

## ارزیابی فنی و هیدرولیکی عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی

رقیه باقری<sup>۱\*</sup>، موسی حسام<sup>۲</sup>، علیرضا کیانی<sup>۳</sup>، ابوطالب هزارجریبی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۲۱

### چکیده

روش‌های آبیاری قطره‌ای به لحاظ راندمان بالا در توزیع، یک راه‌حل مناسب برای استفاده بهینه از منابع آب می‌باشند. اگر بدون توجه به کیفیت اجرای این سامانه‌ها سعی در گسترش کمی آن‌ها شود، قادر به ارائه فواید اسمی خود نمی‌شوند. به‌منظور پی بردن به نقاط ضعف و قدرت این سامانه‌ها لازم است عوامل مؤثر در ارزیابی آن‌ها اندازه‌گیری گردد. در پژوهش حاضر با پایش سیستم اجرا شده در باغ پرتقال و هلو شهرستان کردکوی واقع در استان گلستان به ارائه شاخص‌ها و توصیه‌های فنی مورد نیاز در طراحی، بهره‌برداری و نگهداری یک سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی اقدام شد. پایش مزرعه‌ای سیستم اجرا شده شامل پارامترهای کیفیت آب، بافت و کیفیت خاک، میزان گرفتگی قطره‌چکان‌ها و یکنواختی پخش آب، پروفیل رطوبتی خاک، توزیع ریشه، عمق نصب، فاصله قطره‌چکان‌ها از یکدیگر و تنه درختان بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده از بررسی پارامترهای ضریب تغییرات دی‌بی (Vqs)، ضریب یکنواختی آماری (Us)، ضریب تغییرات عملکرد قطره‌چکان‌ها (Vpf) در این سیستم که به ترتیب ۲۵، ۷۴، ۲۰ درصد محاسبه شدند، سیستم مذکور وضعیت ضعیفی دارد. نتیجه‌گیری می‌شود که یکنواختی پخش پایین ناشی از عدم تنظیم فشار، ضعف طراحی، نوسانات غیر مجاز فشار سامانه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تحت فشار، یکنواختی پخش، گرفتگی قطره‌چکان‌ها

### مقدمه

نموده‌اند. موفقیت یک سیستم آبیاری قطره‌ای در صورتی است که خوب طراحی شود و اجرای آن نیز خوب صورت گیرد. در بیش‌تر مواقع برقراری توأم این دو شرط اتفاق نمی‌افتد و سیستم قادر به ارائه‌ی تمام پتانسیل خود نیست. به همین دلیل وضعیت کارکرد سیستم باید مورد ارزیابی قرار گیرد. بررسی اقتصادی استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در پایداری مراتع و افزایش تولید علوفه در استرالیا موجب صرفه‌جویی ۲ میلیون لیتر آب در هر هکتار در سال شده، که این مقدار هزینه‌ای معادل ۲۵۰ دلار در هر میلیون لیتر آب در سال در طی مدت ۱۰ سال را به همراه خواهد داشت (Heard et al, 2012). استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در گلخانه موجب افزایش کیفیت و تولید محصول خیار و همچنین موجب بالا رفتن شاخص کارایی مصرف آب در این محصول می‌گردد (Zhang et al, 2011). در تحقیقی به بررسی شاخص‌های مختلف یکنواختی با ارزیابی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در گیاه بامبو پرداخته شد. در این پژوهش میانگین تغییرات دی‌بی، ضریب تغییرات ساخت، یکنواختی پخش، ضریب یکنواختی کریستیانسن و راندمان توزیع به ترتیب ۳۰، ۹/۸، ۷۳، ۹۲، ۸۸ درصد برآورد شدند. همچنین این محققان ابراز داشتند با توجه به حساسیت شدید گیاه بامبو به میزان آب دریافتی و توزیع رطوبت در اطراف آن، سامانه‌های آبیاری

یکی از راهکارهای مؤثر در جهت تعدیل شرایط کم‌آبی و استفاده بهینه از منابع آب موجود در کشور، استفاده از سیستم‌های آبیاری نوین، مانند سیستم آبیاری قطره‌ای می‌باشد. این روش آبیاری خود به دو صورت سطحی و زیرسطحی قابل اجرا است. در حال حاضر محققان با ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی بیان داشتند استفاده از این سیستم در سال‌های اخیر موجب بهبود وضعیت راندمان آبیاری به میزان ۹۵ درصد شده است. در طی چند سال اخیر استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در کشورمان از طرف متولیان بخش کشاورزی مورد توجه قرار گرفته و با شمردن قابلیت‌های بسیار زیاد برای این سیستم نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی، کشاورزان را برای استفاده از این سیستم آبیاری برای مزارع و باغات ترغیب

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع

طبیعی گرگان

۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۳- دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع

طبیعی استان گلستان

۴- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(\*-نویسنده مسئول: Email: m\_bagheri20082009@yahoo.com)

