

## ارزیابی عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌های موجود در چند سامانه آبیاری قطره‌ای (مطالعه موردی: حاشیه زاینده رود در استان چهارمحال و بختیاری)

بهزاد قربانی\*<sup>۱</sup>، امین شهبازیان فرد<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۱/۱۹

۱- دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

۲- دانشجوی سابق گروه مهندسی آب دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

\* مسؤل، مکاتبات، پست الکترونیک: behzad.ghorbani55@gmail.com

### چکیده

بازده یک سامانه آبیاری قطره‌ای به عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها و معیارهای طراحی بستگی دارد. بدون توجه به مشکلات قطره‌چکان‌ها ممکن است موجب عدم توزیع یکنواختی آب، افزایش مدت کار سامانه، تعویض پیوسته آن‌ها، افزایش هزینه‌های اقتصادی و حتی در برخی موارد منجر به شکست سامانه و برگشت به روش‌های آبیاری سنتی می‌شود. در این تحقیق عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌های موجود در سه مزرعه شامل عمان سامانی، فدک و امامیه در حاشیه زاینده رود در استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد، مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که یکنواختی توزیع آب توسط قطره‌چکان‌ها در مزارع عمان سامانی، فدک و امامیه به ترتیب ۵۶/۸، ۹۵ و ۶۹/۳ درصد است. تغییرات دبی در قطره‌چکان‌های مزارع عمان سامانی و امامیه بیشتر ناشی از عدم تأمین فشار مناسب، گرفتگی قطره-چکان‌ها و دستکاری آنها توسط کشاورزان غیر متخصص می‌باشد. ضریب تغییرات هیدرولیکی قطره‌چکان‌های مزارع عمان سامانی، امامیه و فدک به ترتیب دارای مقادیر ۴۳/۷، ۲۸/۲ و ۶/۳ بودند که نشان‌دهنده طراحی نامناسب هیدرولیکی دو مزرعه اول و طراحی صحیح مزرعه آخر می‌باشد. در مجموع، عملکرد قطره‌چکان‌های میکرو فلاپر و درپیر مورد ارزیابی در مزارع عمان سامانی و امامیه، غیرقابل قبول و نتافیم در مزرعه فدک در حد عالی بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، دبی، عملکرد، قطره‌چکان‌ها، یکنواختی

## Evaluation of Hydraulic Performance of Existing Drippers in Some Trickle Irrigation Systems (Case study: Sides of Zayandehroud River, Chaharmahal and Bakhtiari Province)

B Ghorbani \*<sup>1</sup>, A Shahbazianfard<sup>2</sup>

Received: 16 September 2015 Accepted: 08 April 2017

1-Assoc. Prof. of Water Eng. Dept., Shahrekord University, Shahrekord, Iran

2-Former M.Sc. Student of Water Eng. Dept., Shahrekord University, Shahrekord, Iran

\*Corresponding Author, E-mail Address: behad.ghorbani55@gmail.com

### Abstract

Efficiency of a trickle irrigation system depends on the hydraulic performance of drippers and the design criteria. Lack of attention to drippers problems may cause reduction in water distribution uniformity, increasing time of system working, permanent drippers replacing, increasing the cost of system and even system failure and returning to traditional systems. So, in this study, the performances of drippers at three fields including Oman Samani, Fadak and Emamieh at the sides of Zayandehroud river in Chaharmahal and Bakhtiari Province were evaluated. The results showed that indices the of uniformity distribution of the Omman Samani, Fadak and Emamieh were 56.8, 95 and 69.3 percents respectively. The discharge variations of drippers of Omman Samani, Emamieh fields were mainly due to undesirable pressure, clogging of drippers and replacing existing drippers by non-expertized farmers. The hydraulic coefficients of variations of drippers at Omman Samani, Emamieh and Fadak fields were obtained with the values of 43.7, 28.2 and 6.3, respectively that showed an unsuitable hydraulic design of the first two fields and a proper design of the last one. overall, the performances of Micro Flapper and Dripper emitters at the Omman Samani and Emamieh fields were undesirable and the Netafim one at the Fadak field had an excellent performance.

**Keywords:** Discharge variations of drippers, Drip irrigation, Performance, Uniformity

### مقدمه

بازده بالا یک راه حل مناسب جهت استفاده از منابع آب می‌باشند، به شرطی که طراحی، اجرا و بهره‌برداری آن با دقت کافی و به‌طور اصولی انجام گیرد. لذا در راستای گسترش کمی باید کیفیت طرح‌های آبیاری تحت فشار نیز با ارزیابی مورد توجه قرار گیرد (مصطفی-زاده و همکاران ۱۳۷۷). تحلیل هر سامانه آبیاری را که بر اندازه‌گیری در شرایط واقعی مزرعه و در حین کار طبیعی سامانه استوار باشد، ارزیابی می‌نامند (میرام و کلر ۱۹۷۸).

