# ارزیابی فنی آبیاری قطره‌ای در برخی باغهای شهرستان مرند

زینب یگانه، جواد بهمنش[1] * و حسین رضایی

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشگاه ارومیه؛

**Merkidyeganeh@yahoo.com**

استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه ارومیه؛

**j.behmanesh@urmia.ac.ir**

استاد یار گروه مهندسی آب، دانشگاه ارومیه؛

**h.rezaei@urmia.ac.ir**

## چکیده

**در کلیه سیستم‌های آبیاری قطره‌ای برای تامین آب مورد نیاز گیاه، ایجاد فشار در سیستم لازم و ضروری است، افت فشار سیستم روی هزینهٔ تمام شده، بازده کاربردآب، یکنواختی توزیع و شرایط کاری سیستم تاثیر می‌گذارد، این تحقیق جهت ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در هفت باغ از باغات شهرستان مرند، انجام گرفت، در مطالعهٔ حاضر جهت ارزیابی سیستم‌ها، روشهای مریام-کلر و تصادفی انتخاب گردیدند. آزمایشات کیفی آب در طرح‌های انتخابی انجام شد، به منظور ارزیابی این سیستم‌ها مقادیر کمی یکنواختی پخش آب، بازده پتانسیل ربع پائین ، بازده کاربرد ربع پایین و فاکتورهای موٴثر بر این پارامترها محاسبه شدند، نتایج نشان داد که میانگین یکنواختی پخش‌آب، بازده پتانسیل ربع پایین و بازده کاربرد ربع پایین برای سیستم‌های انتخابی بترتیب 95 ، 80 و 92 درصد بودند، با توجه به پارامترهای بدست‌آمده مشخص گردید که بالا بودن بازده و یکنواختی پخش‌آب، پائین بودن ضریب تغییرات ساخت، تغییرات کم دبی در قطره‌چکان‌های جبران کنندهٔ فشار و عدم گرفتگی خروجیها به علت عملکرد صحیح سیستم فیلتراسیون، طراحی و اجرای مناسب و کیفیت تجهیزات مورد استفاده بوده است، نتایج بررسی‌ها نشان داد که طراحی هیدرولیکی سیستم ها قابل قبول می‌باشد، نتایج برای روشهای ارزیابی مشابه بودند، نتایج آزمایشات کیفی آب نشان داد که امکان رسوب کربنات و سولفات کلسیم در برخی از سیستم‌ها با گذشت زمان وجود دارد، اسیدیته، سختی و مقدار املاح خارج از حد استاندارد نبوده و مشکل‌زا نبودند و غلظت آهن کمتر از حدی بود که منجر به گرفتگی شود.**

**واژه‌های کلیدی:** ارزیابی آبیاری قطره‌ای، ارزیابی، بازده پتانسیل کاربرد، بازده واقعی کاربرد، یکنواختی توزیع

1. آدرس نویسنده مسؤول: ارومیه، دانشگاه ارومیه گروه مهندسی آب- کدپستی: 5756151818- صندوق پستی: 165

* دریافت: دی، 1390 و پذیرش: بهمن، 1391

Archive of SID

www.SID.ir

**مقدمه**

آبیاری قطره‌ای عبارتست از پخش آهسته آب بر سطح یا زیر خاک به صورت قطرات مجزا، پیوسته، جریان باریک یا اسپری ریز از طریق قطره چکان هایی که در طول خط انتقال آب قرار دارند (4). موفقیت یک سیستم آبیاری قطره‌ای در صورتی است که خوب طراحی شود و اجرای آن نیز خوب صورت گیرد. در بیشتر مواقع برقراری توام این دو شرط اتفاق نمی‌افتد و سیستم قادر به ارائهٔ تمام پتانسیل خود نیست (4).

در آبیاری قطره‌ای هر چه دبی خروجی قطره‌چکان‌ها یکنواخت‌تر باشد بازده سیستم بالاتر خواهد بود. سه عامل مهم بر این یکنواختی عبارتند از: فشار، ویژگیهای فیزیکی قطره‌چکان‌ها و گرفتگی. علاوه بر این عوامل مدیریت سیستم نیز عامل مهمی است که باید مورد ارزیابی قرار گیرد. مدیریت سیستم با تنظیم ساعات آبیاری، دور آبیاری، کنترل فشارها، نظارت کلی بر عملکرد سیستم و کاربرد صحیح کود و دیگر مواد شیمیایی نقش مهمی در بازده کاربرد و عملکرد اقتصادی سیستم دارد. به همین دلیل وضعیت کارکرد سیستم باید مورد ارزیابی قرار گیرد (9).

ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای عبارت است از آنالیز سیستم آبیاری که بر پایهٔ اندازه‌گیری فشار و دبی در شرایط واقعی مزرعه و در حین کار سیستم در شرایط واقعی استوار باشد (6). با ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای، نقاط قوت و ضعف آنها در مراحل طراحی و اجرا مشخص می‌شود که نتایج آن، تصمیم‌گیری مناسب مدیران را در پی خواهد داشت. در زمینهٔ ارزیابی سیستم-های آبیاری قطره‌ای تحقیقات زیادی صورت گرفته است.

پیت و همکاران (9) عنوان نمودند که یکنواختی توزیع در سیستم‌های خرد آبیاری نه تنها تحت تاثیر طراحی هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها بوده، بلکه تحت تاثیر متغیرهائی همچون کارخانه سازنده، نوع قطره‌چکان‌ها و اتصالات نیز می‌باشد.

