تاثیر رینگ مروس بر کارایی قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای با استفاده از پساب کشاورزی

هانیه دباغی، مجتبی خوش‌روش* و محمد علی غلامی سفیدکوهی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۱۴)

چکیده

گرفتگی قطره‌چکان‌ها در هنگام استفاده از پساب، موجب افزایش هزینه بهره‌برداری و کاهش رغبت کشاورزان می‌شود. روش جدید برای کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها، استفاده از رینگ مروس است که مشکلات روش‌های کلرزنی و اسیدشویی، از قبیل آلودگی و هزینه‌های بالا را ندارد. با توجه به اهمیت استفاده از پساب کشاورزی، در این پژوهش به بررسی گرفتگی قطره‌چکان‌ها و تأثیر کاربرد رینگ مروس بر کارایی قطره‌چکان‌های به‌کار برده شده در سامانه آبیاری قطره‌ای پرداخته شد. تیمارها شامل آب آبیاری (آب چاه و پساب) و اصلاح آب (آبیاری با رینگ مروس و آبیاری بدون رینگ مروس)، به‌عنوان عامل اصلی و تیمار نوع قطره‌چکان‌ها شامل ایریتک (E1)،کرونا (E2)، اکسیوس (E3)، نتافیم (E4)، پلی‌رود (E5) و پایا (E6) به‌عنوان عامل فرعی در سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که به‌مرور زمان پساب کشاورزی باعث گرفتگی قطره‌چکان‌ها در تیمارهای آب آبیاری و اصلاح آب شده اما با گذشت زمان رینگ مروس روی پارامترهای ارزیابی قطره‌چکان‌ها اثر مثبت داشت. در مورد پساب کشاورزی، در دور اول و آخر آبیاری، متوسط آبدهی قطره‌چکان‌ها با رینگ مروس به‌ترتیب ۰/۰۵ و ۰/۳۳ لیتر در ساعت بیشتر از تیمار پساب بدون رینگ مروس بود. ضریب یکنواختی قطره‌چکان‌ها در دور اول و آخر آبیاری در تیمار چاه با رینگ مروس به‌ترتیب ۰/۳۱ و ۶/۶۷ درصد بیشتر از تیمار چاه بدون رینگ مروس به‌دست آمد، همچنین ضریب یکنواختی قطره‌چکان‌ها در دور اول و آخر آبیاری، در تیمار پساب با رینگ مروس به‌ترتیب ۰/۸۵ و ۱۲/۱۰ درصد بیشتر از تیمار پساب بدون رینگ مروس، اندازه‌گیری شد. در مورد قطره‌چکان‌ها، با گذشت زمان مشخص شد که قطره‌چکان نتافیم بهترین عملکرد و قطره‌چکان آکسیوس، ضعیف‌ترین عملکرد را دارا بود. به‌طور کلی قطره‌چکان‌های به‌کار برده شده در تیمار آب چاه تیمار شده با رینگ مروس، بیشترین میزان آبدهی و قطره‌چکان‌های به‌کار برده شده در تیمار پساب بدون رینگ مروس، کمترین میزان آبدهی را دارا بودند.

واژه‌های کلیدی: ضریب یکنواختی، گرفتگی قطره‌چکان، دبی متوسط، ضریب تغییرات

۱. گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: khoshravesh_m24@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کمبود آب از مشکلات جدی دنیای امروز به‌حساب می‌آید. این مسئله در مناطق گرم و خشک بیشتر قابل درک است و یک بحران جدی برای انسان و محیط زیست به‌حساب می‌آید (۱۵). در چند دهه اخیر با توجه به رشد جمعیت و افزایش بهره‌برداری از منابع آبی کشور، معضل کمبود آب و فشار بر منابع آب متعارف در کنار مشکلات و هزینه‌های دفع بهداشتی فاضلاب‌ها، مشوق کاربرد پساب در کشاورزی بوده است (۴)، ولی چنانچه این امر بدون برنامه‌ریزی دقیق و اعمال مدیریت و نظارت صحیح انجام پذیرد، می‌تواند اثرات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی حاد و متعددی را در پی داشته باشد که از آن جمله می‌توان به عدم پذیرش از سوی مردم، عدم وجود بازار مناسب برای عرضه محصولات تولیدی، شور و سدیمی شدن خاک به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تجمع عناصر سنگین و سایر عناصر سمی در خاک و گیاهان، آلودگی منابع آب سطحی و زیرزمینی و از همه مهم‌تر شیوع بیماری‌های مختلف اشاره کرد (۳). در عین حال، مشکلات بهداشتی و اجتماعی منتج از کاربرد پساب‌ها، کارشناسان را به‌سوی روش‌های مدرن و مکانیزه همچون آبیاری قطره‌ای سوق داده است (۱۴)، اما عمده‌ترین مشکل سیستم آبیاری قطره‌ای، گرفتگی قطره‌چکان‌هاست، که عمدتاً ناشی از خصوصیات کیفی آب آبیاری است (۵). هیلز و همکاران (۲۰) گرفتگی قطره‌چکان‌ها را به‌عنوان بزرگ‌ترین مشکل اجرایی سامانه‌های قطره‌ای مطرح کردند. آنها مشاهده کردند که بیشترین گرفتگی، مربوط به تیمار دارای بیشترین مقدار نمک و کمترین گرفتگی، مربوط به تیمار دارای کمترین مقدار pH بوده است.

تیلور و همکاران (۲۳) خصوصیات کاربردی پنج نوع قطره‌چکان را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که عامل اصلی گرفتگی قطره‌چکان‌ها در آبیاری با آب فیلتر شده، ذرات ماسه است و ذرات بیولوژیکی نقش کمی داشتند اما عامل اصلی گرفتگی قطره‌چکان‌ها در آبیاری با پساب خروجی از برکه‌های تثبیت، ذرات بیولوژیکی هستند و ذرات ماسه نقش کمی داشتند.

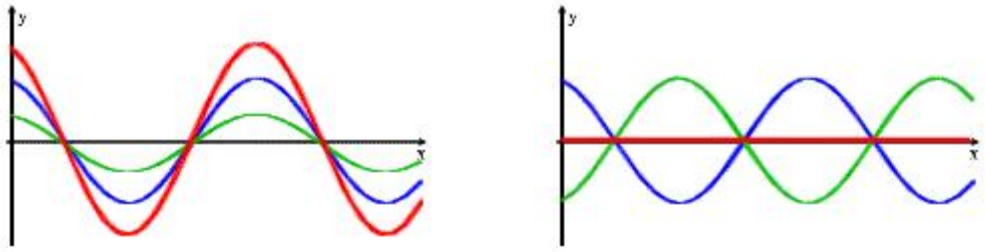
مشکل گرفتگی، در هنگام استفاده از پساب، به‌دلیل میزان بالای ذرات معلق و محلول در پساب در مقایسه با آب‌های شرب، بیشتر نمود پیدا می‌کند که موجب افزایش هزینه بهره‌برداری و کاهش رغبت کشاورزان می‌شود (۸). ملاحسینی و دانش (۱۴) در مشهد، تأثیر کاربرد توأم آب و پساب بر دبی قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش پنج تیمار آب، پساب، کاربرد پساب و شست‌وشوی سیستم در انتهای آبیاری، کاربرد متناوب آب و پساب و رقیق‌سازی پساب به‌کار گرفته شد. آنها نتیجه گرفتند که کاربرد توأم آب و پساب در مقایسه با کاربرد پساب، گرفتگی کمتری در قطره‌چکان‌ها ایجاد می‌کند اما بین تیمارهای مختلف کاربرد توأم آب و پساب، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