علی‌حوری و علیزاده (۱۳۸۵) در تحقیقی به بررسی مشخصه‌های هیدرولیکی و فنی انواع قطره-

کمبود ریزش‌های جوی و پراکنش نامناسب زمانی و مکانی آن، کشور ایران را جزء کشورهای خشک و نیمه‌خشک جهان قرار داده است. در حالی که حدود ۹۰ درصد برداشت از منابع آب تجدیدپذیر به بخش کشاورزی اختصاص دارد، ولی بازده کل آبیاری در این بخش به‌طور متوسط ۳۰ تا ۳۵ درصد تخمین زده می‌شود. با اجرای طرح‌های آبیاری تحت فشار تا حد زیادی می‌توان بازده آبیاری را افزایش و به حل این معضل کمک نمود (شکری و همکاران ۱۳۸۹). روش‌های آبیاری قطره‌ای به‌لحاظ پتانسیل مطلوب در توزیع آب با

آبیاری و در مجموع عملکرد غالب قطره چکان‌ها کمتر از حد استاندارد قابل قبول بود. محمد و الماجد (۲۰۱۳)، در تحقیقی روی هیدرولیک آبیاری قطره‌ای سنتی با آرایش لوپ برای لاترال‌ها (یعنی انتهای لاترال‌ها با یک لاترال جمع‌کننده به هم متصل شدند) و آرایش لوپ برای لاترال‌ها به‌اضافه یک لوله انتقال جریان از لوله اصلی به لاترال جمع‌کننده در شبکه مقایسه کرد. نتیجه تحقیقات وی نشان داد که آرایش اخیر موجب اصلاح بیشتر توزیع فشار و یکنواختی توزیع آب در قطره‌چکان‌ها می‌شود.

کرناک و همکاران (۲۰۰۴)، خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکان‌های مورد استفاده در سامانه آبیاری قطره‌ای در دشت هاران‌را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که فقط دبی یکی از هفت قطره‌چکان غیرتنظیم‌شونده و همه قطره‌چکان‌های تنظیم‌شونده فشار، در محدوده  $\pm 10\%$  درصد مقادیر گزارش‌شده کارخانه‌ها بود. مقایسه بین مقادیر دبی گزارش‌شده سازنده‌ها و مقادیر اندازه‌گیری شده با فشار عملکرد ظاهری نشان داد که در سطح آماری پنج درصد تفاوت معنی‌داری بین آنها نبود. طبق استاندارد انجمن مهندسين کشاورزی امریکا (بی‌نام ۲۰۰۳) ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌های غیرتنظیم‌کننده قابل قبول نبوده، اگرچه قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار در طبقه بالاتری قرار می‌گیرند.

قطره‌چکان‌ها از عوامل اصلی تعیین‌کننده عملکرد در سامانه آبیاری قطره‌ای می‌باشند. برای رسیدن به بازده بالا، قطره‌چکان‌های مورد استفاده باید از نظر خصوصیات هیدرولیکی عملکرد بالایی داشته باشند و در حین کار مورد ارزیابی قرار گیرند تا بتوان نقاط ضعف را شناسایی و برای رفع آنها اقدام نمود. برای این منظور تحقیقی در سه مزرعه عمده با وسعت حدود ۲۰۰۰ هکتار درحاشیه زاینده رود در استان چهارمحال و بختیاری صورت گرفت تا عملکرد قطره‌چکان‌های آنها مورد ارزیابی قرار گیرد.

چکان‌ها در فشار و دماهای مختلف پرداختند. بر اساس طبقه‌بندی انجمن مهندسان کشاورزی امریکا (بی‌نام ۲۰۰۳) از ۱۰ نوع قطره‌چکان مورد ارزیابی در تحقیق آنها، دو نمونه عالی، یک نمونه متوسط و هفت نمونه غیرقابل قبول بودند. سپس با توجه به نتایج ارزیابی کیفی، کلیه قطره‌چکان‌ها به لحاظ ساخت در دمای ۲۰ درجه سلسیوس، نمونه‌هایی که در سامانه‌های قطره‌ای قابل استفاده بودند برای بررسی دمای آب (۴۰ و ۶۰ درجه سلسیوس) انتخاب شدند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که دمای آب اثر محسوسی بر ضریب تغییرات ساخت کارخانه سازنده قطره‌چکان‌های مورد آزمایش به‌همراه داشته است. گنجی و همکاران (۱۳۹۰) در تأثیر کودآبیاری بر گرفتگی، چند نوع قطره‌چکان را در سامانه آبیاری قطره‌ای مورد بررسی قرار دادند. نتیجه تحقیق آن نشان داد که گرفتگی قطره‌چکان‌ها علاوه بر دبی، یکنواختی پخش، ضریب یکنواختی کریستیانسن و ضریب تغییرات دبی را نیز به‌طور قابل ملاحظه‌ای تحت تأثیر قرار می‌دهد. زمانیان و همکاران (۱۳۹۱) در ارزیابی عملکرد و خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکان‌های استفاده‌شده در پروژه‌های سطح کشور، تعداد نه قطره‌چکان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که تنها یک نمونه (بر اساس طبقه‌بندی، بی‌نام ۲۰۰۳) دارای عملکرد نسبتاً خوب و هشت قطره‌چکان دیگر دارای عملکرد ضعیف و غیرقابل استفاده بودند. با توجه به عالی بودن خصوصیات هیدرولیکی برخی از این قطره‌چکان‌ها در ضریب تغییرات ساخت و نمایه فشار قطره‌چکان‌ها مشکل قابل توجهی مشاهده نشد. لذا می‌توان از دلایل عمده عملکرد بسیار ضعیف آنها به عدم تأمین فشار کاری مورد نیاز، عدم تصفیه صحیح آب، گرفتگی قطره‌چکان‌ها و آشنا نبودن کشاورزان به فن بهره‌برداری مناسب از سامانه اشاره نمود.