ساردو (10) طی تحقیقی که برای ارزیابی یکنواختی توزیع سیستم آبیاری قطره‌ای و با قطره‌چکان و آبهای با کیفیت متفاوت انجام داد، به این نتیجه رسید که کیفیت آب مهمترین فاکتوری است که یکنواختی توزیع را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

کاپرا و سیکولون (3) تحقیقاتی بر روی کیفیت آب و یکنواختی پخش در تعدادی از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای در جنوب ایتالیا انجام دادند. هدف از تحقیق آنها، تعیین پارامترهای موثر در گرفتگی قطره‌چکان‌ها و نیز بررسی رابطه بین این پارامترها و کیفیت آب بود. نتایج مطالعات آنها امکان طبقه‌بندی برخی ازشاخص‌های مزرعه‌ای را فراهم ساخت به طوری که این شاخص‌ها در ارزیابی فاکتورهای گرفتگی و طبقه‌بندی خطرات گرفتگی مرتبط با کیفیت آب استفاده گردید. آنها همچنین رابطه بین گرفتگی قطره چکان‌ها و موقعیت قطره‌چکان روی لاترال را بدست آوردند.

دهقانی سانیج و همکاران (5) طی مطالعه‌ای به بررسی اثر خصوصیات قطره‌چکان‌ها در گرفتگی، شدت آبدهی و یکنواختی پخش در سیستم آبیاری قطره ای در شرایط استفاده از آب شور در دو منطقه اشتهارد و سیرجان پرداختند. آنها قطره‌چکان‌هایی با ویژگیهای مختلف هیدرولیکی و فیزیکی متفاوت و دو روش مدیریتی به صورت آبیاری روزانه و شبانه، مورد استفاده قرار دادند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که گرفتگی قطره‌چکان‌ها در صورت استفاده از آب شور در شب و آبدهی کمتر از 3 لیتر در ساعت قطره‌چکان‌ها، کاهش می یابد. در تحقیق ایشان گرفتگی قطره‌چکان‌ها و درصد گرفتگی، همبستگی منفی با آبدهی و سطح روزنه نشان داد. همچنین با گذشت زمان ضریب یکنواختی (CU) و

Archive of SID

www.SID.ir

یکنواختی پخش (EU) در سیستم های مورد بررسی کاهش نشان داد.

مادراموتو و همکاران (8) طی مطالعه‌ای به بررسی عملکرد هیدرولیکی پنج نوع قطره‌چکان روزنه‌ای (SO-2، COR-2L، کاتیف، LPC-4L، LPC-2L) در شرایط آزمایشگاهی پرداختند. آزمایش ها در پنج فشار کارکرد مختلف، از 69 تا 138 کیلوپاسکال انجام شد. منحنی‌های آبدهی- فشار بدست آمده از آزمایش‌ها برای همهٔ قطره‌چکان‌ها با منحنی‌های کارخانهٔ سازنده ±10% اختلاف داشت. در این تحقیق براساس توان آبدهی بدست آمده برای قطره‌چکان‌ها، قطره‌چکان‌های SO-2 و COR-2L به عنوان غیر جبران کنندهٔ فشار، کاتیف و LPC-4L به عنوان جبران‌کنندهٔ فشار و LPC-2L تا حدی جبران‌کنندهٔ فشار طبقه بندی گردیدند. آزمایش‌های آنان نشان داد که ضریب تغییرات ساخت (Cv) قطره‌چکان‌های جبران‌کنندهٔ فشار تحت تاثیر فشار قرار می‌گیرند ولی قطره چکان های غیر جبران کننده فشار نسبت به تغییرات فشار غیر حساس بوده و در تمام گستره تغییرات فشار عملکرد خوبی داشتند.

صداقتی (11) با استفاده از فاکتورهای ارزیابی نظیر ضریب یکنواختی توزیع و بازده کاربرد ربع پایین به ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری موجود در باغ‌ها پسته رفسنجان پرداخت. یکنواختی توزیع و بازده کاربرد ربع پایین در تحقیق مذکور برای سیستم‌های مورد ارزیابی در بازه [46/85%-59/25%] جای گرفت و در نهایت عملکرد سیستم متوسط و در برخی نقاط بسیار ضعیف گزارش گردید.

طاهرپور کلانتری (12) به منظور بررسی علل گرفتگی قطره‌چکان‌ها در آبیاری قطره‌ای و ارتباط آن با کیفیت آب، دوازده طرح از مناطق رفسنجان و جهرم را مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان داد که در تمام طرح‌های منطقهٔ رفسنجان، حساسیت گرفتگی خروجی‌ها نسبت به عامل اسیدیته زیاد و نسبت به مقدار کل املاح محلول در آب، حساسیت کم تا متوسط بود و در منطقه جهرم خطر گرفتگی نسبت به pH وEC عمدتاً متوسط و نسبت به عوامل آهن و منگنز کم ارزیابی شد. با توجه به شاخص LSI محاسبه شده، کربنات کلسیم و سولفات کلسیم در دو منطقه مذکور، از جمله عوامل مهم ایجاد رسوب شیمیایی تشخیص داده شد. در تحقیق مذکور، شدت گرفتگی قطره‌چکان‌ها با مدت زمان کارکرد سیستم رابطه مستقیم داشت.

ایلدریم و همکاران (13) طی مطالعه‌ای به بررسی و ارزیابی تعداد 9 سیستم آبیاری قطره‌ای در منطقه آنتالیای ترکیه به این نتیجه رسیدند که طراحی بد سیستم-ها، عملکرد نامناسب فیلتراسیون و آرایش و کارگذاری غیر معقول سیستم‌ها در عملکرد نامناسب آنها دخالت عمده‌ای دارد. از بررسی منابع انجام شده به راحتی می-توان دید که عملکرد نامناسب یک سیستم آبیاری قطره‌ای تنها به یک دلیل خاص نبوده و مجموعه عوامل طراحی، اجرا و کیفیت لوازم در این امر مهم دخالت دارند.

