

## تعیین کارآیی سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (مطالعه موردی: باغ هلو و مرکبات شهرستان کردکوی)

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

### چکیده

کاهش چشم‌گیر کمیت و کیفیت منابع آب در دسترس و قرار گرفتن کشور ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک سبب توجه بیشتر به سیستم‌های نوین آبیاری برای افزایش بازده آبیاری و کارایی مصرف آب می‌شود. از جمله این روش‌ها آبیاری قطره‌ای زیرسطحی است که تلفات را به حداقل مقدار می‌رساند. موفقیت یک سیستم آبیاری قطره‌ای منوط به طراحی و اجرای خوب آن است. در این پژوهش به استناد شاخص‌های ارائه شده توسط انجمن مهندسين کشاورزی امریکا کارآیی یک سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی اجرا شده بررسی شد. پایش شامل بررسی پارامترهای کیفیت آب، بافت و کیفیت خاک، میزان گرفتگی قطره‌چکان‌ها و یکنواختی پخش آب، عمق نصب، فاصله قطره‌چکان‌ها از یکدیگر و از تنه درختان بود. مقادیر ضریب یکنواختی دبی قطره‌چکان‌ها و ضریب تغییرات دبی و عملکرد کلی قطره‌چکان‌ها به ترتیب ۷۴٪، ۲۵٪ و ۲۰٪ به دست آمد. با توجه به مقدار ضریب تغییرات عملکرد قطره‌چکان، قطره‌چکان‌ها ضعیف شناخته می‌شوند. عملکرد بسیار ضعیف آن‌ها را می‌توان به ضعف طراحی و گرفتگی قطره‌چکان‌ها و ناآشنا بودن کشاورز به فن بهره‌برداری مناسب از سامانه ربط داد.

**واژه‌های کلیدی:** آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، ارزیابی، کارایی سامانه، گرفتگی قطره‌چکان‌ها، یکنواختی پخش.

ارجاع: باقری ر. حسام ح. کیانی ع. و هزارجریبی ا. ۱۳۹۵. تعیین کارآیی سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (مطالعه موردی: باغ هلو و مرکبات شهرستان کردکوی). مجله پژوهش آب ایران. ۲۰: ۶۹-۷۶.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.  
۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.  
۳- دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان.  
۴- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

\* نویسنده مسئول: [m\\_bagheri20082009@yahoo.com](mailto:m_bagheri20082009@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۹/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۰۲

## مقدمه

یکی از گزینه‌های قابل انتخاب برای افزایش تولیدات کشاورزی به ازای مصرف هر واحد آب، استفاده از شیوه‌های جدید آبیاری مانند آبیاری قطره‌ای است. آبیاری قطره‌ای شامل دو نوع سطحی و زیرسطحی است. آبیاری قطره‌ای زیرسطحی کاربرد آب در زیرسطح خاک از طریق گسیلنده‌ها با دبی مشابه با دبی آبیاری قطره‌ای را شامل می‌شود. راندمان کاربرد آن می‌تواند بیش از ۹۰٪ بوده و به این جهت یکی از روش‌های آبیاری بسیار کارا محسوب می‌شود (ابراهیمی بروجنی و همکاران، ۱۳۹۱). در پژوهشی با عنوان ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری قطره‌ای در شهر یزد که توسط ملکی‌نژاد و همکاران، (۱۳۸۹) انجام شد، نتایج نشان داد کارایی مصرف آب در روش‌های قطره‌ای بیشتر از روش‌های سطحی بوده است؛ میزان شوری در سامانه‌های مورد بررسی بالا بوده که باید با طراحی درست و مدیریت صحیح سامانه آبیاری قطره‌ای خطر ناشی از شوری را کاهش داد. سهرابی و همکاران (۱۳۸۹) در ارزیابی سامانه‌های آبیاری تحت فشار دشت قزوین بازده برخی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای را ۱۰۰ درصد به دست آوردند، و دلیل آن نبود هیچ گونه تلفات در سامانه گزارش کردند.