بیشتر سامانه‌ها دبی قطره‌چکان‌ها به میزان قابل ملاحظه‌ای به دلیل نامناسب بودن فشار، گرفتگی و یا ضریب تغییرات بالای قطره‌چکان‌ها کم‌تر از دبی اسمی آن‌ها است. درصد مساحت خیس شده نسبت به مساحت کل بین ۸/۳ تا ۵۵ درصد نوسان داشت. یکنواختی ریزش آب در سامانه‌ها بین ۱۶/۵۹ تا ۷۹/۴ درصد متغیر و به عبارتی عملکرد سامانه‌ها بر مبنای این شاخص در محدوده ضعیف تا متوسط بود. میزان PELQ سامانه‌ها در محدوده ۱۴/۹ تا ۷۱/۵ درصد تغییر می‌کرد. به‌طوریکه فقط یکی از مزارع دارای عملکرد متوسط (PELQ بزرگتر از ۷۰ درصد) و بقیه مزارع دارای عملکرد ضعیف بودند. میزان AELQ مزارع در محدوده ۱۶/۶ تا ۷۹/۳ درصد 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، ضریب تغییرات ساخت بالای قطره‌چکان‌ها و مدیریت ضعیف بهره‌برداری از سامانه‌ها اشاره نمود. کوهی و دهقانی‌سانچ (۱۳۹۱) مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی مدیریت بهره‌برداری در سامانه‌های اجرا شده آبیاری زیرسطحی در باغات پسته استان کرمان انجام دادند، نتایج آن‌ها نشان داد یکنواختی پخش آب در بین قطعات متفاوت بوده و در مواردی ضریب تغییرات دبی در حد غیر قابل قبول طبقه‌بندی شد. مدیریت آبیاری باغ توسط بهره‌برداران، باعث تغییرات در تأمین نیاز آبی درختان تا ۲۰ لیتر بیش آبیاری و کم آبیاری به ازای هر درخت شده بود. زمانیان و همکاران (۱۳۹۱) با انتخاب ۸ سامانه آبیاری در نقاط مختلف ایران به ارزیابی عملکرد سامانه‌های خرد آبیاری در شرایط مختلف آب و هوایی ایران پرداختند. ارزیابی‌ها بر اساس دستورالعمل سازمان حفاظت خاک امریکا (SCS) انجام گرفت. بر این اساس یکنواختی پخش آب در سامانه ( $EU_s$ )، راندمان پتانسیل کاربرد در چارک پایین (PELQ) و راندمان واقعی کاربرد در چارک پایین (AELQ)، در هر سامانه اندازه‌گیری و محاسبه شد. نتایج حاصله از این بررسی نشان داد  $EU_s$  و AELQ سامانه‌ها در محدوده ۴/۶۲ تا ۴۴/۳۱ درصد و PELQ در محدوده ۴/۱۶ تا ۶۴ درصد متغیر بودند. لذا بر این اساس وضعیت راندمان‌ها در ۳ سامانه مورد مطالعه غیرقابل قبول، ۳ سامانه دارای وضعیت ضعیف و ۲ سامانه دارای وضعیت متوسط می‌باشند. در مجموع گزارش شده است که میزان متوسط یکنواختی پخش در سامانه‌های مورد ارزیابی حدود ۴۳ درصد می‌باشد که یکی از دلایل اصلی آن، یکسان باز نبودن شیرها در مانیفولد‌های درحال کار به صورت هم‌زمان، عدم تأمین فشار مناسب در سامانه ناشی از طراحی نادرست، عدم شستشو و تمیز کردن به موقع دستگاه‌های تصفیه، به‌کارگیری ناصحیح کود شیمیایی که به‌صورت محلول در آب آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌باشند. همچنین موارد مشترک از لحاظ بهره‌برداری و نگهداری در مورد این سامانه‌ها، گرفتگی قطره‌چکان‌ها، عدم مدیریت واحد کنترل مرکزی، فقدان ابزار

قطره‌ای با قطره‌چکان‌هایی با دبی ۴ لیتر در ساعت به جای ۸ لیتر در ساعت می‌تواند به خوبی نیاز آبی این گیاه را فراهم نماید (Umara et al, 2011). با بررسی اثر تزریق ترافلان جهت جلوگیری از رشد ریشه به داخل قطره‌چکان‌های زیرسطحی بر روی گندم زمستانه نشان دادند که استفاده از این ماده اثر معنی‌داری بر روی رشد و کیفیت محصول گندم زمستانه نخواهد گذاشت (Yingduo et al, 2010). در ارزیابی سامانه‌های آبیاری تحت فشار در کشور ترکیه، پارامترهای ضریب یکنواختی (UC) و یکنواختی توزیع (DU) را به عنوان پارامترهای عملکرد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله از این بررسی نشان داد میانگین مقادیر ضریب یکنواختی و یکنواختی توزیع جهت سامانه‌های آبیاری قطره‌ای به ترتیب برابر ۸۱ و ۶۹ درصد و برای سامانه‌های آبیاری بارانی به ترتیب ۸۰ و ۶۹ درصد می‌باشد. لذا وضعیت یکنواختی پخش در سامانه‌های آبیاری این کشور در حد ضعیف می‌باشد که نشان از عملکرد نامناسب سامانه‌های آبیاری تحت فشار دارد. محققین دلایل اصلی این ضعف را ناشی از گرفتگی قطره‌چکان‌ها، پایین بودن مقادیر فشار در سیستم، طراحی ضعیف و مدیریت بهره‌برداری نامناسب سامانه‌ها دانستند (Acar et al, 2009). تحقیقی تحت عنوان مقایسه‌ی بازدهی آبیاری قطره‌ای، بارانی و سطحی برای کشت پیاز در ایالت نیومکزیکو، آمریکا انجام گرفت که هدف عمده‌ی آن تعیین بازدهی آبیاری، بازدهی مصرف آب آبیاری تحت شرایط آبیاری قطره‌ای، بارانی و سطحی برای کشت پیاز با مقادیر مختلف احتمالی تولید بود. حداکثر میزان بازدهی آبیاری و بازدهی اقتصادی برای آبیاری بارانی در مرکز تحقیقات دانشگاه ملی در فارمینگتون به میزان ۵۴٪ تا ۸۰٪ به دست آمد و برای آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به میزان ۴۷٪ تا ۷۷٪ حاصل شد که میزان ۴۷٪ نشانه‌ی کاربرد آب بیش از میزان تبخیر و تفرق گیاه و ضعف مدیریتی سامانه بود. میزان بازگشت سرمایه در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با بازدهی موجود حدود ۲۹۵ سال بود و حتی کاربرد آبیاری قطره‌ای با بازدهی ۷۹٪ در یکی از مزارع نتایج یکسانی با آبیاری سطحی داد. در نتیجه نصب آبیاری قطره‌ای در آن منطقه قابل توجیه اقتصادی نبود. بازدهی آبیاری سطحی کشت پیاز در منطقه مورد نظر حدود ۷۹٪ تا ۸۲٪ به دست آمد، که علت بالا بودن آن در این روش استفاده‌ی کم‌تر از نیاز کشاورزان به دلیل محدودیت منابع آبی، و استفاده‌ی مجدد از آب اضافی مزارع جهت آبیاری مزارع پایین دست بود (Aljamal et al, 2001). ابراهیم پور (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای ۱۱ سامانه آبیاری قطره‌ای را در استان کردستان مورد ارزیابی قرار داد. اندازه‌گیری‌ها بر اساس دستورالعمل اداره حفاظت خاک امریکا (SCS) انجام شد. نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان داد که در

۱- Uniformity Coefficient

۲- Distribution Uniformity

۳۶ درجه ۴۷ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۵۵ متر از سطح دریا می‌باشد. اقلیم منطقه بر اساس تقسیم‌بندی دومارتن معتدل محسوب می‌شود. مساحت باغ پرتقال ۶ هکتار و باغ هلو ۳ هکتار می‌باشد. سیستم آبیاری مورد استفاده در این تحقیق از نوع قطره‌ای زیرسطحی می‌باشد. که مشخصات سیستم در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۲ و ۳ به ترتیب بعضی از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه و آزمایش آب آبیاری را نشان می‌دهد.

