوبت و بخش شاهد در ۱۲ نوبت آبیاری گردید که تمام این آبیاری‌ها موردراندازه‌گیری و پایش قرار گرفت. خلاصه نتایج عمق آبیاری تمام آبیاری‌ها بخش تیمار و شاهد باغ موردنظر مطابق شکل ۷۶ ارائه‌شده است. همان‌گونه که از شکل ۶۱ مشخص است، عمق آبیاری در بخش شاهد مزارع بسیار قابل توجه بوده است. البته بایستی به این نکته هم توجه کرد که مصرف در مزرعه شاهد هم مربوط به درختان است و هم مربوط به محصول یونجه ولی در بخش تیمار، مصرف آب فقط مربوط به درختان می‌باشد.



شکل ۷۶-مقادیر عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در باغ U_1 در تمام آبیاری‌های انجام‌شده

مطابق شکل ۷۷، مجموع عمق آبیاری طی ۱۲ نوبت آبیاری شاهد حدود ۲۵۴۵ میلی‌متر و ۱۱ نوبت آبیاری تیمار حدود ۶۰۴ میلی‌متر به دست آمد. مطابق این نتایج کاهش مصرف آب در تیمار حدود ۷۶ درصد نسبت به شاهد می‌باشد. به‌این‌ترتیب اگر کشاورزان تمایل به حذف یونجه زیر درختان شوند، کاهش مصرف آب بسیار

قابل‌ملاحظه خواهد بود. همچنین متوسط کاهش عمق آبیاری تیمار نسبت به شاهد طی آبیاری‌های مختلف مطابق شکل ۶۲ می‌باشد. بر اساس شکل ۷۷، طی ۱۱ آبیاری مقادیر حداقل و حداکثر کاهش عمق آبیاری تیمار نسبت به شاهد به ترتیب ۷۴/۷ و ۷۹/۵ درصد و متوسط کاهش عمق آبیاری ۷۶/۳ درصد محاسبه شد. مطابق سند ملی آب کشور، نیاز آبیاری سیب در میاندوآب برابر ۵۹۱ میلی‌متر برآورد شده است.



شکل ۷۷- مقادیر کاهش عمق آب کاربردی تیمار نسبت به شاهد در باغ U_1 (برحسب درصد)

عملکرد محصول و بهره‌وری آب در باغ U_1: بر اساس نتایج (جدول ۷۶)، میزان عملکرد تیمار و شاهد در باغ U_1 ۷ تن بر هکتار به دست آمد. بر اساس اظهارنظر کشاورز، تفاوتی ازنظر عملکرد بین تیمار و شاهد در این باغ وجود نداشت. باغ U_1 ازنظر سن حدود ۸-۱۰ سال بوده و ازنظر فیزیولوژیکی گیاه، هنوز به باردهی کامل نرسیده است. مطابق سند ملی آب کشور، نیاز خالص سیب در میاندوآب حدود ۵۹۱ میلی‌متر بوده و اظهار نظر کشاورز مبنی بر عدم کاهش عملکرد تیمار، می‌تواند مورد تایید باشد. علاوه براین مقدار عمق آبیاری تیمار (۶۰۴ میلی‌متر)، متوسط عمق آبیاری در مزرعه است. درحالی‌که بخشی از مزرعه در این روش آبیاری به‌صورت خشک باقیمانده و عمق آبیاری در بخش خیس شده، از مقدار ۶۰۴ میلی‌متر بیشتر خواهد شد. لذا با قطعیت می‌توان عنوان کرد که درختان دچار کم آبیاری نشده‌اند.

جدول ۷۶- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ U_1

عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۷/۰	۷/۰	۱/۱۶	۰/۲۸

نتایج پایش باغ U_2: همان‌طور که قبل ذکر گردید، این مزرعه تحت کشت چغندرقند بوده و تیمار به‌صورت تغییر آرایش کشت (دو ردیف بر روی یک پشته) یا اصطلاح آرایش ۴۰×۶۰ بوده است. مطالعات گسترده حاکی از عملکرد خوب این روش هم ازنظر صرفه‌جویی آب و هم ازنظر عملکرد محصول بود. شاهد و تیمار این مزرعه در مجاورت همدیگر قرار داشته که در شکل ۷۸ ارائه‌شده است که مساحت هریک حدود ۱ هکتار می‌باشد.

در این مزرعه آبیاری اول (خاک آب) شاهد در تاریخ ۱۳۹۶/۲/۱ و تیمار در ۹۶/۲/۳ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. مشخصات شاهد و تیمار به‌صورت جدول ۷۷ می‌باشد. همان‌طور که عنوان شد، تیمار موردنظر تغییر روش آبیاری به روش جویچه‌ای همراه با تغییر الگوی کشت بود. بهبود عملکرد تا آبیاری شماره ۱۰ در تیمار قابل توجه نبود و نتایج رضایت‌بخشی حاصل نشد. در این زمان اقدام به بازنگری شرایط تیمار شد و متوجه گردید که بخش انتخابی جهت پایش و اندازه‌گیری آب، ازنظر تسطیح شرایط خوبی نداشته است. با نقشه‌برداری دوباره از مزرعه، برای دو آبیاری آخر (آبیاری شماره ۱۱ و ۱۲)، تیمار اندازه‌گیری تغییر یافت تا در شرایط مشابه با شاهد مورد قیاس قرار گیرند. شیب طولی شاهد منظم بوده ولی شیب طولی تیمار (تا آبیاری ۱۰) نامنظم و غیریکنواخت بوده اما برای آبیاری شماره ۱۱ و ۱۲، اصلاح گردید تا در شرایط یکسان نسبت به شاهد قرار داشته باشند (جدول ۷۷).

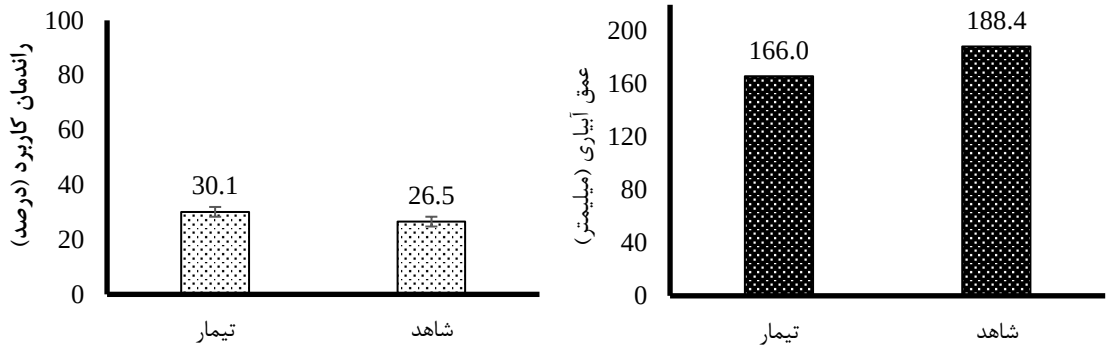
جدول ۷۷– مشخصات تیمار و شاهد در مزرعه U_2

مزرعه U_2	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی	شرایط انتها
تیمار (آبیاری ۱۰)	جویچه‌ای	۱۹۵×۱/۰	نامنظم	بسته
تیمار (آبیاری ۱۱ و ۱۲)	جویچه‌ای	۱۹۵×۱/۰	منظم	بسته
شاهد	نواری	۱۹۵× ۶/۵	منظم	بسته

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه U_2 در جدول ۷۸ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۷۸، تغییر روش آبیاری باعث کاهش مصرف آب در آبیاری اول گردیده است. متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد در آبیاری اول به ترتیب ۱۶۶ و ۱۸۸/۴ میلی‌متر محاسبه شد که ۱۱/۸ درصد کاهش مصرف آب در این آبیاری وجود دارد. مقایسه گرافیکی بازده کاربرد آب و عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در مزرعه U2 در شکل ۷۸ ارائه‌شده است.

جدول ۷۸– مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه U_2 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول (خاک آب)

خاک آب مزرعه U_2	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری (t_{co}) (دقیقه)	عمق آبیاری (I_g) (میلی‌متر)	نیاز خالص آبیاری (I_n) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۲/۱	۲۵۷	۱۶۶/۰	۵۰	۳۰/۱
شاهد	۱۷/۶۹	۲۲۵	۱۸۸/۴	۵۰	۲۶/۵

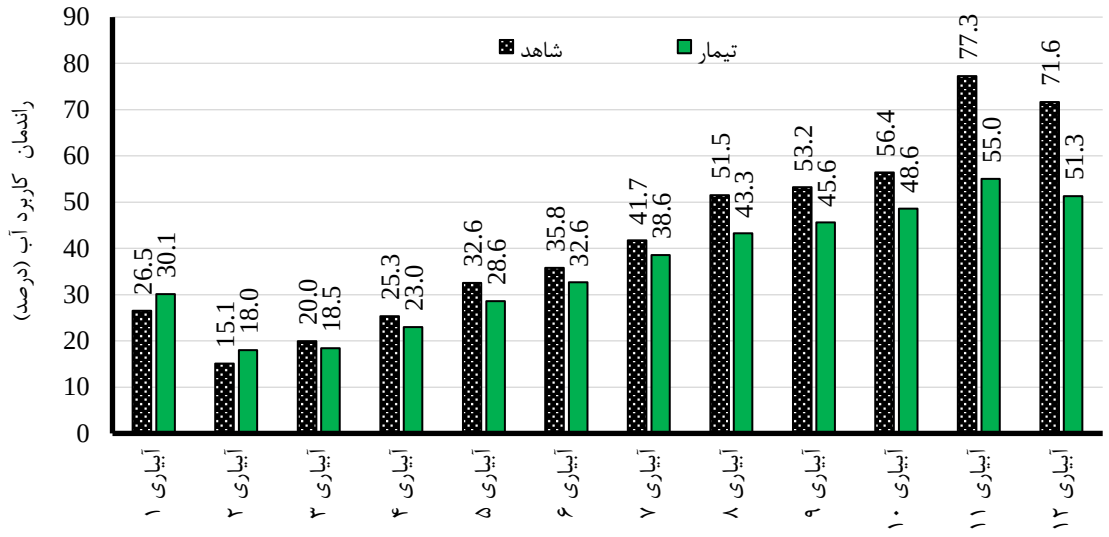


شکل ۷۸- مقایسه گرافیکی بازده کاربرد آب و عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در مزرعه U_2 در آبیاری اول (خاکاب)

تیمار و شاهد مزرعه U_2 در ۱۲ نوبت آبیاری گردید که تمام این آبیاری‌ها موردانداز‌ه‌گیری و پایش قرار گرفت. تا آبیاری شماره ۱۰ تیمار نسبت به بخش شاهد صرفه‌جویی آب معنی‌داری نداشته لذا برای آبیاری شماره ۱۱ و ۱۲ (همان‌طور که قبلاً تشریح شد) اصلاح گردید. عمق آبیاری تیمار تا آبیاری شماره ۱۰ در مقایسه با شاهد کاهش نداشته و حتی در بیشتر موارد عمق آبیاری بخش شاهد کمتر بوده است؛ اما در آبیاری شماره ۱۱ و ۱۲ (با تغییر شرایط جویچه شاهد)، شاهد صرفه‌جویی قابل‌ملاحظه در تیمار بودیم.

در آبیاری شماره ۱۱، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۹۹/۷ و ۱۴۲/۵ میلی‌متر محاسبه شد که ۳۰/۱ درصد کاهش مصرف آب در این آبیاری وجود دارد. همچنین در آبیاری شماره ۱۲، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۱۰۷/۹ و ۱۵۰/۲ میلی‌متر محاسبه شد که ۲۸/۲ درصد کاهش مصرف آب در آبیاری شماره ۱۲ وجود دارد. متوسط صرفه‌جویی آب در تیمار (فقط با احتساب آبیاری ۱۱ و ۱۲) حدود ۲۹ درصد می‌باشد که این نتایج با نتایج تحقیقات انجام‌گرفته بر روی سیستم کشت ۴۰×۶۰ همخوانی دارد.

مجموع عمق آبیاری طی ۱۲ نوبت آبیاری شاهد حدود ۱۷۳۴ میلی‌متر و ۱۲ نوبت آبیاری تیمار حدود ۱۷۸۱ میلی‌متر به دست آمد. نتایج راندمان کاربرد آبیاری‌های مختلف در مزرعه U_2 نیز در شکل ۷۹ ارائه‌شده است. با اینکه عمق آبیاری شاهد تا آبیاری شماره ۱۰ نسبت با تیمار کمتر است، ولی به خاطر تغییر روش آبیاری تیمار، کمبود رطوبت خاک (SMD) در تیمار بیشتر از شاهد بوده و باعث گردیده است راندمان کاربرد تیمار همواره بزرگتر از شاهد می‌باشد. این افزایش راندمان تیمار نسبت به شاهد، در آبیاری شماره ۱۱ و ۱۲ قابل‌ملاحظه‌تر هم بوده است. متوسط افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد در دو آبیاری آخر، حدود ۲۱/۳ درصد حاصل شد.



شکل ۷۹-مقادیر راندمان کاربرد آب شاهد و تیمار در مزرعه U_2 در تمام آبیاری‌های انجام‌شده

عملکرد محصول و بهره‌وری آب در مزرعه U_2: بر اساس نتایج (جدول ۷۹)، میزان عملکرد باسکول تیمار و شاهد در مزرعه U_2 به ترتیب ۹۸ و ۹۰ تن بر هکتار به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که تغییر آرایش کشت به ۴۰×۶۰ و نیز تغییر روش آبیاری، نه تنها باعث کاهش عملکرد نگردیده است، بلکه باعث افزایش محصول به میزان ۸/۹ درصد نیز شده است.

جدول ۷۹- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه U_2

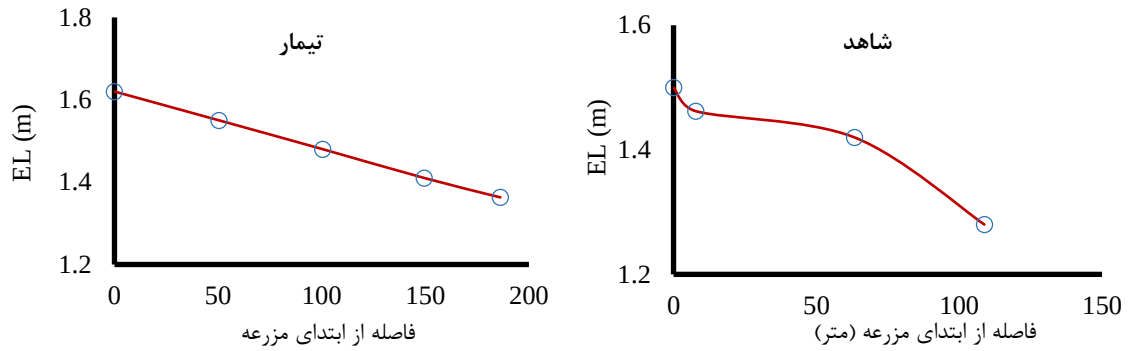
عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۹۸	۹۰	۵/۶۵	۵/۲

نتایج پایش باغ U_3**:** مالک این مزرعه آقای جلالی بوده و مزارع شاهد و تیمار جدا از هم بوده‌اند. مزرعه تحت کشت ذرت دانه‌ای بوده و تیمار موردنظر این مزرعه، تسطیح دقیق و یکنواخت انتخاب گردید. مساحت مزرعه تیمار حدود ۰/۹ هکتار و شاهد حدود ۱ هکتار می‌باشد.

در این مزرعه آبیاری اول (خاک آب) مزرعه شاهد در تاریخ ۱۳۹۶/۲/۱۵ و مزرعه تیمار در ۹۶/۲/۶ انجام و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. مشخصات شاهد و تیمار در این مزارع در جدول ۸۰ ارائه گردیده است. همان‌طور که عنوان شد، تیمار موردنظر تسطیح دقیق، یکنواخت و شیب مناسب مزرعه بود. شیب طولی تیمار و شاهد در این مزرعه مطابق شکل ۸۰ ارائه‌شده است. بر اساس شکل ۶۵، شیب طولی تیمار یکنواخت و اندازه شیب جهت آبیاری سطحی مناسب می‌باشد؛ اما در مزرعه شاهد شیب غیریکنواخت هستیم که تا فاصله حدود ۶۷ متری، وضعیت شیب نسبتاً یکنواخت می‌باشد.

جدول ۸۰– مشخصات تیمار و شاهد در مزرعه U_3

مزرعه U2	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	نواری	۱۸۴× ۵/۹	یکنواخت: ۰/۰۰۱۴	بسته
شاهد	نواری	۸۸× ۶/۰	نامنظم: ۰/۰۰۱۳	بسته

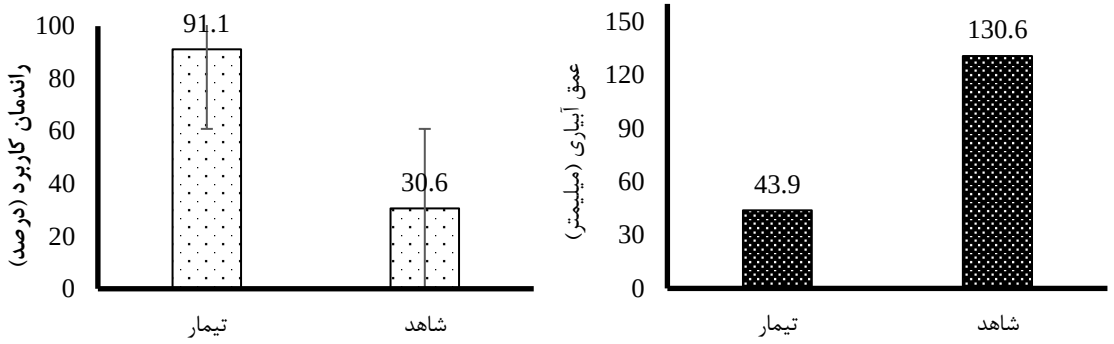


شکل ۸۰- شیب طولی مزرعه شاهد و تیمار در U_3

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه U_3 در جدول ۸۱ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۸۱، عملیات تسطیح دقیق مزرعه تیمار، باعث کاهش مصرف آب در آبیاری اول گردیده است. متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد در آبیاری اول به ترتیب ۱۳۰/۶ و ۴۳/۹ میلی‌متر محاسبه شد که ۶۶/۴ درصد کاهش مصرف آب در این آبیاری وجود دارد. شکل ۸۱ مقایسه گرافیکی بازده کاربرد آب و عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در مزرعه U3 در آبیاری اول را نشان می‌دهد.

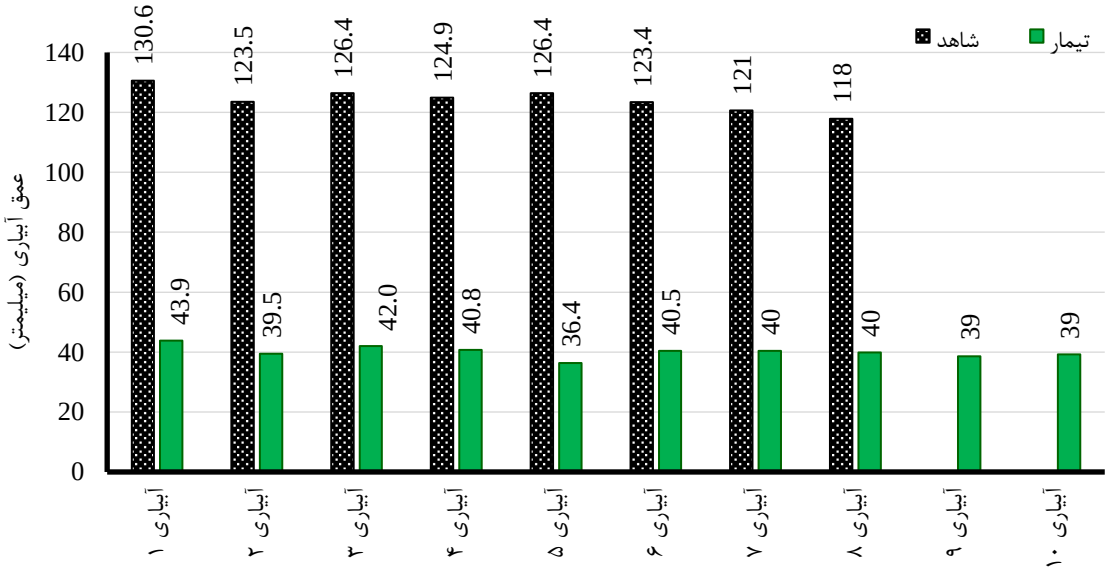
جدول ۸۱– مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه U_3 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول (خاک آب)

خاک آب مزرعه U_2	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری (t_{co}) (دقیقه)	عمق آبیاری (I_g) (میلی‌متر)	نیاز خالص آبیاری (I_n) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۱۱/۳۴	۷۰	۴۳/۹	۴۰	۹۱/۱
شاهد	۱۲/۵	۹۲	۱۳۰/۶	۴۰	۳۰/۶



شکل ۸۱-مقایسه گرافیکی بازده کاربرد آب و عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در مزرعه U_3 در آبیاری اول (خاکاب)

تیمار و شاهد مزرعه U_3 به ترتیب در ۱۰ و ۸ نوبت آبیاری گردید که تمام این آبیاری‌ها مورداندازه‌گیری و پایش قرار گرفت. خلاصه نتایج عمق آبیاری تمام آبیاریها مزرعه تیمار و شاهد مزرعه موردنظر مطابق شکل ۸۲ ارائه‌شده است. مطابق شکل زیر، یکنواختی شیب تأثیر خود را بر عمق آب کاربردی گذاشته است. مقادیر عمق آب آبیاری در ۱۰ رویداد آبیاری تیمار در دامنه ۳۹ تا ۴۳/۹ میلی‌متر قرار دارد. متوسط عمق آبیاری هر آبیاری ۴۰/۱ میلی‌متر محاسبه گردید.



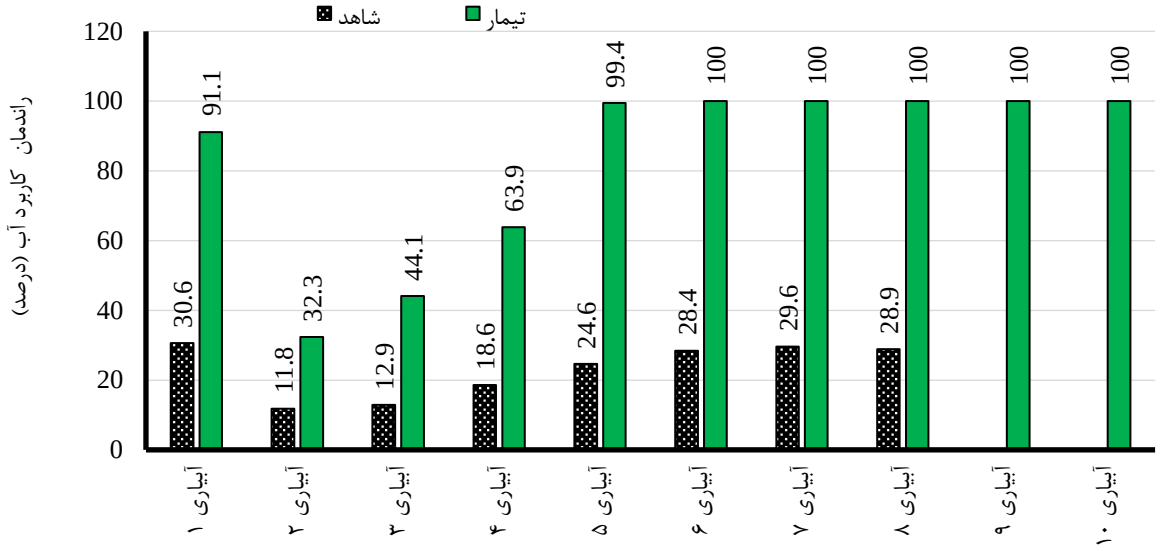
شکل ۸۲-مقادیر عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در مزرعه U_3 در تمام آبیاری‌های انجام‌شده

مطابق شکل ۸۳، مجموع عمق آبیاری طی ۸ نوبت آبیاری شاهد حدود ۹۹۴ میلی‌متر (۹۹۳۷ مترمکعب بر هکتار) و ۱۰ نوبت آبیاری تیمار حدود ۴۰۱ میلی‌متر (۴۰۱۲ مترمکعب بر هکتار) به دست آمد. میزان کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد حدود ۶۷/۵ درصد محاسبه گردید. عمق آبیاری تیمار از آبیاری اول تا آبیاری پنجم مناسب بوده ولی از آبیاری شماره ۶ تا ۱۰ تیمار، اندکی کم آبیاری اتفاق افتاده است. مقدار کم آبیاری بر اساس بیلان رطوبت خاک از آبیاری شماره ۶ تا ۱۰ تیمار به ترتیب ۰/۶، ۸، ۸/۶،۷/۵ و ۷/۹ میلی‌متر (در مجموع

۳۲/۶ میلی‌متر) محاسبه گردید که بسیار اندک بوده و تأثیر بسیار کمی بر کاهش عملکرد محصول دارد. حتی بسیاری از تحقیقات نشان داده است که در این حالت (وقوع کم آبیاری اندک) باعث حفظ کودها (عدم آبشویی کودها) گردیده و باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود. نتایج راندمان کاربرد آبیاری‌های مختلف در مزرعه U_3 نیز در شکل ۸۳ ارائه‌شده است.

همچنین مطابق سند ملی آب کشور، نیاز آبیاری ذرت در میاندوآب برابر ۴۳۸ میلی‌متر می‌باشد. مجموع عمق آبیاری اندازه‌گیری شده نیز در بخش تیمار ۴۰۱ میلی‌متر پایش گردید که نشان‌دهنده ۳۷ میلی‌متر کم آبیاری (نسبت به سند ملی) وجود دارد. براین اساس حدود ۸/۴ درصد کم آبیاری در تیمار صورت گرفته است.

نکته حائز اهمیت این است که بر اساس سند ملی آب حدود ۳۷ میلی‌متر و بر اساس اندازه‌گیری رطوبت خاک حدود ۳۲/۶ میلی‌متر کم آبیاری در تیمار انجام‌شده است که حاکی از تطابق و نزدیکی این دو روش به همدیگر است. معمولاً کم آبیاری حدود ۲۰ درصد باعث کاهش ناچیز در عملکرد محصول می‌شود. در این مزرعه نیز کم آبیاری حدود ۸/۴ درصد بوده که تأثیر ناچیز بر عملکرد خواهد داشت.



شکل ۸۳-مقادیر راندمان کاربرد آب شاهد و تیمار در مزرعه U_3 در تمام آبیاری‌های انجام‌شده

عملکرد محصول و بهره‌وری آب در مزرعه U_3: بر اساس نتایج (جدول ۸۲)، میزان عملکرد باسکول مزارع تیمار و شاهد در U_3 به ترتیب ۱۷ و ۱۶ تن بر هکتار و نتایج حاصل از کلگیری تیمار و شاهد به ترتیب ۱۶/۸ و ۱۵/۷ تن بر هکتار به دست آمد. بر اساس عملکرد محصول در مزارع تیمار و شاهد (بر اساس کلگیری) و نیز مقدار آب مصرفی، میزان بهره‌وری آب مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۴/۱۹ و ۱/۵۸ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شد. آنچه که باعث افزایش قابل‌ملاحظه بهره‌وری آب در مزرعه تیمار گردیده است، مصرف کم آب در این مزرعه بوده است. مصرف آب تیمار نسبت به شاهد حدود ۶۷/۵ درصد بوده است؛ اما عملکرد محصول (صورت کسر بهره‌وری) در تیمار و شاهد، اختلاف ناچیز دارد. لذا افزایش بهره‌وری مزرعه شاهد عمدتاً به خاطر کاهش مصرف آب در تیمار است.

جدول ۸۲- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه U_3

عملکرد باسکول(تن بر هکتار)		عملکرد اندازه‌گیری شده (تن بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱۶/۰	۱۷/۰	۱۶/۸	۱۵/۷	۴/۱۹	۱/۵۸

نتایج مزرعه پایش آفتابگردان تیمار و شاهد آقای محمد رضا خوست در روستای خانشان: در جدول ۸۳ و ۸۴ مشخصات آبیاری‌های انجام یافته در قسمت تیمار و شاهد مزرعه آقای محمدرضا خوست درج گردیده است. در مجموع در مزرعه تیمار ۴۷۵۴ و در مزرعه شاهد ۵۹۱۸ مترمکعب در هکتار آب مصرف شد. در اشکال ۸۴ تا ۸۸ مشخصات و منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در نوارهای آبیاری مورد بررسی در مزرعه آقای محمدرضا خوست قسمت تیمار و شاهد ارائه شده است.

نتایج حاصل از پایش این مزرعه به طور خلاصه در جدول ۸۵ درج شده است. مقدار راندمان در مزرعه تیمار و شاهد از ۵۰ تا ۶۰ درصد متغیر است. عملکرد محصول در تیمار ۱۵۵۰ و در شاهد ۱۵۱۰ کیلوگرم بر هکتار و کارایی مصرف آب به ترتیب ۰/۳۳ و ۰/۲۶ کیلوگرم بر متر مکعب است.

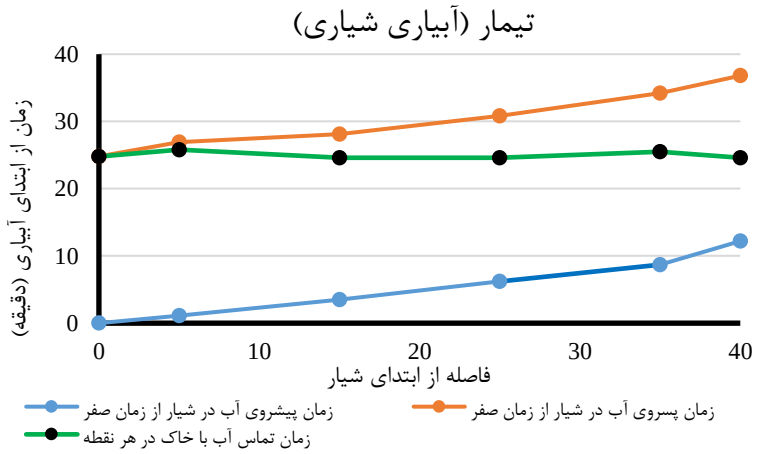
جدول ۸۳- مشخصات آبیاری‌های مزرعه آفتابگردان محمدرضا خوست قسمت تیمار (آبیاری شیاری)

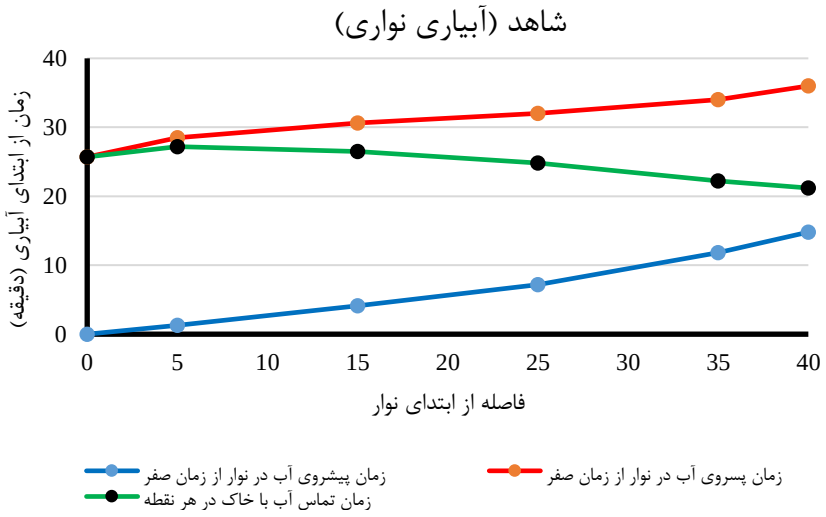
تاریخ آبیاری	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری شیار (ساعت)	کل آب ورودی به شیارهای آبیاری (متر مکعب)	مساحت مجموعه شیارهای آبیاری (هکتار)	مصرف آب در هکتار (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در هکتار (میلیمتر)
۹۶-۳-۱۵	زمین	۱۸/۶	۶/۳	۴۲۲	۰/۴۳۲	۹۷۷	۹۷/۷
۹۶-۴-۲۸	زمین	۱۸/۲	۶/۷	۴۳۹	۰/۴۳۲	۱۰۱۶	۱۰۱/۶
۹۶-۵-۱۵	زمین	۱۷/۸	۷/۱	۴۵۵	۰/۴۳۲	۱۰۵۳	۱۰۵/۳
۹۶-۶-۱	زمین	۱۸/۳	۵/۸	۳۸۲	۰/۴۳۲	۸۸۵	۸۸/۵
۹۶-۶-۲۳	زمین	۱۹	۵/۲	۳۵۶	۰/۴۳۲	۸۲۳	۸۲/۳

مجموع	۴۷۵۴	۴۷۵

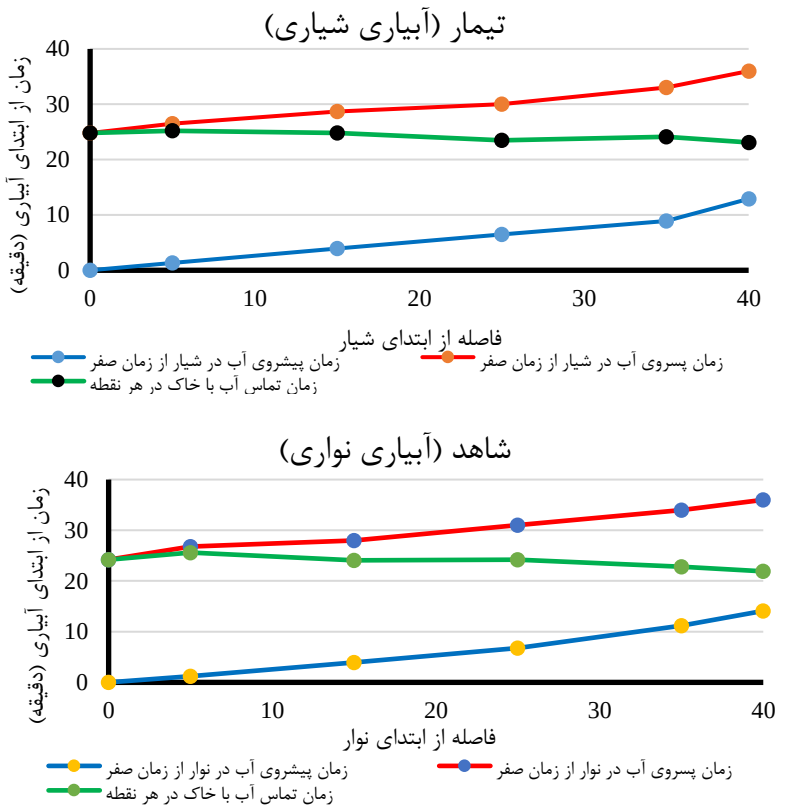
جدول ۸۴- مشخصات آبیاری‌های مزرعه آفتابگردان محمدرضا خوست قسمت شاهد (آبیاری نواری)

تاریخ آبیاری	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	کل آب ورودی به نوار آبیاری (متر مکعب)	مساحت زمین (هکتار)	مصرف آب در هکتار (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در هکتار (میلیمتر)
۹۶-۳-۱۵	زمین	۱۹/۷	۱۵/۵	۱۰۹۹	۰/۸۶۴	۱۲۷۲	۱۲۷/۲
۹۶-۴-۲۸	زمین	۲۰/۲	۱۴/۸	۱۰۷۶	۰/۸۶۴	۱۲۴۶	۱۲۴/۶
۹۶-۵-۱۵	زمین	۱۹/۴	۱۵/۳	۱۰۶۹	۰/۸۶۴	۱۲۳۷	۱۲۳/۷
۹۶-۶-۱	زمین	۱۸/۹	۱۳/۷	۹۳۲	۰/۸۶۴	۱۰۷۹	۱۰۷/۹
۹۶-۶-۲۳	زمین	۲۰/۵	۱۲/۷	۹۳۷	۰/۸۶۴	۱۰۸۵	۱۰۸/۵
۹۶-۳-۱۵	زمین	۱۹/۷	۱۵/۵	۱۰۹۹	۰/۸۶۴	۱۲۷۲	۱۲۷/۲
						۵۹۱۸	۵۹۲