در خاک شنی میزان عملکرد سیب‌زمینی در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به نسبت سیستم قطره‌ای سطحی افزایش یافته و با افزایش مواد ارگانیک به این خاک می‌توان از خارج شدن نیتراژ خاک جلوگیری کرد (سلیم و همکاران، ۲۰۰۹). در پژوهشی ۱۱ سامانه آبیاری قطره‌ای در استان کردستان توسط ابراهیم‌پور (۱۳۹۰) انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفت. اندازه‌گیری‌ها بر اساس دستورالعمل اداره حفاظت خاک آمریکا (SCS) انجام شد؛ نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان داد که در 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. به طوری که 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 فقط دو مزرعه دارای عملکرد متوسط و بقیه مزارع دارای عملکرد ضعیف بودند. از دلایل پایین بودن عملکرد سامانه‌ها می‌توان به نامناسب بودن فشار سامانه‌ها، گرفتگی قطره‌چکان‌ها و مدیریت ضعیف بهره‌برداری از سامانه‌ها اشاره کرد (ابراهیم‌پور، ۱۳۹۰).

بررسی مدیریت بهره‌برداری در سامانه‌های اجرا شده آبیاری زیرسطحی در باغات پسته استان کرمان نشان داد یکنواختی پخش آب در بین قطعات متفاوت بوده و در مواردی ضریب تغییرات دبی در حد غیرقابل قبول طبقه‌بندی شد. بهره‌بردار از یک برنامه دقیق آبیاری پیروی نمی‌کرد به طوری که در بعضی مواقع بیش‌آبیاری و در بعضی مواقع کم‌آبیاری انجام می‌شد. دامنه تغییرات مقدار آب آبیاری در ۲۰ لیتر به ازای هر درخت در نوسان بود. (کوهی و همکاران، ۱۳۹۱). 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 آمریکا (SCS)، انجام شد. نتایج حاصله از این بررسی نشان داد  $EU_s$  و AELQ سامانه‌ها در محدوده ۴/۶۲ تا ۶۴/۳۱ درصد و PELQ در محدوده ۴/۱۶ تا ۶۴ درصد متغیر بودند. پس بر این اساس وضعیت راندمان‌ها در ۳ سامانه مورد بررسی غیرقابل قبول، ۳ سامانه دارای وضعیت ضعیف و ۲ سامانه دارای وضعیت متوسط بوده است. در مجموع گزارش شده است که میزان متوسط یکنواختی پخش در سامانه‌های مورد ارزیابی حدود ۴۳ درصد است که دلایل اصلی آن یکسان باز نبودن شیرها در مانیفولد‌های در حال کار به صورت همزمان، عدم تأمین فشار مناسب در سامانه ناشی از طراحی نادرست، عدم شست‌شو و تمیز کردن به موقع دستگاه‌های تصفیه، به کارگیری صحیح کود شیمیایی که به صورت محلول در آب آبیاری استفاده می‌شوند، هستند. همچنین موارد مشترک از نظر بهره‌برداری و نگهداری در مورد این سامانه‌ها، گرفتگی قطره‌چکان‌ها، عدم مدیریت واحد کنترل مرکزی، فقدان ابزار پایش و کمبود فشار است گزارش شده است. در پژوهشی که توسط ازب و ابوسیرهان (۲۰۰۶) انجام شد بررسی سامانه آبیاری

قطره‌چکان و مسیر جریان لایبرنت دابل هستند. قطره‌چکان‌ها به فواصل یک متری روی لوله‌های فرعی نصب شده‌اند.

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

برای ارزیابی و پایش سیستم در باغ مورد بررسی یک مانیفولد به طور تصادفی انتخاب شده و با توجه به استاندارد ASAE<sup>۳</sup> برای ارزیابی سامانه آبیاری ۴ فرعی (ابتدایی، یک سوم، دو سوم و انتهایی) را انتخاب و روی هر فرعی، 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 شد. آنگاه به مدت یک دقیقه حجم آب خروجی تمام قطره‌چکان‌های آن قسمت اندازه‌گیری شد. فشارها در ابتدا و انتهای لوله‌های جانبی با مانومتر نیز اندازه‌گیری شد (شکل ۱).

