

رینگ مروس، راهکاری جدید برای کاهش رسوب در سیستم آبیاری قطره‌ای

خدیدجه براتی^{*1} - بهروز مصطفی زاده فرد² - علی اصغر شیخ بهایی³

تاریخ دریافت: 1392/7/29

تاریخ پذیرش: 1393/4/2

چکیده

بزرگترین مشکل یک آبیاری قطره‌ای، گرفتگی قطره‌چکان‌های سیستم آبیاری است. استفاده از رینگ مروس، یک روش جدید برای کاهش رسوبات شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی است. تأثیر رینگ مروس بر اساس اثرگذاری بر نوسانات مولکولی املاح موجود در آب است و عملکرد این دستگاه بر اساس میدان مغناطیسی نمی باشد. این مطالعه جهت بررسی تأثیر رینگ مروس بر گرفتگی قطره‌چکان‌ها با اجرای یک سیستم آبیاری قطره‌ای در مزرعه واقع در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. تیمارها شامل دو تیمار آب آبیاری با استفاده از رینگ و بدون استفاده از رینگ به عنوان عامل اصلی و سه تیمار غلظت املاح آب آبیاری به عنوان عامل فرعی بود. طرح آزمایشی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار برای هر تیمار در یک پایلوت با طول لاترال 25 متری انجام شد. طول دوره آزمایش 3 ماه بود و آبیاری برای هر تیمار به مدت 3 ساعت در روز صورت گرفت. نتایج نشان داد که تیمارهای آب آبیاری، تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد بر متوسط آبدهی قطره‌چکان‌ها و در سطح احتمال 5 درصد بر یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها داشت. متوسط آبدهی قطره‌چکان‌ها و یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها در تیمارهای آبیاری شده با استفاده از رینگ بیشتر از تیمارهای آبیاری شده بدون استفاده از رینگ بود. مقادیر هر دو پارامتر با گذشت زمان در هر دو تیمار آب آبیاری، کاهش یافت ولی این کاهش در تیمارهای آبیاری شده بدون رینگ، بیشتر بود. بر اساس نتایج بدست آمده، استفاده از رینگ مروس موجب کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها می‌شود.

واژه‌های کلیدی: املاح آب آبیاری، گرفتگی قطره‌چکان‌ها، نوسانات مولکولی، یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها

مقدمه

شستشوی لترال‌ها بوسیله آب با فشار زیاد یا اسید ضعیف، بکار گرفته می‌شود (12).

ناکایاما و باکس (11) به این نتیجه رسیدند که یکی از دلایل شایع گرفتگی قطره‌چکان‌ها رسوب کلسیم می‌باشد. آنها اظهار داشتند که این مشکل مستقیماً به pH بالای آب مورد استفاده، غلظت زیاد کربنات کلسیم در آب و نوسانات بیش از حد درجه حرارت محیط وابسته است.

لی و وانگ (9) در یک تحقیق آزمایشگاهی، گرفتگی قطره‌چکان‌ها را با دو تیمار آب شیرین و فاضلاب تصفیه‌شده مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادند که گرفتگی قطره‌چکان‌ها در تیمار فاضلاب تصفیه‌شده بیشتر از آب شیرین بود. آنالیزهای تجزیه آب و ترکیبات رسوب‌شده در داخل و همچنین در قسمت خروجی قطره‌چکان‌ها نشان دادند که رسوبات شیمیایی، دلیل اصلی گرفتگی قطره‌چکان‌ها در اثر pH بالا و غلظت یون‌ها بخصوص در تیمار فاضلاب تصفیه شده بود.

کنترل گرفتگی شیمیایی قطره‌چکان‌ها که بواسطه رسوب املاح ایجاد می‌شود بسیار دشوار است. توصیه عمومی جهت جلوگیری از

نگاهی به تاریخ آب و آبیاری در جهان نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر روش‌های متعددی در زمینه آبیاری ابداع شده است. کمبود آب، وضعیت نامناسب آب و هوا، پستی و بلندی زمین، کیفیت نامطلوب آب و عدم دسترسی به نیروی کارگر از جمله عواملی هستند که در پیدایش این روش‌ها مؤثر بوده‌اند. یکی از روش‌های جدید آبیاری که به سرعت در کشورهای مختلف رو به گسترش است روش آبیاری قطره‌ای می‌باشد. بزرگترین مشکل در آبیاری قطره‌ای، گرفتگی قطره‌چکان‌ها با مواد مختلف است (2).