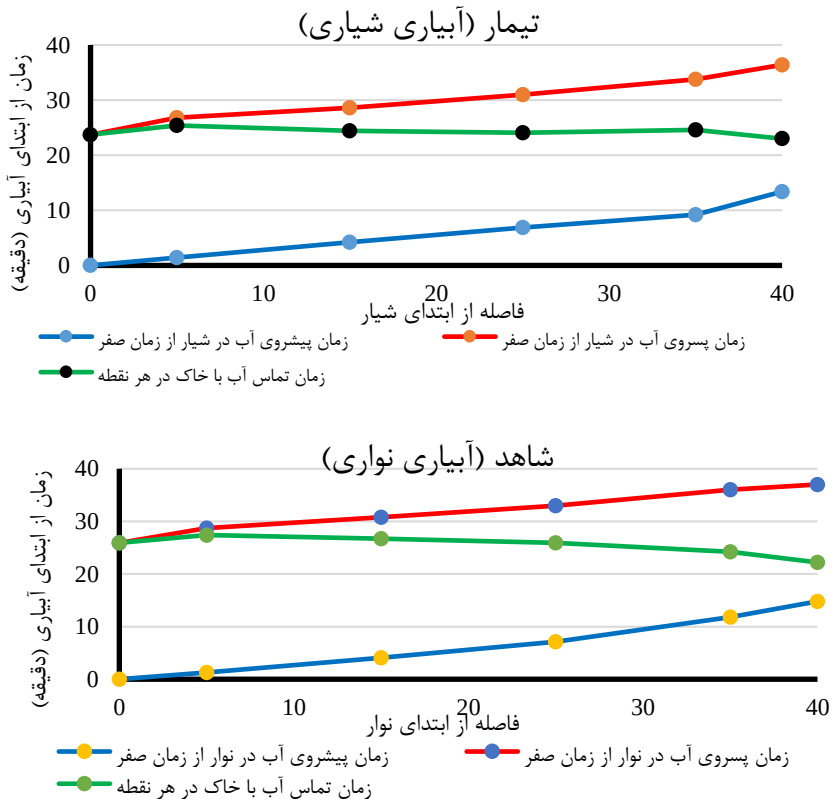




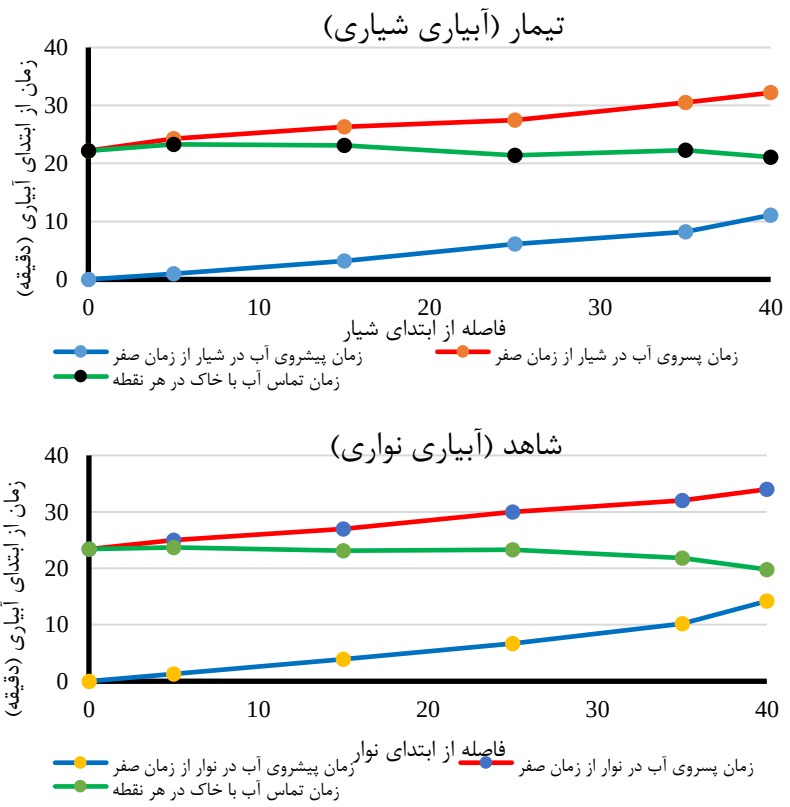
شکل ۸۴- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در مزرعه آفتابگردان محمدرضا خوست روستای خانشان مورخ ۱۵/۳/۹۶



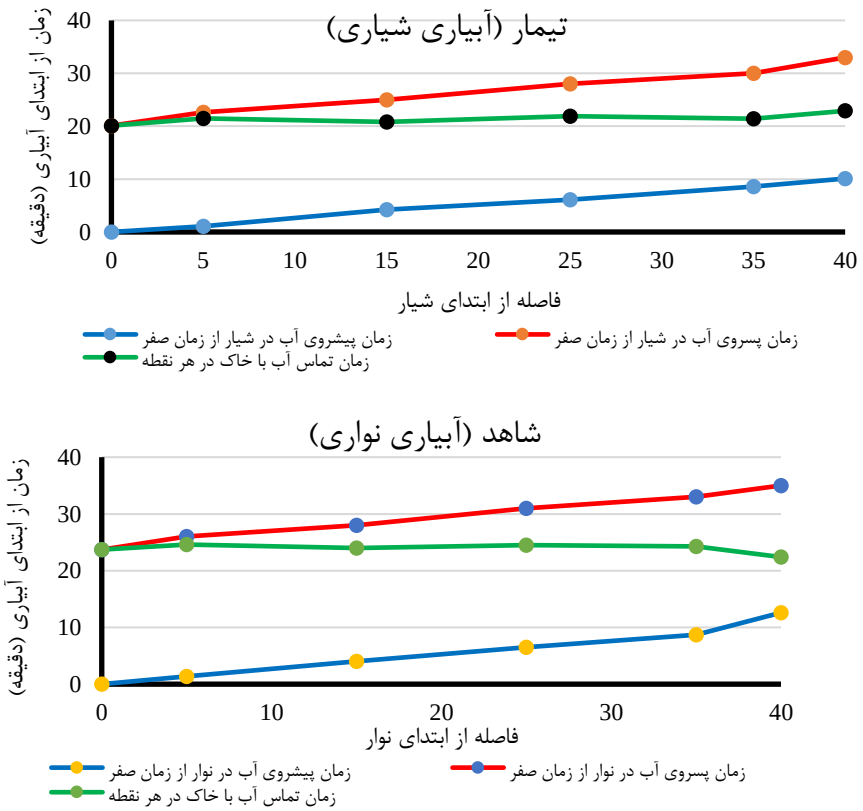
شکل ۸۵- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در مزرعه آفتابگردان محمدرضا خوست روستای خانشان مورخ ۲۸/۴/۹۶



شکل ۸۶- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در مزرعه آفتابگردان محمدرضا خوست روستای خانشان مورخ ۱۵/۵/۹۶



شکل ۸۷- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در مزرعه آفتابگردان محمدرضا خوست روستای خانشان مورخ ۱/۶/۹۶



شکل ۸۸- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در مزرعه آفتابگردان محمدرضا خوست روستای خانشان مورخ ۲۳/۶/۹۶

جدول ۸۵- خلاصه نتایج راندمان و کارایی مصرف آب مزرعه آفتابگردان محمد رضا خوست در روستای خانشان ارومیه

تاریخ آبیاری	تیمار / شاهد	تکنولوژی اصلی	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری نوار / شیار (ساعت)	آب ورودی به نوارها (متر مکعب)	مساحت آبیاری (هکتار)	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	عمق آب داده شده به نوارها (میلیمتر)	عمق آب ذخیره شده در نوار (میلیمتر)	راندمان کاربرد آب در نوار (درصد)
۱-۵-۹۶	تیمار	آبیاری شیاری	زمین	۱۸/۲	۶/۷	۴۳۹	۰/۴۳۲	۱۰۱۶	۱۰۱٫۶	۶۶/۴	۶۵/۴
	شاهد	آبیاری نواری	زمین	۲۰/۲	۱۴/۸	۱۰۷۶	۰/۸۶۴	۱۲۴۶	۱۲۴٫۶	۶۱/۸	۴۹/۶
۲۹/۵/۹۶	تیمار	آبیاری شیاری	زمین	۱۸/۳	۵/۸	۳۸۲	۰/۴۳۲	۸۸۵	۸۸/۴۵	۶۰/۷۰	۶۸/۶
	شاهد	آبیاری نواری	زمین	۱۸/۹	۱۳/۷	۹۳۲	۰/۸۶۴	۱۰۷۹	۱۰۷/۹	۵۸٫۶	۵۴/۳
میانگین				۱۹	۱۰	۷۰۷	۰/۶۴۸	۱۰۵۷	۱۰۶	۶۲	۵۹/۵
ماکزیمم				۲۰/۲	۱۴/۸	۱۰۷۶	۰/۸۶۴	۱۲۴۶	۱۲۴/۶	۶۶/۴	۶۸/۶
مینیمم				۱۸/۲	۵/۸	۳۸۲	۰/۴۳۲	۸۸۵	۸۸/۵	۵۸/۶	۴۹/۶

مجموع آب داده شده، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب		تیمار / شاهد	مجموع آب داده شده به تیمار / شاهد (متر مکعب در هکتار)	متوسط راندمان تیمار / شاهد (درصد)	عملکرد محصول تیمار / شاهد (کیلوگرم بر هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
	تیمار	آبیاری شیاری	۴۷۵۴	۶۷	۱۵۵۰	۰/۳۳
	شاهد	آبیاری نواری	۵۹۱۸	۵۲	۱۵۱۰	۰/۲۶

نتایج مزرعه پایش آفتابگردان تیمار و شاهدهای آقای محمد آرامون در روستای سپرغان: در جدول ۸۶ مشخصات آبیاری‌های انجام یافته در قسمت تیمار کرت با طول ۱۳ متر مزرعه آقای محمد آرامون درج گردیده است. در مجموع در این مزرعه ۴۷۹۳ مترمکعب در هکتار آب مصرف شد. در جدول ۸۷ مشخصات آبیاری‌های انجام یافته در قسمت شاهد کرت با طول ۱۷ متر مزرعه آقای محمد آرامون درج گردیده است. در مجموع در این مزرعه ۴۹۹۵ مترمکعب در هکتار آب مصرف شده است. در جدول ۸۸ مشخصات آبیاری‌های انجام یافته در قسمت شاهد کرت با طول ۲۱ متر مزرعه آقای محمد آرامون درج گردیده است. در مجموع در این مزرعه ۵۳۸۴ مترمکعب در هکتار آب مصرف شده است. در اشکال ۸۹ تا ۹۴ مشخصات و منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در نوارهای آبیاری مورد بررسی در مزرعه آقای محمد آرامون قسمت تیمار و شاهد ارائه شده است. نتایج بدست آمده از پایش به طور خلاصه در جدول ۹۰ درج شده است. مقدار راندمان در مزرعه تیمار و شاهدها از ۷۱ تا ۷۹ درصد متغیر است. عملکرد محصول در تیمار کرت با طول ۱۳ متر ۱۳۲۰، در شاهد کرت با طول ۱۷ متر ۱۳۱۰ و در شاهد کرت با طول ۲۱ متر ۱۵۱۰ کیلوگرم بر هکتار و کارایی مصرف آب به ترتیب برابر ۰/۲۸، ۰/۲۶ و ۰/۲۴ کیلوگرم بر

متر مکعب است. در شکل ۴۳ تیمار و شاهدهای کرت‌بندی آفتابگردان با عرض ۲/۵ متر و طول‌های متغیر ۱۳، ۱۷ و ۲۱ متر نشان داده شده است.

جدول ۸۶- مشخصات آبیاری‌های مزرعه آفتابگردان محمد آرامون قسمت تیمار (کرت با طول ۱۳ متر)

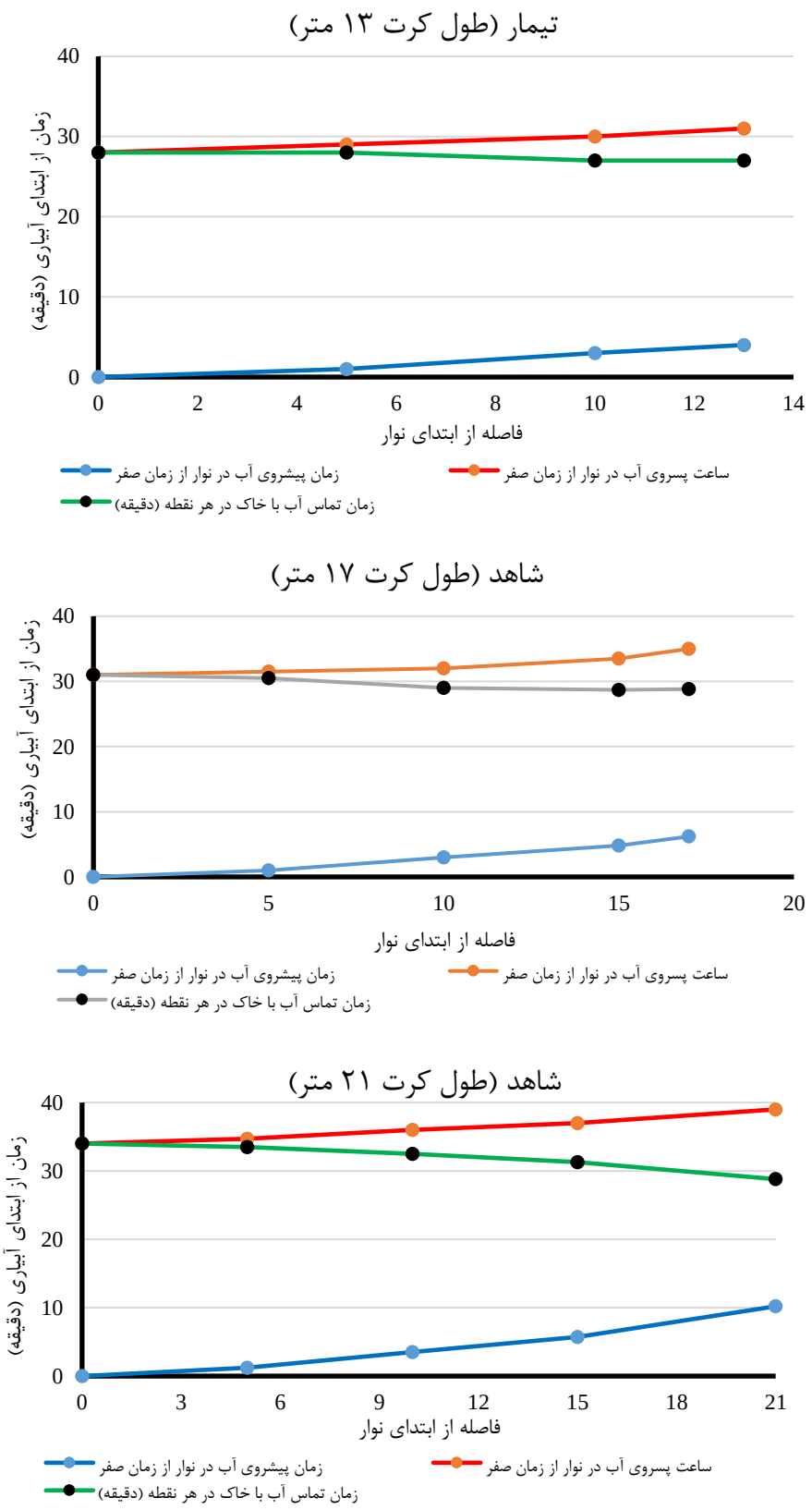
تاریخ آبیاری	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری کرت (ساعت)	کل آب ورودی به کرتهای آبیاری (متر مکعب)	مساحت مجموعه کرتهای آبیاری (هکتار)	مصرف آب در هکتار (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در هکتار (میلیمتر)
۷/۳/۱۳۹۶	کرت	۵	۰/۱۴۰	۹۱	۰/۱۱۷	۷۷۵	۷۷/۵
۸/۴/۱۳۹۶	کرت	۵/۲	۰/۱۲۲	۸۲	۰/۱۱۷	۷۰۱	۷۰/۱
۳۰/۴/۱۳۹۶	کرت	۴/۵	۰/۱۲۲	۷۱	۰/۱۱۷	۶۰۷	۶۰/۷
۲۱/۵/۱۳۹۶	کرت	۵/۱	۰/۱۵۸	۱۰۵	۰/۱۱۷	۸۹۴	۸۹/۴
۲۹/۵/۱۳۹۶	کرت	۴/۸	۰/۱۷۰	۱۰۶	۰/۱۱۷	۹۰۶	۹۰/۶
۲۳/۶/۱۳۹۶	کرت	۵	۰/۱۶۴	۱۰۶	۰/۱۱۷	۹۱۰	۹۱/۰
				مجموع		۴۷۹۳	۴۷۹

جدول ۸۷- مشخصات آبیاری‌های مزرعه آفتابگردان محمد آرامون قسمت شاهد (کرت با طول ۱۷ متر)

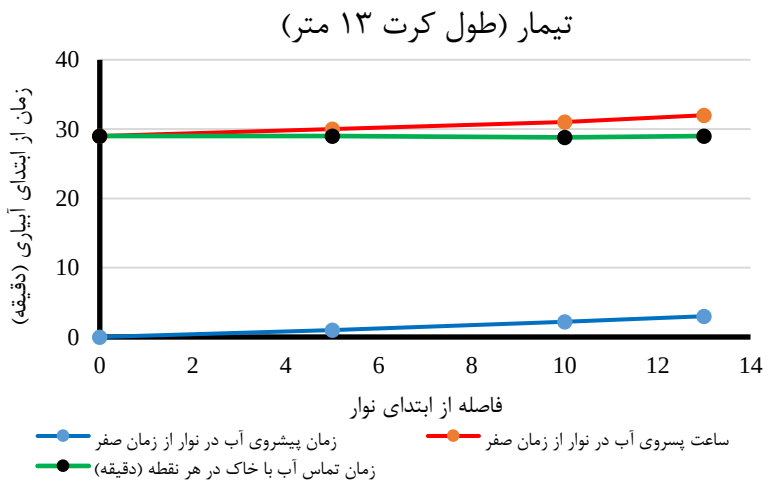
تاریخ آبیاری	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری کرت (ساعت)	کل آب ورودی به کرت آبیاری (متر مکعب)	مساحت زمین (هکتار)	مصرف آب در هکتار (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در هکتار (میلیمتر)
۷/۳/۱۳۹۶	کرت	۵	۰/۱۹۱	۱۲۴	۰/۱۵۳	۸۰۸	۸۰/۸
۸/۴/۱۳۹۶	کرت	۵/۲	۰/۱۶۶	۱۱۲	۰/۱۵۳	۷۳۱	۷۳/۱
۳۰/۴/۱۳۹۶	کرت	۴/۵	۰/۱۶۶	۹۷	۰/۱۵۳	۶۳۲	۶۳/۲
۲۱/۵/۱۳۹۶	کرت	۵/۱	۰/۲۱۶	۱۴۳	۰/۱۵۳	۹۳۲	۹۳/۲
۲۹/۵/۱۳۹۶	کرت	۴/۸	۰/۲۳۲	۱۴۴	۰/۱۵۳	۹۴۴	۹۴/۴
۲۳/۶/۱۳۹۶	کرت	۵	۰/۲۲۴	۱۴۵	۰/۱۵۳	۹۴۸	۹۴/۸
						۴۹۹۵	۵۰۰

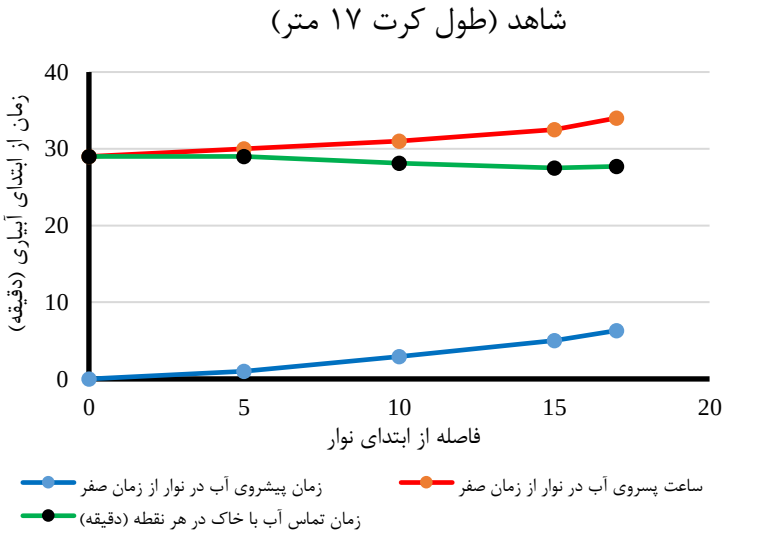
جدول ۸۸- مشخصات آبیاری‌های مزرعه آفتابگردان محمد آرامون قسمت شاهد (کرت با طول ۲۱ متر)

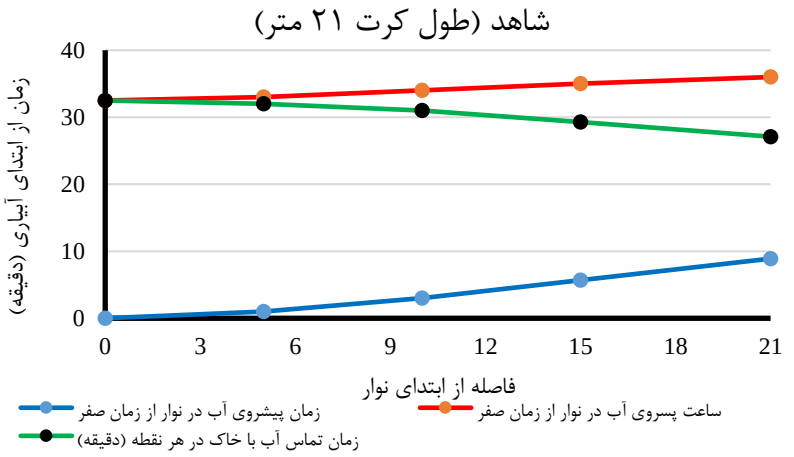
تاریخ آبیاری	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری کرت (ساعت)	کل آب ورودی به کرت آبیاری (متر مکعب)	مساحت زمین (هکتار)	مصرف آب در هکتار (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در هکتار (میلیمتر)
۷/۳/۱۳۹۶	کرت آبیاری	۵	۰/۲۶۱	۱۶۹	۰/۱۸۹	۸۹۵	۸۹/۵
۸/۴/۱۳۹۶	کرت آبیاری	۵/۲	۰/۲۲۵	۱۵۲	۰/۱۸۹	۸۰۳	۸۰/۳
۳۰/۴/۱۳۹۶	کرت آبیاری	۴/۵	۰/۲۱۳	۱۲۵	۰/۱۸۹	۶۵۹	۶۵/۹
۲۱/۵/۱۳۹۶	کرت آبیاری	۵/۱	۰/۲۸۵	۱۸۸	۰/۱۸۹	۹۹۵	۹۹/۵
۲۹/۵/۱۳۹۶	کرت آبیاری	۴/۸	۰/۳۰۸	۱۹۲	۰/۱۸۹	۱۰۱۵	۱۰۱/۵
۲۳/۶/۱۳۹۶	کرت آبیاری	۵	۰/۲۹۷	۱۹۲	۰/۱۸۹	۱۰۱۷	۱۰۱/۷
						۵۳۸۴	۵۳۸



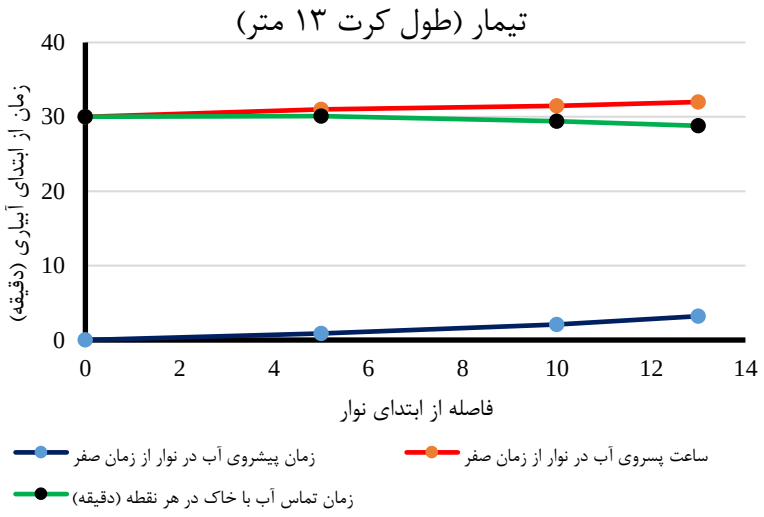
شکل ۸۹- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در کرت آبیاری محمد آرامون، روستای سپرغان مورخ ۷/۳/۹۶

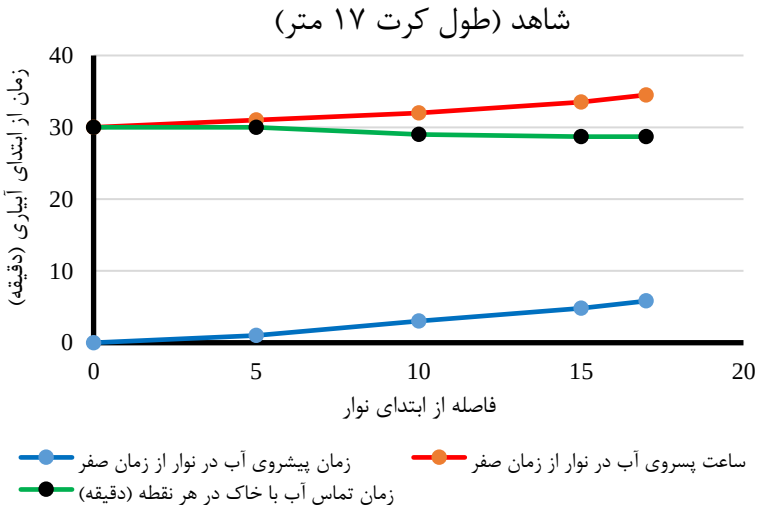


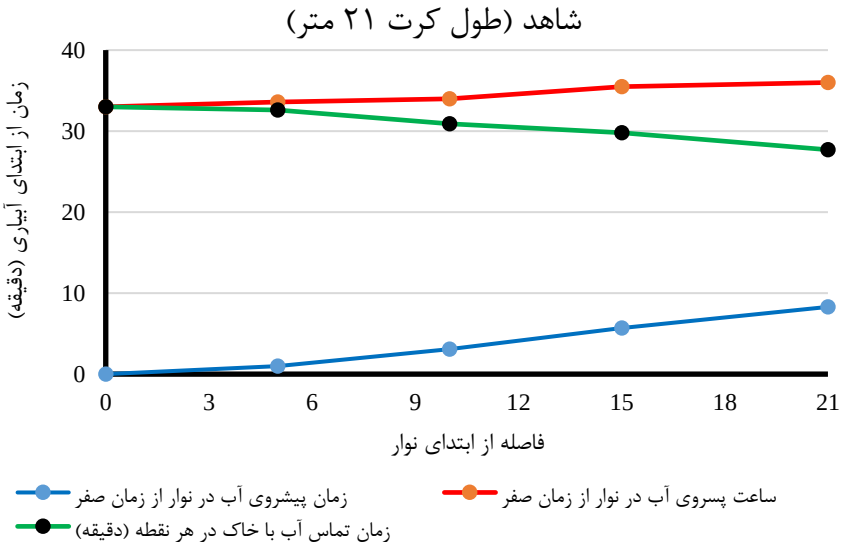




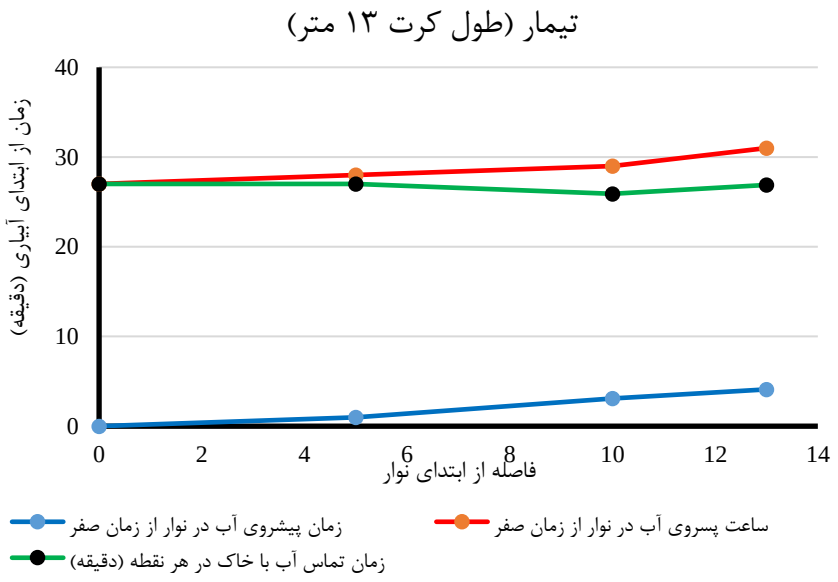
شکل ۹۰- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در کرت آبیاری محمد آرامون، روستای سپرغان مورخ ۸/۴/۹۶

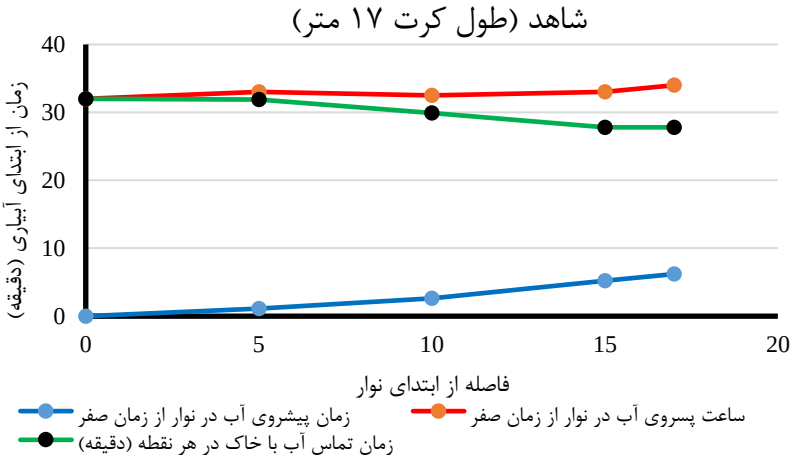


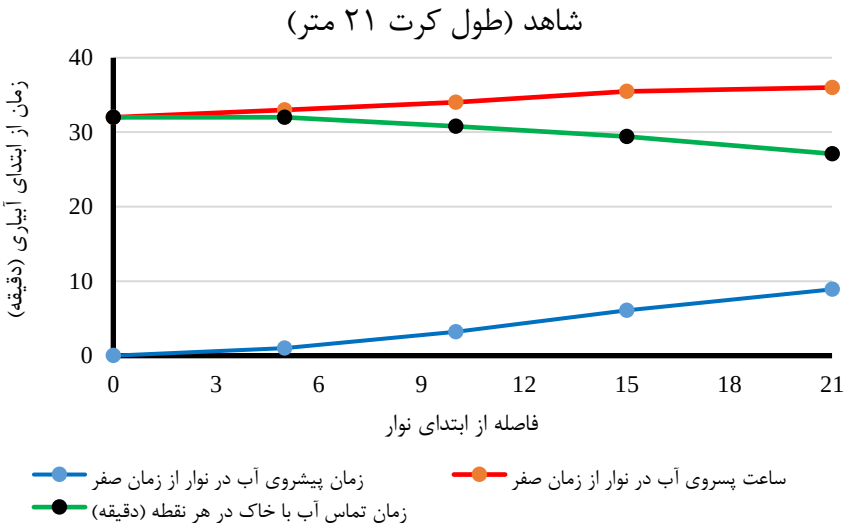




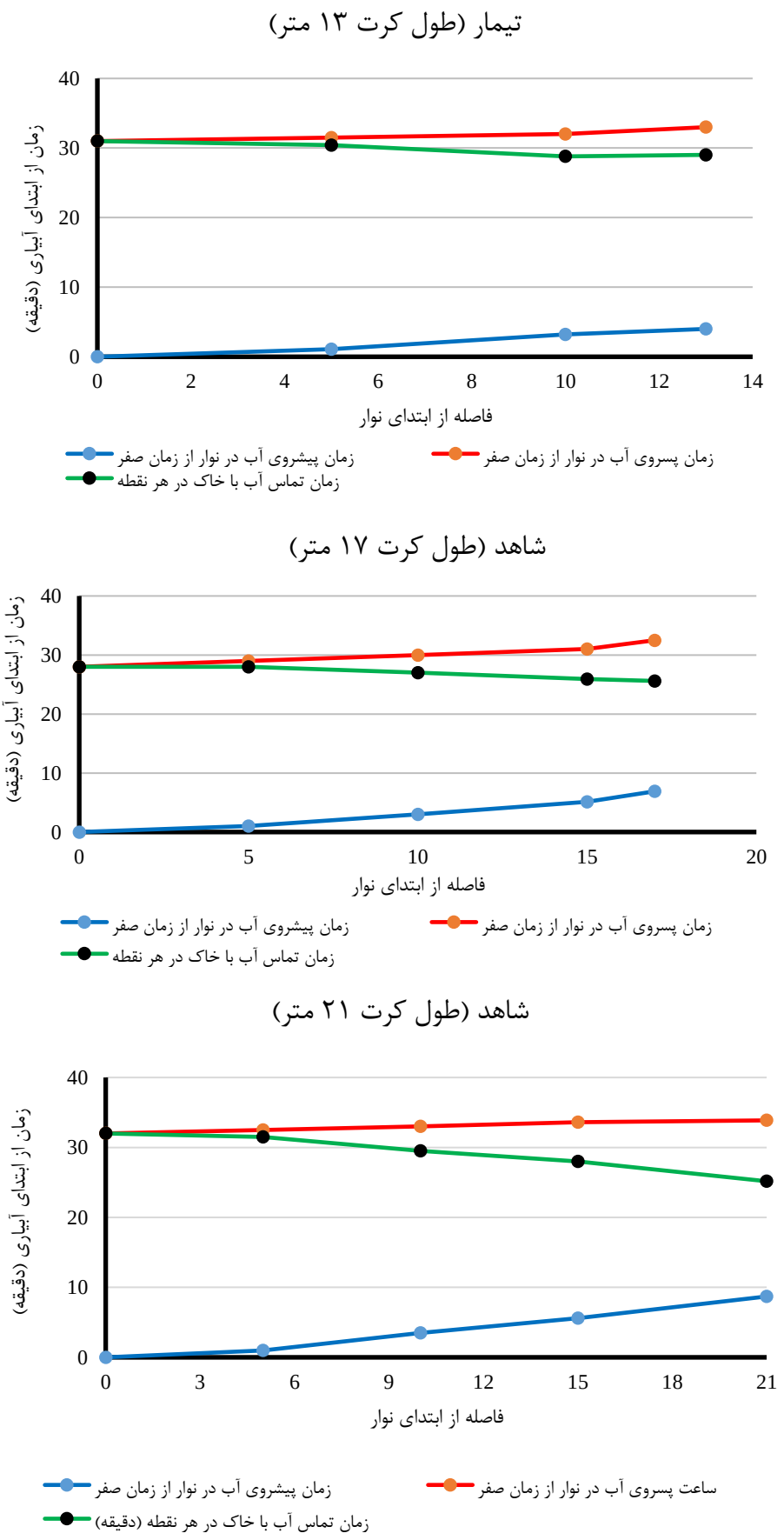
شکل ۹۱- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در کرت آبیاری محمد آرامون، روستای سپرغان مورخ ۳۰/۴/۹۶



