



گزارش فاز ششم طرح:

**"بررسی اثربخشی فاز ششم پروژه کشاورزی پایدار در حوضه آبریز
دریاچه ارومیه بر میزان برداشت آب، مصرف نهاده ها و درآمد
اقتصادی کشاورزان در آذربایجان غربی و شرقی"**

آذر ۱۳۹۹

تاریخ شروع و پایان:

از ۱۳۹۸/۶/۲۵ تا ۱۳۹۹/۷/۳۰

محل اجرا:

آذربایجان شرقی (شهرستان‌های عجب‌شیر، آذرشهر، اسکو، ملکان و سراب) و آذربایجان غربی (شهرستان‌های میاندوآب،
مهاباد، نقده و ارومیه)

چکیده

مطالعه حاضر در مقیاس مزرعه با هدف کمک به احیای دریاچه ارومیه، در اراضی حوضه آبریز دریاچه ارومیه در قالب فاز ششم کشاورزی پایدار در شهرستان‌های آذرشهر، اسکو، عجب‌شیر، ملکان و سراب در استان آذربایجان شرقی و در شهرستان‌های میاندوآب، مهاباد، نقده و ارومیه در استان آذربایجان غربی به منظور کاهش آب آبیاری طی سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ انجام می‌گردد. فاز ۶ طرح استان آذربایجان شرقی در ۸ مزرعه کشت پاییزه اجرا گردید که در شهرستان سراب ۱ مزرعه، اسکو ۲ مزرعه، آذرشهر ۱ مزرعه، عجب‌شیر ۲ مزرعه و ملکان ۲ مزرعه انتخاب شدند. الگوی کشت پاییزه در محدوده‌های مطالعاتی آذربایجان شرقی گندم می‌باشد که روش آبیاری شیری در این مزارع بکار رفته است. همچنین در استان آذربایجان غربی در ۸ مزرعه کشت پاییزه اجرا گردید که در شهرستان میاندوآب ۴ مزرعه، مهاباد ۲ مزرعه، نقده ۱ مزرعه و ارومیه ۱ مزرعه انتخاب شدند. الگوی کشت پاییزه در محدوده مطالعاتی آذربایجان غربی گندم می‌باشد که روش آبیاری جویچه‌ای، تیپ و بارانی در این مزارع بکار رفته است. فاز ۶ طرح استان آذربایجان شرقی در ۱۱ باغ و مزرعه کشت بهاره اجرا گردید که در شهرستان سراب ۳ مزرعه، اسکو ۲ مزرعه، آذرشهر ۳ مزرعه، عجب‌شیر ۲ مزرعه و ملکان ۱ مزرعه انتخاب شدند. الگوی کشت باغات و مزارع بهاره در محدوده‌های مطالعاتی گوجه‌سبز، بادام، گوجه‌فرنگی و پیاز می‌باشد که روش آبیاری شیری و تیپ در این مزارع بکار رفته است. همچنین فاز ۶ طرح آذربایجان غربی در ۴۱ باغ و مزرعه کشت بهاره اجرا گردید که در شهرستان میاندوآب ۱۶ مزرعه، مهاباد ۶ مزرعه، نقده ۷ مزرعه و ارومیه ۱۲ مزرعه انتخاب شدند. ۲ مزرعه انگور و چغندرقد در ارومیه توسط دانشگاه ارومیه پایش می‌شود. الگوی کشت باغات و مزارع بهاره در محدوده‌های مطالعاتی انگور، چغندرقد، ذرت، سیب، کدو، آلو، زردآلو و شلیل می‌باشد که روش آبیاری شیری، جویچه‌ای، بارانی، تیپ و نشتی حلقوی در این مزارع بکار رفته است. در فاز ۶ طرح به منظور ارتقاء عملکرد اجرایی استان‌ها و توانمندسازی شرکت‌های مجری کارگاه‌های آموزشی و نشست‌های تخصصی با نام‌های کارگاه برنامه‌ریزی اجرای فاز ۶ پروژه، آموزش مدیریت آبیاری در سیستم‌های مختلف آبیاری، کارگاه آموزشی سیستم آبیاری تیپ در زراعت گندم، کارگاه ارزیابی داده‌های پایش اول پاییزه، آموزش نرم افزارهای طراحی و شبیه‌سازی آبیاری سطحی، آموزش روش برداشت اطلاعات، کارگاه افزایش حاصلخیزی و اصول هرس، جلسه ارائه گزارش عملکرد و پیشرفت کار شرکت‌های مجری فاز ۶، جلسه ارائه گزارش عملکرد و پیشرفت کار شرکت‌های مجری فاز ۶، جلسه ارزیابی و صحت‌سنجی داده‌های پایش آب در مزارع کشت پاییزه و آموزش مدیریت آبیاری در سیستم‌های مختلف آبیاری، آموزش بررسی یکنواختی آبیاری و آموزش ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری، آموزش و نظارت بر برآورد و اندازه‌گیری میزان مصرف آب، جلسه حضوری ارزیابی و صحت‌سنجی داده‌های برداشت‌شده پایش آب در مزارع کشت‌های پاییزه و بهاره تا آخر تیرماه، آموزش مدل AgriHydro، آموزش و معرفی کودآبیاری، آموزش و معرفی اپلیکیشن‌های کشاورزی با حضور کارشناسان و مدیر عاملان شرکت‌های مجری، کارشناسان مرکز تحقیقات و دانشگاه ارومیه، سازمان جهاد کشاورزی استان، دفتر طرح حفاظت از تالاب‌های ایران و محیط زیست استان برگزار شد. همچنین به منظور یکسان سازی آرایه گزارشات شرکت‌های مجری طرح، با هماهنگی گروه پایش استان و دفتر تالاب‌ها، جلسه تهیه فرمت آرایه گزارش در محل مرکز تحقیقات کشاورزی در تاریخ ۱۳۹۸/۰۹/۶ برگزار شد و نسخه یکسان تهیه و در اختیار شرکت‌ها قرار گرفت. نتایج کشت پاییزه نشان داد به‌کارگیری تکنیک‌های آبیاری موجب کاهش ۲۶/۶ و ۳۶/۷ درصد آب آبیاری و افزایش ۴۵/۷ و ۱۶/۵ درصدی عملکرد به ترتیب در استان آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی گردید. متوسط بهره‌وری

برآوردی آب استان آذربایجان شرقی در مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۳۵ و ۱/۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب و متوسط بهره‌وری برآوردی آب استان آذربایجان غربی در مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۳/۷۸ و ۲/۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود. همچنین در استان آذربایجان شرقی مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر شاهد در بازه ۰/۴۷ تا ۰/۹۶ و تیمار در بازه ۰/۹۹ تا ۱/۷۴ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود که بیشترین مقدار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastW₇ با به‌کارگیری تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری مشاهده شد. در استان آذربایجان غربی مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر شاهد در بازه ۰/۶۵ تا ۲/۴۴ و تیمار در بازه ۱/۰۷ تا ۳/۹۸ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر بود که بیشترین مقدار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestW₁ با به‌کارگیری تکنیک آرایش جویچه‌ای (کشت با ریزبند) مشاهده شد. از طرفی مطالعات اقتصادی در کشت پاییزه نشان داد در استان آذربایجان شرقی در شهرستان‌های اسکو، عجب‌شیر، ملکان و در استان آذربایجان غربی در شهرستان نقده صرفه اقتصادی برای کشاورز دارد.

نتایج کشت بهاره در استان آذربایجان غربی نشان داد، تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به تیپ راندمان کاربرد و بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر را به ترتیب ۵۲/۳ و ۹۷/۴ درصد افزایش و آب آبیاری را ۵۸/۳ درصد کاهش داد. تکنیک کشت با ریزبند در ۶ مزرعه به‌طور متوسط موجب افزایش ۱۷/۵ درصدی راندمان کاربرد، افزایش ۶۶/۷ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر و کاهش ۳۳/۹ درصدی آب آبیاری گردید. تکنیک مدیریت زمان آبیاری بارانی نیز موجب افزایش ۱۶ درصدی راندمان کاربرد، افزایش ۳۰/۴ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر و کاهش ۲۹/۹ درصدی آب آبیاری گردید. همچنین با توجه به نتایج، تکنیک‌های تغییر روش آبیاری از نواری به تیپ و کشت با ریزبند به ترتیب در اولویت اول دوم قرار داشتند. در مورد مزارع بهاره استفاده از تکنیک آبیاری نشتی حلقوی در ۲ باغ افزایش ۲۲۱/۶ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر و کاهش ۶۰/۳ درصدی آب آبیاری را در پی داشت. تکنیک آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها در ۲ مزرعه افزایش ۱۶۹/۱ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر و کاهش ۴۷/۳ درصدی آب آبیاری را به همراه داشت. استفاده از تکنیک تغییر روش آبیاری از سطحی به تحت فشار (قطره‌ای، تیپ، بابلر و بارانی) در ۹ باغ و مزرعه افزایش ۲۲۱/۸ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر و کاهش ۴۵/۲ درصدی آب آبیاری را به دنبال داشت. بکارگیری تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به جویچه‌ای و آرایش کاشت ۴۰×۶۰ در ۲ مزرعه موجب افزایش ۷۲/۴ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر و کاهش ۳۹/۸ درصدی آب آبیاری گردید. همچنین استفاده از تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه در ۱۵ باغ، افزایش ۶۹/۶ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر و کاهش ۳۶/۹ درصدی آب آبیاری را در پی داشت. تکنیک‌های آبیاری زیرسطحی و مدیریت زمان آبیاری، آرایش کشت جویچه‌ای و آبیاری با سیفون، تغییر آرایش کشت از تکریدیفه به دو ردیفه، مدیریت زمان آبیاری و کشت نشایی نیز به ترتیب موجب افزایش ۶۰/۹، ۵۵/۳، ۸۱/۳، ۵۶/۷ و ۷/۸ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر و کاهش ۳۶/۸، ۳۶/۲، ۱۸/۳، ۲۶/۷ و ۱۷/۵ درصدی آب آبیاری گردید. تکنیک تغییر روش آبیاری از شیاری یک‌طرفه به شیاری دوطرفه مقدار آب آبیاری را ۱۰/۳ درصد افزایش داد و تکنیک انتقال آب با لوله‌های کم‌فشار سر هر ردیف درخت ضمن کاهش راندمان کاربرد، کاهش جزئی ۶/۵ درصدی آب آبیاری را به دنبال داشت. بیشتر تکنیک‌های مورد استفاده اثربخشی مثبتی در کاهش آب مصرفی داشتند

به گونه‌ای که بیشترین کاهش تبخیر و تعرق واقعی (۳۵/۲ و ۳۱/۷ درصد) به ترتیب مربوط به تکنیک‌های آبیاری نشتی حلقوی و آبیاری زیرسطحی بود.

همچنین نتایج کشت بهاره و باغات در استان آذربایجان شرقی نشان داد که یکی از تکنیک‌ها برای کاهش آبیاری به صورتی که بهره‌وری مزرعه در یک مقدار ثابت حفظ شود یا افزایش یابد انتخاب روش آبیاری مناسب شرایط مزرعه می‌باشد. از این رو، تغییر روش آبیاری در مزرعه پیاز عجب‌شیر، باغ سیب ملکان، مزرعه سیب‌زمینی سراب، باغ سیب سراب به ترتیب موجب کاهش ۵۵/۱۸، ۵۰/۹۵، ۲۳/۷۲ و ۲۹/۹۶ درصدی آبیاری شده است. در مزارع و باغات مذکور تکنیک آبیاری از کرتی به تیپ یا شیاری تغییر یافته است. در این مزارع تکنیک تغییر روش آبیاری منجر به افزایش راندمان کاربرد به ترتیب به مقدار ۵۸/۶۴، ۳۵/۱۵، ۲۹/۲۹ و ۴۱/۳۰ درصد شده است. باتوجه به موضوع اهمیت سود کشاورز در کنار تکنیک شیوه صحیح آبیاری، تکنیک‌های دیگر به منظور حفظ یا افزایش بهره‌وری متناسب با شرایط مزرعه یا باغ انجام گردید که نتایج نشان داد، تکنیک‌های تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری، هرس، مدیریت تغذیه از طریق محلولپاشی و کولتیواتور در باغ گوجه‌سبز آذرشهر (سه باغ) و اسکو (یک باغ) به ترتیب موجب متوسط افزایش ۱۹/۰۴ و ۶/۷۲ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر و متوسط افزایش ۱۷/۰۱ و ۷/۶۸ درصدی راندمان کاربرد گردید. تکنیک‌های تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری، هرس، مدیریت تغذیه از طریق محلولپاشی و کولتیواتور در دو باغ سیب سراب موجب متوسط افزایش ۳۲/۳۴ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر گردید. همچنین استفاده از تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری، مبارزه با علف هرز و کاشت با غده‌کار در مزرعه سیب‌زمینی سراب، افزایش ۴۳/۱۷ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر را در پی داشت. استفاده از تکنیک آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها، کشت نشائی دو ردیفه روی یک پشته و مدیریت تغذیه از طریق محلولپاشی در مزرعه گوجه‌فرنگی اسکو، افزایش بیش از ۱۰۰ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۳۷/۲۲ درصدی راندمان کاربرد و کاهش ۳۷/۲۴ درصدی آب آبیاری را به همراه داشت. در مجموع می‌توان گفت انجام پروژه فاز ششم کشاورزی پایدار در استان آذربایجان شرقی در پایلوت‌های منتخب منجر به افزایش ۹۰/۸ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۳۱/۱۶ درصدی راندمان کاربرد، افزایش ۲۴/۱۷ درصدی عملکرد و کاهش ۲۷/۲۴ درصدی عمق آبیاری گردید.

کلمات کلیدی: تکنیک‌های به‌زراعی، راندمان کاربرد آب، مدیریت آبیاری

Abstract

The study on a farm scale to help revitalize Lake Urmia is being carried out in Lake Urmia basin in the form of the sixth phase of sustainable agriculture in Azarshahr, Osku, Ajabshir, Malekan and Sarab in East Azarbaijan province and Miandoab, Mahabad, Naghadeh and Urmia in West Azarbaijan province to reduce water irrigation during 2009-2010. Phase 6 of East Azarbaijan province project was implemented in 8 autumn farms that include Sarab1 farm, Azarshahr 2 farms, Osku 1 farm, Ajabshir 2 farms and Malekan 2 farms. The pattern of autumn cultivation in East Azarbaijan province was wheat that the furrow irrigation method had been used in these fields. Phase 6 of West Azarbaijan province project was implemented in 8 autumn farms that include Miandoab 4 farms, Mahabad 2 farms, Naghadeh 1 farm and Urmia 1 farm. The pattern of autumn cultivation in West Azarbaijan province was wheat that the furrow, Type and sprinkling irrigation method had been used in these fields. Also, Phase 6 of East Azarbaijan province project is being implemented in 11 spring farms that include Sarab 3 farms, Azarshahr 3 farms, Osku 2 farms, Ajabshir 2 farms and Malekan1 farm. The pattern of spring cultivation in study areas is greengage, nut, tomato and onion that the furrow and type irrigation methods have been used in these fields. Phase 6 of West Azarbaijan province project is being implemented in 41 spring farms include Miandoab 16 farms, Mahabad 6 farms, Naghadeh 7 farms and Urmia 12 farms. In addition, 2 farms for grape and sugarbeet in Urmia and Mahabad are monitored by Urmia University. The pattern of spring cultivation in study areas is grape, sugarbeet, corn, apple, pumpkin, sloe, apricot and nectarine that the furrow, sprinkling and type irrigation methods have been used in these fields. In phase 6 of the project, training workshops and specialized meetings were held to improve the executive performance of the provinces and empower the companies with the presence of experts and CEOs of companies, experts of the Research Center and Urmia University, Jihad Agricultural Organization, the office of the plan to protect Iran's wetlands and the environment of the province.

The results of autumn cultivation showed that the application of irrigation techniques reduced irrigation water by 26.6% and 36.7% and increased yield by 45.7% and 16.5% in East Azarbaijan and West Azarbaijan provinces, respectively. The mean of estimated water productivity for East Azerbaijan province in treatment and control farms was 2.35 and 1.16 kg/m³, respectively, and the mean of estimated water productivity for West Azerbaijan province in treatment and control farms was 3.78 and 2.03 kg/m³, respectively. Also in East Azarbaijan province, the values of productivity with effective rainfall was ranged in control from 0.47 to 0.96 and in treatment from 0.99 to 1.74 kg/m³. That the highest amount of this index was observed in 99EastW₇ farm by using the technique of changing the irrigation method from flood to furrow. In West Azarbaijan province, the values of productivity with effective rainfall was ranged in control from 0.65 to 2.44 and in treatment from 1.07 to 3.98 kg/m³. That the highest amount of this index was observed in 99WestW₁ farm by using the technique of furrow cultivation technique. On the other hand, economic studies in autumn cultivation showed that it is economically viable for farmers for East Azerbaijan province in the cities of Osku, Ajabshir, Malekan and for West Azerbaijan province in the city of Naqadeh. The results of spring cultivation in West Azerbaijan province showed, changing irrigation method from border to tape increased application efficiency and water use efficiency 52.3 and 97.4%, respectively and decreased irrigation water by 58.3%. Rised bed system in 6 farms increased application efficiency

by 17.5%, increased water use efficiency by 66.7% and decreased irrigation water by 33.9%. Sprinkler irrigation scheduling increased application efficiency by 16%, increased water use efficiency by 30.4% and decreased irrigation water by 29.9%. Also according to the results, changing irrigation method from border to tape and raised bed cultivate system were in the first and second priority techniques. In the spring monitoring, using circular irrigation in 2 orchards increased water use efficiency by 221.6%, and decreased irrigation water by 60.3%. Using alternate furrow Irrigation in 2 fields increased water use efficiency by 169.1%, and decreased irrigation water by 47.3%. Using two-row cultivation on the ridge, 60×40 cultivation pattern in 2 fields increased water use efficiency by 72.4%, and decreased irrigation water by 39.8%. Also, using two-sided furrow irrigation in 15 orchards increased water use efficiency by 69.6%, and decreased irrigation water by 36.9%. Subsurface drip irrigation and irrigation scheduling, furrow irrigation with siphon, two-row cultivation on ridge, irrigation scheduling and transplant cultivation techniques increased water use efficiency by 60.9, 55.3, 81.3, 56.7 and 7.8%, respectively and decreased irrigation water by 36.8, 36.2, 18.3, 26.7 and 17.5%, respectively. Changing furrow irrigation from one-sided to two-sided decreased irrigation water by 10.3% and water transfer with low pressure pipe to irrigation borders decreased irrigation water by 6.5% while reducing application efficiency. More techniques had positive effect on reducing water use in such a way greatest reduction in evapotranspiration (35.2 and 31.7 %) were obtained by using circular irrigation and subsurface drip irrigation.

Also, the results of spring cultivation and orchards in East Azarbaijan province showed that one of the techniques to reduce irrigation so that farm productivity is maintained or increased in a constant amount is election of the appropriate irrigation method for farm conditions. Therefore, changing the irrigation method in Ajabshir onion farm, Malekan apple orchard, Sarab potato farm, Sarab apple orchard has reduced irrigation by 55.18, 50.95, 23.72 and 29.96%, respectively.

In the mentioned farms and orchards, the irrigation technique has been changed from flood irrigation to a type or furrow. In these farms, the technique of changing the irrigation method has led to increase in application efficiency of 58.64, 35.15, 29.29 and 41.30%, respectively. Due to the importance of farmers' profits along with the technique of proper irrigation, other techniques appropriate to the conditions of the farm and orchard were used to maintain or increase productivity. The results showed that the techniques of changing the irrigation method from flood irrigation to furrow, pruning, nutrition management through foliar application and cultivator in Azarshahr greengage orchard (three orchards) and Osku (one orchard) caused an average increase of productivity considering the effective rainfall by 19.04 and 6.72% and an average increase of application efficiency by 17.01 and 7.68%, respectively. Techniques for changing the irrigation method from flood irrigation to furrow, pruning, feeding management through foliar application and cultivator in Sarab apple orchards caused an average increase of productivity considering the effective rainfall by 32.34%. Also, using the technique of changing the irrigation method from flood irrigation to furrow, weed control and planting with tuber in Sarab potato farm, resulted an average increase of productivity considering the effective rainfall by 43.17%. Irrigation one among the furrows, Plant two rows on a stack (transplant) and nutrition management through foliar application in Osku tomato farm showed, increase of productivity considering the effective rainfall by more than 100%, an increase of application efficiency by 37.22% and decrease of irrigation by 37.24%. In general, it can be said that the implementation of the sixth phase of sustainable agriculture project in East Azerbaijan province led to an increase of productivity considering the effective rainfall by 90.8%, an increase of application efficiency by 31.16%, an increase of yield by 24.17% and a decrease of irrigation depth by 27.24% in selected pilots.

Keywords: Agricultural techniques, Water use efficiency, Irrigation management

فهرست مطالب

فصل اول کلیات	۷
۱-۱- مقدمه	۷
۲-۱- برنامه کشاورزی پایدار در حوضه دریاچه ارومیه	۸
۴-۱- مطالعات اقتصادی	۹
۳-۱- اهداف کلیدی	۱۰
فصل دوم بهره‌وری مصرف آب	۱۱
۱-۲- ارزیابی مصرف آب کشاورزی	۱۱
۲-۲- ارزیابی راندمان آبیاری	۱۳
۳-۲- مطالعات صورت گرفته در خصوص شاخص‌های بهره‌وری آب	۱۸
۴-۲- بررسی روش‌های افزایش شاخص‌های بهره‌وری	۲۱
۵-۲- راهکارهای مدیریتی و زراعی به منظور افزایش بهره‌وری آب	۲۲
۱-۵-۲- مدیریت خاک‌ورزی	۲۲
۲-۵-۲- مدیریت در شیوه آبیاری	۲۴
۳-۵-۲- تغذیه کودی و واریته گیاهی	۲۵
فصل سوم روش‌شناسی	۲۹
۱-۳- محدوده مورد مطالعه	۲۹
۱-۱-۳- آذربایجان شرقی	۲۹
۱-۱-۳- شهرستان اسکو	۳۰
۲-۱-۳- شهرستان آذرشهر	۳۰
۳-۱-۳- شهرستان عجب‌شیر	۳۱
۴-۱-۳- شهرستان سراب	۳۱
۵-۱-۳- شهرستان ملکان	۳۲
۲-۱-۳- آذربایجان غربی	۳۲
۱-۲-۳- شهرستان میاندوآب	۳۲
۲-۲-۳- شهرستان مهاباد	۳۳
۳-۲-۳- شهرستان نقده	۳۳
۴-۲-۳- شهرستان ارومیه	۳۴
۲-۳- انتخاب و جانمایی مزارع پایلوت	۳۴

۳-۲-۱- سایت‌های انتخابی جهت پایش مزارع کشت پاییزه در آذربایجان شرقی	۳۵
۳-۲-۲- سایت‌های انتخابی جهت پایش مزارع کشت بهاره در آذربایجان شرقی	۴۰
۳-۲-۳- سایت‌های انتخابی جهت پایش مزارع کشت پاییزه در آذربایجان غربی	۴۸
۳-۲-۴- سایت‌های انتخابی جهت پایش مزارع کشت بهاره در آذربایجان غربی	۵۴
۳-۳- بازدیدهای میدانی در منطقه طرح	۸۱
۳-۴- کارگاه‌های آموزشی و نشست‌های تخصصی	۸۴
۳-۴-۱- کارگاه برنامه‌ریزی اجرای فاز ۶ پروژه	۸۴
۳-۴-۲- آموزش مدیریت آبیاری در سیستم‌های مختلف آبیاری	۸۴
۳-۴-۳- کارگاه آموزشی سیستم آبیاری تیپ در زراعت گندم	۸۵
۳-۴-۴- کارگاه ارزیابی داده‌های پایش اول پاییزه	۸۶
۳-۴-۵- آموزش نرم افزارهای طراحی و شبیه‌سازی آبیاری سطحی	۸۶
۳-۴-۶- آموزش روش برداشت اطلاعات	۸۷
۳-۴-۷- کارگاه افزایش حاصلخیزی و اصول هرس	۸۸
۳-۴-۸- جلسه ارائه گزارش عملکرد و پیشرفت کار شرکت‌های مجری فاز ۶	۸۸
۳-۴-۹- جلسه ارائه گزارش عملکرد و پیشرفت کار شرکت‌های مجری فاز ۶	۸۹
۳-۴-۱۰- جلسه ارزیابی و صحت‌سنجی داده‌های پایش آب در مزارع کشت پاییزه و آموزش مدیریت آبیاری در سیستم‌های مختلف آبیاری	۸۹
۳-۴-۱۳- جلسه حضوری ارزیابی و صحت‌سنجی داده‌های برداشت‌شده پایش آب در مزارع کشت‌های پاییزه و بهاره تا آخر تیرماه	۹۰
۳-۴-۱۴- آموزش مدل AgriHydro	۹۰
۳-۴-۱۵- آموزش و معرفی کودآبیاری	۹۱
۳-۴-۱۶- آموزش و معرفی اپلیکیشن‌های کشاورزی	۹۱
۳-۵- اندازه‌گیری‌های میدانی	۹۱
۳-۵-۱- اندازه‌گیری آب آبیاری، پیشروی و پسروی در مزارع	۹۱
۳-۵-۲- اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک	۹۲
۳-۵-۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آزمون کودی	۹۳
۳-۵-۴- مساحی و نقشه‌برداری از مزارع	۹۷
۳-۶- محاسبه بازده کاربرد و بهره‌وری آب کشاورزی در مزارع تحت پایش	۹۸
۳-۶-۱- محاسبه بازده کاربرد	۹۸
۳-۶-۲- محاسبه بازده بهره‌وری آب کشاورزی	۱۰۰

فصل چهارم اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های آذربایجان شرقی	۱۰۴
۱-۴- نتایج پایش و مدیریت آبیاری در مزارع کشت پاییزه شرکت‌ها	۱۰۴
۱-۱-۴- مزرعه 99EastW ₁	۱۰۴
۲-۱-۴- مزرعه 99EastW ₂	۱۰۹
۳-۱-۴- مزرعه 99EastW ₃	۱۱۳
۴-۱-۴- مزرعه 99EastW ₄	۱۱۸
۵-۱-۴- مزرعه 99EastW ₅	۱۲۲
۶-۱-۴- مزرعه 99EastW ₆	۱۲۷
۷-۱-۴- مزرعه 99EastW ₇	۱۳۱
۸-۱-۴- مزرعه 99EastW ₈	۱۳۵
۲-۴- نتایج پایش و مدیریت آبیاری در مزارع کشت بهار به شرکت‌ها	۱۴۰
۱-۲-۴- مزرعه 99EastS ₁	۱۴۰
۲-۲-۴- مزرعه 99EastS ₂	۱۴۴
۳-۲-۴- مزرعه 99EastS ₃	۱۴۸
۴-۲-۴- مزرعه 99EastS ₄	۱۵۲
۵-۲-۴- مزرعه 99EastS ₅	۱۵۶
۶-۲-۴- مزرعه 99EastS ₆	۱۶۰
۷-۲-۴- مزرعه 99EastS ₇	۱۶۴
۸-۲-۴- مزرعه 99EastS ₈	۱۶۸
۹-۲-۴- مزرعه 99EastS ₉	۱۷۱
۱۰-۲-۴- مزرعه 99EastS ₁₀	۱۷۵
۱۱-۲-۴- مزرعه 99EastS ₁₁	۱۷۹
۱۲-۲-۴- مزرعه 99EastS ₁₂	۱۸۳
فصل پنجم اثربخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت‌های آذربایجان غربی	۱۸۷
۱-۵- نتایج پایش و مدیریت آبیاری در مزارع کشت پاییزه شرکت‌ها	۱۸۷
۱-۱-۵- مزرعه 99WestW ₁	۱۸۷
۲-۱-۵- مزرعه 99WestW ₂	۱۹۱
۳-۱-۵- مزرعه 99WestW ₃	۱۹۵
۴-۱-۵- مزرعه 99WestW ₄	۱۹۸

۲۰۲.....	99WestW ₅ - ۵-۱-۵ مزرعه
۲۰۶.....	99WestW ₆ - ۶-۱-۵ مزرعه
۲۱۱.....	99WestW ₇ - ۷-۱-۵ مزرعه
۲۱۵.....	99WestW ₈ - ۸-۱-۵ مزرعه
۲۱۹.....	۹-۱-۵ - مقادیر تبخیر و تعرق گندم بر اساس اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی و نیاز آبی واقعی گیاه میاندوآب.....
۲۲۴.....	۲-۵ - نتایج پایش و مدیریت آبیاری در مزارع کشت بهاره دانشگاه ارومیه و شرکت‌ها.....
۲۲۴.....	99WestMS ₁ - ۱-۲-۵ مزرعه
۲۲۷.....	99WestMS ₂ - ۲-۲-۵ مزرعه
۲۳۰.....	99WestS ₁ - ۳-۲-۵ مزرعه
۲۳۳.....	99WestS ₂ - ۴-۲-۵ مزرعه
۲۳۶.....	99WestS ₃ - ۵-۲-۵ مزرعه
۲۳۹.....	99WestS ₄ - ۶-۲-۵ مزرعه
۲۴۲.....	99WestS ₅ - ۷-۲-۵ مزرعه
۲۴۶.....	99WestS ₆ - ۸-۲-۵ مزرعه
۲۴۹.....	99WestS ₇ - ۹-۲-۵ مزرعه
۲۵۳.....	99WestS ₈ - ۱۰-۲-۵ مزرعه
۲۵۷.....	99WestS ₉ - ۱۱-۲-۵ مزرعه
۲۶۰.....	99WestS ₁₀ - ۱۲-۲-۵ مزرعه
۲۶۴.....	99WestS ₁₁ - ۱۳-۲-۵ مزرعه
۲۶۷.....	99WestS ₁₂ - ۱۴-۲-۵ مزرعه
۲۷۱.....	99WestS ₁₃ - ۱۵-۲-۵ مزرعه
۲۷۵.....	99WestS ₁₄ - ۱۶-۲-۵ مزرعه
۲۷۸.....	99WestS ₁₅ - ۱۷-۲-۵ مزرعه
۲۸۲.....	99WestS ₁₆ - ۱۸-۲-۵ مزرعه
۲۸۵.....	99WestS ₁₇ - ۱۹-۲-۵ مزرعه
۲۸۷.....	99WestS ₁₈ - ۲۰-۲-۵ مزرعه
۲۹۱.....	99WestS ₁₉ - ۲۱-۲-۵ مزرعه
۲۹۳.....	99WestS ₂₀ - ۲۲-۲-۵ مزرعه
۲۹۷.....	99WestS ₂₁ - ۲۳-۲-۵ مزرعه

۳۰۰.....	99WestS ₂₂ مزرعه ۲۴-۲-۵
۳۰۳.....	99WestS ₂₃ مزرعه ۲۵-۲-۵
۳۰۷.....	99WestS ₂₄ مزرعه ۲۶-۲-۵
۳۱۰.....	99WestS ₂₅ مزرعه ۲۷-۲-۵
۳۱۳.....	99WestS ₂₆ مزرعه ۲۸-۲-۵
۳۱۶.....	99WestS ₂₇ مزرعه ۲۹-۲-۵
۳۲۰.....	99WestS ₂₈ مزرعه ۳۰-۲-۵
۳۲۳.....	99WestS ₂₉ مزرعه ۳۱-۲-۵
۳۲۷.....	99WestS ₃₀ مزرعه ۳۲-۲-۵
۳۳۰.....	99WestS ₃₁ مزرعه ۳۳-۲-۵
۳۳۴.....	99WestS ₃₂ مزرعه ۳۴-۲-۵
۳۳۷.....	99WestS ₃₃ مزرعه ۳۵-۲-۵
۳۴۱.....	99WestS ₃₄ مزرعه ۳۶-۲-۵
۳۴۴.....	99WestS ₃₅ مزرعه ۳۷-۲-۵
۳۴۶.....	99WestS ₃₆ مزرعه ۳۸-۲-۵
۳۵۰.....	99WestS ₃₇ مزرعه ۳۹-۲-۵
۳۵۴.....	99WestS ₃₈ مزرعه ۴۰-۲-۵
۳۶۰.....	99WestS ₃₉ مزرعه ۴۱-۲-۵
۳۶۴.....	99WestS ₄₀ مزرعه ۴۲-۲-۵
۳۶۷.....	99WestS ₄₁ مزرعه ۴۳-۲-۵
۳۷۲.....	فصل ششم مطالعات اقتصادی
۳۷۲.....	۱-۶- بررسی تکنیک‌های به‌زراعی بکار رفته در پروژه
۳۷۲.....	۲-۶- تدوین و تکمیل پرسشنامه خام
۳۷۴.....	۳-۶- خلاصه اطلاعات گردآوری شده
۳۷۵.....	۴-۶- استان آذربایجان شرقی
۳۷۵.....	۱-۴-۶- شهرستان آذرشهر
۳۷۹.....	۲-۴-۶- شهرستان اسکو
۳۸۳.....	۳-۴-۶- شهرستان سراب
۳۸۶.....	۴-۴-۶- شهرستان عجب‌شیر

۳۹۰	 ۵-۴-۶- شهرستان ملکان
۳۹۳	 ۵-۶- استان آذربایجان غربی
۳۹۳	 ۱-۵-۶- شهرستان ارومیه
۳۹۶	 ۲-۵-۶- شهرستان میاندوآب
۴۰۰	 ۳-۵-۶- شهرستان مهاباد
۴۰۳	 ۴-۵-۶- شهرستان نقده
۴۰۷	 فصل هفتم جمع‌بندی
۴۰۷	 ۱-۷- آذربایجان شرقی
۴۱۴	 ۲-۷- آذربایجان غربی
۴۲۴	 منابع

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

از نظر بارندگی کشور ایران در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است و از دیرباز کمبود آب در این کشور بحث اصلی و مشکل اساسی بشمار آمده است و با وقوع خشک سالی های اخیر، این وضع تشدید یافته است. لذا در سال های اخیر سعی شده است ضمن استحصال و ذخیره هرچه بیشتر منابع آب، کارایی مصرف آب و راندمان کاربرد آن در مراحل مصرف، انتقال و توزیع ارتقا داده شده و از تلفات آب و همچنین آلوده کردن آن جلوگیری گردد. واقعیت مشهود در سطح جهانی این است که غالب پروژه های آبیاری و زهکشی اجرا شده در دنیا به اهداف پیش بینی شده منجر نگردیده و در موارد بی شماری با شکست مواجه گردیده است. به طور کلی دلیل پایین بودن بازده آبیاری، می تواند در مدیریت و چگونگی بهره برداری از شبکه های آبیاری باشد (رضاءوردی نژاد و همکاران، ۱۳۹۴). یکی از پیامدهای عدم وجود مدیریت منابع آب بخصوص در بخش کشاورزی، شرایط کنونی دریاچه ارومیه می باشد. دریاچه ارومیه بزرگ ترین دریاچه داخلی ایران است که به دلیل مشکلات اقلیمی و انسانی، روبه زوال است (دهقان و همکاران، ۱۳۹۴). با توجه به مصرف ۹۰ درصدی منابع آب حوضه در بخش کشاورزی و بهره وری پایین آب، یکی از مهم ترین راهکارها و اولویتهای نجات دریاچه ارومیه، انجام اقدامات لازم در راستای کاهش مصرف آب در این بخش می باشد. یکی از اهداف اصلی این طرح ارائه راهکارهایی در جهت کاهش میزان مصرف آب (به نحوی که تنش بر محصول وارد نگردد) در راستای افزایش آب ورودی به دریاچه ارومیه و احقاق هدف مهم احیای آن می باشد که این مهم با به کارگیری تکنیک های زراعی و مدیریتی در هر دو بخش آبیاری سنتی و نوین و تعمیم آن در سطح حوضه قابل استحصال خواهد بود. لذا در این طرح سعی گردیده است با به کارگیری تکنیک های به زراعی و مدیریت آبیاری متناسب با شرایط هر مزرعه، گامی در جهت کاهش مصرف آب و ارتقاء بهره وری آب در حوزه کشاورزی به عنوان عمده ترین مصرف کننده، برداشته شود.

سیستم‌های آبیاری تحت فشار به‌طور کلی به دو روش آبیاری بارانی و قطره‌ای تقسیم می‌گردد. باوجود پیشرفت تکنولوژی ساخت تجهیزات و ارتقاء تجربه سازندگان لوازم، طراحان و مجریان این سیستم‌ها، غالباً به دلایل مختلفی از جمله طراحی و اجرای ناصحیح، بهره‌برداری و نگهداری نامناسب و غیر کافی و یا به‌طور کلی مدیریت ضعیف در زمینه‌های مختلف، فواید بالقوه و اسمی آن ارائه نگردیده است. لذا با ارزیابی میدانی این سیستم‌ها و پایش وضعیت آن‌ها می‌توان به نقاط ضعف و قوت آن‌ها پی برده و زمینه بهره‌برداری بهتر از آن‌ها را با اصلاح و اتخاذ شیوه‌های جدید مدیریتی فراهم نمود. بنابراین پس از گذشت چند سال از اجرای این سیستم‌ها، لازم خواهد بود تا عملکرد این سیستم‌ها در شرایط واقعی و تحت نظارت کشاورزان مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان پس از بررسی، راهکارهای کاربردی مناسبی در جهت مدیریت صحیح این سیستم‌ها ارائه کرد. از طرف دیگر اغلب سیستم‌های آبیاری به‌طور مؤثر و کارآمد کار نمی‌کنند و علت اصلی آن به خاطر مشکلات نگهداری و اجرای سیستم‌ها می‌باشد. هر ساله مقدار زیادی از زمین‌های تحت آبیاری به علت شور شدن خاک در اثر عملیات غیراصولی آبیاری به زمین‌های غیرقابل استفاده تبدیل می‌شوند. به همین علت، ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری یکی از مسائل خیلی مهم در مزارع کشاورزی به حساب می‌آید.

۱-۲- برنامه کشاورزی پایدار در حوضه دریاچه ارومیه

طی چهار 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 ۱۳۰ روستا آماده و اجرا گردیده است. اقدامات در چارچوب اهداف طرح توسعه کشاورزی پایدار 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 باهدف 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.

۴-۱- مطالعات اقتصادی

در راستای کاهش مصرف آب و ارتقاء بازده آب آبیاری در کشور، تکنیک‌های به‌زراعی و مدیریتی مختلفی می‌توانند در مقیاس مزرعه مورد استفاده قرار گیرند. همانگونه که ارزیابی فنی تکنیک‌های معرفی شده به بهره‌برداران ضرورت دارد، ارزیابی اقتصادی این تکنیک‌ها نیز حائز اهمیت است. دلیل اهمیت ارزیابی اقتصادی آن است که این نوع ارزیابی اساساً ابزاری جهت تعیین وضعیت تخصیص مناسب منابع در موقعیت تصمیم‌گیری و محدودیت منابع است.

هدف از ارزیابی اقتصادی، فراهم ساختن برآوردی از هزینه‌ها و منافع حاصل از هر پروژه در طول زمان برای تصمیم‌گیران است و نتیجه آن ممکن است به ادامه پروژه به شکل موجود و بدون هرگونه اصلاح و یا ادامه پروژه با اصلاحات مورد انتظار و یا لغو پروژه منتهی شود. دلایل مختلفی برای انجام ارزیابی اقتصادی پروژه‌ها وجود دارد. اصولی‌ترین آنها به صورت کلی یا جزئی، بر اساس مفهوم کارایی اقتصادی قرار دارد. تعیین کارایی اقتصادی بستگی به ارزش‌گذاری تمام هزینه‌ها و منافع حاصل از یک پروژه با معیار پولی دارد. پروژه‌ها از نظر اقتصادی هنگامی کارایی لازم را دارند که منافع حاصل از آنها با معیار پولی بیش از هزینه‌های آن باشد، و کارآمدترین پروژه آن است که حداکثر تفاوت بین این دو مقدار را به ازای هر واحد هزینه داشته باشد.

با توجه به محدودیت منابع آب در کشور و به ویژه حوضه دریاچه ارومیه معرفی تکنولوژی‌های دقیق کشاورزی در راستای بهبود بهره‌وری یا کارایی آب مصرفی و پذیرش این تکنیک‌ها توسط بهره‌برداران این منطقه اهمیت بسزایی دارد. یکی از موثرترین عوامل در پذیرش متدهای جدید کشاورزی در بین بهره‌برداران، توجیه‌پذیری اقتصادی روشهای معرفی شده است. با توجه به اهمیت این مقوله در این مطالعه، تکنیک‌های به‌زراعی منتخبی که در مقیاس مزرعه در اراضی حوضه دریاچه ارومیه در قالب پروژه کشاورزی پایدار معرفی و مورد ارزیابی فنی قرار می‌گیرند، از نظر اقتصادی نیز مورد ارزیابی قرار گرفته و توجیه‌پذیری اقتصادی آنها با شاخص‌های متداول اقتصادی در این زمینه سنجیده می‌شوند. همچنین با استفاده از ابزارهای اقتصادی، مقایسه‌ای میان تکنیک‌های معرفی شده و تکنیک‌های متداول در منطقه صورت می‌پذیرد. اهداف ارزیابی اقتصادی در این فاز به شرح زیر می‌باشد:

- ارزیابی اقتصادی تکنیک‌های به‌زراعی منتخب در مقیاس مزرعه در اراضی حوضه دریاچه ارومیه در قالب پروژه کشاورزی پایدار
- مقایسه اقتصادی تکنیک‌های به‌زراعی منتخب با تکنیک‌های زراعی رایج منطقه در مقیاس مزرعه در اراضی حوضه دریاچه ارومیه در قالب پروژه کشاورزی پایدار

۳-۱- اهداف کلیدی

هدف کلی این پژوهش بررسی تعیین میزان اثربخشی تکنولوژی‌های مختلف زراعی اجرا شده در مزارع پروژه مذکور بر کاهش مصرف آب آبیاری و ترسیم بیلان آب در مزارع، پایش عملکرد شرکت‌های فنی و مهندسی و اجرای دوره‌های آموزشی مورد نیاز در منطقه می‌باشد. لذا به منظور اجرای این پروژه و تغییر بعضی از روش‌های مرسوم کشاورزی در حوضه آبریز دریاچه ارومیه محسوب می‌شوند، اهداف مورد نظر پروژه شامل موارد ذیل می‌باشد:

- توانمندسازی و ارتقای مهارت کشاورزان در مدیریت صحیح مزارع با تأکید بر حفاظت از آگرو 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 آبیاری (Application Efficiency) در مزرعه، با استقرار برنامه‌های مدیریت تلفیقی آب- خاک- گیاه- اتمسفر برای صرفه‌جویی ۳۵ درصدی 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 احیاکننده دریاچه بر اساس معیشت و منفعت اقتصادی با شاخص اقتصاد - محیط‌زیست

فصل دوم

بهره‌وری مصرف آب

۲-۱- 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 در گذشته‌ای 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 ارائه شده است. فرایند مصرف آب به‌عنوان پل ارتباطی، بین جنبه‌های عرضه و تقاضا قرار دارد و تعیین مقدار مصرف آب با توجه به همین دو جنبه صورت می‌گیرد. به همین دلیل ارزیابی مصرف آب، چه از لحاظ کمی و چه از لحاظ 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

به صورت سودبخش مصرف شده‌اند، 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 مهندسين 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) به صورت گسترده‌ای در مطالعات گوناگون به کار رفته‌اند (Zhang et al, 2005; Veits, 1962) و به عنوان یکی از شاخص‌های مهم در زمینه تعیین پایداری سیستم‌های آبیاری و کشاورزی مورد استفاده واقع شده است. بعضی از متخصصین کشاورزی جنبه‌های اقتصادی را به این روابط وارد کرده و آن را راندمان اقتصادی مصرف آب نامیده‌اند به طوری که با تولید اقتصادی، سود کشاورزی و میزان اشتغال حاصل از مصرف آب در کشاورزی رابطه مستقیم دارد (احسانی و خالدي، ۱۳۸۲).

علاوه بر مفهوم راندمان مصرفی آب، عبارت بهره‌وری آب (WP) نیز در مطالعات زیادی به کار رفته و به عنوان عاملی جهت مقایسه سناریوهای گوناگون کشاورزی مورد استفاده واقع شده است. این شاخص که مشابهت زیادی با WUE دارد، توسط مولدن^۱ (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^۲ (۲۰۰۴) و (Cantero-Martinez et al, 2003) تعریف روشنی از تمایز آنها وجود نداشته و در ارزیابی‌های آبیاری به جای هم به کار رفته‌اند.

¹ Molden

² Belder

۲-۲- ارزیابی راندمان آبیاری

به‌طور کلی تحلیل هر سیستم آبیاری را که بر پایه اندازه‌گیری در شرایط واقعی مزرعه و در حین کار طبیعی سیستم استوار باشد را ارزیابی می‌نامند. ضرورت ارزیابی از آن جهت است که روشن می‌سازد آیا توسعه سیستم را ادامه دهد یا آن را اصلاح کند. بهبود مدیریت کاربرد آب در مزرعه موجب صرفه‌جویی در آب، نیروی کار و حفاظت از خاک شده و در نتیجه موجبات افزایش محصول را فراهم می‌سازد. آبیاری سطحی رایج‌ترین شیوه‌ی آبیاری در جهان و ایران است (عباسی، ۱۳۹۱). در آبیاری سطحی آب به‌روش ثقلی در سطح زمین جریان یافته و سطح زمین به‌عنوان جذب‌کننده و انتقال‌دهنده آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای ارزیابی سیستم‌های آبیاری از شاخص‌های راندمان آبیاری، کفایت آبیاری و یکنواختی توزیع آب در تمام سیستم‌های سطحی و تحت فشار استفاده می‌شود. سهرابی و امیدوار (۱۳۸۱) بررسی عملکرد، مشکلات بهره‌برداری و فنی سیستم‌های آبیاری سنتریپوت را در منطقه جوی خراسان را انجام دادند. در این تحقیق از ۴ دستگاه آبیاری بارانی سنتریپوت استفاده شد که در نهایت مقدار متوسط یکنواختی توزیع (DU)، ضریب یکنواختی (CUh) و بازده پتانسیل ربع پایین (PELQ) برای این ۴ دستگاه به ترتیب ۸۲/۷۹، ۷۰/۷ درصد به دست آمد و علت مقادیر نسبتاً کم DU و PELQ را عدم کارکرد صحیح سیستم و شرایط اقلیمی منطقه ذکر کردند. لم (۲۰۰۰) عوامل مؤثر بر یکنواختی توزیع در سنتریپوت را فاصله نازل‌ها، ارتفاع نازل و نوع نازل‌ها ذکر کرد. تارجلو و همکاران (۱۹۹۹) در منطقه نیمه‌خشک اسپانیا بر روی سیستم‌های آبیاری ثابت و متحرک تحقیقاتی انجام دادند و فاکتورهای اساسی مؤثر بر کاربرد آب و تبخیر و تلفات بادرنگی سیستم را فشار، سرعت باد و نوع آبپاش ذکر کردند و مقدار متوسط ضریب یکنواختی (CU) و یکنواختی توزیع (DU) ۳۳ دستگاه سیستم کلاسیک ثابت را به ترتیب ۸۴/۶ و ۷۵/۴ درصد و متوسط ضریب یکنواختی سیستم (CUS) و یکنواختی توزیع سیستم (DUS) را به ترتیب ۸۲/۴ و ۷۲/۸ درصد به دست آوردند. در مورد سیستم‌های متحرک، ۵۸ سیستم سنتریپوت مورد ارزیابی قرار گرفت و متوسط یکنواختی توزیع و ضریب یکنواختی را به ترتیب ۷۷/۸ و ۸۵/۶ درصد ذکر کردند. آسکوف و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیقی که در آفریقای شمالی روی سیستم‌های آبیاری سنتریپوت، Dragline، آبیاری میکرو و Floppy and Semi Permanent Sprinkler انجام دادند، متوسط یکنواختی توزیع در ربع پائین (DULQ) را برای این سیستم‌ها به ترتیب ۸۱/۴، ۶۰/۹، ۷۲/۷، ۶۷/۴ و ۵۶/۹ درصد و متوسط راندمان کاربرد (AE) را به ترتیب ۸۶/۳، ۷۳/۵، ۷۶/۷ و ۷۸/۹ درصد ذکر کردند. ارتگا آلوارز و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی که در منطقه نیمه‌خشک اسپانیا بر سیستم کلاسیک ثابت (Solid-Set Sprinkler) با ۴ محصول (جو، سیر، ذرت و پیاز) انجام دادند به این نتیجه رسیدند که یک نفع اقتصادی در طراحی سیستم‌های آبیاری با ضریب یکنواختی (CU) بالا (۰/۹۰) وجود دارد که منجر به راندمان کاربرد بالا می‌شود.

ارزیابی سامانه‌های متداول آبیاری نشان داده است که عملکرد اغلب آن‌ها به علت نقص در طراحی و اجرا، عدم نگهداری و تعمیر مناسب و عدم مدیریت مناسب، پایین‌تر از حد انتظار می‌باشد. واکر و اسکوگرو (۱۹۸۷) برای طراحی و ارزیابی یک سامانه‌ی شیاری روشی را بر مبنای معادله‌ی نفوذ کوستیاکف - لوئیس و همچنین معادله‌ی

سطح مقطع شیار پیشنهاد دادند. بهره‌برداری نامناسب موجب عدم رعایت عدالت در توزیع آب و تبعیض بهره‌برداران گردیده است.

یکی از متداول‌ترین پارامترها در ارزیابی عملکرد یک سیستم آبیاری، راندمان آبیاری است. برحسب تعریف راندمان آبیاری عبارت از نسبت مقدار آب لازم برای هدف خاص بر کل آب تحویل داده‌شده در پهنه موردنظر می‌باشد (جنسن، ۱۹۸۰). از این‌رو راندمان آبیاری در مزرعه عبارت از مقدار آب مصرف‌شده به‌وسیله گیاه به مقدار آب دریافت شده در ورودی مزرعه می‌باشد و در این راستا آن مقدار از آب تحویل داده‌شده که به مصرف موردنظر نمی‌رسد، تلفات محسوب می‌شود. بدیهی است که برای افزایش راندمان آبیاری در محدوده موردنظر، اعم از مزرعه، شبکه یا حوزه آبریز لازم است تلفات آب شناسایی و به حداقل رسانده شوند. در سطح مزرعه عواملی از قبیل نشت جانبی، رواناب و نفوذ عمقی به‌عنوان تلفات محسوب می‌شوند؛ چراکه این جریان‌ها بدون آن‌که به مصرف گیاه موردنظر برسند از دسترس خارج می‌شوند. کاهش دادن مقادیر نشت و نفوذ، منجر به بهبود بازده آب در سطح مزرعه خواهد شد. درحالی‌که اگر این مقدار آب را بتوان در پایین‌دست جمع‌آوری کرده و به مصرف گیاه رساند، دیگر به‌عنوان تلفات در محدوده شبکه محسوب نخواهد شد. در همین راستا تلفات یک شبکه آبیاری ممکن است دربرگیرنده تلفات یک حوزه آبریز نباشد. از محاسن عمده آبیاری سطحی نسبت به روش‌های آبیاری تحت‌فشار نظیر آبیاری بارانی و قطره‌ای می‌توان به پایین بودن هزینه سرمایه‌گذاری اولیه، پایین بودن هزینه تأمین انرژی و سهولت استفاده از سیستم، سهولت عملیات، تعمیر و نگهداری و همچنین نیاز کم‌تر به آبیاری متخصص اشاره نمود.

از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۴ راندمان کل آبیاری هر سال حدود یک درصد رشد داشته است. از علل مهم افزایش راندمان آبیاری در این دهه‌ها می‌توان به تجهیز و نوسازی اراضی، افزایش میزان آگاهی‌های بهره‌برداران در مسائل آب‌و‌خاک، گسترش شبکه‌های آبیاری، توسعه سامانه‌های نوین آبیاری و ترویج و انتقال یافته‌های تحقیقاتی به بهره‌برداران اشاره کرد. عباسی و همکاران (۱۳۹۵) نتایج حاصل از بررسی‌های مزرعه‌ای در سطح کشور طی سال‌های ۹۴-۱۳۷۰ را جمع‌آوری و تحلیل کردند. نتایج نشان داد راندمان آبیاری در کشور از ۲۲/۵ تا ۸۵/۵ درصد متغیر و میانگین آن ۵۶ درصد می‌باشد. به‌طوری‌که متوسط این راندمان آبیاری در سامانه‌های کرتی، نواری و جویچه‌ای به ترتیب ۵۵/۳، ۵۲/۹ و ۵۲/۵ درصد است. شمعی و همکاران (۱۳۷۵) نیز بازده آبیاری شیاری در اراضی یکپارچه و پراکنده استان چهارمحال و بختیاری را مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها راندمان آبیاری در ابتدای فصل رشد را ۲۵/۸ درصد، بازده کاربرد آب در زمینه‌هایی که به‌طور کامل آبیاری شدند را ۴۳/۳ درصد و راندمان آبیاری در زمینه‌هایی که کم‌آبیاری شده‌اند را ۶۳/۵ درصد برآورد نموده‌اند.

نتایج تحقیق ریاحی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که متوسط راندمان‌های کاربرد، انتقال، کفایت و راندمان کاربرد کل آبیاری در دشت بروجن به ترتیب ۴۹/۲۷، ۸۳/۶۵، ۹۸/۲۲ و ۴۱/۵۳ درصد، در دشت خان‌میرزا ۵۵/۴۱، ۷۷/۱۱، ۶۰/۲ و ۴۱/۵۸ درصد و در دشت شهرکرد ۶۱/۴۱، ۸۸/۴۳، ۸۴/۲۴ و ۵۴/۶۷ درصد می‌باشد. بر اساس مطالعه معیری و کاوه (۱۳۸۷)، بازده کاربرد آب آبیاری در پنج مزرعه با روش آبیاری جویچه‌ای ۲۵ نوبت آبیاری و سه مزرعه با آبیاری نواری ۴ نوبت آبیاری) به ترتیب معادل ۲۵/۸ و ۳۲/۷ درصد برآورد شد.

یکنواختی توزیع و راندمان آبیاری به‌ویژه در آبیاری نواری در افزایش بازدهی آبیاری نقش کلیدی دارد و وابسته به ابعاد هندسی نوار و میزان دبی ورودی آب به نوار می‌باشد. مطابق تحقیق یزدی و همکاران (۱۳۸۷) راندمان کاربرد آب به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- روش آبیاری: پتانسیل راندمان کاربرد آب در برخی روش‌های آبیاری مثل بارانی و قطره‌ای بالاتر از روش‌های سطحی است. در میان روش‌های آبیاری سطحی نیز در شرایط مساوی پتانسیل راندمان کاربرد آب در روش کرتی بیشتر از روش‌های شیاری و نواری و راندمان روش نواری بیش از روش شیاری است. لازم به توضیح است که شیاریهای مسطح راندمانی مشابه کرتی دارند.

۲- مشخصات خاک: هرچه خاک سنگین‌تر باشد ظرفیت نگهداری آب در خاک بیشتر است. لذا عمق آبیاری را می‌توان افزایش داد، در این صورت تلفات عمدتاً مربوط به رواناب سطحی است درحالی‌که در خاک‌های سبک راندمان کمتر می‌شود و تلفات عمدتاً مربوط به نفوذ عمقی است. نفوذپذیری خاک در رابطه با روش آبیاری مورد استفاده بر راندمان مزرعه تأثیر می‌گذارد و در آبیاری ثقلی (جویچه‌ها و نوارهای شیب‌دار) غالباً برای طول متعارف جویچه‌ها یا کرت‌ها، راندمان آبیاری در خاک‌های سنگین (دارای زمان نفوذ نسبتاً طولانی) بیشتر است.

۳- جریان ورودی به قطعه آبیاری: آبیاری کرتی با جریان متناوب، راندمان بهتری نسبت به آبیاری کرتی با جریان ثابت و دائم دارد. همچنین هر چه جریان ورودی در واحد عرض قطعه بیشتر باشد آب سریع‌تر به انتهای قطعه می‌رسد و چنانچه جریان آب قطع نگردد یا کاهش نیابد، رواناب سطحی افزایش می‌یابد و بالعکس هر چه جریان ورودی به قطعه آبیاری کمتر باشد آب دیرتر به انتهای قطعه می‌رسد و تا زمانی که عمق موردنظر در انتهای قطعه نفوذ کند میزان نفوذ عمقی در ابتدای قطعه افزایش خواهد یافت.

۴- شیب زمین: چون تلفات آبیاری عمدتاً شامل نفوذ عمقی و رواناب سطحی است در روش‌های آبیاری سطحی هر چه شیب زمین کمتر باشد نفوذ عمقی بیشتر و هرچه شیب بیشتر باشد رواناب سطحی افزایش می‌یابد.

در اغلب موارد راندمان کاربرد آبیاری جویچه‌ای بین ۴۰ تا ۶۰ درصد است، درحالی‌که به‌طور نظری با آبیاری جویچه‌ای، دستیابی به راندمانی در حدود ۷۰-۸۵ درصد امکان‌پذیر است (کاماچو و همکاران، ۱۹۹۷). وزارت کشاورزی ایالات متحده (USDA) برای طرح‌هایی که به‌خوبی اجرا شده‌اند و چند سالی از بهره‌برداری آن‌ها گذشته است بازده آبیاری جویچه‌ای را در خاک‌های سبک حدود ۵۵ درصد و در خاک‌های با بافت سنگین حدود ۶۰ درصد و سازمان حفاظت خاک آمریکا (SCS) بازده کاربرد را در آبیاری جویچه‌ای از ۵۵ تا ۷۰ درصد گزارش کرده است (کریدل، ۱۹۵۶). تحقیقات بورلی و همکاران (۱۹۸۲) نشان داد که سرعت پیشروی جریان آب در جویچه تثبیت شده ۴۰ درصد بیشتر از جویچه معمولی می‌باشد. لذا فرصت نفوذ در طول یک جویچه تقریباً یکسان شده و بدین ترتیب می‌توان انتظار یکنواختی توزیع بالا را داشت. اموند و همکاران (۱۹۹۳) راندمان آبیاری در یکی از مناطق ایالت کلرادو آمریکا را پس از دو سال تحقیق در تعدادی از مزارع آن منطقه، متفاوت و از ۷ تا ۶۷ درصد گزارش کردند. منعم و همکاران (۱۳۷۹) عملکرد شبکه آبیاری قزوین را ارزیابی کردند. مطابق نتایج به‌دست آمده، عملکرد سیستم

از دیدگاه‌های مدیریتی، فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی به ترتیب ۶۲، ۸۲، ۶۴، ۸۴ و ۷۸ درصد بود. ایشان همچنین راندمان کل پروژه را ۳۰ درصد گزارش نمودند و مهم‌ترین عامل پایین بودن آن را، پایین بودن راندمان آبیاری در سطح مزرعه بیان داشتند. ملوخی و همکاران (۱۳۸۵) راندمان‌های کاربرد آب را در دو روش آبیاری سطحی و در دو حالت جویچه‌های بازسازی‌شده و بدون بازسازی در مزارع واقع در مرکز تحقیقات نیشکر واحد امیرکبیر مورد ارزیابی قرار دادند، آن‌ها در طی ماه‌های اردیبهشت الی مهرماه، مقادیر راندمان کاربرد آب را در جویچه‌های بازسازی‌شده ۴۸ تا ۷۵ درصد و به‌طور متوسط ۶۲ درصد و در جویچه‌های بدون بازسازی ۴۳ تا ۶۳ درصد و به‌طور متوسط ۵۳ درصد اندازه‌گیری کردند. کانونی (۱۳۸۶) راندمان آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت‌های مختلف دولتی و خصوصی دشت مغان را در دو محصول چغندر قند و ذرت ارزیابی کرده و نتیجه گرفت که متوسط راندمان آبیاری در اکثر مزارع مطالعه شده نسبت به عوامل متعددی از قبیل مدیریت مزارع، طول و شیب قطعات متناسب با خصوصیات فیزیکی خاک و نوع محصول متغیر است. در مزارع ذرت در مدیریت‌های بخش خصوصی، بازده مصرف آب به‌مراتب بهتر از مدیریت‌های بخش دولتی بود که یکی از دلایل آن اعمال کم‌آبیاری در مزرعه و تحت تنش قرار دادن محصول ذکر گردید. در مزارع چغندر قند، بازده مصرف آب در مزارع تحت مدیریت دولتی بیشتر بود و دلایل آن کوچک بودن طول جویچه‌های آبیاری (حدود ۲۵۰ متر)، مناسب بودن نفوذپذیری خاک و زیاد بودن شیب طولی مزرعه ذکر شد. در نهایت متوسط بازده کاربرد آب تحت مدیریت بخش دولتی در مزارع ذرت و چغندر قند در دو سال متوالی به ترتیب ۲۴/۹ و ۶۲/۷ درصد و تحت مدیریت بخش خصوصی به ترتیب ۶۵/۳ و ۳۵/۶ درصد برآورد شد. بهزادی نسب و همکاران (۱۳۸۷) طی مطالعه‌ای که روی مزارع کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه داشتند راندمان آبیاری را در یکی از مزارع به‌طور متوسط ۵۲/۱۲ درصد و در مزرعه دیگر به‌طور متوسط ۳۶/۶۱ درصد به دست آوردند.

مطالعات و تحقیقات انجام‌شده در منطقه مغان نشان داد برای آبیاری شیاری در صورتی‌که بهترین شیب برای شیارها (در حالتی که طول آن‌ها ۲۰۰ تا ۲۵۰ متر باشد) حدود ۴ تا ۸ در هزار انتخاب شود راندمان مصرف آب در مزرعه در دامنه ۶۰ الی ۷۰ درصد به‌دست‌آمده می‌آید (بهره‌بردار، ۱۳۷۳). شمعی و همکاران (۱۳۷۵) نیز بازده آبیاری شیاری در اراضی یکپارچه و پراکنده استان چهارمحال و بختیاری را مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها راندمان آبیاری در ابتدای فصل رشد را ۲۵/۸ درصد، راندمان آبیاری در زمین‌هایی که کم‌آبیاری شده‌اند ۶۳/۵ درصد و راندمان آبیاری در زمین‌هایی که به‌طور کامل آبیاری شدند را ۴۳/۳ درصد برآورد نمودند. در سال ۱۹۸۱ توسط توماس و همکاران ارزیابی بر روی متغیرهای مختلف مؤثر در آبیاری شیاری انجام گرفت در این بررسی‌ها معلوم شد که تلفات زیاد در آبیاری شیاری به دلیل زمان آبیاری بیش‌ازحد و دبی بیش‌ازاندازه بوده است. برای به حداقل رساندن این تلفات روش‌های مختلفی نظیر روش کاهش دبی (باتیستا و والندر، ۱۹۹۳) روش‌های متناوب یا سرج (ایزدی و همکاران، ۱۹۸۵؛ ایزدی و همکاران، ۱۹۹۱) روش استفاده مجدد از رواناب انتهایی (واکر و اسکوگریو، ۱۳۷۵) و روش آبیاری کابلی (نیری و همکاران، ۱۳۷۶) پیشنهاد شد.

با توجه به تحقیقات فوق و تحقیقاتی نظیر (زهتابیان، ۱۳۷۳؛ اسمردن و گلس ۱۹۶۵؛ الزبا و فنگمایر، ۱۹۹۵) در این زمینه مشاهده می‌گردد که به دلیل پایین بودن بازده آبیاری ضرورت دارد مزارع تحت آبیاری سطحی مورد ارزیابی قرار گیرد؛ زیرا با ارزیابی و تعیین عملکرد سیستم آبیاری نقاط ضعف سیستم مشخص می‌شود و در نتیجه می‌توان پیشنهادهایی به منظور بهبود سیستم ارائه داد. هدف از انجام این تحقیق: ارزیابی فنی روش‌های آبیاری، بالا بردن راندمان آبیاری، بهبود مدیریت مزرعه جهت استفاده بهینه آب و ارائه یک راه‌حل برای استفاده مفید از آب آبیاری می‌باشد. بتیخی و ابوحمده (۱۹۹۴) راندمان کاربرد آب را در روش‌های آبیاری سطحی و تحت فشار در اردن بررسی کردند و مقدار آن را برای آبیاری سطحی و بارانی به ترتیب ۸۲ و ۸۸ درصد (برای مرکبات) و ۶۴ و ۹۱ درصد (برای سبزی‌ها) گزارش کردند. مریام (۱۹۷۷) بیان داشت که بازده پایین در آبیاری سطحی مربوط به نوع روش نیست، بلکه مربوط به ضعف در طراحی و اجرای ناصحیح، بهره‌برداری و نگهداری نامناسب و غیر کافی و یا به‌طور کلی مدیریت ضعیف در زمینه‌های مختلف می‌باشد. طایفه رضایی و همکاران (۱۳۸۲) بازده کاربرد آب را در ۲۱ مزرعه در سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۷۸ در استان‌های آذربایجان غربی، کرمان و خوزستان (تحت مدیریت کشاورزان) ارزیابی و اعلام کردند که بازده کاربرد آبیاری بسته به مدیریت زارع، روش آبیاری، نوع محصول و عوامل دیگر متغیر است. مطابق نتایج این محققان، متوسط بازده کاربرد آب حداقل ۱۸ درصد (مربوط به مزرعه کاهو در شبکه دز) و حداکثر آن ۹۵ درصد (مربوط به مزرعه گندم با آب رودخانه در منطقه) ارومیه بوده است. متوسط راندمان کاربرد آب در مزارع تحت مطالعه در استان آذربایجان غربی حداقل ۳۶ و حداکثر ۹۵ درصد، در مزارع کرمان ۳۱ و ۷۸ درصد و در مزارع منطقه دزفول (شبکه دز)، به ترتیب ۱۸ و ۵۶ درصد بوده است. نتایج نشان داد که مدیریت و روش آبیاری، طول جویچه و نوار، شیب مزرعه و بافت خاک تأثیر بسزایی در افزایش بازده کاربرد آب در مزرعه دارند.

فاطمی و شکرالهی (۱۳۷۲) بازده کل آبیاری در اراضی غیر یکپارچه به وسعت ۵۰۰۰ هکتار، در شبکه‌ی آبیاری در خوزستان را ۲۶ درصد اعلام کردند که متوسط ۹ ساله‌ی آن ۲۱ درصد بوده است. آن‌ها همچنین بازده آبیاری در قسمتی از اراضی شبکه دز را که محل استقرار شرکت‌های کشت و صنعت می‌باشد و در مجموع ۸۹۳۲ هکتار وسعت دارد حداکثر ۳۷ درصد و به‌طور متوسط ۳۲ درصد برآورد کردند. میرابوالقاسمی (۱۳۷۳) با انجام آزمایش‌هایی در تعدادی از شبکه‌های سنتی دشت‌های خوزستان، تبریز و کرمانشاه متوسط راندمان انتقال را بین ۲۳ تا ۵۰ درصد و متوسط راندمان آبیاری در مزرعه را بین ۴۵ تا ۶۰ درصد و متوسط بازده کل را بین ۱۳/۵ تا ۲۲ درصد برآورد کرد.

اسدی و همکاران (۱۳۷۵) در مطالعه‌ای یک‌ساله، راندمان آبیاری در روش‌های آبیاری سطحی تحت مدیریت زارعین را در مناطق کرمان، اصفهان، ارومیه و گرگان مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها حداقل راندمان آبیاری مربوط به مزارع گندم و چغندر قند در مناطق اصفهان و کرمان به ترتیب ۱۶/۷ و ۱۷/۵ درصد گزارش نمودند. خوش خواهش (۱۳۷۶) در پژوهشی بازدهی کاربرد آب آبیاری تحت مدیریت زارعین را در چند مزرعه شالیزار در فومن، رشت و لاهیجان که زیر آبخور شبکه‌های نوین و سنتی بودند، ارزیابی کرد. نتایج نشان داد که بازدهی کاربرد آب آبیاری در

حالت بدون استفاده از رواناب سطحی در مزارع تحت مطالعه در فومن، رشت و لاهیجان به ترتیب ۵۱/۲، ۴۹ و ۴۹/۴ درصد و در حالت با استفاده از رواناب سطحی در مزارع مذکور به ترتیب ۷۳/۴ و ۷۳/۳ و ۷۲/۴ درصد بود. نتایج تحقیق کانونی (۱۳۸۶) نشان داد متوسط راندمان آبیاری در مزرعه ذرت تحت مدیریت بخش دولتی ۲۴/۹ درصد و در مزرعه ذرت تحت مدیریت بخش خصوصی ۶۵/۳ درصد به دست آمده است. مأمّن پوش و همکاران (۱۳۸۰) راندمان آبیاری در روش‌های مختلف آبیاری سطحی با مدیریت کشاورزان را در چند منطقه‌ی استان اصفهان (مهیار، کبوتر آباد، فجذ فلاوجان، اسلام‌آباد جی و قهاب، گلپایگان و فریدن) و با محصولاتی نظیر گندم، جو، ذرت، هویج و سیب‌زمینی ارزیابی و اعلام کردند که مقادیر حداقل و حداکثر راندمان آبیاری در مزرعه گندم مهیار به ترتیب ۷/۸ و ۸۳/۳ درصد در مزرعه گندم کبوتر آباد ۸/۳ و ۲۷/۹ درصد، در مزرعه هویج در فلاورجان ۵/۹ و ۸۶/۴ درصد، در مزرعه ذرت علوفه‌ای در کبوتر آباد ۲۲/۶ و ۹۸/۵/۵ درصد، در مزرعه گندم گلپایگان ۴۱/۶ و ۸۷/۷ درصد، در مزرعه سیب‌زمینی فریدن ۱۵/۶ و ۷۵/۵ درصد و در مزرعه ذرت علوفه‌ای گلپایگان ۲/۸ و ۷۷/۳ درصد به دست آمد.

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

مطالعات فراوانی در زمینه بهره‌وری آب تا به حال انجام شده است و در سال‌های اخیر به دلیل بحرانی‌تر شدن کمبود منابع آب این موضوع با اهمیت بیشتری دنبال شده است. تعیین مقادیر آب مصرفی برای زراعت‌های استراتژیک از اهمیت خاصی برخوردار است. زیرا استفاده درست و منطقی از منابع آب و خاک، افزایش سطح زیر کشت و بهبود عملکرد در واحد سطح را به دنبال خواهد داشت (گزارش تحقیقات خاک و آب). استون و همکاران (۱۹۷۶) تأثیر صرفه‌جویی در آب مصرفی برای گیاهان ردیفی را با استفاده از پشته‌های پهن (دو ردیف کاشت بر روی یک پشته) در امریکا مطالعه کردند. نتیجه این مطالعه بیانگر آن بود که به‌طور کلی در تیمار پشته‌های پهن، مقدار آب مصرفی تقریباً نصف آب مصرفی در تیمار جویچه معمولی (پشته‌های باریک با یک ردیف کاشت) بوده است. بر اساس گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۰۶ میانگین بهره‌وری آب در بخش کشاورزی ایران ۲/۰ دلار به ازای هر مترمکعب آب بود که نسبت به میانگین جهانی آن اختلاف معنی‌دار و با کشورهای مانند فرانسه که بهره‌وری آب در بخش کشاورزی آن ۸/۸ دلار به ازای هر مترمکعب آب می‌باشد اختلاف بسیار زیادی دارد (بانک جهانی، ۲۰۰۶). طبق آمار کشاورزی در سال ۲۰۰۴ متوسط عملکرد ذرت دانه‌ای در شبکه آبیاری دز حدود ۶-۷ تن در هکتار به دست آمده آمد و کارایی مصرف آب آبیاری ذرت دانه‌ای نیز حدود ۰/۳ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب به دست آمده آمد که این مقدار بسیار پایین‌تر از مقادیر گزارش جهانی شده است (آمار کشاورزی، ۱۳۸۳).

در این میان و ماثوس (۲۰۰۶) تعاریف و موارد مختلف بهره‌وری آب را بررسی و آن را با بهره‌وری و کارایی آب بر اساس مفاهیم مهندسی مقایسه کرده‌اند. در مطالعه دیگر توسط علی و تالوکدر (۲۰۰۸) عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب در بخش کشاورزی مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس مطالعه مذکور عوامل تأثیرگذار بر بهره‌وری آب در بخش کشاورزی به صورت نوع محصول، مصرف آب، تکنولوژی آبیاری، واریته گیاه، فاکتورهای اقتصادی، فاکتورهای خاک معرفی شدند. مطالعاتی نیز در زمینه محاسبه شاخص‌های واقعی بهره‌وری آب صورت گرفته است. از این دست می‌توان

به مطالعه وظیفه دوست و همکاران (۲۰۰۸) اشاره کرد در این مطالعه بهره‌وری متوسط محصولات برنج، پنبه‌دانه و ذرت محاسبه گردیده است. همچنین تغییر مقدار شاخص بهره‌وری در گیاهان مختلف در نتیجه تفاوت در آب‌وهوا، مدیریت آبیاری، بذر، خاک و گیاه بیان شده است. در مطالعه‌ای دیگر پالیان و ماثوس (۲۰۰۶) تأثیر بهینه‌سازی سیستم‌های آبیاری را بر بهره‌وری آب مورد ارزیابی قراردادند؛ در این مطالعه برای مقابله با بحران کمبود آب موارد زیر پیشنهاد شد: ۱- استفاده بیشتر از آب مجازی، ۲- بهبود کارایی اقتصادی آب، ۳- بهبود کارایی فنی آب. بر اساس نتایج FAO، متوسط شاخص کارایی مصرف آب محصولات گندم، برنج، پنبه (دانه، وش) و ذرت به ترتیب ۱/۹، ۱/۹، ۰/۶۵، ۰/۲۳ و ۱/۸ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب مصرفی می‌باشد (زارت و باستیانسن، ۲۰۰۴). وان و همکاران (۱۹۹۳)، کل کارایی مصرف آب گیاه سویا را برای آبیاری یک‌درمیان متغیر و ثابت به ترتیب ۶/۱۲ و ۵/۵۲ کیلوگرم در هکتار به ازای هر میلی‌متر آب گزارش و نشان دادند که حدود ۲۹٪ در وزن خالص و ۴۶٪ در وزن ناخالص سویا، آب مصرفی کاهش یافت. صمدی و سپاس‌خواه (۱۹۸۴) در بررسی سه روش آبیاری (یک‌درمیان ثابت، یک‌درمیان متغیر و روش معمول آبیاری) روی لوبیای خشک به این نتیجه رسیدند که در روش آبیاری جویچه-ای یک‌درمیان ثابت و متغیر به ترتیب ۲۰ و ۲۷ درصد نسبت به روش معمول آبیاری، آب کمتری مصرف شده است. کارایی مصرف آب ذرت در چین و هند ۱/۵ و در ایران برای ذرت علوفه‌ای ۵/۵۸ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب گزارش شده است (کانگ و همکاران، ۲۰۰۰). اسپیلمن و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها کارایی مصرف آب آبیاری مزارع آفریقای جنوبی و عوامل مؤثر بر آن را تجزیه و تحلیل کردند. نتایج نشان داد که میانگین کارایی آب در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۴۳ و ۶۷ درصد است. عواملی چون شیوه‌های آبیاری، مالکیت زمین، اندازه‌ی زمین و انتخاب محصول بر کارایی آب آبیاری مؤثر بودند. در داخل کشور نیز مطالعات زیادی در زمینه محاسبه انواع شاخص‌های بهره‌وری آب در بخش کشاورزی صورت گرفته است با این تفاوت که نوع روش‌های آبیاری در محصولات مختلف و تأثیر آن‌ها بر بهره‌وری آب در این مطالعات کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در مطالعه دیگر توسط فراهانی و اوپس (۲۰۰۸) بهره‌وری کلی آب در غلات حدود ۰/۴ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه شد. نتایج پژوهش‌های سپاس‌خواه و کامگار حقیقی (۱۳۷۳) روی چغندر قند نشان داد که مقدار محصول در آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان با دور آبیاری ۶ روزه با آبیاری جویچه‌ای معمولی با دور آبیاری ۱۰ روزه برابری داشته، ضمن این‌که میانگین مصرف آب آبیاری ۲۳ درصد کاهش یافته است. حیدری و حقایقی مقدم (۱۳۸۰) بر اساس نتایج داده‌های دو طرح ملی در زمینه تعیین راندمان آبیاری در کشور، کارایی مصرف آب آبیاری محصولات زراعی مختلف را محاسبه نمودند. بر اساس نتایج این تحقیق دامنه کارایی مصرف آب محصولات گندم، یونجه، چغندر قند، پنبه، سویا، جو، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی، لوبیا، کاهو، کنجد و ذرت دانه‌ای به ترتیب برابر با ۰/۸۴، ۰/۳۴، ۰/۴۴، ۰/۷، ۴/۸۳، ۱/۳۳، ۱/۹۱، ۱/۲۷، ۲/۰۹، ۰/۷۵، ۱، ۱/۷۲، ۳/۳۳، ۰/۹۱، ۴/۷۷، ۰/۶۵ و ۰/۲ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب مصرفی بود. طالقانی (۱۳۸۰) در طی سه سال متوالی، تأثیر آرایش کاشت بر کارایی مصرف آب در چغندر قند را بررسی نمود. نتایج ایشان نشان داد که کاهش مصرف آب در تیمارهایی که به صورت پشته‌های پهن با دو ردیف کاشت آبیاری شده بودند، باعث کاهش عملکرد قند و ریشه نشده و در نتیجه کارایی مصرف آب به طور فراوانی افزایش یافت. تحقیقات نورو و همکاران (۱۳۸۳) در خصوص تأثیر آرایش کاشت

بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند، نشان داد که در روش یک‌درمیان با فواصل جویچه‌های ۵۰ سانتی‌متر، می‌توان به بیشترین کارایی مصرف آب دست‌یافت؛ لیکن به علت مشکلات اجرا و اعمال روش آبیاری یک‌درمیان، آرایش کاشت ۴۰×۵۰ را توصیه نمودند. بر اساس این تحقیق، عملکرد ریشه ۷۱/۷ تن در هکتار و مقدار مصرف آب ۱۰۵۹۹ مترمکعب در هکتار بود درحالی‌که در کاشت رایج منطقه (آرایش کاشت با فواصل ۶۰ سانتی‌متر و آبیاری کامل شیارها) عملکرد ۶۸/۸ تن در هکتار و مقدار آب مصرفی ۱۳۷۱۵ مترمکعب بر هکتار بود. بدین ترتیب در آرایش کاشت پیشنهادی، کارایی مصرف آب ۴۸ درصد افزایش یافت. تحقیقات ترابی و جهاد اکبر (۱۳۸۳) نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار آب مصرفی به میزان ۲۲۶۹۳ و ۱۵۳۰۰ مترمکعب در هکتار به ترتیب از تیمار کاشت یک ردیفه با فاصله خطوط کاشت ۵۰ سانتی‌متر و تیمار کاشت دو ردیفه ۶۰×۴۰ سانتی‌متر (فاصله خطوط کاشت در طرفین جویچه ۶۰ سانتی‌متر و فاصله خطوط کاشت روی پشته ۴۰ سانتی‌متر) است. نیریزی و حلمی فخر داوود (۱۳۸۳) طی مطالعه‌ای، کارایی مصرف آب در سه مزرعه واقع در شهرستان‌های تربت حیدریه، تربت جام و چناران در زراعت‌های گندم و چغندر قند را تحت دو روش آبیاری سطحی و بارانی مورد ارزیابی قراردادند (سیستم آبیاری مزرعه مورد مطالعه در شهرستان تربت حیدریه بارانی و از نوع رول‌لاین و در شهرستان‌های چناران و تربت جام، سطحی و از نوع ردیفی بود) نتایج نشان داد که کارایی مصرف آب گندم در شهرستان‌های چناران، تربت حیدریه و تربت جام به ترتیب برابر ۰/۳۸، ۰/۷۶ و ۰/۴۴ کیلوگرم به ازای هر واحد آب مصرفی بود، حال آنکه کارایی مصرف آب چغندر قند در مزارع مطالعاتی فوق‌الذکر به ترتیب ۱/۸، ۳/۵ و ۱/۹ کیلوگرم به ازای هر واحد آب مصرفی بود. حیدری و همکاران (۱۳۸۵) میزان شاخص کارایی مصرف آب محصولات زراعی گندم، چغندر قند (شکر)، سیب‌زمینی، ذرت علوفه‌ای، پنبه، یونجه (بیوماس)، جو و نیشکر (شکر) را به ترتیب ۰/۷۵، ۰/۶۴، ۲/۰۶، ۵/۵۸، ۰/۷۱، ۱/۴۶، ۰/۵۶ و ۰/۲۹ کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب مصرفی اندازه‌گیری کردند. وظیفه دوست و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی بهره‌وری آب در مقیاس مزرعه در منطقه برخوار اصفهان نشان دادند که متوسط بهره‌وری برای محصول چغندر قند ۱/۴۱ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. توپاک و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری قطره‌ای در کشت چغندر قند را برای منطقه نیمه‌خشک قونیه در کشور ترکیه بررسی و گزارش کردند که عملکرد ریشه در تیمارهای ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی به ترتیب برابر با ۷۷/۳، ۷۰/۶ و ۵۰/۳ تن در هکتار است و تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی از نظر عملکرد ریشه و ماده خشک مشاهده نمی‌شود. مهرابی (۱۳۸۸) انواع کارایی و بازده به مقیاس تولیدکنندگان آفتابگردان شهرستان خوی را محاسبه کرد و نتایج نشان داد که متوسط کارایی‌های فنی، تخصیصی، اقتصادی و مقیاس بهره‌برداران آفتابگردان در منطقه، به ترتیب ۶۶، ۵۴/۷، ۳۵/۹ و ۷۵/۹ درصد است. صوحی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی کارایی مصرف آب در گلخانه‌های سیستان، با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند، که نتایج نشان داد که میانگین کارایی آب آبیاری در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس در واحدهای گلخانه‌ای به ترتیب ۴۹ و ۷۱ درصد بود و همچنین میانگین کارایی در واحدهای گلخانه‌ای مورد پژوهش در شرایط بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۶۳ و ۸۷ درصد به دست آمد. بهمنش و نوری (۱۳۹۴) طی آزمایشی در استان آذربایجان نشان دادند که با تغییر آرایش کاشت چغندر قند از حالت یک ردیفه به حالت کاشت دو ردیفه ۴۰×۵۰ سانتی‌متر، مقدار عملکرد

محصول و میزان شکر قابل استحصال به ترتیب ۱۵/۶ و ۲۰/۷ درصد افزایش و میزان متوسط مصرف آب ۲۰/۳ درصد کاهش یافت. اشرف منصوری و شریفی (۱۳۹۲) با انجام آزمایشی در منطقه سردسیر اقلید فارس بیان کردند که بیشترین عملکرد ریشه چغندر قند با ۴۲/۶۶ تن در هکتار مربوط به تیمار آرایش کاشت بافاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و عرض پشته‌ها ۵۰ سانتی‌متر و تحت آرایش کشت دو ردیفه به دست آمد.

۲-۴- 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 (مهدی 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). از این‌رو 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 از جمله 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 از جمله 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 مزرعه‌ای، مانند مالچینگ، بی‌خاکورزی، کم‌آبیاری، 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.

۲-۵- 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 از جمله، 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.

۲-۵-۱- مدیریت خاک‌ورزی

خاک‌ورزی یکی از مهم‌ترین عملیات زراعی در کشت 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 در نتیجه 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، به‌نحوی که شرایط نهایی خاک در حد مطلوب و قابل قبول 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 قرار گرفته 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 مورد مطالعه (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 بدست 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 مورد مطالعه 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 در کشت متناوب ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی مشاهده کردند که خاک‌ورزی حفاظتی نسبت به خاک‌ورزی عمیق باعث افزایش پارامترهایی مانند رطوبت قابل استفاده 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 توسعه ریشه و WP در گندم زمستانه‌ای دیم جلگه‌های شمال غرب چین پرداخته شده بود مشخص گردید که شخم به‌وسیله‌ی گاواهن نسبت به شخم با گاواهن دوار باعث کاهش چشمگیر چگالی ظاهری خاک و افزایش تراکم ریشه‌ها و در نتیجه 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).

۲-۵-۳- تغذیه کودی و وارسته گیاهی

از دیگر فن‌های پیشنهادی به‌منظور افزایش شاخص‌های بهره‌وری آب در مزرعه می‌توان به اصلاح و یا تغییر وارسته گیاهی و همچنین نقش مدیریت در بهبود تغذیه گیاه نام برد. به‌عنوان مثال اوپس 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 Y_c و WP را در زمینه‌ی ای دیم افزایش می‌دهد. همچنین مطالعه جالب‌توجه لی و همکاران (۲۰۱۵) در خصوص تأثیر کود دهی ازت به اراضی دارای کمبود نیتروژن در زمینه‌ای 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 ضیائی (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 باکتری‌ها 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 جلیلی (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.

۲-۵-۴- 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 به هم خوردن روند طبیعی جریان رودخانه‌ای گردیده و این امر و بر مسائل کشاورزی و زیست‌محیطی حوضه دریاچه ارومیه به طور 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 زیر خاک است که در این راستا بیان 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 به صورت 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 به درستی تخمین زده شده است؟
- چگونه می‌توان با استفاده از روش‌های جدید کاهش مصرف آب ۴۰ درصدی بدون کاهش محصول را داشت؟

به منظور دستیابی به کاهش مصرف و اعمال مدیریت‌های مختلف در زمینه 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 به منظور 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 به عنوان پایه‌ای برای تهیه راهنمای مصرف آب کمتر در سطح مزرعه بکار خواهد گرفت. به منظور 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 مورد مطالعه در سطح شهرستان‌های میاندوآب و مهاباد در راستای مدیریت بهینه آبیاری بایستی به‌راحتی توسط کشاورزان قابل اجرا 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 مولینه 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

اطلاعات بر اساس فعالیت‌های صورت گرفته در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ و برای دو کشت پاییزه و بهاره در کانون‌های هدف شامل آذرشهر، اسکو، عجب‌شیر، سراب و ملکان در استان آذربایجان شرقی برداشت شد. برای انجام فاز ششم پروژه در شهرستان سراب یک مزرعه کشت پاییزه و سه مزرعه کشت بهاره انتخاب گردید. در شهرستان اسکو دو مزرعه کشت پاییزه و دو مزرعه کشت بهاره انتخاب گردید. در شهرستان عجب‌شیر دو مزرعه کشت پاییزه و دو مزرعه کشت بهاره انتخاب گردید. همچنین در شهرستان ملکان دو مزرعه کشت پاییزه و دو مزرعه کشت بهاره انتخاب گردید. قسمتی از این مزارع و باغات به‌عنوان شاهد و قسمت دیگری به‌عنوان مزرعه یا باغ تیمار در نظر گرفته شد که در آن‌ها از تکنیک‌هایی نظیر آماده‌سازی زمین با ادواتی نظیر خاک‌ورز سه‌کاره، لولر و کاشت با دستگاه کف کار و یا آبیاری زیرسطحی استفاده گردید.

۳-۱- محدوده مورد مطالعه

۳-۱-۱- آذربایجان شرقی

در راستای نظارت بر اجرای پروژه توسط شرکت‌های فنی و مهندسی، در کلیه مراحل انتخاب مزارع پایش شرکت‌های فنی و مهندسی در شهرستان‌های اسکو، آذرشهر، عجب‌شیر، سراب و ملکان اعضای گروه پایش استانی حضور داشته و نسبت به ارائه نکته نظرات و راهنمایی‌ها لازم اقدام نمودند.

۳-۱-۱-۱- شهرستان اسکو

شهرستان اسکو با وسعت ۱۷۶۳ کیلومترمربع (۳,۹ درصد مساحت استان) در ۳۰ کیلومتری تبریز واقع شده 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. اسکو منطقه‌ای بیلاقی با تپه‌ماهورهایی از بقایای آتشفشان‌های سهند در دوران‌های پیشین می‌باشد. کناره‌های دریاچه ارومیه در غرب مسطح و جلگه‌ای و هر قدر 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 واقع شدن 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 به طرف مغرب (دریاچه ارومیه) پیش رویم زمین سرازیر و هوا گرم‌تر و هر قدر به طرف 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 داگی در شمال کوهستان سهند و در بخش مرکزی شهرستان اسکو واقع شده است. این کوه بعد از قله جام داگی سهند و در بخش مرکزی شهرستان اسکو واقع شده 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.

۳-۱-۱-۲- شهرستان آذرشهر

شهرستان آذرشهر با وسعت ۸۴۰ کیلومترمربع (۱/۸ درصد مساحت استان) در ۳۰ کیلومتری تبریز واقع شده 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. شهرستان آذرشهر در دامنه شمال غربی کوه‌های بلندی از سلسله کوه‌های سهند غربی و جلگه و سواحل دریاچه ارومیه قرار گرفته است، قسمت شرق و جنوب شرقی آن کوهستانی و در مغرب آن ساحل پست دریاچه ارومیه قرار گرفته است، بلندترین کوه آن قاف داگی و در اصطلاح محلی به نام قبله داگی مشهور بوده و دشت حاصلخیز آذرشهر و روستاهای اطراف آن در آبرفت رودخانه و مخروط افکنه کوه‌ها قرار گرفته‌اند و کوه قبله داگی و کوه جهنم در ینگجه و چپقلو و قالاداغی در جزیره اسلامی و کوه‌های قدمگاه و پیرچوپان از کوه‌های معروف شهرستان می‌باشد. شهرستان آذرشهر از نظر چگونگی آب‌وهوا یک تفاوت کلی با سایر بخش‌های مناطق کوهستانی آذربایجان داشته و از یک تمایز مخصوصی برخوردار است، موقعیت قرار گرفتن آن از نظر جغرافیایی در آب‌وهوای آن اثر بخصوصی دارد دوری و نزدیکی به دریاچه ارومیه، واقع شدن در دامنه کوهستان‌ها، ارتفاع و موقعیت موجود در تعیین آب‌وهوا مؤثر می‌باشد.

۳-۱-۱-۳- شهرستان عجب‌شیر

شهرستان عجب‌شیر با وسعت ۷۳۸ کیلومترمربع (۱/۶ درصد مساحت استان) در ۱۰۰ کیلومتری تبریز واقع شده 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. شهر عجب‌شیر در سینه جلگه حاصلخیز، روی رسوبات غنی رودخانه قلعه‌چایی، در دامنه جنوب ارتفاعات تورجان و جرئیدن از پیش‌کوه‌های توده سه‌هند واقع شده 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 واقع شده 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 واقع شده است.

۳-۱-۱-۴- شهرستان سراب

شهرستان سراب به واسطه قرار گرفتن مابین دو رشته کوه بزقوش در جنوب و ارتفاعات سبلان در شمال دارای آب و هوایی سرد و کوهستانی است که در تابستان معتدل و در زمستان‌ها دارای آب و هوای سرد است. سراب یکی از نقاط سردسیر کشور به‌شمار می‌رود. تعداد روزهای یخبندان در سراب به‌طور متوسط ۱۴۸ تا ۱۵۰ روز در سال است. مقدار بارندگی سالانه از ۲۵۰ میلی‌متر در نقاط پست تا ۴۸۰ میلی‌متر در ارتفاعات متغیر است. محدوده شهرستان سراب به جز در قسمتی کوچک از منتهی‌الیه شرق خود که آبخیز اصلی رودخانه آجی‌چای است، نزولات جوی جاری شده در سطح این شهرستان از طریق ۱۰ شاخه اصلی به سمت آجی‌چای سرازیر و توسط آن از منطقه خارج می‌شود. مهم‌ترین رودخانه‌های جاری در منطقه عبارتند از سوبین، آغمیون، پس‌لر، و تاجیار که از دامنه‌های سبلان نشأت گرفته و از شمال شهر به سمت جنوب جریان می‌یابند و رودخانه وناق‌چای که از کوه‌های بزقوش سرچشمه می‌یابد و در جنوب سراب با پیوستن به سایر رودخانه‌ها، آجی‌چای را تشکیل می‌دهد و در منطقه مهربان، رودخانه ارزاق به آن‌ها ملحق می‌شود. شهرستان سراب یکی از مناطق پرآب استان آذربایجان شرقی به‌شمار می‌رود و علاوه بر آب‌های سطح‌الارضی تعداد ۱۳۵ حلقه چشمه و قنات نیز در منطقه وجود دارد. به دلیل خشکسالی سال‌های اخیر، تعدادی از این چشمه‌ها و قنات‌ها خشک شده‌اند. بالغ بر ۱۸۰۰ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق نیز در سطح شهرستان وجود دارد که در فصل برداشت آب (فصل زراعی) در مجموع ۱۶۸ میلیون مترمکعب آب از منابع زیرزمینی در این شهرستان برای مصرف در امر کشاورزی برداشت می‌شود. به لحاظ وقوع خشکسالی در برخی نقاط، ارتفاع آب‌های زیرزمینی حتی تا ۲۰ متر کاهش یافته است.

این شهرستان با دارا بودن زمین هموار و حاصلخیز از نظر کشاورزی مستعد است. گندم، سیب‌زمینی، سبزیجات، خیار، گوجه فرنگی و حبوبات این شهر دارای شهرت بسیاری است. همچنین باغ‌های سیب، گلابی، گردو و زردآلو شهرستان سراب از محبوبیت خاصی در استان آذربایجان شرقی و ایران برخوردار می‌باشد.

۳-۱-۱-۵- شهرستان ملکان

شهرستان ملکان با وسعت ۱۰۰۷ کیلومتر مربع (۲/۲ درصد مساحت استان) در ۱۵۰ کیلومتری تبریز واقع شده 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.

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 از نظر توپوگرافی می‌توان به دو واحد کوهستانی یا ناهموار و واحد هموار جلگه‌ای تقسیم کرد. از طرفی دیگر خود واحد کوهستانی یا ناهموار نیز از نظر ارتفاع به واحدهای زیر تقسیم می‌شوند: الف: واحدهای کوهستانی کم ارتفاع (۱۸۰۰-۱۵۰۰ متر ارتفاع) ب: واحدهای کوهستانی مرتفع (۲۲۰-۱۸۰۰ متر ارتفاع).

۳-۱-۲- آذربایجان غربی

۳-۱-۲-۱- شهرستان میاندوآب

رودخانه‌های زربنه‌رود 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 تا سال ۱۳۹۵ 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 زربنه‌رود و سیمینه‌رود بزرگ‌ترین زیرحوضه 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 و بخش کوچکی از آن در استان‌های آذربایجان شرقی و کردستان واقع شده است. منبع تأمین آب شبکه دشت زربنه‌رود، 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 آگیری شده و دشت را تغذیه می‌کند. یک‌رشته کانال اصلی M.C به طول ۱۴ کیلومتر و دبی ۳۳/۵ مترمکعب در ثانیه در ساحل چپ و یک‌رشته 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.

۳-۲-۱-۳- شهرستان مهاباد

وسعت کل شبکه در زمان طراحی آن حدود ۱۸۲۰۰ هکتار بوده و در شرایط فعلی حدود ۱۲۰۰۰ هکتار می باشد. شیب کلی آن در امتداد جنوب به شمال می باشد. اصلی ترین راه های ارتباطی در شبکه دو جاده ی اصلی آسفالت ه مهاباد- میاندوآب و مهاباد- ارومیه می باشد که به ترتیب در شرق و غرب شبکه و در امتداد جنوبی- شمالی قرار دارند. رودخانه مهاباد به عنوان منبع تأمین آب شبکه، از میانه دشت عبور کرده و شبکه آبیاری را به دو بخش ساحل راست و چپ تقسیم می کند. 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 می باشد که بر روی رودخانه مهاباد قرار دارد. حوزه آبریز سد مهاباد شامل سه سرشاخه اصلی به نام های چم قوره، میرسه و ده بکر جمعاً به مساحت حدود ۸۰۶ کیلومتر مربع می باشد. رودخانه مهاباد پس از عبور از دشت مهاباد و آبیاری اراضی کشاورزی پایین دست به دریاچه ارومیه می ریزد. دشت مهاباد با داشتن شبکه آبیاری و زهکشی و سد مهاباد و همچنین اراضی مستعد، از کشاورزی نسبتاً پررونقی برخوردار است. محصولات عمده این دشت شامل: گندم، جو، چغندر قند، یونجه، دانه های روغنی، گوجه فرنگی، جالیز، سبزیجات، سیب زمینی، باغات سیب، هلو و شلیل و انگور می باشد. به دلیل وجود آب نسبتاً زیاد در این دشت، آیش گذاری اراضی چندان معمول نمی باشد و تنها درصد کمی از اراضی هرساله به صورت آیش می باشد. قسمت زیادی از اراضی داخل دشت به دلیل مشکلات شوری و بالا بودن سطح آب زیرزمینی کشت نمی شوند. قسمتی از سطح اراضی آبی مرتفع نیز به واسطه ضعف تأسیسات پمپاژ و الگوی کشت و افزایش مصرف آب کاهش یافته است. ایستگاه سینوپتیک مهاباد، نزدیک ترین ایستگاه سینوپتیک به محدوده مورد مطالعه می باشد. طی دوره آماری (۱۹۸۵-۲۰۱۵) میزان بارش سالانه ایستگاه سینوپتیک مهاباد حدود ۴۰۱ میلی متر بوده است. جهت برنامه ریزی زمان واقعی (Real Time) آبیاری در مزارع منتخب، ایستگاه سینوپتیک مهاباد مورد نظر می باشد. مراکز جمعیتی واقع در محدوده شبکه آبیاری و زهکشی شامل ۲۵ روستا می باشد 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 آن ها نیز از فعالیت های کشاورزی تأمین می گردد. سایت های انتخاب شده جهت استقرار کشاورزی پایدار و انجام عملیات پایش در دو روستای حاجی خوش و گابازله قرار دارد.

۳-۲-۱-۳- شهرستان نقده

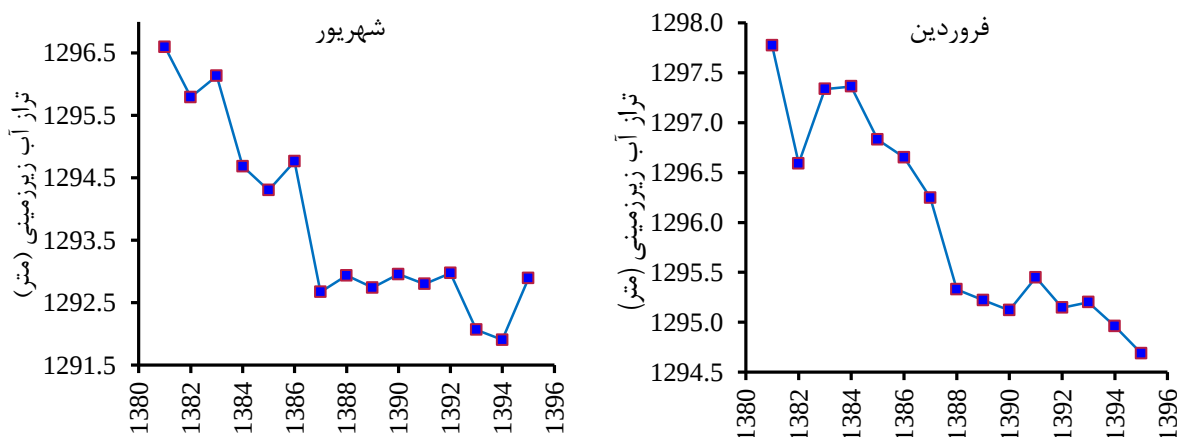
شهرستان نقده در ۹۰ کیلومتری جنوب شهرستان ارومیه، با آب هوایی سرد و خشک و ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا واقع شده است. این شهر با ۱۰۴ روستا و ۵۰ هزار هکتار اراضی زراعی و باغی به دشت سولدوز مشهور بوده و عمده جمعیت ۱۲۰ هزار نفری آن از طریق کشاورزی و دامداری امرار معاش می نمایند. تالاب های متعددی در این دشت وجود دارد که سه تالاب حسنلو (شورگل)، یادگارلو (خدر حاجی) و سیران گلی (درگه سنگی) جزء تالاب های بین المللی ثبت شده است. تالاب سیران گلی به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی و با وسعت ۷۳۵ هکتار در مجاورت جاده ارومیه به میاندوآب در سه راهی محمدیار بافاصله ۱۷ کیلومتری شمال شرقی شهرستان نقده

قرارگرفته و نیمی از مساحت تالاب را سواحل مرتعی تشکیل داده و چهار روستای عطاالله، درگه ارسخان، درگه سنگی و گل از روستاهای اطراف تالاب می‌باشد.

۳-۱-۲-۴- شهرستان ارومیه

بر اساس آمار سال ۱۳۹۴، در شهرستان ارومیه حدود ۴۶۷۷۲ هکتار تحت کشت باغات وجود دارد که حدود ۸۳ درصد باغات به دو محصول سیب و انگور اختصاص داشته و بقیه اراضی باغات (۱۷ درصد) تحت کشت سایر محصولات باغی است. بیشترین سطح زیر کشت در بین محصولات باغی به سیب و گیلان (۲۸ درصد) و در بین محصولات زراعی به گندم (۲۲ درصد) اختصاص دارد. ایستگاه سینوپتیک ارومیه در محل فرودگاه ارومیه، نزدیک‌ترین ایستگاه سینوپتیک به محدوده مورد مطالعه جهت برنامه‌ریزی زمان واقعی (Real Time) می‌باشد.

تغییرات سری مقادیر تراز آب در پیزومترهای نصب‌شده در دشت ارومیه طی ۱۵ سال (۱۳۸۰-۹۵) در ماه‌های فروردین (ماه پرآب) و ماه شهریور (ماه کم‌آب) در شکل ۱ ارائه شده است. نتایج بیانگر کاهش قابل توجه تراز آب زیرزمینی در دشت ارومیه بوده، به طوری که میزان تراز سطح آب زیرزمینی از تراز ۱۲۹۸ متر در سال ۱۳۸۰ به تراز ۱۲۹۵ متر در سال ۱۳۹۵ (کاهش ۳ متر) رسیده است. این میزان کاهش در شهریورماه ۳/۷ متر بوده است. این موضوع بیانگر اهمیت اجرای پروژه‌های مشابه کشاورزی پایدار جهت الگوسازی مصرف بهینه آب در سطح حوضه دریاچه ارومیه می‌باشد.



شکل ۱- تغییرات تراز آب زیرزمینی دشت ارومیه در ۱۵ سال اخیر (گزارشات کاهش ۴۰ درصدی مصرف آب کشاورزی، ۱۳۹۶)

۳-۲- انتخاب و جانمایی مزارع پایلوت

انتخاب و جانمایی مزارع پایلوت در منطقه طرح بر اساس ملاحظات فنی، اجتماعی و اقتصادی صورت گرفت. به عنوان مثال امکان اندازه‌گیری جریان آب، همکاری کشاورز، در دسترس بودن مزرعه جهت پایش، بازدید و ترویج یافته‌ها، پیشرو بودن کشاورز در منطقه و یا نوع محصول از معیارهای انتخاب می‌باشند. این روند با تشخیص مسئله

که در آن مشکلات و محدودیت‌های عمده در راه دستیابی به آبیاری مؤثر و با راندمان بالا مشخص می‌گردند، شروع گردید. مشکلات و محدودیت‌ها به‌عنوان پایه و مبنایی برای طراحی راه‌حل‌ها که از تکنیک مشارکتی بهره می‌برد، مورد استفاده قرار گرفت. روش‌های پیشنهادی در مزارع پایلوت مورد آزمایش و ارزیابی قرار می‌گیرند. با توجه به نتایج حاصل‌شده راه‌حل‌های پیشنهادی از طریق آموزش و ترویج اشاعه داده خواهد شد.

۳-۲-۱- سایت‌های انتخابی جهت پایش مزارع کشت پاییزه در آذربایجان شرقی

در راستای ارزیابی اعمال تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در مزرعه، ۸ مزرعه کشت پاییزه برای پایش اصلی عملیات اجرایی تیم پایش در شهرستان‌های عجب‌شیر، آذرشهر، اسکو، ملکان و سراب انتخاب شد که هر یک از این مزارع به دو بخش تیمار و شاهد تقسیم شدند. عملیات پایش آن توسط کارشناسان شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان شرقی صورت گرفته است. در جدول ۱ مشخصات کلی مزارع منتخب ارائه گردیده است. در جدول ۲ تکنیک‌های اعمال شده و مصرف کود در مزارع آورده شده است. همچنین در شکل ۲ تا شکل ۹ موقعیت جغرافیایی مزارع پایش اصلی نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات و سایر ویژگی‌های مزارع منتخب کشت پاییزه آذربایجان شرقی

کد مزرعه	نام بهره‌بردار	شهرستان	تیمار/شاهد	مساحت (هکتار)	روش آبیاری	نوع محصول	رقم	میزان بذر (کیلوگرم در هکتار)
99EastW ₁	ابراهیم صحرانورد	عجب‌شیر	تیمار	۰/۳۷	شیاری	گندم	پیشگام	۲۲۰
99EastW ₁	ابراهیم صحرانورد	عجب‌شیر	شاهد	۰/۱۸	کرتی	گندم	پیشگام	۲۳۰
99EastW ₂	رحمان عمواسفند	عجب‌شیر	تیمار	۱	شیاری	گندم	پیشگام	۲۲۰
99EastW ₂	رحمان عمواسفند	عجب‌شیر	شاهد	۱	کرتی	گندم	پیشگام	۲۳۵
99EastW ₃	محمد مکاری	آذرشهر	تیمار	۰/۵۴۹۸	شیاری	گندم	پیشگام	۲۰۰
99EastW ₃	محمد مکاری	آذرشهر	شاهد	۱/۰۹۹	کرتی	گندم	پیشگام	۲۴۰
99EastW ₄	فریدون فکور	ملکان	تیمار	۰/۵۳	شیاری	گندم	پیشگام	۱۹۰
99EastW ₄	فریدون فکور	ملکان	شاهد	۰/۲	کرتی	گندم	پیشگام	۲۵۰
99EastW ₅	زالفعلی آذین‌پور	ملکان	تیمار	۰/۴۵	شیاری	گندم	پیشگام	۱۹۰
99EastW ₅	زالفعلی آذین‌پور	ملکان	شاهد	۰/۴۵	کرتی	گندم	پیشگام	۲۵۰
99EastW ₆	حسن اسماعیلی	اسکو	تیمار	۰/۶۹	شیاری	گندم	پیشگام	۲۲۰
99EastW ₆	حسن اسماعیلی	اسکو	شاهد	۰/۶۳	کرتی	گندم	پیشگام	۲۴۰
99EastW ₇	حسین قلیپور	اسکو	تیمار	۰/۵۶	شیاری	گندم	پیشگام	۲۰۰
99EastW ₇	حسین قلیپور	اسکو	شاهد	۰/۷۲	کرتی	گندم	پیشگام	۲۴۰
99EastW ₈	احمد اثنی عشری	سراب	تیمار	۰/۳	شیاری	گندم	پیشگام	۱۸۰
99EastW ₈	احمد اثنی عشری	سراب	شاهد	۰/۱۵	کرتی	گندم	پیشگام	۲۲۰

جدول ۲- تکنیک‌های بکار رفته و کود مصرفی مزارع کشت پاییزه آذربایجان شرقی

کود	تکنیک‌های اعمال شده	تیمار/شاهد	کدمزرعه
اوره	خاک‌ورز حفاظتی، لولر، کفکار فاروئردار، کودهی براساس آزمون خاک	تیمار	99EastW ₁
اوره، سوپرفسفات تریپل	گاو آهن برگرداندار	شاهد	99EastW ₁
اوره، سوپرفسفات تریپل	خاک‌ورز حفاظتی، لولر، کفکار فاروئردار، کودهی براساس آزمون خاک	تیمار	99EastW ₂
اوره، سوپرفسفات تریپل	گاو آهن برگرداندار	شاهد	99EastW ₂
اوره، کود دامی، اسیدهیومیک	خاک‌ورز حفاظتی، لولر، بذرمال، بذرکار فاروئردار	تیمار	99EastW ₃
کود دامی	گاو آهن برگرداندار	شاهد	99EastW ₃
اوره، گوگرد گرانوله، سولفات روی، سوپرفسفات تریپل، کود دامی	گاو آهن برگرداندار، لولر، بذرمال، خطی کار فاروئردار	تیمار	99EastW ₄
کودی مصرف نشده است	گاو آهن برگرداندار، دیسک	شاهد	99EastW ₄
اوره، گوگرد گرانوله، سولفات روی، کود دامی	گاو آهن برگرداندار، لولر، بذرمال، بذرکار فاروئردار	تیمار	99EastW ₅
کودی مصرف نشده است	گاو آهن برگرداندار، دیسک	شاهد	99EastW ₅
سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم، گوگرد گرانوله، کود دامی، اسیدهیومیک	خاک‌ورز حفاظتی، لولر، بذرمال، بذرکار فاروئردار، وجود بقایای گیاهی	تیمار	99EastW ₆
اوره	گاو آهن برگرداندار، وجود بقایای گیاهی	شاهد	99EastW ₆
سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم، گوگرد گرانوله، کود دامی، اسیدهیومیک	خاک‌ورز حفاظتی، لولر، بذرمال، بذرکار فاروئردار، وجود بقایای گیاهی	تیمار	99EastW ₇
اوره	گاو آهن برگرداندار، وجود بقایای گیاهی	شاهد	99EastW ₇
سوپرفسفات تریپل، اوره	خاک‌ورزی حفاظتی، لولر، بذرکار	تیمار	99EastW ₈
کودی مصرف نشده است	گاو آهن برگرداندار، ماله	شاهد	99EastW ₈

شکل ۲- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99EastW₁



شکل ۳- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99EastW₂



شکل ۴- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99EastW₃



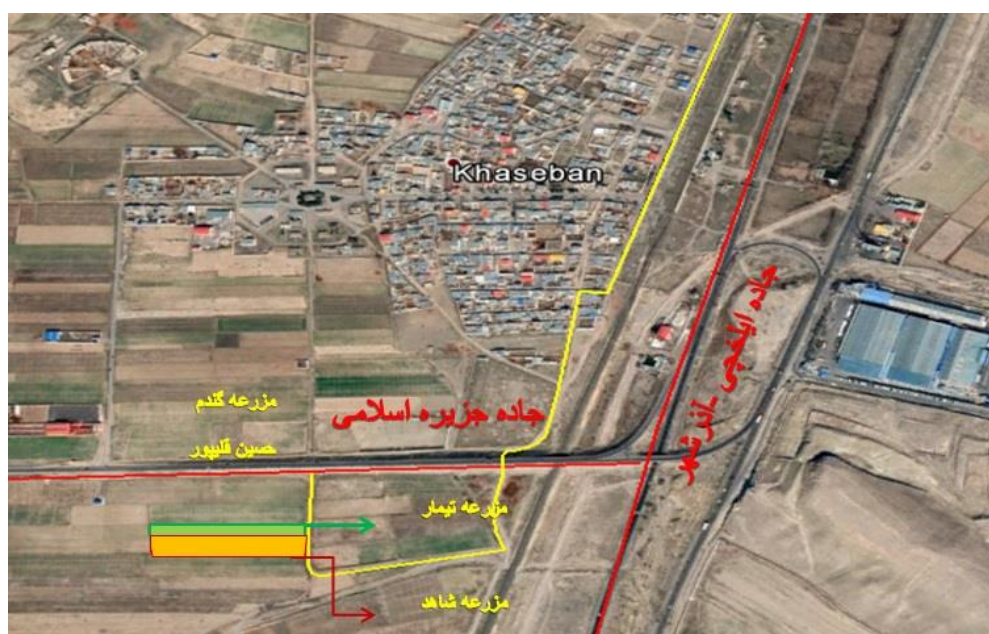
شکل ۵- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99EastW₄



شکل ۶- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99EastW₅



شکل ۷- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99EastW₆



شکل ۸- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99EastW₇



شکل ۹- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99EastW₈

۳-۲-۲- سایت‌های انتخابی جهت پایش مزارع کشت بهاره در آذربایجان شرقی

در راستای ارزیابی اعمال تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در مزرعه، ۱۱ مزرعه کشت بهاره و باغ برای پایش اصلی عملیات اجرایی تیم پایش در شهرستان‌های عجب‌شیر، آذرشهر، اسکو، ملکان و سراب انتخاب شد که هر یک از این مزارع به دو بخش تیمار و شاهد تقسیم شدند. عملیات پایش آن توسط کارشناسان شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان شرقی صورت گرفته است. در جدول ۳ مشخصات کلی مزارع منتخب ارائه گردیده است. در جدول ۴ تکنیک‌های اعمال شده و مصرف کود در مزارع آورده شده است. همچنین در شکل ۱۰ تا شکل ۲۱ موقعیت جغرافیایی مزارع پایش اصلی نشان داده شده است.

جدول ۳- مشخصات و سایر ویژگی‌های مزارع منتخب باغ و کشت بهاره آذربایجان شرقی

کد مزرعه	نام بهره‌بردار	شهرستان	تیمار/شاهد	مساحت (هکتار)	روش آبیاری	نوع محصول	رقم	آرایش کاشت (متر×متر)
99EastS ₁	علی منظوری	سراب	تیمار	۰/۲۹	شیاری	سیب زمینی	جلی	۰/۲۱×۰/۷
99EastS ₁	علی منظوری	سراب	شاهد	۰/۲۷	کرتی	سیب زمینی	جلی	۰/۳۲×۰/۷۵
99EastS ₂	قدرت نجف زاده	سراب	تیمار	۰/۱۳	شیاری	سیب	محلی	۵×۵
99EastS ₂	قدرت نجف زاده	سراب	شاهد	۰/۱۲	کرتی	سیب	محلی	۵×۵
99EastS ₃	یدالله منظوری	سراب	تیمار	۰/۲۶	شیاری	سیب	محلی	۵×۵
99EastS ₃	یدالله منظوری	سراب	شاهد	۰/۳۴	کرتی	سیب	محلی	۵×۵
99EastS ₄	علی عبدالله نژاد	آذرشهر	تیمار	۰/۱	شیاری	گوجه سبز	مراغه	۵×۵
99EastS ₄	علی عبدالله نژاد	آذرشهر	شاهد	۰/۰۴	کرتی	گوجه سبز	مراغه	۵×۵
99EastS ₅	اکبر حسینقلیزاده	آذرشهر	تیمار	۰/۰۸	شیاری	گوجه	مراغه	۴×۵

جدول ۳- مشخصات و سایر ویژگی‌های مزارع منتخب باغ و کشت بهاره آذربایجان شرقی

کد مزرعه	نام بهره‌بردار	شهرستان	تیمار/شاهد	مساحت (هکتار)	روش آبیاری	نوع محصول	رقم	آرایش کاشت (متر×متر)
99EastS ₅	اکبر حسینقلیزاده	آذرشهر	شاهد	۰/۱	کرتی	سبز گوجه	مراغه	۴×۵
99EastS ₆	حسین عبدالله نژاد	آذرشهر	تیمار	۰/۱۶	شیاری	سبز گوجه	مراغه	۵×۵
99EastS ₆	حسین عبدالله نژاد	آذرشهر	شاهد	۰/۱۷	کرتی	سبز گوجه	مراغه	۵×۵
99EastS ₇	محمود شفیعی	اسکو	تیمار	۰/۰۹	شیاری	سبز گوجه	مراغه	۴×۵
99EastS ₇	محمود شفیعی	اسکو	شاهد	۰/۱۱	کرتی	سبز گوجه	مراغه	۴×۵
99EastS ₈	حبیب احمدی	اسکو	تیمار	۰/۱۷	جوی و پشته	گوجه فرنگی	سوپر چف	۰/۴۵×۰/۵
99EastS ₈	حبیب احمدی	اسکو	شاهد	۰/۰۷	جوی و پشته	گوجه فرنگی	سوپر چف	۰/۴۰×۰/۵
99EastS ₉	ناصر مظفر	ملکان	تیمار	۰/۱۹	شیاری	سیب	دلشیز+گلدن رد	۶×۶
99EastS ₉	ناصر مظفر	ملکان	شاهد	۰/۱۲	کرتی	سیب	رد دلشیز	۶×۶
99EastS ₁₀	علی آذر پیکان	عجب شیر	تیمار	۰/۱	شیاری	بادام	اصفهان	۲×۳
99EastS ₁₀	علی آذر پیکان	عجب شیر	شاهد	۰/۳	کرتی	بادام	اصفهان	۲×۳
99EastS ₁₁	یوسف مصطفوی	عجب شیر	تیمار	۱	تیپ	پیاز	الینا	۰/۰۸×۰/۱۲
99EastS ₁₁	یوسف مصطفوی	عجب شیر	شاهد	۱	کرتی	پیاز	الینا	۰/۰۸×۰/۱۲
99EastS ₁₂	حسنعلی سلیمی	ملکان	تیمار	۰/۲۲	تیپ	گوجه فرنگی	کارن	۰/۴۰×۱/۸
99EastS ₁₂	حسنعلی سلیمی	ملکان	شاهد	۰/۴۱	تیپ	گوجه فرنگی	کارن	۰/۳۰×۱/۴

جدول ۴- تکنیک‌های بکار رفته و کود مصرفی مزارع باغ و کشت بهاره آذربایجان شرقی

کد مزرعه	تیمار/شاهد	تکنیک‌های اعمال شده	کود
99EastS ₁	تیمار	کولتیواتور، مبارزه با علف هرز، محلولپاشی، هرس و آبیاری شیاری	اوره
99EastS ₁	شاهد	آبیاری کرتی	اوره
99EastS ₂	تیمار	کولتیواتور، محلولپاشی، هرس و آبیاری شیاری	کود پوسیده دامی، سولفات آمونیوم، سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم، سولفات منیزیم، گوگرد گرانوله، سولفات روی، سولفات آهن، اسید بوریک

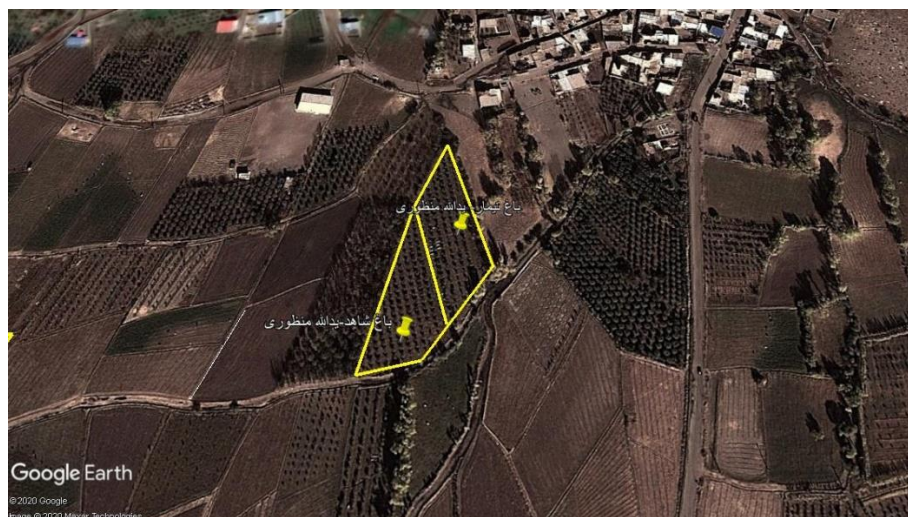
جدول ۴- تکنیک‌های بکار رفته و کود مصرفی مزارع باغ و کشت بهاره آذربایجان شرقی

کودمزرعه	تیمار/شاهد	تکنیک‌های اعمال شده	کود
99EastS ₂	شاهد	آبیاری کرتی	کودی مصرف نشده است
99EastS ₃	تیمار	مبارزه با علف هرز، کاشت با غده کار و آبیاری شیار	کود پوسیده دامی، سولفات آمونیوم، سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم، سولفات منیزیم، گوگرد گرانوله، سولفات روی، آهن، اسید بوریک کودی مصرف نشده است
99EastS ₃	شاهد	کاشت دستی و آبیاری کرتی	کودی مصرف نشده است
99EastS ₄	تیمار	استفاده از روتیواتور، محلولپاشی، هرس و آبیاری شیار	اروه، کود الی، سوپر فسفات تریپل
99EastS ₄	شاهد	آبیاری کرتی	کود حیوانی
99EastS ₅	تیمار	استفاده از روتیواتور، محلولپاشی، هرس و آبیاری شیار	اروه، کود الی (کمپوست)، سوپر فسفات تریپل
99EastS ₅	شاهد	آبیاری کرتی	کود حیوانی
99EastS ₆	تیمار	استفاده از روتیواتور، محلولپاشی، هرس و آبیاری شیار	اروه، کود الی
99EastS ₆	شاهد	آبیاری کرتی	کود حیوانی
99EastS ₇	تیمار	استفاده از روتیواتور، محلولپاشی، هرس و آبیاری شیار	فروت ست، اوره، سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم، گوگرد گرانوله، سولفات روی، کود حیوانی، اسید آمینه و سولوپتاس، اسید هیومیک، سکسترون آهن
99EastS ₇	شاهد	استفاده از روتیواتور و آبیاری کرتی	فروت ست، اسید آمینه و سولوپتاس، اسید هیومیک، سکسترون آهن
99EastS ₈	تیمار	کشت نشائی، کشت دو ردیف روی یک پشته، آبیاری یک در میان جویچه ها و محلولپاشی	کود حیوانی کاملاً پوسیده، گوگرد گرانوله، اوره، مونو آمونیوم فسفات، سولوپتاس، اسید هیومیک
99EastS ₈	شاهد	کشت نشائی، کشت یک ردیف روی یک پشته و آبیاری همه جویچه ها	اسید هیومیک
99EastS ₉	تیمار	آبیاری شیار	اروه، سولفات آمونیوم، سولفات پتاسیم، سولفات فسفات تریپل، سولفات روی، کود حیوانی، اوره، سولفات پتاسیم
99EastS ₉	شاهد	آبیاری کرتی	فروت ست، هیومکس، ریزمغذی (روی، بور، مس، منگنز)، کود مایع، کود دامی
99EastS ₁₀	تیمار	کولتیواتور، چالکود، محلولپاشی، هرس و آبیاری شیار	کود دامی، اوره، سوپر فسفات تریپل
99EastS ₁₀	شاهد	آبیاری کرتی	اروه، سوپر فسفات پتاسیم، هیومیک اسید، کودهای ریز مغذی شامل (روی، بوی مس، منگنز)، کود مرغی
99EastS ₁₁	تیمار	خاک ورزی حفاظتی، تسطیح با لولر، کاشت نشاء، آبیاری تیپی	اروه، سوپر فسفات پتاسیم، هیومکس
99EastS ₁₁	شاهد	کاشت دستی، کاشت نشاء، آبیاری کرتی	اروه، سوپر فسفات پتاسیم، هیومکس
99EastS ₁₂	تیمار	کشت نشائی، استفاده از کود دامی جهت افزایش ظرفیت نگهداری خاک، آبیاری نواری تیپ، کشت دو دیفه زیگزاگی، برنامه ریزی آبیاری	اروه، گوگرد گرانوله، سوپر فسفات تریپل، کود حیوانی

جدول ۴- تکنیک‌های بکار رفته و کود مصرفی مزارع باغ و کشت بهاره آذربایجان شرقی

کود	تکنیک‌های اعمال شده	تیمار/شاهد	کد مزرعه
اوره، گوگرد گرانوله، سوپرفسفات تریپل، کود حیوانی	کشت نشائی، استفاده از کود دامی جهت افزایش ظرفیت نگهداری خاک، آبیاری نواری تیپ، کشت یک ردیفه	شاهد	99EastS ₁₂

شکل ۱۰- موقعیت جغرافیایی مزرعه سیب زمینی 99EastS₁شکل ۱۱- موقعیت جغرافیایی مزرعه سیب 99EastS₂



شکل ۱۲- موقعیت جغرافیایی مزرعه سیب 99EastS₃



شکل ۱۳- موقعیت جغرافیایی مزرعه گوجه‌سبز 99EastS₄



شکل ۱۴- موقعیت جغرافیایی مزرعه گوجه‌سبز 99EastS₅



شکل ۱۵- موقعیت جغرافیایی مزرعه گوجه‌سبز 99EastS₆



شکل ۱۶- موقعیت جغرافیایی مزرعه گوجه‌سبز 99EastS₇



شکل ۱۷- موقعیت جغرافیایی مزرعه گوجه فرنگی 99EastS₈



شکل ۱۸- موقعیت جغرافیایی مزرعه سیب 99EastS₉



شکل ۱۹- موقعیت جغرافیایی مزرعه بادام 99EastS₁₀



شکل ۲۰- موقعیت جغرافیایی مزرعه پیاز 99EastS₁₁



شکل ۲۱- موقعیت جغرافیایی مزرعه گوجه‌فرنگی 99EastS₁₂

۳-۲-۳- سایت‌های انتخابی جهت پایش مزارع کشت پاییزه در آذربایجان غربی

در استان آذربایجان غربی انتخاب مزارع پایلوت و پایش آن‌ها بر اساس مشخصات فیزیکی و هندسه‌ی زمین، نوع کشت، مدیریت مرسوم و منبع تأمین آب صورت گرفت تا هر مزرعه معرف آن منطقه می‌باشد. انتخاب مزارع جهت برآورد راندمان کاربرد آب بر مبنای روش‌های آبیاری، مشخصات خاک، نوع مدیریت زارعین و نوع محصولات انجام شد. در استان آذربایجان غربی ۸ مزرعه کشت پاییزه برای پایش اصلی عملیات اجرایی تیم پایش در شهرستان‌های میاندوآب، مهاباد، نقده و ارومیه انتخاب شد که هر یک از این مزارع به دو بخش تیمار و شاهد تقسیم شدند. عملیات پایش آن توسط کارشناسان شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان غربی صورت گرفته است. در جدول ۵ مشخصات کلی مزارع منتخب ارائه گردیده است. در جدول ۶ تکنیک‌های اعمال شده و مصرف کود در مزارع آورده شده است. همچنین در شکل ۲۲ تا شکل ۲۹ موقعیت جغرافیایی مزارع پایش اصلی نشان داده شده است.

جدول ۵- مشخصات و سایر ویژگی‌های مزارع منتخب کشت پاییزه آذربایجان غربی

کد مزرعه	نام بهره‌بردار	شهرستان	تیمار/شاهد	مساحت (هکتار)	روش آبیاری	نوع محصول	رقم	میزان بذری (کیلوگرم در هکتار)
99WestW ₁	آقاجان رخشان	میاندوآب	تیمار	۰/۵	جویچه‌ای	گندم	میهن	۲۲۰
99WestW ₁	آقاجان رخشان	میاندوآب	شاهد	۰/۱	نواری	گندم	میهن	۲۸۰
99WestW ₂	مولود صمدی	میاندوآب	تیمار	۰/۶	جویچه‌ای	گندم	میهن	۱۵۰
99WestW ₂	مولود صمدی	میاندوآب	شاهد	۰/۹	نواری	گندم	میهن	۱۸۰
99WestW ₃	جلال شادکام	میاندوآب	تیمار	۰/۴۹	جویچه‌ای	گندم	میهن	۲۶۰
99WestW ₃	جلال شادکام	میاندوآب	شاهد	۰/۴	نواری	گندم	میهن	۲۶۰
99WestW ₄	حیدر محمدی	میاندوآب	تیمار	۱/۲	جویچه‌ای	گندم	پیشگام	۲۴۰
99WestW ₄	سلام نصیری	میاندوآب	شاهد	۰/۷	نواری	گندم	پیشگام	۱۵۵
99WestW ₅	خالد پیره	مهاباد	تیمار	۰/۴۲	تیپ	گندم	پیشگام	۲۳۰
99WestW ₅	خالد پیره	مهاباد	شاهد	۰/۷۲	نواری	گندم	پیشگام	۲۳۰

جدول ۵- مشخصات و سایر ویژگی‌های مزارع منتخب کشت پاییزه آذربایجان غربی

کد مزرعه	نام بهره‌بردار	شهرستان	تیمار/شاهد	مساحت (هکتار)	روش آبیاری	نوع محصول	رقم	میزان بذری (کیلوگرم در هکتار)
99WestW ₆	شورش بالغی	مهاباد	تیمار	۰/۱	بارانی	گندم	پیشگام	۲۳۵
99WestW ₆	شورش بالغی	مهاباد	شاهد	۰/۹	بارانی	گندم	پیشگام	۲۳۵
99WestW ₇	حسن زایر	نقده	تیمار	۱	جویچه‌ای	گندم	پیشگام	۲۰۰
99WestW ₇	حسن زایر	نقده	شاهد	۲	نواری	گندم	پیشگام	۲۱۰
99WestW ₈	محمد رضا پورمقدم	ارومیه	تیمار	۰/۷۵	جویچه‌ای	گندم	پیشگام	۲۰۰
99WestW ₈	محمد رضا پورمقدم	ارومیه	شاهد	۰/۱۵	نواری	گندم	پیشگام	۲۰۰

جدول ۶- تکنیک‌های بکار رفته و کود مصرفی مزارع کشت پاییزه آذربایجان غربی

کد مزرعه	تیمار/شاهد	تکنیک‌های اعمال شده	کود
99WestW ₁	تیمار	عملیات تسطیح، برگرداندن بقایای گیاهی، تغییر آرایش کشت (رایزید)، برنامه‌ریزی آبیاری، شخم	کود اوره، کود سوپرفسفات تریپل، کود سولفات پتاسیم، گوگرد گرانول
99WestW ₁	شاهد	تسطیح، شخم	کودی مصرف نشده است
99WestW ₂	تیمار	عملیات تسطیح، برگرداندن بقایای گیاهی، تغییر آرایش کشت (رایزید)، برنامه‌ریزی آبیاری، شخم با گاواهن برگردان دار، بذری مالی با اسید هومیک فولیک فولمکس	کود اوره، کود سوپرفسفات تریپل، کود سولفات پتاسیم، گوگرد گرانول
99WestW ₂	شاهد	شخم با گاواهن برگردان دار، تسطیح، بذری مالی با اسید هومیک فولیک فولمکس	کود اوره، کود سوپرفسفات تریپل، کود سولفات پتاسیم، گوگرد گرانول
99WestW ₃	تیمار	عملیات تسطیح، برگرداندن بقایای گیاهی، تغییر آرایش کشت (رایزید)، برنامه‌ریزی آبیاری، آزمون خاک و توصیه دهی براساس نتایج آزمون خاک، عملیات تسطیح (تسطیح با لولر)، بذری مالی با اسید هومیک و فولیک اسید	کود اوره، کود سوپرفسفات تریپل
99WestW ₃	شاهد	آزمون خاک و توصیه دهی براساس نتایج آزمون خاک، عملیات تسطیح (تسطیح با لولر)	کود اوره، کود سوپرفسفات تریپل
99WestW ₄	تیمار	عملیات تسطیح، برگرداندن بقایای گیاهی، تغییر آرایش کشت (رایزید)، برنامه‌ریزی آبیاری، بذری مالی، کردن با کود های زیستی	کود اوره، کود سوپرفسفات تریپل، گوگرد گرانول، اسید هیومیک، کود دامی، باسیلار (کود زیستی)
99WestW ₄	شاهد	عملیات تسطیح، برگرداندن بقایای گیاهی، کشت با خطی کار	کود اوره، کود سوپرفسفات تریپل، گوگرد گرانول، کود دامی
99WestW ₅	تیمار	عملیات تسطیح، برگرداندن بقایای گیاهی، تغییر آرایش کشت (رایزید)، برنامه‌ریزی آبیاری، مدیریت زمان آبیاری بارانی، دستگاه کارنده کمبینات، زیرشکنی و لولر	کود اوره، اسید هیومیک و عصاره جلبک دریایی، میکروکمپلکس (روی، آهن، منگنز، گوگرد، مس و عوامل کمپلکس کننده)
99WestW ₅	شاهد	عملیات تسطیح، برگرداندن بقایای گیاهی، زیرشکنی و لولر	کود اوره، اسید هیومیک و عصاره جلبک دریایی، میکروکمپلکس (روی، آهن، منگنز، گوگرد، مس و عوامل کمپلکس کننده)

کد مزرعه	تیمار/شاهد	تکنیک‌های اعمال شده	کود
99WestW ₆	تیمار	عملیات تسطیح با لولر، چیزل، برگرداندن بقایای گیاهی، تغییر آرایش کشت (رایزبد)، برنامه‌ریزی آبیاری، مدیریت زمان آبیاری بارانی	کود اوره، کود سوپرفسفات تریپل،
99WestW ₆	شاهد	عملیات تسطیح با لولر، چیزل، برگرداندن بقایای گیاهی	کود اوره، کود سوپرفسفات تریپل،
99WestW ₇	تیمار	عملیات تسطیح، برگرداندن بقایای گیاهی، تغییر آرایش کشت (رایزبد)، برنامه‌ریزی آبیاری، بذرمال با اسید هیومیک و کلات، چیزل	سولفات پتاسیم، مایکوروت بذر مال، اسید هیومیک
99WestW ₇	شاهد	کشت با کمینات، چیزل	کودی مصرف نشده است
99WestW ₈	تیمار	عملیات تسطیح، برگرداندن بقایای گیاهی، تغییر آرایش کشت (رایزبد)، برنامه‌ریزی آبیاری، کاشت با ردیف کار، حذف علف هرز	کود دامی پوسیده، کود بیو گوگرد پودری (دارای تیوباسیلوس)، کود سولفات روی، کود سولفات منگنز، مایکورت، آگروهیومیک
99WestW ₈	شاهد	حذف علف هرز	کود اوره، کود مرکب TEEDTA، کود میکرو کامل، آگروهیومیک



شکل ۲۲- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99WestW₁



شکل ۲۳- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99WestW₂



شکل ۲۴- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99WestW₃



شکل ۲۵- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99WestW₄



شکل ۲۶- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99WestW₅

شکل ۲۷- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99WestW₆شکل ۲۸- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99WestW₇



شکل ۲۹- موقعیت جغرافیایی مزرعه گندم 99WestW₈

۳-۲-۴- سایت‌های انتخابی جهت پایش مزارع کشت بهاره در آذربایجان غربی

در راستای ارزیابی اعمال تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در مزرعه، ۴۱ مزرعه کشت بهاره و باغ برای پایش اصلی عملیات اجرایی تیم پایش در شهرستان‌های میاندوآب، مهاباد، نقده و ارومیه استان آذربایجان غربی انتخاب شد که هر یک از این مزارع به دو بخش تیمار و شاهد تقسیم شدند. عملیات پایش آن توسط کارشناسان شرکت-های فنی و مهندسی آذربایجان غربی و دانشگاه ارومیه صورت گرفته است. در جدول ۷ مشخصات کلی مزارع منتخب ارائه گردیده است. در جدول ۸ تکنیک‌های اعمال شده و مصرف کود در مزارع آورده شده است. همچنین در شکل ۳۰ تا شکل ۷۲ موقعیت جغرافیایی مزارع پایش اصلی نشان داده شده است.

جدول ۷- مشخصات و سایر ویژگی‌های مزارع منتخب باغ و کشت بهاره آذربایجان غربی

کد مزرعه	نام بهره‌بردار	شهرستان	تیمار/شاهد	مساحت (هکتار)	روش آبیاری	نوع محصول	رقم	آرایش کاشت (متر×متر)
99WestMS ₁	تاج‌الدین مصطفوی	ارومیه	تیمار	۰/۰۲	قطره‌ای زیرسطحی	انگور	سفید بی‌دانه	*
99WestMS ₁	تاج‌الدین مصطفوی	ارومیه	شاهد	۰/۰۳۶	شیاری	انگور	سفید بی‌دانه	*
99WestMS ₂	خالد پیروز	مهاباد	تیمار	۰/۵	تیپ	چغندر قند	کاستیل	۹×۵۰
99WestMS ₂	خالد پیروز	مهاباد	شاهد	۱/۷	غرقابی و بارانی	چغندر قند	کاستیل	۹×۵۰
99WestS ₁	کلام رستم‌پور	میاندوآب	تیمار	۰/۲۵	جویچه‌ای	گوجه‌فرنگی	سوپراستون	۰/۲×۱/۲۰
99WestS ₁	کلام رستم‌پور	میاندوآب	شاهد	۰/۲۵	جویچه‌ای	گوجه‌فرنگی	سوپراستون	۰/۲×۱/۱۰
99WestS ₂	امران ملکی	میاندوآب	تیمار	۰/۵	جویچه‌ای	گوجه‌فرنگی	سوپراستون	۰/۲×۱/۲۰
99WestS ₂	امران ملکی	میاندوآب	شاهد	۰/۵	جویچه‌ای	گوجه‌فرنگی	سوپراستون	۰/۲×۱/۱۰
99WestS ₃	رحیم رحیمی	میاندوآب	تیمار	۰/۵	تیپ	گوجه‌فرنگی	سوپراستون	۰/۲×۱/۱۰

جدول ۷- مشخصات و سایر ویژگی‌های مزارع منتخب باغ و کشت بهاره آذربایجان غربی

کد مزرعه	نام بهره‌بردار	شهرستان	تیمار/شاهد	مساحت (هکتار)	روش آبیاری	نوع محصول	رقم	آرایش کاشت (متر×متر)
99WestS ₃	رحیم رحیمی	میاندوآب	شاهد	۰/۵	جویچه‌ای	گوجه‌فرنگی	سوپراستون	۰/۲×۱/۲۰
99WestS ₄	عباس مینایی	میاندوآب	تیمار	۰/۱	تیپ	گوجه‌فرنگی	رجیستون	*
99WestS ₄	عباس مینایی	میاندوآب	شاهد	۰/۷	جویچه‌ای	گوجه‌فرنگی	رجیستون	*
99WestS ₅	عیسی محمودی	میاندوآب	تیمار	۰/۳	شیاری دوطرفه	هلو و شلیل	مغان	۳×۴/۵
99WestS ₅	عیسی محمودی	میاندوآب	شاهد	۱/۲	نواری	هلو و شلیل	مغان	۳×۴/۵
99WestS ₆	سبحان محمودی	میاندوآب	تیمار	۰/۳	شیاری دوطرفه	سیب	رد دلشیز و گلدن دلشیز	۳×۴
99WestS ₆	سبحان محمودی	میاندوآب	شاهد	۰/۵	نواری	سیب	رد دلشیز و گلدن دلشیز	۳×۴
99WestS ₇	کیوان کوسی	میاندوآب	تیمار	۰/۴	تیپ	گوجه‌فرنگی	سوپراستون	۰/۴×۱/۶
99WestS ₇	کیوان کوسی	میاندوآب	شاهد	۰/۳	جویچه‌ای	گوجه‌فرنگی	سوپراستون	۰/۵×۱/۵
99WestS ₈	اسعد احمدی	میاندوآب	تیمار	۱	جویچه‌ای	چغندر قند	سمنتا	۰/۴×۰/۶
99WestS ₈	اسعد احمدی	میاندوآب	شاهد	۱	نواری	چغندر قند	سمنتا	۰/۴×۰/۶
99WestS ₉	مهران احمدی	میاندوآب	تیمار	۱	شیاری دوطرفه	سیب	گلدن ورد	۷/۵×۹
99WestS ₉	مهران احمدی	میاندوآب	شاهد	۱	نواری	سیب	گلدن ورد	۷/۵×۹
99WestS ₁₀	عارف امینی	میاندوآب	تیمار	۰/۲۵	جویچه‌ای دوطرفه	گوجه‌فرنگی	سوپراستون	۰/۳×۰/۸۵
99WestS ₁₀	عارف امینی	میاندوآب	شاهد	۰/۲	جویچه‌ای تک‌ردیفه	گوجه‌فرنگی	سوپراستون	۰/۳×۰/۸۵
99WestS ₁₁	یوسف نژاد محمد	میاندوآب	تیمار	۰/۲۷	تیپ	گوجه‌فرنگی	سوپراستون	۰/۳×۰/۸۵
99WestS ₁₁	یوسف نژاد محمد	میاندوآب	شاهد	۰/۰۳	نواری	گوجه‌فرنگی	سوپراستون	۰/۳×۰/۸۵
99WestS ₁₂	حاجی زاده	میاندوآب	تیمار	۰/۳۷	شیاری دوطرفه	هلو	آلبرتا	۰/۶۵×۲/۵
99WestS ₁₂	حاجی زاده	میاندوآب	شاهد	۰/۰۳	نواری	هلو	آلبرتا	۰/۶۵×۲/۵
99WestS ₁₃	پنجعلی جمالی	میاندوآب	تیمار	۰/۵	جویچه‌ای	چغندر قند	دوروتی	۰/۴×۰/۶
99WestS ₁₃	پنجعلی جمالی	میاندوآب	شاهد	۰/۵	نواری	چغندر قند	دوروتی	۰/۴×۰/۶
99WestS ₁₄	علی اکبری	میاندوآب	تیمار	۰/۳۲	شیاری دوطرفه	سیب	رد دلشیز	۶×۶
99WestS ₁₄	علی اکبری	میاندوآب	شاهد	۰/۳۵	شیاری یک‌طرفه	سیب	رد دلشیز	۶×۶
99WestS ₁₅	میکائیل سلیمان‌وند	میاندوآب	تیمار	۰/۲	شیاری دوطرفه	آلو	سانتریزه	۴×۴
99WestS ₁₅	میکائیل سلیمان‌وند	میاندوآب	شاهد	۰/۶	نواری	آلو	سانتریزه	۴×۴
99WestS ₁₆	بایرام فیروزی	میاندوآب	تیمار	۰/۰۹	شیاری دوطرفه	انگور	کشمشی	۲×۴

جدول ۷- مشخصات و سایر ویژگی‌های مزارع منتخب باغ و کشت بهاره آذربایجان غربی

کد مزرعه	نام بهره‌بردار	شهرستان	تیمار/شاهد	مساحت (هکتار)	روش آبیاری	نوع محصول	رقم	آرایش کاشت (متر×متر)
99WestS ₁₆	بایرام فیروزی	میاندوآب	شاهد	۰/۷۸	شیاری یک‌طرفه	انگور	کشمشی	۲×۴
99WestS ₁₇	یوسف رستم نژاد	مهاباد	تیمار	۰/۱۵	بارانی	چغندر قند	روزتا	۹×۵۰
99WestS ₁₇	یوسف رستم نژاد	مهاباد	شاهد	۰/۱۵	بارانی	چغندر قند	روزتا	۹×۵۰
99WestS ₁₈	محمد شایان	مهاباد	تیمار	۰/۴	تیپ	ذرت	۷۰۴ مغان	۹×۷۵
99WestS ₁₈	محمد شایان	مهاباد	شاهد	۰/۱	جویچه‌ای	ذرت	۷۰۴ مغان	۹×۷۵
99WestS ₁₉	قاسم شادمان	مهاباد	تیمار	۰/۳	شیاری دو طرفه	سیب	زرد و قرمز	۶×۶
99WestS ₁₉	قاسم شادمان	مهاباد	شاهد	۱	نواری	سیب	زرد و قرمز	۶×۶
99WestS ₂₀	سهراب مختاری فر	مهاباد	تیمار	۰/۳۳	نشتی حلقوی	سیب	زرد و قرمز لبنانی	۶×۶
99WestS ₂₀	سهراب مختاری فر	مهاباد	شاهد	۵/۸۷	قطره‌ای	سیب	زرد و قرمز لبنانی	۶×۶
99WestS ₂₁	عمر رسولی مقدم	مهاباد	تیمار	۰/۷	بارانی	چغندر قند	ریزوفر	۰/۲×۰/۵
99WestS ₂₁	ناصر یونسی	مهاباد	شاهد	۲	نواری	چغندر قند	توکان	۰/۱۴×۰/۵
99WestS ₂₂	محمد رحمانی	مهاباد	تیمار	۳	بارانی	چغندر قند	بالو	۰/۱×۰/۵
99WestS ₂₂	محمد رحمانی	مهاباد	شاهد	۲/۹	بارانی	چغندر قند	بالو	۰/۱×۰/۵
99WestS ₂₃	بهروز عبدالله‌زاده	نقده	تیمار	۰/۰۵	نواری	چغندر قند	پیرولا	۰/۲×۰/۵
99WestS ₂₃	بهروز عبدالله‌زاده	نقده	شاهد	۱/۴۵	نواری	چغندر قند	پیرولا	۰/۱۳×۰/۵
99WestS ₂₄	داود عزیزی	نقده	تیمار	۱	شیاری دو طرفه	سیب	قرمز و زرد	۷×۷
99WestS ₂₄	داود عزیزی	نقده	شاهد	۱	نواری	سیب	قرمز و زرد	۷×۷
99WestS ₂₅	سلیم حسین بیگی	نقده	تیمار	۲/۳	شیاری دو طرفه	سیب	قرمز و زرد	۷×۷
99WestS ₂₅	سلیم حسین بیگی	نقده	شاهد	۲/۳	نواری	سیب	قرمز و زرد	۷×۷
99WestS ₂₆	حمید حسینی	نقده	تیمار	۰/۵	جویچه‌ای	کدو	گوشتی چمباتمه‌ای	۰/۳×۰/۷۵
99WestS ₂₆	حمید حسینی	نقده	شاهد	۰/۵	جویچه‌ای	کدو	گوشتی چمباتمه‌ای	۰/۳×۰/۷۵
99WestS ₂₇	یوسف حسینی	نقده	تیمار	۰/۲	جویچه‌ای	کدو	گوشتی چمباتمه‌ای	۰/۳×۰/۷۵
99WestS ₂₇	یوسف حسینی	نقده	شاهد	۰/۸	جویچه‌ای	کدو	گوشتی چمباتمه‌ای	۰/۳×۰/۷۵
99WestS ₂₈	توحید حسینی	نقده	تیمار	۰/۰۹	شیاری دو طرفه	سیب	رد گلدن	۷×۷
99WestS ₂₈	توحید حسینی	نقده	شاهد	۰/۹۱	نواری	سیب	رد گلدن	۷×۷
99WestS ₂₉	داود حسینی	نقده	تیمار	۰/۱	شیاری	انگور	سفید بی‌دانه	۴×۴/۵
99WestS ₂₉	داود حسینی	نقده	شاهد	۰/۱	شیاری	انگور	سفید بی‌دانه	۴×۴/۵

جدول ۷- مشخصات و سایر ویژگی‌های مزارع منتخب باغ و کشت بهاره آذربایجان غربی

کد مزرعه	نام بهره‌بردار	شهرستان	تیمار/شاهد	مساحت (هکتار)	روش آبیاری	نوع محصول	رقم	آرایش کاشت (متر×متر)
99WestS ₃₀	میثم یوسفی	ارومیه	تیمار	۰/۴۳	جویچه‌ای	کدو	آجیلی	۰/۴۵×۱/۱
99WestS ₃₀	میثم یوسفی	ارومیه	شاهد	۰/۰۵	نواری	کدو	آجیلی	۰/۴۵×۰/۵
99WestS ₃₁	محمدسعیدرزاقزاده	ارومیه	تیمار	۰/۸۹	جویچه‌ای	کدو	آجیلی	۰/۴۵×۱/۱
99WestS ₃₁	محمدسعیدرزاقزاده	ارومیه	شاهد	۰/۰۵	نواری	کدو	آجیلی	۰/۴۵×۰/۵
99WestS ₃₂	مسعود رزاقزاده	ارومیه	تیمار	۰/۶	شیاری دوطرفه	آلو	کالیفرنیا	۴×۴
99WestS ₃₂	مسعود رزاقزاده	ارومیه	شاهد	۰/۲	نواری	آلو	کالیفرنیا	۴×۴
99WestS ₃₃	سعید بایرامزاده	ارومیه	تیمار	۰/۳۸	نواری	زردآلو	عسگرآباد	۶×۶
99WestS ₃₃	علی یوسفزاده	ارومیه	شاهد	۰/۴۴	نواری	زردآلو	عسگرآباد- مشهد زودرس	۶×۶
99WestS ₃₄	مهدی نوراسمعی	ارومیه	تیمار	۱/۳۲	قطره‌ای	شلیل	کالیفرنیا	۲×۳
99WestS ₃₄	بهزاد طالبی	ارومیه	شاهد	۰/۴۴	شیاری دوطرفه	شلیل	آبرتا	۳×۳
99WestS ₃₅	علیرضا رضازاده	ارومیه	تیمار	۰/۴۲	شیاری دوطرفه	زردآلو	زردآلو	۶×۶
99WestS ₃₅	علیرضا رضازاده	ارومیه	شاهد		نواری	زردآلو	زردآلو	۶×۶
99WestS ₃₆	محمد رضائیموری	ارومیه	تیمار	۰/۳۸	شیاری دوطرفه	آلو	کالیفرنیا	۳×۴
99WestS ₃₆	میکائیل علیزاده	ارومیه	شاهد	۰/۱	نواری	آلو	کالیفرنیا	۳×۳
99WestS ₃₇	سعید صمدپور قرااعلایی	ارومیه	تیمار	۰/۳۰	قطره‌ای	کدو	آجیلی	۰/۴×۱/۳۳
99WestS ₃₇	سعید صمدپور قرااعلایی	ارومیه	شاهد	۰/۲۳	قطره‌ای	کدو	آجیلی	۰/۴×۱/۳۳
99WestS ₃₈	ناصر حاجی آقازاده	ارومیه	تیمار	۰/۱۵	شیاری دوطرفه	سیب	رد دلشز گلدن دلشز	۶×۶
99WestS ₃₈	ناصر حاجی آقازاده	ارومیه	شاهد	۰/۳۸	نواری	سیب	رد دلشز گلدن دلشز	۶×۶
99WestS ₃₉	امیرعلی حاجی آقازاده	ارومیه	تیمار	۰/۰۸	شیاری دوطرفه	سیب	رد دلشز گلدن دلشز	۳/۵×۴
99WestS ₃₉	امیرعلی حاجی آقازاده	ارومیه	شاهد	۰/۴۴	نواری	سیب	رد دلشز و گلدن دلشز	۳/۵×۴
99WestS ₄₀	کریم کریمی	ارومیه	تیمار	۰/۴۳	نشتی حلقوی	سیب	رد دلشز گلدن دلشز	۳×۳
99WestS ₄₀	کریم کریمی	ارومیه	شاهد	۰/۴۶	نواری	سیب	رد دلشز گلدن دلشز	۳×۳
99WestS ₄₁	نباتعلی قربان	ارومیه	تیمار	۰/۲	شیاری	سیب	رد دلشز گلدن	۶×۴

جدول ۷- مشخصات و سایر ویژگی‌های مزارع منتخب باغ و کشت بهاره آذربایجان غربی

کد مزرعه	نام بهره‌بردار	شهرستان	تیمار/شاهد	مساحت (هکتار)	روش آبیاری	نوع محصول	رقم	آرایش کاشت (متر×متر)
99WestS ₄₁	نژاد نباتعلی قربان نژاد	ارومیه	شاهد	۰/۳۳	دوطرفه نواری	سیب	رد دلشیز و گلدن دلشیز	۷×۴

* توسط شرکت اعلام نشده است.

جدول ۸- تکنیک‌های بکار رفته و کود مصرفی مزارع باغ و کشت بهاره آذربایجان غربی

کد مزرعه	تیمار/شاهد	تکنیک‌های اعمال شده	کود
99WestMS ₁	تیمار	تغییر روش آبیاری از شیاری به قطره‌ای زیرسطحی و برنامه‌ریزی آبیاری	***
99WestMS ₁	شاهد	-	***
99WestMS ₂	تیمار	تغییر روش آبیاری از غرقابی و بارانی به تیپ و برنامه‌ریزی آبیاری، تسطیح لیزری، چیلز، دستگاه کاشت، گاوآهن، شپیپر، خردکن	کود اوره جامد، آمینو اسید، کود اوره مایع، کود NPK
99WestMS ₂	شاهد	-	کودی مصرف نشده است
99WestS ₁	تیمار	تغییر آرایش کشت از تک‌ردیفه به دو ردیفه و کشت نشایی، تسطیح با لولر، استفاده از کودزیستی، استفاده از بذور گواهی شده	کود سوپرفسفات تریپل، کود گوگرد، اوره و سولفات پتاسیم
99WestS ₁	شاهد	کشت نشائی، تسطیح با لولر، استفاده از کودزیستی، استفاده از بذور گواهی شده	کود سوپرفسفات تریپل، کود گوگرد، اوره و سولفات پتاسیم
99WestS ₂	تیمار	تغییر آرایش کشت از تک‌ردیفه به دو ردیفه و کشت نشایی، تسطیح با لولر، استفاده از کودزیستی، استفاده از بذور گواهی شده	کود سوپرفسفات تریپل، کود گوگرد و اوره
99WestS ₂	شاهد	کشت نشائی، تسطیح با لولر، استفاده از کودزیستی، استفاده از بذور گواهی شده	کود سوپرفسفات تریپل، کود گوگرد و اوره
99WestS ₃	تیمار	تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به تیپ و کشت نشایی، تسطیح با لولر، استفاده از کودزیستی، استفاده از بذور گواهی شده	کود دامی پوسیده، کود سوپرفسفات تریپل، کود گوگرد گرانوله و اوره
99WestS ₃	شاهد	کشت نشائی، تسطیح با لولر، استفاده از کودزیستی، استفاده از بذور گواهی شده	کود دامی پوسیده، کود سوپرفسفات تریپل، کود گوگرد گرانوله و اوره
99WestS ₄	تیمار	تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به تیپ، تسطیح با لولر، کشت نشایی، استفاده از بذور گواهی شده	کودسولفات آمونیوم، کود گوگرد، سوپر فسفات، سولفات پتاسیم
99WestS ₄	شاهد	تسطیح با لولر، کشت نشایی، استفاده از بذور گواهی شده	کودسولفات آمونیوم، کود گوگرد، سولفات روی، سولفات آهن، سولفات پتاسیم
99WestS ₅	تیمار	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه	کود دی آمونیوم فسفات، کودسولفات آمونیوم، کود گوگرد، سولفات روی، سولفات آهن، سولفات پتاسیم
99WestS ₅	شاهد	-	کود دی آمونیوم فسفات، کودسولفات آمونیوم، کود گوگرد، سولفات روی، سولفات آهن، سولفات

جدول ۸- تکنیک‌های بکار رفته و کود مصرفی مزارع باغ و کشت بهاره آذربایجان غربی

کود	تکنیک‌های اعمال شده	تیمار/شاهد	کد مزرعه
پتاسیم			
کود دی آمونیوم فسفات، کود سولفات آمونیوم، کود گوگرد، سولفات روی، سولفات آهن، سولفات	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه	تیمار	99WestS ₆
پتاسیم	-	شاهد	99WestS ₆
باکتری تیوباسیلیوس، کود حیوانی			
کود سولفات آمونیوم و اسید هیومیک	تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به تیپ، برنامه‌ریزی آبیاری، رتیواتور، لولر، استفاده از کود زیستی	تیمار	99WestS ₇
کود سولفات آمونیوم	لولر	شاهد	99WestS ₇
کود سوپرفسفات تریپل و سولفات آمونیوم	تغییر روش آبیاری از نواری به جویچه‌ای و آرایش کاشت ۴۰×۶۰، زیرشکن، رتیواتور، لولر، وجین و خاک‌دهی پای بوته	تیمار	99WestS ₈
کود سوپرفسفات تریپل و سولفات آمونیوم	زیرشکن، رتیواتور، لولر	شاهد	99WestS ₈
فروت ست	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه، کوددهی بر اساس ازمون خاک، تسطیح	تیمار	99WestS ₉
فروت ست	کوددهی بر اساس ازمون خاک	شاهد	99WestS ₉
کود سوپرفسفات تریپل، سولفات روی، اوره، سولفات پتاسیم، گوگرد گرانوله، کود دامی (پوسیده)	تغییر آرایش کشت از تک‌ردیفه به دو ردیفه، خاک‌ورزی حفاظتی (شخم حفاظتی)، تسطیح، ایجاد جوی و پشته، کشت نشاء	تیمار	99WestS ₁₀
کود سوپرفسفات تریپل، سولفات روی، اوره، سولفات پتاسیم، گوگرد گرانوله، کود دامی (پوسیده)	کشت تک ردیفه،	شاهد	99WestS ₁₀
سولفات روی، گوگرد گرانوله، کود دامی (پوسیده)	تغییر روش آبیاری از نواری به تیپ، کشت نشاء، خاک‌ورزی حفاظتی (شخم حفاظتی)، تسطیح، سمپاشی (قارچ کش مانکوزب)، رها سازی زنبور براکون	تیمار	99WestS ₁₁
سولفات روی، گوگرد گرانوله، کود دامی (پوسیده)	کشت نشاء، خاک‌ورزی حفاظتی (شخم حفاظتی)، تسطیح، سمپاشی (قارچ کش مانکوزب)، رها سازی زنبور براکون	شاهد	99WestS ₁₁
دی آمونیوم فسفات، سولفات آمونیوم، سولفات روی، سولفات آهن، گوگرد گرانوله	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه، شخم زنی با دستگاه کولتیواتور برای حذف علف‌های هرز، سمپاشی، هرس سبز	تیمار	99WestS ₁₂
دی آمونیوم فسفات، سولفات آمونیوم، سولفات روی، سولفات آهن، گوگرد گرانوله	سمپاشی، هرس سبز	شاهد	99WestS ₁₂
سولفات آمونیوم، کود NPK	تغییر روش آبیاری از نواری به جویچه‌ای و آرایش کاشت ۴۰×۶۰، وجین کردن و خاک دهی پای بوته با دستگاه وجین کن، شخم زدن زمین با گاو آهن یک طرفه، تسطیح و صاف کردن زمین توسط لولر، اتو کشی و صاف کردن پشته‌ها با شبیر، کشت چغندر توسط بذرکار پنوماتیک چغندر	تیمار	99WestS ₁₃
کودی مصرف نشده است	-	شاهد	99WestS ₁₃
کود مایع (فروت ست)، سوپرفسفات تریپل،	تغییر روش آبیاری از شیاری یک‌طرفه به شیاری دوطرفه، شخم پای درخت، حذف علف‌های هرز	تیمار	99WestS ₁₄

جدول ۸- تکنیک‌های بکار رفته و کود مصرفی مزارع باغ و کشت بهاره آذربایجان غربی

کد مزرعه	تیمار/شاهد	تکنیک‌های اعمال شده	کود
99WestS ₁₄	شاهد	شخم پای درخت، حذف علف‌های هرز	سولفات آمونیم، سولفات روی، سولفات آهن، سولفات منیزیم
99WestS ₁₅	تیمار	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه، هرس زمستانه، هرس سبز، حذف علف‌های هرز، کولتیواتور زنی با تراکتور باغی، شیارزنی با تراکتور باغی	آمینواسید، میکروکامل، کود ۲۰-۲۰-۲۰
99WestS ₁₅	شاهد	هرس زمستانه، هرس سبز، حذف علف‌های هرز	سولفات آمونیم، سولفات روی، سولفات آهن، سولفات پتاسیم، اسید بوریک، گوگرد محلول پاشی کود مایع (آمینواسید، کود ۲۰-۲۰-۲۰، آهن، روی، منگنز)
99WestS ₁₆	تیمار	تغییر روش آبیاری از شیاری یک‌طرفه به شیاری دوطرفه، هرس زمستانه، هرس سبز، حذف علف‌های هرز	سولفات آمونیم، سولفات روی، سولفات آهن، سولفات پتاسیم، کود مایع فروت ست، آهن
99WestS ₁₆	شاهد	هرس زمستانه، هرس سبز، حذف علف‌های هرز	اسید بوریک، سولفو پتاس
99WestS ₁₇	تیمار	مدیریت زمان آبیاری بارانی، دستگاه کارنده، شیب، خرد کن، کوددهی براساس آزمون خاک	کود دامی، سوپرفسفات تریپل، سولفات آمونیم، اوره، کود میکرو کامل
99WestS ₁₇	شاهد	-	کودی مصرف نشده است
99WestS ₁₈	تیمار	تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به تیپ، برنامه‌ریزی آبیاری، ردیفکار پنوماتیک، لولر و رتیواتور، گاوا آهن	اسیدهیومیک و عصاره جلبک دریایی، کود NPK
99WestS ₁₈	شاهد	استفاده از لوله برای انتقال آب از محل چاه به مزرعه	کودی مصرف نشده است
99WestS ₁₉	تیمار	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه، هرس اصولی، رتیواتور، چپزل	چون سال ۹۶-۹۷ چال کود انجام شده و باغ نیز عملکرد نداشت، در سال زراعی ۹۸-۹۹ هیچ کودی مصرف نشد.
99WestS ₁₉	شاهد	-	چون سال ۹۶-۹۷ چال کود انجام شده و باغ نیز عملکرد نداشت، در سال زراعی ۹۸-۹۹ هیچ کودی مصرف نشد.
99WestS ₂₀	تیمار	تغییر روش آبیاری از نشتی حلقوی به قطره‌ای (بابلر)، هرس، حذف علف‌های هرز، مدیریت زمان آبیاری	کود دامی پوسیده، سولفات منگنز، سولفات پتاسیم، بیوگوگرد، سولفات روی، سولفات آهن
99WestS ₂₀	شاهد	-	کود دامی پوسیده، سولفات منگنز، سولفات پتاسیم، بیوگوگرد، سولفات روی، سولفات آهن
99WestS ₂₁	تیمار	کشت نشایی و تغییر روش آبیاری از نواری به بارانی*، چپزل و خردکن، کاربرد دستگاه نشایی	کود اوره، کود دامی پوسیده، سوپر فسفات تریپل، گوگرد گرانول
99WestS ₂₁	شاهد	چپزل و خردکن، دستگاه پنوماتیک و شیب (مرکب)	کود اوره، سوپر فسفات تریپل، گوگرد گرانول
99WestS ₂₂	تیمار	مدیریت زمان آبیاری بارانی، تسطیح، چپزل و خردکن، بذرمال پنوماتیک و شیب (مرکب)	سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم، کود اوره، کود دامی پوسیده، گوگرد گرانول
99WestS ₂₂	شاهد	-	سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم، کود اوره، کود دامی پوسیده، گوگرد گرانول
99WestS ₂₃	تیمار	کشت نشایی، تسطیح مزرعه قبل از کشت، لولر، چپزل و خردکن	کود اوره، سولفات آمونیوم، سوپر فسفات تریپل، پتاس، گوگرد آلی
99WestS ₂₃	شاهد	-	کودی مصرف نشده است
99WestS ₂₄	تیمار	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه، هرس اصولی، بیل کاری و مدیریت کف باغ، تغذیه بصورت	سولفات آمونیوم، سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم، سولفات روی، سولفات آهن، سولفات

جدول ۸- تکنیک‌های بکار رفته و کود مصرفی مزارع باغ و کشت بهاره آذربایجان غربی

کد مزرعه	تیمار/شاهد	تکنیک‌های اعمال شده	کود
		چالکود، سمپاشی روغن وُک علیه تخم کنه قرمز اروپایی، خردکن	منیزیم
99WestS ₂₄	شاهد	-	کودی مصرف نشده است
99WestS ₂₅	تیمار	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه، هرس اصولی، بیل کاری و مدیریت کف باغ، تغذیه بصورت چالکود، سمپاشی روغن وُک علیه تخم کنه قرمز اروپایی، خردکن	کودی مصرف نشده است
99WestS ₂₅	شاهد	-	کودی مصرف نشده است
99WestS ₂₆	تیمار	آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها، تسطیح با لولر، کولتیوار، چیزل، بذرمال کردن با کود های زیستی، بذرمال کردن با قارچکش	کود اوره، گوگرد، اسیدهیومیک، کود دامی پوسیده، کود مایع مرغی به صورت محلول در آب، سولفات آمونیم و کلروپتاس
99WestS ₂₆	شاهد	آبیاری تمام جویچه‌ها، تسطیح با لولر، بذرمال کردن با کود های زیستی، بذرمال کردن با قارچکش	کود اوره، گوگرد، اسیدهیومیک، کود دامی پوسیده، کود مایع مرغی به صورت محلول در آب، سولفات آمونیم و کلروپتاس
99WestS ₂₇	تیمار	آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها، تسطیح با لولر، کولتیوار، چیزل، بذرمال کردن با کود های زیستی، بذرمال کردن با قارچکش	کود اوره، اسید هیومیک، گوگرد
99WestS ₂₇	شاهد	آبیاری تمام جویچه‌ها، تسطیح با لولر، بذرمال کردن با کود های زیستی، بذرمال کردن با قارچکش	کود اوره، اسید هیومیک، گوگرد
99WestS ₂₈	تیمار	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه، تسطیح، کولتیوار، گاوآهن یک طرفه	اسید هیومیک، سولفات روی، سولفات آهن، محلولپاشی با کود کلسیم، کود ۲۰-۲۰-۲۰، اسید هیومیک، سولفات روی، سولفات آهن، محلولپاشی با کود کلسیم، کود ۲۰-۲۰-۲۰
99WestS ₂₈	شاهد	تسطیح	اسید هیومیک، کود ۲۰-۲۰-۲۰، محلولپاشی جلبک و منیزیم و ۳-۱۱-۳۸
99WestS ₂₉	تیمار	مدیریت زمان آبیاری سطحی، بیل زنی داخل جویچه ها با هدف خاکورزی، حذف مکانیکی علف‌های هرز و اصلاح شیب	اسید هیومیک، کود ۲۰-۲۰-۲۰، محلولپاشی جلبک و منیزیم و ۳-۱۱-۳۸
99WestS ₂₉	شاهد	بیل زنی داخل جویچه ها با هدف خاکورزی، حذف مکانیکی علف‌های هرز و اصلاح شیب	اسید هیومیک، کود ۲۰-۲۰-۲۰، محلولپاشی جلبک و منیزیم و ۳-۱۱-۳۸
99WestS ₃₀	تیمار	آرایش کشت جویچه‌ای و آبیاری با سیفون، بذرمالی با کود بیولوژیکی، شخم کم عمق	کود دامی پوسیده، کود بیو گوگرد پودری (دارای تیوباسیلوس)، سوپر فسفات تریپل، اوره، مایکورت، آگروهیومیک
99WestS ₃₀	شاهد	حذف علف‌هرز	اوره، آگروهیومیک
99WestS ₃₁	تیمار	آرایش کشت جویچه‌ای و آبیاری با سیفون، بذرمالی با کود بیولوژیکی، شخم کم عمق، چیزل، رتیواتور و لولر	کود دامی پوسیده، کود بیو گوگرد پودری (دارای تیوباسیلوس)، سولفات روی، سولفات آهن، سولفات منگنز، اوره، مایکورت، آگروهیومیک
99WestS ₃₁	شاهد	حذف علف‌هرز	کودی مصرف نشده است
99WestS ₃₂	تیمار	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه، هرس اصولی، چیزل، رتیواتور، شخم کم عمق	ورمی کمپوست، مایکورت، EDTA، کلات آهن
99WestS ₃₂	شاهد	حذف علف‌هرز	کودی مصرف نشده است
99WestS ₃₃	تیمار	انتقال آب با لوله‌های کم فشار سر هر ردیف درخت (آبیاری کم فشار)، حذف علف هرز مابین درختان،	محلولپاشی فروت، کودآلی

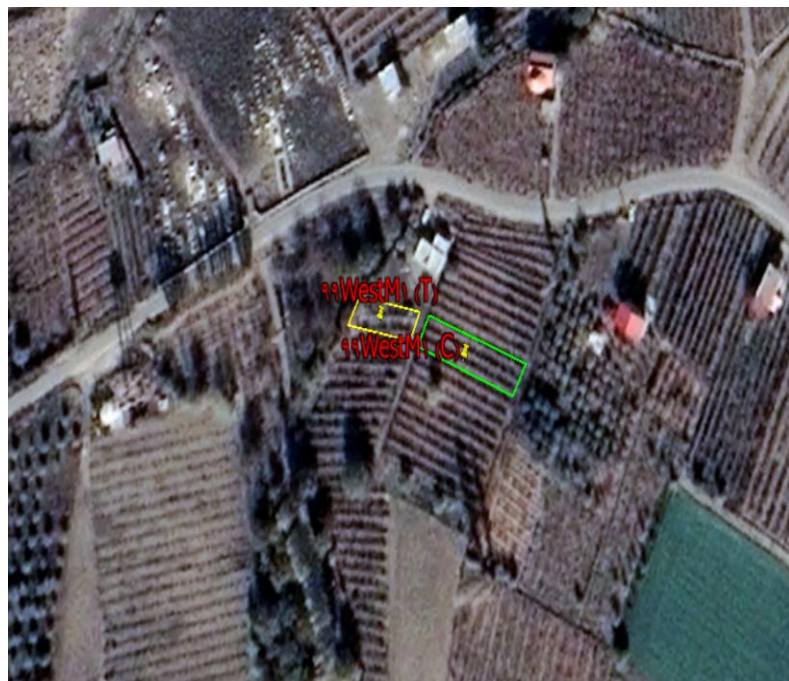
جدول ۸- تکنیک‌های بکار رفته و کود مصرفی مزارع باغ و کشت بهاره آذربایجان غربی

کد مزرعه	تیمار/شاهد	تکنیک‌های اعمال شده	کود
		برگرداندن بقایای گیاهی	
99WestS ₃₃	شاهد	-	کود دامی، کود اوره
99WestS ₃₄	تیمار	تغییر روش آبیاری از شیاری دوطرفه به قطره‌ای (بابلر)، حذف علف هرز مابین درختان، هرس، کودآبیاری	کود اوره، کود عناصر ریزمغذی
99WestS ₃₄	شاهد	حذف علف هرز مابین درختان	کود ازت، کود دامی
99WestS ₃₅	تیمار	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه، حذف علف هرز مابین درختان، هرس، تسطیح	محلولپاشی فروت، کود دامی، کود عناصر ریزمغذی، کود اوره
99WestS ₃₅	شاهد	-	محلولپاشی فروت، کود دامی، کود عناصر ریزمغذی، کود اوره
99WestS ₃₆	تیمار	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه، حذف علف هرز مابین درختان، هرس،	محلولپاشی فروت، کود دامی، کود عناصر ریزمغذی، کود ازت، کود منوپتاسیم فسفات
99WestS ₃₆	شاهد	هرس	محلولپاشی فروت، کود دامی، کود عناصر ریزمغذی، کود منوپتاسیم فسفات
99WestS ₃₇	تیمار	شخم با تراکتور، تسطیح زمین با لولر، آبیاری قطره-ای، مدیریت زمان آبیاری قطره‌ای	کود ازت، عناصر ریزمغذی، اسیدهیومیک
99WestS ₃₇	شاهد	شخم با تراکتور، تسطیح زمین با لولر، آبیاری قطره‌ای	کود ازت، عناصر ریزمغذی، اسیدهیومیک
99WestS ₃₈	تیمار	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه و نشتی حلقوی، هرس، انتقال آب با لوله، تنظیم دور آبیاری و آبیاری در ساعات خنک روز، حذف علف های هرز با کلتیواتور	سولفات روی، سولفات آهن، سولفات پتاسیم، سولفات آلومینیم، سوپر فسفات تریپل، کود گرانوله
99WestS ₃₈	شاهد	هرس، انتقال آب با لوله، تنظیم دور آبیاری و آبیاری در ساعات خنک روز	سولفات روی، سولفات آهن، سولفات آمونیم، سوپر فسفات تریپل، کود گرانوله
99WestS ₃₉	تیمار	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه، هرس، انتقال آب با لوله، تنظیم دور آبیاری و آبیاری در ساعات خنک روز، حذف علف های هرز با کلتیواتور	کود دامی، سولفات روی، سولفات آهن، کود گرانوله
99WestS ₃₉	شاهد	هرس، انتقال آب با لوله، تنظیم دور آبیاری و آبیاری در ساعات خنک روز	سولفات روی، سولفات آهن، سولفات آلومینیم، سوپر فسفات تریپل، گوگرد گرانول+تیوباسیلوس، دی سولفات آمونیوم
99WestS ₄₀	تیمار	نشتی حلقوی، هرس، انتقال آب با لوله، تنظیم دور آبیاری و آبیاری در ساعات خنک روز، حذف علف های هرز با کلتیواتور	سولفات روی، سولفات آهن، سولفات آلومینیم، کود دامی، کود گرانوله
99WestS ₄₀	شاهد	هرس، انتقال آب با لوله، تنظیم دور آبیاری و آبیاری در ساعات خنک روز	سولفات روی، سولفات آهن، سولفات آمونیم، کود دامی، سولفات پتاسیم
99WestS ₄₁	تیمار	تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه، هرس، انتقال آب با لوله، تنظیم دور آبیاری و آبیاری در ساعات خنک روز، حذف علف های هرز با کلتیواتور	سولفات روی، سولفات آهن، سولفات آلومینیم، سوپر فسفات تریپل، کود دامی، کود گرانوله
99WestS ₄₁	شاهد	هرس، انتقال آب با لوله، تنظیم دور آبیاری و آبیاری در ساعات خنک روز	سولفات روی، سولفات آهن، سولفات آمونیم، سوپر فسفات تریپل، کود دامی، سولفات پتاسیم

* آبیاری مزرعه شاهد به صورت نواری و بارانی (تلفیقی) انجام می گردد.