گرفتگی جزئی یا کلی قطره‌چکان‌ها به کیفیت آب آبیاری وابسته است و در اثر عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی موجود در آب آبیاری ایجاد می‌گردد. به منظور کنترل گرفتگی قطره‌چکان‌ها عمدتاً راهکارهایی از قبیل فیلتراسیون، تصفیه شیمیایی آب آبیاری و

1 و 2- دانشجوی دکتری و استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه صنعتی اصفهان
(* - نویسنده مسئول: Email: kh_barati@yahoo.com)

3- مدیر فنی شرکت مروس ایران، اصفهان

قرار دارند (7).

هر عنصر شامل تعدادی مولکول است و هر مولکول از تعدادی اتم تشکیل شده است. اتم‌ها دارای یک حرکت دائمی هستند که موجب نوسان مولکولی می‌شود (7).

نوسان ذاتی برای هر عنصر، منحصر بفرد بوده و از این نظر به خوبی با اثر انگشت انسان قابل مقایسه است. رینگ بر اساس این نوسانات ذاتی و تنها با استفاده از گرمای محیط، نوسانات فعال جدیدی ایجاد می‌کند و در آب منتشر می‌کند. در اثر تداخل نوسانات ذاتی و نوسانات جدید ایجاد شده توسط رینگ، خواص فیزیکی املاح موجود در آب تغییر پیدا می‌کند. شرکت تولیدکننده این رینگ قادر است برای هر ماده مجزا نوسان فعال جدید و منحصر بفردی تولید کند که هر کدام وظیفه ویژه‌ای دارند. ثبت این نوسانات فعال بر روی دستگاه حامل نوسانات، درست مانند ثبت داده‌ها بر روی CD یا DVD می‌باشد. غالباً از نوعی آلیاژ آلومینیوم به عنوان جنس دستگاه حامل نوسانات استفاده می‌شود. این نوع آلیاژ قادر است تعداد زیادی از نوسانات فعال را در خود ذخیره کرده و آن‌ها را تا حد زیادی مستقل از دمای اطراف به صورت ثابت و پایدار در آب انتشار دهد. نوسانات فعال از طریق نوسان شبکه‌ای آلومینیوم عمل می‌کنند. تحت چنین شرایطی به سبب گرمای محیط، شبکه مولکولی آلومینیوم دچار نوسان شده و به همین ترتیب نوسانات فعال موجود در رینگ نیز دچار نوسان می‌شوند. این نوسانات در ساختار شبکه قرار گرفته و به همین شکل به طور متناوب تولید می‌شوند. نوسانات مولکولی خاص، به نحوی در آب نفوذ می‌کنند که منجر به افزایش قابلیت انحلال رسوبات در آب می‌شوند و رسوبات حل‌شده، با جریان آب به بیرون شستشو داده می‌شوند (7).

ترکیبات آهکی و سایر نمک‌ها بصورت محلول، تقریباً در هر آبی یافت می‌شوند. این ترکیبات منجر به مسدود شدن لوله‌ها، دریچه‌ها و سایر اجزای سیستم می‌گردد. برای جلوگیری از این مشکل به‌ویژه در موارد بحرانی از طریق تزریق مواد شیمیایی، اثر خواص شیمیایی آب بر اساس نیاز ما کاهش می‌یابد. در مواردی که حجم زیادی از آب، مورد استفاده قرار می‌گیرد، این روش نسبتاً پرهزینه بوده و در اغلب اوقات توجیه اقتصادی ندارد. در چنین مواردی، استفاده از رینگ مروس، یک راه حل جایگزین و بسیار مقرون به صرفه خواهد بود. نوساناتی که توسط این رینگ در آب پخش می‌شود ساختار ترکیبات آهکی را بصورت تأثیرگذار و پایداری تغییر می‌دهد. این بدان معناست که ترکیبات در پیوند بهتری با آب خواهند بود و بنابراین تنها در دماهای بسیار بالا و یا غلظت‌های بسیار زیاد ته‌نشین شده و تولید رسوب می‌کنند (7).