برای ارزیابی و پایش سیستم در باغ مورد مطالعه یک مانیفولد به طور تصادفی انتخاب شده و با توجه به استاندارد ASAE برای ارزیابی سامانه آبیاری ۴ لاترال (ابتدایی، یک سوم، دو سوم و انتهایی) را انتخاب و روی هر لاترال، ۴ قسمت (ابتدایی، یک سوم، دو سوم و انتهایی) را تعیین کرده و خاک اطراف هر قسمت تا حدی که امکان اندازه‌گیری دبی قطره‌چکان‌ها فراهم شود، تخلیه شده است. آن‌گاه به مدت ۱ دقیقه حجم آب خروجی تمام قطره‌چکان‌های آن قسمت اندازه‌گیری شد. فشارها در ابتدا و انتهای لوله‌های جانبی توسط مانومتر نیز اندازه‌گیری شد (شکل ۱).

سپس با استفاده از شاخص‌های ارزیابی که از معادلات زیر به دست می‌آیند، عملکرد سیستم مورد ارزیابی قرار گرفت. برای محاسبه دبی متوسط ( $\bar{Q}$ ) و انحراف از معیار (Sq) از معادلات ۱ و ۲ استفاده می‌کنیم:

پایش و کمبود فشار است. با توجه به بررسی‌های انجام شده در زمینه ارزیابی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در اکثر سامانه‌های مورد بررسی مشکل کم‌آبیاری و یا بیش‌آبیاری وجود دارد که دلیل آن می‌تواند مربوط به دفترچه طراحی (محاسبه نادرست نیاز آبی و برنامه نادرست آبیاری) و یا مشکلات بهره‌برداری (رعایت نکردن کشاورز به برنامه آبیاری دفترچه طراحی) باشد و دیگر اینکه اکثر مشکلات موجود در طرح‌های مورد بررسی شامل موارد زیر بود: پایین بودن میزان PELQ، یکنواختی پخش پایین در سامانه‌های مورد ارزیابی، عدم تأمین فشار مناسب در سامانه، پایین بودن ضریب تغییرات دبی، انتخاب نادرست نوع قطره‌چکان از سوی طراح، عدم شستشوی فیلترهای داخل ایستگاه فیلتراسیون، پایین بودن دانش و مهارت بهره‌برداران، عدم مدیریت واحد کنترل مرکزی. در کل هدف از تحقیق حاضر این است که با ارزیابی سیستم مذکور به نقاط ضعف و قوت سامانه موجود پی ببریم و در نهایت با راهکارهای ارائه شده بتوان از سیستم مورد نظر حداکثر بهره‌برداری را نمود.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در باغ پرتقال و هلو واقع در حومه شهرستان کردکوی در استان گلستان طی سال ۹۲-۹۱ صورت گرفت. منطقه محل اجرای طرح در محدوده جغرافیایی ۵۴ درجه ۱۰ دقیقه شرقی و

جدول ۱- مشخصات سیستم مورد مطالعه طبق دفترچه طراحی

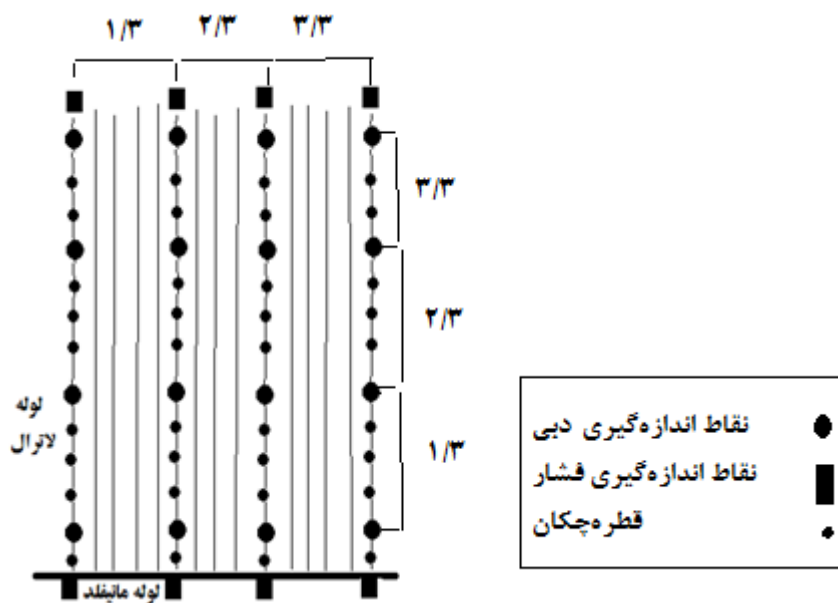
مساحت باغ (ha)	تعداد بلوک	نوع قطره چکان	دبی اسمی قطره چکان (L/h)	فشار کاری قطره چکان (m)	تعداد قطره چکان برای هر درخت
۶	۳	In line	۴	۵	۱۲
۳	۳	In line	۴	۵	۱۰

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک باغ پرتقال و هلو

عمق (cm)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت خاک	EC (dS/m)	PH	FC (%)	PWP (%)	Bd (g/cm <sup>3</sup> )	باغ
۰-۳۰	۷	۶۲	۳۱	سیلتی لوم	۰/۹۶۶	۷/۷۸	۲۶/۳۳	۱۱/۹۹	۱/۴۶	پرتقال
۳۰-۶۰	۹	۶۸	۲۳	سیلتی لوم	۰/۹۲۳	۷/۹۵	۲۸/۵۵	۱۳/۴	۱/۳۵	پرتقال
۶۰-۹۰	۷	۶۴	۲۹	سیلتی لوم	۳/۵۴	۷/۸۲	۲۷/۷۸	۱۲/۵	۱/۴۳	پرتقال
۰-۳۰	۲۵/۲	۳۰	۴۴/۸	لوم	۰/۹۶۶	۷/۹	۲۶/۳۳	۱۲/۹	۱/۲۳	هلو
۳۰-۶۰	۲۳/۲	۳۸	۳۸/۸	لوم	۰/۹۲۳	۷/۷	۲۸/۴	۱۳	۱/۲۵	هلو
۶۰-۹۰	۲۱/۲	۱۸	۶۰/۸	لوم شنی	۰/۹۲۱	۷/۸۹	۲۷	۱۲/۵	۱/۴	هلو