** باید توسط استان کنترل شود.

- اقدامی صورت نگرفته است.



شکل ۳۰- موقعیت جغرافیایی مزرعه انگور 99WestMS₁



شکل ۳۱- موقعیت جغرافیایی مزرعه چغندر قند 99WestMS₂



شکل ۳۲- موقعیت جغرافیایی مزرعه گوجه‌فرنگی 99WestS₁



شکل ۳۳- موقعیت جغرافیایی مزرعه سیب 99WestS₂



شکل ۳۴- موقعیت جغرافیایی مزرعه گوجه‌فرنگی 99WestS₃



شکل ۳۵- موقعیت جغرافیایی مزرعه گوجه‌فرنگی 99WestS₄



شکل ۳۶- موقعیت جغرافیایی باغ هلو و شلیل 99WestS₅



شکل ۳۷- موقعیت جغرافیایی باغ سیب 99WestS₆



شکل ۳۸- موقعیت جغرافیایی مزرعه گوجه‌فرنگی 99WestS₇



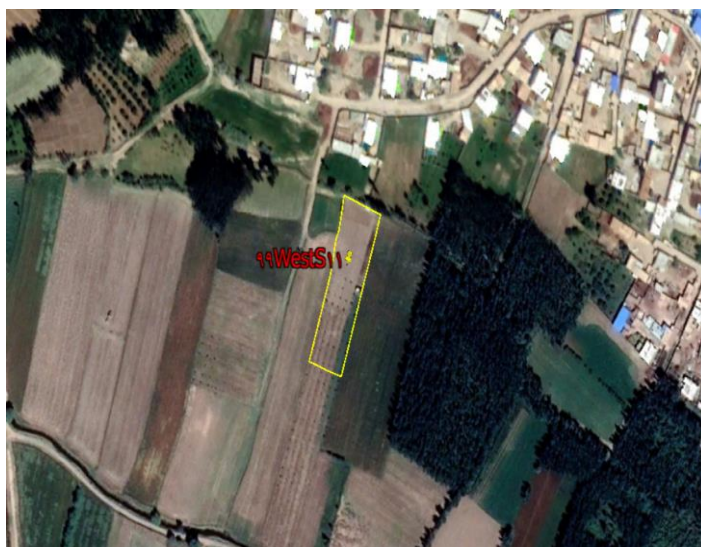
شکل ۳۹- موقعیت جغرافیایی مزرعه چغندر قند 99WestS₈



شکل ۴۰- موقعیت جغرافیایی باغ سیب 99WestS₉



شکل ۴۱- موقعیت جغرافیایی مزرعه گوجه‌فرنگی 99WestS₁₀



شکل ۴۲- موقعیت جغرافیایی مزرعه گوجه‌فرنگی 99WestS₁₁



شکل ۴۳- موقعیت جغرافیایی باغ هلو 99WestS₁₂



شکل ۴۴- موقعیت جغرافیایی مزرعه چغندر قند 99WestS₁₃



شکل ۴۵- موقعیت جغرافیایی باغ سیب 99WestS₁₄



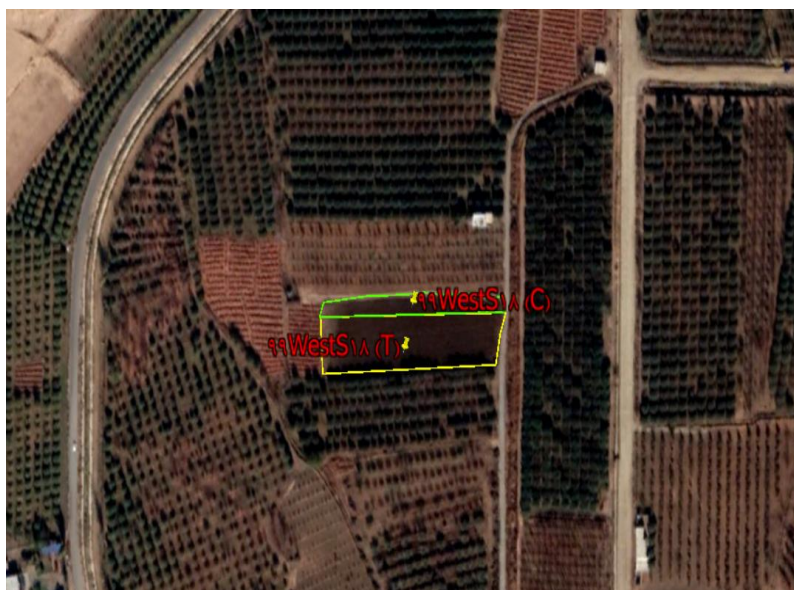
شکل ۴۶- موقعیت جغرافیایی باغ آلو 99WestS₁₅



شکل ۴۷- موقعیت جغرافیایی مزرعه انگور 99WestS₁₆



شکل ۴۸- موقعیت جغرافیایی مزرعه چغندر قند 99WestS₁₇



شکل ۴۹- موقعیت جغرافیایی مزرعه ذرت 99WestS₁₈



شکل ۵۰- موقعیت جغرافیایی باغ سیب 99WestS₁₉



شکل ۵۱- موقعیت جغرافیایی باغ سیب 99WestS₂₀



شکل ۵۲- موقعیت جغرافیایی مزرعه چغندر قند 99WestS₂₁



شکل ۵۳- موقعیت جغرافیایی مزرعه چغندر قند 99WestS₂₂



شکل ۵۴- موقعیت جغرافیایی مزرعه چغندر قند 99WestS₂₃



شکل ۵۵- موقعیت جغرافیایی باغ سیب 99WestS₂₄



شکل ۵۶- موقعیت جغرافیایی باغ سیب 99WestS₂₅



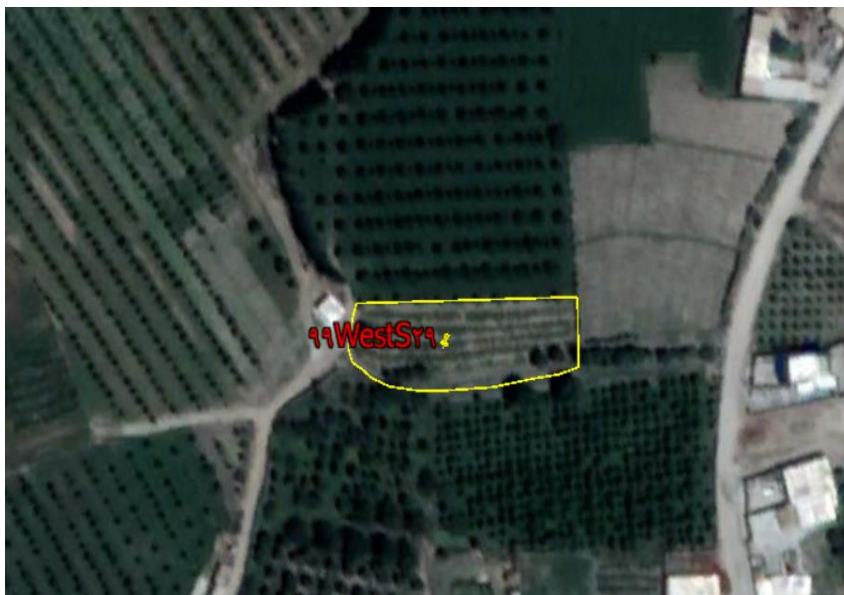
شکل ۵۷- موقعیت جغرافیایی مزرعه کدو 99WestS₂₆



شکل ۵۸- موقعیت جغرافیایی مزرعه کدو 99WestS₂₇



شکل ۵۹- موقعیت جغرافیایی باغ سیب 99WestS₂₈



شکل ۶۰- موقعیت جغرافیایی مزرعه انگور 99WestS₂₉



شکل ۶۱- موقعیت جغرافیایی مزرعه کدو 99WestS₃₀



شکل ۶۲- موقعیت جغرافیایی مزرعه کدو 99WestS₃₁



شکل ۶۳- موقعیت جغرافیایی باغ آلو 99WestS₃₂



شکل ۶۴- موقعیت جغرافیایی باغ زردآلو 99WestS₃₃



شکل ۶۵- موقعیت جغرافیایی باغ شلیل 99WestS₃₄



شکل ۶۶- موقعیت جغرافیایی باغ زردآلو 99WestS₃₅



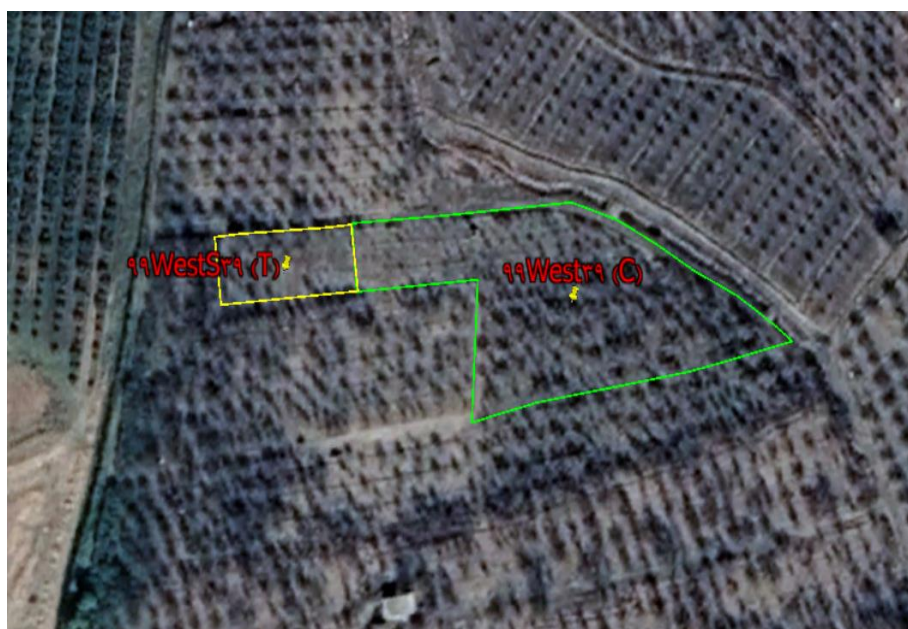
شکل ۶۷- موقعیت جغرافیایی باغ آلو 99WestS₃₆



شکل ۶۸- موقعیت جغرافیایی مزرعه کدو 99WestS₃₇



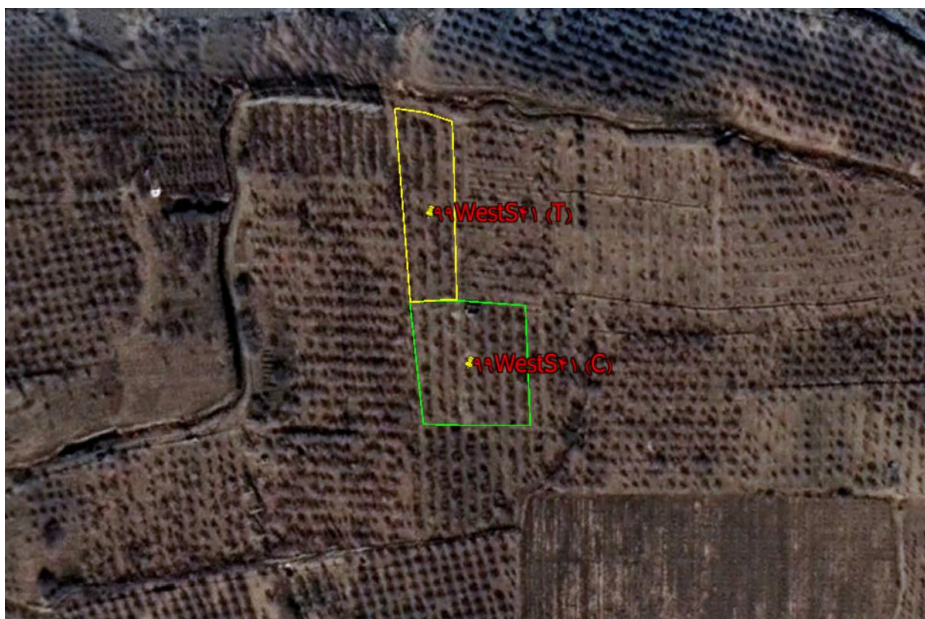
شکل ۶۹- موقعیت جغرافیایی باغ سیب 99WestS₃₈



شکل ۷۰- موقعیت جغرافیایی باغ سیب 99WestS₃₉



شکل ۷۱- موقعیت جغرافیایی باغ سیب 99WestS₄₀



شکل ۷۲- موقعیت جغرافیایی باغ سیب 99WestS₄₁

۳-۳- بازدیدهای میدانی در منطقه طرح

با حضور اعضای تیم پایش استانی، کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان و دفتر تالاب‌ها از مزارع انتخابی برای کشت گندم در پاییز در شهرستان‌های منتخب استان آذربایجان شرقی در تاریخ ۹۸/۸/۱۶ و ۹۸/۸/۲۰ بازدید و مزارع مورد نظر انتخاب گردید (شکل ۷۳). در طی تشکیل جلسات مختلف با کارشناسان، شرکت‌های فنی و مهندسی، کشاورزان و بهره‌برداران منطقه موضوع تعداد و مکان مزارع مورد بحث 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.

بازدید از کلیه مزارع سایت‌های تازه‌کند، تپه ترکمان و دربرود ارومیه در تاریخ ۹۹/۲/۲۸ توسط تیم پایش استانی و نماینده استانی دفتر تالاب صورت گرفت. در جریان بازدید وضعیت مزرعه گندم تازه‌کند که در مرحله سوم رشد (ساقه‌دهی) بود بررسی شد. در این مزرعه تکنیک آرایش کشت مشابه ریزید پیاده‌سازی شده و یکی از دلایل عدم رواج این تکنیک در شهرستان ارومیه علی‌رغم توسعه آن در سایر شهرستان‌های تحت پوشش طرح، نبود دستگاه ریزید می‌باشد. تکنیک پیاده شده در باغات این روستاها غالباً شیاری دوطرفه بود که تا تاریخ بازدید توسط هر سه شرکت اجرا شده بود. بازدید بعدی با حضور تیم پایش استانی، نماینده دفتر تالاب، کارشناس استانی دفتر طرح، نماینده ترویج استانی جهاد کشاورزی از سایت‌های میان‌دوآب و مهاباد در تاریخ ۹۹/۳/۷ و از سایت‌های نقده و ارومیه در تاریخ ۹۹/۳/۸ صورت گرفت.

تکنیک غالب در باغات چهار شهرستان، آبیاری شیاری دوطرفه و در بخش زراعت، استفاده از سیستم آبیاری تیپ، کشت جویچه‌ای و دو ردیفه بود که کلیه این تکنیک‌ها در راستای کاهش آب آبیاری مؤثر خواهد بود اما غالباً تأثیری در کاهش مصرف گیاه نخواهد داشت. کشت نشایی نیز در دو مزرعه چغندر قند مهاباد و نقده استفاده شده بود که این تکنیک تأثیر مثبتی در کاهش آب آبیاری و مصرف آب گیاه خواهد داشت؛ بنابراین لزوم معرفی و به‌کارگیری تکنیک‌های کاهش مصرف آب توسط آقایان دکتر دهقانی سانیچ و دکتر وردی‌نژاد به شرکت‌های مجری بیان گردید. در جریان این بازدیدها مفهوم «کاهش آب آبیاری» که تا به این مرحله در فاز جاری و فازهای پیشین با به‌کارگیری تکنیک‌های آبیاری و به‌زراعی توسط شرکت‌ها مستحصل گردیده از «کاهش مصرف آب» که هدف اصلی پروژه‌های کشاورزی پایدار است تفکیک و به شرکت‌های مجری تبیین گردید؛ بنابراین علی‌رغم اثربخشی تکنیک‌های مستقر در چهار شهرستان در کاهش آب آبیاری مقرر گردید به‌منظور بررسی اثربخشی این تکنیک‌ها در کاهش مصرف آب، مقادیر آب مصرفی گیاه طی فصل رشد (ET) توسط کارشناس آبیاری برآورد گردد. همچنین تکنیک‌هایی نظیر کشت نشایی، استفاده از سیستم‌های هوشمند در برنامه‌ریزی آبیاری، استفاده از ارقام کم‌آبر و با دوره رشد کوتاه‌تر گندم، شخم حفاظتی، مالچ و... به شرکت‌های مجری معرفی گردید و مقرر شد راه‌حل‌ها و تکنیک‌های مؤثر در کاهش آب مصرفی به‌منظور به‌کارگیری آن در سال‌های آتی پروژه، توسط شرکت‌های مجری بررسی و به مجری طرح ارسال گردد.

در تاریخ ۹۹/۳/۱۲ نیز بازدیدی از سایت پایش اصلی (باغ انگور) واقع در روستای آده‌بزرگ توسط تیم پایش استان صورت گرفت. در جریان بازدید نمونه رطوبتی جهت بررسی وضعیت رطوبت خاک برداشت گردید اما با توجه به این‌که محصول در شرف گل‌دهی بود شروع فرآیند آبیاری به هفته آتی موکول گردید. تصاویری از بازدیدهای صورت‌گرفته در شکل ۷۴ ارائه شده است.



شکل ۷۳- بازدید از مزارع مختلف در محدوده‌های مطالعاتی استان آذربایجان شرقی



شکل ۷۴- بازدید از مزارع مختلف در محدوده‌های مطالعاتی استان آذربایجان غربی

۳-۴- کارگاه‌های آموزشی و نشست‌های تخصصی

۳-۴-۱- کارگاه برنامه‌ریزی اجرای فاز ۶ پروژه - ۹۸/۸/۱۳ و ۹۸/۹/۶

در ابتدای شروع فاز ۶ به منظور ارتقاء عملکرد اجرایی استان کارگاه توجیهی فاز ۶ در تاریخ ۱۳۹۸/۰۸/۱۳ در محل اداره کل حفاظت از محیط زیست استان آذربایجان شرقی با حضور کارشناسان و مدیر عاملان شرکت‌های مجری، کارشناسان مرکز تحقیقات، سازمان جهاد کشاورزی استان، دفتر طرح حفاظت از تالاب‌های ایران و محیط زیست استان برگزار شد. همچنین به منظور یکسان سازی رایاه گزارشات شرکت‌های مجری طرح، با هماهنگی گروه پایش استان و دفتر تالاب‌ها، جلسه تهیه فرمت رایاه گزارش در محل مرکز تحقیقات کشاورزی در تاریخ ۱۳۹۸/۰۹/۶ برگزار شد و نسخه یکسان تهیه و در اختیار شرکت‌ها قرار گرفت. در استان آذربایجان شرقی با هدف توانمندسازی شرکت‌های مجری براساس نیاز شرکت‌ها کارگاه‌های آموزشی برگزار گردید (شکل ۷۵).

در استان آذربایجان شرقی جهت هماهنگی بیشتر کمیته فنی تشکیل گردید و با حضور اعضاء تیم پایش استانی، کارشناسان سازمان جهاد کشاورزی استان و دفتر تالاب‌ها، شرکت‌های شهرستان‌های محل اجرای طرح در جلسه کمیته فنی نمودند. در این جلسه شرکت‌های مجری گزارش رایاه نمودند. همچنین در کمیته فنی شهرستانها، نماینده محیط زیست شهرستان و نماینده امور آب شهرستان نیز حضور داشتند.



شکل ۷۵- جلسه کمیته فنی استان آذربایجان شرقی

۳-۴-۲- آموزش مدیریت آبیاری در سیستم‌های مختلف آبیاری - ۹۸/۸/۱۶ و ۹۸/۰۹/۱۳

یک کارگاه آموزشی مدیریت آبیاری در سیستم‌های مختلف آبیاری با حضور اعضای تیم پایش استان، کارشناس استانی دفتر تالاب‌ها و کارشناسان آب شرکت‌ها در تاریخ ۱۳۹۸/۰۸/۱۶ تشکیل گردید. در این کارگاه مشخصات مزارع انتخاب‌شده جهت کشت پاییزه، تکنیک‌های موردنظر شرکت‌ها جهت پیاده‌سازی و مشکلات موجود توسط تمامی کارشناسان بیان شده و نکات و راه‌حل‌های موجود توسط آقایان دکتر دهقانی سانیچ و دکتر وردی‌نژاد مطرح شد. در ادامه اهمیت تکنیک‌های کاهش مصرف آب نظیر کشت نشایی، افزایش ماده آلی خاک، استفاده از رقوم مقاوم به کم‌آبی و ... توسط آقای دکتر دهقانی مطرح و به کارشناسان آب توصیه گردید؛ پیرو جلسه برگزارشده، برگرداندن بقایای گیاهی و یا افزودن کود دامی به خاک تقریباً توسط تمام شرکت‌ها استفاده گردید.

همچنین کارگاه دیگر آموزشی مدیریت آبیاری در سیستم‌های مختلف آبیاری با حضور کارشناسان و مدیر عاملان شرکت‌های مجری، کارشناسان مرکز تحقیقات، سازمان جهاد کشاورزی استان، دفتر طرح حفاظت از تالاب-های ایران و محیط زیست استان در تاریخ ۱۳۹۸/۰۹/۱۳ در محل ساختمان شهید کسایی سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی برگزار گردید.

۳-۴-۳- کارگاه آموزشی سیستم آبیاری تیپ در زراعت گندم- ۹۸/۸/۲۳

کارگاه آموزشی «سیستم آبیاری تیپ در زراعت گندم» توسط آقای دکتر دهقانی سانچ در محل پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه با حضور کشاورز برتر (آقای قاسمی) در این زمینه و با هدف آشنایی بیشتر کارشناسان آب دو استان آذربایجان غربی و شرقی با سیستم آبیاری تیپ، برگزار گردید. در این کارگاه نکات لازم در خصوص اجرای سیستم، فواصل بهینه نوار تیپ‌ها در بافت و محصولات زراعی مختلف و کاهش آب آبیاری مطرح گردید. همچنین دستگاه تیپ‌کار (کارنده ۲۲) با قابلیت تعبیه نوار تیپ‌ها در عمق ۵-۱۰ سانتی‌متر زیر سطح خاک و تنظیم عرض پشته توسط آقای قاسمی معرفی گردید. مکانیزم آبیاری مزارع گندم توسط این کشاورز نمونه به این ترتیب است که آبیاری اول را به مدت ۸ ساعت و با خیس‌شدگی کامل پشته‌ها انجام داده ولی آبیاری‌های بعدی را به مدت ۴ ساعت (با دور ۸ الی ۱۰ روز) انجام می‌دهد که طبق تجربیات پیشین وی این عمل موجب کاهش حجم آب آبیاری به حدود ۲۵۰۰ مترمکعب بر هکتار گردیده است. تعداد نوبت آبیاری گندم بسته به میزان بارش ۶ الی ۷ نوبت بوده و عرض بالا و پایین پشته‌ها به ترتیب ۵۰ و ۸۰ سانتی‌متر لحاظ می‌گردد. این متدولوژی با توجه به بافت خاک و نوع محصول زراعی با تغییر عرض پشته‌ها و تعداد نوبت آبیاری برای سایر محصولات نیز قابل پیاده‌سازی است. در ادامه به مزایای افزودن ماده آلی به خاک در جهت افزایش ظرفیت نگهداشت رطوبت و بی‌خاک‌ورزی اشاره گردید.



شکل ۷۶- کارگاه آموزشی سیستم آبیاری تیپ در زراعت گندم- ۹۸/۸/۲۳

۳-۴-۴- کارگاه ارزیابی داده‌های پایش اول پاییزه - ۹۸/۱۰/۱۲

کارگاه ارزیابی داده‌های پایش پاییزه در محل جهاد کشاورزی برگزار و علاوه بر بررسی صحت و سقم داده‌ها، مشکلات موجود کارشناسان آب در پایش و محاسبات آبیاری و به‌ویژه کارشناسان کم‌تجربه یا جدید توسط آقای دکتر وردی‌نژاد برطرف گردید.



شکل ۷۷- کارگاه ارزیابی و پایش داده‌های کشت پاییزه - ۹۸/۱۰/۱۲

۳-۴-۵- آموزش نرم افزارهای طراحی و شبیه‌سازی آبیاری سطحی - ۹۸/۱۰/۲۶

کارگاه آموزشی شبیه‌سازی آبیاری سطحی با نرم‌افزار WinSRFR در محل جهاد کشاورزی برگزار گردید. در این کارگاه نحوه استفاده از این مدل برای آبیاری‌های مختلف سطحی شامل جویچه‌ای، نواری و شیاری دوطرفه توسط آقای دکتر وردی‌نژاد تشریح گردید. جهت شفاف‌سازی بیشتر برای هر یک از روش‌های آبیاری مذکور مثال‌های عملی توسط آقای دکتر حل و شبیه‌سازی گردید.



شکل ۷۸- کارگاه آموزشی نرم‌افزار شبیه‌سازی آبیاری سطحی (winSRFR) - ۹۸/۱۰/۲۶

۳-۴-۶- آموزش روش برداشت اطلاعات - ۹۸/۱۱/۴

این جلسه در محل سازمان حفاظت محیط‌زیست استان آذربایجان غربی و با حضور نماینده کارفرما، اعضای تیم پایش دو استان آذربایجان غربی و شرقی، کارشناسان استانی دفتر تالاب‌ها، معاون محیط‌زیست آذربایجان شرقی و خانم دکتر باریکانی تشکیل گردید. طی این جلسه آقای دکتر دهقانی سانچ به بیان تعهدات پروپوزال فاز ۶ پایش و اهداف آن و همچنین انتظارات دفتر تالاب‌ها و اهداف جلسه مبنی بر لزوم بررسی چالش‌های موجود در طرح، اقدامات آتی تیم پایش و برنامه‌ریزی لازم جهت اجرای موفق‌تر فعالیت‌ها پرداختند. در ادامه لیست شرکت‌ها و کارشناسان، اقدامات انجام‌شده، چالش‌های موجود و برنامه‌های آتی هر یک از دو استان توسط آقایان دکتر نیکان فر و دکتر وردی نژاد ارائه و نکته‌نظرات آقای دکتر دهقانی سانچ در ارتباط با فعالیت‌های صورت گرفته و فعالیت‌های آتی هر دو استان مطرح گردید. پس از بحث و بررسی بر روی گزارش اعضای تیم پایش و مسائل و چالش‌های مطرح‌شده، برای انجام صحیح و مناسب طرح و اطمینان از عملکرد شرکت‌های فنی و مهندسی پیشنهاداتی ارائه شد که شرح آن در صورت‌جلسه شماره ۱ مورخ ۹۸/۱۱/۳ موجود است. در پایان جلسه نیز لیست دوره‌های آموزشی موردنظر اعضای تیم پایش بررسی و در همین صورت‌جلسه آورده شد. در تاریخ ۹۸/۱۱/۱۰ نیز جلسه تکمیلی با همین اعضا، در محل اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان آذربایجان شرقی به‌منظور هماهنگی و انجام مصوبات صورت‌جلسه نهایی تشکیل گردید.



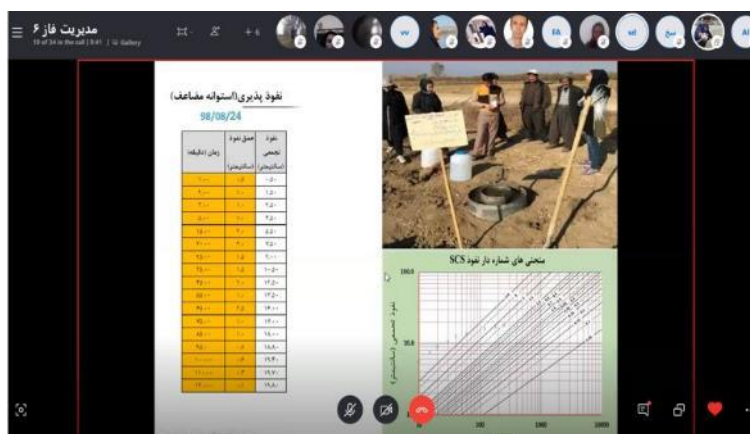
شکل ۷۹- جلسه بررسی اقدامات صورت گرفته، هماهنگی در خصوص انتظارات و اهداف فاز ۶- ۹۸/۱۱/۳

۳-۴-۷- کارگاه افزایش حاصلخیزی و اصول هرس - ۹۸/۱۱/۶

کارگاه افزایش حاصلخیزی و اصول هرس با حضور گروه پایش، مدیریت هماهنگی ترویج استان و دفتر تالاب‌ها در محل مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان شرقی در تاریخ ۱۳۹۸/۱۱/۶ برگزار شد.

۳-۴-۸- جلسه ارائه گزارش عملکرد و پیشرفت کار شرکت‌های مجری فاز ۶- ۹۹/۲/۴

با توجه به شیوع بیماری کوید ۱۹ از اسفند ۹۸، نظارت بر اقدامات شرکت‌های مجری و آموزش کارشناسان آب به صورت دورکار و از طریق مکاتبات تلفنی، اینترنتی و جلسات ویدئوکنفرانس صورت گرفت. اولین جلسه مجازی در محیط اسکایپ و با حضور اعضای تیم پایش، نماینده دفتر حفاظت از تالاب‌های ایران، کارشناس استانی دفتر تالاب، کارشناسان آب شرکت‌های مجری و تعدادی از مدیران عامل شرکت‌ها صورت گرفت. طی جلسه کارشناسان آب شرکت‌های مجری گزارش پیشرفت کار پروژه را تا این مرحله ارائه دادند. کلیه اقدامات شرکت‌ها اعم از نتایج پایش آبیاری اول پاییزه، مشخصات مزارع و باغات منتخب شرکت‌ها، تکنیک‌های آبیاری هر مزرعه و ... موردبررسی قرار گرفت. در اثنای جلسه اعضای تیم پایش پیشنهادات و نکته‌نظرات لازم را در خصوص تکنیک‌های آبیاری مدنظر شرکت‌های مجری و چالش‌های موجود در اجرای تکنیک‌ها مطرح نمودند. پس از بحث و بررسی گزارشات عملکرد شرکت‌ها، جهت پیشبرد بهتر طرح، موارد لازم در قالب صورت جلسه تصویب و جهت اجرا در اختیار شرکت‌های مجری قرار داده شد.



شکل ۸۰- برگزاری جلسه مجازی ارائه گزارش عملکرد شرکت‌های مجری فاز ۶

۳-۴-۹- جلسه ارائه گزارش عملکرد و پیشرفت کار شرکت‌های مجری فاز ۶- ۹۹/۳/۴

دومین جلسه مجازی توسط تیم پایش استانی با هدف پرسش و پاسخ و رفع مشکلات کارشناسان آب در زمینه برنامه‌ریزی آبیاری در سیستم‌های تیپ و بارانی، محاسبات مربوط به پارامترهای آبیاری در سیستم‌های سطحی از جمله آبیاری شیاری دوطرفه و شبیه‌سازی این سیستم با استفاده از مدل winSRFR تشکیل گردید.

۳-۴-۱۰- جلسه ارزیابی و صحت‌سنجی داده‌های پایش آب در مزارع کشت پاییزه و آموزش مدیریت آبیاری در

سیستم‌های مختلف آبیاری- ۹۹/۳/۲۲

این جلسه با حضور تیم پایش استانی و کارشناس استانی دفتر تالاب در محل سالن شماره ۲ جهاد کشاورزی و به‌منظور بررسی داده‌های پایش پاییزه و آموزش مدیریت آبیاری در سیستم‌های مختلف آبیاری برای کارشناسان شهرستان‌های میاندوآب و مهاباد برگزار گردید. اما به توجه به هماهنگی‌های صورت‌گرفته و به جهت رعایت بیشتر پروتکل‌های بهداشتی، جلسه متناظر آن برای کارشناسان نقده و ارومیه در محیط اسکایپ و در تاریخ ۹۹/۴/۱۰ برگزار گردید.

۳-۴-۱۱- آموزش بررسی یکنواختی آبیاری و آموزش ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری- ۹۹/۰۴/۱۱

کارگاه آموزشی بررسی یکنواختی آبیاری در سیستم‌های آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای و ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری در مورخ ۹۹/۰۴/۱۱ در محل اداره مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی واقع در محله عباسی تبریز توسط دکتر دهقانی سانیچ به ترتیب در ساعات ۱۲:۳۰-۹:۰۰ و ۱۷:۳۰-۱۴:۰۰ برگزار گردید.



شکل ۸۱- آموزش بررسی یکنواختی آبیاری و آموزش ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری

۳-۴-۱۲- آموزش و نظارت بر برآورد و اندازه‌گیری میزان مصرف آب - ۹۹/۰۴/۱۲

کارگاه آموزش و نظارت بر برآورد و اندازه‌گیری میزان مصرف آب در مورخ ۹۹/۰۴/۱۲ در محل اداره مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی واقع در محله عباسی تبریز توسط دکتر دهقانی سانچ در ساعات ۱۲:۳۰-۹:۰۰ و ۱۷:۳۰-۱۴:۰۰ برگزار گردید. موارد بررسی شده در کارگاه به شرح ذیل می‌باشد:

- اشکالات گزارشات شرکت‌های مجری در فاز ششم بررسی و جهت رفع اشکالات به کارشناسان آب ذکر گردید. در نوشتن اطلاعات عمق آبیاری، نیاز خالص آبیاری و راندمان کاربرد نکات مهم و لازم ارائه شد.
- برنامه ریزی آبیاری به عنوان یکی از تکنیک‌های آبیاری در سال آینده به عنوان جمع‌بندی ارائه شد.
- ارائه ضریب kc گیاهان و اطلاعات آبیاری از طریق نشریه FAO 56 به عنوان جمع‌بندی دیگر بیان شد.
- مقرر گردید فایل اکسل گزارشات فرمول نویسی شده و به کارشناسان آب جهت تکمیل تحویل داده شود.
- اهداف اندازه‌گیری و پایش آب آبیاری بررسی گردید: به منظور مقایسه مزارع تیمار و شاهد، اطلاع مقدار آب داده شده، تعیین نیاز آبی گیاهان، اثربخشی تکنیک و فهمیدن مزرعه جزء موارد ضروری محسوب می‌شود که هریک به طور جداگانه مورد بحث قرار گرفت.

۳-۴-۱۳- جلسه حضوری ارزیابی و صحت‌سنجی داده‌های برداشت‌شده پایش آب در مزارع کشت‌های پاییزه و

بهاره تا آخر تیرماه - ۱۶ و ۹۹/۵/۱۵

این کارگاه توسط تیم پایش استانی و با هدف ارزیابی داده‌های پایش‌شده تا پایان تیرماه ۹۹ برگزار گردید.

۳-۴-۱۴- آموزش مدل AgriHydro

در تاریخ ۱۳۹۹/۰۵/۳۰ کارگاهی در محیط اسکایپ و توسط آقای دکتر پیرتاج برای کارشناسان آب و زراعت استان‌های آذربایجان شرقی و غربی و با هدف آشنایی مهندسين با برنامه‌ریزی هوشمند آبیاری برگزار گردید.

۳-۴-۱۵- آموزش و معرفی کودآبیاری

در تاریخ ۱۳۹۹/۰۶/۰۴ کارگاهی در محیط اسکایپ با هدف آشنایی مهندسين با کودآبیاری توسط دکتر بصیرت عضو هیئت علمی مؤسسه خاک و آب برای کارشناسان آب و زراعت استان‌های آذربایجان شرقی و غربی برگزار گردید.

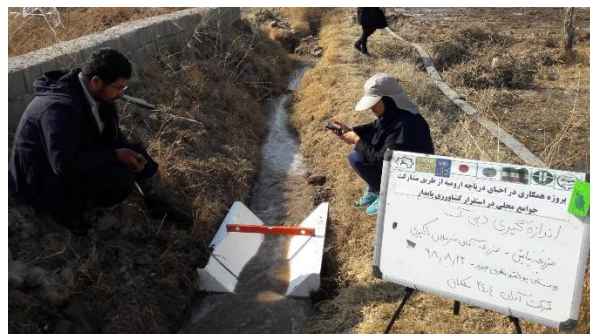
۳-۴-۱۶- آموزش و معرفی اپلیکیشن‌های کشاورزی

در تاریخ ۱۳۹۹/۰۶/۲۲ کارگاهی با هدف معرفی و آموزش اپلیکیشن‌های کاربردی کشاورزی برای کارشناسان آب و زراعت استان‌های آذربایجان شرقی و غربی توسط آقای دکتر وردی‌نژاد در محیط اسکایپ برگزار شد. طی کارگاه تعدادی از پرکاربردترین اپ‌های کشاورزی نظیر Field climate، Canopeo، NPK Solution Calculator، eAgronom و Petiol مزایا و کاربرد هریک برای کارشناسان تشریح گردید.

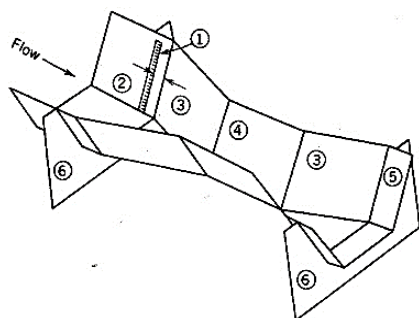
۳-۵- اندازه‌گیری‌های میدانی

۳-۵-۱- 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 مورد استفاده قرار گرفتند (شکل ۸۲). 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 به وسیله تراز کاملاً هم‌سطح شد. بدین معنی که به وسیله 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 ۸۳ ارائه شده است. بر این اساس و مطابق دبی تقریبی چاه، فلوم مناسب جهت نصب و اندازه‌گیری در مزرعه انتخاب می‌گردد.



شکل ۸۲- اندازه‌گیری آب آبیاری به وسیله فلوم WSC در مزارع تحت پایش



نوع فلوم	دبی‌های قابل اندازه‌گیری	فرمول
Type-I	۰/۰۳ الی ۲/۴ لیتر بر ثانیه	$Q=0.00370 \times H^{2.646}$
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 ۸۳- دبی و دامنه بده‌های مناسب اندازه‌گیری برای تیپ‌های مختلف فلوم‌های WSC

(ارتفاع آب بر حسب سانتیمتر و دبی بر حسب لیتر بر ثانیه می‌باشد)

۳-۵-۲- 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 بر حسب 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 (شکل ۸۴). 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 می‌گردد. 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 فاصله 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 فاصله 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 رابطه ۱ به دست می‌آید:

$$f = \frac{q \times 360}{W \times L} \quad (1)$$



شکل ۸۴- اندازه‌گیری نفوذ به روش استوانه‌های مضاعف در مزارع مختلف

۳-۵-۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و آزمون کودی

به منظور 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 مورد نیاز تحویل گردید. اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک به روش سیلندر نمونه‌برداری و در آزمایشگاه تعیین گردید. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و تقویم زراعی در مزارع پایش اصلی و شبکه پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان شرقی و آذربایجان غربی در جدول ۹ تا ۱۲ ارائه شده است.

جدول ۹- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در مزارع منتخب آذربایجان شرقی

کد مزرعه	عمق (cm)	رس Clay	شن Sand	سیلت Silt	شوری EC(ds/m)	بافت texture	اسیدیته pH	آهک TNV (%)	کربن آلی OC (%)	مقدار N %	مقدار P ppm	مقدار K ppm
99EastW ₁	۰-۳۰	۱۰/۷۴	۵۳/۶	۳۵/۶۶	۳/۸۴	CL	۷/۶۴	۹/۵	۱/۲۸۷	۰/۱۳	۳۷/۸۸	۳۶۶
99EastW ₂	۰-۳۰	۱۶/۸	۴۵/۶۶	۳۷/۵۴	۲/۱	CL	۷/۷۵	۱۰/۵	۱/۳۲۶	*	۱۷/۲۹	۲۰۶
99EastW ₃	۰-۳۰	۱۴	۱۴	۷۲	۲/۴۵	SL	۷/۸۶	۳	۰/۶۸	۰/۰۷	۲۷/۸	۴۱۰
99EastW ₄	۰-۳۰	۲۲	۳۲	۴۶	۱/۱۹	L	۷/۸۸	۱۵/۹	۱/۰۵	۰/۰۹	۶/۲	۳۶۸
99EastW ₅	۰-۳۰	۲۰	۲۸	۵۲	۷	SiL	۸/۰۴	۸/۵	۱/۶	*	۳۴/۱۵	۶۳۴
99EastW ₆	۰-۳۰	۴۰	۱۰	۵۰	۱۰/۵۲	CL	۷/۹۸	۱۷/۵	۰/۵۷	۰/۰۶	۸/۰۱	۴۸۰
99EastW ₇	۰-۳۰	۴۲	۲۰	۳۸	۶/۷	CL	۷/۹۳	۱۶/۲۵	۰/۸۸	۰/۰۹	۱۴/۹	۵۲۲
99EastW ₈	۰-۳۰	۲۴	۴۸	۲۸	۱/۴۴	L	۷/۱۴	۲	۱/۳۳	۰/۱۳	۱۷/۸	۱۹۴
99EastS ₁	۰-۳۰	۲۰	۴۸	۳۲	۰/۸۸	L	۷/۷۸	۲/۵	۰/۸۸	۰/۰۹	۲۱/۴	۸۰۰
99EastS ₁	۳۰-۶۰	۲۰	۴۸	۳۲	۰/۷۴	L	۷/۷۴	۱/۷۵	۰/۴۱	۰/۰۴	۱۲/۶	۳۳۰
99EastS ₂	۰-۳۰	۳۰	۳۶	۳۴	۲/۲۶	CL	۷/۸۱	۲	۰/۵۴	۰/۰۵	۷/۶	۴۷۸
99EastS ₂	۳۰-۶۰	۳۰	۳۶	۳۴	۳/۱۱	CL	۷/۸۵	۲	۰/۳۶	۰/۰۳	۵/۸	۳۱۰
99EastS ₂	۶۰-۹۰	۳۰	۳۶	۳۴	۳/۲۸	CL	۷/۹۲	۲	۰/۱۴	۰/۰۱	۳/۲	۱۸۵
99EastS ₃	۰-۳۰	۲۲	۴۸	۳۰	۰/۹۱	L	۷/۷۵	۲/۶	۰/۸۹	۰/۰۹	۲۲/۵	۸۱۰
99EastS ₃	۳۰-۶۰	۲۵	۴۷	۲۸	۰/۸۶	L	۷/۷۸	۱/۸۹	۰/۷۶	۰/۰۶	۱۷/۹	۴۲۰
99EastS ₃	۶۰-۹۰	۲۵	۴۵	۳۰	۱/۲۳	L	۷/۸۱	۲	۰/۷۸	۰/۰۴	۱۲/۸	۲۸۰
99EastS ₄	۰-۳۰	۱۴	۶۸	۱۸	۰/۹۳	SL	۸/۰۸	۳	۰/۳۶	۰/۰۳	۴/۶	۳۵۰
99EastS ₄	۳۰-۶۰	۲۰	۵۲	۲۸	۱/۲۸	L	۸/۰۳	۴/۷۵	۰/۱۸	۰/۰۲	۲/۹	۲۱۰
99EastS ₄	۶۰-۹۰	۲۰	۵۴	۲۶	۱/۷۵	SL	۷/۸۵	۳	*	*	*	*
99EastS ₅	۰-۳۰	۲۴	۴۲	۳۴	۱/۱۶	L	۷/۹۷	۲	۰/۳۳	۰/۰۳	۲/۷	۴۰۰
99EastS ₅	۳۰-۶۰	۲۸	۴۲	۳۰	۱/۱۵	CL	۷/۹۸	۴/۵	۰/۱۴	۰/۰۱	۲/۱	۲۵۰
99EastS ₅	۶۰-۹۰	۳۲	۳۰	۳۸	۱/۲۱	CL	۷/۹۴	۴/۷۵	*	*	*	*

۳۴۷	۷/۵	۰/۰۵	۰/۵۶	۶	۷/۹۳	CL	۱/۰۷	۴۴	۲۸	۲۸	۰-۳۰	99EastS ₆
۳۳۰	۴/۸	۰/۰۲	۰/۲۱	۵/۲۵	۷/۸۸	SiL	۱/۴۴	۶۰	۱۸	۲۲	۳۰-۶۰	99EastS ₆
*	*	*	*	۲	۷/۷۵	Si	۱/۴۱	۸۴	۶	۱۰	۶۰-۹۰	99EastS ₆
۴۰۰	۱۰/۴	۰/۱۲	۱/۲۱	۱۴/۵	۷/۷۶	SL	۲/۹۱	۲۴	۶۰	۱۶	۰-۳۰	99EastS ₇
۲۲۰	۵/۸	۰/۰۵	۰/۴۸	۱۶/۵	۷/۶۱	L	۵/۲۷	۳۶	۵۰	۱۴	۳۰-۶۰	99EastS ₇
*	*	*	*	۱۷/۲۵	۷/۶۳	L	۴/۹۶	۳۸	۴۶	۱۶	۶۰-۹۰	99EastS ₇
۵۱۳	۱۶/۹	۰/۰۷	۰/۷۷	۱۰/۷۵	۷/۸۴	SCL	۳/۳۷	۱۸	۵۴	۲۸	۰-۳۰	99EastS ₈
۱۷۵/۶۶	۱۵/۴	*	۰/۲۳	۸	۷/۹۶	SL	۱/۶۸	۲۶/۲	۶۸	۵/۸	۰-۳۰	99EastS ₉
۲۳۳/۸۶	۱۴/۳	*	۰/۲۰	۸/۵	۷/۹۷	SL	۱/۶۶	۳۲/۲	۵۶	۱۱/۸	۳۰-۶۰	99EastS ₉
*	*	*	۰/۱۶	۹	۷/۹۴	SL	۲/۰۳	۳۲/۲	۵۶	۱۱/۸	۶۰-۹۰	99EastS ₉
۳۳۸	۱۱/۳	*	۱/۰۳	۷/۵	۷/۳۷	SL	۰/۹۶	۲۶	۵۴	۲۰	۰-۳۰	99EastS ₁₀
۲۷۴	۹/۸	*	۰/۴۰	۸/۵	۷/۸۶	SL	۱/۲۵	۲۴	۵۶	۲۰	۳۰-۶۰	99EastS ₁₀
۲۶۵	۸/۷	*	۰/۳۷	۹	۸/۰۶	L	۱/۲۵	۳۰	۴۸	۲۲	۶۰-۹۰	99EastS ₁₀
۴۱۴	۱۰/۵	*	۰/۹۱	۵/۵	۷/۷۵	L	۱/۲۳	۴۶	۳۹	۱۵	۰-۳۰	99EastS ₁₁
۱۲۵/۹۸	۶/۷۵	*	۰/۴	۱۰	۷/۳۷	SL	۱/۷۲	۳۲/۴	۵۷/۴	۱۰/۲	۰-۳۰	99EastS ₁₂

* پارامتر مورد نظر توسط آزمایشگاه اندازه‌گیری نشده است.

جدول ۱۰- تقویم زراعی، مشخصات فیزیکی خاک و مشخصات کیفی آب در مزارع منتخب آذربایجان شرقی

کد مزرعه	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت	pH آب	EC آب (ds/m)	FC (g/g)	PWP (g/g)	B.D. (gr/cm ³)
99EastW ₁	۹۸/۰۷/۱۸	۹۹/۰۴/۲۰	۷/۲	۰/۸	۰/۱۷	۰/۰۶	۱/۲۵
99EastW ₂	۹۸/۰۷/۱۸	۹۹/۰۴/۲۳	۷/۲	۰/۸	۰/۲۰	۰/۰۶	۱/۲۵
99EastW ₃	۹۸/۰۸/۰۹	۹۹/۰۴/۲۲	۷/۶	۲/۰۹	۰/۱۷	۰/۰۶	۱/۱۴
99EastW ₄	۹۸/۰۸/۲۲	۹۹/۰۴/۱۷	۷/۵۵	۲/۹۹	۰/۲۲	۰/۰۷	۱/۳
99EastW ₅	۹۸/۰۸/۲۱	۹۹/۰۴/۱۷	۷/۵۶	۰/۴	۰/۲۳	۰/۰۷	۱/۳
99EastW ₆	۹۸/۰۸/۰۴	۹۹/۰۴/۲۹	۷/۸	۴/۸۲	۰/۲۷	۰/۱۱	۱/۲۲
99EastW ₇	۹۸/۰۸/۱۰	۹۹/۰۴/۱۱	۷/۰۸	۱۲/۲۵	۰/۲۵	۰/۱۲	۱/۲۵
99EastW ₈	۹۸/۰۸/۲۴	۹۹/۰۵/۱۰	۸/۰۸	۱/۶۱	۰/۲۱	۰/۰۸	۱/۳
99EastS ₁	۹۹/۰۱/۲۹	۹۹/۰۷/۲۸	۸/۱	۱/۶۱	۰/۲۰	۰/۰۷	۱/۳
99EastS ₂	*	۹۹/۰۷/۲۰	۸/۱	۱/۶۱	۰/۲۲	۰/۰۹	۱/۳
99EastS ₃	*	۹۹/۰۸/۰۷	۸/۱	۱/۶۱	۰/۲۱	۰/۰۸	۱/۳
99EastS ₄	*	۹۹/۰۵/۱۲	۷/۶	۲/۱	۰/۲۱	۰/۰۹	۱/۲۴
99EastS ₅	*	۹۹/۰۵/۲۱	۷/۷۸	۱/۱۳	۰/۲۴	۰/۱۰	۱/۲۱
99EastS ₆	*	۹۹/۰۵/۱۴	۷/۶	۲/۱	۰/۲۰	۰/۰۸	۱/۲۴
99EastS ₇	*	۹۹/۰۵/۲۴	۷/۸	۳/۰۸	۰/۱۹	۰/۰۶	۱/۳
99EastS ₈	۹۹/۰۲/۲۷	۹۹/۰۷/۱۰	۷/۴۳	۲/۸۴	۰/۲۲	۰/۰۹	۱/۳
99EastS ₉	*	۹۹/۰۶/۳۰	۷/۵۶	۰/۴	۰/۱۶	۰/۰۶	۱/۳
99EastS ₁₀	*	۹۹/۰۶/۱۵	۷/۳۷	۰/۹۶	۰/۲۱	۰/۰۸	۱/۲۲
99EastS ₁₁	۹۹/۰۳/۱۵	۹۹/۰۷/۱۲	۷/۷۵	۱/۲۳	۰/۲۰	۰/۰۶	۱/۳
99EastS ₁₂	۹۹/۰۳/۰۱	۹۹/۰۵/۱۰	۶/۷۴	۱/۴۸	۰/۱۶	۰/۰۶	۱/۳

* در باغات تاریخ کاشت کاربرد ندارد.

جدول ۱۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در مزارع منتخب آذربایجان غربی

کد مزرعه	عمق (cm)	رس Clay	شن Sand	سیلت Silt	شوری EC(ds/m)	بافت texture	اسیدیته pH	آهک TNV (%)	کربن آلی OC (%)	مقدار N %	مقدار P ppm	مقدار K ppm
99WestW ₁	۰-۳۰	۲۳	۱۰	۶۷	۱/۶۴	SiL	۷/۷۷	۱۲/۳	۱/۱۳	۰/۱۱	۵/۰۸	۲۱۳
99WestW ₂	۰-۳۰	۳۴	۱۳	۵۳	۲/۱۶	SiC	۷/۹۶	۱۱/۶	۱/۲۵	۰/۱۰	۹/۹	۳۱۴
99WestWT ₃	۰-۳۰	۵۰	۶	۴۴	۲/۰۱	SiCl	۷/۷۹	۹/۶	۰/۹۵	۰/۰۶	۱۹/۵	۵۹۸
99WestWC ₃	۰-۳۰	۴۶	۷	۴۷	۱/۴۱	SiCl	۸/۱۵	۱۰/۶	۰/۹۱	۰/۰۸	۲۹/۸	۵۶۴
99WestWT ₄	۰-۳۰	۴۳	۴	۵۳	۲/۳۳	SiC	۸/۰۲	۱۰/۲	۱/۹۶	۰/۱۶	۷/۷	۵۲۰
99WestWC ₄	۳۰-۰	۵۴	۴	۴۲	۱/۰۴۳	SiC	۷/۷۵	۱۰/۹	۱/۳۵	۰/۱۳	۰/۱۱	۶۶۹

۲۷۳	۱۴/۹۳	-/۱۰	۱/۰۸	۲۱/۰	۷/۹۳	SiC	-/۷۹۷	۴۷	۸	۴۵	-۰-۳۰	99WestW ₅
۳۷۲	۱۲/۱۶	-/۱۵	۱/۵۵	۹/۵	۸/۲۷	L	۳/۰۵	۴۲	۳۸	۲۰	-۰-۳۰	99WestW ₆
۲۱۳	۱۰/۳۷	-/۱	۱/۰۵	۹/۶	۷/۷۸	L	۱/۰۶۴	۳۸	۳۷	۲۵	-۰-۳۰	99WestW ₇
۲۴۳	۵	-/۱۲	۱/۲	۱۹	۸/۲	CL	-/۶۶	۴۲	۲۴	۳۴	-۰-۳۰	99WestW ₈
۶۵۲/۳	۲۵/۵	-/۱۲	۱/۴۰	۱۴/۳	۸/۷۲	L	-/۷۹	۴۵	۳۱	۲۴	-۰-۳۰	99WestMS ₁
۶۵۲/۳	۲۵/۵	-/۱۲	۱/۱۲	۱۴/۳	۸/۵۹	L	-/۷۶	۴۲	۳۴	۲۴	۳۰-۶۰	99WestMS ₁
۶۵۲/۳	۲۵/۵	-/۱۲	۱/۱۶	۱۴/۳	۸/۶۱	L	-/۷۹	۴۳	۴۳	۲۴	۶۰-۹۰	99WestMS ₁
۳۱۹	۳۲/۸	-/۱	-/۹۳	۱۸/۵	۸/۰۱	SiL	-/۸۱۸	۴۸	۲۸	۲۴	-۰-۳۰	99WestMS ₂
۲۳۸/۵	۱۵/۳۰	-/۱۳	۱/۲۵	۱۱/۱	۷/۸۰	SiL	۱/۷۲	۶۵	۱۰	۲۵	-۰-۳۰	99WestS ₁
۳۲۵/۵	۱۰/۲۰	-/۱۱	۱/۱۰	۱۲/۱	۷/۵۵	SiL	۳/۱۰	۶۱	۱۹	۲۰	-۰-۳۰	99WestS ₂
۲۰۰/۱	۱۱/۳۰	-/۱۲	۱/۱۸	۱۲/۲	۷/۶۸	SiL	۲/۶۵	۶۱	۱۱	۲۸	-۰-۳۰	99WestS ₃
۴۳۱	۳۶/۷	-/۰۸	-/۷۹	۹/۵	۷/۹۲	CL	۱/۱۳۸	۴۸	۳۱	۲۱	-۰-۳۰	99WestS ₄
۲۹۲	۵/۴	-/۸۵	۱/۱۲	۹/۶	۸/۱۳	SiC	-/۹۰۸	۵۲	۱۳	۳۵	-۰-۳۰	99WestS ₅
۲۹۲	۵/۴	-/۸۵	-/۹۵	۹/۲	۸/۰۶	SiC	-/۵۴۵	۴۸	۱۱	۴۱	۳۰-۶۰	99WestS ₅
۲۹۲	۵/۴	-/۸۵	-	۱۶/۶	۸/۲۴	SiC	-/۸۲۲	۵۲	۱۳	۳۵	۶۰-۹۰	99WestS ₅
۳۸۷	۶	-/۱۱	۱/۳۵	۱۰/۴	۸/۳۰	SiC	-/۸۷۵	۵۲	۹	۳۹	-۰-۳۰	99WestS ₆
۳۸۷	۶	-/۱۱	-/۸۲	۱۴/۹	۸/۱۱	SiC	۱/۴۵	۴۶	۱۱	۴۳	۳۰-۶۰	99WestS ₆
۳۸۷	۶	-/۱۱	-	۱۷/۸	۸/۰۵	SiC	۲/۷۸	۴۸	۱۱	۴۱	۶۰-۹۰	99WestS ₆
۳۵۰	۳/۷	-/۱۱	۱/۳۰	۱۱	۸/۰۲	SiC	-/۲۷۴	۵۱	۱۵	۳۴	-۰-۳۰	99WestS ₇
۵۰۹	۳۰/۵	-/۱۲	۱/۴۴	۱۲	۸/۲۰	SiC	-/۸۵۳	۴۳	۷	۵۰	-۰-۳۰	99WestS ₈
۳۰۵	۸/۳	-/۱۰	۱/۱۴	۹/۹	۷/۸۵	SiL	-/۶۸۷	۵۱	۲۱	۲۸	-۰-۳۰	99WestS ₉
۳۶۸	۱۹/۱	-/۰۸	-/۹۳	۹/۴	۷/۷۹	SiL	-/۸۴۰	۴۹	۲۵	۲۶	۳۰-۶۰	99WestS ₉
*	*	*	*	۳/۹	۷/۷۴	SiC	-/۳۵۱	۵۳	۱۵	۳۲	۶۰-۹۰	99WestS ₉
۳۸۷	۱۵	-/۹	۱/۰۸	۱۵/۴	۷/۶۳	SiCl	-/۵۵۴	۵۴	۸	۳۸	-۰-۳۰	99WestS ₁₀
۶۱۰	۵۳/۴	-/۱۴	۱/۷۲	۱۴/۷	۷/۹۸	SiCL	۱/۰۴۱	۵۲	۱۲	۱۲	-۰-۳۰	99WestS ₁₁
۴۳۶	۲۶/۴	-/۰۹	۱/۰۳	۱۰/۸	۷/۹۴	L	-/۷۸	۴۹	۲۸	۲۳	-۰-۳۰	99WestS ₁₂
۴۳۶	۲۶/۴	-/۰۹	-/۱۸	۱۰/۱	۸/۰۲	SiL	۱/۷۱	۵۱	۳۲	۱۷	۳۰-۶۰	99WestS ₁₂
۴۳۶	۲۶/۴	-/۰۹	*	۷/۷	۸/۵۰	SL	۱/۲۱	۲۷	۶۰	۱۳	۶۰-۹۰	99WestS ₁₂
۳۲۲	۶/۷	-/۰۲	۳۲	۱۰/۱	۸/۲۷	L	-/۳۱۵	۴۸	۳۰	۲۲	-۰-۳۰	99WestS ₁₃
۳۵۹	۱۲/۲	-/۰۵	-/۶۲	۷/۰	۷/۸۳	SL	-/۶۱۱	۱۸	۷۳	۹	-۰-۳۰	99WestS ₁₄
۲۲۹	۷/۴	-/۰۴	-/۴۹	۷/۲	۷/۹۵	SL	-/۳۷۲	۲۲	۶۹	۹	۳۰-۶۰	99WestS ₁₄
*	*	*	*	۷/۷	۷/۸۹	SL	-/۳۲۴	۲۲	۶۷	۱۱	۶۰-۹۰	99WestS ₁₄
۴۰۷	۲/۹	-/۰۵	-/۵۹	۶/۸	۷/۸۳	SL	-/۲۷۶	۲۲	۶۶	۱۲	-۰-۳۰	99WestS ₁₅
۲۹۶	۱/۵	-/۰۴	-/۴۵	۵/۶	۷/۸۷	SL	-/۵۷۳	۱۰	۸۶	۴	۳۰-۶۰	99WestS ₁₅
*	*	*	*	۶/۳	۷/۸۳	SL	-/۴۳۹	۲۰	۷۲	۸	۶۰-۹۰	99WestS ₁₅
۵۹۸	۷۷/۴	-/۰۶	-/۷۶	-	۷/۷۰	L	۱/۲۸	۳۲	۴۵	۲۳	-۰-۳۰	99WestS ₁₆
۵۵۳	۱۸۲/۹	-/۰۴	-/۴۴	۸/۲	۷/۰۶	L	۲/۶۲۰	۲۹	۵۳	۱۸	۳۰-۶۰	99WestS ₁₆
*	*	*	*	۹/۹	۷/۲۷	L	۲/۵۱۰	۳۷	۴۳	۲۰	۶۰-۹۰	99WestS ₁₆
۶۲۸	۳۵/۲	-/۱	-/۹۵	۷/۷۵	۸/۵۶	SiCL	-/۸	۵۲	۱۶	۳۲	-۰-۳۰	99WestS ₁₇
۳۲۵	۱۷/۷	-/۱	-/۹۷	۱۹	۷/۹۵	SiL	-/۴۴	۵۲	۲۴	۲۴	-۰-۳۰	99WestS ₁₈
۳۰۴	۱۲/۸	-/۱۰	۱/۰۸	۵/۰	۷/۷۵	SiCL	-/۷۱۸	۵۰	۱۶	۳۴	-۰-۳۰	99WestS ₁₉
۲۹۳	۱۷/۸	-/۰۲	-/۱۹	۱۰/۲	۷/۹۹	CL	-/۵۰۵	۴۸	۲۴	۲۸	۳۰-۶۰	99WestS ₁₉
۱۹۳	۱۰/۸۳	-/۰۱	-/۱۳	۱۱/۲	۸/۰۶	SiL	-/۴۰۵	۵۰	۲۶	۲۴	۶۰-۹۰	99WestS ₁₉
۱۲۷	۹/۲۹	-/۰۷	-/۶۹	۱۲/۸۷	۸/۵۰	SiL	۱/۷۲	۵۲	۲۸	۲۰	-۰-۳۰	99WestS ₂₀
۱۲۷	۹/۲۹	-/۰۷	-/۴۰	۱۵/۲۵	۸/۶۴	SiL	۲/۵۵	۵۲	۲۸	۱۹	۳۰-۶۰	99WestS ₂₀
*	*	*	-/۲۱	۱۳/۲۵	۸/۸۶	SiL	۲/۰۷	۴۵	۲۸	۲۶	۶۰-۹۰	99WestS ₂₀
۳۳۲	۵/۳۱	-/۱۴	۱/۳۶	۵/۶۲	۸/۱۲	CL	-/۳۵	۴۵	۲۸	۲۷	-۰-۳۰	99WestST ₂₁
۳۳۴	۵/۳۱	-/۱۳	۱/۳۶	۵/۶۲	۸/۰۲	CL	-/۳۰	۴۹	۲۳	۲۸	-۰-۳۰	99WestSC ₂₁
۲۶۳	-/۸۶	-/۱۱	۱/۰۹	۹	۸/۴۸	SiCL	۱/۰۵	۴۸	۱۳	۳۹	-۰-۳۰	99WestS ₂₂
۳۱۴	۴/۹	-/۰۷	-/۸۸	۷/۷	۷/۸	L	-/۲۹۸	۴۰	۳۷	۲۳	-۰-۳۰	99WestS ₂₃
۱۶۹	۱۳/۷	-/۱۴	۱/۴۱	۱۵/۲۵	۷/۴۲	L	-/۴۲۹	۴۱	۲۲	۳۷	۳۰-۶۰	99WestS ₂₄
۱۰۹	۱۰/۳	-/۱۰	۱/۰۴	۲۱/۲۵	۷/۵۶	L	-/۳۲۴	۴۳	۳۴	۲۳	۶۰-۳۰	99WestS ₂₄
۸۶	۱۳/۲	-/۰۶	-/۶۳	۲۱/۰۰	۷/۵۴	L	-/۳۲۹	۴۷	۳۴	۱۹	۹۰-۶۰	99WestS ₂₄
۳۴	۱۴/۳۱	-/۱۵	۱/۵۶	۱۱	۸/۰۵	L	-/۳۵۱	۴۹	۳۱	۲۰	-۰-۳۰	99WestS ₂₅
.	۱۵	-/۰۱	-/۸۶	۱۴/۲۵	۸/۰۶	L	-/۳۶۲	۴۵	۳۷	۱۸	۶۰-۳۰	99WestS ₂₅
.	۱۰/۲	.	*	۱۴/۷۵	۸/۰۱	LS	-/۲۴۱	۳۱	۶۱	۸	۹۰-۶۰	99WestS ₂₅
۵۲۰	۸۲/۳	-/۱۲	۱/۴۲	۹/۶	۷/۵۸	L	-/۹۰۹	۴۰	۳۶	۲۴	۳۰-۶۰	99WestS ₂₆
۵۴۱	۸۴	-/۱۲	۱/۴	۸/۷	۷/۸۱	L	۱/۳۸۱	۴۰	۳۸	۲۲	-۰-۳۰	99WestS ₂₇

۲۱۳	۵/۴	۰/۱۱	۱/۳۶	۶/۵	۷/۶۵	L	۰/۳۰۲	۳۸	۴۸	۱۴	۰-۳۰	99WestS ₂₈
۲۱۳	۵/۴	۰/۱۱	۱/۲۷	۷/۹	۷/۶۰	L	۰/۲۷۳	۳۹	۴۶	۱۵	۶۰-۳۰	99WestS ₂₈
*	*	*	*	۸/۴	۷/۷۶	SL	۰/۲۸۶	۳۴	۵۴	۱۲	۹۰-۶۰	99WestS ₂₈
۵۷۵	۶۳/۶	۰/۱	۱/۲۵	۷/۲	۷/۸۵	L	۰/۴۱۶	۴۴	۳۸	۱۸	۰-۳۰	99WestS ₂₉
۵۷۵	۶۳/۶	۰/۱	۰/۶۱	۹/۴	۷/۹۳	L	۰/۴۰۲	۴۳	۳۸	۱۹	۶۰-۳۰	99WestS ₂₉
*	*	*	*	۱۰/۶	۷/۸۸	L	۰/۴۰۳	۴۶	۳۲	۲۲	۹۰-۶۰	99WestS ₂₉
۴۰۵	۸/۶	۰/۱۵	۱/۵	۱۹	۸/۳	L	۰/۴۰	۴۵	۳۶	۱۹	۰-۳۰	99WestS ₃₀
۷۸۴	۴۹/۶	۰/۱۳	۱/۹	۱۹	۸	L	۰/۴۰	۴۸	۴۲	۱۰	۰-۳۰	99WestS ₃₁
۳۷۱	۸/۸	۰/۱۲	۰/۹	۱۷/۴	۷/۶	SiL	۰/۳۳	۵۸	۲۲	۲۰	۰-۳۰	99WestS ₃₂
۳۷۱	۸/۸	۰/۱۲	۱/۲	۱۷/۹	۷/۷	SiL	۰/۷۲	۵۵	۲۰	۲۵	۶۰-۳۰	99WestS ₃₂
*	*	*	*	۱۷/۹	۷/۷	SiL	۰/۷۷	۵۶	۱۸	۲۶	۹۰-۶۰	99WestS ₃₂
۳۳۰/۶	۱۱/۴۴	۰/۱۶	۱/۱۹	۲۳/۸۰	۷/۰۸	CL	۱/۰۴	۳۰	۳۸	۳۲	۰-۳۰	99WestSI ₃₃
۲۸۰/۵	۱۴/۵۶	۰/۱۰	۰/۵۳	۲۴/۲	۷/۵۵	CL	۰/۹۹	۲۷	۴۱	۳۲	۶۰-۳۰	99WestSI ₃₃
۱۵۳/۲	۱۸/۳۷	۰/۰۹	۰/۶۷	۲۳/۴۵	۷/۹۳	CL	۱/۰۹	۲۷	۴۴	۲۹	۹۰-۶۰	99WestSI ₃₃
۳۱۶/۹	۱۳/۵۷	۰/۱۳	۱/۰۴	۳۶	۸/۰۴	SiC	۰/۶۱	۴۳	۱۳	۴۴	۰-۳۰	99WestSC ₃₃
۱۷۹/۶	۴۱/۹	۰/۰۹	۰/۷۶	۲۵	۷/۹۵	L	۱/۲	۴۸	۲۹	۲۳	۰-۳۰	99WestSI ₃₄
۸۰/۵	۲۳/۵	۰/۰۸	۰/۶۱	۲۵/۲۴	۸	L	۱/۲	۵۰	۲۷	۲۳	۶۰-۳۰	99WestSI ₃₄
۷۶/۷	۱۱/۷	۰/۰۳	۰/۲۸	۲۲	۸	LS	۱/۳	۵۶	۲۵	۱۹	۹۰-۶۰	99WestSI ₃₄
۳۴۰/۶	۱۱/۴۱	۰/۱۳	۱/۱۶	۲۲/۸۸	۷/۹۹	CL	۰/۹۷	۳۲	۳۸	۳۰	۰-۳۰	99WestSC ₃₄
۲۱۸/۵	۱۱/۵۶	۰/۱۰	۰/۸۳	۲۴/۲۵	۷/۹۷	CL	۱/۰۶	۲۷	۴۱	۳۲	۶۰-۳۰	99WestSC ₃₄
۱۴۷/۲	۷/۳۷	۰/۰۷	۰/۶۵	۲۷/۱۵	۷/۹۹	CL	۱/۰۳	۲۹	۴۳	۲۸	۹۰-۶۰	99WestSC ₃₄
۳۱۶/۹	۸/۱۴	۰/۱۳	۱/۱۸	۳۰/۰	۷/۸۱	CL	۰/۷۷	۳۱	۳۳	۳۶	۰-۳۰	99WestS ₃₅
۱۲۷/۹	۰/۹۶	۰/۰۸	۰/۶۱	۳۰/۷	۷/۹۲	CL	۰/۶۴	۲۹	۳۳	۳۸	۶۰-۳۰	99WestS ₃₅
۱۰۸/۱	۰/۸۲	۰/۰۴	۰/۳۶	۲۹/۵	۷/۹۶	CL	۰/۶۳	۳۱	۳۳	۳۶	۹۰-۶۰	99WestS ₃₅
۶۶۰/۲	۲۴/۶	۰/۱۳	۱/۲۱	۲۶/۳	۷/۸۹	CL	۰/۶۷	۳۷	۳۱	۳۲	۰-۳۰	99WestS ₃₆
۴۵۲/۶	۱۶/۶	۰/۰۷	۰/۶۶	۳۸/۲	۷/۸۵	CL	۰/۷۳	۲۵	۳۷	۳۸	۶۰-۳۰	99WestS ₃₆
۳۲۹/۵	۱۲/۰۵	۰/۰۴	۰/۳۴	۲۶/۵	۷/۹۱	C	۰/۷۰	۳۷	۲۱	۴۲	۹۰-۶۰	99WestS ₃₆
۲۸۹/۸	۴/۵۵	۰/۱۴	۱/۱۸	۲۶/۱۳	۷/۹۵	SCL	۰/۸۹	۲۳	۴۹	۲۸	۰-۳۰	99WestS ₃₇
۴۳۱	۲/۵	۰/۱۵	۱/۶۹	۱۳/۵	۷/۶۹	SiL	۰/۶۷	۵۴	۲۶	۲۰	۰-۳۰	99WestS ₃₈
۴۳۱	۲/۵	۰/۱۵	۱/۶۰	۱۵/۰	۷/۵۹	SiL	۰/۵۹	۵۳	۲۶	۲۱	۶۰-۳۰	99WestS ₃₈
*	*	*	۱/۳۴	۱۴/۰	۷/۶۵	CL	۰/۷۲	۴۹	۲۲	۲۹	۹۰-۶۰	99WestS ₃₈
۳/۱	۹/۶	۰/۳	۲/۹۳	۱۶/۳	۸/۰۸	CL	۰/۲۲	۴۰	۲۶	۴۸	۳۰-۰	99WestS ₃₉
۳/۱	۹/۶	۰/۳	۲/۶۷	۱۵/۵	۸/۱	CL	۰/۲۲	۳۵	۲۷	۳۸	۳۰-۶۰	99WestS ₃₉
*	*	*	۲/۹۲	۱۵/۰	۸/۰۲	CL	۰/۲۲	۳۴	۲۸	۳۸	۶۰-۹۰	99WestS ₃₉
۴/۲۱	۳/۶۳	۰/۱۶	۱/۵۷	۹/۳	۷/۴۴	L	۰/۲۲	۳۴	۱۶	۵۰	۰-۳۰	99WestS ₄₀
۴/۲۱	۳/۶۳	۰/۱۶	۱/۵۷	۹/۳	۷/۴۴	L	۰/۲۲	۲۹	۱۸	۵۳	۳۰-۶۰	99WestS ₄₀
*	*	*	۱/۵۷	۹/۳	۷/۴۴	L	۰/۲۲	۲۹	۲۰	۵۱	۶۰-۹۰	99WestS ₄₀
۴۱۰	۷/۱۲	۰/۱۷	۱/۶۹	۳۱/۰	۸/۱	C	۰/۸۶	۲۹	۲۷	۴۹	۳۰-۰	99WestS ₄₁
۴۱۰	۷/۱۲	۰/۱۷	۰/۸۲	۳۵/۸	۸/۱	C	۰/۷۸	۲۴	۲۸	۴۸	۳۰-۶۰	99WestS ₄₁
*	*	*	۱/۳۳	۱۸/۳	۸/۰	C	۰/۸۷	۲۵	۲۹	۴۶	۶۰-۹۰	99WestS ₄₁

* پارامتر مورد نظر توسط آزمایشگاه اندازه‌گیری نشده است. آزمایشگاه‌ها معمولاً مقدار کربن آلی عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متر را اعلام نمی‌کنند.

جدول ۱۲- تقویم زراعی، مشخصات فیزیکی خاک و مشخصات کیفی آب در مزارع منتخب آذربایجان غربی

کد مزرعه	تاریخ کاشت	تاریخ برداشت	pH آب	EC آب (ds/m)	FC (cm ³ /cm ³)	PWP (cm ³ /cm ³)	B.D. (gr/cm ³)
99WestW ₁	۹۷/۸/۲۱	۹۹/۴/۱۵	۷/۰۱	۰/۶۰	۰/۳۲۵	۰/۱۰۴	۱/۲۵
99WestW ₂	۹۷/۸/۲۵	۹۹/۴/۱۵	۷/۱۰	۱/۲۸	۰/۳۱۸	۰/۱۲۵	۱/۲۷
99WestWT ₃	۹۸/۸/۲۳	۹۹/۴/۱۵	۷/۶۱	۲/۰۳	۰/۳۴۶	۰/۱۶۸	۱/۲۵
99WestWC ₃	۹۸/۸/۲۳	۹۹/۴/۱۵	۷/۶۱	۲/۰۳	۰/۳۳۹	۰/۱۵۸	۱/۲۵
99WestWT ₄	۹۷/۸/۱۶	۹۹/۴/۱۵	۸/۰۰	۱/۴۰	۰/۳۳۸	۰/۱۵۲	۱/۲۵
99WestWC ₄	۹۷/۸/۲۵	۹۹/۴/۱۵	۸/۰۰	۱/۴۰	۰/۳۵۴	۰/۱۷۸	۱/۲۵
99WestW ₅	۹۷/۹/۶	۹۹/۴/۳۱	۷/۷۹	۰/۵۰	۰/۳۳۶	۰/۱۴۳	۱/۳
99WestW ₆	۹۷/۸/۱۷	۹۹/۴/۱۰	۷/۷۸	۰/۵۰	۰/۲۸۴	۰/۰۸	۱/۳

۱/۳	-/۱۰۲	-/۲۹۱	-/۵۶	۷/۷۱	۹۹/۴/۲۷	۹۸/۷/۲۳	99WestW ₇
۲۴۳	-/۰۵	-/۱۲	-/۹۵	۷/۵۰	۹۹/۴/۱۵	۹۸/۸/۱۵	99WestW ₈
۱/۲۹۳	-/۰۹۸	-/۳۰۴	-/۹۷۸	۷/۳۶	۹۹/۷/۵	*	99WestMS ₁
۱/۳	-/۱۰۰	-/۲۸۸	۱/۰۰۴	۶/۹۰	۹۹/۸/۱۵	۹۹/۱/۲۸	99WestMS ₂
۱/۲۵	-/۱۰۷	-/۳۲۷	-/۶۰۰	۷/۰۱	۹۹/۶/۲۰	۹۹/۲/۸	99WestS ₁
۱/۲۵	-/۰۹۳	-/۳۱۵	-/۶۰۰	۷/۰۱	۹۹/۶/۲۵	۹۹/۲/۲۲	99WestS ₂
۱/۲۵	-/۱۱۳	-/۳۲۴	۱/۲۳۰	۷/۱۸	۹۹/۶/۳۰	۹۹/۲/۱۹	99WestS ₃
۱/۳	-/۰۹۰	-/۲۹۹	۱/۱۰۰	۷/۱۷	۹۹/۶/۲۰	۹۹/۲/۲۷	99WestS ₄
۱/۲۵	-/۱۴۰	-/۳۲۸	-/۶۶۹	۷/۰۹	۹۹/۵/۲۰	*	99WestS ₅
۱/۲۵	-/۱۴۰	-/۳۲۸	۱/۰۱۳	۷/۲۸	۹۹/۶/۲۰	*	99WestS ₆
۱/۲۵	-/۱۲۶	-/۳۱۸	۴/۱۳۰	۶/۸۵	۹۹/۶/۱۵	۹۹/۲/۲۳	99WestS ₇
۱/۲۵	-/۱۶۸	-/۳۴۵	۴/۴۶۶	۷/۴۲	۹۹/۷/۱۰	۹۹/۲/۳	99WestS ₈
۱/۲۵	-/۱۰۹	-/۳۰۹	۱/۴۶۲	۷/۵۷	۹۹/۷/۱۹	*	99WestS ₉
۱/۲۵	-/۱۳۱	-/۳۳۹	*	*	۹۹/۵/۳	۹۹/۲/۱	99WestS ₁₀
۱/۲۵	-/۱۳۱	-/۳۳۹	۳/۴۳۰	۷/۵۱	۹۹/۵/۱۴	۹۹/۲/۳۱	99WestS ₁₁
۱/۲۵	-/۹۷	-/۳۱۶	۱/۵۰۰	۷/۲۲	۹۹/۵/۲۶	*	99WestS ₁₂
۱/۳۰	-/۰۹۲	-/۳۰۲	-/۶۹۴	۷/۱۳	۹۹/۸/۲۹	۹۹/۲/۶	99WestS ₁₃
۱/۳۰	-/۰۶۶	-/۲۲۹	۱/۸۰۸	۷/۰۲	۹۹/۷/۳	*	99WestS ₁₄
۱/۳۰	-/۰۷۴	-/۲۵۰	-/۸۸۴	۷/۱۸	۹۹/۴/۳۱	*	99WestS ₁₅
۱/۳۰	-/۰۹۹	-/۲۹۵	-/۹۷۲	۷/۲۶	۹۹/۷/۳	*	99WestS ₁₆
۱/۲۵	-/۱۲۱	-/۳۱۶	۱/۵۰۰	۷/۷۵	۹۹/۸/۱۷	۹۹/۲/۱	99WestS ₁₇
۱/۳	-/۱۰۰	-/۳۰۰	۱/۱۲۰	۷/۳۱	۹۹/۵/۳۰	۹۹/۲/۱۵	99WestS ₁₈
۱/۳	-/۱۲۳	-/۳۱۰	۱/۲۵۰	۷/۲۵	**	*	99WestS ₁₉
۱/۲۵	-/۰۸۹	-/۳۱۰	-/۵۰۰	۶/۸۰	۹۹/۶/۳۱	*	99WestS ₂₀
۱/۲۵	۱۰/۷	۳۰/۰	-/۵۰۰	۷/۷۸	۹۹/۸/۳	۹۹/۳/۱۱	99WestST ₂₁
۱/۲۵	۱۰/۹	۳۰/۶	-/۵۰۰	۷/۷۸	۹۹/۷/۲۵	۹۸/۱۲/۲۵	99WestSC ₂₁
۱/۲۵	-/۱۳۹	-/۳۲۴	-/۵۰۰	۷/۷۸	۹۹/۷/۱۵	۹۸/۱۲/۲۶	99WestS ₂₂
۱/۳	-/۰۹۶	-/۳۰۹	*	*	۹۹/۸/۸	۹۹/۱/۲۰	99WestS ₂₃
۱/۳	-/۱۳۳	-/۳۲۰	-/۸۲۴	۷/۰۲	۹۹/۷/۱۴	*	99WestS ₂₄
۱/۳۰	-/۰۹۰	-/۲۹۹	*	*	۹۹/۷/۱۵	*	99WestS ₂₅
۵۲۰	-/۰۸۲	-/۱۲	۱/۰۹۷	۷/۲۱	۹۹/۶/۲۵	۹۹/۱/۲۵	99WestS ₂₆
۱/۳	-/۱۰۰	-/۳۰۷	-/۷۷۱	۷/۶۹	۹۹/۶/۲۵	۹۹/۱/۲۶	99WestS ₂₇
۱/۳	-/۰۷۷	-/۲۷۱	-/۵۷۹	۷/۳۰	۹۹/۷/۱	*	99WestS ₂₈
۱/۲۵	-/۰۸۴	-/۳۰۳	*	*	۹۹/۷/۲۰	*	99WestS ₂₉
۱/۳	-/۰۸۷	-/۳۰۱	-/۹۵۰	۷/۶۰	۹۹/۶/۱۲	۹۹/۲/۴	99WestS ₃₀
۱/۳	-/۰۶۷	-/۲۷۶	۱/۰۸۰	۸/۱۰	۹۹/۷/۶	۹۹/۲/۲۷	99WestS ₃₁
۱/۲۵	-/۰۹۱	-/۳۲۸	۱/۰۴۰	۸/۰۰	۹۹/۵/۱۳	*	99WestS ₃₂
۱/۳۰	-/۱۷۶	-/۴۳	۱/۱۰۰	۸/۱۰	۹۹/۴/۳۱	*	99WestST ₃₃
۱/۳۷	-/۰۱۴	-/۳۹	۱/۱۰۰	۸/۱۰	۹۹/۵/۵	*	99WestSC ₃₃
۱/۴	-/۱۷	-/۳۸	-/۷۲۱	۷/۱۰	۹۹/۶/۱۰	*	99WestST ₃₄
۱/۳۷	-/۱۵۶	-/۳۹	-/۷۲۱	۷/۱۰	۹۹/۶/۵	*	99WestSC ₃₄
۱/۳۰	-/۱۲۰	-/۳۱۲	۱/۱۴۰	۷/۱۰	۹۹/۵/۳	*	99WestS ₃₅
۱/۳۱	-/۱۷۰	-/۳۵	۱/۱۰۰	۷/۳۶	۹۹/۵/۲۵	*	99WestS ₃₆
۱/۲۷	-/۱۶	-/۳۵	۱/۰۹۰	۷/۸۵	۹۹/۶/۲۵	۱۳۹۹/۳/۵	99WestS ₃₇
۱/۲۵	-/۰۸۹	-/۳۰۲	۱/۰۳۹	۷/۳۳	۹۹/۶/۳۰	*	99WestS ₃₈
۱/۳	-/۱۲۳	-/۳۱۳	-/۸۳۷	۷/۳۴	۹۹/۶/۲۶	*	99WestS ₃₉
۱/۳	-/۱۶۷	-/۳۲۸	۱/۰۳۹	۷/۳۳	۹۹/۶/۲۶	*	99WestS ₄₀
۱/۲۵	-/۱۵۳	-/۳۲۰	۱/۳۱۲	۷/۲۲	۹۹/۶/۲۹	*	99WestS ₄₁

* در باغات تاریخ کاشت کاربرد ندارد.

** مزرعه به دلیل سرمازدگی بدون عملکرد بود.

۳-۴-۵- 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. نمونه‌ای از نقشه‌برداری مزارع در شکل ۸۵ ارائه شده است.



شکل ۸۵- نقشه‌برداری و تعیین ابعاد، شیب و توپوگرافی در مزارع

۳-۶- محاسبه بازده کاربرد و بهره‌وری آب کشاورزی در مزارع تحت پایش

۳-۶-۱- 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 از جمله: 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:

$$AE = \frac{D_z}{D_{app}} \times 100 \quad (2)$$

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 در نتیجه درصد تلفات نفوذ عمقی از رابطه (۳) محاسبه گردید:

$$DP = 100 - AE \quad (3)$$

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

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

که در آن SMD عمق آب موردنیاز منطقه ریشه (mm) می‌باشد. در رابطه (۲) اگر D_{app} از SMD کمتر باشد، D_z بر 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:

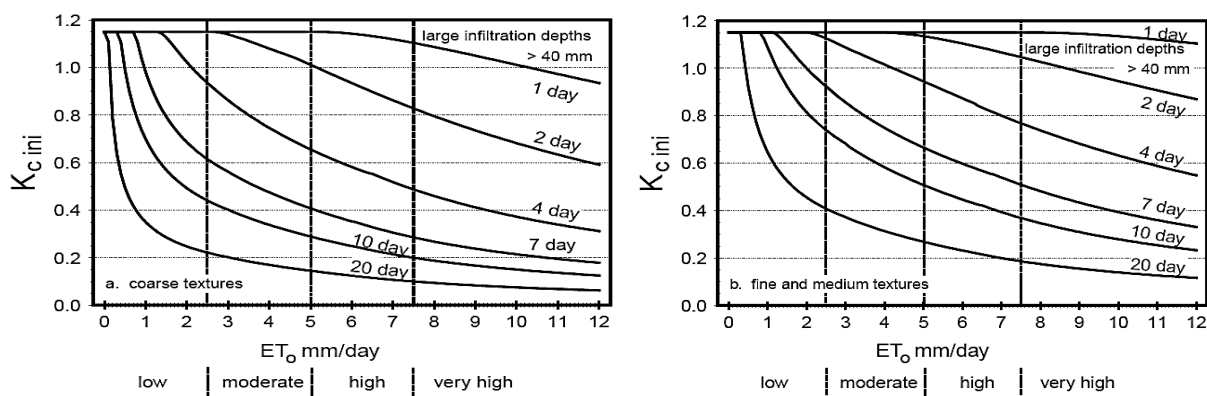
$$SMD = (\theta_{fc} - \theta_i) \times \rho_b \times D_r \quad (۵)$$

که در آن θ_{fc} و θ_i 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 حاصل ضرب K_{cini} مربوط به مرحله اولیه رشد در تبخیر تعرق پتانسیل محاسبه‌شده به روش فائو پنمن - مانیتث تعیین می‌گردد. برای محاسبه تبخیر تعرق پتانسیل گیاه مرجع، از نرم‌افزار Aquacrop استفاده شد.

$$ET_c = K_{cini} \times ET_o \quad (۶)$$

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 ۸۶ 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 بر مبنای ۵۰ میلی‌متر عمق خالص موردنیاز آبیاری اول (خاک آب)، انجام شد.



شکل ۸۶- 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

۳-۶-۲- محاسبه بازده بهره‌وری آب کشاورزی

اصطلاح بهره‌وری آب کشاورزی^۳، به مقدار عملکرد یا ارزش عملکرد گفته می‌شود که به ازای واحد حجم آب مصرفی بدست می‌آید (احسانی و خالدي، ۱۳۸۲). بهره‌وری آب به صورت‌های مختلفی ارائه شده است که در زیر تعاریف و روابط مختلف آن ارائه شده‌اند:

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

که در آن پارامترهای WP_T ، Y و T به ترتیب بهره‌وری تعرق، وزن خشک اندام هوایی گیاه (یا مقدار محصول قابل عرضه 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 به صورت زیر تعریف می‌شود:

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

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 به عنوان آب مورد استفاده گیاه در نظر گرفته شود، بهره‌وری مصرف آب با WP_{I+P} نشان داده شده و به صورت زیر تعریف می‌شود:

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

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 به صورت ارزش عملکرد محصول تعریف می‌شود که در این صورت می‌توان بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری (WP_E) را به صورت رابطه زیر تعریف کرد (Kijne et al, 2003).

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

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 مورد مطالعه، بارش به عنوان یکی از منابع آب آبیاری محسوب می‌گردد. در این طرح شاخص‌های WP_{ET} و WP_{I+P} جهت ارزیابی و اثربخشی گزینه‌ها و تکنیک‌های آبیاری، مورد نظر می‌باشند.

۳-۷- مطالعات اقتصادی

^۳ - Agricultural Water Productivity

یکی از معیارهای مهم در ارزیابی پروژه‌های مختلف آبیاری و زهکشی و همچنین تعیین کارآمدی تکنیک‌های به زراعی، توجیه‌پذیری این پروژه‌ها از جنبه اقتصادی است. بازدهی اقتصادی یکی از کلیدی‌ترین آیتم‌ها در انتخاب روش مناسب برای فعالیت‌های کشاورزی محسوب می‌گردد.

تکنیک‌های ارزیابی اقتصادی (Economical Appraisal)، ابزار مناسبی برای دستیابی به این هدف محسوب می‌گردند. ارزیابی اقتصادی یک پروژه به مفهوم امکان‌سنجی آن پروژه با استفاده از کلیه هزینه‌ها و منافع ملموس و غیرملموس آن می‌باشد. این ابزار نمایانگر ارزش پروژه مذکور از دیدگاه اقتصادی برای جامعه هدف بوده و بیانگر میزان استفاده کارای اقتصادی از منابع و امکانات موجود نظیر آب، زمین، نیروی کار و سرمایه می‌باشد. در ارزیابی اقتصادی کلیه درآمدها و هزینه‌های پروژه احصاء شده و در تکنیک‌های ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در این مطالعه از روش بودجه‌بندی جزئی برای محاسبه سود و زیان حاصل از بکارگیری تکنیک‌های به‌زراعی منتخب و بررسی اقتصادی و غیراقتصادی بودن استفاده از این روش‌ها استفاده می‌شود.

در روش بودجه‌بندی جزئی به منظور تعیین مقدار خالص سود و زیان ناشی از بکارگیری تکنیک‌های به‌زراعی، تغییرات هزینه و درآمد ایجاد شده در اثر بکارگیری تکنیک‌های جدید با روش‌های رایج منطقه مورد مقایسه قرار می‌گیرد. مراحل انجام این روش به شرح زیر است:

۱- محاسبه تغییرات هزینه:

استفاده از تکنیک‌های به‌زراعی منتخب در این پروژه موجب ایجاد هزینه‌هایی می‌شود که در روش‌های متداول منطقه وجود ندارد. این هزینه‌ها تحت عنوان هزینه‌های اضافه شده در نظر گرفته شده و با A نمایش داده می‌شود. همچنین فرض بر این است که بکارگیری تکنیک‌های منتخب موجب کاهش در برخی از هزینه‌های موجود می‌شود. این هزینه‌ها تحت عنوان هزینه‌های کاهش یافته با B نشان داده می‌شود. بعد از مشخص شدن این دو نوع هزینه، خالص افزایش هزینه از تفاضل این دو بدست می‌آید.

$$\Delta TC = A - B \quad (11)$$

۲- محاسبه تغییرات درآمد:

استفاده از تکنیک‌های به‌زراعی منتخب در این پروژه درآمدهایی را ایجاد می‌کند که با D نشان داده می‌شود. همچنین ممکن است تکنیک‌های به‌زراعی معرفی شده موجب کاهش بخشی از درآمدهای زارعین شود. این مقدار برآورد شده و با E نمایش داده می‌شود. بعد از مشخص شدن این دو نوع درآمد، خالص افزایش درآمد از تفاضل این دو بدست می‌آید.

$$\Delta TR = D - E \quad (12)$$

با تعیین خالص افزایش هزینه و خالص افزایش درآمد می‌توان مقدار خالص سود و زیان ناشی از اجرای تکنیک‌های به‌زراعی اجرا شده در مزارع منتخب را محاسبه کرد. بدین منظور پس از کسر تغییرات هزینه از تغییرات درآمد مقدار سود و زیان بدست می‌آید.

$$\Delta\pi = \Delta TR - \Delta TC \quad (13)$$

مقدار مثبت و یا منفی π نمایانگر سود و زیان حاصل از تغییرات ایجاد شده ناشی از بکارگیری تکنیک‌های به-زراعی در مزارع منتخب می باشد. معیارهای ارزیابی اقتصادی:

در مطالعه حاضر برای ارزیابی اقتصادی، از معیارهای زیر استفاده خواهد شد. در کلیه روابط زیر B_i و C_i به ترتیب نمایانگر هزینه و درآمد در سال i ام و r نرخ تنزیل است.

۱- نرخ بازدهی داخلی $(IRR)^4$

$$\sum \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} = 0 \quad (14)$$

r در رابطه فوق نرخ بازدهی سرمایه‌گذاری است که ارزش حال هزینه‌ها و درآمدها را صفر می‌کند و نمایانگر حداکثر نرخ بهره‌ای است که با آن می‌توان سرمایه‌گذاری کرد.

۲- ارزش حال خالص $(NPV)^5$

$$NPV = \sum \frac{B_i - C_i}{(1+r)^i} \quad (15)$$

این معیار ارزش فعلی خالص پروژه‌ها را با توجه به نرخ تنزیل محاسبه می‌کند. در صورتیکه حاصل عبارت فوق مثبت باشد، نمایانگر توجیه‌پذیری اقتصادی طرح است.

۳- نسبت منفعت به هزینه $(B/C)^6$

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum \frac{C_i}{(1+r)^i}} \quad (16)$$

این معیار نسبت مجموع ارزش حال منافع را به مجموع ارزش حال هزینه‌ها در نرخ تنزیل معین محاسبه می‌کند.

۴- معرفی جامعه آماری:

جامعه آماری این مطالعه کلیه مزارع منتخب طرح پایش (شامل مزارع پایش، مزارع مرجع و مزارع شاهد) در دو استان آذربایجان شرقی و غربی هستند که برای بررسی تکنیک‌های برتر به‌زراعی انتخاب شده‌اند.

مزارع پایش: مزارع یا باغات پایش مزارعی هستند که شرکت‌های مجری متعهد شده‌اند در آنها اندازه‌گیری‌های مرتبط با دستورالعمل پایش را به طور کامل انجام و ارائه نمایند.

⁴ Internal Rate of Return

⁵ Net Present Value

⁶ Benefit-Cost Ratio

مزارع مرجع: مزارع یا باغاتی هستند که در روستاهای نمونه پروژه قرار داشته و بهره‌برداران این مزارع به کمک تسهیلات شرکت مجری به طور داوطلبانه از سبد تکنیک‌های فنی پروژه، تعدادی را انتخاب و در مزرعه یا باغ خود پیاده می‌سازند. در این مزارع تکنیک‌های برتر به‌زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرند اما اندازه‌گیری‌های انجام شده با دقت مزارع پایش صورت نمی‌پذیرد.

مزارع شاهد: در این مزارع از روش‌ها و تکنیک‌های رایج منطقه استفاده می‌شود.

فصل چهارم

اثر بخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت-

های آذربایجان شرقی

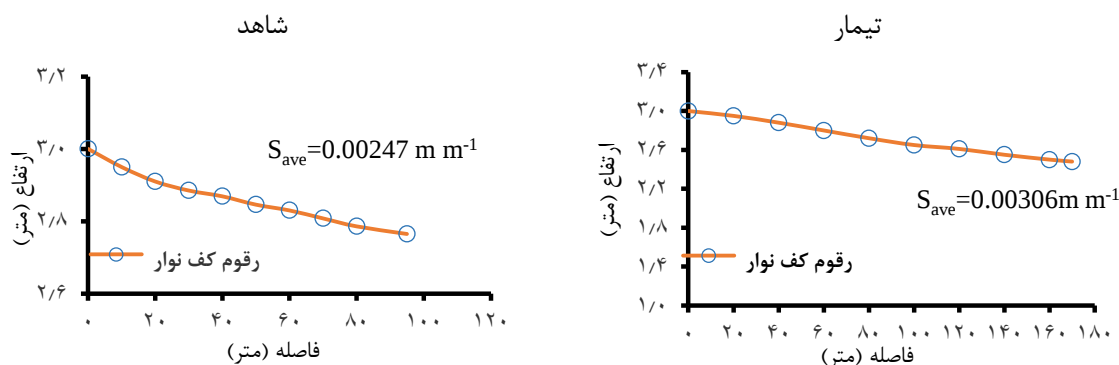
۴-۱- نتایج پایش و مدیریت آبیاری در مزارع کشت پاییزه شرکت‌ها

۴-۱-۱- مزرعه 99EastW₁

در مزرعه 99EastW₁ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری، تسطیح، خاکورزی حفاظتی و کاشت با دستگاه کف‌کار در نظر گرفته شد. سال قبل مزرعه تیمار به‌صورت آیش و کشت قبلی مزرعه شاهد گندم بود. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₁ در جدول ۱۳ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۱۷۰ متر و عرض ۲ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۸۷ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی مزرعه تیمار ۰/۳ درصد می‌باشد.

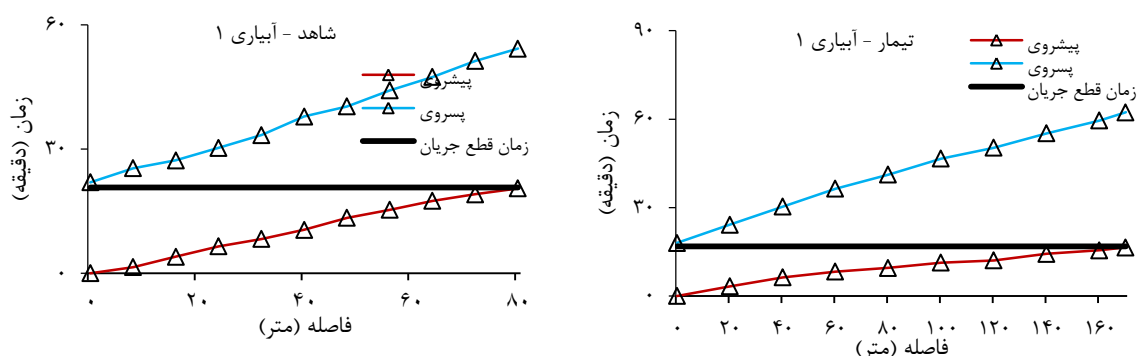
جدول ۱۳- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₁

99EastW ₁	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری	۲×۱۷۰	۰/۰۰۳	بسته
شاهد	کرتی	۲×۹۵	۰/۰۰۲	بسته

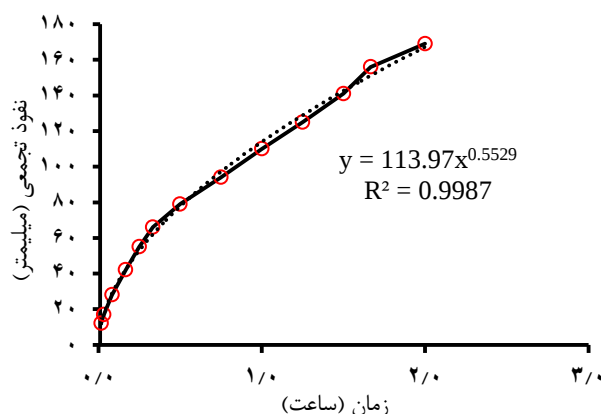


شکل ۸۷- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₁

اولین آبیاری (خاک‌آب) در تاریخ ۹۸/۰۷/۲۵ با آبیاری از یک منبع آب سد صورت گرفت. پیشروی آب در شاهد حدود ۱۳ دقیقه و در تیمار حدود ۱۷ دقیقه به طول انجامید و دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه با استفاده از فلوم تیپ ۵ (WSC₅)، ۲۴/۹ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۸۸). اگر در طول مساوی مقایسه شود جریان پیشروی تیمار حدود ۱۰ دقیقه می‌باشد. در این مزرعه در تاریخ ۹۸/۰۷/۲۵ نصب دابل رینگ جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۸۹ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه 99EastW₁ نشان داده شده است.



شکل ۸۸- پروفیل منحنی پسروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastW₁



شکل ۸۹- نمودار نفوذپذیری مزرعه 99EastW₁

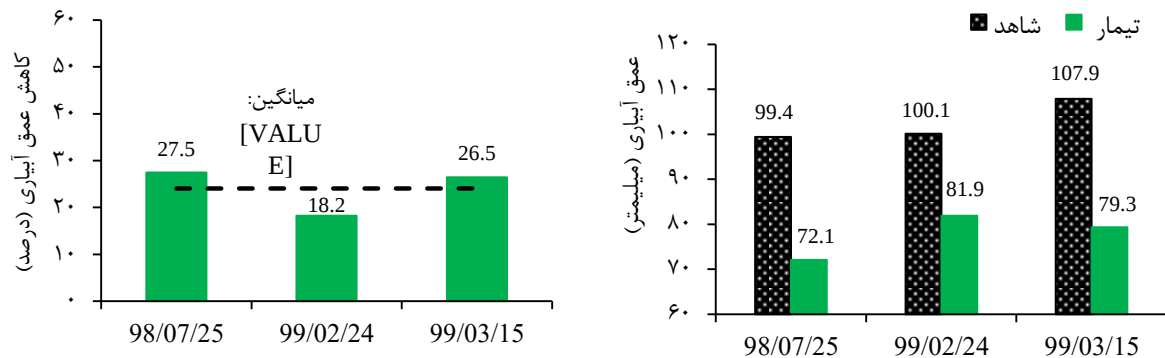
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول تا سوم مزرعه 99EastW₁، در جدول ۱۴ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۴، عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب ۷۲/۱ و ۹۹/۴ میلی‌متر بوده است و به کارگیری تیمار آبیاری شیاری و تسطیح اراضی موجب کاهش ۲۷/۵ درصد عمق آبیاری و افزایش ۱۷/۵ درصدی راندمان کاربرد آبیاری اول گردیده است. آبیاری دوم از یک منبع آب سد صورت گرفت که میزان دبی به وسیله فلوم تیپ پنج ۱۶/۶۹ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری شد. مطابق جدول ۱۴، عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۸۱/۹ و ۱۰۰/۱ میلی‌متر بوده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری ۱۸/۲ درصد کاهش و حدود ۱۴/۲ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است. آبیاری سوم از یک منبع آب سد با دبی ۲۷/۲۴ لیتر بر ثانیه انجام شد. در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری سوم ۲۶/۵ درصد کاهش و حدود ۲۱/۴ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است.

جدول ۱۴- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastW₁ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

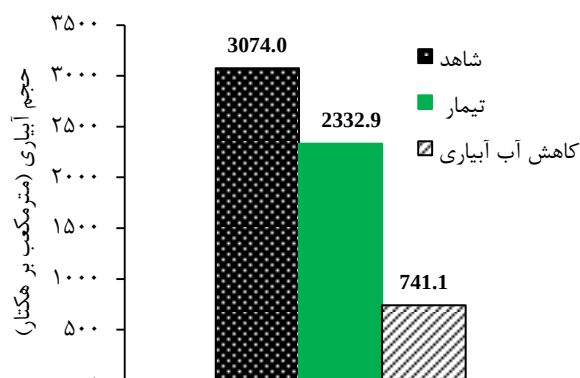
نوبت آبیاری	99EastW ₁	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t _{co} دقیقه	عمق آبیاری I _g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۷/۲۵	۲۴/۹۱	۱۸۰	۷۲/۱	۳۳/۳*	۴۶/۲
	شاهد	۹۸/۰۷/۲۵	۲۴/۹۱	۱۲۰	۹۹/۴	۲۸/۶*	۲۸/۸
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۲/۲۴	۱۶/۶۹	۳۰۰	۸۱/۹	۴۳/۲	۵۲/۸
	شاهد	۹۹/۰۲/۲۴	۱۶/۶۹	۱۸۰	۱۰۰/۱	۳۸/۷	۳۸/۶
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۳/۱۵	۲۷/۲۴	۱۸۰	۷۹/۳	۵۳/۲	۶۷/۱
	شاهد	۹۹/۰۳/۱۵	۲۷/۲۴	۱۲۰	۱۰۷/۹	۴۹/۲	۴۵/۶

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که در این تحقیق، مقدار نیاز خالص آبیاری با فرض خیس نمودن ۳۰ سانتی‌متر از پروفیل خاک محاسبه شده است.

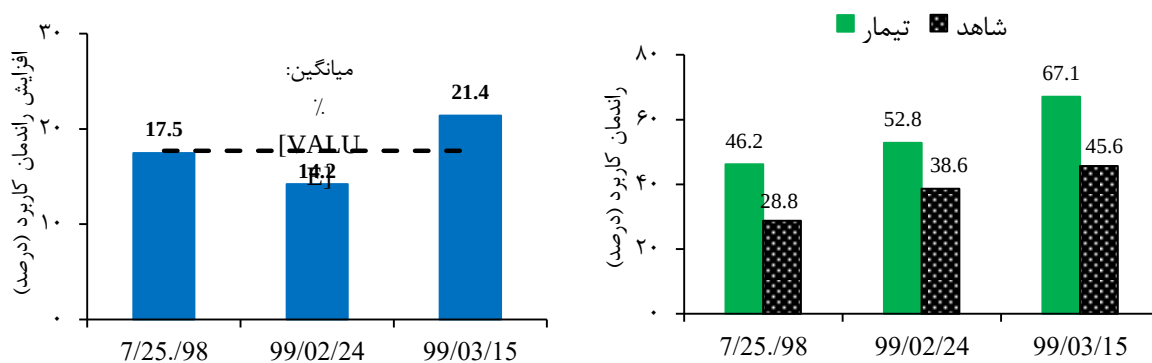
مزرعه 99EastW₁ در سه نوبت مورد آبیاری قرار گرفتند. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۹۰ می‌باشد. بر این اساس متوسط کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد طی سه آبیاری این مزرعه، حدود ۲۴/۱ درصد محاسبه شد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₁ به ترتیب ۲۳۳۲/۹ و ۳۰۷۴ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۷۴۱/۱ مترمکعب بر هکتار (۲۴/۱ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۹۱). مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی سه آبیاری پایش شده، در شکل ۹۲ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان کاربرد در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۱۷/۷ درصد به دست آمد.



شکل ۹۰- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و درصد کاهش آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₁ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۹۱- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₁

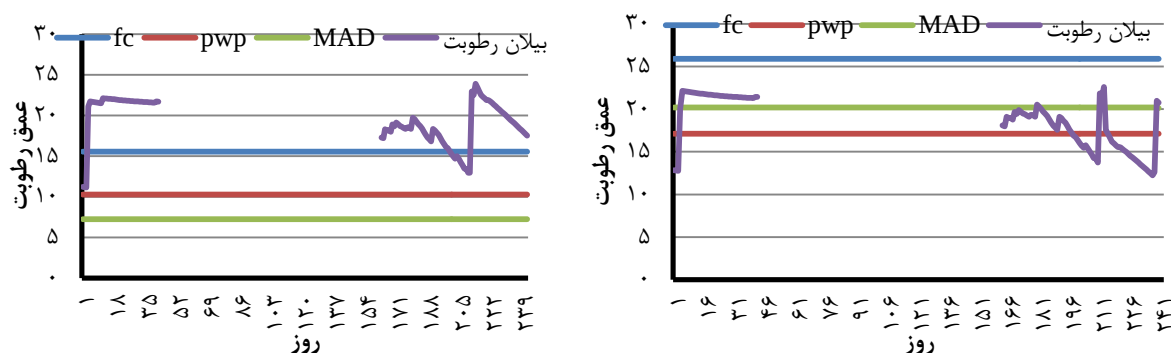


شکل ۹۲- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₁ و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

در شکل ۹۳ نمودار بیلان رطوبتی در مزرعه تیمار و شاهد آورده شده است. با استفاده از منحنی پیش‌روی و پس‌روی فرصت زمان نفوذ را به دست آورده و سپس در معادله نفوذ که از محاسبه داده‌های دابل رینگ به دست آمده جاگذاری کرده و عمق آب نفوذ یافته محاسبه شد (شکل ۹۳).

شاهد

تیمار



شکل ۹۳- نمودار بیلان رطوبتی مزرعه 99EastW₁

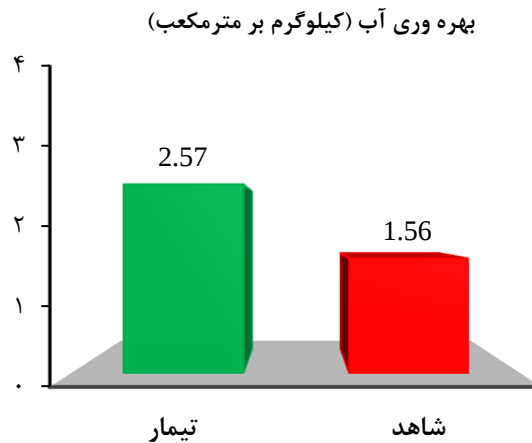
بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₁ به ترتیب ۶۴۰۰ و ۲۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیان‌گر افزایش ۱۰۰ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۵). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۷۴ و ۰/۷۳ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۲ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۱۶). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان عجب‌شیر) ۱۲۴/۳ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۶۴/۵ درصد برآورد گردید (جدول ۱۶). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۹۴ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۵- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₁

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۲/۵۷	۱/۵۶	۳/۹۴	۲/۳۰	۳/۹۸	۲/۲۱	۹۲۰۰	۶۷۵۰	۹۲۹۷	۶۸۰۰

جدول ۱۶- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₁

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۲۴/۱	۱/۷	۷۹/۶	۸۰/۲	۶۴/۵



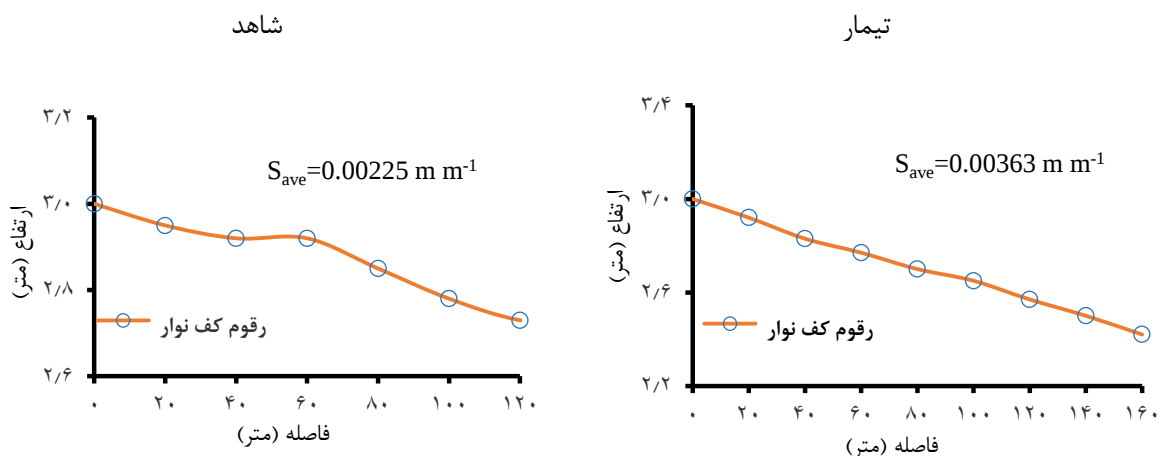
شکل ۹۴- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastW₁

۹۴-۱-۲- مزرعه 99EastW₂

در مزرعه 99EastW₂ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیری، تسطیح، خاکورزی حفاظتی و کاشت با دستگاه کف‌کار در نظر گرفته شد. سال قبل مزرعه تیمار و شاهد گندم بود. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₂ در جدول ۱۷ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۱۵۰ متر و عرض ۲/۵ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۹۵ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار ۰/۳۶ درصد و مزرعه شاهد ۰/۲۳ درصد می‌باشد.

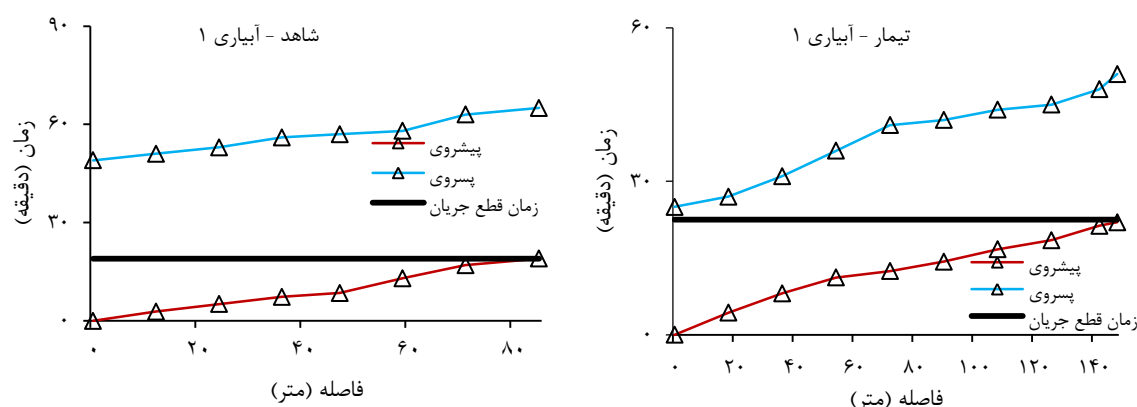
جدول ۱۷- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₂

99EastW ₂	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیری	۲/۵×۱۵۰	۰/۰۰۳۶	بسته
شاهد	کرتی	۲/۵×۹۵	۰/۰۰۲۳	بسته

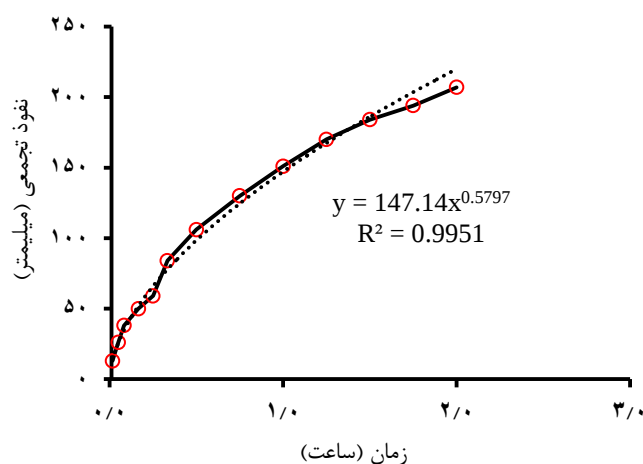


شکل ۹۵- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₂

اولین آبیاری (خاک‌آب) تیمار و شاهد در تاریخ ۹۸/۰۷/۲۰ با آگیری از یک منبع آب سد صورت گرفت. زمان قطع جریان آب در شاهد ۱۹ دقیقه و در تیمار ۲۲/۵ دقیقه به طول انجامید و دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه با استفاده از فلوم تیپ ۵ (WSC₅)، ۱۶/۶۹ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۹۶). با توجه به شکل ۹۶، مدت زمان ۲۲/۵ دقیقه پیشروی در مزرعه تیمار برای فاروئی به طول ۱۴۸ متر است. درحالیکه مدت زمان ۱۹ دقیقه در مزرعه شاهد برای طول ۸۵ متر است. برای مقایسه بین مزرعه تیمار و شاهد اگر هر دو را در طول ۸۵ متر در نظر گرفته شود، مشاهده می‌شود در مزرعه تیمار مدت زمان پیشروی جریان در طول ۸۵ متر حدود ۱۳ دقیقه بوده است. لازم به ذکر است، طول نوارهای آبیاری در مزرعه شاهد و تیمار با یکدیگر یکسان نبودند، اندازه‌گیری دبی لحظه‌ای و پیشروی و پسروی جریان آب آبیاری در نوارهای متفاوتی انجام شده است. در این مزرعه در تاریخ ۹۸/۰۷/۱۹ نصب دابل رینگ جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۹۷ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه 99EastW₂ نشان داده شده است.



شکل ۹۶- پروفیل منحنی پیشروی و پسروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastW₂



شکل ۹۷- نمودار نفوذپذیری مزرعه 99EastW₂

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول تا سوم مزرعه 99EastW₂ در جدول ۱۸ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۸، در آبیاری اول عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۶۰/۱ و ۸۸/۵ میلی‌متر بوده است. آبیاری دوم از یک منبع آب سد صورت گرفت که میزان دبی به‌وسیله

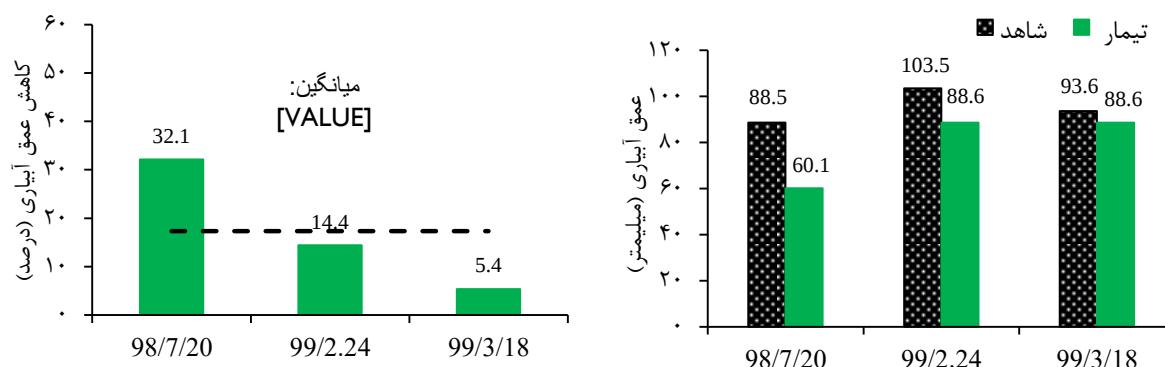
فلوم تیپ پنج، ۲۰/۵۸ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری شد. مطابق جدول ۱۸، عمق آبیاری دوم تیمار و شاهد به‌ترتیب ۸۸/۶ و ۱۰۳/۵ میلی‌متر بوده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری ۱۴/۴ میلی‌متر کاهش و حدود ۹/۳ درصد بهبود در راندمان کاربرد به‌دست آمده است. در آبیاری سوم در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری سوم ۸/۲ درصد کاهش و حدود ۵/۴ درصد بهبود در راندمان کاربرد به‌دست آمده است.

جدول ۱۸- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastW₂ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

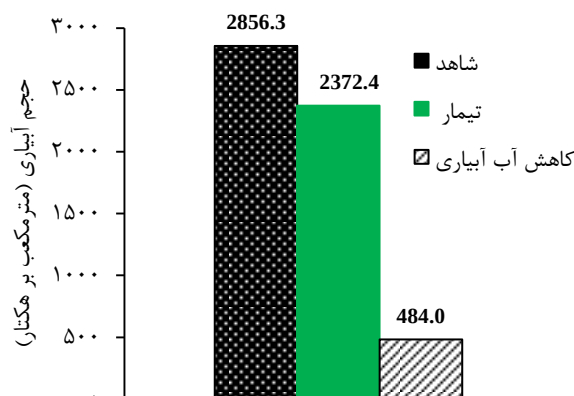
نوبت آبیاری	99EastW ₂	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t _{co} دقیقه	عمق آبیاری I _g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۷/۲۰	۱۶/۶۹	۶۰۰	۶۰/۱	۳۹*	۶۴/۹
	شاهد	۹۸/۰۷/۲۰	۱۶/۶۹	۹۰۰	۸۸/۵	۴۱/۵*	۴۶/۹
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۲/۲۸	۲۰/۵۸	۷۲۰	۸۸/۶	۴۵/۴	۶۰/۸
	شاهد	۹۹/۰۲/۲۸	۲۰/۵۸	۸۴۰	۱۰۳/۵	۶۲/۳	۵۱/۵
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۳/۱۸	۲۰/۵۸	۷۲۰	۸۸/۶	۶۲/۱	۷۴/۶
	شاهد	۹۹/۰۳/۱۸	۱۶/۶۹	۹۰۰	۹۳/۶	۶۶/۹	۶۶/۴

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که در این تحقیق، مقدار نیاز خالص آبیاری با فرض خیس نمودن ۳۰ سانتی‌متر از پروفیل خاک محاسبه شده است.

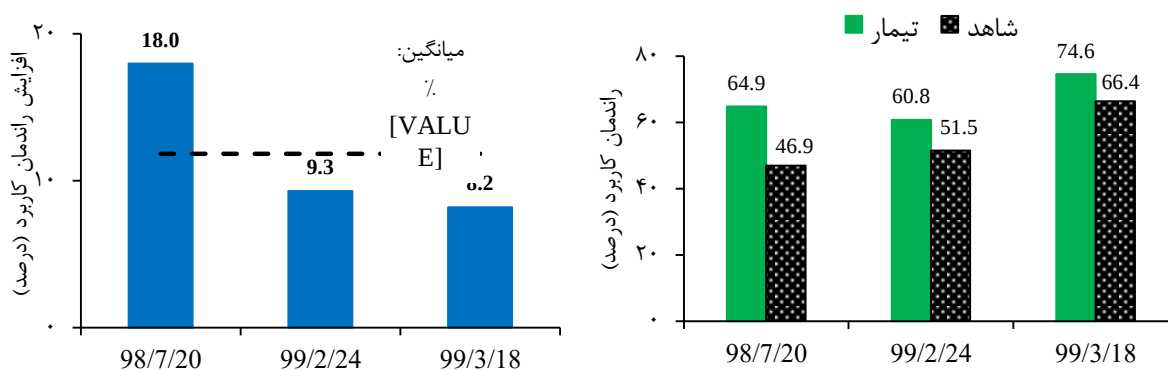
مزرعه 99EastW₂ در سه نوبت مورد آبیاری قرار گرفتند. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد و میزان کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۹۸ می‌باشد. بر این اساس متوسط کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد طی دو آبیاری این مزرعه که در یک تاریخ انجام شدند، حدود ۱۷/۳ درصد محاسبه شد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99EastW₂ به‌ترتیب ۲۳۷۲/۴ و ۲۸۵۶/۳ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۴۸۴ مترمکعب بر هکتار (۱۷/۳ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۹۹). مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی سه آبیاری پایش شده، در شکل ۱۰۰ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان کاربرد در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه طی دو آبیاری که در یک تاریخ انجام شدند، حدود ۱۱/۸ درصد به دست آمد.



شکل ۹۸- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و درصد کاهش آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₂ طی آبیاری‌های مختلف

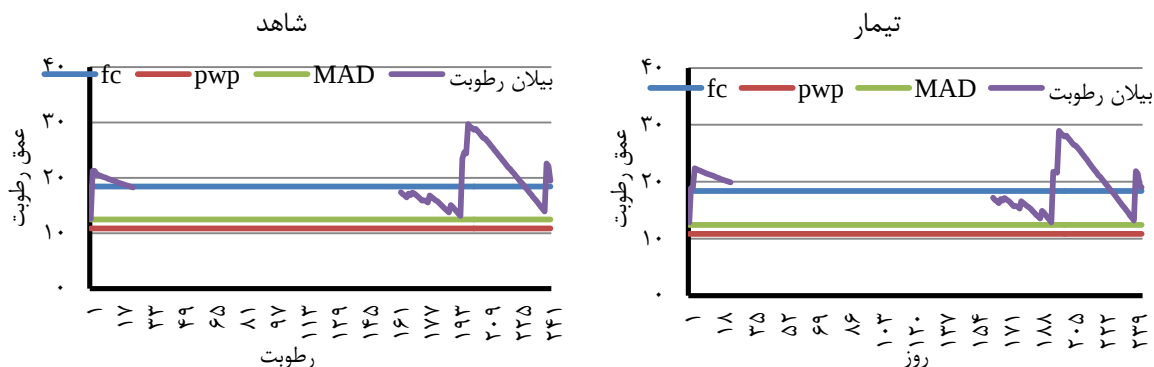


شکل ۹۹- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₂



شکل ۱۰۰- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₂ و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

در شکل ۱۰۱ نمودار بیلان رطوبتی در مزرعه تیمار و شاهد آورده شده است. با استفاده از منحنی پیش‌روی و پس‌روی فرصت زمان نفوذ را به دست آورده شد.



شکل ۱۰۱- نمودار بیلان رطوبتی مزرعه 99EastW₂

بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₂ به ترتیب ۸۷۰۰ و ۶۶۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیان‌گر افزایش ۳۱/۸ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۹). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۳/۶۷ و ۲/۳۱ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه

گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۱/۴ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۲۰). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان عجب‌شیر) ۱۷۳/۹ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۴۷/۳ درصد برآورد گردید (جدول ۲۰). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۰۲ ترسیم گردیده است.

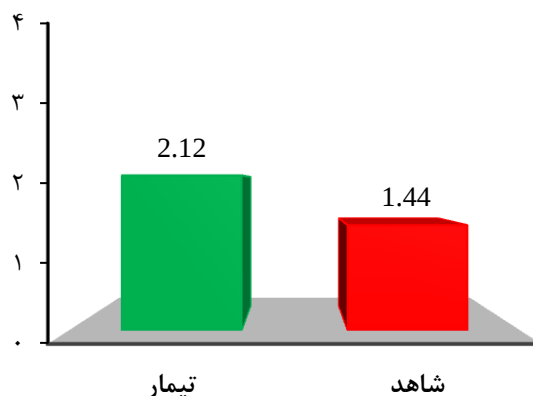
جدول ۱۹- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₂

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۲/۱۲	۱/۴۴	۳/۶۷	۲/۳۱	۳/۶۹	۲/۳۴	۸۷۰۰	۶۶۰۰	۸۷۵۰	۶۶۷۵

جدول ۲۰- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₂

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۱۶/۹	۱/۴	۵۸/۷	۵۷/۸	۴۷/۳

بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)

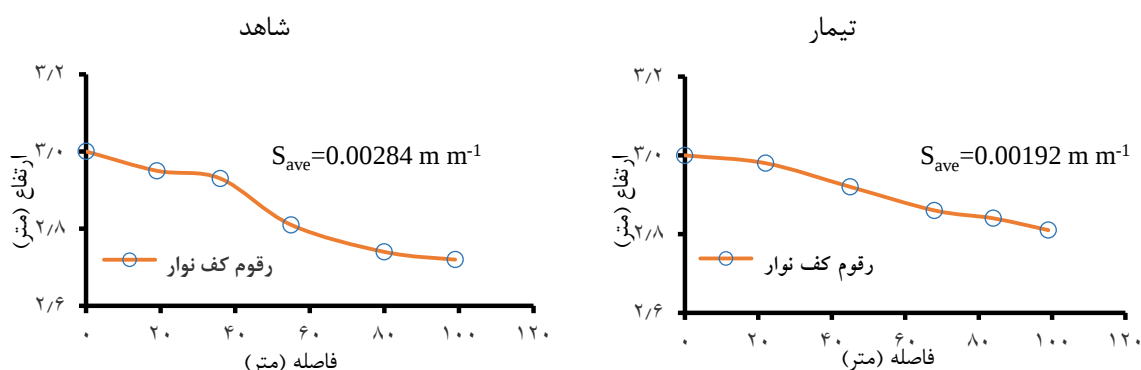
شکل ۱۰۲- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastW₂۴-۱-۳- مزرعه 99EastW₃

در مزرعه 99EastW₃ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری، تسطیح، خاکورزی حفاظتی، بذرمال کردن و کاشت با دستگاه کف‌کار در نظر گرفته شد. کشت قبلی مزرعه تیمار و مزرعه شاهد آیش بود. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₃ در جدول ۲۱ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۹۹ متر و عرض ۰/۵ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۱۰۳ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار ۰/۱۹ درصد و مزرعه شاهد ۰/۲۸ درصد می‌باشد.

جدول ۲۱- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₃

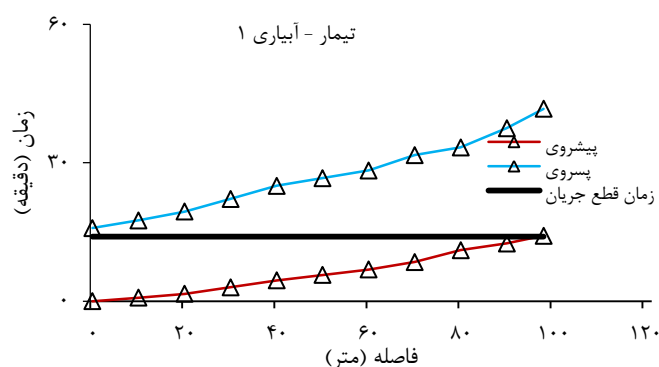
99EastW ₃	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
----------------------	------------	----------------------	--------------------	-------------

تیمار	شیاری	۰/۵×۹۹	۰/۰۰۱۹	بسته
شاهد	کرتی	۱۵×۲۰	۰/۰۰۲۸	بسته

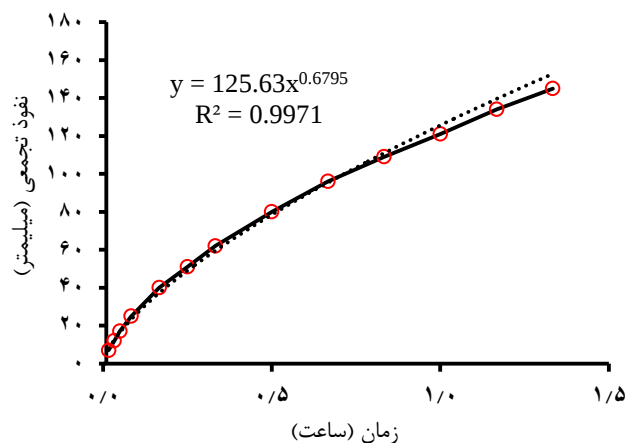


شکل ۱۰۳- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار در مزرعه 99EastW₃

اولین آبیاری (خاک‌آب) در تاریخ ۹۸/۰۸/۱۷ با منبع آب چاه صورت گرفت. زمان قطع جریان آب در شاهد ۲۶ دقیقه و در تیمار ۱۴ دقیقه به طول انجامید و دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه ۲۴/۹ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۱۰۴). در این مزرعه در تاریخ ۹۸/۰۸/۱۱ نصب دابل رینگ جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۱۰۵ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار و شاهد نشان داده شده است.



شکل ۱۰۴- پروفیل منحنی پسروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastW₃



شکل ۱۰۵- نمودار نفوذپذیری مزرعه 99EastW₃

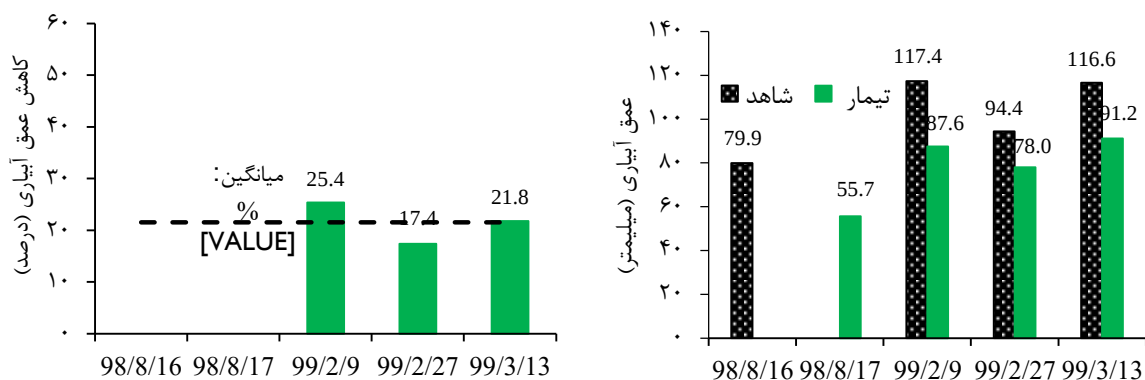
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول تا سوم مزرعه 99EastW₃، در جدول ۲۲ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۲۲، در آبیاری اول مزارع تیمار و شاهد در یک تاریخ آبیاری نشدند و عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۵۵/۷ و ۷۹/۹ میلی‌متر بوده است. آبیاری دوم با منبع آب چاه و با متوسط دبی ۲۰/۵ لیتر در ثانیه توسط فلوم اندازه‌گیری شد. مدت‌زمان پیشروی آب در شاهد ۴۵ دقیقه و در تیمار برابر با ۲۰ دقیقه به دست آمد. مطابق جدول ۲۲، عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۸۷/۶ و ۱۱۷/۴ میلی‌متر بوده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری ۲۵/۴ درصد کاهش و حدود ۲۲/۷ درصد بهبود در راندمان کاربرد به‌دست‌آمده است. آبیاری سوم با منبع آب چاه و با متوسط دبی ۲۲/۶ لیتر در ثانیه توسط فلوم اندازه‌گیری شد. در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری سوم ۱۷/۴ درصد کاهش و حدود ۱۹/۳ درصد بهبود در راندمان کاربرد به‌دست‌آمده است.

جدول ۲۲- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastW₃ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

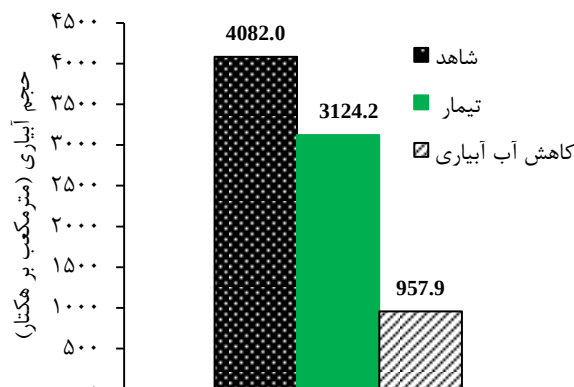
راندمان کاربرد AE درصد	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	عمق آبیاری I _g میلی‌متر	مدت آبیاری t _{co} دقیقه	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	تاریخ آبیاری	99EastW ₃	نوبت آبیاری
۶۸/۵	۳۸/۲*	۵۵/۷	۲۰۵	۲۴/۹	۹۸/۰۸/۱۷	تیمار	آبیاری اول
۴۵/۲	۳۶/۱*	۷۹/۹	۵۴۰	۲۴/۹	۹۸/۰۸/۱۶	شاهد	
۷۴/۸	۶۵/۵	۸۷/۶	۳۹۰	۲۰/۵	۹۹/۰۲/۰۹	تیمار	آبیاری دوم
۵۲/۱	۶۱/۱	۱۱۷/۴	۹۶۰	۲۰/۵	۹۹/۰۲/۰۹	شاهد	
۷۹/۵	۶۱/۹	۷۸	۳۱۵	۲۲/۶	۹۹/۰۲/۲۷	تیمار	آبیاری سوم
۶۰/۲	۵۶/۸	۹۴/۴	۷۰۰	۲۲/۶	۹۹/۰۲/۲۷	شاهد	

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که در این تحقیق، مقدار نیاز خالص آبیاری با فرض خیس نمودن ۳۰ سانتی‌متر از پروفیل خاک محاسبه شده است.

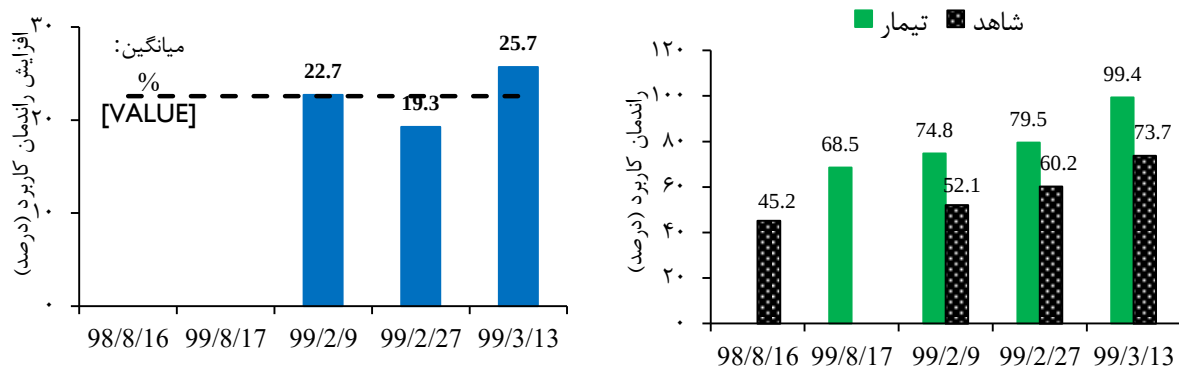
مزرعه 99EastW₃ در چهار نوبت مورد آبیاری قرار گرفتند. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد و میزان کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۰۶ می‌باشد. بر این اساس متوسط کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد طی سه آبیاری این مزرعه که در یک تاریخ انجام شدند، حدود ۲۱/۵ درصد محاسبه شد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₃ به ترتیب ۴۰۸۲ و ۳۱۲۴/۲ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۹۵۷/۹ مترمکعب بر هکتار (۲۳/۵ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۱۰۷). مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی چهار آبیاری پایش شده، در شکل ۱۰۸ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان کاربرد در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه طی سه آبیاری که در یک تاریخ انجام شدند، حدود ۲۲/۶ درصد به دست آمد.



شکل ۱۰۶- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و درصد کاهش آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₃ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۱۰۷- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₃



شکل ۱۰۸- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₃ و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

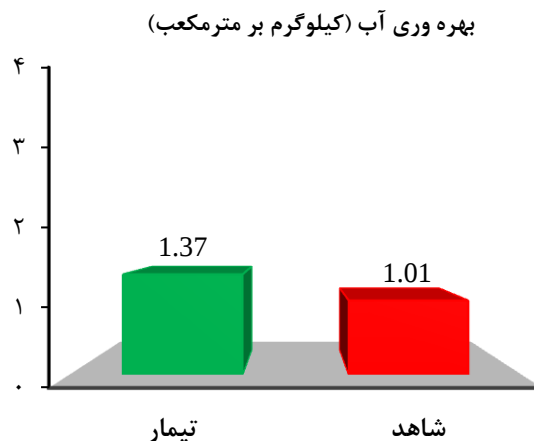
بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₃ به ترتیب ۷۵۰۰ و ۶۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیان‌گر افزایش ۱۵/۴ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۳). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۴ و ۱/۵۹ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۰/۸ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۲۴). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان آذرشهر) ۲۳۷ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۳۵/۵ درصد برآورد گردید (جدول ۲۴). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۰۹ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۳- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₃

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱/۳۷	۱/۰۱	۲/۴۰	۱/۵۹	۲/۲۴	۱/۴۷	۷۵۰۰	۶۵۰۰	۷۰۱۰	۶۰۰۰

جدول ۲۴- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₃

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۲۳/۵	۰/۸	۵۰/۸	۵۲/۷	۳۵/۵



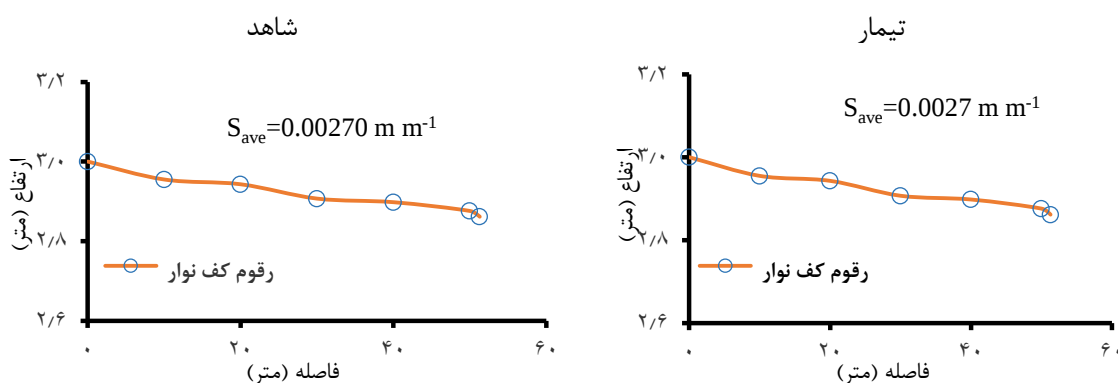
شکل ۱۰۹- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastW₃

۴-۱-۴ مزرعه 99EastW₄

در مزرعه 99EastW₄ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری، تسطیح با استفاده از لولر و کاشت با دستگاه کف‌کار در نظر گرفته شد. کشت قبلی مزرعه تیمار، گوجه‌فرنگی و مزرعه شاهد، جو بود. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₄ در جدول ۲۵ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۶۰ متر و عرض ۱ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastW₄ در شکل ۱۱۰ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه ۰/۲۷ درصد می‌باشد.

جدول ۲۵- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₄

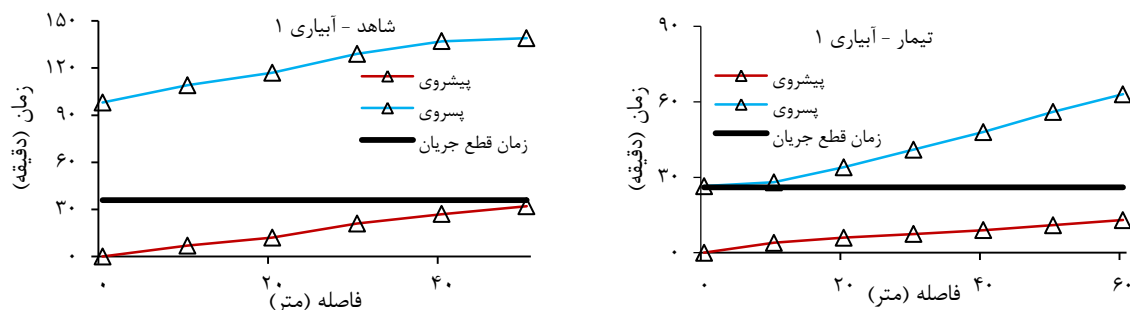
99EastW ₄	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری	۱×۶۰	۰/۲۷	بسته
شاهد	کرتی	۴×۵۰	۰/۲۷	بسته



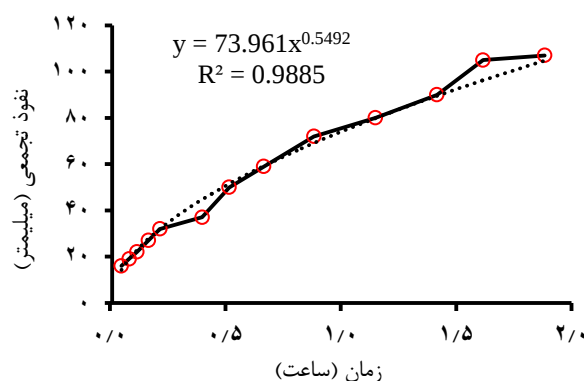
شکل ۱۱۰- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار در مزرعه 99EastW₄

اولین آبیاری (خاک‌آب) در تاریخ ۱۳۹۸/۸/۲۲ با منبع آب چاه صورت گرفت. پیشروی جریان در نوار آبیاری شاهد ۳۲ دقیقه و در نوار آبیاری تیمار ۱۳ دقیقه به طول انجامید و دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه توسط

فلوم WSC تیپ ۵، ۱۲ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۱۱۱). در این مزرعه در تاریخ ۹۸/۰۸/۲۰ نصب دابل رینگ جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۱۱۲ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار و شاهد نشان داده شده است.



شکل ۱۱۱- پروفیل منحنی پشروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastW₄



شکل ۱۱۲- نمودار نفوذپذیری مزرعه 99EastW₄

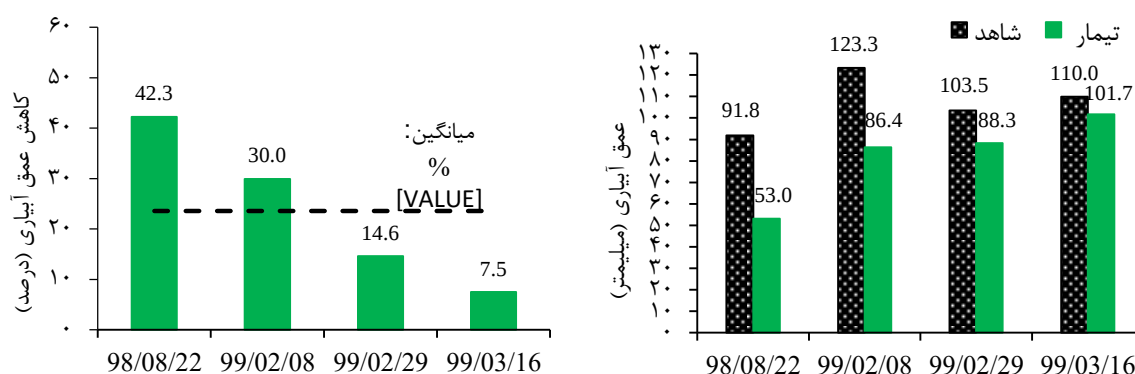
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول تا سوم مزرعه 99EastW₄، در جدول ۲۶ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۲۶، عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۵۳ و ۹۱/۸ میلی‌متر بوده است. در اثر اعمال تکنیک‌های اعمال شده در میزان عمق آب آبیاری اول ۴۲/۳ درصد کاهش و حدود ۲۹/۸ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است. آبیاری دوم با متوسط دبی ۱۹/۵۷ لیتر بر ثانیه توسط فلوم اندازه‌گیری شد. مطابق جدول ۲۶، عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۸۶/۴ و ۱۲۳/۳ میلی‌متر بوده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که عمق آبیاری حدود ۳۰ درصد کاهش یافت و متوسط راندمان کاربرد آب تیمارها حدود ۱۳/۷ درصد نسبت به بخش شاهد افزایش یافت. آبیاری سوم با متوسط دبی ۱۲ لیتر بر ثانیه توسط فلوم اندازه‌گیری شد. در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری سوم ۱۴/۶ درصد کاهش و حدود ۱۸/۹ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است.

جدول ۲۶- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastW₄ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

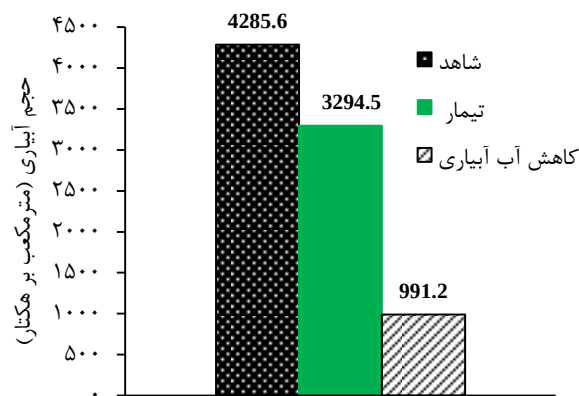
نوبت آبیاری	99EastW ₄	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۸/۲۲	۱۲	۳۹۰	۵۳	۳۶/۱*	۶۸/۱
	شاهد	۹۸/۰۸/۲۲	۱۲	۳۶۰	۹۱/۸	۳۵/۱*	۳۸/۳
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۲/۰۸	۱۹/۵۷	۳۹۰	۸۶/۴	۴۵/۶	۵۲/۸
	شاهد	۹۹/۰۲/۰۸	۱۹/۵۷	۲۱۰	۱۲۳/۳	۴۸/۳	۳۹/۱
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۲/۲۹	۱۲	۳۱۲	۸۸/۳	۵۳/۵	۶۰/۶
	شاهد	۹۹/۰۲/۲۹	۱۲	۱۳۸	۱۰۳/۵	۴۳/۲	۴۱/۷

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که در این تحقیق، مقدار نیاز خالص آبیاری با فرض خیس نمودن ۳۰ سانتی‌متر از پروفیل خاک محاسبه شده است.

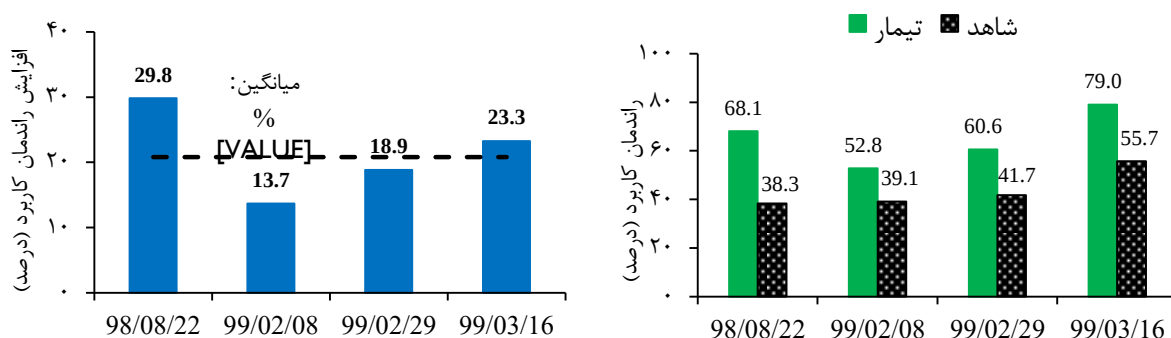
مزرعه 99EastW₄ در چهار نوبت مورد آبیاری قرار گرفتند. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد و میزان کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۱۳ می‌باشد. بر این اساس متوسط کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد طی چهار آبیاری این مزرعه حدود ۲۳/۶ درصد محاسبه شد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₄ به ترتیب ۳۲۹۴/۵ و ۴۲۸۵/۶ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۹۹۱/۲ مترمکعب بر هکتار (۲۳/۶ درصدی) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۱۱۴). مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی چهار آبیاری پایش شده، در شکل ۱۱۵ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان کاربرد در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه حدود ۲۰/۸ درصد به دست آمد. در شکل ۱۱۶ نمودار بیلان رطوبتی در مزرعه تیمار و شاهد آورده شده است.



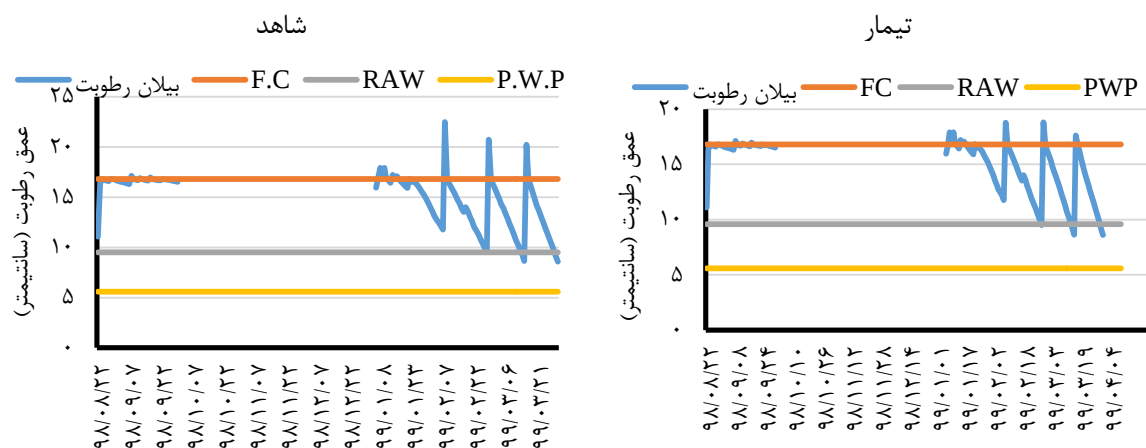
شکل ۱۱۳- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و درصد کاهش آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₄ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۱۱۴- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₄



شکل ۱۱۵- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₄ و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد



شکل ۱۱۶- نمودار بیلان رطوبتی مزرعه 99EastW₄

بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₄ به ترتیب ۷۰۲۲ و ۴۸۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیان‌گر افزایش ۳۱/۶ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۷). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۱۳ و ۱/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۱ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۲۸). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گندم در

سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ملکان) ۲/۲۲۰ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۷۲/۷ درصد برآورد گردید (جدول ۲۸). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۱۷ ترسیم گردیده است.

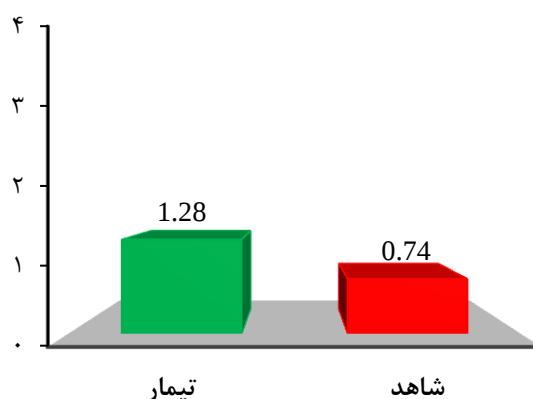
جدول ۲۷- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₄

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۰/۷۴	۱/۲۸	۲/۱۳	۱/۱۲	۲/۰۵	۱/۰۸	۷۰۲۲	۴۸۰۰	۶۷۴۱	۴۶۰۸

جدول ۲۸- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₄

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۲۳/۱	۱	۹۰/۳	۹۰/۳	۷۲/۷

بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)



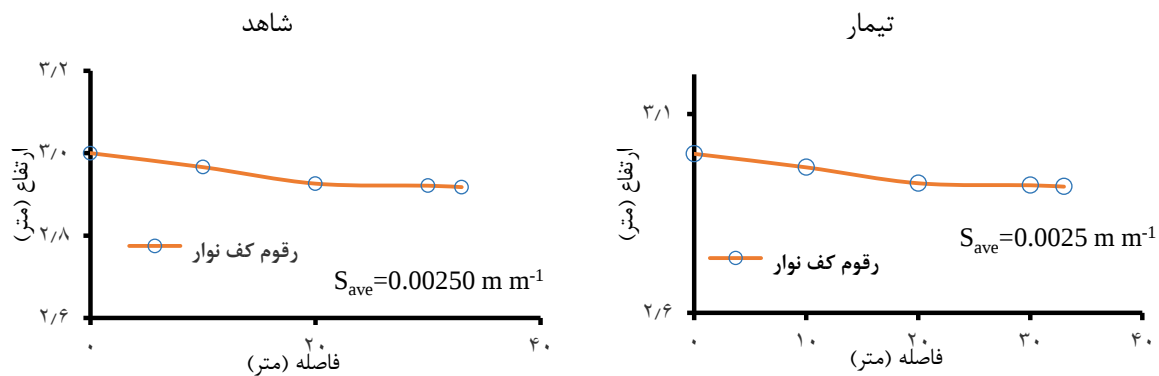
شکل ۱۱۷- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastW₄

۴-۱-۵- مزرعه 99EastW₅

در مزرعه 99EastW₅ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیری، تسطیح با استفاده از لولر و کاشت با دستگاه کفکار در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₅ در جدول ۲۹ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۳۰ متر و عرض ۱ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastW₅ در شکل ۱۱۸ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه ۰/۲۵ درصد می‌باشد.

