Archive of SID

نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال دوم، شماره اول، پاییز ۱۳۹۱

ISSN 2251-7480

تأثیر شستشوی هفتگی بر عملکرد هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها در شرایط استفاده از پساب تصفیه‌شده

مهرناز زرداری[۱] و پرویز فتحی[۲*]

۱) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی؛ گروه مهندسی آب؛ دانشگاه کردستان؛ کردستان؛ ایران

۲*) استادیار گروه مهندسی آب؛ دانشگاه کردستان؛کردستان؛ ایران؛ نویسنده مسئول مکاتبات: fathip2000@yahoo.com

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۰۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۶/۳۱

چکیده

محدودیت منابع آب در کشورهای واقع در مناطق خشک و نیمه خشک، رشد روزافزون جمعیت و توسعه شهرنشینی و فشار بر منابع آب متعارف، در کنار مشکلات و هزینه‌های دفع بهداشتی فاضلاب‌ها باعث رویکرد به سمت استفاده از پساب در بخش کشاورزی شده است. پژوهش‌ها نشان داده که از میان روش‌های مختلف آبیاری، روش آبیاری قطره‌ای بهترین سازگاری را با کاربرد پساب دارد. با این وجود بزرگترین مشکل کاربرد پساب در آبیاری قطره‌ای گرفتگی قطره‌چکان‌هاست. به منظور بررسی اثر شستشوی هفتگی بر عملکرد قطره‌چکان‌ها در شرایط آبیاری با پساب، یک مدل فیزیکی آبیاری قطره‌ای طراحی و ساخته شد. در این پژوهش از چهار نوع قطره چکان میکروفلاپر، نتافیم، لوله قطره‌چکان‌دار و آنتیلکو که از کاربردی‌ترین قطره‌چکان‌ها در آبیاری تحت فشار محسوب می‌شوند، استفاده شد. نتایج نشان داد که تیمار مدیریتی شستشو باعث افزایش آبدهی، یکنواختی پخش، یکنواختی پخش مطلق، یکنواختی کریستیان‌سن و کاهش ضریب تغییرات دبی تمامی قطره‌چکان‌ها در شرایط آبیاری با پساب می‌شود. این افزایش بستگی به نوع قطره‌چکان‌ها داشته که در این میان بیشترین تأثیر را بر روی قطره‌چکان آنتیلکوگذاشت. همچنین بررسی نتایج نشان داد که در شرایط استفاده از پساب، قطره‌چکان نتافیم و میکروفلاپر به ترتیب با۸/۵ و ۲۷/۸ درصد کاهش، کمترین و بیشترین کاهش دبی را داشتند. قطره‌چکان نتافیم در شرایط استفاده از پساب و تیمار مدیریتی شستشو دارای عملکرد بالایی بوده و در دراز مدت نسبت به سایر قطره‌چکان‌ها برتری دارد.

واژه‌های کلیدی: پساب تصفیه‌شده؛ سیستم آبیاری قطره‌ای؛ شستشو؛ یکنواختی پخش

مقدمه

بحران کمبود آب یکی از چالش‌هایی است که امروزه جهان با آن مواجه است. رشد سریع جمعیت، توسعه فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی برای تأمین مواد غذایی از یک سو و خشکسالی‌های پی‌درپی درسال‌های اخیر در بسیاری از مناطق واقع در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک از سوی دیگر، موجب شده است که منابع آب شیرین سطحی و زیرسطحی به اوج بهره‌برداری خود برسند و از لحاظ کمی و کیفی در وضعیت بحرانی قرار گیرند. در چنین شرایطی استفاده از پساب تصفیه شده می‌تواند به عنوان یک راهکار مناسب برای غلبه بر کمبود آب در نظر گرفته شود. بررسی تحقیقات نشان داده است که، ترکیبی از روش آبیاری قطره‌ای با استفاده مجدد از فاضلاب باعث تأمین آب با راندمان بهتر و مؤثرتر برای محصولات می‌گردد (یارقلی و هانی، ۱۳۸۱). تماس حداقلی کارگران و محصولات با پساب، تخلیه محدود پساب به صورت رواناب‌های سطحی، نفوذ عمقی کم، افزایش حاصلخیزی خاک، کاهش رشد علف‌های هرز و در نتیجه کاهش استفاده ازعلف‌کش‌ها از