القباری (۲۰۰۷)، تعداد ۵۰ سامانه آبیاری قطره‌ای را در عربستان سعودی مورد ارزیابی قرار داد. نتیجه تحقیقات وی نشان داد که یکنواختی توزیع آب، بازده

**مواد و روش‌ها**

برای دستیابی به اهداف این تحقیق، سه مزرعه بزرگ در استان چهارمحال و بختیاری در نظر گرفته شد. در هر مزرعه نیز سه پلات به صورت تصادفی در سه تکرار (در زمان‌های مختلف در تابستان ۱۳۹۱) مورد ارزیابی قرار گرفتند. مزارع تحت بررسی زیر کشت درختان مثمر از قبیل بادام، هلو و زردآلو قرار داشتند. شکل ۱ موقعیت مزارع تحت بررسی را روی نقشه پهنه‌بندی شده نشان می‌دهد.

مشخصات قطره‌چکان‌های مورد استفاده در سامانه‌های انتخاب‌شده در سطح استان چهارمحال و بختیاری از روی مشخصات فنی ارائه‌شده توسط کارخانه سازنده در جدول ۱ نشان داده شده است. در مزارع تحت ارزیابی در مجاورت هر درخت تعداد ۲ تا ۵ قطره‌چکان به صورت لوپ قرار داشت. در انجام آزمایش‌ها خصوصیات هیدرولیکی این قطره‌چکان که شامل دبی، فشار، ضریب تغییرات دبی، ضریب تغییرات ساخت و تغییرات دبی - فشار می‌باشد، مورد بررسی

قرار گرفتند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. ضمناً قبل از هر چیز کیفیت و کمیت منابع آب مورد استفاده در مزارع تحت مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند. آب تمام مزارع مورد ارزیابی از رودخانه زاینده‌رود تأمین می‌شود که هر کدام از مزارع سهم برداشت متفاوتی براساس مساحت تحت پوشش دارند. جهت آگاهی از کیفیت آب مورد استفاده آمار ایستگاه آب‌سنجی پل زمانخان روی رودخانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقادیر بیشینه، میانگین و کمینه پارامترهای آماری مربوط به عوامل مختلف شیمیایی آب رودخانه زاینده‌رود در بازه زمانی آزمایش‌های میدانی در محدوده پل زمانخان در جدول ۲ ارائه شده است (شرکت آب منطقه‌ای استان چهارمحال و بختیاری، ۱۳۹۱). بر اساس داده‌های جدول فوق آب مورد استفاده در مزارع در حد مطلوبی است و استفاده آن در آبیاری قطره‌ای بدون اشکال است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی مزارع (نقشه سمت راست) مورد ارزیابی در استان چهارمحال و بختیاری (نقشه سمت چپ).

**معادله دبی-فشار**

رابطه تغییرات دبی قطره‌چکان ناشی از تغییرات فشار در سامانه آبیاری قطره‌ای به کمک معادله زیر که توسط کلر و کارملی (۱۹۷۴) ارائه شده است قابل پیش‌بینی است:

$$q = K_d h^x \quad [۱]$$

که در آن:  $q$  دبی قطره‌چکان ( $L h^{-1}$ ),  $K_d$  ضریب ثابت قطره‌چکان،  $h$  بارفشاری قطره‌چکان ( $m$ ) و  $x$  نمایه

فشار قطره‌چکان می‌باشد. براساس طبقه‌بندی کلر و کارملی (۱۹۷۴)، نمایه  $x$  در قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار کمتر از ۰/۲، در قطره‌چکان‌های طولانی مسیر بین ۰/۵ تا ۱ و در قطره‌چکان‌های روزنه‌ای کوتاه مسیر برابر ۰/۵ می‌باشد.

جدول ۱- مشخصات قطره‌چکان‌های مورد ارزیابی (کاتالوگ کارخانه سازنده).

مدت بهره‌برداری (year)	دبی (L h <sup>-1</sup> )	نوع	محل نمونه‌برداری	قطره‌چکان
۵	۴	میکروفلاپر <sup>۱</sup> ، روی خط	عمان سامانی	A
۶	۸	نتافیم <sup>۲</sup> ، روی خط	فدک	B
۱۲	۴	دریپر، داخل خط	امامیه	C

جدول ۲- کیفیت شیمیایی آب رودخانه زاینده رود در ایستگاه پل زمانخان.

SAR (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0.5</sup>	K	Na	Mg	Ca	SO <sub>4</sub>	Cl	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	pH	EC dS m <sup>-1</sup>	TDS mg L <sup>-1</sup>	مقادیر
	meq L <sup>-1</sup>								-			
۰/۴۲	۰/۰۳	۰/۵۲	۰/۷۹	۲/۲۷	۰/۵۷	۰/۳۹	۲/۶۲	۰/۰۳	۷/۸۱	۰/۳۳۲	۲۱۶	میانگین
۰/۰۷	۰	۰	۰/۲	۱	۰/۱	۰/۰۳	۱/۲	۰	۵/۵	۰/۲۲	۱۴۵	حداقل
۳/۵	۰/۴۴	۶/۶	۲/۱	۵	۱۰/۱۸	۱/۱	۳/۷	۰/۴	۸/۶	۱/۲۲۱	۸۵۵	حداکثر

$$CV_m = \frac{S'_q}{q} \quad [۲]$$

که در آن:  $S'_q$  انحراف معیار دبی قطره‌چکان‌ها و  $\bar{q}$  میانگین دبی اندازه‌گیری شده قطره‌چکان‌های در آزمایشگاه (L h<sup>-1</sup>) طبق شرایط استاندارد توصیه‌شده از طرف کارخانه سازنده می‌باشد.