سپس با استفاده از شاخص‌های ارزیابی ASAE (ضریب تغییرات دبی، ضریب یکنواختی آماری، ضریب تغییرات فشار، ضریب تغییرات دبی با در نظر گرفتن هیدرولیک جریان، عملکرد کلی قطره‌چکان) که از معادلات (۱) تا (۴) به دست می‌آیند، عملکرد سیستم ارزیابی شد. برای محاسبه دبی متوسط ( $\bar{q}$ ) و انحراف از معیار (Sq) از معادلات (۱) و (۲) استفاده شد:

$$\bar{q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i \quad (1)$$

$$S_q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n q_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n q_i)^2}{n-1}} \quad (2)$$

$$V_{qs} = \frac{S_q}{\bar{q}} \quad (3)$$

$$U_{qs} = 100(1 - V_{qs}) \quad (4)$$

که در معادله‌های بالا  $V_{qs}$  و  $U_{qs}$  به ترتیب نمایانگر ضریب تغییرات دبی و ضریب یکنواختی آماری هستند. اگر در معادله‌های (۱)، (۲) و (۳)، 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 (ارزیابی ASAE):

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

قطره‌ای در اراضی شیب‌دار و ترازهای ارتفاعی مختلف نشان داد که یکنواختی دبی قطره‌چکان‌ها بین ترازها از ۴۰ درصد در طراحی سنتی به ۸۰ درصد بعد از به کار بردن طراحی جدید قابل ارتقاء است. آکارا و همکاران (۲۰۱۰) به ارزیابی سامانه‌های آبیاری تحت فشار در کشور ترکیه، مقادیر میانگین ضریب یکنواختی<sup>۱</sup> (UC) و یکنواختی توزیع<sup>۲</sup> (DU) در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای به ترتیب برابر ۸۱ و ۶۹ درصد و برای سامانه‌های آبیاری بارانی به ترتیب ۸۰ و ۶۹ درصد به دست آمد. لذا نتیجه گرفتند وضعیت یکنواختی پخش در سامانه‌های آبیاری این کشور در حد ضعیف است که نشان از عملکرد نامناسب سامانه‌های آبیاری تحت فشار دارد. این پژوهش‌گران دلایل اصلی این ضعف را ناشی از گرفتگی قطره‌چکان‌ها، پایین بودن مقادیر فشار در سیستم، طراحی ضعیف و مدیریت بهره‌برداری نامناسب سامانه‌ها دانستند. اگرچه سیستم‌های آبیاری قطره‌ای منتج از تجربه کاری دراز مدت و به سطح بالایی از تکنولوژی رسیده‌اند، اما این سیستم‌ها بیشتر به دلایلی قادر به ارائه فواید اسمی خود نیستند، که با بررسی و ارزیابی میدانی می‌توان به نقاط ضعف و قوت آن‌ها پی برده و زمینه بهره‌برداری بهتر از آن‌ها را با اتخاذ روش‌های مدیریتی مناسب فراهم نمود. در کل هدف از پژوهش حاضر ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی باغات مرکبات کردکودی به منظور پی بردن به نقاط ضعف و قوت سامانه و ارائه راهکارهای اصلاحی جهت بهبود شرایط است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در غرب استان گلستان شهرستان کردکوی و در یک باغ مرکبات و هلو در روستای چهارده طی سال ۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. اقلیم منطقه بر اساس تقسیم بندی دومارتن معتدل محسوب می‌شود. منطقه مورد بررسی دارای باغ مرکبات به مساحت ۶ هکتار و باغ هلو به مساحت ۳ هکتار است. سیستم آبیاری مورد استفاده در این پژوهش از نوع قطره‌ای زیرسطحی است، که مشخصات سیستم در جدول ۱ آورده شده است. قطره‌چکان‌های این سیستم از نوع خود تنظیم PC2 هستند که دارای سطح مقطع بزرگ مسیر جریان آب و جریان متلاطم در داخل