www.SID.ir

Archive of SID

جمله مزایای مهم کاربرد پساب با روش‌های آبیاری قطره‌ای می‌باشد (Capra and Scicolone, 2007). اگرچه، استفاده از آبیاری قطره‌ای به شرط طراحی و کاربری صحیح، آثار نامطلوب استفاده از پساب را کاهش می‌دهد، اما بزرگترین مشکل در کاربرد پساب در آبیاری قطره‌ای گرفتگی قطره‌چکان‌ها می‌باشد(Gilbert *et al.*, 1979). عامل گرفتگی قطره‌چکان‌ها در یک سیستم آبیاری همواره ترکیبی از عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی است (Nakayama and Bucks, 1991). با این وجود تحقیقات گسترده‌ای در زمینه علل گرفتگی قطره‌چکان‌ها توسط محققین و دانشمندان انجام شده است. از مهم‌ترین عوامل گرفتگی قطره‌چکان‌ها در شرایط کارکرد سیستم با پساب، مواد جامد معلق و میکروارگانیسم‌ها، خصوصاً باکتری‌ها و لجن‌ها می‌باشند (Adin and sacks, 1991; Tajrishi *et al.*,1994) همچنین رشد سریع بیوفیلم و تجمع رسوبات در مسیر قطره‌چکان‌ها از دیگر عوامل تحریک کننده گرفتگی است (Yan *et al.*, 2010). برای پیشگیری از این مشکل دو راه حل را می‌توان برگزید، یکی استفاده از قطره‌چکان‌هایی است که امکان گرفتگی آن‌ها کم است و راه‌حل دیگر توجه بیشتر به کیفیت آب و ارائه راهکارهای مدیریتی جهت حذف و یا به حداقل رسانیدن گرفتگی قطره‌چکان‌ها از طریق تصفیه تکمیلی پساب، گندزدایی، استفاده از فیلترهای مرغوب، تزریق مواد شیمیایی به درون سیستم آبیاری، شستشوی سیستم و در نهایت تعویض قطره‌چکان‌های مسدود می‌باشد (Tajrishi *et al.*, 1994). از میان راهکارهای مدیریتی ارائه شده، شستشوی خطوط لوله‌های آبیاری میکرو جهت بر طرف نمودن رسوبات ریز امری الزامی است. زیرا به دلیل مسائل اقتصادی و گران بودن فیلترهای تصفیه، اغلب به حذف ذرات بزرگتر از ۱۰ درصد قطر روزنه خارجی قطره چکانها اکتفا می‌شود. بنابراین ذرات بسیار ریز از فیلتر عبور کرده و با پیوستن به فضولات و باقی‌مانده مواد آلی چسبنده دیگر توده‌های بزرگتری را تشکیل داده و انسداد مجاری قطره‌چکان‌ها را تشدید می‌کنند. علاوه بر موارد فوق مواد دیگری نیز می‌توانند وارد لوله‌ها شوند که دفع آن‌ها نیز با شستشو امکان‌پذیر است. برای شستشوی صحیح، لازم است سرعت خروج آب به اندازه‌ای باشد که مواد رسوبی را از جا کنده و از خطوط لوله خارج کند (Lamm *et al.*, 2007). ملاحسینی و همکاران (۱۳۸٦)، در پژوهشی، تأثیر کاربرد توأم آب و پساب به سه صورت شستشوی سیستم، آبیاری متناوب با آب و پساب، و رقیق‌سازی پساب در کنار کاربرد مستقل آب و پساب و اثر این تیمارها بر دبی سه نوع قطره چکان گردابی، طولانی مسیر و جبران کننده فشار، را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که شیب منحنی کاهش دبی در تیمارهای رقیق‌سازی، آبیاری متناوب و شستشو به ترتیب ٤/۸۷-، ۵/۲۳- ، ۵/۸۵- درصد بوده است که این روند تأثیر کاربرد توأم آب و پساب بر کاهش گرفتگی را تأیید می‌نماید. Ravina و همکاران (۱۹۹۷) در تحقیقی عنوان نمودند که هیچ تفاوت معنی‌داری در گرفتگی قطره‌چکان‌ها در شرایط شستشوی روزانه با شستشوی دو بار در هفته لاترال‌ها وجود نداشت. Puig-Bargués و همکاران (۲۰۱۰) طی تحقیقی تأثیر سه تیمار شستشوی متناوب (بدون عمل شستشو، شستشوی ماهیانه و شستشو در انتهای فصل آبیاری) را بر روی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی در حال کار با پساب تصفیه‌خانه مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان داد که گرفتگی قطره‌چکان‌ها در درجه اول به اثر متقابل بین موقعیت و نـوع قطره‌چکان و میزان فرکانس شستشو بستگی دارد. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر شستشوی هفتگی بر خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها و مقایسه کارایی قطره‌چکان‌ها به هنگام کاربرد پساب تصفیه‌خانه شهر سنندج بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر پساب تصفیه شده و شستشوی هفتگی بر عملکرد قطره‌چکان‌ها، مدل فیزیکی آبیاری قطره‌ای در آزمایشگاه آب و خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان، طراحی، نصب و اجرا گردید. این مدل به ترتیب شامل دو منبع پساب و آب شهری، پمپ، شیر تنظیم فشار،

www.SID.ir

Archive of SID

فیلترتوری (۱۲۰ مش)، یک لوله نیمه اصلی به قطر ۳۲ میلیمتر، یک فشارسنج و نهایتاً ۸ ردیف لاترال به طول ۹ متر با شیرهای انشعاب ورودی در ابتدا و انتهای هر لاترال بود. در این سیستم، لوله‌ی نیمه اصلی و لاترال‌ها بر روی چهارچوب فلزی نصب شدند که در زیر آن میز گالوانیزه‌ای به منظور قراردادن ظروف نمونه‌برداری و ناودانی جهت جمع آوری آب قطره‌چکانها به منبع پساب تعبیه گردید. جهت بررسی اثر تیمار مدیریتی شستشوی هفتگی، مدل فیزیکی طوری طراحی گردید که بتوان از منبع آب شهری برای شستشوی سیستم پساب استفاده نمود. شستشو به صورت هفتگی، با سرعت ۰/٤ متر بر ثانیه و به مدت ۵ دقیقه مطابق با استاندارد ASAE (۲۰۰۳) انجام شد. قبل از انجام شستشو، شیرهای انشعاب ورودی لاترال‌های مربوط به تیمار پساب بسته و شیرهای ورودی و خروجی لاترال‌های آبیاری شده با پساب همراه شستشو باز می‌گردید. در این تحقیق ٤ نوع قطره‌چکان مختلف برای ارزیابی استفاده گردید. ۳ نوع از قطره‌چکان‌ها روی خط و تنظیم‌کننده فشار و یک نوع دیگر از قطره‌چکان‌ها داخل خط و یا همان لوله قطره‌چکان‌دار بودند. قبل از شروع آزمایش‌ها، ضریب تغییرات ساخت هر چهار نوع قطره‌چکان مطابق با استاندارد ISO9261 تعیین گردید. در جدول ۱ نام و خصوصیات ٤ نوع قطره‌چکان مورد استفاده در سیستم ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات قطره‌چکان‌های مورد آزمایش

ویژگی‌ها	قطره‌چکان			
	میکروفلاپر	نتافیم	لوله قطره‌چکان‌دار	آنتیلکو
دبی اسمی	٤	٤	٤	٤
فشار اسمی	۱۰-۳۵	۷-٤۰	۱۰	۵-۳۵
فواصل بین قطره‌چکان‌ها(cm)	۳۰	۳۰	۳۳	۳۰
تعداد قطره‌چکان‌ها	۳۰	۳۰	۲۸	۳۰
تنظیم کننده فشار	بله	بله	خیر	بله
ضریب تغییرات ساخت(٪)	٤/۵	۳/۵۳	۳/۳	۳/۸

دوره آزمایشات حدود ۱۹ هفته بود. سیستم هر روز به مدت ۸ ساعت کار کرده و فشار کارکرد سیستم در کل دوره آزمایش در حد یک اتمسفر (۱۰ متر آب) ثابت نگه داشته شد. در این پژوهش از آب پساب تصفیه‌خانه شهر سنندج استفاده گردید. در طول دوره آزمایش آب موجود در مخزن پساب تصفیه شده به دلیل تبخیر و اندازه‌گیری‌های صورت گرفته، در ۳ نوبت تعویض شد. همچنین آب موجود در منبع آب شهری برای هر بار شستشو تعویض گردید. کیفیت پساب تصفیه شده به منظور بررسی پتانسیل گرفتگی در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای چندین نوبت در طول دوره آزمایش مورد تجزیه قرار گرفت.