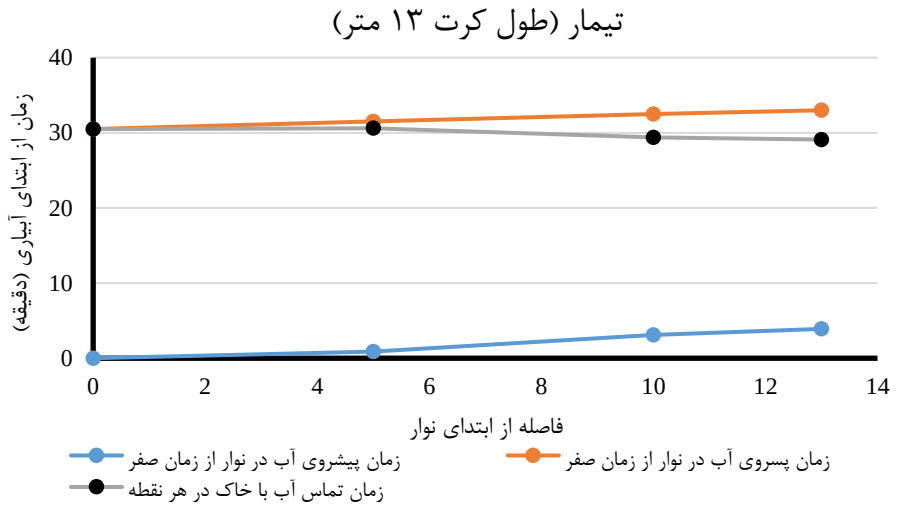


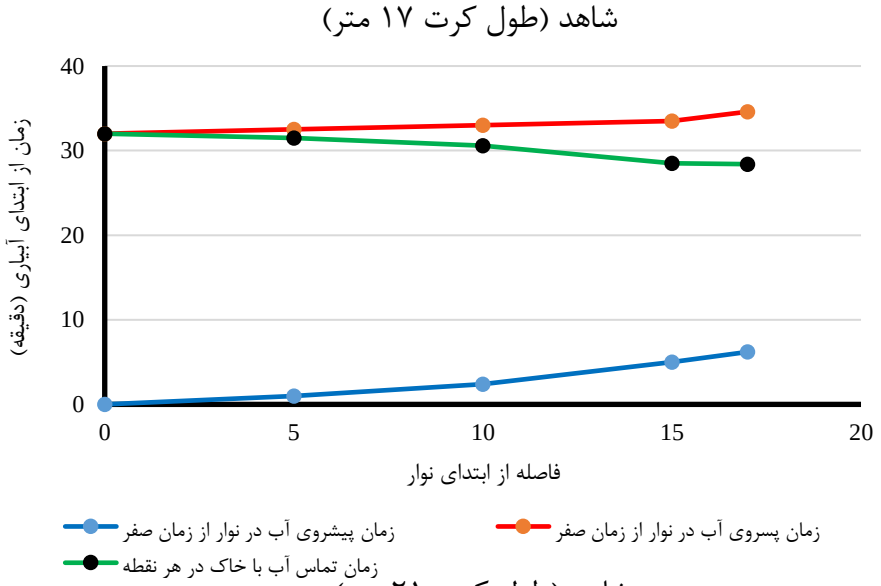


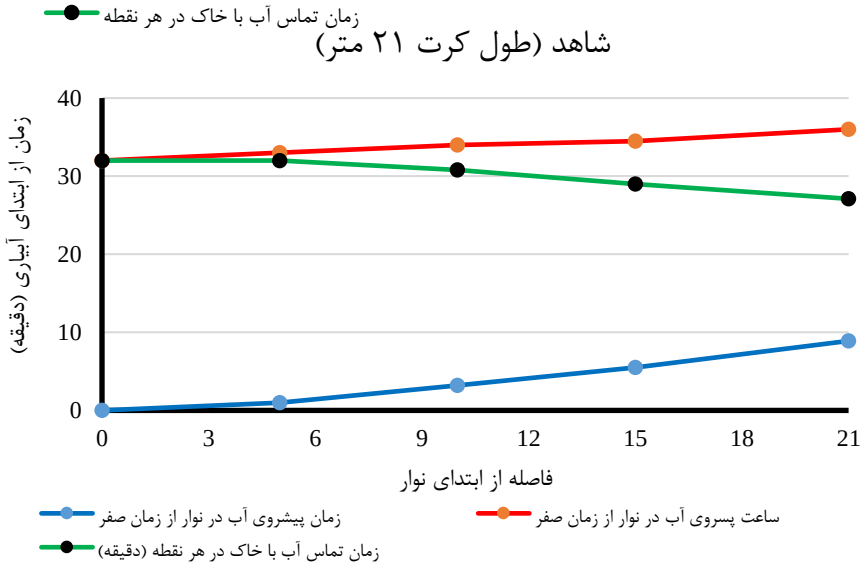
شکل ۹۲- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در کرت آبیاری محمد آرامون، روستای سپرغان مورخ ۲۱/۵/۹۶



شکل ۹۳- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در کرت آبیاری محمد آرامون، روستای سپرغان مورخ ۲۹/۵/۹۶







شکل ۹۴- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در کرت آبیاری محمد آرامون، روستای سپرغان مورخ ۲۳/۶/۹۶

جدول ۹۰- خلاصه نتایج راندمان و کارایی مصرف آب مزرعه آفتابگردان محمد آرامون در روستای سپرغان ارومیه

تاریخ آبیاری	تیمار / شاهد	تکنولوژی اصلی	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری نوار / شیار (ساعت)	آب ورودی به نوارها (متر مکعب)	مساحت آبیاری (هکتار)	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	عمق آب داده شده به نوارها (میلیمتر)	عمق آب ذخیره شده در نوار (میلیمتر)	راندمان کاربرد آب در نوار (درصد)
۸/۴/۹۶	تیمار	طول کرت ۱۳ متر	کرت	۵/۲	۰/۱۲۲	۸۲	۰/۱۱۷	۷۰۱/۱	۷۰/۱	۵۴/۱	۷۷/۲
	شاهد	طول کرت ۱۷ متر	کرت	۵/۲	۰/۱۶۶	۱۱۲	۰/۱۵۳	۷۳۱	۷۳/۱	۵۴/۳	۷۴/۴
	شاهد	طول کرت ۲۱ متر	کرت	۵/۲	۰/۲۲۵	۱۵۱/۹	۰/۱۸۹	۸۰۳/۵	۸۰/۳	۵۷	۷۱
۲۹/۵/۹۶	تیمار	طول کرت ۱۳ متر	کرت	۴/۸	۰/۱۷	۱۰۶	۰/۱۱۷	۹۰۶/۱	۹۰/۶	۷۱/۲	۷۸/۶
	شاهد	طول کرت ۱۷ متر	کرت	۴/۸	۰/۲۳۲	۱۴۴/۵	۰/۱۵۳	۹۴۴/۲	۹۴/۴	۷۱/۴	۷۵/۶
	شاهد	طول کرت ۲۱ متر	کرت	۴/۸	۰/۳۰۸	۱۹۱/۸	۰/۱۸۹	۱۰۱۴/۹	۱۰۱/۵	۷۴/۸	۷۳/۷
میانگین				۵	۰/۲۰۴	۱۳۱/۴	۰/۱۵۳	۸۵۰/۱	۸۵	۶۳/۸	۷۵/۱
ماکزیمم				۵/۲	۰/۳۰۸	۱۹۱/۸	۰/۱۸۹	۱۰۱۴/۹	۱۰۱/۵	۷۴/۸	۷۸/۶
مینیمم				۴/۸	۰/۱۲۲	۸۲	۰/۱۱۷	۷۰۱/۱	۷۰/۱	۵۴/۱	۷۱

مجموع آب داده شده، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب	تیمار / شاهد		مجموع آب داده شده به تیمار / شاهد (متر مکعب در هکتار)	متوسط راندمان تیمار / شاهد (درصد)	عملکرد محصول تیمار / شاهد (کیلوگرم بر هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
	تیمار	کرتها با طول ۱۳ متر	۴۷۹۳	۷۸	۱۳۲۰	۰/۲۸
	شاهد	کرتها با طول ۱۷ متر	۴۹۹۵	۷۵	۱۳۱۰	۰/۲۶
	شاهد	کرتها با طول ۲۱ متر	۵۳۸۴	۷۲	۱۲۹۰	۰/۲۴

نتایج باغ پایش سیب تیمار و شاهدهای آقای عوض آرامون در روستای سپرغان: در جدول ۹۱ مشخصات آبیاری‌های انجام یافته در قسمت تیمار آبیاری تشتکی باغ آقای عوض آرامون درج گردیده است. در مجموع در این قسمت از باغ ۵۹۰۶ مترمکعب در هکتار آب مصرف شد. در جدول ۹۲ مشخصات آبیاری‌های انجام یافته در قسمت شاهد نوارهای آبیاری بدون یونجه باغ آقای عوض آرامون درج گردیده است. در مجموع در این قسمت از باغ ۶۷۸۱ مترمکعب در هکتار آب مصرف شده است. در جدول ۹۳ مشخصات آبیاری‌های انجام یافته در قسمت شاهد نوارهای آبیاری با یونجه باغ آقای عوض آرامون درج گردیده است. در مجموع در این قسمت از باغ ۸۰۳۲ مترمکعب در هکتار آب مصرف شده است. همچنین در اشکال ۹۵ تا ۱۰۰ مشخصات و منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در نوارهای آبیاری مورد بررسی در باغ آقای عوض آرامون قسمت تیمار و شاهد ارائه شده است.

نتایج پایش به صورت خلاصه آنها در جدول ۹۴ درج شده است. مقدار راندمان در تیمار و شاهدها از ۵۲ تا ۷۱ درصد متغیر است. عملکرد محصول در تیمار آبیاری تشتکی ۲۸۳۰۰، در شاهد نوارهای آبیاری بدون یونجه ۲۷۹۰۰ و در نوارهای آبیاری با یونجه ۲۶۸۰۰ کیلوگرم بر هکتار و کارایی مصرف آب به ترتیب برابر ۴/۷۹، ۴/۱۱ و ۳/۳۴ کیلوگرم بر متر مکعب است. در شکل ۶۲ آبیاری تشتکی پیاده شده در باغ سیب عوض آرامون مشاهده می-شود.

جدول ۹۱- مشخصات آبیاری‌های باغ سیب عوض آرامون قسمت تیمار (آبیاری تشتکی)

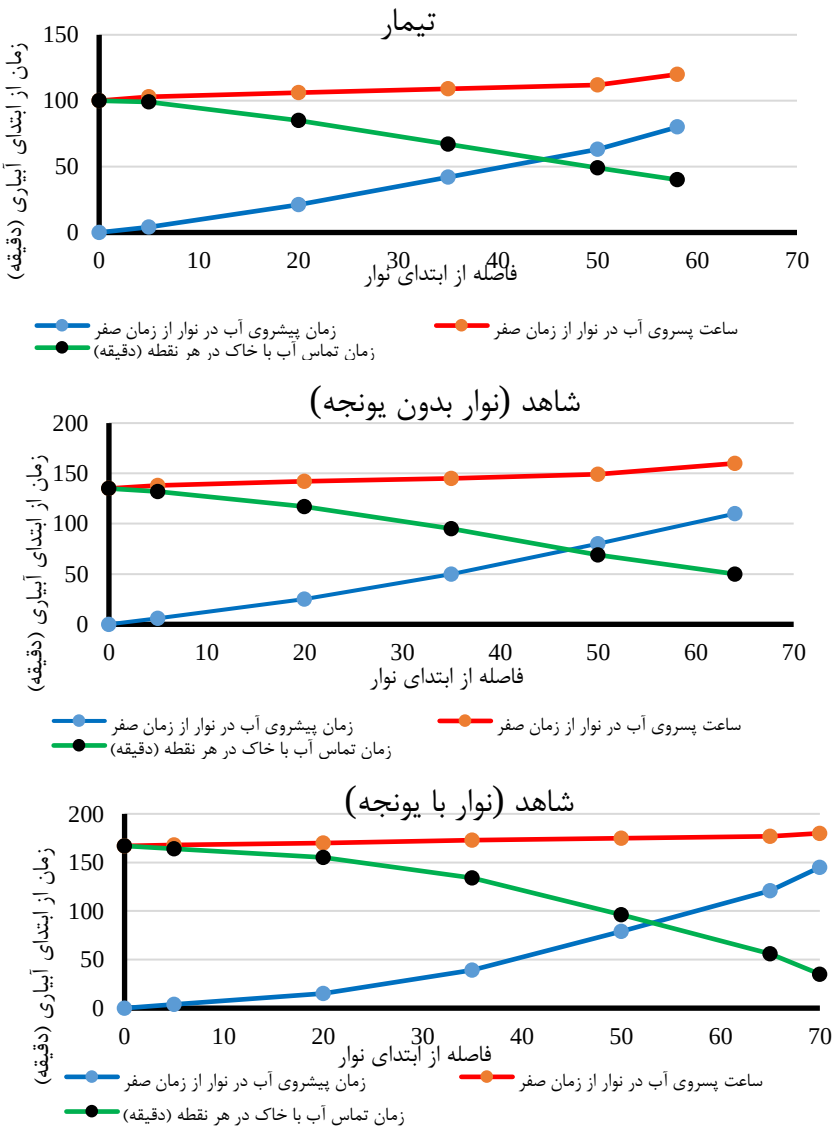
تاریخ آبیاری	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	کل آب ورودی به نوارهای آبیاری (متر مکعب)	مساحت مجموعه نوارهای آبیاری (هکتار)	مصرف آب در هکتار (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در هکتار (میلیمتر)
۱۵/۳/۱۳۹۶	شیار و تشتک	۶	۱/۶۳	۳۵/۲	۰/۰۳۴۸	۱۰۱۲	۱۰۱/۲
۷/۴/۱۳۹۶	شیار و تشتک	۵/۹	۱/۶۱	۳۴/۲	۰/۰۳۴۸	۹۸۳	۹۸/۳
۲۳/۴/۱۳۹۶	شیار و تشتک	۵/۸	۱/۶۹	۳۵/۳	۰/۰۳۴۸	۱۰۱۴	۱۰۱/۴
۱۲/۵/۱۳۹۶	شیار و تشتک	۵/۸	۱/۹۴	۴۰/۵	۰/۰۳۴۸	۱۱۶۴	۱۱۶/۴
۲۹/۵/۱۳۹۶	شیار و تشتک	۵/۷	۱/۴۵	۲۹/۸	۰/۰۳۴۸	۸۵۵	۸۵/۵
۱۷/۶/۱۳۹۶	شیار و تشتک	۵/۷	۱/۴۹	۳۰/۶	۰/۰۳۴۸	۸۷۹	۸۷/۹
مجموع						۵۹۰۶	۵۹۱

جدول ۹۲- مشخصات آبیاری‌های باغ سیب عوض آرامون قسمت شاهد (نوار بدون یونجه)

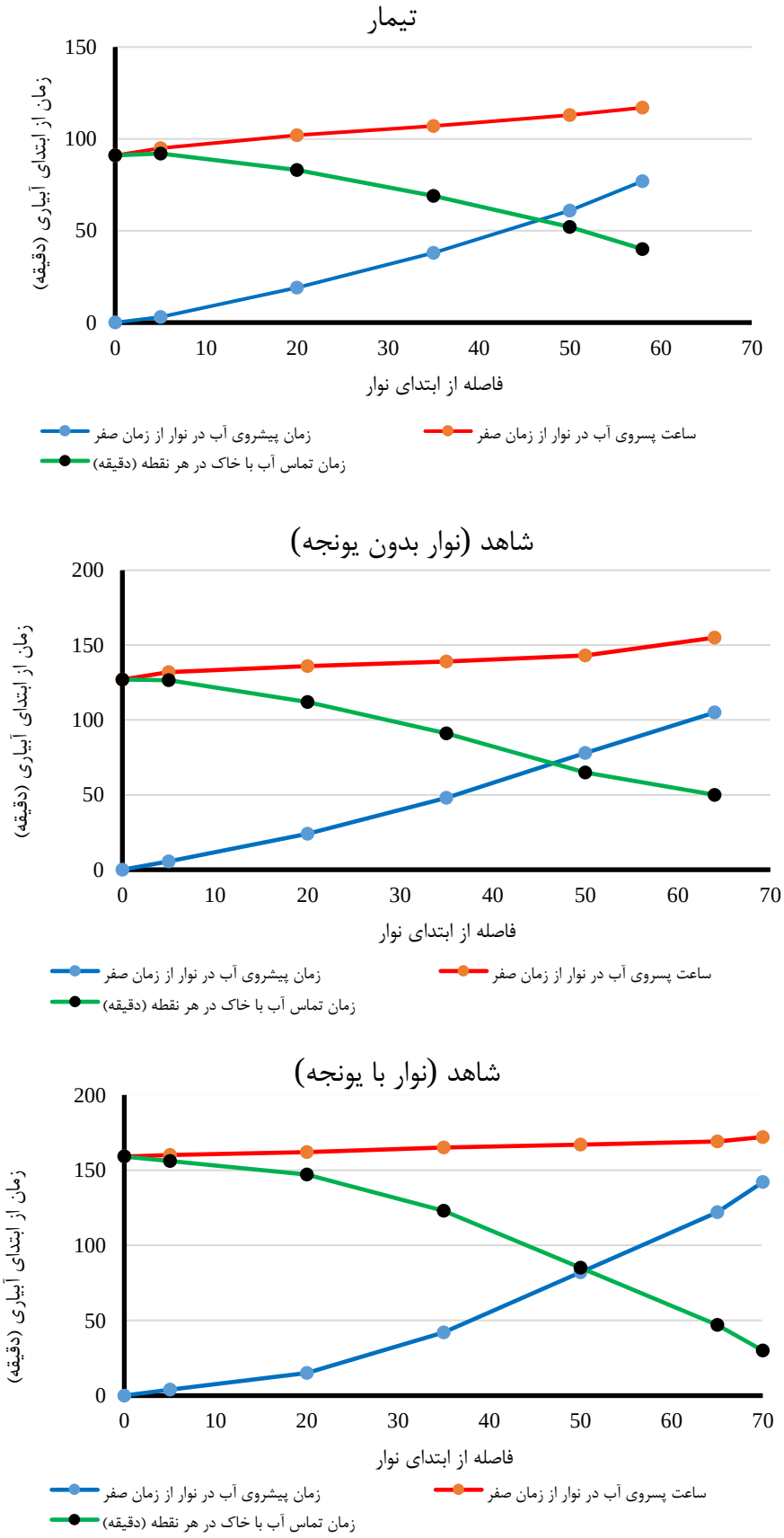
تاریخ آبیاری	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	کل آب ورودی به نوار آبیاری (متر مکعب)	مساحت زمین (هکتار)	مصرف آب در هکتار (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در هکتار (میلیمتر)
۱۵/۳/۱۳۹۴	نوار	۶	۲/۱۹	۴۷/۲۳	۰/۰۳۴۸	۱۲۳۰	۱۲۳
۷/۴/۱۳۹۴	نوار	۵/۹	۲/۰۳	۴۳/۰۵	۰/۰۳۴۸	۱۱۲۱	۱۱۲/۱
۲۳/۴/۱۳۹۴	نوار	۵/۸	۲/۰۵	۴۲/۸۷	۰/۰۳۴۸	۱۱۱۶	۱۱۱/۶
۱۲/۵/۱۳۹۴	نوار	۵/۸	۲/۲۹	۴۷/۸۸	۰/۰۳۴۸	۱۲۴۷	۱۲۴/۷
۲۹/۵/۱۳۹۴	نوار	۵/۷	۱/۸۹	۳۸/۸۵	۰/۰۳۴۸	۱۰۱۲	۱۰۱/۲
۱۷/۶/۱۳۹۴	نوار	۵/۷	۱/۹۷	۴۰/۴۹	۰/۰۳۴۸	۱۰۵۴	۱۰۵/۴
						۶۷۸۱	۶۷۸

جدول ۹۳- مشخصات آبیاری‌های باغ سیب عوض آرامون قسمت شاهد (نوار با یونجه)

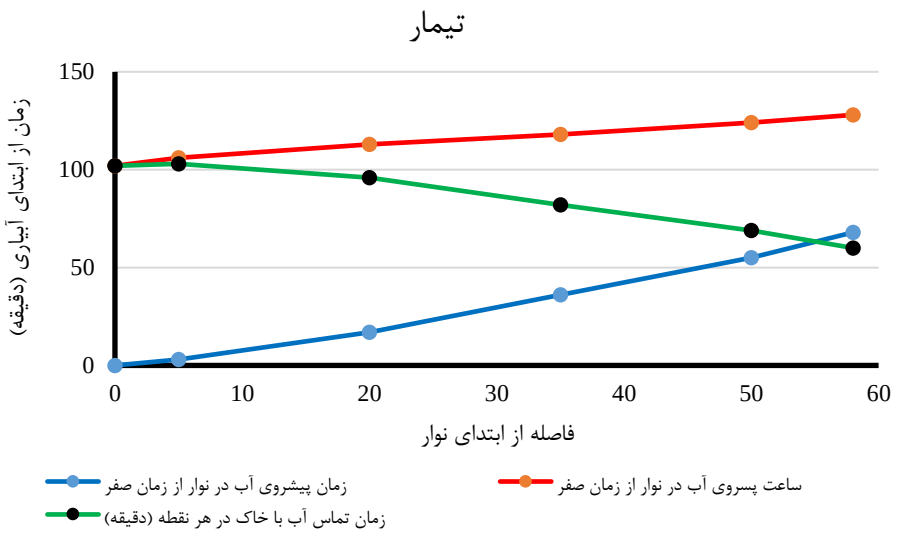
تاریخ آبیاری	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	کل آب ورودی به نوار آبیاری (متر مکعب)	مساحت زمین (هکتار)	مصرف آب در هکتار (مترمکعب در هکتار)	مصرف آب در هکتار (میلیمتر)
۱۵/۳/۱۳۹۶	نوار آبیاری	۶	۲/۷۳	۵۹/۰۴	۰/۰۴۲	۱۴۰۶	۱۴۰/۶
۷/۴/۱۳۹۶	نوار آبیاری	۵/۹	۲/۶۲	۵۵/۵۸	۰/۰۴۲	۱۳۲۳	۱۳۲/۳
۲۳/۴/۱۳۹۶	نوار آبیاری	۵/۸	۲/۸۰	۵۸/۴۶	۰/۰۴۲	۱۳۹۲	۱۳۹/۲
۱۲/۵/۱۳۹۶	نوار آبیاری	۵/۸	۳/۱۸	۶۶/۴۷	۰/۰۴۲	۱۵۸۳	۱۵۸/۳
۲۹/۵/۱۳۹۶	نوار آبیاری	۵/۷	۲/۳۳	۴۷/۸۸	۰/۰۴۲	۱۱۴۰	۱۱۴
۱۷/۶/۱۳۹۶	نوار آبیاری	۵/۷	۲/۴۳	۴۹/۹۳	۰/۰۴۲	۱۱۸۹	۱۱۸/۹
						۸۰۳۲	۸۰۳

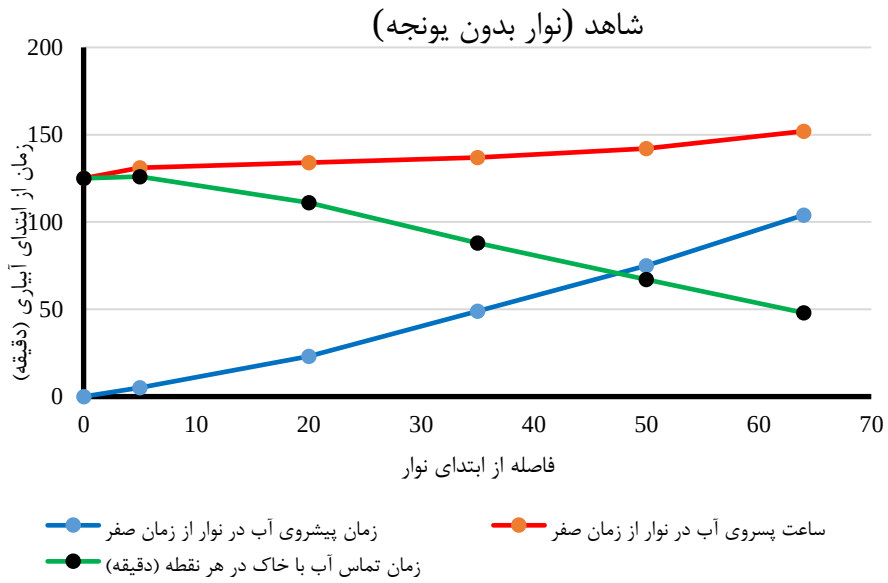


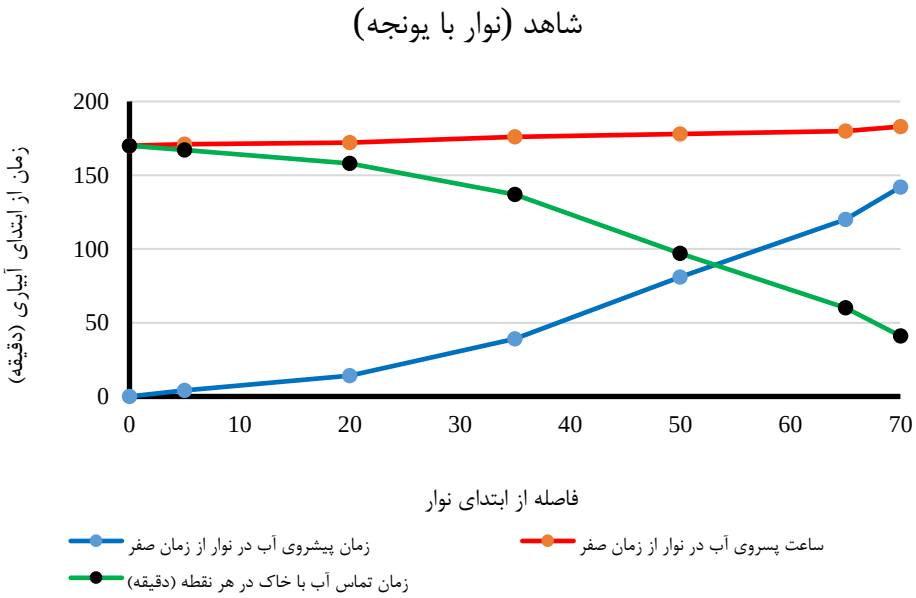
شکل ۹۵- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در باغ سیب عوض آرامون، روستای سپرغان مورخ ۱۵/۳/۹۶



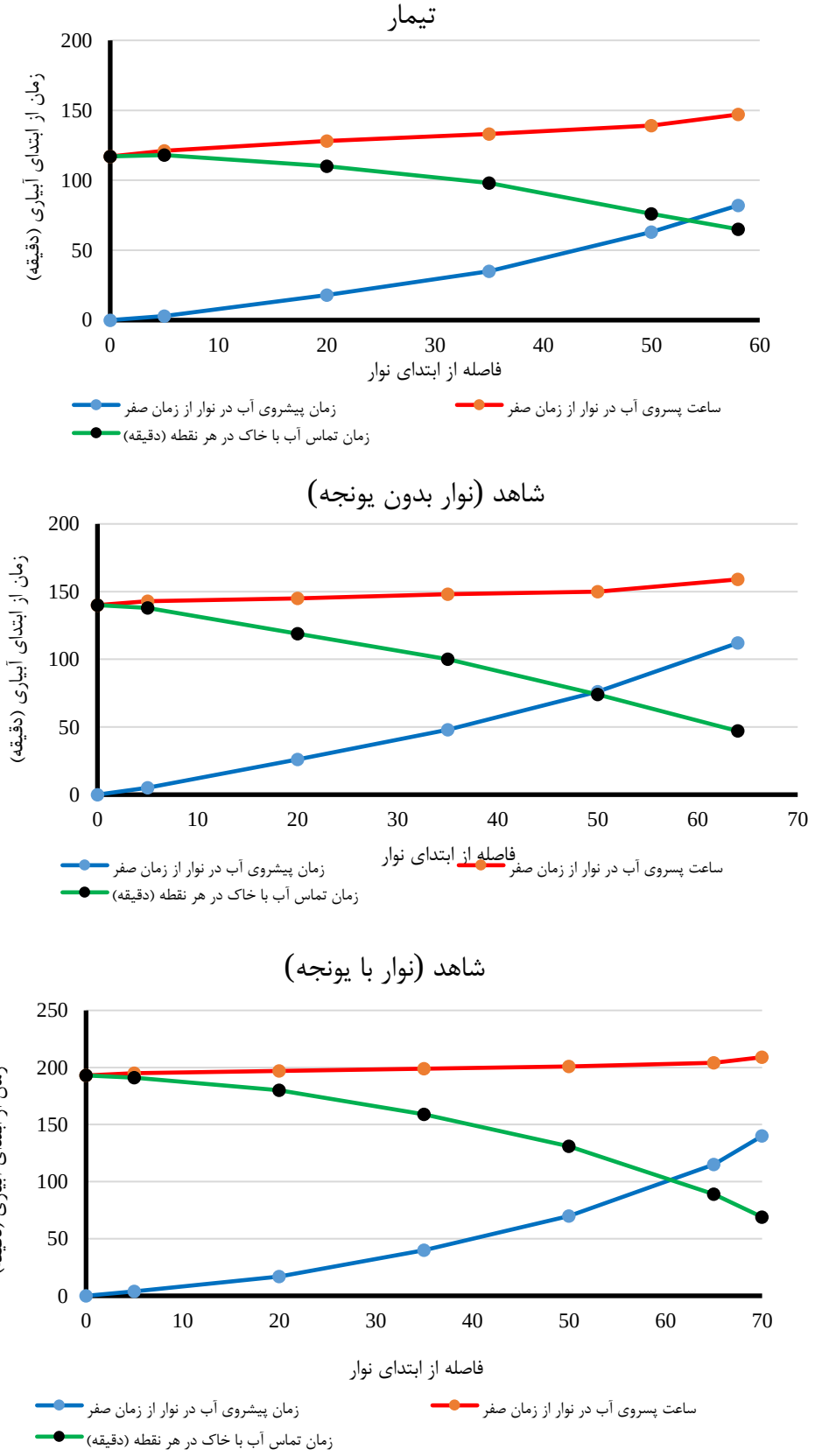
شکل ۹۶- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در باغ سیب عوض آرامون ، روستای سپرغان مورخ ۷/۴/۹۶


تیمار
زمان از ابتدای آبیاری (دقیقه)
150
100
50
0
0
10
20
30
40
50
60
فاصله از ابتدای نوار
زمان پیشروی آب در نوار از زمان صفر
ساعت پسروی آب در نوار از زمان صفر
زمان تماس آب با خاک در هر نقطه (دقیقه)

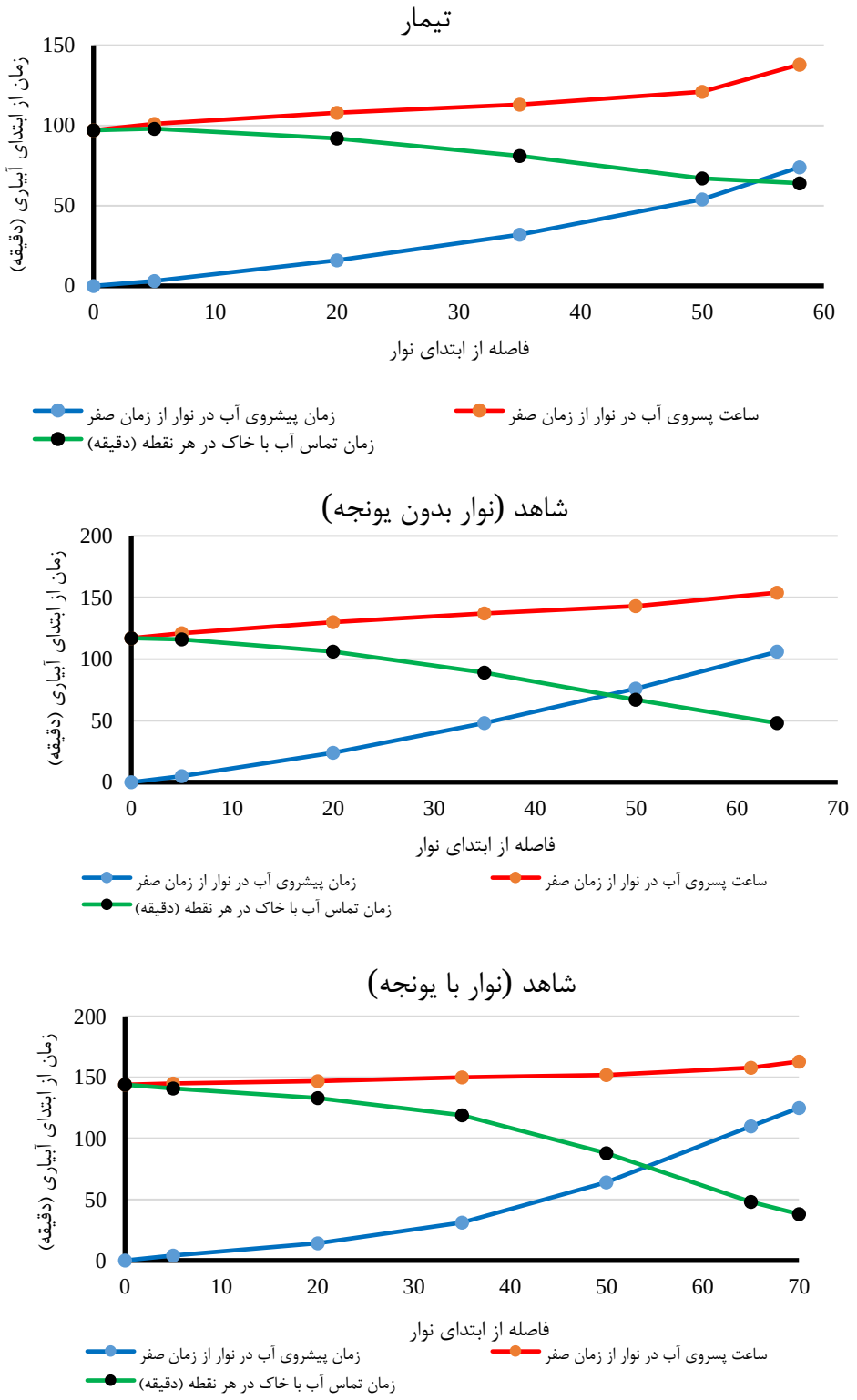

شاهد (نوار بدون یونجه)
زمان از ابتدای آبیاری (دقیقه)
200
150
100
50
0
0
10
20
30
40
50
60
70
فاصله از ابتدای نوار
زمان پیشروی آب در نوار از زمان صفر
ساعت پسروی آب در نوار از زمان صفر
زمان تماس آب با خاک در هر نقطه (دقیقه)


شاهد (نوار با یونجه)
زمان از ابتدای آبیاری (دقیقه)
200
150
100
50
0
0
10
20
30
40
50
60
70
فاصله از ابتدای نوار
زمان پیشروی آب در نوار از زمان صفر
ساعت پسروی آب در نوار از زمان صفر
زمان تماس آب با خاک در هر نقطه (دقیقه)

شکل ۹۷- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در باغ سیب عوض آرامون، روستای سپرغان مورخ ۲۳/۴/۹۶



شکل ۹۸- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در باغ سیب عوض آرامون، روستای سپرغان مورخ ۱۲/۵/۹۶



شکل ۹۹- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در باغ سیب عوض آرامون، روستای سپرغان مورخ ۲۹/۵/۹۶

شکل ۱۰۰- منحنی‌های پیشروی و پسروی آب در باغ سیب عوض آرامون، روستای سپرغان مورخ ۱۷/۶/۹۶

جدول ۹۴- خلاصه نتایج راندمان و کارایی مصرف آب باغ سیب عوض آرامون در روستای سپرغان ارومیه

تاریخ آبیاری	تیمار / شاهد	تکنولوژی اصلی	مورد اندازه گیری دبی	دبی ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت زمان آبیاری نوار (ساعت)	آب ورودی به نوارها (متر مکعب)	مساحت آبیاری (هکتار)	آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)	عمق آب داده شده به نوارها (میلیمتر)	عمق آب ذخیره شده در نوار (میلیمتر)	راندمان کاربرد آب در نوار (درصد)
۷/۴/۹۶	تیمار	آبیاری تشتکی	شیار و تشتک	۵/۹	۱/۶۱	۳۴/۲	۰/۰۳۴۸	۹۸۳	۹۸/۳	۶۸/۳	۶۹/۵
	شاهد	نوار بدون یونجه	نوار آبیاری	۵/۹	۲/۰۳	۳۴/۰۵	۰/۰۳۴۸	۱۱۲۱	۱۱۲/۱۰	۶۳/۳	۵۶/۵
	شاهد	نوار با یونجه	نوار آبیاری	۵/۹	۲/۶۲	۵۵/۵۸	۰/۰۴۲	۱۳۲۳	۱۳۲/۳	۶۸/۹	۵۲/۰
۲۹/۵/۹۶	تیمار	آبیاری تشتکی	شیار و تشتک	۵/۷	۱/۴۵	۲۹/۸	۰/۰۳۴۸	۸۵۵	۸۵/۵۰	۶۰/۷	۷۰/۹۷
	شاهد	نوار بدون یونجه	نوار آبیاری	۵/۷	۱/۸۹	۳۸/۸۵	۰/۰۳۴۸	۱۰۱۲	۱۰۱/۱۷	۶۰/۰	۵۹/۳
	شاهد	نوار با یونجه	نوار آبیاری	۵/۷	۲/۳۳	۴۷/۸۸	۰/۰۴۲	۱۱۴۰	۱۱۴/۰۰	۶۱/۶	۵۴/۰۱
میانگین				۵,۸	۱/۹۹	۴۱/۶	۰/۰۳۴۸	۱۰۷۲	۱۰۷/۲	۶۳/۸	۶۰/۴
ماکزیمم				۵/۹	۲/۶۲	۵۵/۶	۰/۰۳۴۸	۱۳۲۳	۱۳۲/۳	۶۸/۹	۷۱/۰
مینیمم				۵,۷	۱/۴۵	۲۹/۸	۰/۰۴۲	۸۵۵	۸۵/۵	۶۰	۵۲/۰

مجموع آب داده شده، عملکرد محصول و کارایی مصرف آب	تیمار / شاهد		مجموع آب داده شده به تیمار / شاهد (متر مکعب در هکتار)	متوسط راندمان تیمار / شاهد (درصد)	عملکرد محصول تیمار / شاهد (کیلوگرم بر هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
	تیمار	آبیاری تشتکی	۵۹۰۶	۷۰	۲۸۳۰۰	۴/۷۹
	شاهد	نوارهای آبیاری بدون یونجه	۶۷۸۱	۵۸	۲۷۹۰۰	۴/۱۱
	شاهد	نوارهای آبیاری با یونجه	۸۰۳۲	۵۳	۲۶۸۰۰	۳/۳۴

۵-۴- نتایج پایش مزارع بهاره شرکت‌ها

نتایج پایش باغ S_3 و S_4: مزارع S_3 و S_4 تحت کشت گوجه‌فرنگی بوده است. الگوی کشت بهاره روستای قبچاق عمدتاً گوجه‌فرنگی می‌باشد. مالک مزرعه S_3 آقای ولایی و مالک مزرعه S_4 آقای خانمحمدی می‌باشد. روش آبیاری گوجه‌فرنگی به‌صورت کرتی (با ایجاد پشته‌ها در داخل کرت) می‌باشد. تیمار و شاهد مزرعه S_3 به‌صورت مزارع جدا از هم بوده ولی در مزرعه S_4، تیمار و شاهد یکجا و در یک مزرعه هستند. در روش آبیاری کرت، بحث تسطیح و یکنواختی شیب به اندازه روش نواری و جویچه‌ای که طولانی هستند، از اهمیت کمتری برخوردار است؛ زیرا ابعاد کرت کوچک بوده و امکان تسطیح به راحتی وجود دارد. در مزرعه S_3 مساحت تیمار و شاهد به ترتیب حدود ۰/۲ و ۰/۶ هکتار و مساحت مزرعه S_4 حدود ۰/۲۵ هکتار می‌باشد.