یکنواختی پخش آب در مزرعه

یکنواختی پخش آب، اساسی‌ترین عامل تأثیرگذار بر بازده کاربرد آب در آبیاری قطره‌ای است. برای بیان یکنواختی پخش از معیارهای مختلفی استفاده می‌شود. کلر و کارملی (۱۹۷۴)، برای تعیین یکنواختی پخش رابطه زیر را ارائه داده‌اند.

$$EU = \frac{q_n}{q} \times 100 \quad [۳]$$

که در آن:  $EU$  یکنواختی پخش (درصد)،  $q_n$  میانگین دبی در چارک پایین قطره‌چکان‌ها (L h<sup>-1</sup>) و  $\bar{q}$  میانگین دبی قطره‌چکان‌های اندازه‌گیری شده (L h<sup>-1</sup>) در مزرعه می‌باشد.

ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها و یکنواختی آماری

یکنواختی کاربرد سامانه آبیاری قطره‌ای تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند طراحی هیدرولیکی، توپوگرافی، فشار بهره‌برداری، اندازه لوله، فواصل

تغییرات اندک در کیفیت موادی که در ساخت

قطره‌چکان‌ها به‌کار می‌رود موجب تغییرات زیادی در مقدار دبی خروجی قطره‌چکان می‌شود که این مسأله بر توزیع یکنواخت آب آبیاری اثر منفی دارد. به‌طور کلی هر چه میزان تغییرات ساخت ( $CV_m$ ) اندازه‌گیری شده برای یک قطره‌چکان کمتر باشد، آن قطره‌چکان از لحاظ ساخت از کیفیت بالاتری برخوردار است و نشان‌دهنده میزان دقت در حین مراحل تولید می‌باشد. نحوه طراحی فنی و هیدرولیکی قطره‌چکان، کیفیت قالب‌های به‌کار رفته، نوع مواد اولیه مصرفی، روش قالب‌ریزی قطعات قطره‌چکان‌ها و میزان دقت اعمال شده در مراحل تولید از مهمترین عوامل مؤثر در کیفیت ساخت یک قطره‌چکان می‌باشند (فراستی ۱۳۸۷). برای این منظور در آزمایشگاه گروه آب دانشگاه شهرکرد روی ۱۰ قطره‌چکان نو از هر نوع به فواصل ۵۰ سانتی‌متر، آزمایش‌هایی انجام شد. آزمایش‌ها براساس فشار ۱۰ متر و دمای استاندارد ۲۰ درجه سلسیوس که توسط کارخانه سازنده توصیه‌شده بود انجام گرفت و برای محاسبه ضریب تغییرات ساخت از معادله زیر استفاده شد:

<sup>1</sup> Micro flapper

<sup>2</sup> Netafim

که در آن:  $V_{hs}$  ضریب تغییرات هیدرولیکی،  $S_h$  انحراف معیار فشار قطره چکان‌ها،  $h$  میانگین فشار قطره چکان‌ها  $V_{qh}$  (m)، ضریب تغییرات فشار هیدرولیکی و  $x$  نمایه فشار قطره چکان‌ها می‌باشد.

#### ضریب تغییرات عملکرد قطره چکان

ضریب تغییرات عملکرد قطره چکان ( $V_{pf}$ ) تابع تغییرات دبی قطره چکان (که ناشی از تغییرات ساخت است)، پوشش قطره چکان، گرفتگی و درجه حرارت آب است. این ضریب را می‌توان از ضریب تغییرات فشار هیدرولیکی ( $V_{qh}$ ) و ضریب تغییرات دبی خروجی قطره-چکان‌ها ( $V_{qs}$ ) به صورت رابطه زیر محاسبه نمود (بی‌نام ۲۰۰۳).

$$V_{pf} = \sqrt{V_{qs}^2 - V_{qh}^2} \quad [۸]$$

عملکرد فنی و هیدرولیکی قطره چکان‌های مورد استفاده در مزارع تحت بررسی محاسبه و بر اساس جدول ۳ مورد ارزیابی قرار گرفت.

#### نتایج و بحث

با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده در مزرعه، فشار در محدوده ۰/۳ تا ۲/۱ بار و دبی در محدوده ۲/۶۴ تا ۹/۳۵ لیتر در ساعت، معادلات دبی-فشار به دست آمدند. نتایج معادلات دبی-فشار قطره-چکان‌های مورد ارزیابی در این تحقیق در جدول ۴ آورده شده است. همان طور که در این جدول ملاحظه می‌شود، مقادیر  $x$  برای قطره چکان‌های مزارع عمان سامانی (A)، فدک (B) و امامیه (C) به ترتیب برابر ۰/۰۵، ۰/۰۴ و ۰/۵ می‌باشد. پایین بودن نمایه  $x$  اعتبار دو قطره چکان A و B که دارای خاصیت تنظیم‌کنندگی فشار هستند را تأیید می‌کند. هر چه میزان  $x$  کوچکتر باشد، حساسیت قطره چکان به تغییرات فشار کمتر است (کلر و کارملی ۱۹۷۴). در قطره چکان‌های کاملاً تنظیم‌کننده فشار مقدار ایده‌آل  $x$  صفر و در قطره چکان‌های با رژیم آرام مقدار ایده‌آل  $x$  یک است. اگر مقدار  $x$  صفر فرض شود، دبی قطره چکان‌ها به ترتیب ۳/۷۱ و ۷/۵۵ لیتر بر ساعت خواهد شد که تقریباً معادل دبی

قطره چکان‌ها و تغییرات دبی قطره چکان‌ها می‌باشد. تغییرات دبی می‌تواند ناشی از تغییرات ساخت قطره-چکان‌ها، گرفتگی قطره چکان و درجه حرارت آب باشد. بنابراین برای ارزیابی تغییرات دبی قطره چکان و متمایز ساختن بین طراحی هیدرولیکی و تغییر عملکرد قطره-چکان از یکنواختی آماری و ضریب تغییرات استفاده می‌شود (کلر و کارملی ۱۹۷۴).