1- Uniformity Coefficient  
2- Distribution Uniformity

فرسودگی آن دارد (کوهی و همکاران، ۱۳۹۱) از معادله ۸ محاسبه می‌شود:

$$V_{pf} = \sqrt{V_{qs}^2 - V_{qh}^2} \quad (۸)$$

اندازه‌گیری‌های بالا در طول فصل زراعی و در پایان فصل دوبار انجام شد. با توجه به اینکه خاک اطراف لوله‌های آبیاری باید جابه‌جا شود و ممکن است به ریشه و درنهایت عملکرد محصول لطمه بزند، نمونه‌برداری از محل‌های مختلف اطراف درخت انجام شد. تعیین کارایی بر اساس معیارهای کمی ذکر شده و مطابق معیارهای کیفی مندرج در جدول ۴ انجام شد.

برای محاسبه ضریب تغییرات دبی با در نظر گرفتن هیدرولیک جریان ( $V_{qh}$ )، از معادله (۶) استفاده می‌شود:

$$V_{qh} = xV_{hs} \quad (۶)$$

در معادله بالا  $x$  توان معادله دبی قطره‌چکان است. یکنواختی آماری دبی قطره‌چکان‌ها با در نظر گرفتن هیدرولیک جریان از معادله (۷) محاسبه می‌شود:

$$U_{sh} = 100(1 - V_{qh}) \quad (۷)$$

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 و همچنین

جدول ۱- مشخصات سیستم مورد بررسی (بر اساس دفترچه طراحی)

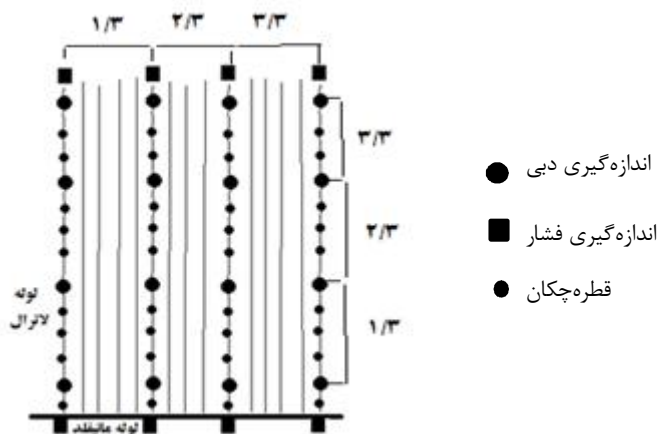
عمق نصب قطره‌چکان‌ها (cm)	تعداد قطره‌چکان برای هر درخت	فشار کاری قطره‌چکان (m)	آبدهی اسمی قطره‌چکان (L/h)	نوع قطره‌چکان	تعداد بلوک	مساحت (ha)	نوع
۳۰ cm	۱۲	۵	۴	In line	۳	۶	مرکبات
۳۰ cm	۱۰	۵	۴	In line	۳	۲	هلو

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

وزن مخصوص ظاهری ( $g/cm^3$ )	نقطه پژمردگی دائم (%)	ظرفیت زراعی مزرعه (%)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds/m)	بافت خاک	شن (%)	سیلت (%)	رسی (%)	عمق (cm)	بافت
۱/۴۶	۱۱/۹۹	۲۶/۳۳	۷/۷۸	۰/۹۶۶	سیلتی لوم	۳۱	۶۲	۷	۰-۳۰	۱
۱/۳۵	۱۳/۴	۲۸/۵۵	۷/۹۵	۰/۹۲۳	سیلتی لوم	۲۳	۶۸	۹	۳۰-۶۰	
۱/۴۳	۱۲/۵	۲۷/۷۸	۷/۸۲	۳/۵۴	سیلتی لوم	۲۹	۶۴	۷	۶۰-۹۰	
۱/۲۳	۱۲/۹	۲۶/۳۳	۷/۹	۰/۹۶۶	لوم	۴۴/۸	۳۰	۲۵/۲	۰-۳۰	۲
۱/۲۵	۱۳	۲۸/۴	۷/۷	۰/۹۲۳	لوم	۳۸/۸	۳۸	۲۳/۲	۳۰-۶۰	
۱/۴	۱۲/۵	۲۷	۷/۸۹	۰/۹۲۱	سیلتی لوم	۶۰/۸	۱۸	۲۱/۲	۶۰-۹۰	

