

## Comparative Evaluation of localized Irrigation System (Bubbler) and Surface Irrigation (Basin) of Palm Trees: The Case Study of Bastak Region of Hormozgan Province

REZVAN TALEBNEJAD<sup>1\*</sup>, FARIBORZ PACHANG<sup>1</sup>, ALI REZA SEPASKHAH<sup>1</sup>

1. Water Engineering Department and Drought Research Center, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

(Received: Dec. 3, 2020- Revised: Jan. 2021- Accepted: Feb. 3, 2021)

### ABSTRACT

Facing to drought in recent years has lead to focus on promoting the use of localized irrigation in the country. Due to the shortage of available water resources, farmers have also realized the need to use a drip irrigation system. Monitoring and evaluation of existing and operating systems is of particular importance that can prevent the waste of capital and achieve the main goals of the application of pressurized irrigation systems. Date is one of the garden products that play an important role in food security and national economy. Hence the purpose of this research is technical and hydraulic evaluation of the performance of localized irrigation system (bubbler) on palm trees located in Bastak city in Hormozgan province and also comparing water productivity of this method with the basin irrigation system, which is common in this area. For this purpose, two farms were selected and evaluation parameters were determined by measuring the flow rate and pressure of the bubblers in two stages. According to the results of this study, the potential application efficiency of low quarter (PELQ) and actual efficiency application of low quarter (AELQ), which represent the overall performance of the localized irrigation system (bubbler), were 29.21% and 32.44% on March 2019, and 32.64% and 36.26% on June 2019, respectively. Therefore, the performance of proposed irrigation system was evaluated to be in a poor condition. By training the operator to wash the filtration system properly and timely and to control the semi-main pipe valves adjustment, the performance of the localized irrigation system can improve. Water productivity of the date cultivar Khanizi was 0.18 kg/m<sup>3</sup> for the garden irrigated with basin surface irrigation method. However, it was 0.33 kg/m<sup>3</sup> for the garden irrigated with bubbler system. Therefore, the bubbler irrigation system had a higher water efficiency in comparison to the surface irrigation. The results showed due to lack of training to operator, absence of design engineer at the project site, lack of accurate information from the project site and also the lack of proper supervision over the implementation of the drip irrigation system, the performance of the system has not been at an acceptable level.

**Keywords:** Water Productivity, Pressurized Irrigation System, Application Efficiency, Irrigation System Design.

---

\* Corresponding Author's Email: Rezvan Talebnejad

## ارزیابی مقایسه‌ای سامانه آبیاری موضعی (حباب‌ساز) و آبیاری سطحی (حوضچه‌ای) در ختان نخل: مطالعه موردی منطقه بستک استان هرمزگان

رضوان طالب‌نژاد<sup>۱\*</sup>، فریبرز پاچنگ<sup>۱</sup>، علیرضا سیاسخواه<sup>۱</sup>

۱. بخش مهندسی آب و مرکز مطالعات خشکسالی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۱۳ - تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۱/۱ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۱/۱۵)

### چکیده

در سال‌های اخیر به دلیل مواجهه با خشکسالی، بر ترویج کاربرد آبیاری قطره‌ای در سطح کشور تمرکز شده است. با توجه به کمبود منابع آب موجود، کشاورزان نیز به لزوم استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای پی برده‌اند. پایش و ارزیابی سامانه‌های موجود و در حال بهره‌برداری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که می‌تواند مانع از هدر رفت سرمایه شده و دستیابی به اهداف اصلی کاربرد آبیاری تحت فشار را فراهم سازد. خرما یکی از محصولات باغی است که نقش مهمی در امنیت غذایی و اقتصاد ملی ایفا می‌کند. از این رو هدف این پژوهش ارزیابی فنی و هیدرولیکی عملکرد سامانه آبیاری موضعی (حباب‌ساز) در ختان نخل واقع در شهرستان بستک در استان هرمزگان و همچنین مقایسه بهره‌وری آب این روش با روش آبیاری سطحی (حوضچه‌ای) رایج در این منطقه می‌باشد. بدین منظور دو مزرعه انتخاب گردید و با اندازه‌گیری دبی و فشار حباب‌سازها در دو مرحله، پارامترهای ارزیابی محاسبه شد. طبق نتایج این پژوهش، راندمان بالقوه کاربرد در چارک پایین PELQ و راندمان واقعی کاربرد در چارک پایین AELQ که بیانگر عملکرد کلی سامانه آبیاری موضعی (حباب‌ساز) می‌باشد در اسفندماه سال ۱۳۹۷، به ترتیب ۲۹/۲۱ و ۳۲/۴۴ و در خرداد ماه سال ۱۳۹۸، به ترتیب ۳۲/۶۴ و ۳۶/۲۶ بدست آمد. بنابراین سامانه آبیاری موضعی حباب‌ساز مورد ارزیابی در وضعیت ضعیف از نظر عملکرد قرار دارد. با آموزش به بهره‌بردار برای شستشوی صحیح و به موقع فیلتراسیون و یکسان باز کردن شیر فلکه‌های لوله‌های نیمه اصلی در حال کار می‌توان عملکرد سامانه آبیاری موضعی (حباب‌ساز) را بهبود بخشید. همچنین بهره‌وری آب برای خرما رقم خنیزی که بین دو باغ محل انجام پژوهش مشترک بوده برای باغی که به روش حوضچه‌ای آبیاری می‌شد ۰/۱۸ کیلوگرم بر مترمکعب و در باغی که به روش حباب‌ساز آبیاری می‌شد ۰/۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. بنابراین سامانه آبیاری موضعی (حباب‌ساز)، بهره‌وری آب بیشتری نسبت به آبیاری سطحی داشت. نتایج نشان داد که در شرایط کنونی بهره‌برداری از سامانه در باغ مورد نظر، با توجه به عدم آموزش بهره‌بردار، عدم حضور مهندس طراح در محل طرح و کسب اطلاعات دقیق از محل اجرای طرح و همچنین نبود نظارت صحیح بر اجرای سامانه آبیاری قطره‌ای، عملکرد سامانه در حد قابل انتظار نبوده است.

**واژه‌های کلیدی:** بهره‌وری آب، سامانه آبیاری تحت فشار، راندمان کاربرد، طراحی سامانه آبیاری.

### مقدمه

داده است. استان هرمزگان یکی از مناطق عمده خرماخیز کشور بوده که با سهم ۱۴/۱ درصد از تولید خرما کشور در جایگاه چهارم قرار گرفته است (Radmehr, 2010). در شرایط آب و هوایی ایران مشکل اصلی در راه افزایش تولید محصولات کشاورزی، محدودیت منابع آب می‌باشد. لذا استفاده بهینه از آب به عنوان محور اصلی توسعه در برنامه‌های دولت مورد توجه قرار گرفته است. در ایران ۹۰ درصد از منابع آب در بخش کشاورزی به مصرف می‌رسد (Ministry of Jihad, 2018)، از این رو انتخاب شیوه صحیح و مطلوب آبیاری و افزایش بازده آن با اعمال مدیریت صحیح از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در استان هرمزگان در ختان نخل با توجه به میزان آب قابل

خرما یکی از محصولات مهم باغی است که نقش مهمی در امنیت غذایی، حفظ و پایداری محیط زیست و اقتصاد ملی ایفا می‌کند. ایران با بیش از ۴۰۰ رقم خرما دارای غنی‌ترین ژرم‌پلاسم در جهان بوده که حدود ۵۰ رقم از این مجموعه دارای ارزش تجاری و صادراتی هستند (Pezhman, 2002). بر طبق آمار منتشر شده توسط وزارت جهاد کشاورزی سطح زیر کشت خرما در کشور حدود ۲۴۴ هزار هکتار و میزان تولید آن حدود یک میلیون تن گزارش شده است که بر این اساس ایران از نظر سطح زیر کشت و تولید خرما به ترتیب رتبه اول و دوم را در دنیا به خود اختصاص

آمارهای رسمی قابل برآورد است، ولی در خصوص میزان آب مصرفی آمارها بسیار متفاوت است. در نتیجه تعیین بهره‌وری همواره با تردیدهایی همراه است. براساس آمار مربوط به تولید محصولات باغی و زراعی در کشور در سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۲، از جمله درختان نخل مقدار بهره‌وری آب از ۰/۹۴ تا ۱/۲۹ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر است و متوسط آن ۱/۰۷ کیلوگرم بر مترمکعب بوده است (Agricultural Engineering Research Institute, 2015).

بنابراین با توجه به این که میانگین بهره‌وری آب در دنیا معادل ۰/۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد شده است (Bazza and Kay, 2008)، مقدار برآورد شده این شاخص برای درختان نخل در کشور نسبت به میانگین جهانی به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر می‌باشد و ارتقای آن می‌تواند اهمیت بسزایی در افزایش بهره‌وری آب در کشور داشته باشد. پایین بودن بهره‌وری آب در نخلستان‌های کشور نشانگر عدم استفاده بهینه از آب و در نتیجه بالا بودن تلفات آب می‌باشد. مهم‌ترین دلایل تلفات آب در نخلستان‌ها را می‌توان به عواملی نظیر عدم تحویل حجمی آب، نامناسب بودن نظام قیمت‌گذاری آب، پایین بودن بازده انتقال و کاربرد آب آبیاری، عدم استفاده از روش‌های مناسب آبیاری، ضعف در برنامه ریزی آبیاری و نامناسب بودن شکل و اندازه نخلستان‌ها نسبت داد. از دیرباز پژوهش‌های زیادی بر روی ارزیابی سامانه‌های آبیاری موضعی انجام شده است. به عنوان مثال تعدادی باغ مرکبات با هدف ارزیابی سامانه آبیاری قطره‌ای و مقدار آب آبیاری در شهرستان داراب استان فارس توسط Hasanli & Sepaskhah (2000) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقادیر EU (یکنواختی پخش) برای هفت باغ مورد ارزیابی به ترتیب ۷۹، ۸۶، ۸۵، ۹۱، ۴۱، ۴۰ و ۶۴ درصد به دست آمد. و همچنین در بعضی باغ‌ها دبی قطره‌چکان‌ها به میزان قابل ملاحظه‌ای کمتر از دبی اسمی آن‌ها بود. باغداران با افزایش تعداد قطره‌چکان‌ها حتی تا ۲۸ قطره‌چکان برای هر درخت (بالغ) به ظاهر مشکل گرفتگی را جبران کردند، در حالی که با انجام آبیاری بیش از حد نیاز، باعث تلفات چشم‌گیری از طریق فرونشست عمقی و افزایش سطح خیس‌شدگی تا ۱۰۰ درصد می‌شوند. بررسی‌ها نشان داد که باغداران از میزان آب واقعی مرکبات اطلاعی نداشته و باغ‌ها دارای سیستم فیلتراسیون نسبتاً خوب، به دلیل بالا بودن تعداد قطره‌چکان‌ها، بیش از نیاز آبیاری می‌شدند و باغ‌هایی که فیلتراسیون نداشته و یا فیلتراسیون ناکافی و معیوب داشتند و یا در آن‌ها فشار کافی تامین نمی‌شد کم‌تر از حد نیاز آبیاری می‌شدند. طی تحقیقی (Alizadeh et al., 2010) ارزیابی سامانه آبیاری قطره‌ای در باغ‌های قزوین نشان داد که مقادیر حداقل و حداکثر ضریب