آدین و ساکس (۱۷) پس از بررسی سه نوع قطره‌چکان به این نتیجه رسیدند که انسداد قطره‌چکان‌هایی که پساب استفاده می‌کنند، نخست به‌وسیله ذرات جامد صورت می‌گیرد ولی این لزوماً مرحله اول گرفتگی نیست و سرعت گرفتگی بیشتر تحت تأثیر اندازه ذرات نسبت به مقدار ذرات است؛ به‌طوری‌که نتایج نشان داد، ذرات ماسه با قطر ۱۰۸۰-۳۶۰ میکرومتر علت اصلی گرفتگی در بیشتر قطره‌چکان‌های مسدود مورد آزمایش بود، همچنین بیان کردند که جلبک‌ها زمانی عامل گرفتگی می‌شوند که به ذرات دیگر بچسبند. لیو و هانگ (۲۱) گرفتگی سه نوع قطره‌چکان را با استفاده از آب شیرین و پساب تصفیه شده فاضلاب مورد بررسی قرار دادند. کیفیت آب در ورودی و خروجی قطره‌چکان‌ها نشان داد که رسوب شیمیایی آب به‌دلیل pH بالا و غلظت بالای یون‌ها به‌ویژه در پساب تصفیه شده فاضلاب، دلیل اصلی گرفتگی قطره‌چکان‌هاست.

تا به‌حال برای جلوگیری از گرفتگی بیولوژیکی، روش کلرزنی و برای جلوگیری از گرفتگی شیمیایی، روش اسیدشویی استفاده می‌شده است، اما این روش‌ها مشکلاتی نیز به همراه دارند. در اسیدشویی اگر دقت کافی به عمل نیاید ممکن است باعث خوردگی لوله‌های آبده و اتصلات فلزی

www.SID.ir

Archive of SID



(ب) (الف)

شکل ۱. نحوه اثرگذاری رینگ مروس بر نوسانات ذاتی عناصر موجود در آب: الف) نوسان ذاتی و نوسانات فعال هم‌دامنه و غیر هم‌فاز و ب) نواسانات ذاتی و نوسانات فعال هم‌دامنه و هم‌فاز

شود، همچنین در غلظت‌های بالای آهن و منگنز، کاربرد بیش از حد کلر، باعث افزایش هزینه و ایجاد مسمویت در گیاهان می‌شود (۱۶)؛ ابراهیمی و همکاران (۱۹) گرفتگی چهار نوع قطره‌چکان در آبیاری با پساب را مورد ارزیابی قرار دادند. تیمارهای به‌کار رفته در این پژوهش آبیاری با پساب و آبیاری با آب بوده است. نتایج نشان داد که آبیاری با پساب به‌مرور زمان باعث گرفتگی قطره‌چکان‌ها خواهد شد، همچنین آنها به این نتیجه رسیدند که در آبیاری قطره‌ای با کاربرد پساب بهتر است که از سیستم آبیاری متناوب با آب و پساب استفاده شود که در این‌صورت گرفتگی قطره‌چکان‌ها کاهش می‌یابد.

روش دیگر برای کنترل گرفتگی قطره‌چکان‌ها شست‌وشوی لترال‌ها است (۹). پیگ بارگوئس و همکاران (۲۲) تأثیر سه تیمار شست‌وشوی متناوب (بدون عمل شست‌وشو، شست‌وشوی ماهانه و شست‌وشو در انتهای فصل آبیاری) را برروی سیستم‌های آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی با استفاده از پساب تصفیه شده مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد که گرفتگی قطره‌چکان‌ها در درجه اول به اثر متقابل بین موقعیت و نوع قطره‌چکان و میزان دوره شست‌وشو بستگی دارد.

روش جدید برای کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها، استفاده از رینگ مروس است که مشکلات روش‌های قبلی از قبیل آلودگی و هزینه‌های بالا را ندارد. این روش برای رفع مشکل گرفتگی قطره‌چکان‌هاست که تأثیر آن براساس اثرگذاری بر نوسانات مولکولی املاح موجود در آب است (۲). شکل (۱) نحوه اثرگذاری رینگ مروس بر خصوصیات فیزیکی مواد موجود در آب را نشان می‌دهد.

فناوری مروس از خود آب برای نقل و انتقال و نگهداری نوسانات فعال کننده استفاده می‌کند، این نوسانات فعال بسیار سریع‌تر از جریان خود آب گسترش می‌یابند. این به آن معناست که هر بار که آب از درون رینگ‌های مروس جریان پیدا می‌کند نه‌تنها آبی که در نقطه نصب تجهیزات جریان دارد دارای نوسان می‌شود، بلکه تمام آب شامل این نوسانات خواهد شد. از طرف دیگر، حتی اگر هیچ آبی در جریان نباشد، این نوسانات برای مدت طولانی در آب باقی می‌ماند و تأثیر آنها بر روی زنگ‌زدگی، رسوبات آهک و میکروبیولوژیک آب پابرجاست.

هر مولکول، نمونه طبیعی نوسان مولکولی مخصوص به خود را دارد. این نوسان طبیعی منحصر به فرد بوده و از این منظر به‌خوبی با اثر انگشت انسان قابل مقایسه است. مروس قادر است این نوسانات را در خود ثبت کند و براساس آنها نوسان‌های جدید ایجاد کند و از طریق تأثیرگذاری بر نوسانات اصلی، خواص فیزیکی ماده یا مولکول در آب را تغییر دهد. نحوه اثرگذاری رینگ مروس بر نوسانات ذاتی عناصر موجود در آب در شکل (۱) نشان داده شده است. منحنی‌های سبز رنگ نشان‌دهنده نوسانات ذاتی عناصر موجود در آب هستند. رینگ

www.SID.ir

Archive of SID

براساس این نوسانات ذاتی و به‌کمک گرمای محیط، نوسانات فعال جدیدی ایجاد می‌کند. این نوسانات فعال به‌وسیله منحنی‌های آبی رنگ نشان داده شده‌اند. در اثر تداخل نوسانات ذاتی و نوسانات فعال ایجاد شده توسط رینگ مروس، نوسانات جدیدی ایجاد می‌شود که به‌وسیله منحنی‌های قرمز رنگ نشان داده شده‌اند، درصورتی‌که نوسانات ذاتی و نوسانات فعال ایجاد شده توسط رینگ مروس، هم‌دامنه باشند ولی ۱۸۰ درجه اختلاف فاز داشته باشند، برایند حاصل از تداخل آنها صفر خواهد بود (شکل ۱- الف)، و درصورتی‌که هم‌دامنه و هم‌فاز باشند، تداخل آنها سبب تشدید نوسان بنیادی خواهد شد که در اصطلاح رزونانس نامیده می‌شود (شکل ۱- ب)؛ در هر دو حالت، در اثر تداخل نوسانات ذاتی و نوسانات فعال ایجاد شده توسط رینگ مروس، خواص فیزیکی عناصر در آب تغییر پیدا می‌کند (۶).

با استفاده از تکنولوژی نوسان مولکولی، می‌توان با ارسال نوساناتی به داخل آب و بهره‌گیری از پدیده تداخل و تشدید، بدون تغییر در شیمی آب و بدون اینکه هیچ‌گونه تأثیر سویی برروی لوله‌ها و یا تجهیزات جانبی گذاشته شود، موجب متلاشی شدن رسوبات یا محصولات ناشی از خوردگی شد، تحت چنین شرایطی پس از گذشت مدت کوتاهی، حجم رسوبات داخل لوله‌ها تا حد زیادی کاهش یافته و یا کاملاً از بین می‌رود. شیخ بهایی و همکاران (۷) با بررسی تأثیر رینگ مروس در صنایع مختلف به این نتیجه رسیدند که به‌کارگیری این تکنولوژی، علاوه‌بر کاهش هزینه‌های بهبود آب و تعمیر و نگهداری سیستم‌ها، آلودگی زیست محیطی را نیز به حداقل می‌رساند.