جدول ۳ - نتایج تجزیه شیمیایی آب منبع مورد استفاده (عناصر بر حسب میلی اکی والان بر لیتر)

CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	SAR	EC (dS/m)	PH
۰	۶	۰/۸	۰/۸	۲/۲	۴/۲	۱/۲	۰/۷	۰/۶	۷/۴



شکل ۱ - نمایی از نقاط برداشت دبی و فشار در هر واحد آبیاری

شد.

$$q_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i \quad (1)$$

$$S_q = \left( \frac{1}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^n q_i^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n q_i \right)^2 \right] \right)^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$V_{qs} = \frac{S_q}{q_{avg}} \quad (3)$$

$$U_s = 100 \left( 1 - V_{qs} \right) \quad (4)$$

جدول ۴- محدوده تغییرات شاخص‌های عملکرد سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (ASAE, 2003)

$V_{pf}$	$V_{hs}$	$U_s$	$V_{qs}$	شبه‌وی مقبولیت
$5 >$	$10 >$	$90 >$	$5 >$	عالی
$5-10$	$10-20$	$80-90$	$5-7$	خیلی خوب
$10-15$	$20-30$	$70-80$	$7-11$	نسبتاً خوب
$15-20$	$30-40$	$60-70$	$11-15$	ضعیف
$20 <$	$40 <$	$60 <$	$15 <$	غیر قابل قبول

که در روابط بالا  $U_{qs}$  و  $V_{qs}$  به ترتیب نمایانگر ضریب تغییرات دبی و ضریب یکنواختی آماری می‌باشند. اگر در معادله‌های  $h_{i,1,2,3}$  جایگزین  $q_i$  شود، فشار هیدرولیکی متوسط ( $h$ ) و ضریب تغییرات فشار ( $V_{hs}$ ) به دست می‌آید. برای تعیین نرمال بودن توزیع یکنواختی دبی، ضریب یکنواختی اصلاح شده ( $U_{ca}$ ) از معادله ۵ محاسبه می‌شود:

$$U_{ca} = 20.2 + 0.798U_s \quad (5)$$

عملکرد کلی قطره‌چکان ( $V_{pf}$ ) که بستگی به تغییرات دبی ناشی از عوامل مختلف مانند تغییرات فشار و دما در داخل شبکه لوله، شکل قطره‌چکان، گرفتگی آن و هم‌چنین فرسودگی آن دارد، از معادله ۸ محاسبه می‌شود:

$$V_{pf} = (V_{qs}^2 - V_{hs}^2)^{1/2} \quad (6)$$

اندازه‌گیری‌های فوق در طول فصل زراعی و در پایان فصل، دو بار انجام گرفت. با توجه به این که خاک اطراف لوله‌های آبیاری بایستی جابه‌جا شود و ممکن است به ریشه و در نهایت عملکرد محصول لطمه بزند، نمونه‌برداری از محل‌های مختلف اطراف درخت انجام گرفت. کارایی سامانه با توجه به عوامل فوق و جدول ۴ انجام

جدول ۵ و ۶ نتایج اندازه‌گیری دبی و فشار قطره‌چکان‌های مربوط به دو باغ پرتقال و هلو را در طی فصل زراعی و در انتهای آن نشان می‌دهد. اعداد اندازه‌گیری شده مربوط به میانگین حاصله از دبی ۲ عدد قطره‌چکان در پای هر درخت می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود دبی خروجی از قطره‌چکان‌ها یکنواخت نیست که این اختلاف زیاد در مقادیر برداشت شده را می‌توان ناشی از عوامل زیر دانست: ۱- افت اصطکاکی، ۲- گرفتگی قطره‌چکان‌ها در اثر ورود ذرات خاک و ریشه به داخل آن و یا رسوب املاح (شکل ۲). به‌طور مثال قطره‌چکان‌های واقع در ورودی مانیفولد، دو سوم لترال و انتهایی مانیفولد و انتهای لاترال در باغ مرکبات و قطره‌چکان واقع در یک سوم مانیفولد، یک سوم لترال و انتهایی مانیفولد و انتهای لاترال در باغ هلو دبی به طور ناگهانی کاهش یافته است. ۳- پارگی لوله‌های لاترال ۴- آب دهی اتصالات (شیرفلکه‌ها، بسط‌های ابتدایی و انتهایی) ۴-

داخل هر بلوک گردش نماید. این امر باعث شده در سیستم آبیاری مورد مطالعه توزیع فشار در کل سیستم دچار مشکل شود.

عامل بعدی که یکی از مشکلات اساسی طراحی سیستم مورد ارزیابی می‌باشد این است که طراح لوله‌های جانبی را در انتهای هر بلوک به صورت مدار مانند به یکدیگر متصل نموده است، به گونه‌ای که آب در

جدول ۵- مقادیر دبی قطره چکان ها (L/h) و فشار (bar) در دو مرحله باغ برتقال

محل لوله های فرعی روی مانیفلد					
انتتهای دور دست	دوسوم مانیفلد	یک سوم مانیفلد	ورودی مانیفلد	محل قطره چکان ها روی لوله فرعی	
۳/۷	۴/۰۸	۳/۹	۳/۹۳	دبی	ابتدای لوله فرعی
۳/۶	۴/۰۱	۳/۷	۳/۸	مرحله اول	
۱/۳	۱/۵	۱/۵	۱/۵	مرحله دوم فشار در دو مرحله	
۳/۵	۳/۸۳	۳/۸	۳/۶	دبی	یک سوم
۳/۵	۳/۷۲	۳/۸	۳/۵	مرحله اول مرحله دوم	
۳/۵	۳/۶۲	۲/۶	۱/۲	دبی	دو سوم
۳/۵	۳/۶	۲/۵	۲/۷	مرحله اول مرحله دوم	
۱/۵	۴	۳/۶	۳/۲	دبی	انتتهای لوله فرعی
۱/۵	۴	۳/۵	۳/۲	مرحله اول مرحله دوم	
۰/۱	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۷	در دو مرحله فشار	