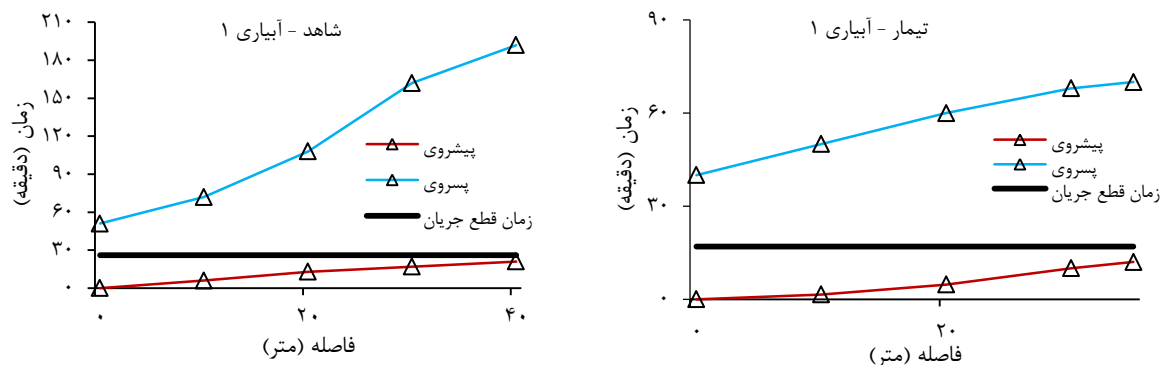
جدول ۲۹- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₅

99EastW ₅	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیری	۱×۳۰	۰/۰۰۲۵	بسته
شاهد	کرتی	۸×۴۰	۰/۰۰۲۵	بسته

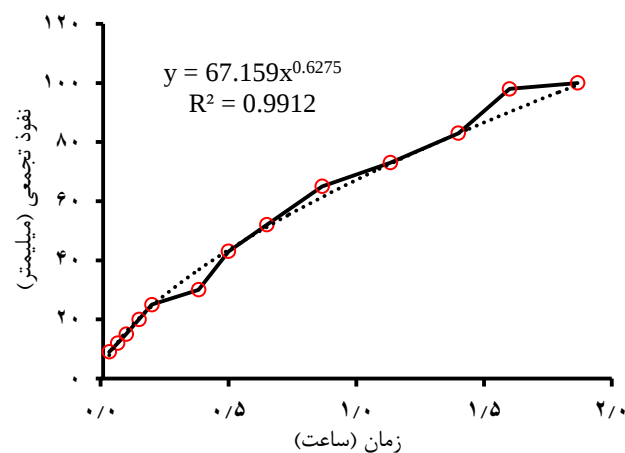


شکل ۱۱۸- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار در مزرعه 99EastW₅

اولین آبیاری (خاک‌آب) در تاریخ ۹۸/۰۸/۲۱ با منبع آب کانال صورت گرفت. زمان پیشروی جریان آب در شاهد ۲۱ دقیقه و در تیمار ۱۲ دقیقه به طول انجامید و دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه توسط فلوم WSC تیپ ۵، حدود ۲۱ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۱۱۹). در این مزرعه در تاریخ ۹۸/۰۸/۲۱ نصب دابل رینگ جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۱۲۰ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار و شاهد نشان داده شده است.



شکل ۱۱۹- پروفیل منحنی پیشروی و پسروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastW₅



شکل ۱۲۰- نمودار نفوذپذیری مزرعه 99EastW₅

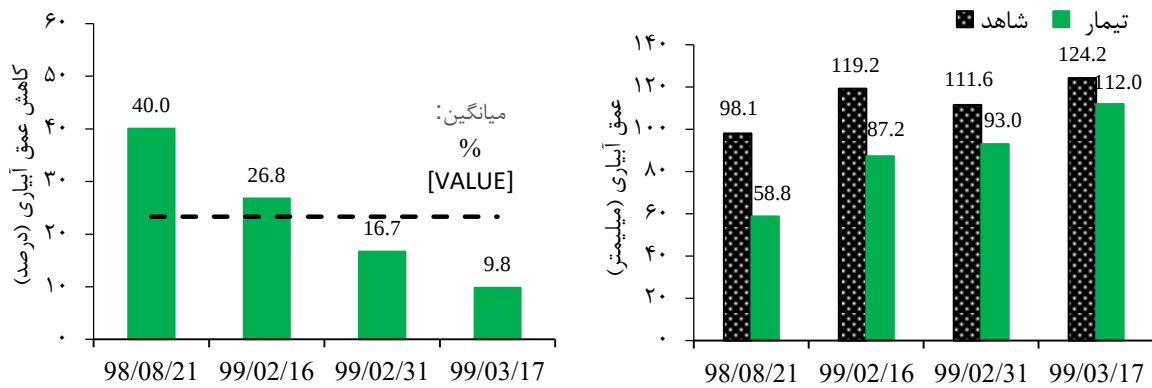
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول تا سوم مزرعه 99EastW₅ در جدول ۳۰ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۳۰، در آبیاری اول عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۵۸/۸ و ۹۸/۳ میلی‌متر بوده است. آبیاری دوم با متوسط دبی ۲۷/۲ لیتر در ثانیه توسط فلوم اندازه‌گیری شد. مدت‌زمان پیشروی آب در شاهد ۲۰ دقیقه و در تیمار برابر با ۱۴ دقیقه به دست آمد. مطابق جدول ۳۰، عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۸۷/۲ و ۱۱۹/۹ میلی‌متر بوده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری ۲۶/۸ درصد کاهش و حدود ۲۲/۲ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است. آبیاری سوم با متوسط دبی ۲۳/۲۵ لیتر در ثانیه توسط فلوم اندازه‌گیری شد. در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری سوم ۱۶/۷ درصد کاهش و حدود ۱۰/۸ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است.

جدول ۳۰- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastW₅ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

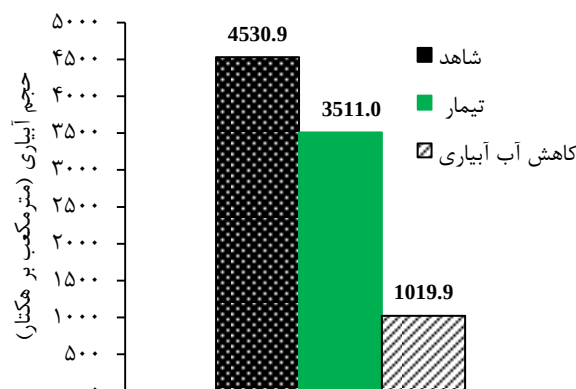
نوبت آبیاری	99EastW ₅	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t _{co} دقیقه	متوسط درصد رطوبت وزنی ناحیه ریشه قبل آبیاری (Θ _i)	عمق آبیاری I _g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۸/۲۱	۲۱	۲۱۰	۱۶/۹	۵۸/۸	۳۴*	۵۷/۹
	شاهد	۹۸/۰۸/۲۱	۲۰/۵	۳۶۰	۱۵	۹۸/۳	۴۰/۹*	۴۱/۷
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۲/۱۶	۲۷/۲	۲۴۰	۱۴/۲	۸۷/۲	۵۰/۸	۵۸/۲
	شاهد	۹۹/۰۲/۱۶	۲۷/۲	۳۳۰	۱۴/۲	۱۱۹/۹	۴۲/۹	۳۶
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۲/۳۱	۲۳/۲۵	۳۰۰	۱۵/۳	۹۳	۵۳/۲	۵۷/۲
	شاهد	۹۹/۰۲/۳۱	۲۳/۲۵	۳۶۰	۱۵/۶	۱۱۱/۶	۵۱/۸	۴۶/۴

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که در این تحقیق، مقدار نیاز خالص آبیاری با فرض خیس نمودن ۳۰ سانتی‌متر از پروفیل خاک محاسبه شده است.

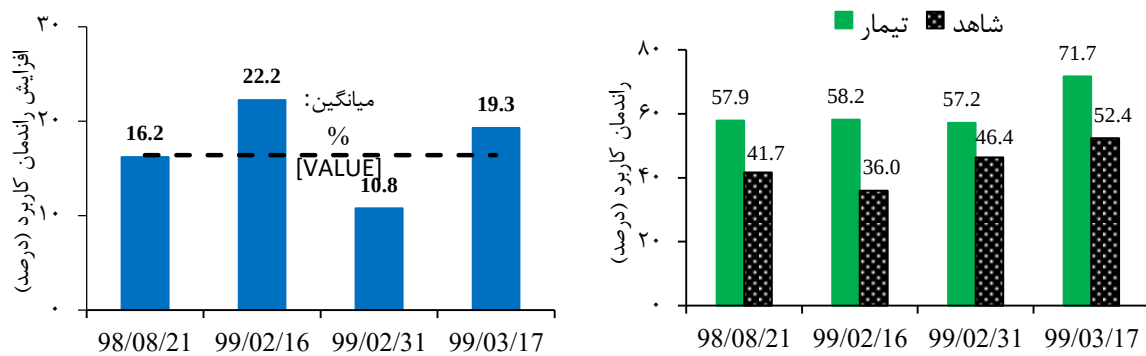
مزرعه 99EastW₅ در چهار نوبت مورد آبیاری قرار گرفتند. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد و میزان کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۲۱ می‌باشد. بر این اساس متوسط کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد طی چهار آبیاری این مزرعه حدود ۲۳/۳ درصد محاسبه شد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₅ به ترتیب ۳۵۱۱ و ۴۵۳۰/۹ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۰۱۹/۹ مترمکعب بر هکتار (۲۲/۵ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۱۲۲). مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی چهار آبیاری پایش شده، در شکل ۱۲۳ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان کاربرد در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه حدود ۱۶/۴ درصد به دست آمد. در شکل ۱۲۴ نمودار بیلان رطوبتی در مزرعه تیمار و شاهد آورده شده است.



شکل ۱۲۱- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و درصد کاهش آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₅ طی آبیاری‌های مختلف



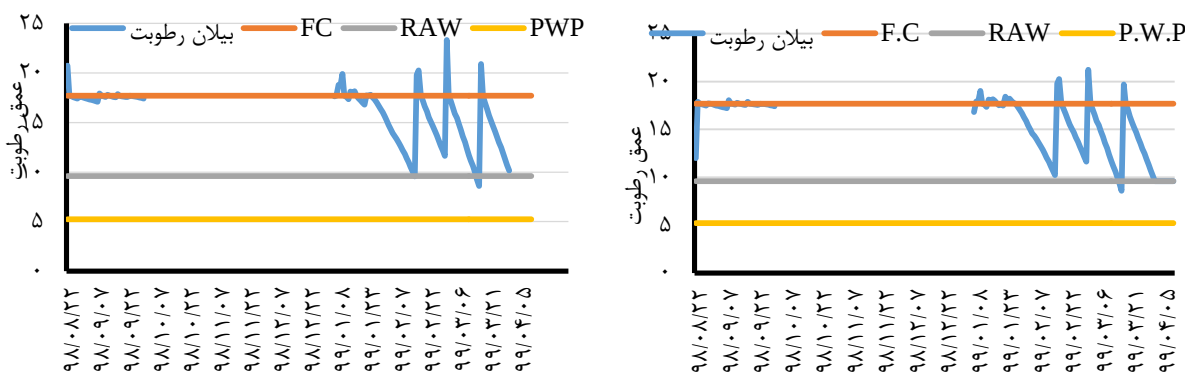
شکل ۱۲۲- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₅



شکل ۱۲۳- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₅ و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

شاهد

تیمار



شکل ۱۲۴- نمودار بیلان رطوبتی مزرعه 99EastW₅

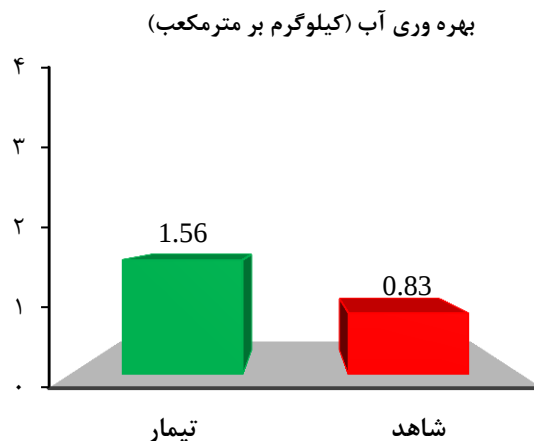
بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₅ به ترتیب ۸۸۹۲ و ۵۶۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیان‌گر افزایش ۵۸/۸ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۳۱). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۵۳ و ۱/۲۴ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۱/۳ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۳۲). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ملکان) ۲۲۰/۲ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۸۷/۱ درصد برآورد گردید (جدول ۳۲). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۲۵ ترسیم گردیده است.

جدول ۳۱- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₅

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱/۵۶	۰/۸۳	۲/۵۳	۱/۲۴	۲/۴۶	۱/۱۹	۸۸۹۲	۵۶۰۰	۸۶۲۲	۵۳۷۶

جدول ۳۲- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₅

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۲۲/۵	۱/۳	۱۰۴/۹	۱۰۷	۸۷/۱



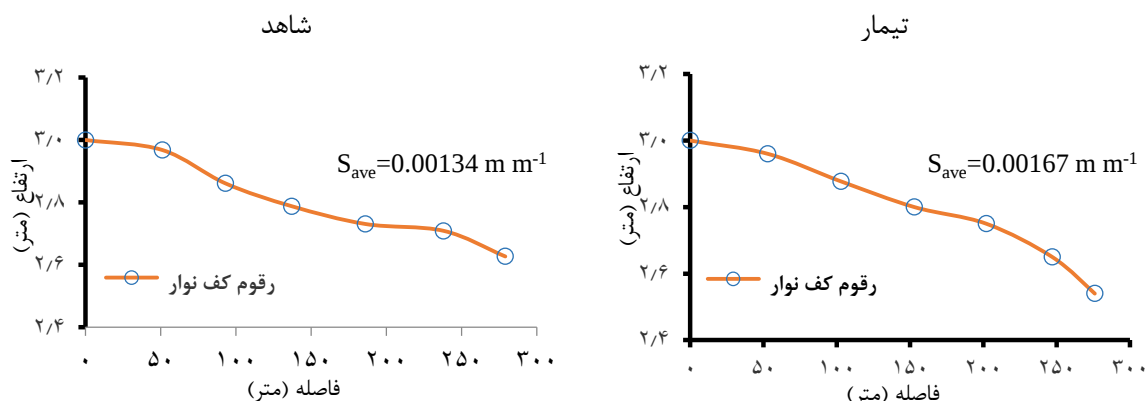
شکل ۱۲۵- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastW₅

۶-۱-۴- مزرعه 99EastW₆

در مزرعه 99EastW₆ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیری، خاک‌ورزی حفاظتی، بذرمال کردن، تسطیح با استفاده از لولر و کاشت با بذرکار فاروئردار در نظر گرفته شد. کشت قبلی مزرعه تیمار و مزرعه شاهد، آیش بود. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₆ در جدول ۳۳ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۷۰ متر و عرض ۰/۵ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastW₆ شکل ۱۲۶ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۱۳ درصد می‌باشد.

جدول ۳۳- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₆

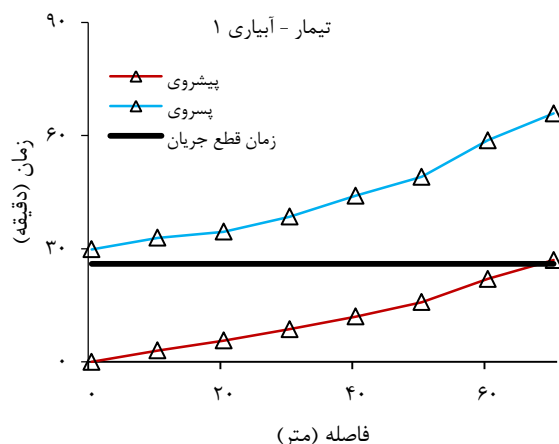
99EastW ₆	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیری	۰/۵×۷۰	۰/۰۰۱۶	بسته
شاهد	کرتی	۳۰×۴۰	۰/۰۰۱۳	بسته



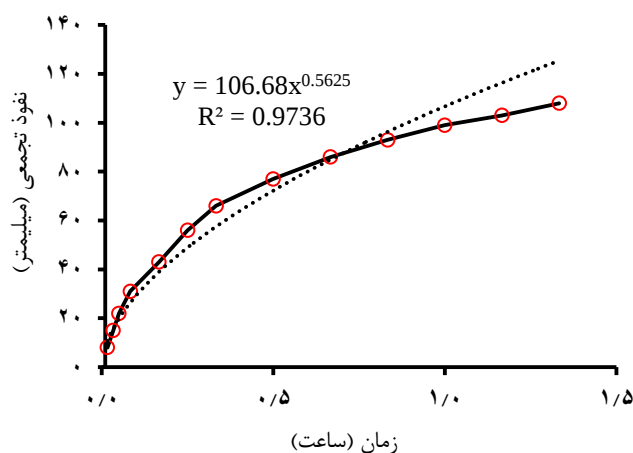
شکل ۱۲۶- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₆

اولین آبیاری (خاک‌آب) در تاریخ ۹۸/۰۸/۰۷ با منبع آب چاه صورت گرفت. زمان قطع جریان آب در شاهد ۱۵۰ دقیقه و در تیمار ۲۷ دقیقه به طول انجامید و دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه توسط فلوم WSC

تیپ ۵، ۹ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۱۲۷). در این مزرعه در تاریخ ۹۸/۰۸/۰۷ نصب دابل رینگ جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۱۲۸ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار نشان داده شده است.



شکل ۱۲۷- منحنی پیشروی و پسروی آب آبیاری اول در مزرعه 99EastW₆



شکل ۱۲۸- منحنی و معادله نفوذپذیری در مزرعه 99EastW₆

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول تا سوم مزرعه 99EastW₆، در جدول ۳۴ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۳۴، در آبیاری اول عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۵۱/۱ و ۸۳/۴ میلی‌متر بوده است. آبیاری دوم با منبع آب کانال و متوسط دبی ۲۴/۹ لیتر در ثانیه صورت گرفت. مدت زمان پیشروی آب در شاهد ۱۲۰ دقیقه و در تیمار برابر با ۱۴ دقیقه به دست آمد. مطابق جدول ۳۴، عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۵۸/۷ و ۷۸/۱ میلی‌متر بوده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری ۲۴/۸ درصد کاهش و حدود ۱۰/۳ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است. آبیاری سوم با منبع آب کانال و متوسط دبی ۲۹/۷ لیتر در ثانیه صورت گرفت. در اثر اعمال

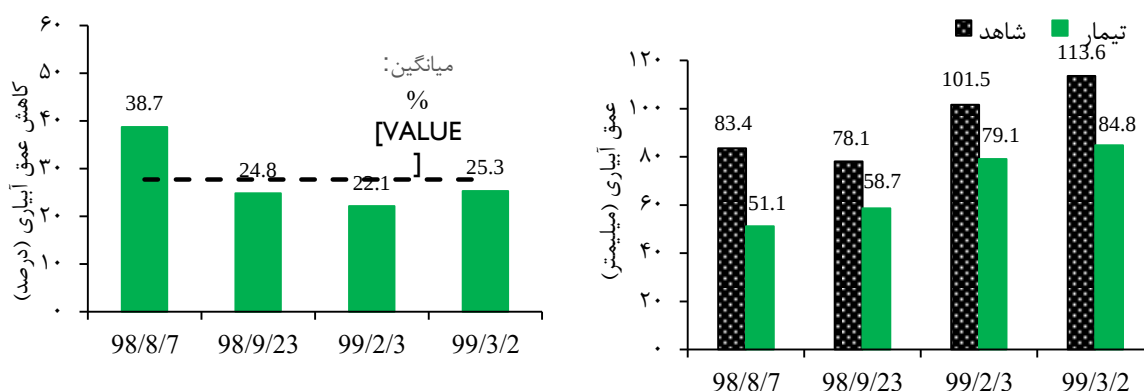
تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری سوم ۲۲/۱ درصد کاهش و حدود ۲۹ درصد بهبود در راندمان کاربرد به‌دست آمده است.

جدول ۳۴- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastW₆ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول و سوم

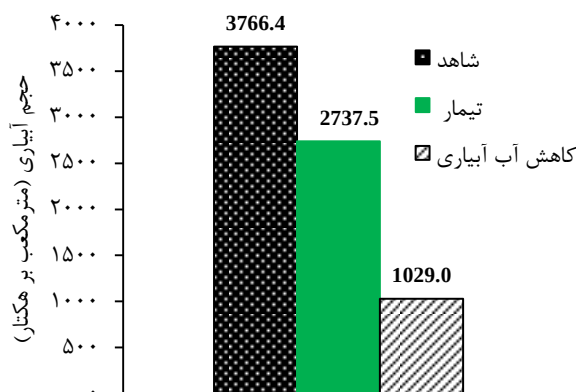
نوبت آبیاری	99EastW ₆	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	تخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۸/۰۷	۹	۶۶۰	۵۱/۱	۴۴/۷*	۸۷
	شاهد	۹۸/۰۸/۰۷	۹	۹۶۰	۸۳/۴	۴۹/۳*	۵۸/۸
آبیاری دوم	تیمار	۹۸/۰۹/۲۵	۲۴/۹	۲۷۰	۵۸/۷	۴۳/۵	۷۴
	شاهد	۹۸/۰۹/۲۵	۲۴/۹	۳۳۰	۷۸/۱	۵۰	۶۳/۸
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۲/۰۳	۲۹/۷	۳۰۵	۷۹/۱	۵۸/۵	۷۳/۹
	شاهد	۹۹/۰۲/۰۳	۲۹/۷	۳۶۰	۱۰۱/۵	۴۵/۷	۴۴/۸

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که در این تحقیق، مقدار نیاز خالص آبیاری با فرض خیس نمودن ۳۰ سانتی‌متر از پروفیل خاک محاسبه شده است.

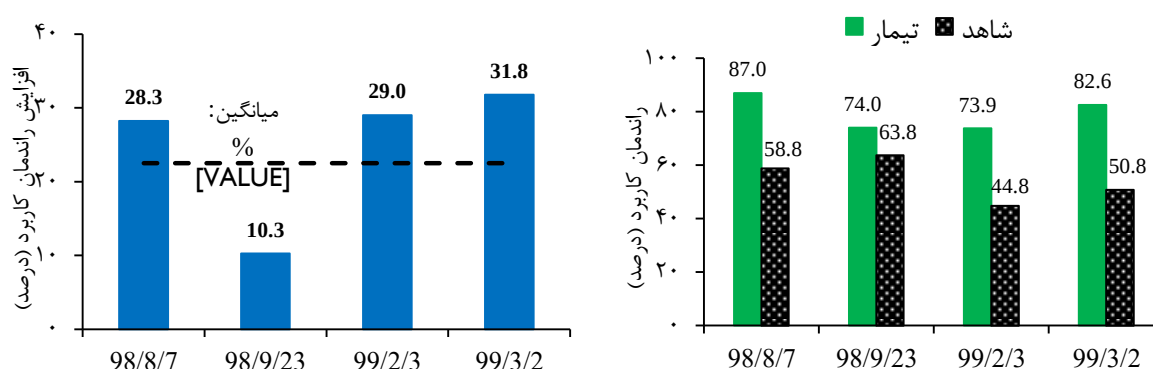
مزرعه 99EastW₆ در چهار نوبت مورد آبیاری قرار گرفتند. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد و میزان کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۲۹ می‌باشد. بر این اساس متوسط کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد طی چهار آبیاری این مزرعه حدود ۲۷/۷ درصد محاسبه شد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₆ به ترتیب ۳۷۸۱/۸ و ۲۷۴۰/۹ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۰۴۰/۹ مترمکعب بر هکتار (۲۷/۳ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۱۳۰). مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی چهار آبیاری پایش شده، در شکل ۱۳۱ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان کاربرد در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه حدود ۲۲/۵ درصد به دست آمد.



شکل ۱۲۹- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و درصد کاهش آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₆ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۱۳۰- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₆



شکل ۱۳۱- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₆ و درصد

افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₆ به ترتیب ۳۵۰۰ و ۲۸۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیانگر افزایش ۲۵ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۳۵). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۱/۲۸ و ۰/۷۴ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۰/۵ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۳۶). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان اسکو) ۱۸۹/۳ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۵۲/۸ درصد برآورد گردید (جدول ۳۶). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۳۲ ترسیم گردیده است.

جدول ۳۵- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₆

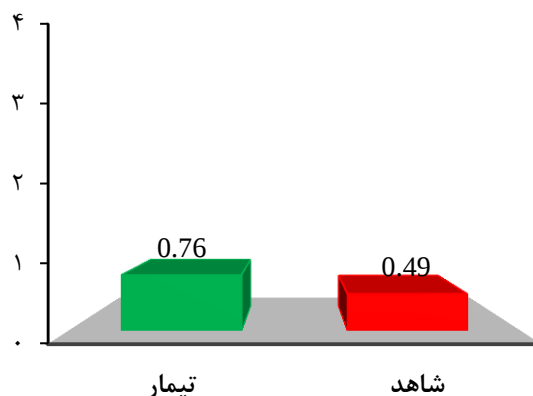
بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۰/۷۶	۰/۴۹	۱/۲۸	۰/۷۴	۱/۱۳	۰/۴۶	۳۵۰۰	۲۸۰۰	۳۱۰۰	۱۷۵۰

جدول ۳۶- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₆

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
-------------------	--	-----------------------------	----------------------------	---------------------------------------

۵۲/۸	۱۴۳/۷	۷۲	۰/۵	۲۷/۳
------	-------	----	-----	------

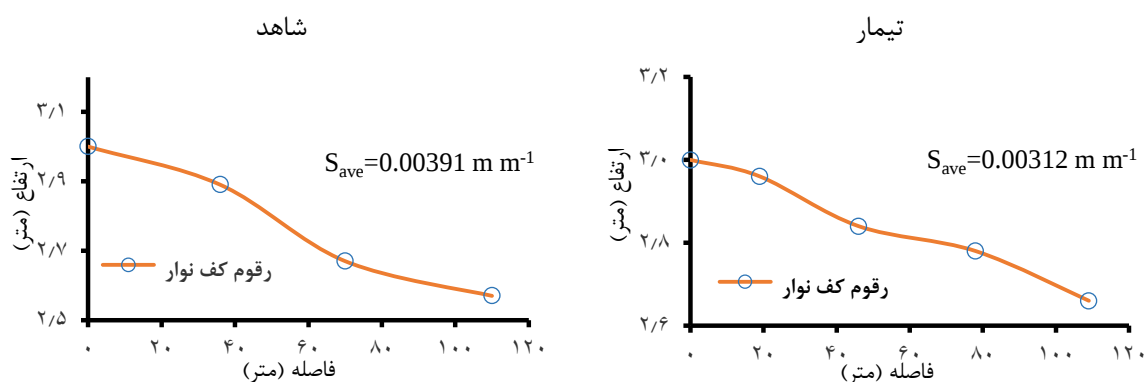
بهره وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)

شکل ۱۳۲- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastW₆۴-۱-۷- مزرعه 99EastW₇

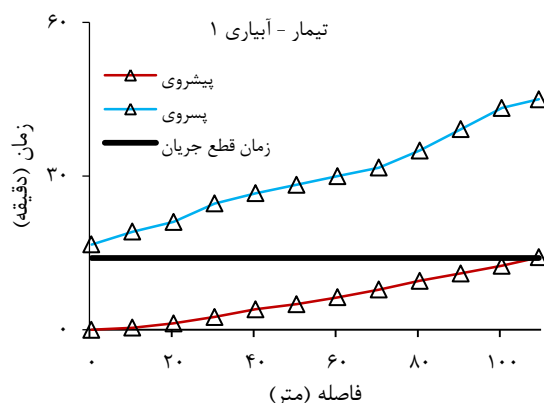
در مزرعه 99EastW₇ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری، خاک‌ورزی حفاظتی، بذرمال کردن، تسطیح با استفاده از لولر و کاشت با بذرکار فاروئردار در نظر گرفته شد. کشت قبلی مزرعه تیمار و مزرعه شاهد، کلزا بود. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₇ در جدول ۳۷ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۱۲۰ متر و عرض ۰/۵ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastW₇ در شکل ۱۳۳ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۳ و ۰/۴ درصد می‌باشد.

جدول ۳۷- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₇

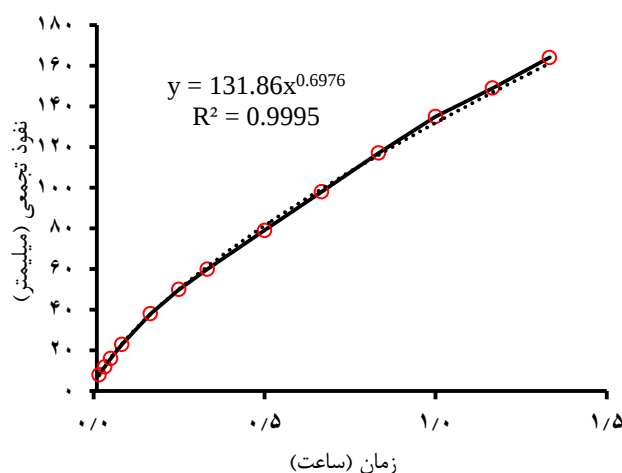
99EastW ₇	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری	۰/۵×۱۲۰	۰/۰۰۳	بسته
شاهد	کرتی	۲۰×۲۰	۰/۰۰۴	بسته

شکل ۱۳۳- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₇

اولین آبیاری (خاک‌آب) در تاریخ ۹۸/۰۸/۱۴ با منبع آب چاه صورت گرفت. پیشروی جریان آب در نوار آبیاری شاهد ۷ دقیقه و در نوار آبیاری تیمار ۱۴ دقیقه به طول انجامید. دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه توسط فلوم WSC تیپ ۵، ۳۷ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۱۳۴). در این مزرعه در تاریخ ۹۸/۰۸/۱۱ نصب دابل رینگ جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۱۳۵ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار نشان داده شده است.



شکل ۱۳۴- منحنی پیش روی و پس روی آب آبیاری اول در مزرعه 99EastW7



شکل ۱۳۵- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastW7

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول تا سوم مزرعه 99EastW7، در جدول ۳۸ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۳۸، در آبیاری اول عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۴۹ و ۷۵/۳ میلی‌متر بوده است. آبیاری دوم با منبع آب چاه و متوسط دبی ۲۲/۶ لیتر در ثانیه صورت گرفت. مطابق جدول ۳۸، عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۷۳/۴ و ۹۴/۳ میلی‌متر بوده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری ۲۲/۲ کاهش و حدود ۳۰/۳ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است. آبیاری سوم با منبع آب چاه و متوسط دبی ۲۹/۷ لیتر در ثانیه صورت گرفت. در

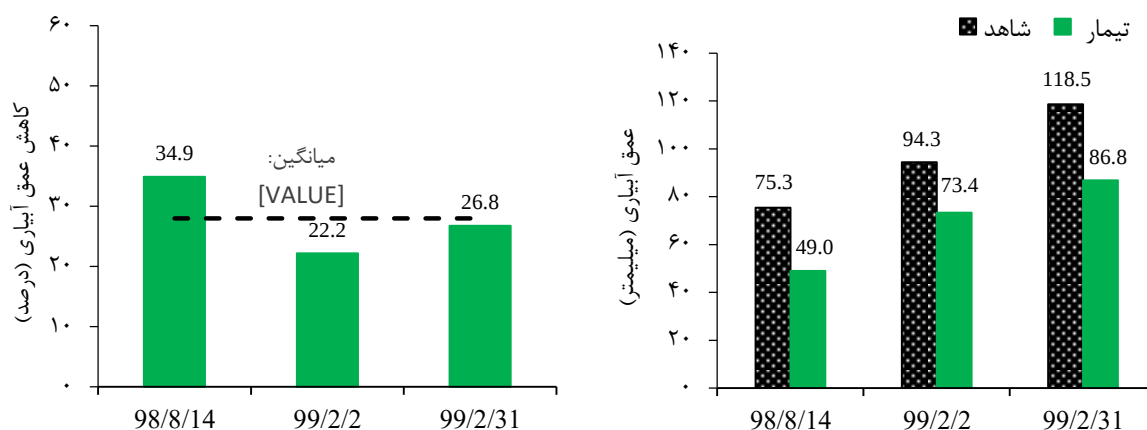
اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری سوم ۲۶/۸ درصد کاهش و حدود ۱۵/۳ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است.

جدول ۳۸- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastW₇ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول

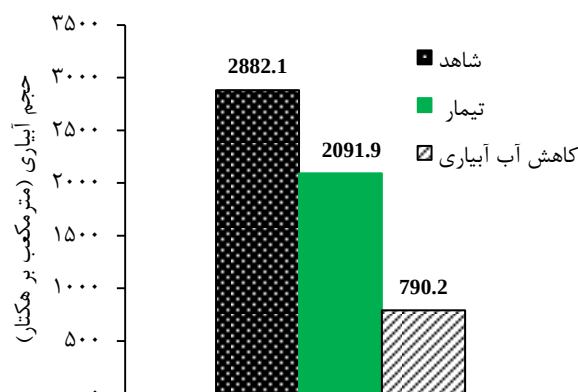
نوبت آبیاری	99EastW ₇	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t _{co} دقیقه	عمق آبیاری I _g میلی‌متر	تخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۸/۱۴	۳۷	۱۲۰	۴۹	۳۱/۷*	۶۴/۷
	شاهد	۹۸/۰۸/۱۴	۳۷	۲۴۰	۷۵/۳	۳۰/۹*	۴۱
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۲/۰۲	۲۲/۶	۳۰۰	۷۳/۴	۵۳/۲	۷۲/۵
	شاهد	۹۹/۰۲/۰۲	۲۲/۶	۵۰۰	۹۴/۳	۳۹/۹	۴۲/۳
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۲/۳۱	۲۹/۷	۲۷۰	۸۶/۸	۴۵/۷	۵۲/۶
	شاهد	۹۹/۰۲/۳۱	۲۹/۷	۴۸۰	۱۱۸/۵	۴۴/۲	۳۷/۳

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که در این تحقیق، مقدار نیاز خالص آبیاری با فرض خیس نمودن ۳۰ سانتی‌متر از پروفیل خاک محاسبه شده است.

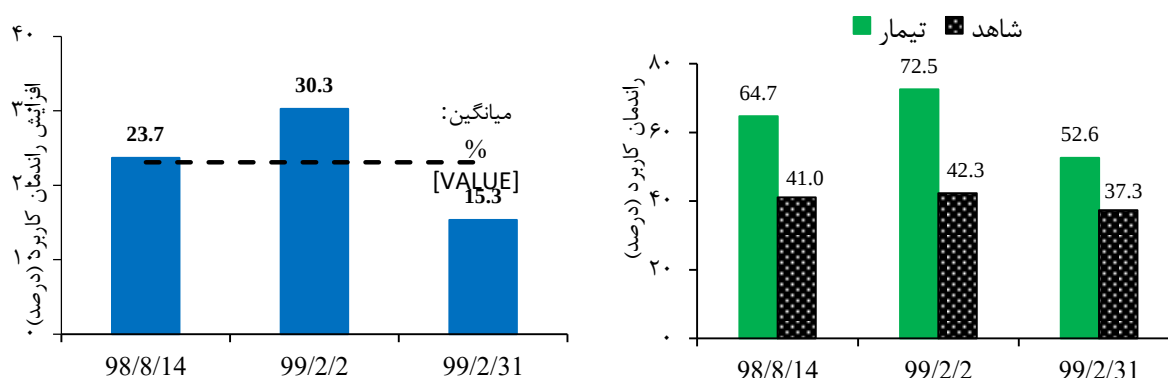
مزرعه 99EastW₇ در سه نوبت مورد آبیاری قرار گرفتند. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد و میزان کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۳۶ می‌باشد. بر این اساس متوسط کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد طی سه آبیاری این مزرعه، حدود ۲۸ درصد محاسبه شد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₇ به ترتیب ۲۰۹۱/۹ و ۲۸۸۲/۱ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۷۹۰/۲ مترمکعب بر هکتار (۲۷/۴ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۱۳۷). مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی سه آبیاری پایش شده، در شکل ۱۳۸ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان کاربرد در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۲۳/۱ درصد به دست آمد.



شکل ۱۳۶- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و درصد کاهش آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₇ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۱۳۷- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW7



شکل ۱۳۸- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW7 و درصد

افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW7 به ترتیب ۵۰۰ و ۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیانگر افزایش ۴۲/۹ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۳۹). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۳۹ و ۱/۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۴۰). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان اسکو) ۱۸۹/۳ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۷۱/۲ درصد برآورد گردید (جدول ۴۰). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۳۹ ترسیم گردیده است.

جدول ۳۹- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW7

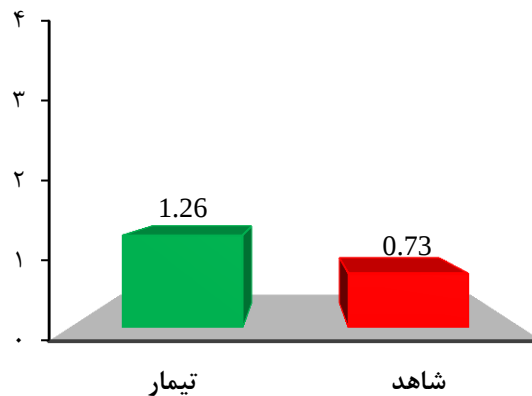
بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱/۲۶	۰/۷۳	۲/۳۹	۱/۲۲	۲/۰۶	۱/۰۸	۵۰۰	۳۵۰۰	۴۲۰۰	۳۱۰۰

جدول ۴۰- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW7

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۷۱/۲	۷۱/۲	۷۱/۲	۷۱/۲	۷۱/۲

۲۷/۴	۱/۲	۹۶/۸	۹۱/۱	۷۱/۲
------	-----	------	------	------

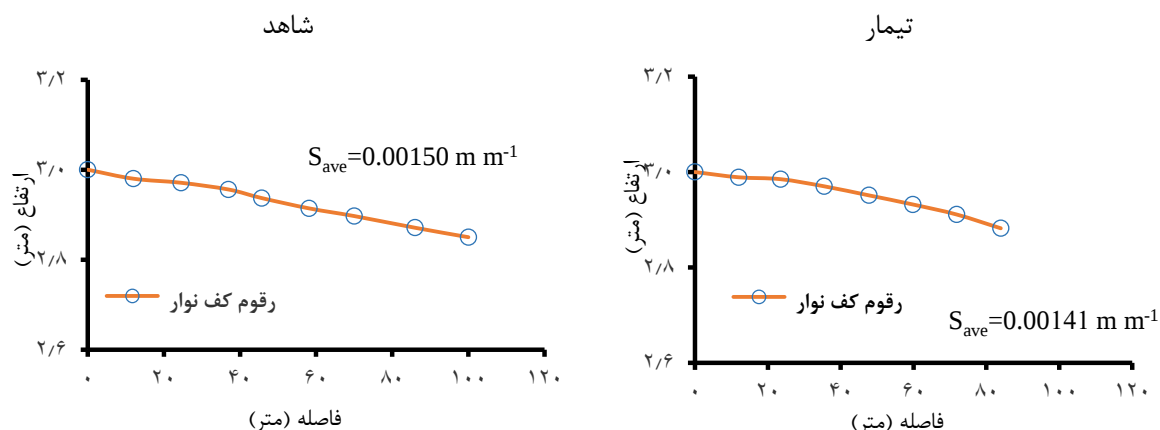
بهره وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)

شکل ۱۳۹- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastW₇۴-۱-۸- مزرعه 99EastW₈

در مزرعه 99EastW₈ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری، خاک‌ورزی حفاظتی، تسطیح با استفاده از لولر و کاشت با دستگاه خطی کار با ۵ فارو در نظر گرفته شد. کشت قبلی مزرعه تیمار و مزرعه شاهد، آیش بود. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₈ در جدول ۲۱ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۸۰ متر و عرض ۰/۳ متر ایجاد شد. با توجه به عرض ردیف‌کار و تجربه کشاورز، عرض نوار تیمار برابر ۰/۳ متر تعیین گردد که بر اساس شبیه‌سازی سیستم آبیاری سطحی با مدل winSRFR نیز حدوداً همین مقدار عرض بهینه کفایت می‌نمود. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastW₈ در شکل ۱۴۰ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۱۵ درصد می‌باشد.

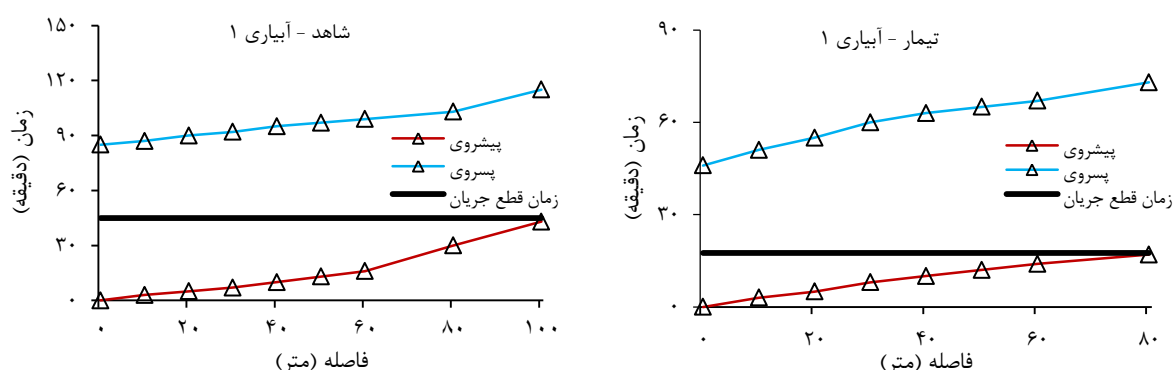
جدول ۴۱- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₈

99EastW ₈	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری	۰/۳×۸۰	۰/۰۰۱۴	بسته
شاهد	کرتی	۴×۱۰۰	۰/۰۰۱۵	بسته

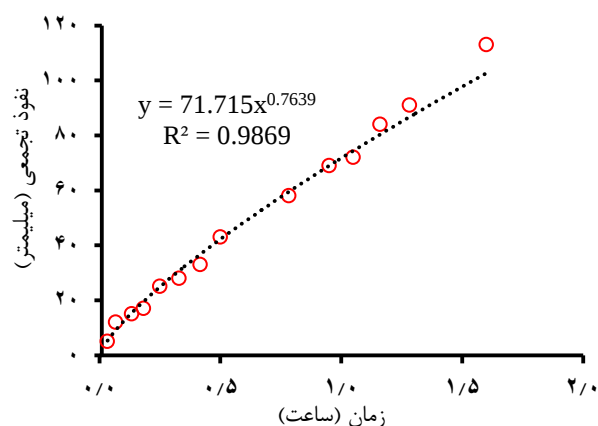


شکل ۱۴۰- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₈

اولین آبیاری (خاک‌آب) در تاریخ ۹۸/۰۸/۲۵ با منبع آب رودخانه صورت گرفت. زمان قطع جریان آب در شاهد ۴۵ دقیقه و در تیمار ۱۸ دقیقه به طول انجامید. در حالیکه اگر برای مقایسه طول شاهد هم ۸۰ در نظر گرفته شود، در شاهد ۳۰ دقیقه زمان پیشروی بوده است. دبی آب واردشده از شبکه در این مزرعه توسط فلوم WSC تیپ ۵، ۱۴/۵ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۱۴۱). در این مزرعه در تاریخ ۹۸/۰۸/۲۵ نصب دابل رینگ جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۱۴۲ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار نشان داده شده است.



شکل ۱۴۱- پروفیل منحنی پسروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastW₈



شکل ۱۴۲- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastW₈

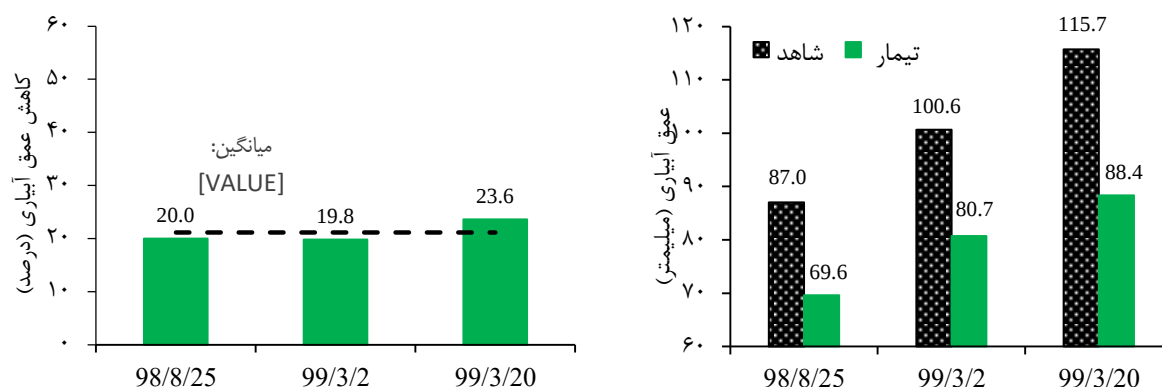
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول تا سوم مزرعه 99EastW₈، در جدول ۴۲ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۴۲، در آبیاری اول عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۶۹/۶ و ۸۷ میلی‌متر بوده است. آبیاری دوم با منبع آب رودخانه و متوسط دبی ۱۷/۹۳ لیتر در ثانیه صورت گرفت. مطابق جدول ۴۲، عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۸۰/۷ و ۱۰۰ میلی‌متر بوده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری ۱۹/۳ میلی‌متر کاهش و حدود ۱۶ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است. آبیاری سوم با منبع رودخانه و متوسط دبی ۱۹/۲۶ لیتر در ثانیه صورت گرفت. در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری سوم ۲۷ میلی‌متر کاهش و حدود ۱۷ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است.

جدول ۴۲- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastW₈ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

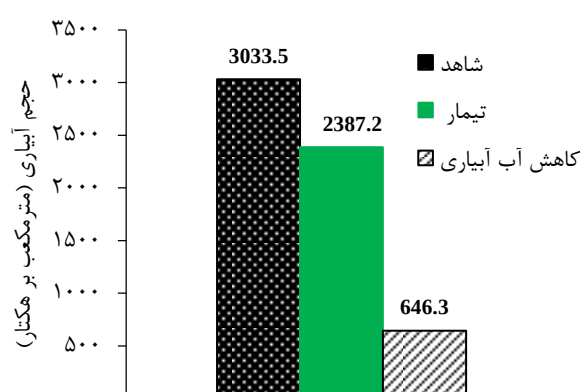
نوبت آبیاری	99EastW ₈	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۸/۲۵	۱۴/۵	۲۴۰	۶۹/۶	۳۰*	۴۳/۱
	شاهد	۹۸/۰۸/۲۵	۱۴/۵	۱۵۰	۸۷	۳۰*	۳۴/۵
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۳/۰۲	۱۷/۹۳	۲۲۵	۸۰/۷	۶۳/۴	۷۸
	شاهد	۹۹/۰۳/۰۲	۱۷/۹۳	۱۴۰	۱۰۰	۶۲/۸	۶۲
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۳/۲۰	۱۹/۲۶	۲۳۰	۸۸/۵	۶۱/۸	۷۷
	شاهد	۹۹/۰۳/۲۰	۱۹/۲۶	۱۵۰	۱۱۵/۵	۶۱	۶۰

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که در این تحقیق، مقدار نیاز خالص آبیاری با فرض خیس نمودن ۳۰ سانتی‌متر از پروفیل خاک محاسبه شده است.

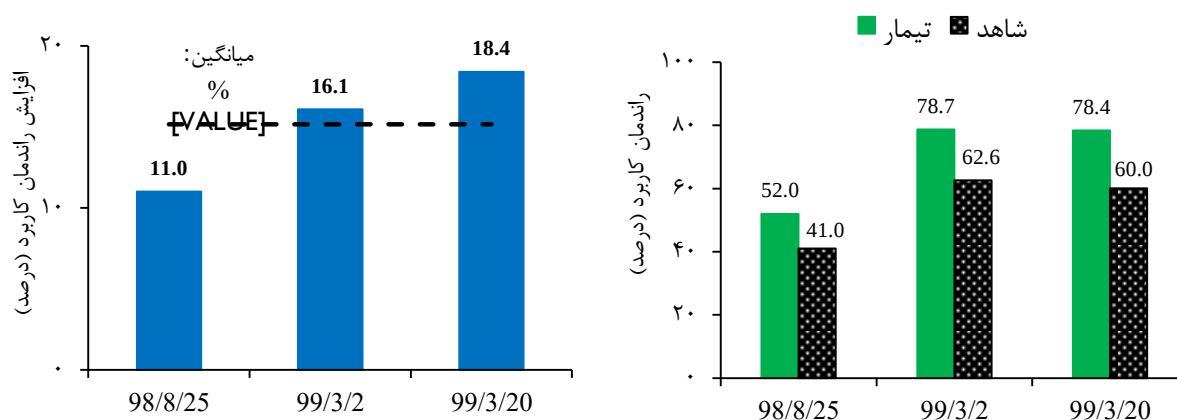
مزرعه 99EastW₈ در سه نوبت مورد آبیاری قرار گرفتند. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد و میزان کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۴۳ می‌باشد. بر این اساس متوسط کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد طی سه آبیاری این مزرعه، حدود ۲۰/۹ درصد محاسبه شد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₈ به ترتیب ۲۳۸۷/۲ و ۳۰۳۳/۵ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۶۴۶/۳ مترمکعب بر هکتار (۲۱/۳ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۱۴۴). مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی سه آبیاری پایش شده، در شکل ۱۴۵ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان کاربرد در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۱۳/۹ درصد به دست آمد. در شکل ۱۴۶ بیلان رطوبتی مزرعه ارائه شده است.



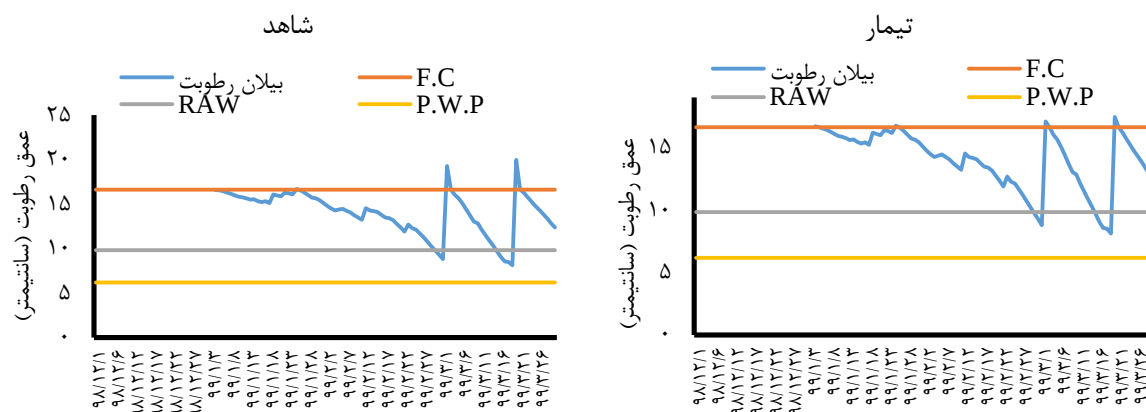
شکل ۱۴۳- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و درصد کاهش آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₈ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۱۴۴- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastW₈



شکل ۱۴۵- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₈ و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد



شکل ۱۴۶- نمودار بیلان رطوبتی مزرعه 99EastW₈

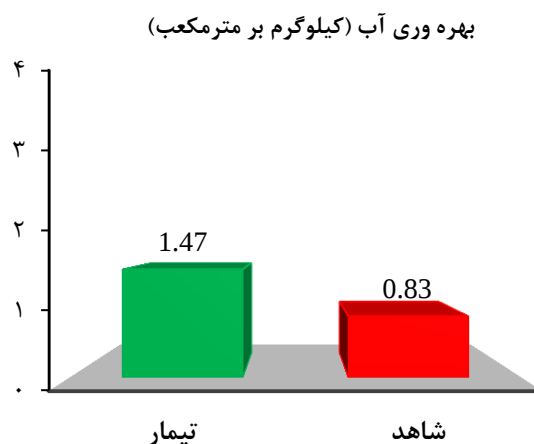
بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₈ به ترتیب ۵۸۴۰ و ۳۸۳۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیان‌گر افزایش ۵۲/۴ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۴۳). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۴۵ و ۱/۲۶ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۱/۲ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۴۴). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان سراب) ۱۵۹/۱ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۷۷/۱ درصد برآورد گردید (جدول ۴۴). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۴۷ ترسیم گردیده است.

جدول ۴۳- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₈

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱/۴۷	۰/۸۳	۲/۴۵	۱/۲۶	۱/۳۰	۲/۴۱	۵۸۴۰	۳۸۳۲	۵۷۶۰	۳۹۳۰

جدول ۴۴- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastW₈

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۲۱/۳	۱/۲	۹۳/۶	۸۶/۲	۷۷/۱



شکل ۱۴۷- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastW₈

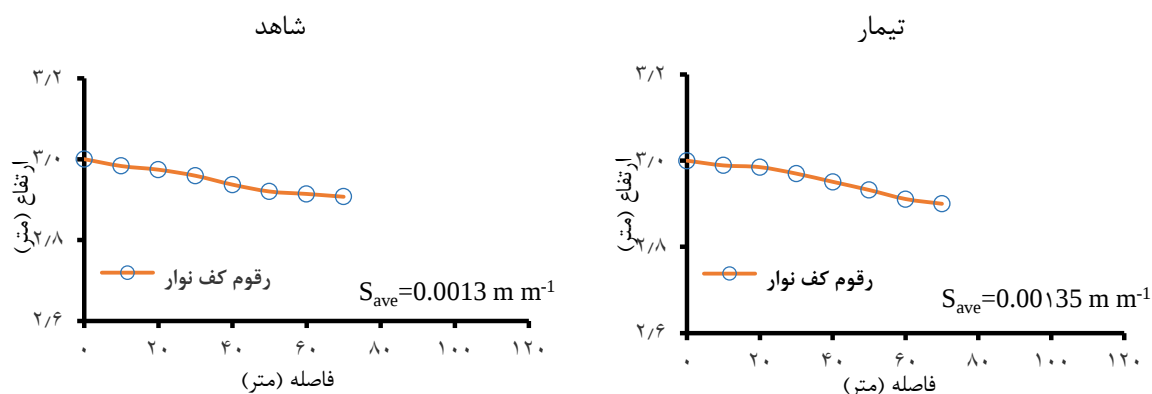
۲-۴- نتایج پایش و مدیریت آبیاری در مزارع کشت بهاره شرکت‌ها

۱-۲-۴- مزرعه 99EastS₁

در مزرعه 99EastS₁ تکنیک تغییر روش آبیاری از جوی و پشته به شیاری و کاشت با دستگاه غده‌کار در نظر گرفته شد. کشت قبلی مزرعه تیمار و مزرعه شاهد، لوییا بود. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁ در جدول ۴۵ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۷۸ متر و عرض ۰/۷۵ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastS₁ در شکل ۱۴۸ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۱۳ درصد می‌باشد.

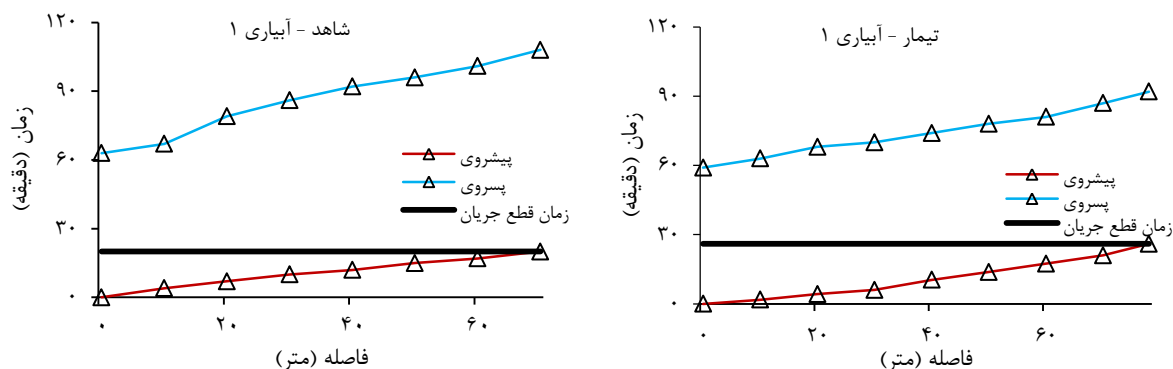
جدول ۴۵- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁

شرایط انتها	شیب طولی (متر/متر)	ابعاد نوار (متر×متر)	روش آبیاری	99EastS ₁
بسته	۰/۰۰۱۳	۰/۷۵×۷۸	شیاری	تیمار
بسته	۰/۰۰۱۳	۲/۵×۷۰	جوی و پشته	شاهد

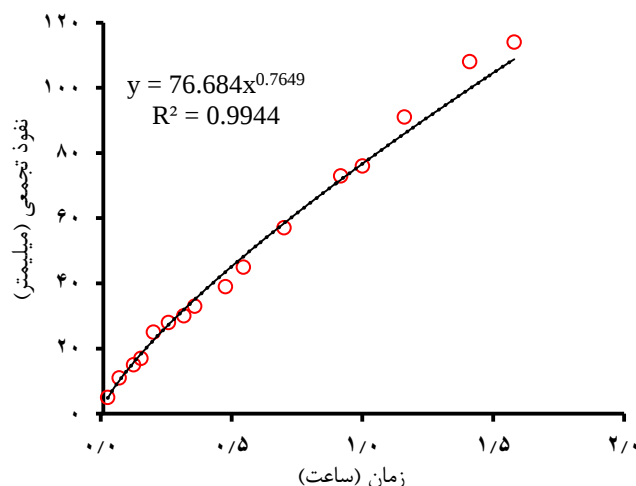


شکل ۱۴۸- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۰۳/۱۳ با منبع آب رودخانه صورت گرفت. زمان پیشروی جریان آب در شاهد ۲۰ دقیقه و در تیمار ۲۶ دقیقه به طول انجامید. در حالیکه طول تیمار ۷۸ متر و طول شاهد ۷۰ متر است و اگر برای مقایسه طول تیمار هم ۷۰ در نظر گرفته شود، در تیمار نیز ۲۰ دقیقه زمان پیشروی بوده است. دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه توسط فلوم WSC تیپ ۵، برای تیمار و شاهد به ترتیب ۱۵/۱ و ۱۵/۶ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۱۴۹). در این مزرعه نصب دابل رینگ جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۱۵۰ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار نشان داده شده است.



شکل ۱۴۹- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و درصد کاهش آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁ طی آبیاری‌های مختلف



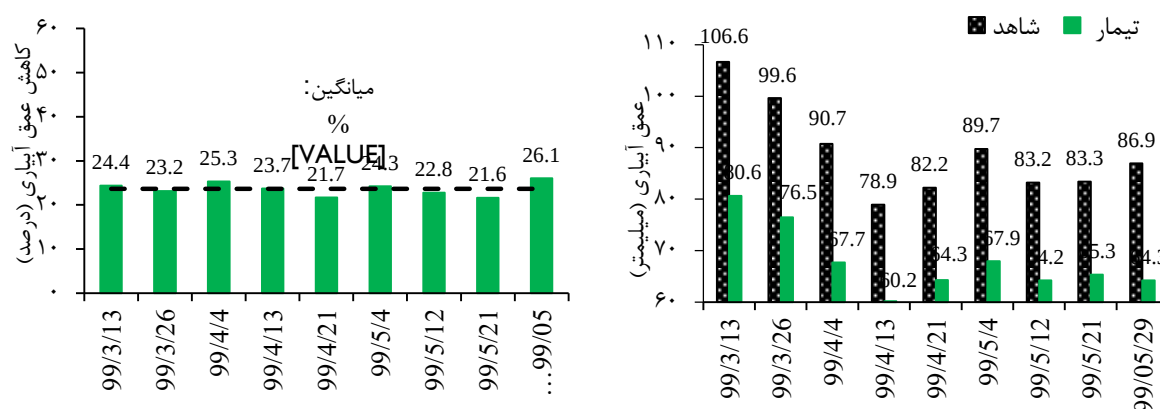
شکل ۱۵۰- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastS₁

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99EastS₁ در جدول ۴۶ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۸۰/۶ و ۱۰۶/۶ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۷۶/۵ و ۹۹/۶ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۶۷/۷ و ۹۰/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از جوی و پشته به شیاری در تیمار موجب کاهش قابل‌توجه ۷۲/۱ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۳۹/۲ و ۲۸/۲۶ درصد، در آبیاری دوم ۵۸ و ۴۶ درصد و در آبیاری سوم ۶۹/۷ و ۵۳/۷ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۱۲/۹ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

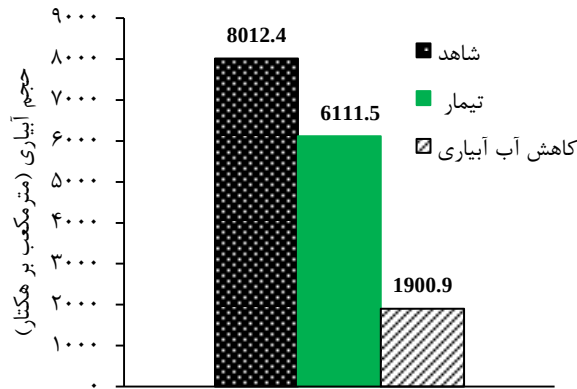
جدول ۴۶- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان مزرعه 99EastS₁ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

نوبت آبیاری	99EastS ₁	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t _{co} دقیقه	عمق آبیاری I _g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۹/۰۳/۱۳	۱۵/۱	۲۵۹/۲	۸۰/۶	۳۱/۶۴	۳۹/۲
	شاهد	۹۹/۰۳/۱۳	۱۵/۶	۳۱۸/۹	۱۰۶/۶	۳۰/۴۵	۲۸/۶
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۳/۲۶	۱۷/۸	۲۰۹/۴	۷۶/۵	۴۴/۴۲	۵۸
	شاهد	۹۹/۰۳/۲۶	۱۸/۲	۲۴۹/۵	۹۹/۶	۴۵/۷۸	۴۶
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۴/۰۴	۱۸/۳	۱۷۹/۴	۶۷/۷	۴۷/۱۶	۶۹/۷
	شاهد	۹۹/۰۴/۰۴	۱۷/۶	۲۳۳/۹	۹۰/۷	۴۸/۷۳	۵۳/۷

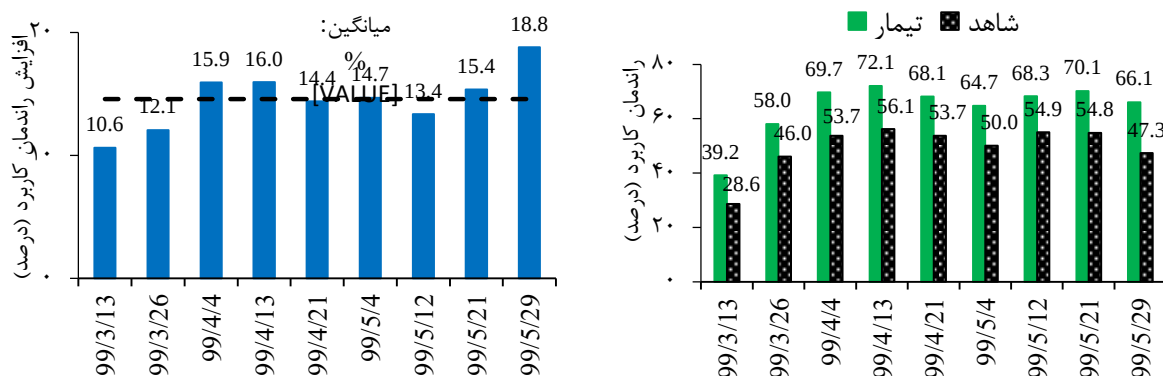
مزرعه 99EastS₁ طی فصل رشد محصول در ۹ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۵۱ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁ به ترتیب ۶۱۱۱/۵ و ۸۰۱۲/۴ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۹۰۰/۹ مترمکعب بر هکتار (۲۳/۷ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۱۵۲). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۱۵۳ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۱۴/۶ درصد افزایش یافت.



شکل ۱۵۱- پروفیل منحنی پسر و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS₁



شکل ۱۵۲- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁



شکل ۱۵۳- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁ و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

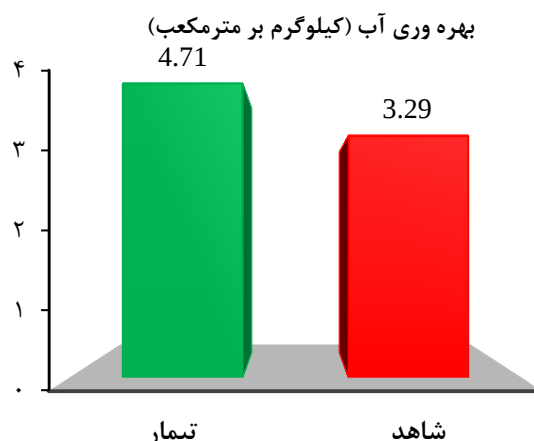
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁ به ترتیب ۳۴۰۰ و ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۱۳/۳ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۴۷). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب‌زمینی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان سراب) ۱۱۰/۹ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۴۳/۲ درصد برآورد گردید (جدول ۴۸). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۵۴ ترسیم گردیده است.

جدول ۴۷- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۴/۷۱	۳/۷۴	۵/۵۶	۳/۷۶	۵/۵۹	۳۴۰۰	۳۰۰۰	۳۴۱۵۰	۳۰۱۰۰	

جدول ۴۸- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۲۳/۷	۱/۸	۴۸/۶	۴۸/۷	۴۳/۲



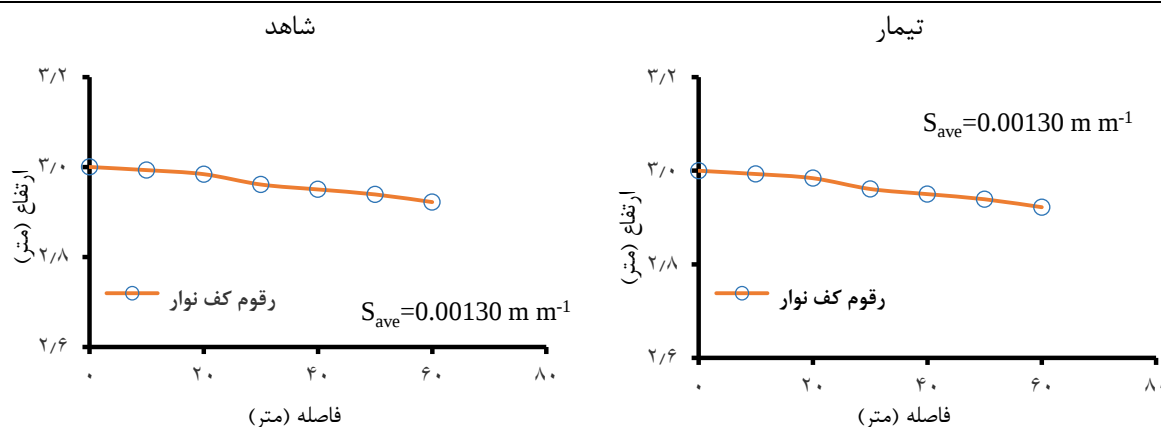
شکل ۱۵۴- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastS₁

۴-۲-۲- مزرعه 99EastS₂

در مزرعه 99EastS₂ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری دو طرفه مبارزه با علف هرز، هرس، محلولپاشی و چالکود در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₂ در جدول ۴۹ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۶۰ متر و عرض ۸ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastS₂ در شکل ۱۵۵ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۱۳ درصد می‌باشد.

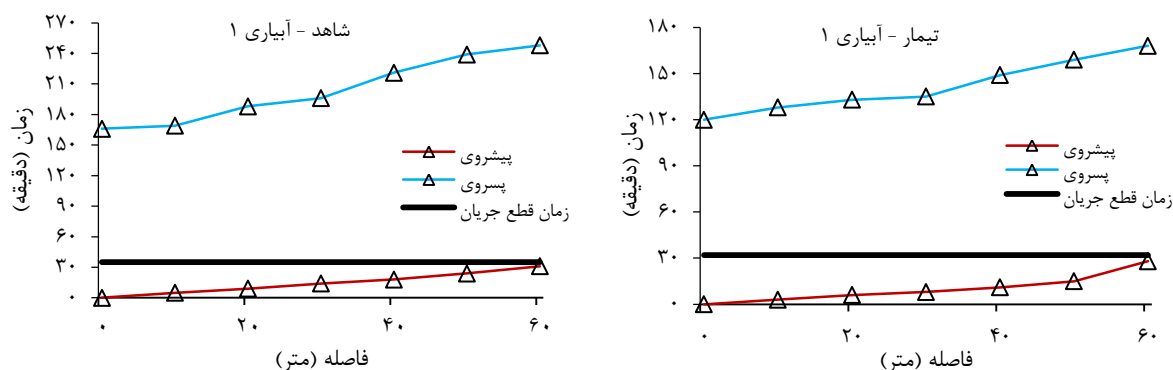
جدول ۴۹- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₂

99EastS ₂	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری	۸×۶۰	۰/۰۱۳	بسته
شاهد	کرتی	۴/۵×۶۰	۰/۰۱۳	بسته

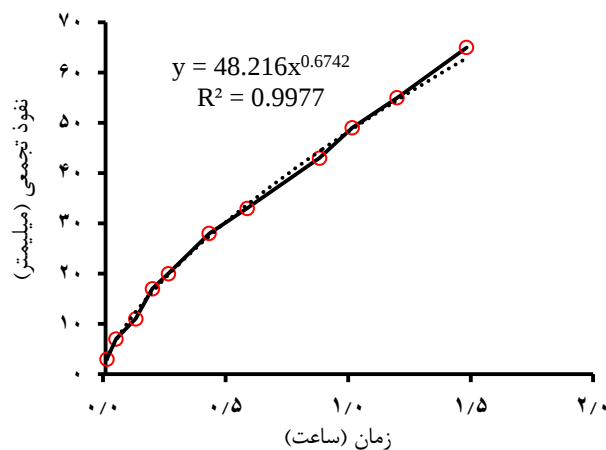


اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۰۳/۱۳ با منبع آب رودخانه صورت گرفت. پیشروی جریان آب در شاهد ۳۱ دقیقه و در تیمار ۲۸ دقیقه به طول انجامید. دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه توسط فلوم WSC تیپ ۵، در تیمار و شاهد به ترتیب ۱۶/۶ و ۱۶/۴ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۱۵۶). در این مزرعه نصب دابل رینگ جهت

اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۱۵۷ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار نشان داده شده است.



شکل ۱۵۶- پروفیل منحنی پسروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS₂



شکل ۱۵۷- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastS₂

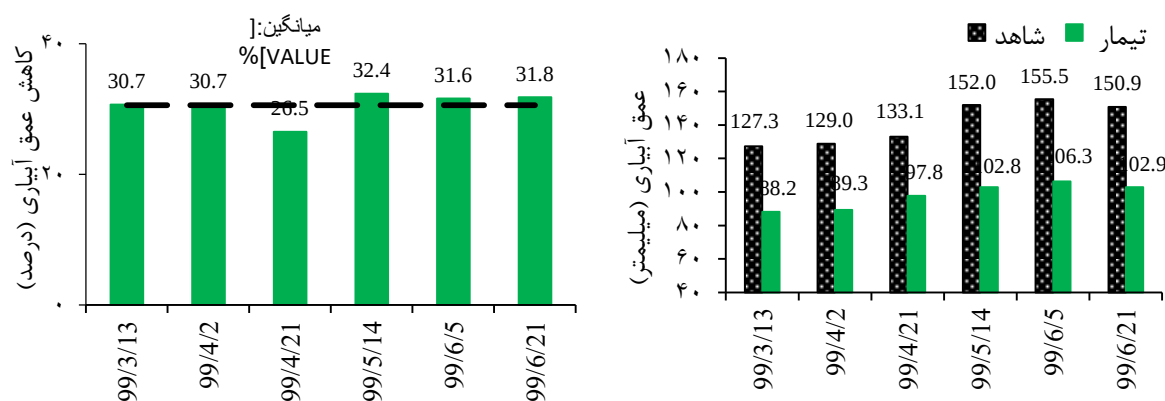
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99EastS₂ در جدول ۵۰ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۸۸/۲ و ۱۲۷/۳ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۸۹/۳ و ۱۲۹ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۹۷/۸ و ۱۳۳/۱ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری در تیمار موجب کاهش قابل‌توجه ۱۱۴/۱ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۸۰/۹ و ۵۷/۶ درصد، در آبیاری دوم ۷۹/۸ و ۵۷/۷ درصد و در آبیاری سوم ۷۹ و ۶۰/۸ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۱/۲ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۵۰- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastS₂ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

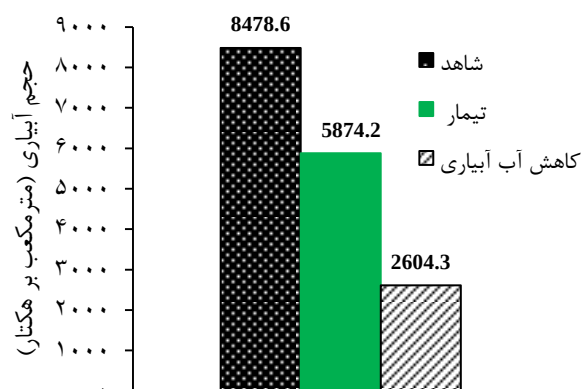
نوبت آبیاری	99EastS ₂	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
-------------	----------------------	--------------	---	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------

۸۰/۹	۷۱/۳	۸۸/۲	۸۶/۷	۱۶/۶	۹۹/۰۳/۱۳	تیمار	آبیاری اول
۵۷/۶	۷۳/۴	۱۲۷/۳	۱۵۵/۶	۱۶/۴	۹۹/۰۳/۱۳	شاهد	
۷۹/۸	۷۱/۳	۸۹/۳	۸۱/۳	۱۷/۹	۹۹/۰۴/۰۲	تیمار	آبیاری دوم
۵۷/۷	۷۴/۴	۱۲۹	۱۴۲/۲	۱۸/۱	۹۹/۰۴/۰۲	شاهد	
۷۹	۷۷/۲	۹۷/۸	۸۱/۳	۱۹/۶	۹۹/۰۴/۲۱	تیمار	آبیاری سوم
۶۰/۸	۸۰/۹	۱۳۳/۱	۱۳۳/۳	۲۰	۹۹/۰۴/۲۱	شاهد	

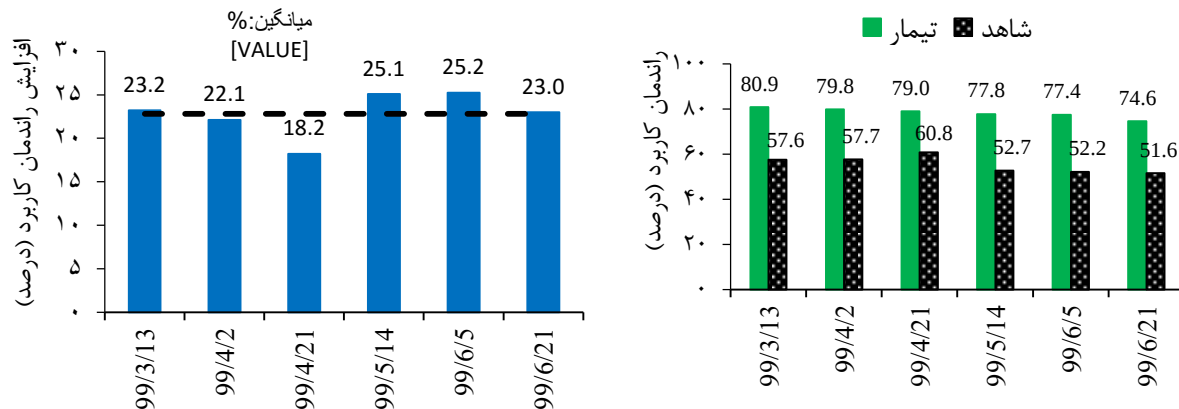
مزرعه 99EastS₂ طی فصل رشد محصول در ۶ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۵۸ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₂ به ترتیب ۵۸۷۴/۲ و ۸۴۷۸/۶ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۶۰۴/۳ مترمکعب بر هکتار (۳۰/۷ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۱۵۹). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۱۶۰ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۲۲/۸ درصد افزایش یافت.



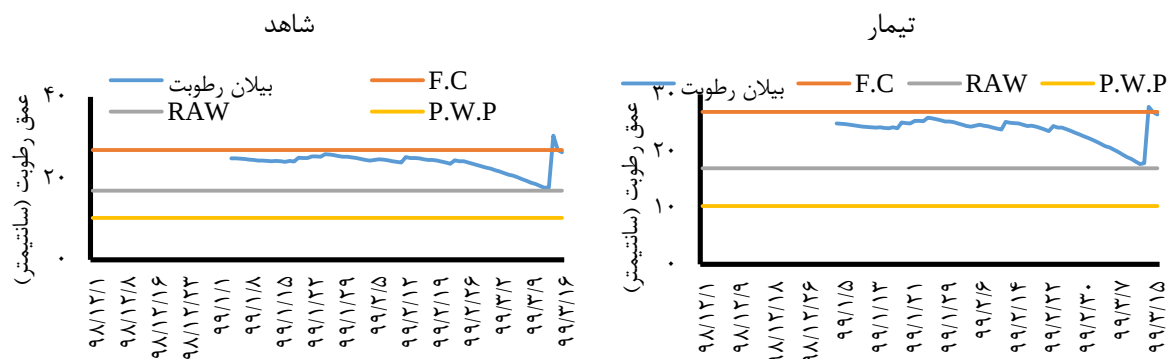
شکل ۱۵۸- پروفیل منحنی پستروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS₂



شکل ۱۵۹- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₂



شکل ۱۶۰- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₂ و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد



شکل ۱۶۱- نمودار بیلان رطوبتی مزرعه 99EastS₂

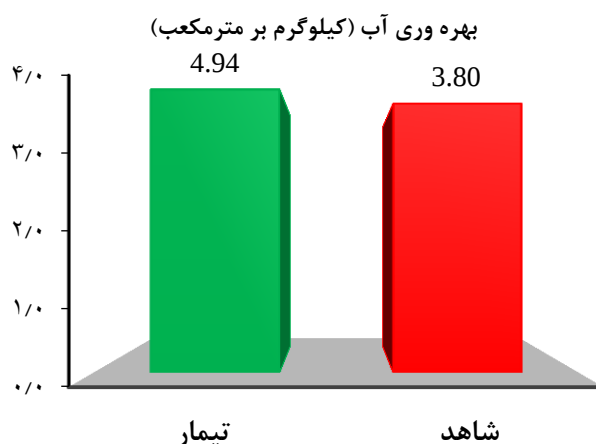
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₂ به ترتیب ۳۵۹۰۰ و ۳۷۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده کاهش ۴/۳ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۵۱). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان سراب) ۱۳۹/۳ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۳۰ درصد برآورد گردید (جدول ۵۲). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۶۲ ترسیم گردیده است.

جدول ۵۱- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₂

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد برآوردی (Kg/m^3)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۴/۹۴	۳/۸۰	۶/۱۱	۴/۴۲	۳۵۹۰۰	۳۷۵۰۰

جدول ۵۲- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₂

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۳۰/۷	۱/۶۹	۳۸/۲	۳۰



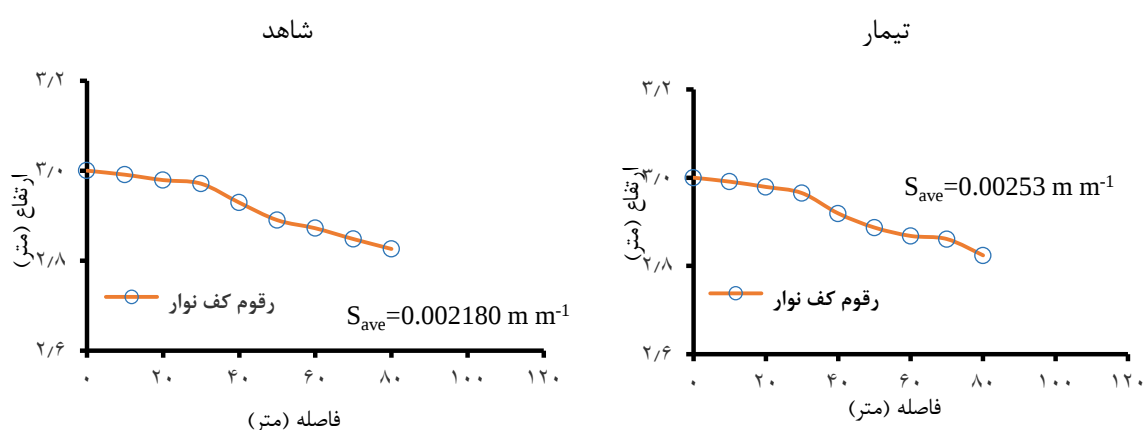
شکل ۱۶۲- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastS₂

۴-۲-۳- مزرعه 99EastS₃

در مزرعه 99EastS₃ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری دو طرفه مبارزه با علف هرز، هرس، محلولپاشی و چالکود در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₃ در جدول ۵۳ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۸۰ متر و عرض ۸ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه در شکل ۱۶۳ نشان داده شده است. تیمار و شاهد از تقسیم مزرعه 99EastS₃ به دو بخش بدست آمده است.

جدول ۵۳- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₃

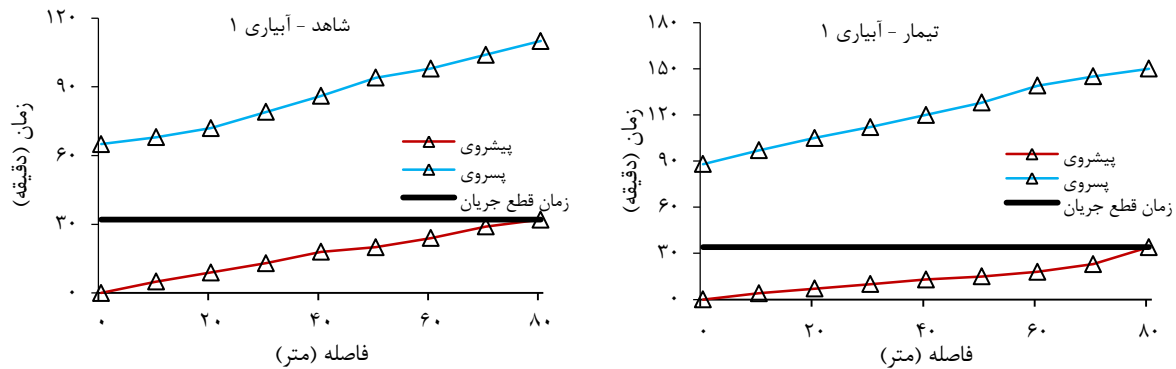
99EastS ₃	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری	۸×۸۰	۰/۰۰۲۲	بسته
شاهد	کرتی	۴/۵×۸۰	۰/۰۰۲۲	بسته



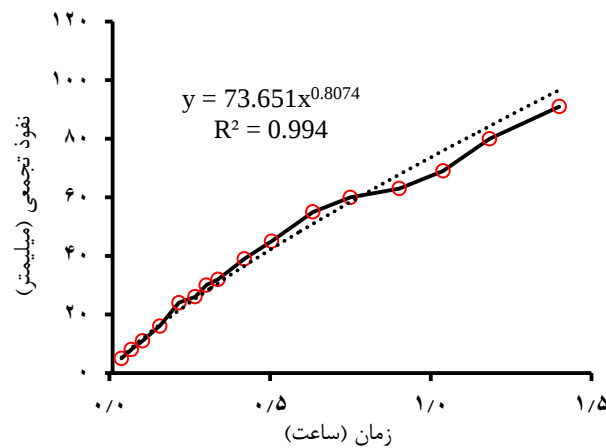
شکل ۱۶۳- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₃

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۰۳/۰۷ با منبع آب رودخانه صورت گرفت. زمان قطع جریان آب در شاهد ۴۱ دقیقه و در تیمار ۴۰ دقیقه به طول انجامید. دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه توسط فلوم WSC تیپ ۵، ۲۱/۵۸

لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۱۶۴). در این مزرعه در تاریخ ۹۹/۰۱/۲۱ نصب دابل رینگ جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۱۶۵ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار نشان داده شده است.



شکل ۱۶۴- پروفیل منحنی پسروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS₃



شکل ۱۶۵- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastS₃

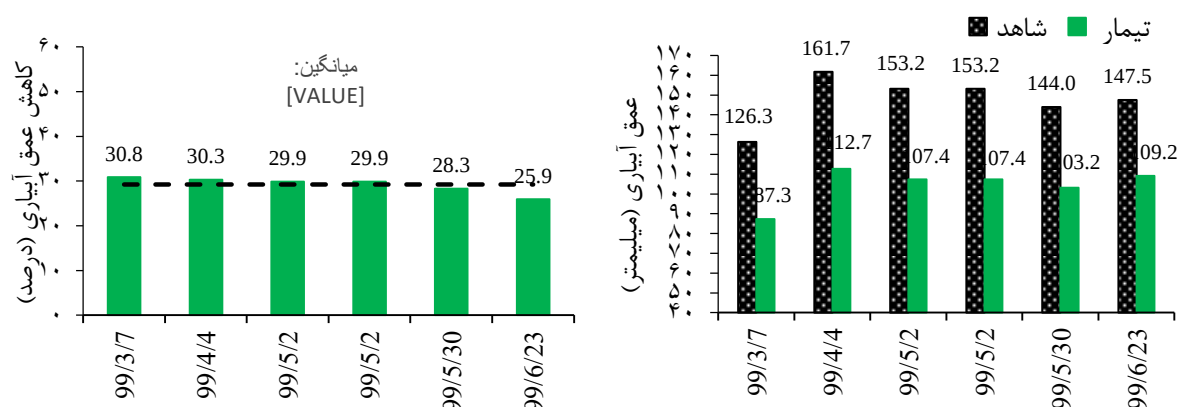
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99EastS₃ در جدول ۵۴ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۸۷/۳ و ۱۲۶/۳ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۱۱۲/۷ و ۱۶۱/۷ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۱۰۷/۴ و ۱۵۳/۲ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری در تیمار موجب کاهش قابل توجه ۱۳۳/۸ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۷۳/۶ و ۵۰/۹ درصد، در آبیاری دوم ۸۴/۵ و ۵۸ درصد و در آبیاری سوم ۸۲/۶ و ۵۸/۱ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۴/۶ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۵۴- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastS₃ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

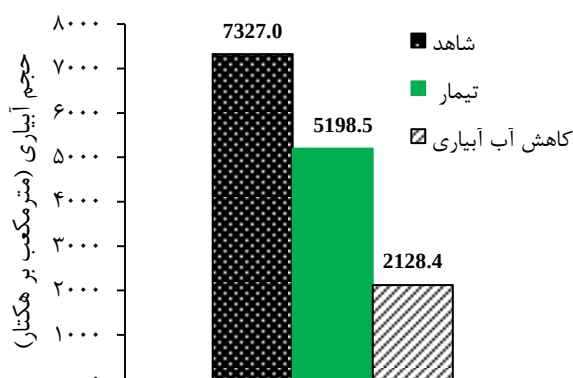
نوبت آبیاری	99EastS ₃	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow	مدت آبیاری t_{co}	عمق آبیاری I_g	تبخیر و تعرق واقعی	راندمان کاربرد AE
			لیتر بر ثانیه	دقیقه	میلی‌متر	میلی‌متر	درصد

۷۳/۶	۶۴/۲	۸۷/۳	۱۳۳/۹	۲۱/۸	۹۹/۰۳/۰۷	تیمار	آبیاری اول
۵۰/۹	۶۴/۳	۱۲۶/۳	۳۲۰/۲	۲۱/۲	۹۹/۰۳/۰۷	شاهد	
۸۴/۵	۹۵/۲	۱۱۲/۷	۱۷۵/۷	۲۱/۵	۹۹/۰۴/۰۴	تیمار	آبیاری دوم
۵۸	۹۳/۸	۱۶۱/۷	۴۲۳/۸	۲۱/۵	۹۹/۰۴/۰۴	شاهد	
۸۲/۶	۸۸/۷	۱۰۷/۴	۱۶۷/۴	۲۱/۵	۹۹/۰۵/۰۲	تیمار	آبیاری سوم
۵۸/۱	۸۹	۱۵۳/۲	۳۹۵/۵	۲۱/۹	۹۹/۰۵/۰۲	شاهد	

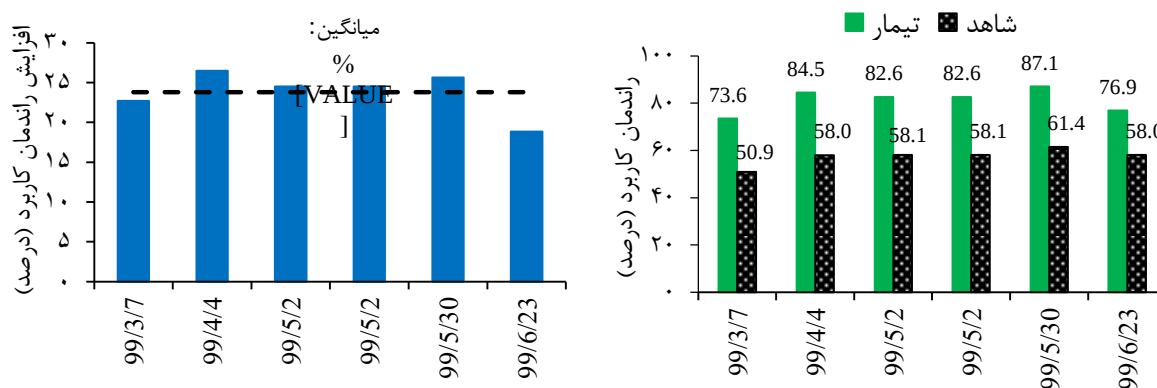
مزرعه 99EastS₃ طی فصل رشد محصول در ۶ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۶۶ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₃ به ترتیب ۵۱۹۸/۵ و ۷۳۲۷ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۱۲۸/۴ مترمکعب بر هکتار (۵۳/۱) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۱۶۷). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۱۶۸ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۲۳/۸ درصد افزایش یافت.



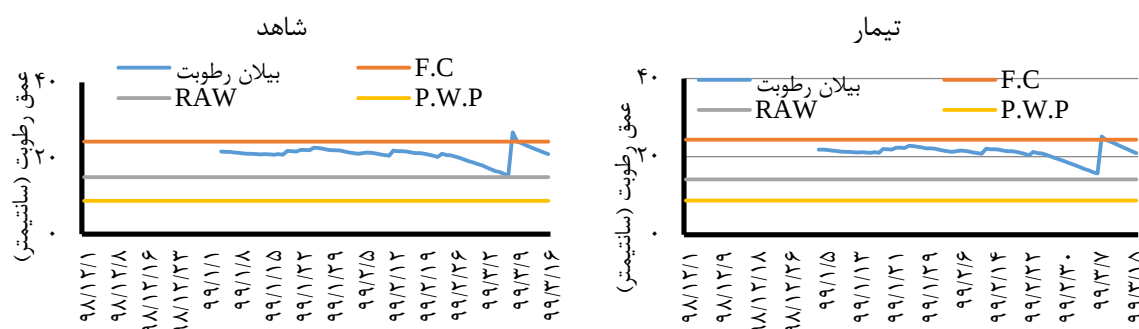
شکل ۱۶۶- پروفیل منحنی پستروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS₃



شکل ۱۶۷- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₃



شکل ۱۶۸- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS3 و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد



شکل ۱۶۹- نمودار بیلان رطوبتی مزرعه 99EastS3

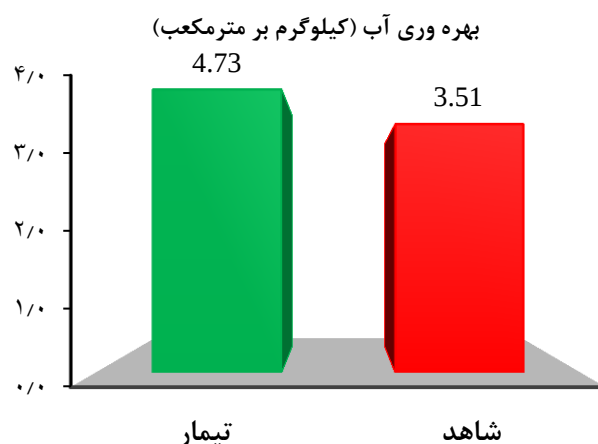
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS3 به ترتیب ۳۶۲۲۰ و ۳۵۹۸۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۰/۶۷ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۵۵). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان سراب) ۱۳۹/۳ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۳۴/۶ درصد برآورد گردید (جدول ۵۶). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۷۰ ترسیم گردیده است.

جدول ۵۵- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS3

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد برآوردی (Kg/m^3)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۳/۵۱	۴/۷۳	۴/۰۶	۵/۷۷	۳۶۲۲۰	۳۵۹۸۰

جدول ۵۶- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS3

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۲۹/۲	۱/۷۱	۴۲/۲	۳۴/۶



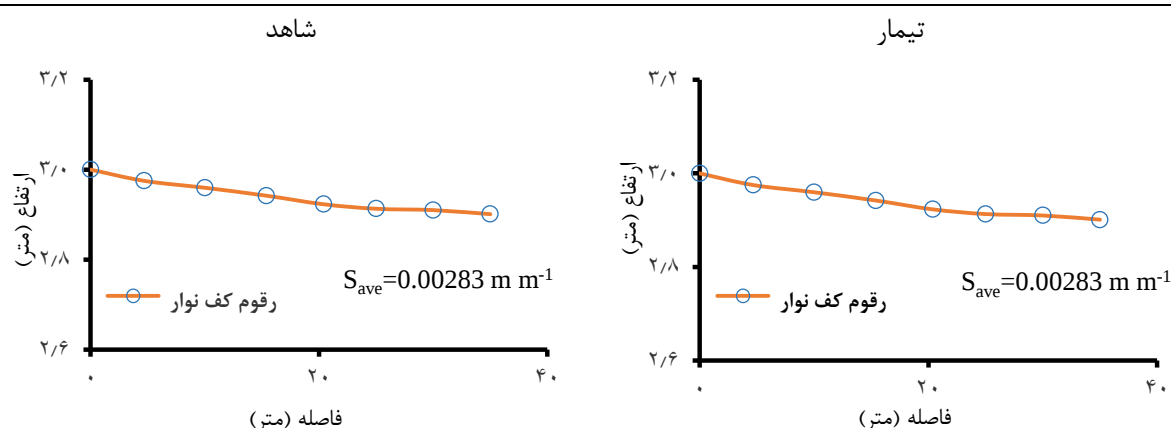
شکل ۱۷۰- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastS₃

۴-۲-۴- مزرعه 99EastS₄

در مزرعه 99EastS₄ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری دو طرفه، استفاده از روتیواتور برای سله-شکنی، محلولپاشی، چالکود و هرس در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₄ در جدول ۵۷ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۳۵ متر و عرض ۱/۱ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastS₄ در شکل ۱۷۱ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۲۸ درصد می‌باشد.

جدول ۵۷- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₄

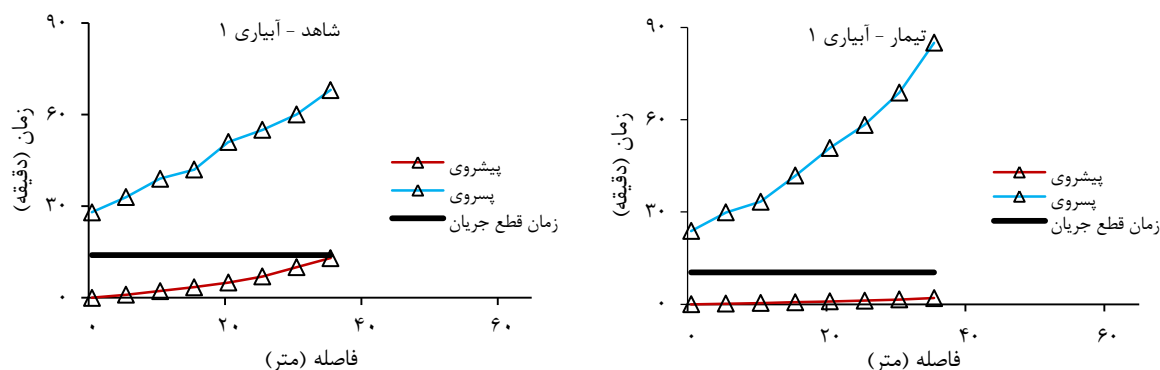
99EastS ₄	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری	۱/۱×۳۵	۰/۰۰۲۸	بسته
شاهد	کرتی	۵×۳۵	۰/۰۰۲۸	بسته



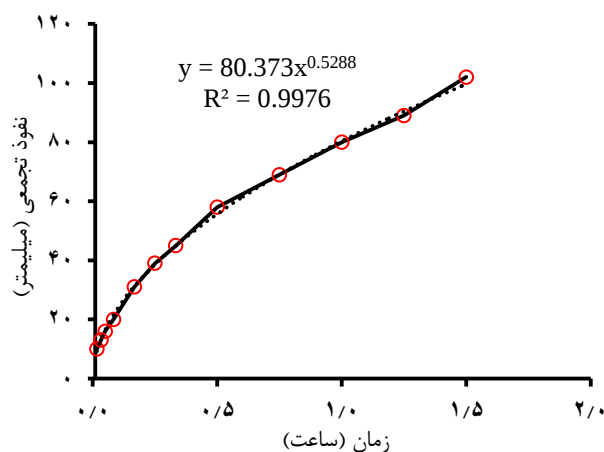
شکل ۱۷۱- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₄

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۰۳/۰۹ با منبع آب چاه صورت گرفت. مدت زمان پیشروی جریان آب در شاهد ۱۳ دقیقه طول کشید. زمان پیشروی جریان آب در تیمار برابر با ۲ دقیقه به دست آمد. دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه توسط فلوم WSC تیپ ۵، ۲۲/۱ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۱۷۲). در این مزرعه در تاریخ

۹۹/۰۲/۳۱ نصب دابل رینگ جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۱۷۳ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار نشان داده شده است.



شکل ۱۷۲- پروفیل منحنی پسروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS₄



شکل ۱۷۳- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastS₄

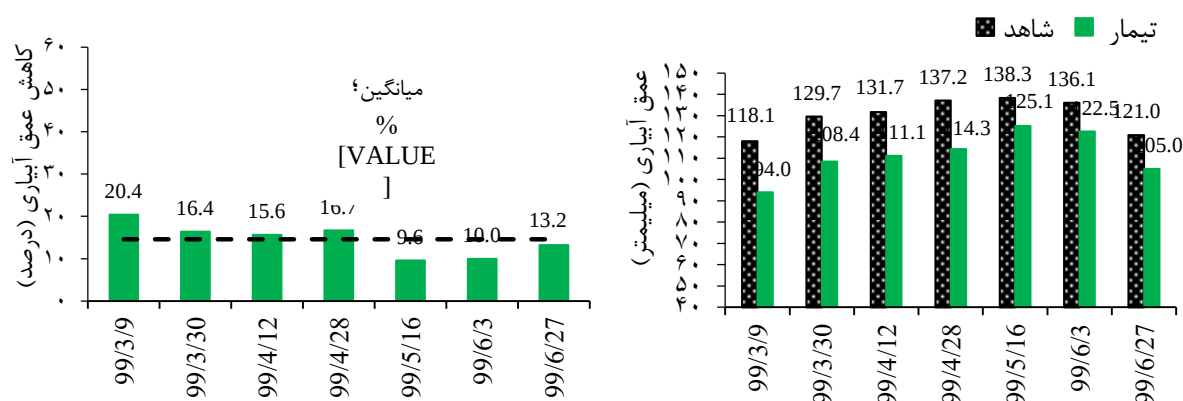
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه 99EastS₄، در جدول ۵۸ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۹۴ و ۱۱۸/۱ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۱۰۸/۴ و ۱۲۹/۷ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۱۱۱/۱ و ۱۳۱/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری در تیمار موجب کاهش ۶۶ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۹۳/۴ و ۸۷/۷ درصد، در آبیاری دوم ۸۵/۱ و ۷۴/۹ درصد و در آبیاری سوم ۹۳ و ۸۱/۷ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۳۶/۱ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۵۸- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastS₄ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

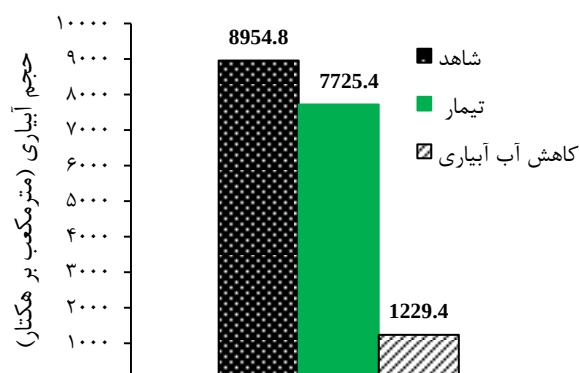
نوبت آبیاری	99EastS ₄	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۹/۰۳/۰۹	۲۲/۱	۵۵	۹۴	۸۷/۸	۹۳/۴

۷۸/۷	۹۲/۹	۱۱۸/۱	۴۰	۲۲/۱	۹۹/۰۳/۰۹	شاهد	
۸۵/۱	۹۲/۳	۱۰۸/۴	۶۵	۲۱/۶	۹۹/۰۳/۳۰	تیمار	آبیاری دوم
۷۴/۹	۹۷/۲	۱۲۹/۷	۴۵	۲۱/۶	۹۹/۰۳/۳۰	شاهد	
۹۳	۱۰۳/۳	۱۱۱/۱	۷۰	۲۰/۵	۹۹/۰۴/۱۲	تیمار	آبیاری سوم
۸۱/۷	۱۰۷/۶	۱۳۱/۷	۴۸	۲۰/۵	۹۹/۰۴/۱۲	شاهد	

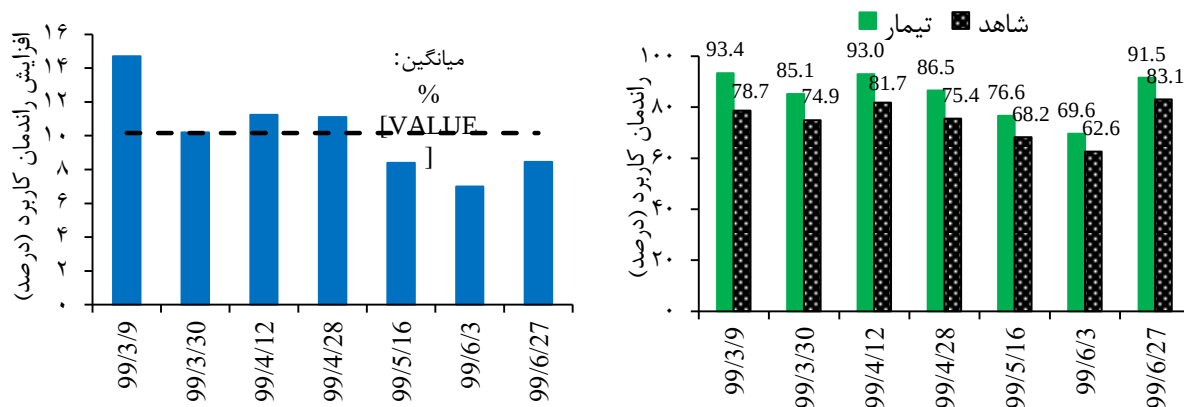
مزرعه 99EastS₄ طی فصل رشد محصول در ۷ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۷۴ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₄ به ترتیب ۷۷۲۵/۴ و ۸۹۵۴/۸ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۲۲۹ مترمکعب بر هکتار (۱۴/۴) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۱۷۵). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۱۷۶ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۱۰/۲ درصد افزایش یافت.



شکل ۱۷۴- پروفیل منحنی پستروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS₄



شکل ۱۷۵- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₄



شکل ۱۷۶- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₄ و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

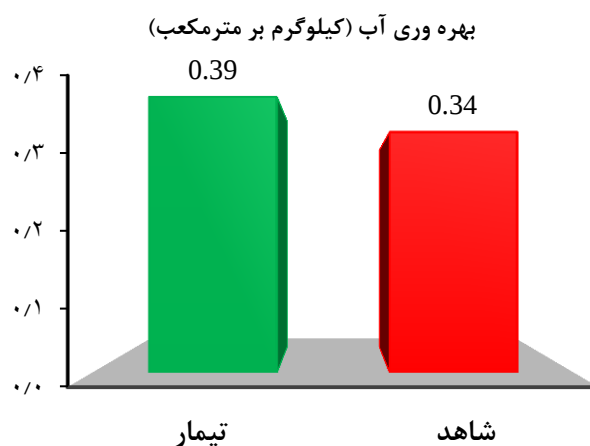
بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₄ به ترتیب ۳۵۰۰ و ۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۵۹). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۴۵ و ۰/۳۸ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۰/۰۶ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۶۰). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گوجه‌سبز در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان آذرشهر) ۱۱۸ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۱۴/۷ درصد برآورد گردید (جدول ۶۰). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۷۷ ترسیم گردیده است.

جدول ۵۹- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₄

عملکرد برآوردی (Kg/ha ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۳۵۰۰	۳۵۰۰	۰/۳۸	۰/۴۵	۰/۳۴	۰/۳۹

جدول ۶۰- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₄

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۱۴/۴	۰/۰۶	۱۶/۹	۱۴/۷



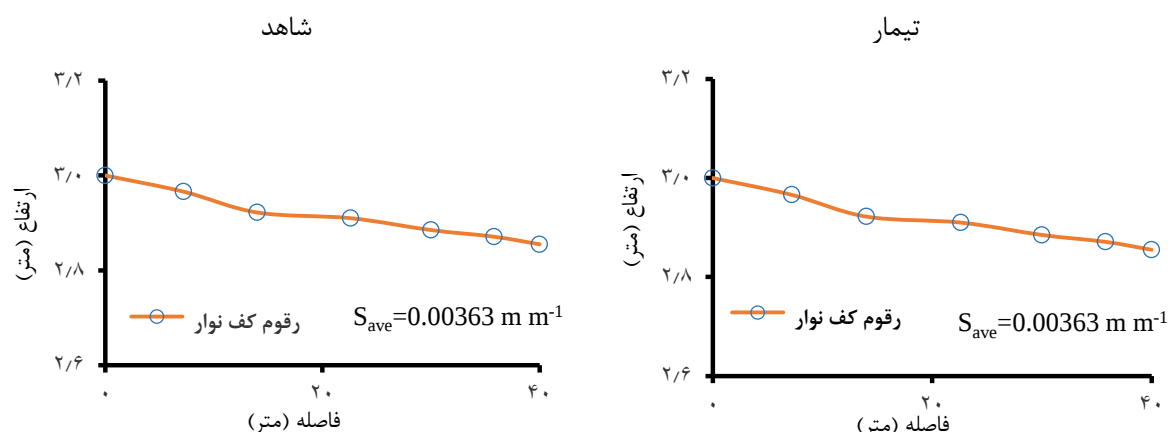
شکل ۱۷۷- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastS₄

۴-۲-۵- مزرعه 99EastS₅

در مزرعه 99EastS₅ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری دو طرفه، استفاده از روتیواتور برای سله-شکنی، محلولپاشی، چالکود و هرس در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₅ در جدول ۶۱ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۴۰ متر و عرض ۱/۲ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastS₅ در شکل ۱۷۸ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۳۶ درصد می‌باشد.

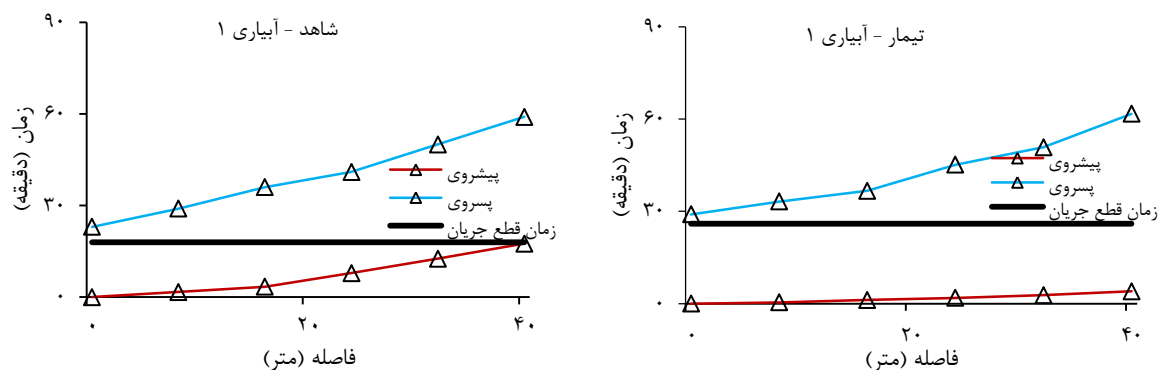
جدول ۶۱- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₅

99EastS ₅	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری	۱/۲×۴۰	۰/۰۰۳۶	بسته
شاهد	کرتی	۴/۵×۴۰	۰/۰۰۳۶	بسته

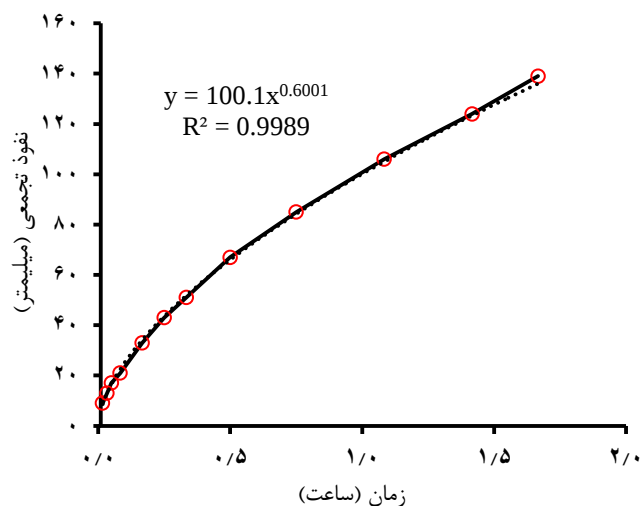


شکل ۱۷۸- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₅

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۰۳/۲۲ با منبع آب چاه صورت گرفت. مدت زمان پیشروی جریان آب در طول ۴۰ متر شاهد ۲۰ دقیقه طول کشید. زمان پیشروی جریان آب در طول ۴۰ متر شیار تیمار برابر با ۴ دقیقه به دست آمد. دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه توسط فلوم WSC تیپ ۵، ۱۴ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۱۷۹). در این مزرعه در تاریخ ۹۹/۰۳/۰۳ نصب دابل رینگ جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۱۸۰ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار نشان داده شده است.



شکل ۱۷۹- پروفیل منحنی پسروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS₅



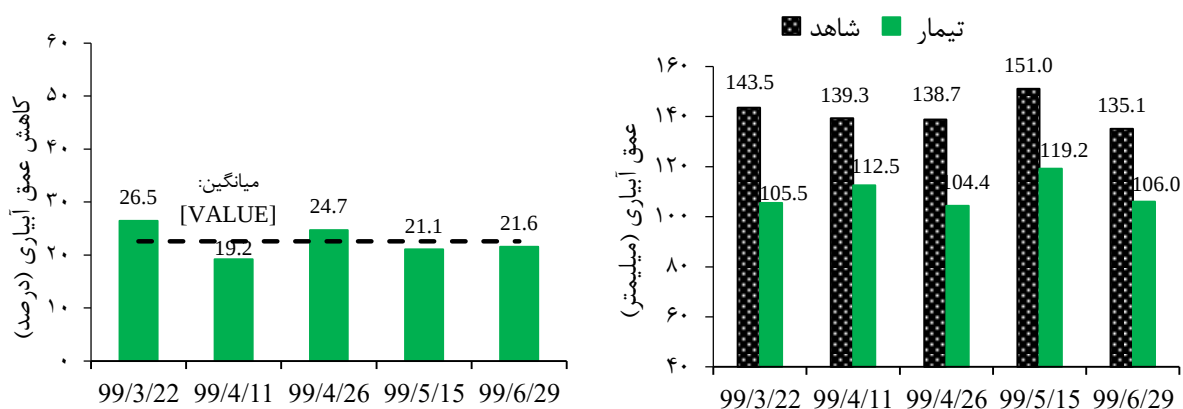
شکل ۱۸۰- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastS₅

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه 99EastS₅، در جدول ۶۲ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۱۰۵/۵ و ۱۴۳/۵ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۱۱۲/۵ و ۱۳۹/۳ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۱۰۴/۴ و ۱۳۸/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری در تیمار موجب کاهش قابل توجه ۹۹/۱ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۸۵/۴ و ۶۷ درصد، در آبیاری دوم ۹۱/۴ و ۷۹/۷ درصد و در آبیاری سوم ۹۶/۳ و ۷۶/۴ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۱۶/۷ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

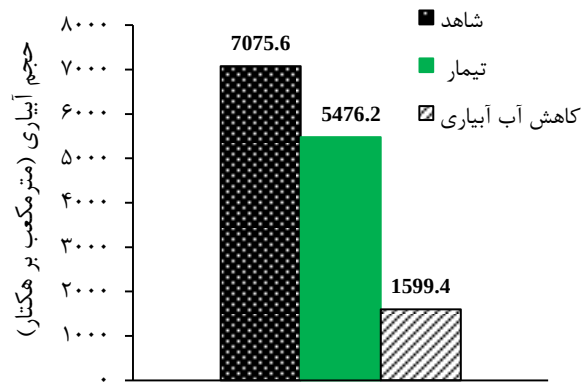
جدول ۶۲- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastS5 در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

راندمان کاربرد AE درصد	تبخیر و تفرق واقعی میلی‌متر	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	تاریخ آبیاری	99EastS5	نوبت آبیاری
۸۵/۴	۹۰/۱	۱۰۵/۵	۷۵	۱۴	۹۹/۰۳/۲۲	تیمار	آبیاری اول
۶۷	۹۶/۲	۱۴۳/۵	۱۷۰	۱۴	۹۹/۰۳/۲۲	شاهد	
۹۱/۴	۱۰۲/۸	۱۱۲/۵	۸۰	۱۴	۹۹/۰۴/۱۱	تیمار	آبیاری دوم
۷۹/۷	۱۱۱	۱۳۹/۳	۱۶۵	۱۴	۹۹/۰۴/۱۱	شاهد	
۹۶/۳	۱۰۰/۵	۱۰۴/۴	۷۰	۱۴/۹	۹۹/۰۴/۲۶	تیمار	آبیاری سوم
۷۶/۴	۱۰۵/۹	۱۳۸/۷	۱۵۵	۱۴/۹	۹۹/۰۴/۲۶	شاهد	

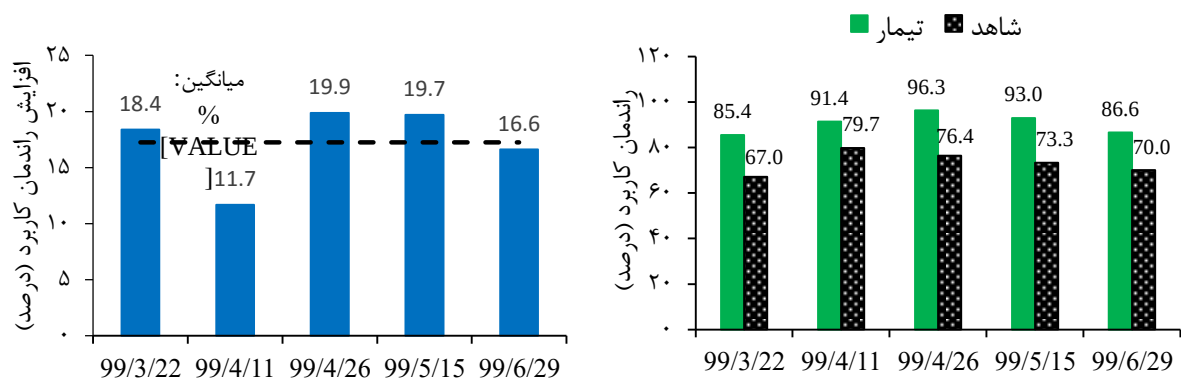
مزرعه 99EastS5 طی فصل رشد محصول در ۵ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۸۱ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS5 به ترتیب ۵۴۷۶/۲ و ۷۰۷۵/۶ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۵۹۹/۴ مترمکعب بر هکتار (۲۲/۶ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۱۸۲). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۱۸۳ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۲۲/۶ درصد افزایش یافت.



شکل ۱۸۱- پروفیل منحنی پستی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS5



شکل ۱۸۲- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₅



شکل ۱۸۳- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₅ و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₅ به ترتیب ۸۰۰۰ و ۸۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۶۳). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۱/۴۶ و ۱/۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۰/۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۶۴). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گوجه‌سبز در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان آذرشهر) ۱۰۳ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۲۴/۶ درصد برآورد گردید (جدول ۶۴). نمودار نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۸۴ ترسیم گردیده است.

جدول ۶۳- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₅

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱/۲۳	۰/۹۹	۱/۴۶	۱/۱۳	۸۰۰۰	۸۰۰۰

جدول ۶۴- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₅

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۱/۲۳	۱/۴۶	۱/۱۳	۱۰۳

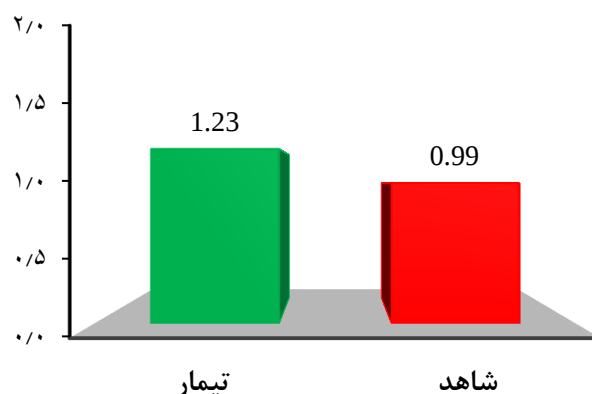
۲۴/۶

۲۹/۲

۰/۳۳

۲۲/۶

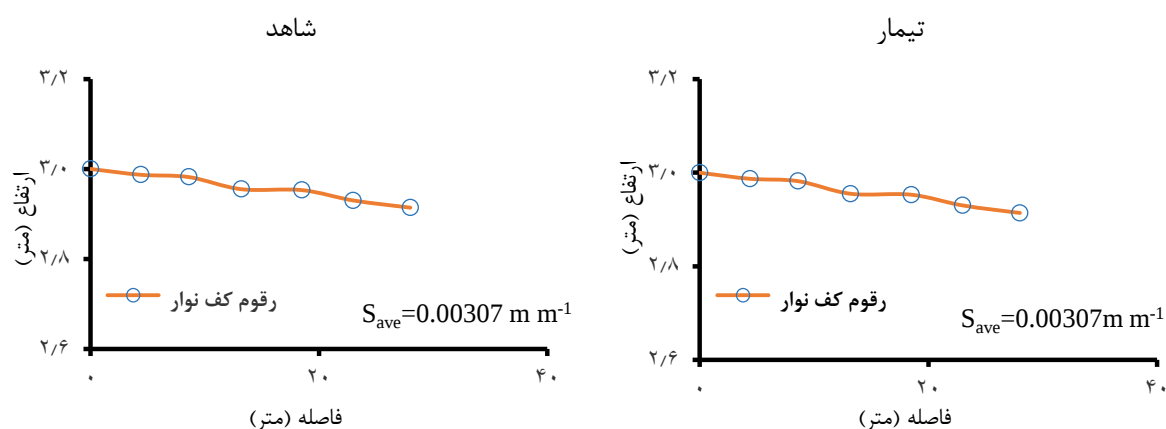
بهره وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)

شکل ۱۸۴- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastS₅۴-۲-۶- مزرعه 99EastS₆

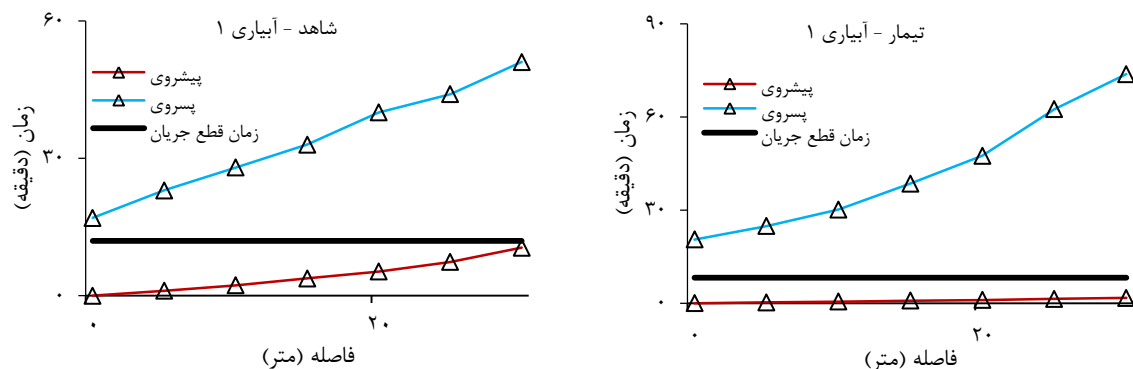
در مزرعه 99EastS₆ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری دو طرفه، استفاده از روتیواتور برای سله-شکنی، محلولپاشی، چالکود و هرس در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₆ در جدول ۶۵ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۳۰ متر و عرض ۱ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastS₆ در شکل ۱۸۵ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۳ درصد می‌باشد.

جدول ۶۵- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₆

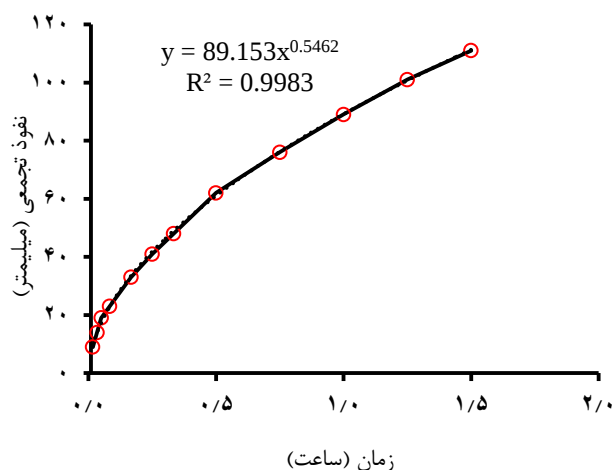
99EastS ₆	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری	۱×۳۰	۰/۰۰۳	بسته
شاهد	کرتی	۵×۳۰	۰/۰۰۳	بسته

شکل ۱۸۵- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₆

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۰۳/۰۹ با منبع آب چاه صورت گرفت. مدت‌زمان پیشروی جریان آب در طول ۳۰ متر شاهد ۱۱ دقیقه طول کشید. زمان پیشروی جریان آب در طول ۳۰ متر تیمار برابر با ۱/۷ دقیقه به دست آمد. دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه توسط فلوم WSC تیپ ۵، ۲۲/۶ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۱۸۶). در این مزرعه در تاریخ ۹۹/۰۲/۳۱ نصب دابل رینگ جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۱۸۷ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار نشان داده شده است.



شکل ۱۸۶- پروفیل منحنی پسروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS₆



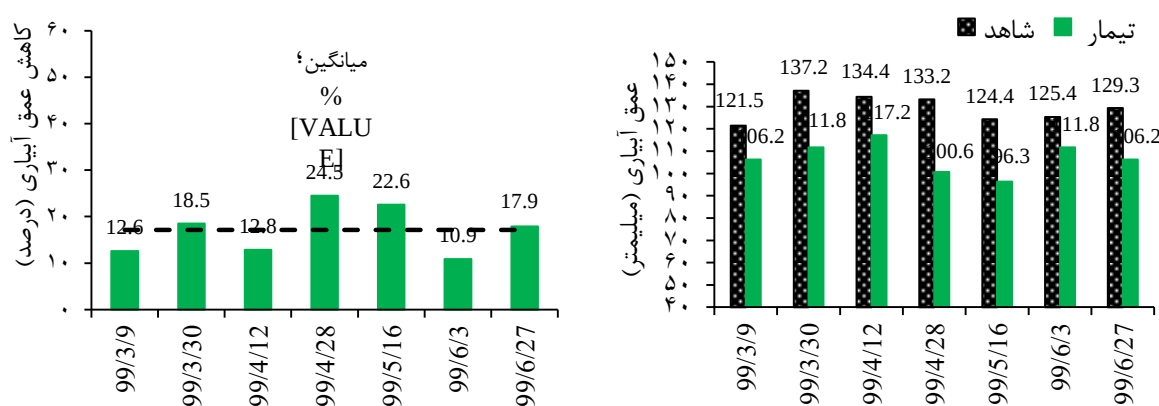
شکل ۱۸۷- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastS₆

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه 99EastS₆، در جدول ۶۶ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۱۰۶/۲ و ۱۲۱/۵ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۱۱۱/۸ و ۱۳۷/۲ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۱۱۷/۲ و ۱۳۴/۴ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری در تیمار موجب کاهش ۵۷/۹ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۸۰/۱ و ۷۵ درصد، در آبیاری دوم ۷۹/۴ و ۶۹ درصد و در آبیاری سوم ۸۷/۱ و ۷۹/۷ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۳۷/۴ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

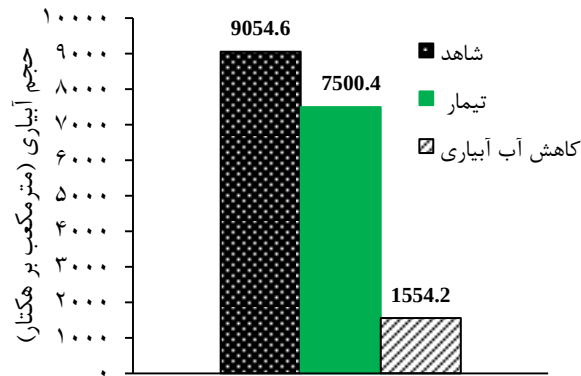
جدول ۶۶- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastS₆ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

راندمان کاربرد AE درصد	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	عمق آبیاری I _g میلی‌متر	مدت آبیاری t _{co} دقیقه	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	تاریخ آبیاری	99EastS ₆	نوبت آبیاری
۸۰/۱	۸۵	۱۰۶/۲	۹۵	۲۲/۶	۹۹/۰۳/۰۹	تیمار	آبیاری اول
۷۵	۹۱/۲	۱۲۱/۵	۱۵۵	۲۲/۶	۹۹/۰۳/۰۹	شاهد	
۷۹/۴	۸۸/۷	۱۱۱/۸	۱۰۰	۲۲/۶	۹۹/۰۳/۳۰	تیمار	آبیاری دوم
۶۹	۹۴/۷	۱۳۷/۲	۱۷۵	۲۲/۶	۹۹/۰۳/۳۰	شاهد	
۸۷/۱	۱۰۲	۱۱۷/۲	۱۱۰	۲۱/۶	۹۹/۰۴/۱۲	تیمار	آبیاری سوم
۷۹/۷	۱۰۷/۲	۱۳۴/۴	۱۸۰	۲۱/۶	۹۹/۰۴/۱۲	شاهد	

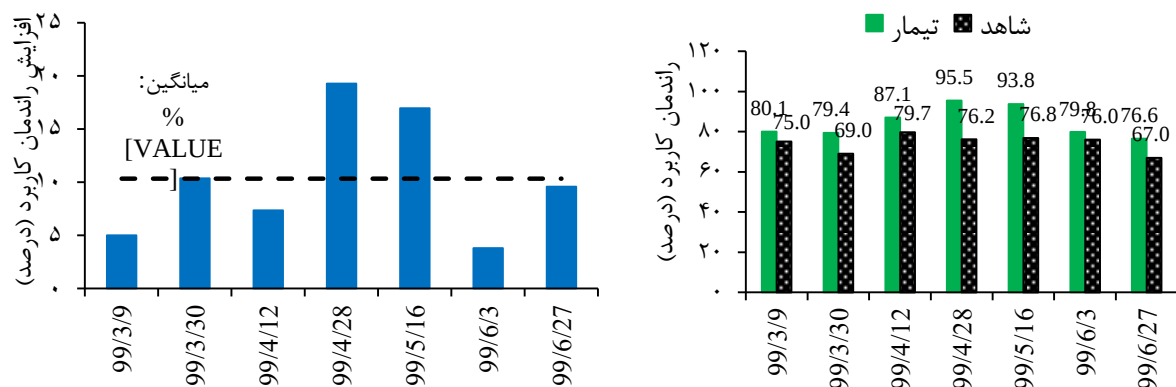
مزرعه 99EastS₆ طی فصل رشد محصول در ۷ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۸۸ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₆ به ترتیب ۷۵۰۰/۴ و ۹۰۵۴/۶ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۵۵۴/۸۲ مترمکعب بر هکتار (۱۷/۲ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۱۸۹). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۱۹۰ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۱۰/۳ درصد افزایش یافت.



شکل ۱۸۸- پروفیل منحنی پسر و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS₆



شکل ۱۸۹- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₆



شکل ۱۹۰- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₆ و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₆ به ترتیب ۳۵۰۰ و ۳۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۶۷). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۴۷ و ۰/۳۹ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۰/۰۸ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۶۸). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گوجه‌سبز در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان آذرشهر) ۱۱۸ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۱۷/۹ درصد برآورد گردید (جدول ۶۸). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۹۱ ترسیم گردیده است.

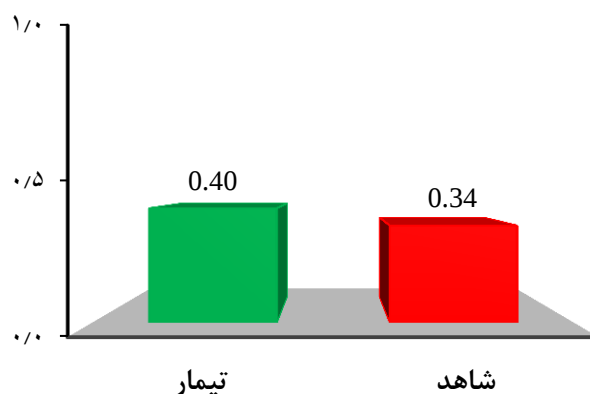
جدول ۶۷- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₆

عملکرد برآوردی (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۳۵۰۰	۳۵۰۰	۰/۳۹	۰/۴۷	۰/۳۴	۰/۴۰

جدول ۶۸- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₆

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۱۷/۲	۰/۰۸	۲۰/۷	۱۷/۹

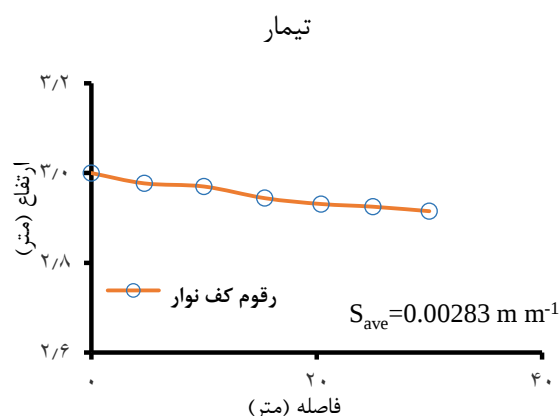
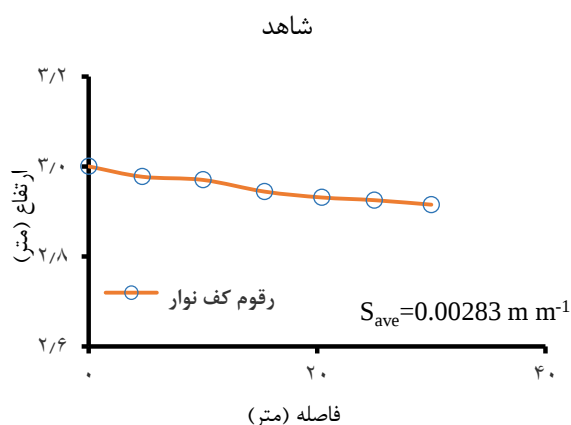
بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)

شکل ۱۹۱- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastS₆۴-۲-۷- مزرعه 99EastS₇

در مزرعه 99EastS₇ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری دو طرفه، استفاده از روتیواتور برای سله-شکنی، محلولپاشی و هرس در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₇ در جدول ۶۹ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۳۰ متر و عرض ۰/۸ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastS₇ در شکل ۱۹۲ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۲۸ درصد می‌باشد.

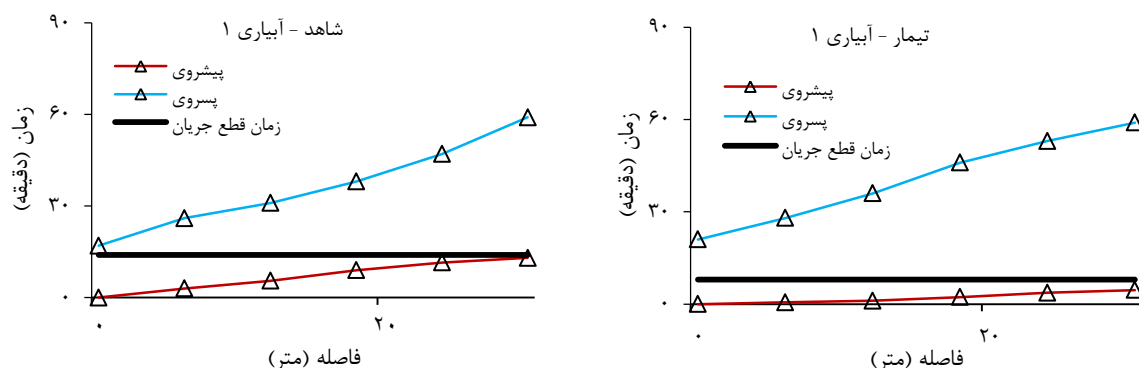
جدول ۶۹- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₇

99EastS ₇	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری	۰/۸×۳۰	۰/۰۰۲۸	بسته
شاهد	کرتی	۵×۳۰	۰/۰۰۲۸	بسته

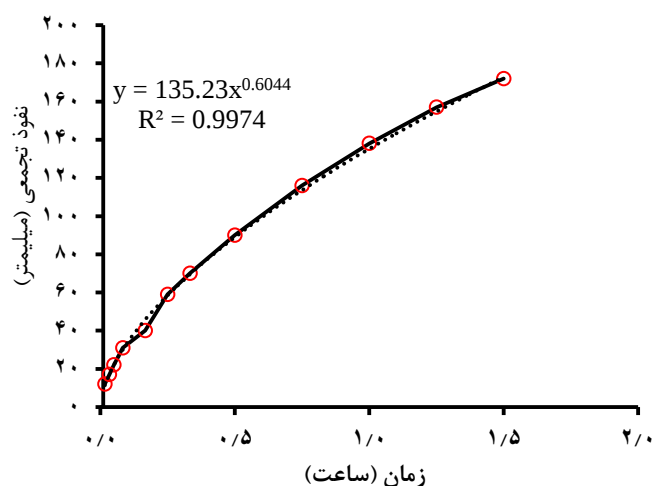


شکل ۱۹۲- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS7

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۰۳/۰۱ با منبع آب چاه صورت گرفت. مدت زمان پیشروی جریان آب در شاهد ۱۳ دقیقه طول کشید. زمان پیشروی در تیمار برابر با ۵ دقیقه به دست آمد. دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه توسط فلوم WSC تیپ ۵، ۲۴/۹ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۱۹۳). در شکل ۱۹۴ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار نشان داده شده است.



شکل ۱۹۳- پروفیل منحنی پسروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS7



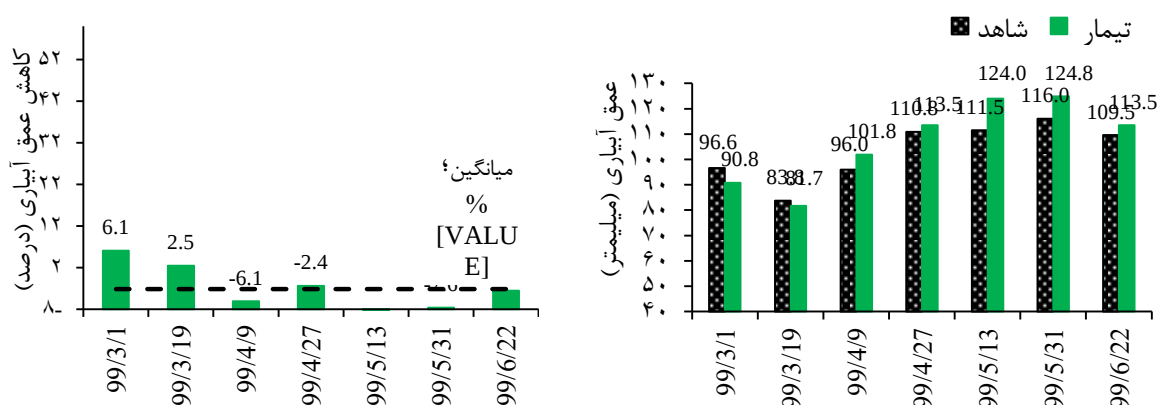
شکل ۱۹۴- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastS7

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول و دوم مزرعه 99EastS7، در جدول ۷۰ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۹۶/۶ و ۹۰/۸ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۸۱/۷ و ۸۳/۸ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۱۰۱/۸ و ۹۶ میلی‌متر بوده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۸۳/۱ و ۷۲/۲ درصد، در آبیاری دوم ۹۲/۴ و ۸۹/۱ درصد و در آبیاری سوم ۷۶/۷ و ۷۰/۳ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۶/۹ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

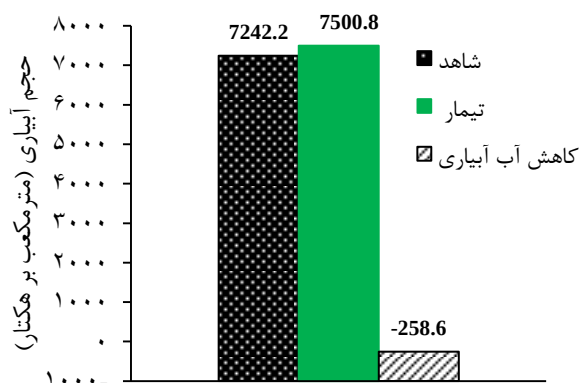
جدول ۷۰- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastS7 در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

نوبت آبیاری	99EastS7	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	تبخیر و تفرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۹/۰۳/۰۱	۲۴/۹	۴۰	۹۶/۶	۷۵/۴	۸۳/۱
	شاهد	۹۹/۰۳/۰۱	۲۴/۹	۷۵	۹۰/۸	۶۹/۸	۷۲/۲
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۳/۱۹	۲۴/۹	۳۶	۸۱/۷	۷۵/۵	۹۲/۴
	شاهد	۹۹/۰۳/۱۹	۲۴/۹	۶۵	۸۳/۸	۷۴/۶	۸۹/۱
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۴/۰۹	۲۳/۷	۴۷	۱۰۱/۸	۷۸/۲	۷۶/۷
	شاهد	۹۹/۰۴/۰۹	۲۳/۷	۷۸	۹۶	۶۷/۴	۷۰/۳

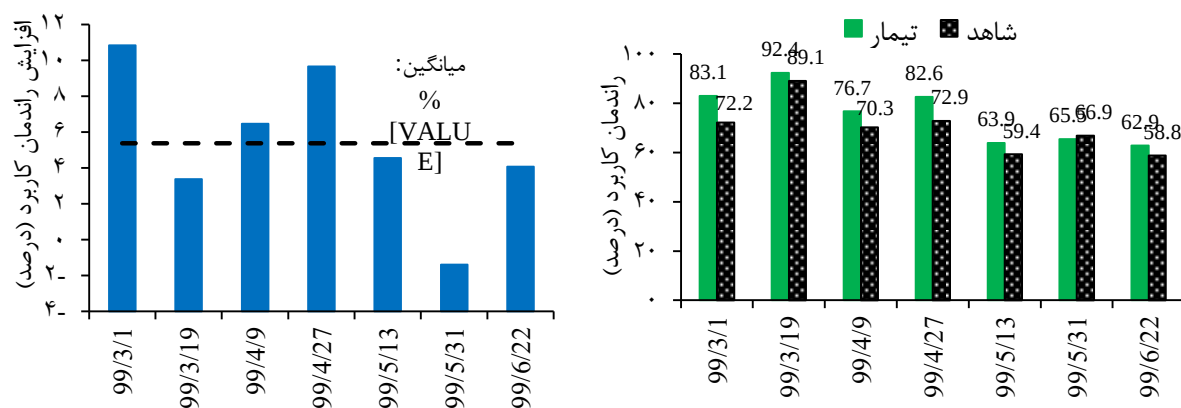
مزرعه 99EastS7 طی فصل رشد محصول در ۷ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۱۹۵ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS7 به ترتیب ۷۵۰۰/۸ و ۷۲۴۲/۴ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید (شکل ۱۹۶). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۱۹۷ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۵/۴ درصد افزایش یافت.



شکل ۱۹۵- پروفیل منحنی پستی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS7



شکل ۱۹۶- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS7



شکل ۱۹۷- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS7 و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

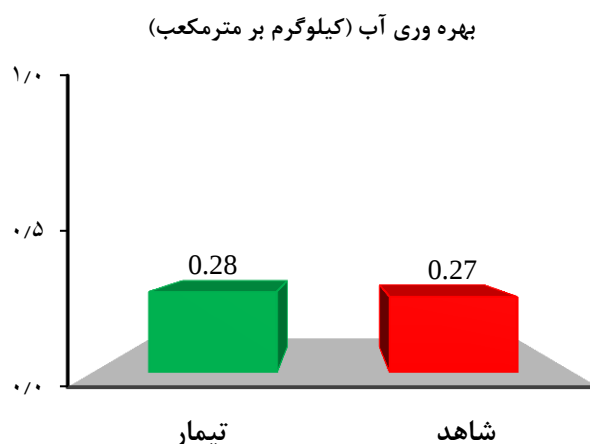
بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS7 به ترتیب ۲۴۰۰ و ۲۱۸۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیانگر افزایش ۱۰ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۷۱). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۳۲ و ۰/۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۰/۰۲ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۷۲). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گوجه‌سبز در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان اسکو) ۹۳/۵ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۶/۷ درصد برآورد گردید (جدول ۷۲). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۱۹۸ ترسیم گردیده است.

جدول ۷۱- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS7

عملکرد برآوردی (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۲۱۸۰	۲۴۰۰	۰/۳۰	۰/۳۲	۰/۲۷	۰/۲۸

جدول ۷۲- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS7

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
-۳/۶	۰/۰۲	۶/۳	۶/۷



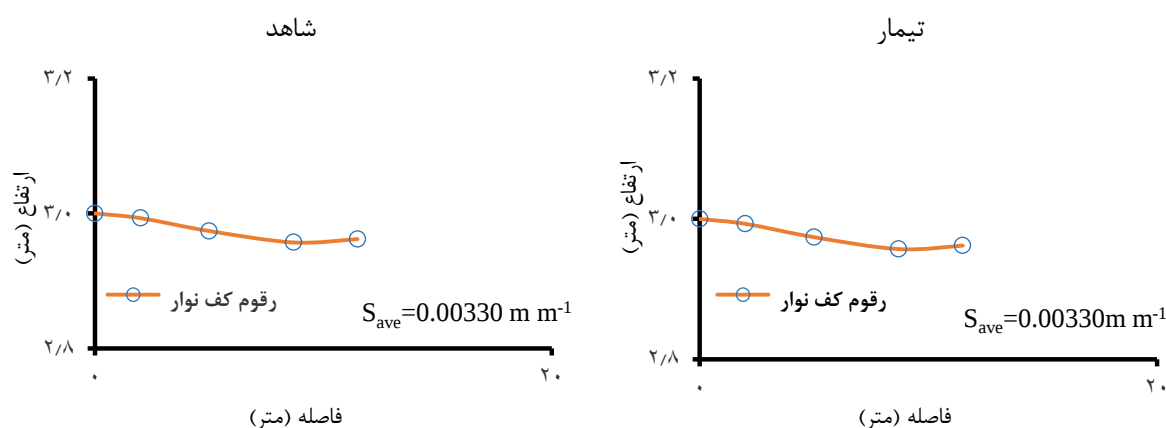
شکل ۱۹۸- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastS₇

۴-۲-۸- مزرعه 99EastS₈

در مزرعه 99EastS₈ تکنیک تغییر روش آبیاری از آبیاری همه جویچه‌ها به آبیاری یک در میان جویچه‌ها و محلولپاشی در نظر گرفته شد. در این مزرعه در هر دو بخش تیمار و شاهد کشت به صورت نشائی صورت گرفت. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₈ در جدول ۷۳ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۶ متر و عرض ۰/۵ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastS₈ در شکل ۱۹۹ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۳۳ درصد می‌باشد.

جدول ۷۳- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₈

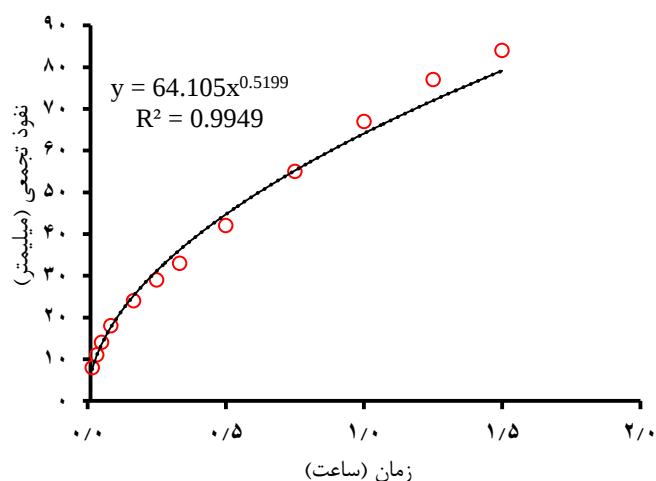
شرایط انتها	شیب طولی (متر/متر)	ابعاد نوار (متر×متر)	روش آبیاری	99EastS ₈
بسته	۰/۰۰۳۳	۰/۵×۶	جوی و پشته	تیمار
بسته	۰/۰۰۳۳	۰/۵×۶	جوی و پشته	شاهد



شکل ۱۹۹- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₈

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۰۲/۲۷ با منبع آب چاه صورت گرفت. دبی آب وارد شده از شبکه در این مزرعه توسط فلوم WSC تیپ ۵، ۲۰/۵۶ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید. در این مزرعه در تاریخ ۹۹/۰۲/۲۷ نصب دابل رینگ

جهت اندازه‌گیری میزان نفوذپذیری خاک انجام شد. در شکل ۲۰۰ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار نشان داده شده است.



شکل ۲۰۰- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastS₈

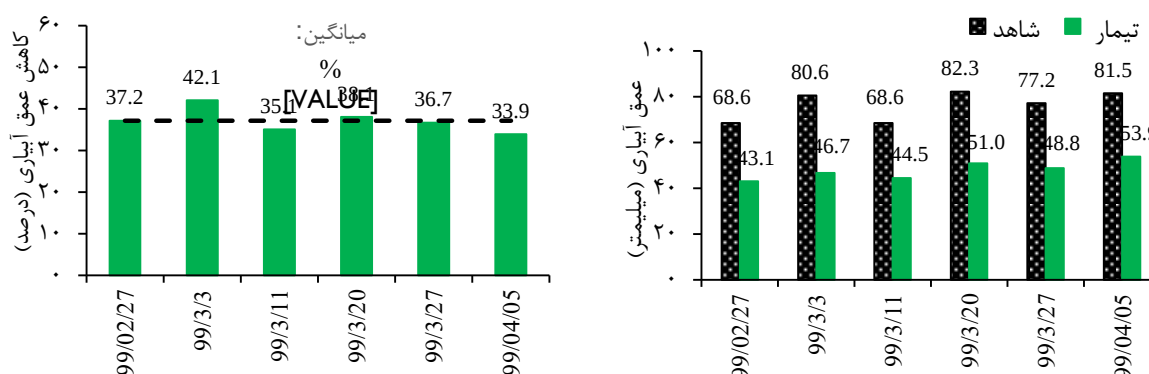
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول تا سوم مزرعه 99EastS₈، در جدول ۷۴ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۷۴، در آبیاری اول عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۴۳/۱ و ۶۸/۶ میلی‌متر بوده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری ۳۷/۲ درصد کاهش و حدود ۱۲۴ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است. دومین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۳ انجام شد و کلیه پارامترهای جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. آبیاری با منبع آب چاه و با متوسط دبی ۲۰/۵ لیتر در ثانیه توسط فلولم اندازه‌گیری شد. در آبیاری دوم عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۴۶/۷ و ۸۰/۶ میلی‌متر بوده است که در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری ۴۲/۱ درصد کاهش و حدود ۱۶/۷ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است. مطابق جدول ۶۸، در آبیاری سوم در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری ۳۵/۱ درصد کاهش و حدود ۱۹/۹ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است.

جدول ۷۴- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastS₈ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

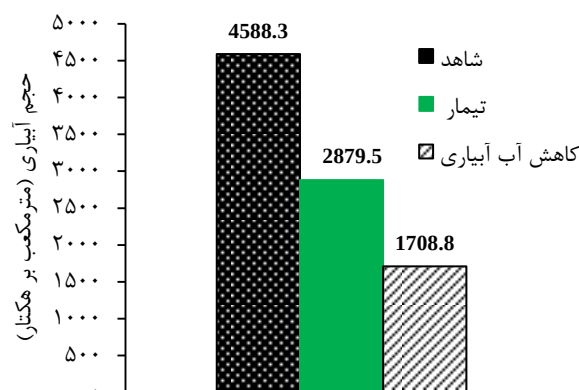
نوبت آبیاری	99EastS ₈	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۹/۰۲/۲۷	۲۰/۵	۶۰	۴۳/۱	۳۰/۷	۷۱/۲
	شاهد	۹۹/۰۲/۲۷	۲۰/۵	۴۰	۶۸/۶	۳۳/۱	۴۸/۲
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۳/۰۳	۲۰/۵	۶۵	۴۶/۷	۲۸/۳	۶۰/۵
	شاهد	۹۹/۰۳/۰۳	۲۰/۵	۴۷	۸۰/۶	۳۵/۴	۴۳/۹
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۳/۱۱	۲۰/۵	۶۲	۴۴/۵	۳۴/۹	۷۸/۳

شاهد	۹۹/۰۳/۱۱	۲۰/۵	۴۰	۶۸/۶	۴۰/۱	۵۸/۵
------	----------	------	----	------	------	------

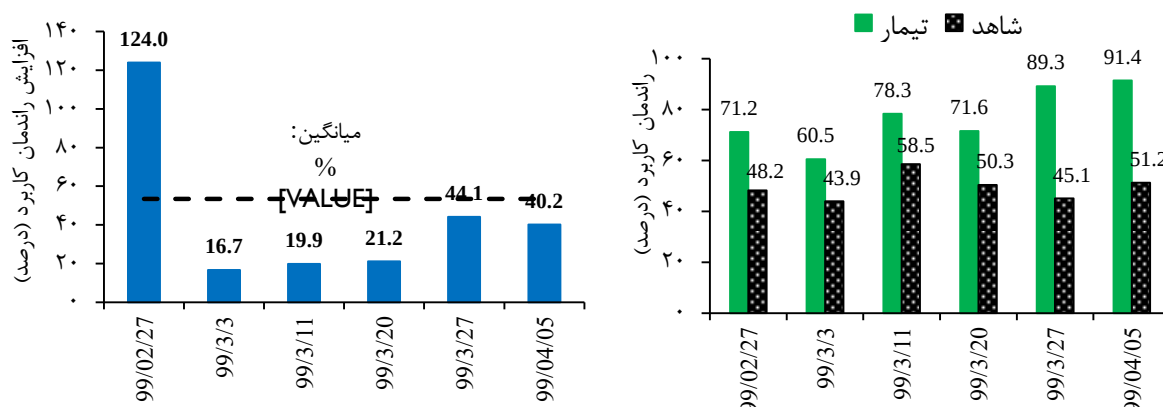
مزرعه 99EastS₈ در پنج نوبت مورد آبیاری قرار گرفتند. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد و میزان کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۰۱ می‌باشد. بر این اساس متوسط کاهش آبیاری تیمار نسبت به شاهد طی پنج آبیاری این مزرعه، حدود ۳۷/۲ درصد محاسبه شد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₈ به ترتیب ۲۸۷۹/۵ و ۴۵۸۸/۳ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۷۰۸/۸ مترمکعب بر هکتار (۳۷/۲ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۰۲). مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی پنج آبیاری پایش شده، در شکل ۲۰۳ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان کاربرد در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۵۳/۵ درصد به دست آمد.



شکل ۲۰۱- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و درصد کاهش آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₈ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۰۲- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₈



شکل ۲-۳- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS8 و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS8 به ترتیب ۸۰۰۰ و ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۶۰ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۷۵). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گوجه فرنگی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان اسکو) صفر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه نگردیده است.

جدول ۷۵- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS8

بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۲/۷۸	۱/۰۹	۳/۴	۰/۸۵	۸۰۰۰	۵۰۰۰	۹۸۰۰	۳۹۰۰

جدول ۷۶- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS8

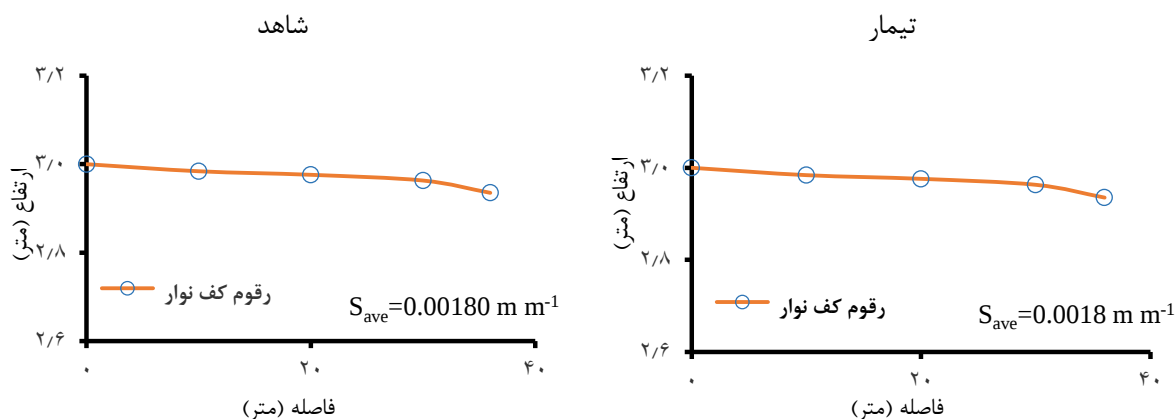
کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)
۳۷/۲	۱/۷	۱۵۵	۳۰۰/۴

۴-۲-۹- مزرعه 99EastS9

در مزرعه 99EastS9 تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری دو طرفه، محلولپاشی و چالکود در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS9 در جدول ۷۷ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۳۶ متر و عرض ۲/۵ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastS9 در شکل ۲۰۴ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۱۸ درصد می‌باشد.

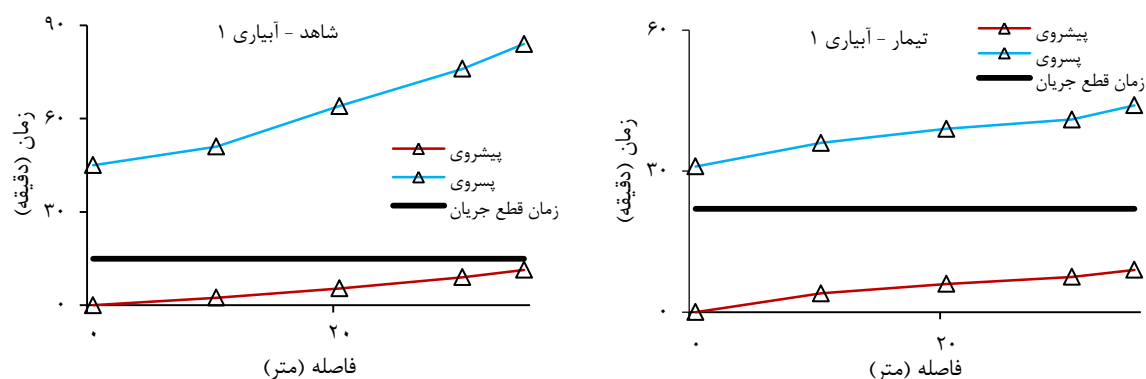
جدول ۷۷- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS9

99EastS9	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری	۲/۵×۳۶	۰/۰۰۱۸	بسته
شاهد	کرتی	۶×۳۶	۰/۰۰۱۸	بسته

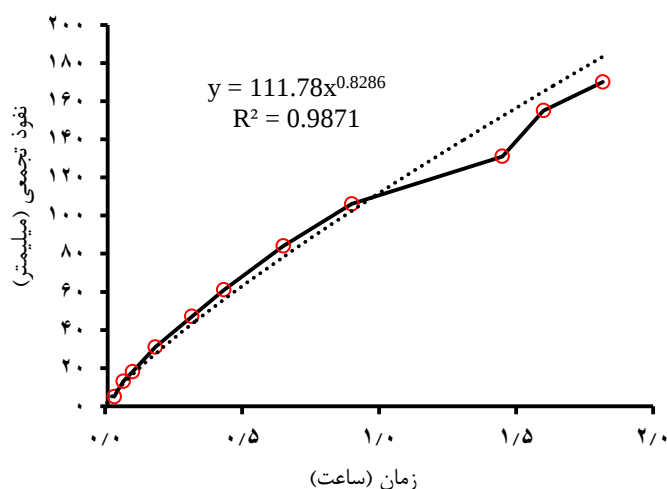


شکل ۲۰۴- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS9

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۰۲/۱۹ با منبع آب کانال صورت گرفت. مدت‌زمان پیشروی آب در شاهد ۱۱ دقیقه طول کشید. زمان پیشروی در تیمار برابر با ۹ دقیقه به دست آمد. دبی آب واردشده از شبکه در این مزرعه توسط فلوم WSC تیپ ۵، ۲۴/۰۳ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۲۰۵). در شکل ۲۰۶ نمودار حاصل از اندازه‌گیری نفوذپذیری مزرعه تیمار نشان داده شده است.



شکل ۲۰۵- پروفیل منحنی پسروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS9



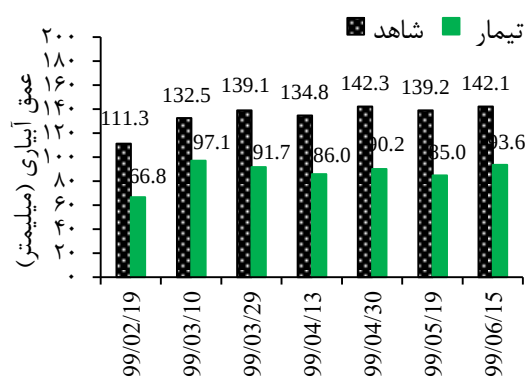
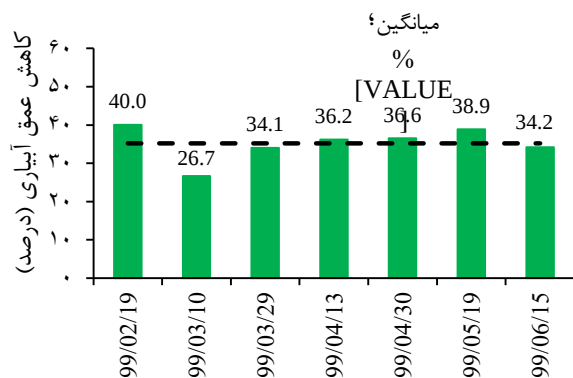
شکل ۲۰۶- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastS9

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول و دوم مزرعه 99EastS₉ در جدول ۷۸ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۷۸، در آبیاری اول عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۶۶/۸ و ۱۱۱/۳ میلی‌متر بوده است. در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری اول ۴۰ درصد کاهش و حدود ۲۲/۴ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است. در آبیاری دوم عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۹۷/۱ و ۱۳۲/۵ میلی‌متر بوده است. در اثر اعمال تکنیک‌های مذکور در میزان عمق آب آبیاری ۲۶/۷ میلی‌متر کاهش و حدود ۲۵/۵ درصد بهبود در راندمان کاربرد به دست آمده است. در شکل ۲۱۱ بیلان رطوبتی مزرعه 99EastS₉ آورده شده است.

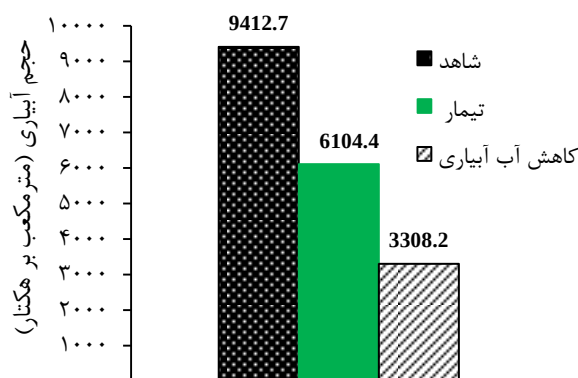
جدول ۷۸- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastS₉ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

نوبت آبیاری	99EastS ₉	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t _{co} دقیقه	عمق آبیاری I _g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۹/۲/۱۹	۲۴/۰۳	۶۶	۶۶/۸	۴۹/۲	۷۳/۸
	شاهد	۹۹/۲/۱۹	۲۶/۵	۸۴	۱۱۱/۳	۵۷/۲	۵۱/۴
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۳/۱۰	۱۹/۲	۱۲۰	۹۷/۱	۸۰	۸۲/۳
	شاهد	۹۹/۳/۱۰	۲۲/۷	۱۱۸/۸	۱۳۲/۵	۷۵/۳	۵۶/۸
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۳/۲۹	۱۷/۷	۱۲۳	۹۱/۷	۷۶/۹	۸۳/۹
	شاهد	۹۹/۳/۲۹	۲۰/۵	۱۳۸	۱۳۹/۱	۷۷/۵	۵۵/۷

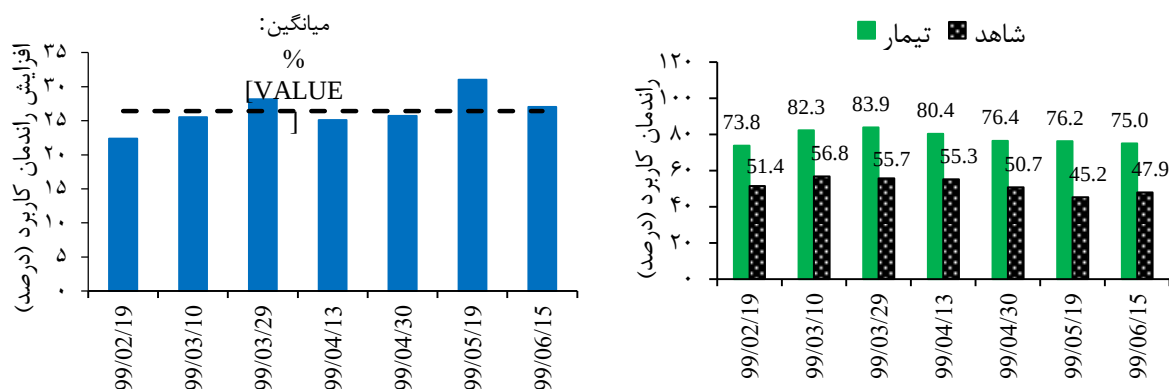
مزرعه 99EastS₉ طی فصل رشد محصول در ۷ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۰۷ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₉ به ترتیب ۶۱۰۴/۴ و ۹۴۱۲/۷ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۳۳۰۸/۲ مترمکعب بر هکتار (۳۵/۱ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۰۸). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۲۰۹ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۲۶/۴ درصد افزایش یافت.