بهره‌برداری و در دسترس باغدار آبیاری می‌شوند. دور آبیاری نیز در آبیاری سنتی عموماً بر اساس آب موجود دو هفته تا ماهانه متغیر و به صورت سطحی است. با توسعه آبیاری تحت فشار در منطقه، تمایل به کاربرد این روش افزایش یافته است. روش‌های آبیاری موضعی در توزیع آب با راندمان بالا یک راه حل مناسب برای استفاده بهینه از منابع آب است. بر این اساس در سال‌های اخیر آبیاری درختان نخل به روش موضعی صورت می‌گیرد تا موجب افزایش بهره‌وری آب گردد. یکی از انواع روش‌های آبیاری درختان خرما آبیاری حباب‌ساز است. حباب‌ساز یا آبفشان نوعی گسیلنده آبیاری موضعی است که بر روی یک پایه در کنار درخت یا بوته گیاه نصب می‌شود و آب را به صورت چتری مانند و به قطر حدود ۶۰ سانتی‌متر پخش می‌نماید. معمولاً نیاز آبی یک درخت با استفاده از یک آبفشان به خوبی تأمین می‌شود. آبدهی و فشار کارکرد نسبتاً بالای حباب‌ساز (دبی خروجی از ۳۰ تا ۴۰۰ لیتر در ساعت) باعث شده است تا از این وسیله در تبدیل آبیاری سطحی نخلستان‌ها و باغات قدیمی به آبیاری موضعی استفاده شود.

با توسعه آبیاری قطره‌ای، بررسی و ارزیابی این روش موضوع بسیاری از تحقیقات قرار گرفت که همگی در جهت بهبود مدیریت و بهره‌برداری از آن‌ها می‌باشد. به عنوان مثال در ارزیابی پنج سامانه آبیاری قطره‌ای در سطح استان سمنان متوسط یکنواختی پخش در سامانه‌های مورد ارزیابی از ۵۷/۲ درصد تا ۸۱/۷ درصد متغیر بوده است (سلامت منش، ۱۳۷۵). طی پژوهشی ابراهیم‌پور (۱۳۹۰)، در استان کردستان ۱۱ سامانه آبیاری قطره‌ای را انتخاب و مورد ارزیابی قرار داد. میزان راندمان پتانسیل کاربرد در چارک پایین سامانه‌های آبیاری در محدوده ۱۴/۹ تا ۷۱/۵ درصد متغیر بود به طوری که فقط یک سامانه دارای عملکرد متوسط (PELQ) بزرگتر از ۷۰ درصد) و مابقی سامانه‌ها دارای عملکرد ضعیف بودند. میزان راندمان واقعی در چارک پایین سامانه‌های آبیاری در محدوده‌ی ۱۶/۶ تا ۷۹/۳ متغیر بود. بر مبنای این شاخص تنها دو مزرعه دارای عملکرد متوسط و بقیه مزارع دارای عملکرد ضعیف بودند. از دلایل پایین بودن عملکرد سامانه‌ها می‌توان به نامناسب بودن فشار سامانه‌ها، اختلاف فشار در سامانه، گرفتگی قطره‌چکان‌ها و مدیریت ضعیف بهره‌برداری از سامانه اشاره نمود. آبیاری نخل خرما به روش سطحی نیز امکان پذیر است. آبیاری حوضچه‌ای روش مناسبی برای آبیاری نخل خرما در خاک‌های مختلف است. روش آبیاری حوضچه‌ای از روش‌های متداول آبیاری سطحی برای نخلستان‌های کشور است. بهره‌وری آب یکی از شاخص‌های مصرف بهینه آب آبیاری است. تعیین مقدار محصول تولیدی معمولاً ساده‌تر و بر اساس

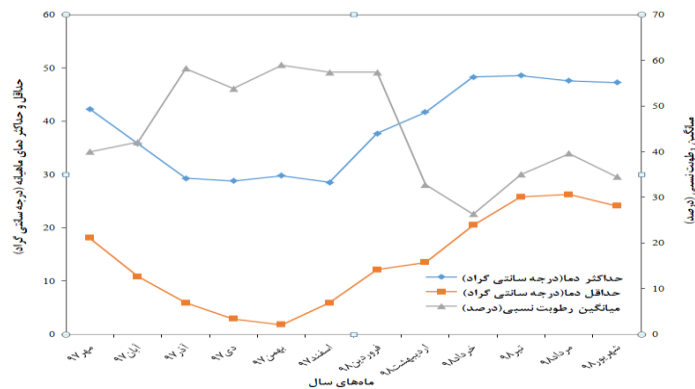
قطره‌ای تنها به یک دلیل خاص نبوده و مجموعه عوامل طراحی، اجرا و کیفیت لوازم در این امر مهم دخالت دارند. هدف این پژوهش ارزیابی فنی و هیدرولیکی عملکرد سامانه آبیاری موضعی (حباب‌ساز) نخلستان واقع در شهرستان بستک و همچنین مقایسه بهره‌وری آب این روش با روش آبیاری سطحی (حوضچه-ای) رایج در این منطقه می‌باشد.

## مواد و روش ها

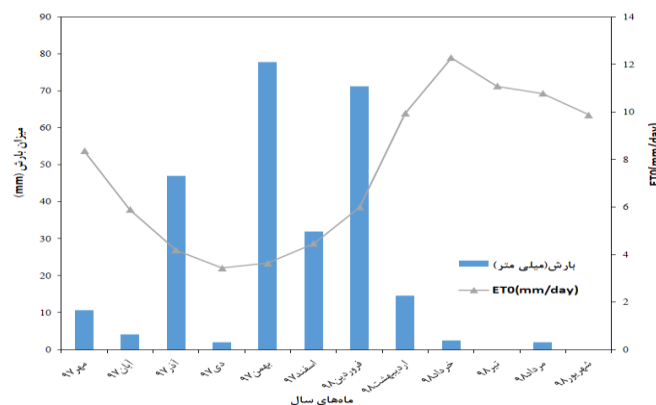
### وضعیت آب و هوایی شهرستان بستک

شهرستان بستک به علت نزدیکی به خلیج فارس و حاره‌ای بودن منطقه، دارای آب و هوای گرم و خشک در تابستان است در حالیکه در زمستان هوا سرد و خشک است. مقادیر حداکثر دما و حداقل دما و میانگین رطوبت نسبی در ماه‌های مختلف در طول فصل رشد بر اساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی سینوپتیک بستک در شکل (۱) آمده است. همچنین تبخیر-تعرق بالقوه سطوح گیاهی مرجع را به صورت ماهیانه در طول فصل رشد جمع آوری اطلاعات هواشناسی و با استفاده از روش پنمن مانتیث فائو محاسبه گردید. میزان بارش ماهانه و تبخیر-تعرق بالقوه سطوح گیاهی مرجع ( $ET_0$ ) در ماه‌های مختلف در طول فصل رشد در شکل (۲) ارائه شده است.

یکنواختی کریستیانسن CU برای سامانه مورد ارزیابی به ترتیب ۶۹ و ۹۰ درصد به دست آمد. و مقادیر حداقل و حداکثر به دست آمده برای یکنواختی توزیع آب DU به ترتیب ۷۱ و ۸۱ درصد محاسبه گردید. متوسط CU و DU طی هفت اندازه‌گیری ۵۵ و ۴۱ درصد بود. در پژوهشی دیگر (Yildirim & Orta (1995)، به بررسی و ارزیابی نه سامانه آبیاری قطره‌ای در منطقه آنتالیای ترکیه پرداخته و به این نتیجه رسیدند که طراحی بد سامانه‌ها، عملکرد نامناسب فیلتراسیون و آرایش و کارگذاری غیر معقول سامانه‌ها در عملکرد نامناسب آن‌ها دخالت عمده‌ای دارد. در پژوهشی (Abbasi *et al.* (2017) به بررسی راندمان کاربرد آب در مزرعه تحت روش‌های مختلف آبیاری سطحی، بارانی و قطره‌ای پرداختند. آنها بر اساس انتخاب ۲۰۰ مزرعه تحقیقاتی در ایران از سالهای ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۵ متوسط راندمان کاربرد آب در مزرعه ( $E_a$ ) را در آبیاری سطحی حوضچه‌ای و آبیاری قطره‌ای به ترتیب ۵۵/۳ و ۷۱ درصد گزارش کردند. (sakesna *et al.* (2019) هیدرولیکی یک سامانه آبیاری قطره‌ای زیر سطحی را با دو عمق ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر مورد بررسی قرار دادند. مقادیر EU و CU برای عمق ۱۵ سانتی‌متر به ترتیب ۹۳ و ۹۵ درصد و عملکرد سامانه در طبقه‌بندی عالی قرار گرفت. از بررسی منابع انجام شده به راحتی می‌توان دید که عملکرد نامناسب یک سامانه آبیاری



شکل ۱- حداکثر دما و حداقل دما و میانگین رطوبت نسبی در ماه‌های مختلف سال در طول فصل رشد



شکل ۲- نمودار میزان بارش و تبخیر-تعرق بالقوه سطوح گیاهی مرجع ( $ET_0$ ) در ماه‌های مختلف در طول فصل رشد

به دلیل کمبود نیروی کارگری جهت آبیاری نخیلات منظم انجام نمی‌شد. ولی به طور کلی مشابه باغات منطقه در فصل پاییز هر ماه یک بار آبیاری به مدت ۲ ساعت صورت می‌گرفت و در فصل زمستان هم به دلیل بارندگی آبیاری صورت نمی‌گرفت. در فصل بهار و تابستان به دلیل گرم بودن هوا هر ماه دو بار آبیاری به مدت ۲ ساعت صورت می‌گرفت. تصاویری از باغ مورد نظر که به روش آبیاری سطحی (حوضچه‌ای) آبیاری می‌شود در شکل (۳) ارائه شده است و خلاصه‌ای از مشخصات باغ و سامانه آبیاری در جدول (۱) آمده است. در این باغ دبی آب خروجی از چاه با روش حجمی در مرحله‌ی خاصی از رشد نخل به نام مرحله‌ی کیمیری (اسفندماه سال ۱۳۹۷) اندازه‌گیری شد. برداشت محصول نخل (خرما) در این باغ به صورت دستی در نیمه‌ی مهرماه سال ۱۳۹۸ صورت گرفت و مقدار محصول برای هر درخت نخل تعیین گردید. بهره‌وری آب نیز برای نخیلات این باغ با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید:

$$WP = \frac{Y}{I} \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در آن WP بهره‌وری آب آبیاری ( $\text{kg m}^{-3}$ )، Y مقدار محصول ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) و I کل آب آبیاری به کار رفته ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) می‌باشد.