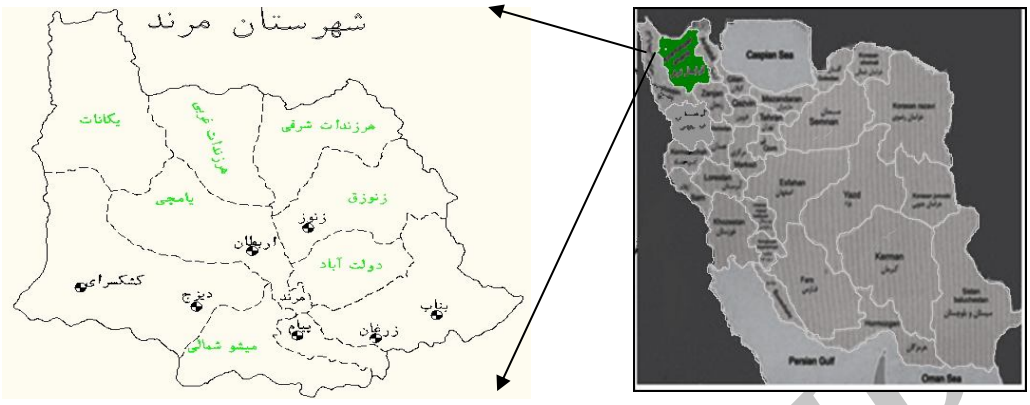
در شهرستان مرند سرعت تبدیل سیستم‌های آبیاری سطحی به سیستم‌های آبیاری قطره‌ای قابل توجه می‌باشد. در این تحقیق هدف از ارزیابی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای اجرا شده در سطح باغ‌های شهرستان مرند، اخذ تصمیمات صحیح و فهم نقاط قوت و ضعف مدیریتی و تعیین مقادیر کمی و پارامترهای هیدرولیکی مؤثر در بازده این سیستم‌ها بود که با داشتن این پارامترها بتوان در طرح‌های آینده از نقاط قوت و ضعف سیستم‌های موجود بهره گرفت.

## مواد و روش‌ها

تعداد هفت باغ در نقاط مختلف شهرستان مرند، با توصیه اداره جهاد کشاورزی شهرستان، طوری انتخاب گردید که از نظر توپوگرافی، متفاوت باشند. موقعیت جغرافیایی طرح‌ها در شکل (1) نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir




شکل 1- موقعیت منطقه و طرح های مورد مطالعه (شهرستان مرند)

با توجه به پراکندگی طرح‌های تحت فشار در منطقه، سعی شد که انتخاب‌ها کل منطقه را تحت پوشش قراردهد. برای سادگی تحلیل ارزیابی سیستم‌ها، طرح‌ها به صورت زیر شماره گذاری شدند: 1- زنوز (0/8هکتار) 2-پیام (8/5هکتار) 3-کشکسرای (3/5هکتار) 4-دیزج (0/7هکتار) 5-بناب (1هکتار) 6-زرغان (3هکتار) 7-اربطان (3 هکتار).

اکثر سیستم‌های تحت فشار قطره‌ای در منطقه مورد تحقیق، برای درختان سیب و زردآلو طراحی‌شده و نوع قطره چکان مورد استفاده در تمام طرح‌ها، خود تنظیم شونده وخود شوینده ٔ روی خط به نام، نتافیم بود. در طرح‌های مورد مطالعه فوق، طول متوسط لوله‌های لترال (پلی اتیلن 16 میلی‌متری) 60 متر و هر کدام به طور متوسط 10 تا 12 درخت را آبیاری می نمودند.

در تحقیق حاضر جهت ارزیابی، روش‌های مریام-کلر و روش تصادفی انتخاب گردید. بر اساس بررسی منابع انجام شده انتخاب روش تصادفی به صورت کاملا" ابتکاری و برای اولین بار صورت پذیرفت. دلیل این انتخاب بررسی کاهش مدت زمان ارزیابی نسبت به روش مریام-کلر و هزینه‌های ارزیابی بود. در هر دو روش جهت بررسی تغییرات فشار و دبی در طول لترال ها، چهار لوله لترال مجاور هم از جنس پلی اتیلن (PE) با قطر 16میلی‌متر، و مستقر بر روی یکی از مانیفلدهای درحال کار انتخاب گردید. پس از یک ساعت کارکردن سیستم و رسیدن به حالت تعادل هیدرولیکی، ظرف های جمع‌آوری آب زیر قطره‌چکان ها قرار گرفت و حجم آب خروجی به مدت 3 دقیقه جمع‌آوری شد. در روش مریام- کلر، انتخاب مانیفلدها بر روی لوله اصلی در ابتدای آن،1/3 پائین‌تر، 2/3 پائین‌تر و انتهای لوله اصلی می‌باشد (6). در روش تصادفی مانیفلدها به صورت کاملا تصادفی در طول لولهٔ اصلی و مجاور هم انتخاب می‌شوند. اندازه‌گیری روی لترالها برای هر دو روش مشابه یکدیگر انجام گرفت، به طوری که مقادیر فشار در ابتدا و انتهای لترال و مقادیر دبی در ابتدای ورودی لترال، 1/3 پائین‌تر، 2/3 پائین‌تر و انتهای لترال ها اندازه‌گیری گردید. در محل های اندازه‌گیری یک فشارسنج (10-0) بار نصب و برای اندازه‌گیری دبی از ظروف مدرج استفاده شد. با توجه به اینکه برای هر درخت بیش از یک قطره چکان استفاده شده بود، دبی همهٔ قطره‌چکان ها اندازه‌گیری و متوسط دبی برای هر درخت به عنوان دبی قطره‌چکان‌های