جدول ۳- نتایج تجزیه شیمیایی آب منبع مورد استفاده (عناصر برحسب میلی‌اکی 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- موقعیت نقاط اندازه‌گیری دبی و فشار

جدول ۴- محدوده تغییرات شاخص‌های عملکرد سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (لم و همکاران، ۱۹۹۷)

$U_{qs}$	عالی ٪۹۵-۱۰۰	خوب ٪۸۵-۹۰	قابل قبول ٪۷۵-۸۰	خیلی بد ٪۶۵-۷۰	غیر قابل قبول ۶۰ و کمتر
$V_{qs}$ <td>کمتر از ۰/۰۵</td> <td>۰/۰۵-۰/۰۷</td> <td>۰/۰۷-۰/۱۱</td> <td>۰/۱۱-۰/۱۵</td> <td>بیشتر از ۰/۱۵</td>	کمتر از ۰/۰۵	۰/۰۵-۰/۰۷	۰/۰۷-۰/۱۱	۰/۱۱-۰/۱۵	بیشتر از ۰/۱۵

## نتایج و بحث

به طور عموم در آبیاری قطره‌ای هرچه دبی خروجی قطره‌چکان‌ها یکنواخت‌تر باشد، راندمان سامانه بالاتر خواهد بود (کوهی و همکاران، ۱۳۹۱). سه عامل بر این یکنواختی مؤثر است: فشار، ویژگی‌های فیزیکی قطره‌چکان‌ها و گرفتگی قطره‌چکان‌ها. جدول ۵ و ۶ نتایج

اندازه‌گیری دبی و فشار قطره‌چکان‌ها را در دو مرحله اندازه‌گیری نشان می‌دهد. اعداد اندازه‌گیری شده مربوط به میانگین حاصله از آبدهی دو عدد قطره‌چکان در پای هر درخت است.

جدول ۵- مقادیر آبدهی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت) و فشار (بار) در دو مرحله باغ مرکبات

محل لوله‌های فرعی روی مانیفولد				محل خروجی به لوله‌های فرعی	
ورودی مانیفولد	یک سوم مانیفولد	دوسوم مانیفولد	انتهای دور دست		
۳/۹۳	۳/۹	۴/۰۸	۳/۷	مرحله اول	دبی
۳/۸	۳/۷	۴/۰۱	۳/۶	مرحله دوم	
۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۲۵	در دو مرحله	فشار
۳/۶	۳/۸	۳/۸۳	۳/۵	مرحله اول	دبی
۳/۵	۳/۸	۳/۷۲	۳/۵	مرحله دوم	
۱/۲	۲/۶	۳/۶۲	۳/۵	مرحله اول	دبی
۱/۵	۲/۵	۳/۶	۳/۵	مرحله دوم	
۳/۲	۳/۶	۴	۱/۵	مرحله اول	دبی
۳/۲	۳/۵	۴	۱/۵	مرحله دوم	
۱/۲	۱/۳	۱/۱۵	۱/۲۵	در دو مرحله	فشار