شکل ۳- تصاویری از باغ مورد مطالعه و نحوه آبیاری سطحی نخیلات این باغ

که در آن  $ET_0$  تبخیر-تعرق بالقوه سطوح گیاهی مرجع در طول فصل رشد حسب متر،  $K_c$  ضریب گیاهی درخت خرما (۰/۹۵)، a سطح سایه انداز درخت خرما حسب مترمربع (برای حوضچه اطراف نخل ۱۴/۱۳ متر مربع) و  $d_g$  کل آب داده شده به خرما در طول فصل رشد حسب مترمکعب برای هر درخت می‌باشد.

نخلستان با سامانه آبیاری موضعی (حباب‌ساز)

این پژوهش بر روی سامانه‌های آبیاری موضعی (حباب‌ساز) اجرا

نخلستان با سامانه آبیاری سطحی (حوضچه‌ای)

این پژوهش طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در نخلستانی در روستای گتاو واقع در ۱۵ کیلومتری شهر بستک با عرض جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۲ درجه شرقی و طول جغرافیایی ۲۷ درجه و ۷ دقیقه شمالی و ارتفاع ۳۳۰ متری از سطح دریا انجام شد. این نخلستان باتوجه به بافت خاک، توپوگرافی و متوسط تعداد و نوع درختان نخل به عنوان نماینده باغات نخل که به روش سطحی آبیاری می‌شود انتخاب شد. باغ مورد نظر دارای ۶۰ نفر نخل با متوسط سن ۳۰ سال بوده به طوری که فاصله نخیلات بر روی ردیف کشت ۶ متر و فاصله ردیف‌های کشت نخیلات از هم ۶ متر می‌باشد. ارقام نخیلات این باغ شامل درختان نخل از رقم-های گچخواو، خنیزی و خاصایی شناسایی شد. بافت خاک باغ مورد مطالعه لومی شنی و هدایت الکتریکی اشباع خاک ۴/۲ دسی زیمنس بر متر در ابتدا فصل رشد اندازه‌گیری شد. در باغ مورد مطالعه آب از طریق الکترو پمپ شناور با قدرت ۸ اسب بخار و دبی ۸ لیتر در ثانیه وارد نهر آبرسانی شده و سپس به سمت حوضچه‌هایی به قطر ۳ متر که اطراف تنه درخت ایجاد شده هدایت شده است. شوری آب آبیاری ۷/۹ دسی زیمنس بر متر و اسیدیته آن ۷/۲ اندازه‌گیری شد. دور آبیاری در باغ مورد مطالعه

راندمان کاربرد در سامانه آبیاری سطحی (حوضچه‌ای) از معادله‌ی زیر به دست آمد:

$$E_a = \frac{d_n}{d_g} \quad (\text{رابطه ۲})$$

که در آن  $d_n$  آب ذخیره شده در ناحیه ریشه (عمق ریشه برای درخت نخل ۳۰ ساله ۲ متر در نظر گرفته شده است) بر حسب مترمکعب برای هر درخت می‌باشد و به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$d_n = ET_0 \times K_c \times a \quad (\text{رابطه ۳})$$

درختان نخل به عنوان نماینده باغات نخل که به روش موضعی آبیاری می شود انتخاب شد. لازم به ذکر است که نخیلات این باغ از ابتدای کشت به سامانه آبیاری حباب ساز مجهز شده بودند. تصاویری از باغ نخلی که به روش آبیاری موضعی (حباب ساز) آبیاری می شود در شکل (۴) ارائه شده است. مشخصات اولیه سامانه آبیاری موضعی (حباب ساز) بر اساس دفترچه طراحی در جدول (۱) ارائه شده است.

شده در یکی از باغ های روستای کوهیچ واقع در ۱۰ کیلومتری شهرستان بستک با عرض جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۲ درجه شرقی و طول جغرافیایی ۲۷ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۳۸۷ متری از سطح دریا که شرایط آب و هوایی این باغ با شرایط آب و هوایی باغ نخیلاتی که با روش سطحی آبیاری می شد یکسان است در طی سال های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ صورت گرفته است. این نخلستان باتوجه به بافت خاک، توپوگرافی و متوسط تعداد و نوع

جدول ۱- مشخصات اولیه سامانه آبیاری موضعی (حباب ساز) بر اساس دفترچه طراحی و سامانه آبیاری سطحی (حوضچه ای)

ردیف	شرح	سامانه موضعی	سامانه سطحی
۱	محل اجرای طرح	بستک-کوهیچ	بستک-گتاو
۲	مساحت طرح (هکتار)	۱۴	۲
۳	نوع سامانه آبیاری	حباب ساز	حوضچه ای
۴	نوع رقم نخیلات	گچخاو، حلو، خاصایی، برحی، خنیزی، پیارم	گچخاو، خاصایی، خنیزی
۵	ضریب گیاهی	۰/۵۸	۰/۹۵
۶	فاصله ردیف های کشت (متر)	۸	۶
۷	فاصله کشت روی هر ردیف (متر)	۸	۶
۸	منبع آب	چاه	چاه
۹	دور آبیاری (روزانه)	۱	نامنظم
۱۰	سن درختان نخل (سال)	۱۵	۳۰
۱۱	میزان آبدهی مجاز (لیتر بر ثانیه)	۵	۸
۱۲	هدایت الکتریکی آب (ds/m)	۶/۶۹	۶/۹
۱۳	اسیدیته آب	۷	۷/۲
۱۴	توان الکتروپمپ	۱۶ اسب بخار	۸ اسب بخار
۱۵	بافت خاک	لومی شنی	لومی شنی
۱۶	هدایت الکتریکی اشباع خاک (ds/m)	۴/۲	۴/۲
۱۷	وضعیت توپوگرافی	طبق نقشه پیوست	-
۱۸	واحد آبیاری	۲	۶



شکل ۴- تصاویری از باغ مورد مطالعه با روش آبیاری موضعی

و در حال بهره برداری بررسی گردید و مشاهده گردید که مساحت اجرا شده برای نخیلات ۸ هکتار بوده و فاصله ردیف های کشت ۱۶ متر، فاصله درختان روی ردیف های کشت ۸ متر می باشد و همچنین مشاهده گردید که تعداد واحدهای آبیاری که همزمان با هم آبیاری می شوند در باغ مورد مطالعه ۳ واحد آبیاری می باشد در حالی که در دفترچه طرح تعداد واحدهای آبیاری دو واحد است و همچنین دور آبیاری در باغ مورد مطالعه ۳ روز است در صورتیکه در دفترچه طراحی دور آبیاری ۱ روز می باشد. اطلاعات ارائه شده

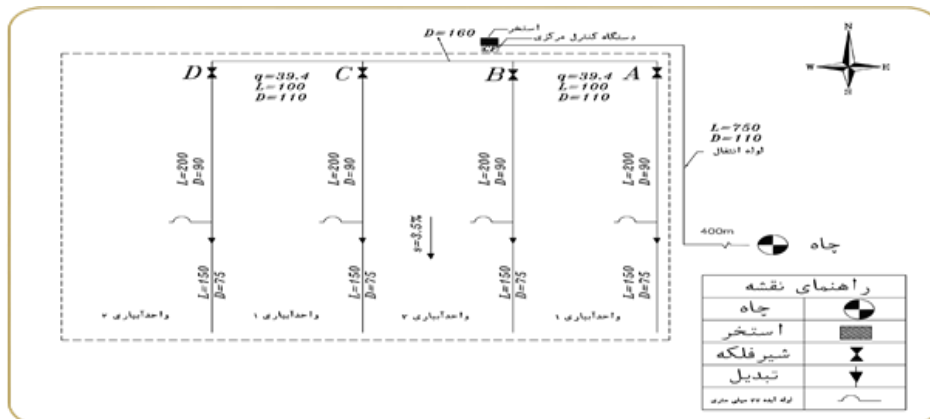
برداشت محصول در این باغ در اواسط مهرماه سال ۱۳۹۸ به صورت دستی انجام شد و مقدار محصول برای هر درخت نخل اندازه گیری شد. مقدار دبی خروجی از حباب سازها در اسفندماه سال ۱۳۹۷ (مرحله کیمیری) و در خرداد ماه سال ۱۳۹۸ (مرحله خلال یا خارک) اندازه گیری شد. و مقدار فشار سر حباب سازهای هر نخل با استفاده از فشارسنجی با دقت یک دهم بار و محدوده اندازه گیری صفر تا ۲ بار در مرحله خلال یا خارک اندازه گیری شد. پس از مراجعه به باغ مورد نظر تفاوت های سامانه اجرا شده

بر روی لوله‌های نیمه‌اصلی در شکل‌های (۶ و ۷) آمده است. در بخش جنوبی مانیفولد A و بخش شمالی مانیفولد B آبیگری لاترال-ها از دو طرف انجام می‌شود ولی در مانیفولد C آبیگری لاترال‌ها از یک طرف است.