به منظور مطالعه روند تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها تحت تأثیر کیفیت آب در هر هفته، میزان آب خروجی هرقطره‌چکان در مدت ۵ دقیقه اندازه گیری شد. اندازه‌گیری‌ها با فرض ثابت بودن چگالی پساب تصفیه‌شده در حد ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب به صورت وزنی و با ترازوی دیجیتالی‌با دقت ۰/۱ گرم صورت گرفت. با تبدیل وزن آب جمع‌آوری شده در ظرف زیرقطره‌چکان به حجم و تقسیم آن به زمان اندازه‌گیری، دبی هر قطره‌چکان به دست آمد. پس از جمع آوری اطلاعات، پارامترهای ضریب تغییرات دبی، یکنواختی آماری (Bralts and Kenser, 1983)، یکنواختی پخش، یکنواختی پخش مطلق (Keller and Karmeli,1974) و ضریب یکنواختی کریستیان-

www.SID.ir

Archive of SID

سن(Christiansen, 1942) از معادله‌های ۱ تا ٦ محاسبه گردید.

$$Cv_q = \frac{S_d}{q_a} \quad (۱)$$

$$s_d = \left(\frac{1}{n-1}\left[\sum_{i=1}^{n} q_i{}^2 - \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} q_i\right)^2\right]\right)^{\frac{1}{2}} \quad (۲)$$

$$U_S = 100\left(1 - \frac{S_d}{q_a}\right) = 100\left(1 - Cv_q\right) \quad (۳)$$

$$EU = 100\left(\frac{q_n}{q_a}\right) \quad (٤)$$

$$EU_a = 50\left(\frac{q_n}{q_a} + \frac{q_a}{q_x}\right) \quad (۵)$$

$$u_c = 100\left[1 - \left(\frac{1}{nq_a}\right)\sum_{i=1}^{n}|q_i - q_a|\right] \quad (٦)$$

که در آن Cv_q ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها بر حسب درصد، S_d انحرافمعیار دبی قطره‌چکان‌ها، q_a متوسط دبی قطره‌چکان‌ها بر حسب لیتر در ساعت، q_i دبی هرقطره-چکان بر حسب لیتر در ساعت،n تعداد مشاهدات، U_S یکنواختی آماری دبی قطره‌چکان‌ها، EU یکنواختی پخش بر حسب درصد، q_n میانگین یک چهارم کمترین شدت دبی قطره‌چکان‌ها بر حسب لیتر در ساعت، EU_a یکنواختی پخش مطلق بر حسب درصد، q_xمتوسط یک هشتم بیشترین مقادیر شدت دبی قطره‌چکان‌ها و U_c ضریب یکنواختی کریستیان‌سن بر حسب درصد می‌باشد.

نتایج و بحث

در جدول‌های ۲ و ۳ مقادیر میانگین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پساب تصفیه شده ارائه گردید است. این جداول نشان می‌دهند که مقدار اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی پساب تصفیه‌شده مطابق با استاندارد حفاظت محیط زیست ایران در محدوده مجاز می‌باشد (محمدی، ۱۳۸۵). از طرفی کیفیت پساب مورد استفاده در تمام طول دوره آزمایش به لحاظ pH و تعداد کل باکتری‌ها خارج از حد مجاز بوده و نشان می‌دهد که خطر انسداد قطره‌چکان‌ها توسط این عوامل زیاد است. سایر خصوصیات ارائه شده در جدول ۲ نیز بر اساس طبقه‌بندی Ayers و Westcot (۱۹۹٤) مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. همچنین مشاهده جدول ۳ نشان می‌دهد که امکان رسوب کربنات کلسیم (با توجه به شاخص اشباع لانژیلر (LSI)) در شرایط استفاده از پساب تصفیه شده از شدت بالایی برخوردار است.

جدول ۲- مقایسه میانگین پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پساب تصفیه شده

پارامترهای اندازه‌گیری شده	واحد	پساب	محدودیت مصرف پساب
اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی(BOD_5)	mg/l	۲۰	
اکسیژن مورد نیاز شیمیایی(COD)	mg/l	۲۷	
هدایت الکتریکی (EC)	ds/m	۰/۸۷۹	
مواد جامد معلق (TSS)	mg/l	٤۲	کم
واکنش (pH)		۸/٦۵	شدید
مواد محلول (TDS)	mg/l	۵۲۸/۷۵	متوسط
منگنز (Mn)	mg/l	۰/٦۲	متوسط
آهن	mg/l	۰/٦۸	متوسط
سولفید هیدروژن		۰/۳٤۵	کم
تعداد کل باکتری‌ها	n/100ml	٦/۷٦+E٦	شدید

www.SID.ir

Archive of SID

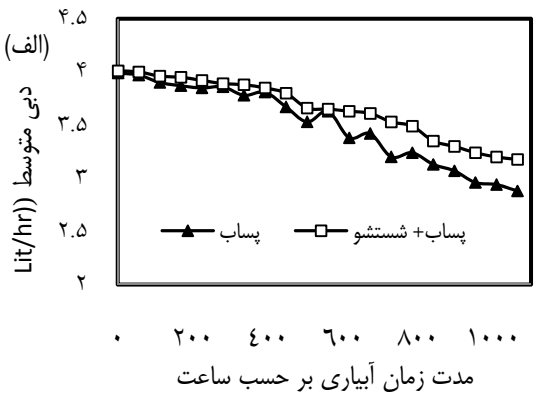
جدول ۳- امکان رسوب کربنات کلسیم

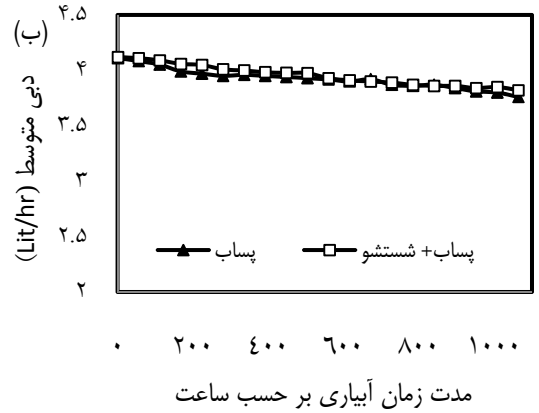
نوع آب	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	K^+	HCO_3^-	CO_3^{2-}	LSI (pH_m-pH_C)	امکان رسوب کربنات کلسیم
	(Meq/Lit)							
پساب	۱/٤٥	۲/۰٥	٤/۸۲	۰/۳۹	٥/۰۷	۰/۹٦	۸/٦٥-(۷/۲٦) =۱/٦۹	+