Archive of SID

www.SID.ir

در حال کار در پای آن درخت محاسبه و ثبت گردید. از آنجائیکه در هر دو روش مریام-کلر و تصادفی چهار لترال جهت ارزیابی انتخاب شده بود و در روی هر لترال چهار نقطه اندازه‌گیری دبی و 2 نقطه اندازه‌گیری فشار وجود داشت بنابراین در هر طرح 16دبی و 8 فشار اندازه‌گیری و ثبت گردید. برای بدست آوردن ضرایب معادله دبی و فشار برای قطره‌چکان نتافیم که به طور گسترده در منطقه استفاده می‌شود، تعداد 50 قطره‌چکان نتافیم کارنکرده و نو تهیه و با تغییر فشار از 1 تا 4 بار، دبی آنها اندازه‌گیری شد. از آنجائیکه برای هر فشار 50 قطره‌چکان مورد استفاده قرار گرفت لذا با محاسبه میانگین دبی‌های حاصله در فشارهای 1، 2، 3 و 4 بار و ترسیم متوسط دبی در برابر هد فشار، توان دبی قطره چکان‌های مورد بررسی بدست آمد. ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌ها تحت یک فشار هیدرولیکی ثابت، از رابطه (1) بدست آمد (2).

$$C_V = \frac{S_q}{q_a} \times 100 \qquad (1)$$

که در این معادله، $C_V$، ضریب تغییرات ساخت بر حسب درصد $S_q$، انحراف از معیار دبی‌های اندازه‌گیری شده بر حسب لیتر در ساعت و $q_a$، متوسط دبی‌های اندازه‌گیری شده بر حسب لیتر در ساعت در یک فشار مشخص می‌باشد. بر اساس جدول (1)، قطره‌چکان‌ها بر اساس ضریب تغییرات ساخت طبقه‌بندی شدند.

جدول1- طبقه بندی قطره چکان‌های نقطه‌ای بر اساس ضریب تغییرات ساخت (1)

| طبقه بندی | ضریب تغییرات ساخت |
|---|---|
| عالی | (%) |
| متوسط | <5 |
| معمولی | 5 -7 |
| ضعیف | 7 -11 |
| غیر قابل قبول | 11 -15 |

جهت مقایسه تغییرات معادله قطره‌چکان‌های نو و کارکرده در طرح‌های هفت‌گانه مورد بررسی، اندازه-گیری فشار و دبی در طرح‌های واقعی نیز انجام گردید تا بوسیله آن معادله قطره‌چکان‌های کارکرده حاصل گردد. جهت تعیین بازده سیستم، بدست آوردن میزان یکنواختی ریزش واقعی در مزرعه ($EU_m$) ضروری است. یکنواختی پخش سیستم ($EU_S$) تابعی از یکنواختی ریزش در ناحیهٔ مورد آزمایش و تغییرات فشار در سرتاسر سیستم می‌باشد. وقتی داده‌های آزمایش آبدهی قطره‌چکان، تنها مربوط به یک مانیفولد است $EU_m$ آزمایش از رابطهٔ (2) بدست می‌آید:

$$EU_m = \left(\frac{Q_n}{Q_m}\right) \times 100 \qquad (2)$$

که در رابطهٔ بالا $Q_n$ آبدهی ربع پائین قطره-چکان در ناحیه مانیفلد مورد آزمایش بر حسب لیتر در ساعت و $Q_m$ آبدهی متوسط کل قطره‌چکان‌ها در ناحیهٔ مانیفلد مورد آزمایش بر حسب لیتر در ساعت می‌باشد. در کل طرح‌های هفت‌گانهٔ مورد تحقیق، حداقل فشار در مانیفلد قطعه مورد آزمایش ($MLIP_A$)، متوسط حداقل فشار در تمامی قطعات در حال کار ($MLIP_{avg}$)، و کمترین حداقل فشار در تمامی قطعات ($MLIP_{min}$)، بدست آمد و فاکتور تصحیح دبی ($DCF$)، و فاکتور کاهش راندمان ($ERF$)، بااستفاده از روابط (3) و (4) محاسبه گردیدند. برای مشخص شدن نحوه کار سیستم با یک بازده قابل قبول، یکنواختی پخش سیستم ،از فرمول (5) بدست آمد:

$$DCF = \left[\frac{MLIP_{(avg)}}{MLIP_{(A)}}\right]^X \qquad (3)$$

$$ERF = \left[\frac{MLIP_{(\min)}}{MLIP_{(avg)}}\right]^X \qquad (4)$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$EU_{(S)} = EU_{(m)} \times DCF \quad (5)$$

با توجه به $EU_{(S)}$ بدست آمده وجدول (2) می‌توان بازده سیستم را مورد ارزیابی قرار داد. جدول (2) طبقه‌بندی بازده سیستم‌های قطره‌ای را با توجه به یکنواختی پخش سیستم نشان می‌دهد. با توجه به فاکتور تصحیح دبی و فاکتور کاهش بازده و متوسط آبدهی مانیفلد مورد آزمایش $Q_n$ ، مقادیر متوسط دبی سیستم $Q_S$، بازده پتانسیل‌کمترین ربع ($PELQ_S$) و بازده کاربردی کمترین ربع ($AELQ_S$) به ترتیب از روابط (6)، (7)و (8) بدست آمد:

$$Q_S = Q_n \times DCF \quad (6)$$

$$Q_S = Q_n \times DCF \quad (7)$$

$$Q_S = Q_n \times DCF \quad (8)$$

جدول 2- طبقه بندی راندمان سیستم با توجه به یکنواختی پخش (1)

| راندمان سیستم | EU |
|---|---|
| عالی | > 90 % |
| خوب | 90 - 80 |
| نسبتاً خوب | 80 - 70 |
| ضعیف | <70 % |