جدول ۶- مقادیر دبی قطره‌چکان‌ها (لیتر در ساعت) و فشار (بار) در دو مرحله باغ هلو

محل لوله‌های فرعی روی مانیفولد					
محل خروجی به لوله‌های فرعی	ورودی مانیفولد	یک سوم مانیفولد	دوسوم مانیفولد	انتهای دور دست	
ابتدای لوله فرعی	مرحله اول	۴/۵	۴/۱۴	۳/۷۲	۴/۶۸
	مرحله دوم	۴/۳	۴/۱	۳/۷	۴/۴
	فشار در دو مرحله	۴/۵	۴	۴/۵	۴/۷
یک سوم	مرحله اول	۴/۱۴	۲/۴۶	۴/۴۱	۳/۶
	مرحله دوم	۴/۲	۲/۸	۴/۳۳	۳/۷
	فشار در دو مرحله	۴/۵	۴	۳/۴۵	۲/۵
دو سوم	مرحله اول	۴/۱	۴	۳/۴	۲/۸
	مرحله دوم	۳/۲	۲/۵	۳/۹	۱/۵
	فشار در دو مرحله	۳/۷	۲/۹	۴	۱/۸
انتهای لوله فرعی	مرحله اول	۲/۵	۲/۵	۱/۸	۲
	مرحله دوم	۲/۵	۲/۵	۱/۸	۲
	فشار در دو مرحله	۲/۵	۲/۵	۱/۸	۲

دومین عاملی 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 کرده است، به گونه‌ای که آب در داخل هر بلوک گردش نماید. این امر سبب شده در سیستم آبیاری مورد بررسی توزیع فشار در کل سیستم دچار مشکل شود. نتایج مربوط به ارزیابی هیدرولیکی در جدول‌های ۷ و ۸ آورده شده است.

با توجه به داده‌های جدول‌های ۵ و ۶ دبی خروجی از قطره‌چکان‌ها یکنواخت نیست که این اختلافات در مقادیر برداشت شده را می‌توان ناشی از عوامل زیر دانست: افت اصطکاک، گرفتگی قطره‌چکان‌ها در اثر ورود ذرات خاک و ریشه به داخل آن و یا رسوب املاح. به طور مثال در قطره‌چکان‌های (ورودی مانیفولد، دو سوم لترال و انتهای مانیفولد و انتهای فرعی) باغ مرکبات و قطره‌چکان (یک سوم مانیفولد، یک سوم لترال و انتهای مانیفولد و انتهای فرعی) باغ هلو دبی به طور ناگهانی کاهش یافته است.

جدول ۷- نتایج ارزیابی هیدرولیکی باغ مرکبات

مرحله	$\bar{q}$	$V_{qs}$	$U_{qs}$	$UC_a$	$h$	$V_{hs}$	$V_{qh}$	$U_{sh}$	$V_{pf}$
۱	۳/۳۳	۰/۲۵	۷۴/۲	۷۹/۴	۲۳/۳۱	۰/۵	۰/۱۵	۸۴/۹	۰/۱۹
۲	۳/۲۷	۰/۲۴	۷۵/۶	۸۰/۵	۲۳/۳۱	۰/۵	۰/۱۵	۸۴/۹	۰/۱۹

$\bar{q}$  متوسط دبی،  $V_{qs}$  ضریب تغییرات دبی،  $U_{qs}$  ضریب یکنواختی آماری،  $UC_a$ : ضریب یکنواختی اصلاح شده،  $\bar{h}$  متوسط فشار،  $V_{hs}$  ضریب تغییرات فشار،  $U_{sh}$  ضریب یکنواختی آماری،  $V_{qh}$  ضریب تغییرات دبی با در نظر گرفتن هیدرولیک جریان،  $V_{pf}$  عملکرد کلی قطره‌چکان.

جدول ۷- نتایج ارزیابی هیدرولیکی باغ هلو

مرحله	$\bar{q}$	$V_{qs}$	$U_{qs}$	$UC_a$	$h$	$V_{hs}$	$V_{qh}$	$U_{sh}$	$V_{pf}$
۱	۳/۵	۰/۲۵	۷۴/۸	۷۹/۹	۳۳/۱۲	۰/۵۷۵	۰/۲۹۸	۷۰/۱۵	۰/۱۶
۲	۳/۵۶	۰/۲۳	۷۶/۵	۸۱/۳	۳۳/۱۲	۰/۵۷۵	۰/۲۹۸	۷۰/۱۵	۰/۱۶

را بد عمل کردن قطره‌چکان‌ها دانست. این امر با مقدار میانگین دبی قطره‌چکان‌ها که کمتر از مقدار اسمی (۴ لیتر در ساعت) به دست آمده است، تأیید می‌شود. نتایج به دست آمده از بالا بودن ضریب تغییرات دبی با نتایج به

نتایج ارائه شده در جدول‌های ۷ و ۸ نشان می‌دهد که سیستم مورد بررسی با توجه به شاخص‌های ارائه شده در جدول ۴ دارای ضریب تغییرات غیرقابل قبول است. می‌توان عامل اصلی بالا بودن ضریب تغییرات دبی (۰/۲۵)

سیستم می‌گذرد اما شاخص‌های ارزیابی به دست آمده حاکی از ضعیف بودن عملکرد سیستم است.