هر بار که آب از درون رینگ‌ها جریان پیدا می‌کند نه تنها آبی که در نقطه نصب رینگ‌ها جریان دارد دارای نوسان می‌شود بلکه تمام آب شامل این نوسانات خواهد شد.

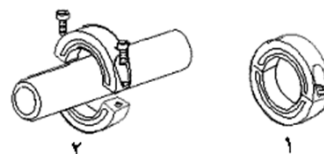
گرفتگی شیمیایی، تزریق اسید در آب آبیاری جهت پایین آوردن pH آب آبیاری تا حدی که رسوب املاح رخ ندهد می‌باشد (5).

اثر مغناطیس روی آب بطور اتفاقی توسط دانشمندان روسی مشاهده شد. حرکت آب در داخل لوله‌ها باعث رسوب املاح روی جدار لوله‌ها گشته، ضمن کاهش سطح مقطع لوله‌ها و افزایش افت انرژی، عبور آب داخل لوله‌ها را مختل می‌کند. آن‌ها دریافتند که آب مغناطیس شده، جرم داخل لوله‌ها را پاک و از رسوب مجدد روی جدار لوله‌ها جلوگیری می‌کند (3).

آب مغناطیسی، آبی است که از یک میدان مغناطیسی عبور کرده و در نتیجه، ساختار و برخی از خواص فیزیکی آن از قبیل چگالی، ظرفیت انحلال املاح و نسبت ته‌نشینی مواد جامد تغییر می‌کند (10). عبدالصالحی و بان‌نژاد (1) تأثیر آب مغناطیسی را بر جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها بررسی کردند. آن‌ها مشاهده کردند که میدان مغناطیسی و تغییر شدت آن اثر معنی‌داری در کاهش سختی آب و گرفتگی قطره‌چکان‌ها دارد. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که با استفاده از این فناوری، هزینه‌های هنگفت تعویض و شستشوی قطره‌چکان‌ها کاهش یافته و استفاده از مواد شیمیایی که برای سلامت بشر و حفظ محیط زیست نامطلوب است تقلیل می‌یابد.

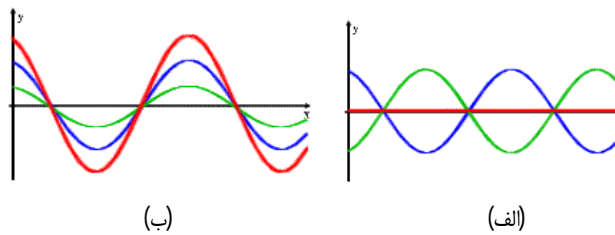
احمدآلی و همکاران (5) در تحقیقی قطره‌چکان‌های مختلفی را تحت سه تیمار آب چاه بدون تیمار، آب تیمار شده با اسید و آب تیمار شده با دستگاه مغناطیس مورد آزمایش قرار دادند. نتایج بدست آمده نشان داد که اسیدشویی عملکرد بهتری نسبت به آب مغناطیسی در کنترل گرفتگی قطره‌چکان‌ها دارد.

یکی از جدیدترین راهکارهای کاهش خوردگی، رسوب و گرفتگی‌های بیولوژیکی، استفاده از رینگ مروس است. تکنولوژی مذکور، با استفاده ویژه از نوسانات مولکولی و یا نوسانات شبکه‌ای کار می‌کند. عبارت دیگر، بر خلاف تصور عموم، عملکرد رینگ مروس بر پایه میدان‌های الکتریکی یا مغناطیسی استوار نیست. نصب رینگ مروس بر روی لوله بدون نیاز به هیچ‌گونه جوشکاری، مطابق شکل 1 به سرعت و سهولت انجام می‌گیرد (7).