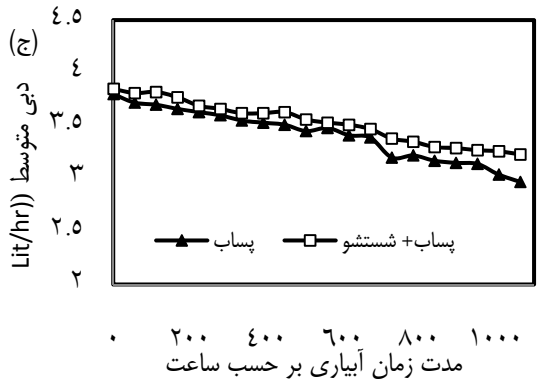
روند تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌های مورد مطالعه در طول دوره آزمایش در شکل ۱ ارائه شده است. همانطور که در شکل مذکور مشاهده می‌گردد، میانگین دبی قطره‌چکان‌ها تحت تأثیر پساب، آبشویی و نوع قطره‌چکان قرار دارد. به هنگام استفاده از پساب، درصد کاهش دبی قطره‌چکان‌ها، ناشی از گرفتگی جزئی یا کلی قطره‌چکان‌ها، برای قطره‌چکان‌های میکروفلاپر، آنتیلکو، نتافیم و لوله قطره‌چکان‌دار به ترتیب ۲۷/۸، ۲۰/٤، ۸/٥ و ۲۱/۸ درصد و در شرایط استفاده از پساب+ شستشو، درصد کاهش دبی قطره‌چکان‌های مذکور به ترتیب ۲۱/٥، ۱۳/٤، ۷/۲۸ و ۱٦/۱ درصد در انتهای دوره آزمایش می‌باشد. بنابراین قطره‌چکان نتافیم به هنگام استفاده از پساب و پساب همراه با شستشو برتری محسوسی نسبت به سایر قطره‌چکان‌های مورد مطالعه دارد. از طرفی قطره‌چکان میکروفلاپر بیشترین حساسیت را به گرفتگی داراست. دلیل اصلی این مسئله را می‌توان ساختار این نوع قطره‌چکان‌ها و تفاوت در حساسیت آن‌ها به گرفتگی عنوان نمود. از طرفی با توجه به نتایج به دست آمده، میزان کاهش گرفتگی برای قطره‌چکان‌های میکروفلاپر، آنتیلکو، نتافیم و لوله قطره‌چکان‌دار در شرایط اعمال تیمار مدیریتی شستشوی هفتگی نسبت به شرایط کاربرد پساب بدون شستشو به ترتیب، ٦/۳، ۷، ۱/۲۲ و ٥/۳ درصد می‌باشد. بنابراین تأثیر شستشوی لاترال‌ها بر کاهش درصد گرفتگی قطره‌چکان‌ها به نوع قطره‌چکان‌ها بستگی دارد. این مطلب در انطباق با نتایج تحقیقات Liu و Huang (۲۰۰۹) می‌باشد. همانطور که در شکل ۱ (الف) مشاهده می‌شود در استفاده از پساب روند کاهش آبدهی در قطره‌چکان میکروفلاپر نامنظم بوده که ناشی از گرفتگی‌های ناگهانی در اثر حرکت و جابه‌جایی مواد معلق، تجمع مواد آلی ناشی از رشد باکتری‌ها و رسوبات ایجاد شده در داخل لاترال‌ها و ورود آن‌ها به داخل قطره‌چکان بوده که با قطع و وصل جریان این مسئله برطرف شد. به جز قطره‌چکان نتافیم در سایر قطره‌چکان‌ها نیز نوسانات مقطعی دبی در آبیاری با پساب مشاهده می‌شود. که شاید یکی از دلایل آن را رفع و یا تشدید مقطعی گرفتگی به علت ساختار هندسی و مکانیکی قطره‌چکان‌ها دانست. از طرفی روند کاهش دبی قطره‌چکان‌ها در شرایط استفاده از پساب همراه با شستشو تقریباً یکنواخت بوده و یک رابطه خطی ما بین دبی هر یک از قطره‌چکان‌های میکروفلاپر، نتافیم، لوله قطره‌چکان‌دار و آنتیلکو با مدت زمان کارکرد سیستم با ضریب تبیین (R^2) به ترتیب ۰/۹٦، ۰/۹۷٦، ۰/۹۸۳ و ۰/۹٦۱ وجود داشت. Puig-Bargués و همکاران (۲۰۰٥) یکی از دلایل افزایش ناگهانی دبی قطره‌چکان‌ها را به هنگام کاربرد پساب وجود کلونی‌های میکروبی در قطره‌چکان‌ها دانسته که قادرند توده‌های مسدودکننده قطره‌چکان‌ها را تجزیه نمایند. بنابراین می‌توان علت افزایش نیافتن دبی قطره‌چکان‌ها در تیمار پساب همراه با شستشو، شستشوی این میکروارگانیسم‌ها و خارج شدن آن‌ها از لاترال‌ها فرض نمود. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد، در استفاده از پساب تصفیه شده گرفتگی کامل در قطره‌چکان‌های میکروفلاپر و آنتیلکو به ترتیب معادل ۱۰ و ٦/٦ درصد بود. ولی به هنگام استفاده از تیمار مدیریتی شستشو به جز قطره‌چکان میکروفلاپر (۳/۳ درصد) در هیچ کدام از قطره‌چکان‌ها گرفتگی کامل مشاهده نشد.