براتی و همکاران (۲) کاربرد رینگ مروس را در غلظت‌های مختلف آب آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای مورد بررسی قرار دادند. آنها به این نتیجه رسیدند که عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای در تیمار استفاده از رینگ، بهتر از تیمار بدون رینگ بوده و با افزایش شوری آب و همچنین با گذشت زمان، عملکرد سیستم کاهش می‌یابد و این روند کاهشی در عملکرد سیستم، در تیمار بدون رینگ بیشتر از تیمار رینگ بود که نشان‌دهنده ی ایجاد رسوب کمتر در شرایط استفاده از رینگ است. بنابراین استفاده از رینگ مروس در سیستم آبیاری قطره‌ای، موجب کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها و بهبود عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای می‌شود.

تا به‌حال تحقیقات زیادی در رابطه با کاربرد پساب‌های صنعتی و شهری در کشاورزی صورت گرفته است ولی با توجه به اینکه پساب کشاورزی، حجم زیادی از پساب‌های کشور را شامل می‌شود، تحقیقات کمی در این زمینه مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش با توجه به اهمیت پساب کشاورزی، به بررسی گرفتگی قطره‌چکان‌ها و مقایسه کاربرد رینگ مروس و سیستم تصفیه مرکزی ایستگاه پمپاژ آبیاری قطره‌ای پرداخته شد.

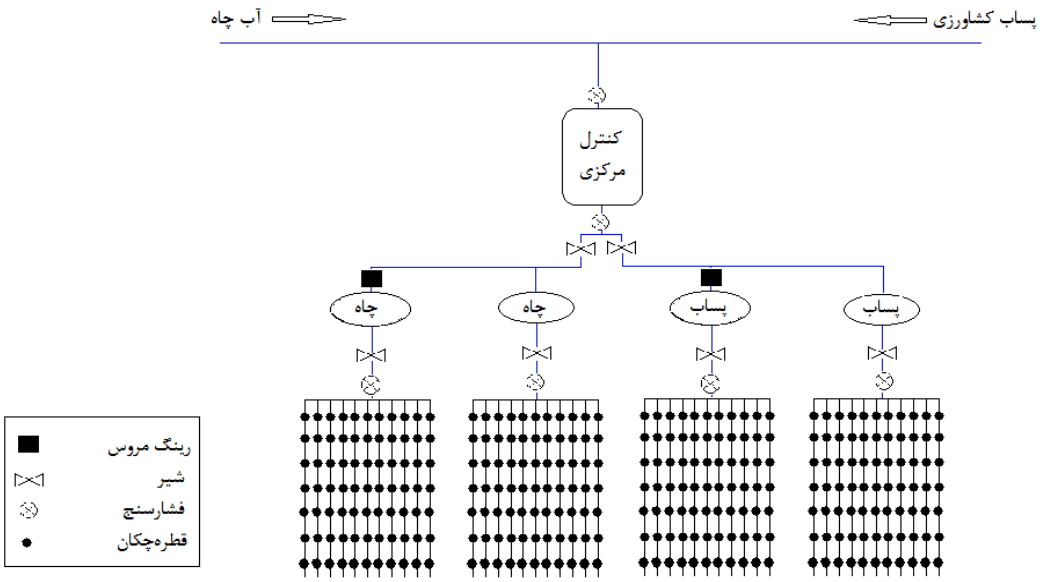
مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. مزرعه آزمایشی فاقد کشت و طول آن ۷۰ متر و عرض آن ۳۰ متر بود. این مزرعه شامل چهار کرت جداگانه به فاصله دو متر از هم بود. هر کرت شامل ۱۸ لترال به طول ۱۸/۷۵ متر که هر لترال شامل ۲۵ قطره‌چکان بود. به‌طورکلی سیستم آبیاری قطره‌ای پیاده شده در مزرعه شامل ۷۲ لترال و ۱۸۰۰ قطره‌چکان بود. فاصله لترال‌ها از هم ۰/۷۵ متر و فاصله قطره‌چکان‌ها از هم ۰/۷۵ متر بود. منبع آب این سیستم، از چاه موجود در دانشگاه و منبع پساب این سیستم از زهکش موجود در حاشیه غربی زمین است. شکل (۲)، نمای کلی این سیستم را نشان می‌دهد.

تیمارهای آب آبیاری (آب چاه و پساب) و اصلاح آب (آبیاری با رینگ مروس و آبیاری بدون رینگ مروس)، به‌عنوان عامل اصلی و تیمار نوع قطره‌چکان‌ها شامل قطره‌چکان ایریتک (E1)، قطره‌چکان کرونا (E2)، قطره‌چکان اکسیوس (E3)، قطره‌چکان نتافیم (E4)، قطره‌چکان پلی‌رود (E5) و قطره‌چکان پایا (E6) به‌عنوان عامل فرعی در سه تکرار انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. نمای شماتیک کلی طرح آزمایشی

جدول ۱. مشخصات قطره‌چکان‌ها

نام تجاری	علامت اختصاری	نوع	آبدهی اسمی (لیتر در ساعت)	مشخصات دیگر
کرونا	C	روی خط	۴	تنظیم کننده فشار و خود شوینده
نتافیم	N	روی خط	۴	تنظیم کننده فشار و خود شوینده
پایا	Pa	روی خط	۴	تنظیم کننده فشار و خود شوینده
آکسیوس	A	روی خط	۴	تنظیم کننده فشار و خود شوینده
پلی رود	Po	روی خط	۴	تنظیم کننده فشار و خود شوینده
ایریتک	I	روی خط	۴	تنظیم کننده فشار و خود شوینده

جدول ۲. نتایج تجزیه کیفیت شیمیایی آب (قبل از اعمال تیمارها)

نوع منبع آب	pH	EC	TDS	SAR	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{-3}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	NO_3^-	PO_4^{-3}
		($dS.m^{-1}$)	($mg.lit^{-1}$)		(meq/lit)								
چاه	۸	۰/۷۳۳	۴۶۸	۱/۴	۴/۷	۲/۲	۰/۲	۳/۲	۰/۹	۱/۶۱	۰/۰۷	۰/۰۱۶	۰/۰۰۹۳
پساب کشاورزی	۷/۹	۱/۰۰۷	۶۵۵	۱/۹	۶/۳	۳/۳	۰/۲	۵/۳	۱/۲	۳/۴	۰/۰۹	۰/۰۴۸	۰/۰۱۱۵

آب خروجی از هر قطره‌چکان در هر دور آبیاری اندازه‌گیری شد؛ مشخصات قطره‌چکان‌ها در جدول (۱) آمده است.