جدول ۶- مقادیر دبی قطره چکان ها (L/h) و فشار (bar) در دو مرحله باغ هلو

محل لوله های فرعی روی مانیفلد					
انتتهای دور دست	دوسوم مانیفلد	یک سوم مانیفلد	ورودی مانیفلد	محل قطره چکان ها روی لوله فرعی	
۴/۶۸	۳/۷۲	۴/۱۴	۲/۴۶	دبی	ابتدای لوله فرعی
۴/۴	۳/۷	۴/۱	۲/۴	مرحله اول مرحله دوم	
۳/۷	۳/۳	۳/۵	۳/۸	در دو مرحله فشار	
۳/۶	۴/۴۱	۴/۲	۴/۱۴	دبی	یک سوم
۳/۷	۴/۳۳	۴/۱	۴/۲	مرحله اول مرحله دوم	
۲/۵	۳/۴۵	۴	۴/۰۵	دبی	دو سوم
۲/۸	۳/۴	۴	۴/۱	مرحله اول مرحله دوم	
۱/۵	۳/۹	۲/۵	۳/۲	دبی	انتتهای لوله فرعی
۱/۸	۴	۲/۹	۳/۷	مرحله اول مرحله دوم	
۲	۱/۸	۲/۵	۲/۵	در دو مرحله فشار	



شکل ۲- گرفتگی قطره چکان ها در اثر نفوذ ریشه و خاک به داخل آن ها

مانومتر نصب شده بعد از پمپ و قبل از فیلتر شنی عدد ۳/۵ بار و مانومتر نصب شده بعد از فیلتر شنی عدد ۳ بار را نشان می‌داد که ۵ متر اختلاف فشار در ورودی و خروجی فیلتر شنی ناشی از گرفتگی آن می‌باشد، بر اساس دستورالعمل‌های شرکت‌های سازنده چنانچه اختلاف فشار در فیلتر شنی از ۰/۳۵ بار افزایش یابد فیلتر دچار گرفتگی شده است که عمل شستشو باید انجام شود اما در سیستم مذکور همان طور که مشاهده می‌شود با توجه به اینکه اختلاف فشار ها به ۵ متر رسیده است به دلیل بهره‌برداری نادرست شستشوی فیلترها صورت نگرفته است. متأسفانه با توجه به این که شستشوی فیلترهای شنی امری آسان می‌باشد و توسط عمل شستشوی معکوس انجام می‌گیرد، اما بهره‌بردار به دلیل عدم آشنایی درست با این سیستم از انجام این کار خودداری نموده است که این امر خود باعث گرفتگی قطره‌چکان‌ها به دلیل فیلتراسیون نادرست می‌شود. با توجه به این که حدوداً ۷ سال از عمر سیستم می‌گذرد اما شاخص‌های ارزیابی به‌دست آمده جهت یک سیستم آبیاری قطره‌ای ضعیف می‌باشد.

جدول ۷- نتایج ارزیابی هیدرولیکی باغ پرتقال

مرحله	$\bar{q}$	$V_{qs}$	$U_{qs}$	$UC_a$	$I_r$	$V_{hs}$	$V_{pf}$
۱	۳/۳۳	۰/۲۵	۷۴/۲	۷۹/۴	۷/۹۷	۰/۸۷	۰/۲۲
۲	۳/۲۷	۰/۲۴	۷۵/۶	۸۰/۵	۷/۹۷	۰/۸۷	۰/۲

جدول ۸- نتایج ارزیابی هیدرولیکی باغ هلو

مرحله	$\bar{q}$	$V_{qs}$	$U_{qs}$	$UC_a$	$I_r$	$V_{hs}$	$V_{pf}$
۱	۳/۵۴	۰/۲۵	۷۴/۸۳	۷۹/۹	۲۸/۸۷	۰/۵۷۵	۰/۱۶
۲	۳/۶۴	۰/۲	۸۰/۰۷	۸۴/۰۹	۲۸/۸۷	۰/۵۷۵	۰/۱۶

جدول ۹ برنامه و وضعیت آبیاری در بلوک‌های مورد ارزیابی توسط کشاورز را نشان می‌دهد. همان طور که ملاحظه می‌گردد اختلاف میان متوسط حجم آب داده شده به هر درخت در هر آبیاری به متوسط حجم آب دریافت شده در چارک پایین هر واحد آبیاری بیانگر میزان وقوع کم آبیاری صورت گرفته در نقاط مختلف باغ‌ها می‌باشد، که عامل اصلی آن تغییر در دبی قطره‌چکان‌ها در نقاط مختلف باغ می‌باشد.

نمودارهای زیر مقایسه نیاز آبیاری خالص گیاه را بر حسب میلی‌متر بین دفترچه طراحی و برنامه cropwat و آبی که کشاورز داده است نشان می‌دهد. همان طور که ملاحظه می‌شود عمق آب آبیاری توسط کشاورز در تمام ماه‌های فصل آبیاری یکسان نبوده و دچار بیش‌آبیاری و کم‌آبیاری شده است. برای مثال در نمودار مربوط به باغ هلو در ماه مرداد عمق آب داده شده توسط کشاورز بیش‌تر از