شکل 1- نحوه نصب رینگ مروس بر روی لوله

بر اساس آخرین یافته‌های دانشمندان، تبادل ثابتی از سیگنال‌ها بین هسته اتم و الکترون‌ها وجود دارد. بازه فرکانس این سیگنال‌های تبدیلی بین 10^9 - 10^{12} هرتز قرار دارد. رینگ مروس بوسیله دستگاه‌های مختلف، باردار شده و این بارهای الکتریکی در محدوده ذکر شده



شکل 2 - نحوه اثرگذاری رینگ مروس بر نوسانات ذاتی عناصر موجود در آب

پیدا می کند (7).

با توجه به نتایج عینی مشاهده شده از تأثیر مثبت رینگ مروس در جلوگیری و همچنین برطرف نمودن رسوب در صنعت و کارخانجات مختلف، این طرح برای اولین بار جهت بررسی تأثیر رینگ مروس بر گرفتگی قطره چکانها در سیستم آبیاری قطره ای اجرا شد.

مواد و روشها

این مطالعه با اجرای یک سیستم آبیاری قطره ای در مزرعه ای واقع در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. مزرعه آزمایشی، فاقد کشت بود. تیمارها شامل تیمار آبیاری به دو صورت (استفاده از رینگ (RT) و بدون استفاده از رینگ (T)) به عنوان عامل اصلی و تیمار غلظت املاح آب آبیاری در سه سطح هر یک با سه تکرار شامل S_1 ، S_2 و S_3 به شرح جدول 1 به عنوان عامل فرعی بود. طول دوره آزمایش 3 ماه، دور آبیاری 3 روز و آبیاری برای هر تیمار به مدت 3 ساعت در روز صورت گرفت.

در شکل 3 شمای کلی طرح نشان داده شده است. کل سیستم شامل 18 عدد لترال، هر یک به طول 25 متر و به فاصله 0/5 متر از یکدیگر بود. بر روی هر یک از لترالها 50 عدد قطره چکان به فاصله 0/5 متر از یکدیگر نصب شده بود. لوله اصلی از جنس گالوانیزه و دارای قطر 1 اینچ و لوله نیمه اصلی از جنس پلی اتیلن و به قطر 25 میلی متر و لترالها نیز از جنس پلی اتیلن و به قطر 16 میلی متر در نظر گرفته شده بود. در ابتدای هر لترال یک عدد شیر برای قطع و وصل جریان آب تعبیه شده بود.

از طرف دیگر حتی اگر هیچ آبی در جریان نباشد این نوسانات برای مدت طولانی در آب باقی می ماند و تأثیر آنها بر روی زنگ زدگی، رسوبات آهنی و میکروبیولوژیکی آب ادامه می یابد. نوسانات فعال تولید شده توسط رینگ تابع مداخلات تأثیرات محیطی، مانند آلودگی های الکترومغناطیسی قوی در محیط است. بسته به شدت این تأثیرات، این گونه مداخلات محیطی قادر است تا اثربخشی این فن آوری را در آب کاهش دهد یا حتی آن را متوقف سازد. از این رو رینگ می بایست در محلی نصب شود که با هرگونه رسانای الکتریکی فاصله حداقلی در حدود 50 سانتیمتر داشته باشد. از طرفی باید توجه داشت که پاشش آب بر روی رینگها باعث صدمه زدن و خوردگی سطح آنها می شود (7). نحوه اثرگذاری رینگ مروس بر نوسانات ذاتی عناصر موجود در آب در شکل 2 نشان داده شده است.