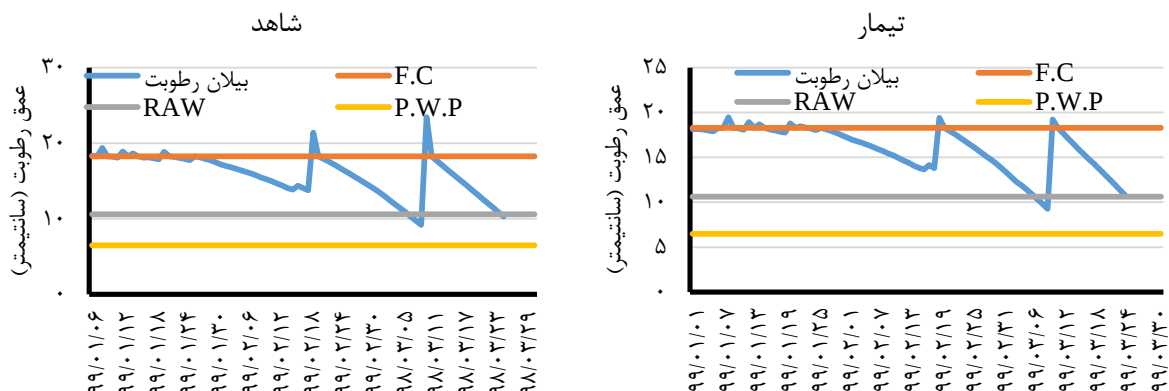
شکل ۲۰۷- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و درصد کاهش آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS9 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۰۸- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS9



شکل ۲۰۹- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS9 و درصد افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد



شکل ۲۱۰- نمودار بیلان رطوبتی مزرعه 99EastS9

بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS9 به ترتیب ۳۱۶۰۰ و ۲۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیانگر افزایش ۵/۵ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۷۹). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۵/۱۸ و ۲/۲۳ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۲/۹۵ کیلوگرم

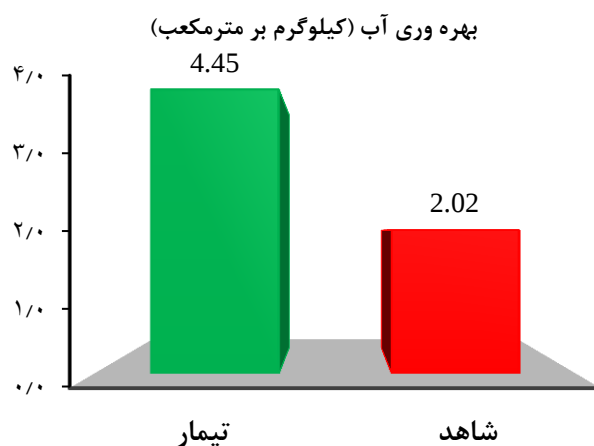
بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۸۰). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ملکان) ۱۰۰ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۱۲۰/۵ درصد برآورد گردید (جدول ۸۰). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۱۱ ترسیم گردیده است.

جدول ۷۹- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₉

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۴/۴۵	۲/۰۲	۵/۱۸	۲/۲۳	۳۱۶۰۰	۲۱۰۰۰

جدول ۸۰- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₉

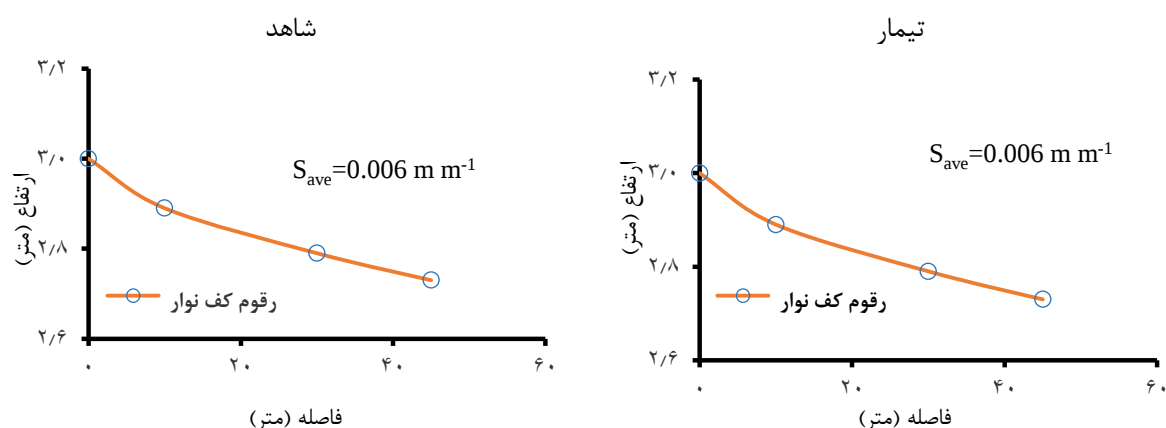
کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۳۵/۱	۲/۹۵	۱۳۲	۱۲۰/۵

شکل ۲۱۱- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastS₉۴-۲-۱۰- مزرعه 99EastS₁₀

در مزرعه 99EastS₁₀ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری دو طرفه، استفاده از کوتیواتور برای سله-شکنی، محلولپاشی، چالکود و هرس در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₀ در جدول ۸۱ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۴۵ متر و عرض ۰/۸ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastS₁₀ در شکل ۲۱۲ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۶ درصد می‌باشد.

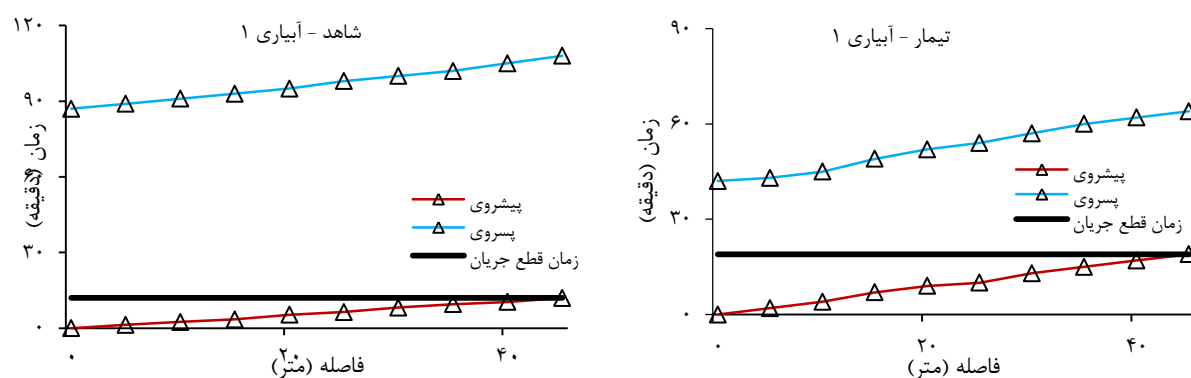
جدول ۸۱- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁₀

99EastS ₁₀	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	شیاری	۰/۸×۴۵	۰/۰۰۶	بسته
شاهد	کرتی	۲×۴۵	۰/۰۰۶	بسته

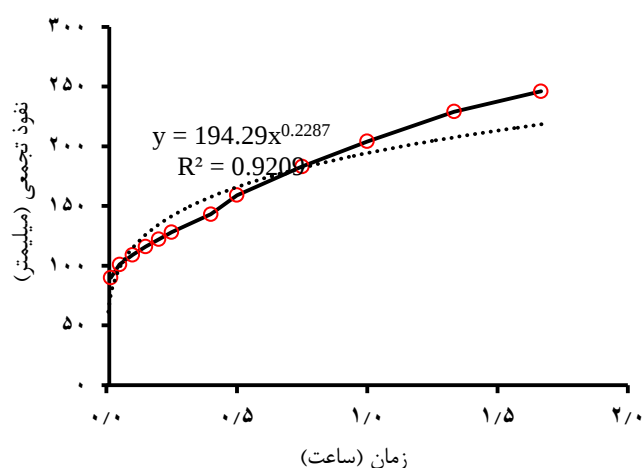


شکل ۲۱۲- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁₀

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۸ صورت گرفت. پیشروی جریان آب در تیمار ۱۹ دقیقه و در شاهد ۱۲ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد ۱۸/۵۸ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۲۱۳).



شکل ۲۱۳- پروفیل منحنی پسروی و پیشروی آب در مزارع تیمار و شاهد 99EastS₁₀



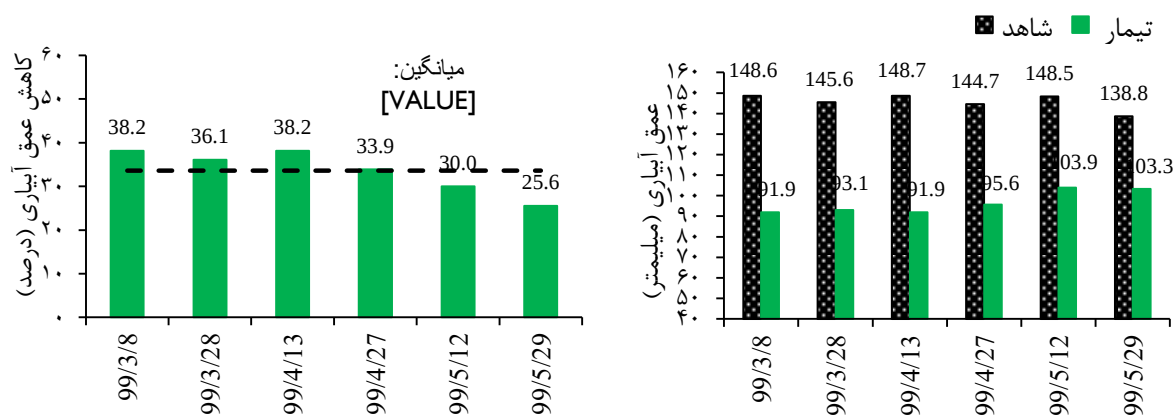
شکل ۲۱۴- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastS₁₀

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99EastS₁₀ در جدول ۸۲ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۹۱/۹ و ۱۴۸/۶ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۹۳/۱ و ۱۴۵/۶ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۸۸/۶ و ۱۴۸/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از کرتی به شیری در تیمار موجب کاهش قابل توجه ۱۶۶ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۸۸/۶ و ۵۴/۹ درصد، در آبیاری دوم ۸۶/۷ و ۶۳ درصد و در آبیاری سوم ۹۰/۳ و ۶۰/۶ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۹ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

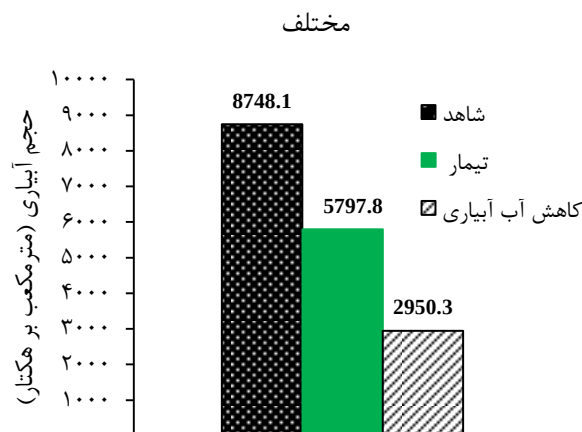
جدول ۸۲- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastS₁₀ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

نوبت آبیاری	99EastS ₁₀	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t _{co} دقیقه	عمق آبیاری I _g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۹/۰۳/۰۸	۱۸/۵۸	۶۵/۹۳	۹۱/۹	۸۱/۵	۸۸/۶
	شاهد	۹۹/۰۳/۰۸	۱۸/۵۸	۴۰۰	۱۴۸/۶	۸۱/۶	۵۴/۹
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۳/۲۸	۱۹/۸۶	۶۲/۶	۹۳/۱	۸۰/۷	۸۶/۷
	شاهد	۹۹/۰۳/۲۸	۱۹/۸۶	۳۶۶/۶	۱۴۵/۶	۹۱/۷	۶۳
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۴/۱۳	۱۸/۵۸	۶۵/۹۳	۹۱/۹	۸۳	۸۴/۱
	شاهد	۹۹/۰۴/۱۳	۱۸/۵۸	۴۰۰/۲	۱۴۸/۷	۹۰/۱	۶۲/۲

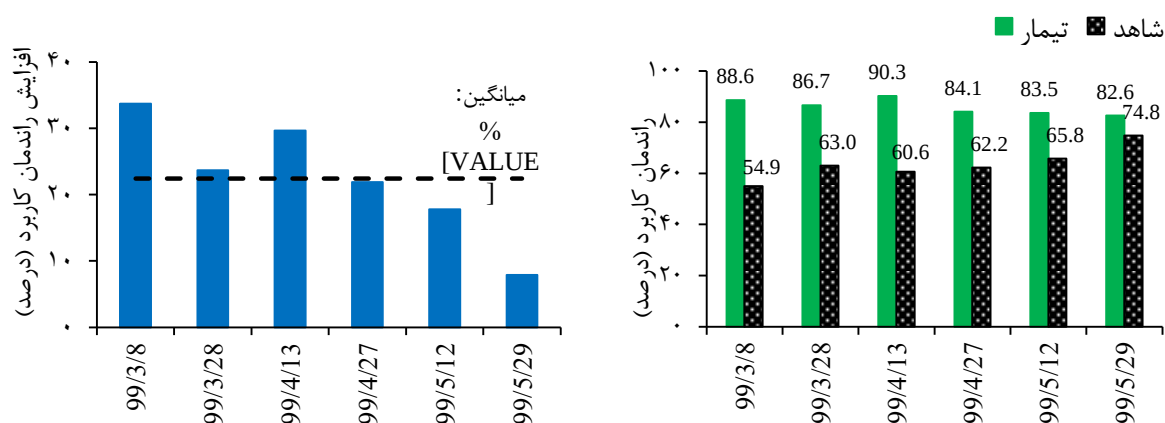
مزرعه 99EastS₁₀ طی فصل رشد محصول در ۶ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۱۵ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₀ به ترتیب ۵۷۹۷/۸ و ۸۷۴۸/۱ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۹۵۰/۳ مترمکعب بر هکتار (۳۳/۷ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۱۶). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۲۱۷ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۲۲/۴ درصد افزایش یافت.



شکل ۲۱۵- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و درصد کاهش آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁₀ طی آبیاری‌های



شکل ۲۱۶- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁₀



شکل ۲۱۷- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₀ و درصد

افزایش راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₀ به ترتیب ۳۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۵۰ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۸۳). لازم به ذکر است به دلیل سرمازدگی عملکرد محصول پایین می‌باشد. با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد بادام در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان عجب‌شیر) ۱۳۳/۶ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۱۱۱/۹ درصد برآورد گردید (جدول ۸۴). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۱۸ ترسیم گردیده است.

جدول ۸۳- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₀

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۲	۳۰۰	۲۰۰

جدول ۸۴- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₀

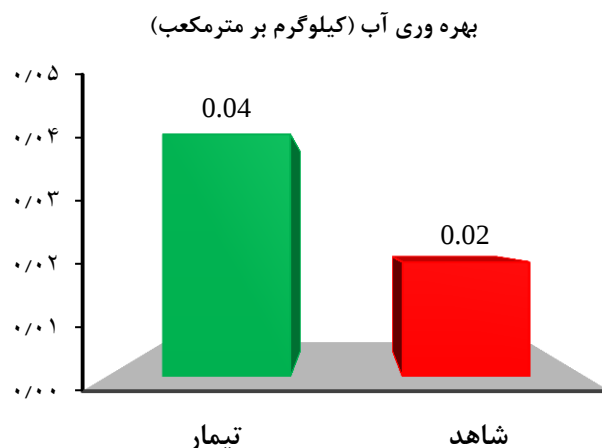
کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)

۱۱۱/۹

۱۲۶/۱

۰/۰۳

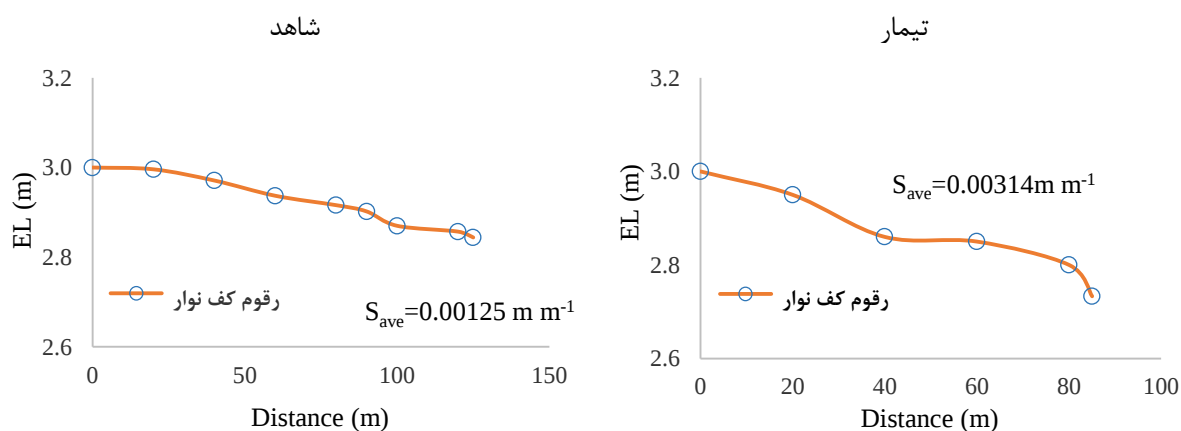
۳۳/۷

شکل ۲۱۸- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastS₁₀۴-۲-۱۱- مزرعه 99EastS₁₁

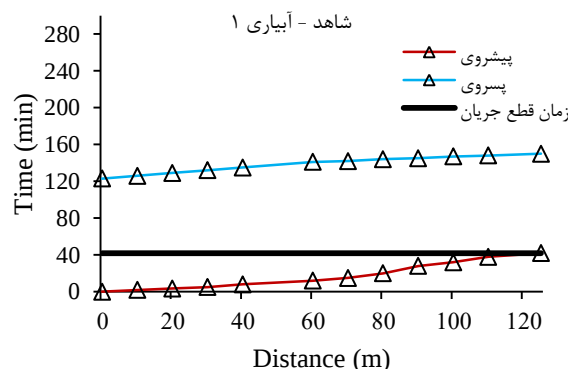
در مزرعه 99EastS₁₁ تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به تیپ، خاک‌ورزی حفاظتی و لولر در نظر گرفته شد. کشت در هر دو مزرعه تیمار و شاهد به صورت نشاء انجام شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₁ در جدول ۸۴ ارائه شده است. در مزرعه تیمار نوارهای آبیاری به طول ۸۵ متر و عرض ۰/۴ متر ایجاد شد. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastS₁₁ در شکل ۲۱۹ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۳ و ۰/۱ درصد می‌باشد.

جدول ۸۵- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁₁

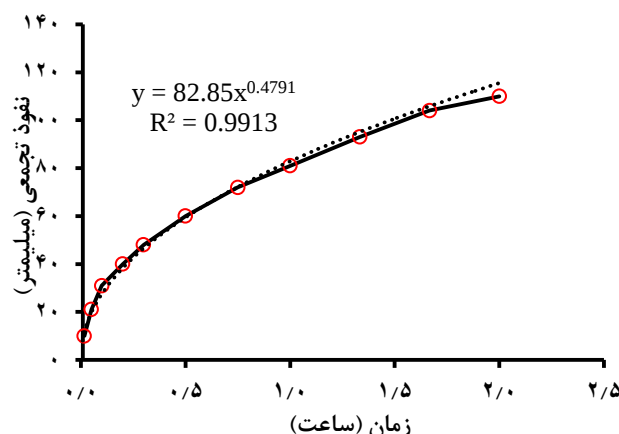
99EastS ₁₁	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	تیپ	۰/۴×۸۵	۰/۰۰۳۱	بسته
شاهد	کرتی	۴×۱۲۵	۰/۰۰۱۲	بسته

شکل ۲۱۹- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁₁

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۲۸ صورت گرفت. پیشروی آب در شاهد ۴۲ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی شاهد ۲۰/۵۸ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۲۲۰).



شکل ۲۲۰- پروفیل منحنی پسروی و پیشروی آب در مزرعه شاهد 99EastS₁₁



شکل ۲۲۱- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastS₁₁

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99EastS₁₁ در جدول ۸۶ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۳۱/۴ و ۱۰۳/۷ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۲۵/۶ و ۸۶/۴ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۲۵/۶ و ۸۴/۵ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از کرتی به تیپ در تیمار موجب کاهش قابل توجه ۱۹۲ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۱۰۰ و ۴۲ درصد و در آبیاری سوم ۱۰۰ و ۵۶/۸ محاسبه گردید.

جدول ۸۶- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastS₁₁ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

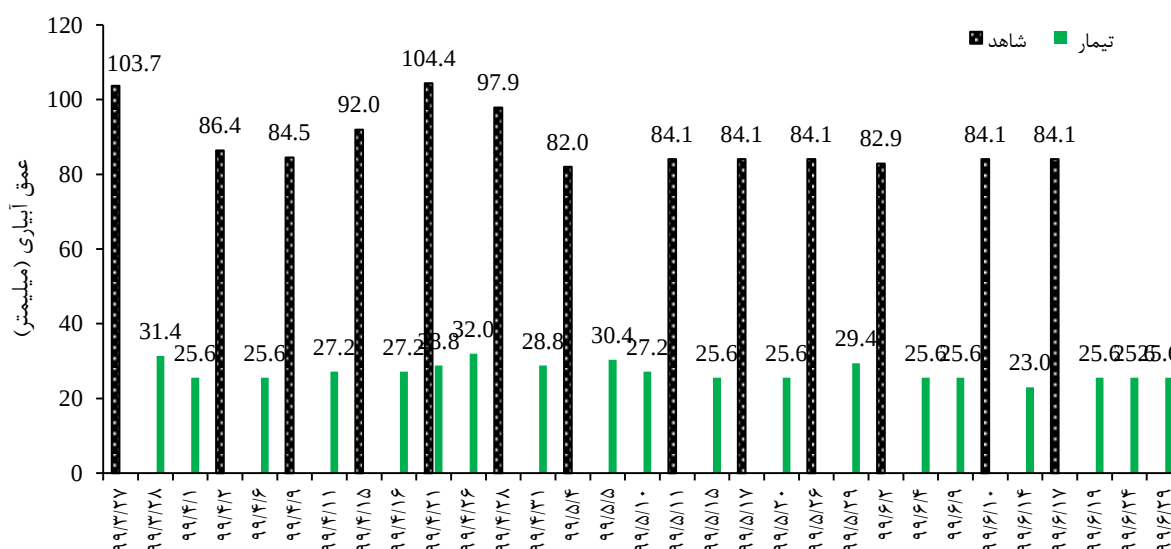
نوبت آبیاری	99EastS ₁₁	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow	مدت آبیاری t _{co}	عمق آبیاری I _g	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE
			لیتر بر ثانیه	دقیقه	میلی‌متر	میلی‌متر	درصد

آبیاری اول	تیمار	۹۹/۰۳/۲۸	۱۲/۱	۵۸/۸	۳۱/۴	۳۶/۴	۱۰۰
شاهد	شاهد	۹۹/۰۳/۲۷	۲۰/۵۸	۴۲۰	۱۰۳/۷	۴۳/۶	۴۲
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۴/۰۱	۱۲/۱	۴۸	۲۵/۶	*	*
شاهد	شاهد	۹۹/۰۴/۰۲	۲۰/۵۶	۳۵۰	۸۶/۴	*	*
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۴/۰۶	۱۲/۱	۴۸	۲۵/۶	۲۶/۸	۱۰۰
شاهد	شاهد	۹۹/۰۴/۰۹	۲۰/۵۶	۳۴۲/۵	۸۴/۵	۴۸	۵۶/۸

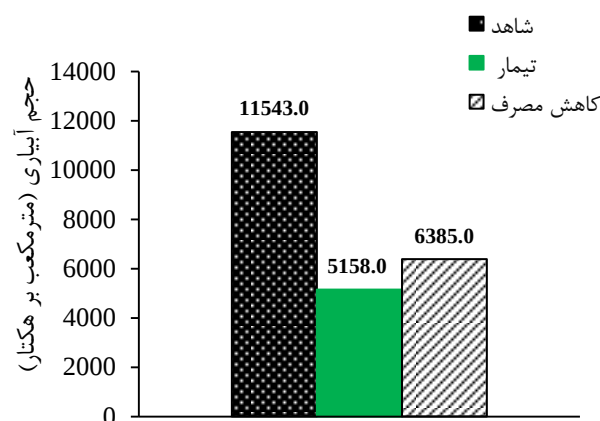
* راندمان کاربرد و تبخیر و تعرق واقعی در تمام نوبت‌های آبیاری ارائه نشده است زیرا برداشت نمونه رطوبتی خاک به دلیل آبیاری قطره ای

بودن تیمار در تمام نوبت‌های آبیاری انجام نشده است.

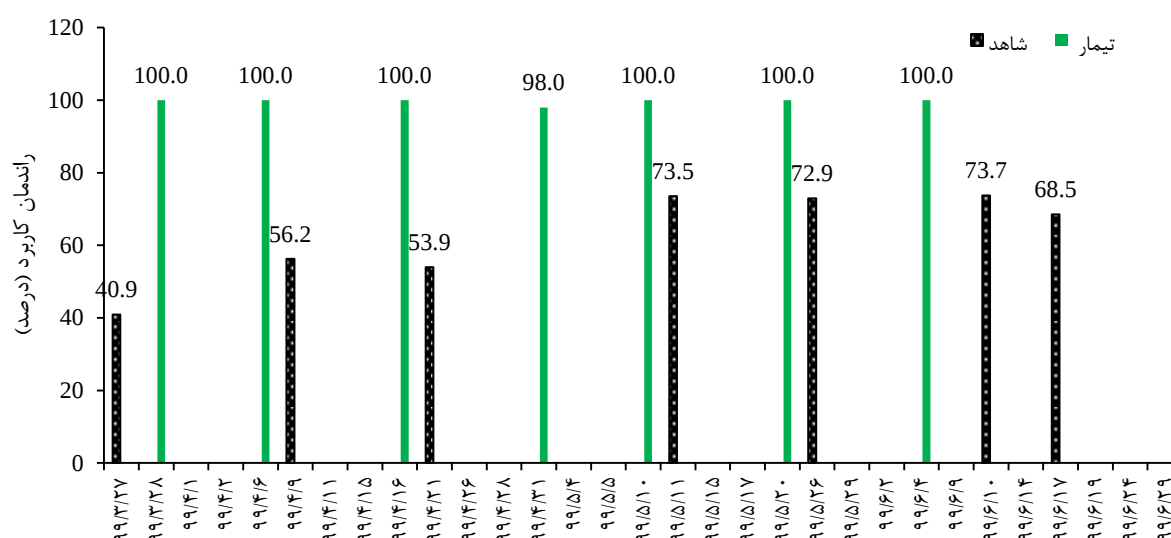
مزرعه 99EastS₁₁ طی فصل رشد محصول در تیمار و شاهد به ترتیب ۱۹ و ۱۳ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد مطابق شکل ۲۲۲ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₁ به ترتیب ۵۱۵۸ و ۱۱۵۴۳ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۶۳۸۵ مترمکعب بر هکتار (۵۵/۲ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۲۳). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۲۲۴ آورده شده است.



شکل ۲۲۲- مقایسه مقادیر عمق آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁₁ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۲۳- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁₁



شکل ۲۲۴- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₁

جدول ۸۷- بررسی یکنواختی آبیاری تیپ مزرعه 99EastS₁₁

مقدار	نماد	متغیر
۱/۳۶	av	متوسط
۱/۱۴	lq	متوسط ربع چهارم
۰/۲۳	SD	انحراف معیار
۱۷	CV	ضریب تغییرات
۸۳/۸۷	DU	راندمان یکنواختی چارک پایین
۰/۷		فشار متوسط

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₁ به ترتیب ۱۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش بیش از ۱۰۰ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۸۸). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد پیاپی در سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ (شهرستان عجب‌شیر) ۱۰۷/۳ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار

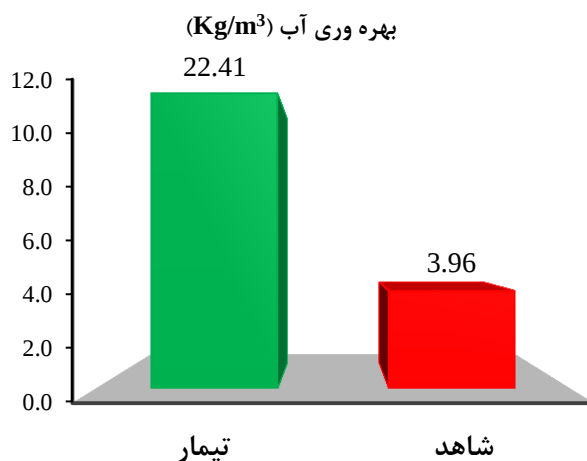
افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۴۶۵/۵ درصد برآورد گردید (جدول ۸۹). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۲۵ ترسیم گردیده است.

جدول ۸۸- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₁

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۲۲/۴۱	۳/۹۶	۲۷/۰۶	۴/۳۳	۲۷/۰۶	۴/۳۳	۱۴۰۰۰	۵۰۰۰	۱۴۰۰۰	۵۰۰۰

جدول ۸۹- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₁

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۵۵/۲	۲۲/۷۳	۵۲۴/۷	۵۲۴/۷	۴۶۵/۵

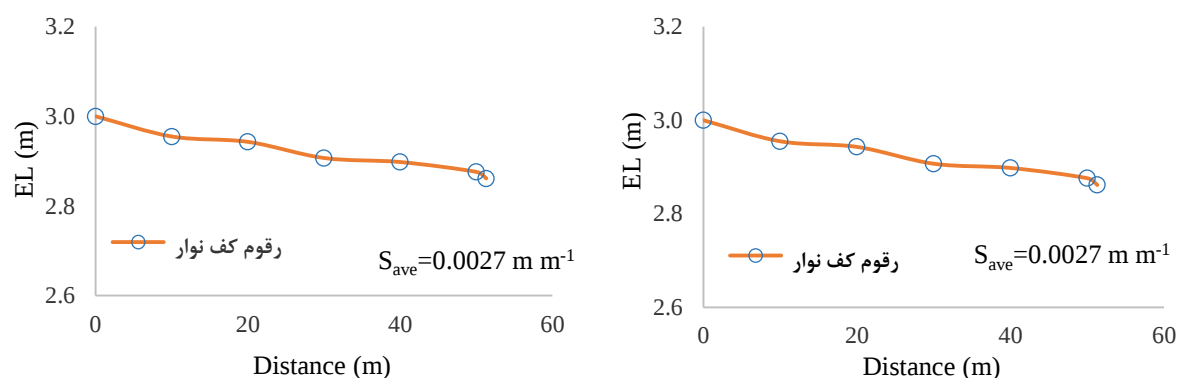
شکل ۲۲۵- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastS₁₁۴-۲-۱۲- مزرعه 99EastS₁₂

در مزرعه 99EastS₁₂ تکنیک روش آبیاری از تیپ، کشت نشائی، برنامه‌ریزی آبیاری، مصرف کود دامی و کشت دو ردیفه زیگزاکی در نظر گرفته شد. کشت در هر دو مزرعه تیمار و شاهد به صورت نشاء انجام شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₂ در جدول ۸۹ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه 99EastS₁₂ در شکل ۲۲۶ نشان داده شده است. شیب طولی مزرعه ۰/۲ درصد می‌باشد. همچنین نمودار نفوذپذیری مزرعه در شکل ۲۲۷ ارائه شده است.

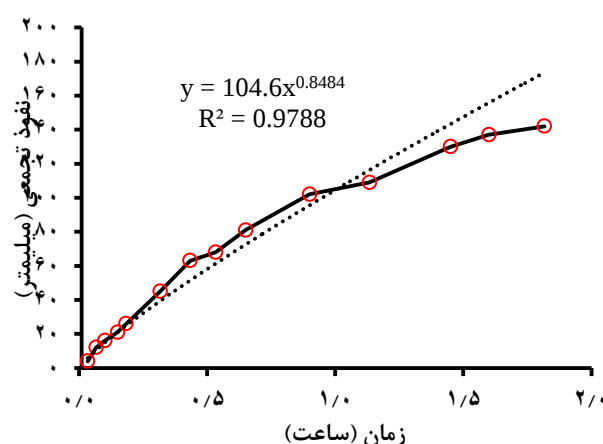
جدول ۸۹- مشخصات مزارع مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁₂

99EastS ₁₂	روش آبیاری	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	تیپ	۰/۰۰۲۷	بسته
شاهد	تیپ	۰/۰۰۲۷	بسته

تیمار شاهد



شکل ۲۲۶- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁₂



شکل ۲۲۷- منحنی و معادله نفوذ در مزرعه 99EastS₁₂

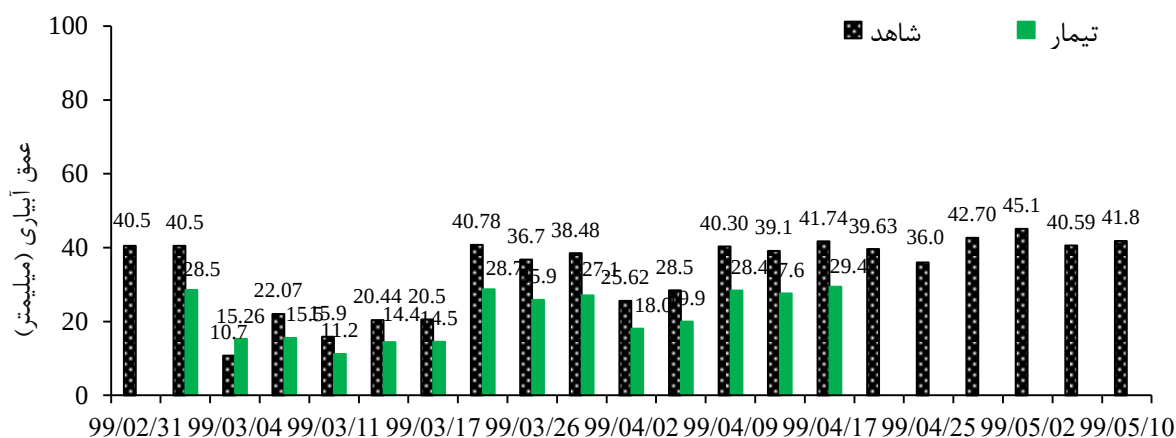
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99EastS₁₂ در جدول ۹۰ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۲۸/۵ و ۴۰/۵ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۱۰/۸ و ۱۵/۳ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۱۵/۶ و ۲۲/۱ میلی‌متر بوده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۱۰۰ و ۶۹/۶ درصد محاسبه گردید.

جدول ۹۰- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان مزرعه 99EastS₁₂ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

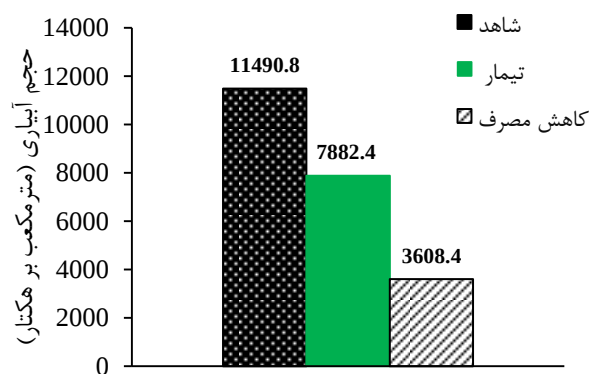
نوبت آبیاری	99EastS ₁₂	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۹/۰۳/۰۱	۴/۱	۲۵۳/۲	۲۸/۵	۲۸/۵	۱۰۰
	شاهد	۹۹/۰۲/۳۱	۱۰/۹	۲۵۳/۲	۴۰/۵	۲۸/۳	۶۹/۶
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۳/۰۴	۴/۱	۹۶	۱۰/۸	*	*
	شاهد	۹۹/۰۳/۰۱	۱۰/۹	۹۶	۱۵/۳	*	*
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۳/۰۴	۴/۱	۱۳۹	۱۵/۶	*	*

شاهد	۹۹/۰۳/۰۸	۱۰/۸	۱۳۹	۲۲/۱	*	*
* راندمان کاربرد و تبخیر و تعرق واقعی در تمام نوبت‌های آبیاری ارائه نشده است زیرا برداشت نمونه رطوبتی خاک به دلیل آبیاری قطره ای بودن تیمار در تمام نوبت‌های آبیاری انجام نشده است.						

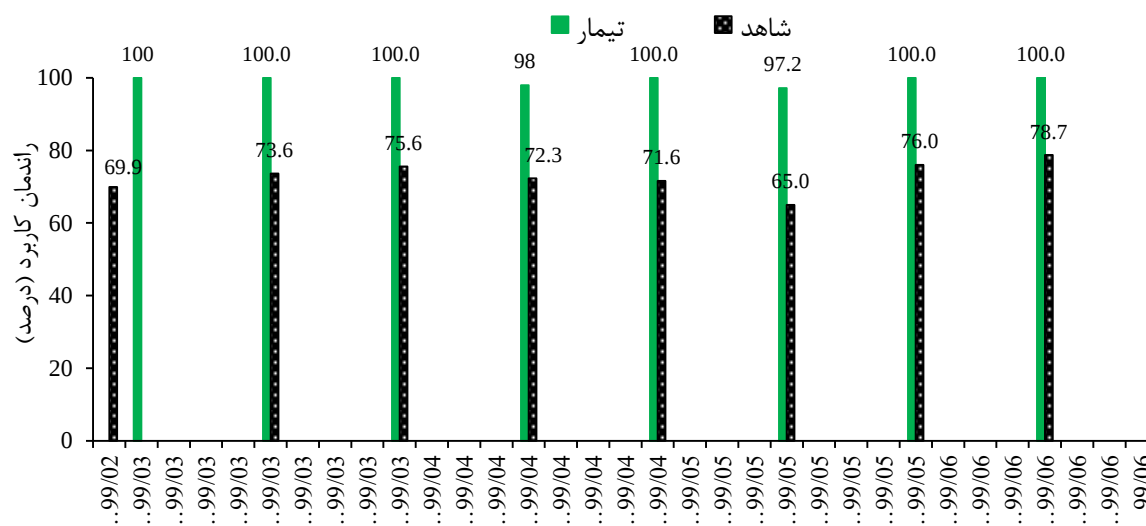
مزرعه 99EastS₁₂ طی فصل رشد محصول در ۳۲ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد مطابق شکل ۲۲۸ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₂ به ترتیب ۷۸۸۲/۴ و ۱۱۴۹۰/۸ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۳۶۰۸/۴ مترمکعب بر هکتار (۳۱/۴ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۲۹). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۲۳۰ آورده شده است.



شکل ۲۲۸- مقایسه مقادیر عمق آب آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁₂ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۲۹- مقایسه مجموع حجم آب آبیاری‌های انجام شده تیمار و شاهد در مزرعه 99EastS₁₂



شکل ۲۳۰- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد آب در آبیاری‌های مختلف در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₂

جدول ۹۱- بررسی یکنواختی آبیاری تیپ مزرعه 99EastS₁₂

مقدار	نماد	متغییر
۱/۸	av	متوسط
۱/۵۲	lq	متوسط ربع چهارم
۰/۱۸	SD	انحراف معیار
۱۰/۰۸	CV	ضریب تغییرات
۸۵/۲۴	DU	راندمان یکنواختی چارک پایین
۰/۷		فشار متوسط

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₂ به ترتیب ۸۰۰۰ و ۷۰۷۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۱۳/۲ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۹۲). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گوجه‌فرنگی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ملکان) صفر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه نگردیده است.

جدول ۹۲- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₂

عملکرد باسکول (Kg/ha)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۶۵۵۰۰	۷۳۱۰۰	۷۰۷۰۰	۸۰۰۰۰	۵/۷	۹/۲۷	۶/۱۵	۱۰/۱۵

جدول ۹۳- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99EastS₁₂

کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)
۳۱/۴	۴	۶۵	۶۲/۷

فصل پنجم

اثر بخشی تکنیک‌های به‌زراعی و به‌نژادی در پایلوت-

های آذربایجان غربی

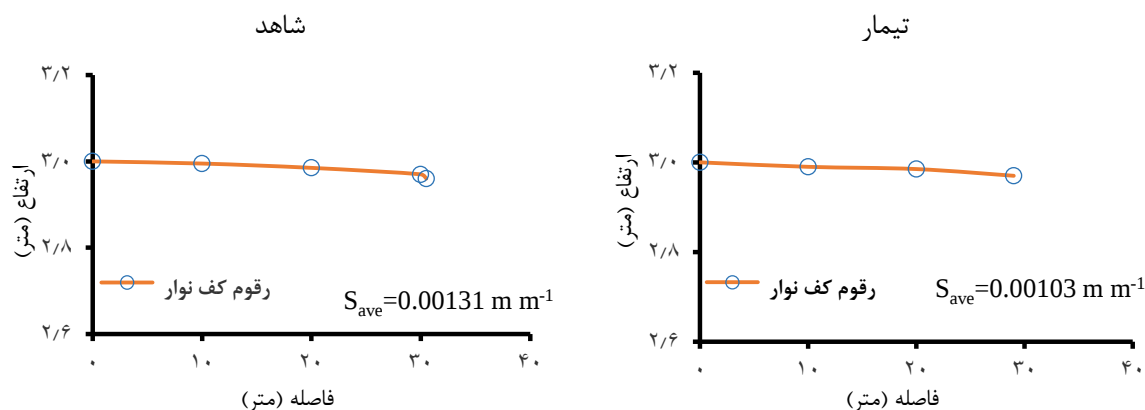
۵-۱- نتایج پایش و مدیریت آبیاری در مزارع کشت پاییزه شرکت‌ها

۵-۱-۱- مزرعه 99WestW₁

در این مزرعه تکنیک آرایش کشت جویچه‌ای (کشت با ریزبد) در نظر گرفته شد. عملیات کشت روی پشته با استفاده از دستگاه ریزبد با لحاظ فاصله بوته‌ها ۰/۰۱۵ متر، فاصله دو ردیف کشت ۰/۱۲۵ متر، عرض جویچه ۰/۲۵ متر، عرض پشته ۰/۵ متر و ۴ ردیف کشت روی پشته، صورت گرفت. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW₁ در جدول ۹۴ ارائه شده است. هم‌چنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۲۳۱ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد یکنواخت و به‌ترتیب ۰/۱۰ و ۰/۱۳ درصد می‌باشد.

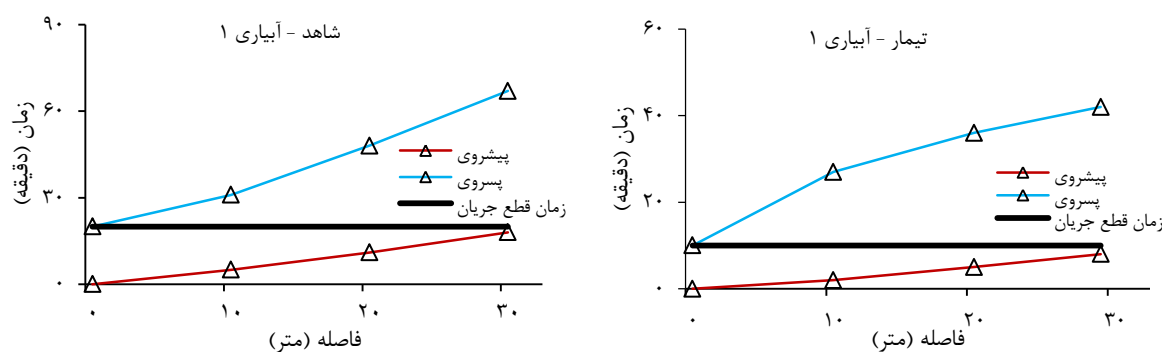
جدول ۹۴- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW₁

مزرعه 99WestW ₁	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای	۷/۲×۲۹	۰/۰۰۱۰۳	بسته
شاهد	نواری	۱۰×۳۰/۵	۰/۰۰۱۳۱	بسته



شکل ۲۳۱- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW₁

اولین آبیاری (خاک‌آب) در تاریخ ۹۸/۸/۲۴ با آبیگری از رودخانه صورت گرفت. پیش‌روی آب در شاهد ۲۰ دقیقه و در تیمار ۱۰ دقیقه به طول انجامید و دبی آب واردشده از شبکه در تیمار و شاهد با استفاده از فلوم تیپ ۴ (WSC4)، به ترتیب ۱۵/۹۳ و ۱۵/۸۶ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۲۳۲).



شکل ۲۳۲- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه 99WestW₁ در تیمار و شاهد- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه 99WestW₁ در جدول ۹۵ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۹۵، عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۴۵/۸ و ۶۲/۴ میلی‌متر بوده و به کارگیری تیمار کشت رایزید موجب کاهش ۱۶/۶ میلی‌متری عمق آبیاری و افزایش ۲۰/۵ درصدی راندمان کاربرد آبیاری اول گردیده است (شکل ۲۳۵).

آبیاری دوم تیمار و شاهد در تاریخ ۹۹/۲/۱۶ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز و راندمان کاربرد آبیاری دوم مزرعه 99WestW₁ در جدول ۹۵ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۹۵، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۵۰/۴ و ۶۹/۱ میلی‌متر بوده که اعمال تیمار کشت با رایزید موجب کاهش ۱۸/۷ میلی‌متری عمق آبیاری و افزایش ۹ درصدی راندمان کاربرد شده است. مقایسه متوسط راندمان کاربرد در بخش‌های تیمار و شاهد و همچنین عمق آبیاری در شکل ۲۳۵ آورده شده است.

آبیاری سوم تیمار و شاهد در تاریخ ۹۹/۳/۱۶ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری سوم مزرعه 99WestW₁ در جدول ۹۵ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۹۵، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۵۰/۴ و ۶۲/۸ میلی‌متر بوده که اعمال تیمار کشت با

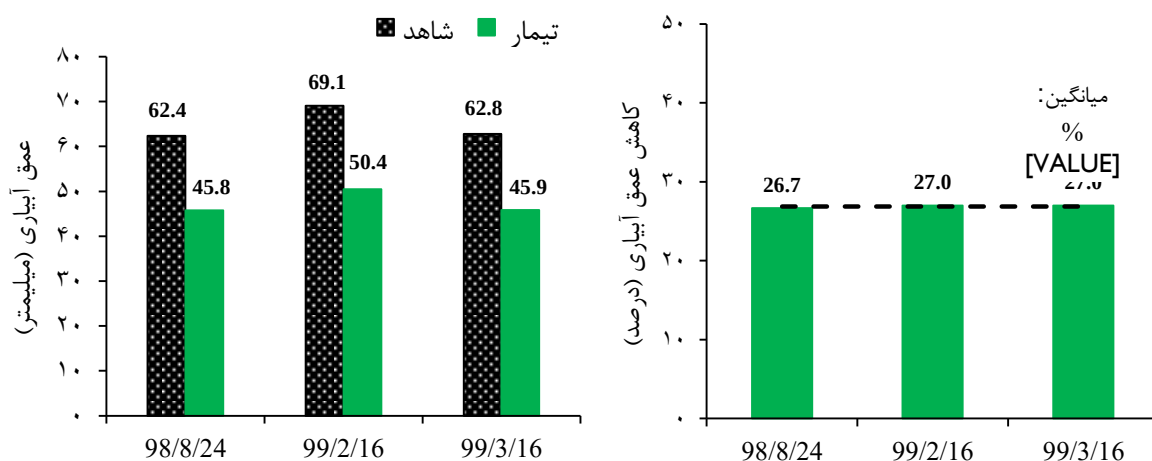
رایزید موجب کاهش ۱۸/۷ میلی‌متری عمق آبیاری و افزایش ۹ درصدی راندمان کاربرد شده است. مقایسه متوسط راندمان کاربرد در بخش‌های تیمار و شاهد و همچنین عمق آبیاری در شکل ۲۳۵ آورده شده است.

جدول ۹۵- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان کاربرد مزرعه 99WestW1 در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

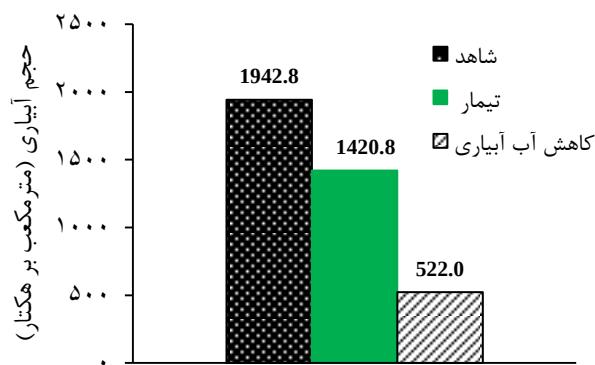
نوبت آبیاری	99WestW ₁	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری tco دقیقه	عمق آبیاری Ig میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۸/۲۴	۱۵/۹۳	۱۰	۴۵/۸	۵۲/۲*	۱۰۰/۰
	شاهد	۹۸/۰۸/۲۴	۱۵/۸۶	۲۰	۶۲/۴	۴۹/۶*	۷۹/۵
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۲/۱۶	۱۹/۵۰	۹	۵۰/۴	۲۹/۶	۵۸/۸
	شاهد	۹۹/۰۲/۱۶	۱۹/۵۰	۱۸	۶۹/۱	۴۶/۸	۶۷/۸
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۳/۱۶	۱۵/۹۶	۱۰	۴۵/۹	۳۱/۲	۶۷/۹
	شاهد	۹۹/۰۳/۱۶	۱۵/۹۶	۲۰	۶۲/۸	۳۱/۲	۴۹/۶

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که بنابر توصیه تیم پایش، نیاز خالص با لحاظ عمق توسعه ریشه ۳۰ سانتی‌متر برآورد گردید.

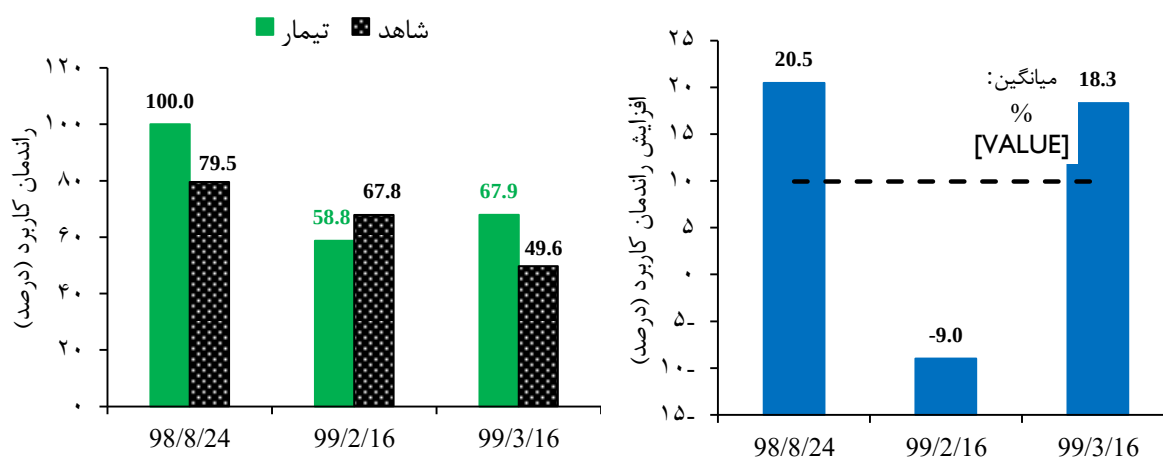
مزرعه 99WestW₁ طی فصل رشد محصول در ۳ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۳۳ می‌باشد. بر این اساس متوسط کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد در مزرعه 99WestW₁ طی ۳ نوبت آبیاری این مزرعه، حدود ۲۶/۹ درصد محاسبه شد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestW₁ به ترتیب ۱۴۲۰/۸ و ۱۹۴۲/۸ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۶/۹ درصدی (حدود ۵۲۲ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۳۴). مقایسه راندمان کاربرد تیمار و شاهد طی ۳ آبیاری پایش شده، در شکل ۲۳۵ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان کاربرد در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۹/۹ درصد به دست آمد.



شکل ۲۳۳- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestW₁ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۳۴- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW₁



شکل ۲۳۵- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW₁ طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW₁ به‌ترتیب ۱۱۳۰۰ و ۸۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و میزان عملکرد تیمار نسبت به شاهد ۳۷/۸ درصد افزایش یافت (جدول ۹۶). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به‌ترتیب ۷/۹۵ و ۴/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به‌این‌ترتیب اعمال تیمار کشت با ریزید موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۳/۷ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۹۷). همچنین با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان میاندوآب) ۱۴۱/۵ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۶۳/۲ درصد برآورد گردید. نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۳۶ ترسیم گردیده است.

جدول ۹۶- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestW₁

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۲/۴۴	۷/۹۵	۴/۲۲	۷/۳۲	۳/۸۶	۷/۳۲	۸۲۰۰	۱۱۳۰۰	۷۵۰۰	۱۰۴۰۰

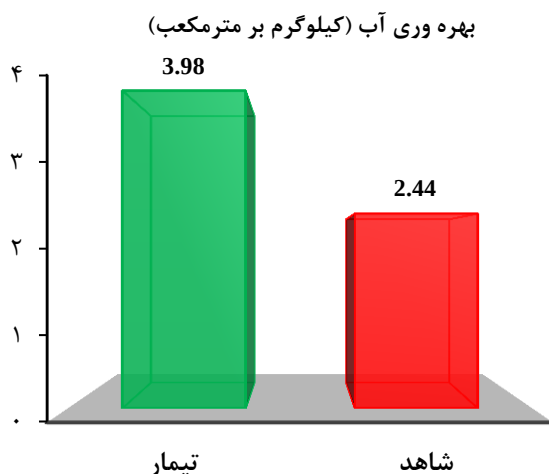
* بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر با استفاده از مقدار عملکرد برآورد شده و مجموع آب آبیاری و بارش مؤثر محاسبه شده است. مقدار بهره‌وری آب بر اساس مقدار عملکرد برآورد شده و آب آبیاری و مقدار بهره‌وری باسکول با استفاده از عملکرد باسکول و آب آبیاری محاسبه شده است.

✓ ملاک اصلی محاسبات بهره‌وری آب، پارامتر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر می‌باشد چراکه بارش‌های رخ داده در طول فصل رشد محصول بخشی از نیاز آبی محصول را تأمین کرده و نیاز به آبیاری را کمتر می‌کند؛ اما جهت آگاهی بیشتر، محاسبات بهره‌وری آب مصرفی با توجه به مقدار آب آبیاری (بدون لحاظ بارش مؤثر) نیز انجام گرفت. از سوی دیگر با توجه به این‌که هر دو عملکرد باسکول و کیل‌گیری (اندازه‌گیری شده) توسط کارشناسان شرکت‌های فنی و مهندسی اخذ و اندازه‌گیری شده است محاسبات بهره‌وری آب با استفاده از هر دو عملکرد نیز صورت گرفت؛ اما در یک جمع‌بندی کلی، بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر معیار اصلی بهره‌وری خواهد بود.

✓ گراف ارائه شده در گزارش با استفاده از مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر ترسیم شده است.

جدول ۹۷- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW1

مزرعه	کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
99WestW ₁	۲۶/۹	۳/۷	۸۸/۴	۸۹/۶	۶۳/۲



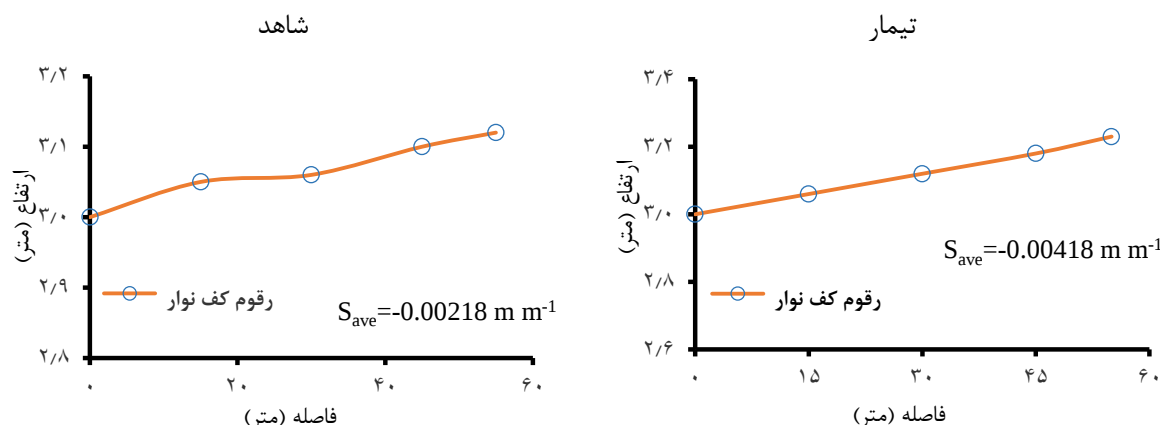
شکل ۲۳۶- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestW₁

۵-۱-۲- مزرعه 99WestW₂

در این مزرعه تکنیک آرایش کشت جویچه‌ای (کشت با ریزید) در نظر گرفته شد. طول و عرض نوارهای تیمار و شاهد مشابه و به ترتیب ۵۵ و ۸ متر بود (جدول ۹۸). هم‌چنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در این مزرعه در شکل ۲۳۷ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد معکوس و به ترتیب ۰/۴۲ و ۰/۲۲ درصد می‌باشد که این موضوع می‌تواند موجب افزایش عمق آبیاری گردد.

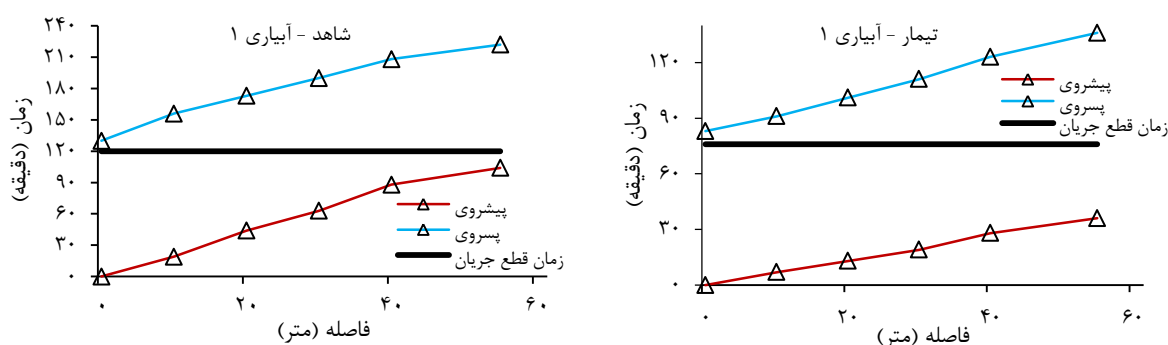
جدول ۹۸- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW₂

مزرعه 99WestW ₂	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای	۸×۵۵	۰/۰۴۱۸	بسته
شاهد	نواری	۸×۵۵	۰/۰۲۱۸	بسته



شکل ۲۳۷- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW₂

اولین آبیاری (خاک‌آب) در تاریخ ۹۸/۸/۲۹ از منبع چاه موجود در سر مزرعه صورت گرفت، به‌نحوی که آب به‌وسیله نهر خصوصی که در عرض مزرعه کشیده شده بود، وارد جویچه‌ها گردید. زمان اولین آبیاری ۷۶ دقیقه در نوار تیمار و ۱۲۰ دقیقه در نوار شاهد به طول انجامید و دبی آب وارد شده با استفاده از فلوم در تیمار و شاهد به‌ترتیب ۸/۶۵ و ۸/۱۹ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید. مدت‌زمان پیش‌روی در آبیاری اول تیمار و شاهد نیز به‌ترتیب ۳۶ و ۱۰۴ دقیقه به طول انجامید (شکل ۲۳۸).



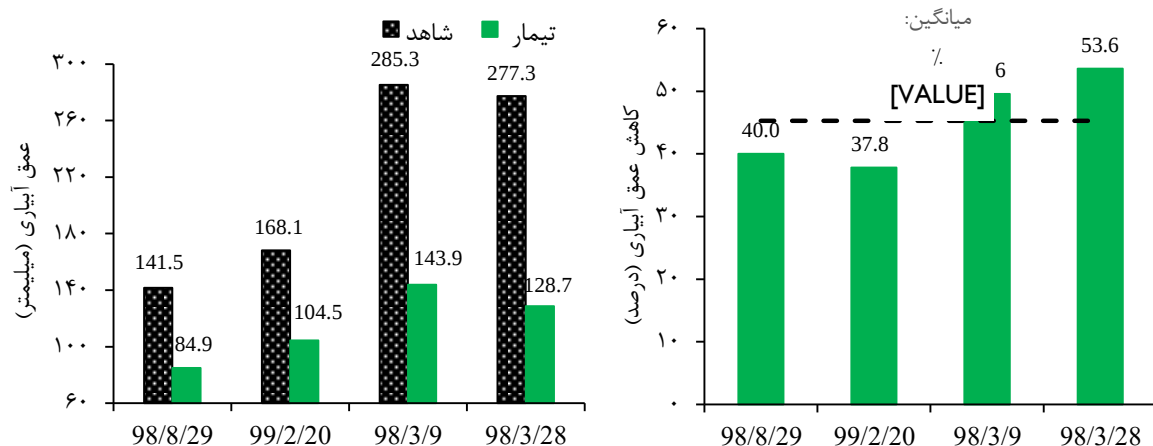
شکل ۲۳۸- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه 99WestW₂ در تیمار و شاهد- آبیاری اول خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه 99WestW₂ در جدول ۹۹ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۹۹، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به‌ترتیب ۸۴/۹ و ۱۴۱/۵ میلی‌متر است. یکی از دلایل بالا بودن عمق آبیاری، شیب زیاد و معکوس نوارهای آبیاری تیمار و شاهد بوده که علی‌رغم کاهش آب آبیاری در بخش تیمار نسبت به شاهد، اثر استفاده از تکنیک آبیاری را کم‌رنگ می‌کند. مقایسه متوسط راندمان کاربرد در بخش‌های تیمار و شاهد و همچنین عمق آبیاری در آبیاری اول در شکل ۲۳۴، آورده شده است.

جدول ۹۹- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان کاربرد مزرعه 99WestW2 در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

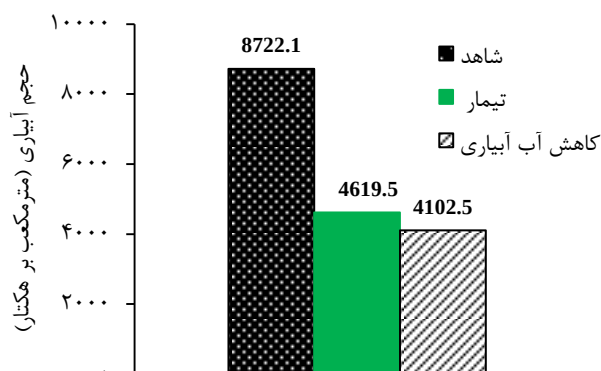
نوبت آبیاری	99WestW ₂	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری tco دقیقه	عمق آبیاری Ig میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۸/۲۹	۸/۱	۷۶	۸۴/۹	۴۸/۳*	۵۷/۰
	شاهد	۹۸/۰۸/۲۹	۸/۶	۱۲۰	۱۴۱/۵	۵۲/۲*	۳۶/۹
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۲/۲۰	۱۳/۲۲	۵۸	۱۰۴/۵	۳۶/۲	۳۴/۶
	شاهد	۹۹/۰۲/۲۰	۱۳/۵۵	۹۱	۱۶۸/۱	۳۰/۳	۱۸/۰
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۳/۰۹	۱۵/۲۹	۶۹	۱۴۳/۹	۷۴/۴	۵۱/۷
	شاهد	۹۹/۰۳/۰۹	۱۶/۰۶	۱۳۰	۲۸۵/۳	۴۴/۳	۱۵/۵

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که در این تحقیق، مقدار نیاز خالص آبیاری با فرض خیس نمودن ۳۰ سانتی‌متر از پروفیل خاک محاسبه شده است.

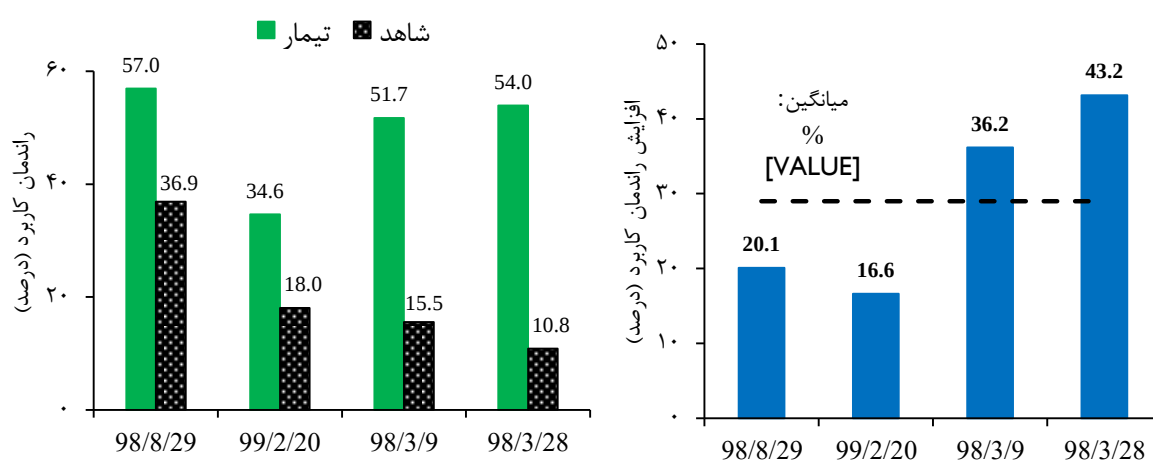
مزرعه 99WestW2 طی فصل رشد محصول در ۴ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۳۹ می‌باشد. میزان حجم آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestW2 به ترتیب ۴۶۱۹/۵ و ۸۷۲۲/۱ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش ۴۷/۰ درصدی آب آبیاری (حدود ۴۱۰۲/۵ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۴۰). مقایسه راندمان کاربرد آب طی ۴ آبیاری پایش شده، در شکل ۲۴۱ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۲۹ درصد به دست آمد.



شکل ۲۳۹- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestW2 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۴۰- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW2



شکل ۲۴۱- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW2 طی آبیاری‌های مختلف

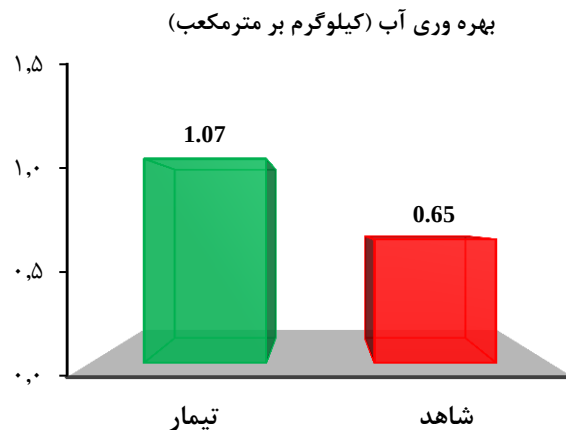
بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW2 مشابه و به ترتیب ۶۴۸۳ و ۶۵۸۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۱۰۰). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۱/۴۰ و ۰/۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار کشت با ریزید موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۰/۶ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۱۰۱). همچنین با توجه به مقدار بارش مؤثر که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان میاندوآب) ۱۴۱/۵ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۶۵/۳ درصد برآورد گردید. نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۴۲ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۰۰- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestW2

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱/۰۷	۰/۶۵	۱/۴۰	۰/۷۶	۱/۳۰	۰/۷۱	۶۴۸۳	۶۵۸۸	۶۰۰۰	۶۲۲۲

جدول ۱۰۱- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW2

مزرعه	کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
99WestW ₂	۴۷/۰	۰/۶	۸۵/۸	۸۲/۱	۶۵/۳

شکل ۲۴۲- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestW₂۵-۱-۳- مزرعه 99WestW₃

در این مزرعه تکنیک آرایش کشت جویچه‌ای (کشت با رازبید) در نظر گرفته شد. طول و عرض جویچه‌های ایجادشده در بخش تیمار مزرعه به‌ترتیب ۲۲۶ و ۰/۲۵ متر بود (جدول ۱۰۲). منبع تأمین آب مزرعه چاه بوده اما اولین آبیاری (خاک‌آب) در تاریخ ۹۸/۸/۲۷ با استفاده از کانال صورت گرفت. زمان اولین آبیاری ۳۰۰ دقیقه در مزرعه شاهد و ۱۲۰ دقیقه در مزرعه تیمار به طول انجامید و دبی آب واردشده از شبکه در این مزرعه مطابق اندازه‌گیری فلوم ۲۵/۵۱ لیتر بر ثانیه بود.

جدول ۱۰۲- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW₃

مزرعه 99WestW ₃	روش آبیاری	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای	بسته
شاهد	نواری	بسته

متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به‌ترتیب ۱۰۱/۶ و ۲۵۴/۰ میلی‌متر بوده و اعمال تیمار کشت با رازبید موجب کاهش ۱۵۲/۴ میلی‌متری عمق آب کاربردی شده است (جدول ۱۰۳).

قابل‌ذکر است پایش رطوبت آبیاری اول و اندازه‌گیری پیش‌روی و پس‌روی آب توسط شرکت مجری صورت نگرفته است.

آبیاری دوم تیمار و شاهد در تاریخ ۹۹/۲/۲۰ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری دوم مزرعه 99WestW₃ در جدول ۱۰۳ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۰۳، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به‌ترتیب ۹۶/۷ و ۱۴۱/۰ میلی‌متر بوده که اعمال تیمار کشت

با ریزید موجب کاهش ۴۴/۳ میلی‌متری عمق آبیاری شده است. مقایسه متوسط راندمان کاربرد در بخش‌های تیمار و شاهد و همچنین عمق آبیاری در شکل ۲۴۵ آورده شده است.

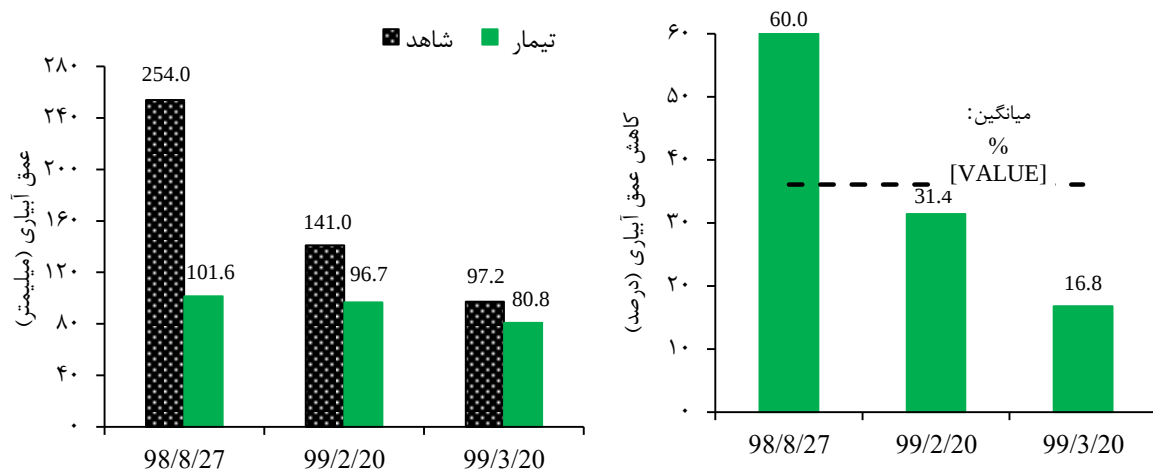
آبیاری سوم تیمار و شاهد در تاریخ ۹۹/۳/۲۰ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص مورد نیاز، راندمان کاربرد آبیاری سوم مزرعه 99WestW3 در جدول ۱۰۳ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۰۳، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۸۰/۸ و ۹۷/۲ میلی‌متر بوده که اعمال موجب کاهش ۱۶/۴ میلی‌متری عمق آبیاری شده است.

جدول ۱۰۳ - مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان کاربرد مزرعه 99WestW3 در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

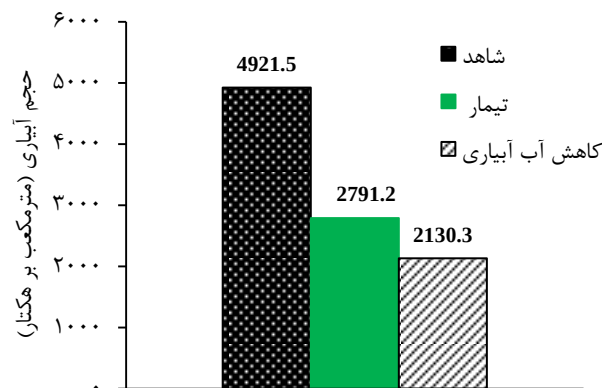
نوبت آبیاری	99WestW ₃	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۸/۲۷	۲۵/۵۱	۱۲۰	۱۰۱/۶	۳۰*	۲۹/۵
	شاهد	۹۸/۰۸/۲۷	۲۵/۵۱	۳۰۰	۲۵۴/۰	۳۰*	۱۱/۸
آبیاری دوم	تیمار	۹۸/۰۲/۲۰	۹/۳۴	۳۱۲	۹۶/۷	۴۹/۸	۶۸/۲
	شاهد	۹۸/۰۲/۲۰	۹/۳۴	۴۵۵	۱۴۱/۰	۵۸/۱۲	۴۱/۲
آبیاری سوم	تیمار	۹۸/۰۳/۲۰	۲۳/۴۲	۱۰۴	۸۰/۸	۸۵/۹	۱۰۰/۰
	شاهد	۹۸/۰۳/۲۰	۲۳/۴۲	۱۲۵	۹۷/۲	۱۰۴/۳	۱۰۰/۰

* در آبیاری اول این مزرعه رطوبت برداشت‌نشده بنابراین تبخیر و تعرق معادل ۳۰ میلی‌متر در نظر گرفته شد.

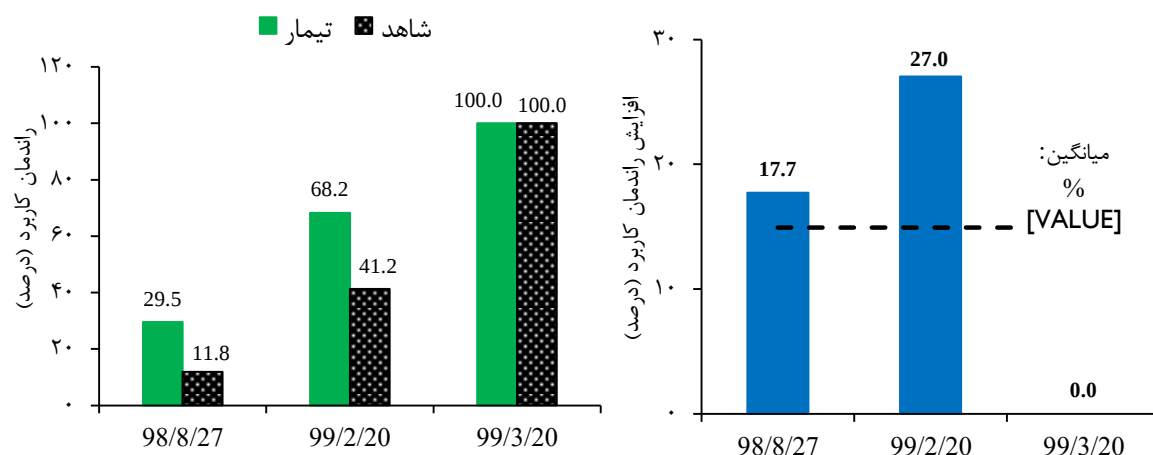
مزرعه 99WestW3 طی فصل رشد محصول در ۳ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۴۳ می‌باشد. میزان حجم آبیاری تیمار و شاهد مزرعه 99WestW3 به ترتیب ۲۷۹۱/۲ و ۴۹۲۱/۵ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۴۳/۳ درصدی (حدود ۲۱۳۰/۳ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۴۴). مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی ۳ آبیاری پایش شده، در شکل ۲۴۵ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۱۴/۹ درصد به دست آمد.



شکل ۲۴۳- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestW₃ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۴۴- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW₃



شکل ۲۴۵- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW₃ طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW₃ به ترتیب ۸۰۰ و ۵۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و میزان عملکرد تیمار نسبت به شاهد ۴۵/۴ درصد افزایش یافت (جدول

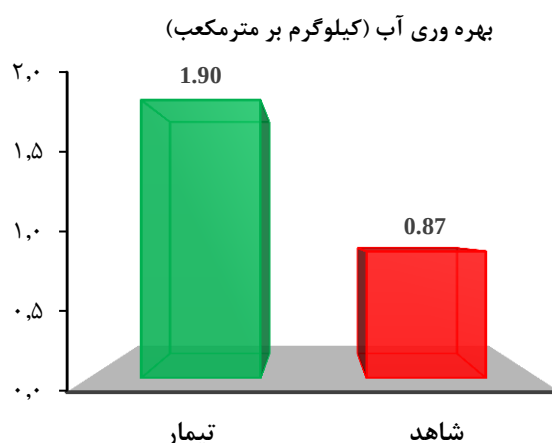
۱۰۴). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۸۷ و ۱/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار کشت با ریزید موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۱/۷ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۱۰۵). همچنین با توجه به مقدار بارش مؤثر که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان میاندوآب) ۱۴۱/۵ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۱۱۹/۱ درصد برآورد گردید. نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۴۶ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۰۴ - مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestW3

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱/۹۰	۰/۸۷	۲/۸۷	۱/۱۲	۲/۹۷	۱/۲۲	۸۰۰	۵۵۰	۸۳۰۰	۶۰۰۰

جدول ۱۰۵ - مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW3

مزرعه	کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
99WestW ₃	۴۳/۳	۱/۷	۱۵۶/۵	۱۴۳/۹	۱۱۹/۱

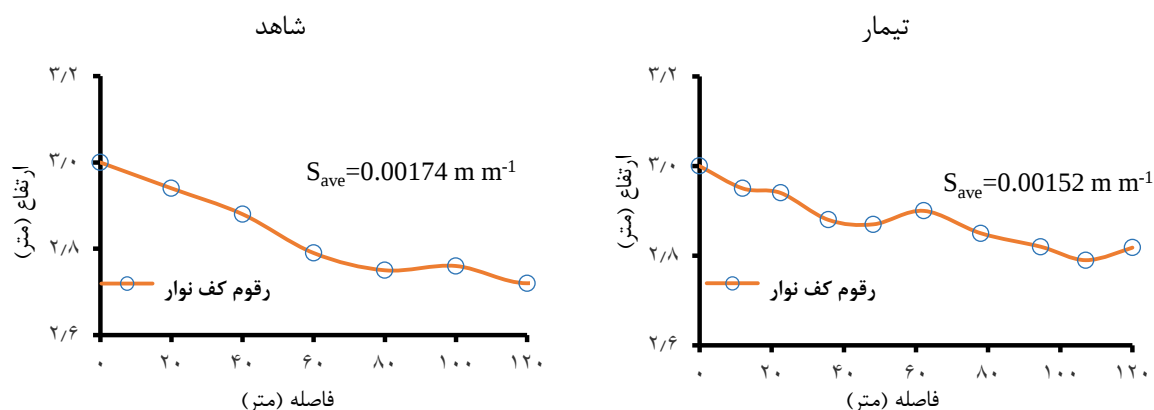
شکل ۲۴۶ - بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر بر اساس عملکرد برآوردی در مزرعه 99WestW₃

۵-۱-۴ - مزرعه 99WestW₄

بخش‌های تیمار و شاهد متعلق به دو کشاورز مجزا بوده و تکنیک آرایش کشت جویچه‌ای (کشت با ریزید) در مزرعه تیمار در نظر گرفته شد. مشخصات مزارع تیمار و شاهد 99WestW₄ در جدول ۱۰۶ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی مزارع تیمار و شاهد در شکل ۲۴۷ نشان داده شده است. مطابق این شکل، پروفیل شیب طولی مزارع تیمار و شاهد غیریکنواخت بوده و علی‌رغم تسطیح، پستی‌وبلندی‌هایی در پروفیل کف مزارع مشاهده می‌گردد.

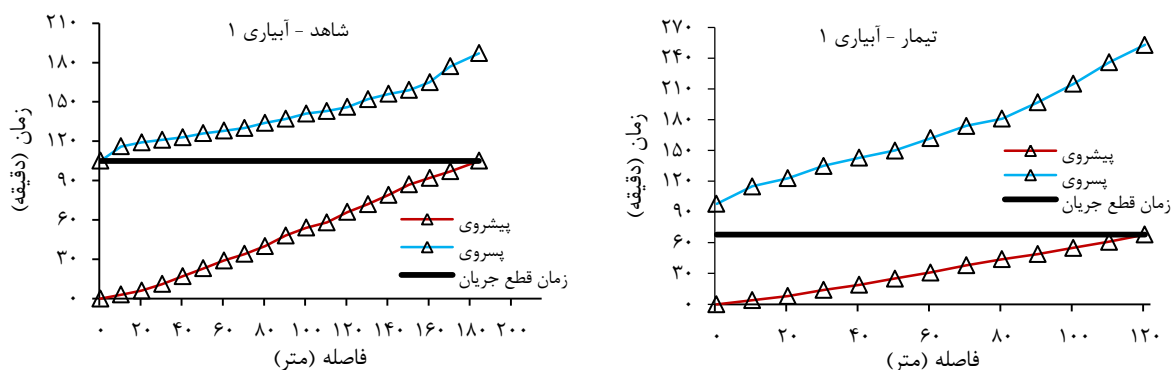
جدول ۱۰۶- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW4

مزرعه 99WestW4	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای	۶×۱۲۰	۰/۰۰۱۵۲	بسته
شاهد	نواری	۵×۱۸۴	۰/۰۰۱۷۴	بسته



شکل ۲۴۷- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW4

اولین آبیاری (خاک‌آب) تیمار و شاهد به ترتیب در تاریخ ۹۸/۸/۲۵ و ۹۸/۸/۲۶ از منبع چاه موجود در سر مزرعه صورت گرفت. دبی تیمار ۱۶/۸ لیتر بر ثانیه و شاهد ۱۹/۵۰ لیتر بر ثانیه توسط فلوم اندازه‌گیری شد. پیش‌روی آب در نوارهای تیمار و شاهد به ترتیب ۶۸ و ۱۰۵ دقیقه به طول انجامید (شکل ۲۴۸).



شکل ۲۴۸- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه 99WestW4 در تیمار و شاهد- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه 99WestW4، در جدول ۱۰۷ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۰۷، عمق آبیاری تیمار و شاهد در آبیاری اول به ترتیب ۹۵/۳ و ۱۳۳/۶ میلی‌متر بوده و علی‌رغم کاهش ۳۸/۳ میلی‌متری عمق آبیاری در بخش تیمار نسبت به شاهد، یکی از دلایل بالا بودن عمق آبیاری، غیریکنواخت بودن شیب کف نوارهای تیمار و شاهد می‌باشد.

آبیاری دوم تیمار و شاهد به ترتیب در تاریخ ۹۹/۲/۲۷ و ۹۹/۲/۲۱ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری دوم مزرعه 99WestW4 در جدول ۱۰۷ ارائه

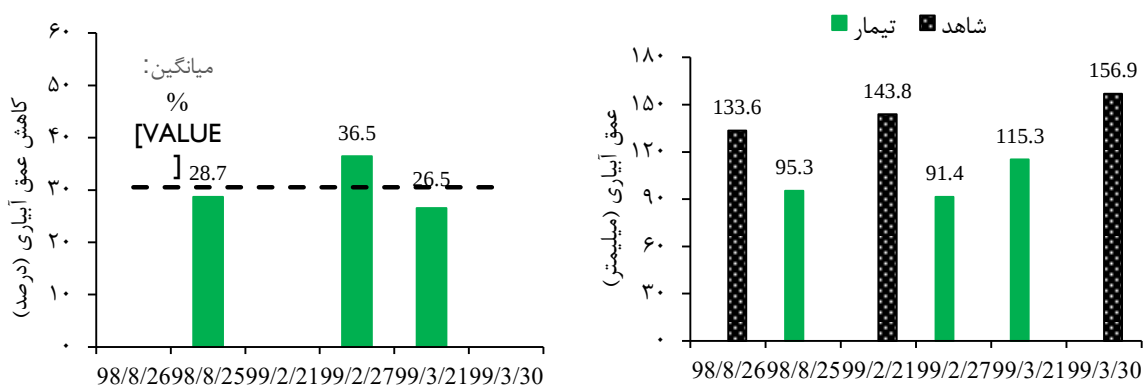
گردیده است. مطابق جدول ۱۰۷، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۹۱/۴ و ۱۴۳/۸ میلی‌متر بوده که اعمال تیمار کشت با ریزید موجب کاهش ۵۲/۴ میلی‌متری عمق آبیاری و افزایش ۱۵/۲ درصدی راندمان کاربرد شده است. آبیاری سوم تیمار و شاهد به ترتیب در تاریخ ۹۹/۳/۲۱ و ۹۹/۳/۳۰ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری سوم مزرعه 99WestW₄ در جدول ۱۰۷ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۰۷، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۱۱۵/۳ و ۱۵۶/۹ میلی‌متر بوده که اعمال تیمار کشت با ریزید موجب کاهش ۴۱/۶ میلی‌متری عمق آبیاری و افزایش ۱۲/۳ درصدی راندمان کاربرد شده است.

جدول ۱۰۷- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان کاربرد مزرعه 99WestW₄ در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

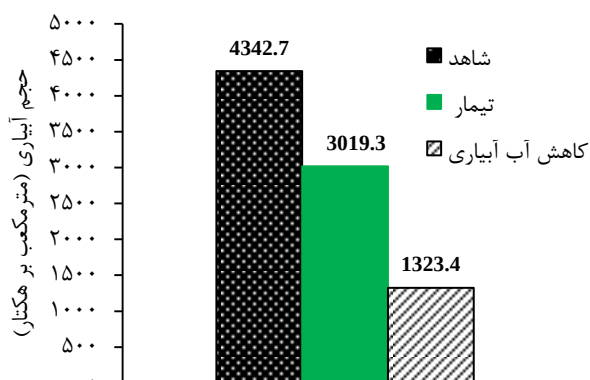
نوبت آبیاری	99WestW ₄	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۸/۲۵	۱۶/۸	۶۸	۹۵/۳	۵۹/۶*	۶۲/۶
	شاهد	۹۸/۰۸/۲۷	۱۹/۵	۱۰۵	۱۳۳/۶	۶۲/۰*	۴۶/۴
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۲/۲۷	۱۷/۶۹	۶۲	۹۱/۴	۵۰/۹	۵۵/۷
	شاهد	۹۹/۰۲/۲۱	۲۱/۴۱	۱۰۳	۱۴۳/۸	۵۸/۲	۴۰/۵
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۳/۲۱	۱۸/۹۵	۷۳	۱۱۵/۳	۶۹/۹	۶۰/۶
	شاهد	۹۹/۰۳/۳۰	۱۹/۸۸	۱۲۱	۱۵۶/۹	۷۵/۸	۴۸/۳

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص موردنیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که در این تحقیق، مقدار نیاز خالص آبیاری با فرض خیس نمودن ۳۰ سانتی‌متر از پروفیل خاک محاسبه شده است.

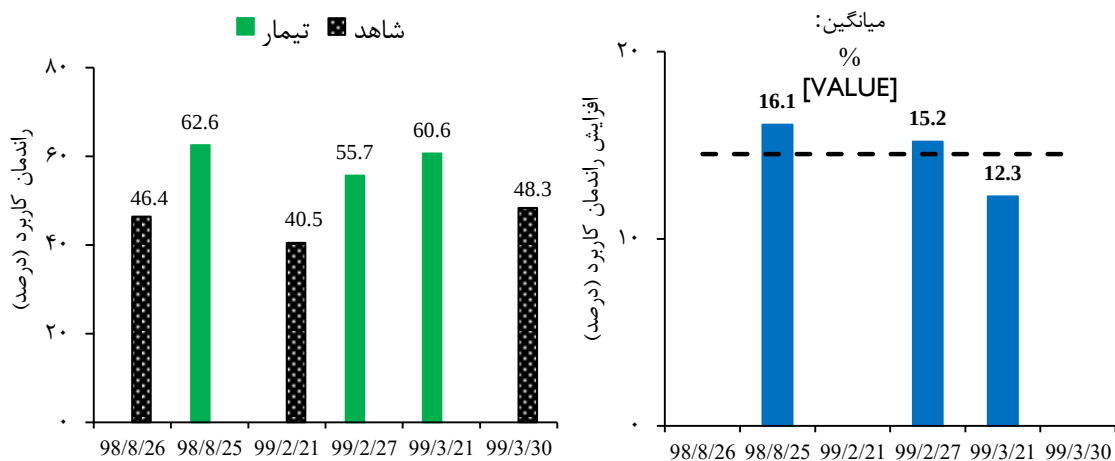
مزرعه 99WestW₄ طی فصل رشد محصول در ۳ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۴۹ می‌باشد. حجم آب آبیاری تیمار و شاهد مزرعه 99WestW₄ به ترتیب ۳۰۱۹/۳ و ۴۳۴۲/۷ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۳۰/۵ درصدی (حدود ۱۳۲۳/۴ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۵۰). مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی ۳ آبیاری پایش شده، در شکل ۲۵۱ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۱۴/۵ درصد به دست آمد.



شکل ۲۴۹- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestW4 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۵۰- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW4



شکل ۲۵۱- مقایسه مقادیر راندان کاربرد تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW4 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW4 به ترتیب ۸۵۴۰ و ۷۶۴۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و میزان عملکرد تیمار نسبت به شاهد ۱۱/۸ درصد افزایش یافت (جدول ۱۰۸). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۸۳ و ۱/۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار کشت با ریزید موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۱/۱ کیلوگرم بر مترمکعب) در

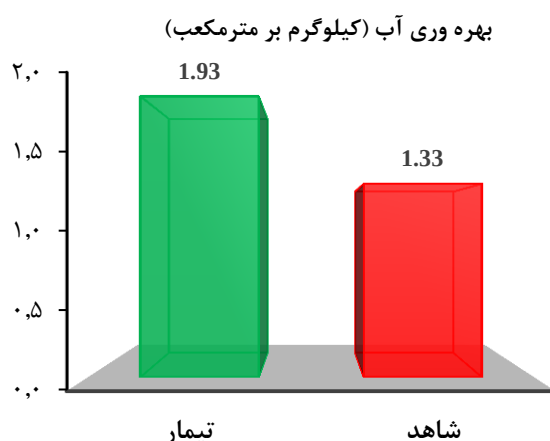
این مزرعه شد (جدول ۱۰۹). همچنین با توجه به مقدار بارش مؤثر که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ (شهرستان میاندوآب) ۱۴۱/۵ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۴۵/۱ درصد برآورد گردید. نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۵۲ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۰۸- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestW4

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱/۹۳	۱/۳۳	۲/۸۳	۱/۷۶	۲/۸۷	۱/۷۲	۸۶۵۶	۷۴۶۸

جدول ۱۰۹- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW4

مزرعه	کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
99WestW ₄	۳۰/۵	۱/۱	۶۰/۸	۶۶/۷	۴۵/۱



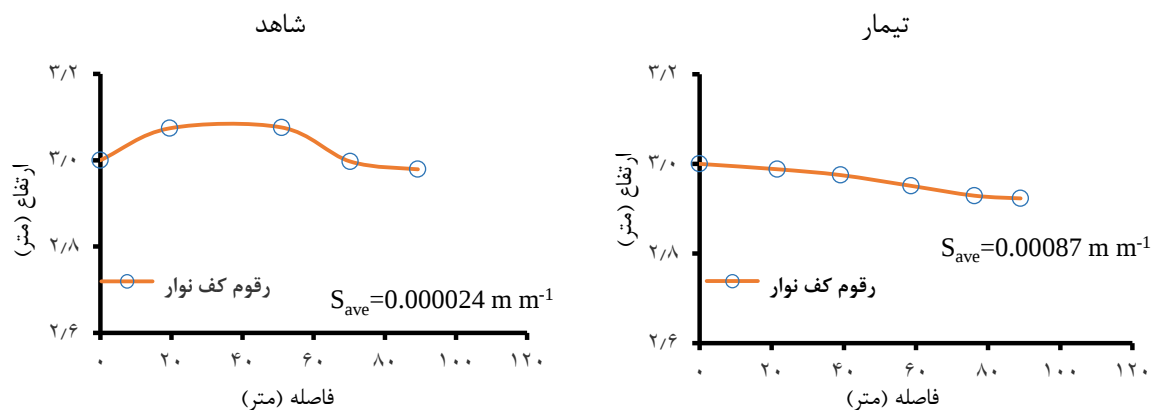
شکل ۲۵۲- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestW4

۵-۱-۵- مزرعه 99WestW₅

به دلیل به تعویق افتادن زمان کاشت (توسط کشاورز)، آبیاری پاییزه در مزرعه تحت پایش انجام نشده است. کشت محصول در تاریخ ۹۸/۹/۶ صورت گرفت؛ آبیاری مزرعه در آذرماه نیز به دلیل بارش‌های صورت (۳۲/۵ میلی‌متر) انجام نشد. در این مزرعه تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به تیپ در بخش تیمار در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW₅ در جدول ۱۱۰ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۲۵۳ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد معکوس و به ترتیب ۰/۰۸۷ و ۰/۰۲۴ درصد می‌باشد.

جدول ۱۱۰- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW5

مزرعه 99WestW5	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	تیپ	۲۰-۶۲×۸۴/۸	۰/۰۰۰۸۷	بسته
شاهد	نواری	۸/۵×۸۴/۸	۰/۰۰۰۲۴	بسته

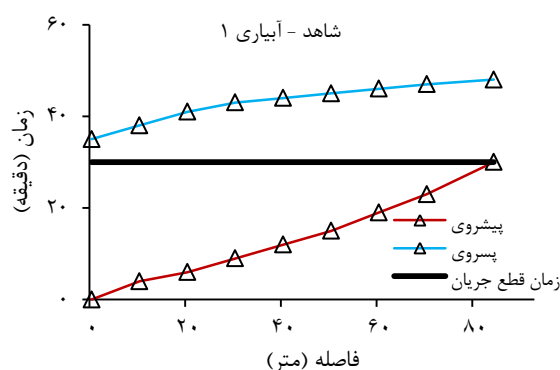


شکل ۲۵۳- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW5
 مشخصات سیستم آبیاری تیپ در جدول ۱۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۱۱۱- مشخصات سیستم آبیاری تیپ تیمار مزرعه 99WestW5

دبی خروجی‌ها (لیتر بر ثانیه)	فاصله نوار تیپ (متر)	فاصل بونه‌ها (متر/متر)	مساحت شیب آبیاری (هکتار)
۱/۷	۰/۴۵	۰/۰۴×۰/۱۱	۰/۲۱

اولین آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب در تاریخ ۹۹/۲/۲۶ و ۹۹/۲/۲۰ صورت گرفت. مدت زمان پیشروی در آبیاری اول شاهد ۳۰ دقیقه به طول انجامید (شکل ۲۵۴).



شکل ۲۵۴- پیشروی و پسروی جریان آب در نوار شاهد مزرعه 99WestW5- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه 99WestW5، در جدول ۱۱۲ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۱۲، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۴۰/۰ و ۸۲/۷ میلی‌متر است. آبیاری دوم تیمار در تاریخ ۹۹/۲/۳۱ و شاهد در تاریخ ۹۹/۳/۶ انجام شد.

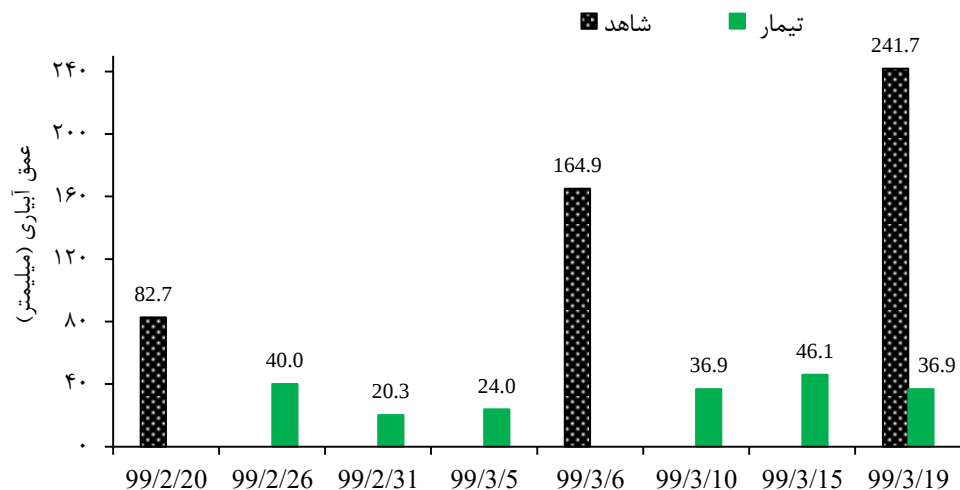
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری دوم مزرعه 99WestW5 در جدول ۱۱۲ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۱۲، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۲۰/۳ و ۱۶۴/۹ میلی متر بوده که اعمال تیمار تغییر روش آبیاری از نواری به تیپ موجب کاهش ۱۴۴/۶ میلی متری عمق آبیاری و افزایش ۶۰ درصدی راندمان کاربرد شده است. آبیاری سوم تیمار و شاهد به ترتیب در تاریخ ۹۹/۳/۵ و ۹۹/۳/۱۹ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری سوم مزرعه 99WestW5 در جدول ۱۱۲ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۱۲، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۲۴ و ۲۴۱/۷ میلی متر بوده که اعمال تیمار تغییر روش آبیاری از نواری به تیپ موجب کاهش ۲۱۷/۷ میلی متری عمق آبیاری و افزایش ۷۹ درصدی راندمان کاربرد شده است.

جدول ۱۱۲- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان کاربرد مزرعه 99WestW5 در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

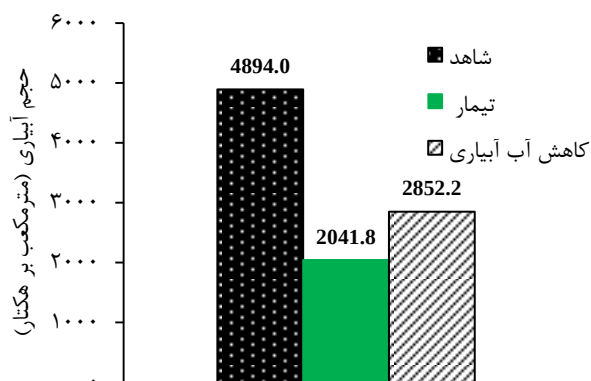
نوبت آبیاری	99WestW ₄	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۲/۲۰	۱۰/۸	۱۴۰	۴۰/۰	۳۴/۴	۸۶/۰
	شاهد	۹۸/۰۸/۲۷	۲۸* و ۴۲	۳۰	۸۲/۷	۴۳/۳	۵۶/۶
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۲/۳۱	۱۰/۱	۷۰	۲۰/۳	۱۸/۲	۸۹/۹
	شاهد	۹۹/۰۳/۰۶	۱۷/۷	۱۱۲	۱۶۴/۹	۴۹/۲	۲۹/۹
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۳/۰۵	۱۰/۸	۹۰	۲۴/۰	۲۳/۳	۱۰۰/۰
	شاهد	۹۹/۰۳/۱۹	۱۲/۱	۲۴۰	۲۴۱/۷	۵۱/۵	۲۱/۰

* با توجه به استفاده تلفیقی از کانال و چاه، دبی سیستم در ۱۹ دقیقه اول ۲۸ و در ۱۱ دقیقه بعدی ۴۲ لیتر در ثانیه می باشد.

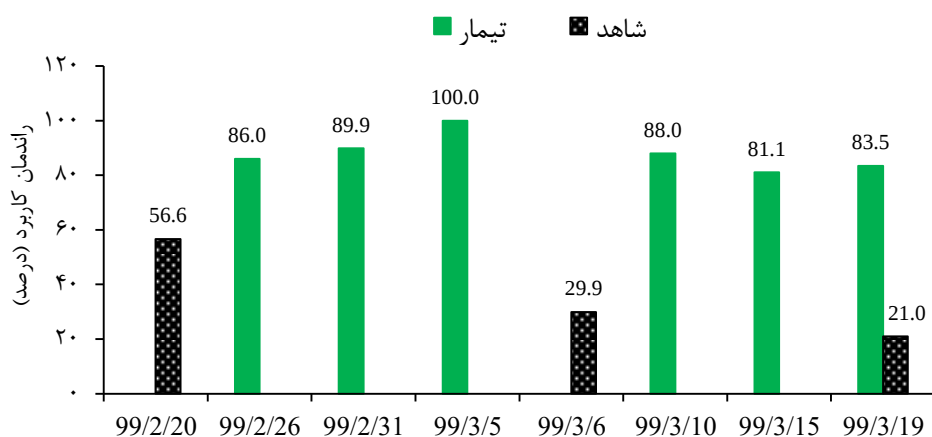
بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW5 طی فصل رشد محصول به ترتیب در ۶ و ۳ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۵۵ می باشد. میزان حجم آبیاری تیمار و شاهد مزرعه 99WestW5 به ترتیب ۲۰۴۱/۸ و ۴۸۹۴/۰ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۵۸/۳ درصدی (حدود ۲۸۵۲/۲ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۵۶). مقایسه راندمان کاربرد آب تیمار و شاهد در شکل ۲۵۷ ارائه شده است. مطابق نتایج، مقدار متوسط افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۵۲/۳ درصد به دست آمد.



شکل ۲۵۵- مقادیر عمق آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW5 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۵۶- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW5



شکل ۲۵۷- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW5 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW5 به ترتیب ۱۰۰۲۰ و ۹۳۷۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۶/۹ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد می‌باشد (جدول ۱۱۳). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۴/۹۱ و ۱/۹۱ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار تغییر روش آبیاری از نواری به تیپ موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۳ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۱۱۴). همچنین با توجه به مقدار بارش مؤثر که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان مهاباد) ۱۳۲/۸ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۹۷/۴ درصد برآورد گردید. نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۵۸ ترسیم گردیده است.

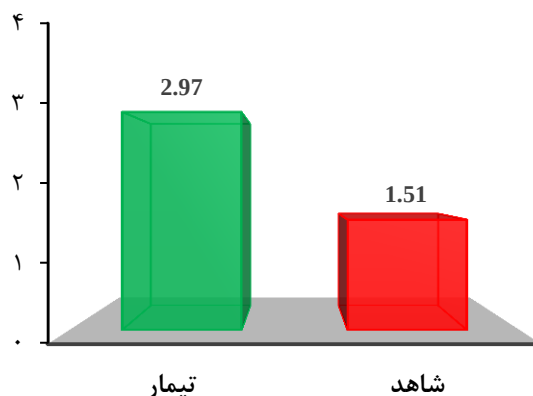
جدول ۱۱۳- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestW5

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۲/۹۷	۱/۵۱	۴/۹۱	۱/۹۱	۴/۷۰	۱/۹۶	۱۰۰۲۰	۹۳۷۰	۹۶۰۰	۹۶۰۰

جدول ۱۱۴- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW5

مزرعه	کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
99WestW ₅	۵۸/۳	۳/۰	۱۵۶/۳	۱۳۹/۷	۹۷/۴

بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)



شکل ۲۵۸- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestW5

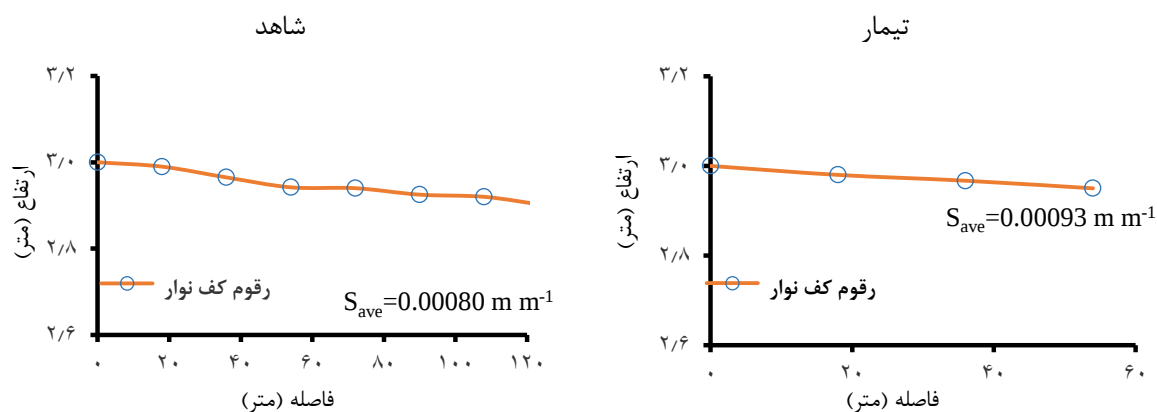
۵-۱-۶- مزرعه 99WestW₆

مساحت کل زمین ۱ هکتار بوده که ۹۷۲ مترمربع آن به عنوان تیمار در نظر گرفته شد. روش آبیاری مزرعه بارانی (کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک) بوده و از مدیریت زمان آبیاری به عنوان تکنیک آبیاری در بخش تیمار استفاده گردید (جدول ۱۱۵). آبیاری اول (خاک‌آب) شاهد و تیمار در تاریخ ۹۸/۸/۲۶ انجام شد. پروفیل شیب

طولی تیمار و شاهد در این مزرعه در شکل ۲۵۹ ارائه شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد یکنواخت و به ترتیب ۰/۰۹ و ۰/۰۸ درصد می‌باشد.

جدول ۱۱۵- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW6

مزرعه 99WestW6	روش آبیاری	فاصله آبپاش‌ها (متر×متر)	دبی آبپاش‌ها (لیتر بر ثانیه)	شیب طولی (متر/متر)
تیمار	بارانی	۱۸×۱۸	۰/۸۴	۰/۰۰۰۹۳
شاهد	بارانی	۱۸×۱۸	۰/۸۴	۰/۰۰۰۸۰



شکل ۲۵۹- شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW6

منبع تأمین آب مزرعه چاه بوده و دبی آبپاش‌ها بر اساس آزمایش یکنواختی در آبیاری اول ۰/۸۴ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری شد (جدول ۱۱۶). مطابق جدول ۱۱۶، متوسط عمق آبیاری تیمار ۳۷/۲ و شاهد ۶۵/۱ میلی‌متر بوده و به‌کارگیری تکنیک مدیریت آبیاری بارانی موجب کاهش ۲۷/۹ میلی‌متری عمق آبیاری و افزایش ۳۴/۵ درصدی راندمان کاربرد گردیده است.

آبیاری دوم تیمار و شاهد در تاریخ ۹۹/۲/۱۱ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری دوم مزرعه 99WestW6 در جدول ۱۱۶ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۱۶، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۷۴/۷ و ۴۶/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تیمار موجب کاهش ۲۸ میلی‌متری عمق آبیاری و افزایش ۴۲ درصدی راندمان کاربرد شده است.

آبیاری سوم تیمار و شاهد در تاریخ ۹۹/۲/۲۴ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری سوم مزرعه 99WestW6 در جدول ۱۱۶ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۱۶، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۲۸/۰ و ۴۶/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تیمار موجب کاهش ۱۸/۷ میلی‌متری عمق آبیاری و افزایش ۳۳/۷ درصدی راندمان کاربرد شده است.

جدول ۱۱۶- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان کاربرد مزرعه 99WestW6 در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

نوبت آبیاری	99WestW ₆	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	تبخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۸/۲۶	۰/۸۴	۲۴۰	۳۷/۲	۳۰	۸۰/۶
	شاهد	۹۸/۰۸/۲۶	۰/۸۴	۴۲۰	۶۵/۱	۳۰	۴۶/۱
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۲/۱۱	۰/۸۴	۳۰۰	۷۴/۷	۳۹/۱	۸۳/۷
	شاهد	۹۹/۰۲/۱۱	۰/۸۴	۴۸۰	۴۶/۷	۳۱/۱	۴۱/۷
آبیاری سوم	تیمار	۹۹/۰۲/۲۴	۰/۸۴	۱۸۰	۲۸/۰	۲۲/۶	۸۰/۷
	شاهد	۹۹/۰۲/۲۴	۰/۸۴	۳۰۰	۴۶/۷	۲۲/۰	۴۷/۰

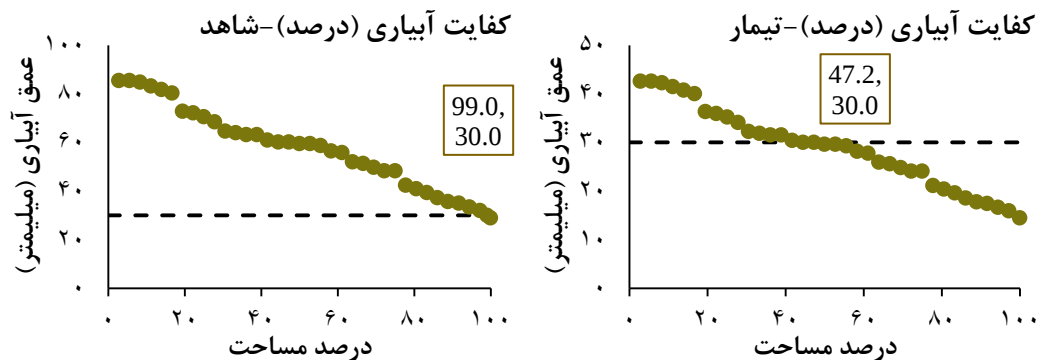
آزمایش یکنواختی در تاریخ ۹۸/۸/۲۶ انجام شد به این منظور ۳۷ قوطی مابین ۴ آبپاش (درمجموع ۷۴ قوطی) و به فواصل ۳ متر قرار داده شده است. پس از مدت ۱/۲ ساعت مقادیر حجم آب قوطی‌ها با در نظر گرفتن همپوشانی اندازه‌گیری و فاکتورهای راندمان و تلفات صورت گرفته محاسبه گردید. در این آزمایش دبی آبپاش‌ها به‌روش حجمی و با استفاده از استوانه مدرج و گالن ۲۰ لیتری اندازه‌گیری شد. فشار آبپاش‌ها نیز با استفاده از فشارسنج اندازه‌گیری شد. خلاصه نتایج آزمایش یکنواختی مزرعه 99WestW6 در جدول ۱۱۷ و نمودار کفایت آبیاری آن در شکل ۲۶۰ ارائه گردیده است.

مقدار CU مناسب برای آبیاری بارانی در بازه ۷۸ تا ۹۱ درصد قرار دارد که مطابق جدول ۱۱۷ در این آبیاری این عدد ۷۷ درصد بوده و نزدیک بازه مذکور می‌باشد؛ اما متوسط عمق رسیده به زمین در بخش تیمار ۲۸/۹ میلی‌متر است که کمتر از کمبود رطوبتی خاک (۳۰ میلی‌متر) می‌باشد. از سوی دیگر تلفات تبخیر و بادبردگی بالا بوده (۲۲/۴ درصد) بوده و با توجه به کفایت آبیاری ۴۷/۲ درصدی، راندمان کاربرد کم و معادل ۳۶/۶ درصد است. با توجه به راندمان محاسبه شده، عمق آبیاری می‌بایست ۸۱/۹ میلی‌متر باشد. این در حالی است که عمق آبیاری ۳۷/۲ میلی‌متر در نظر گرفته شده است که این امر موجب عدم کفایت آبیاری در بخش تیمار گردیده است. درحالی‌که در قسمت شاهد به دلیل مدت زمان زیاد آبیاری، کفایت آبیاری ۹۹ درصد بوده است.

جدول ۱۱۷- نتایج آزمایش یکنواختی در مزرعه 99WestW6

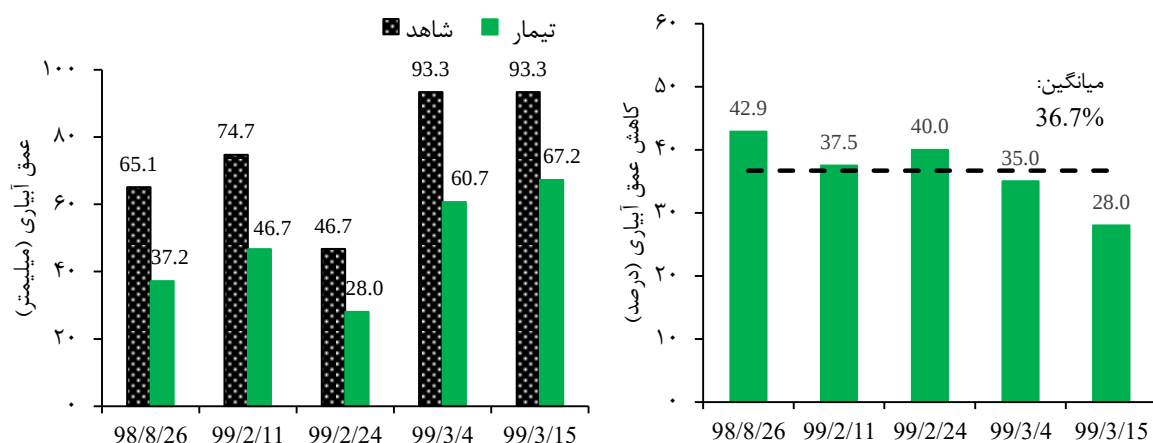
فاکتورها	تیمار	شاهد	واحد
تعداد قوطی بین دو آبپاش	۳۷	۳۷	-
مساحت تحت پوشش هر قوطی	۹	۹	m ²
مدت آزمایش	۱/۲	۱/۲	hr
مدت آبیاری	۴/۰	۷/۰	hr
شدت خروجی آبپاش	۹/۳	۹/۳	mm/hr
متوسط شدت رسیده به زمین	۷/۲	۸/۳	mm/hr
متوسط عمق خروجی از آبپاش	۳۷/۲	۶۵/۱	mm
متوسط عمق رسیده به زمین	۲۸/۹	۵۷/۹	mm
متوسط عمق آبیاری ربع آخر	۱۸/۰	۳۶/۱	mm
SMD	۳۰	۳۰	mm

تلفات نفوذ عمقی	۸/۱	۳۰/۸	%
تلفات تبخیر و بادبردگی	۲۲/۴	۱۱/۰	%
ضریب یکنواختی (CU)	۷۷/۰	۷۷/۰	%
یکنواختی پخش (DU)	۶۲/۳	۶۲/۳	%
AELQ	۴۸/۳	۵۵/۴	%
کفایت آبیاری	۴۷/۵۲	۹۹/۰	%

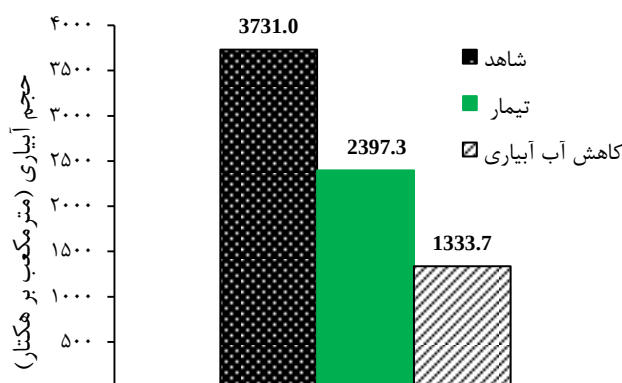


شکل ۲۶۰- تغییرات کفایت آبیاری در درصد مساحت مزرعه 99WestW6

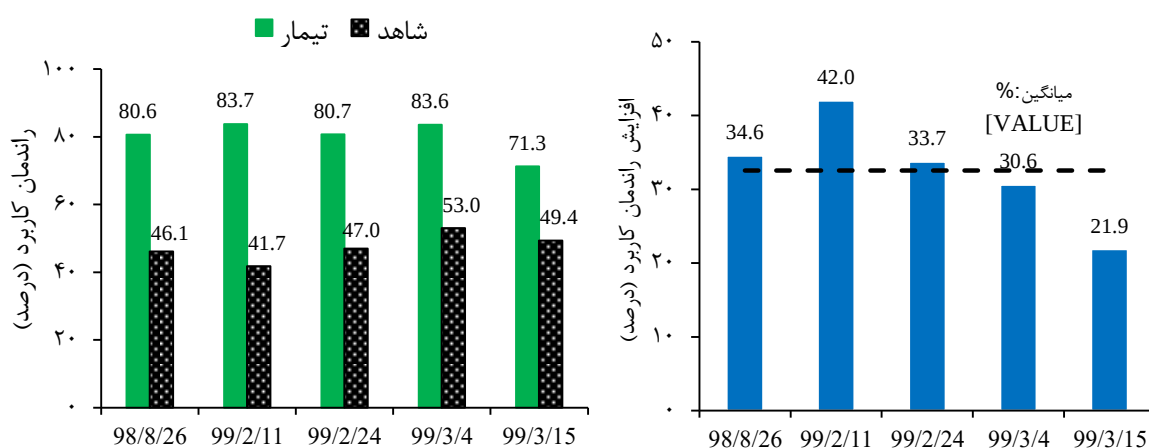
مزرعه 99WestW6 طی فصل رشد محصول در ۵ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۶۱ می‌باشد. میزان حجم آبیاری تیمار و شاهد مزرعه 99WestW6 به ترتیب ۲۳۹۷/۳ و ۳۷۳۱/۰ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۳۵/۷ درصدی (حدود ۱۳۳۳/۷ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۶۲). مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی ۵ آبیاری پایش شده، در شکل ۲۶۳ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۳۲/۶ درصد به دست آمد.



شکل ۲۶۱- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestW6 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۶۲- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW6



شکل ۲۶۳- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW6 طی آبیاری‌های مختلف

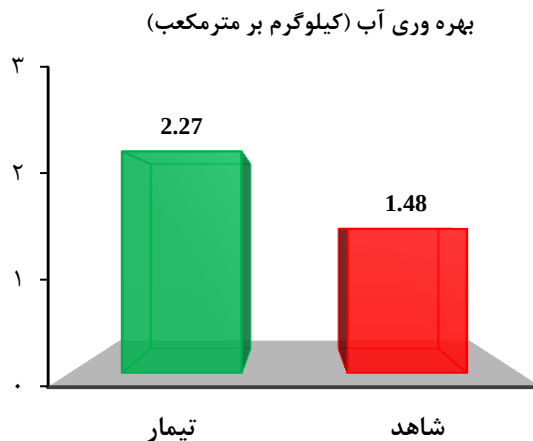
بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW6 به ترتیب ۸۴۷۰ و ۷۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیان‌گر افزایش ۱۲/۹ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۱۸). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۳/۵۳ و ۲/۰۱ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار مدیریت زمان آبیاری موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۱/۵ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۱۱۹). همچنین با توجه به مقدار بارش مؤثر که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان مهاباد) ۱۳۲/۸ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۵۳/۴ درصد برآورد گردید. نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۶۴ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۱۸- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestW6

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۲/۳۷	۱/۴۸	۳/۵۳	۲/۰۱	۳/۳۸	۱/۸۸	۸۴۷۰	۷۵۰۰	۷۰۰۰	۸۱۰۰

جدول ۱۱۹- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW6

مزرعه	کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
99WestW ₆	۳۵/۷	۱/۵	۷۵/۸	۸۰/۱	۵۳/۴



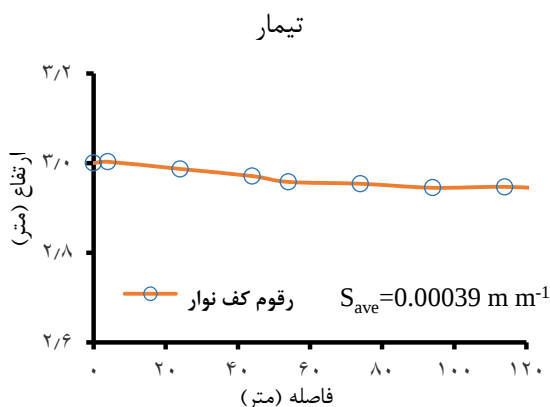
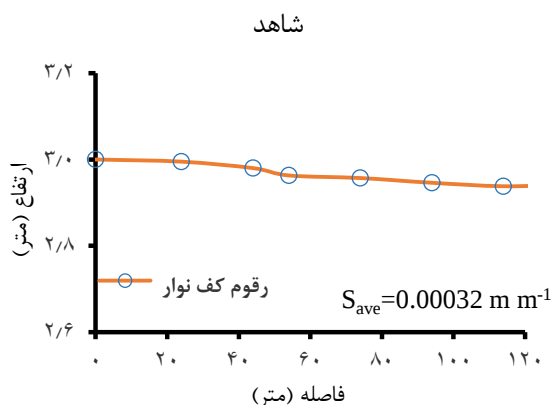
شکل ۲۶۴- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestW6

۵-۱-۷- مزرعه 99WestW7

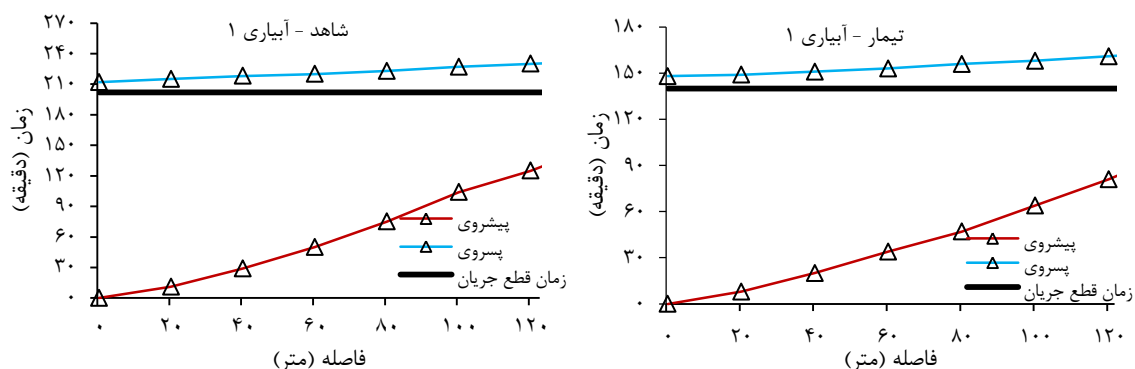
در این مزرعه نیز از آرایش کشت جویچه‌ای (کشت با ریزید) در بخش تیمار استفاده شد. اولین آبیاری (خاک‌آب) تیمار و شاهد به ترتیب در تاریخ ۹۸/۷/۲۶ و ۹۸/۷/۲۷ صورت گرفت. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW7 در جدول ۱۲۰ ارائه شده است. هم‌چنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در این مزرعه در شکل ۲۶۵ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد یکنواخت و به ترتیب ۰/۰۳۲ و ۰/۰۳۹ درصد می‌باشد.

جدول ۱۲۰- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW7

مزرعه 99WestW ₇	روش آبیاری	ابعاد نوار (متر×متر)	شیب طولی (متر/متر)	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای	۷/۵×۱۷۴	۰/۰۰۰۳۹	بسته
شاهد	نواری	۷×۱۷۴	۰/۰۰۰۳۲	بسته



شکل ۲۶۵- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW7
اولین آبیاری ۱۴۰ دقیقه در بخش تیمار و ۲۰۲ دقیقه در بخش شاهد به طول انجامید. دبی آب وارد شده مطابق اندازه‌گیری فلوم برابر ۱۴/۲ لیتر بر ثانیه در قسمت تیمار و ۱۳/۲ لیتر بر ثانیه در قسمت شاهد بود. همچنین پیش‌روی آب در تیمار ۱۴۷ دقیقه و در شاهد ۲۱۰ دقیقه به طول انجامید (شکل ۲۶۶).



شکل ۲۶۶- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه 99WestW7 در تیمار و شاهد- آبیاری اول
مطابق جدول ۱۲۱، متوسط عمق آبیاری تیمار ۹۱/۴ میلی‌متر و شاهد ۱۳۱/۳ میلی‌متر می‌باشد. به این ترتیب استفاده از تکنیک کشت با ریزید موجب کاهش ۳۹/۹ میلی‌متری عمق آبیاری و افزایش ۲۴/۸ درصدی راندمان کاربرد گردید.

آبیاری دوم تیمار و شاهد در تاریخ ۹۹/۲/۹ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص مورد نیاز، راندمان کاربرد آبیاری دوم مزرعه 99WestW7 در جدول ۱۲۱ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۲۱، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۹۵/۴ و ۱۱۳/۸ میلی‌متر بوده که اعمال تیمار کشت با ریزید موجب کاهش ۱۸/۴ میلی‌متری عمق آبیاری و افزایش ۳۲/۶ درصدی راندمان کاربرد شده است. آبیاری سوم تیمار و شاهد در تاریخ ۹۹/۲/۲۳ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص مورد نیاز، راندمان کاربرد آبیاری سوم مزرعه 99WestW7 در جدول ۱۲۱ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۲۱، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۶۱/۴ و ۸۱/۹ میلی‌متر بوده که اعمال تیمار کشت با ریزید موجب کاهش ۲۰/۵ میلی‌متری عمق آبیاری و افزایش ۱۷/۸ درصدی راندمان کاربرد شده است.

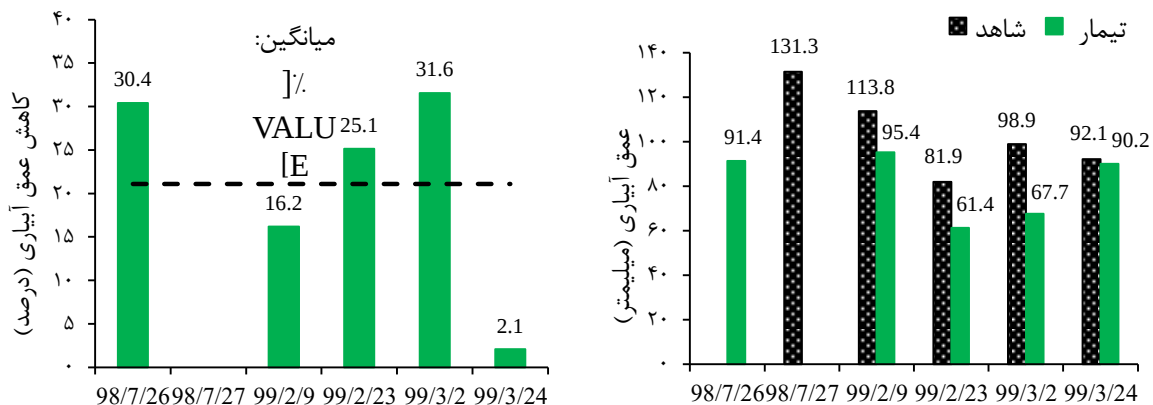
جدول ۱۲۱- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان کاربرد مزرعه 99WestW7 در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

نوبت آبیاری	99WestW7	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی inflow لیتر بر ثانیه	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	تأخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	راندمان کاربرد AE درصد
آبیاری اول	تیمار	۹۸/۰۷/۲۶	۱۴/۲	۱۴۰	۹۱/۴	۴۴/۵*	۴۸/۷
	شاهد	۹۸/۰۷/۲۷	۱۳/۲	۲۰۲	۱۳۱/۳	۳۱/۴*	۲۳/۹
آبیاری دوم	تیمار	۹۹/۰۲/۰۹	۱۵/۳۶	۱۳۵	۹۵/۴	۵۵/۱	۵۷/۸
	شاهد	۹۹/۰۲/۰۹	۱۵/۴۰	۱۵۰	۱۱۳/۸	۵۴/۲	۴۷/۶

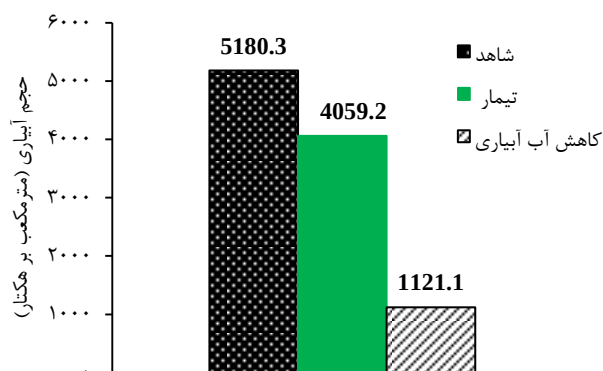
۶۵/۴	۴۰/۱	۶۱/۴	۸۴	۱۵/۸۹	۹۹/۰۲/۲۳	تیمار	آبیاری سوم
۴۷/۶	۳۹/۰	۸۱/۹	۱۰۲	۱۶/۳۱	۹۹/۰۲/۲۳	شاهد	

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که در این تحقیق، مقدار نیاز خالص آبیاری با فرض خیس نمودن ۳۰ سانتی‌متر از پروفیل خاک محاسبه شده است.

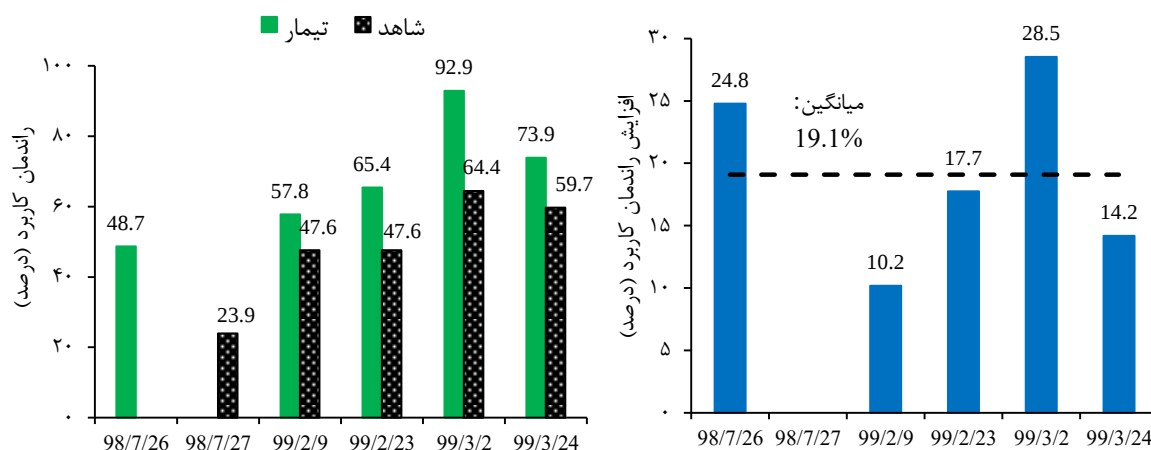
مزرعه 99WestW7 طی فصل رشد محصول در ۵ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۶۷ می‌باشد. بر این اساس متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب ۸۱/۲ و ۱۰۳/۶ درصد بوده است. میزان حجم آبیاری تیمار و شاهد مزرعه 99WestW7 به ترتیب ۴۰۵۹/۲ و ۵۱۸۰/۳ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۱/۶ درصدی (حدود ۱۱۲۱/۱ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۶۸). مقایسه راندمان کاربرد آب و نیز مقدار افزایش راندمان کاربرد در تیمار و شاهد طی ۵ آبیاری پایش شده، در شکل ۲۶۹ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۱۹/۱ درصد به دست آمد.



شکل ۲۶۷- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestW7 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۶۸- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW7



شکل ۲۶۹- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW7 طی آبیاری‌های مختلف

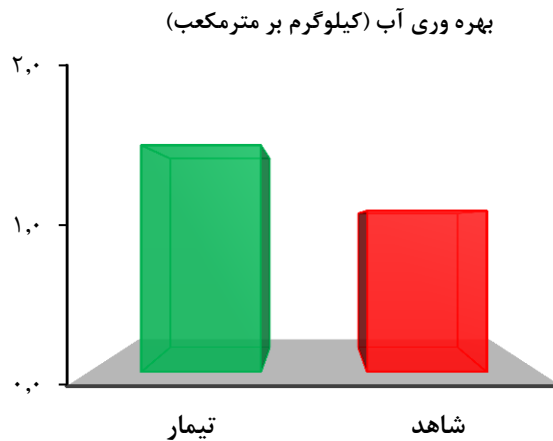
بر اساس نتایج، میزان عملکرد برآورد شده در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW7 به‌ترتیب ۹۸۰۰ و ۸۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و میزان عملکرد تیمار نسبت به شاهد ۱۹/۵ درصد افزایش یافت (جدول ۱۲۲). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به‌ترتیب ۲/۲۷ و ۱/۴۳ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به‌این‌ترتیب اعمال تیمار کشت با ریزید موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۰/۸ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۱۲۳). همچنین با توجه به مقدار بارش مؤثر که در طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان نقده) ۲۲۷/۶ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۴۰/۷ درصد برآورد گردید. نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۷۰ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۲۲- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestW7

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱/۵۵	۱/۱۰	۲/۴۱	۱/۵۸	۲/۲۷	۱/۴۳	۹۸۰۰	۸۲۰۰	۹۲۰۰	۷۴۰۰

جدول ۱۲۳- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW7

مزرعه		کاهش آب مصرفی (%)		افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)		افزایش بهره‌وری باسکول (%)		افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)	
99WestW ₇		۲۱/۶		۰/۸		۵۸/۷		۴۰/۷	



شکل ۲۷۰- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestW7

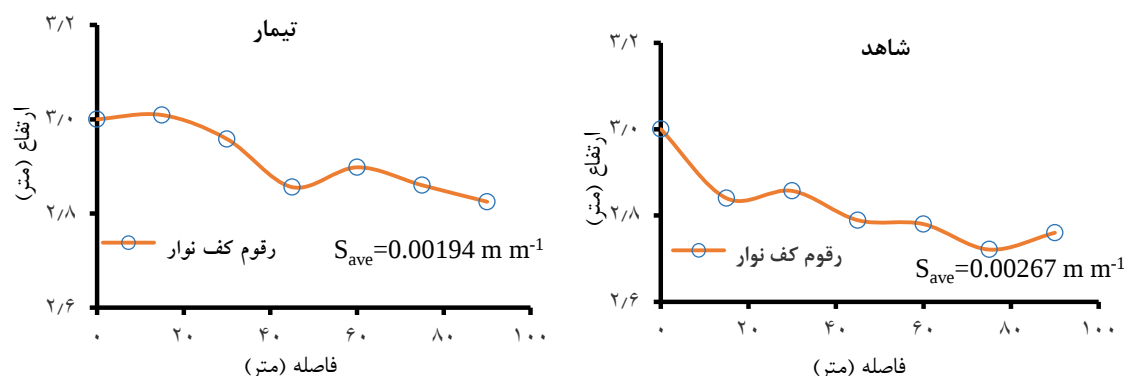
۵-۱-۸- مزرعه 99WestW8

عملیات کشت روی پشته در بخش تیمار با استفاده از دستگاه ردیف‌کار و دستگاه وجین کار ذرت با لحاظ فاصله بوته‌ها ۰/۰۲ متر، فاصله دو ردیف کشت ۰/۱۲ متر، عرض جویچه ۰/۲۵ متر، عرض پشته ۰/۵ متر و ۴ ردیف کشت روی پشته، صورت گرفت. به دلیل نبود دستگاه ریزبند، آرایش مشابه کشت ریزبند با ردیف‌کار و وجین کار پیاده شد.

آبیاری اول (خاک‌آب) شاهد و تیمار در تاریخ ۹۸/۸/۱۶ انجام شد و کلیه پارامترها جهت ارزیابی کامل آبیاری، برداشت گردید. در این مزرعه تکنیک آرایش کشت مشابه ریزبند برای آبیاری در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW8 در جدول ۱۲۴ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در این مزرعه در شکل ۲۷۱ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار شاهد غیریکنواخت و ۰/۲۷ درصد بوده و شیب طولی نوار تیمار نسبت به شاهد کمی یکنواخت‌تر و ملایم‌تر بوده (۰/۱۹ درصد) اما در مجموع غیریکنواخت می‌باشد.

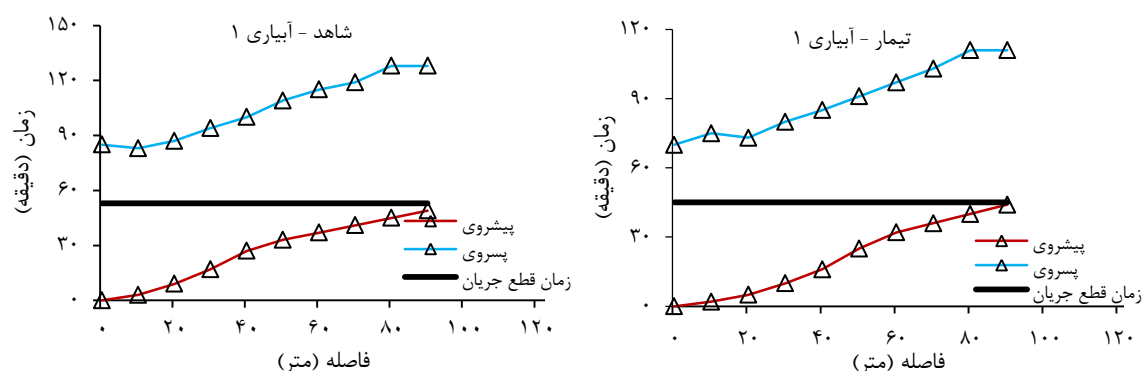
جدول ۱۲۴- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW8

مزرعه 99WestW8	روش آبیاری	ابعاد کرت (m×m)	شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای	۱/۳×۹۰	۰/۰۰۱۸۹	بسته
شاهد	کرتی	۳/۵×۹۰	۰/۰۰۲۶۷	بسته



شکل ۲۷۱- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW8

دبی آب مطابق با اندازه‌گیری فلوم، $10/67$ لیتر بر ثانیه به دست آمد. پیش‌روی آب در بخش تیمار ۴۵ دقیقه و در شاهد ۵۳ دقیقه به طول انجامید (شکل ۲۷۲).



شکل ۲۷۲- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه 99WestW8 در تیمار و شاهد- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری اول مزرعه 99WestW8، در جدول ۱۲۵ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۲۵، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب $73/8$ و $107/7$ میلی‌متر بوده که نشان‌دهنده کاهش $33/9$ میلی‌متری آب مصرفی می‌باشد. راندمان کاربرد نیز با افزایش $13/4$ درصدی همراه بوده است.

آبیاری دوم تیمار و شاهد در تاریخ ۹۹/۲/۱۵ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری دوم مزرعه 99WestW8 در جدول ۱۲۵ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۲۵، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب $100/8$ و $135/1$ میلی‌متر بوده که اعمال تیمار آرایش کشت مشابه ریزبند موجب کاهش $34/3$ میلی‌متری عمق آبیاری و افزایش $12/8$ درصدی راندمان کاربرد شده است.

آبیاری سوم تیمار و شاهد در تاریخ ۹۹/۳/۱۷ انجام شد. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، عمق خالص موردنیاز، راندمان کاربرد آبیاری سوم مزرعه 99WestW8 در جدول ۱۲۵ ارائه گردیده است. مطابق جدول ۱۲۵، متوسط عمق آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب $77/3$ و $116/4$ میلی‌متر بوده که اعمال تیمار

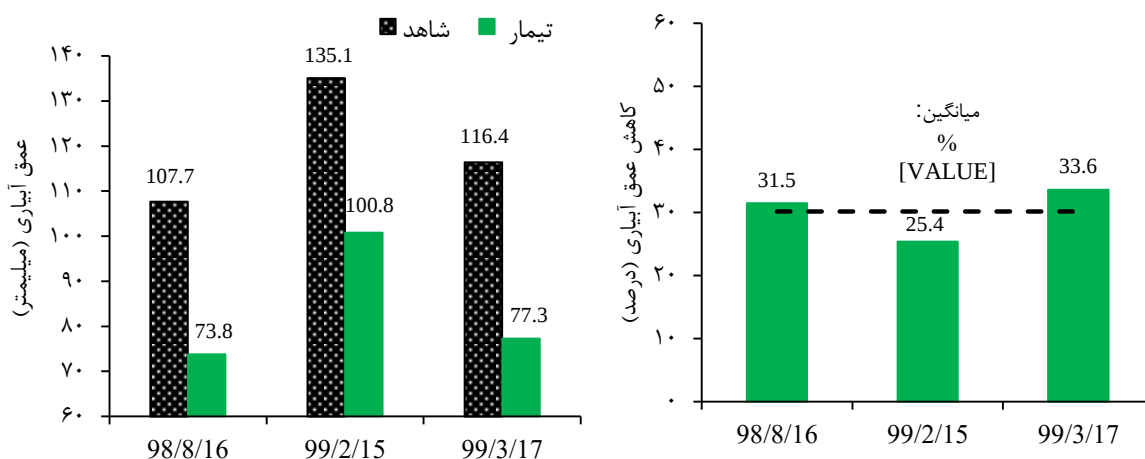
آرایش کشت مشابه رازبید موجب کاهش ۳۹/۱ میلی‌متری عمق آبیاری و افزایش ۲۲/۷ درصدی راندمان کاربرد شده است.

جدول ۱۲۵- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، نیاز خالص آبیاری و راندمان کاربرد مزرعه 99WestW8 در مزارع تیمار و شاهد در آبیاری اول تا سوم

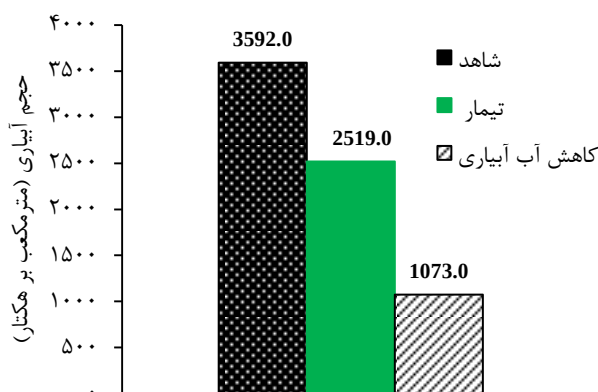
راندمان کاربرد AE درصد	تأخیر و تعرق واقعی میلی‌متر	عمق آبیاری I_g میلی‌متر	مدت آبیاری t_{co} دقیقه	دبی متوسط ورودی $inflow$ لیتر بر ثانیه	تاریخ آبیاری	99WestW8	نوبت آبیاری
۵۱/۱	۳۷/۷*	۷۳/۸	۴۵	۳/۲۰	۹۸/۰۸/۱۶	تیمار	آبیاری اول
۳۷/۷	۴۰/۷*	۱۰۷/۷	۵۳	۱۰/۶۷	۹۸/۰۸/۱۶	شاهد	
۴۲/۴	۴۲/۷	۱۰۰/۸	۳۰	۶/۵۵	۹۹/۰۲/۱۵	تیمار	آبیاری دوم
۲۹/۶	۳۹/۹	۱۳۵/۱	۶۵	۱۰/۹۱	۹۹/۰۲/۱۵	شاهد	
۶۹/۳	۵۳/۶	۷۷/۳	۲۳	۶/۵۵	۹۹/۰۳/۱۷	تیمار	آبیاری سوم
۴۶/۶	۵۴/۳	۱۱۶/۴	۵۶	۱۰/۹۱	۹۹/۰۳/۱۷	شاهد	

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که در این تحقیق، مقدار نیاز خالص آبیاری با فرض خیس نمودن ۳۰ سانتی‌متر از پروفیل خاک محاسبه شده است.

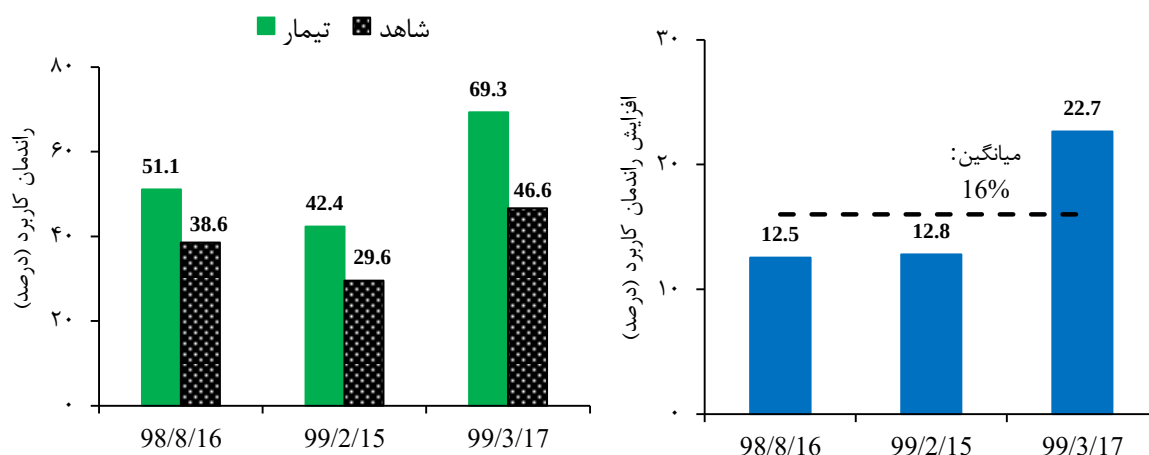
مزرعه 99WestW8 طی فصل رشد محصول در ۳ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۷۳ می‌باشد. میزان حجم آبیاری تیمار و شاهد مزرعه 99WestW8 به ترتیب ۲۵۱۹/۰ و ۳۵۹۲/۰ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۹/۹ درصدی (حدود ۱۰۷۳ مترمکعب بر هکتار) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۷۴). مقایسه راندمان کاربرد آب تیمار و شاهد طی ۳ آبیاری پایش شده، در شکل ۲۷۵ ارائه شده است. مطابق این شکل، مقدار متوسط افزایش راندمان در بخش تیمار نسبت به بخش شاهد مزرعه، حدود ۱۶/۰ درصد به دست آمد.



شکل ۲۷۳- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestW8 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۷۴- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW8



شکل ۲۷۵- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW8 طی آبیاری‌های مختلف

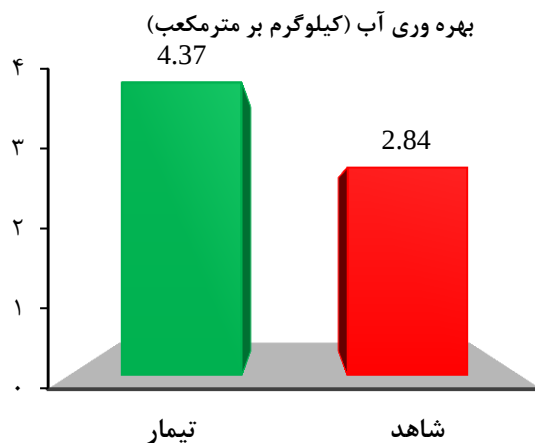
بر اساس نتایج، عملکرد برآوردی بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW₈ به ترتیب ۱۱۰۰۰ و ۱۰۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و میزان عملکرد تیمار نسبت به شاهد ۷/۸ درصد افزایش یافت (جدول ۱۲۶). مقادیر بهره‌وری برآورد شده در بخش تیمار و شاهد به ترتیب ۳/۵۷ و ۲/۵۱ کیلوگرم بر مترمکعب محاسبه گردید. به این ترتیب اعمال تیمار آرایش کشت مشابه ریزید موجب افزایش بهره‌وری آب (حدود ۱/۵ کیلوگرم بر مترمکعب) در این مزرعه شد (جدول ۱۲۷). همچنین با توجه به مقدار بارش مؤثر که طی فصل رشد گندم در سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹ (شهرستان ارومیه) ۲۶۱/۷ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۳۰/۴ درصد برآورد گردید. نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۷۶ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۲۶- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestW8

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (باسکول) (Kg/m ³)		عملکرد برآوردی (Kg/m ³)		عملکرد باسکول (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۲/۱۴	۱/۶۴	۴/۳۷	۲/۸۴	۳/۵۷	۲/۵۱	۱۱۰۰۰	۱۰۲۰۰	۹۰۰۰	۹۰۰۰

جدول ۱۲۷- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestW8

مزرعه	کاهش آب مصرفی (%)	افزایش بهره‌وری برآوردی (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری برآوردی (%)	افزایش بهره‌وری باسکول (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
99WestW ₈	۲۹/۹	۱/۵	۵۳/۸	۴۲/۶	۳۰/۴



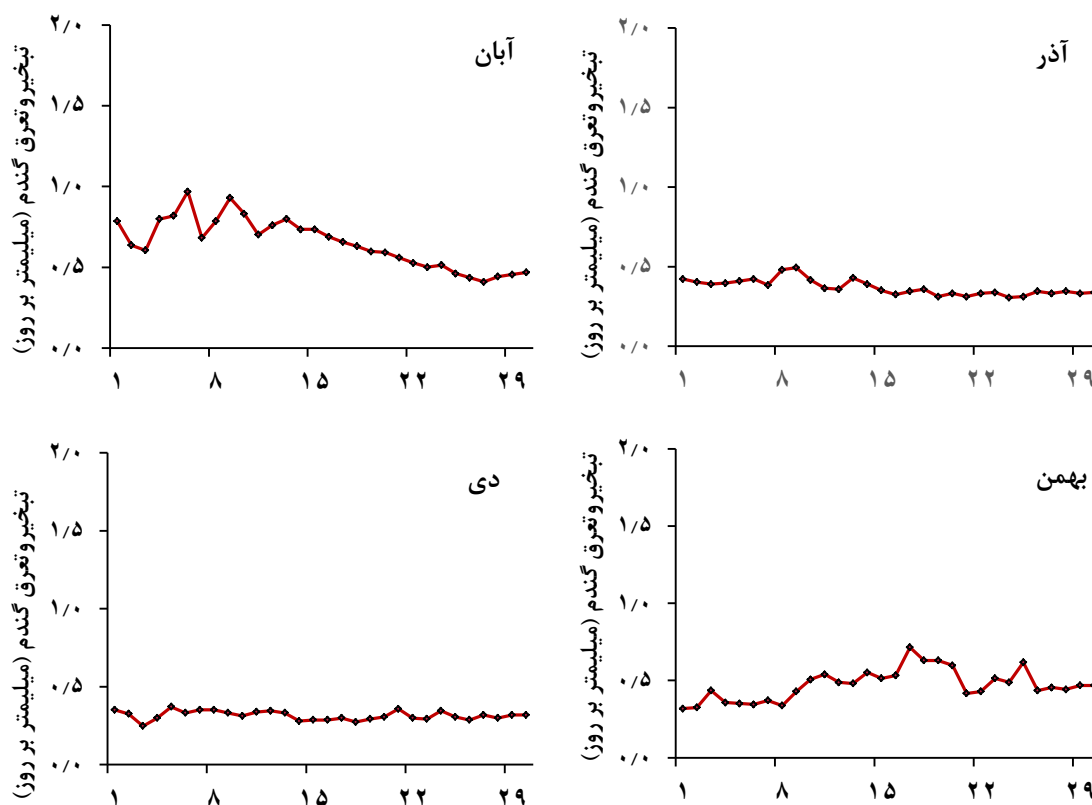
شکل ۲۷۶- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر بر اساس عملکرد برآوردی در مزرعه 99WestW8

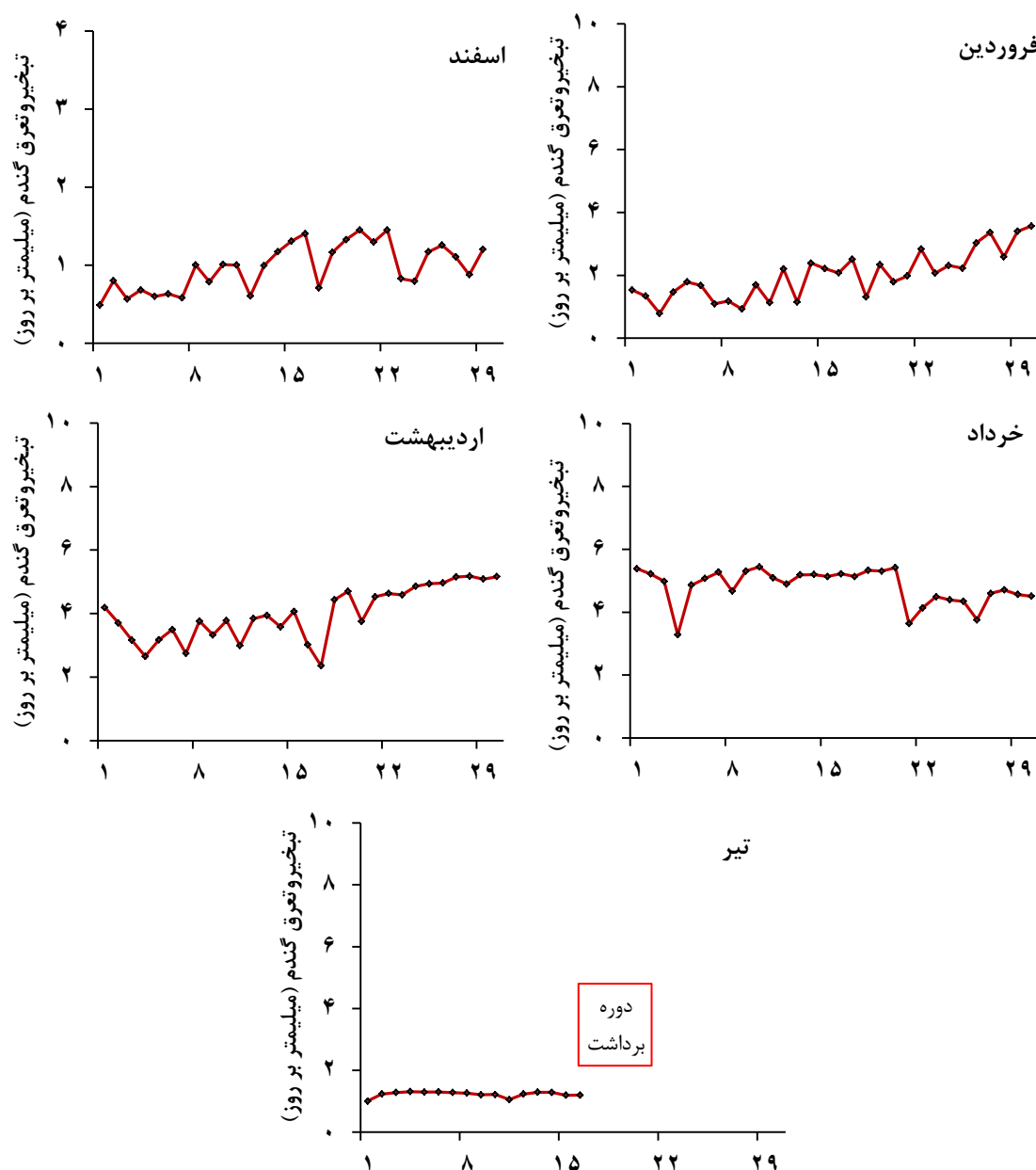
۵-۱-۹- مقادیر تبخیر و تعرق گندم بر اساس اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی و نیاز آبی واقعی گیاه

(Real Time) میاندوآب

بر اساس اطلاعات هفتگی اخذشده از ایستگاه سینوپتیک میاندوآب، تبخیر و تعرق گندم (ETc) محاسبه و در

شکل ۲۷۷ ارائه شده است.





شکل ۲۷۷- روند تغییرات تبخیر و تعرق گندم از ابتدا تا انتهای دوره رشد بر اساس آمار هواشناسی و بارش مؤثر در سال زارعی ۱۳۹۸-۹۹

مطابق بارش مؤثر و تبخیر و تعرق گندم، نیاز آبی واقعی گندم محاسبه گردید و سعی گردید عمق آبیاری بر اساس نیاز آبی واقعی در مزارع تیمار، اعمال گردد. مطابق نتایج نیاز آبیاری واقعی (Real time) تا اسفندماه مقادیر نیاز آبیاری واقعی کمتر از بارش مؤثر بوده و نیازی به آبیاری نمی‌باشد. از ماه فروردین نیاز آبیاری از بارش مؤثر پیشی گرفته که خلاصه نتایج آن در جدول ۱۲۸ ارائه شده است؛ اما باین وجود مقدار بارش در فصل رشد گندم در میاندوآب (آبان ۹۸ تا اواسط تیرماه ۹۹) معادل $231/5$ میلی‌متر بود که این امر موجب شد نیاز خالص آبیاری گندم در سال زارعی ۹۸-۱۳۹۷ برابر $318/5$ میلی‌متر (معادل 3185 مترمکعب بر هکتار) به دست آید. در سند ملی آب کشور (اصلاح شده) نیاز آبیاری گندم در شهرستان میاندوآب بر اساس داده‌های هواشناسی ۳۰ ساله حدود $448/6$

میلی‌متر ارائه شده است و همان‌طور که گفته شد دلیل این اختلاف، مناسب بودن بارندگی‌ها در سال جاری می‌باشد.

جدول ۱۲۸- نیاز آبی زمان واقعی گندم به تفکیک ماه بر اساس اطلاعات ایستگاه سینوپتیک میاندوآب در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (کلیه پارامترهای جدول بر حسب میلی‌متر می‌باشد)

ماه	تبخیر و تعرق	بارش	بارش مؤثر	نیاز آبیاری	توضیحات
آبان (دهه آخر)	۴/۸	۱/۷	۰/۰	*۳۰/۰	خاک آب (آبیاری اول)، ۳۰ میلی‌متر لحاظ شده است
آذر	۱۱/۱	۲۱/۸	۱۳/۳	۰/۰	
دی	۹/۴	۳۴/۵	۲۰/۷	۰/۰	
بهمن	۱۴/۲	۳۵/۵	۲۱/۵	۰/۰	
اسفند*	۲۸/۲	۳۲/۶	۲۰/۴	۰/۰	نیاز به آبیاری در اسفندماه ناچیز بوده و از رطوبت باقیمانده در خاک استفاده می‌شود
فروردین	۶۳/۴	۸۲/۲	۵۱/۱	۱۲/۳	
اردیبهشت	۱۲۵/۱	۲۲/۴	۱۷/۵	۱۰۷/۶	
خرداد	۱۴۹/۰	۷	۰/۰	۱۴۹/۰	
تیر (دهه اول)	۱۹/۷	۰/۰	۰/۰	۱۹/۷	
مجموع	۴۲۴/۹	۲۳۱/۵	۱۴۴/۵	۳۱۸/۵	

* بنابر دستورالعمل تیم پایش، مقدار خاکاب با فرض عمق ریشه ۳۰ سانتی‌متر و برداشت نمونه رطوبتی قبل از آبیاری لحاظ گردید که با توجه به متغیر بودن این مقدار در مزارع مختلف، عدد ۳۰ میلی‌متر در جدول فوق استفاده گردید.

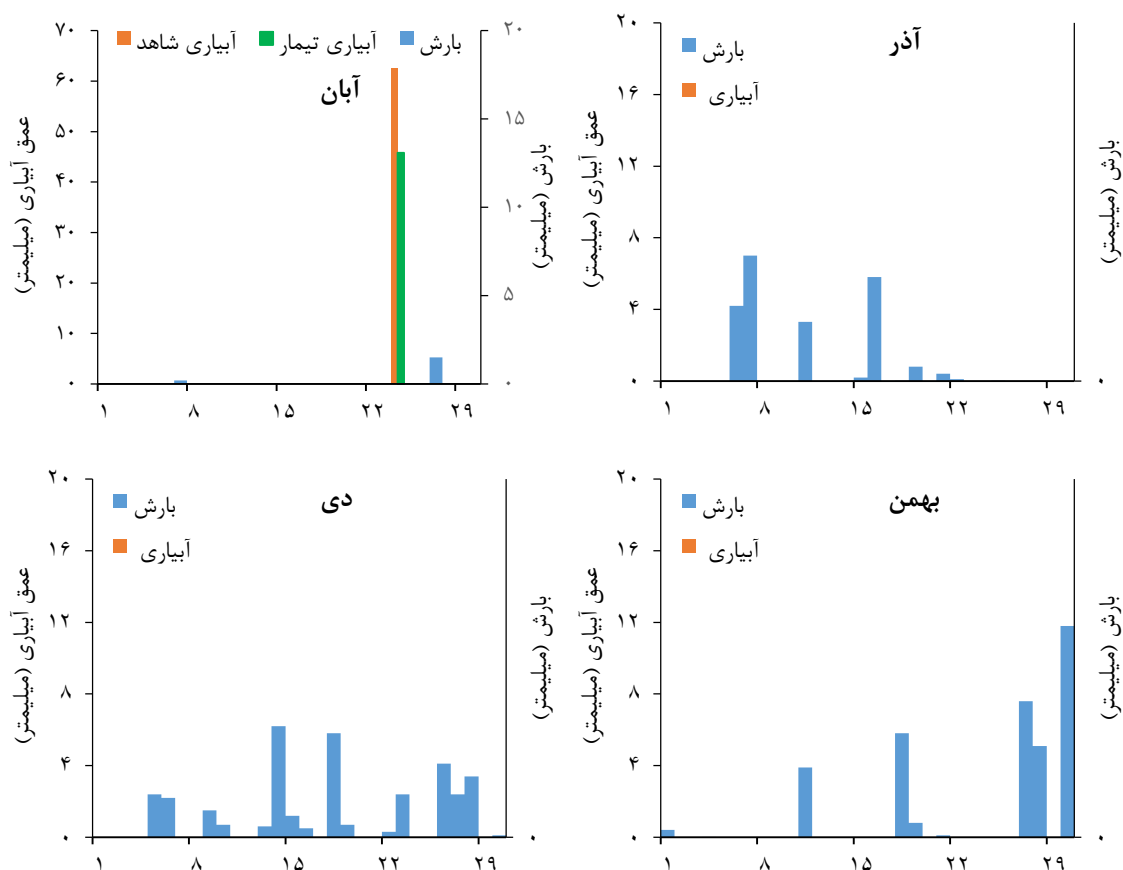
جهت مقایسه میزان حجم آبیاری در مزارع پایش میاندوآب با نیاز آبی واقعی، خلاصه حجم آبیاری تیمار و شاهد این مزارع (99WestW1 تا 99WestW5) در جدول ۱۲۹ ارائه شده است. همان‌طور که قبلاً ذکر گردید تکنیک اجرا شده در مزارع 99WestW1 تا 99WestW4 کشت جویچه‌ای با ریزید و در مزرعه 99WestW5 تغییر روش آبیاری از نواری به تیپ بود. مطابق جدول ۱۲۹، مقدار آب آبیاری بخش‌های تیمار مزارع 99WestW1، 99WestW3 و 99WestW5 کمتر از نیاز خالص (به‌طور متوسط ۳۴/۵ درصد)، در مزرعه 99WestW4 تقریباً معادل نیاز خالص و در مزرعه 99WestW2 بیشتر از نیاز خالص بود (۴۵ درصد). در مورد مزارع شاهد، مقدار آبیاری در تمام مزارع به‌جز مزرعه 99WestW1 بیشتر از نیاز خالص بود (به‌طور متوسط ۷۹/۶ درصد).