جدول ۷ نتایج به‌دست آمده از پارامترهای محاسبه شده بر اساس دستورالعمل ASAE بر روی سامانه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود با توجه به شاخص‌های ارائه شده در جدول ۴ سیستم مورد مطالعه دارای ضریب تغییرات دبی غیر قابل قبول می‌باشد، ضریب تغییرات بالای دبی قطره‌چکان‌ها ناشی از پراکنندگی دبی آن‌ها در مانیفولد‌های تحت آزمایش است که می‌تواند تحت تأثیر عوامل مختلفی به شرح زیر باشد: ۱- گرفتگی قطره‌چکان‌ها که این مورد در سیستم مورد نظر به وضوح مشاهده شد. ۲- تغییرات غیرمجاز افت فشار در مانیفولدها و لوله‌های جانبی که ناشی از طراحی نامناسب سیستم می‌باشد، که این امر با دیدن میزان افت فشار در ابتدا و انتهای مانیفولد در جدول ۵ که بیش‌تر از مقدار مجاز طراحی شده می‌باشد، تأیید می‌شود. ۳- بالا بودن ضریب تغییرات ساخت برخی از قطره‌چکان‌ها که باعث افزایش ضریب تغییرات دبی در سامانه می‌شود. که این عامل در مورد قطره‌چکان‌های این سیستم که از نوع PC2 بوده و دارای ضریب تغییرات ساخت کم‌تر از ۵٪ می‌باشند صدق نمی‌کند. نتایج به‌دست آمده از بالا بودن ضریب تغییرات دبی به دلیل موارد ۲ و ۱ با نتایج به‌دست آمده توسط زمانیان و همکاران (۱۳۹۱) همخوانی داشت. یکنواختی آماری دبی قطره‌چکان‌ها بر اساس محدوده تغییرات شاخص‌های ارائه شده در جدول ۴ در حد نسبتاً خوب طبقه‌بندی شد. دلیلی که باعث شد یکنواختی آماری دبی قطره‌چکان‌ها در حد عالی قرار نداشته باشد تأمین نشدن تمامی عوامل مؤثر بر دبی قطره‌چکان‌ها به صورت صحیح در سامانه مورد بررسی می‌باشد. نتایج به‌دست آمده با نتایج توسط زمانیان و همکاران (۱۳۹۱) همخوانی داشت. بر اساس استانداردهای ارائه شده در جدول ۴ ضریب تغییرات فشار قطره‌چکان‌ها در باغ پرتقال در حد غیرقابل قبول و در باغ هلو نسبتاً خوب طبقه‌بندی شد. ضریب تغییرات فشار بالای باغ پرتقال به خاطر مساحت زیاد بلوک ارزیابی شده می‌باشد چون هر چه مساحت زمینی که مانیفولد در آن کار می‌کند کم‌تر باشد ضریب تغییرات فشار پایین‌تر خواهد بود. ضریب تغییرات عملکرد قطره‌چکان‌ها بر اساس استانداردهای ارائه شده در جدول ۴ در باغ پرتقال ضعیف و در باغ هلو خیلی خوب طبقه‌بندی شد با در نظر گرفتن عواملی همچون طراحی نامناسب سامانه (طراحی کردن دو مانیفولد برای یک بلوک) و نوسانات غیرمجاز فشار قطره‌چکان‌های مذکور قطره‌چکان‌ها باغ پرتقال از عملکرد قابل قبولی برخوردار نمی‌باشند. و نتایج به‌دست آمده در این بخش با نتایج کوهی و دهقانی‌سانج (۱۳۹۱) همخوانی داشت.

### ایستگاه پمپاژ و کنترل مرکزی

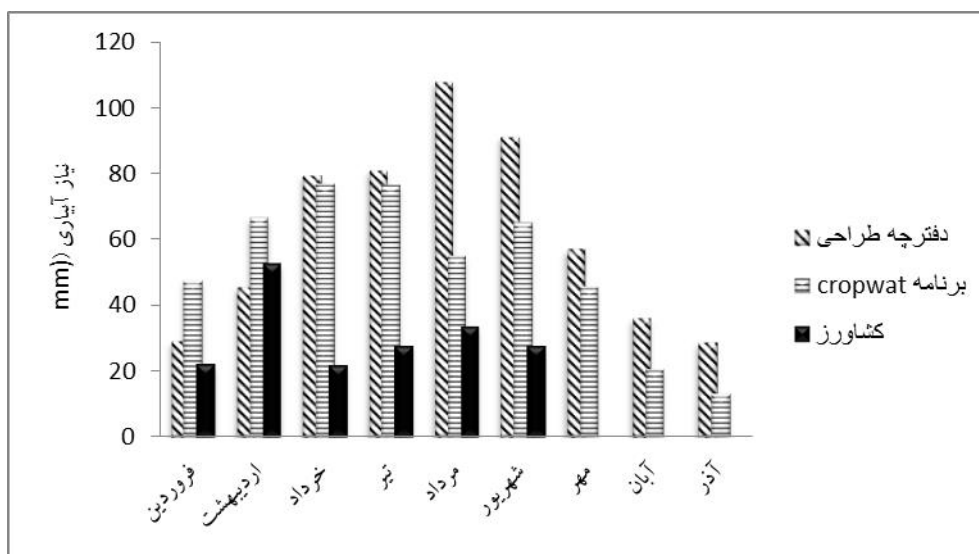
اختلاف ارتفاع محل ایستگاه تا داخل مزرعه ۱۵ متر می‌باشد. فشارها در نقاط مختلف ایستگاه فیلتراسیون اندازه‌گیری شدند،

نیاز آبیاری به‌دست آمده از برنامه کراپوات بوده است و این امر به این خاطر است که کشاورز فقط به اینکه میوه در مرحله توسعه خود به سر می‌برد و آب بیش‌تری نیاز دارد آبیاری می‌کند و به داده‌های هواشناسی کاری ندارد.

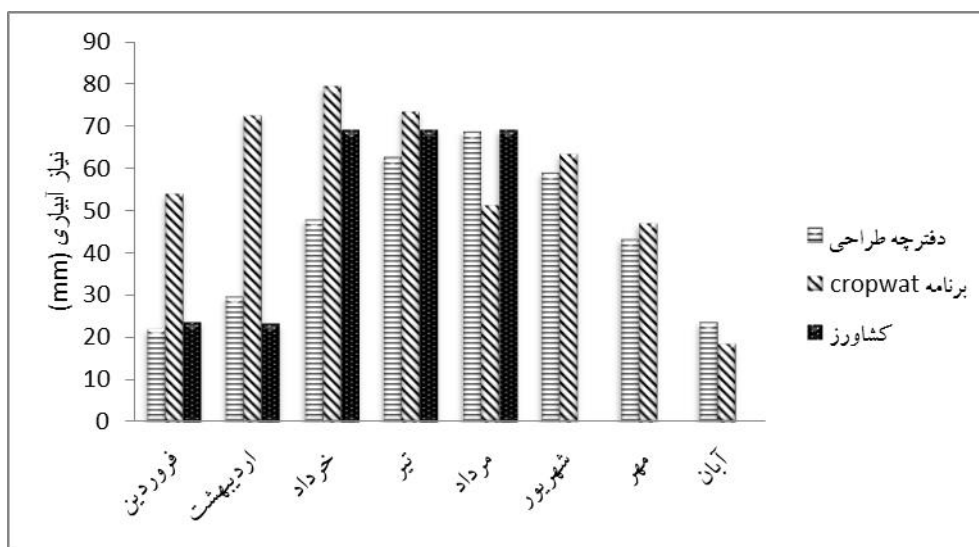
جدول ۹- وضعیت آبیاری بلوک‌ها در سامانه مورد ارزیابی

باغ	e	Ta(hr)	Fi(day)	Da(mm)	G(L/day)	G'(L/day)
پرتقال	۱۲	۸	۷	۱۰/۸۸	۵۵/۹۵	۴۳/۳۳
هلو	۹	۸	۷	۱۱/۹۵	۴۲/۶۷	۳۲/۹۱

e: تعداد قطره‌چکان‌ها برای هر درخت، Ta: میزان ساعت پخش در هر آبیاری، Fi: دور آبیاری، Da: متوسط عمق آب پخش شده در هر آبیاری در کل ناحیه تحت پوشش گیاه، G: متوسط حجم آبی که روزانه به هر گیاه می‌رسد، G': حجم آب پخش شده در چارک پایین مزرعه.