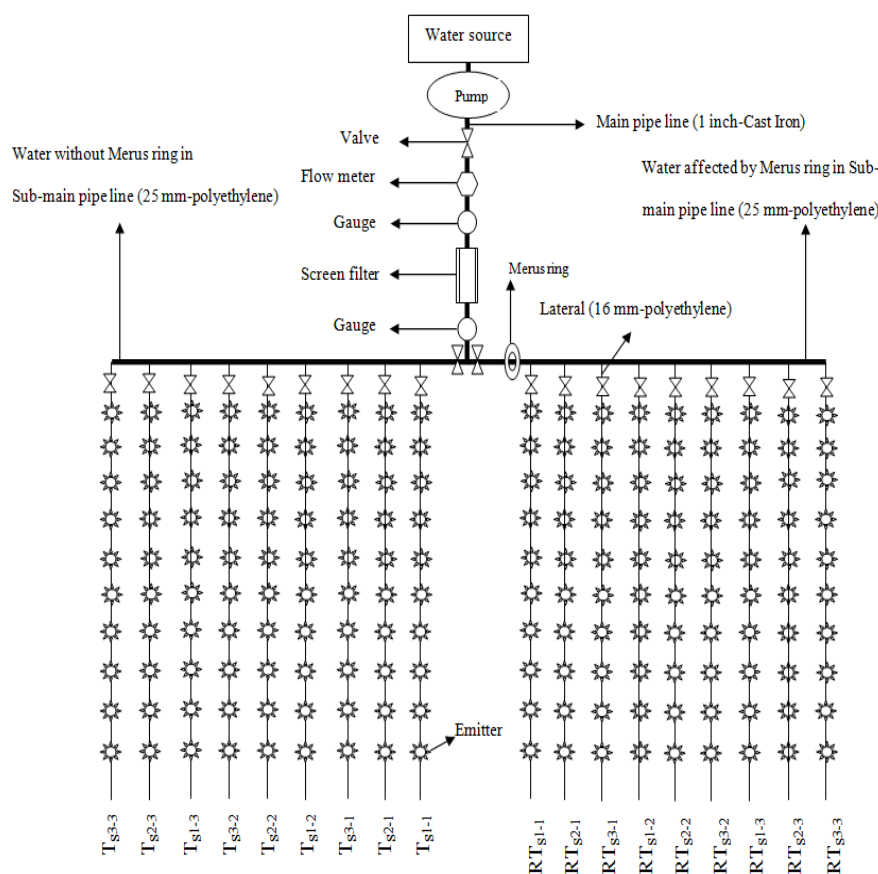
در شکل 2، منحنی های سبز رنگ نشان دهنده نوسانات ذاتی عناصر موجود در آب هستند. رینگ بر اساس این نوسانات ذاتی و به کمک گرمای محیط، نوسانات فعال جدیدی ایجاد می کند. این نوسانات فعال بوسیله منحنی های آبی رنگ نشان داده شده اند. در اثر تداخل نوسانات ذاتی و نوسانات فعال ایجاد شده توسط رینگ مروس، نوسانات جدیدی ایجاد می شود که بوسیله منحنی های قرمز رنگ نشان داده شده اند. در صورتیکه نوسانات ذاتی و نوسانات فعال ایجاد شده توسط رینگ مروس، هم دامنه باشند ولی 180 درجه اختلاف فاز داشته باشند برآیند حاصل از تداخل آنها صفر خواهد بود (شکل 2 - الف) و در صورتیکه هم دامنه و هم فاز باشند تداخل آنها سبب تشدید نوسان بنیادی خواهد شد که اصطلاحاً رزونانس نامیده می شود (شکل 2 - ب). در هر دو حالت، در اثر تداخل نوسانات ذاتی و نوسانات فعال ایجاد شده توسط رینگ مروس، خواص فیزیکی عناصر در آب تغییر

جدول 1 - هدایت الکتریکی تیمارهای آب آبیاری

تیمار شوری	EC(dS/m)	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ (meq/lit)	Na ⁺ (meq/lit)	HCO ₃ ⁻ (meq/lit)	SAR	کلاس شوری آب آبیاری
S ₁	0/47	4/4	0/96	3/8	0/65	C2S1
S ₂	1/7	10/8	8/45	6/8	3/64	C3S1
S ₃	2/9	14/4	16/81	9/6	6/26	C4S1