یکنواختی آماری جهت ارزیابی یکنواختی کاربرد آب در یک سامانه از طریق روابط زیر قابل محاسبه است (بی نام ۲۰۰۳).

$$V_{qs} = \frac{S_q}{\bar{q}} \quad [۴]$$

$$U_s = 100(1 - V_{qs}) \quad [۵]$$

$$U_s = 100 (1 - V_{qs}) \quad [۵]$$

که در آن:  $V_{qs}$  ضریب تغییرات دبی قطره چکان‌ها،  $U_s$  یکنواختی آماری دبی قطره چکان‌ها (درصد)،  $S_q$  انحراف معیار دبی قطره چکان‌ها و  $\bar{q}$  میانگین دبی قطره چکان‌ها ( $L h^{-1}$ ) می‌باشد. برای این منظور در هر مزرعه تعداد ۵۰ قطره چکان مورد ارزیابی قرار گرفت. دبی هر قطره چکان با استوانه مدرج و فشار آن با فشارسنج بوردن<sup>۱</sup> اندازه‌گیری شد.

#### ضریب تغییرات هیدرولیکی قطره چکان‌ها

این ضریب، تغییرات ناشی از فشار هیدرولیکی در یک زیر واحد یا در سراسر یک سامانه آبیاری را نشان می‌دهد. نمایه دبی قطره چکان ( $x$ ) برای محاسبه ضریب تغییرات دبی قطره چکان از نظر هیدرولیکی به-کار می‌رود و مقادیر  $V_{hs}$  و  $V_{qh}$  از روابط ۶ و ۷ قابل محاسبه می‌باشند (بی‌نام ۲۰۰۳)

$$V_{hs} = \frac{S_h}{h} \quad [۶]$$

$$V_{qh} = x V_{hs} \quad [۷]$$

<sup>1</sup> Bourdon gauge

عابدی کوپایی و بختیاری‌فر (۱۳۸۳) مقدار نمایه دبی برای قطره‌چکان‌های طولانی مسیر داخل خطی، یوروکی، میکروفلاپر و توربوپلاس به ترتیب برابر ۰/۶۶، ۰/۶۴، ۰/۸ و ۰/۰۱ به دست آوردند که کاربرد قطره-چکان‌های میکروفلاپر و توربوپلاس را به علت پایین بودن نمایه برای کاربرد در اراضی با پستی و بلندی-های بسیار مناسب معرفی کردند.

پیش‌بینی شده کارخانه سازنده (جدول ۱) است. بنابراین حساسیت دبی قطره‌چکان‌های A و B به تغییر فشار بسیار کم و در دامنه وسیعی از تغییرات فشار، دبی آن-ها نسبتاً یکنواخت خواهد بود. این موضوع برتری این قطره‌چکان‌ها را برای کاربرد در اراضی شیب‌دار و با توپوگرافی نامناسب نسبت به قطره‌چکان C که نمایه دبی آن (۰/۵) نشان می‌دهد.

جدول ۳- توصیف عملکرد فنی و هیدرولیکی قطره‌چکان‌های مورد آزمایش (بی‌نام ۲۰۰۳).

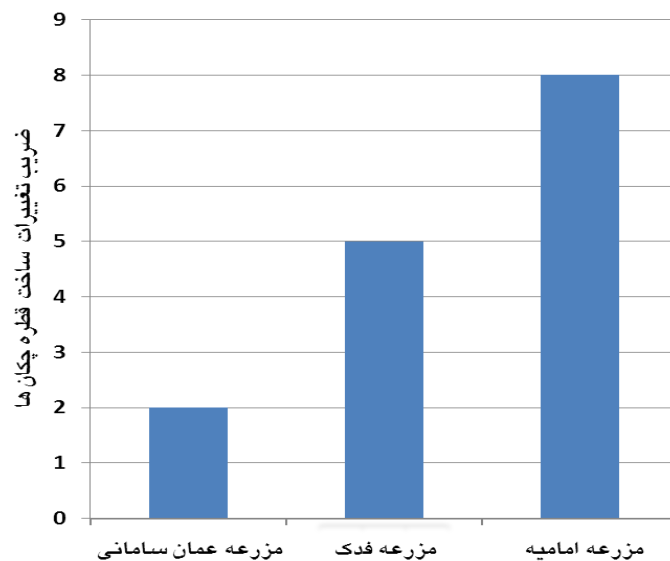
ارزیابی عملکرد قطره‌چکان	$CV_m$	EU	$U_s$	$V_{hs}$	$V_{pf}$
عالی	$5 >$	$90 \geq$	$90 \geq$	$10 \geq$	$5 \geq$
خیلی خوب	۷-۵	۹۰-۸۰	۹۰-۸۰	۲۰-۱۰	۱۰-۵
نسبتاً خوب	۱۱-۷	۸۰-۷۰	۸۰-۷۰	۳۰-۲۰	۱۵-۱۰
ضعیف	۱۵-۱۱	۷۰-۶۰	۷۰-۶۰	۴۰-۳۰	۲۰-۱۵
غیرقابل قبول	$15 <$	$60 \leq$	$60 \leq$	$40 \leq$	$20 \leq$