شکل ۳- نیاز آبیاری باغ پرتقال



شکل ۴- نیاز آبیاری باغ هلو

**مسائل و مشکلات موجود در سامانه آبیاری**

نحوه بهره‌برداری و مدیریت، ناشی از عدم آموزش به کشاورزان می‌باشد که این امر در بخش‌های مختلف سامانه آبیاری باعث بروز برخی مشکلات شده است.

ایستگاه فیلتراسیون: عدم شستشوی فیلترهای شنی، حذف فیلترهای دیسکی، پر شدن کف ایستگاه فیلتراسیون از آب به دلیل خرابی بعضی از قطعات، کار نکردن تعدادی از مانومترها.

لوله‌های لاترال: کشاورز با زدن دیسک عمیق باعث پارگی لوله‌های ۱۶ میلی‌متری داخل باغ می‌شود و همچنین با این کار باعث نرم شدن خاک می‌شود و با بارندگی خیلی کم خاک‌ها صله می‌بندند. برنامه و ساعات آبیاری: بهره‌بردار به برنامه زمان‌بندی موجود در دفترچه طراحی توجه ننموده و بر اساس شرایط کاری خود بلوک‌ها را آبیاری می‌نماید.

**مسائل و مشکلات طبیعی و اجتماعی**

سه‌میه ندادن آب به کشاورز: چون مالک استخر شخص دیگری است به دلایلی این شخص سه‌میه آب کشاورز را نداده و باعث کم‌آبیاری کردن کشاورز می‌شود.

رضایت نداشتن کشاورز از مالک باغ: در سال ۹۲ باغ هلو توسط شخص دیگری خریداری شد و به دلیل عدم پرداخت حق الزحمه کشاورز توسط این شخص، ناراحتی برای کشاورز ایجاد شده و برای مدتی باغ هلو را آبیاری نمی‌کرده است.

رشد بی‌رویه‌ی علف‌های هرز: با توجه به اینکه یکی از مزیت‌های سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی کاهش رشد علف‌های هرز می‌باشد ولی در مورد این طرح صدق نمی‌کند، که یکی از دلایل اصلی رشد بیش از اندازه علف‌های هرز در سطح باغ به نوع لوله‌های جانبی و قطره‌چکان‌های مستقر در آن مرتبط است. در این سیستم قطره‌چکان‌ها از نوع داخل خط با فواصل یک متر روی لوله جانبی قرار دارند و انعطاف‌پذیری برای انتخاب قطره‌چکان‌های مشخص بر سر هر درخت همانند روش قطره‌ای سطحی وجود ندارد و بنابراین فواصل بین درختان نیز بر خلاف سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی آبیاری می‌شود، اگر چه دلایل دیگری نیز مانند باران می‌تواند باعث رشد این علف‌ها شود اما به گفته‌ی زارع در سال‌های کم‌باران نیز رشد علف‌های هرز زیاد می‌باشد.

**نتیجه‌گیری و پیشنهادات**

در این تحقیق وضعیت سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی اجرا شده در باغ شهرستان کردکوی واقع در استان گلستان مورد ارزیابی قرار گرفت و با بررسی شاخص‌های ارزیابی محاسبه شده توسط دستورالعمل ASAE عملکرد سیستم ضعیف معرفی شد. در برنامه‌ریزی آبیاری به علت عدم تبعیت از دفترچه طراحی، در

مشکلات موجود در سامانه مورد نظر را می‌توان به ۴ بخش زیر تقسیم‌بندی کرد: ۱- مسائل و مشکلات موجود در بخش طراحی ۲- مسائل و مشکلات مربوط به بخش اجرا ۳- مسائل و مشکلات مدیریتی و بهره‌برداری ۴- مسائل و مشکلات طبیعی و اجتماعی.

**مسائل و مشکلات موجود در بخش طراحی**

۱- یکی از اشکالات موجود در دفترچه طراحی این است که طراح، دقت لازم را در محاسبات پارامترها ننموده است. و این عامل باعث شده است در همان ابتدای کار با محاسبه اشتباه نیاز آبی دور آبیاری را ۶۰ روز به دست آورد در صورتی که دور آبیاری پیشنهادی ارائه شده ۲ روز می‌باشد.

۲- دومین اشکال موجود در دفترچه طراحی مربوط به درصد خیس‌شدگی است که اشتباه محاسبه کرده و به مقدار ۷۰٪ رسیده است در صورتی که در باغات در آبیاری قطره‌ای درصد خیس‌شدگی خاک بین ۳۳ تا ۶۶ درصد می‌باشد.

۳- طراح قبل از زمان طراحی باغ را مشاهده ننموده است و تنها نقشه بردار شرکت نقشه را برای وی تهیه نموده است.

۴- تعداد قطره‌چکان به دست آمده برای هر درخت زیاد محاسبه شده است به طوری که ۴ قطره‌چکان بین ردیف‌های درخت اضافه هستند و فقط باعث رویش علف هرز بیشتر شده است.

۵- طراحی نکردن استخر و ایستگاه پمپاژ در داخل خود باغ.

**مسائل و مشکلات بخش اجرا**

۱- مجری مورد نظر لوله‌های لاترال را به طور مستقیم پهن ننموده است.

۲- فاصله کارگذاری لوله‌های آبد به از تنه درخت رعایت ننموده است.

۳- عمق کارگذاری لوله‌ها را از سطح زمین به یک میزان رعایت نکرده است.

۴- مجری محترم لوله‌های آبد را در انتهای بلوک به هم مدار کرده است و این کار باعث شده است توزیع فشار در کل سیستم دچار مشکل شود.