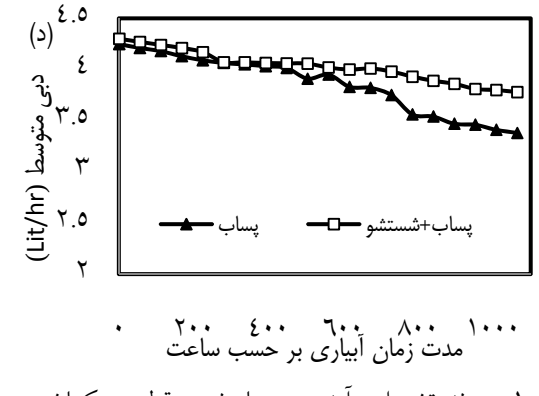
www.SID.ir

Archive of SID







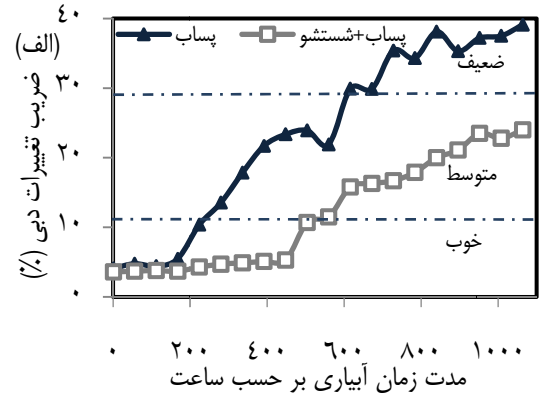


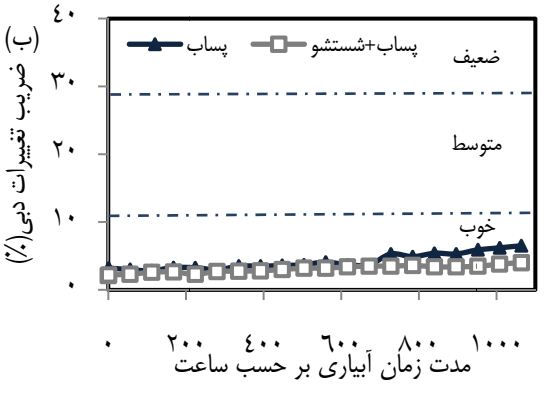
شکل ۱- روند تغییرات آبدهی چهار نوع قطره‌چکان در شرایط استفاده از پساب تصفیه‌شده و پساب همراه با شستشو. (الف)، (ب)، (ج) و (د) به ترتیب قطره‌چکان میکروفلاپر، نتافیم، لوله قطره‌چکان‌دار و آنتیلکو.

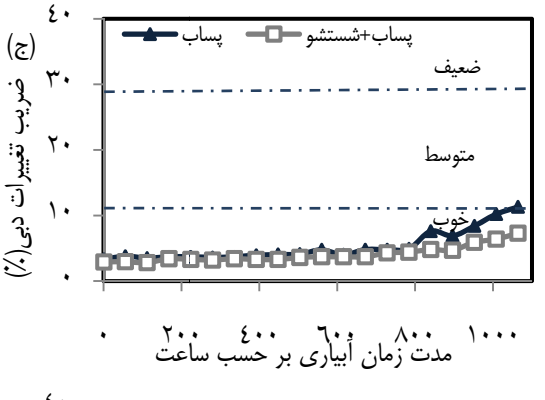
مقادیر ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌های مورد استفاده نسبت به زمان، در شکل ۲ ارائه گردیده است. همچنین مقادیر ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها در طی مدت آزمایش بر اساس روش طبقه‌بندیBralts و Kesner (۱۹۸۳) مورد بررسی قرار گرفت. بررسی شکل ۲ نشان می‌دهد که شستشوی هفتگی سیستم باعث کاهش ضریب تغییرات دبی تمامی قطره‌چکان‌های مورد مطالعه گردید، اما مقدار این کاهش به نوع قطره‌چکان‌ها بستگی دارد. بررسی نتایج نشان می‌دهد که در شرایط کابرد تیمارهای پساب و پساب همراه با شستشو، قطره‌چکان‌های نتافیم و میکروفلاپر، به ترتیب از، کمترین و بیشترین ضریب تغییرات دبی برخوردار بودند. از طرفی بیشترین تأثیر شستشوی هفتگی بر کاهش ضریب تغییرات دبی نسبت به شرایط آبیاری با پساب مربوط به قطره‌چکان آنتیلکو، با کاهش ۱٤/۸ درصد بود. Ould Ahmed و همکاران (۲۰۰۷) پس از ارزیابی ٦ نوع قطره‌چکان مختلف (تنظیم‌کننده و غیر تنظیم‌کننده فشار) و قطره‌چکان مه‌پاش در شرایط آبیاری با فاضلاب بیان نمودند که ضریب تغییرات دبی در قطره‌چکان‌های مختلف متفاوت بود. آنها همچنین استفاده از قطره‌چکان مه‌پاش را به علت عملکرد خوب (مطابق با طبقه‌بندی Bralts (۱۹۸٦)) در طی بیشتر از یک فصل آبیاری توصیه نمودند. همچنین به منظور بررسی میزان انحراف دبی قطره‌چکان‌ها در طول لاترال از شرایط میانگین در آخرین روز دوره تحقیق از شاخص ضریب یکنواختی آماری استفاده گردید، که نتایج آن در شکل ۳ ارائه شده است.

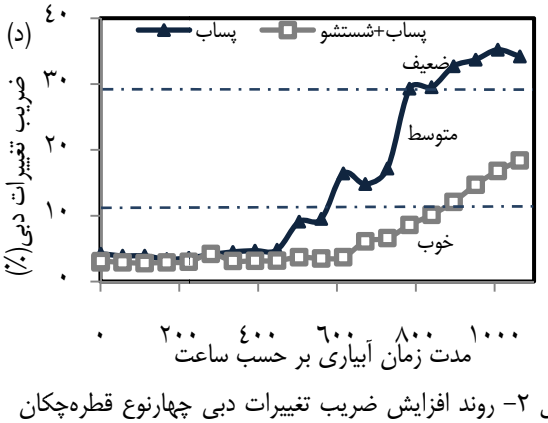
www.SID.ir

Archive of SID



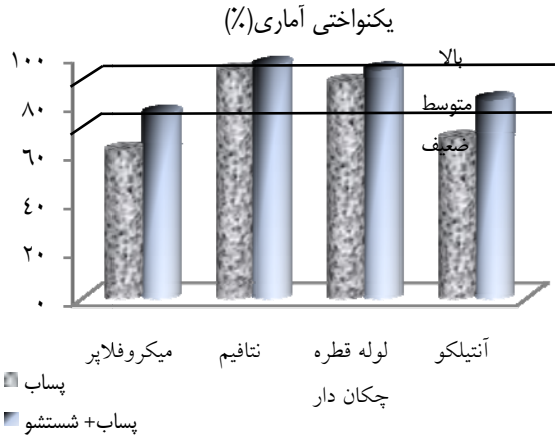






شکل ۲- روند افزایش ضریب تغییرات دبی چهارنوع قطره‌چکان در شرایط استفاده از پساب و پساب همراه با شستشو. (الف)، (ب)، (ج) و (د) به ترتیب، قطره‌چکان میکروفلاپر، نتافیم، لوله قطره-چکان‌دار و آنتیلکو.

همچنین بر اساس طبقه‌بندی Bralts و Kesner (۱۹۸۳) عملکرد قطره‌چکان‌ها به لحاظ ضریب یکنواختی آماری مورد بررسی قرار گرفت. با ملاحظه شکل ۳ به این نکته می‌توان پی برد که نوع قطره‌چکان و کیفیت آب بر میزان شاخص یکنواختی آماری مؤثر است. بنابراین بر اساس نتایج به‌دست آمده، در تیمارهای پساب و پساب همراه با شستشو بیشترین و کمترین درصد کاهش ضریب یکنواختی آماری به ترتیب مربوط به قطره‌چکان‌های میکروفلاپر و نتافیم است. Li و Chen (۲۰۰۹) عنوان نمودند که در استفاده از پساب، یکنواختی آماری (Us) بسته به درجه‌ی گرفتگی قطره‌چکان‌ها، به طور خطی کاهش می‌یابد.