انتظار می‌رفت که از قطره‌چکان‌های با خاصیت تنظیم-کنندگی فشار استفاده می‌شد، ولی در عمل از درپیر غیر تنظیم‌کننده استفاده شده است. برای تیمارهای مختلف تحلیل آماری به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت که نتایج تجزیه واریانس آن در جدول ۵ ارائه شده است. به موجب نتایج مندرج در این جدول، تمام پارامترهای مورد ارزیابی در مزارع، پلات‌ها و اثر متقابل آنها در سطح یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

نتایج ضریب تغییرات ساخت ( $CV_m$ ) قطره‌چکان-های مورد ارزیابی در شکل ۲ قابل ملاحظه است. به موجب این شکل و جدول ۳، قطره‌چکان‌های مزارع عمان سامانی (A) و فدک (B) دارای عملکرد عالی و خیلی خوب و قطره‌چکان‌های مزرعه امامیه (C) دارای عملکرد نسبتاً خوب می‌باشند. از روی کاتالوگ شرکت سازنده نیز ضریب تغییرات ساخت برای قطره‌چکان‌های A و B کمتر از ۵ درصد و برای قطره‌چکان C کمتر از ۱۱ درصد گزارش شده است. بنابراین با توجه به توپوگرافی مزرعه امامیه (پستی و بلندی‌های بسیار)

جدول ۴- معادله دبی-فشار قطره‌چکان‌های مورد ارزیابی.

قطره‌چکان	مزرعه	معادله دبی-فشار
A	عمان سامانی	$q = 3.71 h^{0.05}$
B	فدک	$q = 7.55 h^{0.04}$
C	امامیه	$q = 2.17 h^{0.5}$



شکل ۲- ضریب تغییرات ساخت قطره چکان‌ها.

جدول ۵- تجزیه واریانس پارامترهای مورد ارزیابی.

میانگین مربعات				درجه آزادی	تیمار
$V_{pf}$	$V_{hs}$	$U_s$	$EU$		
۴۰۷۳/۵۹**	۳۱۶۶/۳۲**	۳۴۷۲/۳۲**	۳۴۱۶/۴۹**	۲	مزرعه
۱۹۰۲/۴۸**	۴۸۴/۱۲**	۱۸۶۸/۲۴**	۱۴۷۹/۲۱**	۲	پلات
۲۳۵۳/۰۴**	۲۲۶/۸۶**	۲۴۴۲/۲۴**	۱۷۸۹/۱۴**	۴	مزرعه × پلات
۲/۱۱	۴/۵۸	۲۴/۱۶	۲/۸۲	۱۸	خطا

\*\* معنی‌داری در سطح یک درصد

عمان سامانی (C) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان یکنواختی پخش بودند. براساس شاخص جدول ۳ عملکرد قطره‌چکان مزرعه فدک براساس میانگین  $EU$ ، عالی و برای قطره‌چکان‌های مزارع امامیه و عمان سامانی به ترتیب ضعیف و غیرقابل قبول می‌باشد.

بنابراین مقایسه میانگین آماری پارامترهای مورد ارزیابی برای تیمار مزرعه براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد صورت گرفت. در جدول ۶ معیار مقایسه میانگین  $EU$  برای مزارع مختلف آورده شده است. بر این اساس قطره‌چکان‌های مزارع فدک (B) و

جدول ۶- مقایسه میانگین  $EU$  و طبقه‌بندی عملکرد قطره‌چکان‌های مزارع مختلف (بی‌نام ۲۰۰۳).

عملکرد	میانگین $EU$	تیمار مزرعه
عالی	۹۵ <sup>a</sup>	فدک
ضعیف	۶۹/۳ <sup>b</sup>	امامیه
غیرقابل قبول	۵۶/۸ <sup>c</sup>	عمان سامانی

میانگین‌های دارای حروف غیریکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد دارند



جدول ۷- مقایسه میانگین  $Us$  و طبقه‌بندی عملکرد قطره‌چکان‌های مزارع مختلف (بی‌نام ۲۰۰۳).

عملکرد	میانگین $Us$	تیمار مزرعه
عالی	۹۵/۵ <sup>a</sup>	مزرعه فدک
نسبتاً خوب	۷۲/۶ <sup>b</sup>	مزرعه امامیه
غیرقابل قبول	۵۶/۴ <sup>c</sup>	مزرعه عمان سامانی

میانگین‌های دارای حروف غیریکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد دارند

اصولی شبکه، حذف فشارشکن‌های تعبیه‌شده در سامانه، تعیین قطر نامناسب لوله‌ها، افت زیاد فشار در واحد کنترل مرکزی به دلیل عدم شستشوی دستگاه‌های تصفیه می‌باشد.