سیستم فیلتراسیون تمام طرح‌ها شامل فیلتر دیسکی و فیلتر شنی بود. جهت بررسی کاهش فشار در فیلترهای مذکور توسط فشارسنج‌های ورودی و خروجی، تغییرات فشار در فیلتر اندازه‌گیری گردید. بررسی کیفیت آب مورد استفاده در طرح‌های مورد نظر از اهمیت بالایی برخوردار بود. پیش‌بینی رسوب کربنات‌کلسیم که اصلی‌ترین رسوب در آبهای آبیاری است، معمولا با استفاده از شاخص اشباع لانژیلر ($LSI$) انجام می‌گیرد. این شاخص حلالیت کربنات‌کلسیم را برای یک درجه حرارت خاص ، غلظت یونها و $pH$ نشان می‌دهد. چنانچه مقدار عددی این شاخص مثبت باشد نشان دهندهٔ این است که در آب تمایل به رسوب کربنات وجود دارد. نمایهٔ لانژیلر از رابطهٔ (9) محاسبه می گردد:

$$LSI = pH_m - pH_C \quad (9)$$

که در آن $pH_C$ ، اسیدیته محاسبه شده بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی آب و $pH_m$، اسیدیته واقعی آب مورد استفاده در سیستم می‌باشند. برای بررسی امکان رسوب سولفات کلسیم در قطره‌چکان‌ها، بایستی $K$ از رابطه (10) بدست آمده و مقدار آن با ثابت ضریب حلالیت ($K_{SP}$) (رابطه 11)، وابسته به درجه حرارت، مورد مقایسه قرارگیرد. اگر $K$ از $K_{SP}$ کمتر باشد امکان رسوب سولفات کلسیم وجود ندارد (7).

$$\frac{\left[Ca^{+2}\right]\left[SO_4^{-2}\right]}{CaSO_4} = K \quad (10)$$

$$\left[Ca^{+2}\right]\left[SO_4^{-2}\right] = K\left[CaSO_4\right] = K_{SP} \quad (11)$$

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از فشارهای اندازه‌گیری شده در 4 لترال انتخاب شده مجاور هم در روش‌های تصادفی و مریام-کلر در جداول (3) و (4) آمده است. با توجه به این جداول دیده می‌شود که حداکثر تغییرات $DCF$ در بازهٔ [0/85-1/03] و $ERF$ دربازهٔ [1-0/93] محدود گشته است. با مقایسه جداول (3) و (4)، مقادیر فاکتور تصحیح دبی مربوط به ارزیابی کل سیستم به عدد 1 نزدیکتر بوده و در نتیجه یکنواختی پخش بهتر را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از داده‌های میدانی نشان داد که در طرح‌های انتخاب شده تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین دبی اندازه‌گیری شده با دبی اسمی قطره‌چکان‌ها وجود ندارد. دامنه تغییرات راندمان بازده کاربرد سیستم‌های مورد بررسی از 84% تا 98% و بازده بالقوه کاربرد چارک پائین از71% تا 89% متغیر بود. جداول (5) و (6) نتایج مربوط به اندازه‌گیری یکنواختی پخش سیستم‌ها در هر روش انتخابی را نشان می‌دهند. همانطور که در این جداول دیده می‌شود دامنه ضریب یکنواختی پخش در

Archive of SID

www.SID.ir

طرح‌های مورد مطالعه از 93 تا 99 درصد با میانگین حدود 96 درصد می باشد.

جدول3 - مقادیر حاصل از اندازه گیری‌ها و پارامترهای محاسباتی در روش تصادفی

| شماره طرح | MLIP (a) | MLIP (avg) | MLIP (min) | ERF | DCF | PELQs | AELQs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1/32 | 1/31 | 1/3 | 1/00 | 1/00 | 0/88 | 0/98 |
| 2 | 1/4 | 1/4 | 1/4 | 1/00 | 1/00 | 0/89 | 0/98 |
| 3 | 1/2 | 1/15 | 1/1 | 0/98 | 0/98 | 0/86 | 0/95 |
| 4 | 0/98 | 0/87 | 0/75 | 0,93 | 0/94 | 0/83 | 0/92 |
| 5 | 1 | 0/99 | 0/88 | 0,94 | 0/99 | 0/84 | 0/93 |
| 6 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/00 | 1/00 | 0/88 | 0/97 |
| 7 | 1/35 | 1/33 | 1/32 | 1/00 | 0/99 | 0/88 | 0/97 |

جدول 4 - مقادیر حاصل از اندازه گیری‌ها و پارامترهای محاسباتی در روش مریام-کلر

| شماره طرح | MLIP (a) | MLIP (avg) | MLIP (min) | ERF | DCF | PELQs | AELQs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1/18 | 1/25 | 1/18 | 0/97 | 1/03 | 0/85 | 0/94 |
| 2 | 1/35 | 1/38 | 1/35 | 0/99 | 1/01 | 0/86 | 0/96 |
| 3 | 1/17 | 1/15 | 1/1 | 0/98 | 0/99 | 0/83 | 0/93 |
| 4 | 1/1 | 1/04 | 0/75 | 0/85 | 0/97 | 0/71 | 0/97 |
| 5 | 1/2 | 1/1 | 0/88 | 0/89 | 0/96 | 0/77 | 0/86 |
| 6 | 1/25 | 1/23 | 1/0 | 0/9 | 0/99 | 0/76 | 0/84 |
| 7 | 1/3 | 1/31 | 1/32 | 1/0 | 1/0 | 0/87 | 0/97 |