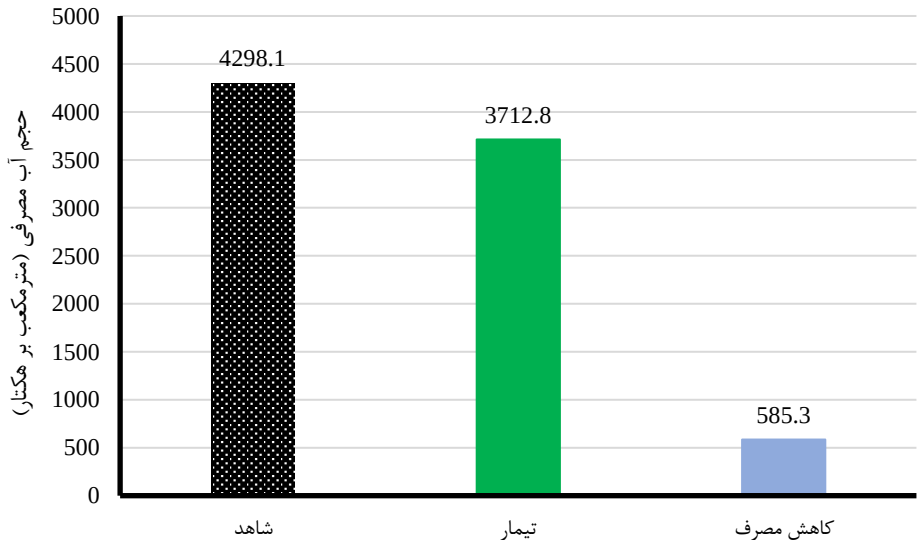
در این مزرعه آبیاری اول (خاک آب) شاهد در تاریخ ۱۳۹۶/۱/۲۸ و تیمار در ۹۶/۳/۲۲ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. مشخصات شاهد و تیمار به‌صورت جدول ۹۵ می‌باشد. شاهد به‌صورت کشت بذری (کاشت حدود یک ماه جلوتر) و آرایش یک ردیفه (بر روی هر پشته یک ردیف کشت) و تیمار

به‌صورت کشت نشایی (کشت حدود یک ماه تاخیر) و به‌صورت آرایش دو ردیفه (دو ردیف کشت بر روی یک پشته) در نظر گرفته شد.

جدول ۹۵– مشخصات تیمار و شاهد در مزرعه S3

مزرعه S3	روش آبیاری	نوع تیمار/شاهد	شرایط انتها
تیمار	کرتی	کشت نشا/آرایش کشت دو ردیفه	بسته
شاهد	کرتی	کشت بذر/ آرایش کشت یک ردیفه	بسته

تیمار و شاهد مزرعه s3 به ترتیب در ۱۲ و ۱۰ نوبت آبیاری گردید که تمام این آبیاری‌ها موردراندازه‌گیری و پایش قرار گرفت. ۲ نوبت کاهش آبیاری تیمار به خاطر کشت نشایی آن بوده که باعث حذف ۲ نوبت آبیاری گردید. همچنین مقادیر کل حجم آبیاری تیمار و شاهد در شکل ۱۰۱ ارائه‌شده است. بر این اساس، مقدار آب آبیاری مزرعه تیمار ۳۷۱۲/۸ مترمکعب بر هکتار (معادل ۳۷۱ میلی‌متر) و شاهد ۴۲۹۸/۱ مترمکعب بر هکتار (معادل ۴۲۹ میلی‌متر) حاصل گردید که نشان‌دهنده ۱۳/۶ درصد کاهش و صرفه‌جویی آب در تیمار نسبت به شاهد اتفاق افتاده است.



شکل ۱۰۱-مقایسه مقادیر حجم آب مصرفی تیمار و شاهد در کل فصل رشد و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) در مزرعه S_3

بر اساس نتایج (جدول ۹۶)، میزان عملکرد باسکول مزارع تیمار و شاهد در S_3 به ترتیب ۹/۸ و ۷/۲ تن بر هکتار به دست آمد. با توجه به اینکه برداشت محصول به‌صورت دوره‌ای در گوجه‌فرنگی انجام می‌گردد، لذا امکان کلگیری

وجود نداشته و ملاک عملکرد باسکول بوده است. یکی از دلایل افزایش عملکرد تیمار نسبت به شاهد، آرایش کشت تیمار بوده که به‌صورت دو ردیفه کشت شده است. بر اساس عملکرد محصول در مزارع تیمار و شاهد (بر اساس عملکرد باسکول) و نیز مقدار آب مصرفی، میزان بهره‌وری آب مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۶۴ و ۱/۶۸ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شد. مقدار افزایش بهره‌وری تیمار نسبت به شاهد ۵۷ درصد که بخشی از آن به خاطر کاهش مصرف آب (عمدتاً به خاطر حذف دو آبیاری اول) و بخشی دیگر به خاطر افزایش عملکرد محصول (عمدتاً به خاطر کشت دو ردیفه) می‌باشد.

جدول ۹۶- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه S_3

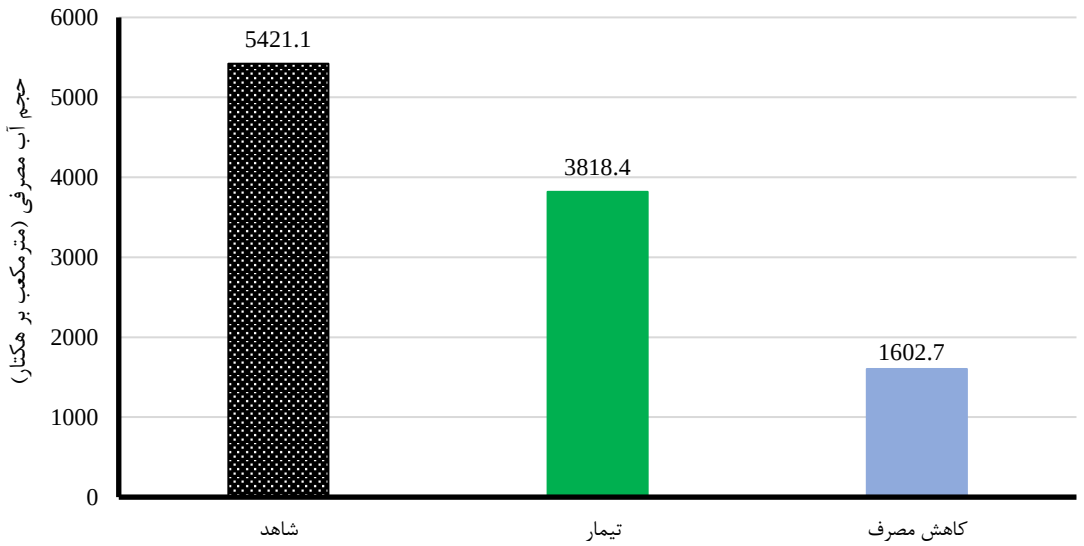
عملکرد باسکول(تن بر هکتار)		عملکرد اندازه‌گیری شده (تن بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۷/۲	۹/۸	*	*	۲/۶۴	۱/۶۸

در این مزرعه آبیاری اول (خاک آب) شاهد در تاریخ ۱۳۹۶/۲/۸ و تیمار در ۹۶/۳/۱۸ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. مشخصات شاهد و تیمار به‌صورت جدول ۹۷ می‌باشد. شاهد به‌صورت کشت بذری (کاشت حدود ۴۰ روز جلوتر) و آرایش یک ردیفه (بر روی هر پشته یک ردیف کشت) و تیمار به‌صورت کشت نشایی (کشت حدود ۴۰ روز با تأخیر) و به‌صورت آرایش دو ردیفه (دو ردیف کشت بر روی یک پشته) در نظر گرفته شد.

جدول ۹۷– مشخصات تیمار و شاهد در مزرعه S_4

مزرعه S4	روش آبیاری	نوع تیمار/شاهد	شرایط انتها
تیمار	کرتی	کشت نشاء/آرایش کشت دو ردیفه	بسته
شاهد	کرتی	کشت بذر/ آرایش کشت یک ردیفه	بسته

تیمار و شاهد مزرعه S_4 به ترتیب در ۱۶ و ۱۳ نوبت آبیاری گردید که تمام این آبیاری‌ها موردراندازه‌گیری و پایش قرار گرفت. کاهش ۳ نوبت آبیاری تیمار به خاطر کشت نشایی آن بوده که باعث حذف ۳ نوبت آبیاری گردید. همچنین مقادیر کل حجم آبیاری تیمار و شاهد در شکل ۱۰۲ ارائه شده است. بر این اساس، مقدار آب آبیاری مزرعه تیمار ۳۷۱۸/۴ مترمکعب بر هکتار (معادل ۳۷۲ میلی‌متر) و شاهد ۵۴۲۱/۱ مترمکعب بر هکتار (معادل ۵۴۲ میلی‌متر) حاصل گردید که نشان‌دهنده ۲۹/۶ درصد کاهش و صرفه‌جویی آب در تیمار نسبت به شاهد اتفاق افتاده است.



شکل ۱۰۲-مقایسه مقادیر حجم آب مصرفی تیمار و شاهد در کل فصل رشد و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) در مزرعه S4

بر اساس نتایج (جدول ۹۸)، میزان عملکرد باسکول مزارع تیمار و شاهد در S_4 به ترتیب ۹/۴ و ۷/۸ تن بر هکتار به دست آمد. همانند مزرعه S_3، با توجه به اینکه برداشت محصول به‌صورت دوره‌ای در گوجه‌فرنگی انجام می‌گردد، لذا امکان کلگیری نیز در این مزرعه وجود نداشته و ملاک عملکرد باسکول گردید. در این مزرعه نیز یکی از دلایل افزایش عملکرد تیمار نسبت به شاهد، آرایش کشت تیمار بوده که به‌صورت دو ردیفه کشت شده است. بر اساس عملکرد محصول در مزارع تیمار و شاهد (بر اساس عملکرد باسکول) و نیز مقدار آب مصرفی، میزان بهره‌وری آب مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۴۶ و ۱/۴۴ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شد. مقدار افزایش بهره‌وری تیمار نسبت به شاهد ۷۱ درصد که بخشی از آن به خاطر کاهش مصرف آب (عمدتاً به خاطر حذف سه آبیاری اول) و بخشی دیگر به خاطر افزایش عملکرد محصول (عمدتاً به خاطر کشت دو ردیفه) می‌باشد.

جدول ۹۸- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه S_4

عملکرد باسکول(تن بر هکتار)		عملکرد اندازه‌گیری شده (تن بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۷/۸	۹/۴	*	*	۲/۴۶	۱/۴۴

نتایج پایش باغ S_5: نوع کشت در مزرعه S_5، چغندرقند بوده و مساحت تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۵ و ۲/۵ هکتار می‌باشد. کشت مرسوم چغندرقند در شهرستان میاندوآب به‌صورت جویچه‌هایی در داخل نوار و با فواصل ۵۰ سانتیمتر انجام می‌گردد. در آرایش ۴۰×۶۰، ۴۰ سانتیمتر معرف فاصله کشت روی پشته و ۶۰ سانتیمتر، معرف فاصله ردیف کناری روی پشته از ردیف کشت چغندر در روی پشته مجاور است.

در این مزرعه آبیاری اول (خاک آب) شاهد در تاریخ ۱۳۹۶/۲/۷ و تیمار در ۹۶/۲/۴ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. مشخصات شاهد و تیمار به‌صورت جدول ۹۹ ارائه‌شده است. تیمار موردنظر تغییر روش آبیاری از نواری به روش جویچه‌ای همراه با تغییر الگوی کشت به آرایش کشت دو ردیفه بر روی یک پشته بود.

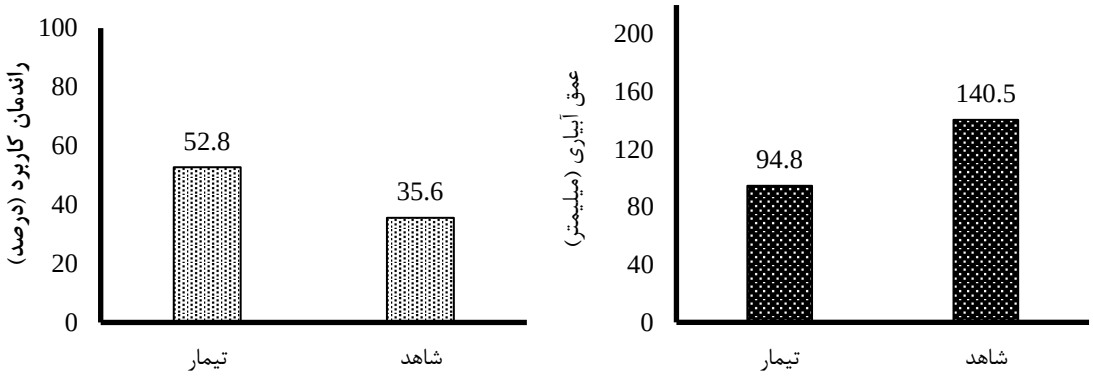
جدول ۹۹– مشخصات تیمار و شاهد در مزرعه S_5

مزرعه U2	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	آرایش کشت	شیب طولی	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای	۱/۰×۷۷/۱	دو ردیفه (۶۰×۴۰)	منظم: ۰/۰۰۲۶	بسته
شاهد	نواری	۶/۸×۸۲	تک ردیفه (۵۰×۵۰)	منظم: ۰/۰۰۱۱	بسته

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز و راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه S_5 در جدول ۱۰۰ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۰۰، تغییر روش آبیاری باعث کاهش مصرف آب در آبیاری اول گردیده است. متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد در آبیاری اول به ترتیب ۹۴/۸ و ۱۴۰/۵ میلی‌متر محاسبه شد که ۳۲/۵ درصد کاهش مصرف آب در این آبیاری وجود دارد (شکل ۱۰۳).

جدول ۱۰۰– مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه S_5 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول (خاک آب)

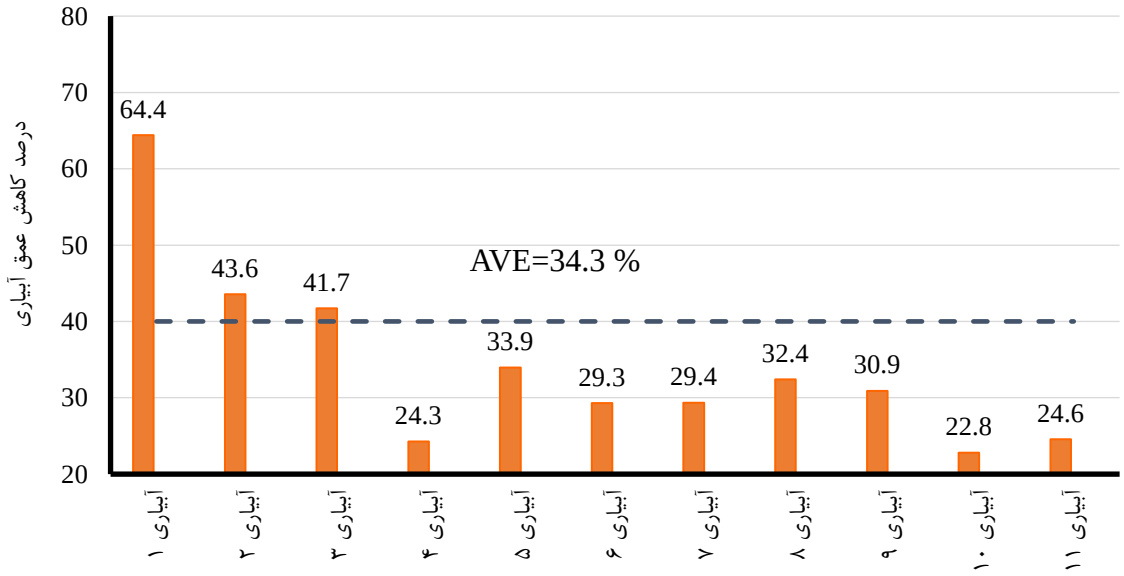
خاک آب مزرعه U2	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری (t_{co}) (دقیقه)	عمق آبیاری (I_g) (میلی‌متر)	نیاز خالص آبیاری (I_n) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۲/۱	۵۸	۹۴/۸	۵۰	۵۲/۸
شاهد	۸/۳۶	۱۵۶	۱۴۰/۵	۵۰	۳۵/۶



شکل ۱۰۳- مقایسه گرافیکی بازده کاربرد آب و عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در مزرعه S_5 در آبیاری اول (خاکاب)

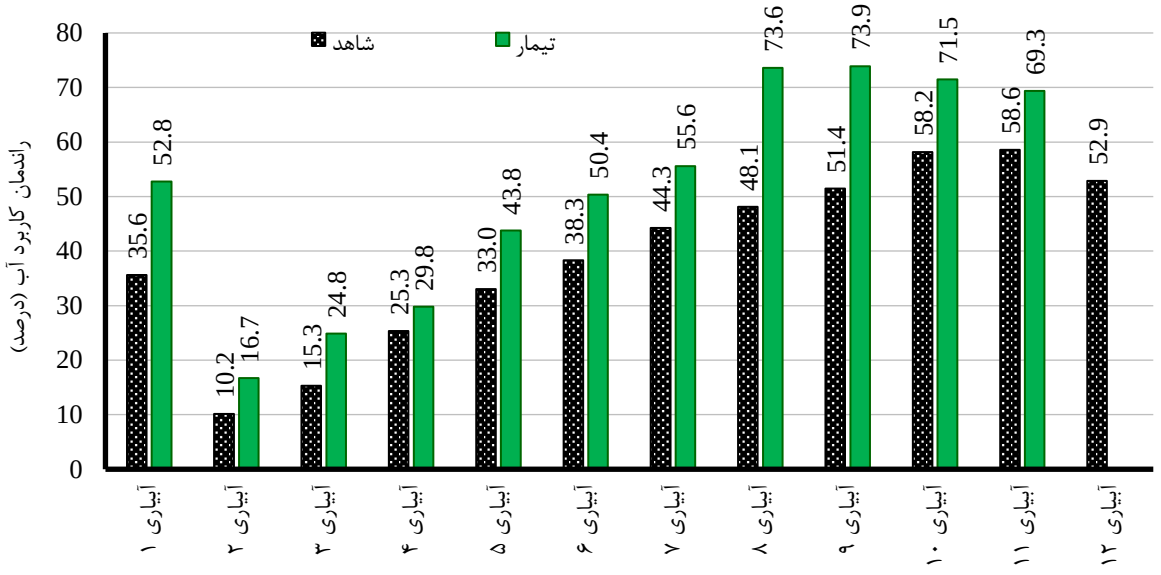
تیمار و شاهد مزرعه S_5 به ترتیب در ۱۱ و ۱۲ نوبت آبیاری گردید که تمام این آبیاری‌ها موردراندازه‌گیری و پایش قرار گرفت.

مجموع عمق آبیاری طی ۱۲ نوبت آبیاری شاهد حدود ۱۶۲۳ میلی‌متر و ۱۱ نوبت آبیاری تیمار حدود ۹۷۴ میلی‌متر به دست آمد؛ به عبارت دیگر حجم مصرف مزرعه تیمار ۹۷۳۵ مترمکعب بر هکتار و مزرعه شاهد ۱۶۲۲۵ مترمکعب بر هکتار بوده که مقدار کاهش مصرف آب با تغییر روش آبیاری چغندرقند و نیز تغییر آرایش کشت به ۴۰×۶۰ حدود ۴۰ درصد در تمام آبیاری‌ها (کل آبیاری تیمار و شاهد) محاسبه شد. این عدد به دست آمد برای آرایش ۴۰×۶۰ با نتایج حاصل از تحقیقات مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی مطابقت دارد. بدون لحاظ آبیاری ۱۲ شاهد، در ۱۱ آبیاری مشترک انجام‌گرفته برای شاهد و تیمار، مقدار کاهش مصرف آب تیمار حدود ۳۴/۳ درصد حاصل شد. مقدار کاهش مصرف تیمار نسبت به شاهد در هر آبیاری مطابق شکل ۱۰۴ آورده شده است.



شکل ۱۰۴-مقادیر کاهش عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در مزرعه S_5 در آبیاری‌های مختلف برحسب درصد

نتایج راندمان کاربرد آبیاری‌های مختلف در مزرعه S_5 نیز در شکل ۱۰۵ ارائه‌شده است. مطابق این شکل، مقادیر راندمان کاربرد با تغییر آرایش کشت به ۴۰×۶۰ و تغییر روش آبیاری، در تمام آبیاری‌ها بهبود قابل‌ملاحظه حاصل شد. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد برای تمام آبیاری‌ها به ترتیب ۵۱/۱ و ۳۹/۳ درصد به دست آمد که حدود ۱۱/۸ درصد راندمان آبیاری با تغییر روش آبیاری و آرایش کاشت بهبود یافت.



شکل ۱۰۵-مقادیر راندمان کاربرد آب شاهد و تیمار در مزرعه S_5 در تمام آبیاری‌های انجام‌شده

بر اساس نتایج (جدول ۱۰۱)، میزان عملکرد اندازه‌گیری شده تیمار و شاهد در مزرعه S_5 حدود ۵۰ و ۳۸/۵ تن بر هکتار به دست آمد. مقدار بهره‌وری آب نیز در مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۵/۱ و ۲/۳۷ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. تغییر آرایش کاشت در این مزرعه نیز نشان‌دهنده افزایش عملکرد محصول، کاهش مصرف آب و درنتیجه افزایش بهره‌وری آب گردید.

جدول ۱۰۱- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه S_5

عملکرد اندازه‌گیری شده (کیلوگرم بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۵۰*	۳۸/۵*	۵/۱	۲/۳۷

* از دلایل کم بودن عملکرد محصول نسبت به مزرعه U2 می‌توان به شوری خاک در این مزرعه اشاره کرد.

** در این مزرعه، چغندرقند هنوز به کارخانه داده نشده است و ملاک اندازه‌گیری می‌باشد.

نتایج پایش باغ S_1 و A_1: مزرعه S_1 که تحت کشت چغندرقند بود، یکی از مزارع جهت پایش توسط شرکت نوین‌گستر مهاباد انتخاب شد. تیمار این مزرعه، طول نوارها مدنظر قرار گرفت. روش مرسوم آبیاری چغندرقند به‌صورت نواری با عرض متناسب با دبی و تقریباً از ۴ تا ۸ متر در منطقه مرسوم است. عرض نوارها در مزرعه

موردنظر ۶ متر بود. طول نوارها در بخش شاهد ۲۱۵ متر بوده و بر اساس مدل‌سازی، طول نوارها کاهش یافت. طول نوارهای تیمار برابر ۱۰۴ متر بوده و مشخصات شاهد و تیمار به‌صورت جدول ۱۰۲ ارائه‌شده است.

جدول ۱۰۲– مشخصات تیمار و شاهد در مزرعه S_1

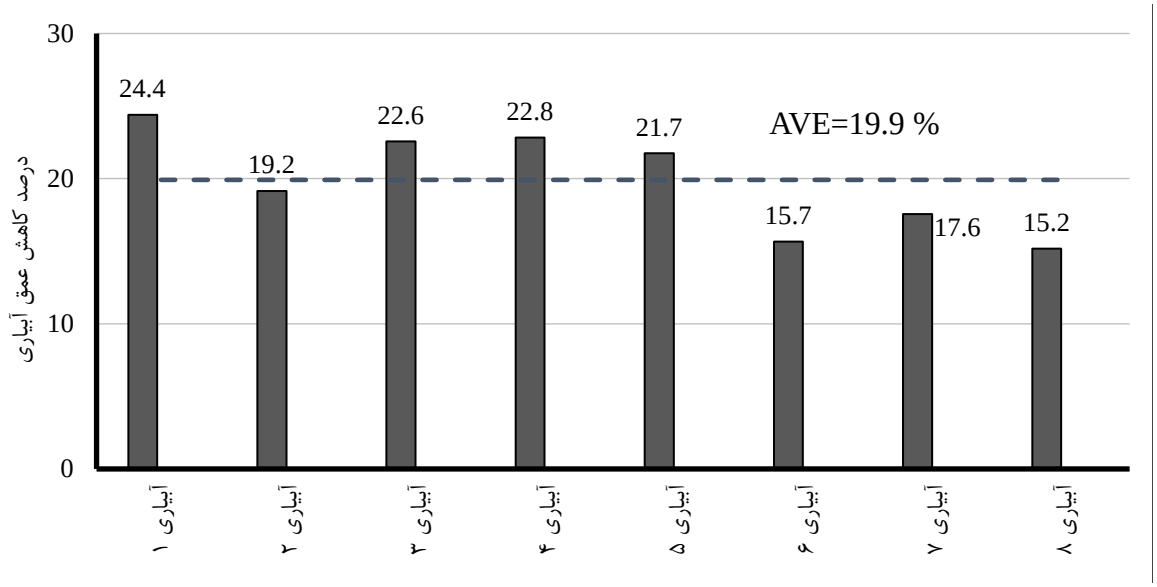
مزرعه S_1	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	آرایش کشت	شیب طولی	شرایط انتها
تیمار	نواری	۶×۱۰۳/۷	یک ردیفه (۵۰ سانتیمتر)	منظم: ۰/۰۰۳۵	بسته
شاهد	نواری	۶×۲۱۵/۰	یک ردیفه (۵۰ سانتیمتر)	منظم: ۰/۰۰۲۱	بسته

در این مزرعه آبیاری اول (خاک آب) شاهد و تیمار در تاریخ ۱۳۹۶/۳/۳ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. قابل ذکر است که تاریخ کاشت چغندر در اواخر فروردین ماه صورت گرفته بود و به علت بارشهای خوب در اردیبهشت‌ماه، نیازی به آبیاری نبوده است. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه S_1 در جدول ۱۰۳ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۷۵، کاهش طول نوارهای آبیاری باعث کاهش مصرف آب در آبیاری اول گردیده است. متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد در آبیاری اول به ترتیب ۱۰۴/۲ و ۱۳۷/۸ میلی‌متر محاسبه شد که ۲۴/۴ درصد کاهش مصرف آب در این آبیاری وجود دارد.

جدول ۱۰۳– مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه S_1 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول (خاک آب)

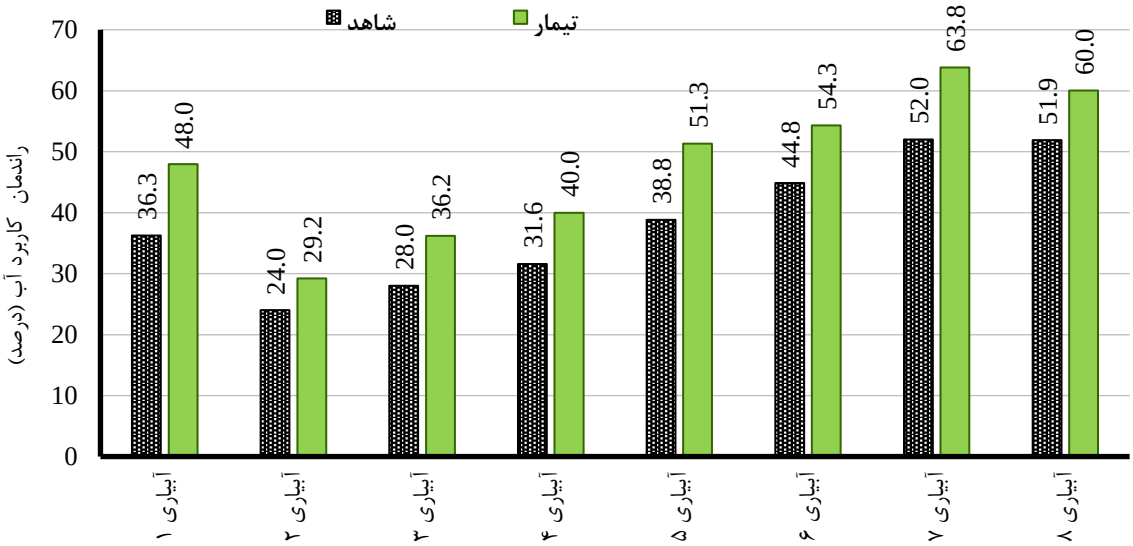
خاک آب مزرعه S_1	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری (t_{co}) (دقیقه)	عمق آبیاری (I_g) (میلی‌متر)	نیاز خالص آبیاری (I_n) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۲۱/۶۲	۵۰	۱۰۴/۲	۵۰	۴۸
شاهد	۲۳/۷	۱۲۵	۱۳۷/۸	۵۰	۳۶/۳

تیمار و شاهد مزرعه S_1، ۸ نوبت آبیاری گردید که تمام این آبیاری‌ها موردراندازه‌گیری و پایش قرار گرفت. مجموع عمق آبیاری طی ۸ نوبت آبیاری شاهد حدود ۱۰۶۶ میلی‌متر و ۸ نوبت آبیاری تیمار حدود ۸۵۳ میلی‌متر به دست آمد؛ به عبارت دیگر حجم مصرف مزرعه تیمار ۸۵۳۴ مترمکعب بر هکتار و مزرعه شاهد ۱۰۶۵۶ مترمکعب بر هکتار بوده که مقدار کاهش مصرف آب با کاهش طول نوار آبیاری چغندرقند حدود ۱۹/۹ درصد در تمام آبیاری-ها محاسبه شد. مقدار کاهش مصرف تیمار نسبت به شاهد در هر آبیاری مطابق شکل ۱۰۶ آورده شده است.



شکل ۱۰۶- مقدار کاهش مصرف تیمار نسبت به شاهد در آبیاری‌های مختلف مزرعه S_1

نتایج راندمان کاربرد آبیاری‌های مختلف در مزرعه S_1 نیز در شکل ۱۰۷ ارائه‌شده است. مطابق این شکل، مقادیر راندمان کاربرد با کاهش طول نوارهای، در تمام آبیاری‌ها بهبود حاصل شد. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد برای تمام آبیاری‌ها به ترتیب ۴۷/۹ و ۳۸/۴ درصد به دست آمد که حدود ۹/۴ درصد راندمان آبیاری با اصلاح طول نوارها بهبود یافت.



شکل ۱۰۷- مقادیر راندمان کاربرد آب شاهد و تیمار در مزرعه S_1 در تمام رویدادهای آبیاری

بر اساس نتایج (جدول ۱۰۴)، میزان عملکرد باسکول تیمار و شاهد در مزرعه S_1 برابر و معادل ۹۷ تن بر هکتار به دست آمد. بر اساس میزان مصرف آب مزرعه تیمار و شاهد، میزان بهره‌وری آب تیمار و شاهد به ترتیب ۱۱/۳ و ۹/۱ کیلوگرم برمترمکعب محاسبه شد که بهره‌وری آب در مزرعه تیمار ۲۴/۲ درصد افزایش نشان می‌دهد.

جدول ۱۰۴- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه S_1

عملکرد باسکول(تن بر هکتار)		عملکرد اندازه‌گیری شده (تن بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۹۷**	۹۷**	*	*	۱۱/۳	۹/۱

* با توجه به اینکه محصول بر اساس کوپن از قبل خریداری‌شده تحویل کارخانه چغندرقند می‌شود، لذا عملکرد باسکول که توسط کارخانه قند ارائه می‌گردد، در حکم عملکرد اندازه‌گیری شده می‌باشد.

** عملکرد شاهد و تیمار به‌صورت مجزا به کارخانه قند تحویل داده نشده است. ولی طبق نظر کشاورز و همچنین نظر شرکت پایش، تفاوتی بین تیمار و شاهد وجود نداشت و هر دو بخش تیمار و شاهد کاملاً یکدست بود. لذا می‌توان این عملکرد را به هر دو بخش در نظر گرفت.