### نتیجه‌گیری

در این پژوهش وضعیت سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی اجرا شده در باغ شهرستان کردکوی در استان گلستان ارزیابی شد و با بررسی شاخص‌های ارزیابی محاسبه شده با دستورالعمل ASAE عملکرد سیستم ضعیف تعیین شد. شاخص‌های ارزیابی نشان داد که نواقص مشاهده شده در طرح ناشی از سه عامل اصلی طراحی، اجرا و بهره‌برداری نادرست در این سیستم است. مهم‌ترین بحث که عدم یکنواختی در دبی قطره‌چکان و اثر گرفتگی قطره‌چکان‌ها روی آن است و مقدار آن در این سیستم ۸۰٪ می‌باشد ناشی از چندین مشکل است. در زمینه طراحی به دلیل مدار کردن لوله‌های جانبی در انتهای بلوک در باغ که خود سبب ایجاد نوسانات فشار در سیستم و عدم یکنواختی در توزیع فشار در حدود ۵۰٪ در باغ مرکبات و ۴۳٪ در باغ هلو است.

### منابع

۱. ابراهیمی بروجنی م. و حسنی‌ها ح. ۱۳۹۱. بررسی الگوی پیاز رطوبتی در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی با استفاده از پوشش PLM. مجموعه مقالات چهارمین سمینار ملی توسعه پایدار روش‌های آبیاری تحت فشار. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج، ۱۷ مهر. ص ۳۵۳.
۲. ابراهیم‌پور م. ۱۳۹۰. بررسی و ارزیابی فنی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در استان کردستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان. ۱۵۰ ص.
۳. بی‌نام. ۱۳۸۵. دفترچه طراحی سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی. جهاد کشاورزی شهرستان گرگان. ۳۳ ص.
۴. زمانیان م. فتاحی ر. برومندنسب 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 مهندسی کشاورزی کرج. ۱۷ مهر. ۲۹۷-۳۰۹.
۵. سهرابی ت. م. علیزاده و. وردی‌نژاد ب. بابایی ح. اجاقلو