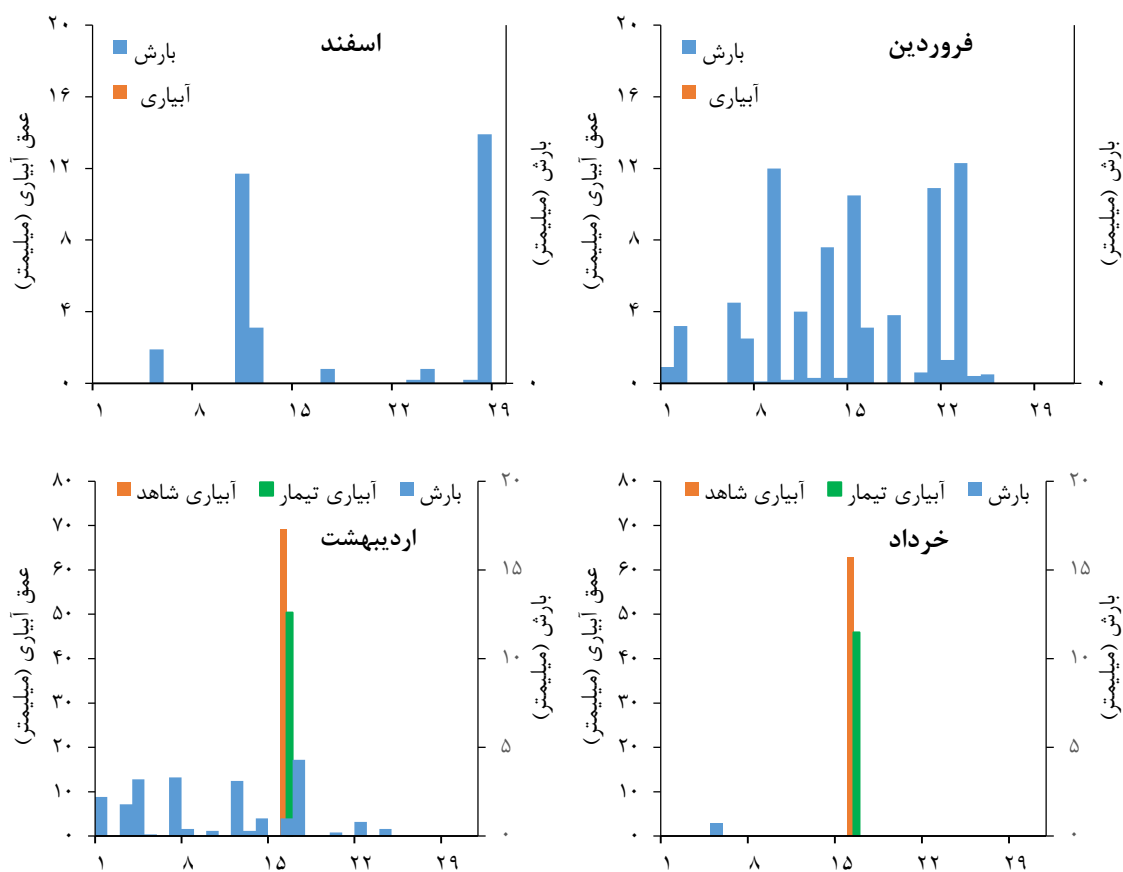
جدول ۱۲۹- مقایسه نیاز آبی زمان واقعی گندم با مقدار آب آبیاری در مزارع پایش اصلی میاندوآب

مزرعه	بخش	حجم آبیاری (مترمکعب بر هکتار)
99WestW1	تیمار	۱۴۲۱
	شاهد	۱۹۴۳
99WestW2	تیمار	۴۶۲۰

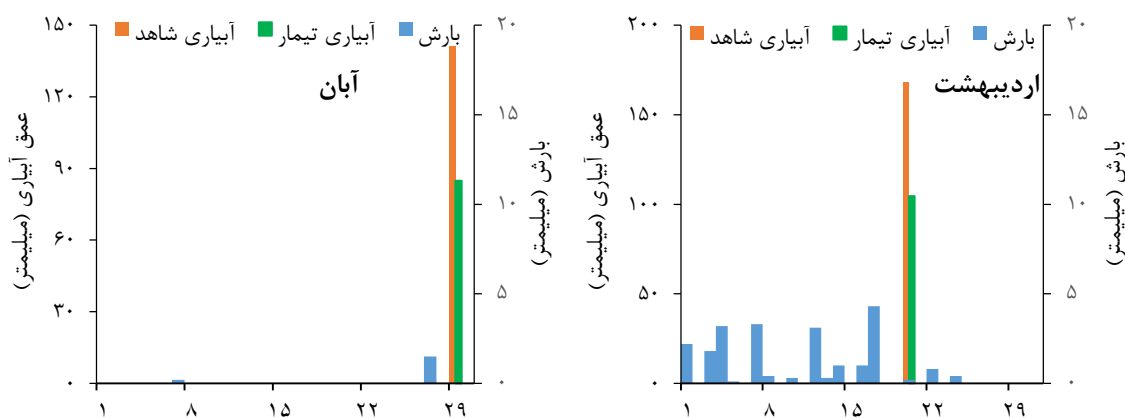
۸۷۲۲	شاهد	
۲۷۹۱	تیمار	99WestW3
۴۹۲۲	شاهد	
۳۰۱۹	تیمار	99WestW4
۴۳۴۳	شاهد	
۲۰۴۲	تیمار	99WestW5
۴۸۹۴	شاهد	

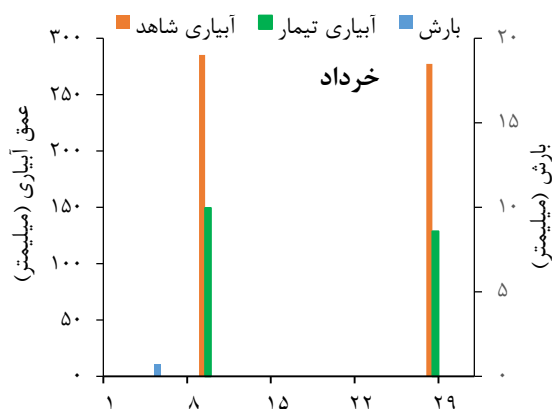
به‌عنوان نمونه بارش و عمق آبیاری تیمار و شاهد در مزارع 99WestW1 و 99WestW2 طی فصل رشد گندم در شکل ۲۷۸ و شکل ۲۷۹ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود عمده آبیاری‌ها مربوط به ماه‌های بهمن تا فروردین و بیشترین بارش مربوط به فروردین‌ماه بوده که موجب شده اولین آبیاری بهاره در اردیبهشت‌ماه صورت گیرد.





شکل ۲۷۸- بارش و عمق آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW1





شکل ۲۷۹- بارش و عمق آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestW2

۲-۵- نتایج پایش و مدیریت آبیاری در مزارع کشت بهاره دانشگاه ارومیه و شرکت‌ها

۲-۵-۱- مزرعه 99WestMS₁

باغ 99WestMS₁ تحت کشت انگور بوده و به‌عنوان پایش اصلی دانشگاه در سال دوم انتخاب گردید. بخش شاهد مزرعه شامل سه کرت با طول و عرض متوسط ۳۷/۵ و ۳/۲ متر و فواصل درختان ۳×۳ متر بوده (جدول ۱۳۰) و به‌صورت شیاری یک‌طرفه (فقط یک سمت درخت خیس می‌شود) با سطح خیس شده ۶۵ درصد آبیاری بوده و پایش آبیاری در این بخش با فلوم تیپ ۵ صورت می‌گیرد. تکنیک مورد استفاده در بخش تیمار باغ تغییر روش آبیاری از سطحی به آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و اعمال برنامه‌ریزی آبیاری بر مبنای دو روش اتمسفری و بیلان رطوبت آب در خاک است. به‌عبارت دیگر نیاز آبی انگور با استفاده از داده‌های به‌روز هواشناسی و بر مبنای Real Time محاسبه و انطباق آن با مقادیر کمبود رطوبتی خاک بررسی می‌شد. به‌این ترتیب که با استفاده مقدار رطوبت بهینه خاک جهت آبیاری انگور محاسبه و آبیاری پس از رسیدن به رطوبت بهینه صورت می‌گرفت (دور آبیاری بهینه). نیاز آبی در دور آبیاری بهینه متغیر با استفاده از داده‌های هواشناسی محاسبه و با مقادیر کمبود رطوبتی خاک مقایسه می‌شد. سیستم قطره‌ای زیرسطحی سال گذشته و در مساحتی معادل ۲۰۰ مترمربع اجرا شد که در سال جاری به دلیل استقبال کشاورز به ۱۰۰۰ مترمربع گسترش یافت. فواصل درختان از هم ۳×۳ متر و برای هر درخت دو ردیف لاترال با فاصله ۰/۵ متر از تنه درخت و فواصل قطره‌چکان ۰/۷۵ متر قرار داده شده است. به‌این ترتیب برای هر درخت ۸ قطره‌چکان با دبی اسمی ۲/۱ لیتر بر ساعت در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestMS₁ در جدول ۱۳۰ ارائه شده است.

جدول ۱۳۰- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestMS₁

مزرعه 99WestMS ₁	روش آبیاری	آرایش کشت (m×m)	طول×عرض (m×m)	مساحت (m ²)
تیمار	قطره‌ای زیرسطحی	۳×۳	۳×۲۲	۲۰۰
شاهد	شیاری یک‌طرفه	۳×۳	۳/۲×۳۷/۵	۳۶۰

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestMS₁ در جدول ۱۳۱ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری در آبیاری اول بخش‌های تیمار و شاهد به ترتیب ۱۸/۰ و ۶۹/۸ میلی‌متر، در آبیاری دوم ۲۳/۹ و ۱۰۱/۶ میلی‌متر و در آبیاری سوم ۲۴/۴ و ۱۱۶/۲ میلی‌متر می‌باشد. راندمان کاربرد تیمار در آبیاری‌های اول تا سوم ۱۰۰ درصد و در آبیاری‌های اول تا سوم شاهد به ترتیب ۱۰۰/۰، ۹۵/۴ و ۸۲/۱ درصد محاسبه گردید.

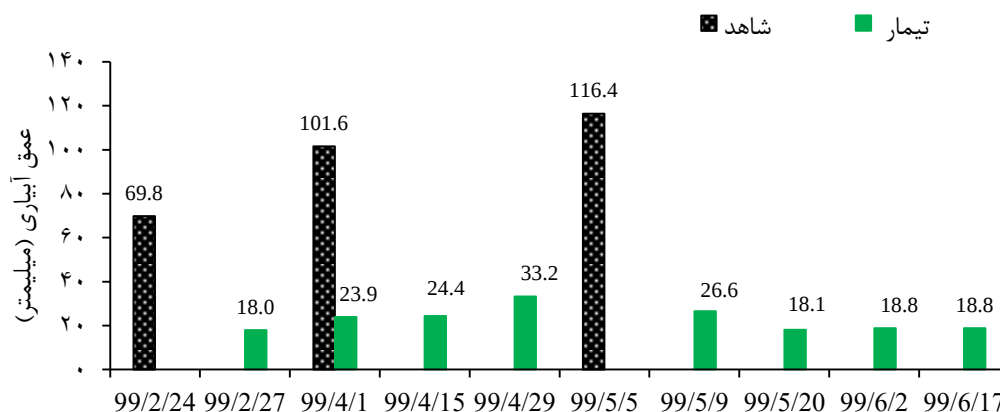
جدول ۱۳۱- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestMS₁ برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

مزرعه 99WestMS ₁	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۲۷	۰/۵۱۸*	۶۰۰/۰	۱۸/۰	۶۵/۵	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۲/۲۴	۵/۴۴	۲۵/۷**	۶۹/۸	۱۴۰/۰	۱۰۰/۰
تیمار	۹۹/۴/۱	۰/۵۱۸*	۷۶۸/۰	۲۳/۹	۶۴/۷	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۴/۱	۸/۲۴	۴۱/۰**	۱۰۱/۶	۱۴۹/۱	۹۵/۴
تیمار	۹۹/۴/۱۵	۰/۵۱۸*	۷۸۰/۰	۲۴/۴	۶۴/۷	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۵/۵	۸/۲۴	۳۰/۲**	۱۱۶/۴	۱۴۷/۰	۸۲/۱

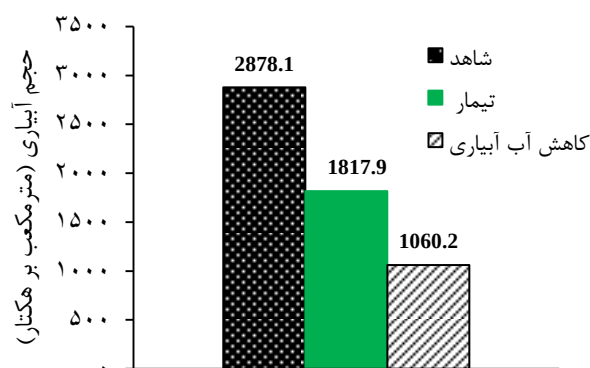
* دبی قطره‌چکان ۲/۱ لیتر در ساعت بوده و دبی نوشته شده معادل دبی قطره‌چکان‌های موجود در مساحت ۱۰۰۰ مترمربع تیمار است.

** مدت آبیاری متوسط هریک از کرت‌های شاهد

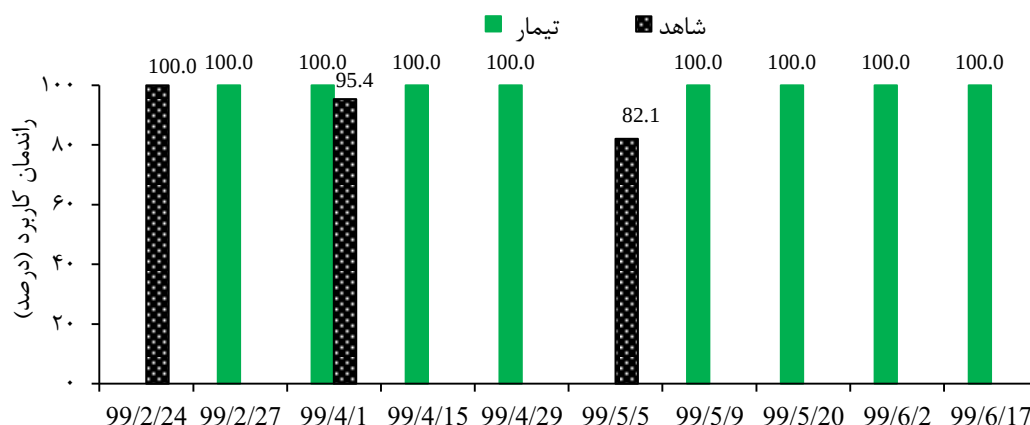
بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestMS₁ طی فصل رشد محصول به ترتیب در ۳ و ۸ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۸۰ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestMS₁ به ترتیب ۱۸۱۷/۹ و ۲۸۷۸/۱ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش جزئی آب آبیاری در حدود ۱۰۶۰/۲ (۳۶/۸ درصد) مترمکعب بر هکتار تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۸۱). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۲۸۲ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۷/۵ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۲۸۰- مقایسه مقادیر عمق آبیاری در مزرعه 99WestMS₁ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۸۱- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestMS1



شکل ۲۸۲- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestMS1 طی آبیاری‌های مختلف

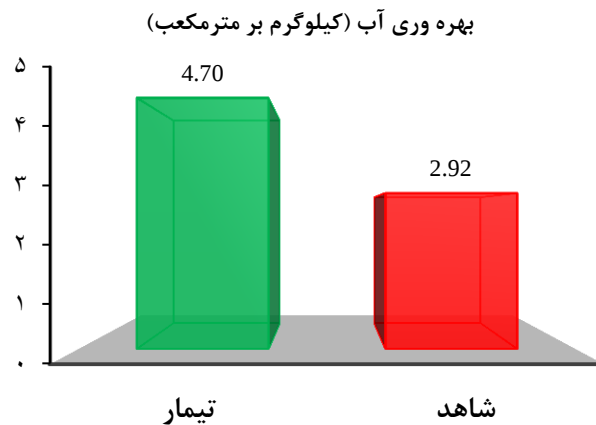
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestMS₁ به ترتیب ۱۲۰۰۰ و ۱۰۵۵۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیانگر افزایش ۱۳/۷ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۳۲). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد چغندر قند در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ارومیه) ۷۳/۳ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد جزئی و معادل ۶۰/۹ درصد برآورد گردید (جدول ۱۳۳). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۸۳ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۳۲- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestMS1

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		عملکرد (Kg/ha)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۲/۹۲	۴/۷۰	۳/۶۷	۶/۶۰	۱۰۵۵۵	۱۲۰۰۰

جدول ۱۳۳- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestMS1

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۳۶/۸	۲/۹۳	۸۰/۰	۶۰/۹



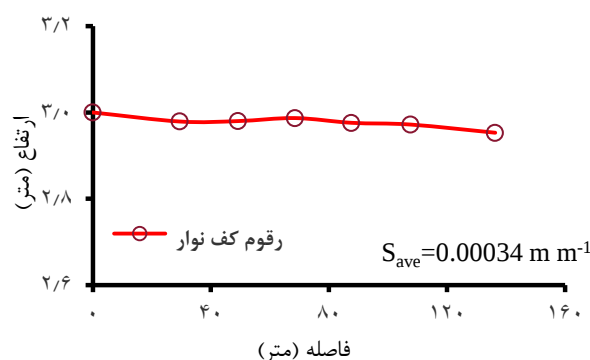
شکل ۲۸۳- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestMS1

۵-۲-۲- مزرعه 99WestMS₂

در این مزرعه تکنیک تغییر روش آبیاری از بارانی به تیپ و استفاده از سیستم هوشمند آبیاری در نظر گرفته شد. در بخش شاهد و تیمار فاصله بوته‌ها ۰/۰۹ متر و فاصله دو ردیف کشت ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestMS₂ در جدول ۱۳۴ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه در شکل ۲۸۴ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی مزرعه یکنواخت و ۰/۰۳۴ درصد می‌باشد.

جدول ۱۳۴- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestMS₂

مزرعه 99WestMS ₂	روش آبیاری	طول × عرض (m×m)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	تیپ	۳۷/۵ × ۶۷/۲	۰/۰۰۰۳۴	بسته
شاهد	بارانی	۳۶/۳ × ۱۳۶/۴	۰/۰۰۰۳۴	بسته



شکل ۲۸۴- نیمرخ شیب طولی مزرعه 99WestMS₂

چهار مرحله آبیاری در قسمت تیمار مانند شاهد با سیستم بارانی انجام شد زیرا تا مرحله خاک‌دهی پای بوته امکان اجرای نوار تیپ به دلیل ایجاد مشکل در عملیات کشاورزی امکان‌پذیر نبود. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestMS₂ در جدول ۱۳۵ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تا سوم مزرعه

به‌ترتیب ۳۲، ۱۶ و ۳۲ میلی‌متر و متوسط راندمان کاربرد مزرعه طی این ۳ آبیاری به‌ترتیب ۸۵/۵، ۶۸/۹ و ۷۵/۱ درصد محاسبه گردید.

جدول ۱۳۵- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestMS2 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

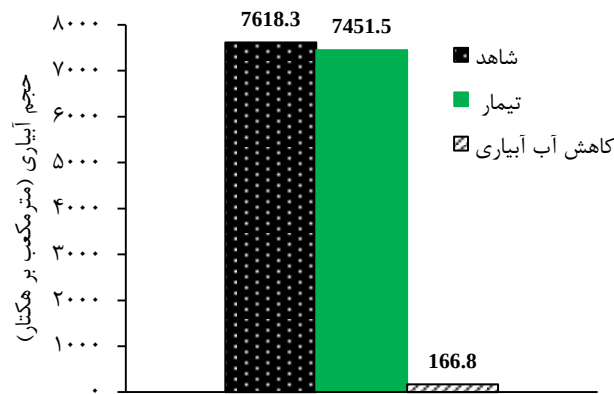
تاریخ آبیاری	دبی آبیاش (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
۹۹/۳/۲۵	۰/۹۸	۱۸۰	۳۲	۲۸/۴*	۸۵/۵
۹۹/۳/۱۳	۰/۹۸	۹۰	۱۶	۱۱/۰	۶۸/۹
۹۹/۳/۲۹	۰/۹۸	۱۸۰	۳۲	۲۴/۰	۷۵/۱

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که بنابر توصیه تیم پایش، نیاز خالص با لحاظ عمق توسعه ریشه ۳۰ سانتی‌متر برآورد گردید.

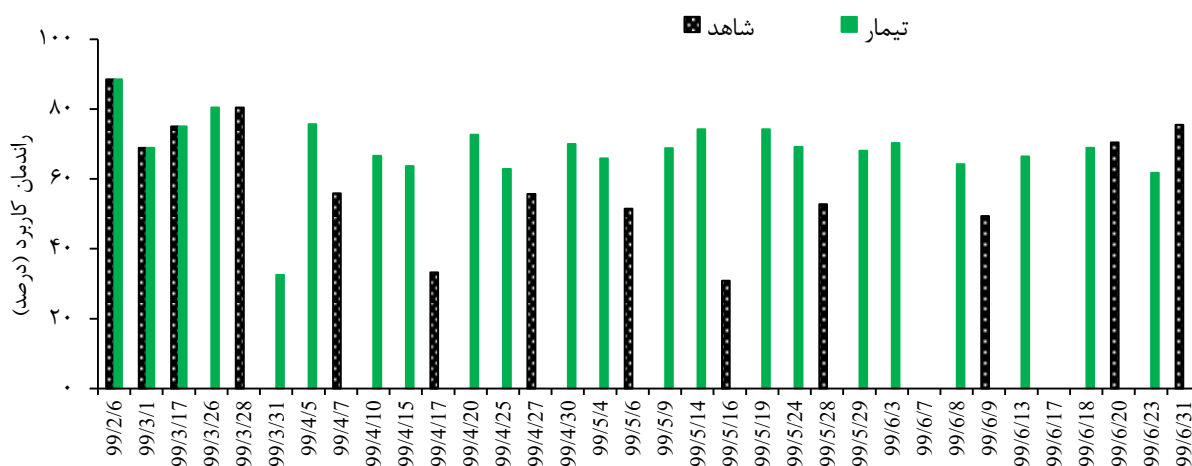
بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestMS₂ طی فصل رشد محصول به‌ترتیب در ۱۳ و ۲۲ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۸۵ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestMS₂ به‌ترتیب ۷۴۵۱/۵ و ۷۶۱۸/۳ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش جزئی آب آبیاری در حدود ۱۶۶/۸ (۲/۲ درصد) مترمکعب بر هکتار تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۸۶). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۲۸۷ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۸ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۲۸۵- مقایسه مقادیر عمق آبیاری در مزرعه 99WestMS2 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۸۶- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestMS2



شکل ۲۸۷- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestMS2 طی آبیاری‌های مختلف

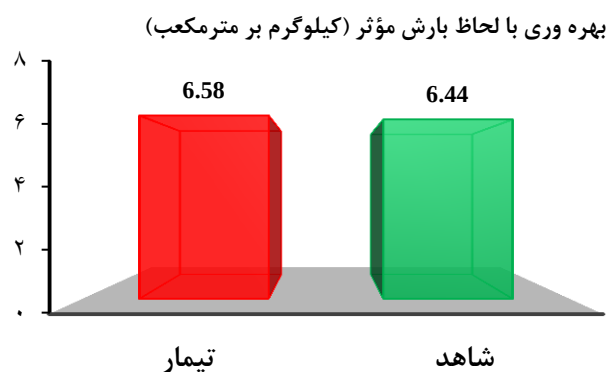
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در مزرعه 99WestMS₂ ۵۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۱۳۶). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد چغندر قند در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان مهاباد) ۱۵/۱ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد جزئی و معادل ۲/۲ درصد برآورد گردید (جدول ۱۳۷). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۸۸ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۳۶- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestMS2

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۵۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۶/۵۶	۶/۷۱	۶/۴۴	۶/۵۸

جدول ۱۳۷- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestMS2

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۲/۲	۰/۱۵	۲/۶	۲/۲



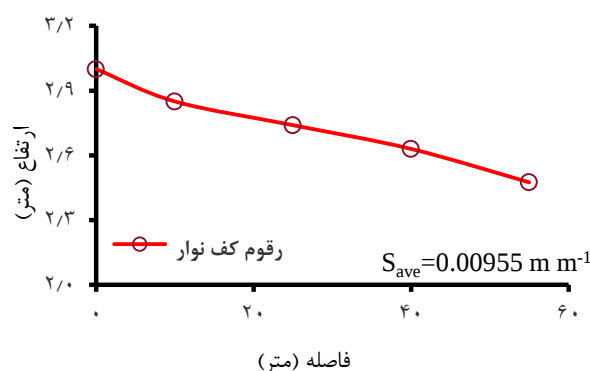
شکل ۲۸۸- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestMS2

۵-۲-۳- مزرعه 99WestS₁

در این مزرعه تکنیک تغییر آرایش کشت از تک‌ردیفه به دو ردیفه در نظر گرفته شد. عملیات کشت روی پشته با لحاظ فواصل کشت $0/3 \times 0/8$ متر در بخش شاهد و $0/4 \times 0/6$ متر در بخش تیمار صورت گرفت. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₁ در جدول ۱۳۸ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه در شکل ۲۸۹ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی مزرعه غیریکنواخت، مثبت، زیاد و معادل $0/955$ درصد می‌باشد.

جدول ۱۳۸- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₁

مزرعه 99WestS ₁	روش آبیاری	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	نواری	$0/00955$	بسته
شاهد	نواری	$0/00955$	بسته



شکل ۲۸۹- نیمرخ شیب طولی مزرعه 99WestS₁

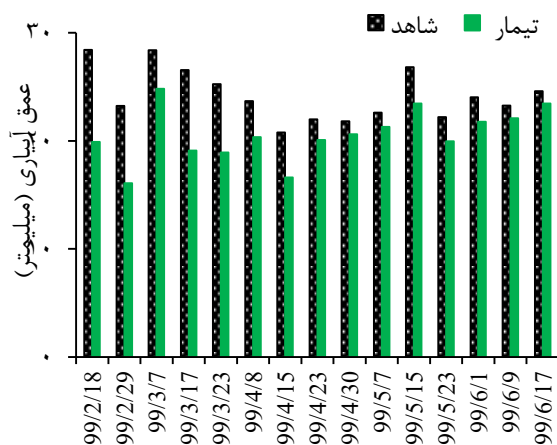
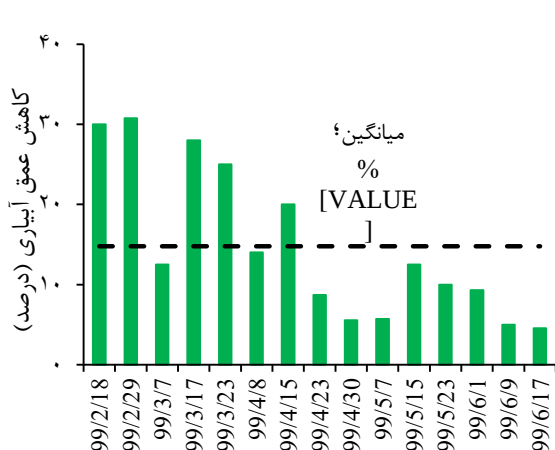
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS₁ در جدول ۱۳۹ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با $19/9$ و $28/4$ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با $16/1$ و $23/2$ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با $24/8$ و $28/4$ میلی‌متر بوده که تغییر روش کشت از تک‌ردیفه به دو ردیفه در تیمار موجب

کاهش ۱۹/۲ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۹۴/۲ و ۸۷/۹ درصد، در آبیاری دوم ۱۰۰ درصد و در آبیاری سوم ۶۳/۹ و ۸۱/۱ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۴ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

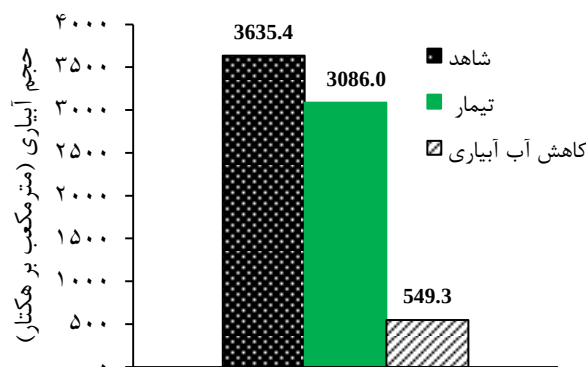
جدول ۱۳۹- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS1 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

مزرعه 99WestS ₁	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۱۸	۱۲/۷۹	۳۵	۱۹/۹	۲۵/۰	۹۴/۲
شاهد	۹۹/۲/۱۸	۱۲/۷۹	۱۵۰	۲۸/۴	۲۵/۰	۸۷/۹
تیمار	۹۹/۲/۲۹	۱۲/۰۶	۳۰	۱۶/۱	۲۴/۶	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۲/۲۹	۱۲/۰۶	۱۳۰	۲۳/۲	۲۶/۹	۱۰۰/۰
تیمار	۹۹/۳/۷	۱۵/۹۶	۳۵	۲۸/۴	۲۱/۱	۶۳/۹
شاهد	۹۹/۳/۷	۱۵/۹۶	۱۲۰	۲۸/۴	۲۳/۳	۸۲/۱

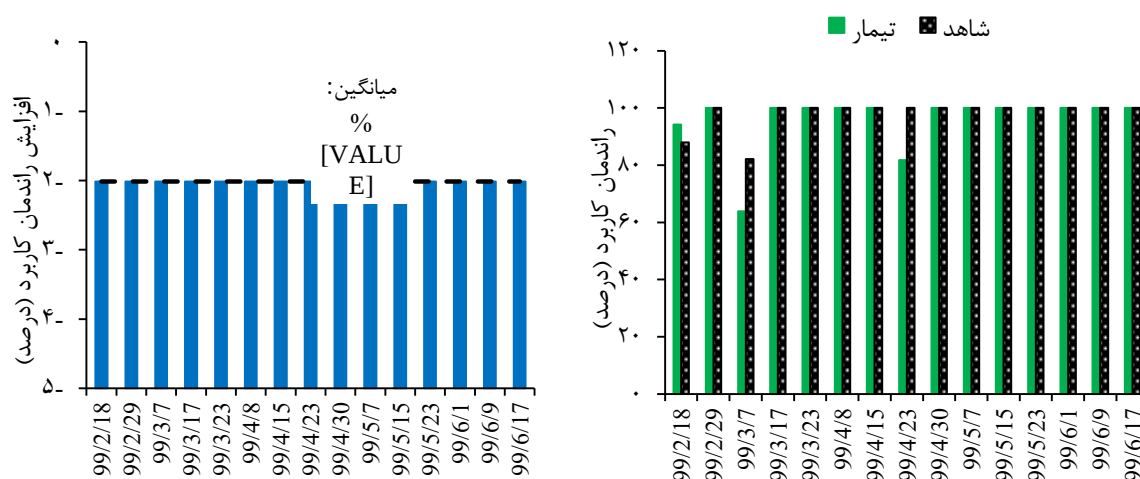
مزرعه 99WestS₁ طی فصل رشد محصول در ۱۵ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۹۰ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₁ به ترتیب ۳۰۸۶/۰ و ۳۶۳۵/۴ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۵۴۹/۳ مترمکعب بر هکتار (۱۵/۱ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۹۱). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۲۹۲ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۲ درصد کمتر از شاهد بود.



شکل ۲۹۰- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS1 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۹۱- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS1



شکل ۲۹۲- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS1 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS1 به ترتیب ۷۰۰۰ و ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۵۵/۵ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۴۰). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گوجه‌فرنگی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان میاندوآب) جزئی و ۸ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۸۲/۵ درصد برآورد گردید (جدول ۱۴۱). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۹۳ ترسیم گردیده است.

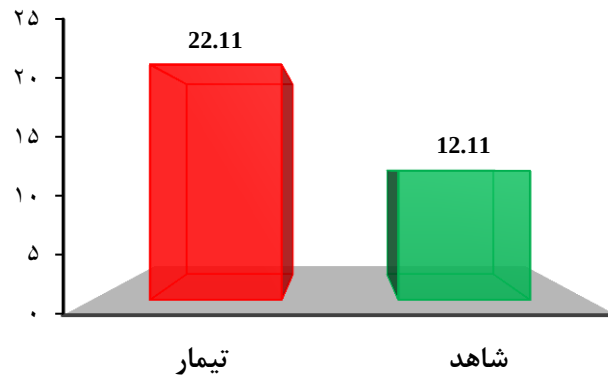
جدول ۱۴۰- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS1

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۲۲/۱۱	۱۲/۱۱	۲۲/۶۸	۱۲/۳۸	۷۰۰۰	۴۵۰۰

جدول ۱۴۱- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₁

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۱۵/۱	۱۰/۳۰	۸۳/۲	۸۲/۵

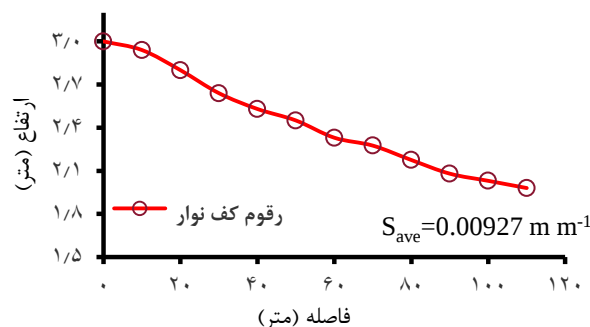
بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (کیلوگرم بر مترمکعب)

شکل ۲۹۳- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS₁۵-۲-۴- مزرعه 99WestS₂

در این مزرعه تکنیک تغییر آرایش کشت از تکریدیفه به دو ردیفه در نظر گرفته شد. عملیات کشت روی پشته با لحاظ فواصل کشت $0/3 \times 0/8$ متر در بخش شاهد و $0/4 \times 0/6$ متر در بخش تیمار صورت گرفت. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂ در جدول ۱۴۲ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه در شکل ۲۹۴ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی مزرعه غیریکنواخت، مثبت، زیاد و معادل $0/927$ درصد می‌باشد.

جدول ۱۴۲- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₂

مزرعه 99WestS ₂	روش آبیاری	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	نواری	$0/00955$	بسته
شاهد	نواری	$0/00955$	بسته

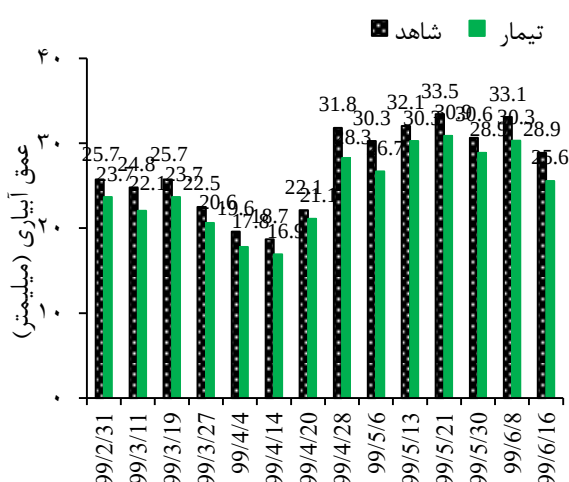
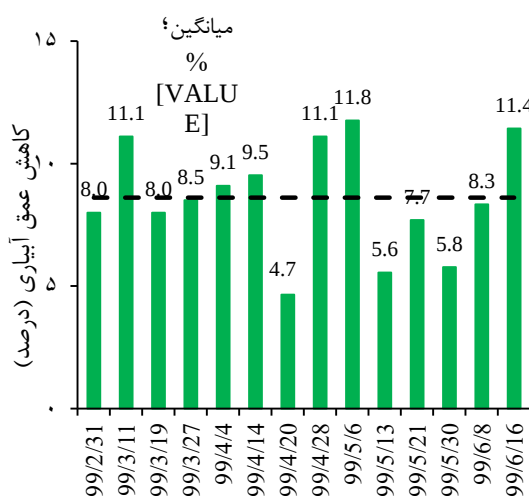
شکل ۲۹۴- نیمرخ شیب طولی مزرعه 99WestS₂

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS₂ در جدول ۱۴۳ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۲۳/۷ و ۲۵/۷ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۲۲/۱ و ۲۴/۸ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۲۳/۷ و ۲۵/۷ میلی‌متر بوده که تغییر روش کشت از تک ردیفه به دو ردیفه در تیمار موجب کاهش جزئی ۶/۹ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۵۸/۹ و ۷۰/۶ درصد، در آبیاری دوم ۵۹/۴ و ۷۶/۲ درصد و در آبیاری سوم ۷۳/۳ و ۸۰/۶ محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش ۱۲ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

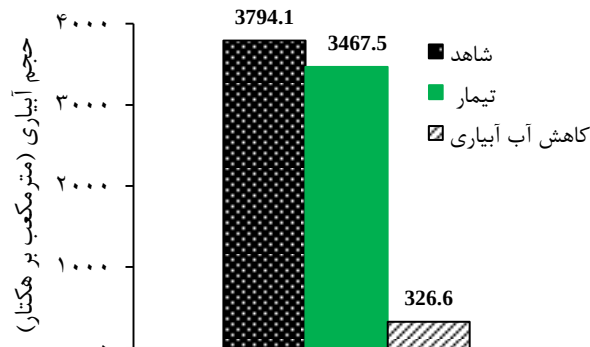
جدول ۱۴۳- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS₂ برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

مزرعه 99WestS ₂	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۳۱	۸/۷۲	۲۳۰	۲۳/۷	۱۸/۶	۵۸/۹
شاهد	۹۹/۲/۳۱	۸/۷۲	۲۵۰	۲۵/۷	۱۸/۲	۷۰/۶
تیمار	۹۹/۳/۱۱	۹/۳۴	۲۰۰	۲۲/۱	۱۷/۵	۵۹/۴
شاهد	۹۹/۳/۱۱	۹/۳۴	۲۲۵	۲۴/۸	۱۸/۹	۷۶/۲
تیمار	۹۹/۳/۱۹	۸/۷۲	۲۳۰	۲۳/۷	۲۳/۱	۷۳/۳
شاهد	۹۹/۳/۱۹	۸/۷۲	۲۵۰	۲۵/۷	۲۰/۷	۸۰/۶

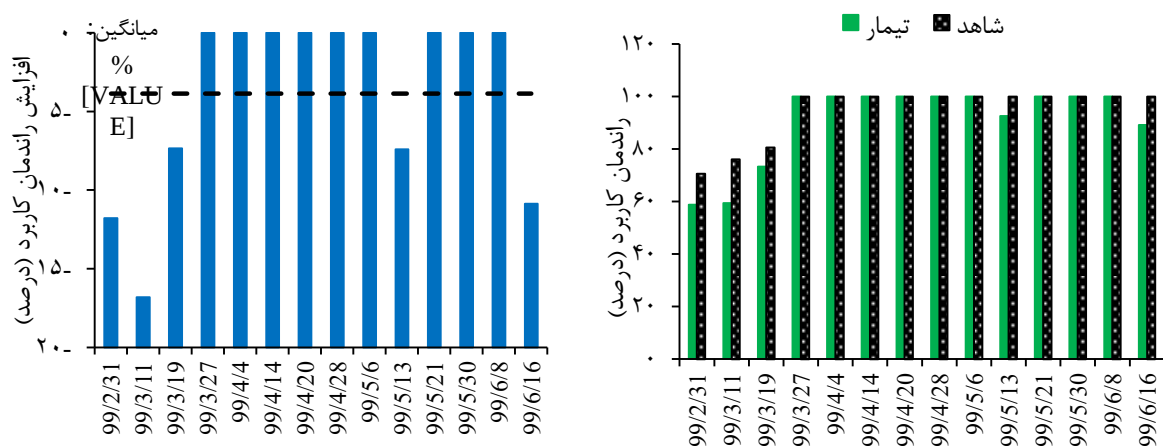
مزرعه 99WestS₂ طی فصل رشد محصول در ۱۴ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۲۹۵ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂ به ترتیب ۳۴۶۷/۵ و ۳۷۹۴/۱ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۳۲۶/۶ مترمکعب بر هکتار (۸/۶ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۲۹۶). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۲۹۷ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۳/۹ درصد کمتر از شاهد بود.



شکل ۲۹۵- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS2 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۲۹۶- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS2



شکل ۲۹۷- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS2 طی آبیاری‌های مختلف

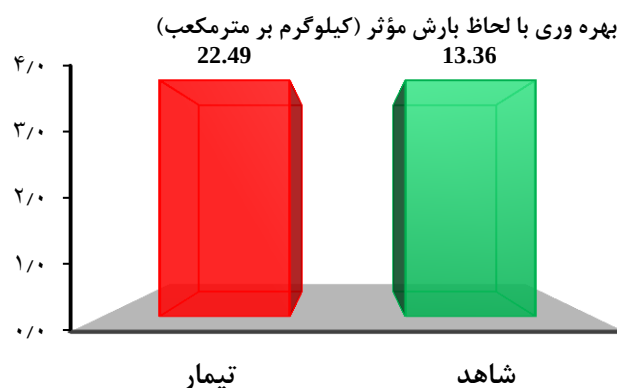
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂ به ترتیب ۷۸۰۰ و ۵۰۷۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۵۳/۸ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۴۴). مقدار افزایش بهره‌وری آب با لحاظ بارش مؤثر در بخش تیمار نسبت به شاهد ۶۸/۳ درصد برآورد گردید (جدول ۱۴۵). نمودار بهره‌وری آب با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۲۹۸ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۴۴- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS2

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۵۰۸۰۰	۷۸۰۰۰	۱۳/۳۶	۲۴/۴۹	۱۳/۳۶	۲۴/۴۹

جدول ۱۴۵- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS2

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۸/۶	۹/۱۳	۶۸/۳	۶۸/۳



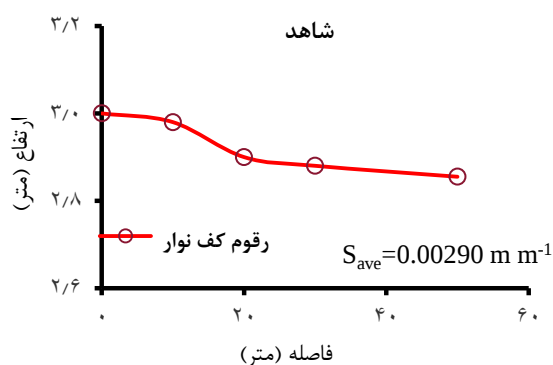
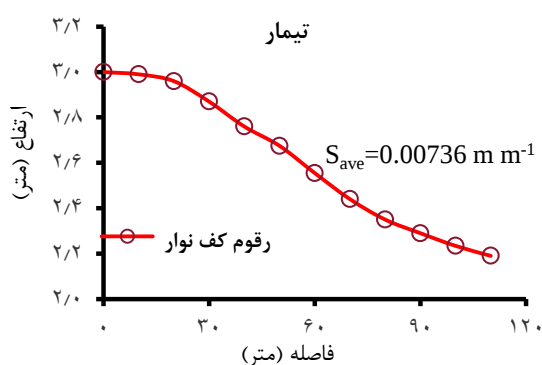
شکل ۲۹۸- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS2

۵-۲-۵- مزرعه 99WestS3

در این مزرعه تکنیک تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به تیپ در نظر گرفته شد. عملیات کشت روی پشته با لحاظ فواصل کشت 0.4×0.8 متر در بخش شاهد و 0.2×1.2 متر در بخش تیمار صورت گرفت. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS3 در جدول ۱۴۶ ارائه شده است. هم‌چنین پروفیل شیب طولی مزرعه در شکل ۲۹۹ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی تیمار و شاهد غیریکنواخت و به ترتیب 0.736 و 0.290 درصد می‌باشد.

جدول ۱۴۶- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS3

مزرعه 99WestS3	روش آبیاری	متوسط شیب طولی (m/m)	فواصل کشت (m×m)
تیمار	تیپ	0.00736	0.2×1.2
شاهد	جویچه‌ای	0.00290	0.4×0.8



شکل ۲۹۹- نیمرخ شیب طولی مزرعه 99WestS3

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS3 در جدول ۱۴۷ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق

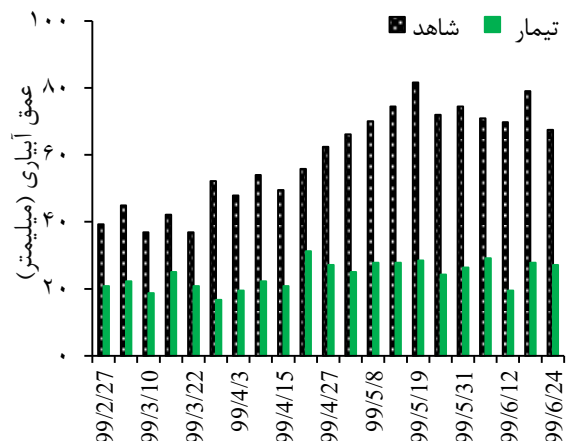
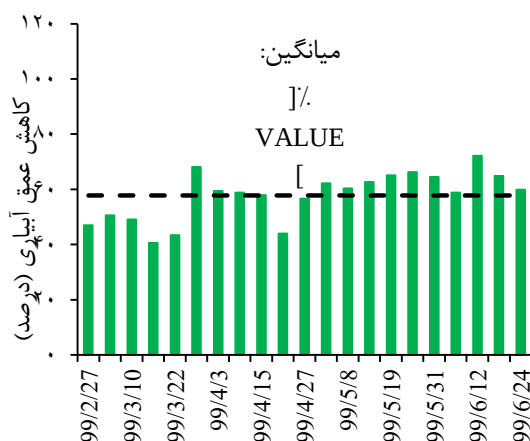
آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۲۰/۸ و ۳۹/۳ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۲۲/۲ و ۴۴/۹ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۱۸/۸ و ۳۶/۸ میلی‌متر بوده که تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به تیپ در تیمار موجب کاهش جزئی ۵۹/۳ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۱۰۰/۰ و ۶۸/۷ درصد، در آبیاری دوم ۹۴/۹ و ۶۷/۱ درصد و در آبیاری سوم ۹۸/۱ و ۷۱/۴ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۸/۶ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۱۴۷- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS3 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

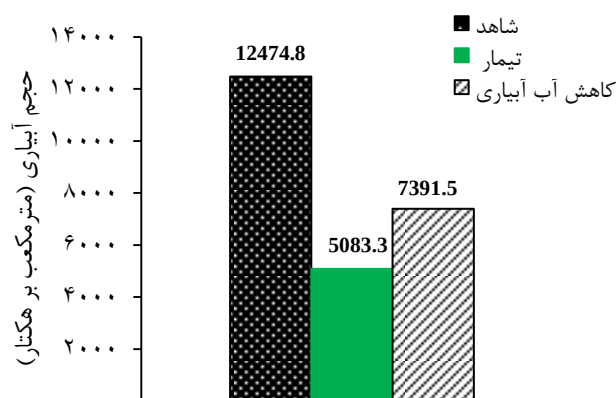
مزرعه 99WestS ₃	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۲۷	۱۱/۶	۱۵۰	۲۰/۸	۲۷/۰	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۲/۲۷	۱۸/۷	۳۵	۳۹/۳	۲۷/۰	۶۸/۷
تیمار	۹۹/۳/۳	۱۱/۶	۱۶۰	۲۲/۲	۳۰/۱	۹۴/۹
شاهد	۹۹/۳/۳	۱۷/۵	۴۰	۴۴/۹	۳۰/۱	۶۷/۱
تیمار	۹۹/۳/۱۰	۱۱/۶	۱۳۵	۱۸/۸	۲۶/۳	۹۸/۱
شاهد	۹۹/۳/۱۰	۱۸/۷	۳۵	۳۶/۸	۲۶/۳	۷۱/۴

* در بخش شاهد، پایش رطوبت صورت نگرفته و مقادیر تبخیر و تعرق واقعی آن معادل بخش تیمار در نظر گرفته شد.

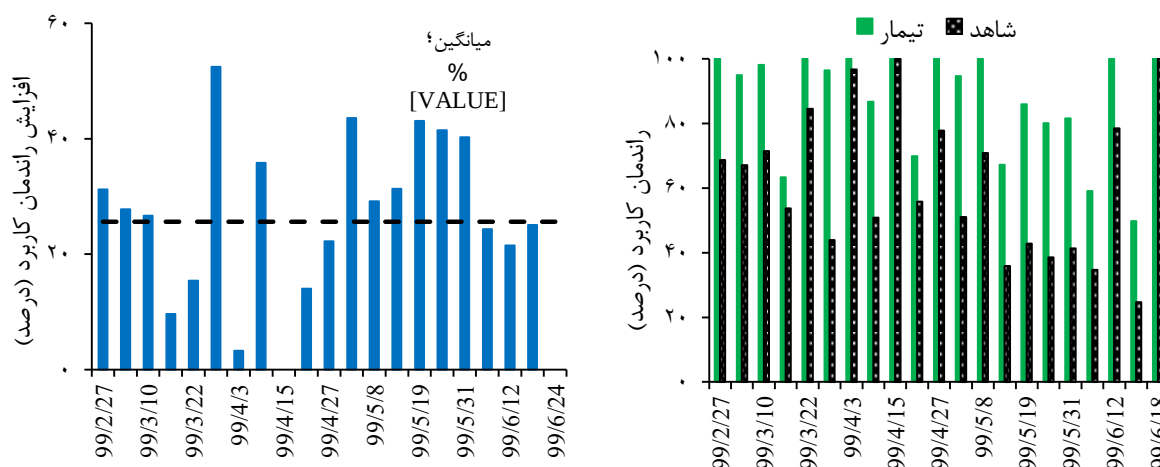
مزرعه 99WestS₃ طی فصل رشد محصول در ۲۱ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۰۰ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₃ به ترتیب ۵۰۸۳/۳ و ۱۲۴۷۴/۸ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۷۳۹۱/۵ مترمکعب بر هکتار (۵۹/۳ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۰۱). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۰۲ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به‌طور متوسط ۲۵/۶ درصد کمتر از شاهد بود.



شکل ۳۰۰- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS3 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۰۱- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS3



شکل ۳۰۲- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS3 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₃ به ترتیب ۸۵۰۰ و ۳۹۸۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش قابل توجه ۱۱۳/۶ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۴۸). مقدار افزایش بهره‌وری آب با لحاظ بارش مؤثر در بخش تیمار نسبت به شاهد ۴۲۵/۸ درصد برآورد گردید (جدول ۱۴۹). نمودار بهره‌وری آب با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۰۳ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۴۸- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS3

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱۶/۷۶	۳/۱۹	۱۶/۷۶	۳/۱۹	۸۵۰۰	۳۹۸۰۰

جدول ۱۴۹- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS3

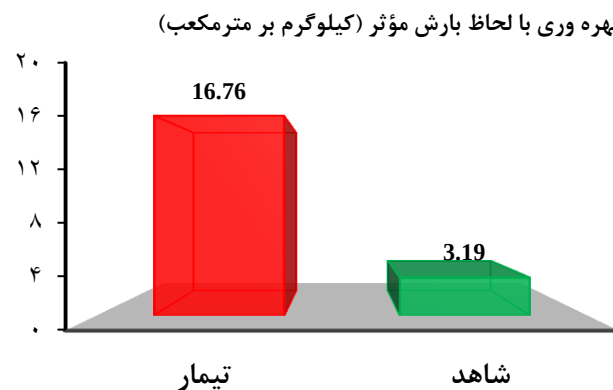
کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۱۶/۷۶	۳/۱۹	۱۶/۷۶	۳۹۸۰۰

۴۲۵/۸

۴۲۵/۸

۱۳/۵۸

۵۹/۴



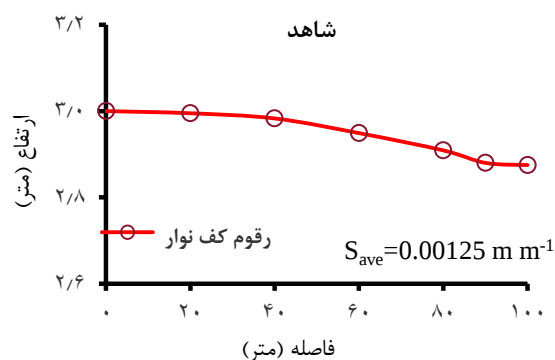
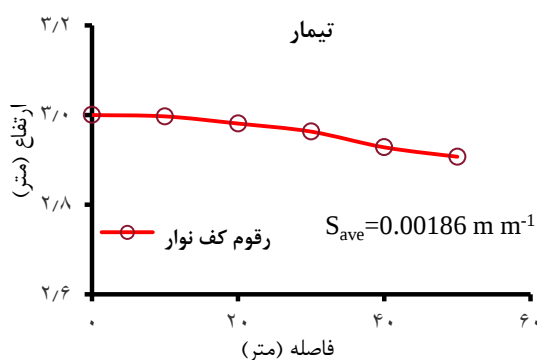
شکل ۳۰۳- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS3

۵-۲-۶- مزرعه 99WestS4

در این مزرعه تکنیک تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به تیپ در نظر گرفته شد. عملیات کشت روی پشته با لحاظ فاصله بوته‌ها ۰/۲ متر، فاصله دو ردیف کشت ۱ متر در تیمار و در شاهد با لحاظ فواصل بوته ۰/۴ متر و فاصله دو ردیف کشت ۰/۶ متر صورت گرفت. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS4 در جدول ۱۵۰ ارائه شده است. همچنین مطابق شکل ۳۰۴، شیب طولی نوار تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۱۸۶ و ۰/۱۲۵ درصد می‌باشد.

جدول ۱۵۰- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS4

مزرعه 99WestS4	روش آبیاری	طول × عرض (m×m)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	تیپ	۳۳/۵ × ۴۶	۰/۰۰۱۸۶	-
شاهد	جویچه‌ای	۸ × ۴۶	۰/۰۰۱۲۵	بسته



شکل ۳۰۴- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS4

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS4 در جدول ۱۵۱ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق

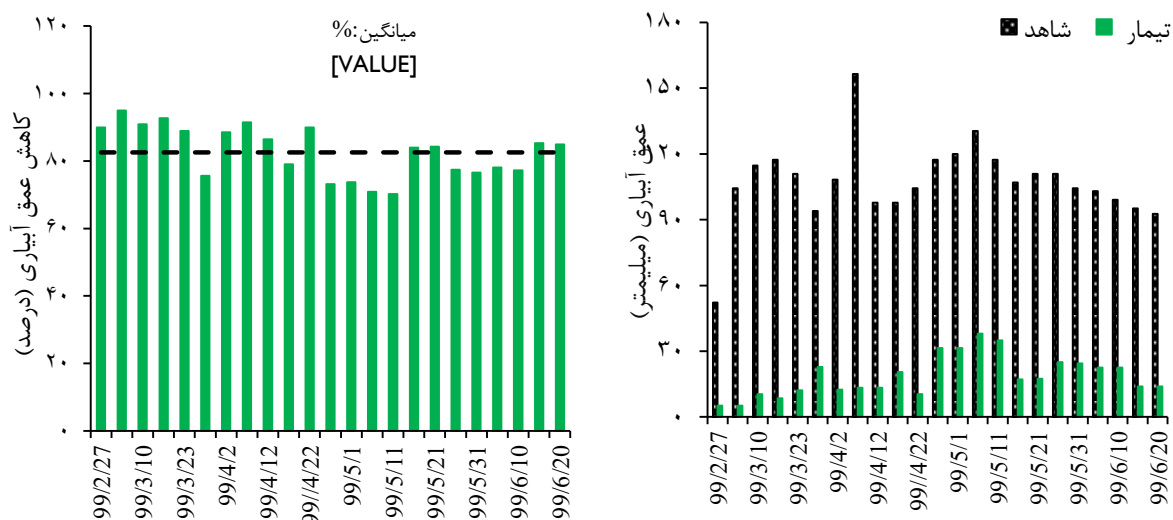
آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۵/۳ و ۵۲/۲ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۵/۳ و ۱۰۴/۲ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۱۰/۵ و ۱۱۴/۸ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری در تیمار موجب کاهش ۲۵۰/۳ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول برابر ۱۰۰ درصد، در آبیاری دوم به ترتیب ۱۰۰/۰ و ۸/۶ درصد و در آبیاری سوم ۹۹/۳ و ۱۳/۰ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۵۹/۳ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۱۵۱- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS4 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

مزرعه 99WestS4	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۲۷	۴/۵	۳۰	۵/۳	۶۱/۶*	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۲/۲۷	۸/۰	۴۰	۵۲/۲	۶۱/۶*	۱۰۰/۰
تیمار	۹۹/۳/۵	۴/۵	۳۰	۵/۳	۱۴/۴	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۳/۵	۸/۰	۸۰	۱۰۴/۲	۸/۹	۸/۶
تیمار	۹۹/۳/۱۰	۴/۵	۶۰	۱۰/۵	۱۴/۹*	۹۹/۳
شاهد	۹۹/۳/۱۰	۸/۰	۸۸	۱۱۴/۸	۱۴/۹*	۱۳/۰

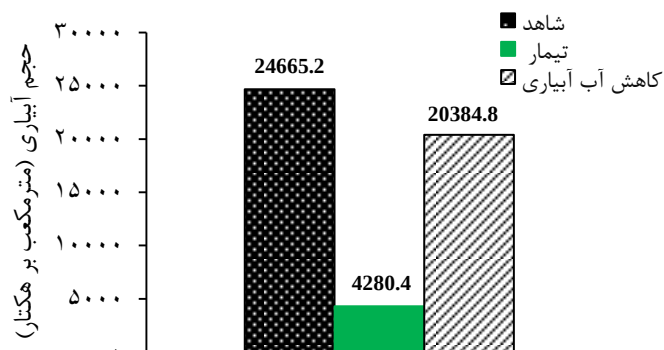
* با توجه به این که در این دو آبیاری پایش رطوبت توسط شرکت مجری صورت نگرفت مقدار تبخیر و تعرق واقعی با استفاده از داده‌های هواشناسی (نیاز خالص آبیاری) محاسبه گردید.

مزرعه 99WestS4 طی فصل رشد محصول در ۲۳ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۰۵ می‌باشد. بر این اساس متوسط کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد در مزرعه 99WestS4 حدود ۸۲/۶ درصد محاسبه شد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS4 به ترتیب ۴۲۸۰/۴ و ۲۴۶۶۵/۲ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۰۳۸۴/۸ مترمکعب بر هکتار تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۰۶). مقدار آب آبیاری در بخش شاهد به دلیل برنامه‌ریزی نامناسب کشاورز بسیار بیشتر از بخش تیمار است. مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۰۷ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۶۰/۴ درصد بیشتر از شاهد بود.

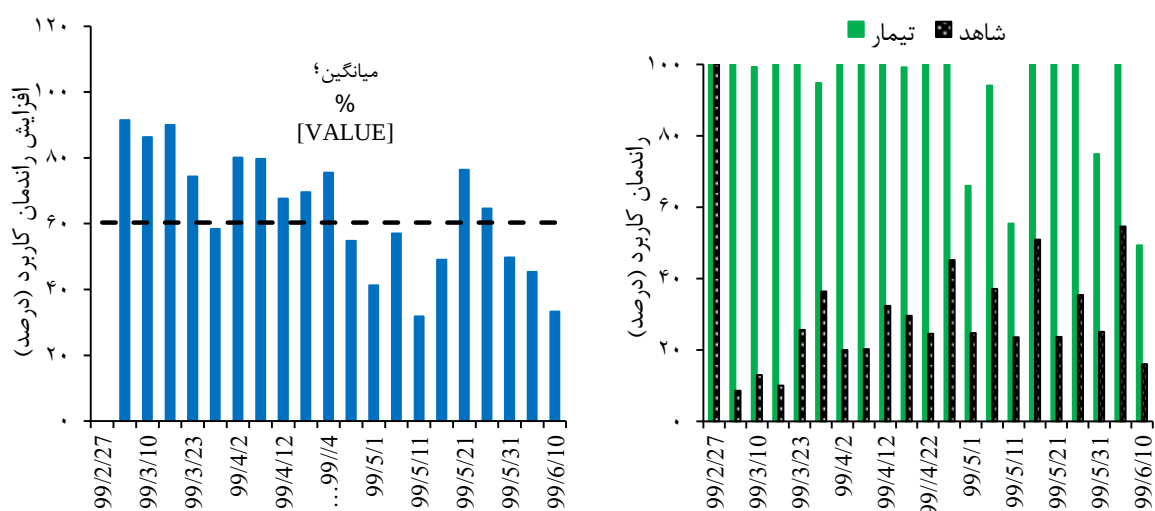


شکل ۲۹۷

شکل ۳۰۵- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS4 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۰۶- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS4



شکل ۳۰۷- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS4 طی آبیاری‌های مختلف

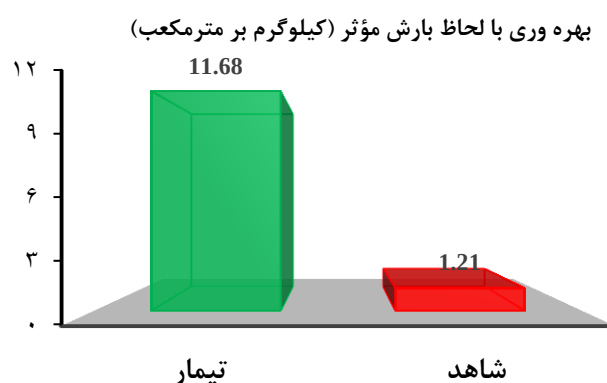
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS4 به ترتیب ۵۰۰۰ و ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۶۶/۶ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۵۲). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد گوجه‌فرنگی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ به ترتیب ۰ و ۱۳/۶ میلی‌متر برای تیمار و شاهد بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد بسیار زیاد و معادل ۸۶۵/۷ درصد برآورد گردید (جدول ۱۵۳) که یکی از دلایل اصلی آن اختلاف زیاد مقادیر آب آبیاری تیمار و شاهد است. نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۰۸ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۵۲- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS4

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱۱/۶۸	۱/۲۱	۱۱/۶۸	۱/۲۲	۵۰۰۰	۳۰۰۰

جدول ۱۵۳- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS4

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۸۲/۶	۱۰/۴۶	۸۶۰/۴	۸۶۵/۷



شکل ۳۰۸- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS4

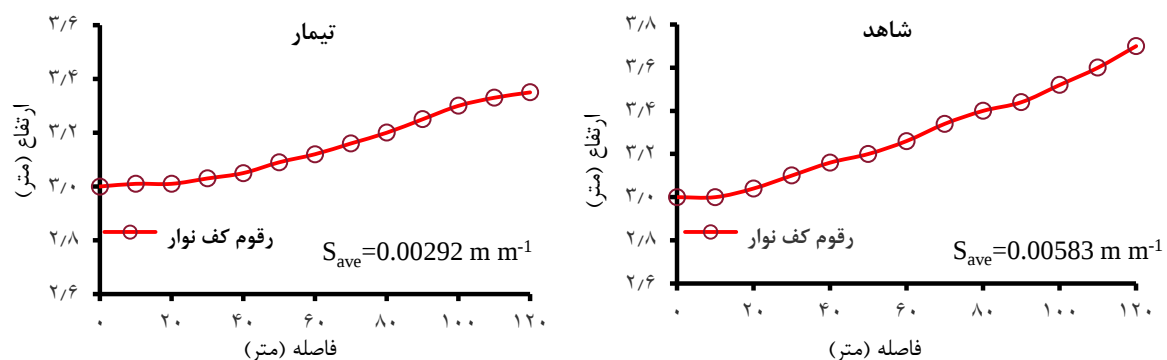
۵-۲-۷- مزرعه 99WestS5

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۱۲۰ و ۴/۵ متر و طول شیارهای تیمار ۱۲۰ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS5 در جدول ۱۵۴ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۳۰۹ نشان

داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد منفی، زیاد و به ترتیب ۰/۵۸۳ و ۰/۲۹۲ درصد می باشد که این امر موجب افزایش عمق آبیاری به خصوص در بخش شاهد می گردد.

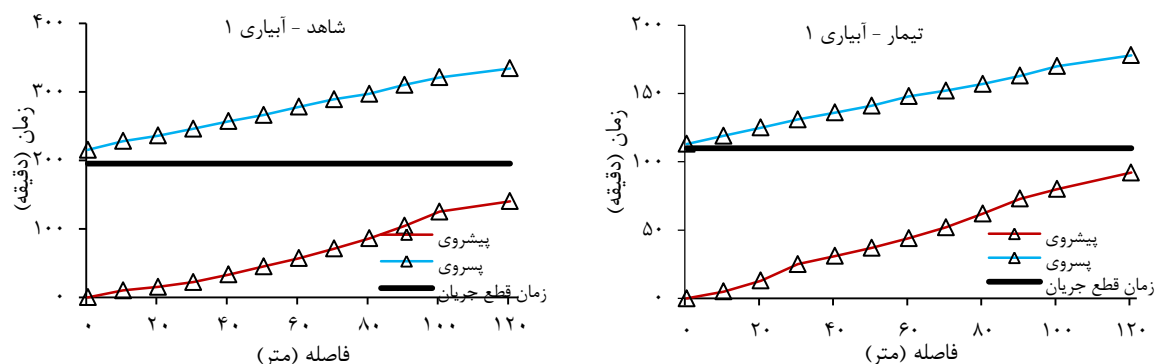
جدول ۱۵۴- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS5

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول×عرض (m×m)	فاصل درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS5
بسته	۰/۰۰۲۹۲	۴/۵×۱۲۰	۳×۴/۵	شیاری دوطرفه	تیمار
بسته	۰/۰۰۵۸۳	۴/۵×۱۲۰	۳×۴/۵	نواری	شاهد



شکل ۳۰۹- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS5

اولین آبیاری در تاریخ ۹۸/۸/۲۴ صورت گرفت. پیشروی آب در تیمار ۹۲ دقیقه و در شاهد ۱۴۰ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۷/۲۵ و ۸/۷۲ لیتر بر ثانیه اندازه گیری گردید (شکل ۳۱۰).



شکل ۳۱۰- پیشروی و پسروی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS5- آبیاری اول

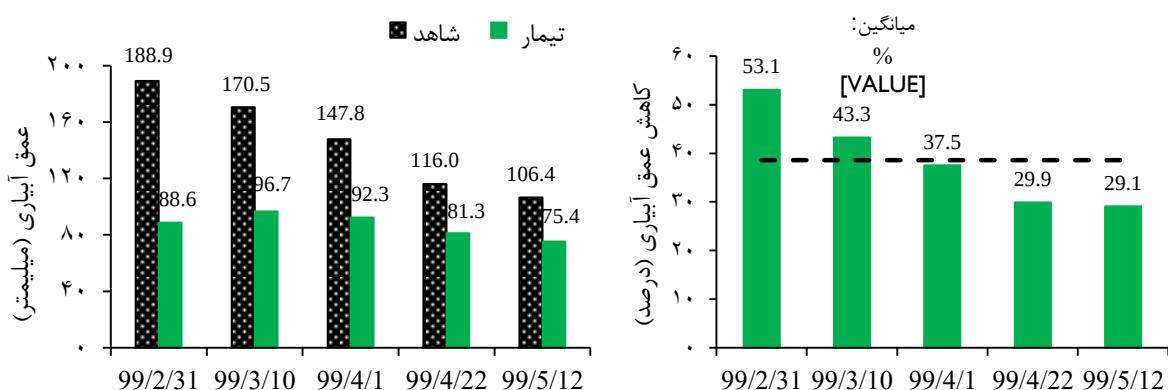
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS5 در جدول ۱۵۵ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۸۸/۶ و ۱۸۸/۹ میلی متر، در آبیاری دوم برابر با ۹۶/۷ و ۱۷۰/۵ میلی متر و در آبیاری سوم برابر با ۹۲/۳ و ۱۴۷/۸ میلی متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری در تیمار موجب کاهش ۷۶/۵ میلی متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با

۶۶/۷ و ۳۹/۶ درصد، در آبیاری دوم ۶۱/۶ و ۴۰/۹ درصد و در آبیاری سوم ۵۹/۳ و ۳۹/۳ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۲/۶ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

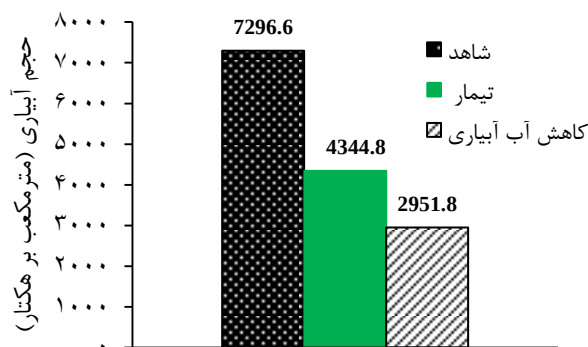
جدول ۱۵۵- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS5 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

راندمان کاربرد (%)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	عمق آبیاری (mm)	مدت آبیاری (min)	دبی متوسط ورودی (lit/s)	تاریخ آبیاری	باغ 99WestS5
۶۶/۷	۷۸/۹	۸۸/۶	۱۰۰	۷/۲۵	۹۹/۲/۳۱	تیمار
۳۹/۶	۳۹/۶	۱۸۸/۹	۱۹۵	۸/۷۲	۹۹/۲/۳۱	شاهد
۶۱/۶	۶۱/۶	۹۶/۷	۹۴	۷/۲۵	۹۹/۳/۱۰	تیمار
۴۰/۹	۴۰/۹	۱۷۰/۵	۱۷۶	۸/۷۲	۹۹/۳/۱۰	شاهد
۵۹/۳	۵۹/۳	۹۲/۳	۹۰	۷/۲۵	۹۹/۴/۱	تیمار
۳۹/۳	۳۹/۳	۱۴۷/۸	۱۵۶	۸/۵۳	۹۹/۴/۱	شاهد

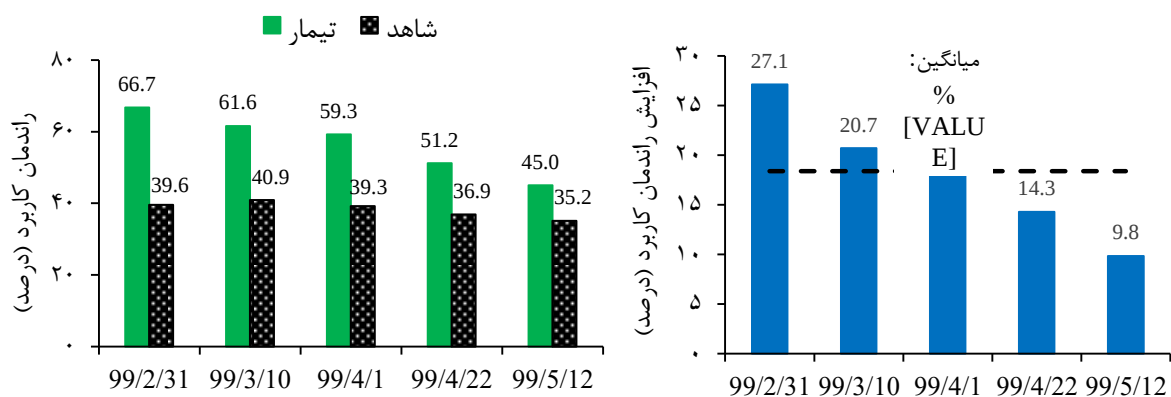
باغ 99WestS5 طی فصل رشد محصول در ۵ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۱۱ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS5 به ترتیب ۴۳۴۴/۸ و ۷۲۹۶/۶ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۹۵۱/۸ مترمکعب بر هکتار (۴۰/۵ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۱۲). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۱۳ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به‌طور متوسط ۱۸/۴ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۳۱۱- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS5 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۱۲- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS5



شکل ۳۱۳- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS5 طی آبیاری‌های مختلف

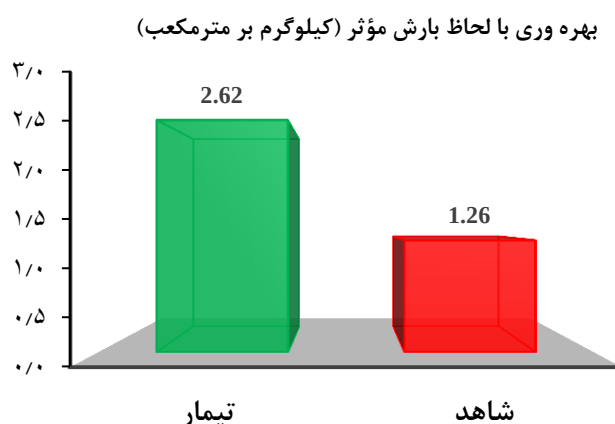
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₅ به ترتیب ۱۳۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۳۰ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۵۶). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد هلو-شلیل در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان میاندوآب) ۶۱ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۱۰۷/۴ درصد برآورد گردید (جدول ۱۵۷). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۱۴ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۵۶- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS5

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۱۰۰۰۰	۱۳۰۰۰	۱/۳۷	۲/۹۹	۱/۲۶	۲/۶۲

جدول ۱۵۷- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS5

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۴۰/۵	۱۱۸/۳	۱/۶	۱۰۷/۴



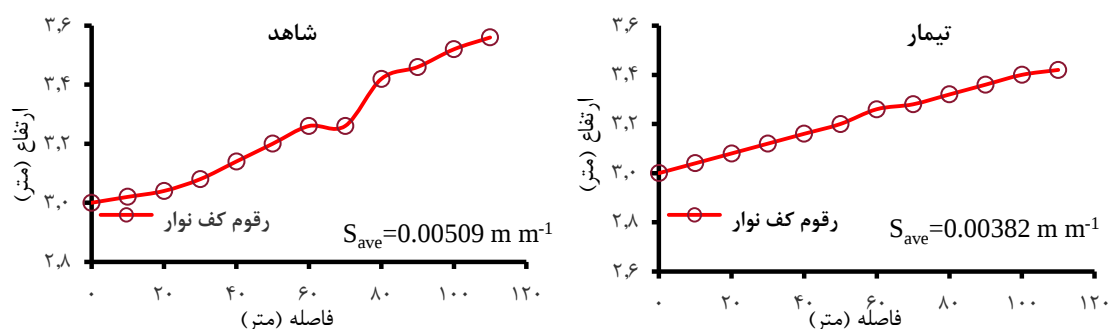
شکل ۳۱۴- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS5

۵-۲-۸- مزرعه 99WestS6

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۱۱۰ و ۷/۵ متر و طول شیارهای تیمار ۱۱۰ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS6 در جدول ۱۵۸ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۳۱۵ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد منفی، زیاد و به ترتیب ۰/۳۸۲ و ۰/۵۰۹ درصد می‌باشد.

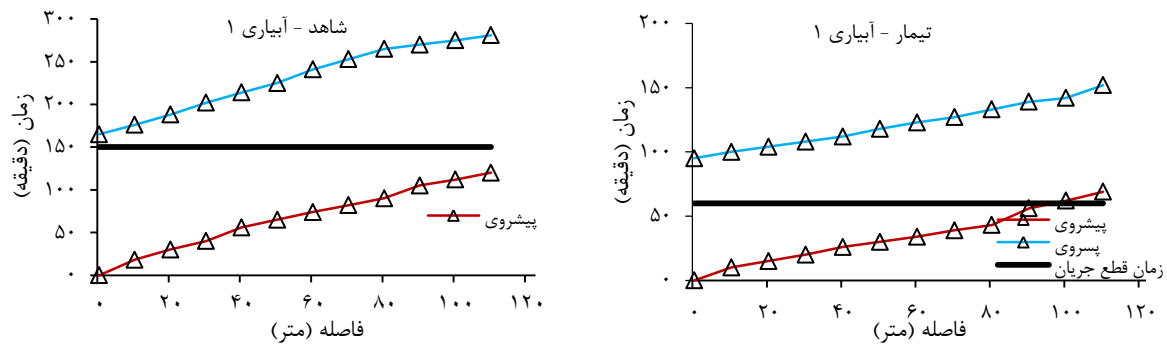
جدول ۱۵۸- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS6

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول×عرض (m×m)	فواصل درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS6
بسته	۰/۰۰۳۸۲	۵×۱۱۰	۵×۵	شیاری دو طرفه	تیمار
بسته	۰/۰۰۵۰۹	۷/۵×۱۱۰	۶×۶	نواری	شاهد



شکل ۳۱۵- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS6

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۲/۱۵ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۱۲۰ دقیقه و در شاهد ۶۹ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۸/۶۱ و ۸/۷۱ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳۱۶).



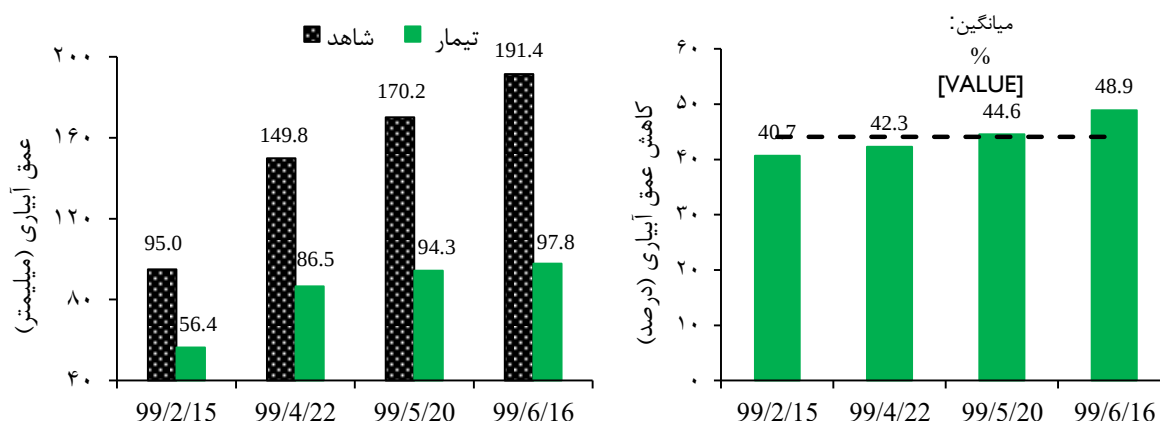
شکل ۳۱۶- پیشروی و پسروی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS6- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS₆ در جدول ۱۵۹ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۵۶/۴ و ۹۵/۰ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۸۶/۵ و ۱۴۹/۸ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۹۴/۳ و ۱۷۰/۲ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه در تیمار موجب کاهش ۱۷۷/۸ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۹۵/۳ و ۴۶/۵ درصد، در آبیاری دوم ۶۶/۴ و ۳۰/۸ درصد و در آبیاری سوم ۶۹/۳ و ۲۶/۴ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۴۲/۴ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

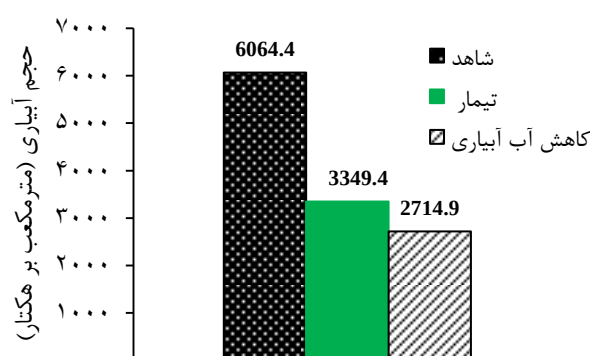
جدول ۱۵۹- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS₆ برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

راندمان کاربرد	تبخیر و تعرق واقعی	عمق آبیاری	مدت آبیاری	دبی متوسط ورودی	تاریخ آبیاری	باغ 99WestS ₆
(%)	(mm)	(mm)	(min)	(lit/s)		
۹۵/۳	۷۱/۶	۵۶/۴	۶۰	۸/۶۱	۹۹/۲/۲۵	تیمار
۴۶/۵	۴۴/۲	۹۵/۰	۱۵۰	۸/۷۱	۹۹/۲/۱۵	شاهد
۶۶/۴	۷۶/۶	۸۶/۵	۹۲	۸/۶۲	۹۹/۴/۲۲	تیمار
۳۰/۸	۴۶/۱	۱۴۹/۸	۲۰۰	۱۰/۳۰	۹۹/۴/۲۲	شاهد
۶۹/۳	۸۷/۱	۹۴/۳	۱۰۰	۸/۶۵	۹۹/۵/۲۰	تیمار
۲۶/۴	۴۵/۰	۱۷۰/۲	۲۲۰	۱۰/۶۳	۹۹/۵/۲۰	شاهد

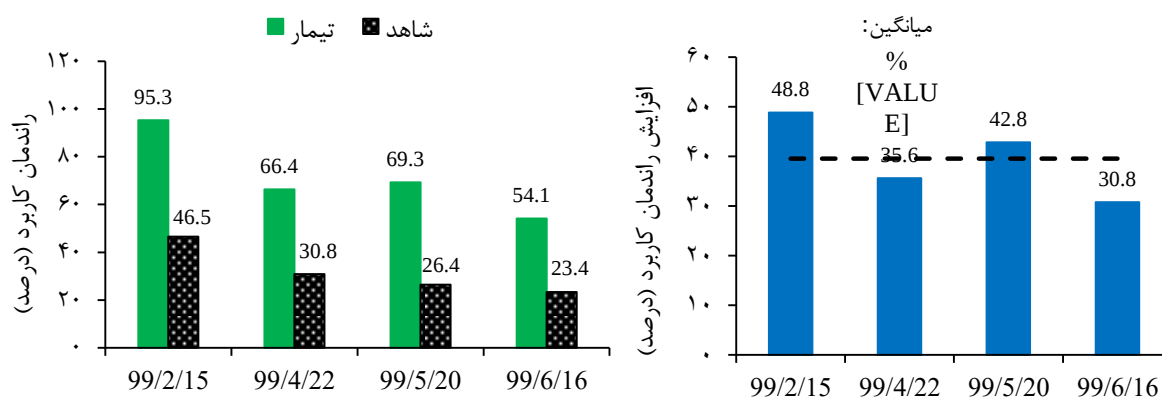
باغ 99WestS₆ طی فصل رشد محصول در ۴ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۱۷ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS₆ به ترتیب ۳۳۴۹/۴ و ۶۰۶۴/۴ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۷۱۴/۹ مترمکعب بر هکتار (۴۴/۸ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۱۸). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۱۹ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۳۹/۵ درصد افزایش یافت.



شکل ۳۱۷- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS6 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۱۸- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS6



شکل ۳۱۹- مقایسه مقادیر راندمن کاربرد در باغ 99WestS6 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS6 به ترتیب ۷۰۰۰ و ۴۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۶۶/۶ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۶۰). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان میاندوآب) ۶۰/۵ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در

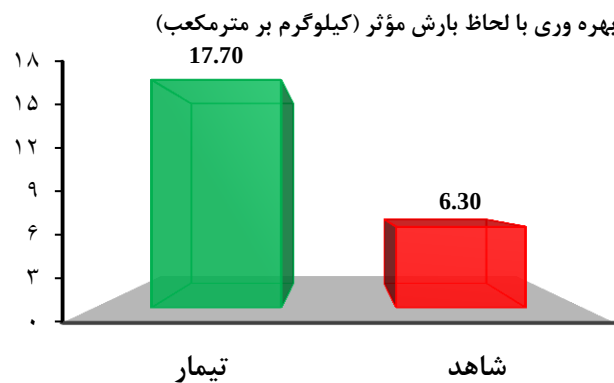
بخش تیمار نسبت به شاهد ۱۸۱/۱ درصد برآورد گردید (جدول ۱۶۱). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۲۰ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۶۰- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS6

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱۷/۷۰	۶/۳۰	۲۰/۹۰	۶/۹۳	۷۰۰۰۰	۴۲۰۰۰

جدول ۱۶۱- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS6

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۴۴/۸	۱۳/۹۷	۲۰/۱/۸	۱۸۱/۱



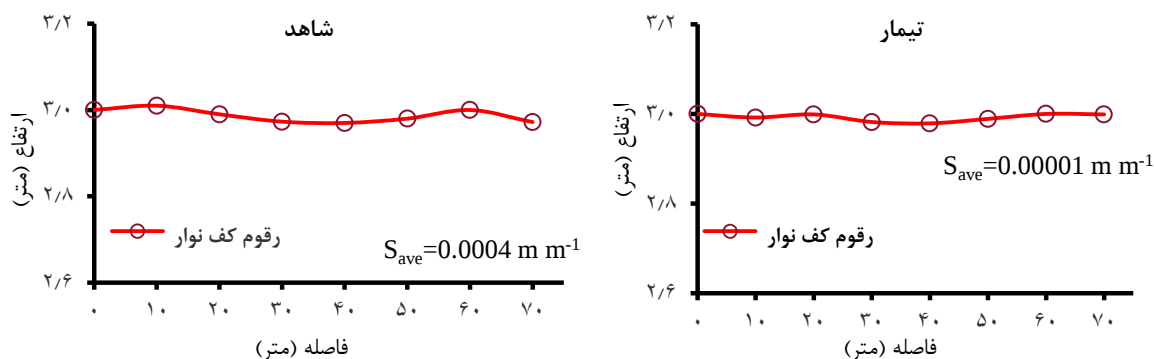
شکل ۳۲۰- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS6

۵-۲-۹- مزرعه 99WestS7

در این مزرعه تکنیک تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به تیپ در نظر گرفته شد. عملیات کشت روی پشته در بخش شاهد با لحاظ فاصله بوته‌ها ۰/۵ متر، فاصله دو ردیف کشت ۱/۵ متر و عرض جویچه ۰/۴۲ متر صورت گرفت. در بخش تیمار نیز فاصله بوته‌ها ۰/۴ متر و فاصله دو ردیف کشت ۱/۶ متر در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS7 در جدول ۱۶۲ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۳۲۱ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد جزئی و به ترتیب ۰/۰۰۱ و ۰/۰۴ درصد می‌باشد.

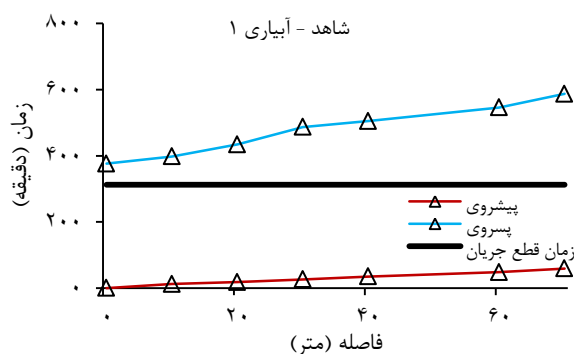
جدول ۱۶۲- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS7

مزرعه 99WestS7	روش آبیاری	طول × عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	تیپ	۵۵ × ۷۲	۰/۰۰۰۰۱	بسته
شاهد	جویچه‌ای	۴۲/۵ × ۷۰/۵	۰/۰۰۰۴۰	بسته



شکل ۳۲۱- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS7

اولین آبیاری (خاک‌آب) در تاریخ ۹۹/۲/۲۳ صورت گرفت. پیش‌روی آب در شاهد ۵۹ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۶/۱ و ۵/۷ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳۲۲).



شکل ۳۲۲- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوار شاهد مورد آزمایش مزرعه 99WestS7- آبیاری اول

شکل ۳۱۴

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS7 در جدول ۱۶۳ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۱۲/۳ و ۳۵/۶ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۷/۴ و ۳۱/۸ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۱۳/۳ و ۳۳/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به تیپ موجب کاهش ۶۸ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد در دو آبیاری اول ۱۰۰ درصد و در آبیاری سوم به ترتیب برابر با ۱۰۰ و ۵۴ درصد محاسبه گردید که بیان‌گر افزایش ۱۵ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۱۶۳- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS7 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

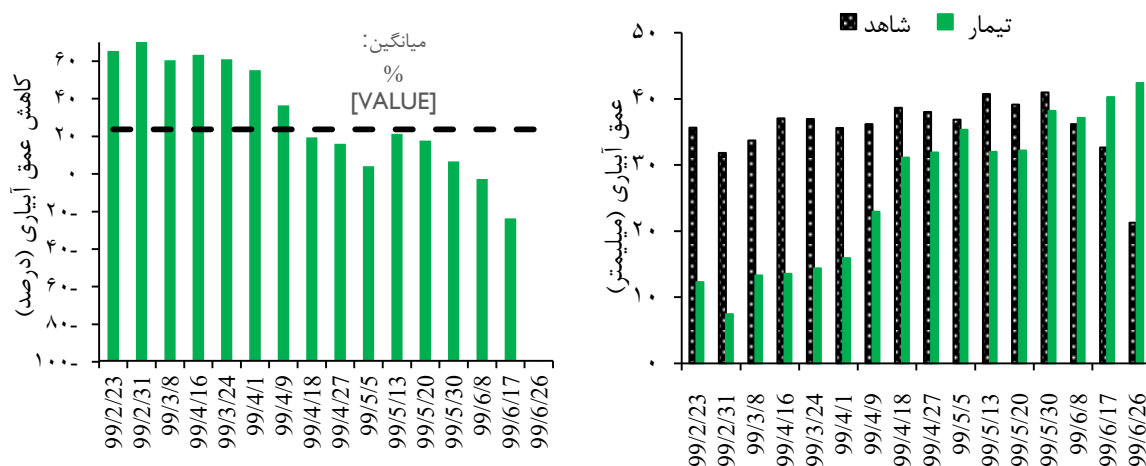
مزرعه 99WestS7	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۲۳	۶/۱	۱۳۵	۱۲/۳	۳۹/۰*	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۲/۲۳	۵/۷	۳۱۲	۳۵/۶	۴۹/۷*	۱۰۰/۰

۱۰۰/۰	۳۳/۷	۷/۴	۸۲	۶/۱	۹۹/۲/۳۱	تیمار
۱۰۰/۰	۴۵/۰	۳۱/۸	۲۸۹	۵/۵	۹۹/۲/۳۱	شاهد
۱۰۰/۰	۱۸/۲**	۱۳/۳	۱۴۶	۶/۱	۹۹/۳/۸	تیمار
۵۴/۰	۱۸/۲**	۳۳/۷	۲۹۵	۵/۷	۹۹/۳/۸	شاهد

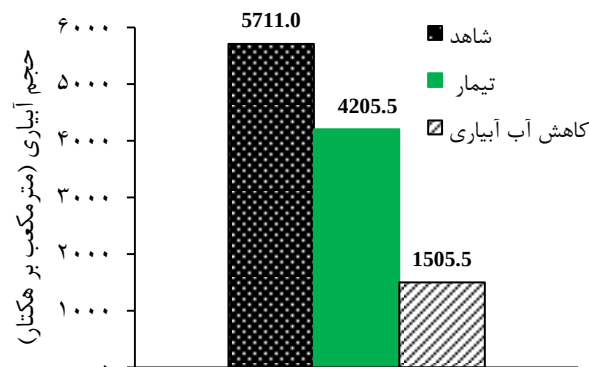
* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌های وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که بنابر توصیه تیم پایش، نیاز خالص با لحاظ عمق توسعه ریشه ۳۰ سانتی‌متر برآورد گردید.

** در این آبیاری رطوبت پایش نشده و از نیاز خالص آبیاری به‌منظور برآورد راندمان کاربرد استفاده گردید.

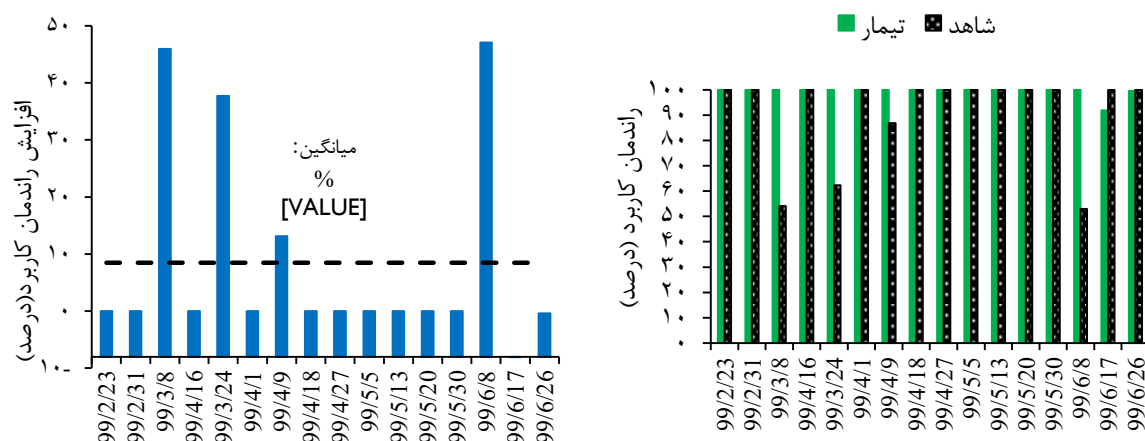
مزرعه 99WestS7 طی فصل رشد محصول در ۱۶ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۲۳ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS7 به‌ترتیب ۴۲۰۵/۵ و ۵۷۱۱/۰ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۵۰۵/۵ مترمکعب بر هکتار (۲۶/۴ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۲۴). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۲۵ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۸/۵ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۳۲۳- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS7 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۲۴- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS7



شکل ۳۲۵- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS7 طی آبیاری‌های مختلف

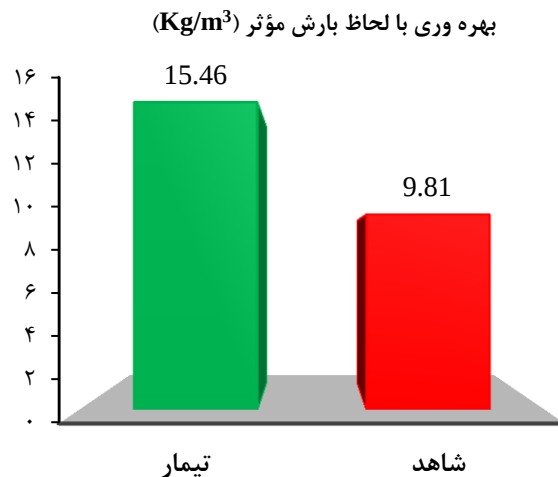
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS7 به ترتیب ۶۵۰۰۰ و ۵۶۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۱۶/۱ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۶۴). مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۵۷/۶ درصد برآورد گردید (جدول ۱۶۵). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۲۶ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۶۴- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS7

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۵۶۰۰۰	۶۵۰۰۰	۹/۸۱	۱۵/۴۶	۹/۸۱	۱۵/۴۶

جدول ۱۶۵- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS7

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۲۶/۴	۵/۶۵	۵۷/۶	۵۷/۶



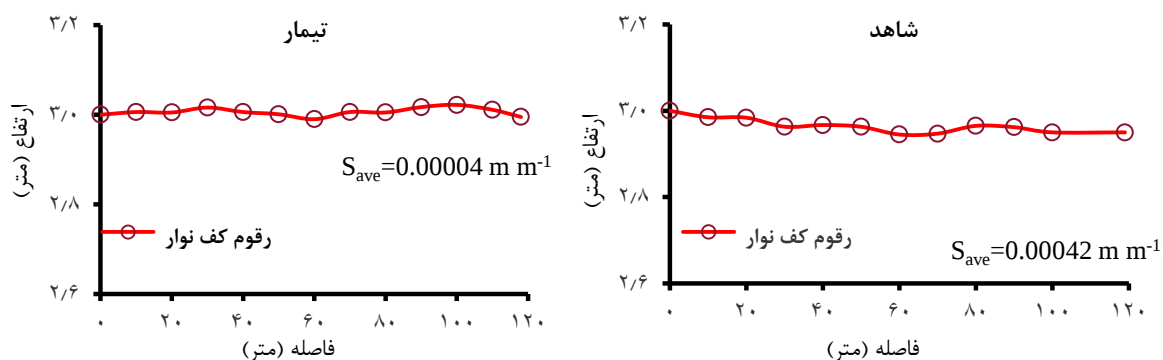
شکل ۳۲۶- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS7

۵-۲-۱۰- مزرعه 99WestS8

در این مزرعه تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به جویچه‌ای و کشت دو ردیف روی پشته (کشت 60×40) در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار شاهد به ترتیب ۱۱۹ و ۶ متر، فواصل کشت بوته ۵/۰ متر و در بخش تیمار نیز طول و عرض جویچه به ترتیب ۱۲۸ و ۴/۰ متر، فاصله بوته‌ها در ردیف کشت و بین دو ردیف ۴/۰ متر در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS8 در جدول ۱۶۶ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۳۲۷ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد جزئی، یکنواخت و به ترتیب ۰/۰۴۲ و ۰/۰۰۴ درصد می‌باشد.

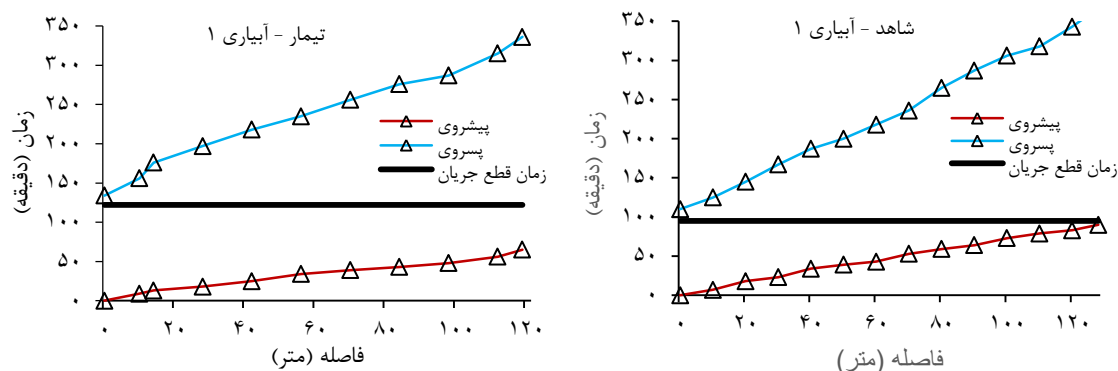
جدول ۱۶۶- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS8

مزرعه 99WestS8	روش آبیاری	طول × عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای	۱۰ × ۱۲۸	۰/۰۰۰۰۴	بسته
شاهد	نواری	۶ × ۱۱۹	۰/۰۰۰۴۲	بسته



شکل ۳۲۷- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS8

اولین آبیاری (خاک‌آب) در تاریخ ۹۹/۲/۱۰ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۶۵ دقیقه و در شاهد ۹۰ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۱۴/۳۹ و ۱۵/۳۴ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳۲۸).



شکل ۳۲۸- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه 99WestS8 در تیمار و شاهد- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS8 در جدول ۱۶۷ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۸۲/۳ و ۱۲۲/۴ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۸۵/۱ و ۱۷۸/۶ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۸۷/۸ و ۲۰۵/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به جویچه‌ای در تیمار موجب کاهش ۲۵۱/۶ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۸۵/۳ و ۵۹/۵ درصد، در آبیاری دوم ۷۱/۷ و ۳۹/۰ درصد و در آبیاری سوم ۷۲/۰ و ۳۷/۸ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۳۰/۹ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

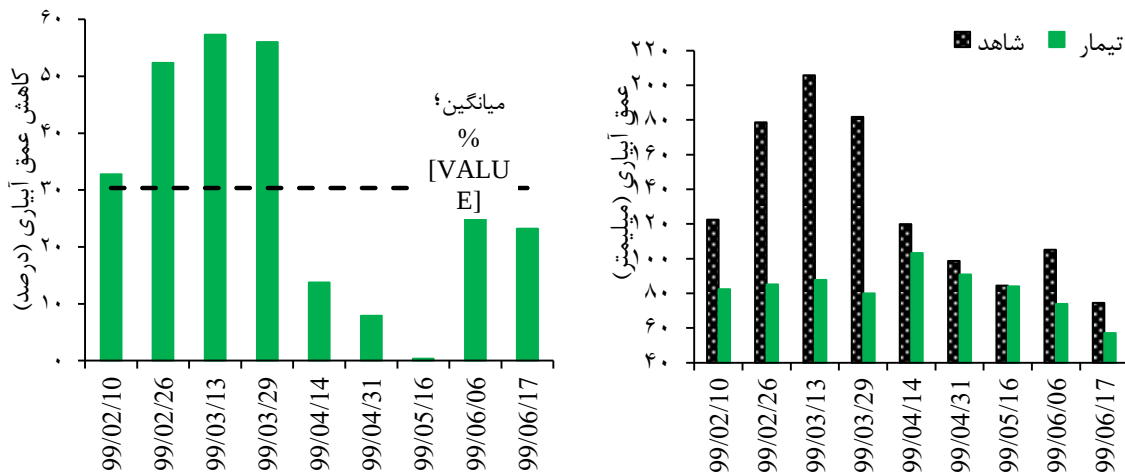
جدول ۱۶۷- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS8 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

مزرعه 99WestS8	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۱۰	۱۴/۳۹	۱۲۲	۸۲/۳	۷۰/۳*	۸۵/۳
شاهد	۹۹/۲/۱۰	۱۵/۳۴	۹۵	۱۲۲/۴	۷۲/۹*	۵۹/۵
تیمار	۹۹/۲/۲۶	۱۴/۱۸	۱۲۸	۸۵/۱	۶۱/۱	۷۱/۷
شاهد	۹۹/۲/۲۶	۱۹/۵۰	۱۰۹	۱۷۸/۶	۶۹/۶	۳۹/۰
تیمار	۹۹/۳/۱۳	۱۴/۱۳	۱۰۶	۸۷/۸	۶۳/۲	۷۲/۰
شاهد	۹۹/۳/۱۳	۱۹/۷۴	۱۲۴	۲۰۵/۷	۷۷/۷	۳۷/۸

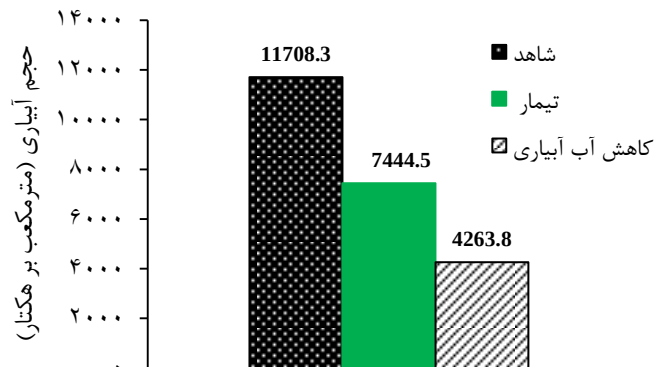
* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که بنابر توصیه تیم پایش، نیاز خالص با لحاظ عمق توسعه ریشه ۳۰ سانتی‌متر برآورد گردید.

مزرعه 99WestS8 طی فصل رشد محصول در ۹ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۲۹ می‌باشد. میزان آب آبیاری در

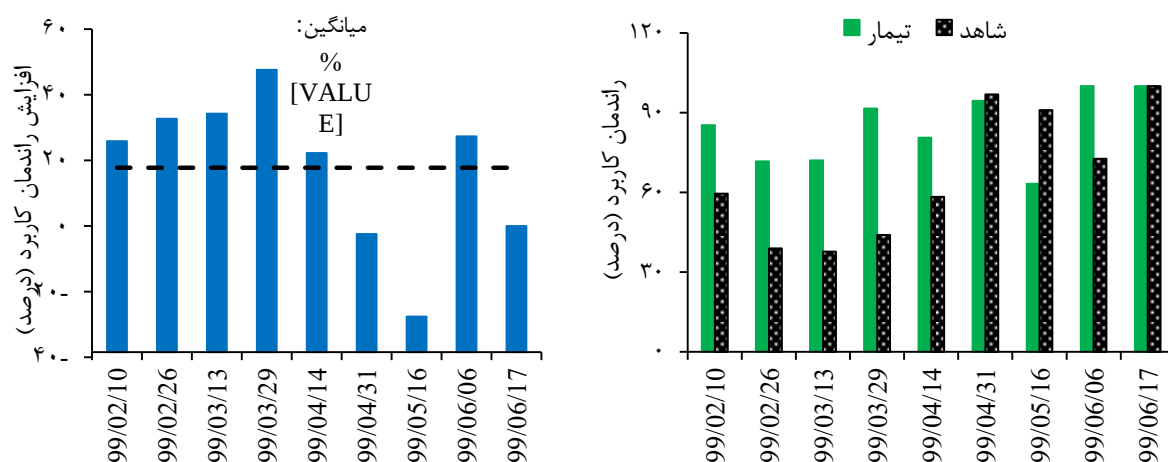
تیمار و شاهد مزرعه 99WestS8 به ترتیب ۷۴۴۴/۵ و ۱۱۷۰۸/۳ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۴۲۶۳/۸ مترمکعب بر هکتار (۳۶/۴ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۳۰). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۳۱ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۱۷/۸ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۳۲۹- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS8 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۳۰- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS8



شکل ۳۳۱- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS8 طی آبیاری‌های مختلف

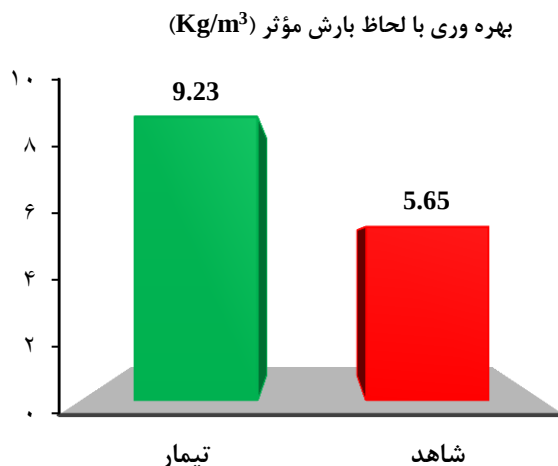
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS8 به‌ترتیب ۷۰۰۰ و ۶۷۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۴/۵ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۶۸). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد چغندر قند در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان میاندوآب) ۱۴ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۶۳/۲ درصد برآورد گردید (جدول ۱۶۹). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۳۲ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۶۸- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS8

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۹/۲۳	۵/۶۵	۹/۴۰	۵/۷۲	۷۰۰۰	۶۷۰۰۰

جدول ۱۶۹- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS8

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۳۶/۴	۳/۶۸	۶۴/۳	۶۳/۲



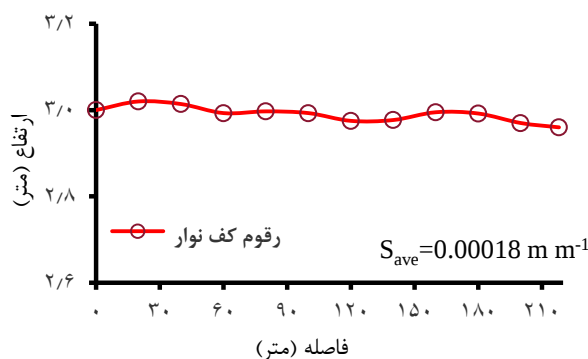
شکل ۳۳۲- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS8

۵-۲-۱۱- مزرعه 99WestS9

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۲۱۸ و ۹ متر و طول شیارهای تیمار ۲۱۸ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS9 در جدول ۱۷۰ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی باغ در شکل ۳۳۳ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی باغ جزئی و ۰/۰۱۸ درصد می‌باشد.

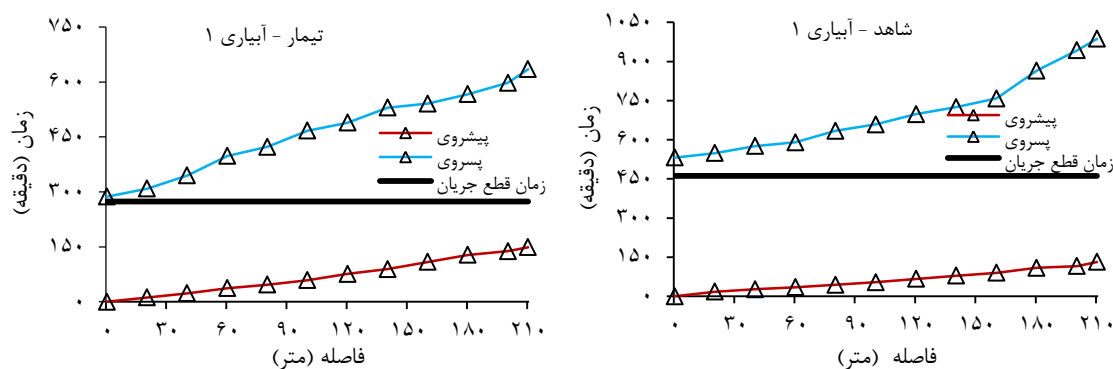
جدول ۱۷۰- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS9

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول×عرض (m×m)	فواصل درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS9
بسته	۰/۰۰۰۱۸	۹×۲۱۸	۷/۵×۹	شیاری دو طرفه	تیمار
بسته	۰/۰۰۰۱۸	۹×۲۱۸	۷/۵×۹	نواری	شاهد



شکل ۳۳۳- نیمرخ شیب طولی باغ 99WestS9

اولین آبیاری در تاریخ ۹۸/۸/۲۴ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۱۴۹ دقیقه و در شاهد ۱۳۲ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۹/۰۳ و ۹/۱۵ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳۳۴).



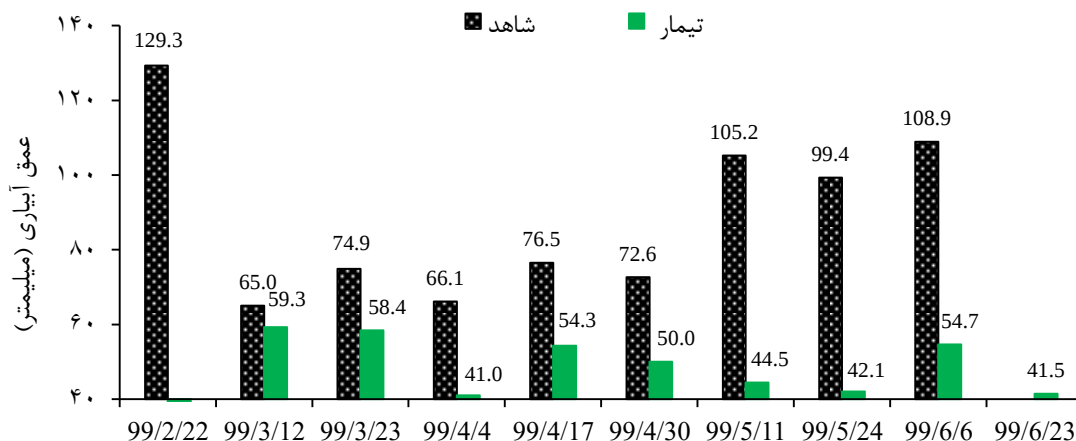
شکل ۳۳۴- پیشروی و پسروی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS9- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS9 در جدول ۱۷۱ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۳۷/۸ و ۱۲۹/۳ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۵۹/۳ و ۶۵/۰ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۵۸/۴ و ۷۴/۹ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به شیبی دو طرفه در تیمار موجب کاهش ۱۱۳/۷ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۱۰۰/۰ و ۴۷/۲ درصد، در آبیاری دوم ۱۰۰/۰ و ۷۲/۹ درصد و در آبیاری سوم ۹۳/۶ و ۸۹/۷ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۸ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

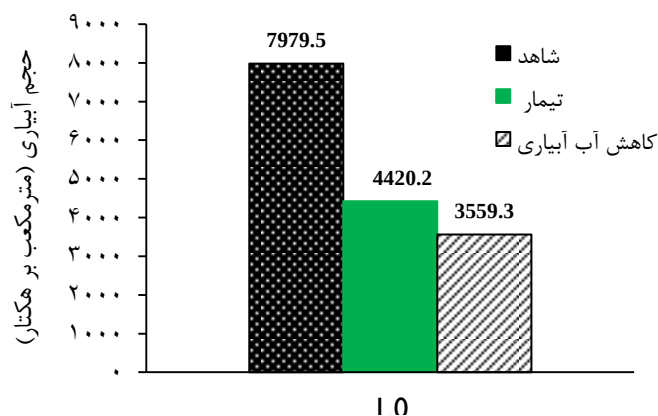
جدول ۱۷۱- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS9 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

باغ 99WestS9	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۲۲	۹/۰۳	۲۷۴	۳۷/۸	۶۵/۲*	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۲/۲۲	۹/۱۵	۴۶۲	۱۲۹/۳	۶۱/۰*	۴۷/۲
تیمار	۹۹/۳/۱۲	۱۲/۱۹	۳۱۸	۵۹/۳	۱۰۵/۸	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۳/۱۲	۴/۶۸	۴۵۴	۶۵/۰	۴۷/۴	۷۲/۹
تیمار	۹۹/۳/۲۳	۱۱/۴۰	۳۳۵	۵۸/۴	۶۰/۳	۹۳/۶
شاهد	۹۹/۳/۲۳	۵/۶۸	۴۳۱	۷۴/۹	۶۷/۲	۸۹/۷

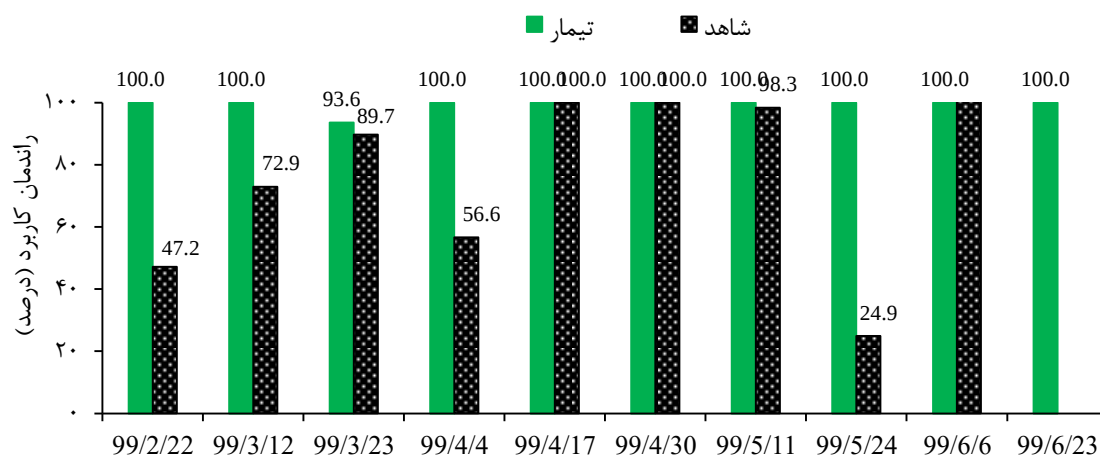
بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS9 طی فصل رشد محصول به‌ترتیب در ۱۰ و ۹ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد مطابق شکل ۳۳۵ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS9 به‌ترتیب ۴۴۲۰/۲ و ۷۹۷۹/۵ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۳۵۵۹/۳ مترمکعب بر هکتار (۴۴/۶ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۳۶). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۳۷ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۲۱/۸ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۳۳۵- مقایسه مقادیر عمق آبیاری در باغ 99WestS9 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۳۶- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS9



شکل ۳۳۷- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS9 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS9، ۲۹۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۱۷۲). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب در

سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان میاندوآب) ۳۲ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۷۵/۱ درصد برآورد گردید (جدول ۱۷۳). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۳۸ ترسیم گردیده است.

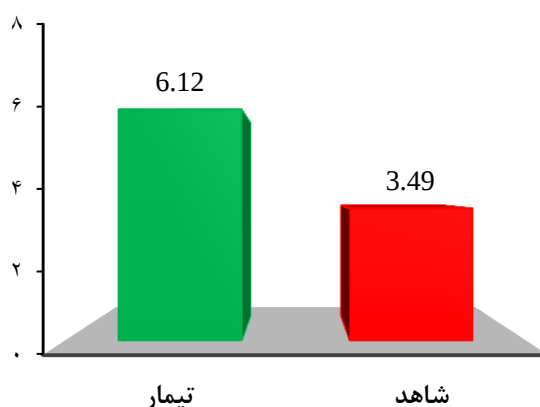
جدول ۱۷۲- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS9

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۶/۱۲	۳/۴۹	۶/۵۶	۳/۶۳	۲۹۰۰۰	۲۹۰۰۰

جدول ۱۷۳- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS9

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۴۴/۶	۲/۹۳	۸۰/۵	۷۵/۱

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)



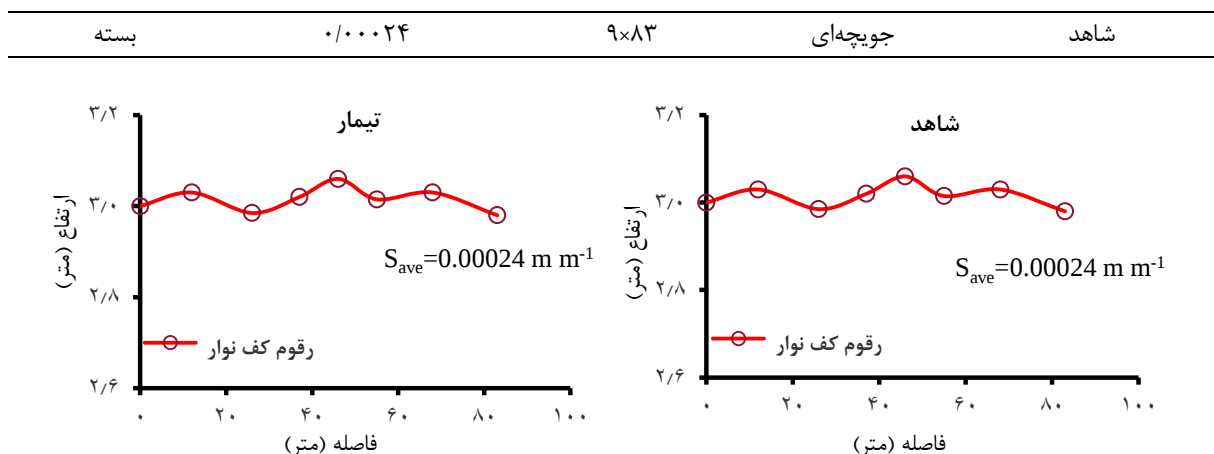
شکل ۳۳۸- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS9

۵-۲-۱۲- مزرعه 99WestS₁₀

در این مزرعه تکنیک تغییر آرایش کشت از تک‌ردیفه به دو ردیفه در نظر گرفته شد. عملیات کشت روی پشته با لحاظ فاصله بوته‌ها ۰/۳ متر، فاصله دو ردیف کشت ۰/۸۵ متر و طول جویچه ۸۳ متر و در بخش‌های تیمار و شاهد صورت گرفت. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₁₀ در جدول ۱۷۴ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه در شکل ۳۳۹ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی مزرعه ۰/۰۲۴ درصد می‌باشد.

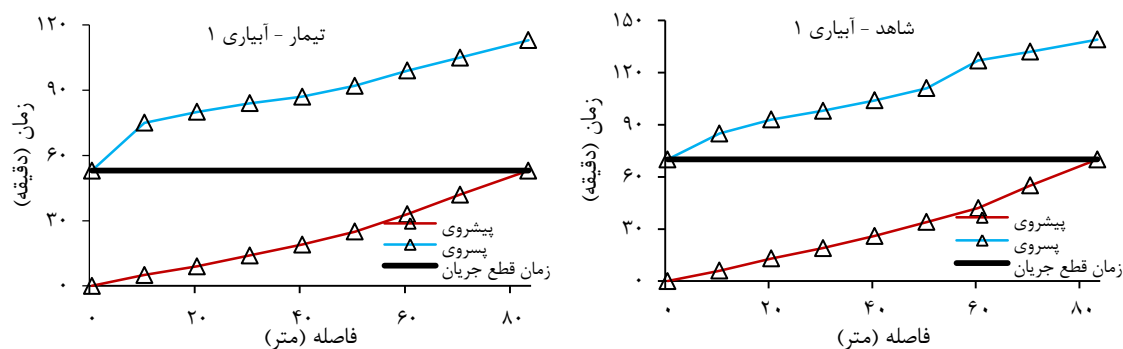
جدول ۱۷۴- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₁₀

مزرعه 99WestS ₁₀	روش آبیاری	طول × عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای	۹ × ۸۳	۰/۰۰۰۲۴	بسته



شکل ۳۳۹- نیمرخ شیب طولی مزرعه 99WestS10

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۱۵ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۵۳ دقیقه و در شاهد ۷۰ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد ۱۶/۸۱ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳۴۰).



شکل ۳۴۰- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه 99WestS10 در تیمار و شاهد- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS10 در جدول ۱۷۵ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۷۱/۶ و ۹۴/۵ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۵۷/۷ و ۸۰/۸ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۵۴/۰ و ۷۹/۶ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر آرایش کشت از تک‌ردیفه به دو ردیفه در تیمار موجب کاهش ۷۱/۶ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۳۸/۳ و ۳۰/۳ درصد، در آبیاری دوم ۵۴/۰ و ۳۹/۷ درصد و در آبیاری سوم ۷۳/۱ و ۵۲/۹ درصد محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۱۴/۱ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

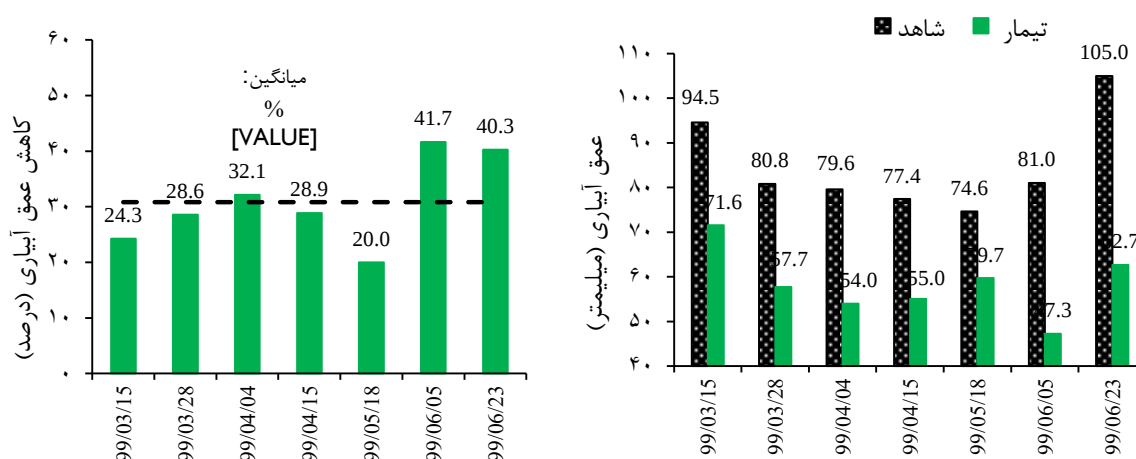
جدول ۱۷۵- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS10

برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

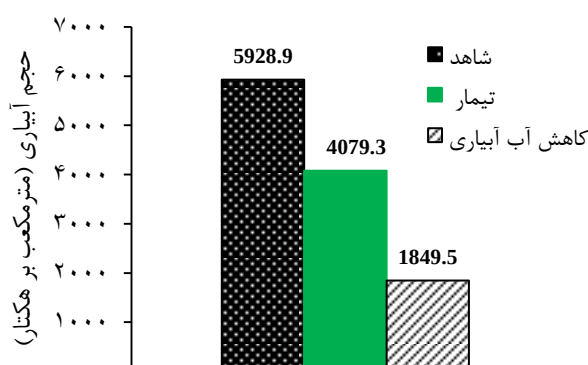
مزرعه 99WestS10	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۱۵	۱۶/۸۱	۵۳	۷۱/۶	۲۸/۹	۳۸/۳

۳۰/۳	۲۸/۶	۹۴/۵	۷۰	۱۶/۸۱	۹۹/۳/۱۵	شاهد
۵۴/۰	۳۲/۸	۵۷/۷	۴۵	۱۵/۹۶	۹۹/۳/۲۸	تیمار
۳۹/۷	۳۲/۱	۸۰/۸	۶۳	۱۵/۹۶	۹۹/۳/۲۸	شاهد
۷۳/۱	۴۱/۵	۵۴/۰	۳۸	۱۷/۶۹	۹۹/۴/۴	تیمار
۵۲/۹	۴۲/۱	۷۹/۶	۵۶	۱۷/۶۹	۹۹/۴/۴	شاهد

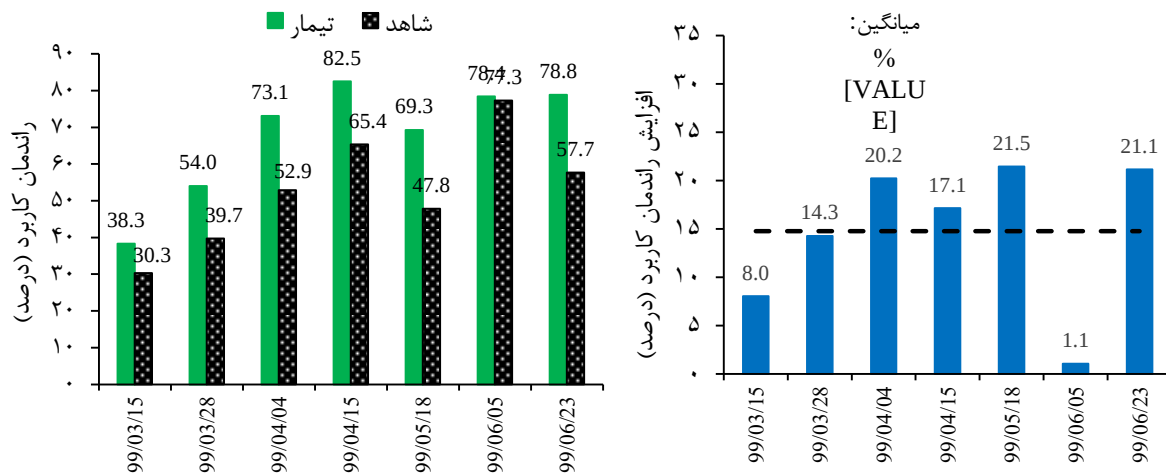
مزرعه 99WestS₁₀ طی فصل رشد محصول در ۷ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۴۱ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₁₀ به‌ترتیب ۴۰۷۹/۳ و ۵۹۲۸/۹ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۸۴۹/۵ مترمکعب بر هکتار (۳۱/۲ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۴۲). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۴۳ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۱۴/۸ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۳۴۱- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS₁₀ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۴۲- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₁₀



شکل ۳-۴۳- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS10 طی آبیاری‌های مختلف

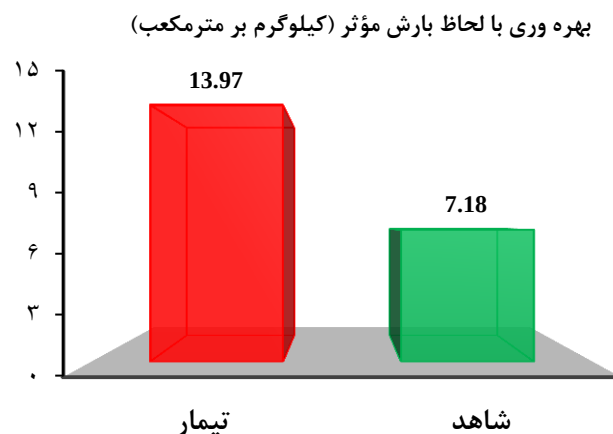
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₁₀ به ترتیب ۵۶۹۸۰ و ۴۲۵۵۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۳۳/۹ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۷۶). مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در جدول ۱۷۷ و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۹۴/۶ درصد برآورد گردید. نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۴۴ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۷۶- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS10

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۴۲۵۵۰	۵۶۹۸۰	۷/۱۸	۱۳/۹۷	۷/۱۸	۱۳/۹۷

جدول ۱۷۷- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS10

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۳۱/۲	۶/۷۹	۹۴/۶	۹۴/۶



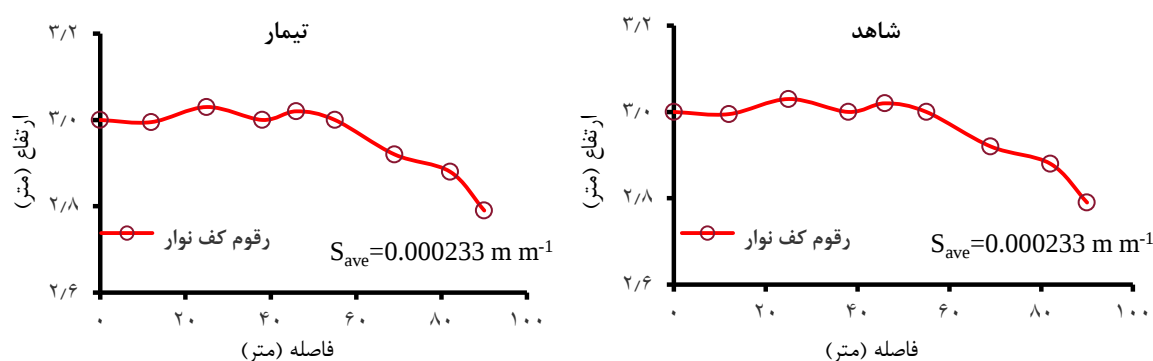
شکل ۳۴۴- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS10

۵-۲-۱۳- مزرعه 99WestS11

در این مزرعه تکنیک تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به تیپ در نظر گرفته شد. فواصل کشت بوته در بخش تیمار و شاهد ۰/۲ متر و فاصله دو ردیف کشت ۱/۲۵ متر در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS11 در جدول ۱۷۸ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه در شکل ۳۴۵ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی مزرعه غیریکنواخت و ۰/۰۰۲۳ درصد می‌باشد.

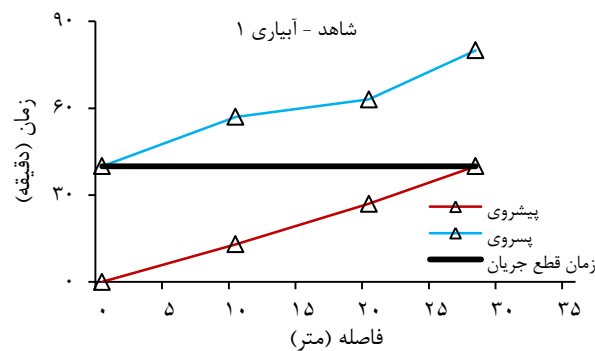
جدول ۱۷۸- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS11

مزرعه 99WestS11	روش آبیاری	طول × عرض (m×m)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	تیپ	۲۷×۹۶	۰/۰۰۰۲۳۳	-
شاهد	جویچه‌ای	۹×۲۸	۰/۰۰۰۲۳۳	بسته



شکل ۳۴۵- نیمرخ شیب طولی مزرعه 99WestS11

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۱۸ صورت گرفت. پیش‌روی آب در بخش شاهد ۲۰ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۵/۶ و ۱۰/۵۵ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳۴۶).



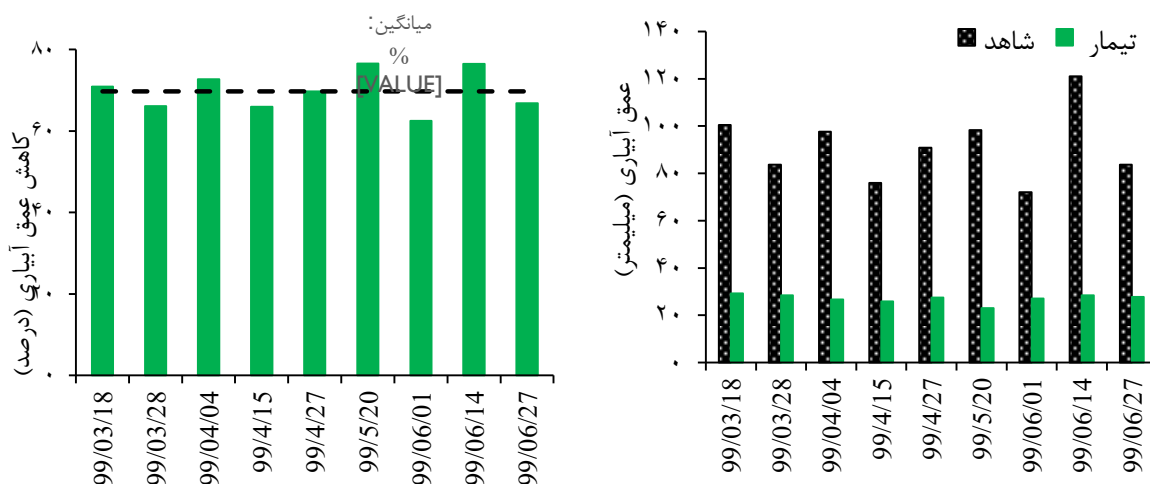
شکل ۳۴۶- پیشروی و پسروی جریان آب در نوار مورد آزمایش شاهد مزرعه 99WestS11- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS11 در جدول ۱۷۹ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۲۹/۲ و ۱۰۰/۴ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۲۸/۴ و ۸۳/۷ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۲۶/۶ و ۹۷/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به تیپ در تیمار موجب کاهش ۱۹۷/۶ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۶۵/۱ و ۲۵/۳ درصد، در آبیاری دوم ۶۲/۷ و ۴۱/۸ درصد و در آبیاری سوم ۸۳/۶ و ۴۶/۹ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۳۲/۵ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

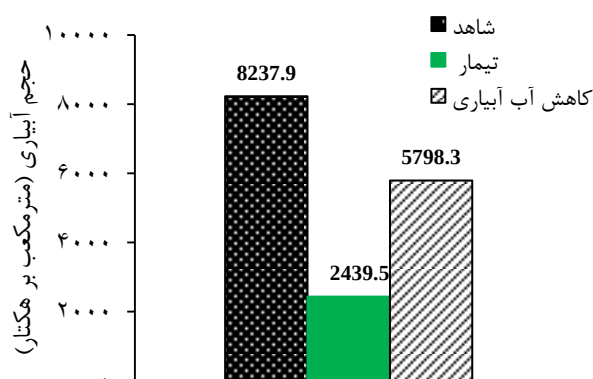
جدول ۱۷۹- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS11 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

مزرعه 99WestS11	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۱۸	۵/۶۰	۲۳۷	۲۹/۲	۲۹/۳	۶۵/۱
شاهد	۹۹/۳/۱۸	۱۰/۵۵	۴۰	۱۰۰/۴	۲۵/۴	۲۵/۳
تیمار	۹۹/۳/۲۸	۵/۶۰	۲۳۰	۲۸/۴	۲۷/۴	۶۲/۷
شاهد	۹۹/۳/۲۸	۱۰/۰۴	۳۵	۸۳/۷	۳۵/۰	۴۱/۸
تیمار	۹۹/۴/۴	۵/۶۰	۲۱۶	۲۶/۶	۳۴/۳	۸۳/۶
شاهد	۹۹/۴/۴	۱۰/۸۰	۳۸	۹۷/۷	۴۵/۸	۴۶/۹

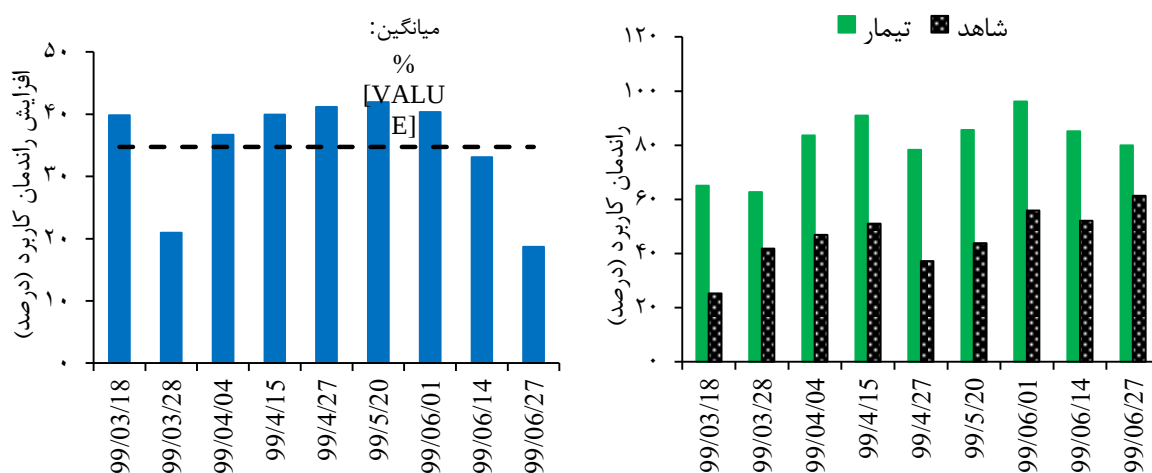
مزرعه 99WestS11 طی فصل رشد محصول در ۹ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۴۷ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS11 به ترتیب ۲۴۳۹/۵ و ۸۷۳۷/۹ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۵۷۹۸/۳ مترمکعب بر هکتار (۷۰/۴ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۴۸). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۴۹ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به‌طور متوسط ۳۴/۷ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۳۴۷- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS11 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۴۸- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS11



شکل ۳۴۹- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS11 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS11 به ترتیب ۷۰۳۷۵ و ۵۴۱۹۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۲۹/۸ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۸۰). مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در جدول ۲۳۴ ارائه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به

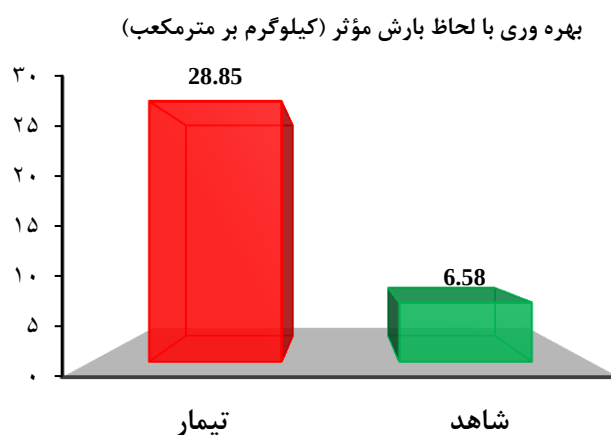
شاهد ۳۳۸/۵ درصد برآورد گردید (جدول ۱۸۱). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۵۰ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۸۰- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS11

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۲۸/۸۵	۶/۵۸	۲۸/۸۵	۶/۵۸	۷۰۳۷۵	۵۴۱۹۹

جدول ۱۸۱- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS11

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۷۰/۴	۲۲/۳	۳۳۸/۵	۳۳۸/۵



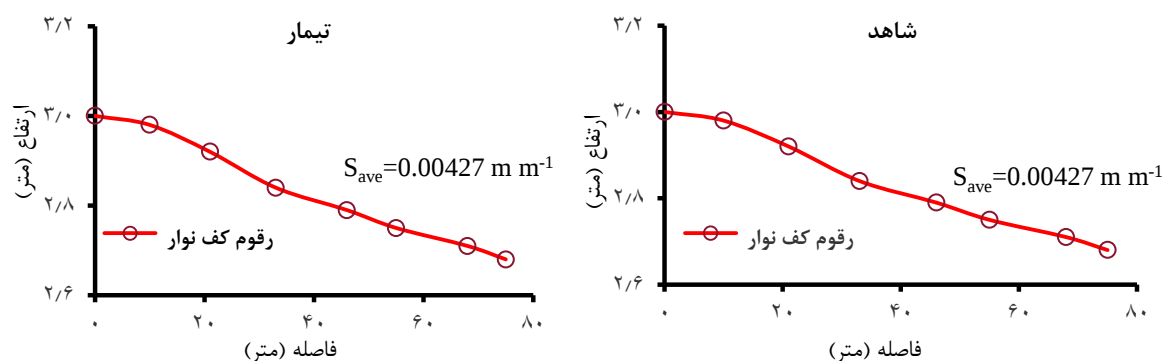
شکل ۳۵۰- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS11

۵-۲-۱۴- مزرعه 99WestS12

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۷۵ و ۳ متر و طول شیارهای تیمار ۷۵ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS12 در جدول ۱۸۲ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی باغ در شکل ۳۵۱ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی باغ زیاد، مثبت و ۰/۴۲۷ درصد می‌باشد.

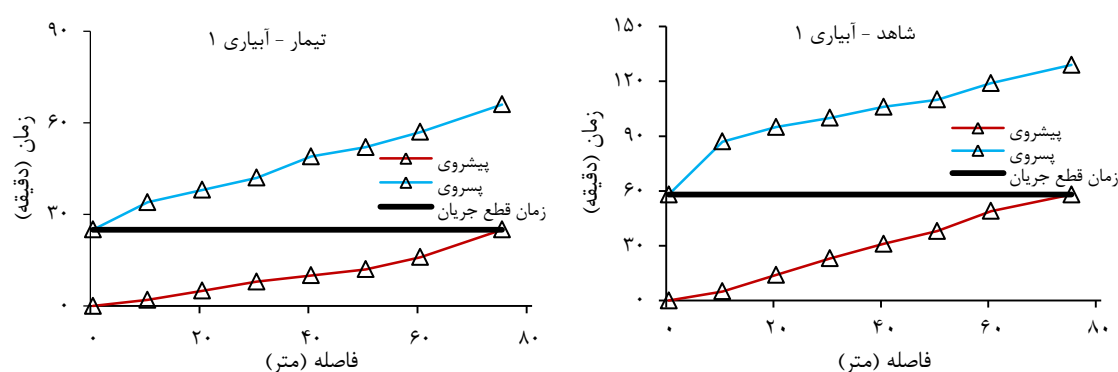
جدول ۱۸۲- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS12

باغ 99WestS12	روش آبیاری	فاصل درختان ($\text{m} \times \text{m}$)	طول $\times$ عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	شیاری دوطرفه	۲/۵ $\times$ ۳	۳ $\times$ ۷۵	۰/۰۰۴۲۷	بسته
شاهد	نواری	۲/۵ $\times$ ۳	۳ $\times$ ۷۵	۰/۰۰۴۲۷	بسته



شکل ۳۵۱- نیمرخ شیب طولی باغ 99WestS12

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۲۱ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۲۵ دقیقه و در شاهد ۵۸ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد ۱۲/۰۶ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳۵۲).



شکل ۳۵۲- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS12- آبیاری اول

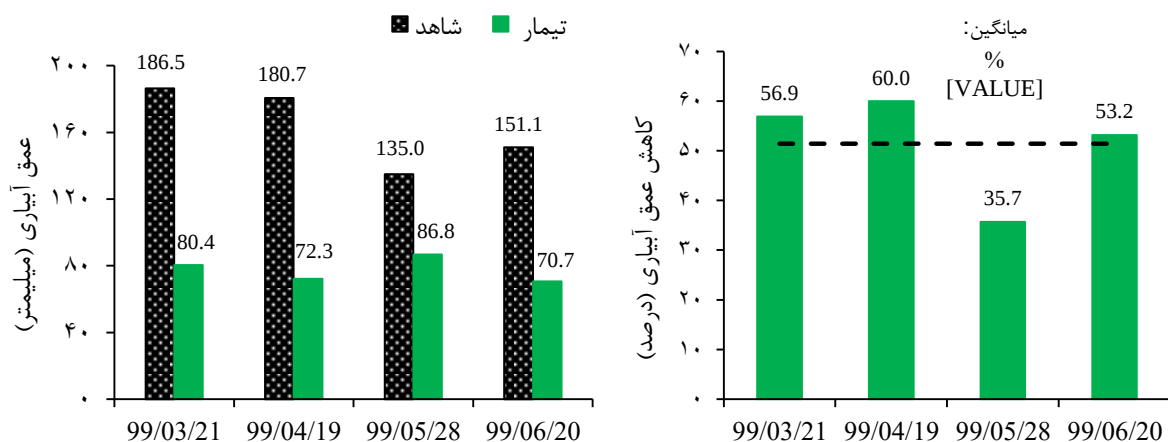
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS12 در جدول ۱۸۳ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۸۰/۴ و ۱۸۶/۵ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۷۲/۳ و ۱۸۰/۷ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۸۶/۸ و ۱۳۵/۰ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در تیمار موجب کاهش ۲۶۲/۸ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۷۰/۷ و ۳۹/۶ درصد، در آبیاری دوم ۸۵/۵ و ۴۸/۳ درصد و در آبیاری سوم ۷۲/۸ و ۴۷/۳ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۳۱/۲ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۱۸۳- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS12 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

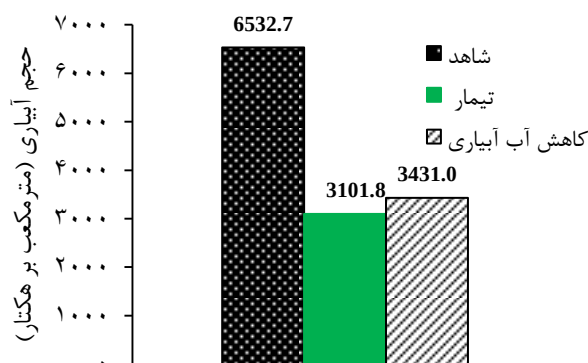
باغ 99WestS12	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۲۱	۱۲/۰۶	۲۵	۸۰/۴	۷۵/۸	۷۰/۷
شاهد	۹۹/۳/۲۱	۱۲/۰۶	۵۸	۱۸۶/۵	۷۳/۸	۳۹/۶
تیمار	۹۹/۴/۱۹	۱۳/۵۵	۲۰	۷۲/۳	۶۵/۰	۸۵/۵

۴۸/۳	۸۷/۲	۱۸۰/۷	۵۰	۱۳/۵۵	۹۹/۴/۱۹	شاهد
۷۲/۸	۶۶/۵	۸۶/۸	۲۷	۱۲/۰۶	۹۹/۵/۲۸	تیمار
۴۷/۳	۶۳/۹	۱۳۵/۰	۴۲	۱۲/۰۶	۹۹/۵/۲۸	شاهد

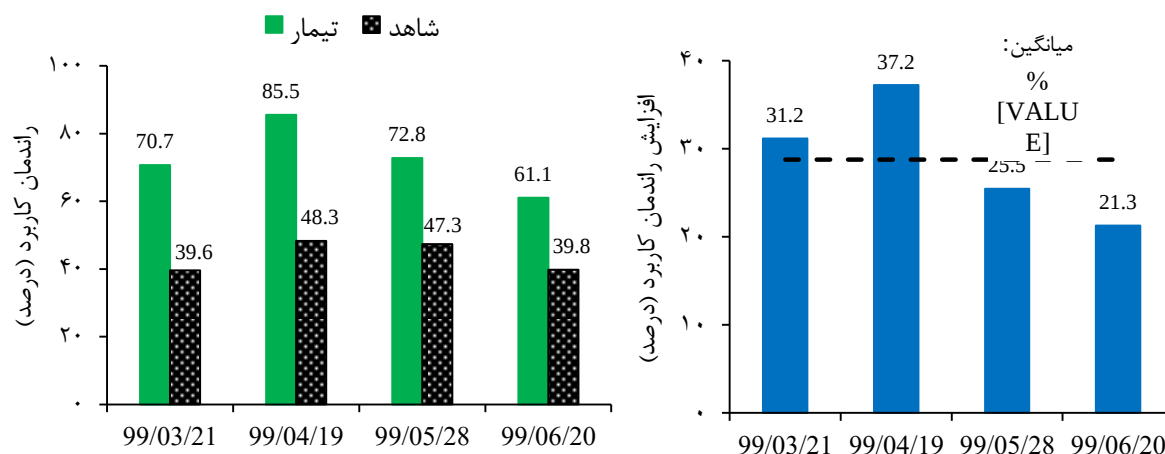
باغ 99WestS₁₂ طی فصل رشد محصول در ۴ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۵۳ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS₁₂ به ترتیب ۳۱۰۱/۸ و ۶۵۳۲/۷ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۳۴۳۱ مترمکعب بر هکتار (۵۲/۵ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۵۴). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۵۵ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به‌طور متوسط ۲۸/۸ درصد افزایش یافت.



شکل ۳۵۳- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS₁₂ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۵۴- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS₁₂



شکل ۳۵۵- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS12 طی آبیاری‌های مختلف

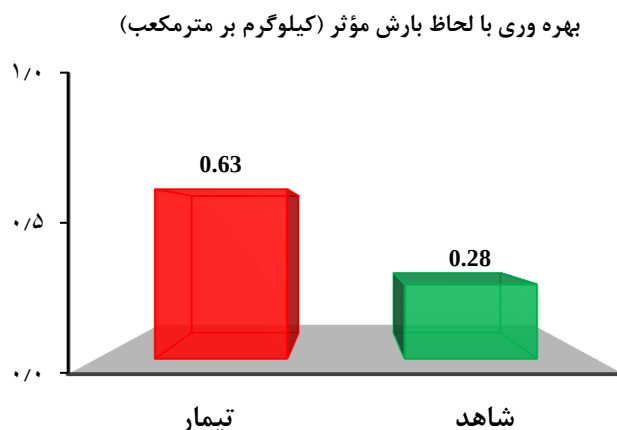
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₁₂ به دلیل سن کم باغ (۳ ساله) پایین و به ترتیب ۲۲۵۵ و ۱۹۳۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۱۶/۵ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۸۴). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد هلو در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان میاندوآب) ۵۰ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۱۲۷/۵ درصد برآورد گردید (جدول ۱۸۵). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۵۶ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۸۴- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS12

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۱۹۳۵	۲۲۵۵	۰/۳۰	۰/۷۳	۰/۲۸	۰/۶۳

جدول ۱۸۵- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS12

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۵۲/۵	۰/۴۳	۱۴۵/۴	۱۲۷/۵



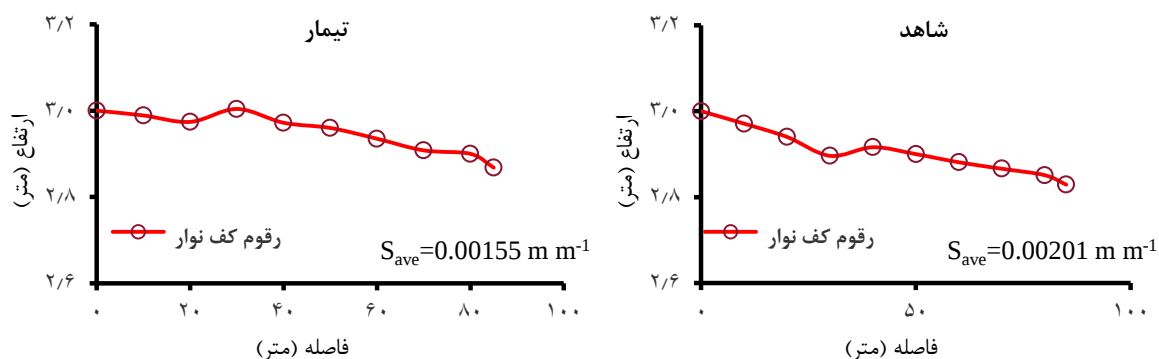
شکل ۳۵۶- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS12

۵-۲-۱۵- مزرعه 99WestS13

در این مزرعه تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به جویچه‌ای و آرایش کشت از تکریدیفه (۵۰×۵۰) به دو ردیفه (۴۰×۶۰) در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار شاهد به ترتیب ۸۰ و ۶ متر و طول جویچه‌های تیمار ۸۰ متر در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS13 در جدول ۱۸۶ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۳۵۷ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد یکنواخت و به ترتیب ۰/۱۵۵ و ۰/۲۰۱ درصد می‌باشد.

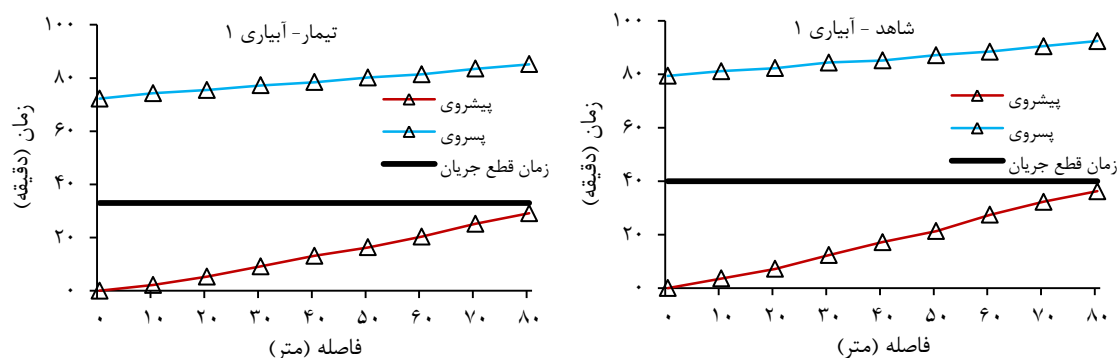
جدول ۱۸۶- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS13

مزرعه 99WestS13	روش آبیاری	طول × عرض (m×m)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای	۸/۵×۸۰	۰/۰۰۱۵۵	بسته
شاهد	نواری	۶×۸۰	۰/۰۰۲۰۱	بسته



شکل ۳۵۷- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS13

اولین آبیاری (خاک‌آب) در تاریخ ۹۹/۲/۷ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۲۹ دقیقه و در شاهد ۳۶ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۱۷/۸۱ و ۱۹/۵۰ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳۵۸).



شکل ۳۵۸- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه 99WestS13 در تیمار و شاهد- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS13 در جدول ۱۸۷ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۵۱/۹ و ۹۷/۵ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۵۱/۷ و ۸۵/۷ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۵۸/۳ و ۱۰۲/۲ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری و آرایش کشت در تیمار موجب کاهش ۱۲۳/۵ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۱۰۰/۰ و ۶۳/۷ درصد، در آبیاری دوم ۱۹/۶ و ۱۲/۹ درصد و در آبیاری سوم ۵۵/۰ و ۳۰/۱ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۲/۶ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

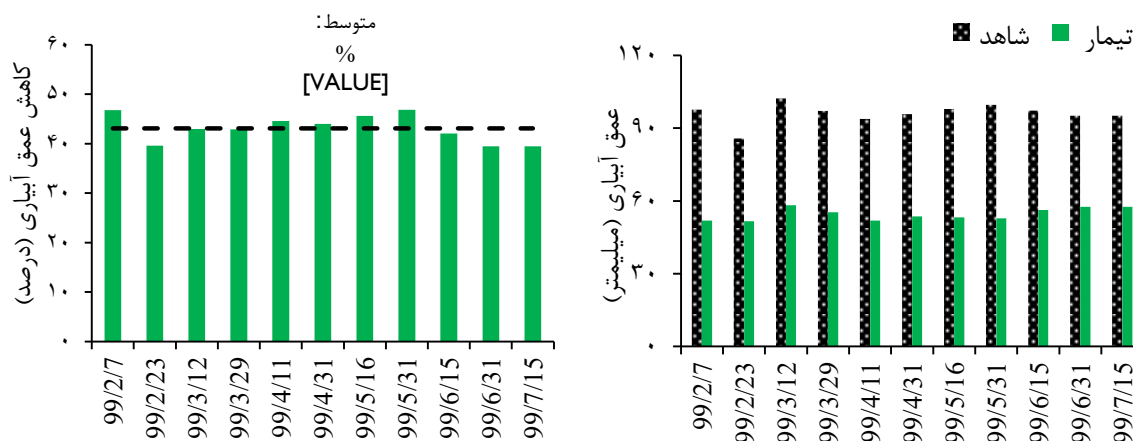
جدول ۱۸۷- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS13 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

مزرعه 99WestS13	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۷	۱۷/۸۱	۳۳	۵۱/۹	۵۹/۶*	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۲/۷	۱۹/۵۰	۴۰	۹۷/۵	۶۲/۱*	۶۳/۷
تیمار	۹۹/۲/۲۳	۱۹/۵۳	۳۰	۵۱/۷	۱۰/۱	۱۹/۶
شاهد	۹۹/۲/۲۳	۲۱/۴۱	۳۲	۸۵/۷	۱۱/۱	۱۲/۹
تیمار	۹۹/۳/۱۲	۱۸/۸۸	۳۵	۵۸/۳	۳۲/۱	۵۵/۰
شاهد	۹۹/۳/۱۲	۲۰/۴۵	۴۰	۱۰۲/۲	۳۰/۸	۳۰/۱

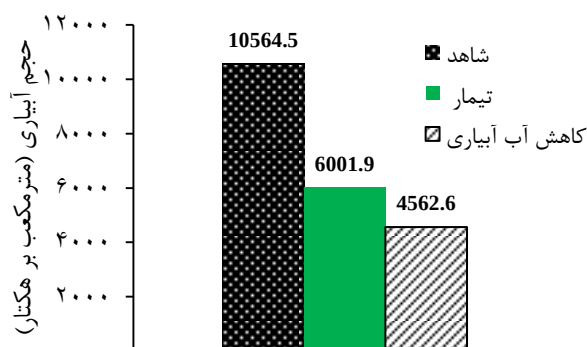
* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که بنابر توصیه تیم پایش، نیاز خالص با لحاظ عمق توسعه ریشه ۳۰ سانتی‌متر برآورد گردید.

مزرعه 99WestS13 طی فصل رشد محصول در ۱۱ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۵۹ می‌باشد. میزان آب آبیاری

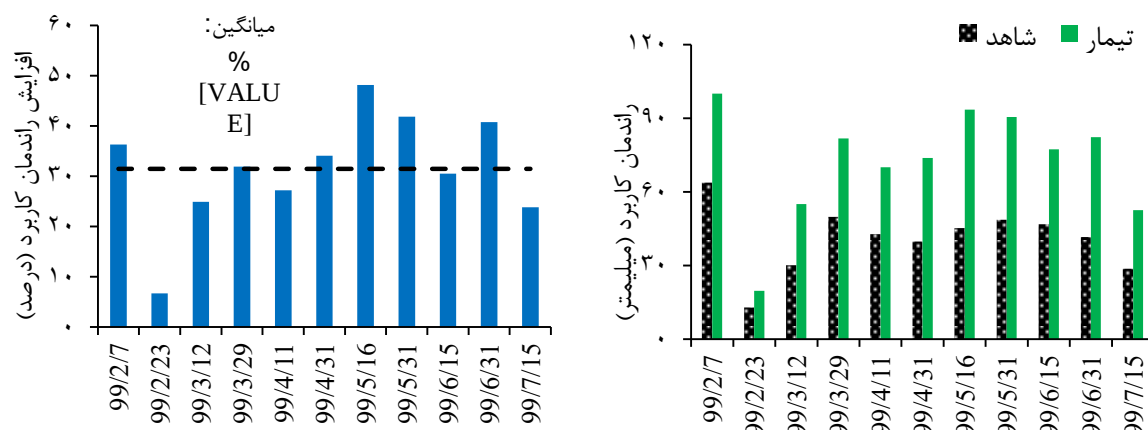
در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₁₃ به‌ترتیب ۶۰۰۱/۹ و ۱۰۵۶۴/۵ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۴۵۶۲/۶ مترمکعب بر هکتار (۴۳/۲ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۶۰). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۶۱ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۳۱/۵ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۳۵۹- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS₁₃ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۶۰- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₁₃



شکل ۳۶۱- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS13 طی آبیاری‌های مختلف

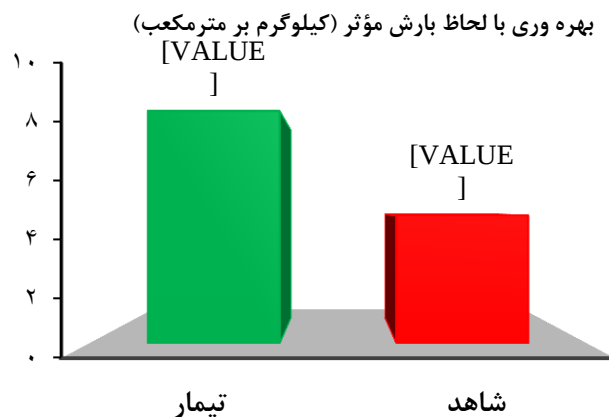
بر اساس نتایج، میزان عملکرد باسکول محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₁₃ به‌ترتیب ۵۲۰۰۰ و ۵۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۴ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۸۸). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد چغندر قند در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان میاندوآب) ۱۰/۲ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۸۱/۶ درصد برآورد گردید (جدول ۱۸۹). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۶۲ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۸۸- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS13

عملکرد (Kg/ha)		عملکرد برآوردی (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری برآوردی (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۵۰۰۰۰	۵۲۰۰۰	۵۱۳۷۴	۵۳۳۷۶	۴/۷۳	۸/۶۶	۴/۸۶	۸/۸۹	۴/۸۲	۸/۷۴

جدول ۱۸۹- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS13

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۴۳/۲	۴/۰۳	۸۳/۱	۸۱/۶



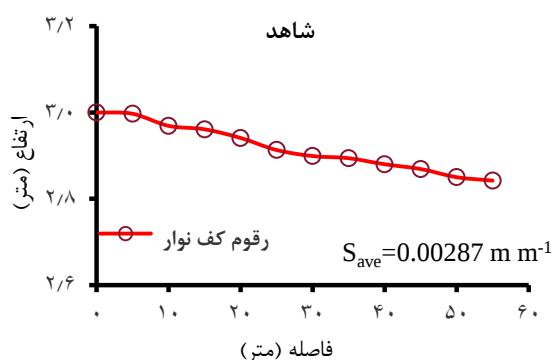
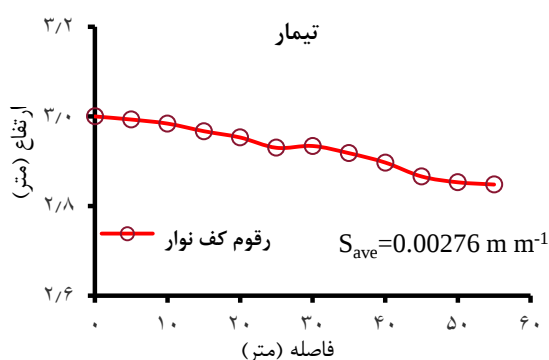
شکل ۳۶۲- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS13

۵-۲-۱۶- مزرعه 99WestS14

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از شیاری یک‌طرفه به شیاری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول شیاریهای شاهد و تیمار باغ، ۵۵ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS14 در جدول ۱۹۰ ارائه شده است. هم‌چنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۳۶۳ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد یکنواخت و به ترتیب ۰/۲۷۶ و ۰/۲۸۷ درصد می‌باشد.

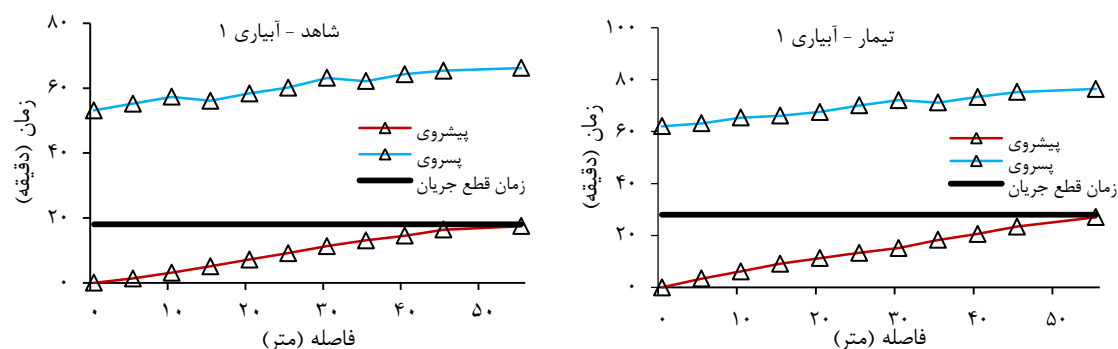
جدول ۱۹۰- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS14

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول × عرض (m×m)	فواصل درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS14
بسته	۰/۰۰۲۷۶	۶×۵۵	۶×۶	شیاری دو طرفه	تیمار
بسته	۰/۰۰۲۸۷	۶×۵۵	۶×۶	شیاری یک طرفه	شاهد



شکل ۳۶۳- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS14

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۲/۲۱ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۲۷ دقیقه و در شاهد ۱۷ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۲۶/۰۷ و ۲۴/۴۴ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳۶۴).