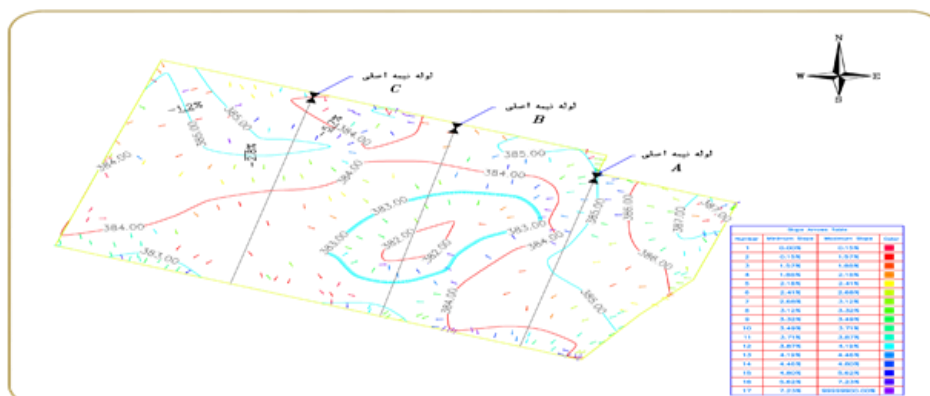
جهت طراحی سامانه مورد نظر در جدول (۲) آمده است. نقشه سامانه آبیاری موضعی (حباب‌ساز) که در دفترچه طراحی آمده است در شکل (۵) ارائه شده است. محل قرار گرفتن لوله‌های نیمه‌اصلی در مزرعه و نحوه قرار گرفتن لوله‌های فرعی

جدول ۲- اطلاعات فنی طراحی شده طرح آبیاری حباب‌ساز

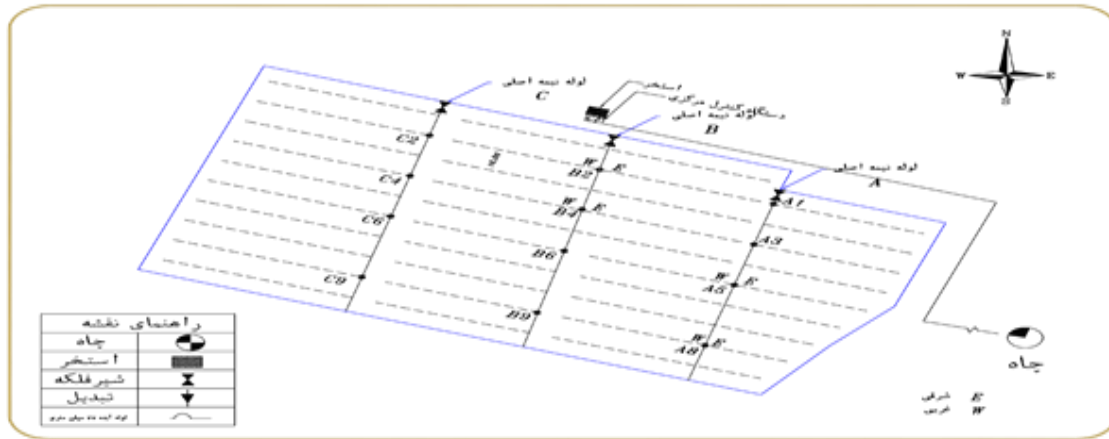
ردیف	شرح	اطلاعات
۱	ظرفیت نگهداری آب در خاک (میلی‌متر بر متر)	۸۰
۲	سرعت نفوذپذیری آب در خاک (میلی‌متر بر ساعت)	۵۰
۳	ضریب تخلیه مجاز رطوبتی	۰/۶۵
۴	عمق توسعه ریشه درختان (متر)	۱/۲
۵	دبی حباب‌ساز (لیتر بر ساعت)	۷۵
۶	تعداد حباب‌ساز هر درخت	۱
۷	درصد سطح خیس شده	۱۳
۸	راندمان کاربرد (درصد)	۸۰
۹	عمق ناخالص آبیاری (میلی‌متر)	۸/۶۶
۱۰	تبخیر_تعرق بالقوه سطوح گیاهی مرجع (میلی‌تر بر روز)	۱۰/۸۳
۱۱	تبخیر_تعرق گیاهی (میلی‌تر بر روز)	۷/۶
۱۲	درصد سایه انداز	۸۰
۱۳	نیاز آبی خالص روزانه (لیتر)	۷/۹۸
۱۴	نیاز آبی ناخالص روزانه (لیتر)	۹/۹۷
۱۵	ساعت آبیاری هر قطعه	۷/۳۹
۱۶	دبی سامانه (لیتر بر ثانیه)	۲۱/۸۹
۱۷	هیدرومدول (لیتر بر ثانیه بر هکتار بر روز)	۰/۹۴
۱۸	فشار کارکرد حباب‌ساز (متر)	۳۰



شکل ۵- نقشه سامانه آبیاری موضعی (حباب‌ساز) براساس دفترچه طرح



شکل ۶- وضعیت توپوگرافی و محل قرار گرفتن مانیفولدها در زمین تحت آبیاری موضعی (حباب‌ساز)



شکل ۷- نحوه قرار گرفتن لوله‌های فرعی بر روی لوله‌های نیمه‌اصلی در حال کار در باغ نخیلات مورد مطالعه

دارای حداقل فشار ورودی می باشد. به این مقدار، حداقل فشار ورودی به لوله فرعی بر روی لوله نیمه‌اصلی در حال کار می‌گویند. ۲- ضریب تصحیح دبی (DCF): دبی‌های خروجی اندازه‌گیری شده از حباب‌سازها در یک واحد آبیاری تحت آزمایش نمایانگر دبی حباب‌سازهای کل سامانه در حال کار نمی‌باشد، زیرا واحدهای آبیاری دیگر ممکن است بسته به نزدیکی به ایستگاه پمپاژ و یا عدم تنظیم صحیح فشارهای ورودی در ابتدای واحدهای آبیاری از میانگین اندازه‌گیری شده انحراف داشته باشند. لذا اگر MLIP لوله نیمه اصلی مورد آزمایش بیش‌تر یا کم‌تر از میانگین سامانه در حال کار باشد چنین تنظیمی ضروری می‌باشد. بنابراین فاکتور تصحیح دبی عبارت است از (Merriam & Keller, 1978).

$$DCF = \frac{2.5(MLIP_{avg})}{MLIP_{avg} + 1.5(MLIP_{eval})} \quad (\text{رابطه ۴})$$

که در این معادله،  $MLIP_{avg}$  میانگین حداقل فشار ورودی لوله فرعی در لوله‌های نیمه‌اصلی در حال کار حسب bar و  $MLIP_{eval}$  مقدار MLIP در طول لوله نیمه‌اصلی مورد آزمایش حسب bar می‌باشد.

۳- تغییرات دبی در حباب‌سازها: یکی از روش‌های بررسی تغییرات دبی در حباب‌سازها مقایسه حداکثر و حداقل دبی در حباب‌سازها می‌باشد که از معادله ۵ به‌دست می‌آید (Alizadeh, 2010).

$$q_{var} = \frac{q_{max} - q_{min}}{q_{max}} \times 100 \quad (\text{رابطه ۵})$$

که در آن،  $q_{var}$  تغییرات دبی در حباب‌سازها (درصد)،  $q_{max}$  حداکثر دبی در حباب‌سازها و  $q_{min}$  حداقل دبی در حباب‌سازها می‌باشد. طبقه‌بندی کیفیت عملکرد حباب‌سازها بر اساس پارامتر تغییرات دبی در حباب‌سازها که در این مطالعه استفاده

طبق شکل (۷) لوله‌های فرعی انتخاب شده برای اندازه‌گیری دبی و فشار حباب‌سازها در لوله نیمه‌اصلی A شامل لوله فرعی A1، A3، A5 و A8 می‌باشد که لوله‌های فرعی A1 و A3 از یک‌طرف و لوله‌های فرعی A5 و A8 از دو طرف آبیاری می‌شوند بنابراین به صورت شرقی (E) و غربی (W) نام‌گذاری شدند. و همچنین لوله‌های فرعی انتخاب شده برای اندازه‌گیری دبی و فشار حباب‌سازها در لوله نیمه‌اصلی B شامل لوله‌های فرعی B2، B4، B6 و B9 می‌باشد که لوله‌های فرعی B2 و B4 از دو طرف و لوله‌های فرعی B6 و B9 از یک طرف آبیاری می‌شوند بنابراین به صورت شرقی (E) و غربی (W) نام‌گذاری شدند. لوله‌های فرعی انتخاب شده برای اندازه‌گیری دبی و فشار حباب‌سازها در لوله نیمه‌اصلی C شامل لوله‌های فرعی C2، C4، C6 و C9 می‌باشد که همه‌ی این لوله‌های فرعی از یک طرف آبیاری می‌شوند.

#### مراحل ارزیابی سامانه آبیاری حباب‌ساز

سه لوله نیمه‌اصلی در حال کار را انتخاب و با توجه به استاندارد های (SCS) برای ارزیابی سامانه‌های آبیاری ۴ لترال (ابتدایی، یک سوم، دو سوم و انتهای) را انتخاب و روی هر لترال، ۴ قسمت ابتدایی، یک سوم، دو سوم و انتهای (که فاصله‌ی حباب‌سازهایی که اندازه‌گیری بر روی آن‌ها صورت می‌گرفت از هم ۳۲ متر بود)، را تعیین کرده و آنگاه حجم آب خروجی از آن‌ها در واحد زمان و فشار ۴ حباب‌ساز بر روی هر لوله فرعی اندازه‌گیری شدند. بنابراین فشار ۶۴ حباب‌ساز انتخاب شد و با تعیین دبی و فشار در سامانه شاخص های ارزیابی محاسبه گردید و عملکرد سامانه (Merriam & Keller, 1978) مورد ارزیابی قرار گرفت.

۱- حداقل فشار ورودی به لوله فرعی (MLIP): از هر لوله نیمه اصلی تعدادی لوله فرعی آبیاری می‌کنند که یکی از آن‌ها

۱ . Minimum inlet pressure to the side pipe

۲ . Discharge correction factor



$$PELQ_s = ERF \times PELQ_m \quad (\text{رابطه ۹})$$

که در آن  $PELQ_s$  راندمان بالقوه کاربرد در سامانه مورد آزمایش حسب درصد و  $ERF$  ضریب کاهش راندمان می‌باشد.

۷- ضریب کاهش راندمان ( $ERF$ ): در سامانه‌های موجود در ایران غالباً فشار توسط شیرفلکه (ابتدای لوله نیمه‌اصلی) قابل تنظیم می‌باشد، حال اگر فشار ورودی لوله نیمه‌اصلی به درستی تنظیم نشده باشد، راندمان پتانسیل کاربرد در چارک پایین کل سامانه کم‌تر از  $PELQ$  لوله نیمه‌اصلی مورد آزمایش می‌گردد. برای برآورد کاهش راندمان، از حداقل فشار ورودی لوله فرعی در طول هر لوله نیمه‌اصلی و در سرتاسر سامانه استفاده می‌شود (Merriam & Keller, 1978). و از معادله زیر محاسبه گردید:

$$ERF = \frac{MLIP_{avg} + 1/5 (MLIPI)}{2/5 (MLIPI_{eval})} \quad (\text{رابطه ۱۰})$$

که در آن،  $MLIPI$  کم‌ترین فشار ورودی لوله فرعی در لوله نیمه‌اصلی در حال کار حسب بار می‌باشد.