شکل ۳- یکنواختی آماری قطره‌چکان‌ها در انتهای دوره آزمایش

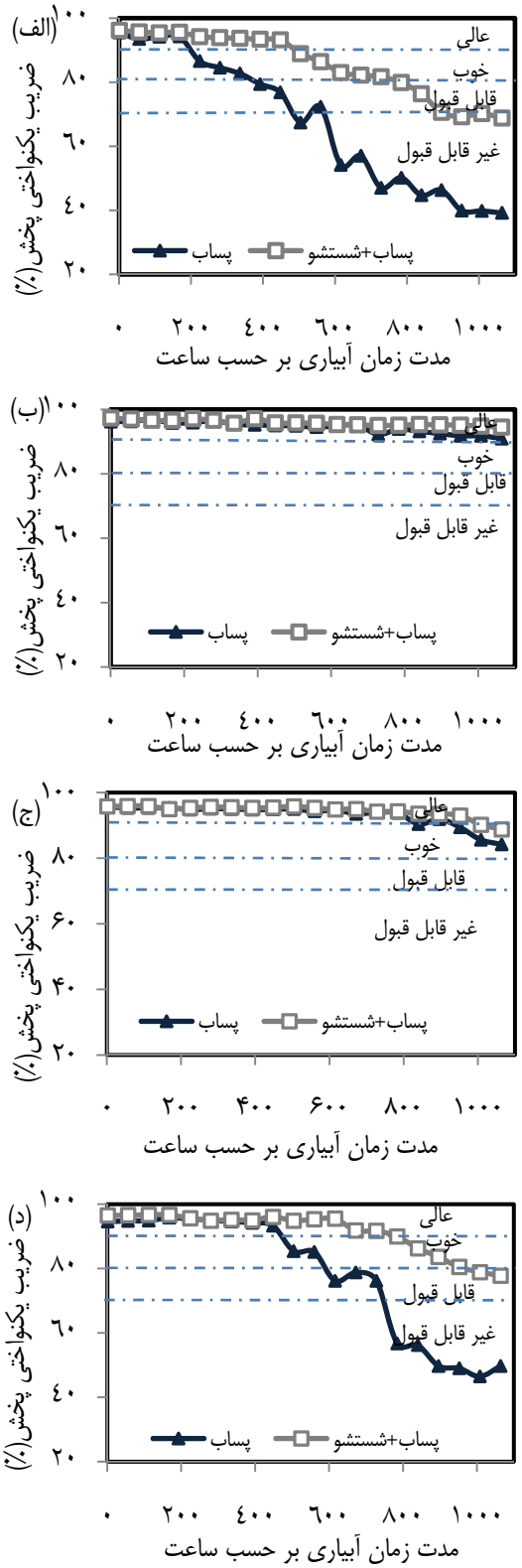
در شکل ٤ روند کاهش یکنواختی پخش نسبت به زمان ارائه شده است. همچنین مقادیر ضریب یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها در طول دوره آزمایش بر اساس روش keller و Merriam (۱۹۷۸) طبقه‌بندی گردید. مشاهده شکل ٤ نشان می‌دهد با گذشت زمان یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها در شرایط استفاده از هر دو تیمار کاهش یافته که این مسئله در هر چهار نوع قطره‌چکان متفاوت است. در شروع آزمایش در شرایط آبیاری با پساب، نتافیم بیشترین و آنتیلکو کمترین یکنواختی پخش و به هنگام شستشوی لاترالها نتافیم بیشترین و میکروفلاپر کمترین یکنواختی پخش را داشت. درصد کاهش یکنواختی پخش

www.SID.ir

Archive of SID

قطره‌چکان‌ها در استفاده از پساب در انتهای دوره آزمایش در خروجی‌های میکروفلاپر، نتافیم، لوله قطره چکان‌دار و آنتیلکو به ترتیب ۵۹، ۵/۵، ۱۲ و ٤٧/٤ درصد و در استفاده از پساب همراه با شستشو به ترتیب ۲۹، ۲/۸، ۷/۷ و ۲۰/۵ درصد می‌باشد. مشاهده شکل ٤ همچنین نشان می‌دهد که قطره‌چکان نتافیم در هر دو تیمار از یکنواختی پخش بالایی برخوردار می باشند. اما گرفتگی قطره‌چکان‌های میکروفلاپر و آنتیلکو، پارامتر یکنواختی پخش که معرف راندمان آبیاری می‌باشد را به شدت تحت تأثیر قرار داده اند که دلیل آن می‌تواند ساختار این نوع قطره‌چکان‌ها باشد. لذا این دو قطره‌چکان به هنگام استفاده از پساب مناسب نمی‌باشند. از سوی دیگر، اگرچه درصد گرفتگی لوله قطره‌چکان‌دار در استفاده از تیمار پساب در انتهای دوره آزمایش بالا بود (۲۱/۸ درصد) اما یکنواختی پخش آب طی مدت زمان بیشتری نسبت به دو قطره‌چکان میکروفلاپر و آنتیلکو در حد بالا قرار داشت، که علت آن را می‌توان در گرفتگی جزئی قطره‌چکان‌ها و مشاهده نشدن هیچ گونه گرفتگی کامل در قطره‌چکان‌ها دانست. مشاهده شکل‌های مذکور همچنین نشان می‌دهد که شستشوی هفتگی قطره‌چکان‌ها تأثیر زیادی بر افزایش یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها به‌خصوص در قطره‌چکان‌های میکروفلاپر و آنتیلکو دارد.

برای ارزیابی بیشتر عملکرد قطره‌چکان‌ها، مقادیر ضریب یکنواختی کریستیان‌سن و یکنواختی پخش مطلق برای هر دو تیمار آب آبیاری و هر چهار نوع قطره‌چکان محاسبه گردید که نتایج حاصله در شکل ۵ ارائه شده است. مشاهده شکل مذکور نشان می‌دهد که با گذشت زمان ضریب یکنواختی کریستیان سن و یکنواختی پخش مطلق نیز کاهش می‌یابد. اما این کاهش روند منظمی نداشته و هر چه به اواخر دوره آزمایش نزدیک می‌شویم شیب منحنی‌ها از افزایش بیشتری برخوردار می‌باشد.