از آب چاه و پساب کشاورزی، یک نمونه تهیه شده و برای تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه برده شد. نتایج تجزیه کیفیت شیمیایی آب آبیاری و پساب کشاورزی در جدول (۲) آمده است. پیش‌بینی رسوب کربنات کلسیم که

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. طبقه‌بندی قطره‌چکان‌های نقطه‌ای براساس CVq

طبقه‌بندی	درصد تغییرات ساخت CV_q
عالی	<۵
متوسط	۷ تا ۵
معمولی	۱۱ تا ۷
ضعیف	۱۵ تا ۱۱
غیرقابل‌قبول	>۱۵

اصلی‌ترین رسوب در آب‌های آبیاری است، معمولاً با استفاده از شاخص اشباع لانژیلر انجام می‌گیرد. این شاخص حلالیت کربنات کلسیم را برای یک درجه حرارت خاص، غلظت یون‌ها نشان می‌دهد. چنانچه مقدار عددی این شاخص مثبت باشد، نشان‌دهنده تمایل آب به رسوب کربنات است. نمایه لانژیلر از رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$LSI = pH - pH_C \qquad [۱]$$

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که منابع مورد استفاده، پتانسیل ایجاد گرفتگی به‌لحاظ رسوب کربنات کلسیم را دارا هستند. به‌طورکلی در این پژوهش ۱۰ آبیاری با دور آبیاری هفت روز اعمال شد و در هر آبیاری، کرت‌ها به‌مدت چهار ساعت آبیاری شدند. به‌منظور بررسی تأثیر رینگ مروس بر گرفتگی قطره‌چکان‌ها و برخی از پارامترهای ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای از جمله ضریب تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها، تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها در طول دوره آزمایش و یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها، حجم آب خروجی از هر قطره‌چکان، اندازه‌گیری و در نتیجه دبی خروجی محاسبه شد. سپس اطلاعات جمع‌آوری شده وارد نرم‌افزار SAS نسخه ۹,۱,۳ شد و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

شاخص‌های ارزیابی

ضریب تغییرات

اگر تعدادی از قطره‌چکان‌های ساخت یک کارخانه در شرایط مساوی فشار و دما مورد آزمایش قرار گیرند و آبدهی آنها اندازه‌گیری شود، مشاهده خواهد شد که عموماً مقادیر آبدهی اندازه‌گیری شده با هم مساوی نبوده و با یکدیگر اختلاف دارند. شاخص آماری ضریب تغییرات برای برآورد تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌های مورد استفاده به‌کار رفت و از رابطه ۲ که توسط برالتز و کنسر (۱۸) تعریف شد، به‌دست می‌آید.

$$C.V = \left(\frac{s_q}{\bar{q}}\right)\times ۱۰۰ \qquad [۲]$$

$$s_q = \left[\frac{۱}{n-۱}\sum_{i=۱}^{n}(q_i - \bar{q})^۲\right]^{\frac{۱}{۲}} \qquad [۳]$$

$$\bar{q} = \frac{۱}{n}\sum_{i=۱}^{n} q_i \qquad [۴]$$

در این روابط، C.V ضریب تغییرات قطره‌چکان، Sq انحراف معیار و میانگین آبدهی قطره‌چکان‌ها است. طبقه‌بندی ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌های نقطه‌ای براساس استاندارد انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا (استاندارد طراحی و نصب سیستم‌های آبیاری قطره‌ای) که در این بررسی مورد استفاده قرار گرفت، در جدول (۳) آورده شده است (۱۰).

ضریب یکنواختی

این شاخص میزان انحراف از شرایط متوسط را نشان می‌دهد و از رابطه (۵) به‌دست می‌آید.

$$UC = \left(۱ - \frac{S_q}{\bar{q}}\right)\times ۱۰۰ \qquad [۵]$$

براساس مطالعات برالتز (۱۸) چنانچه مقدارUC بیشتر از ۸۹ درصد باشد، عملکرد قطره‌چکان "بالا" است و اگر بین ۷۱ و

www.SID.ir

Archive of SID

۸۹ درصد باشد، عملکرد، "متوسط" و اگر این میزان کمتر از ۷۱ درصد باشد، عملکرد "ضعیف" طبقه‌بندی می‌شود.

به‌منظور بررسی اولیه قطره‌چکان‌ها، بلوک چاه بدون رینگ انتخاب شد. ضریب تغییرات ساخت هر یک از قطره‌چکان‌های مورد استفاده در پژوهش با اندازه‌گیری میزان آب خروجی از قطره‌چکان‌ها در فشار کارکرد ۱۰ متر اندازه‌گیری و ضریب و توان آبدهی (k و x) قطره‌چکان‌های مورد استفاده با اندازه‌گیری میزان آب خروجی از قطره‌چکان‌ها در فشار کارکرد ۵ ، ۱۰ و ۱۵ متر آب براورد شد. خاطر نشان می‌سازد آزمایش اصلی با فشار ثابت ۱۰ متر انجام شد. مقدار این پارامترها در جدول (۴) آمده است.

با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود که براساس ضریب تغییرات، قطره‌چکان اکسیوس ضعیف و قطره‌چکان‌های پایا و پلی‌رود، غیر قابل قبول است.

نتایج و بحث

پس از تعیین ضرایب معادله دبی و ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌ها، دو قطره‌چکان پایا و پلی‌رود به‌علت ضریب تغییرات ساخت بالا، غیر قابل قبول بوده و از مسیر آزمایش خارج شدند و قطره‌چکان‌های نتافیم، کرونا، آکسیوس و ایریتک برای به‌دست آوردن پارامترهای ارزیابی، مورد بررسی قرار گرفتند.

به‌منظور بررسی احتمال گرفتگی قطره‌چکان‌ها، نمایه لانژیلر آب چاه و پساب کشاورزی با توجه به رابطه ۱ محاسبه شد که مقادیر آن به‌ترتیب برابر ۰/۸ و ۲/۲ به‌دست آمد. با توجه به مثبت بودن این شاخص برای هر دو منبع آب می‌توان نتیجه گرفت که هم آب چاه و هم پساب کشاورزی، پتانسیل ایجاد گرفتگی به‌لحاظ رسوب کربنات کلسیم را دارا هستند.

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارهای مختلف بر آبدهی، ضریب یکنواختی و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها برای دور اول آبیاری به‌ترتیب در جدول‌های (۵ و ۶) آمده است. نتایج نشان داد که در دور اول آبیاری، تیمار آب آبیاری و تیمار اصلاح آب، روی آبدهی، ضریب یکنواختی و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها اثر معنی‌داری نداشت ولی اثر نوع قطره‌چکان بر آبدهی، ضریب یکنواختی و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که آبدهی، ضریب یکنواختی و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری هستند. قطره‌چکان نتافیم و آکسیوس به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین آبدهی است. ضریب یکنواختی و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها نشان می‌دهد که برای قطره‌چکان کرونا این دو پارامتر در وضعیت بهتر و در قطره‌چکان آکسیوس در وضعیت بدتری نسبت به بقیه قطره‌چکان‌ها قرار دارند.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۷) و مقایسه میانگین تیمارهای مختلف (جدول ۸) بر آبدهی، ضریب یکنواختی و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها برای دور آخر آبیاری نشان داد که تأثیر تیمار آب آبیاری، اصلاح آب و نوع قطره‌چکان روی آبدهی، ضریب یکنواختی و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که مقدار آبدهی، ضریب یکنواختی و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌های آب چاه و پساب دارای اختلاف معنی‌داری هستند، به‌طوری‌که آبدهی و ضریب یکنواختی قطره‌چکان‌های تیمار پساب کشاورزی کمتر از تیمار آب چاه شد (جدول ۸). براساس این مشاهدات می‌توان نتیجه گرفت که با گذشت زمان، پساب کشاورزی باعث گرفتگی قطره‌چکان‌ها شده است. یافته‌های این پژوهش با یافته‌های ملاحسینی و دانش (۱۴) مطابقت دارد، آنها تأثیر کاربرد توأم آب و پساب را بر دبی قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای بررسی کردند و نشان دادند که هیچ‌یک از تیمارهای کیفیت آب، نوع قطره‌چکان و فاصله از ابتدای لترال بر میزان دبی نسبی تأثیر معنی‌دار نداشته است اما اثر این تیمارها در آبیاری دهم و پانزدهم روی معیارهای ذکر شده، معنی‌دار بود. عابدی کوپایی و بختیاری‌فر(۸) تأثیر پساب تصفیه شده بر خصوصیات هیدرولیکی انواع قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای را