۸- راندمان واقعی کاربرد در چارک پایین ( $AELQ$ ): مؤثر بودن یک سامانه آبیاری قطره‌ای از طریق مشخص کردن مقدار آب ذخیره شده در منطقه ریشه که برای مصرف گیاه قابل استفاده است امکان‌پذیر می‌گردد، در نتیجه  $AELQ_s$ ، از معادله زیر به دست می‌آید (Merriam & Keller, 1978):

$$AELQ_s = ERF \times EU \quad (\text{رابطه ۱۱})$$

۹- حجم آب داده شده به هر درخت در هر آبیاری ( $D$ ): حجم آب داده شده به هر درخت در ۱۵ اسفندماه سال ۱۳۹۷ و ۱۵ خرداد ماه ۱۳۹۸ که از مراحل حساس در رشد و تولید محصول خرما هستند، اندازه‌گیری شد و از معادله زیر محاسبه شد:

$$D = \frac{e \times q_m \times Ta}{F_i} \quad (\text{رابطه ۱۲})$$

که در آن  $D$  حجم آب داده شده به هر درخت در هر آبیاری حسب لیتر در روز،  $e$  تعداد قطره چکان (حباب‌ساز)،  $Ta$  ساعت آبیاری حسب ساعت و  $F_i$  دور آبیاری حسب روز می‌باشد.

۱۰- حجم آب پخش شده در چارک پایین مزرعه ( $D'$ ): حجم آب پخش شده در چارک پایین مزرعه در ۱۵ اسفندماه سال ۱۳۹۷ و ۱۵ خرداد ماه ۱۳۹۸ اندازه‌گیری شد و از معادله زیر محاسبه شد:

$$D' = \frac{e \times q_n \times Ta}{F_i} \quad (\text{رابطه ۱۳})$$

که در آن،  $q_n$  میانگین دبی در چارک پایین دبی حساب-سازها در ناحیه لوله نیمه‌اصلی مورد آزمایش حسب ( $lit\ hr^{-1}$ )  
۱۱- بهره‌وری آب ( $WP$ ): با توجه به میزان محصول هر درخت و آب آبیاری هر درخت، بهره‌وری آب آبیاری محاسبه شد. در واقع بهره‌وری آب آبیاری از تقسیم محصول به آب آبیاری

شده است به شرح جدول (۳) می‌باشد.

جدول ۳- طبقه‌بندی سامانه آبیاری موضعی بر اساس مقادیر تغییرات دبی (NGIGI-2008)

تغییرات دبی (درصد)	طبقه‌بندی
< ۱۰	عالی
۱۰-۲۰	قابل قبول
> ۲۰	غیر قابل قبول

۴- یکنواختی پخش آب ( $EU$ ): برای مشخص شدن نحوه کارکرد سامانه با یک بازده قابل قبول، یکنواختی خروج،  $EU$  را از معادله زیر محاسبه شد:

$$EU = \frac{q_n}{q_m} \times 100 \quad (\text{رابطه ۶})$$

که در آن،  $q_n$  میانگین دبی در چارک پایین دبی حساب-سازها در ناحیه لوله نیمه‌اصلی مورد آزمایش حسب ( $lit\ hr^{-1}$ ) و  $q_m$  میانگین دبی حساب‌سازها در ناحیه لوله نیمه‌اصلی مورد آزمایش حسب ( $lit\ hr^{-1}$ ) می‌باشد.

۵- ضریب یکنواختی آماری ( $US$ ): نحوه محاسبه ضریب یکنواختی آماری به صورت زیر می‌باشد:

$$US = \left(1 - \frac{S_q}{q_m}\right) \times 100 \quad (\text{رابطه ۷})$$

که در آن،  $S_q$  انحراف از معیار دبی‌های اندازه‌گیری شده حسب ( $lit\ hr^{-1}$ ) و  $q_m$  میانگین دبی حساب‌سازها در ناحیه لوله نیمه‌اصلی مورد آزمایش حسب ( $lit\ hr^{-1}$ ) می‌باشد. لازم به ذکر است که دو شاخص  $EU$  و  $US$  دو معنی متفاوت را دارند، که  $US$  انحراف از شرایط متوسط را نشان می‌دهد  $EU$  قسمتی از زمین که کم‌ترین آب را دریافت کرده نسبت به جایی که متوسط آبدهی را دریافت کرده مقایسه می‌کند (Alizadeh, 2010).

۶- راندمان بالقوه کاربرد ( $PELQ$ ): در ارزیابی سامانه‌های آبیاری موضعی (حباب‌ساز)، مفهوم  $PELQ$  باید دگرگون شود. زیرا در این روش تنها بخشی از مساحت خاک خیس می‌شود و حداقل عمق برابر صفر است. به علاوه چون در آبیاری موضعی تنها بخشی از حجم خاک خیس می‌شود باید کمبود رطوبت خاک ( $SMD$ ) را دائماً جبران کرد. چون تخمین  $SMD$  توسط داده‌های هواشناسی و یا وسایل تبخیرسنجی به طور قطع دارای مقداری خطاست و از آن‌جا که اندازه‌گیری این پارامتر عملی نیست بنابراین باید نوعی ضریب اطمینان اعمال نمود. به عنوان یک قاعده کلی، نقاطی از مساحت زمین که کم‌ترین آب را دریافت می‌کنند باید در حدود ۱۰ درصد آب بیش‌تری از تبخیر-تعرق و یا  $SMD$  تخمینی آبیاری نمود (علیزاده، ۱۳۸۶). در نتیجه برای سامانه آبیاری موضعی،  $PELQ$  برابر است با:

$$PELQ_m = 0.9 \times EU \quad (\text{رابطه ۸})$$

$PELQ_m$ : راندمان بالقوه کاربرد در چارک پایین لوله نیمه‌اصلی مورد آزمایش حسب درصد می‌باشد.

خروجی از حباب‌سازها بیش تر از دبی طراحی است و بین ۴۹۰ تا ۶۶ (لیتر بر ساعت) متغیر است. دلیل این تفاوت بین دبی طراحی و دبی خروجی از حباب‌سازها باز کردن بیش از حد مجاز شیر تنظیم دبی خروجی از حباب‌ساز (وسیله‌ای که هیچ معیاری برای کنترل آن وجود ندارد و از معضلات سامانه است) توسط بهره‌بردار است که این مسئله به دلیل افزایش دور آبیاری از ۱ روز به ۳ روز می‌باشد. هر چند افزایش دور آبیاری باعث افزایش ذخیره رطوبتی آب در خاک می‌شود ولی بدون تغییر در سایر پارامترهای طراحی نتایج مطلوبی حاصل نمی‌شود.

#### ضریب تغییرات دبی: نتایج مربوط به ضریب تغییرات دبی

$q_{var}$  لوله فرعی در نقاط مختلف لوله‌های نیمه‌اصلی A، B و C در اسفندماه سال ۱۳۹۷ و خرداد ماه سال ۱۳۹۸ در جدول (۴) ارائه شده است.

به کار رفته بدست آمد و رابطه ریاضی آن با توجه به معادله (۱) که برای بدست آوردن بهره‌وری آب در آبیاری حوضچه‌ای ارائه شده است می‌باشد.

۱۲- بهره‌وری اقتصادی آب: با توجه به ارزش ریالی محصول و آب آبیاری، بهره‌وری اقتصادی آب محاسبه شد. در واقع بهره‌وری اقتصادی آب آبیاری حسب ریال بر مترمکعب از تقسیم ارزش ریالی محصول حسب ریال بر هکتار به آب آبیاری به کار رفته حسب مترمکعب بر هکتار بدست آمد.

#### نتایج و بحث

**توزیع دبی و ضریب تغییرات دبی در سامانه مورد ارزیابی:** دبی خروجی از حباب‌سازها بر اساس دفترچه طرح سامانه مورد ارزیابی ۷۵ لیتر در ساعت است. ولی در ارزیابی سامانه دبی

جدول ۴- ضریب تغییرات دبی ( $q_{var}$ ) لوله فرعی حسب درصد، در نقاط مختلف لوله‌های نیمه‌اصلی A، B و C در اسفندماه سال ۱۳۹۷ و خرداد ماه سال ۱۳۹۸

اسفند ۱۳۹۷	یک سوم لوله نیمه‌اصلی	دو سوم لوله نیمه‌اصلی	انتهای لوله نیمه‌اصلی
لوله نیمه‌اصلی A	۵۴	۵۵	۳۴
لوله نیمه‌اصلی B	۳۹	۵۵	۴۸
لوله نیمه‌اصلی C	۵۷	۵۲	۶۱
خرداد ۱۳۹۸			
لوله نیمه‌اصلی A	۶۷	۴۸	۲۹
لوله نیمه‌اصلی B	۳۰	۵۱	۵
لوله نیمه‌اصلی C	۵۴	۴۵	۶۱

در باغ مورد مطالعه بر حسب متر در جدول (۵) برای لوله‌های نیمه‌اصلی A، B و C در خرداد ماه سال ۱۳۹۸ ارائه شده است. فشار کارکرد حباب‌سازها بر اساس دفترچه طرح ۳۰ متر است. با توجه به اینکه حداکثر افت فشار مجاز در لوله فرعی ۲۰ درصد فشار کارکرد حباب‌ساز (۶ متر) می‌باشد و افت فشارهای اندازه‌گیری شده (اختلاف بین فشار در ابتدا و انتهای لوله فرعی) کم تر از ۶ متر است. با آن که فشار در محل خروج آب در حباب‌ساز کم تر از فشار کارکرد آن است به دلیل تغییر دستی خروجی آب در حباب‌سازها دبی خروجی بیش تر از دبی طراحی است و افزایش سطح مقطع خروجی رخ داده و حباب‌سازها تبدیل به یک شیر خروجی آب پای درخت شده‌اند. هر چند مقدار فشار اندازه‌گیری شده کم تر از فشار طراحی است ولی افت فشار در لوله فرعی در محدوده مجاز است. فشار اندازه‌گیری شده در ارزیابی این سامانه در ابتدای لوله نیمه‌اصلی A در ابتدای ورودی لوله فرعی، ۶/۵۰ متر می‌باشد و در انتهای لوله فرعی ۱/۶۷ متر می‌باشد. که مقدار فشار در انتهای لوله فرعی نسبت به ابتدای لوله فرعی در ابتدای لوله نیمه‌اصلی A، ۴/۸۳ متر کاهش یافته است.