شکل ۴- روند تغییرات یکنواختی پخش چهار نوع قطره‌چکان بر حسب درصد در شرایط استفاده از پساب و پساب همراه با شستشو. (الف)، (ب)، (ج) و (د) به ترتیب، قطره‌چکان میکروفلاپر، نتافیم، لوله قطره‌چکان‌دار و آنتیلکو.

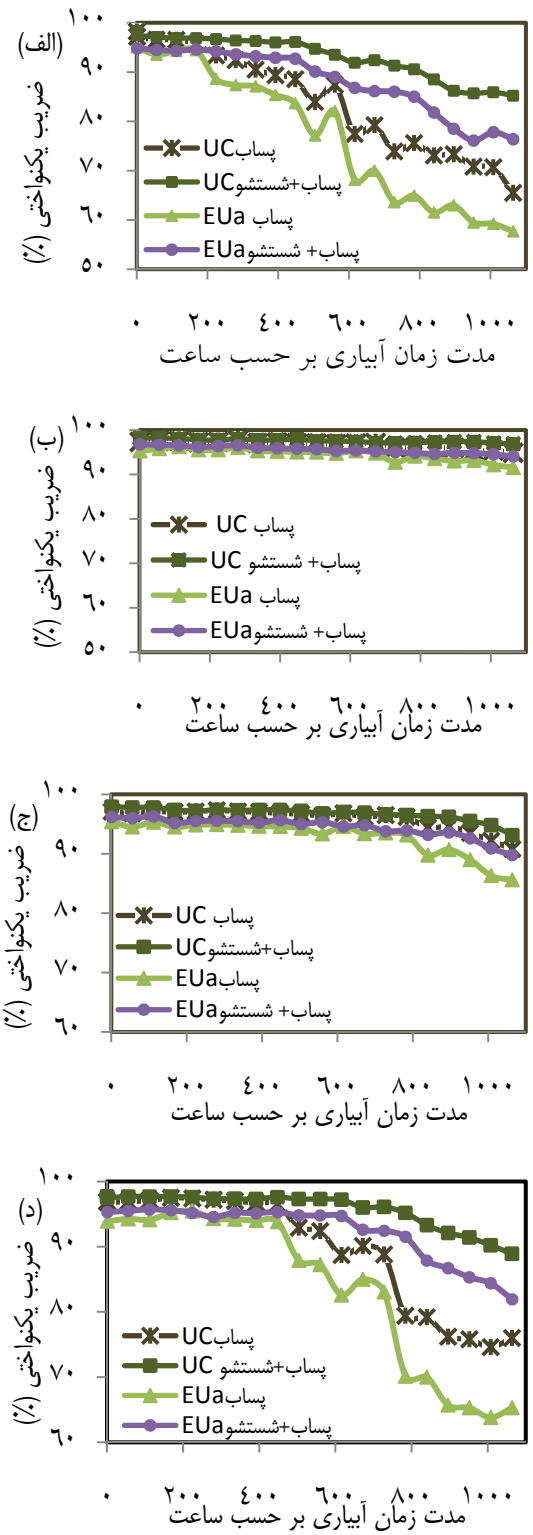
www.SID.ir

Archive of SID

مشاهده می‌گردد که میزان کاهش این ضرایب بستگی به کیفیت آب آبیاری و نوع قطره‌چکان‌ها دارد. مقایسه مقادیر ضرایب یکنواختی کریستیان سن و یکنواختی پخش مطلق در دو تیمار پساب و پساب همراه با شستشو، نشان دهنده تأثیر مثبت مدیریت اعمال شده می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده، مقادیر ضریب یکنواختی کریستیانسن در تمامی قطره‌چکان‌های مورد مطالعه به جز قطره‌چکان میکروفلاپر، بیش از ۷۰ درصد بوده و در نتیجه تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها از یک توزیع نرمال پیروی می‌کند. از طرفی به هنگام آبیاری با پساب درصد کاهش ضریب یکنواختی پخش مطلق قطره‌چکان‌های میکروفلاپر، نتافیم، لوله قطره‌چکان‌دار و آنتیلکو به ترتیب ۳۹/۳، ۳/۹، ۱۰/۲۷ و ۳۰/٤ درصد و در استفاده از پساب همراه با شستشو به ترتیب ۱۹/٤٤، ۲/۸، ٦/٦ و ۱٦/٦ درصد بود. بنابراین قطره‌چکان نتافیم در استفاده از تیمارهای پساب و پساب همراه با شستشو از بیشترین یکنواختی پخش مطلق و قطره‌چکان میکروفلاپر از کمترین یکنواختی برخوردارند.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که در شرایط کار با آب پساب و پساب همراه با شستشو نتافیم کمترین و میکروفلاپر بیشترین درصد کاهش دبی را داشت. بنابراین به هنگام استفاده از پساب تصفیه‌خانه سنندج، قطره‌چکان نتافیم بهترین گزینه می‌باشد. همچنین در شرایط استفاده از پساب بیشترین درصد گرفتگی کامل قطره‌چکان‌ها مربوط به قطره‌چکان میکروفلاپر بوده و حتی در شرایط اعمال تیمار مدیریتی شستشوی هفتگی نیز گرفتگی کامل تنها در قطره‌چکان میکروفلاپر مشاهده گردید. از میان چهار نوع قطره‌چکان مورد مطالعه، تیمار مدیریتی شستشو بیشترین تأثیر را در کاهش درصد گرفتگی قطره‌چکان آنتیلکو داشت. همچنین برمبنای طبقه‌بندی Bralts و Kesner (۱۹۸۳) در شروع آزمایش‌ها، ضریب تغییرات دبی و یکنواختی آماری کلیه قطره‌چکان‌ها در هر دو تیمار آب آبیاری در حد بالا بوده و در انتهای دوره تحقیق به هنگام استفاده از پساب قطره‌چکان میکروفلاپر و آنتیلکو در حد ضعیف، لوله قطره‌چکان‌دار متوسط و قطره‌چکان نتافیم در حد بالا بود.



شکل ۵- روند تغییرات ضرایب یکنواختی پخش مطلق (EU_a)و یکنواختی کریستیان‌سن (UC) چهار نوع قطره‌چکان مورد آزمایش در شرایط استفاده از پساب و پساب همراه با شستشو. (الف)، (ب)، (ج) و (د) به ترتیب، قطره‌چکان میکروفلاپر، نتافیم، لوله قطره‌چکان‌دار و آنتیلکو.

www.SID.ir

Archive of SID

در شرایط اعمال تیمار مدیریتی شستشو قطره‌چکان‌های میکروفلاپر و آنتیلکو در حد متوسط و لوله قطره‌چکان‌دار و نتافیم در درجه بالا قرار داشتند. نتایج همچنین نشان داد که گرفتگی قطره‌چکان‌های میکروفلاپر و آنتیلکو، یکنواختی پخش آب را که معرف راندمان آبیاری می‌باشد را به شدت تحت تأثیر قرار داده‌اند که دلیل آن ساختار هندسی و مکانیکی آن‌ها می‌باشد. لذا این دو قطره‌چکان به هنگام استفاده از پساب مناسب نمی‌باشند.