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. ضریب معادله آبدهی، توان فشار و ضریب تغییرات ساخت اندازه‌گیری شده

نوع قطره‌چکان	آبدهی اسمی (l/h)	$Q=kh^x$		C.V (%)	طبقه‌بندی براساس C.V
		k	x		
کرونا	۴	۴/۱۱	۰/۱۶	۲/۳۸	عالی
نتافیم	۴	۴/۶	۰/۰۸۴	۵/۰۴	متوسط
پایا	۴	۴/۶۵	۱/۱۸	۱۵/۵۷	غیر قابل قبول
اکسیوس	۴	۳/۸۷	۰/۵۱	۱۱/۴۲	ضعیف
پلی‌رود	۴	۳/۷۱	۰/۹۹	۱۸/۰۵	غیر قابل قبول
ایریتک	۴	۴/۳۷	۰/۳۳	۸/۵۳	معمولی

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر آبدهی، ضریب یکنواختی و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها برای دور اول آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		آبدهی	ضریب یکنواختی	ضریب تغییرات
بلوک	۲	۰/۰۱۰^{ns}	۱۲/۳۱۵^{ns}	۱۲/۳۱۵^{ns}
آب آبیاری	۱	۰/۱۲۳^{ns}	۲۸/۸۷۷^{ns}	۲۸/۸۷۷^{ns}
خطا	۲	۰/۰۱۰	۲۷/۱۳۴	۲۷/۱۳۴
اصلاح آب	۱	۰/۰۳۲^{ns}	۳/۹۸۵^{ns}	۳/۹۸۵^{ns}
آب آبیاری × اصلاح آب	۱	۰^{ns}	۰/۸۷۸^{ns}	۰/۸۷۸^{ns}
خطا	۴	۰/۰۰۵	۷/۵۱۷	۷/۵۱۷
قطره‌چکان	۳	۲/۵۱۰**	۱۱۰/۷۹۰**	۱۱۰/۷۹۰**
آب آبیاری × قطره‌چکان	۳	۰/۰۰۸^{ns}	۵۳/۴۶۳**	۵۳/۴۶۳**
اصلاح آب × قطره‌چکان	۳	۰/۰۰۱^{ns}	۲۸/۷۱۵**	۲۸/۷۱۵**
آب آبیاری × اصلاح آب ×قطره‌چکان	۳	۰/۰۰۳^{ns}	۱۹/۶۰۸**	۱۹/۶۰۸**
خطا	۲۴	۰/۳۳۸	۵/۶۲۲	۵/۶۲۲

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، *: معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، ns: غیر معنی‌دار

بررسی کردند و نتیجه گرفتند که کاهش دبی قطره‌چکان‌ها به‌هنگام کاربرد پساب بیشتر از آب چاه است. عسگری و همکاران (۹) تأثیر شست‌وشوی لترال‌های آبیاری بر گرفتگی قطره‌چکان‌های PCJ و UniRam هنگام کاربرد پساب تصفیه شده را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که با کاربرد پساب، میزان آبدهی قطره‌چکان‌ها و میزان ضریب یکنواختی قطره‌چکان‌ها به مرور زمان کاهش می‌یابد.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین مقدار آبدهی و ضریب یکنواختی و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌های تیمار رینگ مروس و بدون رینگ مروس دارای اختلاف معنی‌داری بود (جدول ۸). به‌طوری‌که با گذشت زمان و برای دور آخر آبیاری، مقدار آبدهی و ضریب یکنواختی تیمار رینگ مروس بیشتر از تیمار بدون رینگ مروس و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌های تیمار رینگ مروس کمتر از حالت بدون رینگ مروس بود. این یافته با نتایج براتی و همکاران (۲) که تأثیر رینگ مروس را بر کاهش رسوب در سیستم آبیاری قطره‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶. مقایسه میانگین تیمارهای مختلف برای دور اول آبیاری

تیمار	آبدهی	ضریب یکنواختی	ضریب تغییرات
آب آبیاری			
چاه	۴/۷۵^{a}	۹۲/۹۹^{a}	۷/۰۱^{a}
پساب کشاورزی	۴/۶۴^{a}	۹۱/۴۴^{a}	۸/۵۶^{a}
اصلاح آب			
رینگ مروس	۴/۷۲^{a}	۹۲/۵۰^{a}	۷/۵۰^{a}
بدون رینگ مروس	۴/۶۷^{a}	۹۱/۹۲^{a}	۸/۰۸^{a}
قطره‌چکان			
کرونا	۴/۷۶^{c}	۹۵/۲۰^{a}	۴/۸۰^{c}
نتافیم	۵/۱۱^{a}	۹۳/۲۳^{ab}	۶/۷۷^{bc}
آکسیوس	۴/۰۵^{d}	۸۸/۰۱^{c}	۱۱/۹۹^{a}
ایریتک	۴/۸۶^{b}	۹۲/۴۱^{b}	۷/۵۹^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار نیستند

جدول ۷. نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر آبدهی، ضریب یکنواختی و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها برای دور آخر آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		آبدهی	ضریب یکنواختی	ضریب تغییرات
بلوک	۲	۰/۰۰۷^{ns}	۴۳/۸۰۴^{ns}	۴۳/۸۰۴^{ns}
آب آبیاری	۱	۲/۵۷۱**	۳۵۰۴/۴۷۵**	۳۵۰۴/۴۷۵**
خطا	۲	۰/۰۷۳	۱۷۱/۹۲۹	۱۷۱/۹۲۹
اصلاح آب	۱	۱/۰۶۵**	۱۰۵۸/۲۵۳**	۱۰۵۸/۲۵۳**
آب آبیاری × اصلاح آب	۱	۰/۰۱۳^{ns}	۸۸/۲۳۸^{ns}	۸۸/۲۳۸^{ns}
خطا	۴	۰/۰۱۵	۴۶/۰۴۱	۴۶/۰۴۱
قطره‌چکان	۳	۱/۲۹۹**	۷۲۶/۷۳۱**	۷۲۶/۷۳۱**
آب آبیاری × قطره‌چکان	۳	۰/۰۰۲^{ns}	۱۰۳/۴۶۳^{ns}	۱۰۳/۴۶۳^{ns}
اصلاح آب × قطره‌چکان	۳	۰/۰۲۰^{ns}	۴۴/۵۴۸^{ns}	۴۴/۵۴۸^{ns}
آب آبیاری × اصلاح آب ×قطره‌چکان	۳	۰/۰۰۳^{ns}	۱۵۱/۴۲۹^{ns}	۱۵۱/۴۲۹^{ns}
خطا	۲۴	۰/۰۶۲	۹۳/۵۹۳	۹۳/۵۹۳

**: معنی‌دار درسطح احتمال یک درصد، *: معنی‌دار درسطح احتمال پنج درصد و ns: غیر معنی‌دار

بررسی کردند، مطابقت دارد. آنها نشان دادند که مقدار متوسط آبدهی و ضریب یکنواختی قطره‌چکان‌ها در تیمار آبیاری با رینگ مروس بیشتر از تیمار آبیاری بدون رینگ مروس بود و مقدار ضریب تغییرات قطره‌چکان‌ها در تیمار آبیاری با رینگ مروس کمتر از تیمار آبیاری بدون رینگ مروس بود.