جدول 5 - مقادیر حاصل از اندازه گیری و محاسبه یکنواختی پخش درروش تصادفی

| شماره طرح | تعدادقطره چکان آزمایشی | دبی متوسط آزمایش | دبی متوسط کمترین ربع آزمایش | یکنواختی پخش |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 16 | 4/04 | 3/96 | 0/98 |
| 2 | 16 | 3/95 | 3/89 | 0/98 |
| 3 | 16 | 3/96 | 3/86 | 0/97 |
| 4 | 16 | 3/88 | 3/84 | 0/99 |
| 5 | 16 | 4/00 | 3/96 | 0/99 |
| 6 | 16 | 3/82 | 3/73 | 0/97 |
| 7 | 16 | 3/96 | 3/86 | 0/98 |

Archive of SID

www.SID.ir

جدول6 – مقادیر حاصل از اندازه گیری و محاسبه یکنواختی پخش در روش مریام - کلر

| شماره طرح | تعدادقطره چکان آزمایشی | دبی متوسط آزمایش | دبی متوسط کمترین ربع آزمایش | یکنواختی پخش |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 16 | 3/98 | 3/85 | 0/97 |
| 2 | 16 | 3/80 | 3/68 | 0/97 |
| 3 | 16 | 3/71 | 3/51 | 0/95 |
| 4 | 16 | 3/88 | 3/60 | 0/93 |
| 5 | 16 | 3/93 | 3/76 | 0/96 |
| 6 | 16 | 3/74 | 3/48 | 0/93 |
| 7 | 16 | 3/69 | 3/57 | 0/97 |

ضریب یکنواختی پخش در طرح‌های مورد مطالعه از 93 تا 99 درصد با میانگین حدود 96 درصد می باشد. این مقدار بسیار بالا بوده (بیشتراز 90 درصد) و با توجه به جدول (1) در حد عالی ارزیابی می‌شود. یکنواختی پخش بالا در سیستم‌های مورد بررسی می‌تواند به چند عامل بستگی داشته باشد، که عبارتند از: کم بودن مساحت طرح‌ها ومتناسب با آن خطای کم در برداشت داده‌ها، طراحی صحیح و اجرای مناسب این طرح‌ها وکم بودن سالهای بهره‌برداری از طرح‌ها. با مقایسه نتایج حاصل از دو روش نمونه برداری می‌توان گفت که تفاوت چندانی بین دو روش وجود ندارد. نتایج بالا و همچنین مجموعه بررسی‌ها نشان داد که طراحی هیدرولیکی سیستم‌ها مطلوب بودند. جدول (7) مشخصه‌های هیدرولیکی قطره‌چکان نتافیم نو را نشان می‌دهد. با توجه به عدد به دست آمده برای ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان و مقایسه آن با استاندارد انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا و جدول (1)، قطره‌چکان مورد بررسی در کلاس عالی قرار می‌گیرد. برای قطره‌چکان نو، متوسط آبدهی اندازه-گیری شده برابر 4/07 بوده در حالیکه آبدهی اسمی آنها 4 لیتر بر ساعت، توسط کارخانه سازنده اعلام گردیده است. معادلات دبی - فشار در هر طرح بدست آمد که نتایج آن در جدول (8) دیده می‌شود. تغییرات نمای معادله قطره‌چکان در طرح‌های هفت‌گانه مورد بررسی، می‌تواند ناشی از کیفیت متفاوت آب‌های مورد استفاده در طرح‌ها و افت ناشی از ساختمان قطره‌چکان‌ها که در اکثر طراحی‌ها در نظر گرفته نمی‌شوند، باشد. بر اساس جدول (9) و مقایسه ضریب ساخت قطره چکان نتافیم استفاده شده در 7 طرح انتخابی با مقادیر استاندارد، قطره چکان‌ها در حد معمولی و عالی قرار داشتند. ویژگی‌هایی از قطره-چکان نظیر خود شوینده بودن، جبران کنندهٔ فشار و آشفته بودن جریان، نقش مهمی در کاهش گرفتگی قطره-چکان دارد که نتایج حاصله با نتایج تحقیقات دهقانی سانیج همخوانی دارد (5). یکی از دلایل تغییرات فشار کارکرد قطره‌چکان‌ها می‌تواند کیفیت نامناسب آب مورد استفاده در سیستم‌ها باشد. بر اساس نتایج حاصل از

Archive of SID

www.SID.ir

آزمایش‌های کیفی آب آبیاری (جدول10)، از لحاظ شوری آبهای این منطقه در حد متوسط می‌باشند.