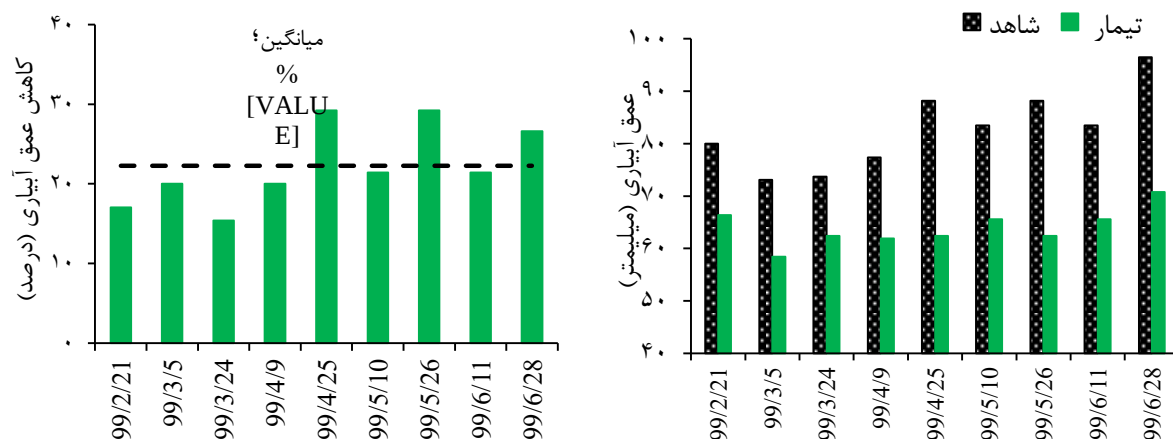
شکل ۳۶۴- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS14- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS₁₄ در جدول ۱۹۱ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۶۶/۴ و ۸۰/۰ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۵۸/۵ و ۷۳/۱ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۶۲/۴ و ۷۳/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از شیاری یک‌طرفه به دو طرفه در تیمار موجب کاهش ۳۹/۶ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۶۳/۲ و ۴۰/۷ درصد، در آبیاری دوم ۵۴/۱ و ۴۱/۶ درصد و در آبیاری سوم ۷۸/۰ و ۴۹/۳ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۱/۲ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

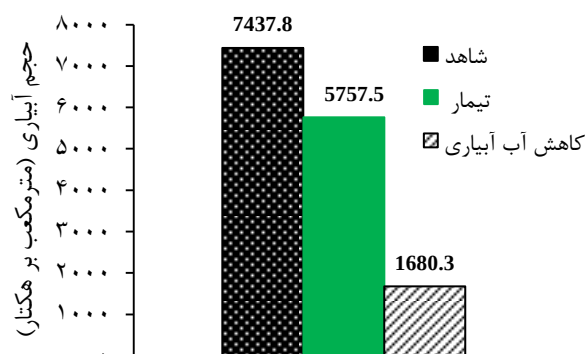
جدول ۱۹۱- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS₁₄ برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

راندمان کاربرد (%)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	عمق آبیاری (mm)	مدت آبیاری (min)	دبی متوسط ورودی (lit/s)	تاریخ آبیاری	باغ 99WestS ₁₄
۶۳/۲	۵۰/۵	۶۴/۴	۲۸	۲۶/۰۷	۹۹/۲/۲۱	تیمار
۴۰/۷	۴۹/۴	۸۰/۰	۱۸	۲۴/۴۴	۹۹/۲/۲۱	شاهد
۵۴/۱	۳۷/۹	۵۸/۵	۲۰	۱۶/۰۸	۹۹/۳/۵	تیمار
۴۱/۶	۴۵/۶	۷۳/۱	۲۵	۱۶/۰۸	۹۹/۳/۵	شاهد
۷۸/۰	۵۸/۷	۶۲/۴	۳۰	۲۲/۸۷	۹۹/۳/۲۴	تیمار
۴۹/۳	۵۵/۱	۷۳/۷	۱۹	۲۱/۳۴	۹۹/۳/۲۴	شاهد

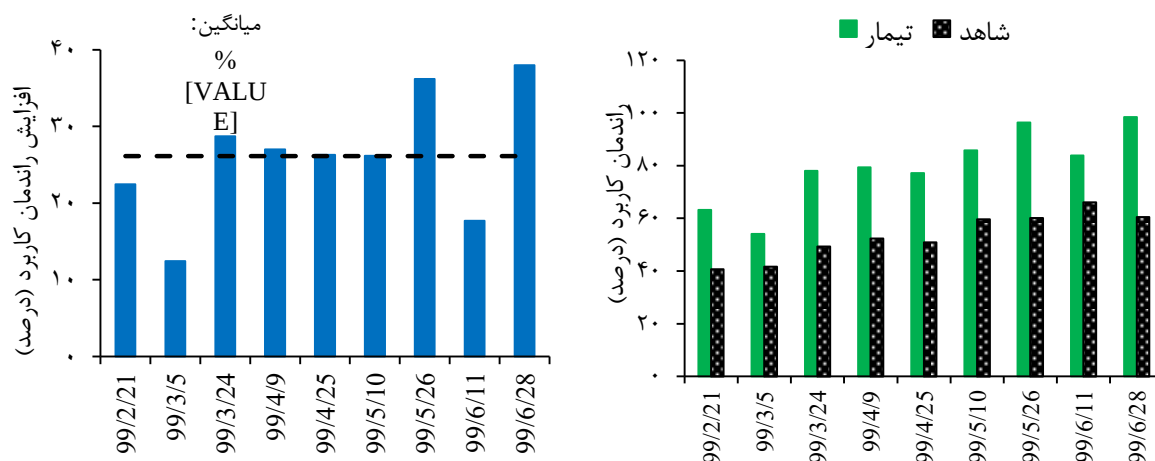
باغ 99WestS₁₄ طی فصل رشد محصول در ۹ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۶۵ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS₁₄ به ترتیب ۵۷۵۷/۵ و ۷۴۳۷/۸ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۶۸۰/۳ مترمکعب بر هکتار (۲۲/۶ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۶۶). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۶۷ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۲۶/۱ درصد افزایش یافت.



شکل ۳۶۵- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS14 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۶۶- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS14



شکل ۳۶۷- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS14 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₁₄ به ترتیب ۲۹۶۸۷ و ۳۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده کاهش جزئی ۱/۰۴ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۹۲). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب در سال زراعی

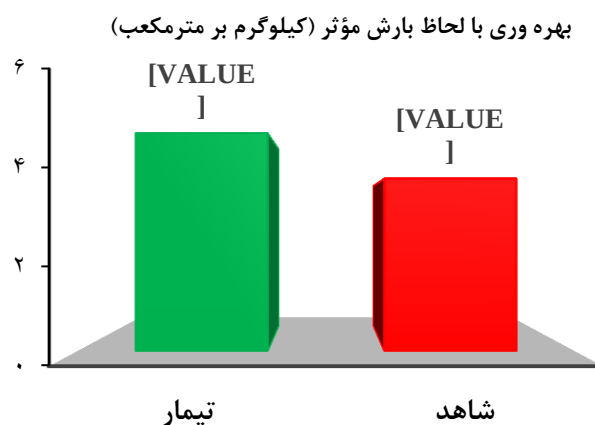
۱۳۹۸-۹۹ (شهرستان میاندوآب) ۳۱ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۲۶/۴ درصد برآورد گردید (جدول ۱۹۳). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۶۸ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۹۲- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS14

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۴/۸۹	۳/۸۷	۵/۱۶	۴/۰۳	۲۹۶۸۷	۳۰۰۰۰

جدول ۱۹۳- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS14

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۲۲/۶	۱/۱۲	۲۷/۸	۲۶/۴



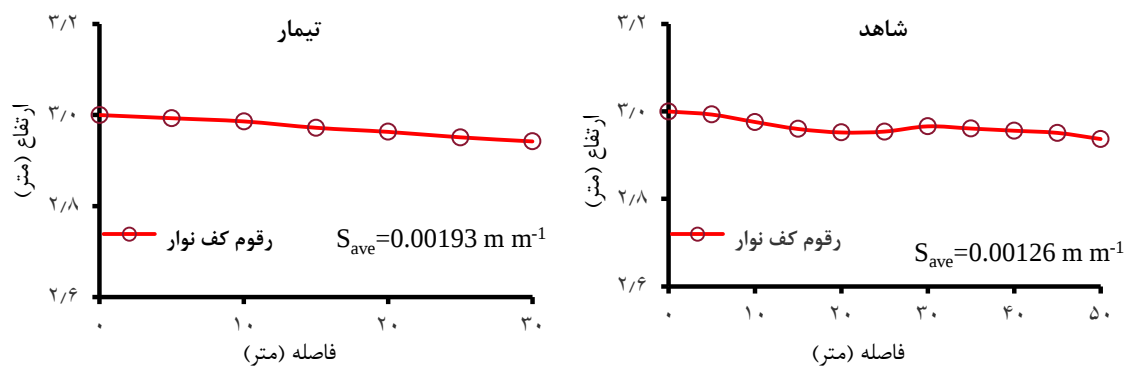
شکل ۳۶۸- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS14

۵-۲-۱۷- مزرعه 99WestS15

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۵۰ و ۸ متر و طول شیارهای تیمار ۳۰ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS15 در جدول ۱۹۴ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۳۶۹ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد یکنواخت و به ترتیب ۰/۱۲۶ و ۰/۱۹۳ درصد می‌باشد.

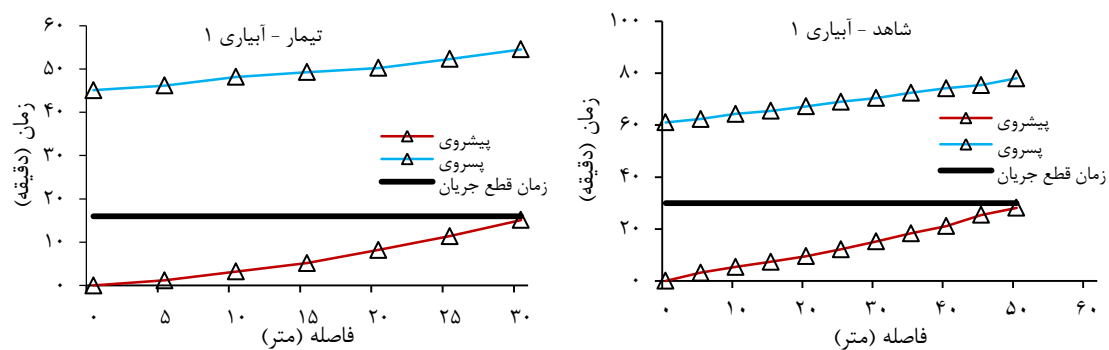
جدول ۱۹۴- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS15

باغ 99WestS15	روش آبیاری	فواصل درختان ($\text{m} \times \text{m}$)	طول $\times$ عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	شیاری دوطرفه	۴ $\times$ ۴	۸ $\times$ ۳۰	۰/۰۰۱۹۳	بسته
شاهد	نواری	۴ $\times$ ۴	۸ $\times$ ۵۰	۰/۰۰۱۲۶	بسته



شکل ۳۶۹- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS15

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۲/۱۸ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۱۵ دقیقه و در شاهد ۲۸ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۳۱/۹۲ و ۳۴/۴۹ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳۷۰).



شکل ۳۷۰- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS15- آبیاری اول

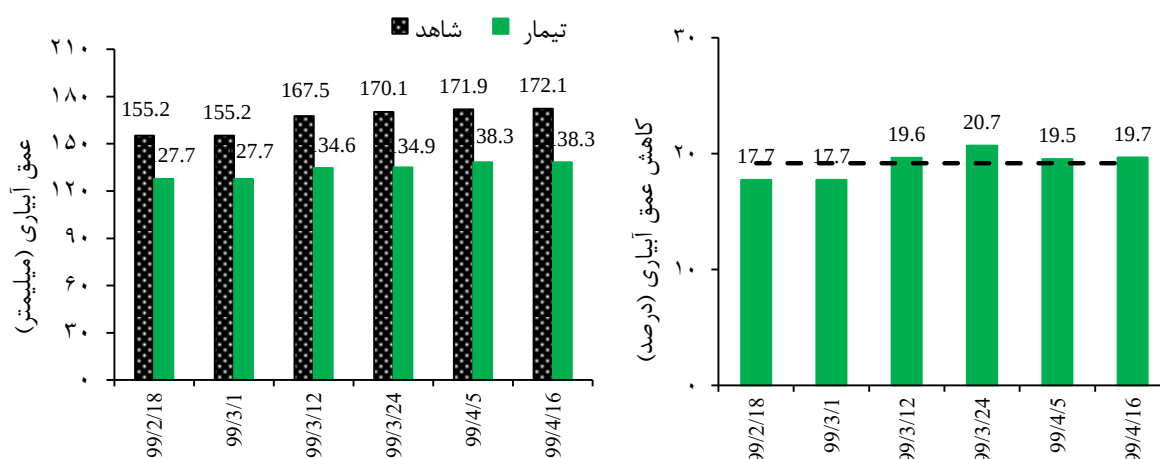
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS15 در جدول ۱۹۵ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول و دوم تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۱۲۷/۷ و ۱۵۵/۲ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۱۳۴/۶ و ۱۶۷/۵ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در تیمار موجب کاهش ۲۹/۳ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۲۲/۷ و ۲۳/۷ درصد، در آبیاری دوم ۶۹/۱ و ۵۳/۱ درصد و در آبیاری سوم ۴۷/۵ و ۳۵/۵ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۹ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۱۹۵- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS15 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

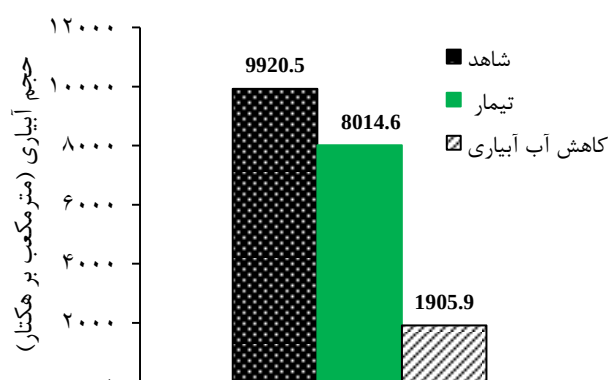
باغ 99WestS15	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۱۸	۳۱/۹۲	۱۶	۱۲۷/۷	۲۹/۰	۲۲/۷
شاهد	۹۹/۲/۱۸	۳۴/۴۹	۳۰	۱۵۵/۲	۳۶/۸	۲۳/۷
تیمار	۹۹/۳/۱	۳۱/۹۲	۱۶	۱۲۷/۷	۸۸/۳	۶۹/۱

شاهد	۹۹/۳/۱	۳۴/۴۹	۳۰	۱۵۵/۲	۸۲/۵	۵۳/۱
تیمار	۹۹/۳/۱۲	۳۱/۶۷	۱۷	۱۳۴/۶	۶۴/۰	۴۷/۵
شاهد	۹۹/۳/۱۲	۳۳/۸۳	۳۳	۱۶۷/۵	۵۹/۵	۳۵/۵

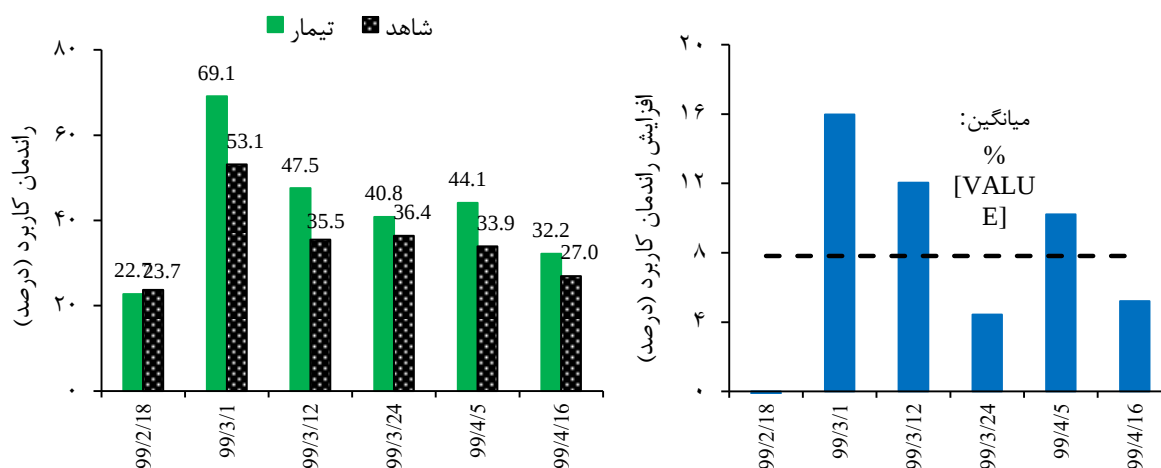
باغ 99WestS₁₅ طی فصل رشد محصول در ۶ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۷۱ می‌باشد. بر این اساس متوسط کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد در باغ 99WestS₁₅ حدود ۱۹/۲ درصد محاسبه شد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS₁₅ به‌ترتیب ۸۰۱۴/۶ و ۹۹۲۰/۵ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۹۰۵/۹ مترمکعب بر هکتار تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۷۲). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۷۳ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۷/۸ درصد افزایش یافت.



شکل ۳۷۱- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS₁₅ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۷۲- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS₁₅



شکل ۳۷۳- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS15 طی آبیاری‌های مختلف

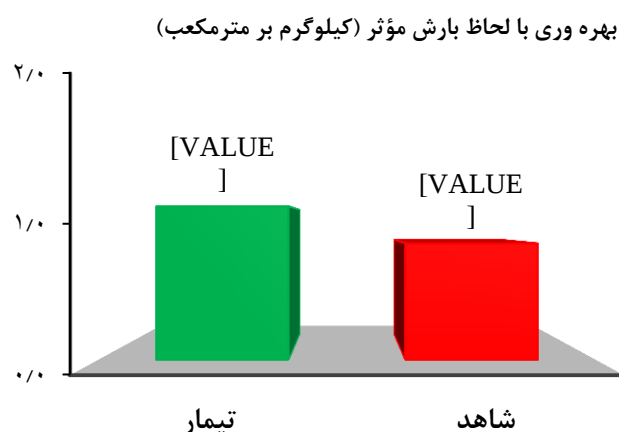
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS15 به ترتیب ۹۷۶۶ و ۹۰۴۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۸ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۱۹۶). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد آلو در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان میاندوآب) ۶۳ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۳۱/۸ درصد برآورد گردید (جدول ۱۹۷). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۷۴ ترسیم گردیده است.

جدول ۱۹۶- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS15

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۹۰۴۳	۹۷۶۶	۰/۹۱	۱/۲۲	۰/۸۶	۱/۱۳

جدول ۱۹۷- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS15

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۱۹/۲	۰/۳۱	۳۳/۷	۳۱/۸



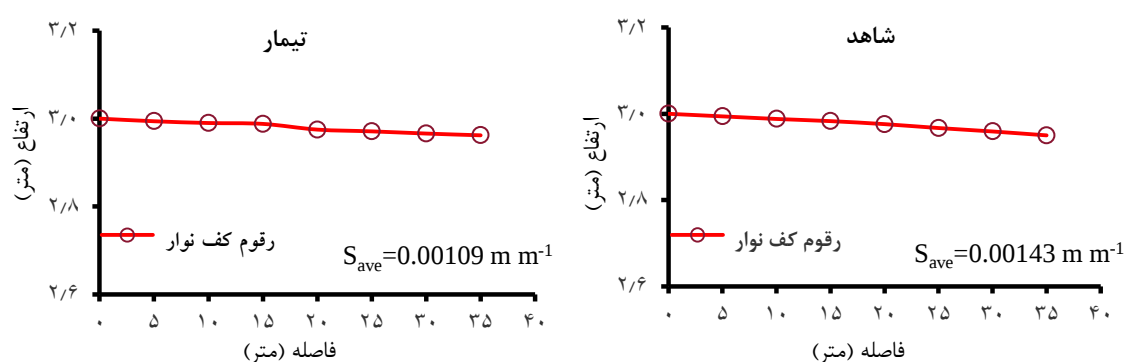
شکل ۳۷۴- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS15

۵-۲-۱۸- مزرعه 99WestS16

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از شیاری یک‌طرفه به شیاری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول شیاریهای تیمار و شاهد ۷۰ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS16 در جدول ۱۹۸ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۳۷۵ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد یکنواخت و به ترتیب ۰/۱۰۹ و ۰/۱۴۳ درصد می‌باشد.

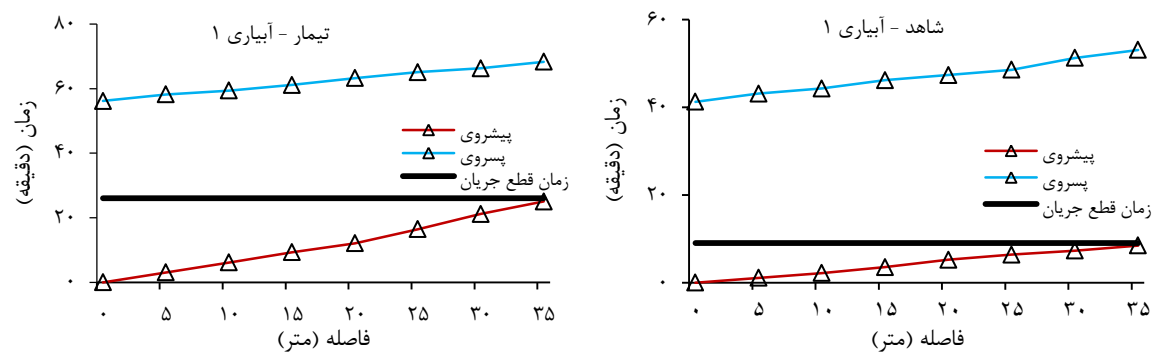
جدول ۱۹۸- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS16

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول×عرض (m×m)	فواصل درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS16
بسته	۰/۰۰۱۰۹	۴×۳۵	۲×۴	شیاری دوطرفه	تیمار
بسته	۰/۰۰۱۴۳	۴×۳۵	۲×۴	نواری	شاهد



شکل ۳۷۵- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS16

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۲/۱۹ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۲۵ دقیقه و در شاهد ۸ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد ۱۲/۷۷ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳۷۶).



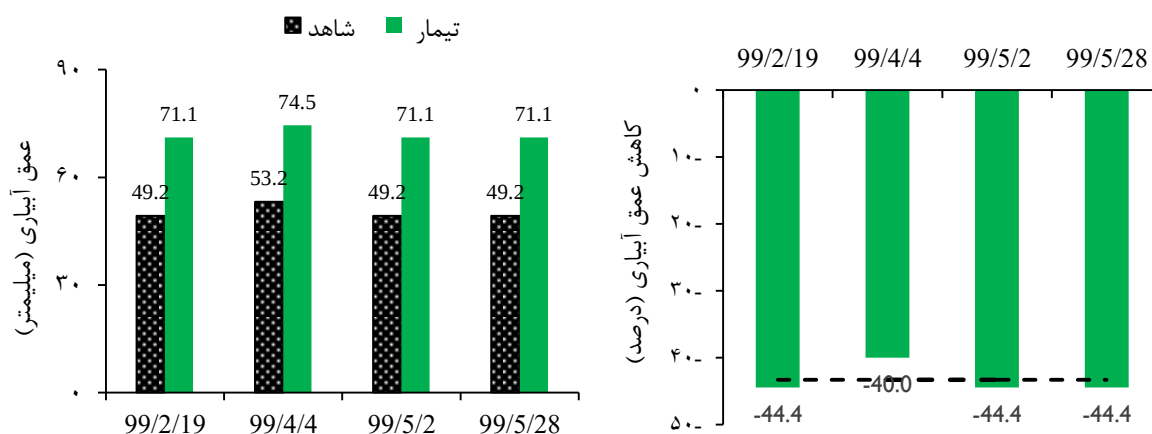
شکل ۳۷۶- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS16- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS16 در جدول ۱۹۹ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۷۱/۱ و ۴۹/۲ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۷۴/۵ و ۵۳/۲ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۷۱/۱ و ۴۹/۲ میلی‌متر بوده که نشان‌دهنده افزایش آب آبیاری به میزان ۶۵ میلی‌متر در بخش تیمار نسبت به شاهد است. یکی از دلایل این امر استفاده از آبیاری شیاری دوطرفه در انگور بوده که نیاز آبی پایینی دارد. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۵۴/۲ و ۶۷/۶ درصد، در آبیاری دوم ۸۵/۲ و ۸۲/۱ درصد و در آبیاری سوم ۸۶/۰ و ۸۵/۹ محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش جزئی ۳/۴ درصدی راندمان کاربرد تیمار نسبت به شاهد در این سه آبیاری است.

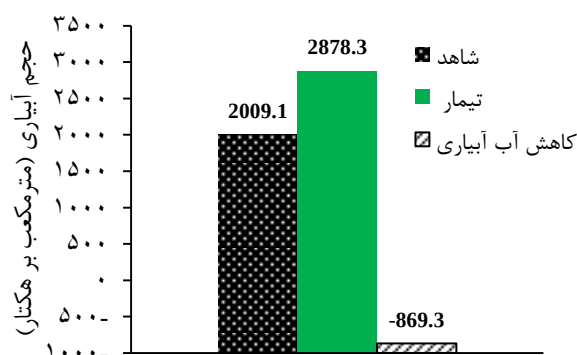
جدول ۱۹۹- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS16 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

باغ 99WestS16	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۱۹	۱۲/۷۷	۲۶	۷۱/۱	۶۴/۳	۵۴/۲
شاهد	۹۹/۲/۱۹	۱۲/۷۷	۹	۴۹/۲	۸۳/۲	۶۷/۶
تیمار	۹۹/۴/۴	۱۲/۴۱	۲۸	۷۴/۵	۱۰۵/۷	۸۵/۲
شاهد	۹۹/۴/۴	۱۲/۴۱	۱۰	۵۳/۲	۱۰۹/۱	۸۲/۱
تیمار	۹۹/۵/۲	۱۲/۷۷	۲۶	۷۱/۱	۱۰۱/۹	۸۶/۰
شاهد	۹۹/۵/۲	۱۲/۷۷	۹	۴۹/۲	۱۰۵/۷	۸۵/۹

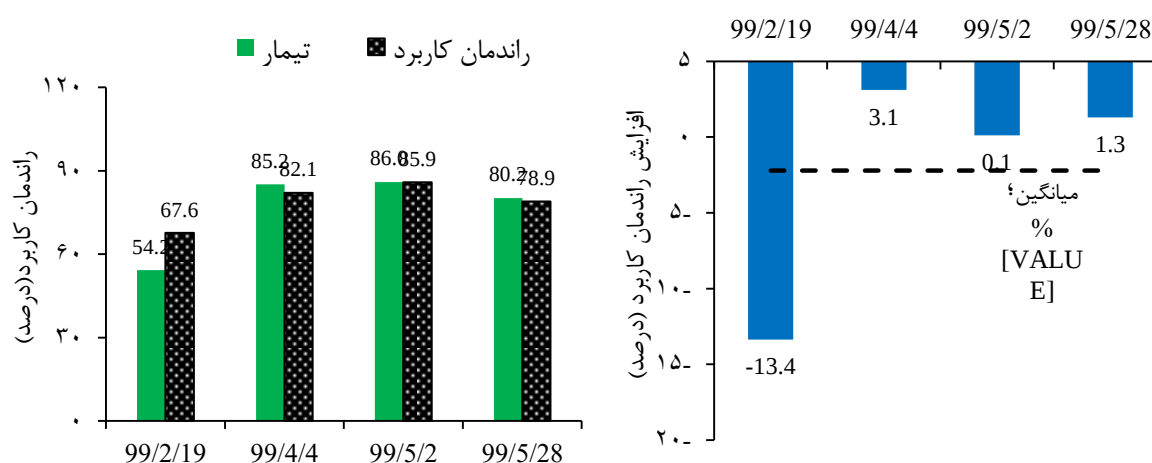
باغ 99WestS16 طی فصل رشد محصول در ۴ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۷۷ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS16 به ترتیب ۲۸۷۸/۳ و ۲۰۹/۱ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش آب آبیاری در حدود ۸۶۹/۳ مترمکعب بر هکتار (۴۳/۳ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۷۸). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۷۹ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۲/۲ درصد کمتر از شاهد بود.



شکل ۳۷۷- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS16 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۷۸- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS16



شکل ۳۷۹- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS16 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₁₆ به‌ترتیب ۱۶۲۴۰ و ۱۵۶۳۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۳/۸ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول

۲۰۰). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد انگور در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان میاندوآب) ۴۷ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه گردید که نتایج بیان‌گر کاهش ۲۳/۱ درصدی آن در بخش تیمار نسبت به شاهد می‌باشد (جدول ۲۰۱). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۸۰ ترسیم گردیده است.

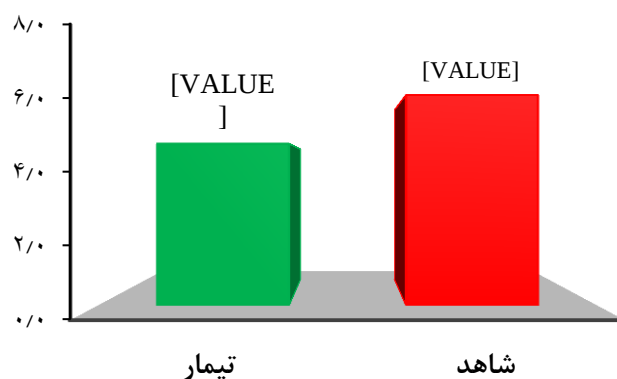
جدول ۲۰۰- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS16

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۴/۸۵	۶/۳۱	۵/۶۴	۷/۷۸	۱۶۲۴۰	۱۵۶۳۸

جدول ۲۰۱- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS16

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
-۴/۳	-۲/۱۴	-۲۷/۵	-۲۳/۱

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (کیلوگرم بر مترمکعب)



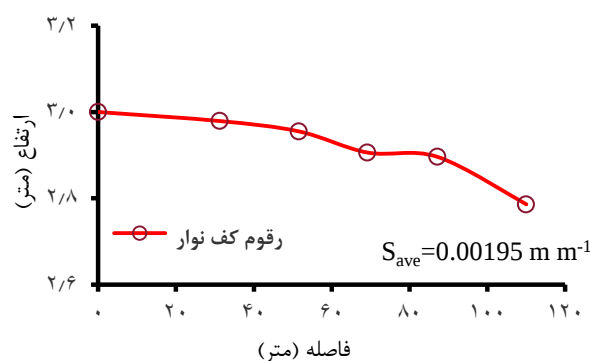
شکل ۳۸۰- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS16

۵-۲-۱۹- مزرعه 99WestS17

در این مزرعه تکنیک مدیریت زمان آبیاری بارانی در نظر گرفته شد. فاصله کشت بوته‌ها ۰/۰۹ متر و فاصله ردیف‌ها ۰/۵ متر در هر دو بخش شاهد و تیمار در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS17 در جدول ۲۰۲ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه در شکل ۳۸۱ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی مزرعه غیریکنواخت و ۰/۱۹۵ درصد می‌باشد.

جدول ۲۰۲- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS17

مزرعه 99WestS17	روش آبیاری	طول × عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)	فواصل آبپاش‌ها ($\text{m} \times \text{m}$)
تیمار	بارانی	۴۵/۵ × ۱۱۰	۰/۰۰۱۹۵	۱۸ × ۱۸
شاهد	بارانی	۴۵/۵ × ۱۱۰	۰/۰۰۱۹۵	۱۸ × ۱۸



شکل ۳۸۱- نیمرخ شیب طولی در مزرعه 99WestS17

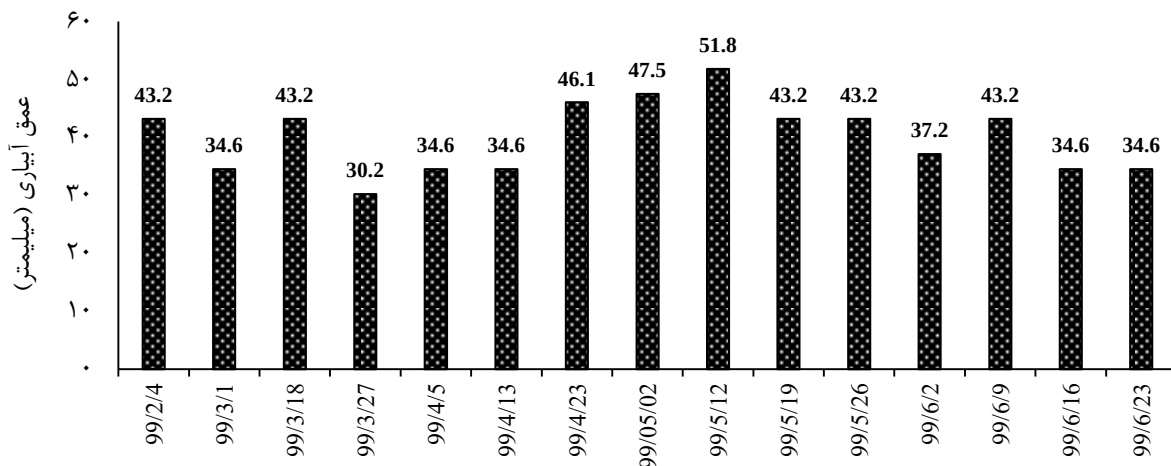
بنابر درخواست کشاورز از شرکت مجری، برنامه آبیاری مورد استفاده در بخش تیمار در بخش شاهد مزرعه نیز استفاده گردید و لذا مقایسه شاخص‌های آبیاری امکان‌پذیر نیست. خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS17 در جدول ۲۰۳ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تا سوم مزرعه به ترتیب ۴۳/۲، ۳۴/۶ و ۴۳/۲ میلی‌متر و متوسط راندمان کاربرد مزرعه طی این ۳ آبیاری به ترتیب ۹۹/۳، ۸۸/۱ و ۹۶/۲ درصد محاسبه گردید.

جدول ۲۰۳- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS17 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

تاریخ آبیاری	دبی آبیاش (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
۹۹/۲/۲۵	۰/۸	۳۰۰	۴۳/۲	۴۲/۹*	۹۹/۳
۹۹/۳/۱۳	۰/۸	۲۴۰	۳۴/۶	۳۰/۴	۸۸/۱
۹۹/۳/۲۹	۰/۸	۳۰۰	۴۳/۲	۴۱/۶	۹۶/۲

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که بنابر توصیه تیم پایش، نیاز خالص با لحاظ عمق توسعه ریشه ۳۰ سانتی‌متر برآورد گردید.

مزرعه 99WestS17 طی فصل رشد محصول در ۱۵ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۸۲ می‌باشد. بر این اساس متوسط عمق آبیاری طی آبیاری‌های صورت گرفته ۴۰/۱ میلی‌متر و حجم آبیاری طی فصل رشد محصول، ۶۰۱۶ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید. مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۸۳ آورده شده است. مطابق این شکل، متوسط راندمان کاربرد طی آبیاری‌های صورت گرفته ۹۷/۶ می‌باشد.



شکل ۳۸۲- مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS17 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۸۳- مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS17 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در مزرعه 99WestS17 ۴۴۳۴۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲۰۴). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد چغندر قند در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان مهاباد) ۱۵/۱ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه گردید.

جدول ۲۰۴- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در مزرعه 99WestS17

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)	بهره‌وری آب (Kg/m^3)	عملکرد (Kg/ha)
۷/۱۹	۷/۳۷	۴۴۳۴۰

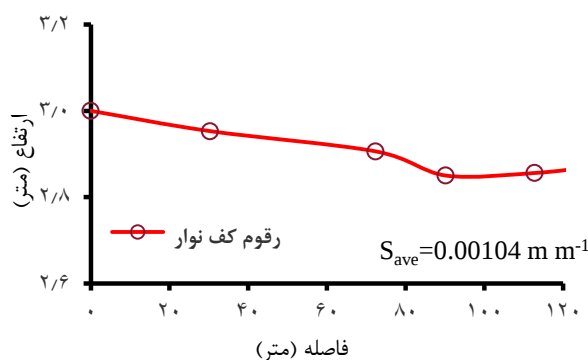
۵-۲-۲۰- مزرعه 99WestS18

در این مزرعه تکنیک تغییر روش آبیاری از جویچه‌ای به تیپ در نظر گرفته شد. در هر دو بخش تیمار و شاهد فاصله بوته‌ها ۰/۰۹ متر و فاصله دو ردیف کشت ۰/۷۵ متر در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد

مزرعه 99WestS₁₈ در جدول ۲۰۵ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه در شکل ۳۸۴ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی مزرعه منفی و ۰/۱۰۴ درصد می‌باشد.

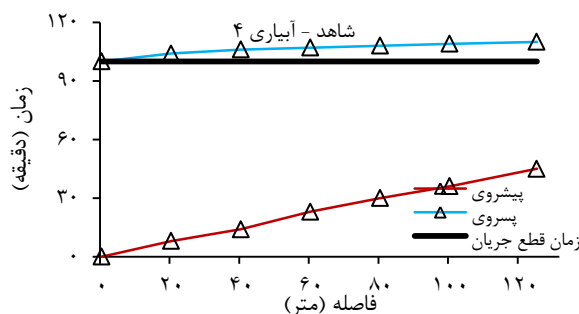
جدول ۲۰۵- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₁₈

مزرعه 99WestS ₁₈	روش آبیاری	طول × عرض (m×m)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	تیپ	۳۰/۰ × ۱۲۵/۸	۰/۰۰۱۰۴	-
شاهد	جویچه‌ای	۹/۷ × ۱۲۵/۸	۰/۰۰۱۰۴	بسته



شکل ۳۸۴- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₁₈

۳ آبیاری اول تیمار و شاهد به صورت غرقابی و با عمق و راندمان کاربرد یکسان صورت گرفت. پیشروی آب در آبیاری چهارم شاهد ۴۵ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۱۲/۶ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳۸۵).



شکل ۳۸۵- پیشروی و پسروی جریان آب در نوار مورد آزمایش شاهد مزرعه 99WestS₁₈- آبیاری چهارم

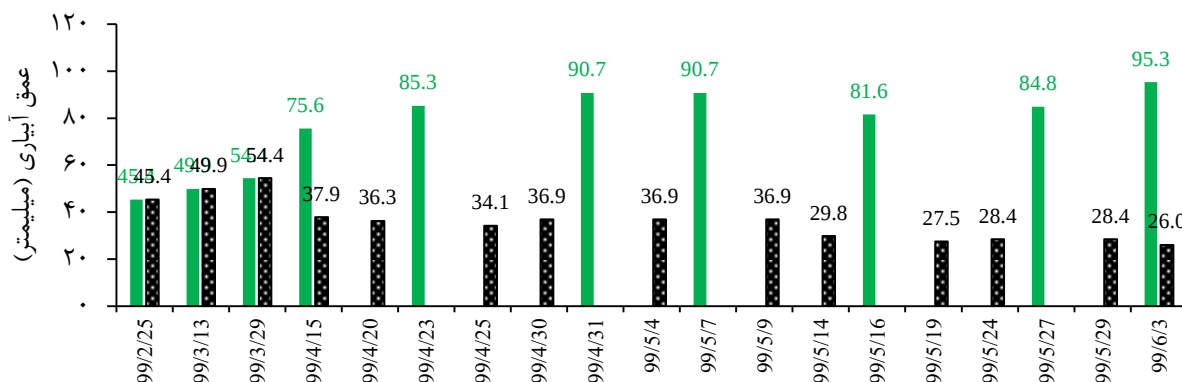
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS₁₈ در جدول ۲۰۶ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تا سوم مزرعه به ترتیب ۴۵/۴، ۴۹/۹ و ۵۴/۴ میلی‌متر و متوسط راندمان کاربرد مزرعه طی این ۳ آبیاری به ترتیب ۴۰/۱، ۴۵/۸ و ۴۰/۵ درصد محاسبه گردید.

جدول ۲۰۶- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS18 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

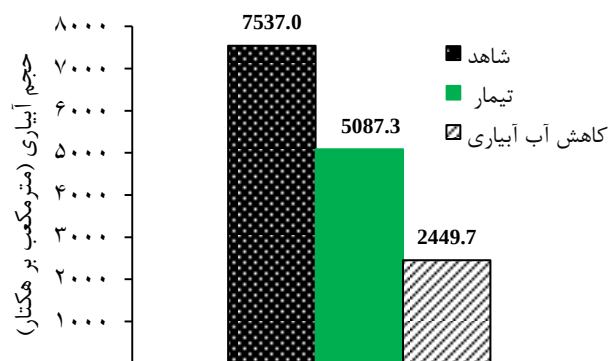
تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
۹۹/۲/۲۵	۱۲/۶	۳۰۰	۴۵/۴	۱۸/۲*	۴۰/۱
۹۹/۳/۱۳	۱۲/۶	۳۳۰	۴۹/۹	۲۲/۹	۴۵/۸
۹۹/۳/۲۹	۱۲/۶	۳۶۰	۵۴/۴	۲۲/۰	۴۰/۵

* در آبیاری خاک‌آب که هنوز ریشه‌ای وجود ندارد، جهت محاسبه عمق خالص مورد نیاز آبیاری، روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است که بنابر توصیه تیم پایش، نیاز خالص با لحاظ عمق توسعه ریشه ۳۰ سانتی‌متر برآورد گردید.

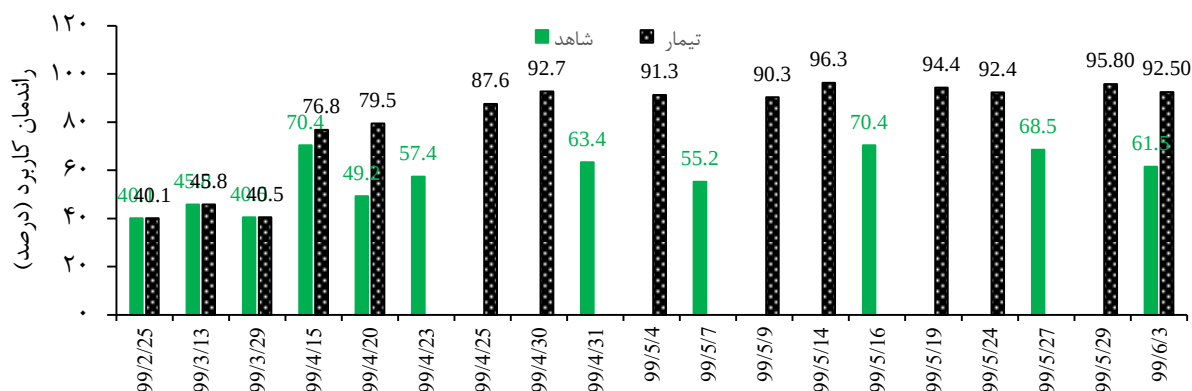
بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS18 طی فصل رشد محصول به ترتیب در ۱۴ و ۱۰ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۸۶ می‌باشد. میزان آب آبیاری در مزرعه 99WestS18 به ترتیب ۵۰۸۷/۳ و ۷۵۳۷/۰ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۴۴۹/۷ مترمکعب بر هکتار تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۸۷). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۸۸ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۲۳/۱ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۳۸۶- مقایسه مقادیر عمق آبیاری در مزرعه 99WestS18 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۸۷- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS18



شکل ۳۸۸- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS18 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در مزرعه 99WestS18، ۷۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲۰۷). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد ذرت در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان مهاباد) ۶/۱ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۴۷/۶ درصد برآورد گردید (جدول ۲۰۸). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۸۹ ترسیم گردیده است.

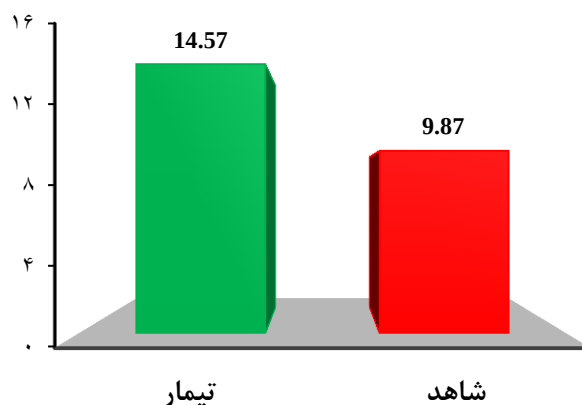
جدول ۲۰۷- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS18

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۷۵۰۰۰	۷۵۰۰۰	۹/۹۵	۱۴/۷۴	۹/۸۷	۱۴/۵۷

جدول ۲۰۸- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS18

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۳۲/۵	۴/۷۹	۴۸/۲	۴۷/۶

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m³)



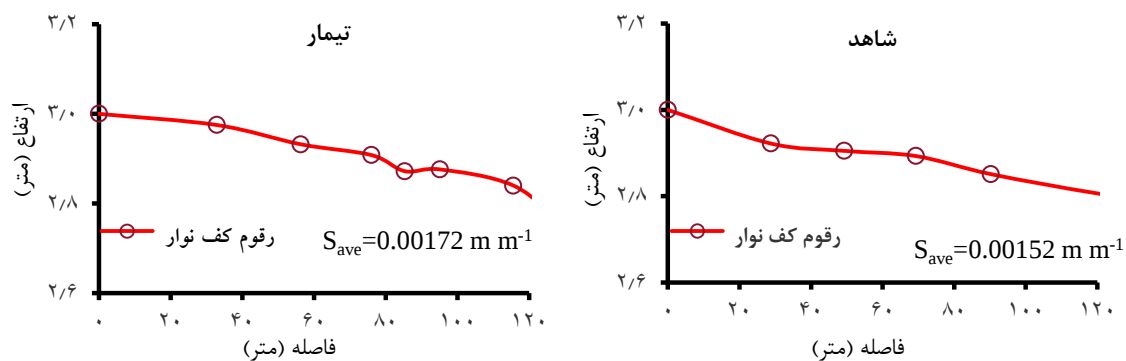
شکل ۳۸۹- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS18

۵-۲-۲۱- مزرعه 99WestS19

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول نوار آبیاری شاهد و شیارهای تیمار ۱۵۶ می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS19 در جدول ۲۰۹ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۳۹۰ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد یکنواخت و به ترتیب ۰/۱۷۲ و ۰/۱۵۲ درصد می‌باشد.

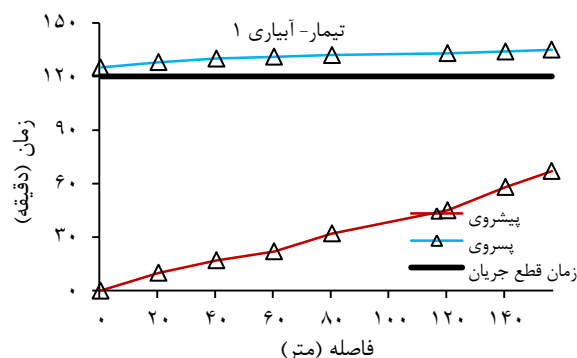
جدول ۲۰۹- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS19

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول × عرض (m×m)	فاصل درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS19
بسته	۰/۰۰۱۵۲	۶×۱۵۶	۶×۶	شیاری دو طرفه	تیمار
بسته	۰/۰۰۱۷۲	۷۷×۱۵۶	۶×۶	نواری	شاهد



شکل ۳۹۰- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS19

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۲ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۶۷ دقیقه به طول انجامید اما این پارامتر به دلیل غرقاب نمودن کل نوار شاهد (به عرض ۷۷ متر) توسط شرکت مجری اندازه‌گیری نشد. دبی آب ورودی تیمار و شاهد نیز ۹/۹۸ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۳۹۱).



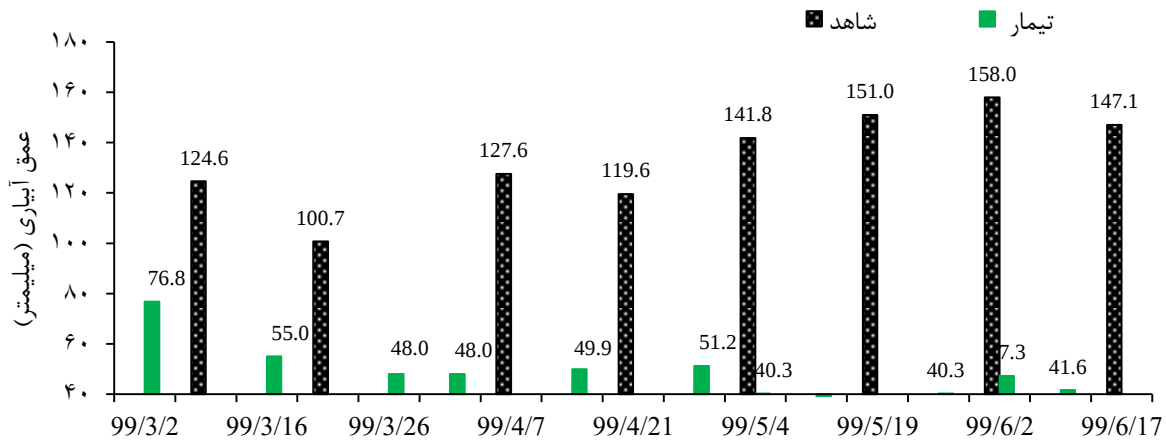
شکل ۳۹۱- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS19- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS₁₉ در جدول ۲۱۰ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۷۶/۸ و ۱۲۴/۶ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۵۵/۰ و ۱۰۰/۷ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۴۸/۰ و ۱۲۷/۶ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در تیمار موجب کاهش ۱۷۳/۱ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۷۰/۷ و ۳۹/۹ درصد، در آبیاری دوم ۸۵/۸ و ۴۶/۰ درصد و در آبیاری سوم ۷۸/۲ و ۳۵/۹ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۳۷/۶ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

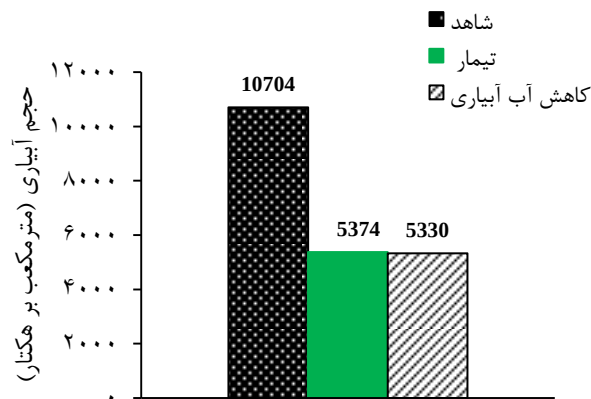
جدول ۲۱۰- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS₁₉ برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

راندمان کاربرد (%)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	عمق آبیاری (mm)	مدت آبیاری (min)	دبی متوسط ورودی (lit/s)	تاریخ آبیاری	باغ 99WestS ₁₉
۷۰/۷	۷۲/۴	۷۶/۸	۱۲۰	۹/۹۸	۹۹/۳/۲	تیمار
۳۹/۹	۵۸/۷	۱۲۴/۶	۲۵۰۰	۹/۹۸	۹۹/۳/۳	شاهد
۸۵/۸	۶۲/۹	۵۵/۰	۸۶	۹/۹۸	۹۹/۳/۱۶	تیمار
۴۶/۰	۵۵/۳	۱۰۰/۷	۴۸۰	۴۲/۰۰	۹۹/۳/۱۸	شاهد
۷۸/۲	۵۱/۲	۴۸/۰	۷۵	۹/۹۸	۹۹/۳/۲۶	تیمار
۳۵/۹	۵۴/۸	۱۲۷/۶	۲۵۶۰	۹/۹۸	۹۹/۴/۷	شاهد

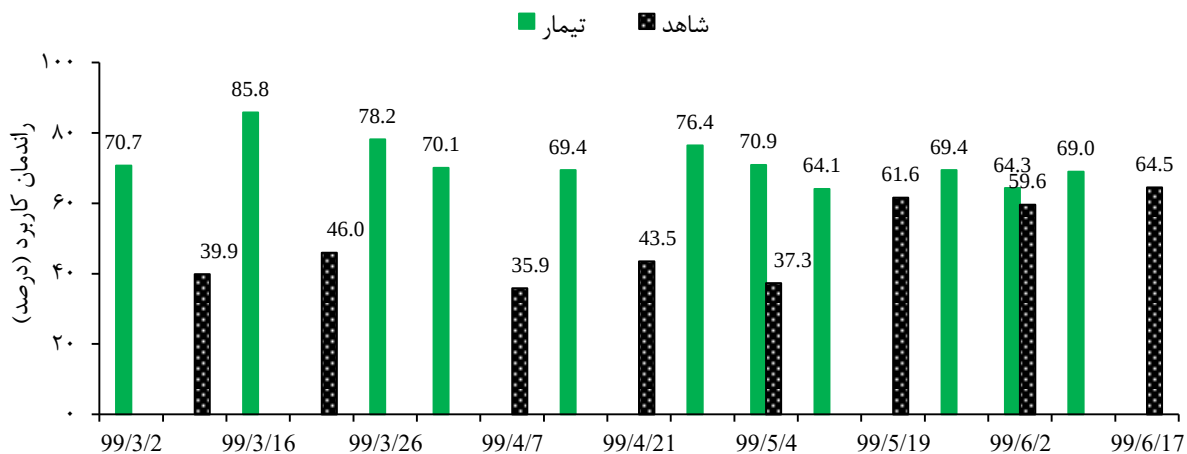
بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₁₉ طی فصل رشد محصول به‌ترتیب در ۸ و ۱۱ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۹۲ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS₁₉ به‌ترتیب ۵۳۷۴ و ۱۰۷۰۴ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۵۳۳۰ مترمکعب بر هکتار (۴۹/۸ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۹۳). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۹۴ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۲۳/۲ درصد افزایش یافت. طبق اطلاعات ارسالی شرکت مجری، به دلیل سرمازدگی باغ، عملکردی حاصل نگردید.



شکل ۳۹۲- مقایسه مقادیر عمق آبیاری در باغ 99WestS19 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۹۳- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS19

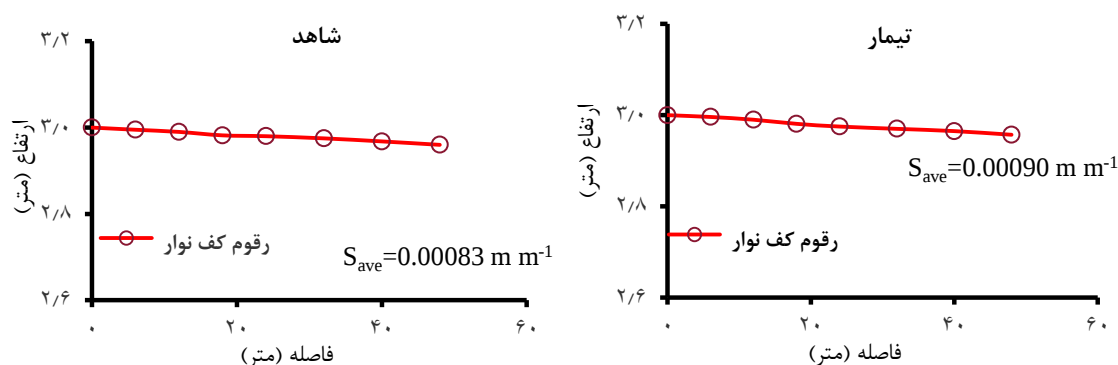


شکل ۳۹۴- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS19 طی آبیاری‌های مختلف

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نشتی حلقوی به قطره‌ای در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₂₀ در جدول ۲۱۱ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۳۹۵ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد یکنواخت و به ترتیب ۰/۰۹۰ و ۰/۰۸۳ درصد می‌باشد.

جدول ۲۱۱- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS₂₀

باغ 99WestS ₂₀	روش آبیاری	فاصله درختان (m×m)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	قطره‌ای	۶×۶	۰/۰۰۰۹۰	-
شاهد	نشتی حلقوی	۶×۶	۰/۰۰۰۸۳	بسته



شکل ۳۹۵- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS₂₀

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS₂₀ در جدول ۲۱۲ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۴۴/۳ و ۱۸۳/۸ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۹۶/۰ و ۱۱۲/۳ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۲۰/۸ و ۱۲۲/۵ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نشتی حلقوی به قطره‌ای در تیمار موجب کاهش ۲۵۷/۵ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۹۵/۸ و ۶۷/۳ درصد، در آبیاری دوم ۳۵/۰ و ۲۹/۹ درصد و در آبیاری سوم ۹۴/۲ و ۴۹/۹ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۶ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۲۱۲- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS₂₀ برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

باغ 99WestS ₂₀	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۲۵	۳/۱۹*	۷۶۶	۴۴/۳	۱۲۴/۹	۹۵/۸
شاهد	۹۹/۲/۲۵	۱۷/۰۰	۱۰۸۰	۱۸۳/۸	۱۲۳/۸	۶۷/۳
تیمار	۹۹/۳/۳	۴۰**	۱۳۲	۹۶/۰	۳۳/۶***	۳۵/۰
شاهد	۹۹/۳/۳	۴۰**	۲۷۶۰	۱۱۲/۳	۳۳/۶***	۲۹/۹
تیمار	۹۹/۳/۱۰	۳/۱۹*	۳۶۰	۲۰/۸	۵۷/۸	۹۴/۲

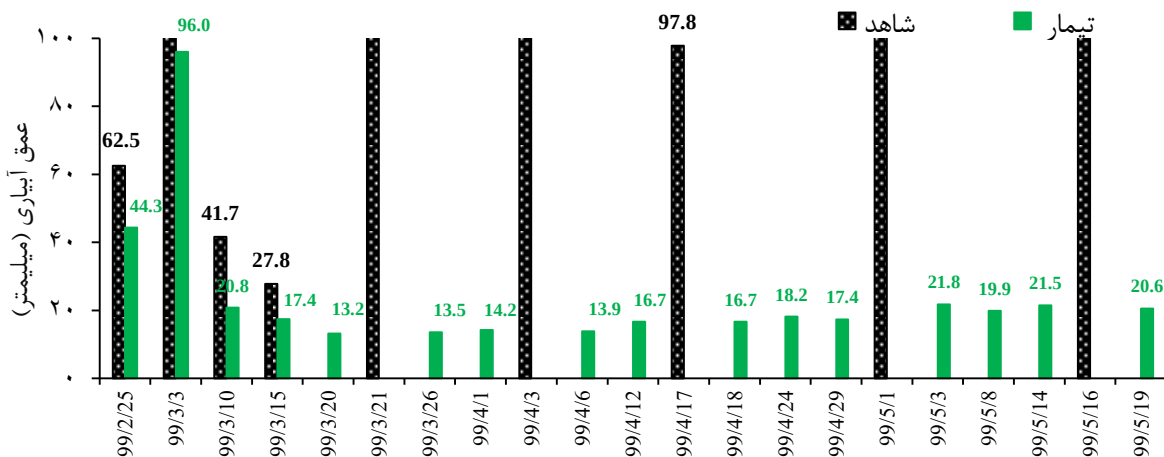
شاهد	۹۹/۳/۱۰	۱۷/۰۰	۷۲۰	۱۲۲/۵	۶۱/۱	۴۹/۹
------	---------	-------	-----	-------	------	------

* دبی نوشته شده معادل دبی ۹۲ بابلر بوده که برای هر درخت از یک بابلر با دبی ۱۲۵ لیتر در ساعت استفاده شده است.

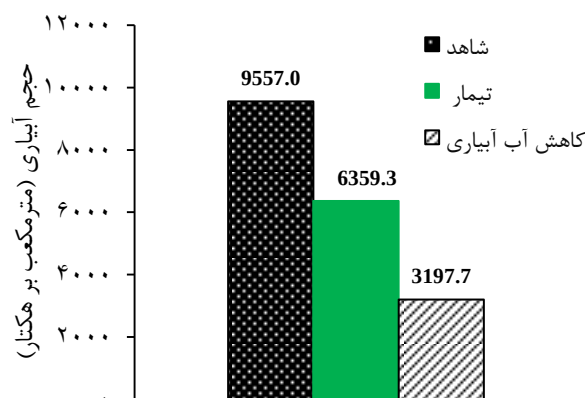
** این آبیاری باغ به صورت غرقابی و با استفاده از کانال انجام شد.

*** در این آبیاری رطوبت پایش نشده و مقدار تبخیر و تعرق معادل نیاز خالص آبیاری در نظر گرفته شد.

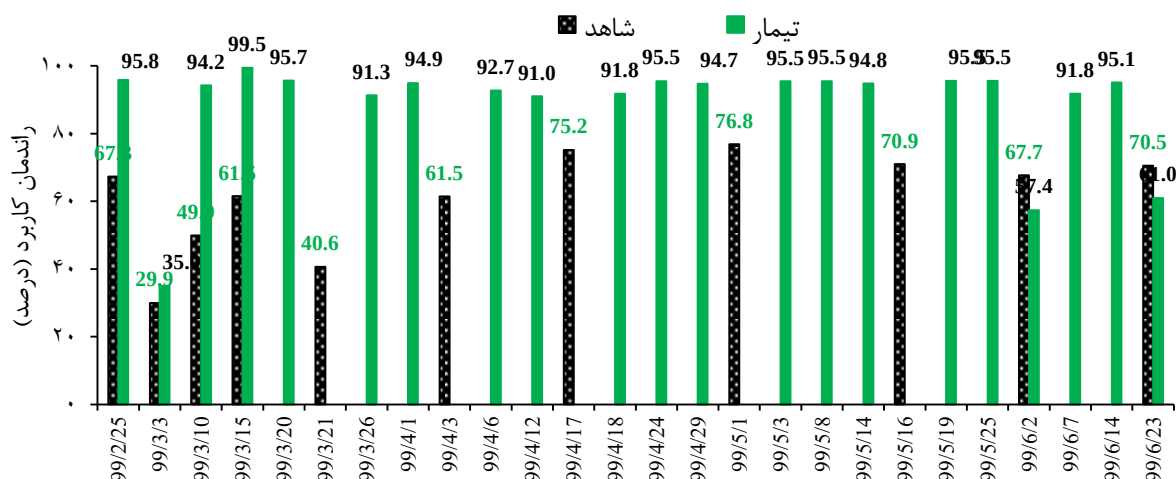
بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₂₀ طی فصل رشد محصول به ترتیب در ۲۱ و ۱۱ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۳۹۶ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS₂₀ به ترتیب ۶۳۵۹/۳ و ۹۵۵۷/۰ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۳۱۹۷/۷ مترمکعب بر هکتار (۳۳/۵ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۳۹۷). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۳۹۸ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به‌طور متوسط ۲۷/۲ درصد افزایش یافت.



شکل ۳۹۶- مقایسه مقادیر عمق آبیاری در باغ 99WestS₂₀ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۳۹۷- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS₂₀



شکل ۳۹۸- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS20 طی آبیاری‌های مختلف

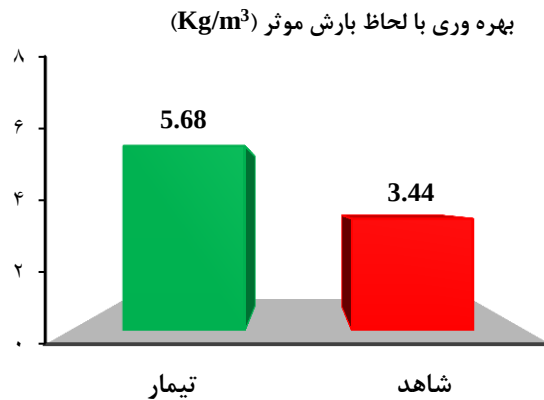
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₂₀ به ترتیب ۳۸۰۰۰ و ۳۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۱۱/۸ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۱۳). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان مهاباد) ۳۳/۳ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۶۵/۲ درصد برآورد گردید (جدول ۲۱۴). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۳۹۹ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۱۳- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS20

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۳۴۰۰۰	۳۸۰۰۰	۳/۵۶	۵/۹۸	۳/۴۴	۵/۶۸

جدول ۲۱۴- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS20

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۳۳/۵	۲/۴۲	۶۸/۰	۶۵/۲



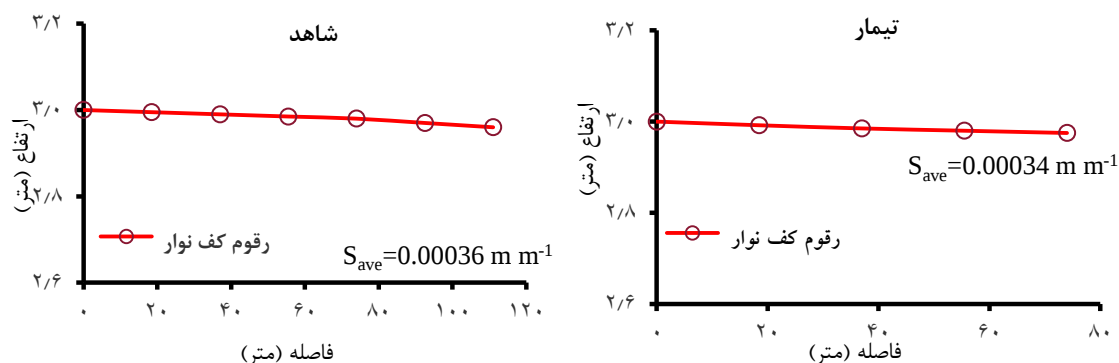
شکل ۳۹۹- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS20

۵-۲-۲۳- مزرعه 99WestS21

در این مزرعه تکنیک کشت نشایی و تغییر روش آبیاری از نواری به بارانی در نظر گرفته شد. در بخش شاهد فاصله بوته‌ها ۰/۱ متر و فاصله دو ردیف کشت ۰/۵ متر، در بخش تیمار نیز فاصله بوته‌ها ۰/۲ متر و فاصله دو ردیف کشت ۰/۵ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS21 در جدول ۲۱۵ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۰۰ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد جزئی، یکنواخت و به ترتیب ۰/۰۳۴ و ۰/۰۳۶ درصد می‌باشد.

جدول ۲۱۵- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS21

مزرعه 99WestS21	روش آبیاری	فواصل آبیاش‌ها (m×m)	متوسط شیب طولی (m/m)
تیمار	بارانی	۱۸×۱۸	۰/۰۰۰۳۴
شاهد	بارانی	۱۸×۱۸	۰/۰۰۰۳۶



شکل ۴۰۰- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS21

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS21 در جدول ۲۱۶ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۳۷/۳ و ۷۱/۶ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۲۶/۸ و ۱۰۰/۰ میلی‌متر و

در آبیاری سوم برابر با ۴۶/۷ و ۷۱/۶ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به بارانی و کشت نشایی در تیمار موجب کاهش ۱۳۲/۳ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۸۰/۴ و ۳۹/۵ درصد، در آبیاری دوم ۸۳/۹ و ۴۲/۲ درصد و در آبیاری سوم ۶۲/۷ و ۶۲/۷ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۷/۵ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۲۱۶- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS₂₁

برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

مزرعه 99WestS ₂₁	تاریخ آبیاری	دبی آبپاش (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۱۱	۱/۰۵	۱۹۲	۳۷/۳	۳۱/۹	۸۰/۴
شاهد	۹۹/۲/۱۵	۰/۹۲*	۴۲۰	۷۱/۶	۲۹/۹	۳۹/۵
تیمار	۹۹/۳/۱۸	۱/۰۵	۱۳۸	۲۶/۸	۲۲/۵	۸۳/۹
شاهد	۹۹/۲/۲۷	۴۰/۰۰**	۲۵	۱۰۰/۰	۳۷/۴	۴۲/۲
تیمار	۹۹/۳/۲۸	۱/۰۵	۲۴۰	۴۶/۷	۲۹/۳	۶۲/۷
شاهد	۹۹/۳/۱۰	۰/۹۲*	۴۲۰	۷۱/۶	۴۴/۹	۶۲/۷

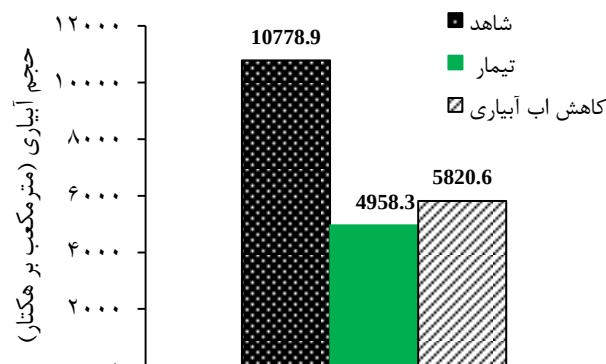
* ۳ آبیاری از ۱۲ آبیاری شاهد به صورت بارانی صورت گرفته است.

** آبیاری دوم شاهد به صورت نواری صورت گرفته است. دبی نوشته شده دبی کانال می‌باشد نه آبپاش

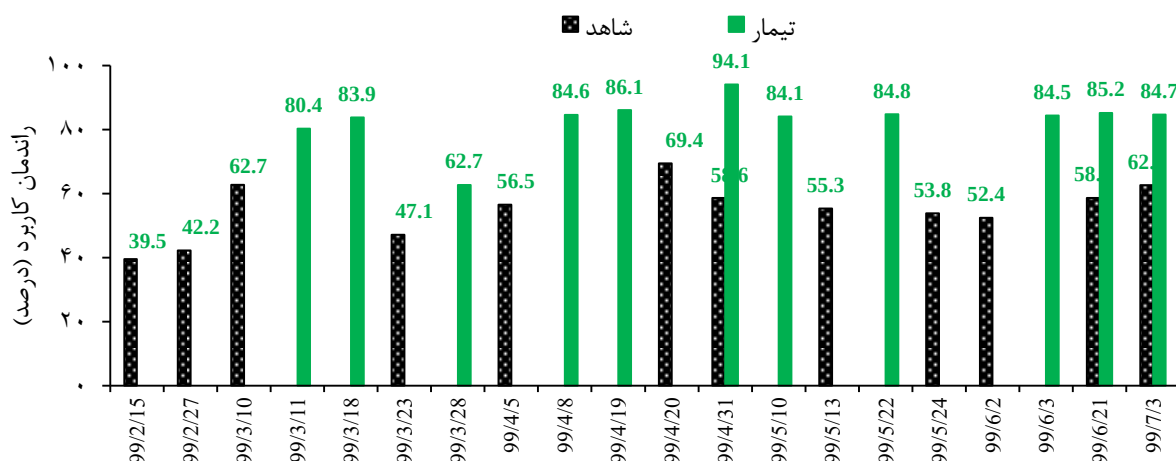
بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂₁ طی فصل رشد محصول به ترتیب در ۱۱ و ۱۲ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۰۱ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂₁ به ترتیب ۴۹۵۸/۳ و ۱۰۷۷۸/۹ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۵۸۲۰/۶ مترمکعب بر هکتار (۵۴ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۰۲). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۰۳ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۲۸/۳ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۴۰۱- مقایسه مقادیر عمق آبیاری در مزرعه 99WestS21 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۰۲- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS21



شکل ۴۰۳- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS21 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS21 به ترتیب ۷۸۰۰۰ و ۶۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۳۰ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۱۷). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد چغندر قند در سال

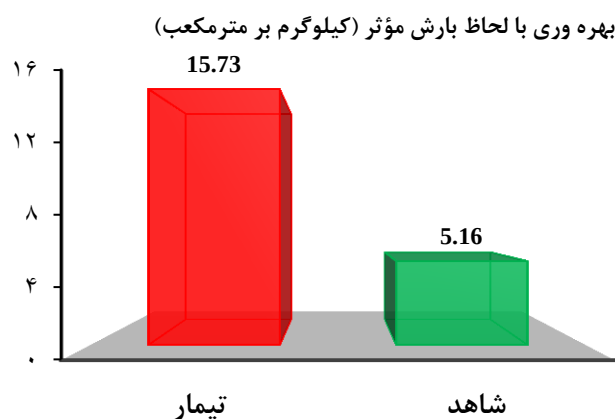
زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان مهاباد) در بخش‌های تیمار و شاهد به‌ترتیب ۰ و ۸۵/۵ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۳۲۹ درصد برآورد گردید (جدول ۲۱۸). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۰۴ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۱۷- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂₁

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱۵/۷۳	۵/۱۶	۱۵/۷۳	۵/۵۷	۷۸۰۰۰	۶۰۰۰۰

جدول ۲۱۸- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂₁

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۵۴	۱۰/۱۶	۱۸۲/۶	۲۰۵/۰



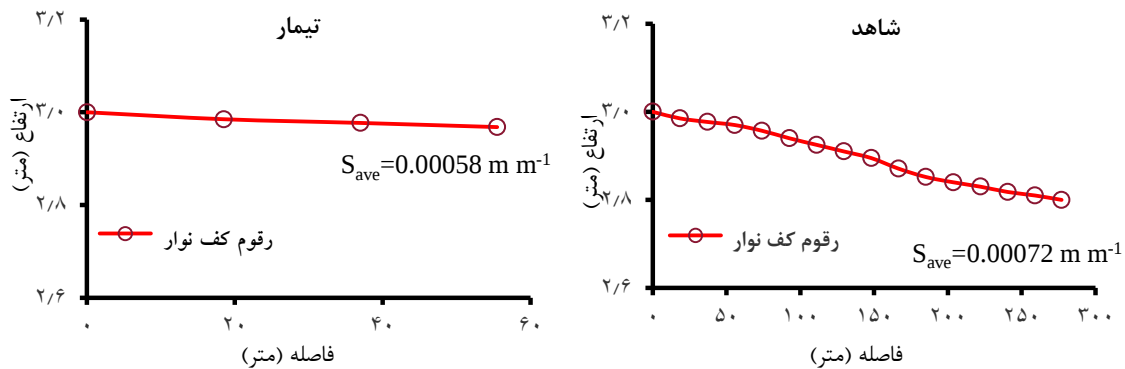
شکل ۴۰۴- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS₂₁

۵-۲-۲۴- مزرعه 99WestS₂₂

در این مزرعه تکنیک مدیریت زمان آبیاری بارانی در نظر گرفته شد. فاصله بوته‌ها ۰/۱ متر و فاصله دو ردیف کشت ۰/۵ متر در بخش‌های تیمار و شاهد در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂₂ در جدول ۲۱۹ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۰۵ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی تیمار و شاهد و به‌خصوص بخش تیمار یکنواخت و به‌ترتیب ۰/۰۵۸ و ۰/۰۷۲ درصد می‌باشد.

جدول ۲۱۹- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₂₂

مزرعه 99WestS ₂₂	روش آبیاری	فواصل آبیاریها (m×m)	متوسط شیب طولی (m/m)
تیمار	بارانی	۱۸×۱۸	۰/۰۰۰۵۸
شاهد	بارانی	۱۸×۱۸	۰/۰۰۰۷۲



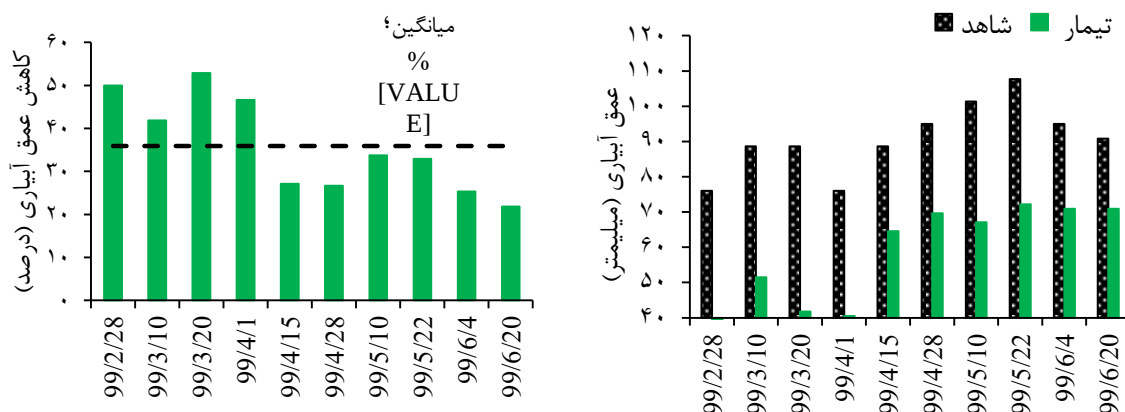
شکل ۴-۵- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS22

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS22 در جدول ۲۲۰ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۳۸ و ۷۶ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۵۱/۵ و ۸۸/۷ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۴۱/۸ و ۸۸/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تکنیک مدیریت زمان آبیاری بارانی در تیمار موجب کاهش ۱۲۲ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۸۰/۱ و ۴۱/۵ درصد، در آبیاری دوم ۸۵/۱ و ۴۶/۳ درصد و در آبیاری سوم ۸۴/۸ و ۳۹/۴ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۴۱/۱ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

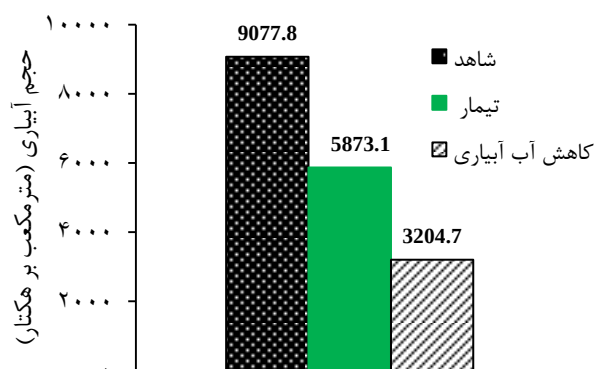
جدول ۲۲۰- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS22 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

مزرعه 99WestS22	تاریخ آبیاری	دبی آبیاری (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۲۸	۱/۱۴	۱۸۰	۳۸/۰	۳۰/۰	۸۰/۱
شاهد	۹۹/۲/۲۸	۱/۱۴	۳۶۰	۷۶/۰	۳۱/۶	۴۱/۵
تیمار	۹۹/۳/۱۰	۱/۱۴	۲۴۴	۵۱/۵	۴۳/۹	۸۵/۱
شاهد	۹۹/۳/۱۰	۱/۱۴	۴۲۰	۸۸/۷	۴۱/۱	۴۶/۳
تیمار	۹۹/۳/۲۰	۱/۱۴	۱۹۸	۴۱/۸	۳۵/۹	۸۴/۸
شاهد	۹۹/۳/۲۰	۱/۱۴	۴۲۰	۸۸/۷	۳۵/۰	۳۹/۴

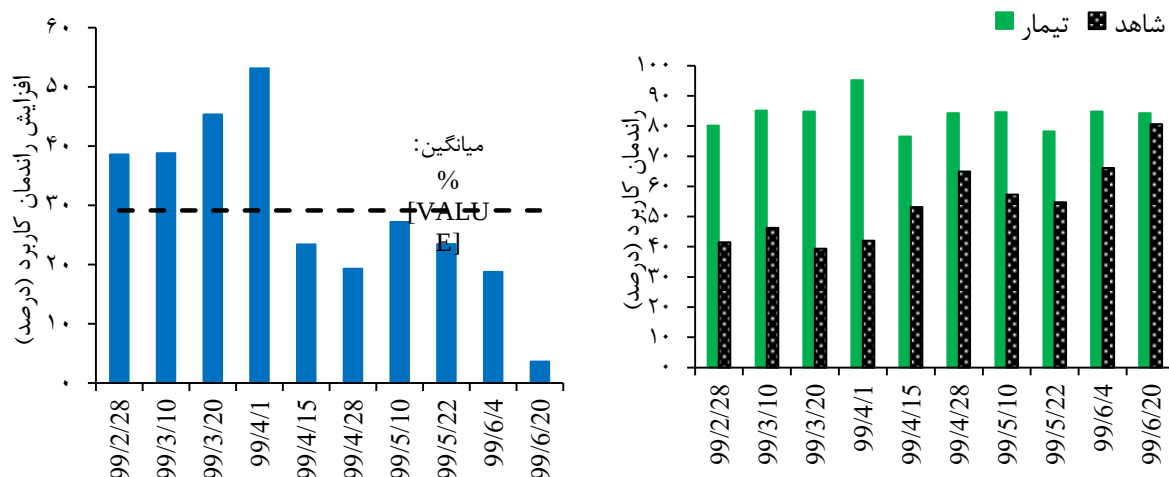
مزرعه 99WestS22 طی فصل رشد محصول در ۱۰ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۰۶ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS22 به ترتیب ۵۸۷۳/۱ و ۹۰۷۷/۸ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۳۲۰۴/۷ مترمکعب بر هکتار (۳۵/۳ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۰۷). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۰۸ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۲۹/۱ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۴۰۶- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS22 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۰۷- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS22



شکل ۴۰۸- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS22 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS22 به ترتیب ۷۷۰۰ و ۷۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۵/۵ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۲۱). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد چغندر قند در سال

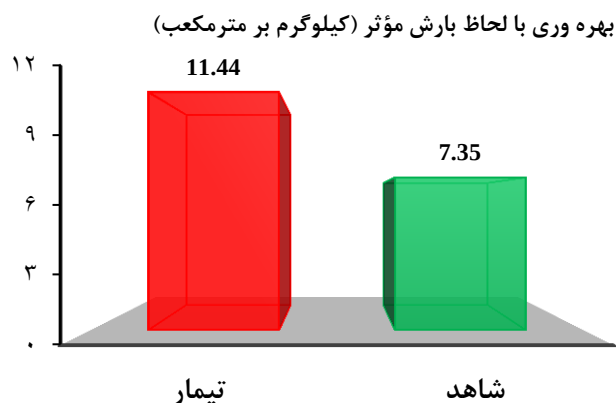
زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان مهاباد) ۸۵/۵ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۵۵/۷ درصد برآورد گردید (جدول ۲۲۲). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۰۹ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۲۱- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS22

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱۱/۴۴	۷/۳۵	۱۳/۱۱	۸/۰۴	۷۷۰۰۰	۷۳۰۰۰

جدول ۲۲۲- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS22

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۳۵/۳	۵/۰۷	۶۳/۰	۵۵/۷



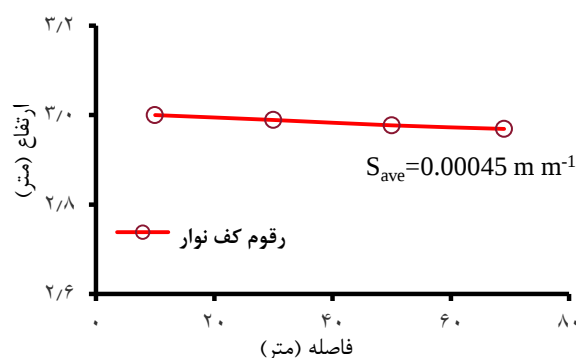
شکل ۴۰۹- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS22

۵-۲-۲۵- مزرعه 99WestS23

در این مزرعه تکنیک کشت نشایی در نظر گرفته شد. فاصله بوته‌ها ۰/۲۰ متر و فاصله دو ردیف کشت ۰/۵۰ متر در بخش تیمار و در بخش شاهد به ترتیب ۰/۱۳ و ۰/۵۰ متر در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS23 در جدول ۲۲۳ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی مزرعه در شکل ۴۱۰ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی مزرعه یکنواخت و ۰/۰۴۵ درصد می‌باشد.

جدول ۲۲۳- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS23

مزرعه 99WestS23	روش آبیاری	طول×عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)
تیمار	نواری	۶×۶۹	۰/۰۰۰۴۵
شاهد	نواری	۶×۶۹	۰/۰۰۰۴۵



شکل ۴۱۰- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS23

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS₂₃ در جدول ۲۲۴ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۹۸/۳ و ۵۵/۰ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۹۳/۷ و ۹۶/۷ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۱۰۲/۹ و ۱۱۶/۶ میلی‌متر بوده که اعمال تکنیک کشت نشایی در تیمار موجب افزایش ۲۶/۶ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. یکی از دلایل آن انجام آبیاری اول شاهد به صورت بارانی و با عمق کم بوده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۴۹/۰ و ۷۰/۵ درصد، در آبیاری دوم ۳۶/۶ و ۳۱/۷ درصد و در آبیاری سوم ۴۵/۴ و ۳۲/۵ محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش جزئی ۱/۲ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۲۲۴- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS₂₃ برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

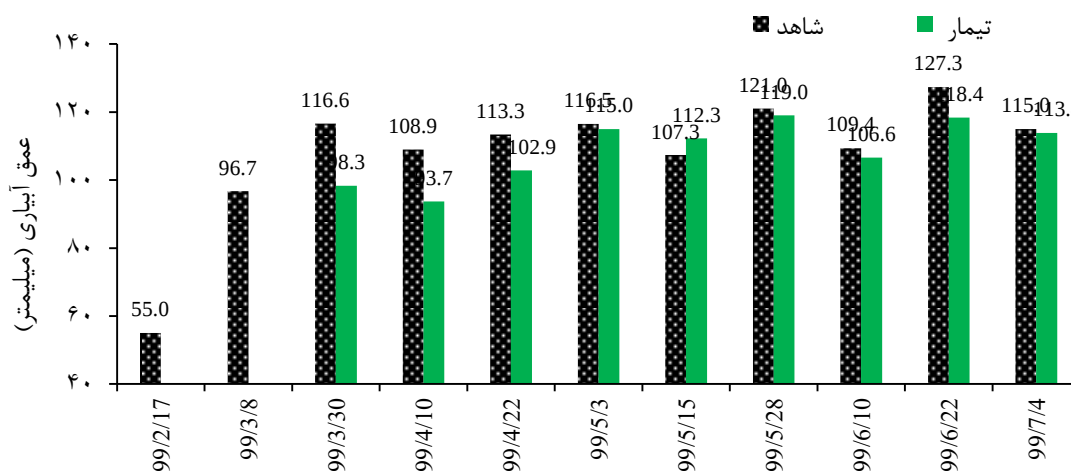
مزرعه 99WestS ₂₃	تاریخ آبیاری	دبی ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۳۰	۱۵/۰۷	۴۵	۹۸/۳	۴۸/۲*	۴۹/۰
شاهد	۹۹/۲/۱۷	۰/۵۵**	۲۴۰	۵۵/۰	۳۸/۸**	۷۰/۵
تیمار	۹۹/۴/۱۰	۱۵/۴۰	۴۲	۹۳/۷	۳۴/۳	۳۶/۶
شاهد	۹۹/۳/۸	۱۵/۶۵	۱۱۰	۹۶/۷	۳۰/۷	۳۱/۷
تیمار	۹۹/۴/۲۲	۱۴/۷۹	۴۸	۱۰۲/۹	۴۶/۷	۴۵/۴
شاهد	۹۹/۳/۳۰	۱۶/۰۸	۵۰	۱۱۶/۶	۳۷/۹	۳۲/۵

* آبیاری اول تیمار در روز کشت نشاء صورت گرفته و مقدار راندمان با در نظر گرفتن عمق ریشه ۳۰ سانتی‌متر محاسبه گردیده است.

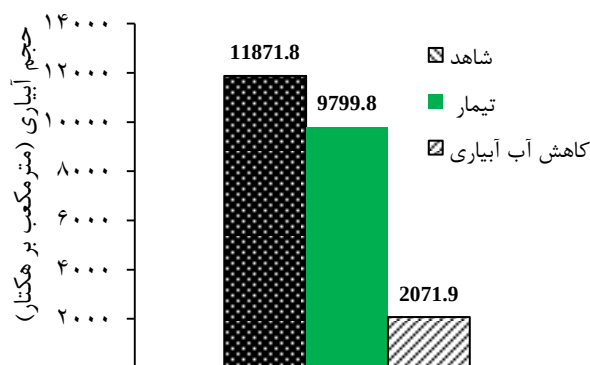
** این آبیاری به صورت بارانی و با دبی ۰/۵۵ لیتر بر ثانیه انجام نشده است. مقدار راندمان نیز به دلیل عدم اطلاع‌رسانی کشاورز و عدم پایش رطوبت، با استفاده از داده‌های هواشناسی محاسبه شده است.

بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂₃ طی فصل رشد محصول به‌ترتیب در ۹ و ۱۱ نوبت آبیاری گردید که کشت نشایی محصول موجب کاهش دو نوبت آبیاری گردیده است. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد مطابق شکل ۴۱۱ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂₃ به‌ترتیب ۹۷۹۹/۸ و

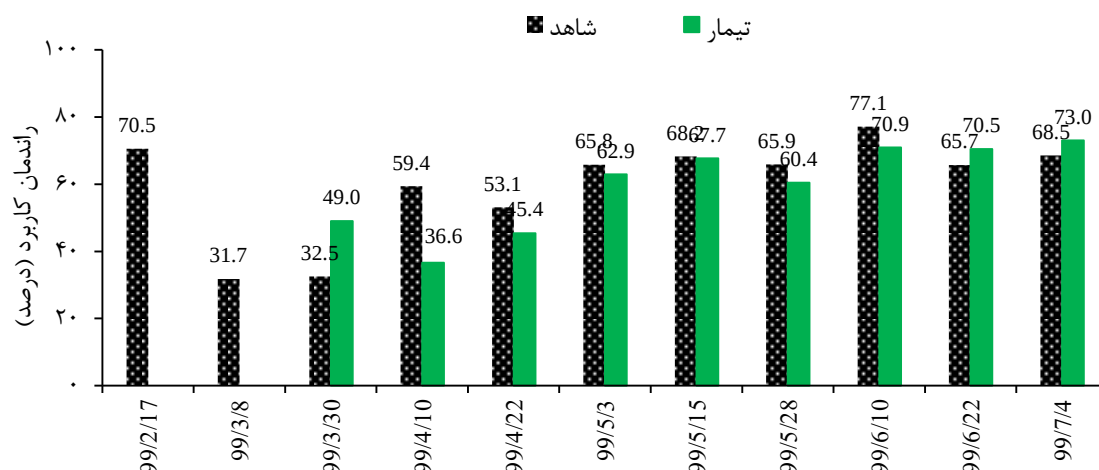
۱۱۸۷۱/۸ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۰۷۱/۹ مترمکعب بر هکتار (۱۷/۵ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۱۲). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۱۳ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور جزئی (۰/۳ درصد) کمتر از شاهد بود.



شکل ۴۱۱- مقایسه مقادیر عمق آبیاری در مزرعه 99WestS23 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۱۲- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS23



شکل ۴۱۳- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS23 طی آبیاری‌های مختلف

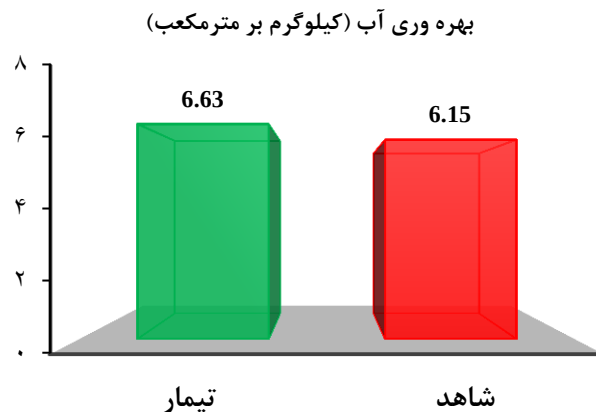
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂₃ به ترتیب ۶۵۰۰۰ و ۷۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده کاهش ۱۳/۳ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۲۵). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد چغندر قند در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان نقده) در بخش‌های تیمار و شاهد به ترتیب ۰ و ۳۱/۹ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد جزئی و ۷/۸ درصد برآورد گردید (جدول ۲۲۶). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۱۴ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۲۵- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS23

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۷۵۰۰۰	۶۵۰۰۰	۶/۳۲	۶/۶۳	۶/۱۵	۶/۶۳

جدول ۲۲۶- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS23

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۱۷/۵	۰/۳۲	۵/۰	۷/۸



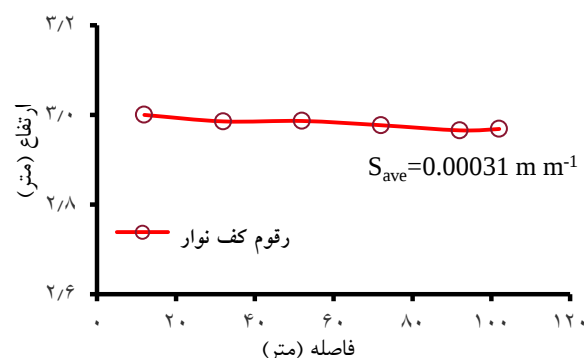
شکل ۴۱۴- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS23

۵-۲-۲۶- مزرعه 99WestS₂₄

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۵۲ و ۷ متر و طول شیارهای تیمار ۵۲ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₂₄ در جدول ۲۲۷ ارائه شده است. هم‌چنین پروفیل شیب طولی باغ در شکل ۴۱۵ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی باغ یکنواخت و ۰/۰۳۱ درصد می‌باشد.

جدول ۲۲۷- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS₂₄

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول×عرض (m×m)	فواصل درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS ₂₄
بسته	۰/۰۰۱۰۳	۷×۵۲	۷×۷	شیاری دوطرفه	تیمار
بسته	۰/۰۰۱۳۱	۷×۵۲	۷×۷	نواری	شاهد



شکل ۴۱۵- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS₂₄

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS₂₄ در جدول ۲۲۸ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۷۹/۱ و ۱۱۰/۹ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۷۹/۱ و ۱۱۰/۹ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۷۵/۷ و ۱۰۶/۲ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در

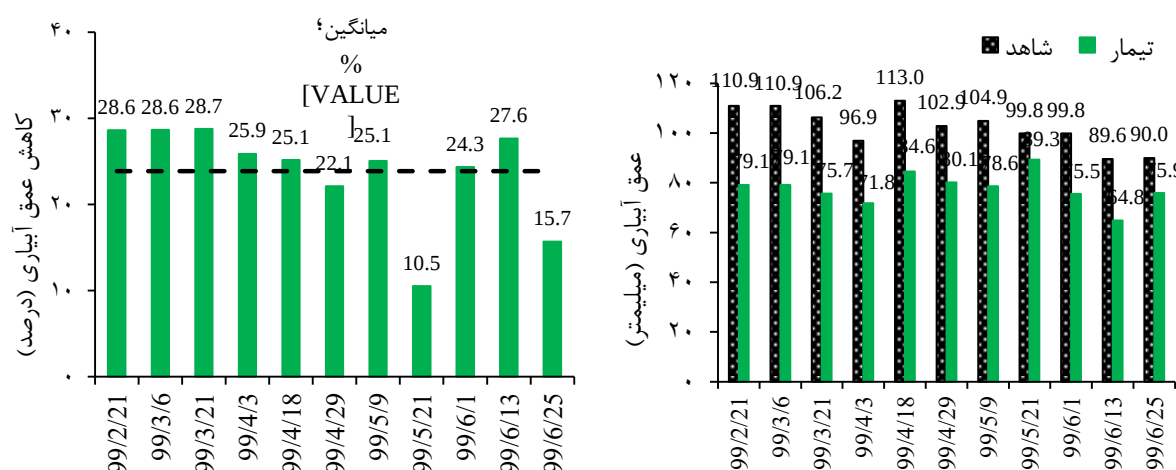
تیمار موجب کاهش ۳۱/۳ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۶۲/۴ و ۵۵/۶ درصد، در آبیاری دوم ۸۴/۷ و ۷۶/۶ درصد و در آبیاری سوم ۹۴/۹ و ۷۸/۸ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۱۰/۳ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۲۲۸- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS24 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

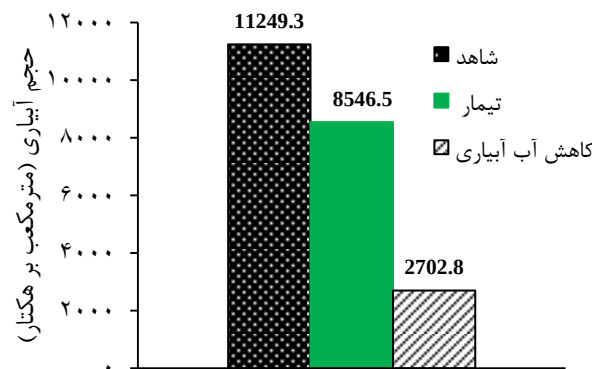
باغ 99WestS24	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۲۱	۸/۷۳	۵۵	۷۹/۱	۶۱/۷*	۶۲/۴
شاهد	۹۹/۲/۲۱	۸/۹۷	۷۵	۱۱۰/۹	۶۱/۷*	۵۵/۶
تیمار	۹۹/۳/۶	۸/۷۳	۵۵	۷۹/۱	۸۳/۷	۸۴/۷
شاهد	۹۹/۳/۶	۸/۹۷	۷۵	۱۱۰/۹	۸۴/۹	۷۶/۶
تیمار	۹۹/۳/۲۱	۷/۶۵	۶۰	۷۵/۷	۸۹/۸	۹۴/۹
شاهد	۹۹/۳/۲۱	۸/۳۷	۷۷	۱۰۶/۲	۸۳/۷	۷۸/۸

* در آبیاری اول به دلیل عدم پایش آبیاری مقدار تبخیر و تعرق واقعی معادل نیاز خالص آبیاری در نظر گرفته شد.

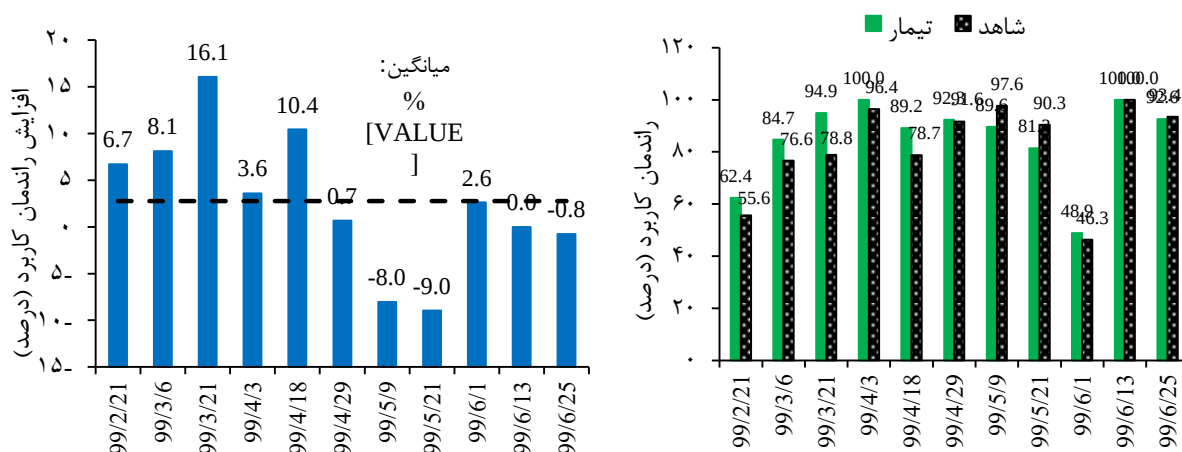
باغ 99WestS24 طی فصل رشد محصول در ۱۱ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۱۶ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS24 به ترتیب ۸۵۴۶/۵ و ۱۱۲۴۹/۳ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۷۰۲/۸ مترمکعب بر هکتار (۲۴ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۱۷). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۱۸ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور جزئی ۲/۸ درصد افزایش یافت.



شکل ۴۱۶- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS24 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۱۷- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS24



شکل ۴۱۸- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS24 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در باغ 99WestS₂₄ ۵۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲۲۹). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان نقده) ۳۱/۹ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۳۰/۵ درصد برآورد گردید (جدول ۲۳۰). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۱۹ ترسیم گردیده است.

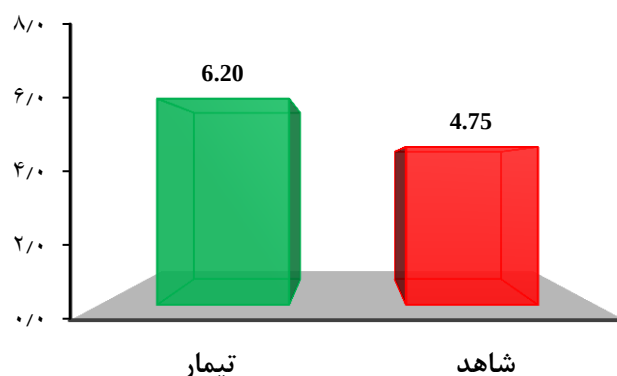
جدول ۲۲۹- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS24

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۶/۲۰	۴/۷۵	۶/۴۴	۴/۸۹	۵۵۰۰۰	۵۵۰۰۰

جدول ۲۳۰- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS24

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۲۴/۰	۱/۵۵	۳۱/۶	۳۰/۵

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (کیلوگرم بر مترمکعب)



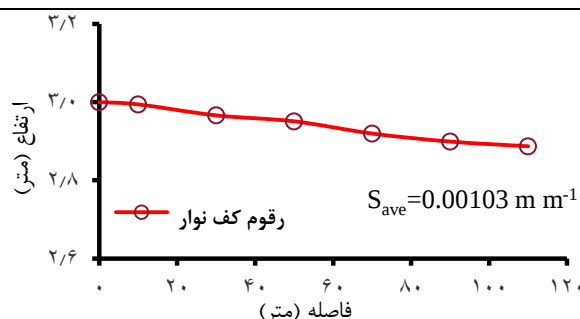
شکل ۴۱۹- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS24

۵-۲-۲۷- مزرعه 99WestS25

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۱۱۰ و ۷ متر و طول شیارهای تیمار ۱۱۰ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS25 در جدول ۲۳۱ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی باغ در شکل ۴۲۰ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی باغ مثبت و ۰/۱۰۳ درصد می‌باشد.

جدول ۲۳۱- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS25

باغ 99WestS25	روش آبیاری	فواصل درختان ($\text{m} \times \text{m}$)	طول $\times$ عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	شیاری دو طرفه	7×7	7×110	۰/۰۰۱۰۳	بسته
شاهد	نواری	7×7	7×110	۰/۰۰۱۰۳	بسته



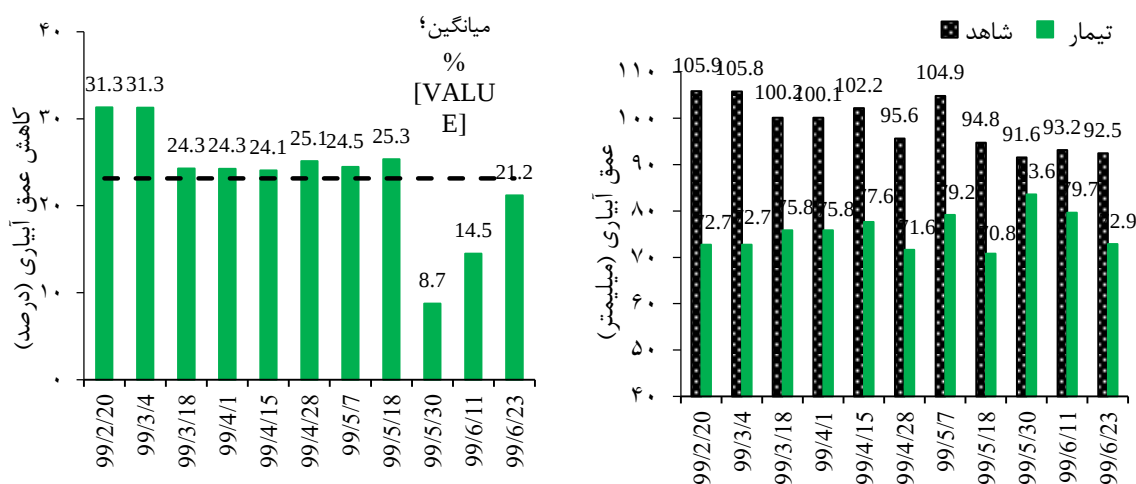
شکل ۴۲۰- نیمرخ شیب طولی باغ 99WestS25

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS₂₅ در جدول ۲۳۲ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۷۲/۷ و ۱۰۵/۹ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۷۲/۷ و ۱۰۵/۸ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۷۵/۸۳ و ۱۰۰/۲ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در تیمار موجب کاهش ۹۰/۵ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۶۴/۷ و ۵۵/۵ درصد، در آبیاری دوم ۷۲/۹ و ۶۲/۷ درصد و در آبیاری سوم ۶۷/۷ و ۶۸/۴ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۶/۲ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

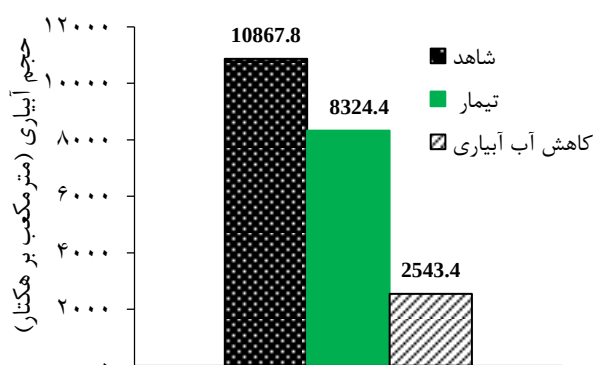
جدول ۲۳۲- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS₂₅ برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

باغ 99WestS ₂₅	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۲۰	۱۲/۴۴	۷۵	۷۲/۷	۷۸/۹	۶۴/۷
شاهد	۹۹/۲/۲۰	۱۲/۹۴	۱۰۵	۱۰۵/۹	۳۹/۶	۵۵/۵
تیمار	۹۹/۳/۴	۱۲/۴۴	۷۵	۷۲/۷	۶۱/۶	۷۲/۹
شاهد	۹۹/۳/۴	۱۲/۹۴	۱۰۵	۱۰۵/۸	۴۰/۹	۶۲/۷
تیمار	۹۹/۳/۱۸	۱۲/۶۴	۷۷	۷۵/۸	۵۹/۳	۶۷/۷
شاهد	۹۹/۳/۱۸	۱۲/۸۵	۱۰۰	۱۰۰/۲	۳۹/۳	۶۸/۴

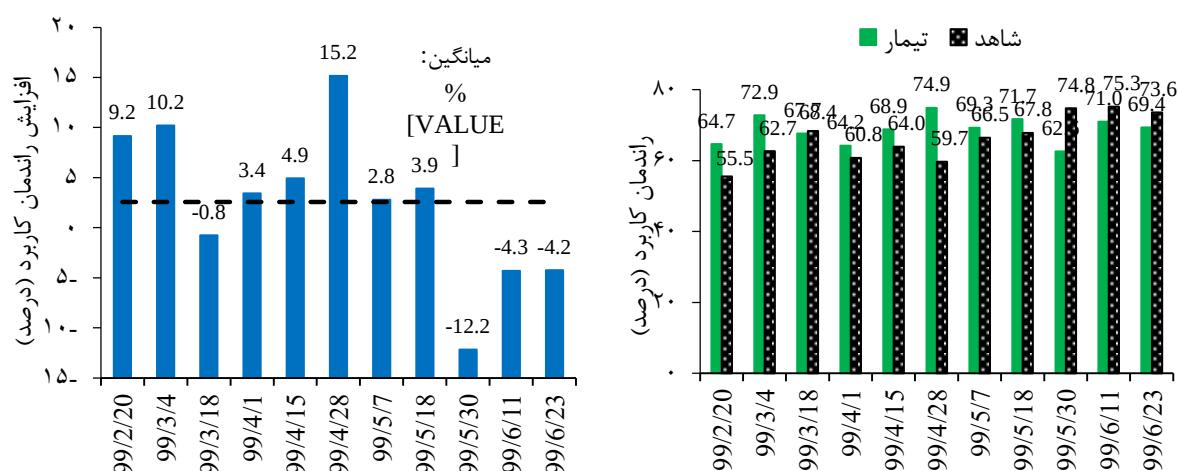
باغ 99WestS₂₅ طی فصل رشد محصول در ۱۱ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۲۱ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS₂₅ به ترتیب ۸۳۲۴/۴ و ۱۰۸۶۷/۸ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۵۴۳/۴ مترمکعب بر هکتار (۲۳/۴ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۲۲). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۲۳ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۲/۶ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۴۲۱ - مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS₂₅ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۲۲ - مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS25



شکل ۴۲۳ - مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS25 طی آبیاری‌های مختلف

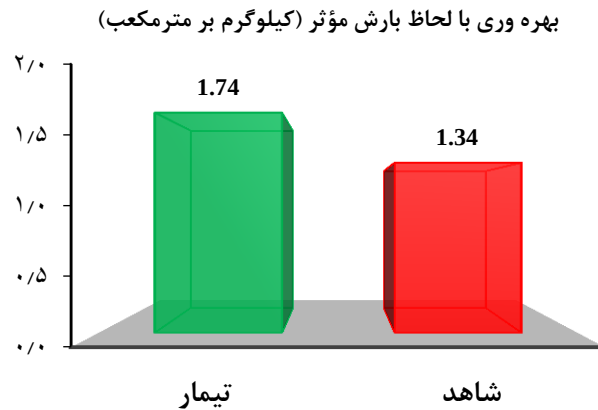
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در باغ 99WestS₂₅، ۱۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲۳۳). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد هلو-شلیل در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان نقده) ۳۱/۹ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۲۹/۴ درصد برآورد گردید (جدول ۲۳۴). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۲۴ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۳۳ - مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS25

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱/۳۸	۱/۸۰	۱/۳۴	۱/۷۴

جدول ۲۳۴ - مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS25

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۲۳/۴	۰/۴۲	۳۰/۶	۲۹/۴



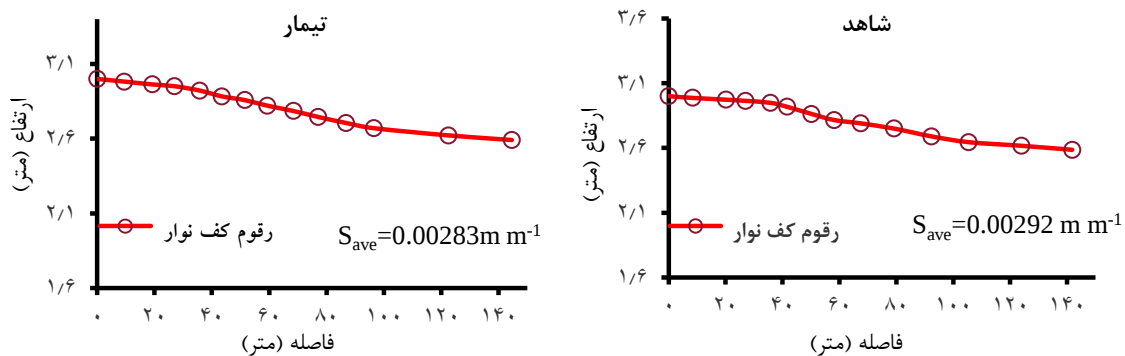
شکل ۴۲۴- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS25

۵-۲-۲۸- مزرعه 99WestS₂₆

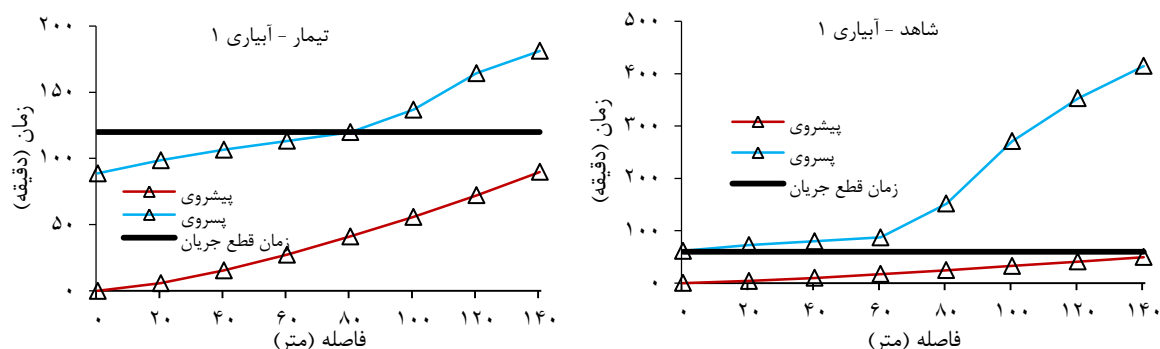
در این مزرعه تکنیک آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان در نظر گرفته شد. فاصله بوته‌ها ۰/۳ متر، فاصله دو ردیف کشت ۰/۷۵ متر، عرض جویچه ۰/۴۵ متر، عرض پشته ۰/۳ متر در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂₆ در جدول ۲۳۵ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۲۵ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد غیریکنواخت، زیاد و به ترتیب ۰/۲۸۳ و ۰/۲۹۲ درصد می‌باشد.

جدول ۲۳۵- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₂₆

مزرعه 99WestS ₂₆	روش آبیاری	طول × عرض (m×m)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای یک‌درمیان	۶×۱۴۰	۰/۰۰۲۸۳	بسته
شاهد	جویچه‌ای	۳×۱۴۰	۰/۰۰۲۹۲	بسته

شکل ۴۲۵- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₂₆

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۲۱ صورت گرفت. پیش‌روی آب در شاهد ۶۰ دقیقه و در تیمار ۱۲۰ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۱۳/۰۳ و ۱۲/۷۶ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۴۲۶).



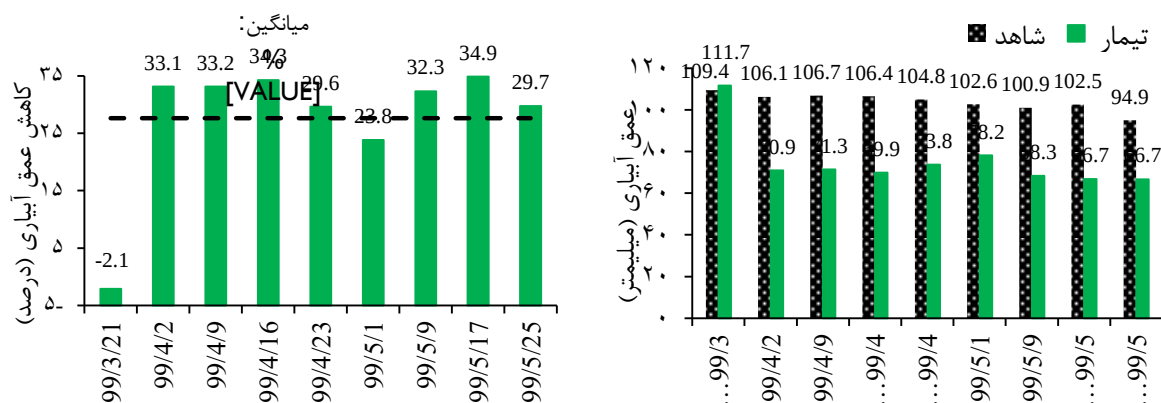
شکل ۴۲۶- پیشروی و پسروی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه 99WestS26 در تیمار و شاهد- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS₂₆ در جدول ۲۳۶ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۱۱۱/۷ و ۱۰۹/۴ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۷۰/۹ و ۱۰۶/۱ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۷۱/۳ و ۱۰۶/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری در تیمار موجب کاهش ۶۸/۲ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۳۱/۳ و ۴۵/۷ درصد، در آبیاری دوم ۳۲/۳ و ۲۷/۵ درصد و در آبیاری سوم ۳۷/۲ و ۳۶/۲ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲/۹ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

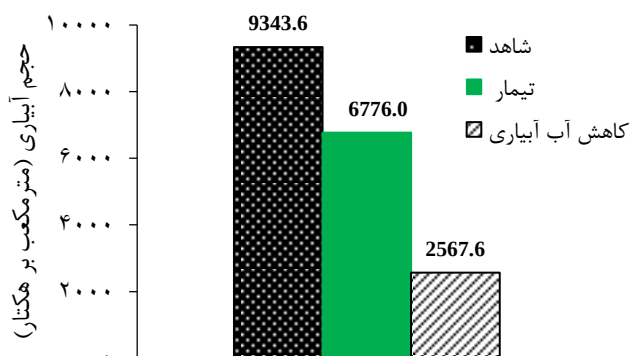
جدول ۲۳۶- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS₂₆ برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

مزرعه 99WestS ₂₆	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۲۱	۱۳/۰۳	۱۲۰	۱۱۱/۷	۵۰/۰	۳۱/۳
شاهد	۹۹/۳/۲۱	۱۲/۷۶	۶۰	۱۰۹/۴	۵۰/۰	۴۵/۷
تیمار	۹۹/۴/۰۲	۱۲/۴۱	۸۰	۷۰/۹	۳۲/۷	۳۲/۳
شاهد	۹۹/۴/۰۲	۱۲/۳۸	۶۰	۱۰۶/۱	۲۹/۲	۲۷/۵
تیمار	۹۹/۴/۰۹	۱۲/۴۸	۸۰	۷۱/۳	۳۷/۹	۳۷/۲
شاهد	۹۹/۴/۰۹	۱۲/۴۵	۶۰	۱۰۶/۷	۳۸/۷	۳۶/۲

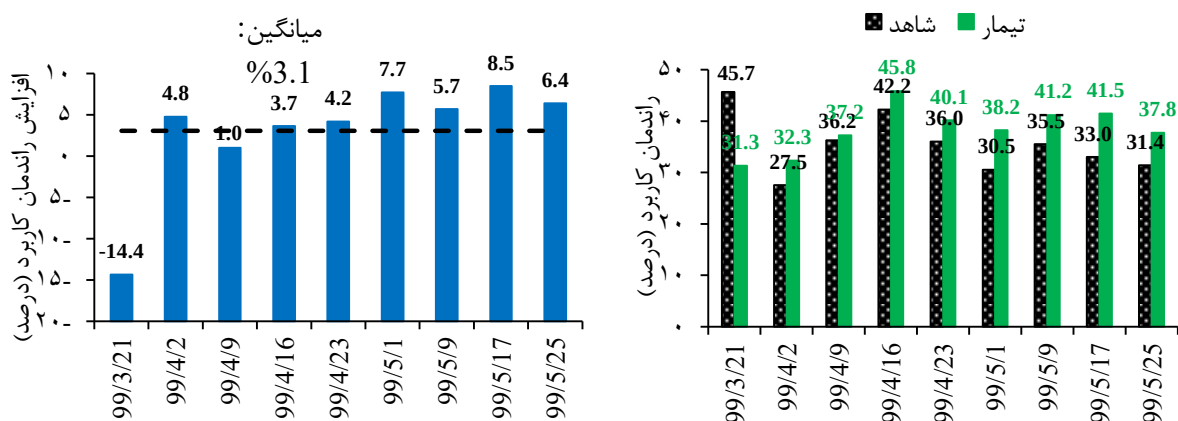
مزرعه 99WestS₂₆ طی فصل رشد محصول در ۹ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۲۷ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂₆ به ترتیب ۶۷۷۶ و ۹۳۴۳/۶ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۵۶۷/۶ مترمکعب بر هکتار (۲۷/۵ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۲۸). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۲۹ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۳/۱ درصد افزایش یافت.



شکل ۴۲۷- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS26 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۲۸- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS26



شکل ۴۲۹- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS26 طی آبیاری‌های مختلف

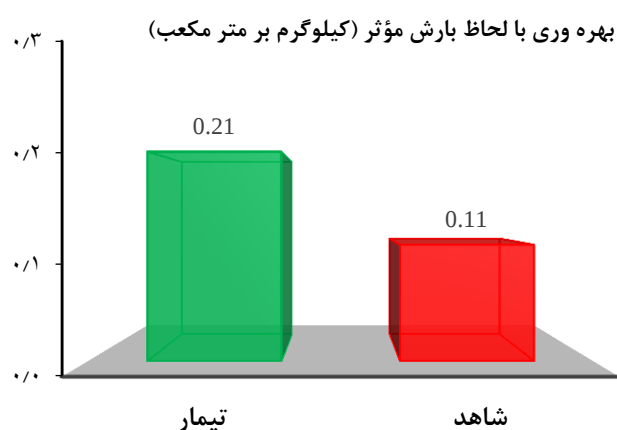
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂₆ به ترتیب ۱۴۵۰ و ۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۳۱/۸ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۳۷). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد کدو در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان نقده) ۲۵/۲ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۸۰ درصد برآورد گردید (جدول ۲۳۸). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۳۰ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۳۷- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS26

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۲۱	۰/۱۲	۱۴۵۰	۱۱۰۰

جدول ۲۳۸- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS26

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۲۷/۴۸	۰/۱	۸۱/۸	۸۰



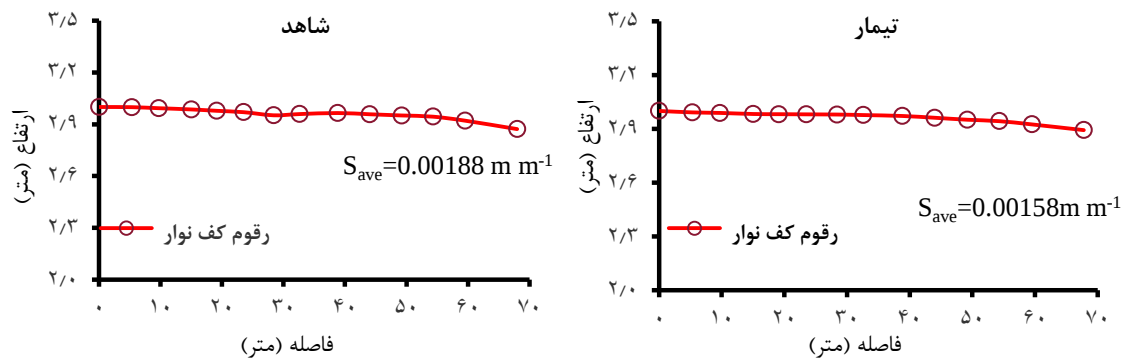
شکل ۴۳۰- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS26

۵-۲-۲۹- مزرعه 99WestS27

در این مزرعه تکنیک آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان در نظر گرفته شد. فاصله بوته‌ها ۰/۳ متر، فاصله دو ردیف کشت ۰/۷۵ متر، عرض جویچه ۰/۴۵ متر، عرض پشته ۰/۳ متر در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS27 در جدول ۲۳۹ ارائه شده است. هم‌چنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۳۱ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد یکنواخت و به ترتیب ۰/۱۵۸ و ۰/۱۸۸ درصد می‌باشد.

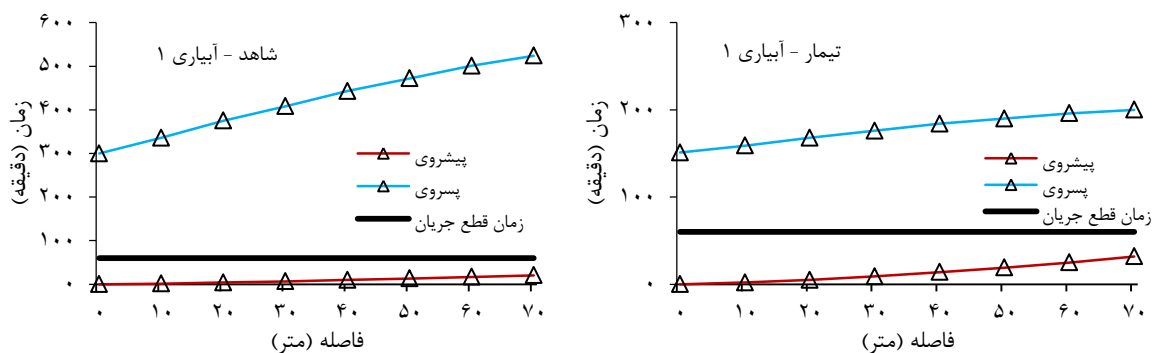
جدول ۲۳۹- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS27

مزرعه 99WestS27	روش آبیاری	طول × عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای یک‌درمیان	۷/۵ × ۷۰	۰/۰۰۱۵۸	بسته
شاهد	جویچه ای	۳/۷۵ × ۷۰	۰/۰۰۱۸۸	بسته



شکل ۴۳۱- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS27

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۲۴ صورت گرفت. پیش‌روی آب در شاهد ۶۰ دقیقه و در تیمار ۶۰ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۱۴/۲۰ و ۱۴/۲۰ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۴۳۲).



شکل ۴۳۲- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه 99WestS27 در تیمار و شاهد- آبیاری اول

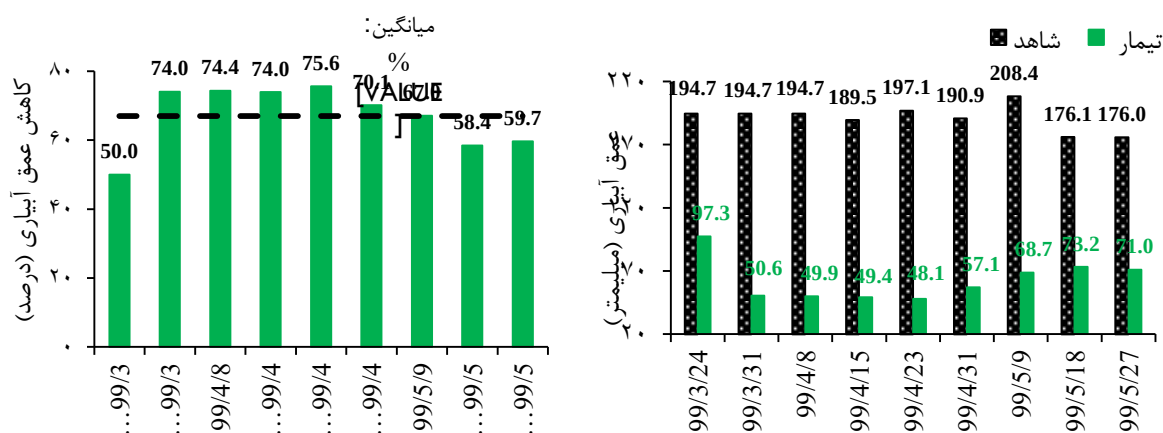
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS27 در جدول ۲۴۰ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۹۷/۳ و ۱۹۴/۷ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۵۰/۶ و ۱۹۴/۷ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۴۹/۹ و ۱۹۴/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری در تیمار موجب کاهش ۳۸۶/۲ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۲۴/۵ و ۱۷/۵ درصد، در آبیاری دوم ۴۳/۷ و ۱۴/۴ درصد و در آبیاری سوم ۵۱/۲ و ۱۹/۱ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۲/۸ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۲۴۰- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS27 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

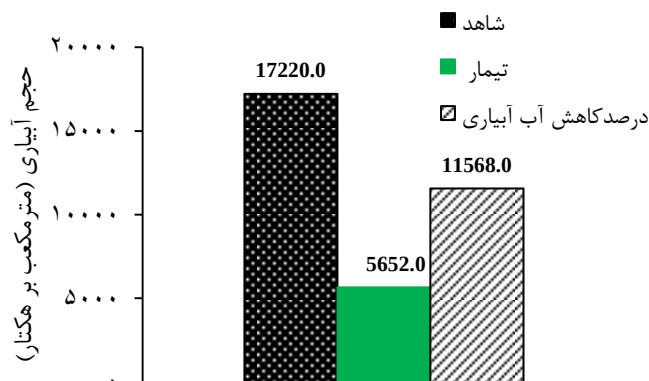
مزرعه 99WestS ₂₇	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۲۴	۱۴/۲۰	۶۰	۹۷/۳	۳۴/۱	۲۴/۵
شاهد	۹۹/۳/۲۴	۱۴/۲۰	۶۰	۱۹۴/۷	۳۴/۱	۱۷/۵
تیمار	۹۹/۳/۳۱	۱۴/۷۴	۳۰	۵۰/۶	۳۱/۵	۴۳/۷

۱۴/۴	۲۸/۰	۱۹۴/۷	۶۰	۱۴/۲۰	۹۹/۳/۳۱	شاهد
۵۱/۲	۳۶/۵	۴۹/۹	۳۰	۱۴/۵۶	۹۹/۴/۰۸	تیمار
۱۹/۱	۳۷/۳	۱۹۴/۷	۶۰	۱۴/۲۰	۹۹/۴/۰۸	شاهد

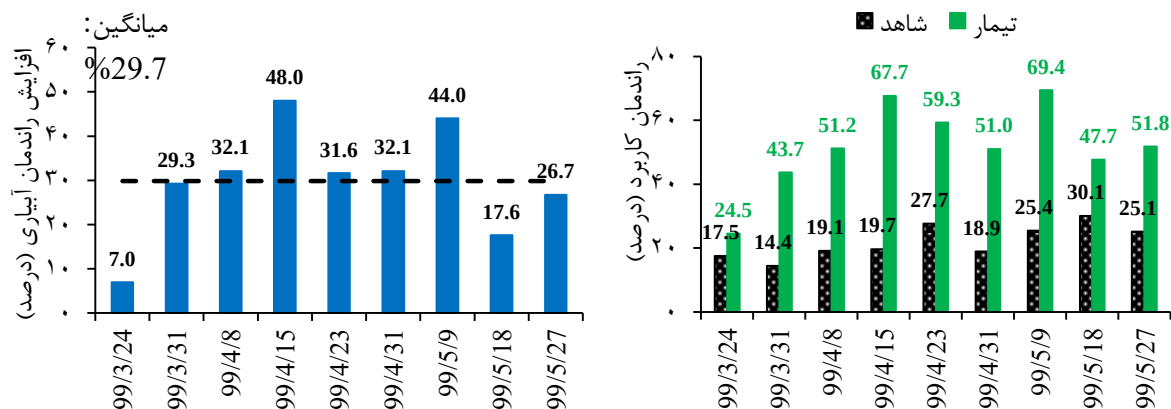
مزرعه 99WestS₂₇ طی فصل رشد محصول در ۹ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۳۳ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₂₇ به ترتیب ۵۶۵۲ و ۱۷۲۲۰ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۱۵۶۸ (۶۷/۲ درصد) مترمکعب بر هکتار تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۳۴). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۳۵ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به‌طور متوسط ۲۹/۷ درصد افزایش یافت.



شکل ۴۳۳- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS₂₇ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۳۴- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₂₇



شکل ۴۳۵- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS27 طی آبیاری‌های مختلف

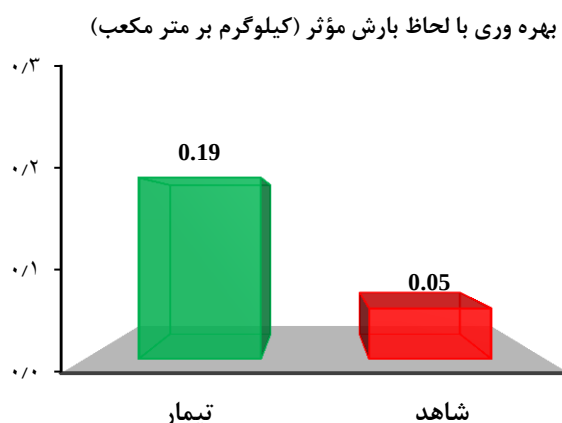
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS27 به ترتیب ۱۱۵۰ و ۹۵۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۲۱/۱ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۴۱). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد کدو در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان نقده) ۲۵/۲ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۲۵۸/۲ درصد برآورد گردید (جدول ۲۴۲). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۳۶ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۴۱- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS27

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۹۵۰	۱۱۵۰	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۰۵	۰/۱۹

جدول ۲۴۲- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS27

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۶۷/۱۸	۰/۱	۲۶۸/۸	۲۵۸/۲



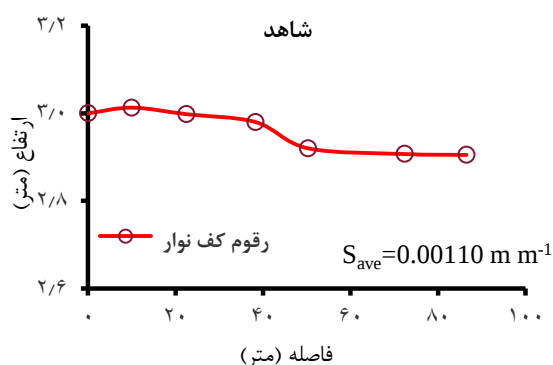
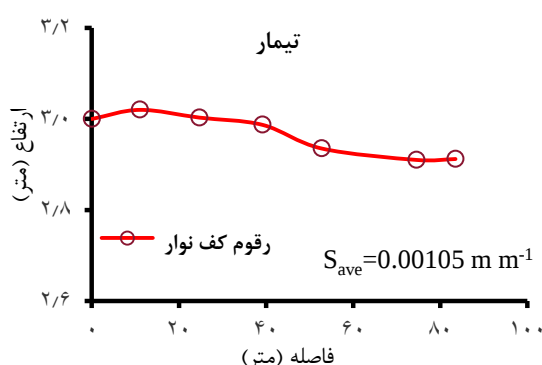
شکل ۴۳۶- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS27

۵-۲-۳۰- مزرعه 99WestS28

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۹۰ و ۷ متر و طول شیارهای تیمار ۹۰ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS28 در جدول ۲۴۳ ارائه شده است. هم‌چنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۳۷ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد غیریکنواخت و به ترتیب ۰/۱۱۰ و ۰/۱۰۵ درصد می‌باشد.

جدول ۲۴۳- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS28

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول×عرض (m×m)	فاصله درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS28
بسته	۰/۰۰۱۰۵	۱۰/۵×۹۰	۷×۷	شیاری دو طرفه	تیمار
بسته	۰/۰۰۱۱۰	۷×۹۰	۷×۷	نواری	شاهد



شکل ۴۳۷- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS28

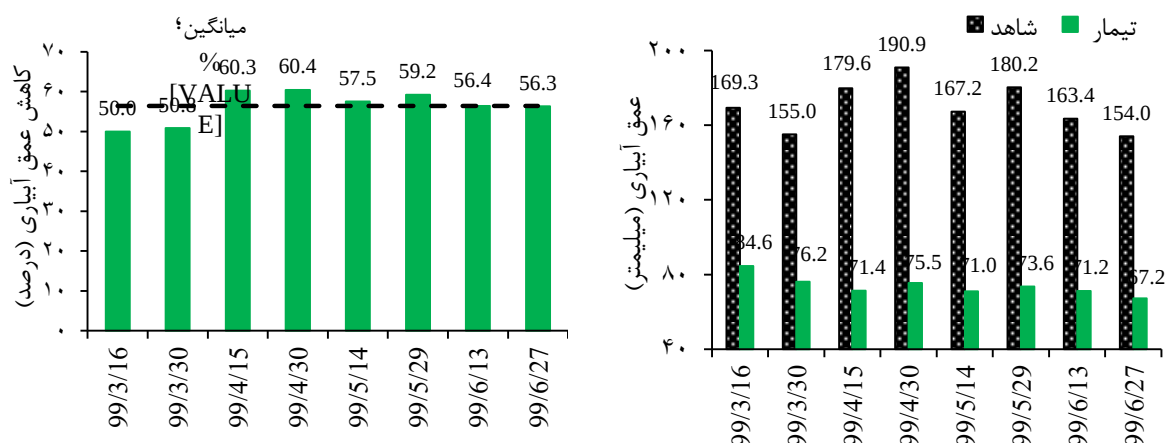
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS28 در جدول ۲۴۴ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق

آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۸۴/۶ و ۱۶۹/۳ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۷۶/۲ و ۱۵۵ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۷۱/۴ و ۱۷۹/۶ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری در تیمار موجب کاهش ۲۷۱/۷ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۶۷/۱ و ۴۱/۹ درصد، در آبیاری دوم ۸۷/۴ و ۶۲/۱ درصد و در آبیاری سوم ۱۰۰ و ۵۷/۳ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۳۱ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

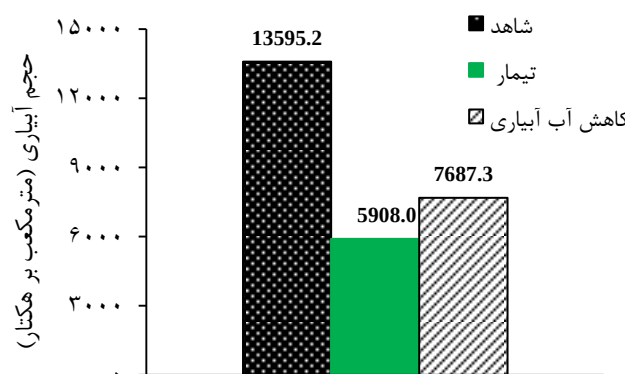
جدول ۲۴۴- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS28 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

باغ 99WestS28	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۱۶	۱۴/۸۱	۹۰	۸۴/۶	۷۱/۰	۶۷/۱
شاهد	۹۹/۳/۱۶	۱۴/۸۱	۱۲۰	۱۶۹/۳	۷۱/۰	۴۱/۹
تیمار	۹۹/۳/۳۰	۱۳/۳۳	۹۰	۷۶/۲	۸۳/۲	۸۷/۴
شاهد	۹۹/۳/۳۰	۱۳/۵۶	۱۲۰	۱۵۵/۰	۹۶/۲	۶۲/۱
تیمار	۹۹/۴/۱۵	۱۲/۴۹	۹۰	۷۱/۴	۹۹/۰	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۴/۱۵	۱۲/۵۷	۱۵۰	۱۷۹/۶	۱۰۳/۰	۵۷/۳

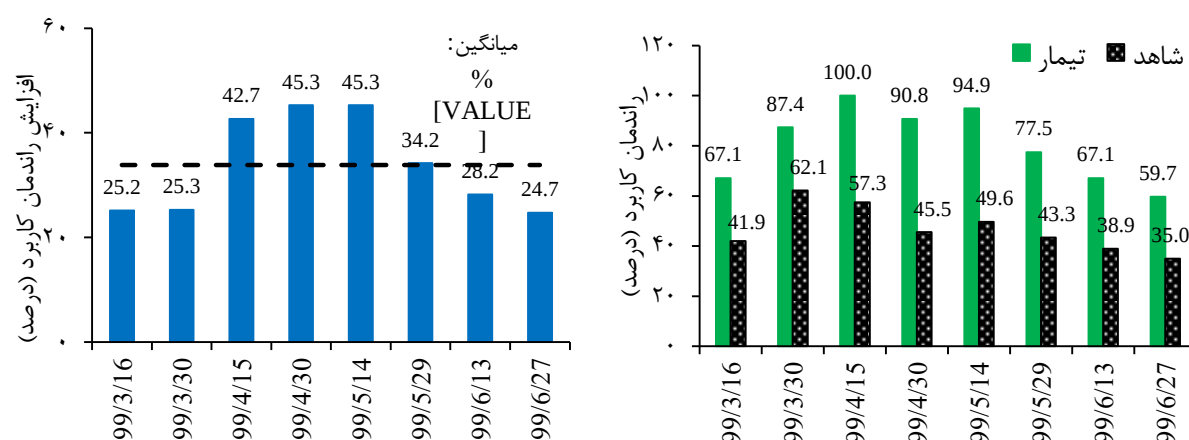
باغ 99WestS28 طی فصل رشد محصول در ۸ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۳۸ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS28 به ترتیب ۵۹۰۸ و ۱۳۵۹۵/۲ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۷۶۸۷/۳ مترمکعب بر هکتار (۵۶/۵ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۳۹). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۴۰ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۳۳/۹ درصد افزایش یافت.



شکل ۴۳۸- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS28 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۳۹- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS28



شکل ۴۴۰- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS28 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₂₈ به ترتیب ۴۵۵۰۰ و ۴۴۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیان‌گر افزایش جزئی ۳/۴ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۴۵). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان نقده) ۳۴/۲ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۱۳۰/۶ درصد برآورد گردید (جدول ۲۴۶). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۴۱ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۴۵- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS28

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۷/۲۸	۳/۱۶	۷/۷۰	۳/۲۴	۴۵۵۰۰	۴۴۰۰۰

جدول ۲۴۶- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS28

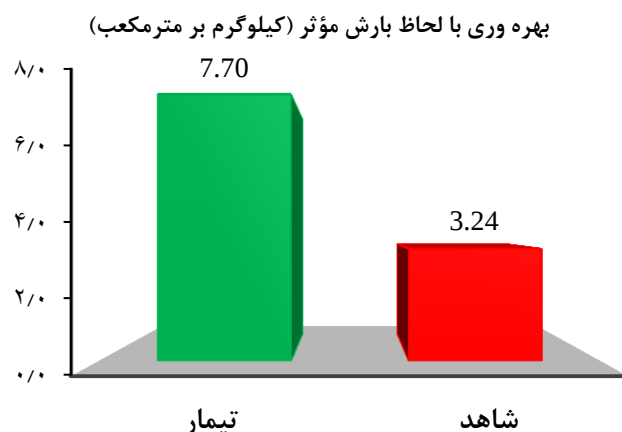
کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
--------------------	---	------------------------	---------------------------------------

۱۳۰/۶

۱۳۸/۰

۴/۴۷

۵۶/۵



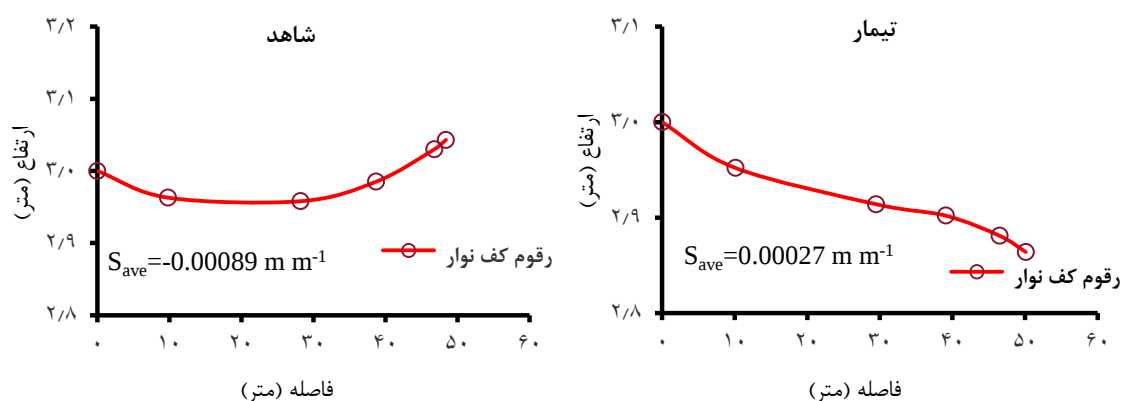
شکل ۴۴۱- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS28

۵-۲-۳۱- مزرعه 99WestS29

در این باغ تکنیک مدیریت زمان آبیاری سطحی (شیاری یک‌طرفه) در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۶۰ و ۹ متر و طول شیاریهای تیمار ۶۰ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS29 در جدول ۲۴۷ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۴۲ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد غیریکنواخت و به ترتیب ۰/۲۷۱ و ۰/۰۸۹ درصد می‌باشد.

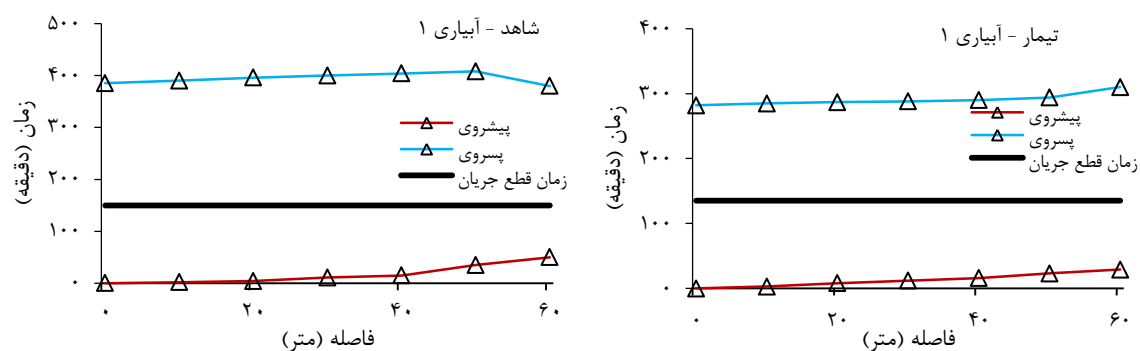
جدول ۲۴۷- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS29

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول × عرض (m×m)	فواصل درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS29
بسته	۰/۰۰۲۷۱	۹×۶۰	۴×۴/۵	شیاری یک‌طرفه	تیمار
بسته	۰/۰۰۰۸۹	۹×۶۰	۴×۴/۵	شیاری یک‌طرفه	شاهد



شکل ۴۴۲- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS29

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۵/۰۸ صورت گرفت. پیشروی آب در تیمار ۱۳۵ دقیقه و در شاهد ۱۵۰ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۱۱/۱۶ و ۱۱/۶۵ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۴۴۳).



شکل ۴۴۳- پیشروی و پسروی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS29 - آبیاری اول

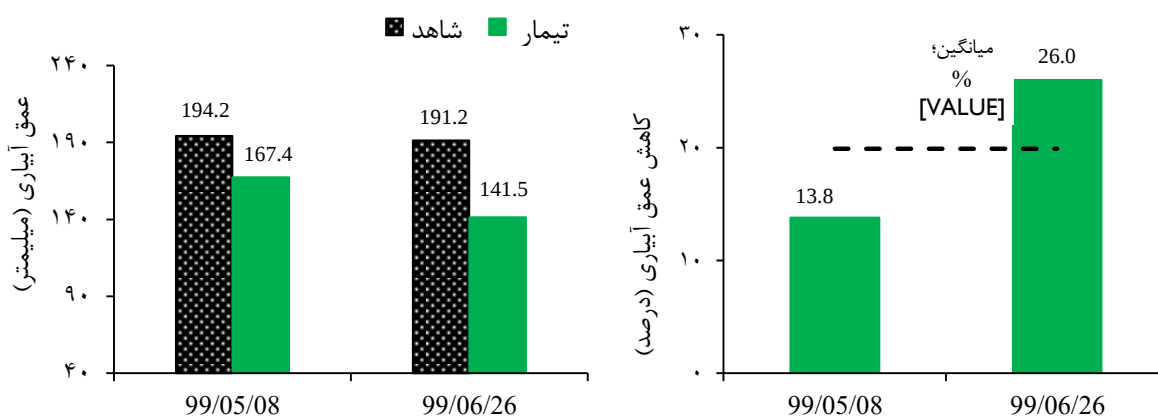
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS29 در جدول ۲۴۸ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۱۶۷/۴ و ۱۹۴/۲ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۱۴۱/۵ و ۱۹۱/۲ میلی‌متر که مدیریت زمان آبیاری سطحی در تیمار موجب کاهش ۱۹/۹ میلی‌متر در این دو آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۷۶/۴ و ۶۱/۶ درصد، در آبیاری دوم ۷۳/۴ و ۵۳/۴ درصد محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۱۷/۴ درصدی راندمان کاربرد در این دو آبیاری است.

جدول ۲۴۸- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS29 برای تیمار و شاهد در دو آبیاری

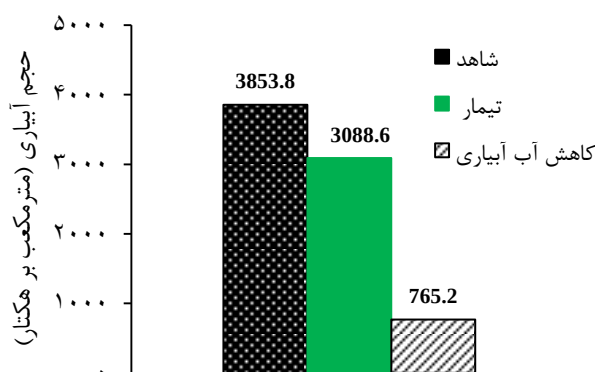
باغ 99WestS29	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۰۵/۰۸	۱۱/۱۶	۱۳۵	۱۶۷/۴	۱۷۰/۶	۷۶/۴
شاهد	۹۹/۰۵/۰۸	۱۱/۶۵	۱۵۰	۱۹۴/۲	۱۵۹/۵	۶۱/۶

۵۳/۴	۱۳۸/۴	۱۴۱/۵	۱۱۵	۱۱/۰۷	۹۹/۶/۲۶	تیمار
۶۲/۱	۱۳۶/۲	۱۹۱/۲	۱۵۰	۱۱/۴۷	۹۹/۶/۲۶	شاهد

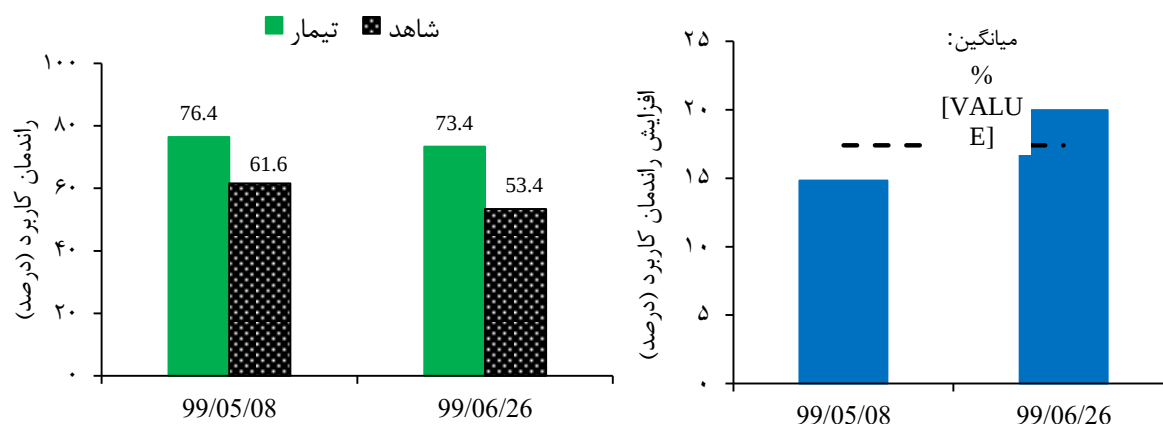
باغ 99WestS₂₉ طی فصل رشد محصول در ۲ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۴۴ می‌باشد. بر این اساس متوسط کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد در باغ 99WestS₂₉ حدود ۱۹/۹ درصد محاسبه شد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS₂₉ به ترتیب ۳۰۸۸/۶ و ۳۸۵۳/۸ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۷۶۵/۲ مترمکعب بر هکتار تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۴۵). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۴۶ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۱۷/۴ درصد افزایش یافت.



شکل ۴۴۴- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS₂₉ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۴۵- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS₂₉



شکل ۴۴- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS29 طی آبیاری‌های مختلف

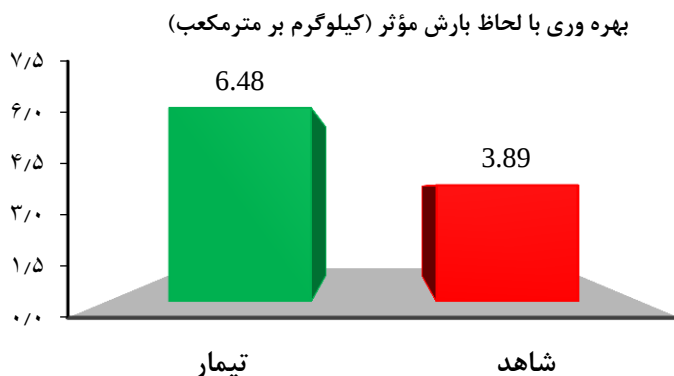
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₂₉ به ترتیب ۲۰۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیانگر افزایش ۳۳/۳ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۴۹). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد انگور در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان نقده) ۵۵/۷ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۶۱/۳ درصد برآورد گردید (جدول ۲۵۰). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۴ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۴۹- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS29

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۱۵۰۰۰	۲۰۰۰۰	۳/۸۹	۶/۴۸	۳/۴۰	۵/۴۹

جدول ۲۵۰- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS29

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۱۹/۹	۲/۵۸	۶۶/۴	۶۱/۳



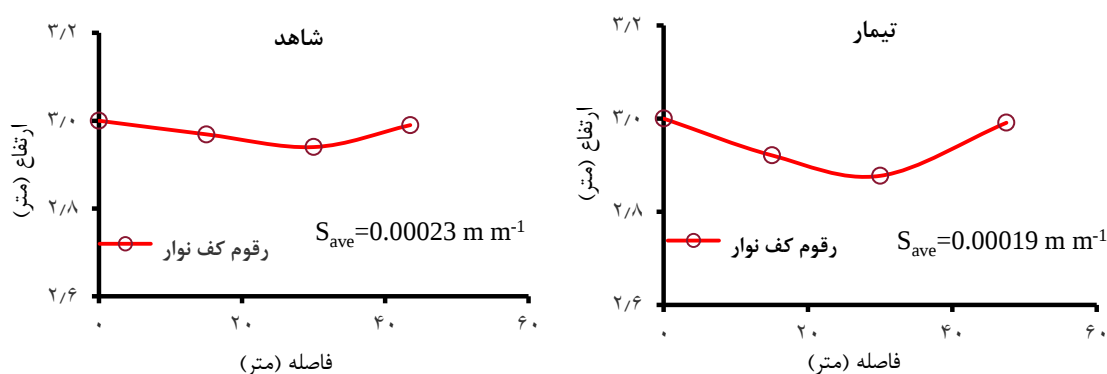
شکل ۴۴۷- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS29

۵-۲-۳۲- مزرعه 99WestS₃₀

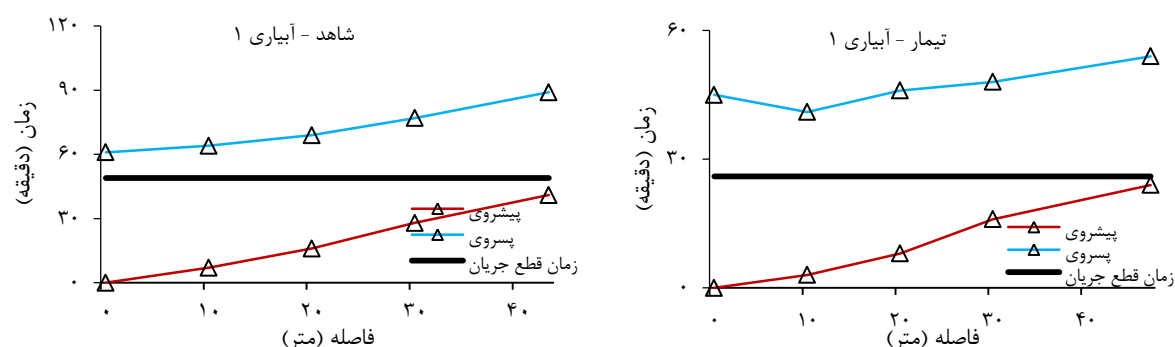
در این مزرعه تکنیک آرایش کشت جویچه‌ای و آبیاری با سیفون در نظر گرفته شد. فاصله بوته‌ها ۰/۴۵ متر، فاصله دو ردیف کشت ۱ متر، عرض جویچه ۰/۶ متر، عرض پشته ۱ متر و ۲ ردیف کشت روی پشته در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₃₀ در جدول ۲۵۱ ارائه شده است. هم‌چنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۴۸ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد غیریکنواخت و به ترتیب ۰/۰۱۹ و ۰/۰۲۳ درصد می‌باشد.

جدول ۲۵۱- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₃₀

مزرعه 99WestS ₃₀	روش آبیاری	طول × عرض (m×m)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای	۱/۶×۴۷/۵	۰/۰۰۰۱۹	بسته
شاهد	نواری	۳/۵×۴۳/۵	۰/۰۰۰۲۳	بسته

شکل ۴۴۸- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₃₀

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۱۲ صورت گرفت. پیش‌روی آب در شاهد ۴۹ دقیقه و در تیمار ۲۶ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۳/۲۰ و ۴/۵۴ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۴۴۹).



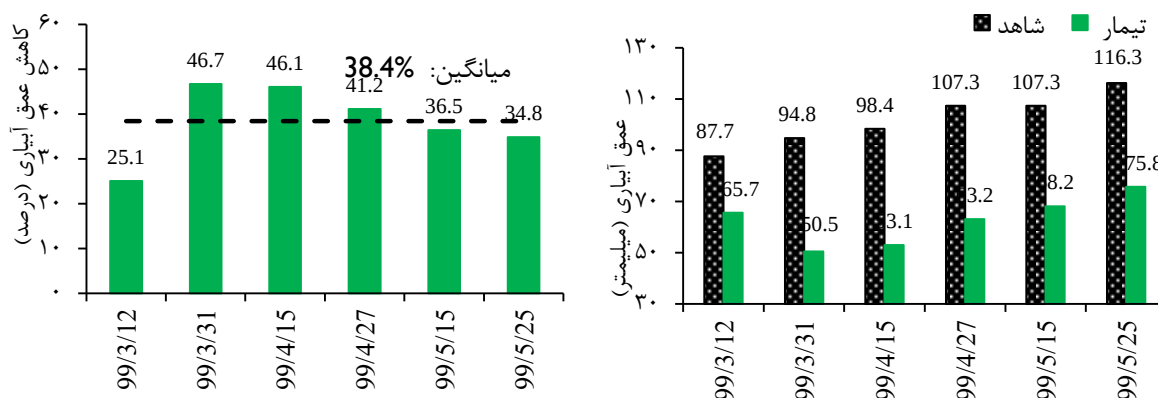
شکل ۴۴۹- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه 99WestS30 در تیمار و شاهد- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS₃₀ در جدول ۲۵۲ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۶۵/۷ و ۸۷/۷ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۵۰/۵ و ۹۴/۸ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۵۳/۱ و ۹۸/۴ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری در تیمار موجب کاهش ۱۱۱/۶ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۵۱/۵ و ۳۶/۹ درصد، در آبیاری دوم ۷۰/۴ و ۳۹/۳ درصد و در آبیاری سوم ۸۸/۷ و ۴۸/۶ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۸/۶ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

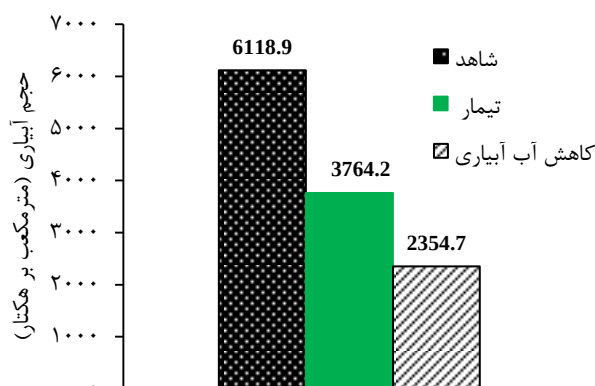
جدول ۲۵۲- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS₃₀ برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

مزرعه 99WestS ₃₀	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۱۲	۳/۲۰	۲۶	۶۵/۷	۳۳/۹	۵۱/۵
شاهد	۹۹/۳/۱۲	۴/۵۴	۴۹	۸۷/۷	۳۲/۴	۳۶/۹
تیمار	۹۹/۳/۳۱	۳/۲۰	۲۰	۵۰/۵	۳۵/۶	۷۰/۴
شاهد	۹۹/۳/۳۱	۴/۵۴	۵۳	۹۴/۸	۳۷/۲	۳۹/۳
تیمار	۹۹/۴/۱۵	۳/۲۰	۲۱	۵۳/۱	۴۷/۲	۸۸/۷
شاهد	۹۹/۴/۱۵	۴/۵۴	۵۵	۹۸/۴	۴۷/۸	۴۸/۶

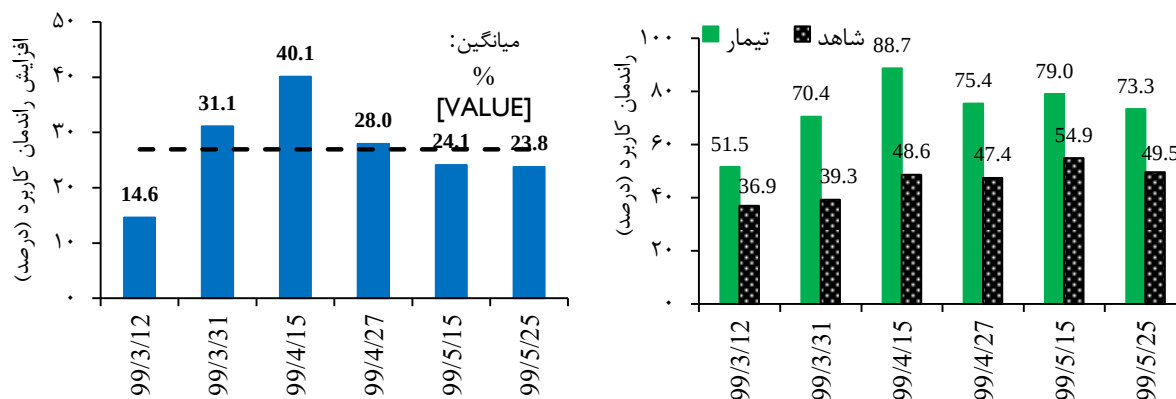
مزرعه 99WestS₃₀ طی فصل رشد محصول در ۶ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۵۰ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₃₀ به ترتیب ۳۷۶۴/۲ و ۶۱۱۸/۹ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۳۵۴/۷ مترمکعب بر هکتار (۳۸/۵ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۵۱). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۵۲ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۲۶/۹ درصد افزایش یافت.



شکل ۴۵۰- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS30 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۵۱- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS30



شکل ۴۵۲- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS30 طی آبیاری‌های مختلف

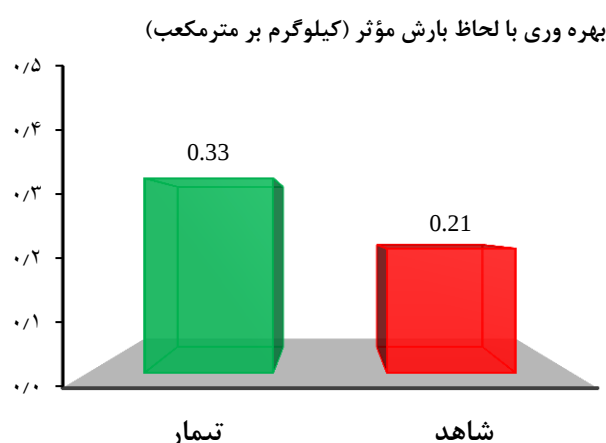
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS30، ۱۳۸۶/۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲۵۳). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد کدو در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ارومیه) ۳۹/۵ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۵۶/۶ درصد برآورد گردید (جدول ۲۵۴). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۵۳ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۵۳- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS30

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۳۷	۰/۲۳	۱۳۸۶/۸	۱۳۸۶/۸

جدول ۲۵۴- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS30

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۳۸/۵	۰/۱۴	۶۲/۶	۵۶/۶



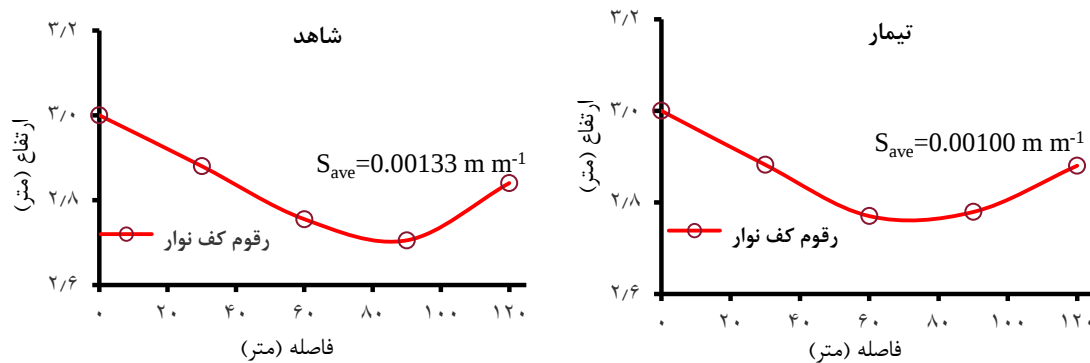
شکل ۴۵۳- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS30

۵-۲-۳۳- مزرعه 99WestS31

در این مزرعه تکنیک آرایش کشت جویچه‌ای و آبیاری با سیفون در نظر گرفته شد. فاصله بوته‌ها ۰/۴۵ متر، فاصله دو ردیف کشت ۱ متر، عرض جویچه ۰/۶ متر، عرض پشته ۱ متر و ۲ ردیف کشت روی پشته لحاظ گردید. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS31 در جدول ۲۵۵ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۵۴ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد بسیار غیریکنواخت و به ترتیب ۰/۱۰ و ۰/۱۳ درصد می‌باشد.