نتایج مقایسه میانگین تیمار قطره‌چکان‌ها نشان داد که

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸. مقایسه میانگین تیمارهای مختلف برای دور آخر آبیاری

تیمار	آبدهی	ضریب یکنواختی	ضریب تغییرات
آب آبیاری			
چاه	۳/۷۶^{a}	۸۵/۶۹^{a}	۱۴/۳۱^{b}
پساب کشاورزی	۳/۲۹^{b}	۶۸/۶۰^{b}	۳۱/۴۰^{a}
اصلاح آب			
رینگ مروس	۳/۶۷^{a}	۸۱/۸۴^{a}	۱۸/۱۶^{b}
بدون رینگ مروس	۳/۳۷^{b}	۷۲/۴۵^{b}	۲۷/۵۵^{a}
قطره‌چکان			
کرونا	۳/۵۶^{b}	۸۲/۰۲^{a}	۱۷/۹۸^{b}
نتافیم	۳/۸۱^{a}	۸۴/۰۳^{a}	۱۵/۹۷^{b}
آکسیوس	۳/۰۵^{c}	۶۶/۷۲^{b}	۳۳/۲۸^{a}
ایریتک	۳/۶۷^{ab}	۷۵/۷۹^{a}	۲۴/۲۱^{b}

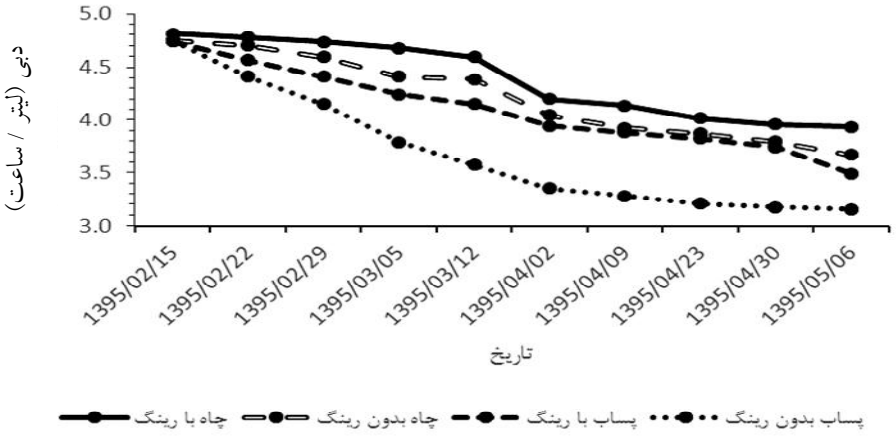
میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار نیستند

قطره‌چکان نتافیم دارای بیشترین آبدهی و قطره‌چکان آکسیوس دارای کمترین آبدهی بوده و این اختلاف در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است (جدول ۸). ضریب یکنواختی و ضریب تغییرات قطره‌چکان‌های کرونا، نتافیم و ایریتک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند، اما قطره‌چکان آکسیوس با بقیه قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بوده و در وضعیت بدتری نسبت به آنها است. غلامی سفیدکوهی و برزگر آخته‌خانه (۱۱) تأثیر مدیریت آبیاری و نوع قطره‌چکان را بر گرفتگی قطره‌چکان بررسی کردند و نشان دادند که قطره‌چکان‌های نتافیم و کرونا بهترین وضعیت را از نظر آبدهی و ضریب یکنواختی و همچنین کاهش درصد آبدهی، نسبت به بقیه دارا هستند. همچنین زرداری و همکاران (۴) تأثیر شست‌وشوی هفتگی بر میزان آبدهی و ضریب تغییرات دبی سه نوع قطره‌چکان در شرایط استفاده از پساب تصفیه شده را بررسی کردند، پژوهش آنها نشان داد که قطره‌چکان نتافیم به‌هنگام استفاده از پساب، کمترین میزان کاهش دبی و کمترین میزان افزایش ضریب تغییرات را نسبت به بقیه قطره‌چکان‌ها دارا است و به‌طورکلی در شرایط استفاده از پساب، برتری محسوسی نسبت به دیگر قطره‌چکان‌ها دارد. ابراهیمی و همکاران (۱۹) به بررسی گرفتگی چهار قطره‌چکان نتافیم، نوار آبیاری با خروجی ۲۰ سانتی‌متر، نوار آبیاری با خروجی ۳۰ سانتی‌متر و قطره‌چکان داخل خط، با آبیاری با پساب تصفیه شده پرداختند و به این نتیجه رسیدند که قطره‌چکان نتافیم بهترین عملکرد را از نظر آبدهی و ضریب یکنواختی توزیع در مقایسه با سایر قطره‌چکان‌ها دارد.

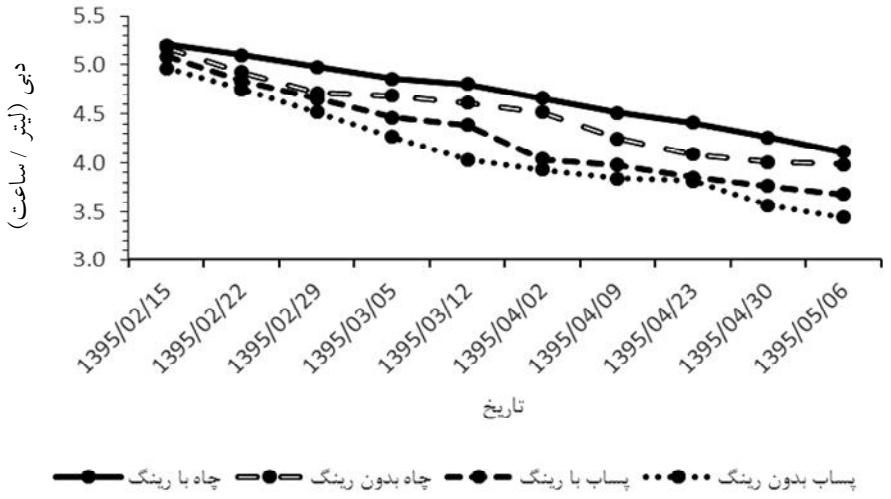
شکل‌های (۳ تا ۶) منحنی تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌های مختلف را نشان می‌دهد. با توجه به نمودارها مشاهده می‌شود که در طول دوره آزمایش، آبدهی متوسط در قطره‌چکان کرونا در انتهای دوره آبیاری نسبت به ابتدای دوره آبیاری، ۱/۲ لیتر بر ساعت کاهش آبدهی داشت و از ۴/۷۶ لیتر بر ساعت به ۳/۵۶ لیتر بر ساعت رسید. در قطرهچکان نتافیم مقدار متوسط آبدهی از ۵/۱۱ لیتر بر ساعت در ابتدای آبیاری به ۳/۸۰ لیتر بر ساعت در انتهای آبیاری رسید (۱/۳۱ لیتر بر ساعت کاهش آبدهی، همچنین قطره‌چکان‌های آکسیوس و ایریتک به‌ترتیب یک لیتر بر ساعت و ۱/۱۹ لیتر بر ساعت نسبه به ابتدای دوره آبیاری، کاهش آبدهی داشتند. ابراهیمی و همکاران (۱) تأثیر زمان بر عملکرد قطره‌چکان میکروفلاپر را بررسی کردند و دریافتند