دست آمده توسط (زمانیان و همکاران، ۱۳۹۱) همخوانی داشت. فشار متوسط هیدرولیکی سیستم برای باغ مرکبات ۲۳ متر و باغ هلو ۳۳ متر است که این مقادیر برای یک سیستم آبیاری قطره‌ای بسیار زیاد است. دلیل اصلی بالا بودن متوسط فشار هیدرولیکی، حذف فیلترهای دیسکی توسط بهره‌بردار است که دو سال پس از بهره‌برداری به دلیل اینکه بهره‌بردار احساس کرده است نیاز آبی درختان با توجه به ساعات آبیاری در نظر گرفته شده تأمین نمی‌شود و رطوبت در سطح خاک پدیدار نمی‌شود، لذا با افزایش فشار در کل سیستم خواسته است دبی قطره‌چکان‌ها را افزایش دهد اگرچه این امر تا حدودی در دبی قطره‌چکان‌ها تأثیرگذار بوده است اما با توجه به خود تنظیم بودن قطره‌چکان‌ها انجام این کار فقط سبب هدر رفت انرژی می‌شود. قطره‌چکان‌های این طرح از نوع خود تنظیم‌شونده هستند و افزایش بیش از حد فشار در افزایش بیش از حد دبی در آن‌ها تأثیری ندارد. پس تا فشار ۵ بار در آن‌ها میزان دبی قطره‌چکان از ۴/۵ لیتر در ساعت افزایش نخواهد یافت. در خصوص عملکرد کلی قطره‌چکان که مقدار آن کمتر از ۰/۲ است، نتیجه‌گیری می‌شود که یکنواختی پخش پایین ناشی از عدم تنظیم فشار، ضعف طراحی، مدیریت بهره‌برداری ضعیف است. از ایرادات دیگر این مزرعه قرار نگرفتن ایستگاه فیلتراسیون در داخل باغ است. اختلاف ارتفاع محل ایستگاه تا داخل مزرعه ۱۵ متر است که این خود یکی از مشکلات اصلی در عدم یکنواختی توزیع فشار در شبکه شده است. اندازه‌گیری فشار در نقاط مختلف ایستگاه فیلتراسیون نشان داد که ۵ متر اختلاف فشار در ورودی و خروجی فیلتر شنی وجود دارد که بر اساس دستورالعمل‌های شرکت‌های سازنده چنانچه اختلاف فشار در فیلتر شنی از ۰/۳۵ بار افزایش باید فیلتر دچار گرفتگی شده است که عمل شست و شو باید انجام شود اما در سیستم مذکور همان‌طور که مشاهده می‌شود با توجه به اینکه اختلاف فشارها به ۵ متر رسیده است به دلیل بهره‌برداری نادرست شست‌شوی فیلترها انجام نشده است. با توجه به این که شست‌شوی فیلترهای شنی امری آسان است و با عمل شست‌شوی معکوس انجام می‌شود، اما بهره‌بردار به دلیل عدم آشنایی درست با این سیستم از انجام این کار خودداری کرده است که این امر خود سبب گرفتگی قطره‌چکان‌ها به دلیل فیلتراسیون نادرست می‌شود. با توجه به اینکه در حدود ۷ سال از عمر

- م. و نوری م. ۱۳۸۹. ارزیابی عملکرد سامانه‌های آبیاری تحت فشار شبکه آبیاری قزوین. سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز. اول و دوم اسفند ۱۳۸۹. ص ۱۶۰.
۶. کوهی ن. و دهقانی ه. ۱۳۹۱. بررسی مدیریت بهره‌برداری در سامانه‌های اجرا شده آبیاری زیرسطحی در باغات پسته استان کرمان. چهارمین سمینار ملی توسعه پایدار روش‌های آبیاری تحت فشار. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج. ۱۷ مهر. ۱۳-۲۳.
۷. ملکی‌نژاد ح. و سعادت‌مند س. ۱۳۸۹. ارزیابی عملکرد طرح‌های آبیاری قطره‌ای در استان یزد. سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران اهواز. اول و دوم اسفند. ص ۱۴۹.
8. ASAE EP-458. 1990. Field evaluation of micro irrigation systems. ASAE standard. 126 p.
  9. Acar B. Topak R. and Direk M. 2010. Impacts of pressurized irrigation technologies on efficient water resources uses in semi-arid climate of konya basin of turkey. International journal of Sustainable water and Environmental Systems. 1(1):1-4.
  10. Al-Azab T. and Abu-Sirhan A. 2006. Drip irrigation systems for steep slope land. Journal of Agriculture and Environment. 4(1):301-303.
  11. Lamm F. R. Storlie C. A. and Pitts D. J. 1997. Field evaluation of microirrigation systems (Revision of EP-458 . No.972070.
  12. Selim E. M. Mosa A. A. and El-Ghamry A. M. 2009. Evaluation of hemic substances fertigation through surface and subsurface drip irrigation systems on potato grown under Egyptian sandy soil conditions Agricultural Water Management. 96(2):1218-1222.
  13. Umara B. G. Audu I. and Basher A. U. 2011. Performance evaluation of bamboo (*Oxytenanthera abyssinica*) low-cost micro irrigation lateral system. Arpan Journal of Engineering and Applied Sciences. 6(5):69-73.
  14. Yingduo Y. Di G. Shihong X. Jiandong W. and Xiaopeng M. 2010. Effects of Tre flan injection on Winter Wheat growth and root clogging of subsurface drippers. Agriculture Water Management. 97(2):723-730.