**مسائل و مشکلات بخش مدیریت و بهره‌برداری**

بهره‌برداری و نگهداری سیستم‌های آبیاری از مسائل مهمی است که کم‌تر به آن توجه می‌شود. اغلب پروژه‌ها پس از اجرا به دلیل شیوه‌های نادرست بهره‌برداری کارایی مناسبی ندارند. بهره‌برداری صحیح و اهمیت دادن به مسئله نگهداری باعث کارایی بیشتر، هزینه‌های کم‌تر و افزایش طول عمر سیستم می‌شود. عدم آگاهی از



مهندسی کشاورزی کرج. ۱۷ مهر ۱۳۹۱. ص ۲۲۵.

کوهی، ن.، دهقانی‌سانبج، ح. ۱۳۹۱. بررسی مدیریت بهره‌برداری در سامانه‌های اجرا شده آبیاری زیرسطحی در باغات پسته استان کرمان. مجموعه مقالات چهارمین سمینار ملی توسعه پایدار روش‌های آبیاری تحت فشار. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج. ۱۷ مهر ۱۳۹۱. ص ۱۴.

Acar, B., Topak, R. and Mikailsoy, F. 2009. Effect of applied water and discharge rate on wetted soil volum in loam or clay-loam soil from an irrigated trickle source. *African Journal of Agricultural Research*, 4(1):301-303.

Al-jamal, M.S., Ball, S., Sammis, T.W. 2001. Comparison of Sprinkler, trickle and furrow irrigation efficiencies for onion production. *Water Management* 46(3):253-266.

Heard, J.W and Porker, M.J., Armstrong, D.P., Finger, L., Ho, C.K.M., Wales, W.J., Malcolm, B. 2012. The economics of subsurface drip irrigation on perennial pasture and fodder production in Australia. *Agriculture Water Management*, Vol.109, PP.11-23.

Zhang, H., Chi, D., Wang, O., Fang, J and Fang, X. 2011. Yield and quality response of cucumber to irrigation and nitrogen fertilization under subsurface drip irrigation in solar greenhouse. *Agriculture Sciences in China*, Vol. 10(6), PP. 921-930.

Umara, B.G., Audu, I and Basher, A.U. 2011. Performance evaluation of bamboo (*Oxytennera abyssinica*) low – cost micro irrigation lateral system. *Arpn Journal of Engineering and Applied Sciences*. 6(5):69-73.

Yingduo, Y., Shihong, G., Di, X., Jiandong, W., and Xiaopeng, M. 2010. Effects of Treflan injection on Winter Wheat growth and root clogging of subsurface drippers. *Agriculture Water Management*, Vol.97, P.P.723-730.

شرایطی باغ با کمبود آب مواجه شده است. به دلیل دقت نکردن مجری طرح در پهن نمودن لاترال‌ها که باعث شده است بعضی از لاترال‌ها با فاصله زیادی از تنه درختان نصب شوند موجب تنش بیش‌تری به درختان شده و برگ‌ها را نیز از شادابی خارج می‌کند. عدم رعایت فاصله مناسب لاترال در درختان، توزیع نامناسب آب را در محیط ریشه به همراه دارد. عمق نصب لاترال‌ها در ردیف درختان ثابت نبوده و مقدار آن در طول مسیر به علت ضعف در نصب لاترال‌ها، متفاوت بود که می‌تواند تبخیر سطحی را همراه داشته باشد. با توجه به یافته‌های این تحقیق ارزیابی و بررسی مستمر وضعیت سیستم‌های آبیاری قطره‌ای بعد از اجرا می‌تواند به مدیریت سیستم در بهره‌برداری و نگهداری صحیح این سیستم‌ها کمک کند. لذا توصیه می‌شود: ۱- هر چند وقت یکبار سیستم از نظر آبدهی و فشار مورد دقت قرار گیرد. ۲- قبل از اجرای سامانه‌ها، نحوه‌ی سرویس، نگهداری و بهره‌برداری از آن را به کشاورزان آموزش دهند. ۳- بخش ترویج و آموزش وزارت جهاد کشاورزی روش‌ها و مزایای آبیاری قطره‌ای را به کشاورزان آموزش دهد. ۴- طرح‌های در حال اجرا به‌وسیله‌ی شرکت‌های مشاورین تحت نظارت و ارزیابی قرار گیرند. ۵- بازدید مرتب از ایستگاه فیلتراسیون، اتصالات و مشاهده نحوه‌ی کارکرد آن‌ها، و در صورت لزوم تعویض آن‌ها و هم‌چنین شستشوی فیلترهای داخل ایستگاه فیلتراسیون و لوله‌های جانبی انجام پذیرد.

## منابع

ابراهیم‌پور، م. ۱۳۹۰. بررسی و ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در استان کردستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان.

زمانیان، م.، فتاحی، ر.، برومند نسب، س.، شامحمدی، ش. و پروانک، ک. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد سامانه‌های خرد آبیاری در شرایط مختلف آب و هوایی ایران. مجموعه مقالات چهارمین سمینار ملی توسعه پایدار روش‌های آبیاری تحت فشار. مؤسسه تحقیقات فنی و

## Technical Evaluation of the Hydraulic Performance of Subsurface Drip Irrigation system

R. Bagheri<sup>1\*</sup>, M. Hesam,<sup>2</sup> A. Kiani,<sup>3</sup> A. Hezarjaribi<sup>4</sup>

Received: Oct.13, 2013

Accepted: Jun.11, 2014

### Abstract

Drip irrigation methods in terms of the potential for a solution ideally suited for use in high efficiency distribution of water resources are optimized. If the system is running, regardless of the quality of some of them tride to be not be able to provide benefits to its nominal. In order to understand the strngths and weaknesses of system is required factors in their assessment of the size of. Farm monitoring system included parameters of water quality, soil quality, texture, and uniformity of emitters clogging water distribution, instsllation depth, distance from each other , and the trunk was emitters. The results show acceptable uniformity coefficient and coefficient of variation of discharge rates at discharge were classified as unacceptable. According to the results obtained from the coefficient of variation of flow parameters (Vqs), statistical uniformity coefficient (Us), The coefficient of variation of the dropper(Vpf) in the system of 25,74,22 Percent were calculated, showing system pressure fluctuations is unauthorized. It is concluded that a lack of uniformity at low pressure, poor design, system pressure fluctuations is unauthorized

**Keywords:** Pressurized irrigation, Uniformly distributed, Clogging of emitters

---

1- MSc student Department of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources  
2- Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.  
3- Associate Prof., Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center.  
4- Associate Prof., Dept. of Water Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.  
(\*- Corresponding Author Email: [m\\_bagheri20082009@yahoo.com](mailto:m_bagheri20082009@yahoo.com) )