www.SID.ir

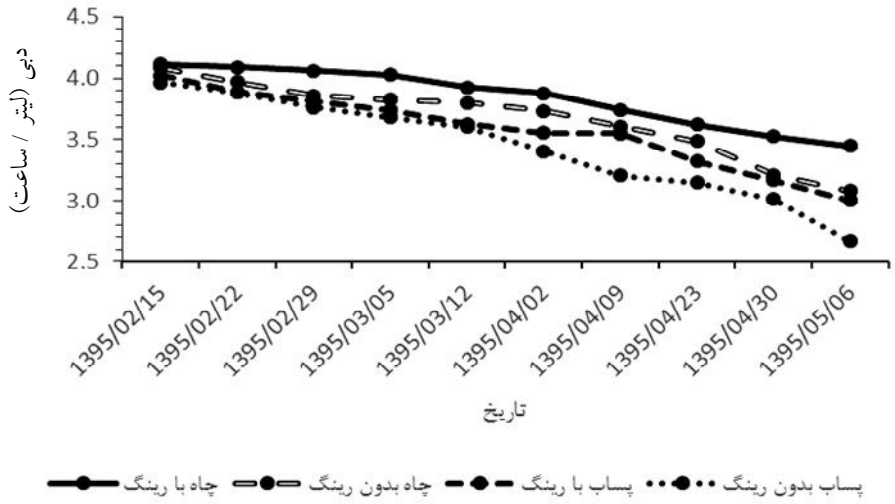
Archive of SID



شکل ۳. منحنی تغییرات آبدهی قطره‌چکان کرونا نسبت به زمان



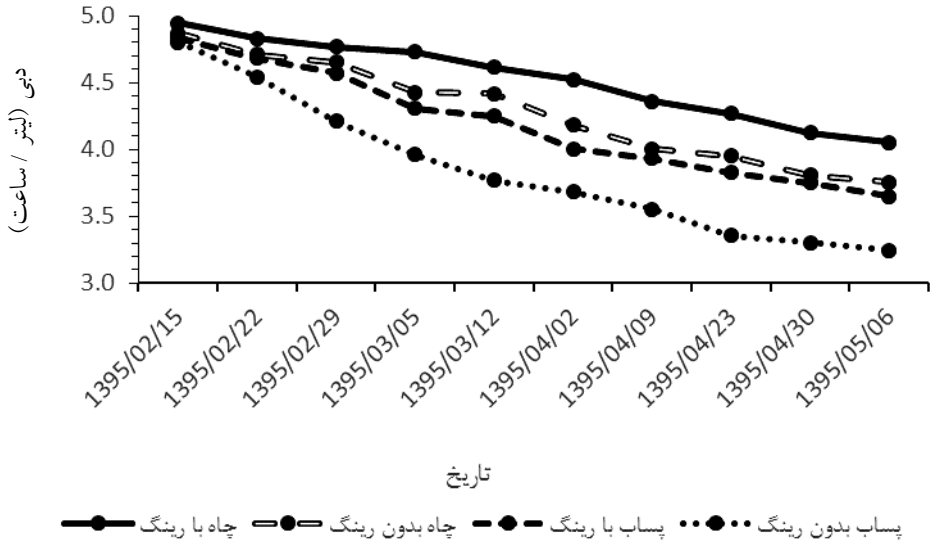
شکل ۴. منحنی تغییرات آبدهی قطره‌چکان نتافیم نسبت به زمان



شکل ۵. منحنی تغییرات آبدهی قطره‌چکان آکسیوس نسبت به زمان

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. منحنی تغییرات آبدهی قطره‌چکان ایریتک نسبت به زمان

جدول ۹. درصد کاهش دبی قطره‌چکان‌ها در تیمارهای مختلف

قطره‌چکان	آب چاه با رینگ	آب چاه بدون رینگ	پساب با رینگ	پساب بدون رینگ
کرونا	۱۹/۶۷	۲۵/۲۶	۲۹/۹۲	۳۹/۵۸
نتافیم	۲۳/۳۵	۲۵/۶۲	۳۱/۵۵	۳۵/۸۵
آکسیوس	۹/۳۷	۲۷/۴۷	۲۸/۴۷	۳۸/۳۳
ایریتک	۱۹/۷۰	۲۵/۵۲	۲۷/۶۳	۳۸/۲۲

در تمامی قطره‌چکان‌ها، میزان کاهش دبی تیمار پساب بدون رینگ مروس نسبت به پساب با رینگ مروس در قطره‌چکان‌های کرونا، نتافیم، آکسیوس و ایریتک به‌ترتیب برابر ۱/۵۹، ۱/۵۳، ۱/۲۹ و ۱/۵۶ لیتر بر ساعت است، همچنین با دقت در نمودارها مشاهده می‌شود که دو منحنی مربوط به چاه و دو منحنی مربوط به پساب کشاورزی در ابتدای آزمایش نزدیک به‌هم بوده اما با گذشت زمان، هم در چاه و هم در پساب کشاورزی، این دو منحنی از هم فاصله می‌گیرند، یعنی منحنی چاه تیمار شده با رینگ مروس با گذشت زمان، دارای آبدهی بیشتری نسبت به تیمار چاه بدون رینگ مروس است، برای تیمار پساب نیز، در شرایط بدون رینگ مروس با گذشت زمان دارای گرفتگی بیشتری نسبت به پساب با رینگ مروس است و این نشان‌دهنده تأثیر مثبت رینگ مروس بر آبدهی قطره‌چکان‌ها است.

درصد کاهش آبدهی قطره‌چکان‌ها در تیمارهای مختلف آب آبیاری و اصلاح آب در جدول (۹) آمده است.

در همه قطره‌چکان‌ها، تیمار آب چاه با رینگ، آبدهی بیشتر و تیمار پساب بدون رینگ، آبدهی کمتری نسبت به بقیه تیمارها داشته است. با توجه به جدول (۹) مشاهده می‌شود برای همه قطره‌چکان‌ها، درصد کاهش دبی برای تیمارهای مختلف آبیاری به‌صورت زیر است.

چاه با رینگ < چاه بدون رینگ < پساب با رینگ < پساب بدون رینگ

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، روش جدید رینگ مروس جهت ارزیابی آبدهی قطره‌چکان‌های مختلف در شرایط کاربرد پساب به‌کار

www.SID.ir

Archive of SID

گرفته شد. نتایج نشان داد که در ابتدای دوره آزمایش تیمار آب آبیاری، روی پارامترهای هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها تأثیر نداشت اما با گذشت زمان تأثیر این تیمار، روی پارامترهای ذکر شده معنی‌دار شده و این بدان معناست که به‌مرور زمان پساب باعث گرفتگی قطره‌چکان‌ها شده است، همچنین در ابتدای دوره آزمایش، تأثیر تیمار اصلاح آب، روی پارامترهای هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها معنی‌دار نبود، اما با گذشت زمان این تیمار، تأثیر خود را برروی پارامترهای ذکر شده نشان داد و بیانگر تأثیر مثبت رینگ مروس روی پارامترهای هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها است. به‌طورکلی بیشترین آبدهی متوسط، مربوط به قطره‌چکان نتافیم است، اما بیشترین میزان اختلاف بین دبی قطره‌چکان‌ها در تیمار پساب با رینگ مروس و پساب بدون رینگ مروس، در انتهای دوره آزمایش، مربوط به قطره‌چکان ایریتک است، این بدان معناست که رینگ مروس بیشترین تأثیر را روی این قطره‌چکان گذاشته است. به‌طورکلی آبدهی قطره‌چکان‌ها به مدیریت مناسب بستگی دارد و براساس یافته‌های این پژوهش، می‌توان از رینگ مروس به‌منظور کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

۱. ابراهیمی، م.، ح. شریفان، ا. هزارجریبی، م. حسام و م. ر. طاهرپور. ۱۳۹۲. بررسی تأثیر زمان بر عملکرد قطره‌چکان میکروفلاپر. دومین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست، همدان.