می‌توان در مورد رسوب املاح آهن و کربنات کلسیم از روی مقدار $pH$ (اسیدیته) قضاوت نمود و $pH$ بالا سبب ته نشین شدن کربنات کلسیم و منیزیم می‌گردد (7). از لحاظ اسیدیته، آب مورد استفاده در طرح‌ها در گروه متوسط به پائین قرار دارد و از این لحاظ خطر گرفتگی ناشی از رسوبات کربنات کلسیم و املاح آهن در طرح‌ها قابل توجه نمی‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 7 - مشخصه های هیدرولیکی قطره چکان نتافیم

| نوع قطره‌چکان | آبدهی اسمی l/h | $q=kh^x$ | | % Cv | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | x | k | h=2 bar | h=3 bar | h=4 bar | avg | h=1 bar |
| on-line | 4 | 3/923 | 0/018 | 0/27 | 0/5 | 0/6 | 0/39 | 0/43 |

جدول 8 – مشخصات معادلات دبی – فشار در 7 طرح انتخابی

| شماره طرح | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| x | 0/19 | 0/46 | 0/57 | 0/35 | 0/13 | 0/50 | 0/56 |
| k | 3/95 | 3/45 | 3/55 | 3/97 | 4/04 | 3/52 | 3/26 |
| $R^2$ | 0/96 | 0/80 | 0/99 | 0/67 | 0/99 | 0/97 | 0/99 |

جدول9 - نتایج ضریب تغییرات ساخت قطره چکان در 7 طرح انتخابی

| شماره طرح | نوع قطره چکان آزمایشی | Cv اندازه گیری شده | |
|---|---|---|---|
| | | % | درجه بندی |
| 1 | نتافیم | 0/06 | متوسط |
| 2 | نتافیم | 0/04 | عالی |
| 3 | نتافیم | 0/1 | معمولی |
| 4 | نتافیم | 0/09 | معمولی |
| 5 | نتافیم | 0/04 | عالی |
| 6 | نتافیم | 0/1 | معمولی |
| 7 | نتافیم | 0/09 | معمولی |
| قطره چکان نو نتافیم | | 0/01 | عالی |

از آنجایی که بالاترین حد مجاز کلر در عصاره اشباع خاک در مورد درختان میوه و هسته‌دار در حدود 20 میلی‌اکی‌والان در لیتر می‌باشد بر اساس نتایج بدست آمده از آزمایش‌های آب، خطری این محصولات را تهدید نمی‌کند. بر اساس دیاگرام ویل کاکس، کیفیت و کلاس آب در مناطق شهرستان مرند ($C_3$-$S_1$) می‌باشد. در کل می‌توان این چنین نتیجه گرفت که بر اساس نتایج آزمایشات کیفی آب آبیاری، (جداول 10، 11و 12)، آب آبیاری از نظر هدایت الکتریکی ($EC$) و اسیدیته ($pH$) دارای کیفیت متوسط تا خوب می‌باشد. با توجه به شاخص اشباع لانژیلر محاسبه شده، پتانسیل ایجاد رسوب کربنات کلسیم و در نتیجه آن، خطر گرفتگی خروجی ها نسبت به این عامل در طرح‌ها کم می‌باشد.

در مورد پتانسیل رسوب سولفات کلسیم، با توجه به‌نتایج آمده در جدول (11) مشاهده می شود که در طرح شماره پنج این امکان وجود دارد. با توجه به نتایج بدست آمده، قطره‌چکان‌های انتخابی (نتافیم) با کیفیت آبهای منطقه تناسب دارد. قرائت مقادیر فشارسنج‌های ورودی و خروجی فیلترها، افزایش بیش از حد را در هیچ یک از طرح‌ها را نشان ندادند که ناشی از مدیریت صحیح و شستشوی به‌موقع فیلترها بود. در نهایت نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که طراحی سیستم‌های در حال کار در طرح‌های مورد بررسی تقریبا در سطح مطلوبی است این نتیجه با توجه به عمر کوتاه بهره‌برداری از این سیستم‌ها منطقی است، ولی بایستی پس از گذشت چند سال از عمر این سیستم‌ها ارزیابی مجددا صورت بگیرد

Archive of SID

www.SID.ir

تا اثر گذشت زمان بر روی عملکرد این سیستم‌ها از نظرگرفتگی خروجی‌ها، یکنواختی پخش آب و بازده سیستم‌ها و بقیه پارامترهای موثر بر عملکرد آنها مشخص گردد.

جدول 10 - برخی پارامترهای شیمیایی آب در طرح های انتخابی

| شماره طرح | EC(ds/m) | pH | TDS(ppm) | آنیونها و کاتیونها (meq/lit) | | | | | | | $Fe^{++}$ (ppm) | $B^{++}$ (ppm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $Na^{+}$ | $Mg^{2+}$ | $Ca^{2+}$ | $SO_4^{2-}$ | $CL^{-}$ | $HCO^{3-}$ | $CO_3^{2-}$ | | |
| 1 | 0/621 | 6/66 | 391 | 0/5 | 3/16 | 3/52 | 1 | 0/12 | 0/05 | 0 | 0/05 | 0/12 |
| 2 | 0/521 | 7/76 | 328 | 0/2 | 2/88 | 2/92 | 0/1 | 0 | 0/05 | 0 | 0/05 | 0 |
| 3 | 0/825 | 7/09 | 520 | 3/1 | 5/76 | 0/6 | 2/1 | 0/05 | 0/05 | 0 | 0/05 | 0/05 |
| 4 | 0/794 | 7/45 | 500 | 2/6 | 4/46 | 2/72 | 1/1 | 0/62 | 0/1 | 0 | 0/1 | 0/62 |
| 5 | 0/821 | 7/26 | 517 | 1/72 | 4/43 | 3/25 | 2/75 | 0/14 | 0/06 | 0 | 0/06 | 0/14 |
| 6 | 0/492 | 7/51 | 269 | 0/8 | 9/56 | 1/76 | 0/4 | 0/05 | 0/05 | 0 | 0/05 | 0/05 |
| 7 | 0/649 | 7/6 | 412 | 3/4 | 2/88 | 1/88 | 2/4 | 0/1 | 0/05 | 0 | 0/05 | 0/1 |