تیمار موردنظر در این باغ برنامه‌ریزی زمان واقعی آبیاری بوده است. براین اساس رطوبت خاک در بخش تیمار به‌صورت منظم و پایش و اندازه‌گیری گردید و زمانی که رطوبت ناحیه ریشه به حد بحرانی رسید، عمل آبیاری در بخش تیمار انجام گرفت. مساحت باغ A_1 حدود دو هکتار بوده و کل باغ به روش حلقوی آبیاری می‌گردد. بخش عمده باغ به‌عنوان شاهد بوده و با مدیریت کشاورز تحت آبیاری قرار گرفت؛ اما ۴ ردیف (۴ خط) از باغ به‌عنوان تیمار بوده و بر اساس مانیتورینگ رطوبت خاک، آبیاری انجام شد. مشخصات تیمار و شاهد در جدول ۱۰۵ آورده شده است. با توجه به اینکه رطوبت حد ظرفیت زراعی و پژمردگی دایم به ترتیب ۲۸/۳ و ۹ درصد وزنی محاسبه گردید، بر اساس نقصان مجاز مدیریتی (MAD) حدود ۶۰ درصد برای سیب پاکوتاه، مقدار رطوبت در زمان آبیاری بایستی حدود ۱۶ درصد وزنی باشد. با پایش رطوبت خاک به‌صورت دوره‌ای و چند روز یک‌بار، زمانی‌که رطوبت خاک به حدود ۱۶ درصد می‌رسید، آبیاری بخش تیمار انجام می‌گردید. این مقدار رطوبت نشان‌دهنده حد آستانه تنش آبی بر گیاه می‌باشد.

جدول ۱۰۵– مشخصات تیمار و شاهد در مزرعه A_1

باغ A_1	روش آبیاری	مساحت (مترمربع)	شیب طولی	شرایط انتها
تیمار	حلقوی	۱۴۷۶	۰/۰۰۳	بسته
شاهد	حلقوی	۱۸۹۷۲	۰/۰۰۳	بسته

بر اساس نتایج اندازه‌گیری آبیاری و پایش رطوبت خاک، بخش شاهد مزرعه در ۸ نوبت آبیاری گردید و بخش تیمار باغ در ۴ نوبت تحت آبیاری قرار گرفت. مقادیر عمق آبیاری با فرض سطح خیس شده ۳۵ درصد (که تقریباً قابل‌قبول نیز می‌باشد) ارائه‌شده است. مطابق نتایج عمق آبیاری، مقادیر مجموع عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۴۳۷/۷ و ۸۷۳/۵ میلی‌متر بوده که با برنامه‌ریزی زمان واقعی آبیاری بر اساس پایش رطوبت خاک، عمق کاربردی حدود ۵۰ درصد کاهش داشت.

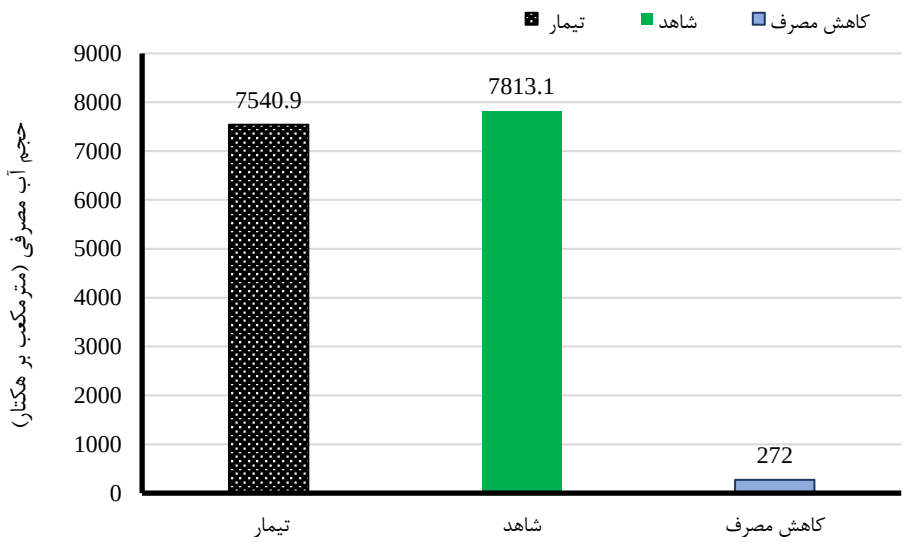
با توجه به اینکه درختان سیب در این باغ هنوز به مرحله باردهی نرسیده‌اند، لذا عملکردی در این باغ توسط کشاورز به‌صورت قابل ارائه به بازار وجود نداشت.

نتایج پایش باغ S_2 و A_2: این مزرعه تحت کشت چغندرقند بود. مساحت مزرعه موردنظر ۰/۳۵ هکتار بوده و رقم چغندرقند کاشته شده آذر بود. تیمار موردنظر در این مزرعه کاهش عرض نوارهای آبیاری با توجه به دبی جریان و مدل‌سازی توسط نرم‌افزار آبیاری سطحی بود. مشخصات تیمار و شاهد این مزرعه در جدول ۱۰۶ ارائه‌شده است.

جدول ۱۰۶– مشخصات تیمار و شاهد در مزرعه S2

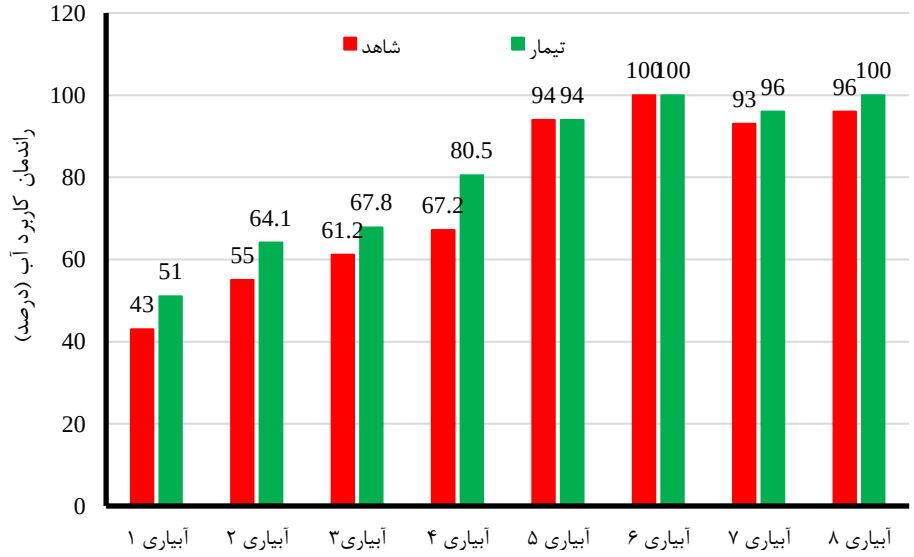
مزرعه S2	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	آرایش کشت	شیب طولی	شرایط انتها
تیمار	نواری	۳/۰×۱۰۰	تک ردیفه (۵۰×۵۰)	منظم: ۰/۰۰۳۵	بسته
شاهد	نواری	۶/۰×۱۰۰	تک ردیفه (۵۰×۵۰)	منظم: ۰/۰۰۳۱	بسته

در این مزرعه آبیاری اول (خاک آب) مزرعه در تاریخ ۱۳۹۶/۳/۱۱ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. کاشت و کرت‌بندی این مزرعه در ۱۳۹۶/۱/۹ انجام گردید و تا انجام آبیاری اول، از بارش مؤثر استفاده گردیده است. تیمار و شاهد مزرعه S_2 به در ۸ نوبت آبیاری گردید که تمام این آبیاری‌ها موردراندازه‌گیری و پایش قرار گرفت. مجموع عمق آبیاری طی ۸ نوبت آبیاری شاهد حدود ۷۸۱/۳ میلی‌متر و ۸ نوبت آبیاری تیمار حدود ۷۵۴/۱ میلی‌متر به دست آمد. مطابق شکل ۱۰۸ مقدار حجم آبیاری کاربردی در تیمار طی کل فصل حدود ۷۵۴۱ مترمکعب بر هکتار و در بخش شاهد حدود ۷۸۱۳ مترمکعب بر هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده کاهش آبیاری در تیمار به میزان ۳/۵ درصد (معادل ۲۷۲ مترمکعب بر هکتار) نسبت به شاهد می‌باشیم. با اینکه کاهش مصرف آب در تیمار نسبت به بخش شاهد وجود دارد، ولی مقدار آن قابل‌ملاحظه نبوده و انتظار می‌رفت که صرفه‌جویی بیشتر در بخش تیمار وجود داشته باشد. شاید یکی از دلایل آن را به توپوگرافی ابتدای مزرعه تیمار نسبت داد. با اینکه مقادیر شیب طولی متوسط در هر دو مزرعه نزدیک به هم و در دامنه خوب قرار دارد، اما در تیمار بخش توپوگرافی نسبتاً مسطح در ابتدای نوار بوده ولی در شاهد، بخش توپوگرافی نسبتاً مسطح در انتهای نوار می‌باشد (شکل ۱۰۸).



شکل ۱۰۸-مقایسه مقادیر حجم آب مصرفی تیمار و شاهد در کل فصل رشد و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) در مزرعه S_2

نتایج راندمان کاربرد آبیاری‌های مختلف در مزرعه S_2 نیز در شکل ۱۰۹ ارائه‌شده است. مطابق این شکل، مقادیر راندمان کاربرد در تیمار نسبت به شاهد، در تمام آبیاری‌ها بهبود یافت. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد برای تمام آبیاری‌ها به ترتیب ۸۱/۷ و ۷۶/۲ درصد به دست آمد که حدود ۵/۵ درصد راندمان آبیاری با کاهش ابعاد نوار بهبود یافت. در آبیاری شماره ۶ در تیمار و شاهد و نیز آبیاری شماره ۸ در تیمار، کم آبیاری اتفاق افتاده است و به همین دلیل راندمان آبیاری برابر ۱۰۰ گردیده است. البته درصد کم آبیاری بسیار اندک بوده و تأثیر منفی بر عملکرد محصول نخواهد گذاشت.



شکل ۱۰۹- مقادیر راندمان کاربرد آب شاهد و تیمار در مزرعه S_2 در تمام آبیاری‌های انجام‌شده

بر اساس نتایج (جدول ۱۰۷)، میزان عملکرد باسکول چغندرقند در مزرعه S_2 حدود ۴۵/۷ تن بر هکتار به دست آمد. عملکرد به‌صورت مجزا اندازه‌گیری نشده است. ولی طبق نظر کشاورز، تفاوتی بین تیمار و شاهد وجود نداشت و می‌توان این عملکرد را به هر دو بخش در نظر گرفت. مقدار بهره‌وری مصرف آب در تیمار و شاهد به ترتیب ۶/۰۶ و ۵/۸۵ کیلوگرم بر مترمکعب بوده که مقدار تیمار حدود ۳/۶ درصد بهبود دارد، هر چند که این افزایش قابل‌ملاحظه نبوده است.

جدول ۱۰۷- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه S_2

عملکرد باسکول(تن بر هکتار)		عملکرد اندازه‌گیری شده (تن بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۴۵/۷**	۴۵/۷***	*	*	۶/۰۶	۵/۸۵

* عملکرد در مزرعه اندازه‌گیری نشده است و ملاک فقط عملکرد باسکول می‌باشد. البته عملکرد باسکول توسط کارخانه قند صادر و رویت گردیده است که کاملاً قابل اطمینان است.

** عملکرد شاهد و تیمار به‌صورت مجزا به کارخانه قند تحویل داده نشده است. ولی طبق نظر کشاورز، تفاوتی بین تیمار و شاهد وجود نداشت و می‌توان این عملکرد را به هر دو بخش در نظر گرفت.

*** قابل ذکر است که فرض مشابه بودن عملکرد تیمار و شاهد ازنظر آب آبیاری نیز براحتی قابل توجیه است. مقدار نیاز خالص آبیاری چغندرقند در این منطقه حدود ۶۵۰ میلی‌متر بوده که در هر دو بخش تیمار و شاهد، مقدار آبیاری بیش از این مقدار بوده (۷۸۱ و ۷۵۴ میلی‌متر) و طبیعی می‌باشد که هیچ گونه تنشی به محصول وارد نشده است.

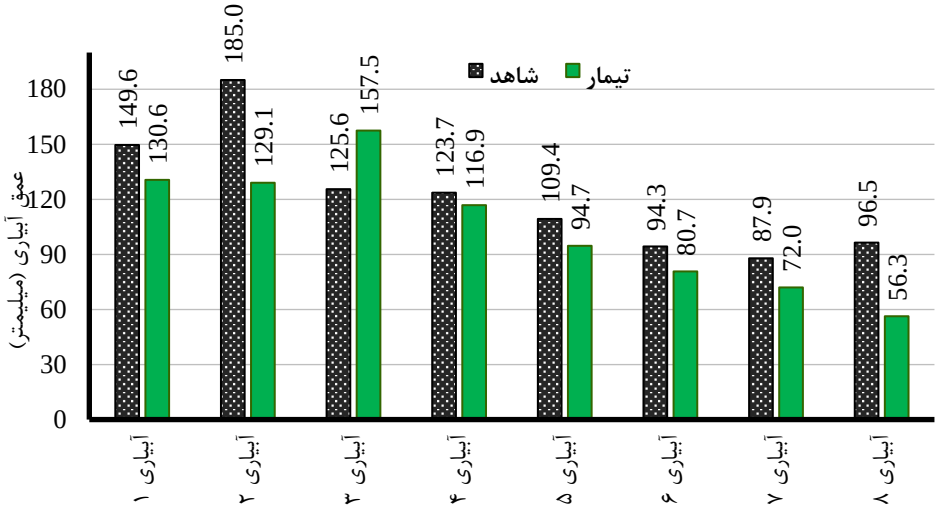
در منطقه مهاباد نیز همانند میاندوآب در داخل باغات، معمولاً یونجه کشت می‌گردد که معمولاً به علت زیر سایه بودن اقتصادی نیست؛ اما به خاطر اینکه کشاورزان ازنظر مالی ضعیف هستند، این کشت را انجام می‌دهند. یونجه که به روش نواری آبیاری می‌گردد، باعث مصرف قابل‌ملاحظه در آب می‌شود. اگر این امکان وجود داشته باشد که یونجه پای درختان حذف گردد، آنگاه امکان تغییر روش آبیاری از نواری به روش نشتی حلقوی (مشابه جویچه‌ای اما با تعریض جویچه در نزدیکی بوته) وجود دارد. یکی از موارد مهم در ایجاد حلقه‌ها در اطراف درخت، سطح سایه‌انداز درخت است که بهتر است حلقه تا سطح سایه‌انداز گسترش داشته باشد. در این باغ آبیاری اول (خاک آب) در تاریخ ۱۳۹۶/۲/۱۱ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. مشخصات شاهد و تیمار به‌صورت جدول ۱۰۸ می‌باشد. همان‌طور که عنوان شد، تیمار موردنظر تغییر روش آبیاری به روش اصطلاحاً حلقوی بود. قطر حلقه‌ها حدود ۴ متر بوده که با توجه به سطح سایه‌انداز انتخاب شد.

جدول ۱۰۸– مشخصات تیمار و شاهد در باغ A_2

باغ A_2	روش آبیاری	مساحت (مترمربع)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	حلقوی	۲۵۹۲	منظم ۰/۰۰۰۹	بسته
شاهد	نواری	۹۴۰۸	منظم۰/۰۰۱	بسته

تیمار و شاهد باغ A_2 در ۸ نوبت آبیاری گردید که تمام این آبیاری‌ها موردراندازه‌گیری و پایش قرار گرفت. خلاصه نتایج عمق آبیاری تمام آبیاری‌ها بخش تیمار و شاهد باغ موردنظر مطابق شکل ۱۱۰ ارائه‌شده است.

همان‌گونه که از شکل ۷۸ مشخص است، عمق آبیاری در بخش شاهد مزارع از بخش تیمار بزرگ بوده و اعمال تیمار (تغییر روش آبیاری به حلقوی) در این باغ، مؤثر بوده است.



شکل ۱۱۰- مقادیر عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در باغ A2 در تمام آبیاری‌های انجام‌شده

مطابق شکل ۱۱۰، مجموع عمق آبیاری طی ۸ نوبت آبیاری شاهد حدود ۹۷۲/۲ میلی‌متر و ۸ نوبت آبیاری تیمار حدود ۸۳۷/۶ میلی‌متر به دست آمد. مطابق این نتایج کاهش مصرف آب در تیمار حدود ۱۴ درصد نسبت به شاهد می‌باشد. بر اساس نتایج (جدول ۱۰۹)، میزان عملکرد باسکول در باغ A2 حدود ۶۱/۹۸ تن بر هکتار به دست آمد. با توجه به اینکه طبق نظر کشاورز، تفاوتی بین تیمار و شاهد وجود نداشت و می‌توان این عملکرد را به هر دو بخش در نظر گرفت. بر این اساس، مقادیر بهره‌وری آب در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۷/۴ و ۶/۴ کیلوگرم برمترمکعب محاسبه گردید که مقدار افزایش بهره‌وری بخش تیمار حدود ۱ کیلوگرم برمترمکعب بوده که به خاطر کاهش مصرف آب در تیمار بوده است. قابل ذکر است که فرض مشابه بودن عملکرد تیمار و شاهد ازنظر آب آبیاری نیز براحتی قابل توجیه است. مقدار نیاز خالص آبیاری سیب در این منطقه بر اساس سند ملی آب کشور حدود ۵۹۱ میلی‌متر بوده که در هر دو بخش تیمار و شاهد، مقدار آبیاری بیش از این مقدار بوده (۹۷۲ و ۸۳۸ میلی‌متر) و طبیعی می‌باشد که هیچ گونه تنشی به محصول وارد نشده است.

جدول ۱۰۹- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ A_2

عملکرد باسکول(تن بر هکتار)		عملکرد اندازه‌گیری شده (تن بر هکتار)		بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۶۱/۹۸**	۶۱/۹۸**	*	*	۷/۴	۶/۴

* عملکرد در مزرعه اندازه‌گیری نشده است و ملاک فقط عملکرد باسکول می‌باشد.

** ولی طبق نظر کشاورز، تفاوتی بین تیمار و شاهد وجود نداشت و می‌توان این عملکرد را به هر دو بخش در نظر گرفت.

فصل پنجم

اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت-های آذربایجان شرقی

۱-۵- نتایج پایش در مزارع اصلی

نتایج پایش مزرعه AJ_1: اولین آبیاری اول در تاریخ ۱۳۹۵/۸/۲۶ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. عرض نوارهای شاهد در این مزرعه حدود ۶ متر توسط کشاورز در نظر گرفته شد. طول نوارهای آبیاری در این مزرعه برابر طول مزرعه و حدود ۱۰۵ متر بود. تکنیک مورداستفاده در مزرعه تیمار، آماده‌سازی زمین با استفاده از خاک‌ورز سه‌کاره و لولر بود و کاشت با استفاده از یک دستگاه خطی‌کار با ۵ فارو صورت پذیرفت. در این حالت با توجه به عرض ردیف‌کار و تجربه کشاورز، عرض نوار برابر ۳ متر تعیین گردد. (البته بر اساس شبیه‌سازی سیستم آبیاری سطحی با مدل winSRFR نیز حدوداً همین مقدار عرض بهینه کفایت می‌نمود) و طول نوار هم همان طول مزرعه شاهد بود برابر ۹۵ متر بود. مشخصات تیمار و شاهد در مزرعه آقای غفاری در به همراه شیب مزرعه در جدول ۱۱۰ ارائه‌شده است.

جدول ۱۱۰- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار (با سه تکرار) و شاهد در مزرعه AJ_1

مزرعه جمال غفاری	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری (فاروئری)	۳×۹۵	۰/۰۰۲۳	بسته
شاهد	نواری	۶×۱۰۵	۰/۰۰۲۵	بسته

آبیاری اول با منبع آب سد و با متوسط دبی ۲۳/۸ لیتر در ثانیه توسط فلوم WSC تیپ ۵ اندازه‌گیری شد. مدت‌زمان پیشروی آب در شاهد ۲۰ دقیقه طول کشید. زمان پیشروی در تیمار ۱۰ دقیقه حاصل شد. متوسط عمق آبیاری در نوار شاهد ۸۵/۶ میلی‌متر محاسبه گردید. عمق آبیاری در بخش تیمار به‌طور متوسط ۶۱/۸ میلی‌متر محاسبه گردید. این نتایج نشان می‌دهد که آماده‌سازی بهینه زمین و تسطیح آن و کاشت با خطی‌کار بر کاهش عمق آبیاری مؤثر بوده و با محاسبه راندمان کاربرد، میزان این اثربخشی مشخص خواهد شد.

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز و راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه در جدول ۱۱۱ ارائه گردیده است. در آبیاری اول (خاک آب)، با توجه به اینکه هنوز ریشه‌های جهت محاسبه SMD (کمبود رطوبت) خاک وجود ندارد، بنا به توصیه سند ملی آب کشور، ۵۰ میلی‌متر به‌عنوان عمق خالص موردنیاز جهت محاسبه راندمان در نظر گرفته شد.

جدول ۱۱۱– مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه AJ_1 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول (خاک آب)

آبیاری اول	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری (t_{co}) (دقیقه)	عمق آبیاری (I_g) (میلی‌متر)	نیاز خالص آبیاری (I_n) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۲۳/۸	۱۰	۶۱/۸	۵۰*	۸۰/۹
شاهد	۲۳/۸	۲۰	۸۵/۶	۵۰*	۵۸/۴

*در آبیاری خاک آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص موردنیاز آبیاری روش‌های مختلف پیشنهادشده است که در این مطالعه، مقدار ۵۰ میلی‌متر مطابق پیشنهاد سند ملی آب کشور در نظر گرفته‌شده است.

نتایج حاصل نشان می‌دهد که در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری ۲۳/۸ میلی‌متر کاهش و حدود ۲۲/۵ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است.

دومین آبیاری این مزرعه در تاریخ ۹۶/۲/۱۶ انجام شد و اندازه‌گیری‌ها و محاسبات مربوط به آبیاری دوم در مزرعه در جدول ۱۱۲ ارائه‌شده است. در این جدول متوسط کمبود رطوبت خاک بر اساس اندازه‌گیری رطوبت قبل از عملیات آبیاری از ناحیه ریشه و بر اساس رابطه کمبود رطوبتی خاک محاسبه گردیده است. در این نوبت آبیاری عمق ریشه حدود ۳۰ سانتیمتر اندازه‌گیری شد. مطابق این جدول متوسط عمق آبیاری در مزرعه تیمار ۹۱۰

میلی‌متر و در مزرعه شاهد ۱۲۸۰ میلی‌متر بوده است. بر اساس کمبود رطوبت ناحیه ریشه (SMD) و عمق آب کاربردی توسط کشاورز، راندمان کاربرد آب برای تیمار به‌طور متوسط ۴۳/۸ به دست آمد. راندمان کاربرد آب در بخش شاهد مزرعه حدود ۳۱/۵ درصد به دست آمد. مطابق نتایج عمق آبیاری در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، عمق آبیاری حدود ۳۷ میلی‌متر کاهش یافت و متوسط راندمان کاربرد آب تیمارها حدود ۱۲/۳ درصد نسبت به بخش شاهد افزایش یافت. مطابق نتایج، این نقطه مشخص می‌گردد که اعمال تیمارها در کاهش مصرف آب و صرفه‌جویی آب مؤثر بود.

جدول ۱۱۲- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری (کمبود رطوبت ناحیه ریشه) و راندمان کاربرد آب در مزارع تیمارها و شاهد و در آبیاری دوم

آبیاری دوم	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری یا زمان قطع جریان(t_{co}) (دقیقه)	متوسط رطوبت وزنی ناحیه ریشه قبل آبیاری (Θ_i) (درصد)	عمق آبیاری (Ig) (میلی‌متر)	کمبود رطوبت ناحیه ریشه (SMD) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۳۷/۷	۱۵	۱۳/۵	۹۱	۳۹/۹	۴۳/۸
شاهد	۴۰/۶	۳۵	۱۳/۴	۱۲۸	۴۰/۳۲	۳۱/۵

آبیاری سوم در تاریخ ۱۳۹۶/۳/۱ انجام شد و کلیه اندازه‌گیری‌ها و محاسبات مربوطه در جدول ۱۱۳ ارائه‌شده است. مطابق این جدول متوسط عمق آبیاری در مزرعه تیمارها ۹۴ میلی‌متر و در بخش شاهد ۱۲۸ میلی‌متر محاسبه شد. بر اساس کمبود رطوبت ناحیه ریشه (SMD) و با اندازه‌گیری عمق ریشه برابر با ۳۷ سانتیمتر، عمق آب کاربردی توسط کشاورز، راندمان کاربرد آب برای تیمار به‌طور متوسط ۴۸/۵ درصد به دست آمد. راندمان کاربرد آب در بخش شاهد مزرعه حدود ۳۵/۶۳ درصد به دست آمد. مطابق نتایج عمق آبیاری در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه ۳۱ میلی‌متر کاهش یافت و متوسط راندمان کاربرد آب تیمارها حدود ۱۲/۹ درصد نسبت به بخش شاهد افزایش یافت.

جدول ۱۱۳- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری (کمبود رطوبت ناحیه ریشه) و راندمان کاربرد آب در مزرعه در تیمارها و شاهد در آبیاری سوم

آبیاری سوم	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری یا زمان قطع جریان(t_{co}) (دقیقه)	متوسط رطوبت وزنی ناحیه ریشه قبل آبیاری (Θ_i) (درصد)	عمق آبیاری (Ig) (میلی‌متر)	کمبود رطوبت ناحیه ریشه (SMD) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۲۷/۷	۱۰	۱۴/۲	۹۴	۴۵/۶	۴۸/۵
شاهد	۲۷/۷	۲۰	۱۴/۴	۱۲۵	۴۴/۵	۳۵/۶

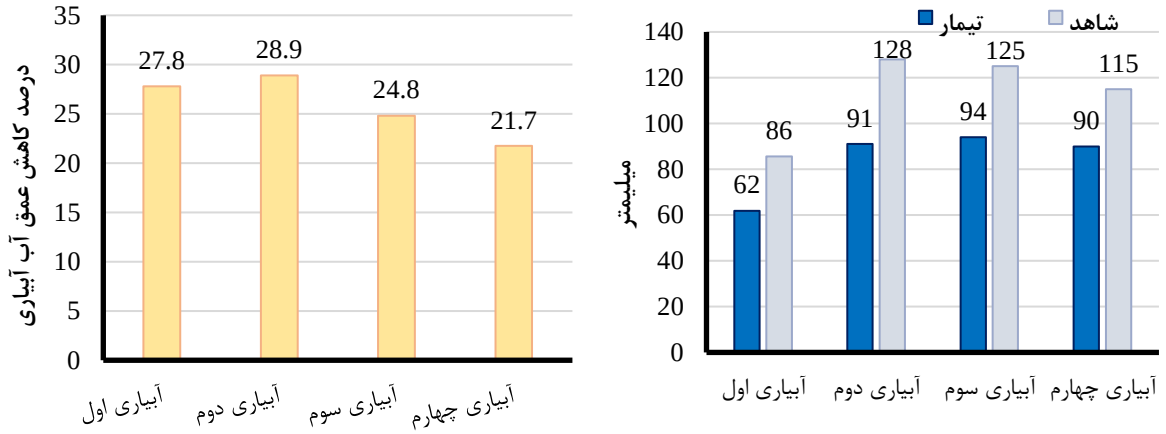
آبیاری چهارم و آخرین آبیاری این مزرعه در تاریخ ۱۵ و ۱۳۹۶/۳/۱۶ انجام و مانند آبیاری‌های قبلی کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. اندازه‌گیری‌ها و محاسبات مربوط به آبیاری چهارم در

جدول ۱۱۴ ارائه‌شده است. مطابق این جدول متوسط عمق آبیاری در تیمارها حدود ۹۰ میلی‌متر و در بخش شاهد مزرعه ۱۱۵ میلی‌متر برآورد گردید. بر اساس کمبود رطوبت ناحیه ریشه (SMD) و با اندازه‌گیری عمق ریشه به میزان حدود ۴۵ سانتیمتر و عمق آب کاربردی توسط کشاورز، راندمان کاربرد آب برای تیمار به‌طور متوسط ۵۵/۳ درصد به دست آمد. راندمان کاربرد آب در مزرعه شاهد حدود ۴۲/۷۳ درصد به دست آمد. مطابق نتایج عمق آبیاری در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه ۲۵ میلی‌متر کاهش یافت و متوسط راندمان کاربرد آب تیمارها حدود ۱۲/۶ درصد نسبت به بخش شاهد افزایش یافت.

جدول ۱۱۴- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری (کمبود رطوبت ناحیه ریشه) و راندمان کاربرد آب در مزرعه در تیمارها و شاهد در آبیاری چهارم

آبیاری چهارم	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری یا زمان قطع جریان(t_{co}) (دقیقه)	متوسط رطوبت وزنی ناحیه ریشه قبل آبیاری (Θ_i) (درصد)	عمق آبیاری (Ig) (میلی‌متر)	کمبود رطوبت ناحیه ریشه (SMD) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۲۸	۱۲	۱۵/۱	۹۰	۴۹/۷۷	۵۵/۳
شاهد	۲۳	۲۵	۱۵/۲	۱۱۵	۴۹/۱۴	۴۲/۷۳

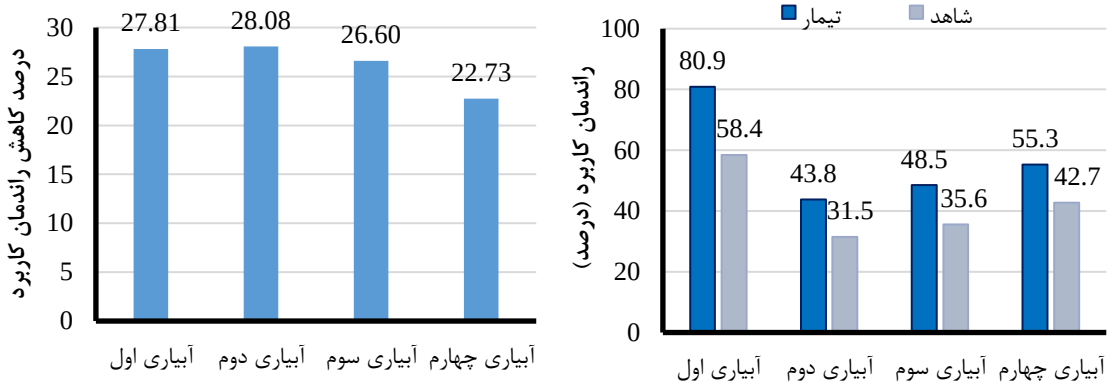
نتایج کلی پایش آبیاری مزرعه AJ_1: این مزرعه طی فصل رشد محصول در چهار نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۱۱ می‌باشد. براین اساس متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه طی چهار آبیاری این مزرعه، حدود ۲۵/۸ درصد محاسبه شد.



شکل۱۱۱-مقایسه مقادیر عمق آبیاری و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار و شاهد در مزرعه AJ_1 طی آبیاری‌های مختلف

میزان مصرف آب در تیمار و شاهد در مزرعه AJ_1 به ترتیب ۳۳۶۸ و ۴۵۳۶ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش مصرف ۲۵/۷ درصدی (حدود ۱۱۶۸ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است.

مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی چهار آبیاری پایش شده، در شکل ۱۱۲ ارائه‌شده است. مطابق این شکل، متوسط مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۲۶/۳۱ درصد به دست آمد.



شکل ۱۱۲- مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در مزرعه تیمار و شاهد و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

نتایج پایش عملکرد محصول و بهره‌وری آب: میزان عملکرد در این مزرعه در تیمار و شاهد به ترتیب ۶۱۰۰ و ۵۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. محاسبات بهره‌وری آب از عملکرد تیمار و شاهد بر اساس گواهی باسکول انجام پذیرفته است. نتایج در جدول ۱۱۵ ارائه گردیده است. به‌این‌ترتیب اعمال تیمار و مدیریت آبیاری آن حدود ۰/۴ کیلوگرم بر مترمکعب (معادل ۱۷/۴ درصد) باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد.

جدول ۱۱۵- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در مزرعه تیمار و شاهد

میزان عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		میزان مصرف آب (مترمکعب)		بهره‌وری آب (کیلوگرم در هکتار)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۶۱۰۰	۵۳۰۰	۳۳۶۸	۴۵۳۶	۱/۸۱	۱/۱۷

نتایج پایش مزرعه AJ2: اولین آبیاری این مزرعه در تاریخ ۱۳۹۵/۹/۱ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. عرض نوارهای شاهد در این مزرعه حدود ۵ متر توسط کشاورز در نظر گرفته شد. طول نوارهای آبیاری در این مزرعه برابر طول مزرعه و حدود ۱۱۰ متر بود. با توجه به اینکه کاشت با بذرکار ۵ فاروئری انجام پذیرفته است و با توجه به عرض کار آن (۲/۵ متر) ۳ متر انتخاب گردید. البته با توجه به دبی و نتایج شبیه‌سازی سیستم آبیاری سطحی با مدل winSRFR، نیز مقدار عرض بهینه ۳ کفایت می‌نمود. مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در این مزرعه در جدول ۱۱۶ ارائه‌شده است.

جدول ۱۱۶– مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه F2 (پایش اصلی پاییزه)

مزرعه حمزه قلمی	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری (فاروئری)	۳×۱۱۰	۰/۰۰۳۳	بسته
شاهد	نواری	۵×۱۱۰	۰/۰۰۳۳	بسته

در آبیاری اول منبع آب آبیاری کشاورزی، آب سد قلعه چای عجب‌شیر می‌باشد و دبی آن حدود ۲۸ لیتر بر ثانیه توسط فلوم WSC تیپ ۴ اندازه‌گیری شد. متوسط عمق آبیاری در نوار شاهد ۹۰ میلی‌متر محاسبه گردید. عمق آبیاری در بخش تیمار به‌طور متوسط ۶۷/۲ میلی‌متر محاسبه گردید. این نتایج نشان می‌دهد تسطیح و کشت مکانیزه با ایجاد فارو بر کاهش عمق آبیاری مؤثر بوده و با محاسبه راندمان کاربرد، میزان این اثربخشی مشخص خواهد شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه در جدول ۱۱۷ ارائه گردیده است.

جدول ۱۱۷– مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه در آبیاری اول

آبیاری اول	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری یا زمان قطع جریان(t_{co}) (دقیقه)	عمق آبیاری (Ig) (میلی‌متر)	نیاز خالص آبیاری (In) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۲۸	۱۵	۶۷/۲	۵۰*	۷۴/۴
شاهد	۲۵	۳۰	۹۰	۵۰*	۵۵/۵

* در آبیاری خاک آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص موردنیاز آبیاری روش‌های مختلف پیشنهاد شده است که در این مطالعه، مقدار ۵۰ میلی‌متر مطابق پیشنهاد سند ملی آب کشور در نظر گرفته‌شده است.

در آبیاری اول (خاک آب)، با توجه به اینکه هنوز ریشه‌های جهت محاسبه SMD (کمبود رطوبت) خاک وجود ندارد، بنا به توصیه سند ملی آب کشور،۵۰ میلی‌متر به‌عنوان عمق خالص موردنیاز جهت محاسبه راندمان در نظر گرفته شد. مطابق جدول اعمال تکنیک‌های آماده‌سازی و کاشت مؤثر بوده و باعث گردیده است که حدود ۱۸/۹ درصد بهبود در بازده کاربرد آب این مزرعه در آبیاری اول حاصل شود.

آبیاری دوم این مزرعه در تاریخ ۹۶/۲/۷ انجام گرفت. اندازه‌گیری‌ها و محاسبات مربوط به آبیاری دوم در جدول ۱۱۸ ارائه‌شده است. در این جدول کمبود رطوبت خاک بر اساس اندازه‌گیری رطوبت قبل از عملیات آبیاری از ناحیه ریشه و بر اساس رابطه کمبود رطوبتی خاک محاسبه گردیده است. عمق ریشه در تاریخ این آبیاری حدود ۳۰ سانتیمتر با نمونه‌برداری تعیین گردید. متوسط عمق آبیاری در تیمار ۸۱ میلی‌متر و در بخش شاهد مزرعه ۱۰۱/۲ میلی‌متر بوده است. مقادیر کمبود رطوبت ناحیه ریشه (SMD) در تیمار برابر ۴۲/۴۲ میلی‌متر و در شاهد برابر ۴۱/۵۸ میلی‌متر تعیین و راندمان کاربرد آب برای تیمار و شاهد به ترتیب ۵۲/۳۷ و ۴۱/۱ درصد به دست آمد. مطابق نتایج عمق آبیاری در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه ۲۱/۲ میلی‌متر کاهش یافت و متوسط

راندمان کاربرد آب تیمار حدود ۱۱/۲۷ درصد نسبت به بخش شاهد افزایش یافت. با مقایسه راندمان کاربرد تیمار و شاهد در مزرعه، کاهش و صرفه‌جویی آب با اعمال تکنیک‌های مذکور مشاهده گردید.