مقدار  $q_{var}$  در ابتدا نسبت به انتهای لوله فرعی، در ابتدای لوله نیمه‌اصلی A، ۵۴ درصد می‌باشد. بر اساس جدول (۲) حباب‌سازها از نظر کیفیت عملکرد بر اساس تغییرات دبی به دلیل توزیع غیر یکنواخت دبی در ابتدا و انتهای لوله فرعی که به دلیل زیاد بودن طول لوله فرعی و همچنین عدم تامین فشار در انتهای لوله فرعی است در وضعیت ضعیفی قرار دارند. مقدار  $q_{var}$  در ابتدا نسبت به انتهای لوله فرعی، در انتهای دور دست لوله نیمه‌اصلی B، ۵ درصد می‌باشد. بر اساس جدول (۳) حباب‌سازها از نظر کیفیت عملکرد بر اساس تغییرات دبی در وضعیت عالی قرار دارند. مشاهدات میدانی نشان داد به دلیل اینکه شیر تنظیم دبی خروجی از حباب‌ساز در انتهای لوله فرعی توسط موش‌های صحرایی و جوندگان آسیب دیده بود، حباب‌ساز تبدیل به شیر خروج آب پای درخت شود و دبی خروجی در انتهای لوله فرعی نسبت به انتهای لوله فرعی تفاوت ناچیزی داشته و موجب کاهش  $q_{var}$  شده است.

**توزیع فشار در سامانه مورد ارزیابی:** نتایج مربوط به فشار اندازه‌گیری شده در قسمت خروجی حباب‌سازهای موجود

اسفندماه سال ۱۳۹۷ و خردادماه سال ۱۳۹۸ در جدول‌های (۶) و (۷) آمده است.

شاخص‌های ارزیابی در لوله‌های نیمه اصلی در حال کار در باغ مورد مطالعه: شاخص‌های مختلف ارزیابی در لوله‌های نیمه اصلی B+A و C در سامانه آبیاری حباب‌ساز مورد ارزیابی در

جدول ۵- توزیع فشار حسب متر در ابتدا و یک سوم پایین‌تر و دو سوم پایین‌تر و انتهای دور دست لوله‌های فرعی واقع بر روی لوله نیمه اصلی B+A و C

محل لوله فرعی بر روی لوله نیمه اصلی								
انتهای لوله نیمه اصلی		دو سوم لوله نیمه اصلی		یک سوم لوله نیمه اصلی		ابتدای لوله نیمه اصلی		محل حباب‌سازها روی لوله فرعی
W	E	W	E	W	E	W	E	
لوله نیمه اصلی A								
۰/۵۵	۱/۶۷	۱/۳۹	۲/۵	۳/۹	۶/۵			ابتدای لوله فرعی
۰/۲۷	۱/۱۰	۰/۵۵	۱/۶۷	۲/۲	۴/۴			یک سوم پایین‌تر لوله فرعی
۰/۱۴	۰/۵۵	۰/۲۷	۰/۸۳	۱/۳۹	۲/۷۸			دو سوم پایین‌تر لوله فرعی
۰/۱۴	۰/۵۵	۰/۲۷	۰/۵۵	۰/۲۷	۱/۶۷			انتهای لوله فرعی
لوله نیمه اصلی B								
۱/۱۰			۲/۷۸	۳/۰۵	۳/۳۰	۵/۵۰	۴/۱۷	ابتدای لوله فرعی
۰/۵۵			۲/۲۰	۲/۲۰	۲/۲۰	۴/۱۷	۱/۶۷	یک سوم پایین‌تر لوله فرعی
۰/۱۴			۱/۱۰	۱/۱۰	۱/۳۹	۳/۳۰	۰/۵۵	دو سوم پایین‌تر لوله فرعی
۰/۱۴			۱/۶۷	۰/۸۳	۰/۸۳	۲/۷۸	۰/۲۷	انتهای لوله فرعی
لوله نیمه اصلی C								
۲/۷۸		۵/۰۰		۳/۳	۶/۵۰			ابتدای لوله فرعی
۱/۶۷		۳/۰۵		۳/۳	۳/۶۰			یک سوم پایین‌تر لوله فرعی
۰/۵۵		۱/۱۰		۱/۹۵	۱/۹۵			دو سوم پایین‌تر لوله فرعی
۰/۲۷		۰/۲۷		۰/۵۵	۰/۵۵			انتهای لوله فرعی

جدول ۶- شاخص‌های مختلف ارزیابی در لوله‌های نیمه اصلی A، B و C در سامانه آبیاری حباب‌ساز در اسفندماه سال ۱۳۹۷.

D'	D	AELQ <sub>s</sub>	PELQ <sub>s</sub>	PELQ <sub>m</sub>	US	EU	ERF	DCF	q <sub>n</sub>	q <sub>m</sub>	لوله نیمه اصلی
(lit day <sup>-1</sup> )	(lit day <sup>-1</sup> )	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(lit h <sup>-1</sup> )	(lit h <sup>-1</sup> )	
۵۷/۱۷	۱۰۲/۶۷	۳۶/۰۷	۳۲/۴۹	۴۵/۷۳	۵۴/۶	۵۰/۸۱	۰/۷۱	۱/۴۲	۱۱۴/۳۴	۲۰۵/۳۴	A
۵۲/۱۶۵	۱۰۴/۴۸	۲۸/۶۶	۲۵/۷۹	۴۴/۹۴	۶۲/۰۷	۴۹/۹۳	۰/۵۷	۱/۷۴	۱۰۴/۳۴	۲۰۸/۹۶	B
۷۲/۱۳	۱۱۵/۷۵	۳۲/۶۰	۲۹/۳۴	۵۶/۰۹	۶۷/۶۳	۶۲/۳۳	۰/۵۲	۱/۹۲	۱۴۴/۲۵	۲۳۱/۵۰	C
-	-	۳۲/۴۴	۲۹/۲۱	۴۸/۹۲	۶۱/۴۴	۵۴/۳۶	۰/۶۰	۱/۷۰	۱۲۰/۹۸	۲۱۵/۲۷	میانگین

جدول ۷- شاخص‌های مختلف ارزیابی در لوله‌های نیمه اصلی A، B و C در سامانه آبیاری حباب‌ساز در خردادماه سال ۱۳۹۸.

D'	D	AELQ <sub>s</sub>	PELQ <sub>s</sub>	PELQ <sub>m</sub>	US	EU	ERF	DCF	q <sub>n</sub>	q <sub>m</sub>	لوله نیمه اصلی
(lit day <sup>-1</sup> )	(lit day <sup>-1</sup> )	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(lit h <sup>-1</sup> )	(lit h <sup>-1</sup> )	
۵۵/۲۵	۹۲/۰۲	۴۲/۶۳	۳۸/۳۷	۵۴/۰۴	۵۸/۰۰	۶۰/۰۴	۰/۷۱	۱/۴۲	۱۱۰/۵۰	۱۸۴/۰۴	A
۵۹/۳۴	۹۶/۳۴	۳۵/۳۵	۳۱/۸۲	۵۵/۴۳	۶۳/۰۰	۶۱/۵۹	۰/۵۷	۱/۷۴	۱۱۸/۶۷	۱۹۲/۶۷	B
۶۰/۳۷	۱۰۲/۵۳	۳۰/۸۰	۲۷/۷۲	۵۲/۹۹	۶۶/۲۸	۵۸/۸۹	۰/۵۲	۱/۹۲	۱۲۰/۷۵	۲۰۵/۰۶	C
-	-	۳۶/۲۶	۳۲/۶۴	۵۴/۱۵	۶۲/۴۳	۶۰/۱۷	۰/۶۰	۱/۷۰	۱۱۶/۶۴	۱۹۳/۹۳	میانگین

مقدار باز شدن شیر فلکه ابتدای لوله نیمه اصلی) از میانگین اندازه-گیری شده انحراف داشته باشند بنابراین با محاسبه ضریب تصحیح دبی و ضرب آن در دبی‌های اندازه‌گیری شده در واحدهای آبیاری مورد مطالعه می‌توان به طور تقریبی مقدار دبی‌های اندازه-گیری شده را به دبی‌های حباب‌ساز کل سامانه مورد مطالعه تعمیم داد. مقادیر ضریب تصحیح دبی برای لوله‌های نیمه اصلی A، B و C بیش‌تر از یک به‌دست آمده که نشان دهنده کم‌تر بودن

ضریب تصحیح دبی و کاهش راندمان: طبق نظر (Merriam & Keller, 1978)، دبی‌های خروجی اندازه‌گیری شده از حباب‌سازها در یک واحد آبیاری نمایانگر دبی حباب‌سازهای کل سامانه در حال کار نمی‌باشد. زیرا واحدهای آبیاری دیگر ممکن است بسته به نزدیکی به ایستگاه پمپاژ و یا تنظیم نکردن صحیح فشارهای ورودی در ابتدای هر واحد آبیاری (با توجه به

فشار لوله نیمه‌اصلی از فشار متوسط کل سامانه می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهند مقادیر ضریب کاهش راندمان برای لوله‌های نیمه‌اصلی A، B و C نیز کم می‌باشد، که دلیل اصلی آن را می‌توان تغییرات زیاد فشار در لوله‌های نیمه‌اصلی در حال کار دانست. این تغییرات فشار ناشی از تنظیم نادرست شیرفلکه ابتدای لوله‌های نیمه‌اصلی و باز نبودن یکسان آن‌ها توسط بهره‌بردار و همچنین خرابی برخی از آن‌ها می‌باشد هرچند اثر خرابی و نشت از شیرفلکه‌ها در اختلاف فشار در ابتدا و انتهای لوله نیمه‌اصلی کم بود ولی بهتر است به آن توجه گردد. عامل اصلی تمام موارد فوق معمولاً آگاهی نداشتن از نحوه‌ی صحیح بهره‌برداری از سامانه توسط کشاورز می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از این قسمت با نتایج (Ortega et al., 2004) که بیان نمودند نشت آب از شیرفلکه‌های ابتدای لوله نیمه‌اصلی باعث کاهش ضریب کاهش راندمان می‌گردد هم خوانی دارد.