در شکل ۳، تغییرات فشار در طول لاترال مورد آزمایش برای سه پلات در مزرعه عمان سامانی نشان داده شده است. براساس ضوابط طراحی، برای این‌که اختلاف دبی ابتدایی و انتهایی بیش از ۱۰ درصد نباشد و یکنواختی توزیع رعایت شود، بیشینه اختلاف فشار باید بین ۱۵ تا ۲۰ درصد باشد. در صورتی‌که درصد اختلاف فشار در طول لاترال مورد آزمایش برای پلات‌های مختلف در این مزرعه ۳۹، ۴۰ و ۴۲ درصد می‌باشد که قابل قبول نیست. در این شکل، فشار بالا در دو سوم لاترال ناشی از رقوم پایین سطح زمین در این فاصله نسبت به سایر نقاط لاترال است. براساس جدول ۹ بیشترین مقدار  $V_{pf}$  مربوط به مزرعه عمان سامانی (A) و کمترین مقدار مربوط به مزرعه فدک (B) می‌باشد. عملکرد قطره‌چکان‌های مورد استفاده براساس این پارامتر ارزیابی در مزرعه فدک، عالی و در مزارع امامیه و عمان سامانی غیرقابل قبول می‌باشد. با توجه به این‌که شرایط توپوگرافی هر سه مزرعه از نظر پستی و بلندی تقریباً یکسان می‌باشد، عوامل تأثیرگذاری هم‌چون طراحی هیدرولیکی شبکه و مدیریت فعلی بهره‌برداری از مزارع باعث شده که قطره‌چکان‌ها دارای عملکردهای متفاوتی باشند.

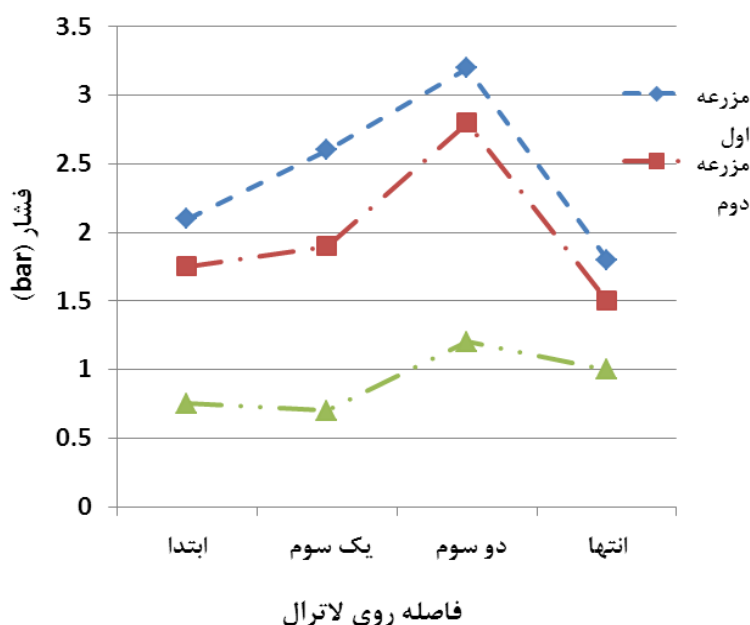
عابدی کوپایی و بختیاری‌فر (۱۳۸۳) در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها تحت تأثیر عوامل کیفیت آب و نوع قطره‌چکان قرار دارد. مقایسه میانگین پارامتر  $Us$  برای مزارع مختلف در جدول ۷ قابل ملاحظه است. به موجب این جدول، بیشترین مقدار  $Us$  مربوط به قطره‌چکان‌های مزرعه فدک (B) و کمترین مقدار مربوط به مزرعه عمان سامانی (A) است. براساس جدول ۳، قطره‌چکان‌های مورد استفاده در مزارع فدک، امامیه و عمان سامانی براساس میانگین  $Us$  به ترتیب دارای عملکرد عالی، نسبتاً خوب و غیرقابل قبول می‌باشند. قطره‌چکان‌های مزرعه عمان سامانی به دلیل گرفتگی قطره‌چکان‌ها، فشار بیش از حد و خارج از محدوده کاری، دارای عملکرد غیرقابل قبول می‌باشند. علت پایین بودن یکنواختی آماری دبی، دست‌کاری قطره‌چکان‌ها و تعویض آنها با قطره‌چکان‌هایی از انواع دیگر توسط کشاورزان می‌باشد.

مقایسه میانگین پارامتر  $V_{hs}$  برای مزارع مختلف در جدول ۸ نیز قابل ملاحظه است. همان‌طور که در این جدول ملاحظه می‌شود، بیشترین مقدار  $V_{hs}$  مربوط به قطره‌چکان‌های مزرعه عمان سامانی و کمترین مقدار مربوط به مزرعه فدک می‌باشد. عملکرد قطره‌چکان‌های مورد استفاده در مزارع فدک، امامیه و عمان سامانی براساس این پارامتر به ترتیب عالی، نسبتاً خوب و غیرقابل قبول است. بالا بودن ضریب تغییرات هیدرولیکی ( $V_{hs}$ ) قطره‌چکان‌ها در مزرعه عمان سامانی ناشی از نامناسب بودن فشار به دلیل طراحی غیر

جدول ۸- مقایسه میانگین  $V_{hs}$  و طبقه‌بندی عملکرد قطره‌چکان‌های مزارع مختلف (بی‌نام ۲۰۰۳).

عملکرد	میانگین $V_{hs}$	تیمار مزرعه
عالی	۶/۳ <sup>c</sup>	مزرعه فدک
نسبتاً خوب	۲۸/۳ <sup>b</sup>	مزرعه امامیه
غیرقابل قبول	۴۳/۷ <sup>a</sup>	مزرعه عمان سامانی

میانگین‌های دارای حروف غیریکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد دارند.