جدول 11 – نتایج اندازه‌گیری پارامترهای کیفی آب از نظر رسوبگذاری

| شماره طرح | $pH_m$ | $pH_c$ | LSI | $Ca^{+2}$ (mol/l)×$10^3$ | $SO_4^{2-}$ (mol/l)×$10^3$ | $[Ca^{+2}][SO_4^{+2}]$ (mol$^2$/l$^2$)×$10^5$ | امکان رسوب | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $CaCo_3$ | $CaSo_4$ |
| 1 | 7/1 | 6/66 | -0/44 | 2 | 7/04 | 1/4 | - | - |
| 2 | 6/99 | 7/76 | 0/77 | 0/2 | 5/84 | 0/1 | + | - |
| 3 | 6/89 | 7/09 | 0/2 | 4/2 | 1/2 | 0/5 | + | - |
| 4 | 6/9 | 7/45 | 0/55 | 2/2 | 5/44 | 1/2 | + | - |
| 5 | 6/8 | 7/26 | 0/46 | 5/5 | 6/5 | 3/6 | + | + |
| 6 | 6/89 | 7/51 | 0/62 | 0/8 | 3/52 | 0/0,3 | + | - |
| 7 | 7/26 | 7/6 | 0/34 | 4/8 | 3/76 | 1/8 | + | - |

جدول12 – خطر گرفتگی خروجی ها نسبت به عوامل شیمیایی مختلف

| شماره طرح | آهن | TDS | pH |
|---|---|---|---|
| **1** | کم | کم | متوسط |
| **2** | کم | کم | کم |
| **3** | متوسط تا شدید | کم | کم |
| **4** | متوسط تا شدید | متوسط تا شدید | کم |
| **5** | متوسط تا شدید | کم | کم |
| **6** | کم | کم | کم |
| **7** | کم | کم | متوسط |

## پیشنهادات

**1-** الزام شرکت‌های طراح و مجری به رعایت مسائل فنی در طراحی.

**2-** با توجه به خشکسالی های پی در پی در چند سال اخیر و افت سطح آبهای شیرین زیرزمینی در شهرستان و جایگزین شدن آبهای شور، پیشنهاد می‌گردد که طراحان در استفاده از قطره چکان های مختلف برای

Archive of SID

www.SID.ir

آبهای با کیفیت پائین، علاوه بر اعمال مدیریت صحیح آبیاری قطره ای، مدیریت صحیح استفاده از آب شور را نیز رعایت کنند.

3- با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان در طرح‌های کوچک از روش تصادفی برای ارزیابی سیستم‌های آبیاری تحت فشار استفاده کرد ولی برای طرح‌های بزرگ نیاز به بررسی بیشتری می‌باشد.

4- نظارت مستمر بر عملکرد طرح‌های اجرا شده هر چند سال توسط یک تیم کارشناسی صورت گیرد، تا در صورت بروز مشکلات اساسی راه‌حل مناسب در اختیار بهره‌بردار قرار داده شود.

## تشکر و قدردانی

در پایان از مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان مرند و کارشناسان محترم آن اداره و کلیه کشاورزانی‌که همکاری تنگاتنگی در جهت انجام این تحقیق داشتند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## منابع مورد استفاده

1) Alizadeh A. (2001). Principle and practice of trickle irrigation. 2rd Edition. Published by the Emam Reza University. 450 p. (In Farsi).
2) ASAE standards, (2003a), Design and installation of micro-irrigation systems (EP405.1).St. Joseph, Mich. :ASAE.
3) Capra, A., B. Scicolone. (1998). Water quality distribution in drip/trickle irrigation systems. Journal of Agriculture Engineering Research. Vol: 70, pp: 355-365.
4) Charles M. B. and Stuart W. S. (2007). Drip and micro-irrigation design and management for trees, vines, and field crops. 3rd Edition. Published by the Irrigation Training and Research Center. 393 p.
5) Dehghanisanij, H., H. Anyoji., H. Riyahi, and W. Abou el Hasan. (2007). Effect of emitter characteristics and irrigation schemes on emitter clogging under saline water use. Journal of Arid Land Studies, 16(4): 225-233.
6) Keller, J. and D. Karmeli. (1974). Trickle irrigation design parameters. Trans. ASAE, 17(4) pp: 678- 684.
7) Lindsay, W. L., 1979. Chemical equilibria in soils. New York, NY: John Wiely & Sens, 449 p.
8) Madramootoo, C. A., K. C. Khatri, and M. Rigby. (1987). Hydrolic performance of five different trickle irrigation emitters. Canadian Agricultural Engineering.
9) Pitts, D.J., D. Z. Haman, A. G. Smajstrla. (1990). Causes and prevention of emitter plugging In micro-irrigation Systems. University of Florida. Bulletin: 258.
10) Sardo.(1991). V. An assessment of distribution uniformity in drip irrigation systems. Irrigation and Drainage 38 (3) 3-7.
11) Sedaghati N. (2001). Evaluation of existing micro-irrigation systems performance (Trickle and Bubbler) in pistachio orchards. MSc. Thesis. University of Tehran, Tehran, Iran. (In Farsi).
12) Taherpour Kalantari M. (1997). Investigation of emitter clogging reasons in trickle irrigation and its relationships with water quality in Rafsanjan and Jahrom regions. MSc. Thesis. University of Tarbiat Modares, Tehran, Iran. (In Farsi).
13) Yildirim O. and A. M. Orta. (1995). Evaluation of some drip irrigation systems in Antalya 16. Region. Irrigation and Drainage Abstracts, 21(1): 51.

Archive of SID

www.SID.ir