فهرست منابع

محمدی، پ. ۱۳۸۵. مروری بر استانداردها و تجارب استفاده از پساب‌ها برای آبیاری. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۱۰٤، ٤٥ صفحه.

ملاحسینی، م. ودانش، ش. ۱۳۸٦. تأثیر کاربرد توأم آب و پساب بر دبی قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای. مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۲(۱): ۹۵-۱۰۵.

یارقلی، ب. وهانی، ه. ۱۳۸۱. آبیاری قطره‌ای با پساب برکه‌های تثبیت فاضلاب و حل مشکل گرفتگی قطره‌چکان‌ها. مجله آب و فاضلاب، ۳۷: ۵۷-۵۰.

Adin, A. and Sacks, M. 1991. Dripper clogging factors in wastewater irrigation. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, ASCE. 117: 813- 826.

ASAE Standards. 2003. EP405.1: Design and installation of microirrigation system. St. Joseph, Michigan, ASAE.

Ayers, R.S. and Westcot, D.W. 1994.Water quality for agriculture.FAO irrigation and drainage paper.Food and Agriculture Organization of the United Nation.Rome, No. 29, 174 p.

Bralts, F.V. and Kesner, D.C. 1983. Drip irrigation field uniformity estimation. Trans. ASAE 26: 1369– 1374.

Capra, A. and Sciclone, B. 2007. Recycling of poor quality urban Wastewater by drip irrigation systems. Journal of cleaner production.15: 1529- 1534.

Christiansen, J.E. 1942. Irrigation by Sprinkling, Univ Calif Agric Exp Stn Bull670, 124p.

Gilbert, R.G., Nakayama, F.S. and Bucks, D.A. 1979. Trickle Irrigation Prevention of Clogging. Transaction of the ASAE. 22(3): 514- 519.

International Standards Organization (ISO).2004, Agricultural Irrigation Equipment -Emitters- Specification and Test Methods.

Keller, J. and Karmeli, D. 1974. Trickle irrigation design parameters. Trans. ASAE 17 (4): 678– 684.

Lamm, F.R., Ayars, J.E. and Nakayama, F.S. 2007.Microirrigation for cropproduction, Design, Operation, and Management, Developments in Agricultural Engineering 13, 609p.

Li, J. and Chen, L. 2009. Assessing Emitter Clogging in Drip Irrigation Systems with Sewage Effluent. American Society of Agricultural and Biological Engineers(ASABE).

Liu, H. and Huang, G. 2009. Laboratory experiment on drip emitter clogging with fresh water and treated sewage effluent. Agricultural Water Management.96: 745- 756.

Merriam,J. L. and keller, J.1978.Farm Irrigation System Evaluation, a guide for Management. Utah state Univ. Utah., 271 p.

Nakayama, F.S. and Bucks, D. 1991. Water quality in drip/trickle irrigation: a review. Irrigation Science.12(4): 187- 192.

Ould Ahmed, B.A., Yamamoto,T., Fujiyama, H. and Miyamoto, K. 2007.Assessment of emitter discharge in micro irrigation system as affected by polluted water. Irrigation and Drainage Systems.21: 97– 107.

Puig-Bargueés, J., Arbat, G., Barragan, J. and Ramires de Cartagena, F. 2005.Hydraulic performance of drip irrigation subunits using WWTP effluents. Agricultural Water Management.77: 249- 262.

Puig-Bargués, J., Arbat, G., Elbana, M., Duran- Ros, M., Barragán, J., Ramírez de Cartagena, F. and Lamm, F.R. 2010.Effect of flushing frequency on emitter clogging in microirrigation with effluents. Agricultural Water Management. 97 (6): 883- 891.

Ravina, I., Paz, E., Sofer, Z., Marcu, A., Shisha, A., Sagi, G., Yechialy, Z. and Lev, Y. 1997. Control of clogging in drip irrigation with stored treated municipal sewage effluent. Agricultural Water Management, 33(2-3): 127– 137.

Tajrishi, M.A., Hills, D.J. and Tchobanoglous, G. 1994. Pretreatment of secondary effluent for drip irrigation.Journal of Irrigation and Drainage Engineering., ASCE. 120(4): 716- 731.

Yan, D., Yang, P., Rowan, M., Ren.S. and Pitts. D. 2010. Biofilm accumulation and Structure in the Flow Path of drip emitter using reclaimed wastewater. American Society of Agricultural and Biological Engineers. 53(3): 751- 758.

www.SID.ir

Archive of SID

ISSN 2251-7480

Impact of weekly flushing on hydraulic performance of emitters when using treated wastewater

Mehrnaz Zardari[1], Parviz Fathi[2*]

1) Former Graduate Student of Irrigation and Drainage, Department of Water Engineering, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran
2[*]) Assistant Professor, Department of Water Engineering, University of Kurdistan
Corresponding author email: fathip2000@yahoo.com

Received: 02-06-2012 Accepted: 22-09-2012

Abstract

Limitation of water resources in countries that are located in arid and semi-arid areas, urbanization development and population growth and pressure on conventional water resources, besides the difficulties and sanitation costs, caused more attention towards using wastewater in agriculture. Several investigations have shown that among different irrigation methods, drip irrigation has the best compatibility with wastewater applications. However, emitters clogging is the most important disadvantages of wastewater application in drip irrigation. To investigate the effect of weekly flushing on performance of emitters when using treated wastewater, a physical model of drip irrigation system was designed and constructed. Consequently, four prevalent types of emitters including Microflapper, Netafim, Emitting pipe and Antelco were selected and used. The results showed that flushing management treatment cause to increase the discharge rate, distribution uniformity, absolute distribution and Christiansen uniformity coefficient and to reduce the coefficient of variation of all the emitters when treated wastewater was applied. However, this increasing was depended on the type of emitters, such that the largest impact was obtained on Antelco emitter. The result further showed that Netafim and Microflapper dripper, with 8.5 and 27.8 percents, respectively, have the minimum and maximum discharge reductions when treated wastewater was used. Netafim dripper had high performance when flushing management practice was applied and it proven to have better performance than other emitters for long time period.

Keywords: drip irrigation system; distribution uniformity; flushing; treated wastewater

www.SID.ir