جدول ۱۱۸- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری (کمبود رطوبت ناحیه ریشه) و راندمان کاربرد آب در مزرعه در تیمارها و شاهد در آبیاری دوم

آبیاری دوم	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری یا زمان قطع جریان(t_{co}) (دقیقه)	متوسط رطوبت وزنی ناحیه ریشه قبل آبیاری (Θ_i) (درصد)	عمق آبیاری (Ig) (میلی‌متر)	کمبود رطوبت ناحیه ریشه (SMD) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۴۵	۹	۱۲/۹	۸۱	۴۲/۴۲	۵۲/۳۷
شاهد	۴۵	۲۰	۱۳/۱	۱۰۱/۲	۴۱/۵۸	۴۱/۱

آبیاری سوم در تاریخ ۱۳۹۶/۲/۲۷ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. اندازه‌گیری‌ها و محاسبات مربوط به آبیاری سوم در جدول ۱۱۹ ارائه‌شده است. مطابق این جدول متوسط عمق آبیاری در تیمارها ۹۱/۸ میلی‌متر و در بخش شاهد ۱۳۰ میلی‌متر اندازه‌گیری گردید. با اندازه‌گیری عمق ریشه به مقدار ۳۸ سانتی‌متر و بر اساس کمبود رطوبت ناحیه ریشه (SMD) و عمق آب کاربردی توسط کشاورز، راندمان کاربرد آب برای تیمار به‌طور متوسط ۴۷/۳۴ درصد به دست آمد. راندمان کاربرد آب در بخش شاهد مزرعه حدود ۴۶/۸۲ درصد به دست آمد. مطابق نتایج عمق آبیاری در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه ۳۸/۲ میلی‌متر کاهش یافت و متوسط راندمان کاربرد آب تیمارها حدود ۱۵/۵ درصد نسبت به بخش شاهد افزایش یافت.

جدول ۱۱۹- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری (کمبود رطوبت ناحیه ریشه) و راندمان کاربرد آب در مزرعه در تیمارها و شاهد در آبیاری سوم

آبیاری سوم	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری یا زمان قطع جریان(t_{co}) (دقیقه)	متوسط رطوبت وزنی ناحیه ریشه قبل آبیاری (Θ_i) (درصد)	عمق آبیاری (Ig) (میلی‌متر)	کمبود رطوبت ناحیه ریشه (SMD) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۲۵/۵	۱۷	۱۴/۱	۹۱/۸	۴۷/۳۴	۵۱/۵۷
شاهد	۲۴	۳۵	۱۴/۲	۱۳۰	۴۶/۸۲	۳۶/۰۲

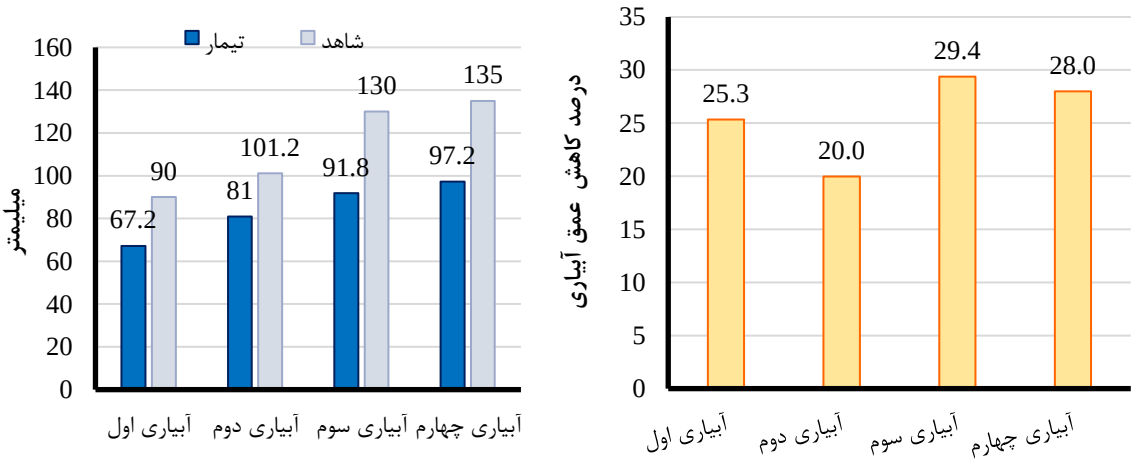
آبیاری چهارم این مزرعه در تاریخ ۱۳۹۶/۳/۲۱ انجام و مانند آبیاری‌های قبلی کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. اندازه‌گیری‌ها و محاسبات مربوط به آبیاری چهارم در مزرعه در جدول ۱۲۰ ارائه شده است. مطابق این جدول متوسط عمق آبیاری در تیمارها حدود ۹۷/۲ میلی‌متر و در بخش شاهد مزرعه ۱۳۵ میلی‌متر محاسبه شد. با تعیین عمق ریشه به میزان ۴۶ سانتیمتر و بر اساس کمبود رطوبت ناحیه ریشه (SMD) و

عمق آب کاربردی توسط کشاورز، راندمان کاربرد آب برای تیمار به‌طور متوسط ۶۱/۶۱ درصد به دست آمد. راندمان کاربرد آب در بخش شاهد مزرعه حدود ۴۳/۸۹ درصد به دست آمد. مطابق نتایج عمق آبیاری در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه ۳۷/۸ میلی‌متر کاهش یافت و متوسط راندمان کاربرد آب تیمارها حدود ۱۷/۷ درصد نسبت به بخش شاهد افزایش یافت.

جدول ۱۲۰- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری (کمبود رطوبت ناحیه ریشه) و راندمان کاربرد آب در مزرعه در تیمارها و شاهد در آبیاری چهارم

آبیاری چهارم	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری یا زمان قطع جریان(t_{co}) (دقیقه)	متوسط رطوبت وزنی ناحیه ریشه قبل آبیاری (Θ_i) (درصد)	عمق آبیاری (Ig) (میلی‌متر)	کمبود رطوبت ناحیه ریشه (SMD) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۲۴	۱۸	۱۳/۷	۹۷/۲	۵۹/۸۹	۶۱/۶۱
شاهد	۲۴	۳۵	۱۳/۸	۱۳۵	۵۹/۲۵	۴۳/۸۹

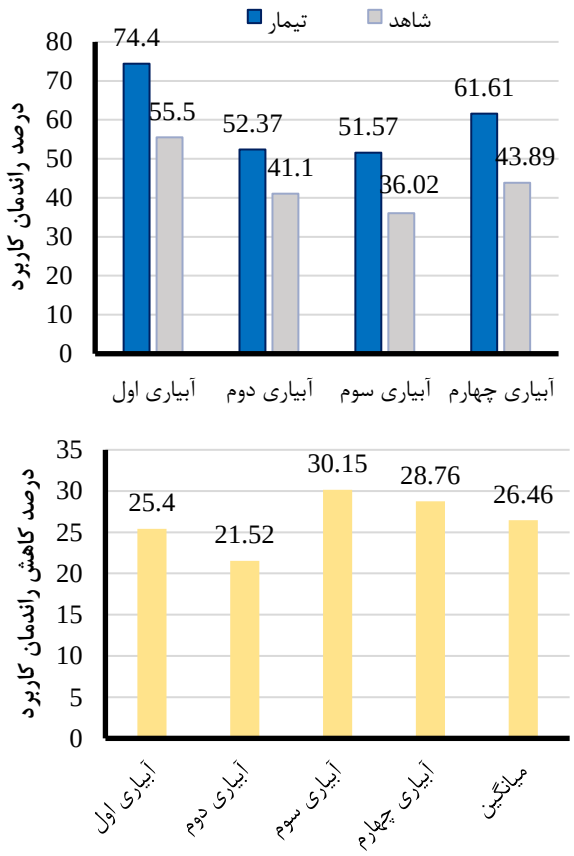
نتایج کلی پایش مزرعه AJ_2: این مزرعه طی فصل رشد محصول در چهار نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۱۳ می‌باشد. براین اساس متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه طی چهار آبیاری این مزرعه، حدود ۲۵/۷ درصد محاسبه شد.



شکل ۱۱۳- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و صرفه‌جویی (کاهش مصرف) آب تیمار و شاهد در مزرعه AJ_2 طی آبیاری‌های مختلف

به‌این‌ترتیب میزان مصرف آب در تیمار و شاهد در این مزرعه به ترتیب ۳۳۷۲ و ۴۵۶۲ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش مصرف ۲۶ درصدی (حدود ۱۱۹۰ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است. مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی پنج آبیاری پایش شده،

در شکل ۸۲ ارائه‌شده است. مطابق شکل ۸۲، مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۲۶/۴۶ درصد به دست آمد.



شکل ۱۱۴- مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

نتایج پایش عملکرد محصول و بهره‌وری آب: بر اساس نتایج، میزان عملکرد تیمار و شاهد به ترتیب ۸۶۵۰ و ۵۷۵۰ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. انتخاب محل کل گیری بر اساس معیارهای لازم جهت کلگیری و با توجه به شرایط نرمال مزرعه انتخاب و اندازه‌گیری شد. مقدار افزایش عملکرد تیمار حدود ۰/۷ درصد بوده که معنی‌دار نمی‌باشد. بر اساس عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر بهره‌وری آب در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۵۶ و ۱/۲۶ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید (جدول ۱۲۱). به‌این‌ترتیب اعمال تیمارها و مدیریت آبیاری آن حدود ۱/۳ کیلوگرم بر مترمکعب باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد.

جدول ۱۲۱- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه AJ_2

میزان عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		میزان مصرف آب (مترمکعب)		بهره‌وری آب (کیلوگرم در مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۸۶۵۰	۵۷۵۰	۳۳۷۲	۴۵۶۲	۲/۵۶	۱/۲۶

نتایج پایش مزرعه AJ_3: این مزرعه برای کاشت سیب‌زمینی در نظر گرفته‌شده است و تکنیک اجراشده در مزرعه تیمار آن عبارت بود از کاشت با غده‌کار دو ردیفه با دو فاروئر و روش مرسوم در مزرعه شاهد، کاشت در کرت‌هایی به عرض ۶ تا ۷ متر و طول ۸ تا ۱۰ متر، بود. در مزرعه تیمار، طول فاروهای ایجادشده برابر با طول مزرعه و در حدود ۱۳۰ متر بود و ابعاد کرت‌های سنتی نیز در بالا قید گردید. این مزارع از زمان کاشت تا قبل از برداشت مجموعاً ۹ نوبت آبیاری گردیدند.

اولین آبیاری در تاریخ ۹۶/۲/۲۵ صورت پذیرفت. در این نوع کشت آبیاری به‌صورت غرقابی در مزرعه تیمار و به‌صورت شیاری (فاروئری) در مزرعه تیمار صورت پذیرفت. اندازه‌گیری میزان دبی آب ورودی به مزرعه توسط WSC فلوم تیپ پنج مزرعه تیمار و پارشال فلوم ۳ اینچی در مزرعه شاهد صورت گرفت و منبع آب نیز از آب سد قلعه چای عجب‌شیر بود. در جدول ۱۲۲ خلاصه‌ای از مشخصات مزرعه شاهد و تیمار آورده شده است.

جدول ۱۲۲– مشخصات مزارع تیمار و شاهد در مزرعه AJ_3 (پایش اصلی بهاره)

مزرعه کاملی فرد	روش آبیاری	طول فارو (متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری (فاروئری)	۱۳۰	۰/۰۰۳۲	بسته
شاهد	کرتی	۶×۹	-	بسته

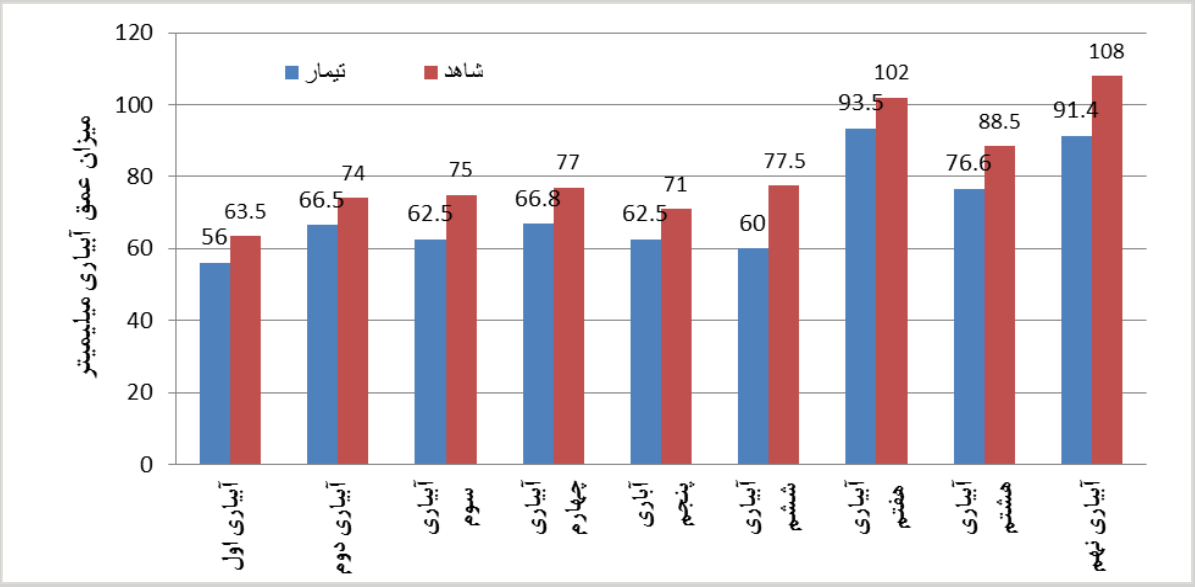
جهت مقایسه میزان مقادیر آب آبیاری در مزرعه تیمار و شاهد و با توجه به کرت‌بندی در ابعاد کوچک و عدم امکان اندازه‌گیری زمان پیشروی و پسروی در این کرت‌ها، مقادیر متوسط عمق آبیاری و مدت آبیاری و نیاز خالص آبیاری برای کل مزرعه مدنظر قرار گرفت؛ که در جدول ۱۲۳ برای اولین آبیاری آمده است.

جدول ۱۲۳– مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه AJ_3 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول (خاک آب)

آبیاری اول	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	عمق آبیاری (I_g) (میلی‌متر)	نیاز خالص آبیاری (I_n) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۲۳	۵۶	۵۰*	۹۲
شاهد	۲۳	۶۳/۵	۵۰*	۷۸/۷

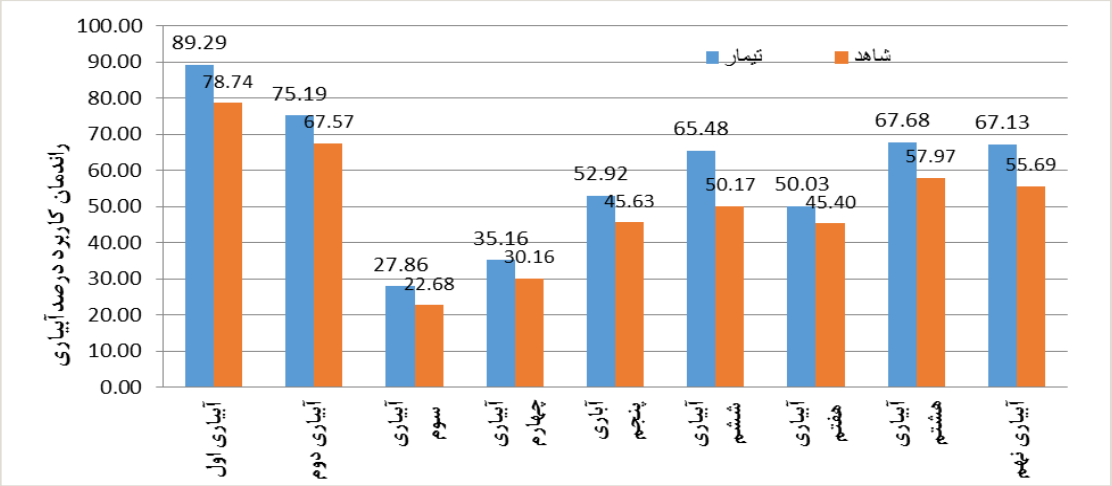
در آبیاری خاک آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص موردنیاز آبیاری روش‌های مختلف پیشنهادشده است که در این مطالعه، مقدار ۵۰ میلی‌متر مطابق پیشنهاد سند ملی آب کشور در نظر گرفته‌شده است. ملاحظه می‌شود که راندمان کاربرد در این مزارع در آبیاری اول بسیار بالا بوده و تلفات آب بسیار کاهش می‌یابد. آبیاری‌های بعدی نیز به‌طور کامل اندازه‌گیری شده و مورد پایش قرار گرفتند. عمق ریشه در تاریخ آبیاری دوم حدود ۳ سانتیمتر با نمونه‌برداری تعیین گردید و برای همین بازهم مقادیر کمبود رطوبت در ناحیه ریشه برابر ۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد. لازم به توضیح می‌باشد که در آبیاری نهم (آخرین آبیاری) به‌جای آب سد، از آب چاه با خروجی لوله پنج اینچی، استفاده گردیده است. متوسط عمق آبیاری در تیمار ۷۰/۶۴ میلی‌متر و در بخش شاهد مزرعه ۸۱/۸۳ میلی‌متر بوده است. متوسط راندمان کاربرد آب برای تیمار و شاهد به ترتیب ۵۹/۲۷ و ۵۰/۴۴ درصد به دست آمد. مطابق نتایج عمق آبیاری در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه ۱۱/۱۹ میلی‌متر کاهش یافت و متوسط راندمان کاربرد آب تیمار حدود ۸/۸۳ درصد نسبت به بخش شاهد افزایش یافت. با مقایسه راندمان کاربرد تیمار و شاهد در مزرعه، کاهش و صرفه‌جویی آب می‌توان به این نتیجه رسید که با اعمال تکنیک‌های مذکور کاهش میزان آب آبیاری و افزایش راندمان کاربرد روی‌داده است.

در شکل ۱۱۵ میزان عمق آبیاری‌های انجام‌یافته در مزارع تیمار و شاهد AJ_3 نشان داده‌شده است. چنانچه در نمودار ملاحظه می‌گردد با توجه به فواصل کم بین آبیاری‌ها (حدوداً یک‌هفته‌ای) میزان عمق آبیاری‌ها نسبتاً به هم نزدیک بوده و تنها در آبیاری‌های انتهایی با توجه به گرمای شدید هوا میزان عمق آبیاری افزایش‌یافته است.



شکل ۱۱۵- عمق آب کاربردی در تمام آبیاری‌های انجام‌شده در مزرعه شاهد و تیمار AJ_3

نتایج راندمان کاربرد آبیاری‌های مختلف در مزرعه نیز در شکل ۱۱۶ ارائه‌شده است. مشاهده می‌شود که در دو آبیاری اول و دوم که می‌شود به‌عنوان خاک آب از آن یاد نمود راندمان کاربرد در حد بسیار بالایی بوده و بعد از آن‌ها، با اعمال عمق توسعه ریشه، راندمان‌های کاربرد کاهش چشمگیری یافته ولی افزایش عمق توسعه ریشه منجر به افزایش راندمان کاربرد می‌گردد.



شکل ۱۱۶- مقادیر راندمان کاربرد آب شاهد و تیمار در مزرعه AJ_3 در تمام آبیاری‌های انجام‌شده

نتایج پایش عملکرد محصول و بهره‌وری آب: میزان عملکرد سیب‌زمینی برداشت‌شده (از طریق توزین میدان تره‌بار به هنگام فروش) در مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۵۰ تن و ۳۵ تن در هکتار به دست آمد؛ بنابراین کشت مکانیزه سیب‌زمینی علاوه بر کاهش هزینه‌های کارگری، موجب افزایش ۳۰ درصدی محصول نیز شده است. خلاصه عملکرد و کارایی مصرف آب در جدول ۱۲۴ آمده است.

جدول ۱۲۴- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد

میزان عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		میزان مصرف آب (مترمکعب)		بهره‌وری آب (کیلوگرم در مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰	۶۳۵۶	۷۳۶۵	۷/۸۷	۴/۷۵

نتایج پایش مزرعه AJ_4: این مزرعه برای کاشت سیب‌زمینی در نظر گرفته‌شده است و تکنیک اجراشده در مزرعه تیمار آن عبارت بود از کاشت با غده‌کار دو ردیفه با دو فاروئر و روش مرسوم در مزرعه شاهد، کاشت در کرت‌هایی به عرض ۶ تا ۷ متر و طول ۸ تا ۱۰ متر، بود. در مزرعه تیمار، طول فاروهای ایجادشده برابر با طول مزرعه و در حدود ۱۶۰ متر بود و ابعاد کرت‌های سنتی نیز در بالا قید گردید. در این مزرعه بخش‌های تیمار و شاهد از زمان کاشت تا قبل از برداشت مجموعاً ۱۰ دفعه آبیاری گردیدند.

اولین آبیاری در تاریخ ۹۶/۲/۳۰ برای تیمار و با یک روز فاصله برای تیمار شاهد انجام گردید. در این نوع کشت آبیاری به‌صورت غرقابی در مزرعه تیمار و به‌صورت شیاری (فاروئری) در مزرعه تیمار صورت پذیرفت. اندازه‌گیری میزان دبی آب ورودی به مزرعه که از چاه و با یک لوله ۵ اینچی انجام می‌شد، توسط اندازه‌گیری جت جریان به کمک گونیا صورت گرفت و منبع آب چاه با مالکیت خود آقای ستارزاده بود. در جدول ۱۲۵ خلاصه‌ای از مشخصات مزرعه شاهد و تیمار آورده شده است.

جدول ۱۲۵- مشخصات مزارع تیمار و شاهد در مزرعه AJ_4 (پایش اصلی بهاره)

مزرعه ستار زاده	روش آبیاری	طول فارو (متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری (فاروئری)	۱۶۰	۰/۰۰۲۵	بسته
شاهد	کرتی	۶×۹	-	بسته

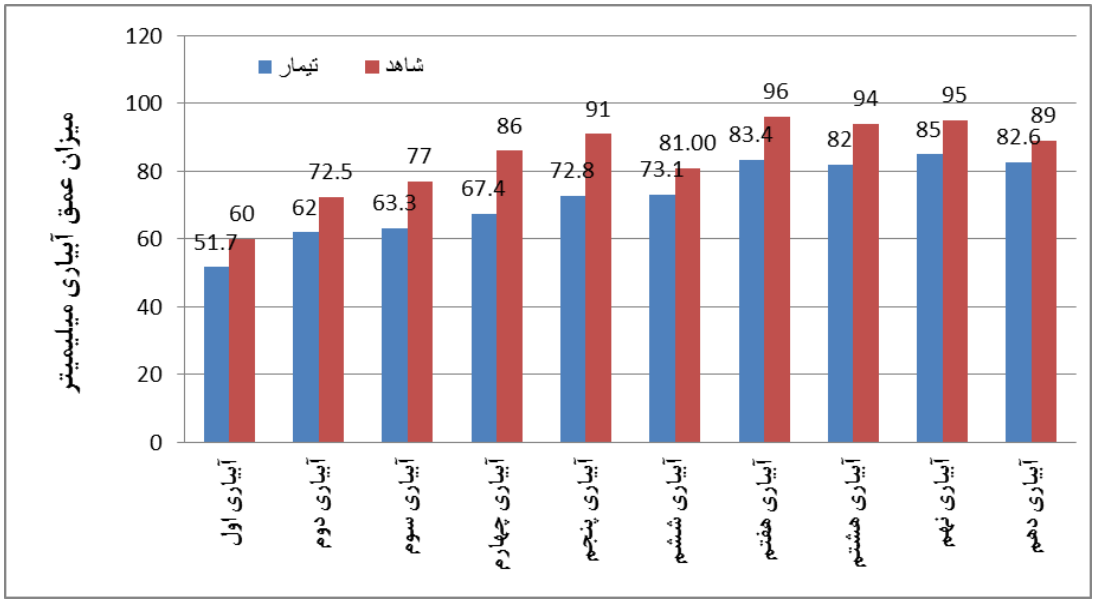
جهت مقایسه میزان مقادیر آبیاری در مزرعه تیمار و شاهد و با توجه به کرت‌بندی در ابعاد کوچک و عدم امکان اندازه‌گیری زمان پیشروی و پسروی در این کرت‌ها، مقادیر متوسط عمق آبیاری و مدت آبیاری و نیاز خالص آبیاری برای کل مزرعه مدنظر قرار گرفت؛ که برای اولین آب در جدول ۱۲۶ آمده است.

جدول ۱۲۶- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه AJ_4 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول (خاک آب)

آبیاری اول	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	عمق آبیاری (I_g) (میلی‌متر)	نیاز خالص آبیاری (I_n) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۲۰	۵۱/۷	۵۰*	۹۶/۷
شاهد	۲۰	۶۰	۵۰*	۸۳/۳

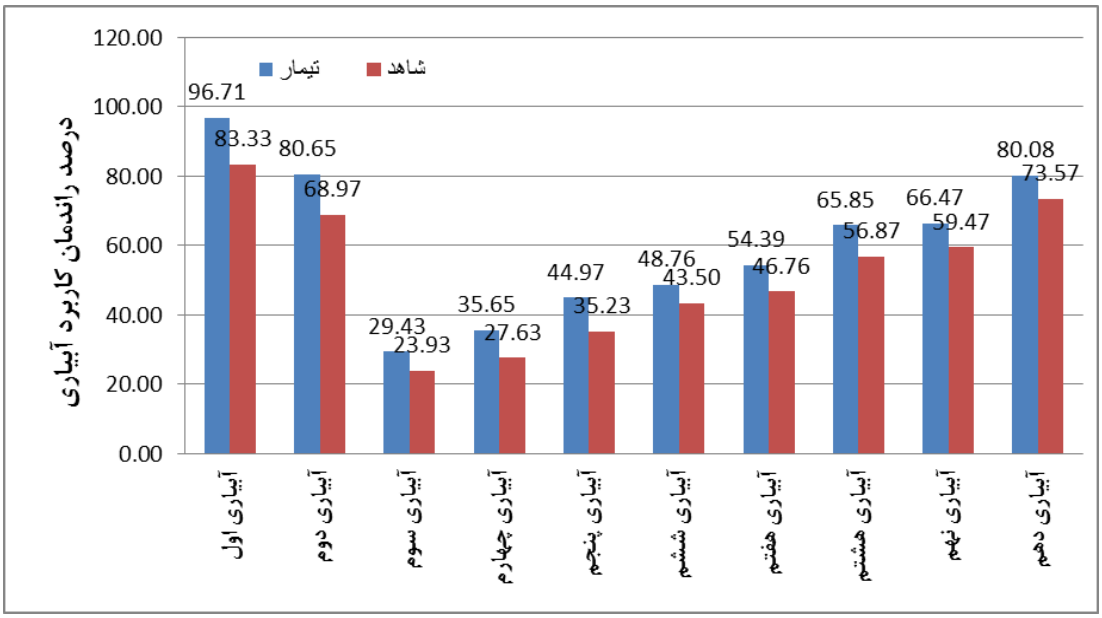
در آبیاری خاک آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص موردنیاز آبیاری روش‌های مختلف پیشنهادشده است که در این مطالعه، مقدار ۵۰ میلی‌متر مطابق پیشنهاد سند ملی آب کشور در نظر گرفته‌شده است. ملاحظه می‌شود که راندمان کاربرد در این مزارع در آبیاری اول بسیار بالا بوده و تلفات آب بسیار کاهش می‌یابد. آبیاری‌های بعدی نیز به‌طور کامل اندازه‌گیری شده و مورد پایش قرار گرفتند. کمبود رطوبت خاک بر اساس اندازه‌گیری رطوبت قبل از عملیات آبیاری از ناحیه ریشه و بر اساس رابطه کمبود رطوبتی خاک محاسبه گردیده است. عمق ریشه در تاریخ آبیاری دوم حدود ۴ سانتیمتر با نمونه‌برداری تعیین گردید و برای همین بازهم مقادیر کمبود رطوبت در ناحیه ریشه برابر ۵۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد. متوسط عمق آبیاری در تیمار ۷۲/۳ میلی‌متر و در بخش شاهد مزرعه ۸۴/۱۵ میلی‌متر بوده است. متوسط راندمان کاربرد آب برای تیمار و شاهد به ترتیب ۶۰/۳۰ و ۵۱/۹۳ درصد به دست آمد. مطابق نتایج عمق آبیاری در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه ۱۱/۸۲ میلی‌متر کاهش یافت و متوسط راندمان کاربرد آب تیمار حدود ۸/۳۴ درصد نسبت به بخش شاهد افزایش یافت. با مقایسه راندمان کاربرد تیمار و شاهد در مزرعه، کاهش و صرفه‌جویی آب می‌توان به این نتیجه رسید که با اعمال تکنیک‌های مذکور کاهش میزان آب آبیاری و افزایش راندمان کاربرد روی‌داده است.

در شکل ۱۱۷ میزان عمق آبیاری‌های انجام‌یافته در مزارع تیمار و شاهد AJ_4 نشان داده‌شده است. چنانچه در نمودار ملاحظه می‌گردد با توجه به فواصل کم بین آبیاری‌ها (حدوداً یک‌هفته‌ای) میزان عمق آبیاری‌ها نسبتاً به هم نزدیک بوده است.



شکل ۱۱۷- عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در مزرعه AJ4 در تمام آبیاری‌های انجام‌شده

نتایج راندمان کاربرد آبیاری‌های مختلف در مزرعه نیز در شکل ۱۱۸ ارائه‌شده است. مشاهده می‌شود که در دو آبیاری اول و دوم که می‌شود به‌عنوان خاک آب از آن یاد نمود راندمان کاربرد در حد بسیار بالایی بوده و بعد از آن‌ها، با اعمال عمق توسعه ریشه، راندمان‌های کاربرد کاهش چشمگیری یافته ولی افزایش عمق توسعه ریشه منجر به افزایش راندمان کاربرد می‌گردد.



شکل ۱۱۸- مقادیر راندمان کاربرد آب شاهد و تیمار در مزرعه AJ_4 در تمام آبیاری‌های انجام‌شده

نتایج پایش عملکرد محصول و بهره‌وری آب: میزان عملکرد سیب‌زمینی برداشت‌شده (از طریق توزین میدان تره‌بار به هنگام فروش) در مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۵۲ تن و ۴۲ تن در هکتار به دست آمد؛ بنابراین کشت مکانیزه سیب‌زمینی علاوه بر کاهش هزینه‌های کارگری، موجب افزایش ۳۰ درصدی محصول نیز شده است. خلاصه عملکرد و کارایی مصرف آب در جدول ۱۲۷ آمده است.

جدول ۱۲۷- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه AJ_4

میزان عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		میزان مصرف آب (مترمکعب)		بهره‌وری آب (کیلوگرم در مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۵۲۰۰۰	۴۲۰۰۰	۷۲۳۳	۸۴۲۵	۷/۱۹	۴/۹۹

نتایج پایش مزرعه AJ_5: در سطح شهرستان عجب‌شیر در سطح دو روستای گل‌تپه و نانسا برای پیدا نمودن باغاتی جهت اجرای تکنیک، با کمک‌های شایان شرکت فنی و مهندسی گلفام اقدام گردید که درنتیجه باغ AJ_5 در روستای گل‌تپه با محصول سیب انتخاب گردید. مساحت این باغ نیم هکتار بود که قرار شد در سطح ۰/۱۸ هکتار آن تکنیک اجراشده و در ۰/۳۲ هکتار باقی‌مانده نیز باغدار به روش سنتی مرسوم عملیات زراعی را انجام دهد. خوشبختانه در این باغ یونجه کشت نمی‌گردید و این امر مقایسه تیمارها را بهتر خواهد کرد. تیمار موردتوجه جهت اجرا در باغات، عبارت است از روش نشتی حلقوی که در آن جویچه‌ای نسبتاً عریض در دور درختان احداث گردیده البته بافاصله از تنه درخت که آب در درون این جویچه‌های حلقوی جریان می‌یابد.

لازم به توضیح است که در ایجاد حلقه‌ها در اطراف درخت بایستی توجه گردد که قطر حلقه بهتر است تا سطح سایه‌انداز درخت گسترش داشته باشد تا ریشه درختان به‌صورت کامل تحت آبیاری قرار بگیرند.

نتایج پایش مدیریت آبیاری: اولین آبیاری این باغ در تاریخ ۱۳۹۶/۲/۲ انجام شد و کلیه مشخصات لازم ثبت گردید. در جدول ۱۲۸ مشخصات قطعات شاهد و تیمار در باغ آمده است. قطر خارجی حلقه‌های نشتی حلقوی با توجه به سن درختان سیب این باغ (حدوداً ۹ تا ۱۰ سال) و سطح سایه‌انداز آن‌ها حدوداً ۲/۵ متر تعیین گردید.

جدول ۱۲۸- مشخصات تیمار و شاهد در باغ AJ_5

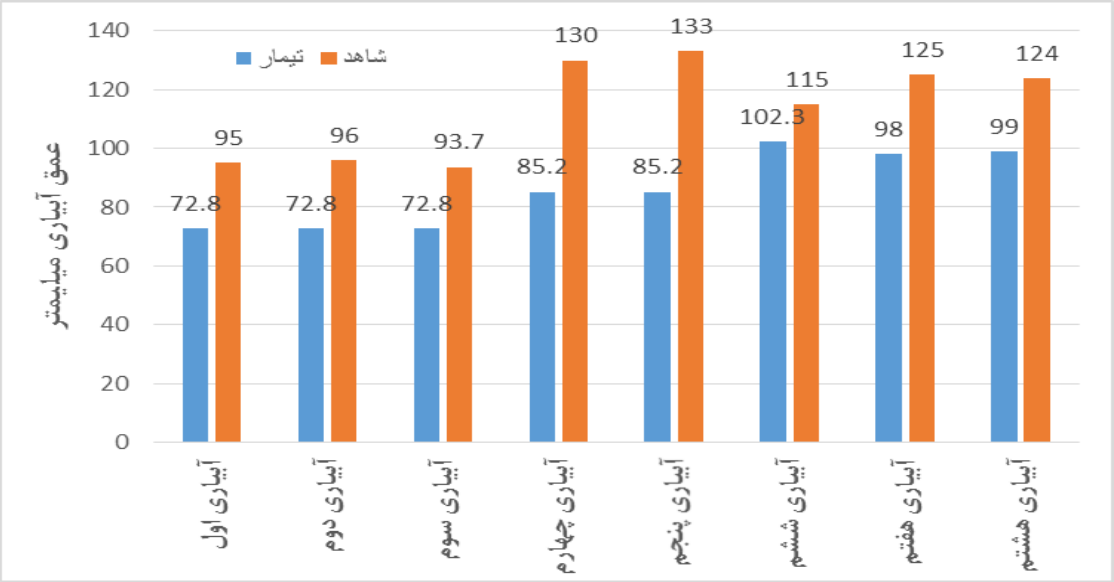
باغ محمد محمدی	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	حلقوی	۷۵×۵	۰/۰۰۳	بسته
شاهد	نواری	۷۵×۵	۰/۰۰۳	بسته

در اولین آبیاری عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری اول باغ آقای محمدی در جدول ۱۲۹ ارائه گردیده است. جهت محاسبه راندمان کاربرد آب، با توجه به سن درختان و از روی پروفیل حفرشده برای چال کودها، عمق ریشه حدود ۷۵ سانتیمتر در نظر گرفته شد. برای تعیین رطوبت قبل از آبیاری و بعد از آبیاری، میانگین رطوبت‌های به‌دست‌آمده از اعماق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ به‌عنوان متوسط رطوبت قبل و بعد از آبیاری در نظر گرفته شد. در جدول ۱۲۹ مشاهده می‌گردد که تغییر روش آبیاری در تیمار منجر به کاهش مصرف آب گردیده است.