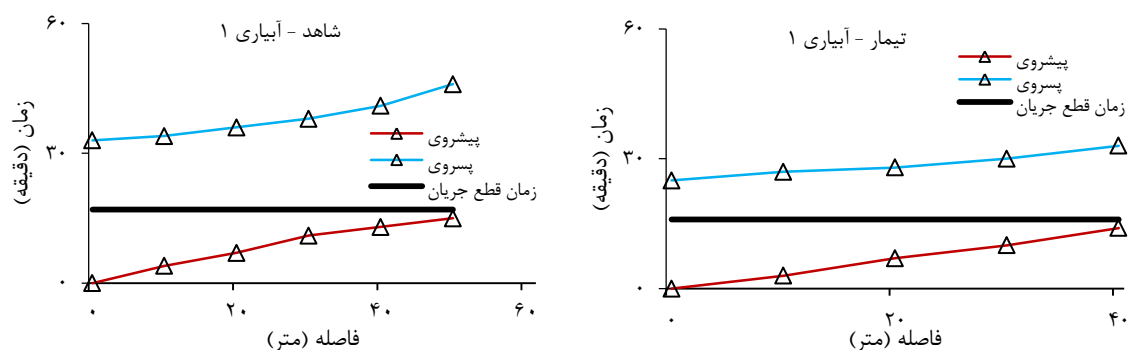
جدول ۲۵۵- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS31

مزرعه 99WestS31	روش آبیاری	طول × عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	جویچه‌ای	۱/۶ × ۴۰	۰/۰۰۱۰	بسته
شاهد	نواری	۴ × ۵۰	۰/۰۰۱۳	بسته



شکل ۴۵۴- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS31

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۴/۱۳ صورت گرفت. پیشروی آب در شاهد ۱۷ دقیقه و در تیمار ۱۶ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۳/۲۰ و ۱۲/۳۰ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۴۵۵).



شکل ۴۵۵- پیشروی و پسروی جریان آب در نوارهای مورد آزمایش مزرعه 99WestS31 در تیمار و شاهد- آبیاری اول

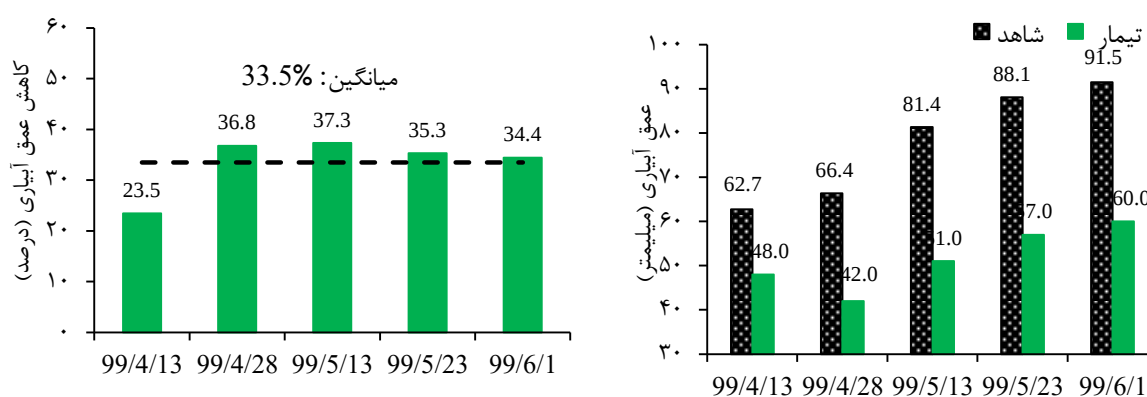
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا پنجم مزرعه 99WestS31 در جدول ۲۵۶ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۴۸ و ۶۲/۷ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۴۲ و ۶۶/۴ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۵۱ و ۸۱/۴ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری در تیمار موجب کاهش ۶۹/۵ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۶۰ و ۴۷/۵ درصد، در آبیاری دوم ۹۷/۶ و ۶۱/۲ درصد و در آبیاری سوم ۸۶ و ۶۱/۱ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۲۸/۶ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۲۵۶- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS31 در برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

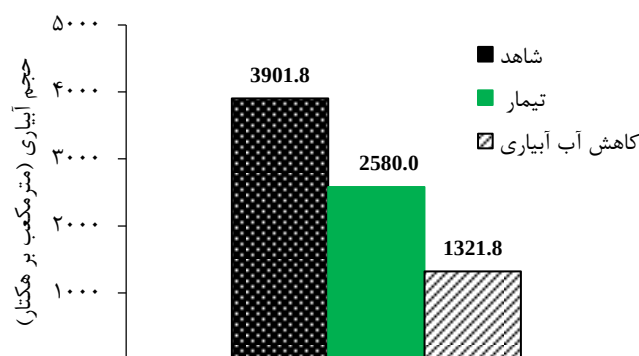
مزرعه 99WestS31	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۴/۱۳	۳/۲۰	۱۶	۴۸/۰	۲۸/۸	۶۰/۰
شاهد	۹۹/۴/۱۳	۱۲/۳۰	۱۷	۶۲/۷	۲۹/۸	۴۷/۵
تیمار	۹۹/۴/۲۸	۳/۲۰	۱۴	۴۲/۰	۴۱/۰	۹۷/۶

۶۱/۲	۴۰/۷	۶۶/۴	۱۸	۱۲/۳۰	۹۹/۴/۲۸	شاهد
۸۶/۰	۴۳/۹	۵۱/۰	۱۷	۳/۲۰	۹۹/۵/۱۳	تیمار
۶۰/۰	۲۸/۸	۴۸/۰	۱۶	۱۱/۳۰	۹۹/۵/۱۳	شاهد

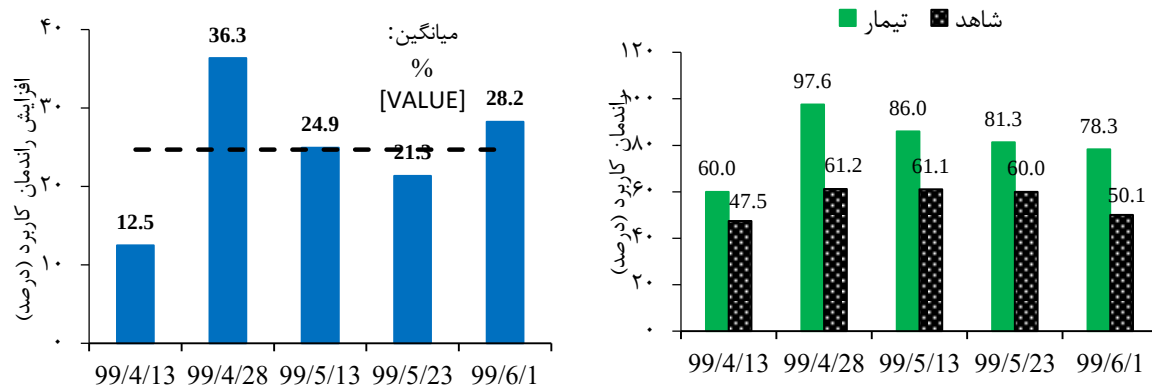
مزرعه 99WestS₃₁ در طی فصل رشد محصول در ۶ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۵۶ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₃₁ در به‌ترتیب ۲۵۸۰/۰ و ۳۹۰۱/۸ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۳۲۱/۸ مترمکعب بر هکتار (۳۳/۹ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۵۷). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۵۸ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۲۴/۷ درصد افزایش یافت.



شکل ۴۵۶- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در مزرعه 99WestS₃₁ در طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۵۷- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₃₁



شکل ۴۵۸- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS31 در طی آبیاری‌های مختلف

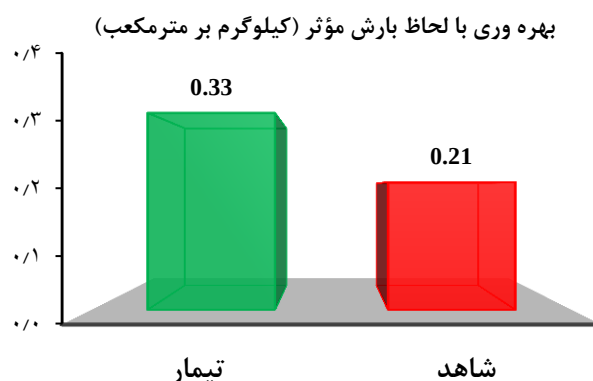
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₃₁ در به ترتیب ۹۱۰ و ۸۷۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش جزئی ۴/۶ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۵۷). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد کدو در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ارومیه) ۲۱/۵ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۵۴/۱ درصد برآورد گردید (جدول ۲۵۸). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۵۹ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۵۷- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS31

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۰/۳۳	۰/۲۱	۰/۳۵	۰/۲۲	۹۱۰	۸۷۰

جدول ۲۵۸- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS31

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۳۳/۹	۰/۱۳	۵۸/۲	۵۴/۱



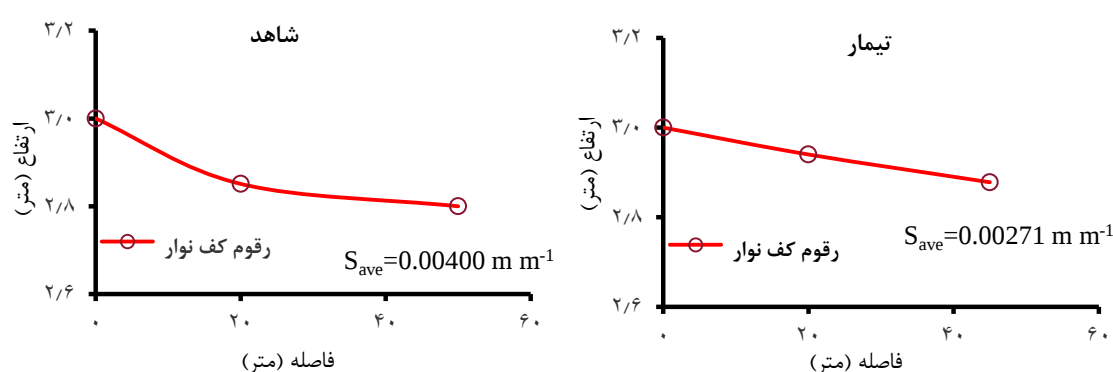
شکل ۴۵۹- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS31

۵-۲-۳۴- مزرعه 99WestS32

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۴۵ و ۴ متر و طول شیارهای تیمار ۵۰ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS32 در جدول ۲۵۹ ارائه شده است. هم‌چنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۶۰ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد مثبت، زیاد و به ترتیب ۰/۲۷ و ۰/۴۰ درصد می‌باشد.

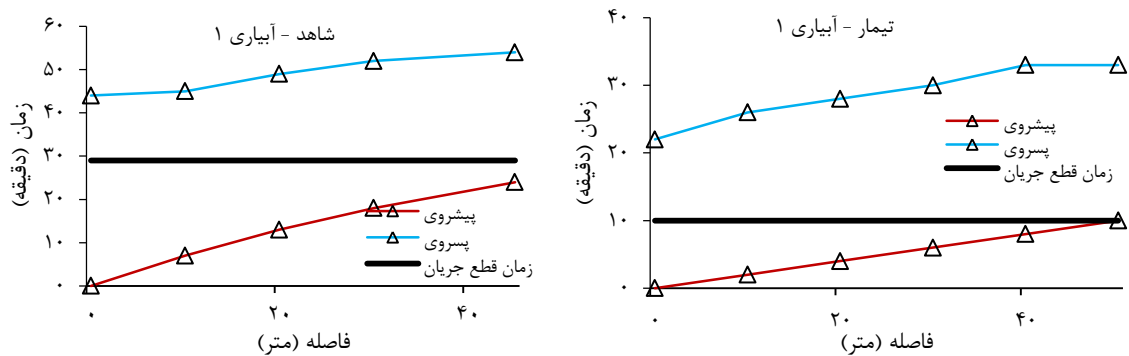
جدول ۲۵۹- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS32

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول×عرض (m×m)	فواصل درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS32
بسته	۰/۰۰۲۷۱	۲×۵۰	۴×۴	شیری دو طرفه	تیمار
بسته	۰/۰۰۴۰۰	۴×۴۵	۴×۴	نواری	شاهد



شکل ۴۶۰- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS32

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۳۱ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۱۰ دقیقه و در شاهد ۲۹ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۱۱/۳۴ و ۱۱/۳۴ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۴۶۱).



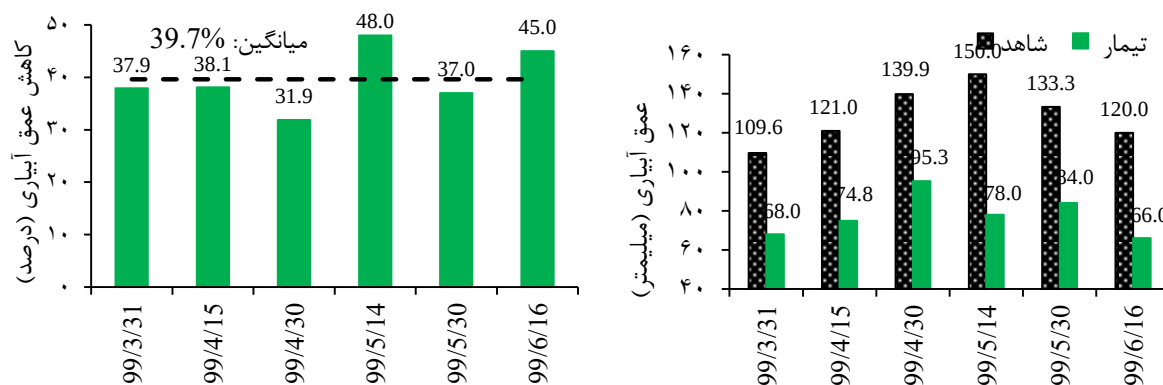
شکل ۴۶۱- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS32 - آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS32 در جدول ۲۶۰ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۶۸ و ۱۰۹/۶ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۷۴/۸ و ۱۲۱ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۹۵/۳ و ۱۳۹/۹ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در تیمار موجب کاهش ۱۳۲/۳ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۹۲/۳ و ۷۱/۷ درصد، در آبیاری دوم ۸۷/۵ و ۷۲/۹ درصد و در آبیاری سوم ۶۰/۲ و ۷۱/۶ درصد محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۱۵/۵ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

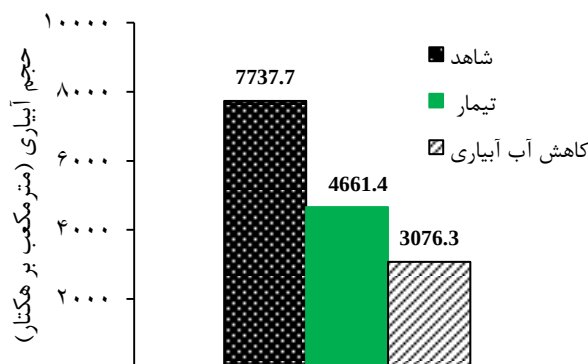
جدول ۲۶۰- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS32 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

باغ 99WestS32	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۳۱	۱۱/۳۴	۱۰	۶۸/۰	۷۸/۵	۹۲/۳
شاهد	۹۹/۳/۳۱	۱۱/۳۴	۲۹	۱۰۹/۶	۷۸/۵	۷۱/۷
تیمار	۹۹/۴/۱۵	۱۱/۳۴	۱۱	۷۴/۸	۸۱/۹	۸۷/۵
شاهد	۹۹/۴/۱۵	۱۱/۳۴	۳۲	۱۲۱/۰	۸۸/۳	۷۲/۹
تیمار	۹۹/۴/۳۰	۱۱/۳۴	۱۴	۹۵/۳	۸۵/۸	۷۱/۶
شاهد	۹۹/۴/۳۰	۱۱/۳۴	۳۷	۱۳۹/۹	۸۴/۲	۶۰/۲

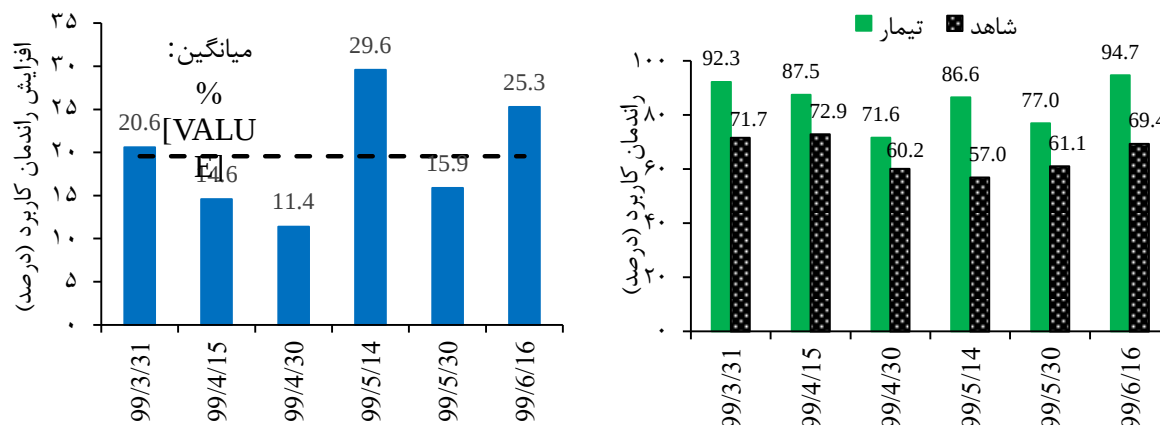
باغ 99WestS32 طی فصل رشد محصول در ۶ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۶۲ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS32 به ترتیب ۴۶۶۱/۴ و ۷۷۳۷/۷ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۳۰۷۶/۳ مترمکعب بر هکتار (۳۹/۸ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۶۳). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۶۴ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۱۹/۶ درصد افزایش یافت.



شکل ۴۶۲- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS32 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۶۳- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS32



شکل ۴۶۴- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS32 طی آبیاری‌های مختلف

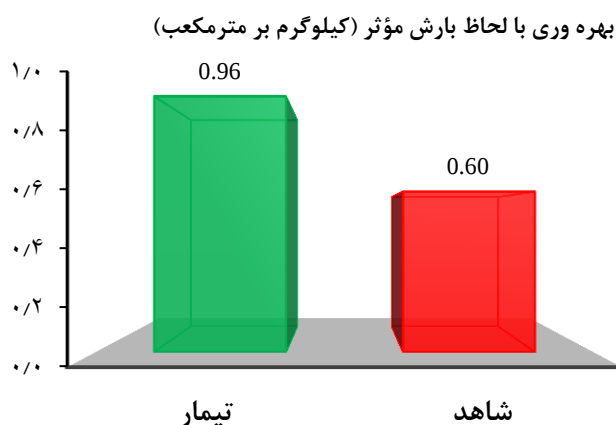
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در باغ 99WestS₃₂، ۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول ۲۶۱). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد آلو در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ارومیه) ۵۲/۷ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۵۹/۳ درصد برآورد گردید (جدول ۲۶۲). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۶۵ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۶۱- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS32

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۰/۹۶	۰/۶۰	۱/۰۷	۰/۶۵	۵۰۰۰	۵۰۰۰

جدول ۲۶۲- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS32

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۳۹/۸	۰/۴۳	۶۶/۰	۵۹/۳



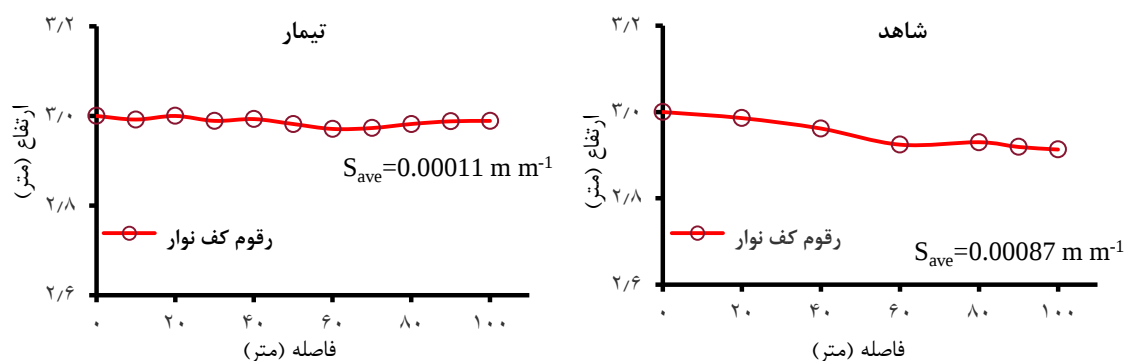
شکل ۴۶۵- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS32

۵-۲-۲۵- مزرعه 99WestS33

بخش‌های تیمار و شاهد تحت ماکلیت دو کشاورز بوده و در واقع باغات تیمار و شاهد مجزا می‌باشند. در باغ تیمار تکنیک انتقال آب با لوله‌های کم‌فشار در نظر گرفته شد. طول و عرض نوارهای آبیاری شاهد به ترتیب ۴۰ و ۶ متر و تیمار به ترتیب ۳۵ و ۶ متر می‌باشد. مشخصات باغات تیمار و شاهد 99WestS33 در جدول ۲۶۳ ارائه شده است. هم‌چنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۶۶ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۰۱۱ و ۰/۰۸۷ درصد می‌باشد.

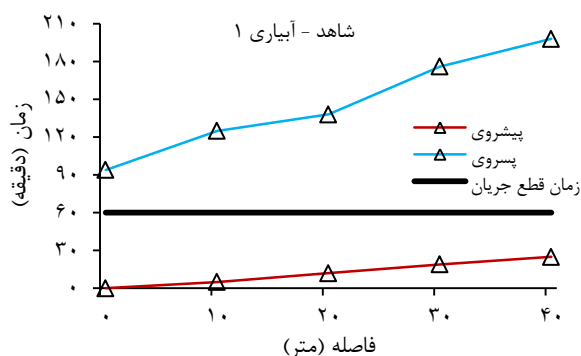
جدول ۲۶۳- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS33

باغ 99WestS33	روش آبیاری	فواصل درختان ($\text{m} \times \text{m}$)	طول $\times$ عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	نواری	۶ $\times$ ۶	۶ $\times$ ۳۵	۰/۰۰۰۱۱	بسته
شاهد	نواری	۶ $\times$ ۶	۶ $\times$ ۴۰	۰/۰۰۰۸۷	بسته



شکل ۴۶۶- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS33

اولین آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب در تاریخ ۹۹/۲/۲۸ و ۹۹/۳/۷ صورت گرفت. آبیاری اول تیمار به صورت غرقابی صورت گرفته بنابراین امکان اندازه‌گیری پیشروی وجود نداشت. پیشروی آب در شاهد ۲۵ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۷/۵۵ و ۵/۶۳ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۴۶۷).



شکل ۴۶۷- پیشروی و پسروی جریان آب در نوارهای شاهد باغ 99WestS33- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS33 در جدول ۲۶۴ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۴۵/۳ و ۸۴/۵ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۸۲/۳ و ۹۰/۰ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۸۹/۱ و ۹۷/۵ میلی‌متر بوده که اعمال تکنیک انتقال آب با لوله‌های کم‌فشار در تیمار موجب کاهش ۵۵/۲ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول برابر با ۱۰۰ درصد، در آبیاری دوم به ترتیب ۹۳/۱ و ۱۰۰ درصد و در آبیاری سوم ۵۰/۷ و ۱۰۰ محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش ۱۸/۷ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

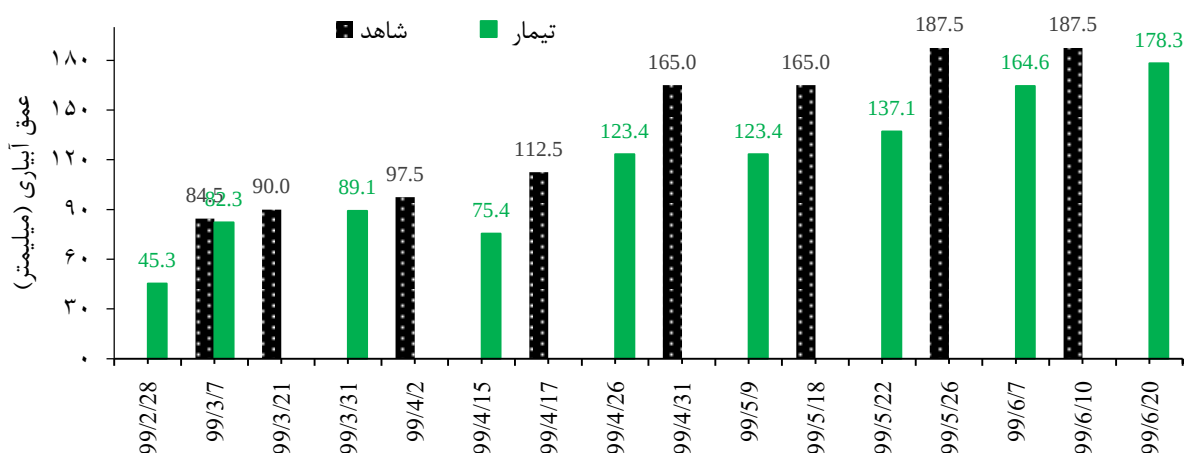
جدول ۲۶۴- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS33 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

باغ 99WestS33	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۲/۲۸	۷/۵۵	۴۲۰*	۴۵/۳	۶۰/۵*	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۳/۷	۵/۶۳	۶۰	۸۴/۵	۱۲۰/۳	۱۰۰/۰

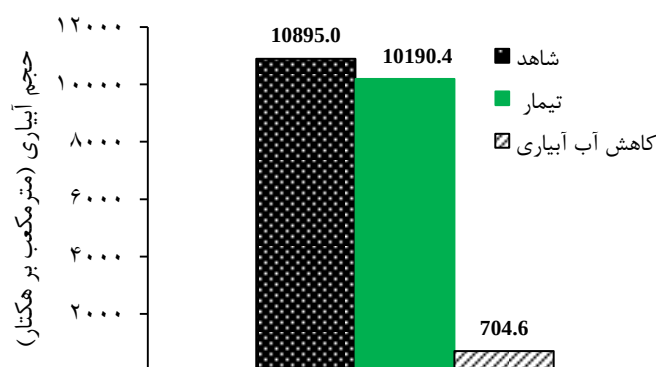
۹۳/۱	۹۱/۹	۸۲/۳	۳۶	۸/۰۰	۹۹/۳/۷	تیمار
۱۰۰/۰	۱۱۴/۶	۹۰/۰	۷۲	۵/۰۰	۹۹/۳/۲۱	شاهد
۵۰/۷	۵۳/۱	۸۹/۱	۳۹	۸/۰۰	۹۹/۳/۳۱	تیمار
۱۰۰/۰	۱۰۰/۶	۹۷/۵	۷۸	۵/۰۰	۹۹/۴/۲	شاهد

* این آبیاری به صورت غرقایی صورت گرفته است و مقدار راندمان کاربرد نیز به دلیل عدم پایش رطوبت، با استفاده از داده‌های هواشناسی محاسبه گردیده است.

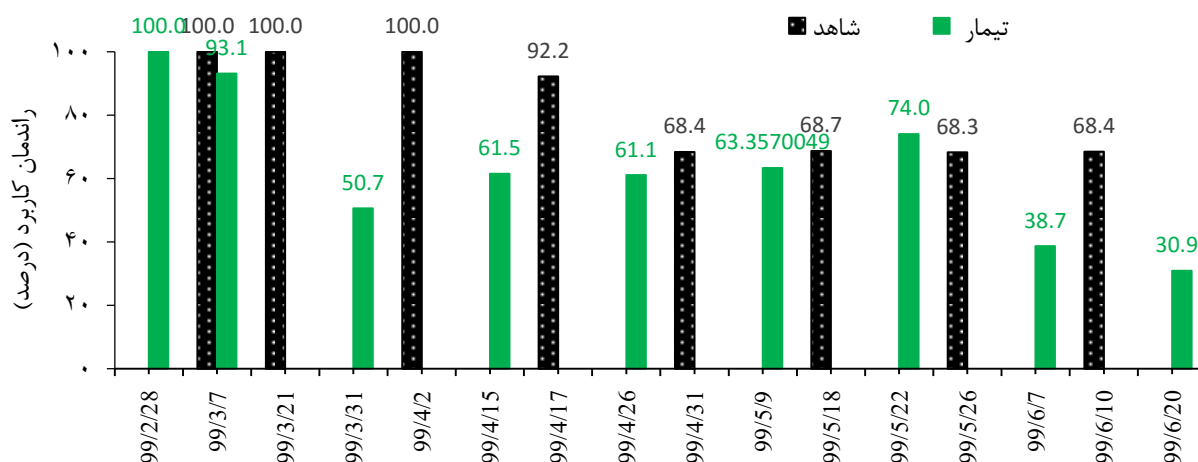
بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₃₃ طی فصل رشد محصول در ۹ و ۸ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد مطابق شکل ۴۶۸ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS₃₃ به ترتیب ۱۰۱۹۰/۴ و ۱۰۸۹۵/۰ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۷۰۴/۶ مترمکعب بر هکتار (۶/۵ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۶۹). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۷۰ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به‌طور متوسط ۱۹/۶ درصد کمتر از بخش شاهد بوده است.



شکل ۴۶۸- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS₃₃ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۶۹- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS₃₃



شکل ۴۷۰- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS33 طی آبیاری‌های مختلف

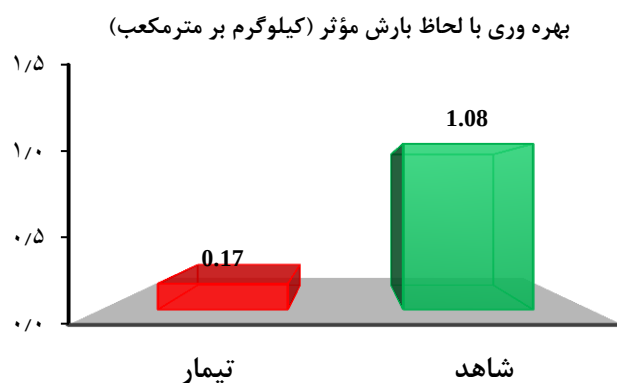
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS33 به ترتیب ۱۸۴۲ و ۱۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲۶۵). با توجه به مجزا بودن باغات تیمار و شاهد، دلیل عملکرد بسیار پایین تیمار، هرس شدید باغ بوده است. با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد زردآلو در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ارومیه) ۶۷/۸ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه گردید که نتایج بیان‌گر کاهش قابل توجه ۸۴/۳ درصدی بهره‌وری تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۶۶). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۷۱ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۶۵- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS33

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۱۲۵۰۰	۱۸۴۲	۱/۱۵	۰/۱۸	۱/۰۸	۰/۱۷

جدول ۲۶۶- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS33

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۶/۵	-۰/۹۷	-۸۴/۲	-۸۴/۳



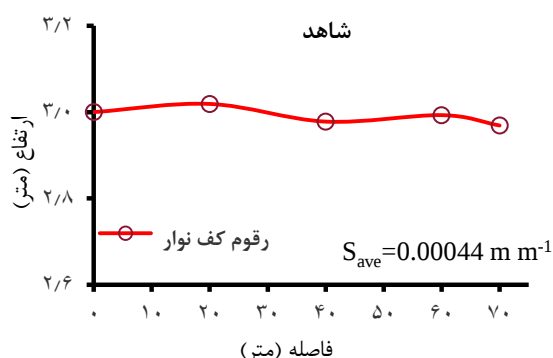
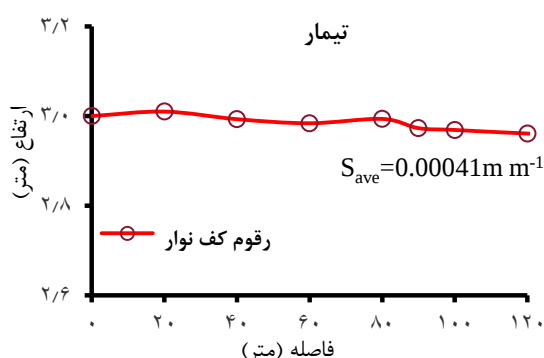
شکل ۴۷۱- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS33

۵-۲-۳۶- مزرعه 99WestS34

بخش‌های تیمار و شاهد تحت ماکلیت دو کشاورز بوده و در واقع باغات تیمار و شاهد مجزا می‌باشند. در باغ تیمار تکنیک تغییر روش آبیاری از شیاری دو طرفه با قطره‌ای (بابلر) در نظر گرفته شد. طول و عرض نوارهای آبیاری شاهد به ترتیب ۶۸ و ۳ متر در نظر گرفته شد. مشخصات باغات تیمار و شاهد 99WestS34 در جدول ۲۶۷ ارائه شده است. هم‌چنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۷۲ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۰۴۱ و ۰/۰۴۴ درصد می‌باشد.

جدول ۲۶۷- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS34

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول×عرض (m×m)	فواصل درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS34
-	۰/۰۰۰۴۴	۶۵×۲۰۸	۲×۳	بابلر	تیمار
بسته	۰/۰۰۰۴۱	۵۵×۶۹	۳×۳	شیاری دو طرفه	شاهد



شکل ۴۷۲- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS34

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS34 در جدول ۲۶۸ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۴/۵ و ۴۷/۴ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۳۲/۶ و ۳۴/۱ میلی‌متر و در

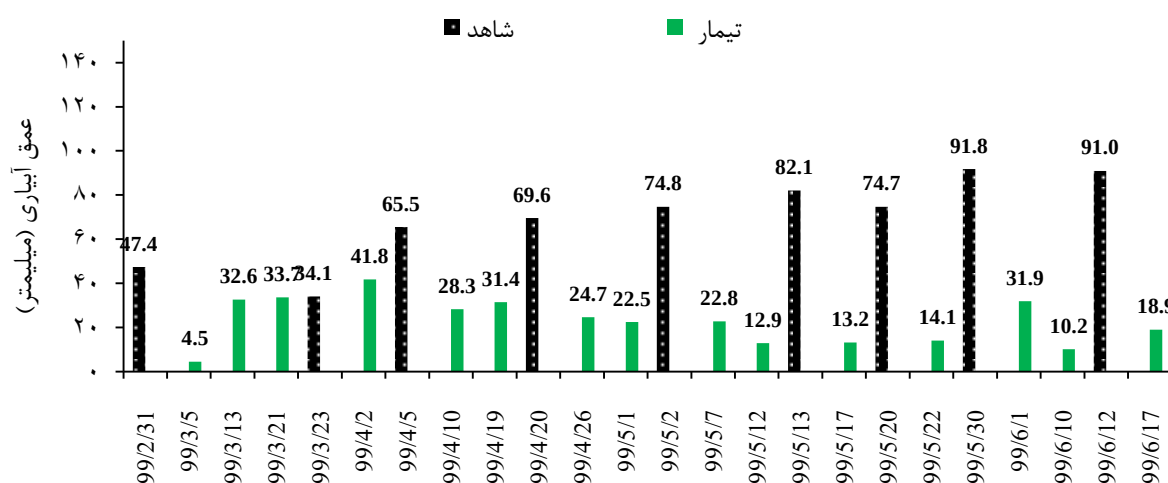
آبیاری سوم برابر با ۳۳/۷ و ۶۵/۵ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از شیاری دوطرفه به بابلر در تیمار موجب کاهش ۷۶/۳ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. راندمان کاربرد تیمار در سه آبیاری اول ۱۰۰ درصد و شاهد به ترتیب ۱۰۰، ۹۹ و ۳۲/۱ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده افزایش ۲۳ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۲۶۸- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS34 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

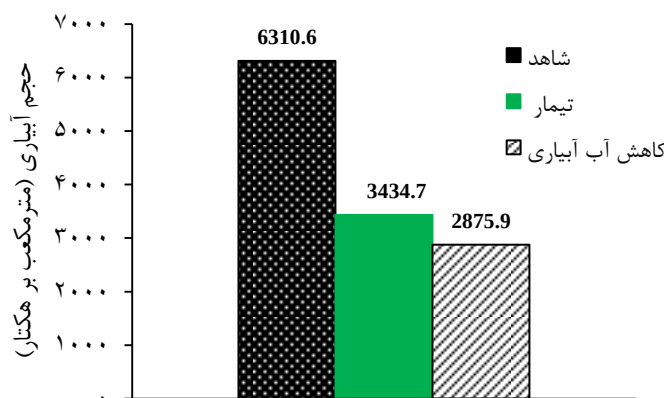
باغ 99WestS34	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۵	۵/۴۰	۶۰	۴/۵*	۴۲/۳*	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۲/۳۱	۱۰/۰۰	۳۰۰	۴۷/۴	۶۸/۹	۱۰۰/۰
تیمار	۹۹/۳/۱۳	۵/۴۰	۴۳۲	۳۲/۶	۸۱/۰	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۳/۲۳	۲/۱۵	۵۴	۳۴/۱	۵۰/۷	۹۹/۰
تیمار	۹۹/۳/۲۱	۵/۴۰	۴۴۸	۳۲/۷	۷۷/۲	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۴/۵	۲/۴۸	۹۰	۶۵/۵	۳۰/۱	۳۲/۱

* این آبیاری به صورت غرقابی و موضعی با عمق ناچیز توسط کشاورز صورت گرفته است بنابراین در این آبیاری، پایش رطوبت صورت نگرفته و مقدار تبخیر و تعرق واقعی معادل نیاز خالص آبیاری در نظر گرفته شده است.

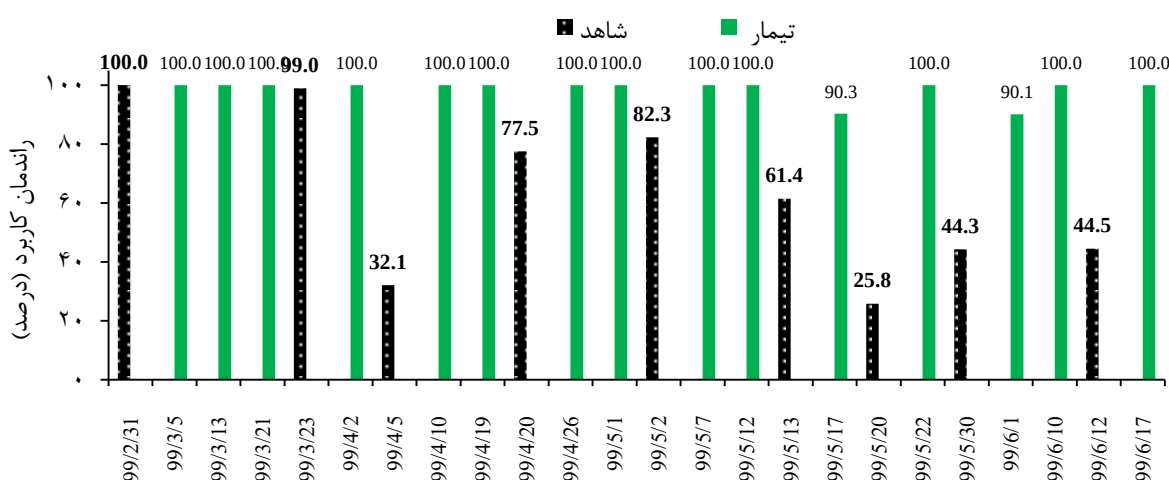
بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS34 طی فصل رشد محصول در ۱۵ و ۹ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد مطابق شکل ۴۷۳ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS34 به ترتیب ۳۴۳۴/۷ و ۶۳۱۰/۶ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۸۷۵/۹ مترمکعب بر هکتار (۴۵/۶ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۷۴). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۷۵ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به‌طور متوسط ۳۵/۷ درصد بیشتر از بخش شاهد بوده است.



شکل ۴۷۳- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS34 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۷۴- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS34



شکل ۴۷۵- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS34 طی آبیاری‌های مختلف

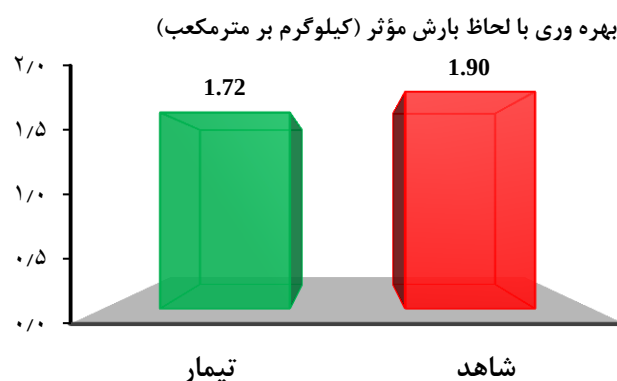
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS34 به ترتیب ۷۰۰۰ و ۱۳۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۲۶۹). با توجه به مجزا بودن باغات تیمار و شاهد، دلیل عملکرد کم تیمار، پایین بودن سن درختان در باغ تیمار بوده است. با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد شلیل در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ارومیه) ۶۴/۵ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه گردید که نتایج بیان‌گر کاهش ۹/۶ درصدی بهره‌وری تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۷۰) که دلیل آن عملکرد پایین تیمار نسبت به شاهد است. نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۷۶ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۶۹- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS34

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۱/۹۰	۱/۷۲	۲/۰۹	۲/۰۴	۱۳۲۰۰	۷۰۰۰

جدول ۲۷۰- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS34

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۴۵/۶	-۰/۰۵	-۲/۶	-۹/۶



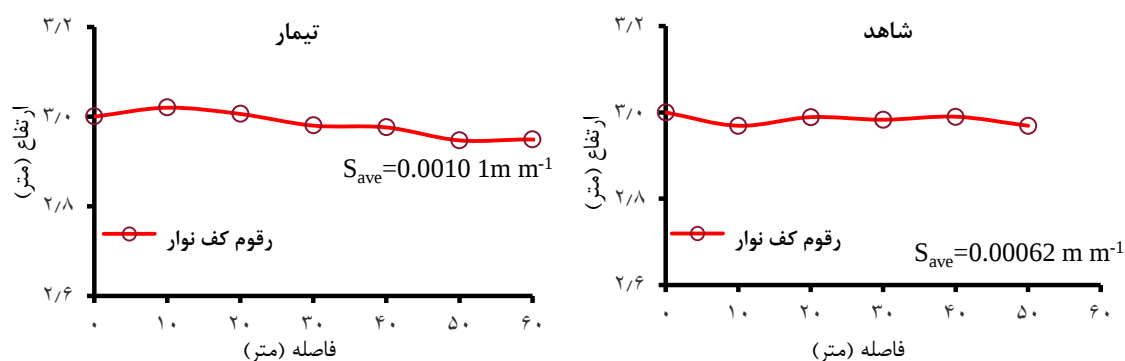
شکل ۴۷۶- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS34

۵-۲-۲۷- مزرعه 99WestS35

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۵۰ و ۶ متر و طول شیارهای تیمار ۵۰ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS35 در جدول ۲۷۱ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۷۷ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۱۰۱ و ۰/۰۶۲ درصد می‌باشد.

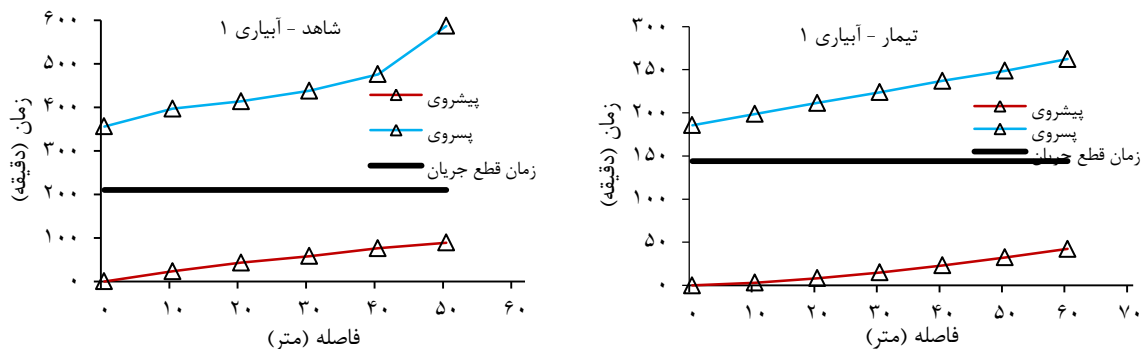
جدول ۲۷۱- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS35

باغ 99WestS35	روش آبیاری	فواصل درختان ($\text{m} \times \text{m}$)	طول $\times$ عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	شیاری دو طرفه	۶ $\times$ ۶	۶ $\times$ ۵۰	۰/۰۰۰۶۲	بسته
شاهد	نواری	۶ $\times$ ۶	۶ $\times$ ۵۰	۰/۰۰۰۱۰	بسته



شکل ۴۷۷- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS35

اولین آبیاری در تاریخ ۹۸/۸/۲۴ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۴۲ دقیقه و در شاهد ۸۹ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۱/۲۴ و ۱/۴۹ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۴۷۸).



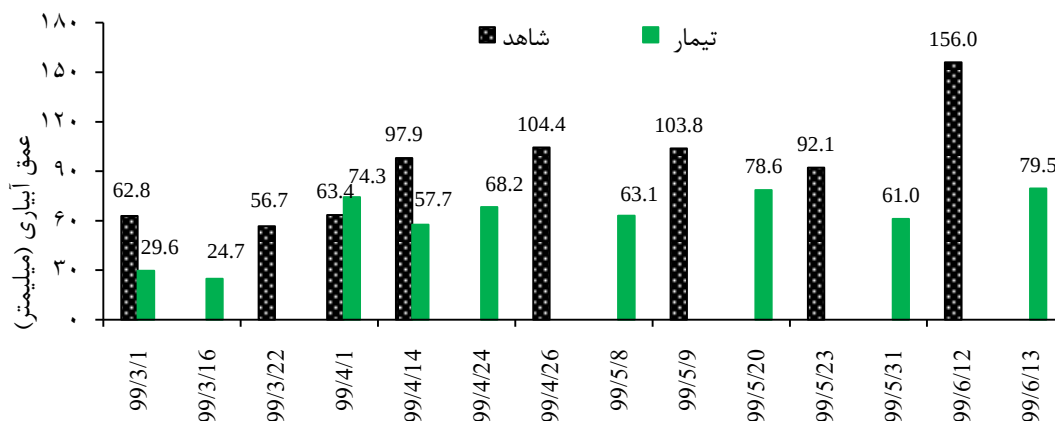
شکل ۴۷۸- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS35- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS35 در جدول ۲۷۲ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۲۹/۶ و ۶۲/۸ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۲۴/۷ و ۵۶/۷ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۷۴/۳ و ۶۳/۴ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به شیری دو طرفه در تیمار موجب کاهش ۵۴/۳ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. راندمان کاربرد تیمار و شاهد در سه آبیاری اول ۱۰۰ درصد بوده که نشان‌دهنده کم‌آبیاری در این سه آبیاری است.

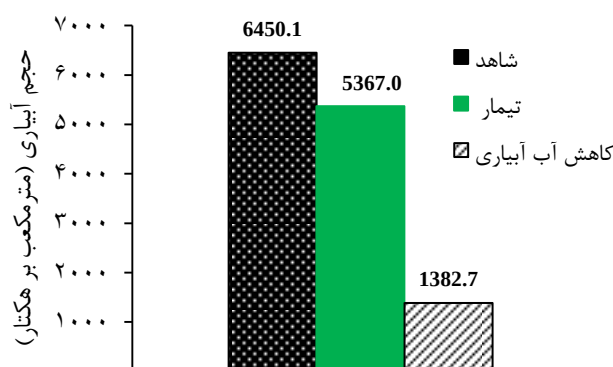
جدول ۲۷۲- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS35 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

راندمان کاربرد (%)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	عمق آبیاری (mm)	مدت آبیاری (min)	دبی متوسط ورودی (lit/s)	تاریخ آبیاری	باغ 99WestS35
۱۰۰	۱۱۰/۴	۲۹/۶	۱۴۴	۱/۲۴	۹۹/۳/۱	تیمار
۱۰۰	۱۱۲/۶	۶۲/۸	۲۱۰	۱/۴۹	۹۹/۳/۱	شاهد
۱۰۰	۱۲۷/۸	۲۴/۷	۱۳۸	۱/۰۷	۹۹/۳/۱۶	تیمار
۱۰۰	۷۶/۲	۵۶/۷	۱۹۵	۱/۴۵	۹۹/۳/۲۲	شاهد
۱۰۰	۱۲۴/۲	۷۴/۳	۱۴۱	۳/۱۶	۹۹/۳/۲۲	تیمار
۱۰۰	۹۷/۹	۶۳/۴	۲۰۷	۱/۵۳	۹۹/۴/۱	شاهد

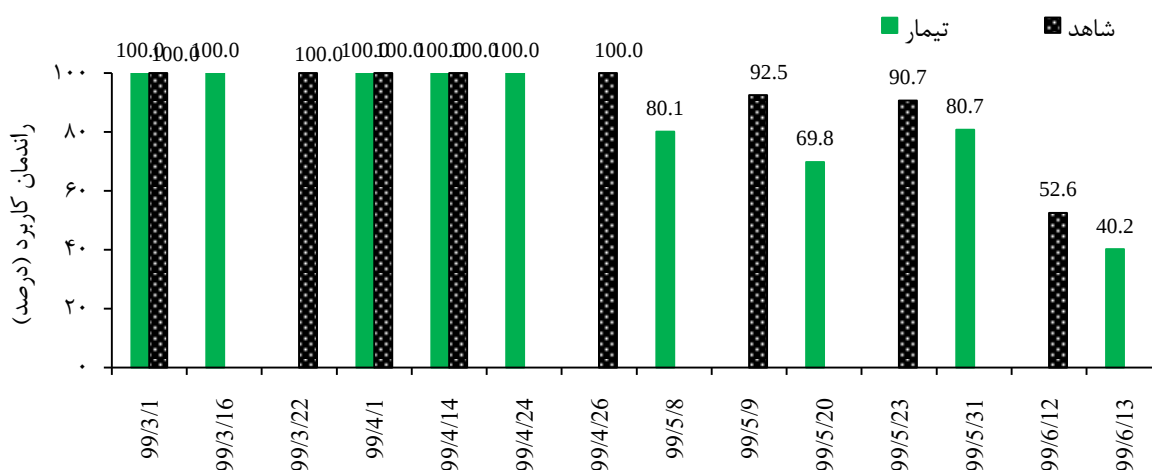
بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS35 طی فصل رشد محصول به ترتیب در ۹ و ۸ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد مطابق شکل ۴۷۹ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS35 به ترتیب ۵۳۶۷/۰ و ۶۴۵۰/۱ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۱۳۸۲/۷ مترمکعب بر هکتار (۲۱/۴ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۸۰). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۸۱ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به‌طور متوسط ۶/۳ درصد کمتر از شاهد بوده است. به دلیل سرمازدگی باغات، محصول عملکردی نداشته است.



شکل ۴۷۹- مقایسه مقادیر عمق آبیاری در باغ 99WestS35 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۸۰- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS35

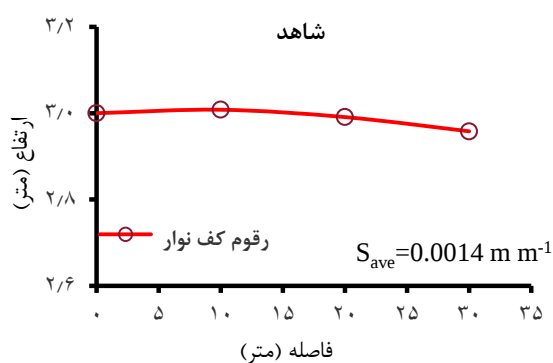
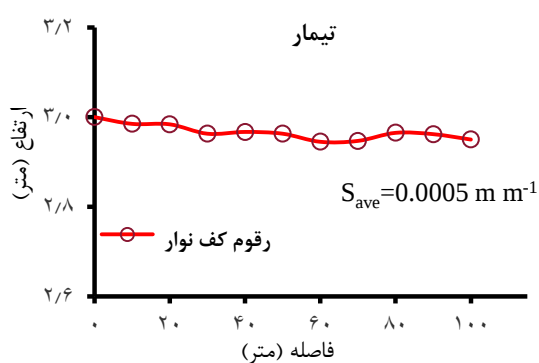


شکل ۴۸۱- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS35 طی آبیاری‌های مختلف

باغات تیمار و شاهد مجزا بوده و در باغ تیمار تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۳۰ و ۳ متر و طول شیارهای تیمار ۴۲ متر می‌باشد. مشخصات باغات تیمار و شاهد 99WestS₃₆ در جدول ۲۷۳ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۸۲ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد به ترتیب ۰/۱۴۰ و ۰/۰۵ درصد می‌باشد.

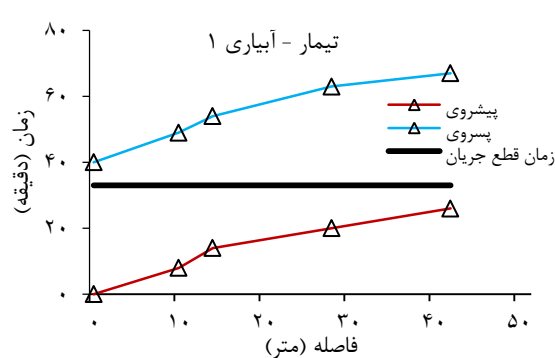
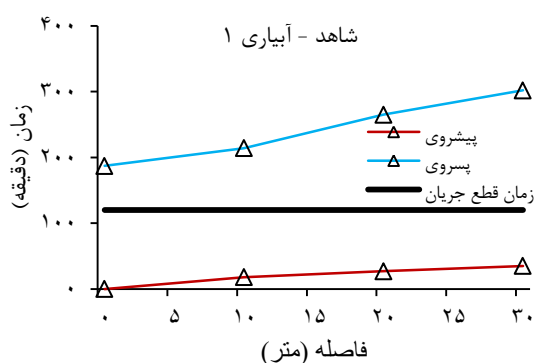
جدول ۲۷۳- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS₃₆

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول × عرض (m×m)	فواصل درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS ₃₆
بسته	۰/۰۱۴	۴×۴۲	۴×۳	شیاری دو طرفه	تیمار
بسته	۰/۰۰۰۵	۳×۳۰	۳×۳	نواری	شاهد



شکل ۴۸۲- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS₃₆

اولین آبیاری تیمار و شاهد به ترتیب در تاریخ ۹۹/۳/۵ و ۹۹/۲/۲۹ صورت گرفت. پیشروی آب در تیمار ۲۶ دقیقه و در شاهد ۳۵ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۷۷ و ۲/۰۱ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۴۸۳).



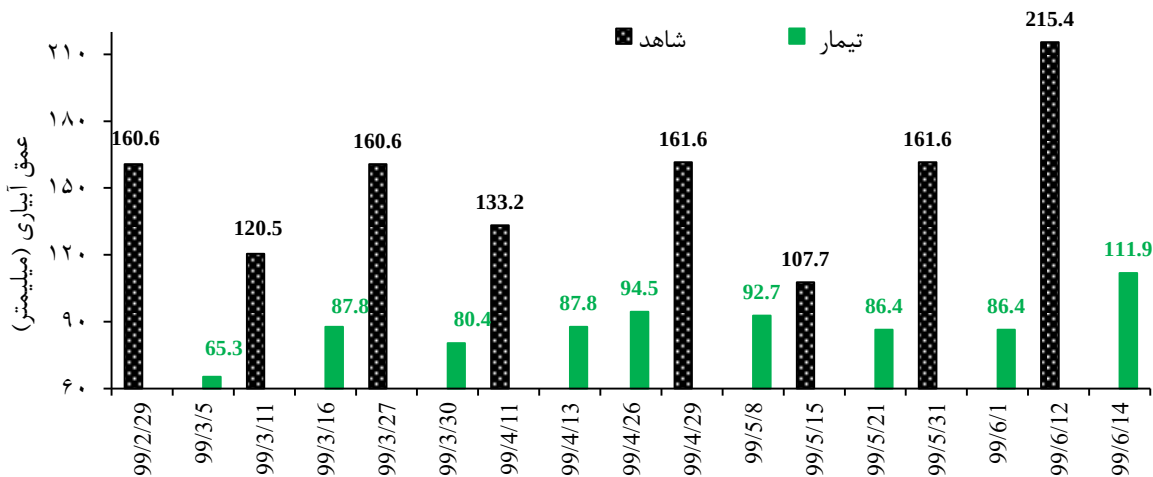
شکل ۴۸۳- پیشروی و پسروی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS₃₆- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS₃₆ در جدول ۲۷۴ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۶۵/۳ و ۱۶۰/۶ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۸۷/۸ و ۱۲۰/۵ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۸۴/۴ و ۱۶۰/۶ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در تیمار موجب کاهش ۲۰۸/۲ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. راندمان کاربرد تیمار در سه آبیاری اول ۱۰۰ درصد و شاهد به ترتیب ۵۳/۷، ۸۳/۴ و ۵۱/۳ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده افزایش ۳۷/۲ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

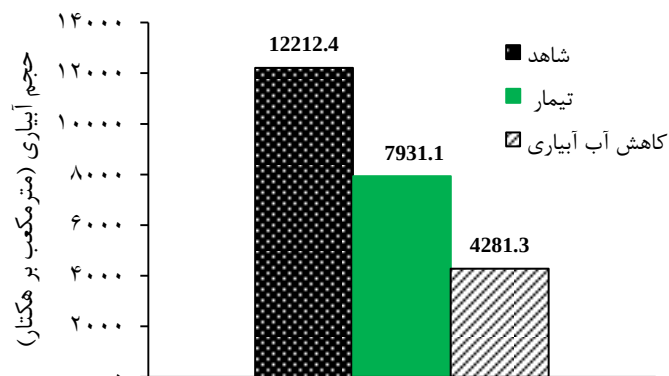
جدول ۲۷۴- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS₃₆ برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

راندمان کاربرد (%)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	عمق آبیاری (mm)	مدت آبیاری (min)	دبی متوسط ورودی (lit/s)	تاریخ آبیاری	باغ 99WestS ₃₆
۱۰۰/۰	۱۰۲/۹	۶۵/۳	۳۳	۲/۷۷	۹۹/۳/۵	تیمار
۵۳/۷	۸۶/۳	۱۶۰/۶	۱۲۰	۲/۰۱	۹۹/۲/۲۹	شاهد
۱۰۰/۰	۱۰۲/۵	۸۷/۸	۳۹	۳/۱۵	۹۹/۳/۱۶	تیمار
۸۳/۴	۱۰۰/۴	۱۲۰/۵	۹۰	۲/۰۱	۹۹/۳/۱۱	شاهد
۱۰۰/۰	۹۸/۰	۸۰/۴	۲۷	۴/۱۷	۹۹/۳/۳۰	تیمار
۵۱/۳	۸۲/۴	۱۶۰/۶	۱۲۰	۲/۰۱	۹۹/۳/۲۷	شاهد

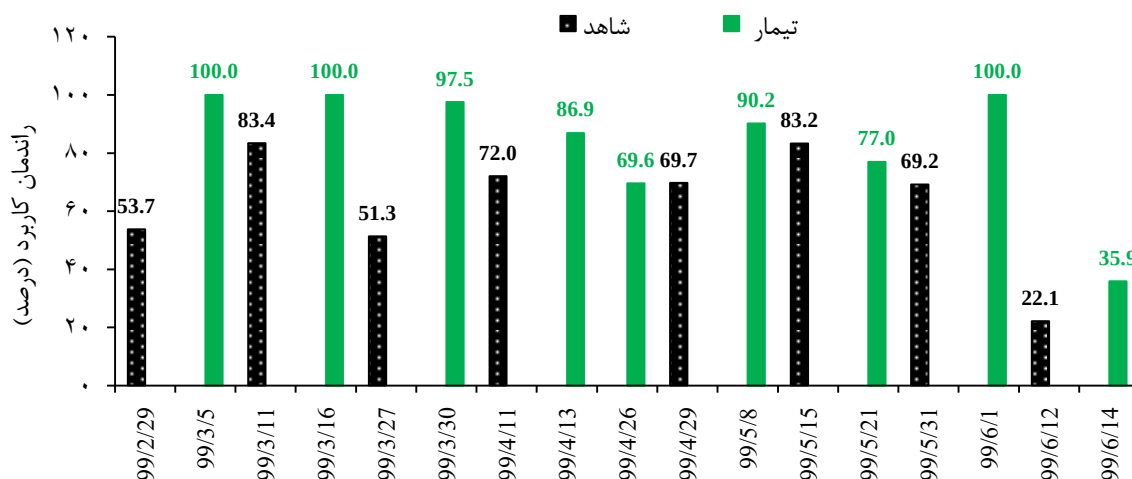
بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₃₆ طی فصل رشد محصول در ۹ و ۸ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد مطابق شکل ۴۸۴ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS₃₆ به ترتیب ۷۹۳۱/۱ و ۱۲۲۱۲/۴ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۴۲۸۱/۳ مترمکعب بر هکتار (۳۵/۱ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۸۵). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۸۶ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۲۱ درصد بیشتر از بخش شاهد بوده است.



شکل ۴۸۴- مقایسه مقادیر عمق آبیاری در باغ 99WestS36 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۸۵- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS36



شکل ۴۸۶- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS36 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₃₆ به ترتیب ۱۵۷۸۹ و ۱۵۰۰۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیان‌گر افزایش جزئی ۵/۳ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول

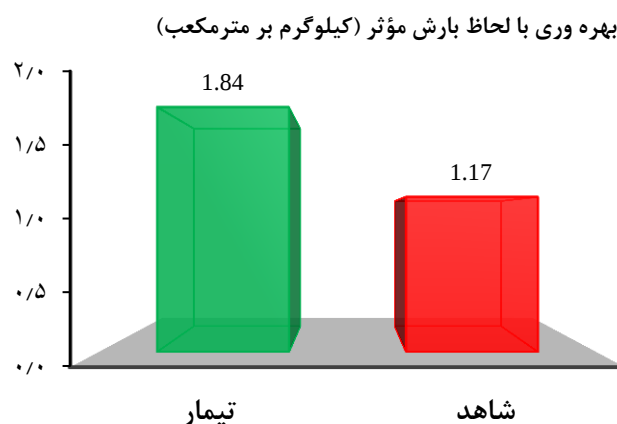
(۲۷۵). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد آلو در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ارومیه) ۶۴/۵ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه گردید که نتایج بیان‌گر افزایش ۵۷/۸ درصدی بهره‌وری تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۷۶). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۸۷ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۷۵- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS36

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۱/۸۴	۱/۱۷	۱/۹۹	۱/۲۳	۱۵۷۸۹	۱۵۰۰۰

جدول ۲۷۶- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS36

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۳۵/۱	۰/۷۶	۶۲/۱	۵۷/۸



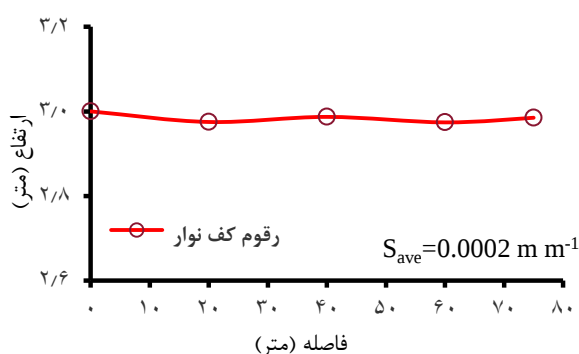
شکل ۴۸۷- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS36

۵-۲-۳۹- مزرعه 99WestS37

مزارع تیمار و شاهد تحت مالکیت دو کشاورز بوده و در مزرعه تیمار تکنیک مدیریت زمان آبیاری قطره‌ای (تیپ) به کار گرفته شد. در مزارع تیمار و شاهد، فاصله بوته‌ها ۰/۴ متر و فاصله دو ردیف کشت ۱/۳۳ متر در نظر گرفته شد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS37 در جدول ۲۷۷ ارائه شده است. پروفیل شیب طولی مزرعه تیمار در شکل ۴۸۸ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی مزرعه تیمار یکنواخت و ۰/۰۲ درصد می‌باشد. اندازه‌گیری شیب مزرعه شاهد توسط شرکت مجری صورت نگرفته است.

جدول ۲۷۷- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS37

مزرعه 99WestS ₃₇	روش آبیاری	طول × عرض (m×m)	متوسط شیب طولی (m/m)	فاصله تیپ (m)
تیمار	تیپ	۴۰×۷۵	۰/۰۰۰۲	۱/۳۳
شاهد	تیپ	۳۰×۷۵	-	۱/۳۳



شکل ۴۸۸- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS37

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم مزرعه 99WestS₃₇ در جدول ۲۷۸ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۶/۵ و ۶/۵ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۸/۶ و ۱۷/۴ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۱۳/۱ و ۱/۱ میلی‌متر بوده که اعمال تکنیک مدیریت زمان آبیاری قطره‌ای تیمار موجب کاهش ۱۴/۷ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد در آبیاری اول ۱۰۰ درصد، در آبیاری دوم ترتیب ۴۸/۰ و ۶۳/۹ درصد و در آبیاری سوم ۹۱/۰ و ۴۷/۵ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۹/۲ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

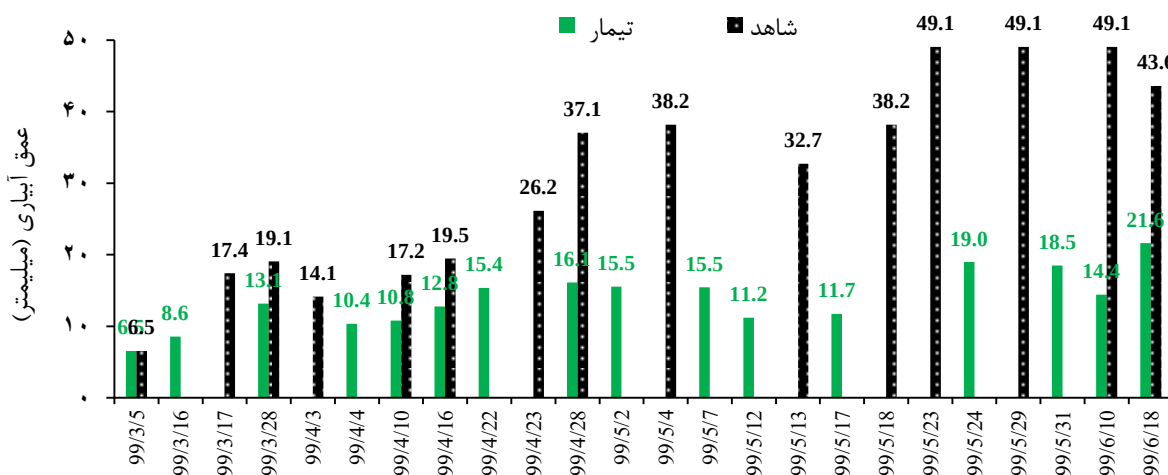
جدول ۲۷۸- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد مزرعه 99WestS37

برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

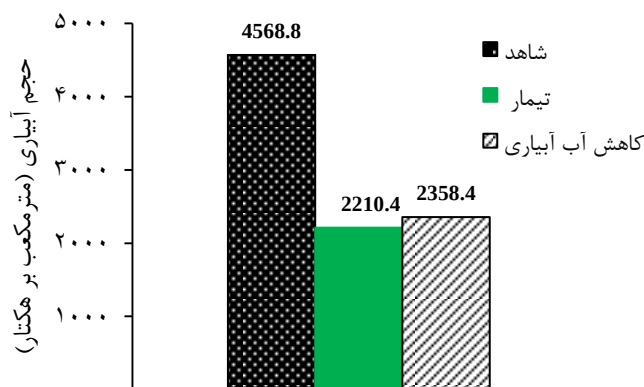
مزرعه 99WestS ₃₇	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۵	۵/۴۵	۶۰	۶/۵	۲۱/۲*	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۳/۵	۴/۰۹	۶۰	۶/۵	۲۱/۲*	۱۰۰/۰
تیمار	۹۹/۳/۱۶	۵/۴۵	۷۹	۸/۶	۵/۵	۴۸/۰
شاهد	۹۹/۳/۱۷	۴/۰۹	۱۶۰	۱۷/۴	۱۴/۸	۶۳/۹
تیمار	۹۹/۳/۲۸	۵/۴۵	۱۲۱	۱۳/۱	۱۶/۰	۹۱/۰
شاهد	۹۹/۳/۲۸	۴/۰۹	۱۷۵	۱۹/۱	۱۲/۱	۴۷/۵

* تبخیر و تعرق واقعی این آبیاری به دلیل عدم پایش رطوبت بر اساس داده‌های هواشناسی برآورد گردیده است.

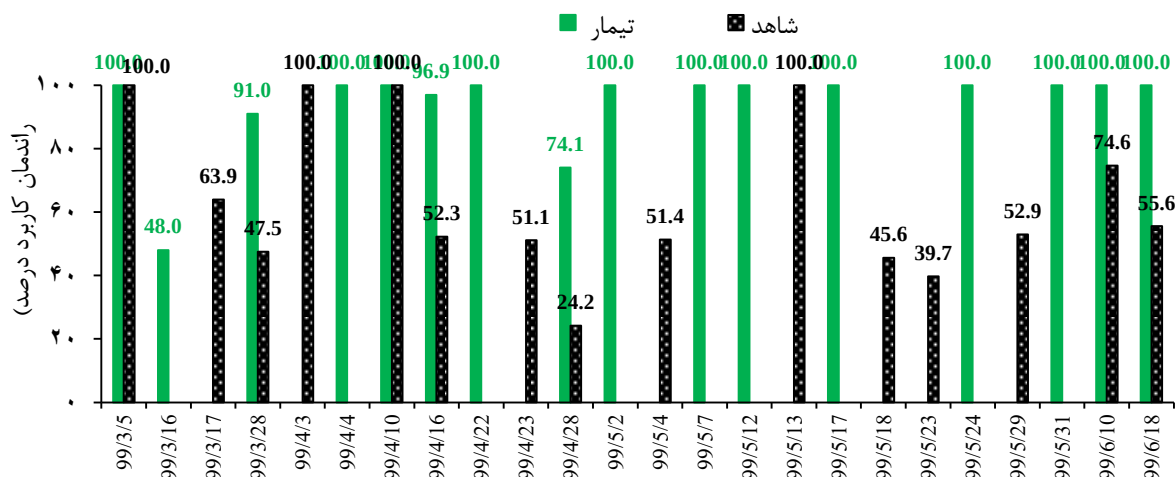
مزارع تیمار و شاهد 99WestS₃₇ طی فصل رشد محصول به‌ترتیب در ۱۶ و ۱۵ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۸۹ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS₃₇ به‌ترتیب ۲۲۱۰/۴ و ۴۵۶۸/۸ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۲۳۵۸/۴ مترمکعب بر هکتار تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۴۹۰). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۴۹۱ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۳۰/۵ درصد بیشتر از شاهد بود.



شکل ۴۸۹- مقایسه مقادیر عمق آبیاری در مزرعه 99WestS₃₇ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۹۰- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در مزرعه 99WestS₃₇



شکل ۴۹۱- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در مزرعه 99WestS37 طی آبیاری‌های مختلف

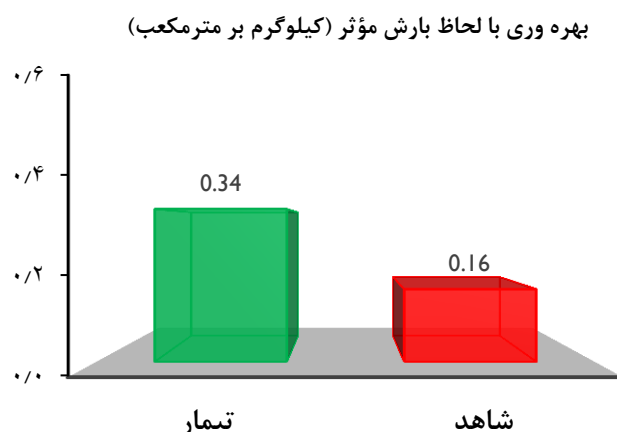
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS37 به ترتیب ۸۰۰ و ۷۶۰ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۵/۳ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۷۹). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد کدو در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ارومیه) ۱۶/۲ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۱۰۹/۹ درصد برآورد گردید (جدول ۲۸۰). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۹۲ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۷۹- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد مزرعه 99WestS37

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۷۶۰	۸۰۰	۰/۱۷	۰/۳۶	۰/۱۶	۰/۳۴

جدول ۲۸۰- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد مزرعه 99WestS37

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۵۱/۶	۰/۲	۱۱۷/۶	۱۰۹/۹



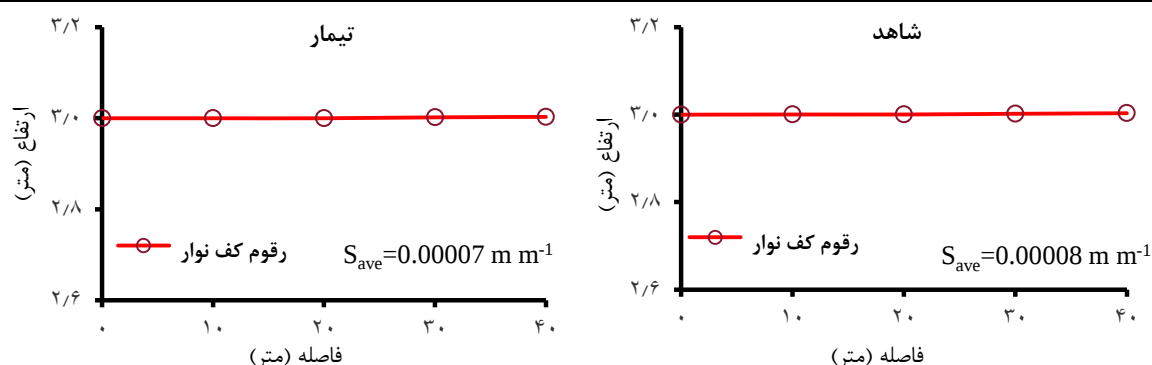
شکل ۴۹۲- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99WestS37

۵-۲-۴۰- مزرعه 99WestS38

در این باغ دو تیمار انتخاب گردید که در تیمار ۱ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه و در تیمار ۲ تکنیک آبیاری نشتی حلقوی اجرا شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۳۹ و ۶ متر، طول شیارهای تیمار ۱، ۳۹ متر و نوارهای تیمار ۲، ۲۲ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS38 در جدول ۲۸۱ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمارها و شاهد در شکل ۴۹۳ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد یکنواخت، جزئی و به ترتیب ۰/۰۰۷ و ۰/۰۰۸ درصد می‌باشد.

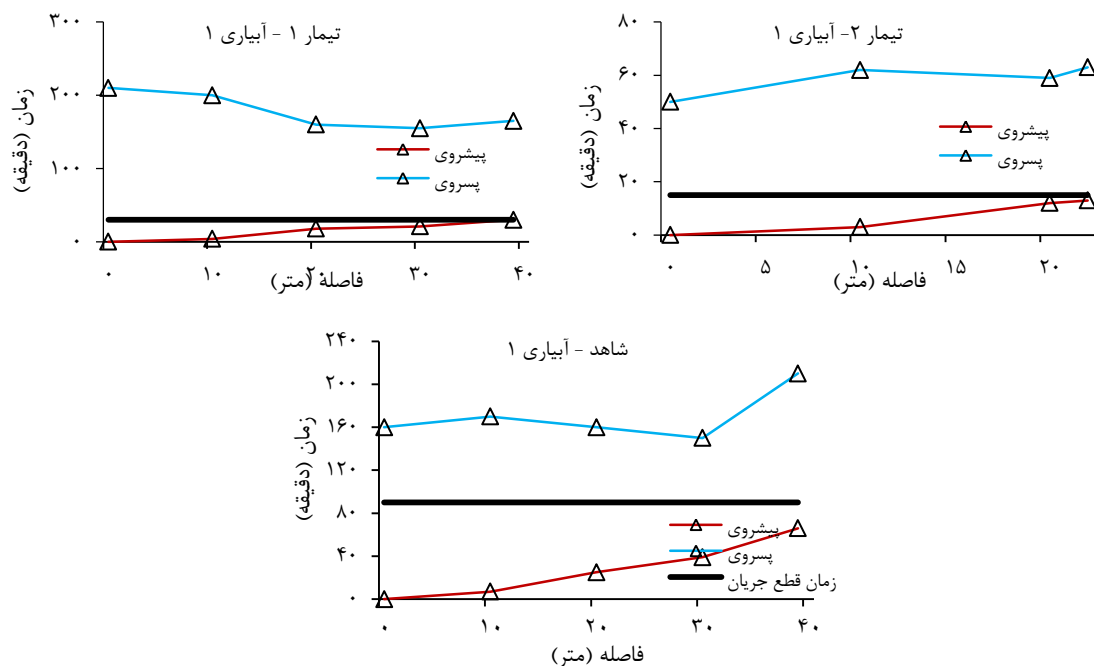
جدول ۲۸۱- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS38

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول × عرض (m×m)	فواصل درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS38
بسته	۰/۰۰۰۰۷	۶×۳۹	۶×۶	شیاری دو طرفه	تیمار ۱
بسته	۰/۰۰۰۰۷	۶×۲۲	۶×۶	نشتی حلقوی	تیمار ۲
بسته	۰/۰۰۰۰۸	۶×۳۹	۶×۶	نواری	شاهد



شکل ۴۹۳- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS38

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۲۴ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمارهای ۱ و ۲ و شاهد به ترتیب ۱۳، ۳۰ و ۶۶ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد به ترتیب ۸/۳ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۴۹۴).



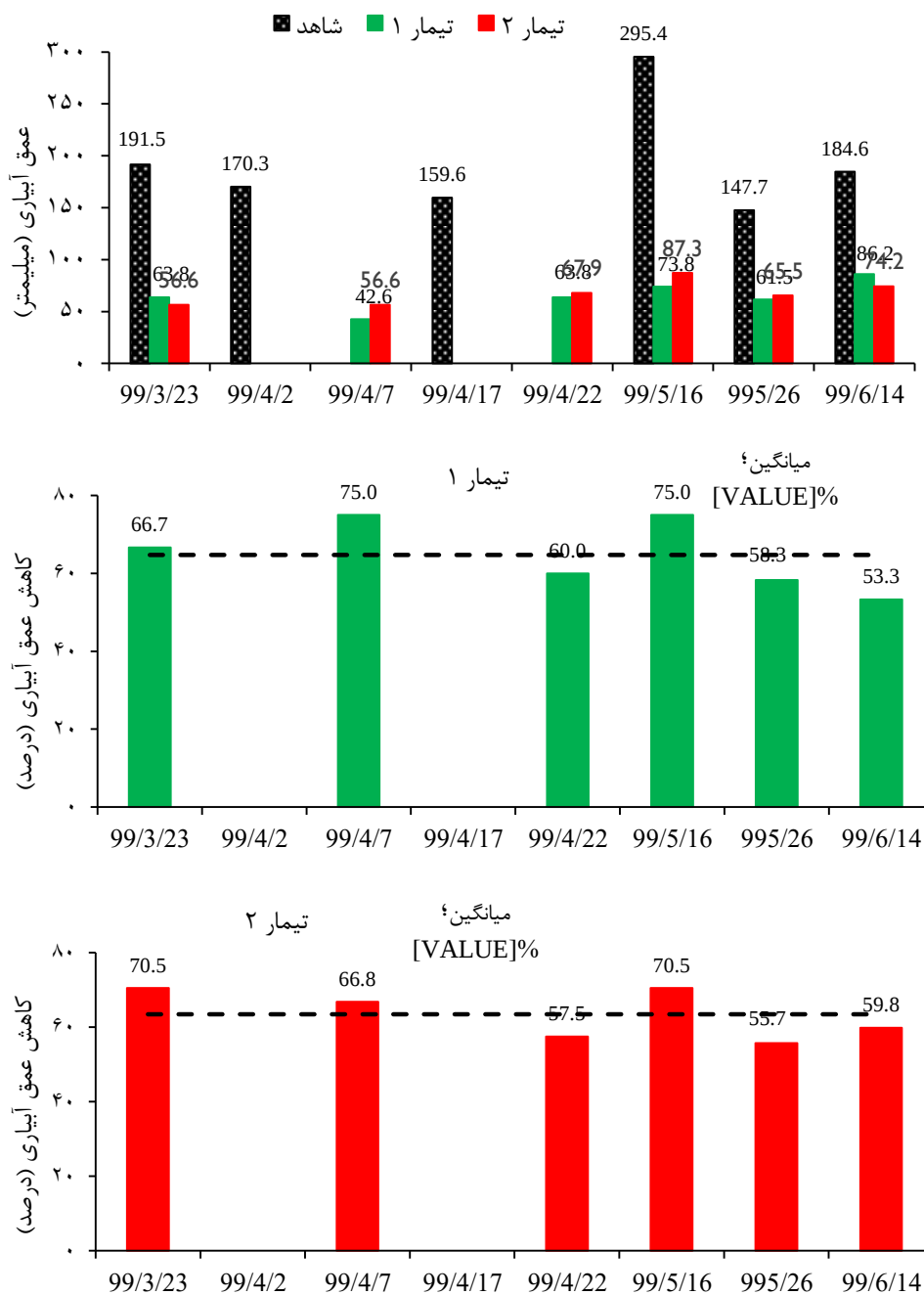
شکل ۴۹۴- پیشروی و پسروی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS38- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS38 در جدول ۲۸۲ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمارهای ۱، ۲ و شاهد به ترتیب برابر با ۶۳/۸، ۵۶/۶ و ۱۹۱/۵ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۴۲/۶، ۵۶/۶ و ۱۷۰/۳ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۶۳/۸، ۶۷/۹ و ۱۵۹/۶ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری در تیمارهای ۱ و ۲ به ترتیب موجب کاهش ۳۵۱/۱ و ۳۳۹/۶ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمارهای ۱، ۲ در سه آبیاری ۱۰۰ درصد و در شاهد نیز به ترتیب ۴۱/۰، ۳۱/۱ و ۵۷/۹ درصد محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۵۶/۷ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۲۸۲- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS38 برای تیمارها و شاهد در سه آبیاری اول

باغ 99WestS38	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار ۱	۹۹/۳/۲۳	۸/۳	۳۰	۶۳/۸	۸۴/۳	۱۰۰/۰
تیمار ۲	۹۹/۳/۲۳	۸/۳	۱۵	۵۶/۶	۷۳/۰	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۳/۲۳	۸/۳	۹۰	۱۹۱/۵	۷۸/۴	۴۱/۰
تیمار ۱	۹۹/۴/۷	۸/۳	۲۰	۴۲/۶	۵۸/۶	۱۰۰/۰
تیمار ۲	۹۹/۴/۷	۸/۳	۱۵	۵۶/۶	۶۸/۷	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۴/۲	۸/۳	۸۰	۱۷۰/۳	۵۲/۹	۳۱/۱
تیمار ۱	۹۹/۴/۲۲	۸/۳	۳۰	۶۳/۸	۱۱۳/۸	۱۰۰/۰
تیمار ۲	۹۹/۴/۲۲	۸/۳	۱۵	۶۷/۹	۹۸/۲	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۴/۱۷	۸/۳	۷۵	۱۵۹/۶	۹۲/۴	۵۷/۹

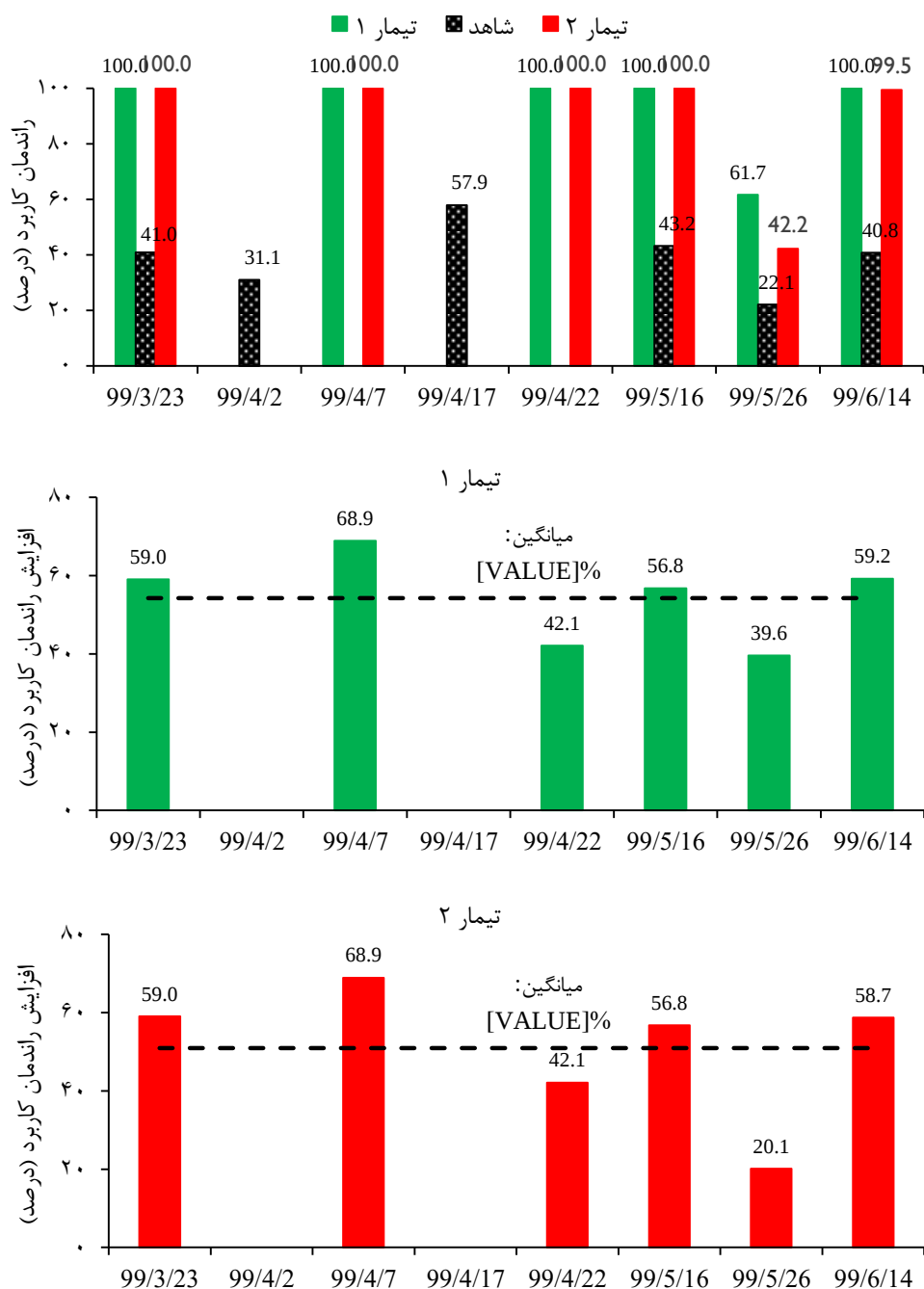
باغ 99WestS₃₈ طی فصل رشد محصول در ۶ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۴۹۵ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمارهای ۱، ۲ و شاهد باغ 99WestS₃₈ به‌ترتیب ۳۹۱۷/۹، ۴۰۸۰/۰ و ۱۱۴۹۱/۰ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری به‌ترتیب در حدود ۷۵۷۳/۱ و ۷۴۱۱/۰ مترمکعب بر هکتار (۶۵/۹ و ۶۴/۵ درصد) تیمارهای ۱ و ۲ نسبت به شاهد است (شکل ۴۹۶). متوسط راندمان کاربرد تیمارهای ۱، ۲ و شاهد به‌ترتیب ۹۳/۶، ۹۰/۳ و ۳۹/۳ درصد می‌باشد (شکل ۴۹۷). مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمارهای ۱ و ۲ طی آبیاری‌های صورت‌گرفته به‌طور متوسط ۵۴/۳ و ۵۱/۰ درصد افزایش یافت.



شکل ۴۹۵- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمارها در باغ 99WestS38 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۴۹۶- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمارها و شاهد در باغ 99WestS38



شکل ۴۹۷- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS38 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₃₈ به ترتیب ۱۶۶۶۶، ۳۷۸۷۸ و ۲۲۷۲۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده کاهش ۲۶/۶ درصدی عملکرد در تیمار ۱ و افزایش ۶۶/۶ درصدی عملکرد در تیمار ۲ نسبت به شاهد است (جدول ۲۸۳). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ارومیه) ۵۷/۳ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش‌های تیمار ۱ و ۲ نسبت به شاهد به ترتیب

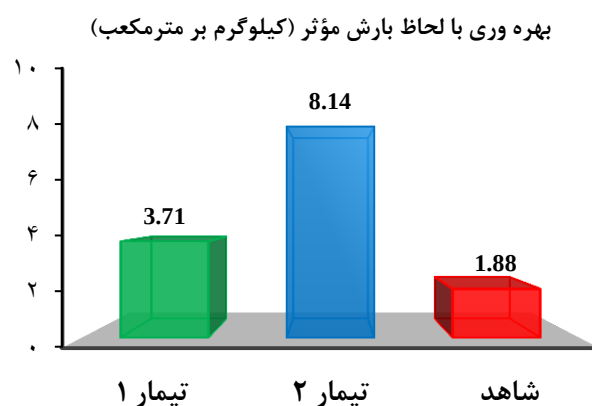
۹۷/۰ و ۳۳۲/۱ درصد برآورد گردید (جدول ۲۸۴). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۴۹۸ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۸۳- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS38

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)			بهره‌وری آب (Kg/m^3)			عملکرد (Kg/ha)		
تیمار ۲	تیمار ۱	شاهد	تیمار ۲	تیمار ۱	شاهد	تیمار ۲	تیمار ۱	شاهد
۸/۱۴	۳/۷۱	۱/۸۸	۹/۲۸	۴/۲۵	۱/۹۸	۳۷۸۷۸	۱۶۶۶۶	۲۲۷۲۷

جدول ۲۸۴- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS38

کاهش آب آبیاری (%)		افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)		افزایش بهره‌وری آب (%)		افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)	
تیمار ۲	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۱
۶۴/۵	۶۵/۹	۷/۳۱	۲/۲۸	۳۶۹/۴	۱۱۵/۱	۳۳۲/۱	۹۷/۰



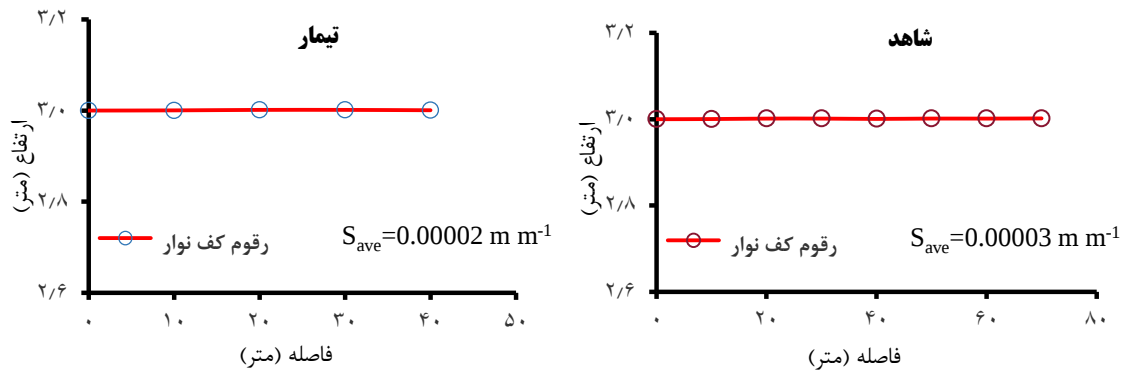
شکل ۴۹۸- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS38

۵-۲-۴۱- مزرعه 99WestS39

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۴۶ و ۸ متر و طول شیارهای تیمار ۴۵ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS39 در جدول ۲۸۵ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۴۹۹ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد کم، یکنواخت و به ترتیب ۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۳ درصد می‌باشد.

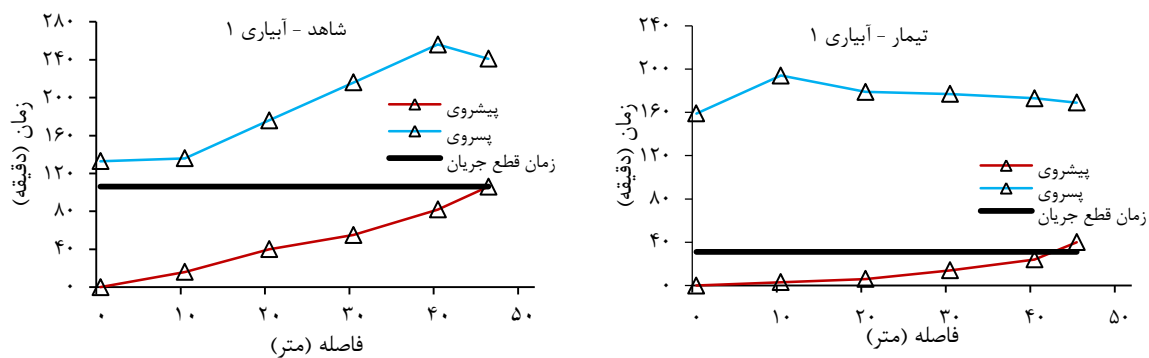
جدول ۲۸۵- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS39

باغ 99WestS39	روش آبیاری	فواصل درختان ($\text{m} \times \text{m}$)	طول $\times$ عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	شیاری دوطرفه	۳/۵ $\times$ ۴	۴ $\times$ ۴۵	۰/۰۰۰۲	بسته
شاهد	نواری	۳/۵ $\times$ ۴	۸ $\times$ ۴۶	۰/۰۰۰۳	بسته



شکل ۴۹۹- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS39

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۱۶ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۴۰ دقیقه و در شاهد ۱۰۶ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی ۹/۲۵ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۵۰۰).



شکل ۵۰۰- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS39- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS39 در جدول ۲۸۶ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۹۵/۶ و ۱۵۹/۹ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۱۳۵/۷ و ۱۱۷/۶ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۱۳۸/۸ و ۱۳۵/۷ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری در تیمار موجب کاهش ۴۳/۲ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۶۲/۲ و ۵۰/۳ درصد، در آبیاری دوم ۲۵/۸ و ۸۸/۵ درصد و در آبیاری سوم ۲۴/۸ و ۱۹/۷ محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش ۱۵/۲ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

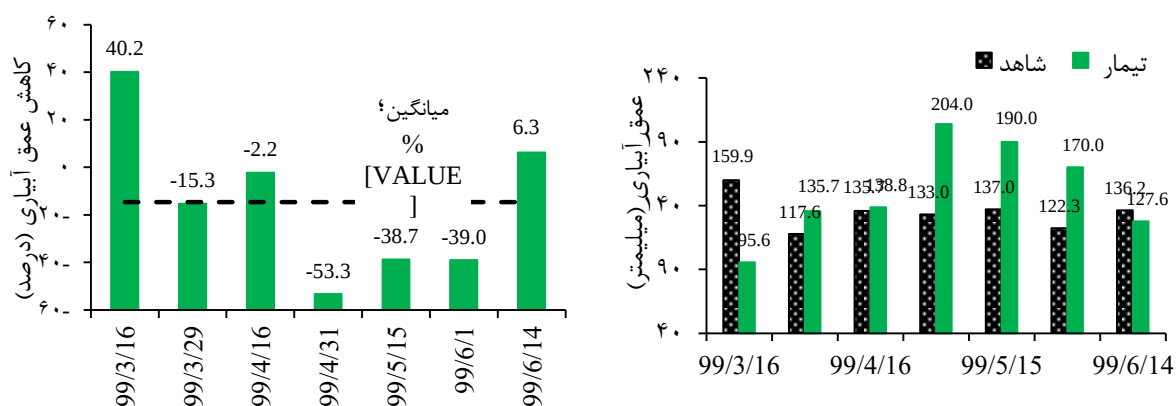
جدول ۲۸۶- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS39 برای

تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

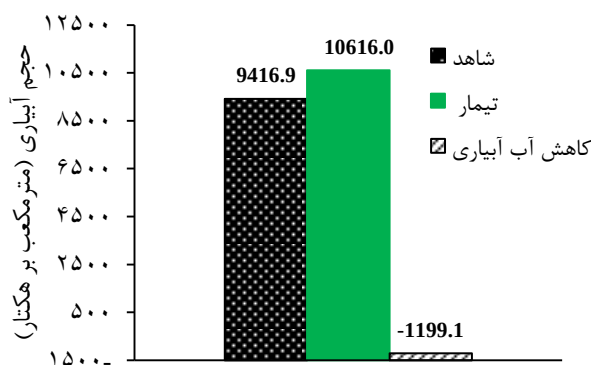
باغ 99WestS39	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۱۶	۹/۲۵	۳۱	۹۵/۶	۸۰/۴	۶۲/۲
شاهد	۹۹/۳/۱۶	۹/۲۵	۱۰۶	۱۵۹/۹	۸۰/۴	۵۰/۳
تیمار	۹۹/۳/۲۹	۹/۲۵	۴۴	۱۳۵/۷	۴۴/۸	۲۵/۸

شاهد	۹۹/۳/۲۹	۹/۲۵	۷۸	۱۱۷/۶	۱۰۴/۱	۸۸/۵
تیمار	۹۹/۴/۱۶	۹/۲۵	۴۵	۱۳۸/۸	۴۵/۹	۲۴/۸
شاهد	۹۹/۴/۱۶	۹/۲۵	۹۰	۱۳۵/۷	۲۶/۷	۱۹/۷

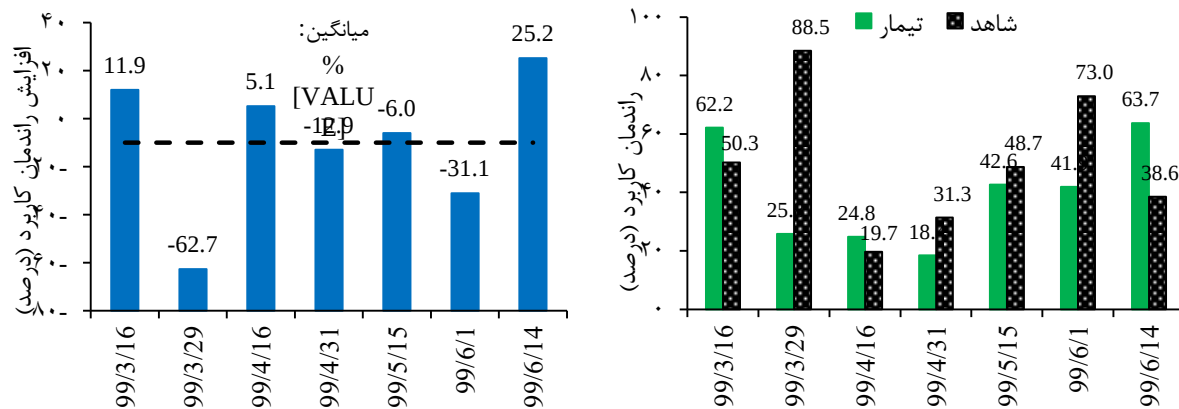
باغ 99WestS₃₉ طی فصل رشد محصول در ۷ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۵۰۱ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS₃₉ به ترتیب ۱۰۶۱۶/۰ و ۹۴۱۶/۹ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش آب آبیاری در حدود ۱۱۹۱/۱ مترمکعب بر هکتار (۱۲/۷ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۵۰۲). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۵۰۳ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به‌طور متوسط ۱۰/۱ درصد کاهش یافت.



شکل ۵۰۱- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS₃₉ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۵۰۲- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS₃₉



شکل ۵-۳- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS39 طی آبیاری‌های مختلف

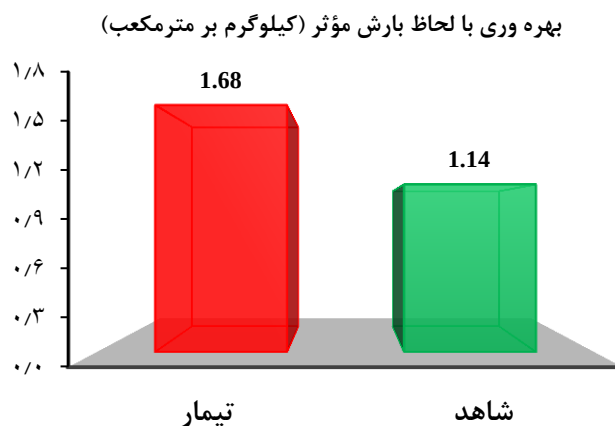
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS39 به ترتیب ۱۸۷۵۰ و ۱۱۳۶۴ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۶۵ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۸۷). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ارومیه) ۱۴۱/۵ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۴۷/۳ درصد برآورد گردید (جدول ۲۸۸). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۵-۴ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۸۷- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS39

عملکرد (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m³)	
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
۱۱۳۶۴	۱۸۷۵۰	۱/۲۱	۱/۷۷	۱/۱۴	۱/۶۸

جدول ۲۸۸- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS39

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
-۱۲/۷	۰/۵۶	۴۶/۴	۴۷/۳



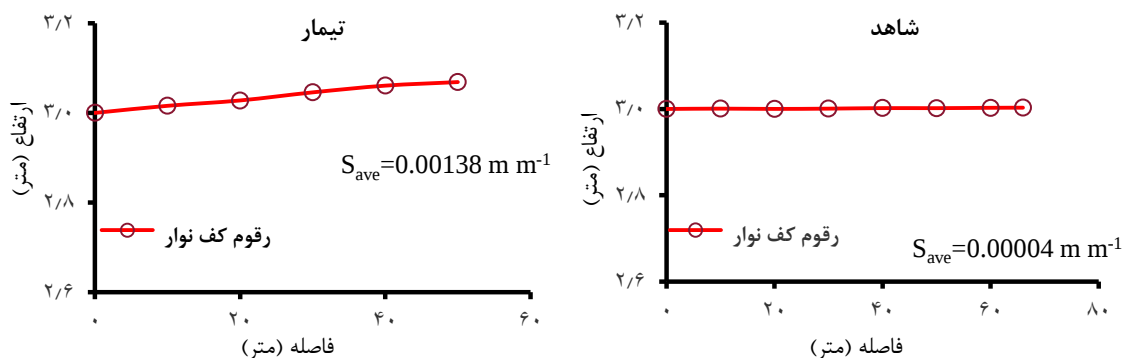
شکل ۵۰۴- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS39

۵-۲-۴۲- مزرعه 99WestS40

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به نشتی حلقوی در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۷۰ و ۶ متر و تیمار به ترتیب ۵۳ و ۶ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS40 در جدول ۲۸۹ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۵۰۵ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار منفی و ۰/۱۳۸ درصد و شیب طولی نوار شاهد جزئی، یکنواخت و ۰/۰۰۴ درصد می‌باشد.

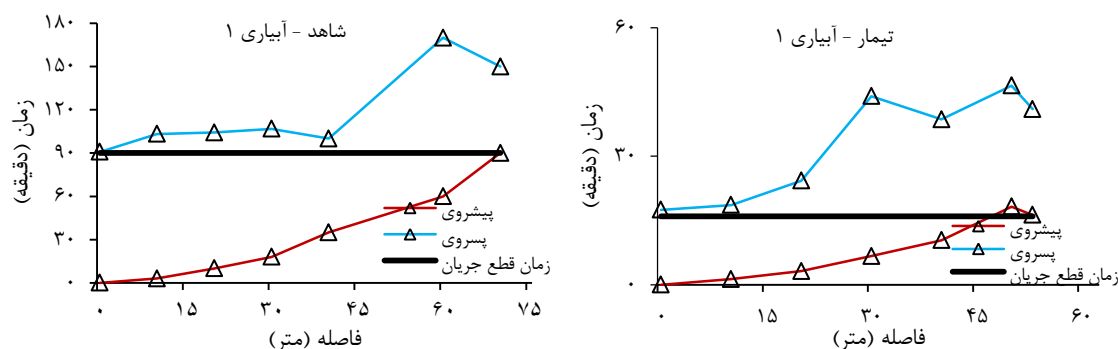
جدول ۲۸۹- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS40

شرایط انتها	متوسط شیب طولی (m/m)	طول × عرض (m×m)	فاصله درختان (m×m)	روش آبیاری	باغ 99WestS40
بسته	۰/۰۰۱۳۸	۶×۵۳	۶×۶	نشتی حلقوی	تیمار
بسته	۰/۰۰۰۰۴	۶×۷۰	۶×۶	نواری	شاهد



شکل ۵۰۵- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS40

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۶ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۱۶ دقیقه و در شاهد ۹۰ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی ۱۰/۸۸ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۵۰۶).



شکل ۵۰۶- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS40- آبیاری اول

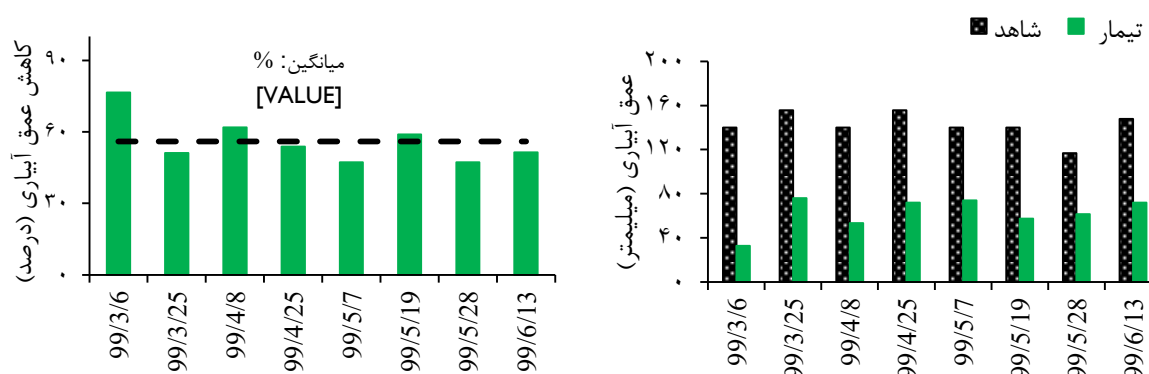
خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS40 در جدول ۲۹۰ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۳۲/۸ و ۱۳۹/۹ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۷۶/۰ و ۱۵۵/۴ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۵۳/۴ و ۱۳۹/۹ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به نشتی حلقوی در تیمار موجب کاهش قابل‌توجه ۲۷۳ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار در سه آبیاری اول ۱۰۰ درصد و شاهد نیز به‌ترتیب برابر با ۸۴/۸، ۸۶/۲ درصد و ۱۰۰ درصد محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۹/۷ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

جدول ۲۹۰- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS40 برای تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

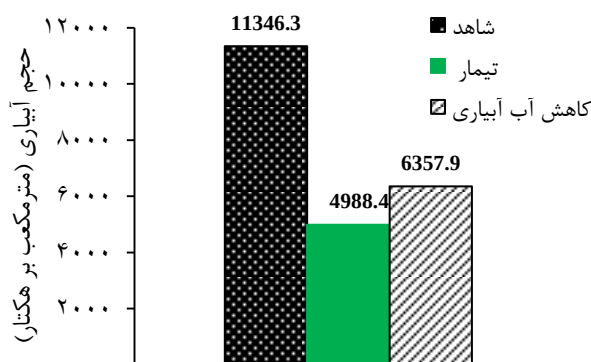
باغ 99WestS40	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۶	۱۰/۸۸	۱۶	۳۲/۸	۱۱۸/۶	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۳/۶	۱۰/۸۸	۹۰	۱۳۹/۹	۱۱۸/۶	۸۴/۸
تیمار	۹۹/۳/۲۵	۱۰/۸۸	۳۷	۷۶/۰	۱۳۴/۰	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۳/۲۵	۱۰/۸۸	۱۰۰	۱۵۵/۴	۱۳۴/۰	۸۶/۲
تیمار	۹۹/۴/۸	۱۰/۸۸	۲۶	۵۳/۴	۱۳۶/۳	۱۰۰/۰
شاهد	۹۹/۴/۸	۱۰/۸۸	۹۰	۱۳۹/۹	۱۴۰/۱	۱۰۰/۰

باغ 99WestS40 طی فصل رشد محصول در ۸ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۵۰۷ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS40 به‌ترتیب ۴۹۸۸/۴ و ۱۱۳۴۶/۳ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش قابل‌توجه آب آبیاری در حدود ۶۳۵۷/۹ مترمکعب بر هکتار (۵۶ درصد) تیمار نسبت به شاهد است (شکل

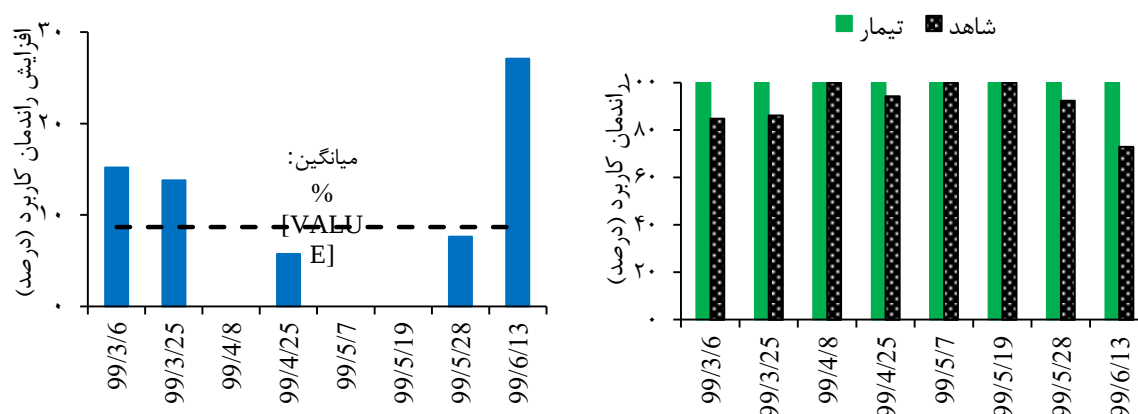
۵۰۸). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۵۰۹ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۸/۷ درصد افزایش یافت.



شکل ۵۰۷- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS40 طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۵۰۸- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS40



شکل ۵۰۹- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS40 طی آبیاری‌های مختلف

بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS40 به ترتیب ۱۱۶۲۸ و ۱۵۲۱۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده کاهش ۲۳/۶ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۹۱). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸

(شهرستان ارومیه) ۵۷/۳ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۶۳/۸ درصد برآورد گردید (جدول ۲۹۲). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۵۱۰ ترسیم گردیده است.

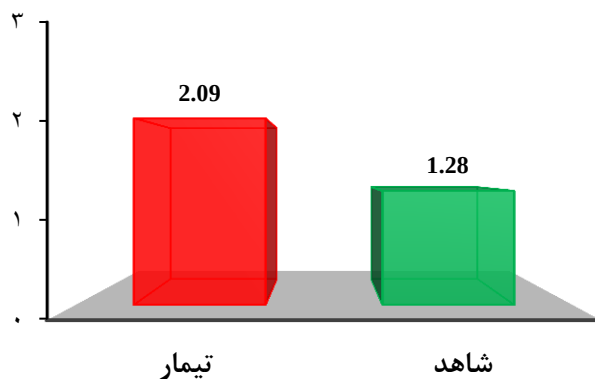
جدول ۲۹۱- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS40

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۲/۰۹	۱/۲۸	۲/۳۳	۱/۳۴	۱۱۶۲۸	۱۵۲۱۷

جدول ۲۹۲- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS40

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m^3)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۵۶/۰	۰/۹۹	۷۳/۸	۶۳/۸

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (کیلوگرم بر مترمکعب)



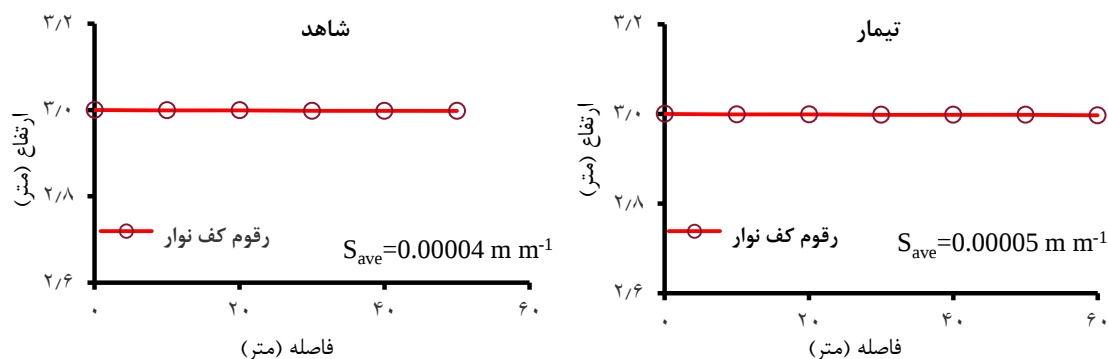
شکل ۵۱۰- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS40

۵-۲-۴۳- مزرعه 99WestS41

در این باغ تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در نظر گرفته شد. طول و عرض نوار آبیاری شاهد به ترتیب ۵۰ و ۷ متر و طول شیارهای تیمار ۸۴ متر می‌باشد. مشخصات بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS41 در جدول ۲۹۳ ارائه شده است. همچنین پروفیل شیب طولی تیمار و شاهد در شکل ۵۱۱ نشان داده شده است. مطابق این شکل، شیب طولی نوار تیمار و شاهد جزئی، یکنواخت و به ترتیب ۰/۰۰۵ و ۰/۰۰۴ درصد می‌باشد.

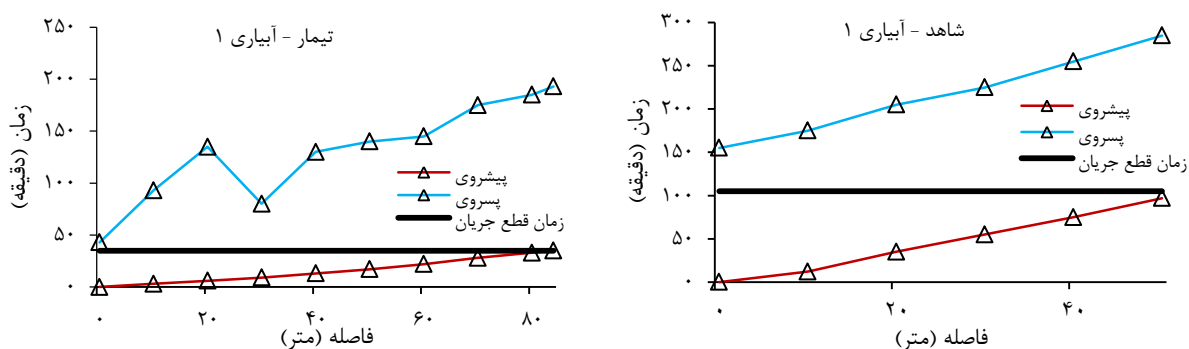
جدول ۲۹۳- مشخصات نوارهای مربوط به تیمار و شاهد در باغ 99WestS41

باغ 99WestS41	روش آبیاری	فاصل درختان ($\text{m} \times \text{m}$)	طول $\times$ عرض ($\text{m} \times \text{m}$)	متوسط شیب طولی (m/m)	شرایط انتها
تیمار	شیاری دو طرفه	۴ $\times$ ۶	۶ $\times$ ۸۴	۰/۰۰۰۵	بسته
شاهد	نواری	۴ $\times$ ۷	۷ $\times$ ۵۰	۰/۰۰۰۴	بسته



شکل ۵۱۱- نیمرخ شیب طولی نوارهای تیمار و شاهد در باغ 99WestS41

اولین آبیاری در تاریخ ۹۹/۳/۱۳ صورت گرفت. پیش‌روی آب در تیمار ۳۵ دقیقه و در شاهد ۹۷ دقیقه به طول انجامید و دبی آب ورودی تیمار و شاهد ۱۱ لیتر بر ثانیه اندازه‌گیری گردید (شکل ۵۱۲).



شکل ۵۱۲- پیش‌روی و پس‌روی جریان آب در نوارهای تیمار و شاهد باغ 99WestS41- آبیاری اول

خلاصه نتایج عمق آبیاری، متوسط دبی جریان، مدت آبیاری، تبخیر و تعرق واقعی، راندمان کاربرد آبیاری در آبیاری‌های اول تا سوم باغ 99WestS41 در جدول ۲۹۴ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول، متوسط عمق آبیاری اول تیمار و شاهد به ترتیب برابر با ۴۵/۸ و ۱۹۸/۰ میلی‌متر، در آبیاری دوم برابر با ۶۵/۵ و ۱۶۹/۷ میلی‌متر و در آبیاری سوم برابر با ۵۹/۵ و ۲۰۷/۴ میلی‌متر بوده که اعمال تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دو طرفه در تیمار موجب کاهش قابل‌توجه ۴۰۴/۳ میلی‌متر در این سه آبیاری گردیده است. متوسط راندمان کاربرد تیمار و شاهد نیز در آبیاری اول به ترتیب برابر با ۵۸/۸ و ۲۳/۲ درصد، در آبیاری دوم ۳۶/۴ و ۲۶/۸ درصد و در آبیاری سوم ۱۰۰/۰ و ۳۳/۱ محاسبه گردید که نشان‌دهنده افزایش ۳۷/۴ درصدی راندمان کاربرد در این سه آبیاری است.

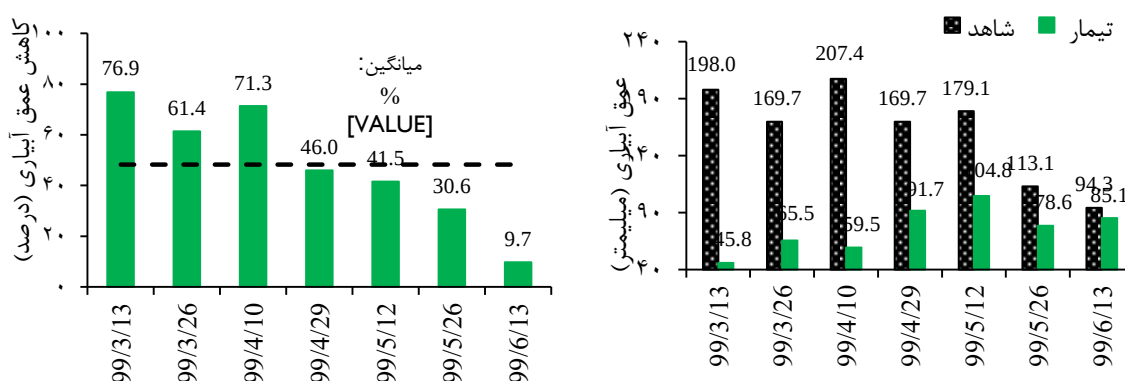
جدول ۲۹۴- مقادیر متوسط عمق آبیاری، دبی ورودی جریان، تبخیر و تعرق واقعی و راندمان کاربرد باغ 99WestS41 برای

تیمار و شاهد در سه آبیاری اول

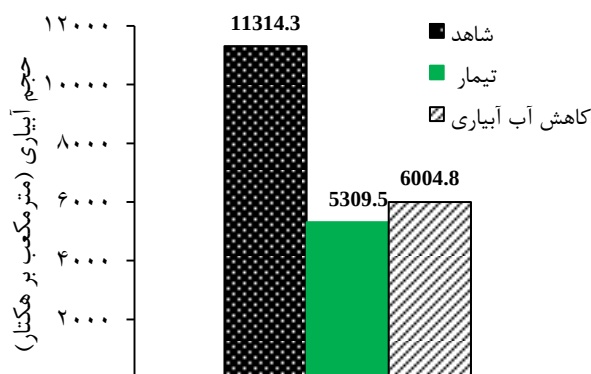
باغ 99WestS41	تاریخ آبیاری	دبی متوسط ورودی (lit/s)	مدت آبیاری (min)	عمق آبیاری (mm)	تبخیر و تعرق واقعی (mm)	راندمان کاربرد (%)
تیمار	۹۹/۳/۱۳	۱۱	۳۵	۴۵/۸	۳۸/۵	۵۸/۸
شاهد	۹۹/۳/۱۳	۱۱	۱۰۵	۱۹۸/۰	۴۶/۰	۲۳/۲
تیمار	۹۹/۳/۲۶	۱۱	۵۰	۶۵/۵	۳۴/۰	۳۶/۴

۲۶/۸	۴۵/۴	۱۶۹/۷	۹۰	۱۱	۹۹/۳/۲۶	شاهد
۱۰۰/۰	۸۵/۲	۵۹/۵	۱۰۰	۱۱	۹۹/۴/۱۰	تیمار
۳۳/۱	۶۸/۷	۲۰۷/۴	۱۱۰	۵	۹۹/۴/۱۰	شاهد

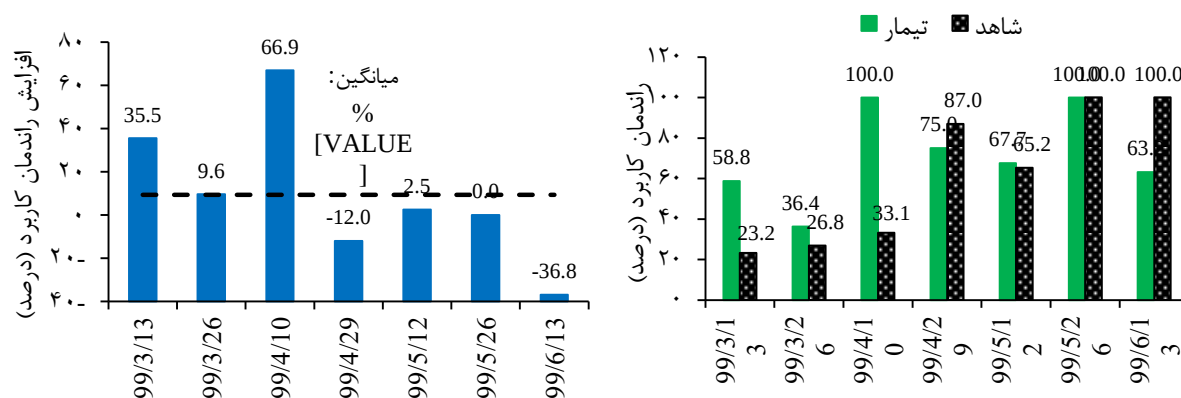
باغ 99WestS₄₁ طی فصل رشد محصول در ۷ نوبت آبیاری گردید. مقادیر عمق آبیاری در تیمار و شاهد طی کل دوره رشد و میزان کاهش آب آبیاری تیمار نسبت به شاهد مطابق شکل ۵۱۳ می‌باشد. میزان آب آبیاری در تیمار و شاهد باغ 99WestS₄₁ به ترتیب ۵۳۰۹/۵ و ۱۱۳۱۴/۳ مترمکعب بر هکتار محاسبه گردید که نشان‌دهنده کاهش آب آبیاری در حدود ۶۰۰۴/۸ مترمکعب بر هکتار (۵۳/۱) تیمار نسبت به شاهد است (شکل ۵۱۴). مقادیر راندمان کاربرد تیمار و شاهد در شکل ۵۱۵ آورده شده است. مطابق این شکل، راندمان کاربرد تیمار طی آبیاری‌های صورت گرفته به طور متوسط ۹/۴ درصد افزایش یافت.



شکل ۵۱۳- مقایسه مقادیر عمق آبیاری و کاهش آب تیمار در باغ 99WestS₄₁ طی آبیاری‌های مختلف



شکل ۵۱۴- مقایسه فصلی حجم آبیاری تیمار و شاهد در باغ 99WestS₄₁



شکل ۵۱۵- مقایسه مقادیر راندمان کاربرد در باغ 99WestS41 طی آبیاری‌های مختلف

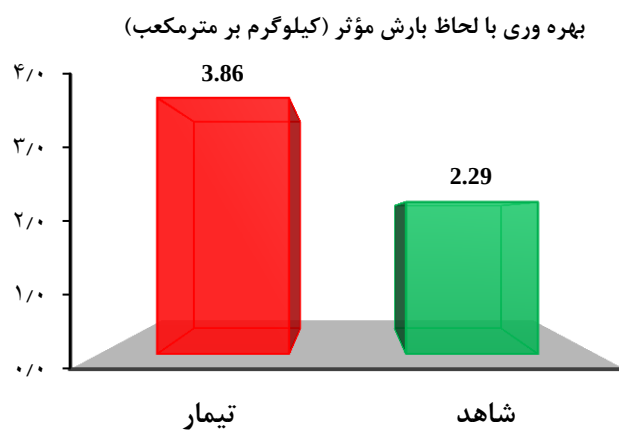
بر اساس نتایج، میزان عملکرد محصول در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS₄₁ به‌ترتیب ۲۲۷۲۷ و ۲۷۲۷۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که نشان‌دهنده کاهش ۱۶/۷ درصدی عملکرد تیمار نسبت به شاهد است (جدول ۲۹۵). با توجه به مقدار بارش مؤثر (بر اساس رابطه ASCE) که در طی فصل رشد سیب در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ (شهرستان ارومیه) ۵۳/۷ میلی‌متر بوده مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر نیز محاسبه و مقدار افزایش آن در بخش تیمار نسبت به شاهد ۶۸/۴ درصد برآورد گردید (جدول ۲۹۶). نمودار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار و شاهد در شکل ۵۱۶ ترسیم گردیده است.

جدول ۲۹۵- مقادیر عملکرد محصول و بهره‌وری آب در تیمار و شاهد باغ 99WestS41

بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		عملکرد (Kg/ha)	
تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد
۳/۸۶	۲/۲۹	۴/۲۸	۲/۴۱	۲۲۷۲۷	۲۷۲۷۲

جدول ۲۹۶- مقایسه مقادیر بهره‌وری آب در بخش‌های تیمار و شاهد باغ 99WestS41

کاهش آب آبیاری (%)	افزایش بهره‌وری آب (Kg/m ³)	افزایش بهره‌وری آب (%)	افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (%)
۵۳/۱	۱/۸۷	۷۷/۶	۶۸/۴



شکل ۵۱۶- بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در باغ 99WestS41

فصل ششم

مطالعات اقتصادی

۶-۱- بررسی تکنیک‌های به‌زراعی بکار رفته در پروژه

در این مرحله تکنیک‌های به‌زراعی بکار رفته در مزارع مختلف دو استان، به تفکیک نوع مزارع، گردآوری و برای ورود به پرسشنامه سازماندهی شدند.

این تکنیک‌ها شامل تکنیک‌های خاک‌ورزی از قبیل استفاده از خاک‌ورز حفاظتی، تسطیح با لولر، استفاده از لولر لیزری، استفاده از گاو آهن برگرداندار، تسطیح با ماله، تسطیح با دیسک و ماله، کرت‌بندی طول و عرض مناسب کرت، شخم با چیزل و تکنیک‌های کاشت از قبیل ضدعفونی بذر، بذر مالی با هیومکس، بذر مالی با قارچ‌کش، استفاده از کف‌کار، کاشت با بذرکار فاروئردار، کاشت با خطی‌کار فاروئردار، کاشت با دستگاه ریزبند به صورت جوی و پشته‌ای، کاشت با دستگاه کف‌کار مخصوص اراضی شور، کشت مکانیزه با دستگاه مرکب کودکار و بذرکار و کشت با دستگاه پنوماتیک هستند.

۶-۲- تدوین و تکمیل پرسشنامه خام

پس از سازماندهی تکنیک‌های به‌زراعی مورد استفاده بهره‌برداران، پرسشنامه خام به منظور دریافت اطلاعات هزینه و درآمد محصولات پاییزه در دو مرحله طراحی گردید. با توجه به بازه زمانی مابین کاشت و برداشت محصولات پاییزه، در مرحله نخست پرسشنامه‌ای برای دریافت اطلاعات کاشت این محصولات تنظیم و بعد از اتمام عملیات کاشت، برای تکمیل از طریق هماهنگ‌کننده‌های استانی در اختیار شرکت‌های مجری قرار گرفت.

پرسشنامه‌های تکمیل شده، در اختیار مجری اقتصادی قرار گرفت. پرسشنامه‌های مذکور بررسی و جمع‌گرددیده و موارد نقص اطلاعات یا ابهام در چند مرحله از طریق هماهنگ‌کننده‌های استانی با شرکت‌های مجری مطرح و به برطرف‌سازی این موارد اقدام گردید.

در مرحله دوم با توجه به بازخوردهای دریافت شده از مشکلات و ابهامات موجود در مرحله نخست تکمیل اطلاعات و همچنین جلسات هماهنگی برگزار شده با شرکت‌های مجری، پرسشنامه کامل حاوی اطلاعات کاشت و داشت و برداشت محصولات پاییزه تنظیم و برای تکمیل از طریق هماهنگ‌کننده‌های استانی در اختیار شرکت‌های مجری قرار گرفت. با توجه طول دوره رشد محصولات و استمرار اقدامات بهره‌برداران کشاورزی در مرحله کاشت تا زمان برداشت محصولات، تکمیل و دریافت پرسشنامه‌ها در این مرحله منوط به پایان عملیات برداشت و فروش یا تحویل محصول تولیدی به مراکز مربوطه است. با توجه به موارد مذکور، پرسشنامه‌های مرحله دوم در حال تکمیل بوده و هنوز در اختیار مجری بخش اقتصادی قرار نگرفته است.

اطلاعات دریافتی از طریق پرسشنامه‌ها شامل موارد زیر می‌باشد:

- خصوصیات کشاورزان از جمله نام، سن، سابقه کار کشاورزی، شغل جانبی، مساحت مجموع زمین‌های کشاورز، مساحت مزرعه نمونه، فهرست محصولات کشت شده
- اطلاعات تولید شامل نام محصول، سطح زیرکشت، اجاره‌بهای هر هکتار زمین یا مبلغ معادل آن، مقدار بذر مورد استفاده و هزینه پرداخت‌شده برای بذر
- مقدار و هزینه خدمات و نهاده‌های تولید برای هر محصول شامل انواع کود و انواع سموم
- هزینه‌های خاک‌ورزی بر اساس روش‌های متداول منطقه و روش‌های به‌زراعی توصیه شده در پروژه
- هزینه‌های کاشت بر اساس روش‌های متداول منطقه و روش‌های به‌زراعی توصیه شده در پروژه
- اطلاعات مربوط به آبیاری محصول و هزینه‌های مربوطه
- هزینه‌های مربوط به خدمات کارشناسی
- هزینه نیروی کار ماهر و غیر ماهر فعال در مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت
- هزینه برداشت، جمع‌آوری و حمل محصول تا مراکز خرید
- مقدار محصول اصلی و فرعی تولید شده و درآمد حاصل

نکته: یکی از نکات مهم در بخش تکمیل اطلاعات، تفکیک هزینه‌های مربوط به پایش پروژه از هزینه‌های مربوط به استقرار تکنولوژی در مزارع است. در مزارع پایش اندازه‌گیری‌ها با دقت بالا صورت می‌پذیرد، لذا هزینه‌های پایش

و اندازه‌گیری در این مزارع نسبت به سایر مزارع بالاست. متذکر می‌گردد این هزینه‌ها، صرفاً در سال جاری و برای دسترسی به اهداف پروژه انجام شده‌اند و جزء هزینه‌های تمام شده محصول ناشی از کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی محسوب نمی‌شوند. حال آنکه بخشی از هزینه‌ها در سال‌های آتی نیز در مزارعی که این تکنولوژی‌ها در آنها استقرار می‌یابند انجام می‌شوند. لذا در تکمیل پرسشنامه‌ها ضمن رعایت این نکته، هزینه استقرار تکنیک‌ها لحاظ شده‌اند.

۳-۶- خلاصه اطلاعات گردآوری شده

با توجه به آنکه ارزیابی اقتصادی پروژه بر اساس دو دسته اطلاعات مجموع هزینه‌ها و مجموع درآمدها صورت می‌پذیرد، لذا تا پایان فرایند تکمیل و تجمیع کلیه اطلاعات و داده‌های هزینه و درآمد مربوط به هر محصول این تحلیل امکان‌پذیر نیست. اطلاعات هزینه مستخرج از پرسشنامه مرحله کاشت محصولات پاییزه در مرحله اول این پروژه به تنهایی فاقد ارزش تحلیلی است. لذا در این مرحله خلاصه‌ای از اطلاعات مستخرج از بخش ابتدایی پرسشنامه ارائه خواهد شد. این اطلاعات در تحلیل داده‌های ارائه شده ارزشمند و اثرگذار است. با تکمیل پرسشنامه‌های مرحله دوم، گزارشی ارزیابی اقتصادی محصولات پاییزه ارائه خواهد شد.



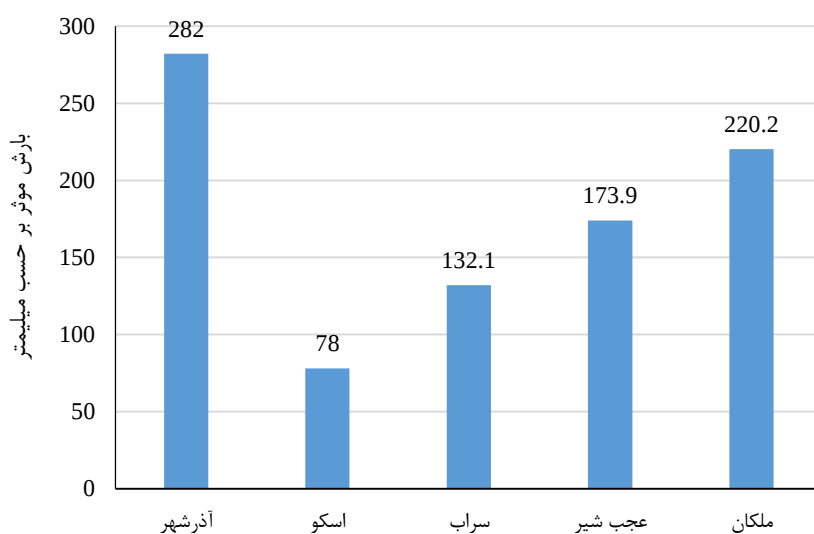
شکل ۵۱۷- موقعیت شهرستان‌ها و روستاهای منتخب در دو استان آذربایجان شرقی و غربی

در مرحله نخست گردآوری اطلاعات مجموعاً ۱۰۸ پرسشنامه از نوزده روستای منتخب واقع در ۹ شهرستان منتخب از دو استان آذربایجان شرقی و غربی تکمیل و گردآوری شد. ۶۷ پرسشنامه مربوط به مزارع مرجع، ۲۴

پرسشنامه مربوط به مزارع پایش و ۱۷ پرسشنامه حاوی اطلاعات مزارع شاهد هستند. در ادامه خلاصه‌ای از اطلاعات گردآوری شده به تفکیک استان ارائه می‌شود.

۴-۶- استان آذربایجان شرقی

در مرحله نخست گردآوری اطلاعات که به گردآوری اطلاعات کاشت محصولات پاییزه اختصاص داشت، مجموعاً ۶۱ پرسشنامه از ده روستای منتخب واقع در پنج شهرستان آذر شهر، اسکو، سراب، عجب‌شیر و ملکان تکمیل و گردآوری شد. تعداد ۴۵ پرسشنامه مربوط به مزارع مرجع، ۸ پرسشنامه حاوی اطلاعات مزارع پایش و ۸ پرسشنامه مربوط به مزارع شاهد می‌باشد. محصولات پاییزه کشت شده شامل گندم و جو می‌باشد. کلیه مزارع تیمار و شاهد و همچنین ۳۸ مزرعه مرجع در این استان به کشت گندم اختصاص یافته‌اند. استفاده از خاک‌ورز حفاظتی و کاشت با دستگاه کف‌کار مخصوص اراضی شور از تکنیک‌های به‌زراعی بوده است که در مزارع مرجع این استان مورد استقبال بهره‌برداران قرار گرفته است. با توجه به اهمیت پارامتر بارش موثر، میزان بارش موثر شهرستان‌های منتخب استان آذربایجان شرقی در طول دوره رشد محصول گندم در شکل ۵۱۸ نمایش داده شده و در ادامه شاخص‌های فنی و اقتصادی مستخرج از پروژه به تفکیک شهرستان‌های استان شرح داده می‌شوند.



منبع: پروژه پایش

شکل ۵۱۸- میزان بارش موثر شهرستان‌های منتخب استان آذربایجان شرقی در طول دوره رشد محصول گندم (میلی-متر)

۴-۶-۱- شهرستان آذرشهر

مزارع نمونه در این شهرستان از روستای فیروزسالار انتخاب شده‌اند. کلیه مزارع منتخب به کشت گندم اختصاص یافته‌اند. سه مزرعه به عنوان مزارع مرجع، یک مزرعه به عنوان تیمار و یک مزرعه به عنوان شاهد شهرستان انتخاب شده‌اند. در مزارع مرجع دو تکنیک به‌زراعی شامل استفاده از خاک‌ورز حفاظتی و کاشت با دستگاه کف‌کار مخصوص اراضی شور مورد استفاده قرار گرفته است. تنها محصول تولیدی توسط کشاورزان منتخب این شهرستان،

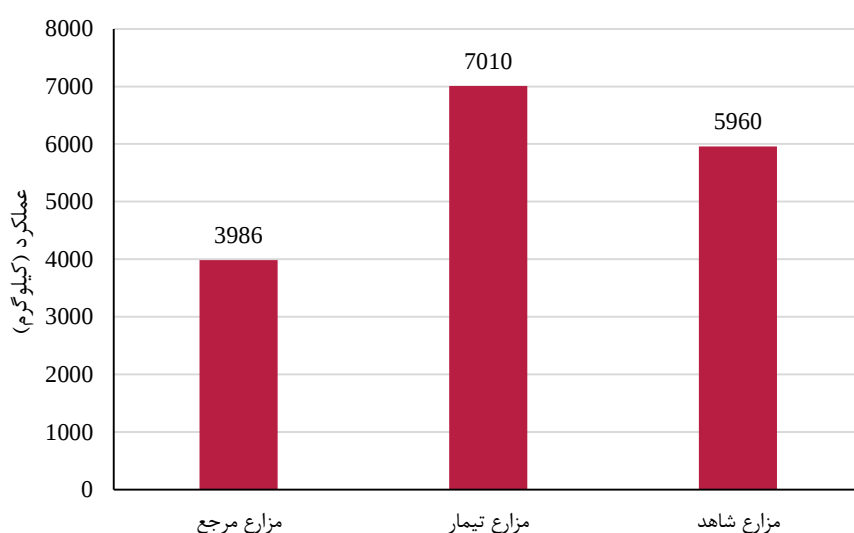
محصول گندم است. کلیه مزارع منتخب از آب چاه مشروب می‌شوند. شاخص‌های عملکرد و مصرف آب برای هر هکتار از مزارع منتخب این شهرستان در جدول ۲۹۷ ذکر شده‌اند.

جدول ۲۹۷- شاخص‌های عملکرد و مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان آذرشهر

شاخص	مزارع مرجع	مزارع تیمار	مزارع شاهد
تعداد نمونه	۳	۱	۱
میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۳۹۸۶	۷۰۱۰	۵۹۶۰
میانگین آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)	۳۰۲۳	۳۱۲۵	۴۱۲۶
میانگین کل آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	۶۰۲۳	۵۹۴۵	۶۹۴۶
میانگین بهره‌وری فیزیکی آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	۰,۷	۱,۱۸	۰,۸۶

منبع: یافته‌های تحقیق

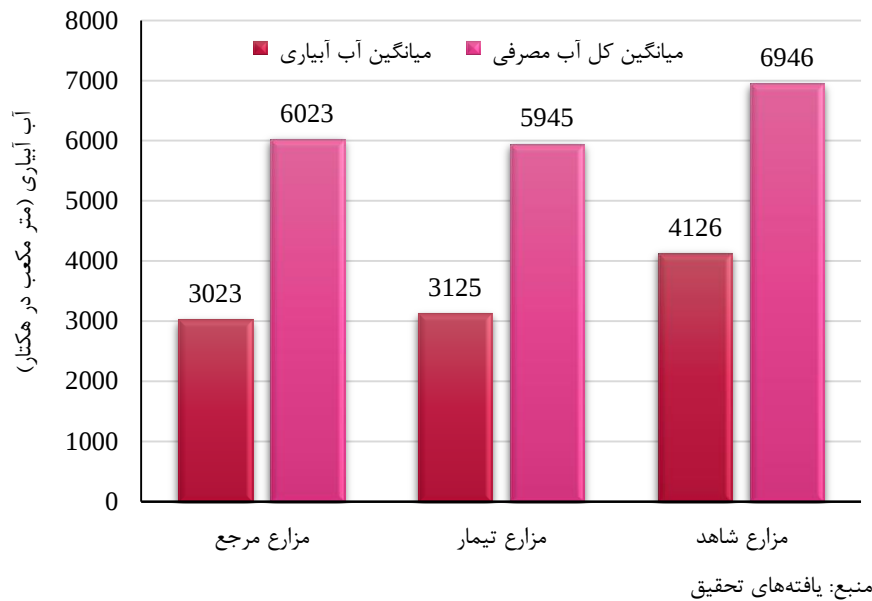
همانگونه که ملاحظه می‌شود هر چند استفاده دقیق از تکنیک‌های به‌زراعی در این شهرستان موجب افزایش ۱۷ درصدی در عملکرد مزرعه تیمار نسبت به مزارع شاهد شده است، لیکن در مزارع مرجع با کاهش بیش از ۳۰ درصدی عملکرد نسبت به مزارع شاهد مواجه هستیم (شکل ۵۱۹).



منبع: یافته‌های تحقیق

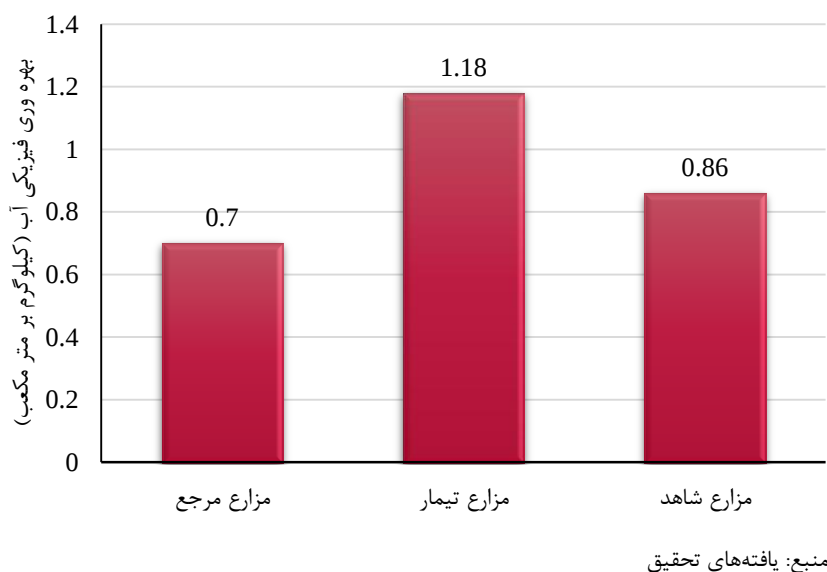
شکل ۵۱۹- شاخص عملکرد در مزارع منتخب گندم شهرستان آذرشهر

تکنیک‌های به‌زراعی مورد استفاده در مزارع منتخب، موجب کاهش میزان آب مورد نیاز برای آبیاری و در نتیجه کاهش مقدار مصرف آب در مزارع تیمار و مرجع نسبت به مزرعه شاهد شده‌اند. بر اساس اطلاعات گردآوری شده میانگین مصرف آب در مزارع مرجع نسبت به مزارع شاهد با کاهش ۲۷ درصدی مواجه بوده است. مقدار این کاهش در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد برابر ۲۴ درصد است (شکل ۵۲۰).



شکل ۵۲۰- شاخص مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان آذرشهر

میانگین بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی (مجموع آب آبیاری و بارش موثر در طول دوره رشد محصول)، در مزارع مرجع منتخب شهرستان نسبت به مزرعه شاهد با کاهش ۱۸ درصدی از ۰,۸۶ به ۰,۷ رسیده است. در حالیکه این شاخص در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد با ۳۷ درصد افزایش از ۰,۸۶ به ۱,۱۸ رسیده است (شکل ۵۲۱)



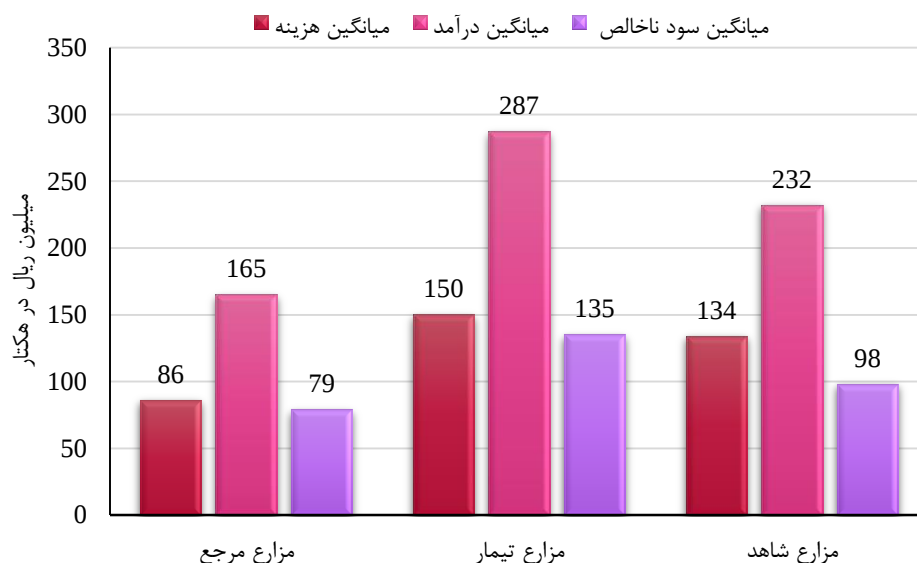
شکل ۵۲۱- شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در مزارع منتخب گندم شهرستان آذرشهر

همانگونه که ملاحظه می‌شود، علیرغم بالابودن میزان عملکرد در مزرعه تیمار این شهرستان، مزارع پایش عملکرد پایین‌تری نسبت به مزرعه شاهد داشته و میانگین بهره‌وری فیزیکی این مزارع نسبت به مزرعه شاهد کاهش یافته است.

جدول ۲۹۸- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان آذرشهر

مزارع شاهد	مزارع تیمار	مزارع مرجع	شاخص‌های اقتصادی
۱۳۴	۱۵۰	۸۶	میانگین هزینه (میلیون ریال در هکتار)
۲۳۲	۲۸۷	۱۶۵	میانگین درآمد (میلیون ریال در هکتار)
۹۸	۱۳۵	۷۹	میانگین سود ناخالص (میلیون ریال در هکتار)

منبع: یافته‌های تحقیق



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۵۲۲- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان آذرشهر

شاخص‌های اقتصادی برای هر هکتار از مزارع منتخب گندم شهرستان آذرشهر در جدول ۲۹۸ نمایش داده شده است. بررسی هزینه‌های تولید و درآمد ناشی از تولید محصولات اصلی و فرعی در مزارع منتخب شهرستان نشان می‌دهد که میانگین هزینه تمام شده ناشی از تولید محصول در مزارع منتخب مرجع کمتر از مزارع تیمار و شاهد بوده است. اما پایین بودن عملکرد این مزارع، موجب شده تا علیرغم این موضوع، میانگین سود خالص این مزارع از مزارع تیمار و شاهد کمتر باشد (شکل ۵۲۲). لذا تکنیک‌های به‌زراعی بکار رفته در مزارع مرجع صرفه مالی برای بهره‌برداران نداشته و توصیه نمی‌شود. در حالیکه برآیند افزایش هزینه‌ها و درآمدها در مزرعه تیمار، موجب گردیده تا سود بهره‌بردار نسبت به مزرعه شاهد به میزان ۶۸ درصد افزایش پیدا کند. آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان در جدول ۲۹۹ ذکر شده است.

جدول ۲۹۹- آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان آذرشهر

میزان تغییرات	مزارع مرجع	مزارع تیمار
تغییرات هزینه (میلیون ریال در هکتار)	-۴۸	+۱۶
تغییرات درآمد ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	-۶۷	+۵۵
سود یا زیان اضافی (میلیون ریال در هکتار)	-۱۹	+۳۹

منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های توصیه شده در مزارع مرجع هم موجب کاهش در هزینه‌ها و هم کاهش در درآمدها می‌شود. برآیند این دو تغییر کاهش نوزده میلیون ریال در هکتار سود این مزارع است. لذا از نظر اقتصادی توسعه تکنیک‌های به‌زراعی با وضعیت موجود در این شهرستان توصیه نمی‌شود. در مزارع تیمار نیز افزایش در هزینه‌ها و افزایش در درآمدها به صورت توامان مشاهده می‌شود. برآیند این دو افزایش میزان سود در واحد سطح به حدود ۳۹ میلیون ریال است. لذا اجرای تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع تیمار توجیه اقتصادی دارد. با توجه به نتایج فوق می‌توان دریافت که نحوه اجرای تکنیک‌های توصیه شده بر قابلیت پذیرش این تکنیک‌ها از نظر اقتصادی در سطح شهرستان بسیار موثر است.

۶-۴-۲- شهرستان اسکو

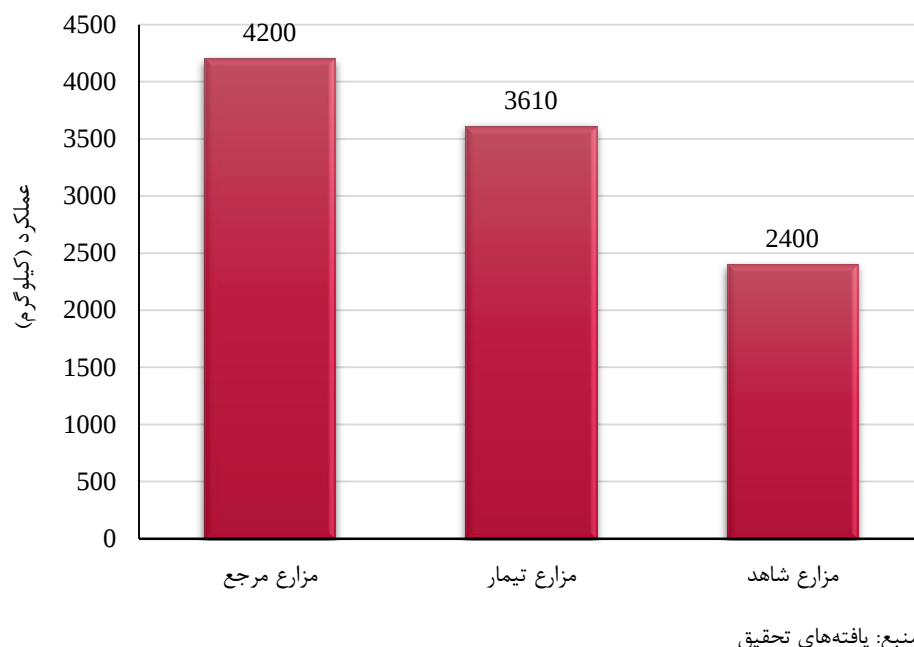
مزارع نمونه در این شهرستان از روستاهای قشلاق و خاصبان انتخاب شده‌اند. از میان ۲۳ مزرعه منتخب این شهرستان ۶ مزرعه در قالب مزارع مرجع به کشت جو و مابقی به کشت گندم اختصاص یافته‌اند. از مزارع گندم، ۱۳ مزرعه به عنوان مزارع مرجع، ۲ مزرعه به عنوان تیمار و دو مزرعه به عنوان شاهد شهرستان انتخاب شده‌اند. در مزارع مرجع تکنیک‌های متعدد به زراعی شامل استفاده از خاک‌ورز حفاظتی، تسطیح با لولر و دیسک و ماله، استفاده از گاواهن برگردان‌دار و کاشت با دستگاه کف‌کار مخصوص اراضی شور مورد استفاده قرار گرفته است. مزارع این شهرستان عمدتاً با آب چاه عمیق و یا ترکیبی از آب چاه عمیق و کانال آبیاری می‌شوند. کشاورزان منتخب این شهرستان، علاوه بر تولید محصولات گندم و جو، محصولات دیگری از قبیل یونجه، کلزا نیز تولید کرده و قریب به اتفاق آنها در کنار کشاورزی به فعالیت دامداری هم اشتغال دارند. شاخص‌های عملکرد و مصرف آب برای هر هکتار از مزارع منتخب این شهرستان در جدول ۳۰۰ ذکر شده است.

جدول ۳۰۰- شاخص‌های عملکرد و مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان اسکو

شاخص	مزارع مرجع	مزارع تیمار	مزارع شاهد
تعداد نمونه	۱۳	۲	۲
میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۴۲۰۰	۳۶۱۰	۲۴۰۰
میانگین آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)	۳۸۵۳	۲۴۱۵	۳۳۲۳
میانگین کل آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	۳۹۷۸	۳۱۹۵	۴۱۰۳
میانگین بهره‌وری فیزیکی آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	۱,۱	۱,۱۷	۰,۶۱

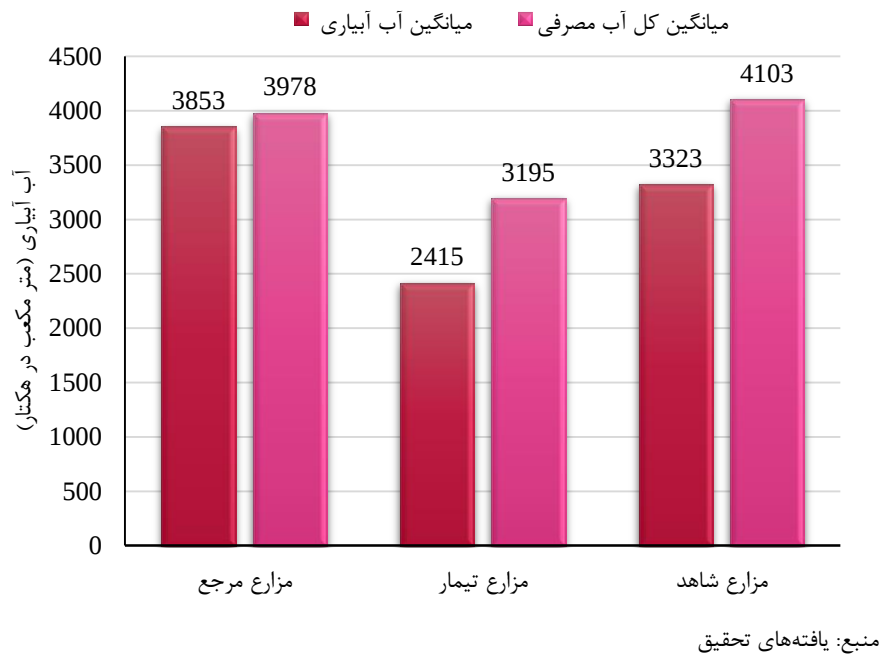
منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های به‌زراعی در این شهرستان موجب افزایش ۷۵ درصدی در میانگین عملکرد مزارع مرجع نسبت به میانگین مزارع شاهد شده و عملکرد از ۲۴۰۰ کیلوگرم در هکتار به ۴۲۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است. در مزارع تیمار نیز افزایش حدود ۵۰ درصدی میانگین عملکرد نسبت به میانگین عملکرد مزارع شاهد مشاهده می‌شود (شکل ۵۲۳)



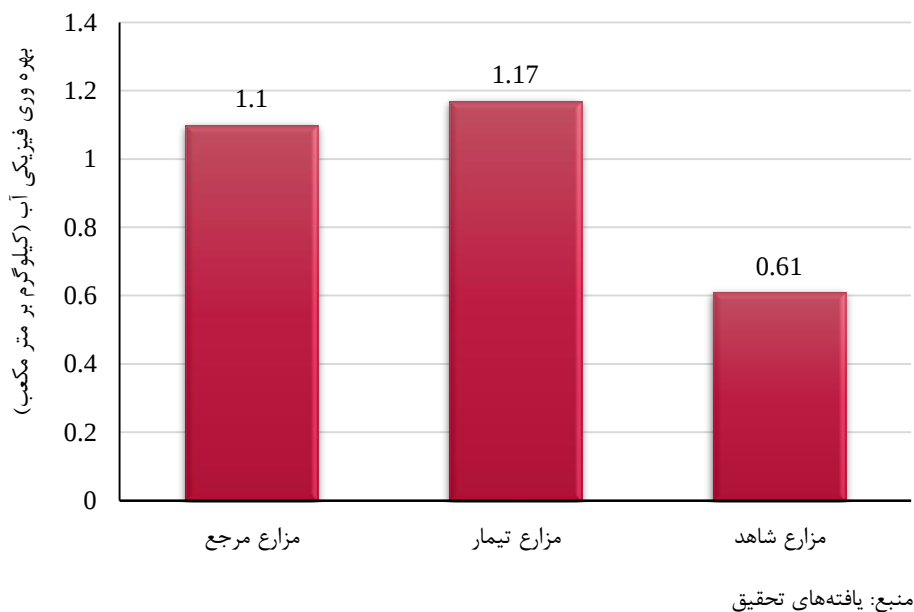
شکل ۵۲۳- شاخص عملکرد در مزارع منتخب گندم شهرستان اسکو

تکنیک‌های به‌زراعی مورد استفاده در مزارع منتخب، موجب کاهش میانگین میزان آب مورد نیاز برای آبیاری و در نتیجه کاهش میانگین مصرف آب در مزارع تیمار نسبت به میانگین مزارع شاهد شده‌اند. بر اساس اطلاعات گردآوری شده میانگین مصرف آب آبیاری در مزارع تیمار نسبت به مزارع شاهد با کاهش ۲۷ درصدی مواجه بوده است. بالعکس میانگین مصرف آب آبیاری در مزارع مرجع نسبت به میانگین مزارع شاهد حدود ۱۶ درصد افزایش داشته است (شکل ۵۲۴).



شکل ۵۲۴- شاخص مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان اسکو

میانگین بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی (مجموع آب آبیاری و بارش موثر در طول دوره رشد محصول)، در هر دو گروه مزارع مرجع و مزارع تیمار منتخب شهرستان نسبت به میانگین مزارع شاهد افزایش داشته است. این شاخص در مزارع مرجع نسبت به مزارع شاهد با ۸۰ درصد افزایش از ۰٫۶۱ به ۱٫۱ و در مزارع تیمار با بیش از ۹۰ درصد افزایش به ۱٫۱۷ رسیده است (شکل ۵۲۵).



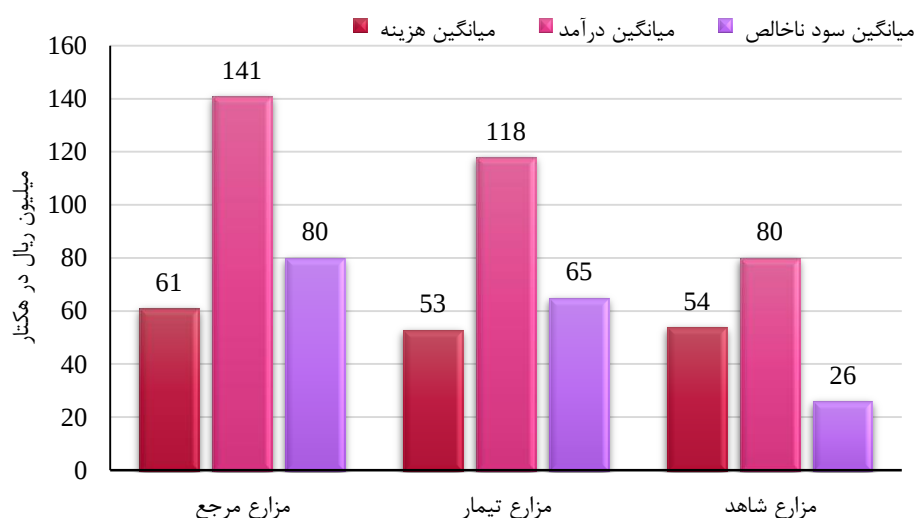
شکل ۵۲۵- شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در مزارع منتخب گندم شهرستان اسکو

ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های توصیه شده، در هر دو گروه مزارع پایش و مرجع موجب افزایش قابل توجه میانگین بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی شده است.

جدول ۳۰۱- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان اسکو

مزارع شاهد	مزارع تیمار	مزارع مرجع	شاخص‌های اقتصادی
۵۴	۵۳	۶۱	میانگین هزینه (میلیون ریال در هکتار)
۸۰	۱۱۸	۱۴۱	میانگین درآمد (میلیون ریال در هکتار)
۲۶	۶۵	۸۰	میانگین سود ناخالص (میلیون ریال در هکتار)

منبع: یافته‌های تحقیق



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۵۲۶- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان اسکو

شاخص‌های اقتصادی در هر هکتار از مزارع منتخب گندم شهرستان اسکو در جدول ۳۰۱ نمایش داده شده است. بررسی هزینه‌های تولید و درآمد ناشی از تولید محصولات اصلی و فرعی در مزارع منتخب شهرستان نشان می‌دهد که میانگین هزینه تمام شده ناشی از تولید محصول در مزارع منتخب مرجع حدود ۱۳ درصد بیشتر از مزارع شاهد و در مزارع تیمار به مقدار ناچیزی (حدود یک درصد) کمتر از مزارع شاهد بوده است. در مقابل میانگین درآمد مزارع مرجع ۷۶ درصد نسبت به میانگین درآمد مزارع شاهد افزایش داشته است و این رقم در مزارع تیمار معادل ۴۷ درصد بوده است (شکل ۵۲۶). نتایج آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان در جدول ۳۰۲ ذکر شده است.

جدول ۳۰۲- آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان اسکو

میزان تغییرات	مزارع مرجع	مزارع تیمار
تغییرات هزینه (میلیون ریال در هکتار)	+۷	-۱
تغییرات درآمد ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	+۶۱	+۳۸
سود یا زیان اضافی (میلیون ریال در هکتار)	+۵۴	+۳۹

منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های توصیه شده در مزارع مرجع هم موجب افزایش در هزینه‌ها و هم افزایش در درآمدها می‌شود. برآیند این دو تغییر افزایش ۵۴ میلیون ریال در هکتار سود این مزارع است. لذا از نظر اقتصادی توسعه تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع مرجع این شهرستان توصیه می‌شود. در مزارع تیمار نیز کاهش حدود یک میلیون ریال در هکتار در هزینه‌ها و افزایش ۳۸ میلیون ریال در واحد در درآمدها مشاهده می‌شود. برآیند این دو، افزایش میزان سود در واحد سطح به حدود ۳۹ میلیون ریال است. بدین ترتیب اجرای تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع تیمار نیز توجیه اقتصادی دارد. با توجه به نتایج فوق می‌توان دریافت که اجرای تکنیک‌های توصیه شده به‌زراعی سطح شهرستان اقتصادی می‌باشد. همچنین بررسی پارامترهای اقتصادی در مزارع منتخب شهرستان اسکو نشان می‌دهد که مزارع مرجع در تکنیک‌های توصیه شده نسبت به مزارع تیمار عملکرد اقتصادی موفق‌تری داشته‌اند.