#### یکنواختی پخش و یکنواختی آماری: بر اساس مطالعات

Merriam & Keller (1978)، سامانه‌های آبیاری که دارای یکنواختی پخش آب، بیش‌تر از ۹۰ درصد باشند در وضعیت عالی، بین ۸۰-۹۰ درصد، خوب، بین ۷۰-۸۰ درصد نسبتاً خوب و کم‌تر از ۷۰ درصد دارای وضعیت ضعیف می‌باشند، بنابراین بر این اساس بررسی مقدار یکنواختی پخش (EU) و همچنین مقدار یکنواختی آماری (US)، نشان می‌دهد که سامانه مورد نظر در وضعیت ضعیف قرار دارد. یکی از دلایل اصلی پایین بودن میزان یکنواختی در سامانه‌های آبیاری این بود که حباب‌سازها در یک واحد آبیاری اختلاف دبی زیادی با یکدیگر داشته‌اند. Acar et al. (2004)، معتقدند یکی از دلایل اصلی در کاهش میزان یکنواختی را می‌توان گرفتگی ناشی از وجود جلبک دانست این مسئله نیز در این سامانه مورد ارزیابی به وضوح دیده شد، زیرا در این سامانه ابتدا آب از چاه به داخل حوضچه ریخته (ایجاد جلبک) و سپس وارد سامانه می‌شد.

#### راندمان بالقوه کاربرد در چارک پایین و راندمان

واقعی کاربرد در چارک پایین: مقادیر بدست آمده از PELQ و AELQ که بیان‌کننده عملکرد کلی سامانه می‌باشند در این سامانه کم‌تر از ۵۰ درصد می‌باشد و در واقع در حد بسیار ضعیف است که دلایل اصلی آن، آشنایی نداشتن و مهارت پایین بهره‌برداران در بهره‌برداری از سامانه، گرفتگی حباب‌سازها در اثر املاح و مواد معلق، نبود شستشوی صحیح و به موقع فیلتراسیون می‌باشد. (Noshadi et al., 2012) نیز در ارزیابی فنی و هیدرولیکی ۱۲۴ سامانه آبیاری قطره‌ای در استان فارس به نتایج مشابه دست

یافتند.

#### میانگین حجم آب داده شده به هر گیاه در هر آبیاری

و حجم آب پخش شده در چارک پایین مزرعه: همانطور که مشاهده می‌گردد (جدول‌های ۶ و ۷) بین دو مقدار D و D'، به ترتیب حجم آب داده شده به هر درخت در هر آبیاری و حجم آب پخش شده در چارک پایین مزرعه اختلافی وجود دارد که بیانگر میزان کم آبیاری صورت گرفته در چارک پایین مزرعه می‌باشد. که بیان‌کننده وضعیت ضعیف سامانه در چارک پایین این طرح می‌باشد.

#### نوع رقم خرما و محصول آن در سامانه آبیاری موضعی (حباب-ساز):

در جدول (۸) رقم نخيلات و میزان محصول آن‌ها برای باغ آبیاری موضعی حباب‌ساز آمده است. سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ سالی کم‌بار (off) بوده است یعنی میزان بارآوری سالانه نخيلات در این سال زراعی کم بوده است. البته لازم به توضیح است که در این پژوهش با توجه به آنکه کل باغات منطقه در سال off بودند، در تعیین متوسط بهره‌وری آب و تعیین رابطه بین محصول و مقدار آب آبیاری مقدار محصول صفر از داده‌ها برای مقایسه بهتر بین رقم‌ها حذف گردید.

بر اساس جدول (۸)، درصد کاهش مقدار محصول در ابتدای لوله نیمه‌اصلی A در انتهای لوله فرعی نسبت به ابتدای لوله فرعی برای رقم پیارم ۶۴ درصد می‌باشد که با توجه به اطلاعات برداشت شده در یک سال نتایج پژوهش نشان داد که کاهش محصول به دلیل کم‌تر بودن دبی خروجی از حباب‌ساز در انتهای لوله فرعی می‌باشد. در دو سوم پایین‌تر و انتهای لوله نیمه‌اصلی A در انتهای لوله فرعی با وجود اینکه مقدار دبی خروجی از حباب‌ساز در این قسمت کم‌تر از مقدار دبی خروجی از حباب‌ساز در ابتدای لوله فرعی است اما مشاهده می‌شود که مقدار محصول در این قسمت برای درخت خرما بیش‌تر از محصول درخت خرما در ابتدای لوله فرعی می‌باشد. دلیل افزایش محصول در انتهای این لوله فرعی می‌تواند ناشی از بهبود ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک به دلیل شرایط خاص توپوگرافی در این قسمت از زمین باشد. در این قسمت از باغ با توجه به کم‌تر بودن شیب زمین طبق شکل (۶)، در هنگام بارندگی بخشی از ذرات خاک با بافت متوسط همراه آب باران به قسمت پست زمین منتقل شده و موجب بهبود ظرفیت نگه‌داشت آب در خاک شد. بنابراین کم آبیاری با جمع‌آوری آب باران جبران شده است. در انتهای لوله نیمه‌اصلی A مشاهده شد که بیش‌تر نخيلات محصولشان صفر است به طور کلی نخيلات در یک فصل رشد محصول دارند

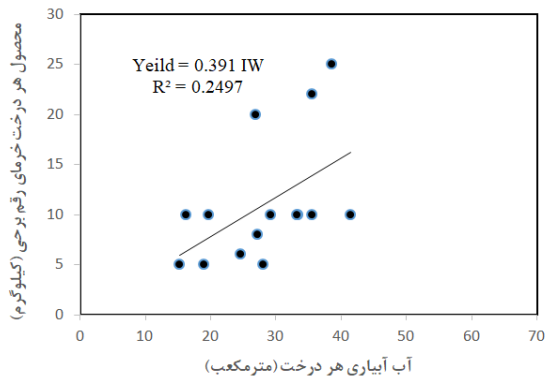
مدت و طی سال‌های متوالی نتایج جامع تری را در مورد ارتباط محصول با یکنواختی توزیع آب و تحلیل بهره وری آب فراهم میسازد. به طور کلی چون همه درختان در شرایط مشابه از نظر فیزیولوژی قرار داشته و در سال کم بازده بوده‌اند به طور نسبی محصول درختان به یک نسبت کاهش داشته است و تاثیری در پارامترهای مرتبط با یکنواختی توزیع آب توسط حباب‌سازها و یا ارزیابی سامانه آبیاری ندارد.

جدول ۸- مقدار محصول حسب کیلوگرم و رقم نخیلات برای هر نفر درخت نخل در ابتدا و یک سوم پایین تر و دو سوم پایین تر و انتهای دوردست لوله‌های فرعی

واقع بر روی لوله‌های نیمه‌اصلی A، B و C

محل لوله فرعی بر روی مانیفولد				÷	
انتهای لوله نیمه‌اصلی		دو سوم لوله نیمه‌اصلی		ابتدای لوله نیمه‌اصلی	
W	E	W	E	W	E
لوله نیمه‌اصلی A					
۰ (خنیزی)		۱۰ (خاصایی)		۱۴ (پیارم)	
۰ (خنیزی)		۰ (خاصایی)		۱۲ (پیارم)	
۰ (خنیزی)		۴ (خاصایی)		۱۲ (پیارم)	
۲ (خنیزی)		۰ (خاصایی)		۵ (پیارم)	
۲۰ (خنیزی)		۵ (خاصایی)		۰ (پیارم)	
لوله نیمه‌اصلی B					
۱۰ (خلو)		۱۰ (خرو)		۱۴ (پیارم)	
۱۰ (خلالی)		۱۵ (خنیزی)		۷ (پیارم)	
۵ (خلالی)		۲۵ (خاصایی)		۸ (پیارم)	
۱۰ (خلالی)		۱۰ (خاصایی)		۸ (پیارم)	
		۷ (خاصایی)		۶ (پیارم)	
لوله نیمه‌اصلی C					
۱۴ (خاصایی)		۱۲ (خنیزی)		۱۷ (پیارم)	
۱۲ (خاصایی)		۱۴ (خاصایی)		۱۲ (پیارم)	
۱۰ (خاصایی)		۱۲ (خاصایی)		۱۰ (پیارم)	
۳ (خاصایی)		۵ (خاصایی)		۸ (خاصایی)	

p<0.001



شکل ۸- نمودار رابطه بین مقدار آب آبیاری هر درخت (مترمکعب) و محصول هر درخت (کیلوگرم) برای درخت خرما ی رقم برچی

(سال on) و در چند فصل ممکن است محصول نداشته باشند(سال off). همچنین برخی از این درختان (رقم خنیزی و برچی) نر هستند و درختان نر محصول ندارند. لازم به ذکر است که درختان نخل در باغ نخلی که به روش موضعی (حباب‌ساز) آبیاری می شوند ۱۵ سال سن دارند و به دلیل سن کم به مقدار حداکثر محصول نرسیده‌اند. از آنجا که در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در منطقه، باروری درختان نخل کم (سال off) بوده بررسی طولانی

جدول ۸- مقدار محصول حسب کیلوگرم و رقم نخیلات برای هر نفر درخت نخل در ابتدا و یک سوم پایین تر و دو سوم پایین تر و انتهای دوردست لوله‌های فرعی

### رابطه بین محصول و آب آبیاری هر درخت خرما در

سامانه آبیاری موضعی (حباب‌ساز): رابطه بین محصول و آب آبیاری برای درختان خرما رقم‌های برچی، پیارم و خاصایی در نمودار شکل‌های (۸، ۹ و ۱۰) آمده است. شاخص‌های آماری روابط رگرسیونی ارایه شده در معادلات ۱۴ تا ۱۶ آمده است. با توجه به شیب معادلات افزایش آب آبیاری اثر بیشتری بر افزایش محصول خرما ی رقم‌های برچی و خاصایی نسبت به پیارم دارد.

(رابطه ۱۴)

Yeild (Barahi)= 0.39 IW, R<sup>2</sup>=0.25, SE=5.4, n=15, p<0.001

(رابطه ۱۵)

Yeild (Piarom)= 0.28 IW, R<sup>2</sup>=0.56, SE=2.3, n=15, p<0.001

(رابطه ۱۶)

Yield (Khassayi) = 0.38 IW, R<sup>2</sup>=0.62, SE=2.4, n=15,

جدول ۹- بهره‌وری اقتصادی آب برای نخیلات رقم‌های برحی، پیارم و

خاصیابی		
رقم نخل	میانگین بهره‌وری آب آبیاری $kg\ m^{-3}$	میانگین بهره‌وری اقتصادی آب ( $Rial\ m^{-3}$ )
برحی	۰/۳۹	۴۶۹۹۱
پیارم	۰/۲۷	۱۲۸۰۵۵
خاصیابی	۰/۴۲	۴۵۵۴۶

### راندمان کاربرد و بهره‌وری آب در سامانه آبیاری

**سطحی (حوضچه‌ای):** مقدار راندمان کاربرد در سامانه آبیاری سطحی (حوضچه‌ای) مورد ارزیابی بر اساس معادله (۲)، بیش‌تر از ۱۰۰ درصد می‌باشد که نشان می‌دهد باغدار با توجه به کمبود منابع آب در اختیار خود، کم‌آبیاری اعمال کرده است. میانگین بهره‌وری آب با توجه به میزان محصول و آب آبیاری، برای نخیلات رقم‌های خنیزی، گچخاو و شاهانی در این باغ با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد که نتایج آن در جدول (۱۰) آمده است. به طور میانگین بهره‌وری آب آبیاری در سال کم بار در نخلستان مورد نظر ۰/۲۴ کیلوگرم بر مترمکعب در آبیاری سطحی بدست آمد.