جدول ۱۲۹- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان باغ AJ5 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول

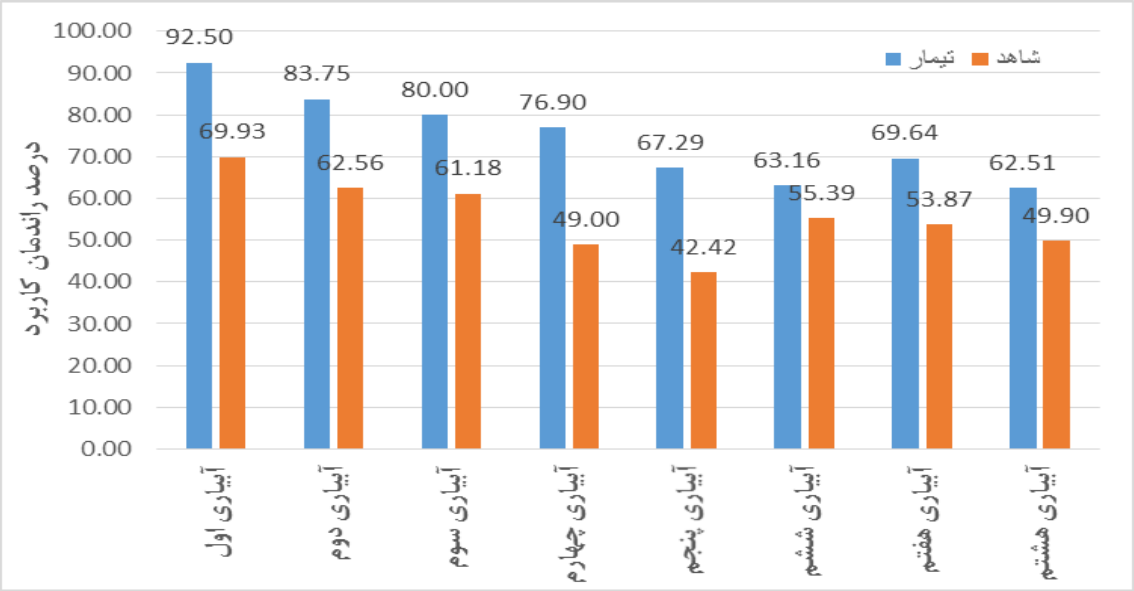
آبیاری اول	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری (tco) (دقیقه)	عمق آبیاری (I_g) (میلی‌متر)	نیاز خالص آبیاری (I_n) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۲۴/۵	۱۵	۷۲/۸	۶۷/۳۴	۹۲/۵
شاهد	۲۴/۵	۶۰	۹۵	۶۶/۴۳	۶۹/۹۳

قطعات تیمار و شاهد در باغ AJ_5 هرکدام در ۸ نوبت آبیاری شدند که در این آبیاری‌ها در سه نوبت اول، منبع آب از پایاب سد قلعه چای عجب‌شیر و پنج نوبت بعدی منبع آب از چاه تأمین گردید. علت این امر هم مربوط به افزایش تقاضای مصرف در فصل تابستان است که منجر می‌شود که کشاورزان منطقه، برای تأمین آب موردنیاز خود از چاه‌ها نیز استفاده نمایند. اندازه‌گیری‌های میزان آب آبیاری در این باغ با استفاده از WSC فلوم تیپ ۴ صورت پذیرفت. تمام آبیاری‌ها موردانداز‌ه‌گیری و پایش قرار گرفت و خلاصه نتایج عمق آبیاری تمام آبیاری‌ها بخش تیمار و شاهد باغ موردنظر مطابق شکل ۱۱۹ ارائه‌شده است.



شکل ۱۱۹- مقادیر عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در باغ AJ_5 در تمام آبیاری‌های انجام‌شده

مجموع آبیاری طی ۸ نوبت آبیاری تیمار حدود ۶۸۸۱ مترمکعب و ۸ نوبت آبیاری شاهد حدود ۹۱۱۷ مترمکعب محاسبه گردید. مطابق این نتایج کاهش مصرف آب در تیمار حدود ۲۴ درصد نسبت به شاهد می‌باشد. بر اساس داده‌های هواشناسی و سند ملی آب کشور، نیاز آبیاری سیب در عجب‌شیر برابر ۵۲۷۷ میلی‌متر برآورد شده است. مقادیر درصد راندمان کاربرد در قطعات شاهد و تیمار در تمامی آبیاری‌ها در شکل ۱۲۰ آمده است.



شکل ۱۲۰- مقادیر درصد راندمان کاربرد در قطعات شاهد و تیمار در تمامی آبیاری‌ها باغ AJ_5

عملکرد محصول و بهره‌وری آب باغ AJ_5: بر اساس گزارش مالک باغ از میزان توزین محموله سیب باغ جهت فروش در میدان میوه و تره‌بار شهرستان عجب‌شیر عملکرد باغ AJ_5 نتایج، میزان عملکرد تیمار و شاهد ۹/۵ تن بر هکتار به دست آمد که و تفاوتی ازنظر عملکرد بین تیمار و شاهد در این باغ وجود نداشت. باغ ازنظر سن حدود ۹ الی ۱۰ سال بوده و ازنظر فیزیولوژیکی گیاه، هنوز به باردهی کامل نرسیده است. در جدول ۱۳۰ کارایی مصرف آب در تیمار و شاهد آورده شده است.

جدول ۱۳۰– مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ AJ5

میزان عملکرد در باغ تیمار (کیلوگرم در هکتار)		میزان مصرف آب در باغ تیمار (مترمکعب)		بهره‌وری آب در باغ تیمار (کیلوگرم در مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۹۵۰۰	۹۵۰۰	۶۸۸۱	۹۱۱۷	۱/۳۸	۱/۰۴

نتایج پایش مزرعه AJ6: با همراهی و مساعدت شرکت فنی و مهندسی گلفام باغ AJ6 در روستای نانسا با محصول گردو انتخاب گردید. مساحت این باغ یک هکتار بود که قرار شد در سطح ۰/۱۸ هکتار آن تکنیک اجراشده و در ۰/۸۲ هکتار باقی‌مانده نیز باغدار به روش سنتی مرسوم عملیات زراعی را انجام دهد. خوشبختانه در این باغ هم یونجه کشت نمی‌گردید و این امر منجر خواهد شد که مقایسه تیمارها بهتر صورت پذیرد. تیمار موردنظر جهت

اجرا در باغات، عبارت است از روش نشتی حلقوی که در آن جویچه‌ای نسبتاً عریض در دور درختان احداث گردیده البته بافاصله از تنه درخت که آب در درون این جویچه‌های حلقوی جریان می‌یابد.

نتایج پایش مدیریت آبیاری: اولین آبیاری این باغ در تاریخ ۱۳۹۶/۱/۹ انجام شد و کلیه مشخصات لازم ثبت گردید. در جدول ۱۳۱ مشخصات قطعات شاهد و تیمار در باغ آمده است. قطر خارجی حلقه‌های نشتی حلقوی با توجه به سن درختان سیب این باغ (بیش از ۱۲ سال) و سطح سایه‌انداز آن‌ها حدوداً ۴ متر تعیین گردید.

جدول ۱۳۱- مشخصات تیمار و شاهد در باغ AJ6

باغ قلمی	روش آبیاری	طول× عرض (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
متوسط تیمار	حلقوی	۵×۵۴	۰/۰۰۲۵	بسته
شاهد	نواری	۵×۵۴	۰/۰۰۲۵	بسته

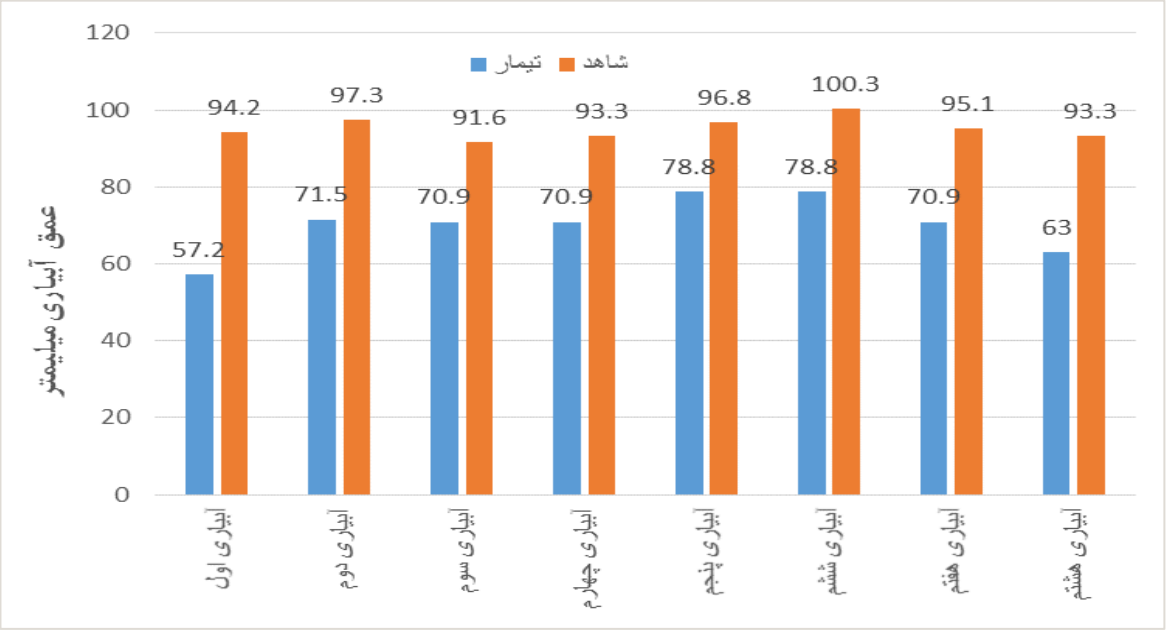
در اولین آبیاری عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری اول باغ آقای قلمی در جدول ۱۳۲ ارائه گردیده است. جهت محاسبه راندمان کاربرد آب، با توجه به سن درختان و از روی پروفیل حفرشده برای چال کودها، عمق ریشه حدود ۱۰۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. برای تعیین رطوبت قبل از آبیاری و بعد از آبیاری، میانگین رطوبت‌های به‌دست‌آمده از اعماق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ و ۶۰ تا ۹۰ به‌عنوان متوسط رطوبت قبل و بعد از آبیاری در نظر گرفته شد. در این جدول می‌توان مشاهده نمود که چگونه تغییر روش آبیاری در تیمار منجر به کاهش مصرف آب گردیده است. در اولین آبیاری چون متوسط عمق واردشده کمتر از نیاز خالص آبیاری می‌باشد، لذا راندمان بازده برابر ۱۰۰ خواهد بود و به معنای دیگر در این نوبت آبیاری تلفات نفوذ عمقی نداشته‌ایم.

جدول۱۳۲-مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی، نیاز خالص آبیاری و راندمان باغ AJ6 در تیمارها و شاهد در آبیاری اول

آبیاری اول	دبی متوسط ورودی (لیتر بر ثانیه)	مدت آبیاری (tco) (دقیقه)	عمق آبیاری (I_g) (میلی‌متر)	نیاز خالص آبیاری (I_n) (میلی‌متر)	راندمان کاربرد (AE) (درصد)
تیمار	۲۸/۶	۱۰	۵۷/۲	۶۰/۸۴	۱۰۰
شاهد	۲۸/۶	۴۵	۹۴/۲	۶۰	۶۳/۶۹

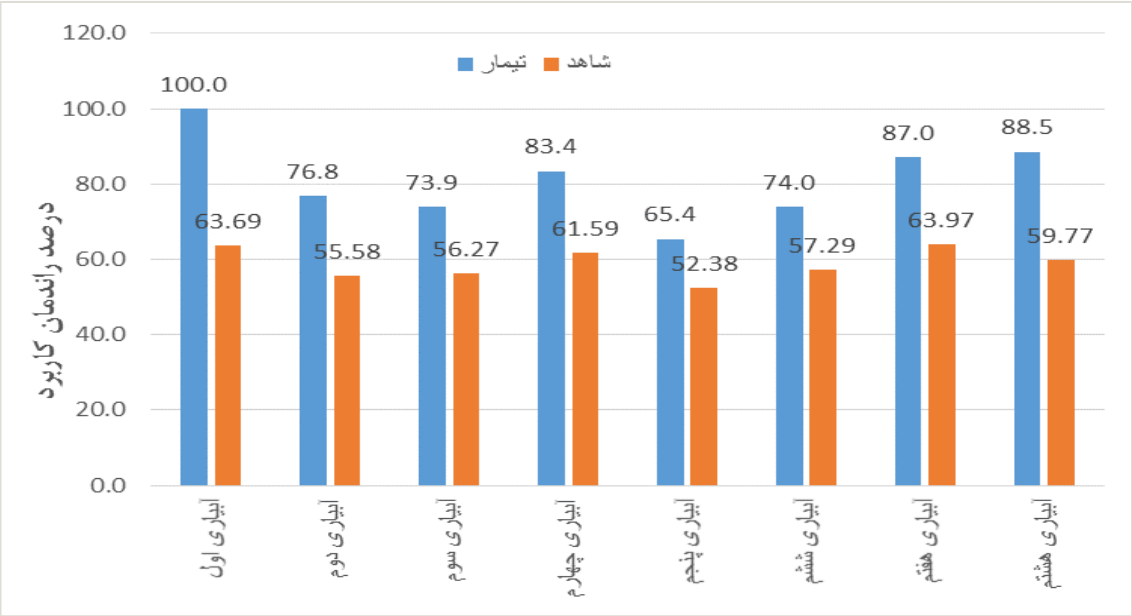
قطعات تیمار و شاهد در باغ AJ6 هرکدام در ۸ نوبت آبیاری شدند که در این آبیاری‌ها در دو نوبت اول، منبع آب از پایاب سد قلعه چای عجب‌شیر و ۶ نوبت بعدی منبع آب از چاه تأمین گردید. علت این امر هم مربوط به افزایش تقاضای مصرف در فصل تابستان است که منجر به استفاده کشاورزان از آب چاه می‌شود. اندازه‌گیری‌های میزان آب آبیاری در این باغ با استفاده از WSC فلوم تیپ ۴ صورت پذیرفت. تمام آبیاری‌ها موردانداز‌ه‌گیری و

پایش قرار گرفت و خلاصه نتایج عمق آبیاری تمام آبیاری‌ها بخش تیمار و شاهد باغ موردنظر مطابق شکل ۱۲۱ ارائه‌شده است.



شکل ۱۲۱- مقادیر عمق آب کاربردی شاهد و تیمار در باغ AJ6 در تمام آبیاری‌های انجام‌شده

مجموع میزان آبیاری طی ۸ نوبت آبیاری تیمار حدود ۵۶۲۰ مترمکعب و ۸ نوبت آبیاری شاهد حدود ۷۶۱۹ مترمکعب محاسبه گردید. مطابق این نتایج کاهش مصرف آب در تیمار حدود ۲۶/۲۴ درصد نسبت به شاهد می‌باشد. بر اساس داده‌های هواشناسی و سند ملی آب، نیاز آبیاری خالص گردو در عجب‌شیر برابر ۴۶۶۰ مترمکعب برآورد شده است. همچنین مقادیر درصد راندمان کاربرد در قطعات شاهد و تیمار در تمامی آبیاری‌ها در شکل ۱۲۲ آورده شده است.



شکل ۱۲۲- مقادیر درصد راندمان کاربرد در قطعات شاهد و تیمار در تمامی آبیاری‌ها باغ AJ6

نتایج پایش عملکرد محصول و بهره‌وری آب: بر اساس گزارش مالک باغ از میزان توزین محموله گردوی باغ جهت فروش در میدان خشکبار شهرستان عجب‌شیر عملکرد باغ آقای قلمی نتایج، میزان عملکرد تیمار و شاهد ۳ تن بر هکتار به دست آمد که تفاوتی ازنظر عملکرد بین تیمار و شاهد در این باغ وجود نداشت. باغ ازنظر سن حدود بیش از ۱۲ سال بوده و ازنظر فیزیولوژیکی گیاه تقریباً به باردهی کامل رسیده است. میزان عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ در جدول ۱۳۳ ارائه گردیده است.

استفاده از روش آبیاری نشتی حلقوی در باغ تیمار گردو موجب کاهش ۱۹ درصدی مصرف آب نسبت به شاهد شده است. همچنین بهره‌وری آب در مزارع تیمار نسبت به شاهد ۵۸ درصدی افزایش داشته است.

جدول ۱۳۳- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ AJ6

میزان عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		میزان مصرف آب (مترمکعب)		بهره‌وری آب (کیلوگرم در مترمکعب)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۳۰۰۰	۳۰۰۰	۵۶۲۰	۷۶۱۹	۱/۳۸	۱/۰۴

۵-۲- نتایج پایش مزارع شرکت‌ها

نتایج پایش مزارع منتخب شرکت معین کشاورز شهرستان اسکو: آبیاری اول مزارع گندم در پاییز انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری مزارع و باغات مورد پایش کشت پاییزه و بهاره، برداشت گردید. همچنین میزان عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع و باغات شهرستان اسکو در مزارع پایش به تفکیک در جدول ۱۳۴ ارائه گردیده است.

جدول ۱۳۴- میزان عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع مورد پایش شهرستان اسکو

کد مزرعه	میزان عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		میزان آب مصرفی (مترمکعب)		بهره‌وری آب (کیلوگرم در مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
OS1	۲۱۴۲	۲۵۸۰	۳۸۲۶	۸۶۲۴	۰/۵۶	۰/۲۹
OS2	۴۲۳۹	۳۴۳۷	۳۸۷۳	۴۱۴۹	۱/۰۹	۰/۸۳
OS3	عملکرد پسته برآورد نشده	عملکرد پسته برآورد نشده	۵۶۱۹	۷۲۷۵	-	-
OS4	عملکرد پسته برآورد نشده	عملکرد پسته برآورد نشده	۵۱۱۹	۶۷۱۸	-	-

میزان صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد بر اساس متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه Oel26 طی چهار آبیاری این مزرعه، حدود ۵۵/۶ درصد و در مزرعه Oel28 با وجود یک نوبت آبیاری بیشتر در مزرعه تیمار نسبت به شاهد میزان صرفه‌جویی ۶/۷ درصد، باغ Oel30 طی شش نوبت آبیاری ۲۲/۸ درصد و باغ Oel31 طی پنج نوبت آبیاری ۲۳/۸ درصد محاسبه شد.

نتایج پایش مزارع منتخب شرکت آذر همسو شهرستان آذرشهر: نتایج پایش آبیاری مزارع منتخب شهرستان آذرشهر و نتایج عملکرد و بهره‌وری مزارع تیمار و شاهد در جدول ۱۳۵ ارائه‌شده است.

جدول ۱۳۵- میزان عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع مورد پایش شهرستان آذرشهر

کد مزرعه	میزان عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		میزان آب مصرفی (مترمکعب)		بهره‌وری آب (کیلوگرم در مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
AZ1	۴۱۲۶	۲۰۰۵	۱۵۷۶	۱۸۰۹	۲/۶۲	۲/۰۲
AZ2	۴۸۵۶۳	۳۹۹۲۴	۵۹۸۷	۶۴۱۷	۷/۴۶	۶/۲۲
AZ3	۸۱۶	۴۳۵	۴۶۶۶	۵۷۳۸	۰/۱۸	۰/۰۷۶

نتایج پایش مزارع منتخب شرکت گلفام شهرستان عجب‌شیر: محاسبات مربوط به میزان آب داده شده به مزارع تیمار و شاهد در شهرستان عجب شیر و نتایج عملکرد و بهره‌وری مزارع در جدول ۱۳۶ ارائه‌شده است.

جدول ۱۳۶- میزان عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع مورد پایش شهرستان عجب شیر

نام مزرعه	میزان عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		میزان آب مصرفی (مترمکعب)		بهره‌وری آب (کیلوگرم در مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
AS1	۸۰۰۰	۷۰۰۰	۳۶۹۱	۴۴۹۲	۲/۱۷	۱/۵۶
AS2	۸۵۰۰	۷۵۰۰	۳۷۳۹	۴۶۱۹	۲/۲۷	۱/۶۲
AS3	۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۷۸۰۰	۸۲۰۰	۶/۴۱	۶/۰۹

تکنیک‌های به کار گرفته‌شده در مزارع تیمار گندم موجب کاهش تقریباً ۱۸ درصدی حجم آب مصرفی نسبت به شاهد شده است این عدد در کشت سیب‌زمینی ۵ درصد می‌باشد.

نتایج پایش مزارع منتخب شرکت پدیده کشاورز شهرستان بناب: نتایج میزان آب مصرفی و عملکرد مزارع شرکت پدیده کشاورز در جدول ۱۳۷ ارائه‌شده است. با اقدامات انجام‌شده به‌طور متوسط در مزارع گندم حدود ۱۳ درصد و در مزارع سیب‌زمینی و هویج به ترتیب برابر ۱۸ و ۲۴ درصد کاهش مصرف آب در مزارع تیمار نسبت به شاهد مشاهده می‌شود.

جدول ۱۳۷- میزان عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع مورد پایش شهرستان بناب

نام مزرعه	میزان عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		میزان آب مصرفی (مترمکعب)		بهره‌وری آب (کیلوگرم در مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
BN1	۶۵۰۰	۵۸۰۰	۵۳۶۶	۶۱۸۸	۱/۲۱	۰/۹۳
BN2	۶۰۰۰	۵۳۰۰	۵۳۲۹	۶۱۷۹	۱/۱۲	۰/۸۶
BN3	۴۳۰۰۰	۳۷۰۰۰	۶۰۵۰	۷۴۰۳	۷/۱۱	۴/۹۹
BN4	۵۴۰۰۰	۴۹۰۰۰	۵۳۸۰	۷۱۲۲	۱۰/۰۴	۶/۸۸

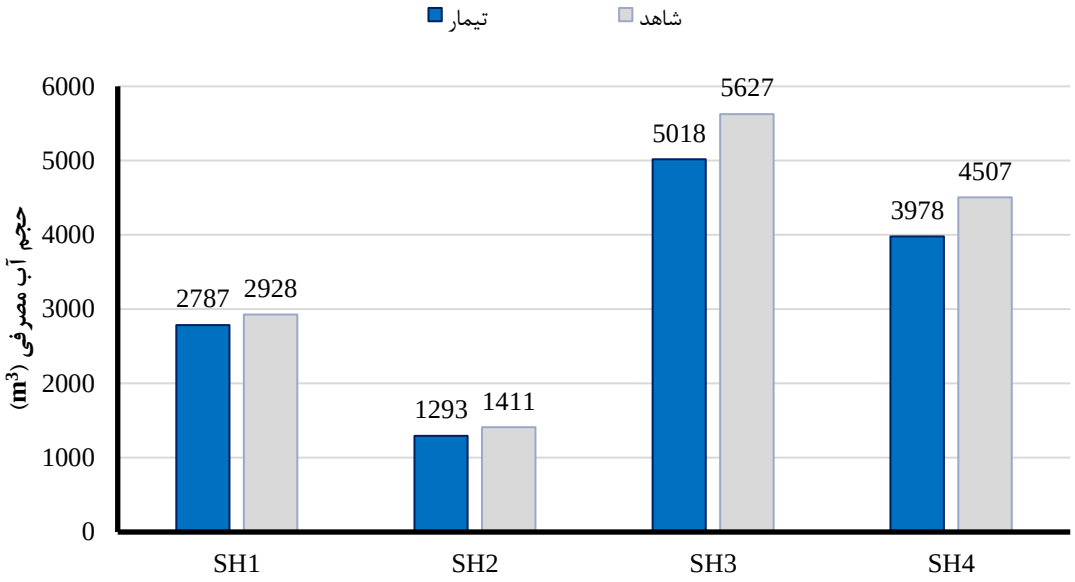
نتایج پایش مزارع منتخب شرکت آریا کشت شهرستان ملکان: نتایج آب مصرفی و عملکرد مزارع منتخب شرکت آریا کشت در جدول ۱۳۸ ارائه‌شده است.

جدول ۱۳۸- میزان عملکرد و بهره‌وری آب در مزارع مورد پایش شهرستان ملکان

نام مزرعه	میزان عملکرد (کیلوگرم در هکتار)		میزان آب مصرفی (مترمکعب)		بهره‌وری آب (کیلوگرم در مترمکعب)	
	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
ML1	۶۵۰۰	۶۰۰۰	۴۰۲۰	۶۰۱۰	۱/۶۲	۰/۹۹
ML2	۷۸۰۰	۶۵۰۰	۴۶۲۲	۸۰۰۰	۱/۶۹	۰/۸۱
ML3	۳۰۰۰۰	۲۵۰۰۰	۴۹۲۳	۹۶۸۸	۶/۰۹	۲/۵۸
ML4	سرمازدگی	سرمازدگی	۱۴۵۲	۲۸۸۵	-	-

با اقدامات انجام‌شده به‌طور متوسط در مزارع گندم بین ۳۳ تا ۴۵ درصد و در مزارع گوجه‌فرنگی ۴۹ درصد کاهش مصرف آب در مزارع تیمار نسبت به شاهد حاصل شده است. همچنین این کاهش مصرف در مزارع انگور حدود ۵۰ درصد بوده است.

نتایج پایش مزارع منتخب شرکت فنی و مهندسی شبستر: در شکل ۱۲۳ محاسبات میزان آب داده شده آمده است ولی لازم به تذکر است که شرکت فنی و مهندسی شبستر میزان عملکرد را اعلام ننموده است بنابراین امکان محاسبه بهره‌وری برای این سایت ممکن نگردید.



شکل ۱۲۳- مقایسه مقادیر حجم آب مصرفی تیمار و شاهد در مزارع منتخب شرکت فنی و مهندسی شبستر

مطابق شکل ۱۲۳ با اقدامات انجام‌شده به‌طور متوسط در مزارع گندم ۵ درصد و در مزارع جو ۸ درصد کاهش مصرف آب در مزارع تیمار نسبت به شاهد حاصل شده است. همچنین این کاهش مصرف در باغات گوجه‌سبز ۱۱ درصد و در باغ آلبالو ۱۲ درصد می‌باشد.

فصل ششم

جمع‌بندی

۱-۶- آذربایجان غربی

دامنه عمق آبیاری در مزارع گندم در دو شهرستان مهاباد و میاندوآب متفاوت بود. در مزارع F_1 تا F_3 که تحت پایش دانشگاه بود، در تیمارهای کاهش عرض به‌طور متوسط ۱۰/۲ درصد صرفه‌جویی در آب و حدود ۱۱/۴ درصد افزایش در بهره‌وری آب ایجاد شد. در تیمار کاهش عرض به همراه تسطیح، حدود ۴۳ درصد صرفه‌جویی در آب (کاهش مصرف) و ۶۷ درصد افزایش در بهره‌وری آب به دست آمد. در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی (مزارع W_1 تا W_8)، به‌طور متوسط ۲۱/۲ درصد صرفه‌جویی آب در تیمارهای کاهش عرض حاصل گردید و به‌طور متوسط ۲۶ درصد افزایش در بهره‌وری آب به دست آمد. در شرایط تسطیح به‌عنوان تیمار، به‌طور متوسط ۱۷/۸ درصد صرفه‌جویی آب و ۲۶ درصد افزایش در بهره‌وری آب به دست آمد. مطابق نتایج حاصله ازنظر اهمیت و اولویت‌بندی، تسطیح و یکنواخت نمودن شیب و کاهش عرض نوارها در اولویت اول و دوم قرار دارند. با توجه به اینکه مزارع ازنظر مساحت، کوچک هستند لذا گزینه طول نوارها به‌عنوان تیمار، فقط در شرایط خاص قابل پیاده-سازی است و در اکثر مزارع، طول نوار همان طول مزرعه است. روش برنامه‌ریزی آبیاری را نیز فقط در مزارعی می‌توان پیاده‌سازی کرد که منبع آب چاه باشد. متوسط بهره‌وری آب گندم در مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۱/۱۵ و ۰/۹۴ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد که به‌طور متوسط ۲۲ درصد بهره‌وری آب در مزارع تیمار بهبود یافت.

همچنین متوسط عملکرد گندم در مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۶۲۲۳ و ۶۲۲۵ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد که نشان می‌دهد با اعمال تیمار در مزارع، کاهش عملکرد محصول حاصل نشده است. در مزارع بهاره نیز برخی از نتایج در صرفه‌جویی آب قابل توجه بود. در مورد تغییر روش آبیاری باغات نتایج خوبی به دست آمد. در منطقه میاندوآب با تغییر روش آبیاری از غرقابی به روش حلقوی، به‌طور متوسط ۱۹ درصد راندمان قابل‌افزایش است. این کاهش مصرف آب مستلزم عدم کاشت یونجه بوده که لازم است مقدمات حذف آن توسط ترویج جهاد کشاورزی و یا سایر ارگانهای جهاد کشاورزی مطالعه شود. با تغییر روش آبیاری و نیز آرایش کشت چغندرقند نتایج قابل‌توجهی حاصل شد. با مبنا قرار دادن یکی از مزارع، با تغییر آرایش کاشت و تغییر روش آبیاری حدود ۴۰ درصد صرفه‌جویی آب و افزایش حدود ۱۲ درصدی راندمان در این مزارع اتفاق می‌افتد. تسطیح نیز همانند مزارع کشت پاییزه، اثر خود را بر افزایش راندمان و کاهش مصرف آب گذاشت.

به‌صورت خلاصه برخی از نتایج طرح به‌صورت زیر ارائه می‌گردد:

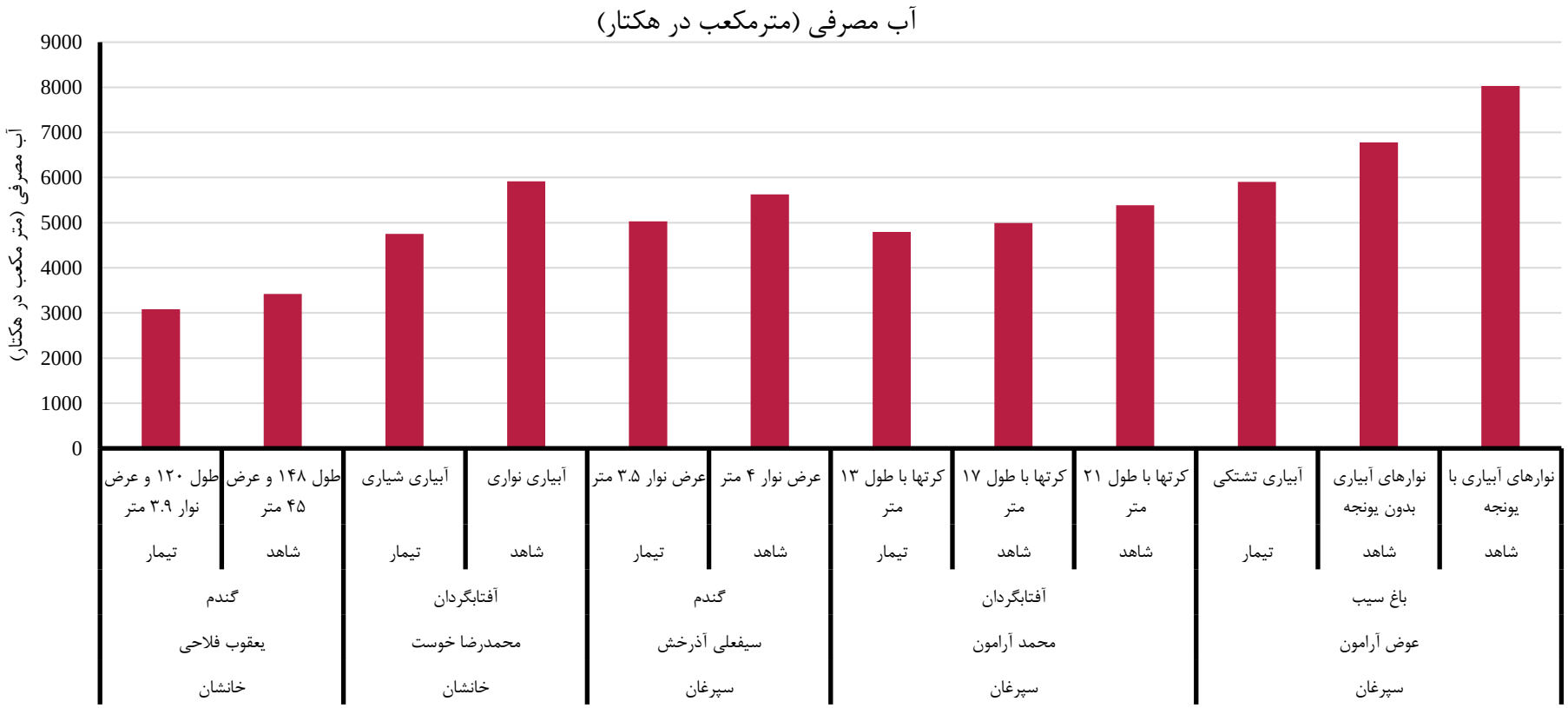
- در مزارع تحت کشت گندم، تسطیح اهمیت قابل توجه بر صرفه‌جویی آب و افزایش راندمان گذاشت.
- ابعاد نوار (طول و عرض نوار) و نیز دبی ورودی نوار، ازنظر اهمیت بعد از تسطیح قرار دارند.
- برنامه‌ریزی آبیاری (حذف آبیاری‌های غیرضروری و نیز آبیاری به موقع)، در کاهش آب مصرفی و افزایش بهره‌وری آب، مؤثر می‌باشد.
- دامنه عملکرد محصول گندم از ۲/۶ تا ۱۰ تن بر هکتار متغیر بود. متوسط عملکرد گندم در مزارع شاهد ۶/۲۲ تن بر هکتار و انحراف معیار (SD) آنها حدود ۲/۴۵ تن بر هکتار بود. این ارقام نشان می‌دهد که عملکرد محصول تنها تحت تأثیر آبیاری نبوده و بسیاری از عوامل دیگر از قبیل شوری خاک، واریته، مدیریت زراعی، حاصلخیزی خاک، کاربرد سموم و کودها و ... روی آن مؤثر است.
- برای اینکه بتوان اثر آبیاری (تیمار را) بر روی عملکرد بررسی کرد، بایستی سایر عوامل در مزارع مشابه باشد. لذا قیاس عملکرد مزارع نسبت به هم صحیح نمی‌باشد؛ اما قیاس عملکرد در شاهد و تیمار در اثر اعمال آبیاری در یک مزرعه می‌تواند تا حد قابل‌قبول، صحیح باشد؛ زیرا در یک مزرعه تمام مدیریتهای زراعی، شوری خاک، تقویم زراعی، برنامه و میزان مصرف کود و سموم، نوع واریته، عملیات بذرمالی و ... در بخش شاهد و تیمار مشابه می‌باشد.
- تغییر آرایش کاشت چغندرقند به ۴۰×۶۰ و تغییر روش آبیاری آن، باعث افزایش عملکرد محصول، افزایش راندمان آبیاری و افزایش بهره‌وری آب گردید. با تغییر آرایش کاشت و روش آبیاری چغندرقند، حتی می‌توان به صرفه‌جویی ۴۰ درصد مصرف آب و افزایش حدود ۱۲ درصدی راندمان دست یافت. از مشکلات تغییر آرایش کشت به ۴۰×۶۰، نبود و یا کمبود ادوات و ماشین الات کاشت و داشت و برداشت هماهنگ با این آرایش است در منطقه است که باعث می‌گردد که کشاورزان نسبت به آن رغبت نداشته باشند. در صورت ایجاد چنین تسهیلاتی توسط سازمان جهاد کشاورزی و یا شرکت‌های خدمات کشاورزی، امکان کاهش مصرف آب قابل توجه با تغییر آرایش کشت وجود دارد.