۶-۴-۳- شهرستان سراب

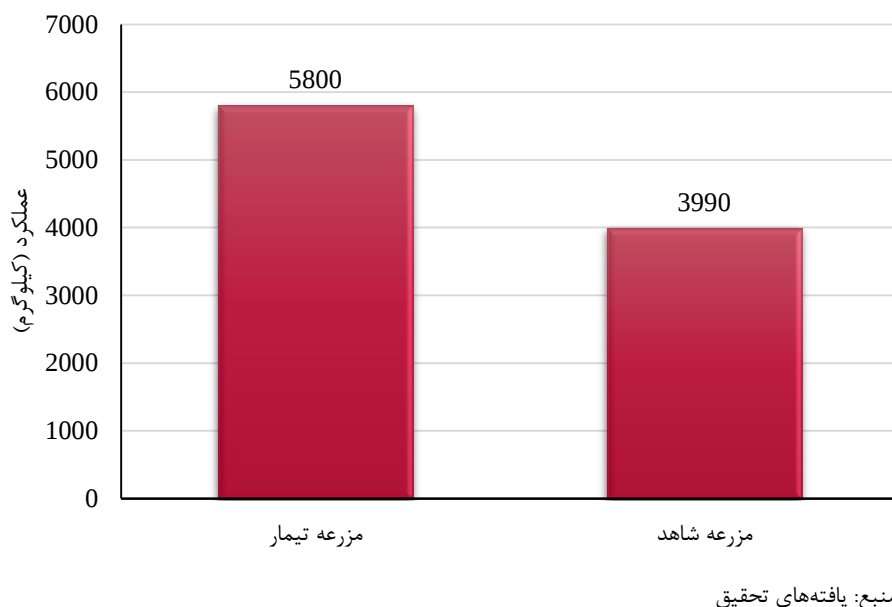
دو مزرعه نمونه در این شهرستان از روستای آغمیون انتخاب شده‌اند. این مزارع به کشت گندم اختصاص یافته‌اند و شامل یک مزرعه به عنوان تیمار و یک مزرعه به عنوان شاهد شهرستان می‌باشند. در مزرعه مرجع تکنیک‌های به‌زراعی شامل استفاده از خاک‌ورز حفاظتی، استفاده از لولر و استفاده از بذارکار فاروژدار بکار رفته است. مزارع منتخب از آب رودخانه آبیاری می‌شوند. شاخص‌های عملکرد و مصرف آب برای هر هکتار از مزارع منتخب این شهرستان در جدول ۳۰۳ ذکر شده است.

جدول ۳۰۳- شاخص‌های عملکرد و مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان سراب

شاخص	مزرعه تیمار	مزرعه شاهد
تعداد نمونه	۱	۱
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۵۸۰۰	۳۹۹۰
آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)	۲۳۷۸	۳۰۳۳
کل آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	۳۷۰۸	۴۳۵۴
بهره‌وری فیزیکی آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	۱،۵۶	۰،۹

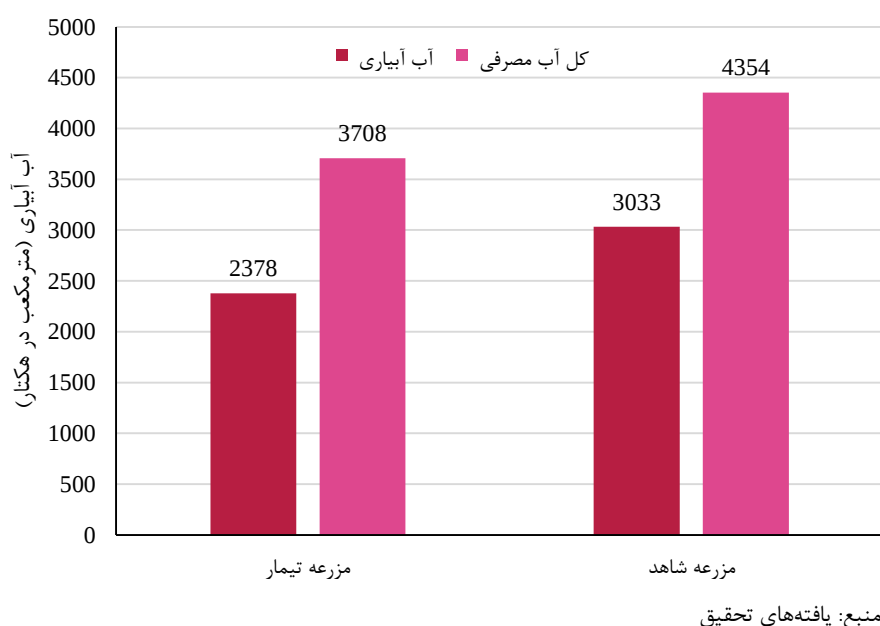
منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده دقیق از تکنیک‌های به‌زراعی در مزرعه تیمار موجب افزایش ۴۵ درصدی در عملکرد مزرعه تیمار نسبت به مزارع شاهد شده است (شکل ۵۲۷).



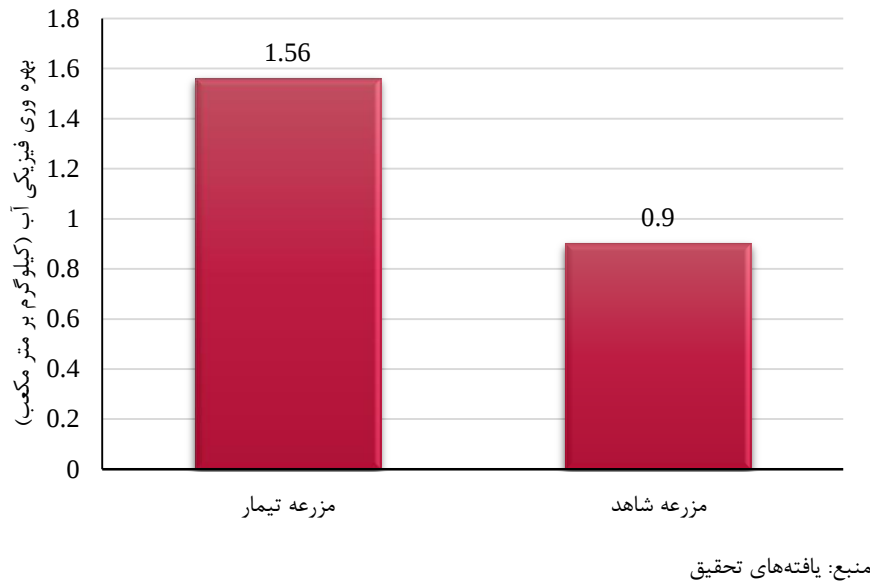
شکل ۵۲۷- شاخص عملکرد در مزارع منتخب گندم شهرستان سراب

همچنین تکنیک‌های به‌زراعی مورد استفاده در مزرعه منتخب، موجب کاهش تقریباً ۲۲ درصدی میزان آب مورد نیاز برای آبیاری و در نتیجه کاهش مصرف آب در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد شده‌اند (شکل ۵۲۸).



شکل ۵۲۸- شاخص مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان سراب

بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی (مجموع آب آبیاری و بارش موثر در طول دوره رشد محصول)، در مزرعه تیمار منتخب شهرستان نسبت به مزرعه شاهد با افزایش ۷۴ درصدی از ۰,۹ به ۱,۵۶ رسیده است (شکل ۵۲۹).



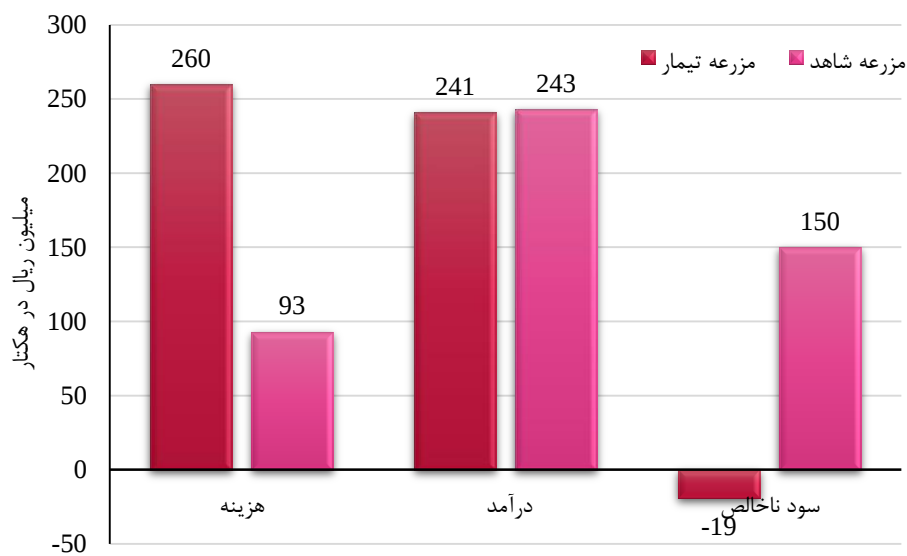
شکل ۵۲۹- شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در مزارع منتخب گندم شهرستان سراب

مجموعه نتایج فوق مبین این مطلب است که تکنیک‌های به‌زراعی بکار رفته در تولید محصول و میزان مصرف آب مزرعه دارای توجیه فنی هستند.

جدول ۳۰۴- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان سراب

شاخص‌های اقتصادی	مزرعه تیمار	مزرعه شاهد
هزینه (میلیون ریال در هکتار)	۲۶۰	۹۳
درآمد (میلیون ریال در هکتار)	۲۴۱	۲۴۳
سود ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	-۱۹	۱۵۰

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۵۳۰- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان سراب

شاخص‌های اقتصادی برای هر هکتار از مزارع منتخب گندم شهرستان سراب در جدول ۳۰۴ نمایش داده شده است. بررسی هزینه‌های تولید و درآمد ناشی از تولید محصولات اصلی و فرعی در مزارع منتخب شهرستان نشان می‌دهد که هزینه تمام شده ناشی از تولید محصول در مزرعه تیمار منتخب حدود ۱,۸ برابر مزرعه شاهد است. در مقابل درآمد مزرعه تیمار اندکی (حدود ۲ میلیون ریال) کمتر از درآمد مزرعه شاهد است. به همین ترتیب سود ناخالص مزرعه تیمار منفی بوده و این مزرعه معادل ۱۹ میلیون ریال متضرر شده است (شکل ۵۳۰). آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان در جدول ۳۰۵ ذکر شده است.

جدول ۳۰۵- آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان سراب

میزان تغییرات	مزارع تیمار
تغییرات هزینه (میلیون ریال در هکتار)	+۱۶۷
تغییرات درآمد ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	-۲
سود یا زیان اضافی (میلیون ریال در هکتار)	-۱۶۹

منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های توصیه شده در مزرعه تیمار موجب افزایش چشمگیر در هزینه‌ها شده است بدون آنکه تغییر معناداری در درآمدهای مزرعه ایجاد کند. برآیند این دو تغییر، زیان ۱۶۹ میلیون ریال در هکتار زارع از به‌کارگیری تکنیک‌های توصیه شده است. لذا تولید محصول گندم در مزرعه تیمار این شهرستان و با استفاده از تکنیک‌های پیشنهادی، علی‌رغم عملکرد و مصرف آب مناسب و بهره‌وری فیزیکی خوب دارای صرفه اقتصادی نیست. به عبارت دیگر از نظر اقتصادی توسعه تکنیک‌های به‌زراعی استفاده شده در تیمار موجود در سطح شهرستان سراب برای محصول گندم به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود.

۴-۴-۶- شهرستان عجب‌شیر

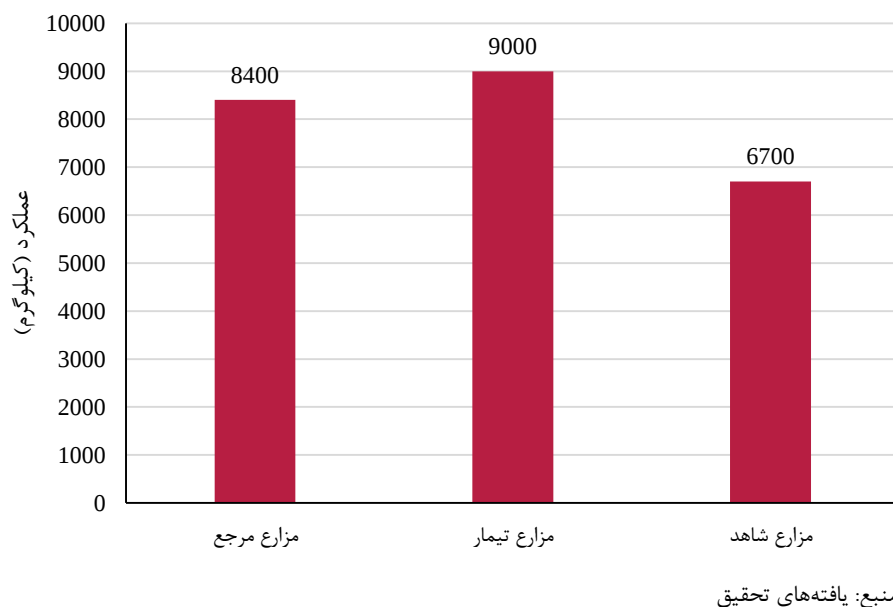
مزارع نمونه این شهرستان از سه روستای رازیان، شیراز و گوروان انتخاب شده‌اند. کلیه مزارع منتخب این شهرستان به استثنای یک مزرعه به کشت محصول گندم اختصاص دارند. همچنین کشاورزان منتخب این شهرستان، همگی به کشت گندم و جو اشتغال دارند. از مزارع گندم، ۱۰ مزرعه به عنوان مزرعه مرجع، ۲ مزرعه به عنوان تیمار و دو مزرعه به عنوان شاهد شهرستان انتخاب شده‌اند. در کلیه مزارع مرجع تکنیک‌های به‌زراعی شامل استفاده از خاک-ورز حفاظتی، تسطیح با لولر مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین در مزارع روستای رازیان کاشت با دستگاه کف‌کار مخصوص اراضی شور و در روستاهای شیراز و گوروان استفاده از بذرکار فاروئردار مورد استقبال قرار گرفته است. کلیه مزارع منتخب در این شهرستان با آب سد آبیاری می‌شوند شاخص‌های عملکرد و مصرف آب برای هر هکتار از مزارع منتخب این شهرستان در جدول ۳۰۶ ذکر شده است.

جدول ۳۰۶- شاخص‌های عملکرد و مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان عجب شیر

شاخص	مزارع مرجع	مزارع تیمار	مزارع شاهد
تعداد نمونه	۱۰	۲	۲
میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۸۴۰۰	۹۰۰۰	۶۷۰۰
میانگین آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)	۲۳۲۵	۲۲۷۳	۲۹۴۸
میانگین کل آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	۴۰۶۵	۴۰۱۲	۴۶۸۷
میانگین بهره‌وری فیزیکی آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	۲,۰۶	۲,۲۵	۱,۴۴

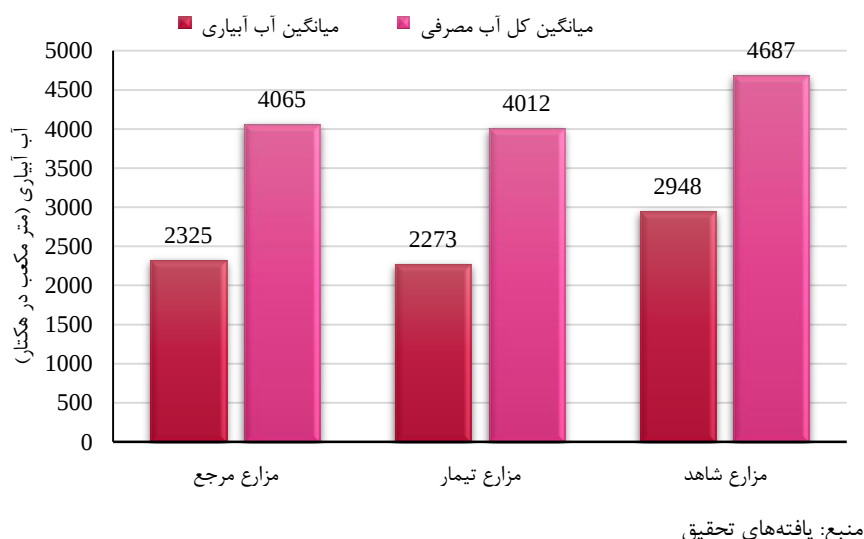
منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های به‌زراعی در این شهرستان موجب افزایش ۲۵ درصدی در میانگین عملکرد مزارع مرجع نسبت به مزارع شاهد شده است. افزایش میانگین عملکرد در مزارع تیمار حدود ۳۴ درصد است (شکل ۵۳۱).



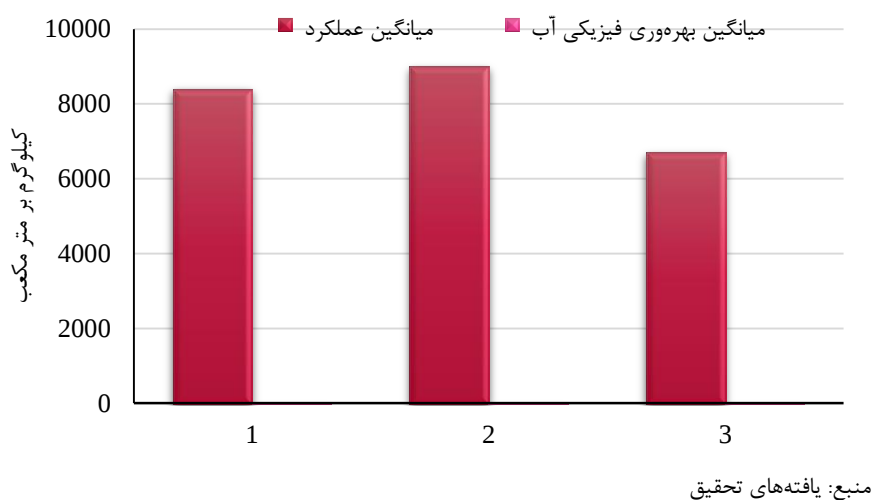
شکل ۵۳۱- شاخص عملکرد در مزارع منتخب گندم شهرستان عجب شیر

تکنیک‌های به‌زراعی مورد استفاده در مزارع منتخب، موجب کاهش میزان آب مورد نیاز برای آبیاری و در نتیجه کاهش مصرف آب در مزارع تیمار و مرجع نسبت به مزرعه شاهد شده‌اند. بر اساس اطلاعات گردآوری شده میانگین مصرف آب در مزارع مرجع نسبت به مزارع شاهد با کاهش ۲۱ درصدی مواجه بوده است. مقدار این کاهش در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد به ۲۲ درصد می‌رسد (شکل ۵۳۲).



شکل ۵۳۲- شاخص مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان عجب شیر

میانگین بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی در مزارع مرجع منتخب شهرستان نسبت به مزرعه شاهد با رشد ۴۳ درصدی از ۱,۴۴ به ۲,۰۶ افزایش یافته است. در حالیکه این شاخص در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد با ۵۶ درصد افزایش از ۱,۴۴ به ۲,۲۵ رسیده است (شکل ۵۳۳).



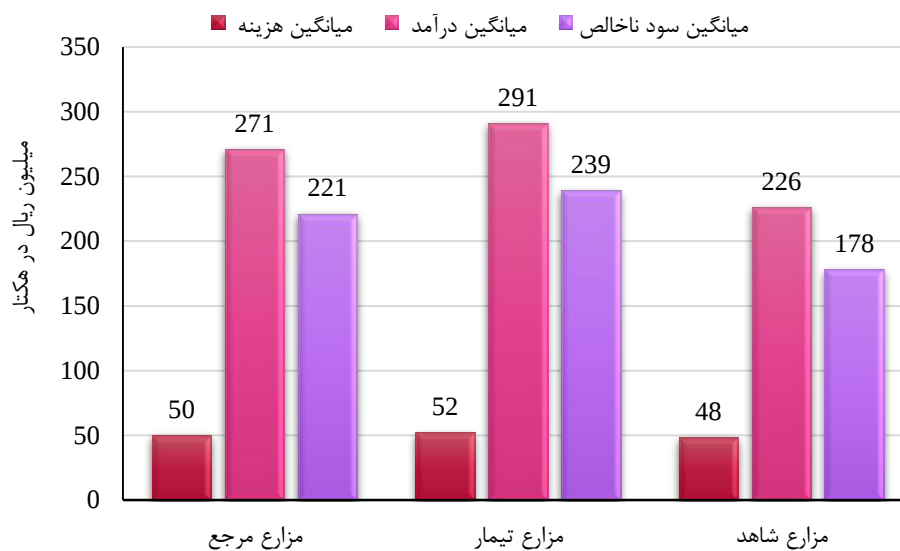
شکل ۵۳۳- شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در مزارع منتخب گندم شهرستان عجب شیر

مقایسه این اعداد با اعداد مشابه در سایر شهرستان‌های استان نشان می‌دهد که شاخص بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی (مجموع آب آبیاری و بارش موثر در طول دوره رشد محصول)، در این شهرستان از سایر شهرستان‌های منتخب استان بالاتر است. به همین ترتیب مزارع منتخب این شهرستان بیشترین میانگین عملکرد و کمترین میانگین آبیاری در هر هکتار را در میان مزارع منتخب استان دارند.

جدول ۳۰۷- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان عجب شیر

شاخص های اقتصادی	مزارع مرجع	مزارع تیمار	مزارع شاهد
میانگین هزینه (میلیون ریال در هکتار)	۵۰	۵۲	۴۸
میانگین درآمد (میلیون ریال در هکتار)	۲۷۱	۲۹۱	۲۲۶
میانگین سود ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	۲۲۱	۲۳۹	۱۷۸

منبع: یافته‌های تحقیق



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۵۳۴- شاخص های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان عجب شیر

شاخص های اقتصادی در هر هکتار از مزارع منتخب گندم شهرستان عجب شیر در جدول ۳۰۷ نمایش داده شده است. بررسی هر سه شاخص مورد اشاره شامل میانگین هزینه تمام شده، میانگین درآمد و میان سود ناخالص در سه دسته مزارع منتخب روند واحدی را نشان می‌دهد. هر سه شاخص در مزارع شاهد کمترین میزان و در مزارع تیمار بیشترین مقدار را داشته‌اند (شکل ۵۳۴). در ادامه نتایج آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به-زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان در جدول ۳۰۸ ذکر شده است.

جدول ۳۰۸- آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان عجب شیر

میزان تغییرات	مزارع مرجع	مزارع تیمار
تغییرات هزینه (میلیون ریال در هکتار)	+۲	+۴
تغییرات درآمد ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	+۴۵	+۶۵
سود با زیان اضافی (میلیون ریال در هکتار)	+۴۳	+۶۱

منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های توصیه شده در هر دو گروه مزارع مرجع و تیمار هم موجب افزایش در هزینه‌ها و هم افزایش در درآمدها می‌شود. برآیند این دو تغییر افزایش ۴۳ میلیون ریال در هکتار سود در مزارع مرجع و ۶۱ میلیون ریال سود در مزارع تیمار نسبت به مزارع شاهد است. لذا از نظر اقتصادی توسعه تکنیک‌های به‌زراعی در هر دو گروه مزارع مرجع و تیمار این شهرستان توصیه می‌شود. همچنین بررسی پارامترهای

اقتصادی در مزارع منتخب شهرستان عجب‌شیر نشان می‌دهد که مزارع تیمار در تکنیک‌های توصیه شده نسبت به مزارع مرجع بازدهی اقتصادی موفق‌تری داشته‌اند.

۶-۴-۵- شهرستان ملکان

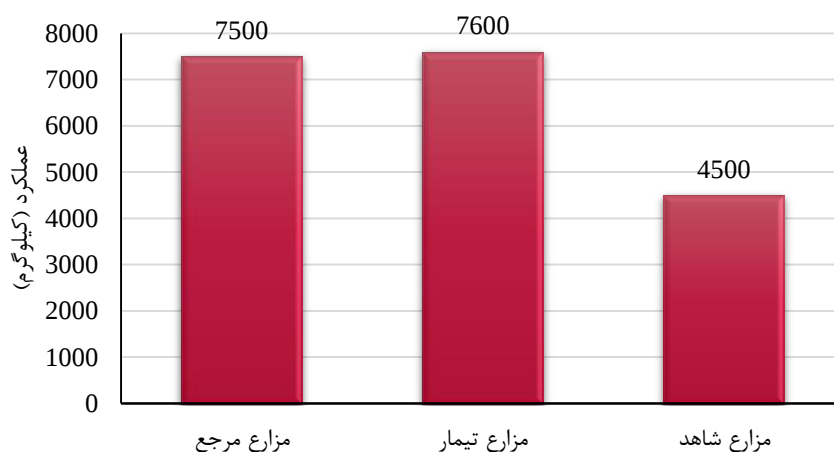
مزارع نمونه این شهرستان از سه روستای مهماندار، یوزباشکندی و یولقونلوی جدید انتخاب شده‌اند. کلیه مزارع منتخب این شهرستان به کشت محصول گندم اختصاص دارند. از مزارع منتخب، ۱۲ مزرعه به عنوان مزرعه مرجع، ۲ مزرعه به عنوان تیمار و ۲ مزرعه به عنوان شاهد شهرستان انتخاب شده‌اند. در کلیه مزارع مرجع تکنیک‌های به‌زراعی شامل استفاده از تسطیح با لولر، تسطیح با دیسک و ماله و کاشت با بذرکار فاروئردار مورد استفاده قرار گرفته است. کلیه مزارع منتخب روستاهای مهماندار و یوزباشکندی و همچنین پنجاه درصد از مزارع منتخب روستای یولقونلوی جدید از آب کانال برای آبیاری استفاده می‌کنند. سایر مزارع روستای یولقونلوی جدید از آب چاه مشروب می‌شوند. شاخص‌های عملکرد و مصرف آب برای هر هکتار از مزارع منتخب این شهرستان در جدول ۳۰۹ ذکر شده است.

جدول ۳۰۹- شاخص‌های عملکرد و مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان ملکان

شاخص	مزارع مرجع	مزارع تیمار	مزارع شاهد
تعداد نمونه	۱۲	۲	۲
میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۷۵۰۰	۷۶۰۰	۴۵۰۰
میانگین آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)	۲۹۴۴	۳۴۰۰	۴۴۱۳
میانگین کل آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	۵۱۴۶	۵۶۰۵	۶۶۱۵
میانگین بهره‌وری فیزیکی آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	۱,۴۷	۱,۳۶	۰,۶۹

منبع: یافته‌های تحقیق

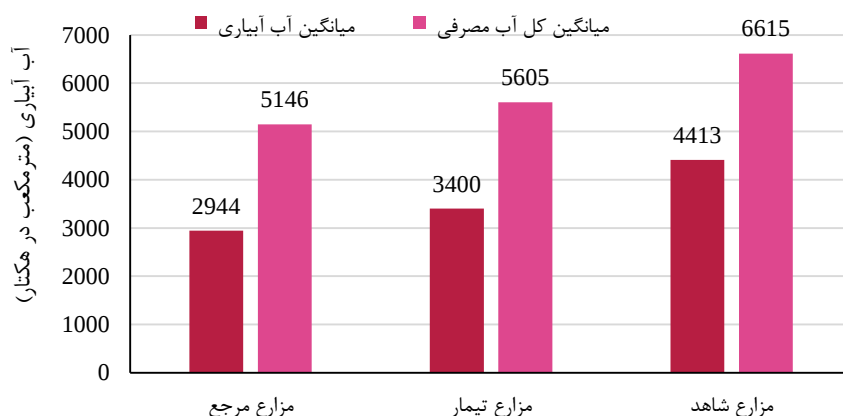
همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های به‌زراعی در این شهرستان موجب افزایش ۶۷ درصدی در میانگین عملکرد مزارع مرجع نسبت به مزارع شاهد شده است. این افزایش میانگین عملکرد در مزارع تیمار حدود ۶۹ درصد است (شکل ۵۳۵).



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۵۳۵- شاخص عملکرد در مزارع منتخب گندم شهرستان ملکان

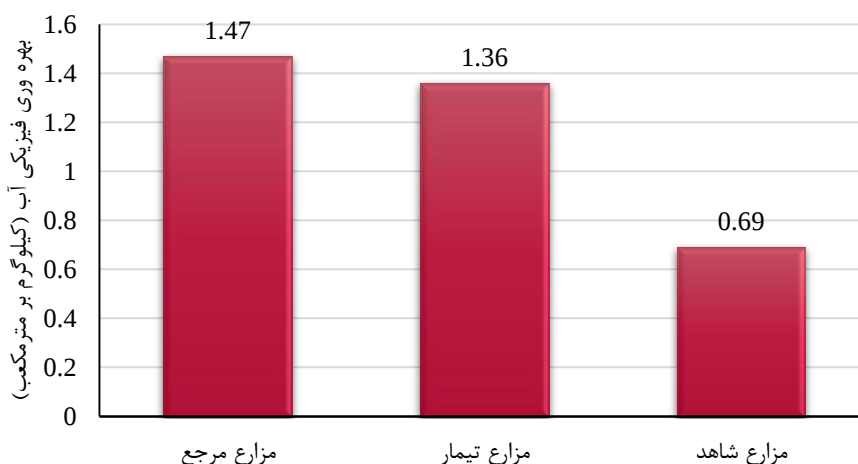
تکنیک‌های به‌زراعی مورد استفاده در مزارع منتخب، موجب کاهش میزان آب مورد نیاز برای آبیاری و در نتیجه کاهش مصرف آب در مزارع تیمار و مرجع نسبت به مزرعه شاهد شده‌اند. بر اساس اطلاعات گردآوری شده میانگین مصرف آب در مزارع مرجع نسبت به مزارع شاهد با کاهش ۳۳ درصدی مواجه بوده است. مقدار این کاهش در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد به ۲۳ درصد می‌رسد (شکل ۵۳۶)



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۵۳۶- شاخص مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان ملکان

میانگین بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی (مجموع آب آبیاری و بارش موثر در طول دوره رشد محصول)، در مزارع مرجع منتخب شهرستان نسبت به مزرعه شاهد با افزایش ۱۱۳ درصدی از ۰,۶۹ به ۱,۴۷ رسیده است. در حالیکه این شاخص در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد با ۹۷ درصد افزایش از ۰,۶۹ به ۱,۳۶ رسیده است (شکل ۵۳۷).



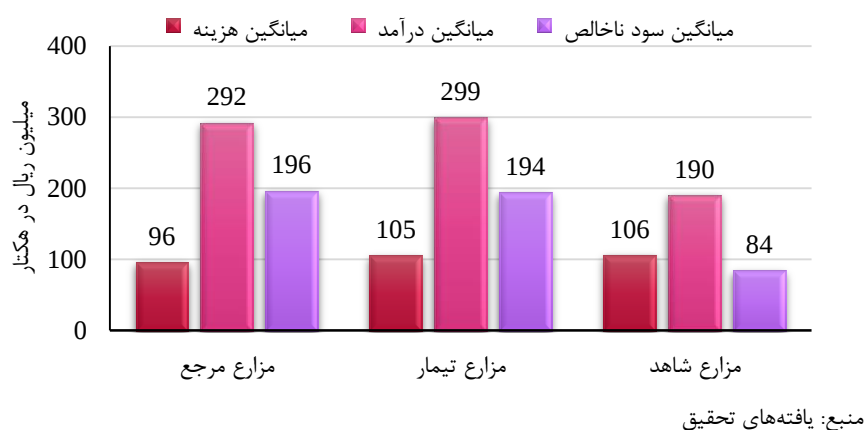
منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۵۳۷- شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در مزارع منتخب گندم شهرستان ملکان

جدول ۳۱۰- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان ملکان

مزارع شاهد	مزارع تیمار	مزارع مرجع	شاخص‌های اقتصادی
۱۰۶	۱۰۵	۹۶	میانگین هزینه (میلیون ریال در هکتار)
۱۹۰	۲۹۹	۲۹۲	میانگین درآمد (میلیون ریال در هکتار)
۸۴	۱۹۴	۱۹۶	میانگین سود ناخالص (میلیون ریال در هکتار)

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۵۳۸- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان ملکان

شاخص‌های اقتصادی برای هر هکتار از مزارع منتخب گندم شهرستان ملکان در جدول ۳۱۰ نمایش داده شده است. بررسی هزینه‌های تولید و درآمد ناشی از تولید محصولات اصلی و فرعی در مزارع منتخب شهرستان نشان می‌دهد که میانگین هزینه تمام شده ناشی از تولید محصول در مزارع منتخب مرجع حدود ۹ درصد و در مزارع تیمار نیز به مقدار ناچیزی (کمتر از یک درصد) کمتر از مزارع شاهد بوده است. در مقابل میانگین درآمد مزارع مرجع ۵۴ درصد نسبت به میانگین درآمد مزارع شاهد افزایش داشته است و این رقم در مزارع تیمار معادل ۵۷ درصد بوده است. به همین ترتیب میانگین سود حاصل از بکارگیری تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع مرجع و تیمار منتخب شهرستان نسبت به مزارع شاهد به ترتیب ۱۳۳ درصد و ۱۳۰ درصد افزایش داشته است (شکل ۵۳۸). آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان در جدول ۳۱۱ ذکر شده است.

جدول ۳۱۱- آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان ملکان

مزارع تیمار	مزارع مرجع	میزان تغییرات
-۱	-۱۰	تغییرات هزینه (میلیون ریال در هکتار)
+۱۰۹	+۱۰۲	تغییرات درآمد ناخالص (میلیون ریال در هکتار)
+۱۱۰	+۱۱۲	سود با زیان اضافی (میلیون ریال در هکتار)

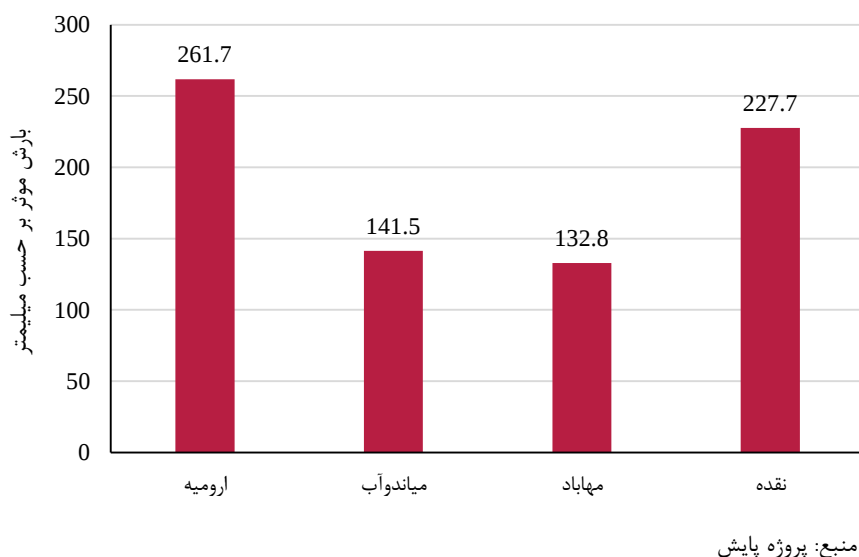
منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های توصیه شده در هر دو گروه مزارع مرجع و تیمار موجب کاهش جزئی در میانگین هزینه‌ها و افزایش در میانگین درآمدها نسبت به مزارع شاهد شده است. برآیند این دو تغییر افزایش ۱۱۲ میلیون ریال در هکتار سود در مزارع مرجع و ۱۱۰ میلیون ریال سود در مزارع تیمار نسبت به مزارع

شاهد است. لذا از نظر اقتصادی توسعه تکنیک‌های به‌زراعی در هر دو گروه مزارع مرجع و تیمار این شهرستان توصیه می‌شود. همچنین بررسی پارامترهای اقتصادی در مزارع منتخب شهرستان ملکان نشان می‌دهد که بازدهی اقتصادی در دو دسته مزارع تیمار و شاهد تقریباً مشابه یکدیگر بوده است.

۶-۵- استان آذربایجان غربی

در مرحله نخست گردآوری اطلاعات در این استان، مجموعاً ۴۹ پرسشنامه از ۹ روستای منتخب واقع در چهار شهرستان ارومیه، مهاباد، میاندوآب، نقده تکمیل و گردآوری شد. تعداد ۲۸ پرسشنامه مربوط به مزارع مرجع، ۱۳ پرسشنامه حاوی اطلاعات مزارع پایش و ۸ پرسشنامه مربوط به مزارع شاهد می‌باشد. محصولات پاییزه کشت شده در مزارع منتخب استان شامل گندم و جو است. محصول جو تنها در سه مزرعه مرجع کشت شده و سایر مزارع منتخب به کشت گندم اختصاص داده شده‌اند. کاشت با دستگاه ریزید به صورت جوی و پشته‌ای، بذرمالی با هیومکس و قارچ‌کش و آزمون خاک، تکنیک‌های به‌زراعی بوده است که در مزارع مرجع این استان مورد استقبال بهره‌برداران قرار گرفته است. با توجه به اهمیت پارامتر بارش موثر، میزان بارش موثر شهرستان‌های منتخب استان آذربایجان غربی در طول دوره رشد محصول گندم در شکل ۵۳۹ نمایش داده شده و در ادامه شاخص‌های فنی و اقتصادی مستخرج از پروژه به تفکیک شهرستان‌های استان شرح داده می‌شوند.



شکل ۵۳۹- میزان بارش موثر شهرستان‌های منتخب استان آذربایجان غربی در طول دوره رشد محصول گندم (میلی‌متر)

۶-۵-۱- شهرستان ارومیه

مزارع نمونه در این شهرستان از روستای تازه‌کند انتخاب شده‌اند. دو مزرعه به عنوان مزارع مرجع، یک مزرعه به عنوان تیمار و یک مزرعه به عنوان شاهد شهرستان انتخاب شده‌اند. مزارع مرجع به کشت جو و مزارع تیمار و شاهد

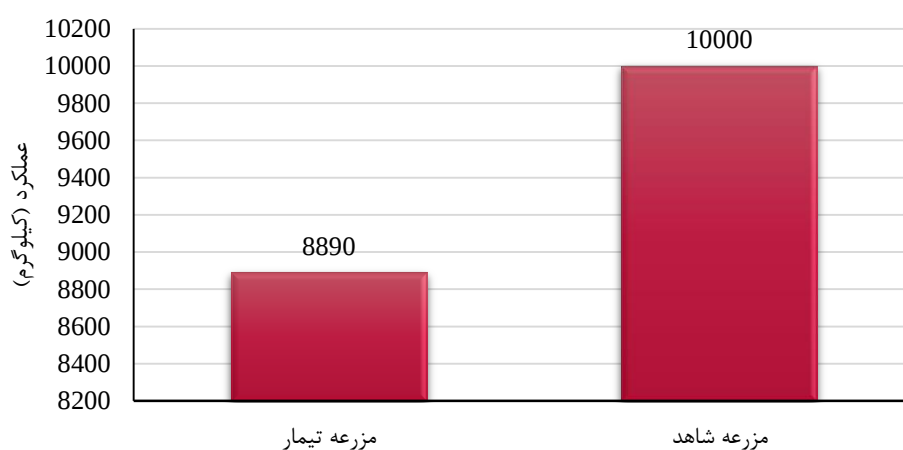
به کشت گندم اختصاص یافته‌اند. تکنیک‌های به زراعی مورد استفاده در مزرعه تیمار شامل کشت مکانیزه جوی و پشته گندم (رایزبد)، تسطیح با لولر، شخم حفاظتی و برگرداندن بقایای گیاهی سال‌های قبل، کود دهی بر اساس آزمون خاک و بذرمالی با مواد بیولوژیک می‌باشد. کلیه مزارع منتخب از آب چاه مشروب می‌شوند. شاخص‌های عملکرد و مصرف آب برای هر هکتار از مزارع منتخب این شهرستان در جدول ۳۱۲ ذکر شده‌اند.

جدول ۳۱۲- شاخص‌های عملکرد و مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان ارومیه

شاخص	مزرعه تیمار	مزرعه شاهد
تعداد نمونه	۱	۱
عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۸۸۹۰	۱۰۰۰۰
آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)	۲۵۱۹	۳۵۹۲
کل آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	۵۱۳۶	۶۲۰۹
بهره‌وری فیزیکی آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	۱,۷۳	۱,۶۱

منبع: یافته‌های تحقیق

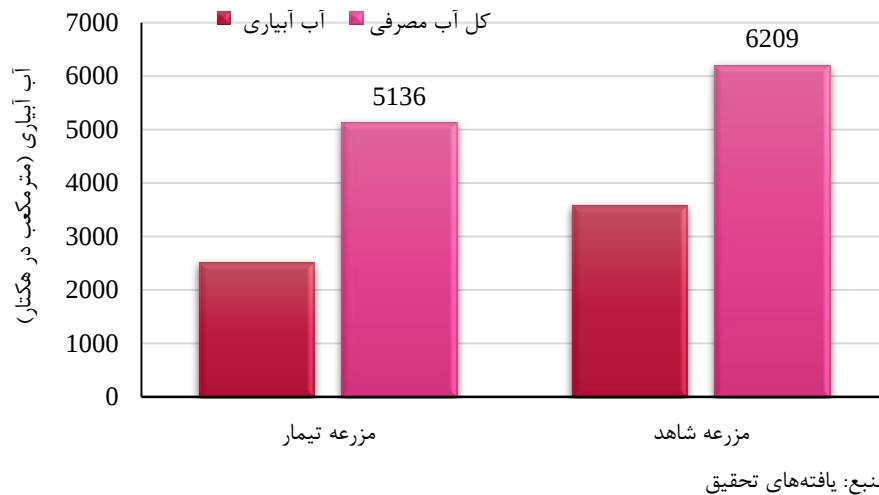
همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های به زراعی در این شهرستان موجب کاهش ۱۱ درصدی در عملکرد مزرعه تیمار نسبت به مزارع شاهد شده است (شکل ۵۴۰).



منبع: یافته‌های تحقیق

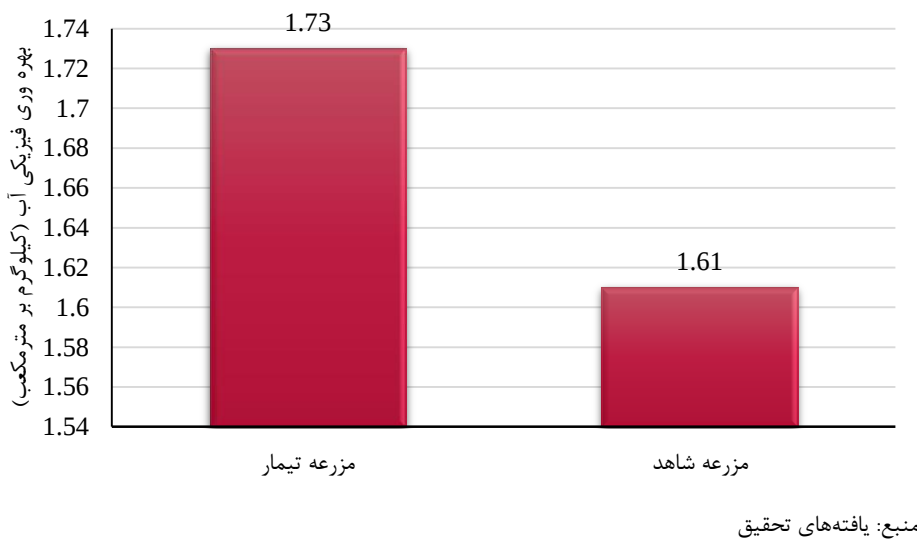
شکل ۵۴۰- شاخص عملکرد در مزارع منتخب گندم شهرستان ارومیه

این تکنیک‌ها موجب کاهش مقدار آب مورد نیاز برای آبیاری و در نتیجه کاهش مقدار مصرف آب در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد شده‌اند. بر اساس اطلاعات گردآوری شده میانگین مصرف آب در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد حدود ۳۰ درصد کاهش یافته است (شکل ۵۴۱).



شکل ۵۴۱- شاخص مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان ارومیه

علیرغم کاهش عملکرد محصول در مزارع تیمار، به دلیل کاهش حجم آب مصرفی (مجموع آب آبیاری و بارش موثر در طول دوره رشد محصول)، میانگین بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی در مزارع تیمار نسبت به مزارع شاهد افزایش اندکی داشته و با ۷ درصد افزایش از ۱,۶۱ به ۱,۷۳ رسیده است (شکل ۵۴۲).

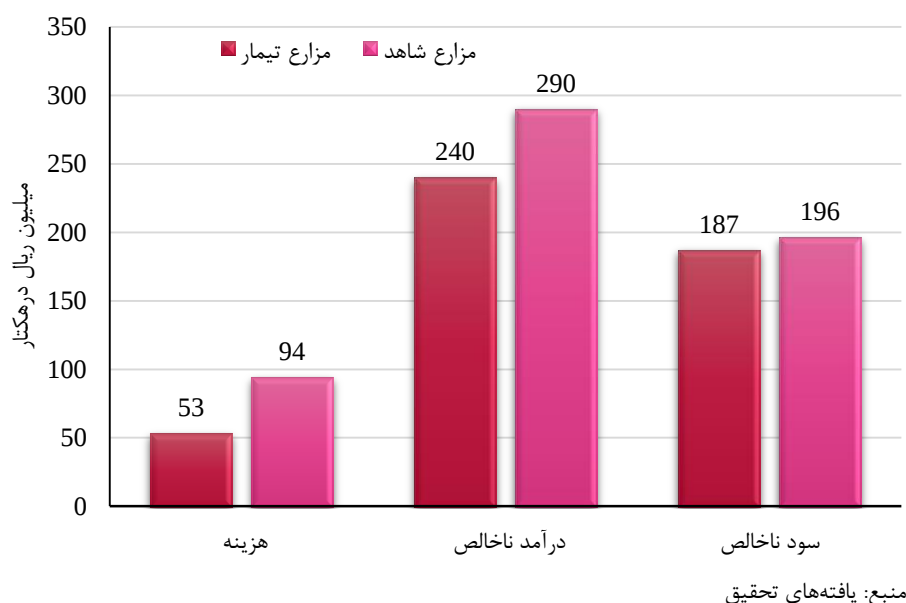


شکل ۵۴۲- شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در مزارع منتخب گندم شهرستان ارومیه

جدول ۳۱۳- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان ارومیه

شاخص‌های اقتصادی	مزارع تیمار	مزارع شاهد
هزینه (میلیون ریال در هکتار)	۵۳	۹۴
درآمد ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	۲۴۰	۲۹۰
سود ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	۱۸۷	۱۹۶

منبع: یافته‌های تحقیق



شکل ۵۴۳- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان ارومیه

شاخص‌های اقتصادی برای هر هکتار از مزارع منتخب گندم شهرستان ارومیه در جدول ۳۱۳ نمایش داده شده است. بررسی هزینه‌های تولید و درآمد ناشی از تولید محصولات اصلی و فرعی در مزارع منتخب شهرستان نشان می‌دهد که میانگین هزینه ناشی از تولید محصول در مزرعه منتخب تیمار کمتر از مزرعه شاهد بوده است. اما پایین بودن عملکرد این مزرعه نسبت به مزرعه شاهد، موجب شده تا علیرغم این موضوع، درآمد ناخالص مزرعه تیمار از مزرعه شاهد کمتر باشد. همچنین برآیند کاهش ۴۳ درصدی در هزینه‌ها و کاهش ۱۷ درصدی درآمدها در مزرعه تیمار، موجب گردیده تا سود بهره‌بردار در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد به میزان ۴ درصد کاهش پیدا کند (شکل ۵۴۳). آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان در جدول ۳۱۴ ذکر شده است.

جدول ۳۱۴- آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان ارومیه

میزان تغییرات	مزرعه تیمار
تغییرات هزینه (میلیون ریال در هکتار)	-۴۱
تغییرات درآمد ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	-۵۰
سود یا زیان اضافی (میلیون ریال در هکتار)	-۹

منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های توصیه شده در مزرعه تیمار هم موجب کاهش در هزینه‌ها و هم کاهش در درآمدها می‌شود. برآیند این دو تغییر کاهش نه میلیون ریال در هکتار سود این مزارع است. لذا از نظر اقتصادی توسعه تکنیک‌های به‌زراعی با وضعیت موجود در این شهرستان توصیه نمی‌شود.

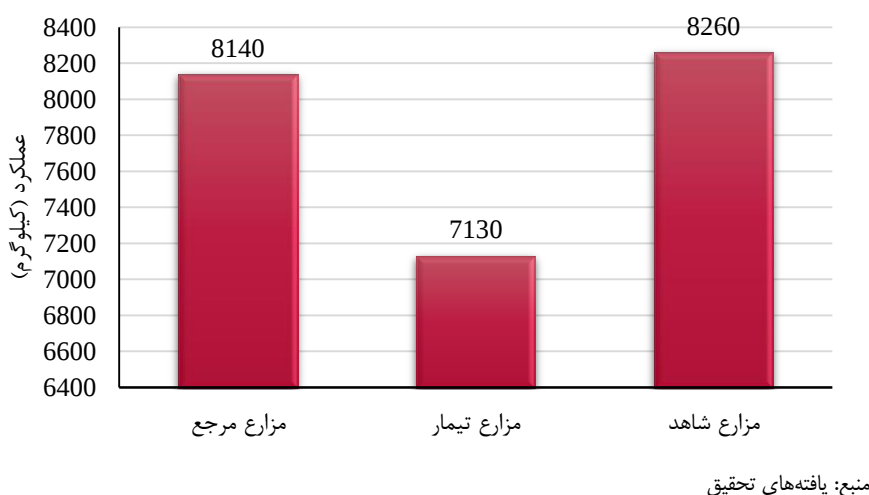
مزارع نمونه در این شهرستان از روستاهای دولت آباد، ساتملش محمدلو، سیستک و قره قوزولو انتخاب شده‌اند. کلیه ۲۶ مزرعه منتخب این شهرستان به کشت گندم اختصاص یافته‌اند. از این مزارع، ۱۶ مزرعه به عنوان مزارع مرجع، ۸ مزرعه به عنوان تیمار و ۴ مزرعه به عنوان شاهد شهرستان انتخاب شده‌اند. در مزارع مرجع تکنیک‌های متعدد به‌زراعی شامل کشت مکانیزه جوی و پشته گندم (رایزبد)، مدیریت زمان آبیاری، رعایت تناوب زراعی و تراکم بذر، استفاده از بذور گواهی شده و مقاوم به بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. مزارع روستاهای دولت آباد و سیستک با آب چاه، روستای ساتملش محمدلو ترکیبی از آب چاه و کانال آبیاری و روستای قره قوزولو با آب رودخانه آبیاری می‌شوند. اکثر کشاورزان منتخب این شهرستان، در کنار کشاورزی به فعالیت دامداری هم اشتغال دارند. شاخص‌های عملکرد و مصرف آب برای هر هکتار از مزارع منتخب این شهرستان در جدول ۳۱۵ ذکر شده است.

جدول ۳۱۵- شاخص‌های عملکرد و مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان میاندوآب

شاخص	مزارع مرجع	مزارع تیمار	مزارع شاهد
تعداد نمونه	۱۶	۸	۴
میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۸۱۴۰	۷۱۳۰	۸۲۶۰
میانگین آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)	۳۱۰۰	۳۶۰۰	۵۰۰۰
میانگین کل آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	۴۵۲۲	۵۰۱۵	۶۳۹۷
میانگین بهره‌وری فیزیکی آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	۱،۸۶	۱،۵۷	۱،۵۶

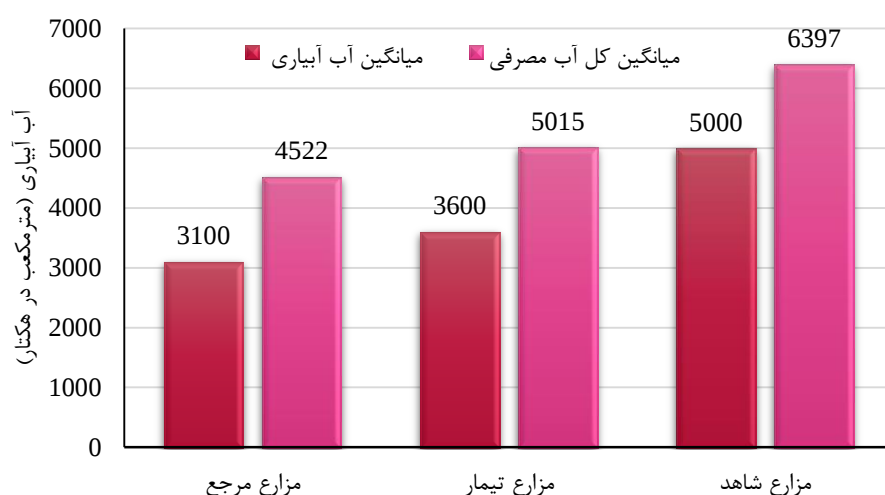
منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های به‌زراعی پیشنهادی در این شهرستان موجب کاهش اندک (حدود یک درصد) در میانگین عملکرد مزارع مرجع نسبت به میانگین مزارع شاهد شده و عملکرد از ۸۲۶۰ کیلوگرم در هکتار به ۸۱۴۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافته است. در مزارع تیمار این کاهش عملکرد نسبت به مزارع شاهد بیشتر و در حدود ۱۳ درصد مشاهده می‌شود (شکل ۵۴۴).



شکل ۵۴۴- شاخص عملکرد در مزارع منتخب گندم شهرستان میاندوآب

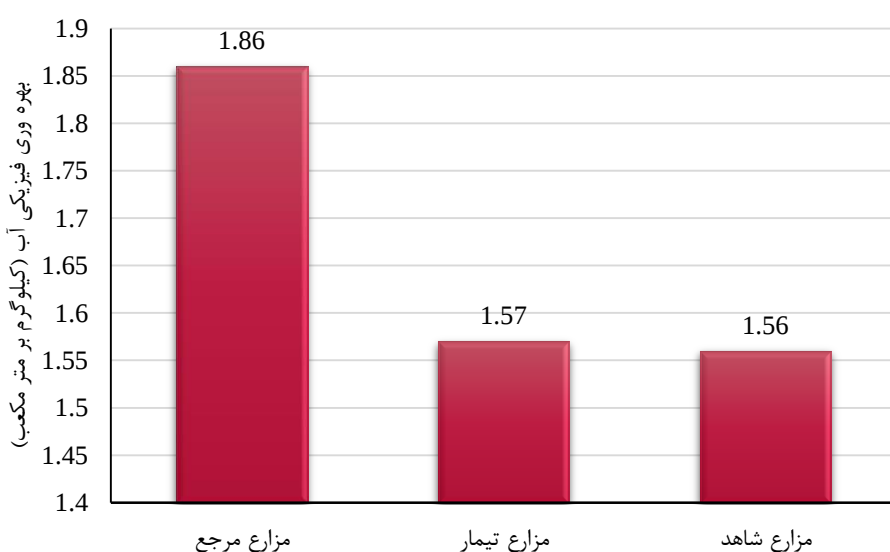
تکنیک‌های به‌زراعی مورد استفاده در مزارع منتخب، موجب کاهش میانگین میزان آب مورد نیاز برای آبیاری و در نتیجه کاهش میانگین میزان مصرف آب در مزارع تیمار نسبت به میانگین مزارع شاهد شده‌اند. بر اساس اطلاعات گردآوری شده، میانگین مصرف آب آبیاری در مزارع مرجع نسبت به مزارع شاهد با کاهش ۳۸ درصدی مواجه بوده است. همچنین میانگین مصرف آب آبیاری در مزارع تیمار نسبت به میانگین مزارع شاهد حدود ۲۸ درصد کاهش داشته است (شکل ۵۴۵).



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۵۴۵- شاخص مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان میاندواب

میانگین بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی (مجموع آب آبیاری و بارش موثر در طول دوره رشد محصول)، در مزارع تیمار منتخب شهرستان نسبت به میانگین مزارع شاهد تغییر چندانی نداشته است. در حالیکه این شاخص در مزارع مرجع با افزایش ۲۰ درصدی از ۱٫۵۶ به ۱٫۸۶ رسیده است (شکل ۵۴۶).



منبع: یافته‌های تحقیق

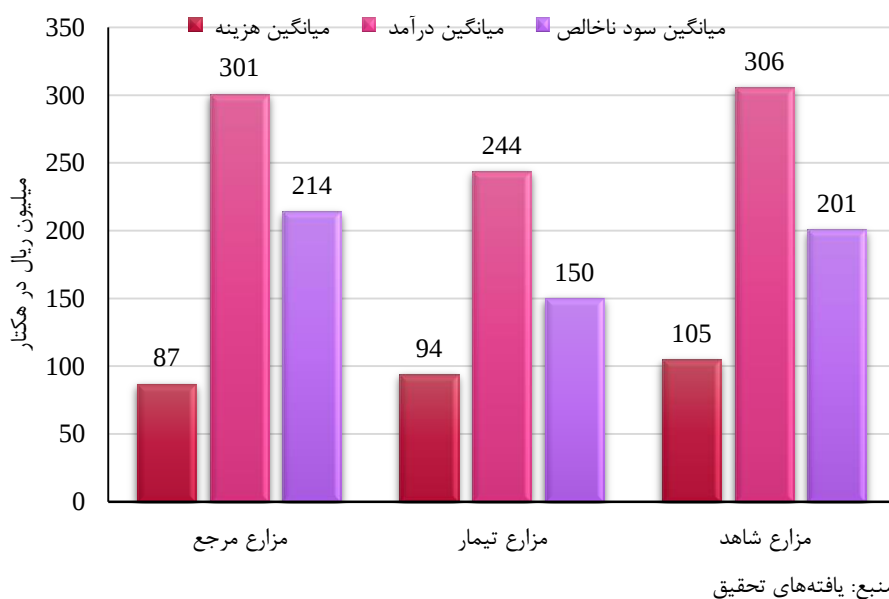
شکل ۵۴۶- شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در مزارع منتخب گندم شهرستان میاندوآب

جدول ۳۱۶- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان میاندوآب

شاخص‌های اقتصادی	مزارع مرجع	مزارع تیمار	مزارع شاهد
میانگین هزینه (میلیون ریال در هکتار)	۸۷	۹۴	۱۰۵
میانگین درآمد (میلیون ریال در هکتار)	۳۰۱	۲۴۴	۳۰۶
میانگین سود ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	۲۱۴	۱۵۰	۲۰۱

منبع: یافته‌های تحقیق

شاخص‌های اقتصادی برای هر هکتار از مزارع منتخب گندم شهرستان میاندوآب در جدول ۳۱۶ نمایش داده شده است. بررسی هزینه‌های تولید و درآمد ناشی از تولید محصولات اصلی و فرعی در مزارع منتخب شهرستان نشان می‌دهد که میانگین هزینه تولید محصول در مزارع منتخب مرجع حدود ۱۷ درصد کمتر از مزارع شاهد و در مزارع تیمار به مقدار ۱۰ درصد کمتر از مزارع شاهد بوده است. همچنین میانگین درآمد مزارع مرجع مقدار اندکی (کمتر از یک درصد) نسبت به میانگین درآمد مزارع شاهد کاهش داشته است. این رقم کاهش درآمد در مزارع تیمار بیشتر بوده و معادل ۲۵ درصد بوده است (شکل ۵۴۷). آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان در جدول ۳۱۷ ذکر شده است.



شکل ۵۴۷- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان میاندوآب

جدول ۳۱۷- آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان میاندوآب

میزان تغییرات	مزارع مرجع	مزارع تیمار
تغییرات هزینه (میلیون ریال در هکتار)	-۱۸	-۱۱
تغییرات درآمد ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	-۵	-۶۲
سود یا زیان اضافی (میلیون ریال در هکتار)	-۱۳	-۵۱

منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های توصیه شده در مزارع مرجع موجب کاهش در هزینه‌ها و نیز کاهش در درآمدها می‌شود. برآیند این دو تغییر کاهش ۱۳ میلیون ریال در هکتار سود این مزارع است. لذا از نظر اقتصادی توسعه تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع مرجع این شهرستان توصیه نمی‌شود. در مزارع تیمار نیز کاهش حدود ۱۱ میلیون ریال در هکتار در هزینه‌ها و کاهش ۶۲ میلیون ریال در واحد در درآمدها مشاهده می‌شود. برآیند این دو، کاهش میزان سود در واحد سطح به حدود ۵۱ میلیون ریال است. با توجه به نتایج فوق می‌توان دریافت که اجرای تکنیک‌های توصیه شده به‌زراعی سطح شهرستان توجیه اقتصادی ندارد.

۶-۵-۳- شهرستان مهاباد

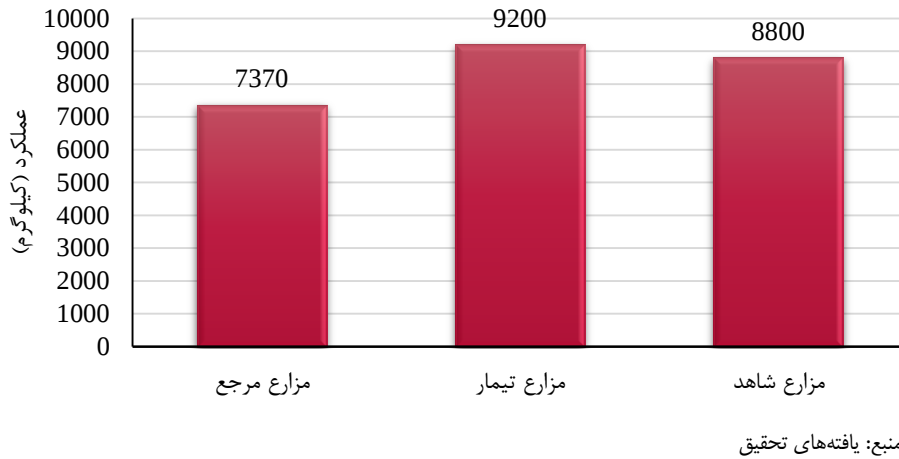
مزارع نمونه این شهرستان از سه روستای حاجی خوش، کیک آباد و گابازله انتخاب شده‌اند. کلیه مزارع منتخب این شهرستان به استثنا یک مزرعه به کشت محصول گندم اختصاص دارند. از مزارع منتخب زیر کشت گندم، ۵ مزرعه به عنوان مزرعه مرجع، ۲ مزرعه به عنوان تیمار و ۲ مزرعه به عنوان شاهد شهرستان انتخاب شده‌اند. در مزارع مرجع این شهرستان تکنیک‌های به‌زراعی شامل تکنیک‌های تسطیح، کاشت مکانیزه، کاشت ارقام مناسب و مدیریت آبیاری مورد استفاده قرار گرفته است. مزارع منتخب در روستای گابازله از آب سد و دو روستای دیگر از آب چاه و کانال به صورت توأم برای آبیاری استفاده می‌کنند. شاخص‌های عملکرد و مصرف آب برای هر هکتار از مزارع منتخب این شهرستان در جدول ۳۱۸ ذکر شده است.

جدول ۳۱۸- شاخص‌های عملکرد و مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان مهاباد

شاخص	مزارع مرجع	مزارع تیمار	مزارع شاهد
تعداد نمونه	۵	۲	۲
میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۷۳۷۰	۹۲۰۰	۸۸۰۰
میانگین آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)	۳۳۰۰	۲۲۲۰	۴۳۰۰
میانگین کل آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	۴۶۳۱	۳۵۴۷	۵۶۴۰
میانگین بهره‌وری فیزیکی آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	۱.۵۹	۲.۶۲	۱.۵۸

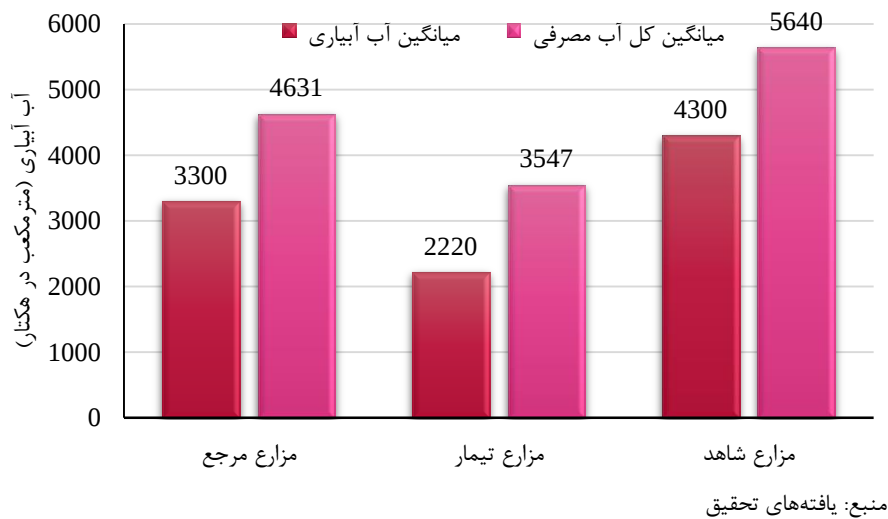
منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های به‌زراعی در این شهرستان موجب کاهش ۱۶ درصدی در میانگین عملکرد مزارع مرجع نسبت به مزارع شاهد شده است. میانگین عملکرد در مزارع تیمار حدود ۵ درصد افزایش یافته است (شکل ۵۴۸).



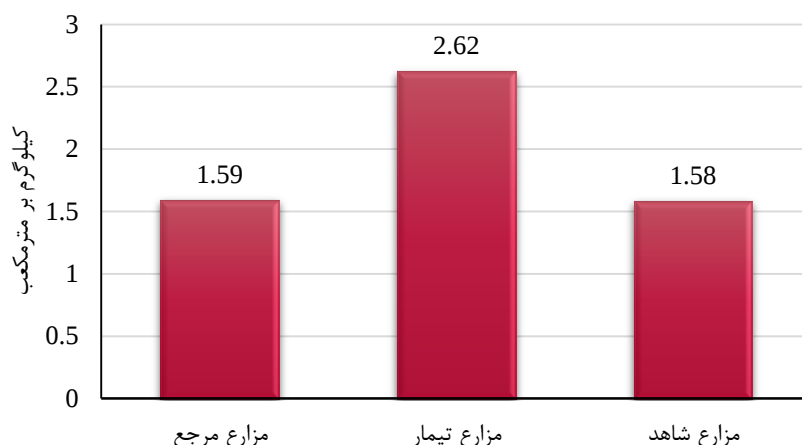
شکل ۵۴۸- شاخص عملکرد در مزارع منتخب گندم شهرستان مهاباد

تکنیک‌های به‌زراعی مورد استفاده در مزارع منتخب، موجب کاهش میزان آب مورد نیاز برای آبیاری و در نتیجه کاهش میزان مصرف آب در مزارع تیمار و مرجع نسبت به مزرعه شاهد شده‌اند. بر اساس اطلاعات گردآوری شده میانگین مصرف آب در مزارع مرجع نسبت به مزارع شاهد با کاهش ۳۰ درصدی مواجه بوده است. مقدار این کاهش در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد به ۴۸ درصد می‌رسد (شکل ۵۴۹).



شکل ۵۴۹- شاخص مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان مهاباد

میانگین بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی (مجموع آب آبیاری و بارش موثر در طول دوره رشد محصول)، در مزارع مرجع منتخب شهرستان با مزارع شاهد تقریباً یکسان است. در حالیکه این شاخص در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد با ۶۶ درصد افزایش از ۱,۵۸ به ۲,۶۲ رسیده است (شکل ۵۵۰).



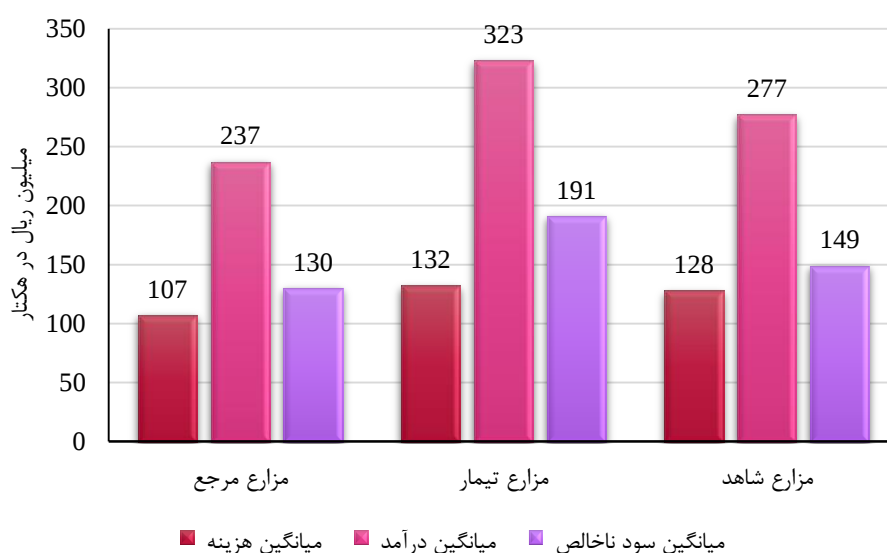
منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۵۵۰- شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در مزارع منتخب گندم شهرستان مهاباد

جدول ۳۱۹- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان مهاباد

شاخص‌های اقتصادی	مزارع مرجع	مزارع تیمار	مزارع شاهد
میانگین هزینه (میلیون ریال در هکتار)	۱۰۷	۱۳۲	۱۲۸
میانگین درآمد (میلیون ریال در هکتار)	۲۳۷	۳۲۳	۲۷۷
میانگین سود ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	۱۳۰	۱۹۱	۱۴۹

منبع: یافته‌های تحقیق



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۵۵۱- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان مهاباد

شاخص‌های اقتصادی در هر هکتار از مزارع منتخب گندم شهرستان مهاباد در جدول ۳۱۹ نمایش داده شده است. بررسی هزینه‌های تولید و درآمد ناشی از تولید محصولات اصلی و فرعی در مزارع منتخب شهرستان نشان می‌دهد که میانگین هزینه تولید محصول در مزارع منتخب مرجع حدود ۱۶ درصد کمتر از مزارع شاهد و در مزارع تیمار به مقدار اندکی (حدود ۳ درصد) بیشتر از مزارع شاهد بوده است. همچنین میانگین درآمد مزارع مرجع حدود ۱۴ درصد نسبت به میانگین درآمد مزارع شاهد کاهش داشته است. در مقابل میانگین درآمد در مزارع تیمار ۱۶ درصد نسبت به مزارع شاهد افزایش یافته است (شکل ۵۵۱). در ادامه آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به-زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان در جدول ۳۲۰ ذکر شده است.

جدول ۳۲۰- آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان مهاباد		
میزان تغییرات	مزارع مرجع	مزارع تیمار
تغییرات هزینه (میلیون ریال در هکتار)	-۲۱	+۴
تغییرات درآمد ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	-۴۰	+۴۶
سود یا زیان اضافی (میلیون ریال در هکتار)	-۱۹	+۴۲

منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های توصیه شده در مزارع مرجع موجب کاهش در هزینه‌ها و نیز کاهش در درآمدها می‌شود. برآیند این دو تغییر کاهش ۱۹ میلیون ریال در هکتار سود این مزارع نسبت به مزارع شاهد است. لذا از نظر اقتصادی توسعه تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع مرجع این شهرستان توصیه نمی‌شود. در مزارع تیمار علیرغم افزایش حدود ۴ میلیون ریال در هکتار در هزینه‌ها، افزایش ۴۶ میلیون ریال در واحد در درآمدها مشاهده می‌شود. برآیند این دو، افزایش میزان سود در واحد سطح به حدود ۴۲ میلیون ریال است. لذا اجرای تکنیک‌های توصیه شده به‌زراعی سطح شهرستان در مزارع تیمار این شهرستان توجیه اقتصادی دارد.

۴-۵-۶- شهرستان نقده

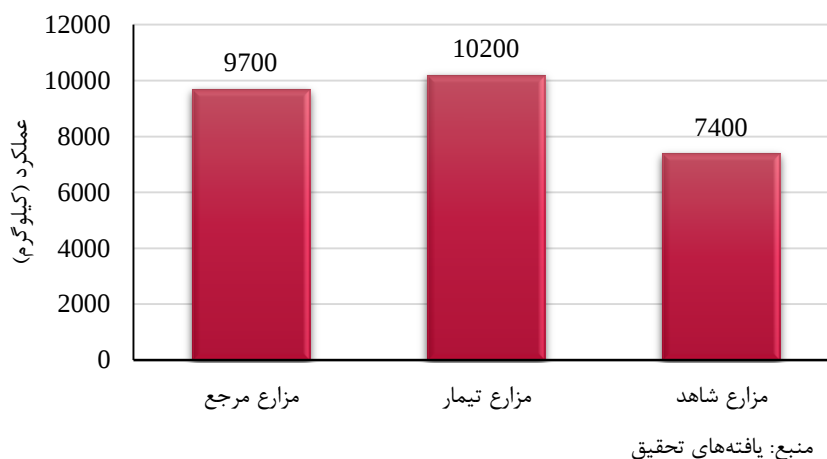
مزارع نمونه در این شهرستان از روستای بارانی کرد انتخاب شده‌اند. کلیه مزارع منتخب به کشت گندم اختصاص یافته‌اند. از مجموع ۷ مزرعه منتخب در این روستا ۴ مزرعه به عنوان مزارع مرجع، ۲ مزرعه به عنوان تیمار و یک مزرعه به عنوان شاهد شهرستان انتخاب شده‌اند. در مزارع مرجع این شهرستان تکنیک‌های به‌زراعی شامل کاشت مکانیزه، خاک‌ورزی حفاظتی و مدیریت مصرف آب مورد استفاده قرار گرفته است. کلیه مزارع منتخب از آب چاه مشروب می‌شوند. شاخص‌های عملکرد و مصرف آب برای هر هکتار از مزارع منتخب این شهرستان در جدول ۳۲۱ ذکر شده‌اند.

جدول ۳۲۱- شاخص‌های عملکرد و مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان نقده			
شاخص	مزارع مرجع	مزارع تیمار	مزارع شاهد
تعداد نمونه	۴	۲	۱
میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	۹۷۰۰	۱۰۲۰۰	۷۴۰۰
میانگین آب آبیاری (متر مکعب در هکتار)	۵۴۵۰	۴۵۶۰	۵۱۸۰
میانگین کل آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)	۷۷۲۷	۶۸۳۶	۷۴۵۷

۰,۹۹	۱,۴۹	۱,۲۵	میانگین بهره‌وری فیزیکی آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
------	------	------	--

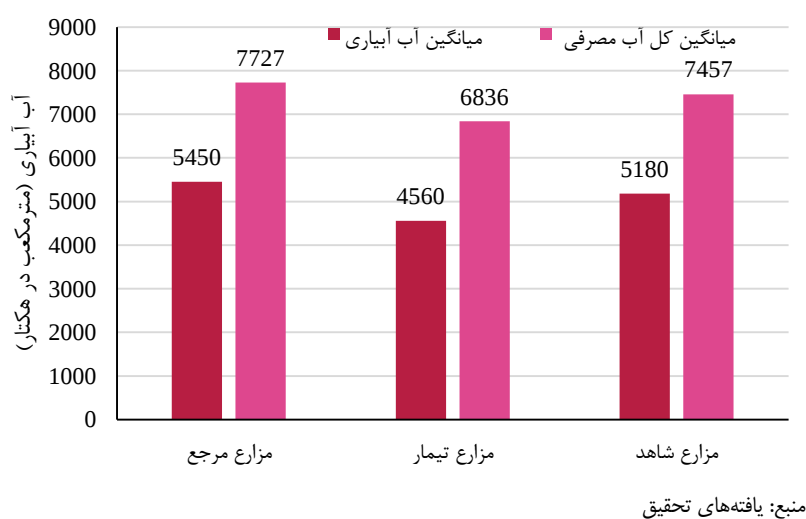
منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های به‌زراعی در این شهرستان موجب افزایش ۳۱ درصدی در میانگین عملکرد مزارع مرجع نسبت به مزرعه شاهد شده است، این افزایش میانگین عملکرد در مزارع تیمار به مزرعه شاهد حدود ۳۸ درصد است (شکل ۵۵۲).



شکل ۵۵۲- شاخص عملکرد در مزارع منتخب گندم شهرستان نقده

تکنیک‌های به‌زراعی مورد استفاده در مزارع منتخب، موجب کاهش میزان آب مورد نیاز برای آبیاری و در نتیجه کاهش میزان مصرف آب در مزارع تیمار نسبت به مزرعه شاهد شده‌اند. میانگین مصرف آب آبیاری در مزارع تیمار نسبت به مزارع شاهد با کاهش ۱۱ درصدی مواجه بوده است. تکنیک‌های توصیه شده موجب افزایش اندک در میانگین مصرف آب آبیاری در مزارع مرجع نسبت به مزارع شاهد (حدود ۵ درصد) می‌شود (شکل ۵۵۳).



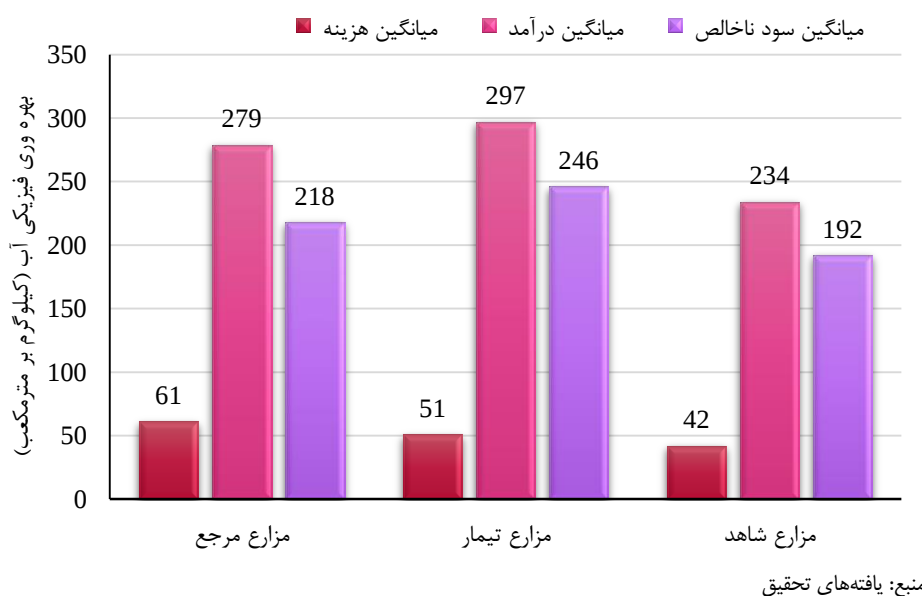
شکل ۵۵۳- شاخص مصرف آب در مزارع منتخب گندم شهرستان نقده

میانگین بهره‌وری فیزیکی آب مصرفی در مزارع مرجع منتخب شهرستان نسبت به مزرعه شاهد با افزایش ۲۶ درصدی از ۰,۹۹ به ۱,۲۵ رسیده است. این شاخص در مزرعه تیمار نسبت به مزرعه شاهد با ۵۰ درصد افزایش از ۰,۹۹ به ۱,۴۹ رسیده است.

جدول ۳۲۲- شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان نقده

شاخص‌های اقتصادی	مزارع مرجع	مزارع تیمار	مزارع شاهد
میانگین هزینه (میلیون ریال در هکتار)	۶۱	۵۱	۴۲
میانگین درآمد (میلیون ریال در هکتار)	۲۷۹	۲۹۷	۲۳۴
میانگین سود ناخالص (میلیون ریال در هکتار)	۲۱۸	۲۴۶	۱۹۲

منبع: یافته‌های تحقیق



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۵۵۴- شاخص بهره‌وری فیزیکی آب در مزارع منتخب گندم شهرستان نقده

شاخص‌های اقتصادی در مزارع منتخب گندم شهرستان نقده در جدول ۳۲۲ نمایش داده شده است. بررسی هزینه-های تولید و درآمد ناشی از تولید محصولات اصلی و فرعی در مزارع منتخب شهرستان نشان می‌دهد که میانگین هزینه تولید محصول در مزارع منتخب مرجع و تیمار بیشتر از مزارع شاهد بوده است. همچنین میانگین درآمد این مزارع از مزرعه شاهد بیشتر است. برآیند افزایش هزینه‌ها و درآمدها در مزارع تیمار و شاهد، موجب گردیده تا سود بهره‌بردار نسبت به مزرعه شاهد به میزان ۱۳ درصد در مزارع مرجع و ۲۸ درصد در مزارع تیمار افزایش پیدا کند. آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان در جدول ۳۲۳ ذکر شده است.

جدول ۳۲۳- آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع منتخب گندم شهرستان نقده

میزان تغییرات	مزارع مرجع	مزارع تیمار
---------------	------------	-------------

+۹	+۱۹	تغییرات هزینه (میلیون ریال در هکتار)
+۶۳	+۴۵	تغییرات درآمد ناخالص (میلیون ریال در هکتار)
+۵۴	+۲۶	سود یا زیان اضافی (میلیون ریال در هکتار)

منبع: یافته‌های تحقیق

همانگونه که ملاحظه می‌شود استفاده از تکنیک‌های توصیه شده در مزارع مرجع موجب افزایش در میانگین هزینه‌ها و افزایش در میانگین درآمدها می‌شود. برآیند این دو تغییر افزایش ۲۶ میلیون ریال در هکتار سود این مزارع است. لذا توسعه تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع مرجع توجیه اقتصادی دارد. در مزارع تیمار نیز افزایش در هزینه‌ها و افزایش در درآمدها به صورت توأمان مشاهده می‌شود. برآیند این دو، افزایش میزان سود در واحد سطح به حدود ۵۴ میلیون ریال است. بدین ترتیب اجرای تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع تیمار نیز توجیه اقتصادی دارد. با توجه به نتایج فوق می‌توان عنوان داشت که اجرای تکنیک‌های توصیه شده به زراعی در سطح این شهرستان توجیه اقتصادی دارد.

فصل هفتم

جمع‌بندی

۷-۱- آذربایجان شرقی

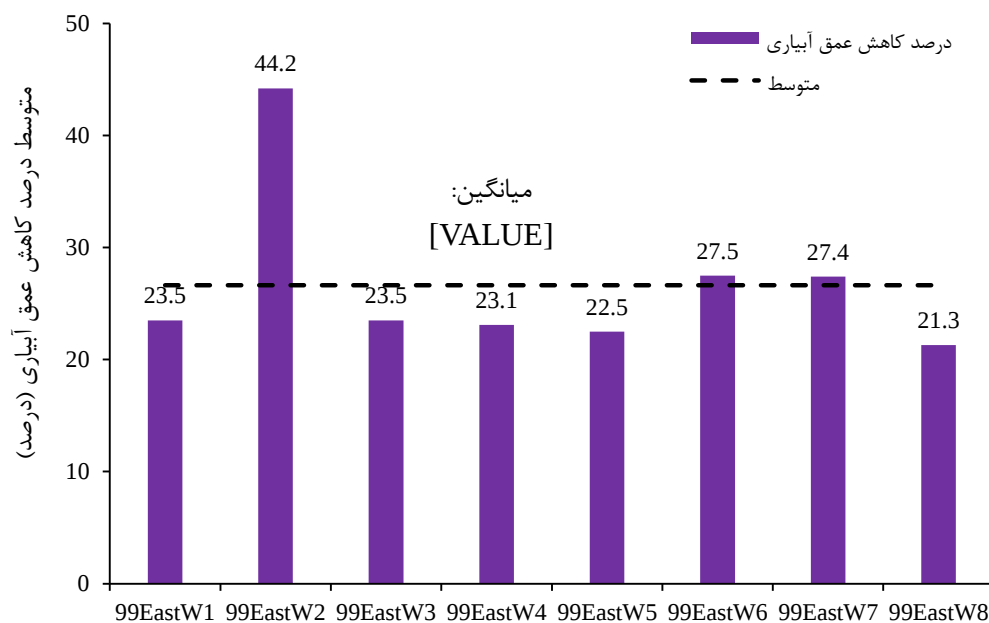
۷-۱-۱- کشت پاییزه در آذربایجان شرقی

عملکرد، بهره‌وری برآوردی آب و بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در بخش‌های تیمار و شاهد مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی استان آذربایجان شرقی در جدول ۳۲۴ ارائه شده است. مطابق نتایج، متوسط بهره‌وری برآوردی آب در مزارع تیمار و شاهد به ترتیب ۲/۳۵ و ۱/۱۶ کیلوگرم بر مترمکعب است (جدول ۳۲۴). مقادیر بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر شاهد در بازه ۰/۴۷ تا ۰/۹۶ و تیمار در بازه ۰/۹۹ تا ۱/۷۴ کیلوگرم بر مترمکعب بوده (جدول ۳۲۴) و بیشترین مقدار بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزرعه 99EastW₇ با به‌کارگیری تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری مشاهده شد (۱/۷۴ کیلوگرم بر مترمکعب). میزان عملکرد در مزارع تیمار در بازه ۳/۵۰ تا ۸/۸۹ تن در هکتار و در مزارع شاهد در بازه ۲/۲۵ تا ۶/۵۰ تن در هکتار قرار دارد. متوسط عملکرد تیمار و شاهد در مزارع تحت پایش به ترتیب ۶/۲۸ و ۴/۳۱ تن در هکتار می‌باشد که نشان‌دهنده افزایش عملکرد به میزان ۴۵/۷ درصد، در اثر به‌کارگیری تکنیک‌های به‌زراعی و مدیریتی به‌کار رفته می‌باشد (جدول ۳۲۴). با توجه به نتایج مثبت حاصل‌شده، کلیه موارد مذکور نشان‌دهنده اثربخشی مناسب، اهمیت و ضرورت تکنیک‌های به‌زراعی و مدیریتی مذکور در مزارع پایلوت تحت پوشش طرح می‌باشد.

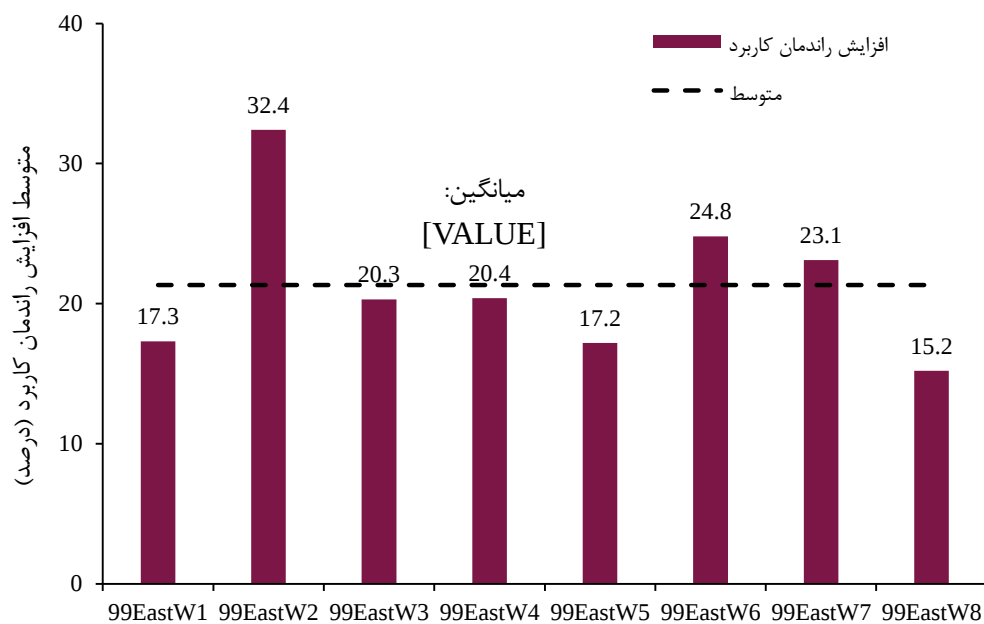
جدول ۳۲۴- مقادیر عملکرد، بهره‌وری برآوردی آب و بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، مجموع عمق آبیاری در طول فصل رشد و متوسط راندمان کاربرد در مزارع گندم تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان شرقی

شماره مزرعه	عملکرد برآوردی (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		مجموع عمق آبیاری (mm)		متوسط راندمان کاربرد (%)	
	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
99EastW ₁	۲۲۵۰	۶۴۰۰	۰/۷۳	۲/۷۲	۰/۴۷	۱/۵۶	۳۰۷/۴	۲۳۵/۱	۳۷/۷	۵۵
99EastW ₂	۵۲۰۰	۶۱۰۰	۱/۳۷	۲/۸۷	۰/۹۴	۱/۵۸	۳۸۰/۸	۲۱۲/۶	۴۴	۷۶/۴
99EastW ₃	۶۵۰۰	۷۵۰۰	۱/۵۹	۲/۴۰	۰/۹۴	۱/۲۶	۴۰۸/۳	۳۱۲/۵	۵۷/۸	۷۸/۱
99EastW ₄	۴۸۰۰	۷۰۲۲	۱/۱۲	۲/۱۳	۰/۷۴	۱/۲۸	۴۲۸/۶	۳۲۹/۴	۴۳/۷	۶۴/۱
99EastW ₅	۵۶۰۰	۸۸۹۲	۱/۲۴	۲/۵۳	۰/۸۳	۱/۵۶	۴۵۳/۱	۳۵۱	۴۴/۱	۶۱/۳
99EastW ₆	۲۸۰۰	۳۵۰۰	۰/۷۴	۱/۲۸	۰/۹۹	۰/۹۹	۳۷۸/۲	۲۷۴/۱	۵۴/۶	۷۹/۴
99EastW ₇	۳۵۰۰	۵۰۰۰	۱/۲۱	۲/۳۹	۰/۹۶	۱/۷۴	۲۸۸/۲	۲۰۹/۲	۴۰/۲	۶۳/۳
99EastW ₈	۳۸۳۲	۵۸۴۰	۱/۲۶	۲/۴۵	۰/۸۸	۱/۵۷	۳۰۳/۴	۲۳۸/۷	۵۴/۵	۶۹/۷

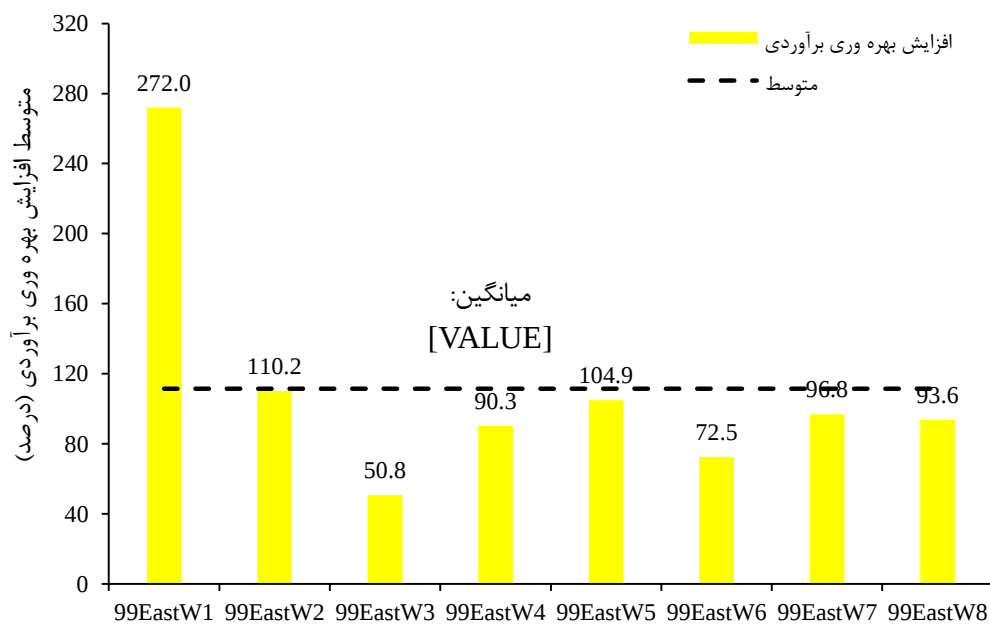
مقایسه گرافیکی مقادیر کاهش عمق آبیاری و متوسط افزایش راندمان کاربرد، بهره‌وری برآوردی آب و بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی در شکل ۵۵۵ تا شکل ۵۵۸ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه گردید به کارگیری تکنیک‌های آبیاری موجب کاهش ۲۶/۶ درصد آب آبیاری، افزایش ۲۱/۳ درصدی راندمان کاربرد، افزایش بیش از ۱۰۰ درصدی بهره‌وری برآوردی و افزایش ۹۰ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر گردید.



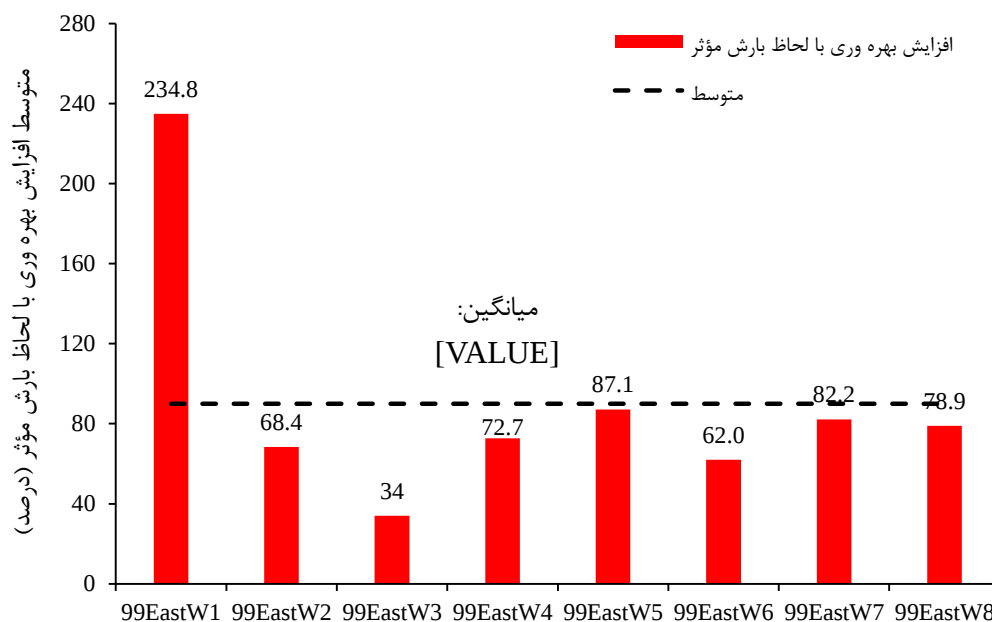
شکل ۵۵۵ - مقایسه مقادیر کاهش عمق در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان شرقی



شکل ۵۵۶ - مقایسه مقادیر متوسط افزایش راندمان کاربرد در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان شرقی



شکل ۵۵۷ - مقایسه مقادیر افزایش بهره‌وری برآوردی آب در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان شرقی



شکل ۵۵۸ - مقایسه مقادیر افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان شرقی

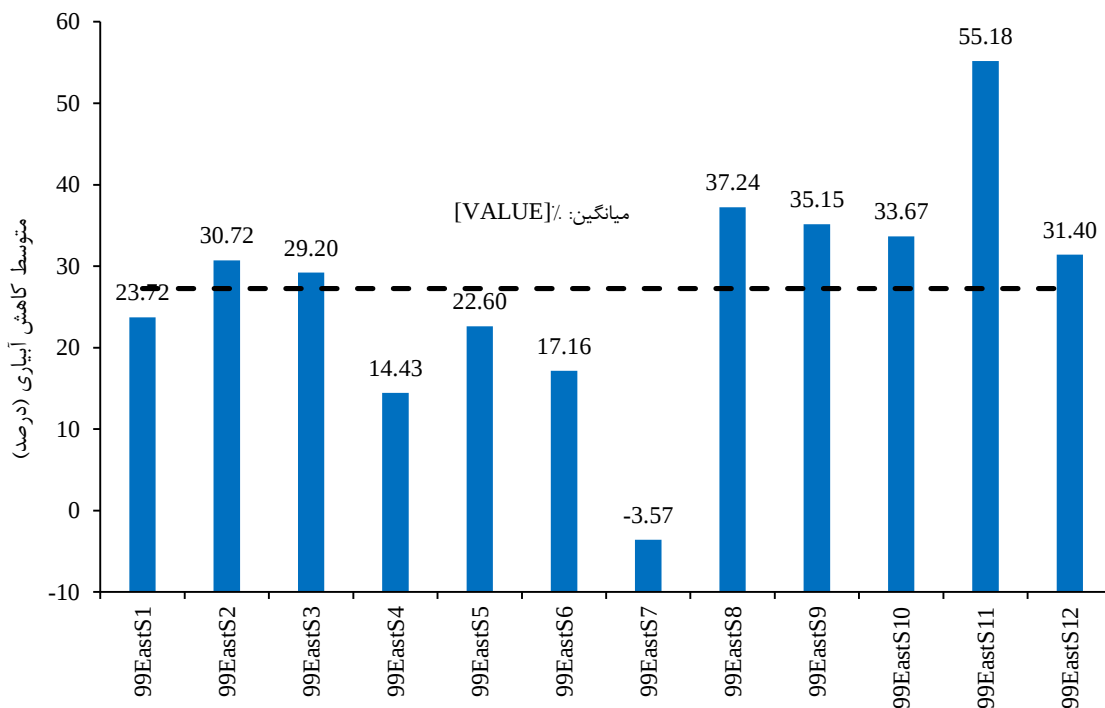
۷-۱-۲- کشت بهاره و باغات در آذربایجان شرقی

مقادیر عملکرد، راندمان کاربرد، مجموع عمق آبیاری، بهره‌وری آب و بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در جدول ۳۲۵ آورده شده است. مقایسه گرافیکی نرخ تغییرات پارامترهای فوق‌الذکر در شکل ۵۵۹ تا شکل ۵۶۲ ارائه شده است. مطابق نتایج، استفاده از تکنیک آبیاری تیپ در مزرعه پیاز عجب‌شیر، افزایش بیش از ۱۰۰ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۵۸/۶۴ درصدی راندمان کاربرد و کاهش ۵۵/۱۸ درصدی آب آبیاری را در پی داشت. استفاده از تکنیک آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها، کشت نشائی دو ردیفه روی یک پشته و مدیریت تغذیه از طریق محلولپاشی در مزرعه گوجه‌فرنگی اسکو، افزایش بیش از ۱۰۰ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۳۷/۲۲ درصدی راندمان کاربرد و کاهش ۳۷/۲۴ درصدی آب آبیاری را به همراه داشت. به‌کارگیری تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری در باغ سیب ملکان موجب افزایش بیش از ۱۰۰ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۳۵/۱۵ درصدی راندمان کاربرد و کاهش ۵۰/۹۵ درصدی آب آبیاری گردید. همچنین استفاده از تکنیک تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری، مبارزه با علف هرز و کاشت با غده‌کار در مزرعه سیب‌زمینی سراب، افزایش ۴۳/۱۷ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۲۹/۲۹ درصدی راندمان کاربرد و کاهش ۲۳/۷۲ درصدی آب آبیاری را در پی داشت. تکنیک‌های تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری، هرس، مدیریت تغذیه از طریق محلولپاشی و کولتیواتور در دو باغ سیب سراب موجب متوسط افزایش ۳۲/۳۴ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، متوسط افزایش ۴۱/۳۰ درصدی راندمان کاربرد و کاهش ۲۹/۹۶ درصدی آبیاری گردید. تکنیک‌های تغییر روش آبیاری از کرتی به شیاری، هرس، مدیریت تغذیه از طریق محلولپاشی و کولتیواتور در باغ گوجه‌سبز آذرشهر (سه باغ) و اسکو (یک باغ) به ترتیب موجب متوسط افزایش ۱۹/۰۴ و ۶/۷۲ درصدی بهره‌وری

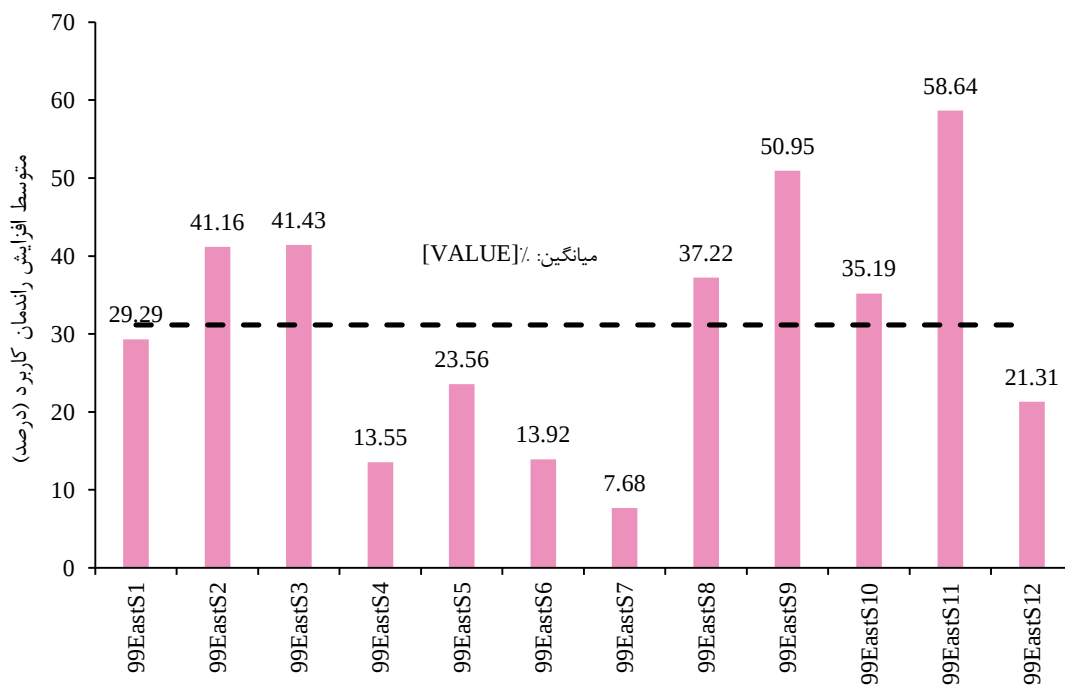
با لحاظ بارش مؤثر و متوسط افزایش ۱۷/۰۱ و ۷/۶۸ درصدی راندمان کاربرد گردید. در مجموع به‌کارگیری تکنیک‌های آبیاری موجب افزایش ۹۰/۸ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۳۱/۱۶ درصدی راندمان کاربرد، افزایش ۲۴/۱۷ درصدی عملکرد و کاهش ۲۷/۲۴ درصدی عمق آبیاری گردید.

جدول ۳۲۵- مقادیر عملکرد، بهره‌وری آب، مجموع عمق آبیاری در طول فصل رشد و متوسط راندمان کاربرد در مزارع تحت پایش دانشگاه و شرکت‌های فنی و مهندسی

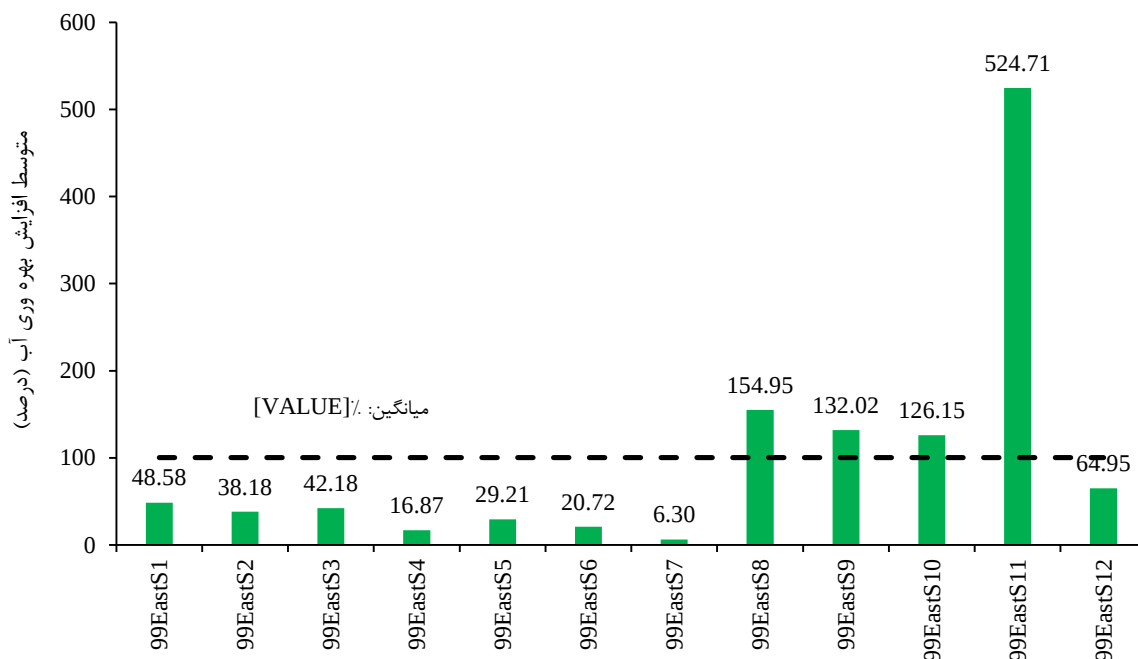
شماره مزرعه	محصول	عملکرد برآوردی (Kg/ha)		بهره‌وری آب (Kg/m ³)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m ³)		مجموع آبیاری (m ³ /ha)		متوسط راندمان کاربرد (%)	
		شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
99EastS ₁	سیب‌زمینی	۳۴۰۰۰	۳۴۰۰۰	۳/۷۴	۵/۵۶	۴/۷۱	۳/۲۹	۶۱۱۱/۴۸	۸۰۱۲/۳۶	۶۴	۴۹/۵
99EastS ₂	سیب	۳۷۵۰۰	۳۵۹۰۰	۶/۱۱	۴/۴۲	۴/۹۴	۳/۸۰	۵۸۷۴/۲۵	۸۴۷۸/۵۸	۷۸/۲	۵۵/۴
99EastS ₃	سیب	۳۵۹۸۰	۳۶۲۲۰	۵/۷۷	۴/۰۶	۴/۷۳	۳/۵۱	۶۲۷۸/۳۶	۸۸۵۹	۸۱/۲	۵۷/۴
99EastS ₄	گوجه‌سبز	۳۵۰۰	۳۵۰۰	۰/۴۵	۰/۳۸	۰/۳۹	۰/۳۴	۷۸۰۴/۸۲	۹۱۲۱/۱۸	۸۵/۱	۷۴/۹
99EastS ₅	گوجه‌سبز	۸۰۰۰	۸۰۰۰	۱/۴۶	۱/۱۳	۱/۲۳	۰/۹۹	۵۴۷۶/۱۶	۷۰۷۵/۵۷	۹۰/۵	۷۳/۳
99EastS ₆	گوجه‌سبز	۳۵۰۰	۳۵۰۰	۰/۴۷	۰/۳۹	۰/۴۰	۰/۳۴	۷۵۰۰/۳۹	۹۰۵۴/۵۵	۸۴/۶	۷۴/۳
99EastS ₇	گوجه‌سبز	۲۱۸۰	۲۴۰۰	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۲۸	۰/۲۷	۷۵۰۰/۷۸	۷۲۴۲/۱۷	۷۵/۳	۶۹/۹
99EastS ₈	گوجه‌فرنگی	۵۰۰۰	۸۰۰۰	۲/۷۸	۱/۰۹	۲/۷۸	۱/۰۹	۲۸۷۹/۵۰	۸۸۴۵/۳۱	۷۳/۲	۵۴/۴
99EastS ₉	سیب	۳۱۶۰۰	۳۱۶۰۰	۵/۱۸	۲/۲۳	۴/۴۴	۲/۰۲	۶۱۰۴/۴۴	۹۴۱۲/۶۶	۷۸/۳	۵۱/۹
99EastS ₁₀	بادام	۲۰۰	۳۰۰	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۲	۵۷۹۷/۷۹	۸۰۷۴۰/۹۹	۸۶	۶۳/۶
99EastS ₁₁	پیاز	۱۴۰۰۰۰	۱۴۰۰۰۰	۲۷/۰۶	۴/۳۳	۲۲/۴	۳/۹۶	۵۱۷۴/۴	۱۱۵۴۴/۶	۱۰۰	۶۳
99EastS ₁₂	گوجه‌فرنگی	۷۰۷۰۰	۸۰۰۰۰	۱۰/۱۵	۶/۱۵	۱۰/۱۵	۶/۱۵	۷۸۸۲/۴۴	۱۱۴۹۰/۸۰	۸۸/۴	۷۲/۸



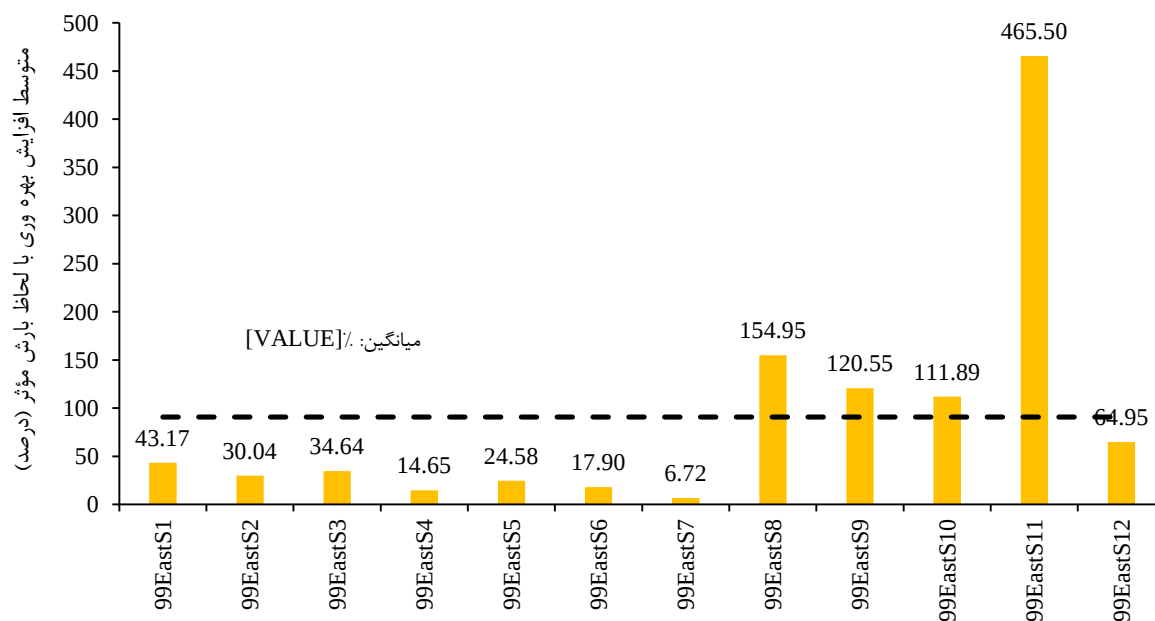
شکل ۵۵۹- مقایسه مقادیر کاهش عمق آبیاری در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان شرقی



شکل ۵۶۰- مقایسه مقادیر متوسط افزایش راندمان کاربرد در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان شرقی



شکل ۵۶۱- مقایسه مقادیر افزایش بهره‌وری برآوردی آب در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان شرقی



شکل ۵۶۲- مقایسه مقادیر افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان شرقی

۷-۱-۳- ارزیابی اقتصادی آذربایجان شرقی

جدول ۳۲۶- نتیجه آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در شهرستانهای منتخب استان آذربایجان شرقی

نام شهرستان	مزارع مرجع	مزارع شاهد
آذرشهر	غیراقتصادی	اقتصادی
اسکو	اقتصادی	اقتصادی
سراب	-	غیر اقتصادی
عجب شیر	اقتصادی	اقتصادی
ملکان	اقتصادی	اقتصادی

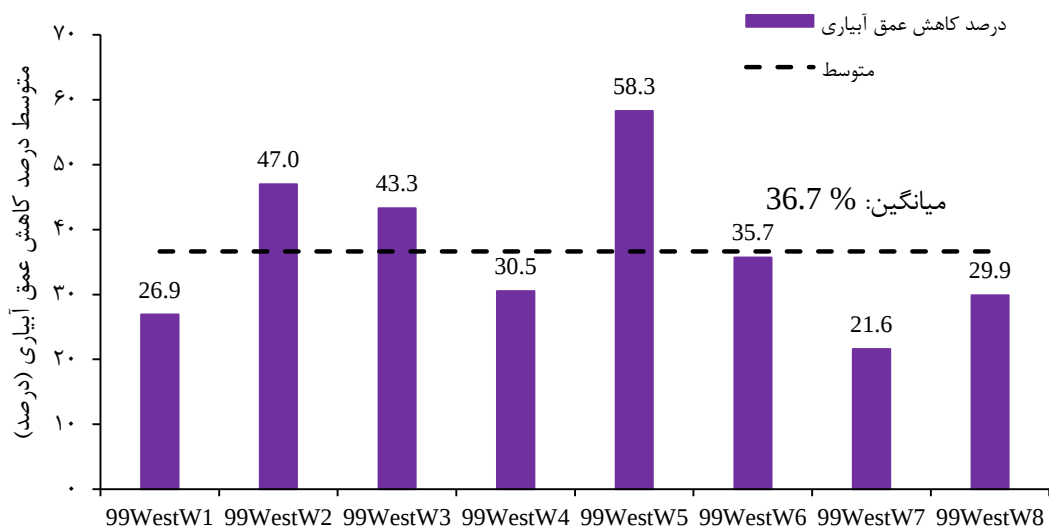
۷-۲-۱- کشت پاییزه در آذربایجان غربی

جدول ۳۲۷- مقادیر عملکرد، بهره‌وری برآوردی آب و بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، مجموع عمق آبیاری در طول فصل رشد و

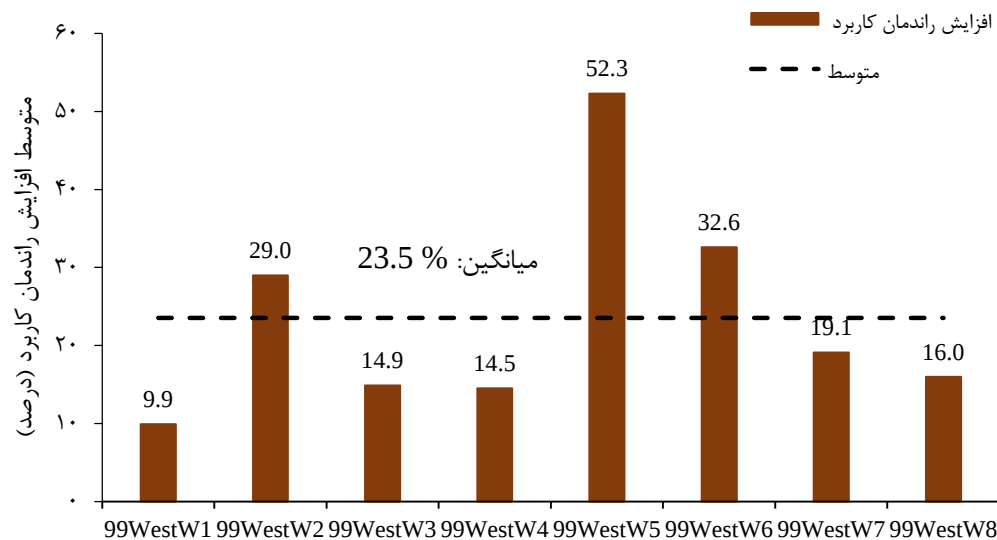
متوسط راندمان کاربرد (%)		مجموع عمق آبیاری (mm)		بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر (Kg/m^3)		بهره‌وری آب (Kg/m^3)		عملکرد برآوردی (Kg/ha)		شماره مزرعه
شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	

۶۵/۶	۷۵/۵	۱۹۴/۳	۱۴۲/۱	۲/۴۴	۳/۹۸	۴/۲۲	۷/۹۵	۸۲۰۰	۱۱۳۰۰	99WestW ₁
۲۰/۳	۴۹/۳	۸۷۲/۲	۴۶۲/۰	۰/۶۵	۱/۰۷	۰/۷۶	۱/۴۰	۶۵۸۸	۶۴۸۳	99WestW ₂
۵۱/۰	۶۵/۹	۴۹۲/۲	۲۷۹/۱	۰/۸۷	۱/۹۰	۱/۱۲	۱/۸۷	۵۵۰۰	۸۰۰۰	99WestW ₃
۴۵/۱	۵۹/۶	۴۳۴/۳	۳۰۱/۹	۱/۳۳	۱/۹۳	۱/۷۶	۲/۸۳	۷۶۴۰	۸۵۴۰	99WestW ₄
۳۵/۸	۸۸/۱	۴۸۹/۴	۲۰۴/۲	۱/۵۱	۲/۹۷	۱/۹۱	۴/۹۱	۹۳۷۰	۱۰۰۲۰	99WestW ₅
۴۷/۴	۸۰/۰	۳۷۳/۱	۲۳۹/۷	۱/۴۸	۲/۲۷	۲/۰۱	۳/۵۳	۷۵۰۰	۸۴۷۰	99WestW ₆
۴۸/۷	۶۷/۸	۵۱۸/۰	۴۰۵/۹	۱/۱۰	۱/۵۵	۱/۵۸	۲/۴۱	۸۲۰۰	۹۸۰۰	99WestW ₇
۳۸/۳	۵۴/۳	۳۵۹/۲	۲۵۱/۹	۱/۶۴	۲/۱۴	۲/۸۴	۴/۳۷	۱۰۲۰۰	۱۱۰۰۰	99WestW ₈

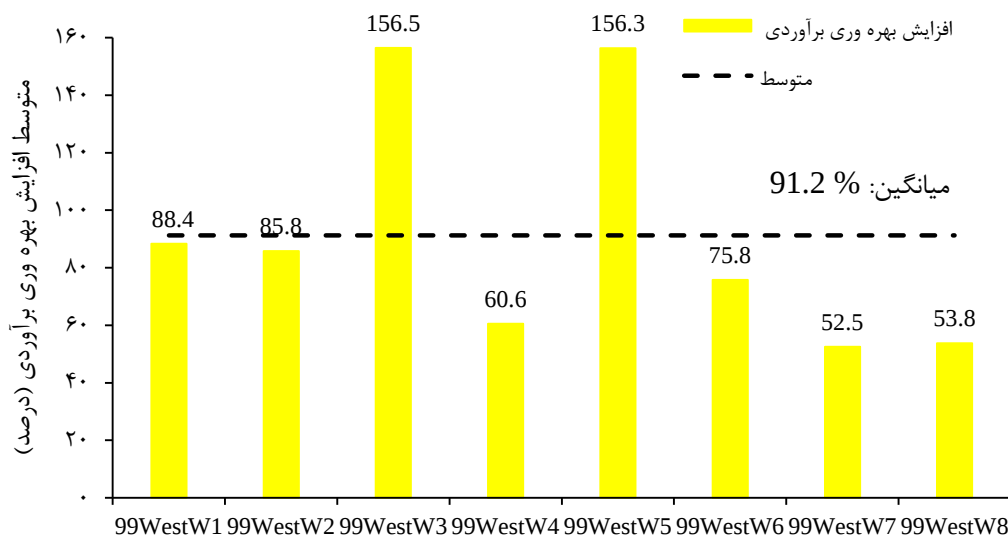
مقایسه گرافیکی مقادیر کاهش عمق آبیاری و متوسط افزایش راندمان کاربرد، بهره‌وری برآوردی آب و بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی در شکل ۵۶۳ تا شکل ۵۶۶ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه گردید به‌کارگیری تکنیک‌های آبیاری موجب کاهش ۳۶/۷ درصد آب آبیاری، افزایش ۲۳/۵ درصدی راندمان کاربرد، افزایش ۹۱/۲ درصدی بهره‌وری برآوردی و افزایش ۶۴/۳ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر گردید.



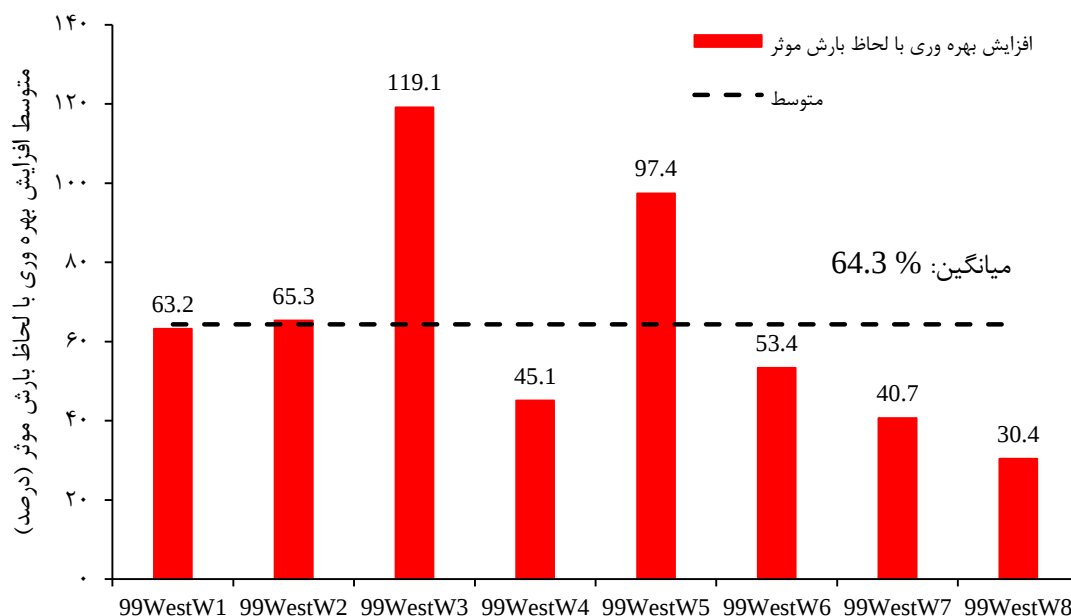
شکل ۵۶۳- مقایسه مقادیر کاهش عمق آبیاری در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان غربی



شکل ۵۶۴- مقایسه مقادیر متوسط افزایش راندمان کاربرد در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان غربی



شکل ۵۶۵- مقایسه مقادیر افزایش بهره‌وری برآوردی آب در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان غربی



شکل ۵۶۶- مقایسه مقادیر افزایش بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در مزارع تحت پایش شرکت‌های فنی و مهندسی آذربایجان غربی

۷-۲-۲- کشت بهاره و باغات در آذربایجان غربی

مقادیر عملکرد، راندمان کاربرد، مجموع عمق آبیاری، بهره‌وری آب و بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر در جدول ۳۲۸ آورده شده است. مقایسه گرافیکی نرخ تغییرات پارامترهای فوق‌الذکر در شکل ۵۶۷ تا شکل ۵۷۰ ارائه شده است. مطابق نتایج، استفاده از تکنیک آبیاری نشتی حلقوی در ۲ باغ^۷، افزایش ۲۲۱/۶ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۲۹/۸ درصدی راندمان کاربرد و کاهش ۶۰/۳ درصدی آب آبیاری را در پی داشت. استفاده از تکنیک آبیاری یک‌درمیان جویچه‌ها در ۲ مزرعه، افزایش ۱۶۹/۱ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۱۶/۴ درصدی راندمان کاربرد و کاهش ۴۷/۳ درصدی آب آبیاری را به همراه داشت. استفاده از تکنیک تغییر روش آبیاری از سطحی به تحت‌فشار (قطره‌ای، تیپ، بابلر و بارانی) در ۹ باغ و مزرعه افزایش ۲۲۱/۸ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۲۷/۸ درصدی راندمان کاربرد و کاهش ۴۵/۲ درصدی آب آبیاری را به دنبال داشت. به‌کارگیری تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به جویچه‌ای و آرایش کاشت ۴۰×۶۰ در ۲ مزرعه موجب افزایش ۷۲/۴ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۲۴/۶ درصدی راندمان کاربرد و کاهش ۳۹/۸ درصدی آب آبیاری گردید. همچنین استفاده از تکنیک تغییر روش آبیاری از نواری به شیاری دوطرفه در ۱۵ باغ، افزایش ۶۹/۶ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۱۸/۱ درصدی راندمان کاربرد و کاهش ۳۶/۹ درصدی آب آبیاری را در پی داشت. تکنیک‌های آبیاری زیرسطحی و مدیریت زمان آبیاری (در ۱ باغ)، آرایش کشت جویچه‌ای و آبیاری با سیفون (در ۲ مزرعه)، تغییر آرایش کشت از تک‌ردیفه به دو ردیفه (در ۳

^۷ تکنیک نشتی حلقوی به عنوان تکنیک دوم در یکی از باغات ارومیه استفاده شد.

مزرعه)، مدیریت زمان آبیاری (در ۴ مزرعه) و کشت نشایی^۸ (در ۱ مزرعه) نیز به ترتیب موجب افزایش ۶۰/۹، ۵۵/۳، ۸۱/۳، ۵۶/۷ و ۷/۸ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۷/۵، ۲۵/۸، ۳/۰، ۱۹/۳ و ۰/۳ درصدی راندمان کاربرد، کاهش ۳۶/۸، ۳۶/۲، ۱۸/۳، ۲۶/۷ و ۱۷/۵ درصدی عمق آبیاری گردید. تکنیک انتقال آب با لوله‌های کم‌فشار سر هر ردیف درخت اثر منفی بر روی عمق آبیاری و راندمان کاربرد داشت. تغییر روش آبیاری از شیاری یک‌طرفه به شیاری دوطرفه عمق آبیاری را ۱۰/۳ درصد افزایش داد و به این ترتیب دو تکنیک مذکور اثر منفی بر روی پارامترهای آبیاری داشتند. در مجموع به کارگیری تکنیک‌های آبیاری موجب افزایش ۹۹/۴ درصدی بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر، افزایش ۱۷/۷ درصدی راندمان کاربرد، افزایش ۱۳/۶ درصدی عملکرد و کاهش ۳۴ درصدی عمق آبیاری گردید.

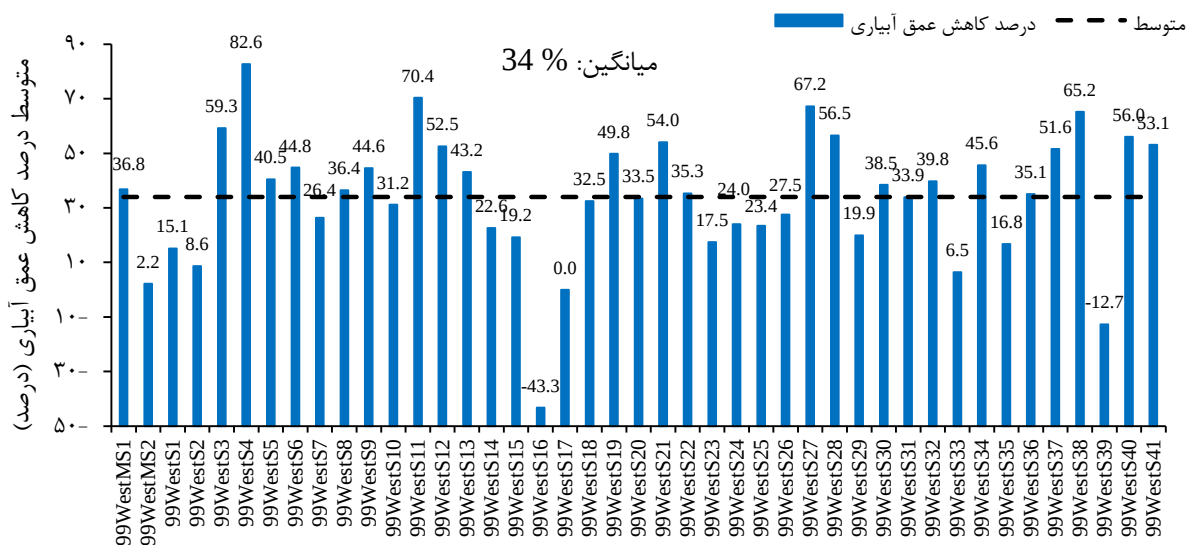
^۸ کشت نشایی در ۵ مزرعه صورت گرفته اما فقط در ۱ مزرعه به عنوان تکنیک مستقل در نظر گرفته شده است.

جدول ۳۲۸- مقادیر عملکرد، بهره‌وری آب، مجموع عمق آبیاری در طول فصل رشد و متوسط راندمان کاربرد در مزارع تحت پایش دانشگاه و شرکت‌های فنی و مهندسی

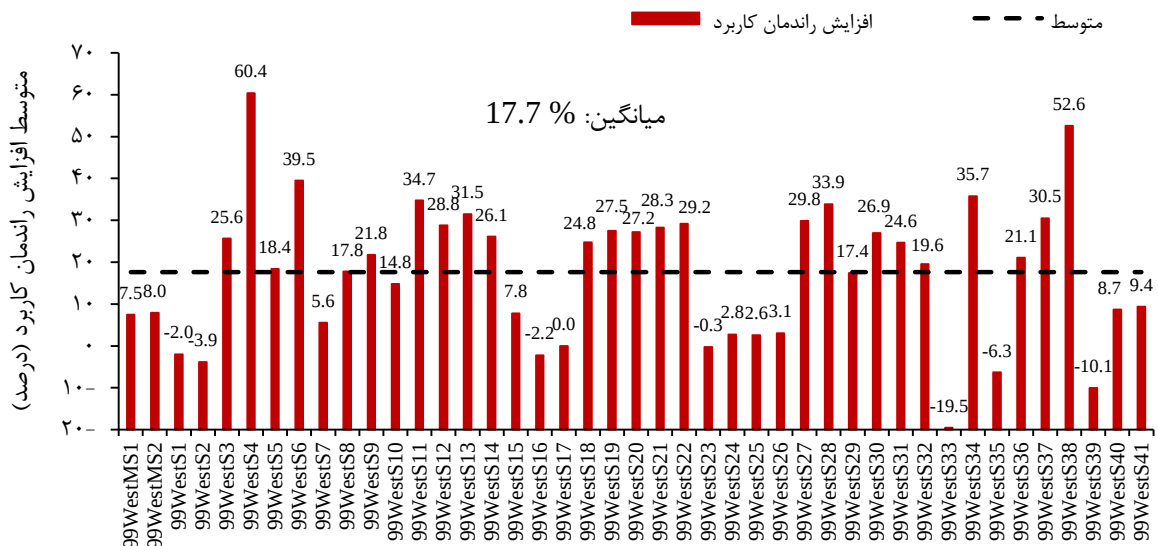
شماره مزرعه	محصول	عملکرد شاهد (Kg/ha)	عملکرد تیمار (Kg/ha)	بهره‌وری آب شاهد (Kg/m ³)	بهره‌وری آب تیمار (Kg/m ³)	بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار (Kg/m ³)	مجموع آبیاری شاهد (m ³ /ha)	مجموع آبیاری تیمار (m ³ /ha)	متوسط راندمان شاهد (%)	متوسط راندمان تیمار (%)
99WestMS ₁	انگور	۱۰۵۵۵	۱۲۰۰۰	۳/۶۷	۶/۶۰	۲/۹۲	۲۶۶۲/۲	۱۸۱۷/۹	۹۲/۵	۱۰۰/۰
99WestMS ₂	چغندر قند	۵۰۰۰	۵۰۰۰۰	۶/۵۶	۶/۷۱	۶/۴۴	۴۶۱۹/۷	۵۱۱۱/۰	۶۰/۶	۶۸/۶
99WestS ₁	گوجه‌فرنگی	۴۵۰۰۰	۷۰۰۰۰	۱۲/۳۸	۲۲/۶۸	۱۲/۱۱	۳۵۶۲/۷	۲۹۶۲/۶	۹۸/۰	۹۶/۰
99WestS ₂	گوجه‌فرنگی	۵۰۷۰۰	۷۸۰۰۰	۱۳/۳۶	۲۲/۴۹	۱۳/۳۶	۳۵۹۷/۵	۳۱۵۳/۳	۹۴/۸	۹۰/۹
99WestS ₃	گوجه‌فرنگی	۳۹۸۰۰	۸۵۰۰۰	۳/۱۹	۱۶/۷۲	۳/۱۹	۷۶۵۹/۶	۴۴۲۴/۵	۶۱/۴	۸۷/۰
99WestS ₄	گوجه‌فرنگی	۳۰۰۰۰	۵۰۰۰۰	۱/۲۲	۱۱/۶۸	۱/۲۱	۷۶۹۵/۵	۳۹۱۹/۵	۳۱/۲	۹۱/۶
99WestS ₅	هلو و شلیل	۱۰۰۰۰	۱۳۰۰۰	۱/۳۷	۲/۹۹	۱/۲۶	۲۷۹۹/۷	۲۴۶۶/۱	۳۸/۴	۵۶/۸
99WestS ₆	سیب	۴۲۰۰۰	۷۰۰۰۰	۶/۹۳	۲۰/۹۰	۶/۳۰	۱۹۲۷/۳	۲۳۸۷/۵	۳۱/۸	۷۱/۳
99WestS ₇	گوجه‌فرنگی	۵۶۰۰۰	۶۵۰۰۰	۹/۸۱	۱۵/۴۶	۹/۸۱	۵۳۶۵/۵	۴۱۸۴/۵	۹۳/۹	۹۹/۵
99WestS ₈	چغندر قند	۶۷۰۰۰	۷۰۰۰۰	۵/۷۲	۹/۴۰	۵/۶۵	۷۷۹۱/۹	۶۲۷۶/۴	۶۶/۶	۸۴/۳
99WestS ₉	سیب	۲۹۰۰۰	۲۹۰۰۰	۳/۶۳	۶/۵۶	۳/۴۹	۶۱۹۰/۵	۴۳۹۱/۹	۷۷/۶	۹۹/۴
99WestS ₁₀	گوجه‌فرنگی	۴۲۵۵۰	۵۶۹۸۰	۷/۱۸	۱۳/۹۷	۷/۱۸	۳۱۴۲/۳	۲۷۶۴/۶	۵۳/۰	۶۷/۸
99WestS ₁₁	گوجه‌فرنگی	۵۴۱۹۹	۷۰۳۷۵	۶/۵۸	۲۸/۸۵	۶/۵۸	۳۷۹۷/۷	۱۹۷۲/۱	۴۶/۱	۸۰/۸
99WestS ₁₂	هلو	۱۹۳۵	۲۲۵۵	۰/۳۰	۰/۷۳	۰/۲۸	۲۸۵۷/۴	۲۲۴۹/۷	۴۳/۷	۷۲/۵
99WestS ₁₃	چغندر قند	۵۰۰۰۰	۵۲۰۰۰	۴/۸۶	۸/۸۹	۴/۸۲	۴۳۲۰/۹	۴۳۴۳/۶	۴۰/۹	۷۲/۴
99WestS ₁₄	سیب	۳۰۰۰۰	۲۹۶۸۷	۴/۰۳	۵/۱۶	۳/۸۷	۳۹۷۹/۲	۴۵۸۴/۱	۵۳/۵	۷۹/۶
99WestS ₁₅	آلو	۹۰۴۳	۹۷۶۶	۰/۹۱	۱/۲۲	۰/۸۶	۲۸۵۷/۴	۳۴۲۶/۲	۳۴/۹	۴۲/۷
99WestS ₁₆	انگور	۱۵۶۳۸	۱۶۲۴۰	۷/۷۸	۵/۶۴	۶/۳۱	۴۳۲۰/۹	۲۱۹۸/۸	۷۸/۶	۷۶/۴
99WestS ₁₇	چغندر قند	۴۴۳۴۰	۴۴۳۴۰	۷/۳۷	۷/۳۷	۷/۱۹	۳۹۷۹/۲	۵۹۴۵/۹	۹۸/۸	۹۸/۸
99WestS ₁₈	ذرت	۷۵۰۰۰	۷۵۰۰۰	۹/۹۵	۱۴/۷۴	۹/۸۷	۳۴۶۶/۲	۴۰۶۸/۸	۵۵/۲	۸۰/۰
99WestS ₁₉	سیب	۰*	۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۱۵۷۹/۱	۴۴۵۶/۱	۵۵/۴	۸۲/۹
99WestS ₂₀	سیب	۳۴۰۰۰	۳۸۰۰۰	۳/۵۶	۵/۹۸	۳/۴۴	۵۹۴۵/۹	۵۶۱۵/۳	۶۱/۱	۸۸/۳
99WestS ₂₁	چغندر قند	۶۰۰۰۰	۷۸۰۰۰	۵/۵۷	۱۵/۷۳	۵/۱۶	۴۱۶۱/۹	۴۱۲۴/۳	۵۴/۹	۸۳/۲

شماره مزرعه	محصول	عملکرد شاهد	عملکرد تیمار	بهره‌وری آب شاهد	بهره‌وری آب تیمار	بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار	بهره‌وری با لحاظ بارش مؤثر تیمار	مجموع آبیاری شاهد	مجموع آبیاری تیمار	متوسط راندمان شاهد	متوسط راندمان تیمار
		(Kg/ha)	(Kg/ha)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)	(Kg/m ³)	(m ³ /ha)	(m ³ /ha)	(%)	(%)
99WestS ₂₂	چغندر قند	۷۳۰۰۰	۷۷۰۰۰	۸/۰۴	۱۳/۱۱	۷/۳۵	۱۱/۴۴	۵۹۴۵/۹	۴۹۲۱/۷	۵۴/۶	۸۳/۸
99WestS ₂₃	چغندر قند	۷۵۰۰۰	۶۵۰۰۰	۶/۳۲	۶/۶۳	۶/۱۵	۶/۶۳	۴۱۶۱/۹	۵۸۴۲/۷	۵۹/۹	۵۹/۶
99WestS ₂₄	سیب	۵۵۰۰۰	۵۵۰۰۰	۴/۸۹	۶/۴۴	۴/۷۵	۶/۲۰	۵۹۲۸/۹	۷۲۷۰/۵	۸۲/۳	۸۵/۱
99WestS ₂₅	سیب	۱۵۰۰۰	۱۵۰۰۰	۱/۳۸	۱/۸۰	۱/۳۴	۱/۷۴	۵۸۳۹/۳	۵۷۲۹/۷	۶۶/۳	۶۸/۸
99WestS ₂₆	کدو	۱۱۰۰	۱۴۵۰	۰/۱۲	۰/۲۱	۰/۱۱	۰/۲۱	۵۹۱۶/۵	۲۶۰۰/۶	۳۵/۳	۳۸/۴
99WestS ₂₇	کدو	۹۵۰	۱۱۵۰	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۰۵	۰/۱۹	۴۹۶۱/۰	۲۹۲۸/۹	۲۲/۰	۵۱/۸
99WestS ₂₈	سیب	۴۴۰۰۰	۴۵۵۰۰	۳/۲۴	۷/۷۰	۳/۱۶	۷/۲۸	۷۱۰۷/۶	۴۷۵۹/۴	۴۶/۷	۸۰/۶
99WestS ₂₉	انگور	۱۵۰۰۰	۲۰۰۰۰	۳/۸۹	۶/۴۸	۳/۴۰	۵/۴۹	۹۲۵۹/۳	۲۳۱۳/۴	۵۷/۵	۷۴/۹
99WestS ₃₀	کدو	۱۳۸۷	۱۳۸۷	۰/۲۳	۰/۳۷	۰/۲۱	۰/۳۳	۷۲۰۳/۲	۲۷۴۹/۸	۴۶/۱	۷۳/۱
99WestS ₃₁	کدو	۸۷۰	۹۱۰	۰/۲۲	۰/۳۵	۰/۲۱	۰/۳۳	۳۳۰۰/۲	۲۰۸۰/۵	۵۶/۰	۸۰/۶
99WestS ₃₂	آلو	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۰/۶۵	۱/۰۷	۰/۶۰	۰/۹۶	۳۷۸۶/۷	۳۹۶۰/۳	۶۵/۴	۹۵/۰
99WestS ₃₃	زردآلو	۱۲۵۰۰	۱۸۴۲	۱/۱۵	۰/۱۸	۱/۰۸	۰/۱۷	۶۳۵۰/۳	۶۴۹۲/۳	۸۳/۳	۶۳/۷
99WestS ₃₄	شلیل	۱۳۲۰۰	۷۰۰۰	۲/۰۹	۲/۰۴	۱/۹۰	۱/۷۲	۲۲۱۵/۹	۳۳۹۰/۰	۶۳/۰	۹۸/۷
99WestS ₃₅	زردآلو	۰*	۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۰/۰۰*	۲۸۲۱/۴	۴۵۹۶/۹	۹۲/۰	۸۵/۶
99WestS ₃₆	آلو	۱۵۰۰۰	۱۵۷۸۹	۱/۲۳	۱/۹۹	۱/۱۷	۱/۸۴	۲۱۸۵/۰	۶۶۷۲/۴	۶۳/۱	۸۴/۱
99WestS ₃₇	کدو	۷۶۰	۸۰۰	۰/۱۷	۰/۳۶	۰/۱۶	۰/۳۴	۵۰۵۸/۹	۲۰۸۶/۶	۶۳/۹	۹۴/۴
99WestS _{38T1}	سیب	۱۶۶۶۶	۲۷۲۷۲	۱/۹۸	۴/۲۵	۱/۸۸	۳/۷۱	۹۰۷۰/۱	۳۶۶۷/۶	۳۹/۳	۹۳/۶
99WestS _{38T2}	سیب	۳۷۸۷۸	۲۷۲۷۲	۱/۹۸	۹/۲۸	۱/۸۸	۸/۱۴	۳۹۷۴/۴	۳۶۸۴/۲	۳۹/۳	۹۰/۳
99WestS ₃₉	سیب	۱۱۳۶۴	۱۸۷۵۰	۱/۲۱	۱/۷۷	۱/۱۴	۱/۶۸	۵۹۳۱/۵	۴۲۳۷/۹	۵۰/۰	۳۹/۹
99WestS ₄₀	سیب	۱۵۲۱۷	۱۱۶۲۸	۱/۳۴	۲/۳۳	۱/۲۸	۲/۰۹	۱۰۳۶۰/۳	۴۹۸۸/۴	۹۱/۳	۱۰۰/۰
99WestS ₄₁	سیب	۲۷۲۷۲	۲۲۷۲۷	۲/۴۱	۴/۲۸	۲/۲۹	۳/۸۶	۷۰۳۵/۲	۳۸۰۰/۶	۶۲/۲	۷۱/۶

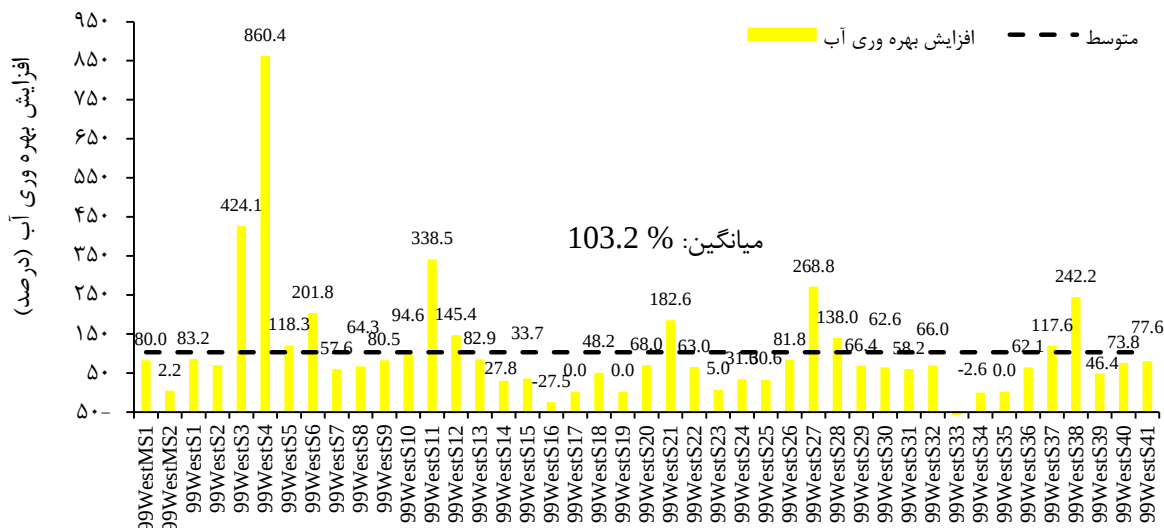
* عملکرد صفر به دلیل سرمازدگی باغ



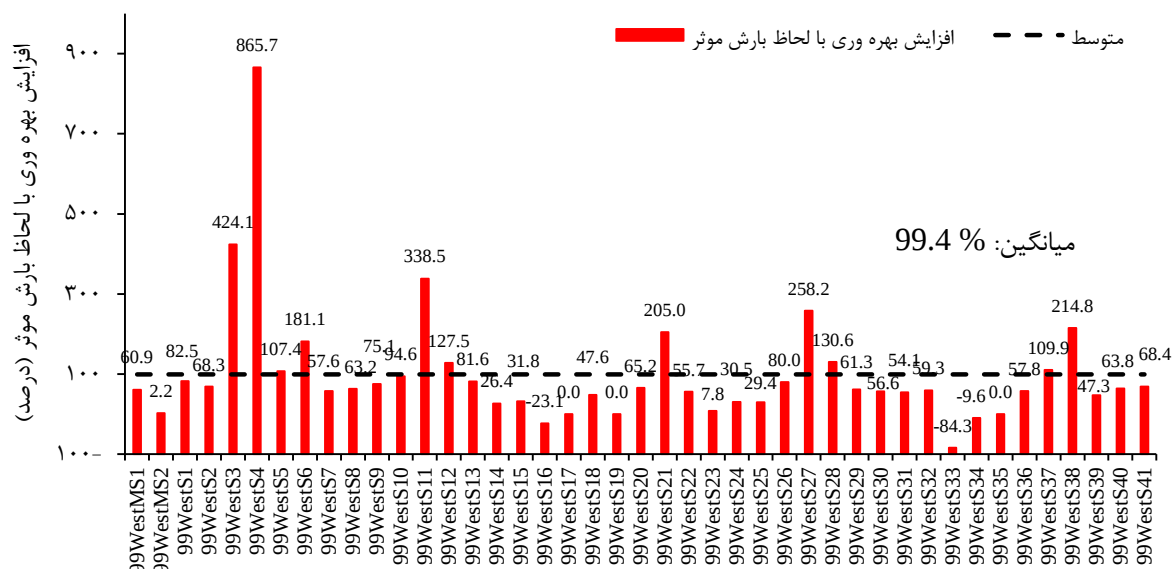
شکل ۵۶۷- مقایسه مقادیر کاهش عمق آبیاری در مزارع تحت پایش دانشگاه و شرکت‌های فنی و مهندسی



شکل ۵۶۸- مقایسه مقادیر متوسط افزایش راندمان کاربرد در مزارع تحت پایش دانشگاه و شرکت‌های فنی و مهندسی



شکل ۵۶۹- مقایسه مقادیر افزایش بهره‌وری آب در مزارع تحت پایش دانشگاه و شرکت‌های فنی و مهندسی



شکل ۵۷۰- مقایسه مقادیر افزایش بهره‌وری آب با لحاظ بارش مؤثر در مزارع تحت پایش دانشگاه و شرکت‌های فنی و مهندسی

۳-۲-۷- ارزیابی اقتصادی آذربایجان غربی

آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در مزارع تیمار و مرجع منتخب گندم نسبت به مزارع شاهد منتخب، در چهار شهرستان منتخب استان آذربایجان غربی انجام شد. خلاصه نتایج مستخرج از پروژه برای این استان به شرح جدول زیر می باشد:

جدول ۳۲۹- نتیجه آزمون فرضیه اقتصادی بودن کاربرد تکنیک‌های به‌زراعی در شهرستانهای منتخب استان آذربایجان غربی

نام شهرستان	مزارع مرجع	مزارع شاهد
ارومیه	-	غیراقتصادی

غیراقتصادی	غیراقتصادی	میان‌دو آب
اقتصادی	غیراقتصادی	مهاباد
اقتصادی	اقتصادی	نقده

چالش‌ها و پیشنهادات:

- ۱- تجهیز شرکتهای جدید
- ۲- پشتیبانی اجرایی تیم‌های همکار در اجرای طرح
- ۳- تغییرات شرکتهای مجری و مشکلات ناشی از آن
- ۴- تغییرات درون شرکتهای مجری و مشکلات ناشی از آن (عمدتاً کارشناسان آب)
- ۵- تقویت ورود به جوامع محلی در شرکت‌ها
- ۶- افزایش بازدید کشاورزان از مزارع و باغات نمونه پایش
- ۷- انتخاب مزرعه نمونه پایش و تقدیر از شرکت مجری آن
- ۸- قانونمندی ارزیابی شرکتهای مجری توسط گروه پایش

منابع

- اسدی، ا.، اشرفی، ش.، باغانی، ج.، ریاحی، ح.، سهرابی، ت.، طایفه‌رضایی، ح.، عباسی، ف.، کشاورز، ع.، مأم‌پوش، ع.ر. و میان‌آبی، ع. ۱۳۷۵. بررسی عملکرد روش‌های آبیاری سطحی تحت مدیریت زارعین. مجموعه مقالات دومین کنگره ملی مسائل آب‌و خاک کشور، تهران، ۴۰-۳۰.
- شرف منصوری، غ و شریفی، م.، ۱۳۹۲. تأثیر آرایش کاشت بر خصوصیات کمی و کیفی چغندر قند در مناطق سردسیر استان فارس، مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. (۴) ۳: ۱۵-۲۵.
- آمار کشاورزی. ۱۳۸۳. معاون امور اقتصادی و اداری محصولات کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی استان.
- بهره‌دار، د. ۱۳۷۳. بررسی علل نارسایی‌ها و مشکلات موجود در بهره‌برداری از شبکه فرعی آبیاری و زهکشی در اراضی کشت و صنعت مغان. مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- بهزادی نسب، م.، ناظمی، ا.ح. و صدرالدینی، س ع ا. ۱۳۸۷. ارزیابی سیستم آبیاری سطحی-جوی و پشته‌ای (مطالعه موردی مزارع کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه). دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اهواز، ۸-۱۰.
- بهمنش، ج و نورجو، ا.، ۱۳۹۴. تأثیر فشردگی خاک بستر و آرایش کاشت بر بهره‌وری آب در زراعت چغندر قند، مجله چغندر قند. ۳۲ (۱): ۶۲-۵۱.
- ترابی، م و جهاد اکبر، م.ر.، ۱۳۸۳. اثر آبیاری فارو در کاشت تک ردیف و دو ردیف بر بهره‌وری مصرف آب، کمیت و کیفیت عملکرد چغندر قند، نشریه تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۶ (۲۲): ۱۵-۲۶.
- حجازی، م. و گرجی، ع.، ۱۳۸۶. ضرورت توسعه روش‌های آبیاری تحت فشار و بررسی روند اجرایی طرح. سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار.
- حیدری، ن. و حقایقی‌مقدم، س.ا. ۱۳۸۰. کارآیی مصرف آب آبیاری محصولات عمده مناطق مختلف کشور. گزارش ارائه‌شده به معاونت زراعت وزارت کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، کرج.
- حیدری، ن.، اسلامی، ا.، قدمی فیروزآبادی، ع.، کانون، ا.، اسدی، م. و خواجه عبدالحی، م. ۱۳۸۵. کارآیی مصرف آب محصولات زراعی مناطق مختلف کشور (مناطق کرمان، همدان، مغان، گلستان و خوزستان)، همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی ایران، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- خوش خواهش، ی ع. ۱۳۷۶. ارزیابی بازده کاربرد آبیاری مزرعه در برنجزارهای تحت شبکه آبیاری گیلان و فومنات. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- دهقان، پ.، ولی‌زاده، س.، خسروی، ح.، ۱۳۹۴. بررسی عوامل خشک شدن دریاچه ارومیه و راهکارهای احیای آن، دومین همایش ملی آب، انسان و زمین، اصفهان. ص ۱-۷.
- زهتابیان، غ.ر. ۱۳۷۳. علل پایین بودن راندمان آبیاری در منطقه‌ی ورامین. مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، وزارت نیرو، ۱-۲۱.
- رضاوودی‌نژاد، ر.، احمدی، ح.، صمدی، ا.، ۱۳۹۴. گزارش مطالعه و بررسی عوامل پایین بودن راندمان انتقال و توزیع آب در کانال‌های آبیاری (مطالعه موردی شبکه بمپور)، دانشگاه ارومیه.
- ریاحی فارسانی، ح.، نوری امام‌زاده‌ای، م.ر.، فتاحی نافچی، ر. و طباطبائی، س ح. ۱۳۹۳. ارزیابی سیستم آبیاری جویچه‌ای در دشت‌های شهرکرد، بروجن و خانمیرزا. علوم و مهندسی آبیاری، ۳۷ (۲): ۹۵-۱۰۴.
- سپاس خواه، ع.ر. و کامگار حقیقی، ع ا. ۱۳۷۳. اثر دور آبیاری جویچه‌ای یک‌درمیان روی محصول و راندمان مصرف آب چغندر قند. دانشگاه اصفهان.

- سهرابی، ت و امیدوار، م. ۱۳۸۱. مشکلات بهره‌برداری سیستم‌های آبیاری بارانی سنتریپوت ساخت داخل در منطقه جوبین خراسان، مجله علوم کشاورزی و عمران روستایی، جلد ۴، شماره ۱، صفحات ۱۷۵-۱۸۶.
- شماعی، غ.ر.، موسوی، ف. و مصطفی‌زاده، ب. ۱۳۷۵. ارزیابی راندمان‌های سیستم آبیاری شیاری در اراضی یکپارچه و استان چهارمحال و بختیاری. مجموعه مقالات هشتمین درس گروهی کمیته‌ی ملی آبیاری و زهکشی ایران، وزارت نیرو، ۱۴۹-۱۵۹.
- صبوحی، م.، خنجری، س. و کیخا، ا.ع. ۱۳۸۹. بررسی کارایی مصرف آب در گلخانه‌های سیستان. مجله اقتصاد کشاورزی. ۴ (۳): ۹۱-۱۰۲.
- طالقانی، ف.، ۱۳۸۰. ارزیابی تأثیر آرایش کاشت بر عملکرد چغندرقد، هفتمین کنفرانس زراعت ایران، شهرپور، کرج.
- طایفه رضایی، ح.، معیری، م. و ریاحی، ح. ۱۳۸۲. ارزیابی راندمان آبیاری سطحی توسط کشاورزان ایران گزارش فنی نهایی مرکز تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی کرج. شماره گزارش ۱۰۰۲.
- عباسی، ف. ۱۳۹۱. اصول جریان در آبیاری سطحی. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- عباسی، ف.، سهراب، ف. و عباسی، ن. ۱۳۹۵. ارزیابی وضعیت بازده کاربرد آب آبیاری در ایران. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۷ (۶۷): ۱۱۳-۱۲۸.
- فاطمی، م. و شکرالهی، ا. ۱۳۷۲. ارزیابی بازدهی آبیاری در شبکه‌ی آبیاری دز. مجموعه مقالات ششمین سمینار کمیته‌ی ملی آبیاری و زهکشی ایران، وزارت نیرو، ۷۲-۸۵.
- کانونی، ا. ۱۳۸۶. ارزیابی بازده کاربرد آبیاری جویچه‌ای تحت مدیریت‌های مختلف در منطقه مغان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۸ (۲): ۱۷-۳۲.
- گزارش تحقیقات خاک و آب. ۱۳۷۲. تعیین آب مصرفی پتانسیل گیاه چغندرقد به‌روش لایسیمتری.
- مامن پوش، ع.، عباسی، ف. و موسوی س. ف. ۱۳۸۰. ارزیابی بازده کاربرد آب در روش‌های آبیاری سطحی در برخی از مزارع استان اصفهان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۲ (۹): ۴۳ - ۵۸.
- معیری، م.، کاوه، ف. ۱۳۸۷. تحلیل بازده آبیاری سطحی در مزارع غیر یکپارچه شبکه آبیاری دز. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۹ (۳): ۱۳۵-۱۵۲.
- ملوحی، ح.، بهزاد، م. و ناصری، ع. ۱۳۸۵. راندمان‌های کاربرد آب در دو حالت جویچه‌های بازسازی‌شده و بدون بازسازی در مزارع نیشکر. همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، ۱۲-۱۴.
- منعم، م. ج.، قاهری، ع.، بادزهر، ع.، غروی، ح.، برهان، ن.، ذوالفقاری، ع.، ثابتی، ع. و احسانی، م. ۱۳۷۹. ارزیابی عملکرد شبکه آبیاری قزوین با استفاده از مدل PAIS. دهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ۱۵۵-۱۶۶.
- مهرابی بشرآبادی، ح. و پاکروان، م. ۱۳۸۸. محاسبه انواع کارایی و بازده به مقیاس تولیدکنندگان آفتابگردان. شهرستان خوی. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۳ (۲): ۹۵-۱۰۲.
- میرابوالقاسمی، ه. ۱۳۷۳. ارزیابی بازده آبیاری در تعدادی از شبکه‌های سنتی ایران. مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. تهران.
- نورجو، ا.، مهدی خانی، پ.، بقایی کیا، م. ۱۳۸۳. ارزیابی تأثیر الگوی برف و مدیریت آبیاری بر کیفیت و کمیت محصول چغندرقد. ۲۷ سمینار ملی چغندرقد، مشهد.
- نیریزی، س.، سهرابی، ت.، ماهرانی، م. و حیدری، ن. ۱۳۷۶. آشنایی با آبیاری کابلی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، وزارت نیرو، ۱-۱۰.

- نیری، س. و حلمی، ف. د. ۱۳۸۳. مقایسه کارایی مصرف آب در چند نقطه خراسان. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران.
- واکر، و آر. و اسکوگریو، گ و ی. ۱۳۷۵. آبیاری سطحی: تئوری و عمل (ترجمه مصطفی زاده، ب و موسوی، ف). انتشارات فرهنگ جامع.
- وظیفه دوست، م.، علیزاده، ا.، کمالی، غ.، فیضی، م.، ۱۳۸۷. افزایش بهره‌وری آب کشاورزی در مزارع تحت آبیاری منطقه برخوار اصفهان. مجله آب‌و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۲ (۲): ۴۸۴-۴۹۵.
- یزدی، زر اندام.، محسنی موحد، س. ا. و حیدری، م. ۱۳۸۷. تهیه مدلی جهت ارزیابی، طراحی، شبیه‌سازی و بهینه‌سازی عملکرد آبیاری شیار. دومین سمینار راهکارهای بهبود و اصلاح سامانه‌های آبیاری سطحی، ۱۲۱-۱۳۶.
- Alazba, A.A. and Fangmeire, D. D. 1995. Hydrograph shape and irrigation efficiency. J. Irrig. And Drain. Div., ASCE 121(6): 452-457
- Ali, M.H. and Talukder, M.S.U. 2008. Increasing water productivity in crop production –A synthesis. Agric. Water Manage. 95: 1201 – 1213 Available.
- Ascough, G.W., Kiker, G.A. 2002. The effect of irrigation uniformity on irrigation water requirements. Water SA, Vol.28, No. 2, April 2.
- Battikhi, A.M. and Abu-Hammad, A.H. 1994. Comparison between the efficiencies of surface and pressurized irrigation systems. Irrig. Drain. Sys. 8(2): 109-121.
- Borrelli, J., Fornstrom K.J., Brosz D.J., and Jackson G.D. 1982. Sediment yield and its control from fann land in the Bitter Creek drainage at Powell, Wyoming.
- Butista, E. and Wallender, W.W. 1993. Optimal management strategies for cut-back furrowirrigation. J. Irrig. And Drain. Eng., ASCE119(6): 1099-1115.
- Camacho, E.C., Perez-Lucena, C., Roldan-Canas, J. and Alcaide, M. 1997. IPE: Model for management and control of furrow irrigation in real time. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 123(4): 264-269.
- Criddle, W.D., Steling, D. and Dell, G.S. 1956. Methods for evaluation of irrigation systems. SCS. Handbook. No. 82.
- Emond, H., Loftis, J.C., Podmore, T.H., Roberts, J. and Leaf, F. 1993. Evaluation of surface irrigation systems near Greeley. Colorado. In: Klein K.C. and Williams D.J. (eds.). Seeking an Integrated Approach to Watershed Management in the Sough Platte Basin. Colorado State University, Fort Collins, Co, 80523, USA.
- rahani, H. and Oweis, T. 2008. Agricultural water productivity in Karkheh river basin. In: Improving On-farm Agricultural Productivity in Karkheh River Basin. A Compendium of Review Papers. CGIAR challenge program on water and food. Research Report No.1.
- Izadi, B. and Wallender, W.W. 1985. Furrow hydraulic characteristics and infiltration. Trans. ASAE 28(6): 1901-1908.
- Izadi, B., Studer, D. and Mc Cann, I. 1991. Maximazing set furrow irrigation application efficiency under full irrigation strategy. Trans. ASAE 34(5): 2006-2014.
- Jensen, M.E. 1980. The role of irrigation in food and fiber production. In Design and operation of farm irrigation systems, ed. M. E. Jensen. Michigan: The American Society of Agricultural Engineers, 15-41.
- Kang, S.Z., Shi, P., Pan, Y.H., Liang, Z.S., Hu, X.T. and Zhang., J. 2000. Soil water distribution ,uniformity and water use efficiency under alternate furrow irrigation in arid areas. Irrig. Sci. 19(4): 181-190.
- Lamm, F. R. 2000. Who wants to be an in-canopy irrigator? Proceedings of Central Plains Irrigation short course and Extension. February 9-10, 2000, Garden City, Kansas, Central Plains Association, Colby, Kansas, and PP: 118-127.
- Merriam, J.L. 1977. Efficient Irrigation, California polytechnic and State Univ., San Luis Obispo, Calif.

- Merriam, J.L., Keller, J., 1978. Farm irrigation system evaluation: A guide for management. Department of Agricultural and Irrigation Engineering, Utah State University, Logan, Utah.
- Ortega Alvarez, J.F., Tarjuelo Martin-Baito, J.M., De Juan Valero, J.A and Pedro Carrion Perez. 2004. Uniformity Distribution and it's economic effect on irrigation management in semi-arid zone. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Vol.130, No. 4.
- Playán, E. and Mateos, L. 2006. Modernization and optimization of irrigation systems to increase water productivity. Colombo, Sri Lanka. 26 pp.
- Smerdon, E.T. and Glass, L.J. 1965. Surface Irrigation water - distribution efficiency related to soil infiltration. Trans. ASAE, 8(1): 76 – 78.
- Samadi, A. and Sepaskhah, A.R. 1984. Effect of alternative furrow irrigation on yield and water use efficiency of dry beans. Iran Agric. Res. 3: 95-115.
- Speelman, S., D'Haese, M., Buysse, J. and D'haese, L. 2008. A measure for the efficiency of water use and its determinants, study at small-scale irrigation schemes in North-West province. South Africa. Agric. Syst . 98(1): 31-39.
- Stone, J.F., Garton, J.E., Webb, B.B., Reeves, H.E and Keflemariam, J. 1976. Irrigation water conservation by using wild- spaced furrow. Soil Science American. 43: 407-411.
- Topak, R., Suheri, S. and Acar, B. 2010. Comparison of energy of irrigation regimes in sugar beet production in a semi-arid region. Energy J. 35: 5464-5471.
- Tarjuelo, J. M., Mpintero, J., Honrubina, F.T., Ortiz, J.J and Ortega, J. F. 1999. Analysis of Uniformity of Sprinkler Irrigation in a Semi-arid area. Elsevier Science. Agricultural Water Management. No. 40. PP: 315-331.
- Vazifedoust, M., van Dam, J.C., Feddes, R.A. and Feizi, M. 2008. Increasing water productivity of irrigated crops under limited water supply at field scale. 89-102.
- Walker, W.R. and Skogerboe, G.V. 1987. Surface irrigation. Theory and practice. Prentice-Hall, NJ, USA.
- World Bank. 2006. World Development Indicators,. Available at: www.worldbank.org/.
- Yvan, E.G., Eisenhaver, D.E. and Elmore, R.W. 1993. Alternate-furrow irrigation for soybean production. Agric. Water Manag. 24: 133-145.
- Zwart, S.J. and Bastiaansen, W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated water, rice, cotton, and maize. Agric. Water Manag. 69: 115-13.