۲. براتی، خ.، ب. مصطفی‌زاده فرد و ع. شیخ‌بهایی. ۱۳۹۳. رینگ مروس، راهکاری جدید برای کاهش رسوب در سیستم آبیاری قطره‌ای، *نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)* ۲۸(۴): ۷۲۸-۷۱۷

۳. دانش، ش. و ا. علیزاده. ۱۳۸۷. کاربرد پساب در کشاورزی، فرصت‌ها و چالش‌ها، اولین سمینار ملی جایگاه آب های بازیافتی و پساب در مدیریت منابع آب- چالش ها و راهکارها. دانشگاه فردوسی مشهد. مشهد.

۴. زرداری، م.، پ. فتحی. و ش. حسن زاده. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر شستشوی هفتگی بر میزان آبدهی و ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها در شرایط استفاده از پساب تصفیه شده، دوازدهمین همایش سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان. کرمان.

۵. زمانیان، م. و ر. فتاحی. ۱۳۹۲. مقایسه خصوصیات کیفی آب و رسوبات شیمیایی عامل انسداد قطره‌چکان‌ها در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای کشور، *فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب* ۴(۱۵): ۷۵-۶۴.

۶. سایت رسمی شرکت مروس ایران: www.merusiran.com

۷. شیخ‌بهایی، ع. ا. و ح. بیاتی عبدی و ر. دورسکاک. ۱۳۸۸. تکنولوژی نوسان مولکولی و کاربرد آن در کنترل و جلوگیری از تشکیل رسوب و خوردگی در تجهیزات صنایع. یازدهمین کنگره ملی خوردگی. دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

۸. عابدی کوپایی، ج. و ع. بختیاری‌فر. ۱۳۸۳. تأثیر پساب تصفیه شده بر خصوصیات هیدرولیکی انواع قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای، *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی* ۸(۳): ۴۳-۳۳.

۹. عسگری، ع.، م. قیصری و ف. صفریان. ۱۳۹۳. تأثیر شستشوی لترال‌های آبیاری بر گرفتگی قطره‌چکان‌های PCJ و UniRam هنگام کاربرد پساب تصفیه شده، *نشریه حفاظت منابع آب و خاک* ۴(۲): ۳۴-۲۳.

۱۰. علیزاده، ا. ۱۳۸۸. *آبیاری قطره‌ای (اصول و عملیات)*. چاپ دوم، انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد.

۱۱. غلامی سفیدکوهی، م. ع. و ع. برزگر آخته خانه. ۱۳۹۳. تأثیر مدیریت آبیاری و نوع قطره‌چکان بر گرفتگی قطره‌چکان در منطقه ساری. *نشریه پژوهش آب در کشاورزی* ۲۸(۲): ۳۹۴-۳۸۵.

www.SID.ir

۱۲. کریمی جعفری، م.، ب. مصطفی‌زاده فرد، س. ف. موسوی و ا. لندی. ۱۳۹۱. اثر رینگ مروس بر هدایت الکتریکی خاک، اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار در بخش‌های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست، پژوهشکده سوانح طبیعی، وزارت کشور.

۱۳. گلزاری، آ. و پ. فتحی و چ. عبدی. ۱۳۹۵. اثر شستشو بر مسدود شدن قطره‌چکان‌ها در شرایط استفاده از فاضلاب تصفیه شده شهر سنندج، *مجله آبیاری و زهکشی ایران* ۱(۱۰): ۱۱-۱.

۱۴. ملاحسینی، م. و ش. دانش. ۱۳۸۶. تأثیر کاربرد توأم آب و پساب بر دبی قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای، *مجله آبیاری و زهکشی ایران* ۱(۲): ۱۰۴-۹۵.

۱۵. مهاجرانی، ح.، ا. مساعدی، م. خلقی، م. مفتاح هلقی و ا. سعدالدین. ۱۳۸۹. براورد نیاز آبی گیاه گندم توسط مدل CropWat در شهرستان کردکوی-استان گلستان. همایش ملی مدیریت کمبود آب و تنش خشکی در زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان.

۱۶. ضوابط و معیارهای فنی آبیاری تحت فشار .۱۳۸۳. نشریه شماره ۲۸۶، انتشارات سازمان مدیریت وبرنامه ریزی کشور، ایران.

17. Adin, A. and M. Sacks. 1991. Dripper clogging factors in wastewater irrigation. J. Irrig. Drain. Eng. 117(6): 813-826
18. Bralts, F. V. and D. C. Kesner. 1983. Drip irrigation field uniformity estimation. Trans., ASAE 26: 1369– 1374.
19. Ebrahimi, H., H. Golkarhamzee, A. Tavasoli Farsheh and M. Nazarjani. 2012. Evaluation of Emitter Clogging in Trickle Irrigation with Wastewater. *Journal of Basic and Application* 2(5): 5288-5291.
20. Hills, D. J., F. M. Nawar and P. M. Waller. 1989. Effects of chemical clogging on drip-tape irrigation uniformity. *Transactions of ASAE* 32(4): 1202-1206.
21. Liu, H. and G. Huang. 2008. Laboratory experiment on drip emitter clogging with fresh water and treated sewage effluent. *Agricultural Water Management* 96(5): 745-756.
22. Puig-Bargués, J., G. Arbat, M. Elbana, M. Duran- Ros, J. Barragán, F. Ramírez de Cartagena and F. R. Lamm. 2010. Effect of flushing frequency on emitter clogging in microirrigation with effluents. *Agricultural Water Management* 97(6): 883-891.
23. Taylor, H. D., P. K. X. Bastos, H. W. Pearson and D. D. Mara. 1995. Drip irrigation with wastewater stabilization pond effluents: solving the problem of emitter fouling. Water Sci. Technol. 31(12): 417-424.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)
Vol. 22, No. 2, Summer 2018, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Effect of Merus Ring on Emitters Efficiency in a Trickle Irrigation System Using Agricultural Wastewater

H. Dabbaghi, M. Khoshravesh* and M. A. Gholami Sefidkouhi[1]

(Received: February 08-2016 ; Accepted: September 11-2016)

Abstract

Emitter clogging for using agricultural wastewater increases the operating costs and reduces the motivation of farmers. The new method to reduce the emitters clogging is the use of a Merus ring that does not have the problems of chlorination and pickling methods, such as pollution and high cost. Due to the importance of agricultural wastewater use, this study investigated the emitters clogging and the effect of Merus ring on the emitter's efficiency in a trickle irrigation system. The treatments including irrigation water (well water and wastewater) and modified water (irrigation with Merus ring and irrigation without Merus ring), as the main factor and the emitters type treatment including Irritec (D_1), Corona (D_2), Axios (D_3), Netafim (D_4), Polirood (D_5), and Paya (D_6) as the sub treatments were performed in three replications. The results showed that the agricultural wastewater caused the emitters clogging in irrigation water and modified water treatments, but over time, the Merus ring had a positive effect on the evaluation parameters of the emitters. For agricultural wastewater, in the first and last irrigation periods, the average discharge of emitters with the Merus ring was 0.05 and 0.33 Liter per hours, respectively, more than the treatment without the Merus ring. The uniformity coefficient of emitters in the first and last irrigation periods, in well water with the Merus ring, was 0.31%and 6.67%, respectively, more than that in the well water without the Merus ring. Also, the uniformity coefficient of emitters in the first and last irrigation periods in agricultural wastewater with the Merus ring was 0.85% and 12.10%, respectively, more than that in agricultural wastewater without the Merus ring. At the end of irrigation period, the results showed that Netafim and Axios had the best and weakest efficiency, respectively. In general, the emitters used in the treatment of well water with the Merus ring had the highest discharge and the emitters used in the treatment of wastewater without the Merus ring had the lowest discharge.

Keywords: Uniformity coefficient, Emitter clogging, Average discharge, Coefficient of variation

1. Water Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.
*: Corresponding Author, Email: khoshravesh_m24@yahoo.com

www.SID.ir