- با تغییر روش آبیاری باغات از غرقابی به روش به اصطلاح حلقوی، می‌توان حتی به ۷۶/۳ درصد کاهش مصرف آب در باغات دست یافت که رسیدن به این امر درگرو حذف کشت یونجه به همراه درختان می‌باشد. برای رسیدن به این شرایط، دولت می‌تواند تسهیلاتی برای حذف یونجه در باغات و تغییر روش آبیاری ارائه نماید.
- انجام یک پروژه در سطح کشاورزان، خالی از اشکال و خطا نمی‌باشد. در این طرح سعی گردید ایرادات و اشکالاتی که در برخی از مزارع وجود داشت و به شرکت‌های فنی و مهندسی و مسئول طرح پایش، برمی-گردد، عنوان شود. به‌هرحال خطاها و ایرادات در موارد جزئی اتفاق افتاد که در متن گزارش ارائه گردیده است. نویسنده گزارش به غیر از موارد ذکرشده، صحت و سقم تمام نتایج را تایید می‌کند. لذا راهکارهای پیشنهادشده در سطح وسیع و با قطعیت قابل پیاده‌سازی است.
- خوشبختانه طرح موردنظر، در فاز ۴ (سال زراعی ۹۷-۹۶) نیز انجام خواهد شد. لذا با کاربرد نتایج حاصل از این طرح، نتایج حاصل را می‌توان با اطمینان بیشتری، توصیه و بکار گرفت.

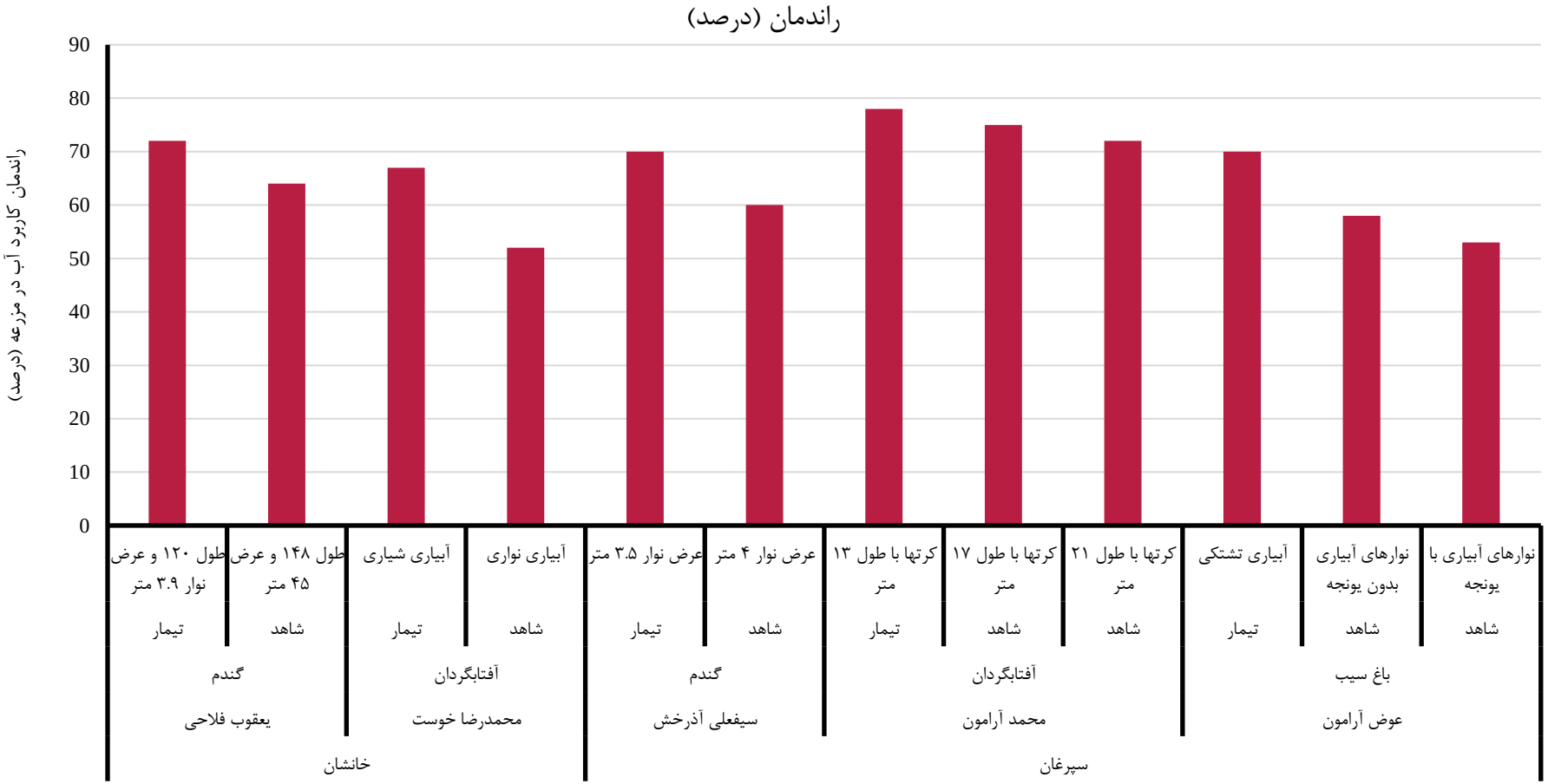
در خصوص مزارع تحت پایش در ارومیه در جدول ۱۳۹ و اشکال ۱۲۴ تا ۱۲۷ خلاصه نتایج محاسبات راندمان و کارایی مصرف آب ارائه شده است. در شکل ۱۲۴ نمودار مقدار آب داده شده به هر کدام از مزارع نشان داده شده است. بیشترین مقدار مصرف مربوط به باغ سیب با یونجه عوض آرامون با ۸۰۲۲ متر مکعب در هکتار و کمترین مقدار مصرف مربوط به مزرعه گندم یعقوب فلاحی قسمت تیمار با ۳۰۸۰ متر مکعب در هکتار است. در شکل ۱۲۵ نیز راندمان کاربرد اب در مزرعه درج شده است. بیشترین مقدار راندمان مربوط به کرت‌های با طول کوتاه آقای محمد آرامون از روستای سپرغان است. متوسط مقدار راندمان در این مزرعه در مجموع تیمار و شاهدها برابر ۷۵ درصد بوده است. عملکرد محصول نیز در نمودارهای شکل ۱۲۶ و کارایی مصرف آب در جدول ۱۲۷ ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، کارایی مصرف آب در سیب بسیار بیشتر از آفتابگردان و گندم می‌باشد.

جدول ۱۳۹- خلاصه نتایج راندمان و کارایی مصرف آب محصولات پاییزه و بهاره

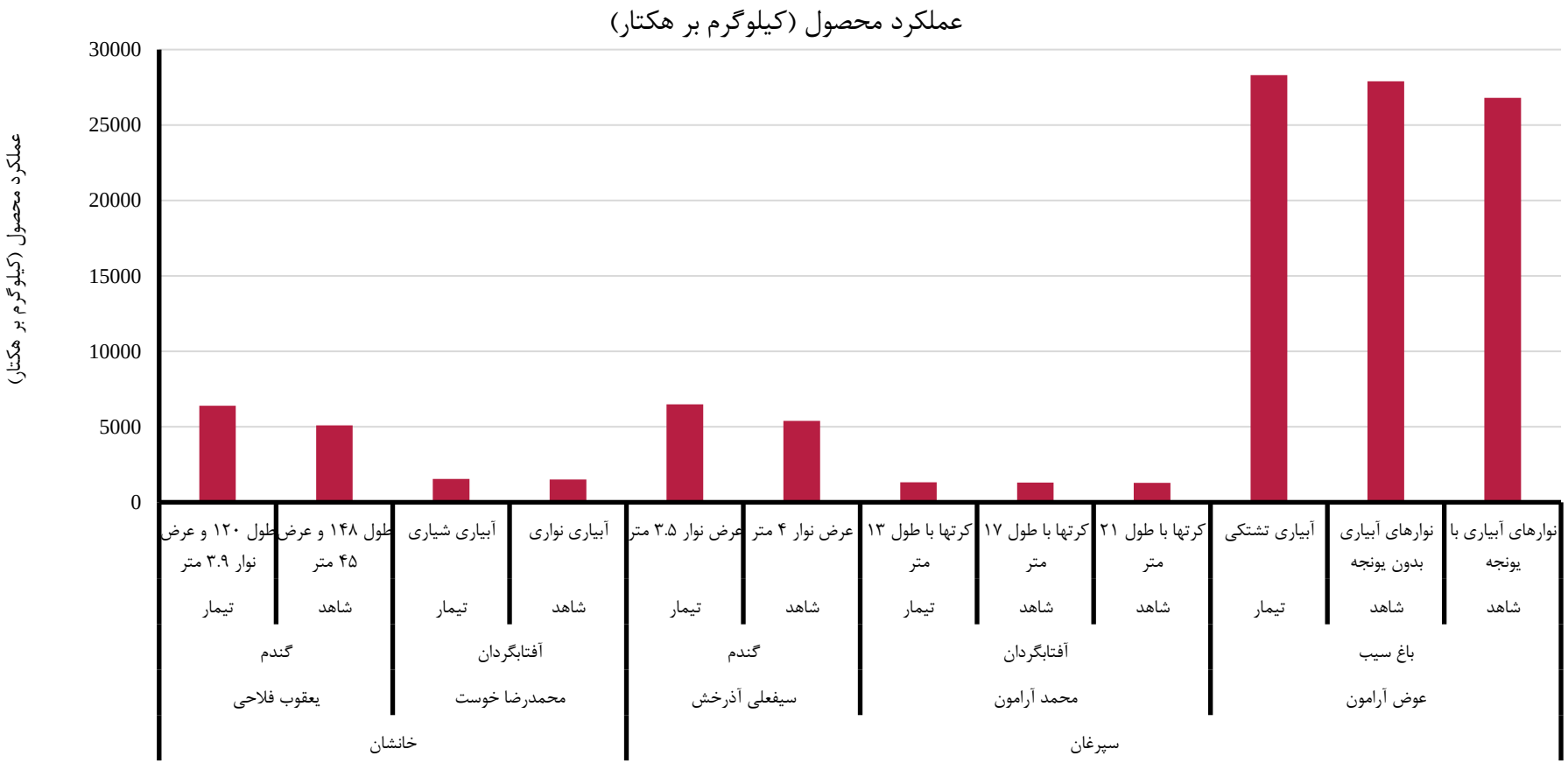
نام کشاورز	روستا	تیمار/شاهد		مجموع آب داده شده به تیمار / شاهد (متر مکعب در هکتار)	متوسط راندمان تیمار / شاهد (درصد)	عملکرد محصول تیمار / شاهد (کیلوگرم بر هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
گندم	خانشان	تیمار	طول ۱۲۰ و عرض نوار ۳,۹ متر	۳۰۸۰	۷۲	۶۴۰۰	۲/۰۸
یعقوب فلاحی		شاهد	طول ۱۴۸ و عرض ۴۵ متر	۳۴۲۰	۶۴	۵۱۰۰	۱/۴۹
گندم	سپرغان	تیمار	عرض نوار ۳,۵ متر	۵۰۲۸	۷۰	۶۵۰۰	۱/۲۹
سیفعلی آذرخش		شاهد	عرض نوار ۴ متر	۵۶۲۵	۶۰	۵۴۰۰	۰/۹۶
آفتابگردان	خانشان	تیمار	آبیاری شیاری	۴۷۵۴	۶۷	۱۵۵۰	۰/۳۳
محمدرضا خوست		شاهد	آبیاری نواری	۵۹۱۸	۵۲	۱۵۱۰	۰/۲۶
آفتابگردان	سپرغان	تیمار	کرتها با طول ۱۳ متر	۴۷۹۳	۷۸	۱۳۲۰	۰/۲۸
محمد آرامون		شاهد	کرتها با طول ۱۷ متر	۴۹۹۵	۷۵	۱۳۱۰	۰/۲۶
		شاهد	کرتها با طول ۲۱ متر	۵۳۸۴	۷۲	۱۲۹۰	۰/۲۴
باغ سیب	سپرغان	تیمار	آبیاری تشتکی	۵۹۰۶	۷۰	۲۸۳۰۰	۴/۷۹
عوض آرامون		شاهد	نوارهای آبیاری بدون یونجه	۶۷۸۱	۵۸	۲۷۹۰۰	۴/۱۱
		شاهد	نوارهای آبیاری با یونجه	۸۰۳۲	۵۳	۲۶۸۰۰	۳/۳۴



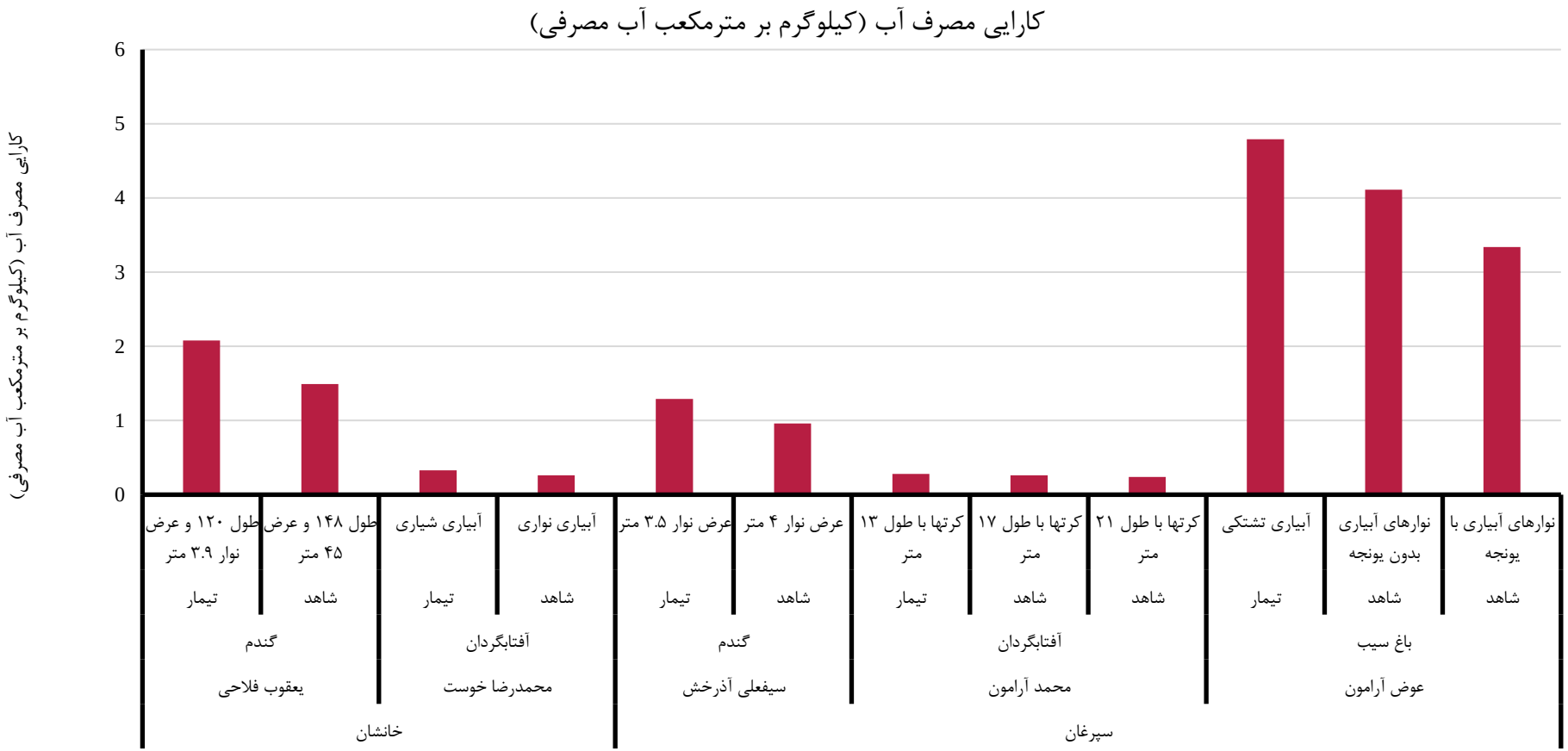
شکل ۱۲۴- مقدار آب مصرفی در مزارع پایش پاییزه و بهاره سال زراعی ۹۵-۹۶ در ارومیه



شکل ۱۲۵- راندمان کاربرد آب در مزرعه در مزارع پایش پاییزه و بهاره سال زراعی ۹۵-۹۶ در ارومیه



شکل ۱۲۶- عملکرد محصول در مزارع پایش پاییزه و بهاره سال زراعی ۹۵-۹۶ در ارومیه



شکل ۱۲۷- کارایی مصرف آب در مزارع پایش پاییزه و بهاره سال زراعی ۹۵-۹۶ در ارومیه

۲-۶- آذربایجان شرقی

نتایج انجام تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژاد در مزرعه گندم نشان می‌دهد که در مزرعه AJ1 به ترتیب ۳۳۶۸ و ۴۵۳۶ مترمکعب بر هکتار میزان مصرف آب در تیمار و شاهد بود که نشان‌دهنده کاهش مصرف ۲۵/۷ درصدی (حدود ۱۱۶۸ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است. همچنین متوسط مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۲۶/۳۱ درصد به دست آمد. محصول و میزان عملکرد در این مزرعه در تیمار و شاهد به ترتیب ۶۱۰۰ و ۵۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. به‌این‌ترتیب اعمال تیمار و مدیریت آبیاری آن حدود ۰/۴ کیلوگرم بر مترمکعب (معادل ۱۷/۴ درصد) باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد. در مزرعه AJ2 طی فصل رشد محصول متوسط صرفه‌جویی یا کاهش مصرف آب تیمار نسبت به شاهد در مزرعه طی چهار آبیاری این مزرعه، حدود ۲۵/۷ درصد محاسبه شد. به‌این‌ترتیب میزان مصرف آب در تیمار و شاهد در این مزرعه به ترتیب ۳۳۷۲ و ۴۵۶۲ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش مصرف به طور تقریبی ۲۶ درصدی (حدود ۱۱۹۰ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است. همچنین مقدار افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۲۶/۴۶ درصد به دست آمد. میزان عملکرد تیمار و شاهد به ترتیب ۸۶۵۰ و ۵۷۵۰ کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. همچنین مقادیر بهره‌وری آب در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۵۶ و ۱/۲۶ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به‌این‌ترتیب اعمال تیمارها و مدیریت آبیاری آن حدود ۱/۳ کیلوگرم بر مترمکعب باعث افزایش بهره‌وری آب در این مزرعه شد.

در مزرعه AJ3 بر اساس نتایج، عملکرد محصول و بهره‌وری آب در محصول سیب‌زمینی نشان می‌دهد، در مزرعه AJ3 میزان عملکرد سیب‌زمینی برداشت‌شده (از طریق توزین میدان تره‌بار به هنگام فروش) در مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۵۰ تن و ۳۵ تن در هکتار به دست آمد؛ بنابراین کشت مکانیزه سیب‌زمینی علاوه بر کاهش هزینه‌های کارگری، موجب افزایش ۳۰ درصدی محصول نیز شده است. همچنین بهره‌وری آب محصول سیب‌زمینی از مقدار ۴/۷۵ در مزرعه شاهد به ۷/۸۷ کیلوگرم در مترمکعب ارتقاء یافته است و میزان مصرف آب ۱۵/۸ درصد کاهش یافته است. همچنین در مزرعه AJ4 بر اساس نتایج، میزان عملکرد سیب‌زمینی برداشت‌شده (از طریق توزین میدان تره‌بار به هنگام فروش) در مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۵۲ تن و ۴۲ تن در هکتار به دست آمد؛ بنابراین کشت مکانیزه سیب‌زمینی علاوه بر کاهش هزینه‌های کارگری، موجب افزایش ۳۰ درصدی محصول نیز شده است. همچنین بهره‌وری آب محصول سیب‌زمینی از مقدار ۴/۹۹ در مزرعه شاهد به ۷/۱۹ کیلوگرم در مترمکعب ارتقاء یافته است و میزان مصرف آب ۱۶/۴ درصد کاهش یافته است.

همچنین در محصول سیب، بر اساس گزارش مالک باغ از میزان توزین محموله سیب باغ جهت فروش در میدان میوه و تره‌بار شهرستان عجب‌شیر عملکرد باغ AJ_5 نتایج، میزان عملکرد تیمار و شاهد ۹/۵ تن بر هکتار به دست آمد که و تفاوتی ازنظر عملکرد بین تیمار و شاهد در این باغ وجود نداشت. باغ ازنظر سن حدود ۹ الی ۱۰ سال بوده و ازنظر فیزیولوژیکی گیاه، هنوز به باردهی کامل نرسیده است. اما میزان مصرف آب در تیمار ۶۸۸۱ مترمکعب در هکتار بوده که نسبت به مزرعه شاهد که مصرف آب ۹۱۱۷ مترمکعب در هکتار داشته، کاهش مصرف آب داشته اشت و بهره‌وری آب افزایش یافته است. بهره‌وری آب در تیمار و شاهد به ترتیب ۱/۳۸ و ۱/۰۴ بدست آمده است.

در محصول گردو، بر اساس گزارش مالک باغ از میزان توزین محموله گردوی باغ جهت فروش در میدان خشکبار شهرستان عجب‌شیر عملکرد باغ آقای قلمی نتایج، میزان عملکرد تیمار و شاهد ۳ تن بر هکتار به دست آمد که تفاوتی ازنظر عملکرد بین تیمار و شاهد در این باغ وجود نداشت. باغ ازنظر سن حدود بیش از ۱۲ سال بوده و ازنظر فیزیولوژیکی گیاه تقریباً به باردهی کامل رسیده است. استفاده از روش آبیاری نشتی حلقوی در باغ تیمار گردو موجب کاهش ۱۹ درصدی مصرف آب نسبت به شاهد شده است. همچنین بهره‌وری آب در مزارع تیمار نسبت به شاهد ۵۸ درصدی افزایش داشته است. میزان مصرف آب در تیمار و شاهد به ترتیب ۵۶۲۰ و ۷۶۱۹ مترمکعب در هکتار و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد به ترتیب ۱/۳۸ و ۱/۰۴ کیلوگرم در مترمکعب بدست آمده است.

منابع

احسانی، م؛ و خالدی، ه.۱۳۸۲. بهره‌وری آب کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه. ۱۱۵ ص.

اسکندری، ا؛ و همت، ع. ۱۳۸۲. اثر زیرشکنی بر حفظ و ذخیره رطوبت خاک و عملکرد محصول گندم دیم. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۴. شماره ۱۴، ۱-۱۹

اسکندری، ا. ۱۳۸۱. مقایسه روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر روی عملکرد گندم دیم بعد از برداشت نخود. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۳. شماره ۱۱، ۵۷- ۷۳.

توکلی، ع. ر. ۱۳۸۹. بهبود بهره‌وری آب با به‌کارگیری مدیریت تلفیقی آبیاری محدود و عملیات زراعی برتر در زراعت غلات دیم، پایان نامه دکتری رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲۱۲ ص.

جلینی، م،۱۳۹۳، اثرات دور آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی سیب‌زمینی در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

حیدری، ن. ۱۳۹۰. تعیین و ارزیابی شاخص کارآیی مصرف آب محصولات زراعی تحت مدیریت کشاورزان در سطح کشور. مجله مدیریت آب و آبیاری، دوره ۱، شماره ۲، ۵۷- ۴۳ ص.

حیدری سلطان‌آبادی، م، سالمی، ح ر؛ و میران زاده، م.۱۳۹۳. تأثیر زیرشکنی و روش‌های خاک‌ورزی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد آفتابگردان، نشریه پژوهش‌های خاک (علوم آب‌وخاک) / الف/ جلد ۲۸ شماره ۲.

حیدرپور، ن، واعظی، ب؛ و احمدی‌خواه، ا. ۱۳۸۹، اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک در تناوب آیش – گندم در شرایط دیم نیمه گرمسیری، مجله پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، جلد هفدهم شماره چهارم.

خاوازی، ک. ضیائیان، ع. ۱۳۹۰. بررسی اثربخشی کود زیستی نیتروکسین در زراعت گندم در استان فارس، موسسه تحقیقات خاک و آب

رضایی‌راد، ه. هوشمند، ع. دوست محمدی، م. م. ۱۳۹۲. بررسی بهره‌وری آب سه محصول زراعی جو، گندم و یونجه استان اصفهان به تفکیک شهرستان. اولین همایش ملی چالش های منابع آب و کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی (واحد خوراسگان)، دانشکده کشاورزی، ۱۰ ص.

روزبه، م. ۱۳۷۸. ارزیابی و مقایسه میزان انرژی موردنیاز روش‌های مختلف خاک‌ورزی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی. ۷۷ صفحه.

سپه‌وند، م. ۱۳۸۸. مقایسه نیاز آبی، بهره‌وری آب و بهره‌وری اقتصادی آن در گندم و کلزا در غرب کشور در سالهای پر باران، مجله پژوهش آب ایران بهار و تابستان، ۳. ۶۸-۶۳ ص.

شریفی، ا. یونسی الموتی، م، جوادی، ا، مستوفی سرکاری، م.ر. ایوانی، ا، صفری، م، گازر، ح.ر. شریف نسب، ه، واحدی، ع، کفاشان، ج، جمشیدی، ب، گرامی، ک، باقری، ن، اشرف یزاده، س.ر، افضلی نیا، ص، صاد، ح.ر.

۱۳۹۴، نقش تحقیقات ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون در امنیت غذایی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

شفیعی، ا. ۱۳۷۱. اصول ماشین‌های کشاورزی. جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران.

صادقی پورمروی، م. ۱۳۹۴. اثر مصرف مقادیر مختلف کود حیوانی و نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی اسفناج (Spinacea Oleracea). نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). شماره ۱۰۸. ۵۳-۶۴ ص.

صلح‌جو، ع، لغوی، م، احمدی، ح؛ و روزبه، م. ۱۳۸۰. تأثیر درصد رطوبت خاک و عمق شخم بر میزان خرد شدن خاک و کاهش عملیات خاک‌ورزی ثانویه. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۲. شماره ۱،۶- ۱۳

ظریف نشاط، س. ۱۳۸۲. تأثیر روش‌های متفاوت آماده‌سازی زمین در هیرم‌کاری و خشکه‌کاری بر عملکرد زیره سبز. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۴. شماره ۱۶، ۲۹- ۴۳

عزیزی، ج . ۱۳۸۰. پایداری آب کشاورزی. نشریه اقتصاد کشاورزی و توسعه ۹. ۳۶ : ۱۱۳-۱۳۶

عمانی، ا .۱۳۸۹ .بررسی عوامل مؤثر بر مدیریت پایدار منابع آب زراعی در بخش شمالی حوزه آبخیز مدرس. استان خوزستان پژوهش های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی) ۳,۲۳: ۲۷-۳۴.

کشاورز، ع؛ و دهقانی سانیچ، ح. ۱۳۹۱. شاخص بهره‌وری آب و راهکار آتیه کشاورزی کشور. فصلنامه راهبرد اقتصادی، دوره ۱، شماره ۱. ۱۹۹-۲۳۳ ص.

محمدی، خ. حیدری، غ. جواهری، م؛ و آقاعلیخانی، م. ۱۳۹۲. تأثیر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و کود دهی بر توده ی زنده میکروبی و فعالیت آنزیمی. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدارجلد سوم، شماره دوم.

مؤمنی، ر. ۱۳۹۰. ارزیابی سناریوهای افزایش بهره‌وری مصرف آب گندم دیم در حوزه کرخه با استفاده از آنالیزهای مدیریتی مدل رشد گیاهی CropSyst. مجله مدیریت آب و آبیاری، شماره یک، ۴۰-۲۹ ص.

مهتدی، م. الباجی، م؛ و دوست محمدی، م. م. ۱۳۹۲. بررسی بهره‌وری آب سه محصول زراعی جو، گندم و یونجه در استان خوزستان به تفکیک شهرستان. چهارمین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب، ۸ ص.

میران‌زاده،م. ۱۳۹۲، بررسی اثر برخی از روش‌های خاک‌ورزی و تهیه بستر کاشت بر خصوصیات هیدرولیکی و راندمان و کارایی مصرف آب در زراعت گندم، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی-کبوترآباد اصفهان

نی‌ریزی، س. حلمی فخرداود، ر. ۱۳۸۲. مقایسه کارآیی مصرف آب در چند نقطه خراسان. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران. ۴۰۴- ۳۹۱ ص

Abdullah, A.S. 2014. Minimum tillage and residue management increase soil water content, soil organic matter and canola seed yield and seed oil content in the semiarid areas of Northern Iraq. Soil and Tillage Research, 144: 150-155.

Allen R.G, Pereira L.S, Raes D, and Smith M. 1998. Crop Evapotranspiration, Guide-lines for Computing Crop Water Requirements. FAO, Rome, Italy (FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 56. 300 p.).

Belder, P., Bouman, B.A.M., Cabangon, R., Lu, G., Quilang, E.J.P., Li, Y., Spiertz, J.H.J. and Tuong, T.P. 2004. Effect of water-saving irrigation on rice yield and water use in typical lowland conditions in Asia. Agri. Water Manage. 65(3): 193–210.

Bluemling, B, H. Yang and C. Pahl-Wostl.2007**.** "Making water productivity operational—A concept of agricultural water productivity exemplified at a wheat–maize cropping pattern in the North China plain." Agricultural Water Management **91**(1–3): 11-23.

Cantero-Martínez C, Angás P, Lampurlanés J. 2003. Growth, yield and water productivity of barley (Hordeum vulgare L.) affected by tillage and N fertilization in Mediterranean semiarid, rainfed conditions of Spain. Field Crop Res 84:341–357.

Cui-Cui, W, C. Ai-Wu, W. Ji-Jun, Z. Dong-Xiao, T. Song, Z. Guang-Sheng, H. Li-Yong, W. Jiang-Sheng, and T. Ting-Dong. 2011**.** Growth and Yield Formation of Direct-Seeding Rapeseed Under No-Tillage Cultivation in Double Rice Cropping Area in Hubei Province. Acta Agronomica Sinica, 37(4): 694–702.

Edkins, R. 2006. Irrigation Efficiency Gaps - Review and Stock Take. irrigation new Zealand inc. No: L05264/2. p 43.

FAO. SAFR. 2002. Surface Irrigation Systems: Planning, Design, Operation and Maintenance. Savva. A. P, Frenken, K, Madyiwa. S, Chigura. P, Tirivamwe. L, Mthamo. V.. Irrigation Manual. Module 7. Planning, Development, Monitoring and Evaluation of Irrigated Agriculture with Farmer Participation. Food and Agriculture Organisation (FAO) of the United Nations Sub-Regional Office for Eastern and Southern Africa (SAFR). Harare.

Guan, D, Zhang, Y, Al-Kaisi, M.M, Wang, Q, Zhang, M. and Li, Z. 2015. Tillage practices effect on root distribution and water use efficiency of winter wheat under rain-fed condition in the North China Plain. Soil and Tillage Research, 146: 286-295.

Hou, X, Li, R, Jia, Z, Han, Q, Wang, W. and Yang, B. 2012. Effects of rotational tillage practices on soil properties, winter wheat yields and water-use efficiency in semi-arid areas of north-west China. Field Crops Research, 129: 7-13.

Irmak, s. et al. 2011. irrigation efficiency and uniformity and crop water use efficiency. university of Nebraska- linkoln extention,p 8.

Jin, H, Qingjie, W, Hongwen, L, Lijin, L. and Huanwen, G. 2009. Effect of alternative tillage and residue cover on yield and water use efficiency in annual double cropping system in North China Plain. Soil and Tillage Research, 104(1): 198-205.

KANG, L-y, YUE, S-c. and LI, S-q. 2014. Effects of phosphorus application in different soil layers on root growth, yield, and water-use efficiency of winter wheat grown under semi-arid conditions. Journal of Integrative Agriculture, 13(9): 2028-2039.

Kassam, A.H, Molden, D, Fereres, E, and Doorenbos, J. 2007. Water productivity science and practice—introduction. Irrig Sci, 25:185–188.

Kijne,J.W, Toung,T.P, Bennett,J, Bouman,B and Oweis,T. 2002**.** Ensuring food security via improvement in crop water productivity. Sri Lanka; IWMI/CGIAR; May 2002. 42 p. Ilus, tab. (CGIAR background paper. 1: 1-42.

Knox, J, Kay, M. and Weatherhead, E. 2012. Water regulation, crop production, and agricultural water management—understanding farmer perspectives on irrigation efficiency. Agricultural Water Management, 108: 3-8.

Li, S, Wang, Z, Li, S. and Gao, Y. 2015. Effect of nitrogen fertilization under plastic mulched and non-plastic mulched conditions on water use by maize plants in dryland areas of China. Agricultural Water Management, 162: 15-32.

Liu, J,Zehnder, A. J. B. and Yang, H. 2008. Drops for crops: modelling crop water productivity On a global scale. Global NEST Journal, 10(3), p 295-300.

Miriti, J, Kironchi, G, Esilaba, A, Heng, L, Gachene, C. and Mwangi, D. 2012. Yield and water use efficiencies of maize and cowpea as affected by tillage and cropping systems in semi-arid Eastern Kenya. Agricultural Water Management, 115: 148-155.

Molden, D. 1997. Accounting for water use and productivity: Iwmi.

Molden, D, and Oweis, T. Y. 2007. Pathways for increasing agricultural water productivity (No. H040200). International Water Management Institute. Pp. 279-310.

Molden, D, T. Oweis, P. Steduto, P. Bindraban, M. A. Hanjra and J. Kijne. 2010. "Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution." Agricultural Water Management 97(4): 528-535.

Morell, F, Lampurlanés, J, Álvaro-Fuentes, J. and Cantero-Martínez, C. 2011. Yield and water use efficiency of barley in a semiarid Mediterranean agroecosystem: Long-term effects of tillage and N fertilization. Soil and Tillage Research, 117: 76-84.

Nanjing Agricultural Mechanization Research Institute. 2010. China Agricultural Mechanization Yearbook, China Agricultural Science and Technology Press, Beijing

Olson, K. R, S. A. Ebelhar, and J. M. Lang. 2013. Effects of 24 years of conservation tillage systems on soil organic carbon and soil productivity. Applied and Environmental Soil Science, 1-10.

Oweis, T, A. Hachum and J. Kijne. **1999**. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water use efficiency in dry areas. SWIM,Paper No.7.

Panda, R.K, Behera, S.K. and Kashyap, P.S, 2003. Effective management of irrigation water for wheat under stressed conditions. Agricultural water management, 63(1), pp.37-56.

Perry, C, Steduto, P. Allen, R. G. and Burt, C. M..2009. "Increasing productivity in irrigated agriculture: Agronomic constraints and hydrological realities." Agricultural Water Management 96(11): 1517-1524.

Perry, C. 2011. "Accounting for water use: Terminology and implications for saving water and increasing production." Agricultural Water Management 98(12): 1840-1846.

Quanqi, L, Xunbo, Z, Yuhai, C, and Songlie, Y. 2012. Water consumption characteristics of winter wheat grown using different planting patterns and deficit irrigation regime. Agricultural Water Management, 105, 8-12.

Rijsberman, F.R. 2006. Water scarity: Fact or fiction? Agricultural water management, vol. 80, pp. 5-22.

Sharma, P, Singh, G. and R. P. Singh. 2011. Conservation tillage, optimal water and organic nutrient supply enhance soil microbial activities during wheat (triticum aestivum L.) cultivation. Brazilian Journal of Microbiologe, 42: 531-542.

Viets, F.G. 1962. Fertilizers and the efficient use of water. Adv.Agron. 14:223–264.

Walker, W.R. and Skogerboe, G.V. 1987. Surface irrigation. Theory and practice: Prentice-Hall.

Yan, N, Wu, B, Perry, C. and Zeng, H. 2015. Assessing potential water savings in agriculture on the Hai Basin plain, China. Agricultural Water Management, 154: 11-19.

Yuan, B. Z., S. Nishiyama and Y. Kang. 2003. Effects of different drip irrigation regimes on the growth and yield of drip- irrigated potato. Agric. Water Manage. 63: 153-167.

Zhang, X, Wang, T. and Li, C. 2005. Different responses of two contrasting wheat genotypes to abscisic acid application. Biologia Plantarum, 49(4): 613-616.

Zoebl, D. 2006. "Is water productivity a useful concept in agricultural water management?" Agricultural Water Management 84(3): 265-27

Zwart, S.J. and Bastiaanssen, W.G. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. Agricultural Water Management, 69(2): 115-133.