جدول ۱۰- میانگین بهره‌وری آب برای نخیلات رقم‌های خنیزی، گچخاو و

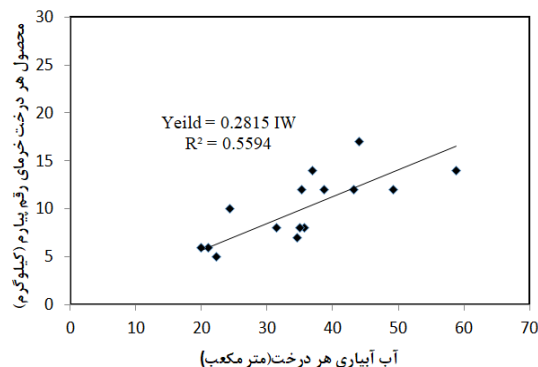
شاهانی	
رقم نخل	میانگین بهره‌وری آب $\frac{kg}{m^3}$
خنیزی	۰/۱۸
گچخاو	۰/۲۲
شاهانی	۰/۳۳

از آنجا که تنها رقم مشترک بین دو باغ مورد نظر رقم خنیزی بود، میانگین مقدار محصول و بهره‌وری آب به دست آمده در سامانه آبیاری موضعی (حباب‌ساز) و سطحی (حوضچه‌ای) برای رقم نخل خنیزی در جدول (۱۱) آمده است. با آنکه درخت نخل در باغ با آبیاری سطحی در سن حداکثر خود در تولید محصول بودند و محصول بیشتری تولید کرده اند ولی بهره‌وری آب در آنها ۴۵ درصد کمتر از روش موضعی بوده است.

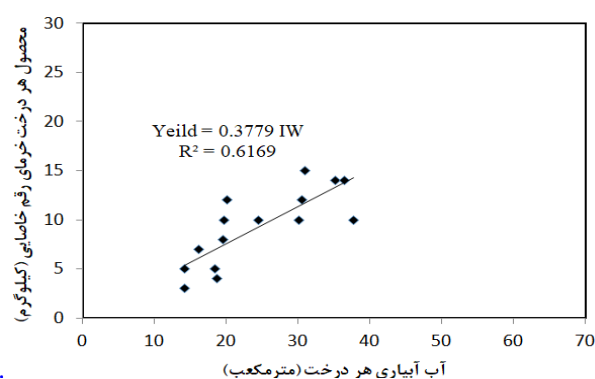
جدول ۱۱- میانگین محصول و بهره‌وری آب در سامانه آبیاری موضعی

(حباب‌ساز) و سطحی (حوضچه‌ای) برای رقم نخل خنیزی		پارامتر اندازه‌گیری شده
آبیاری موضعی (حباب‌ساز)	آبیاری سطحی (حوضچه‌ای)	
۵۶۲/۵	۷۱۰	میانگین مقدار محصول (کیلوگرم در هکتار)
۰/۳۳	۰/۱۸	میانگین مقدار بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)

البته به طور کلی به دلیل بهره‌برداری نامناسب از سامانه موضعی مقدار بهره‌وری آب در این سامانه نیز از حد قابل انتظار



شکل ۹- نمودار رابطه بین مقدار آب آبیاری هر درخت (مترمکعب) و محصول هر درخت (کیلوگرم) برای درخت خرما پیارم



شکل ۱۰- نمودار رابطه بین مقدار آب آبیاری هر درخت (مترمکعب) و محصول هر درخت (کیلوگرم) برای درخت خرما خاصیابی

### بهره‌وری آب در سامانه آبیاری موضعی (حباب‌ساز):

میانگین بهره‌وری آب با توجه به میزان محصول و آب آبیاری، برای درختان نخل، رقم‌های برحی، پیارم و خاصیابی در جدول (۹) ارائه شده است. همانطور که در جدول (۹) مشاهده می‌شود مقدار بهره‌وری آب برای درختان نخل رقم‌های برحی و پیارم به ترتیب ۷ و ۳۶ درصد نسبت به درختان نخل رقم خاصیابی کمتر است و به طور میانگین بهره‌وری آب آبیاری در آبیاری موضعی در سال کم بار در نخلستان مورد نظر ۰/۳۶ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. همچنین با توجه به تفاوت قیمت این سه رقم خرما، بهره‌وری اقتصادی آب نیز برای سه رقم خرما برحی، پیارم و خاصیابی، از تقسیم ارزش ریالی محصول حسب ریال بر هکتار به آب آبیاری به کار رفته حسب مترمکعب بر هکتار بدست آمد که مقدار آن در جدول (۹) آمده است. بنابراین با وجود محصول کمتر بیشترین بهره‌وری اقتصادی آب برای رقم پیارم بدست آمده است. بدین ترتیب به دلیل بالا بودن قیمت محصول این رقم و بهره‌وری اقتصادی آب در خرما پیارم نسبت به رقم خاصیابی و برحی می‌توان به بهره‌بردار در شرایط کمبود آب توصیه کرد که به خرما پیارم آب بیشتری نسبت به دو رقم خاصیابی و برحی بدهد.

از آن را نشان می‌دهد. قطعا با ارزیابی سامانه مورد نظر و انجام امور آموزشی و ترویجی پس از رفع مشکلات فنی، عملکرد سامانه آبیاری موضعی بهبود خواهد یافت. هر چند در این پژوهش اطلاعات کمی در این مرحله بعد از ارزیابی سامانه در دسترس نیست. بهره‌وری آب برای رقم خنیزی که در دو باغ مشترک بود در باغ با آبیاری سطحی ۴۵ درصد کمتر از روش موضعی بوده است. البته به طور کلی به دلیل بهره‌برداری نامناسب از سامانه موضعی مقدار بهره‌وری آب در این سامانه نیز از حد قابل انتظار برای آبیاری تحت فشار کمتر بوده است که این مسئله در شاخص‌های ارزیابی سامانه آبیاری موضعی طبق نتایج ارائه شده در این پژوهش نیز مشاهده شد.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

## REFERENCES

- Abbasi, F., Sohrab, F., Abbasi, N. (2017). Evaluation of Irrigation Efficiencies in Iran. *Irrigation and Drainage Structures Engineering Research*, 17(67), 113-120. doi: 10.22092/aridse.2017.10961
- Acar, B., Topak, R., & Direk, M. (2004). Impacts of pressurized irrigation technologies on efficient water resources uses in semi-arid climate of Konya Basin of Turkey. *International Journal of Sustainable Water & Environmental Systems*, 1(1), 1-4.
- Agricultural Engineering Research Institute (2015). <http://en.aeri.ir/Main/Index.aspx>
- Alizadeh, A. (2010). *Trickle Irrigation* (Principles and Practices), second Edition. Mashhad. Emam Reza University Press.
- Alizadeh, M., Vardinejad, R., Sohrabi, T., Babaei, B. (2010). Evaluation of drip irrigation system in Ghazvin. In: Proceedings of 3th National Conference on Irrigation and Drainage Networks Management, 24-25 Oct. Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran
- Bazza M, Kay M (2008) Irrigated date palm production in the Near East. Proceeding of *Workshop on Irrigation of Date Palm and Associated Crops*. 27-30 May, 2007. Faculty of Agriculture, Damascus University, Damascus, Syrian Arab Republic, 1-15.
- Hasanli, A. M. and Sepaskhah, A. R. (2000). Evaluation of Drip Irrigation Systems: A Case Study of Darab Citrus Orchards. *Journal of Agricultural Science*

برای آبیاری تحت فشار کمتر بوده است که این مسئله در شاخص‌های ارزیابی سامانه آبیاری موضعی طبق نتایج ارائه شده در این پژوهش نیز مشاهده شد.

## نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که مقادیر بدست آمده برای PELQ و AELQ که بیانگر عملکرد کلی سامانه آبیاری حساب‌ساز می‌باشد در اسفندماه سال ۱۳۹۷، به ترتیب ۲۹/۲۱ و ۳۲/۴۴ و در خرداد ماه سال ۱۳۹۸، به ترتیب ۳۶/۲۶ و ۳۲/۴۴ درصد می‌باشد این مقادیر کم‌تر از ۵۰ درصد است و در واقع سامانه آبیاری موضعی حساب‌ساز مورد ارزیابی در وضعیت ضعیف از نظر کارایی و یکنواختی پخش قرار دارد. نتایج این پژوهش اهمیت ارزیابی سامانه آبیاری تحت فشار بعد از اجرا و بهره‌برداری

*and Technology and Natural Resources*, Volume 4, Number2.

- Merriam, J. L., & Keller, J. (1978). *Farm irrigation system evaluation: a guide for management*: UTAH State University. Logan., Utah. USA.
- Ministry of Jihad agriculture statistical yearbook of (2018), statistic and information technology office, from <https://www.maj.ir/>
- NGIGI, S. N. (2008). Technical evaluation and development of low-head drip irrigation system in kenya. *Irrig. and Drain*. 57: 450-462
- Noshadi, M., Ghaemi, A., and Azizbeygi, G. (2012). Technical evaluation of drip irrigation systems in the FARS province, The 4th Iranian Conference on *Construction Experiences of Hydraulic Structures and Irrigation and Drainage Network* (ICCHID). May. 22-23. Karaj, Iran.
- Ortega, J.F., Tarjuelo, J.M., and Dejuan, J.A. (2004). Evaluation of irrigation performance in localized irrigation system of semiarid regions (Castila-La Mancha, Spain). *Agricultural Engineering International*. 4: 1-17
- Pezhman H. (2002) A view on date palm situation and its research program in IRAN. Proc. of *Date Palm Global Network Establishment Meeting*, UAE University, Al Ain: 71-80.
- Radmehr, A. (2010). Results of sample statistics design of orchards. *The Ministry of Jihad-e- Agriculture Press*, Pp: 27-29. (In Persian). *Drainage Abstracts*, 21(1): 51.