شکل ۳- اختلاف فشار در طول لاترال مورد آزمایش در کرت‌های مزرعه عمان سامانی.

جدول ۹- مقایسه میانگین  $V_{pf}$  و طبقه‌بندی عملکرد قطره‌چکان‌های مزارع مختلف (بی‌نام ۲۰۰۳).

عملکرد	میانگین $V_{pf}$	تیمار مزرعه
عالی	۴/۶ <sup>c</sup>	مزرعه فدک
غیرقابل قبول	۳۰/۹ <sup>b</sup>	مزرعه امامیه
غیرقابل قبول	۴۶/۷ <sup>a</sup>	مزرعه عمان سامانی

میانگین‌های دارای حروف غیریکسان، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد دارند.

### نتیجه‌گیری کلی

در تحقیق حاضر عملکرد قطره‌چکان‌های موجود در سه مزرعه عمان سامان، فدک و امامیه در استان چهارمحال و بختیاری مورد ارزیابی قرار گرفت. قطره‌چکان‌های مزرعه عمان سامانی و فدک از نوع تنظیم‌کننده فشار و مزرعه امامیه از نوع طولانی مسیر

هستند. نتایج این مطالعه نشان داد که قطره‌چکان‌های مزرعه فدک دارای عملکرد عالی و عمان سامانی و امامیه دارای عملکرد غیر قابل قبولی هستند. عملکرد عالی قطره‌چکان‌های مزرعه فدک نشان‌دهنده طراحی هیدرولیکی مناسب و نیز مدیریت بهره‌برداری بالای آب در این مزرعه است. اگرچه در مزرعه عمان سامانی از

و نیز طراحی هیدرولیکی نامناسب و ضعف مدیریت بهره‌برداری و نگهداری، قطره‌چکان‌ها عملکرد غیرقابل قبولی دارند. همچنین در قطره‌چکان‌های مزارع عمان سامانی و امامیه گرفتگی زیادی مشاهده گردید.

قطره‌چکان‌های تنظیم‌کننده فشار استفاده شده بود، ولی به دلیل طراحی هیدرولیکی نامناسب و نیز مدیریت ضعیف بهره‌برداری از سامانه‌های تصفیه آب، باعث شده که عملکرد این قطره‌چکان‌ها در حد غیرقابل قبولی باشد. در مزرعه امامیه نیز با توجه به توپوگرافی زمین

#### منابع مورد استفاده

- Abedi Kopaei G and Bakhtiarifar A, 1383. The impact of purified weakest water on hydraulic characteristics of different drippers used in trickle irrigation systems. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 8(6): 33-42.
- Al-Ghobari HM, 2007. Field evaluation of drip irrigation systems in Saudi Arabia, Pp.500-510. In: *Water Resources Management IV*, Brebbia CA, Wessex Institute of Technology, UK and AG Kungolos, University of Thessaly, Greece.
- Ali Hourii M and Alizadeh A, 1385. Evaluation and hydraulic performance of drippers at different temperatures and pressures. *The First National Conference in Irrigation and Drainage Networks Management*, Ahvaz, Iran.
- Anonymous 2003. Field evaluation of micro irrigation systems. *American society of Agricultural Engineering (ASAE)*, New York, EP458:760-765.
- Binam, 1391. Report on quality of water resources in Chaharmahal and Bakhtiari Province, *Regional Water Company of Chaharmahal and Bakhtiari Province*.
- Farasati M, 1387. Performance evaluation of some types of regulating drippers used in sloping lands. *MSc Thesis, Faculty of Engineering and Water Science, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran*.
- Gangi F, Boromandnasab S and Behzad M. 1390. Assessment of manure irrigation impact on clogging of several types of drippers used in trickle irrigation system. *MSc Thesis, Faculty of Engineering and Water Science, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran*.
- Keller J and Karmeli D, 1974. Trickle irrigation design parameters. *Transaction of the ASAE* 17(4): 678-684.
- Kirnak H, Doghan E, Demir S, Yalcin S, 2004. Determination of hydraulic performance of trickle irrigation emitters used in irrigation systems in the harran. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 28: 223-230.
- Merriam JL and Keller J, 1978. *Farm Irrigation System Evaluation: A Guide for Management*. Utah State University, Utah.
- Mohammed A, Almajeed AA, 2013. Evaluation the hydraulic performance of drip irrigation. *Global Journal of Researches in Engineering General Engineering* 13 (2): 12-18.
- Mostafazadeh B, Attaei M and Eslamian SS, 1377. Evaluation of drip irrigation schemes implemented in Isfahan region and studying the possibility of their correction. *The Ninth National Committee of Irrigation and Drainage*, Tehran, Iran.
- Shokri H, Soltani M and Boromandnasab S, 1389. Evaluation of solid set irrigation systems with moving sprinklers in Mehran Township, *The Third National Congress in Irrigation and Drainage Networks Management, Faculty of Engineering and Water Science, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran*.
- Zamanian M, Fatahi R, Boromandnasab S, Shamohamdi Sh and Parvanak K, 1391. Performance evaluation and hydraulic characteristics of drippers used in country-level projects. *The fourth seminar of sustainable pressurized irrigation methods, Institute of Agricultural Engineering and technology, Karag, Iran*.