تیمار شوری که تحت تأثیر رینگ قرار نداشتند) باز می‌شدند و شیرهای قطع و وصل جریان برای سایر لترال‌ها بسته بودند. به عبارت دیگر، هنگام آبیاری با هر یک از تیمارهای شوری، جمعاً 6 لترال از کل لترال‌های سیستم باز بودند. برای اعمال آبیاری با تیمار شوری بعدی، 6 لترال مربوط به تیمار شوری قبلی بسته می‌شدند و 6 لترال مربوط به تیمار شوری مورد نظر باز می‌شدند. بطور کلی می‌توان گفت برای تیمار شوری S_1 ، لترال‌های RT_{s1-1} ، RT_{s1-2} و RT_{s1-3} (سه لترال از سمت راست سیستم که تحت تأثیر رینگ قرار داشتند) و لترال‌های T_{s1-1} ، T_{s1-2} و T_{s1-3} (سه لترال از سمت چپ سیستم که تحت تأثیر رینگ قرار نداشتند) باز و سایر لترال‌ها بسته بودند. برای تیمار شوری S_2 ، لترال‌های RT_{s2-1} ، RT_{s2-2} و RT_{s2-3} و لترال‌های T_{s2-1} ، T_{s2-2} و T_{s2-3} باز و سایر لترال‌ها بسته بودند. برای تیمار شوری S_3 ، لترال‌های RT_{s3-1} ، RT_{s3-2} و RT_{s3-3} و لترال‌های T_{s3-1} ، T_{s3-2} و T_{s3-3} باز و سایر لترال‌ها بسته بودند.

قطره‌چکان مورد استفاده در این طرح از نوع طولانی‌مسیر درون خط، ساخت کارخانه ایران درپپ با آبدهی 4 لیتر در ساعت بود. مطابق شکل 3، سیستم آبیاری قطره‌ای مورد نظر از دو قسمت به شرح زیر تشکیل شده بود: در سمت راست شکل 3، تیمارهای آب تحت تأثیر رینگ با علامت RT_s (مشخصه رینگ، T تیمار و S شوری آب آبیاری) و با سه تکرار برای هر تیمار با شماره‌های 1، 2 و 3 مشخص شده اند. به عنوان مثال تیمار RT_{s2-3} نشان دهنده تکرار سوم از تیمار شوری S_2 و تحت تأثیر رینگ می‌باشد. در سمت چپ شکل 3، تیمارهای آب بدون تأثیر رینگ با علامت T_s و با سه تکرار برای هر تیمار با شماره‌های 1، 2 و 3 مشخص شده اند. برای اعمال آبیاری با هر یک از تیمارهای شوری، شیر قطع و وصل جریان در ابتدای لترال برای سه لترال از سمت راست سیستم (سه تکرار مربوط به آن تیمار شوری که تحت تأثیر رینگ قرار داشتند) و سه لترال از سمت چپ سیستم (سه تکرار مربوط به آن



شکل 3 - شمای کلی طرح

بین متوسط آبدهی قطره چکان ها در دو تیمار T و RT وجود دارد بطوریکه مقادیر متوسط آبدهی قطره چکان ها در تیمار RT بیشتر از تیمار T است. بر اساس نتایج ارائه شده در این جدول، با افزایش شوری آب آبیاری و همچنین با گذشت زمان، متوسط آبدهی قطره چکان ها کاهش یافته و تفاوت معنی داری در مقادیر آن ایجاد شده است.

مصطفی زاده و معیدی نیا (4) در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت املاح آب آبیاری به خصوص یون های کلسیم، منیزیم و بی کربنات و pH آب آبیاری، میزان گرفتگی شیمیایی قطره چکان افزایش می یابد.

دهقانی و ریاحی (6) در بررسی امکان گرفتگی در قطره چکان ها تحت شوری های مختلف آب آبیاری گزارش نمودند که شدت گرفتگی قطره چکان ها با مدت استفاده از آن ها رابطه مستقیم دارد.

شکل 4 درصد کاهش متوسط آبدهی قطره چکان ها در طول دوره آزمایش را برای تیمارهای مختلف آب آبیاری نشان می دهد. با توجه به این شکل، با افزایش شوری آب آبیاری، درصد کاهش آبدهی قطره چکان ها افزایش می یابد که البته این روند افزایشی در تیمارهای T بیشتر از تیمارهای RT است که نشان دهنده رسوبگذاری بیشتر در تیمارهای T می باشد. با گذشت زمان به علت تشکیل هسته اولیه رسوب، شرایط مناسب تری برای رسوبگذاری فراهم می شود ولی به علت تأثیر مثبت رینگ در کاهش رسوبگذاری، میزان گرفتگی در قطره چکان های تیمار RT کمتر از قطره چکان های تیمار T است.

در ادامه، سایر پارامترهای ارزیابی سیستم آبیاری قطره ای مورد بررسی قرار می گیرند. لازم بذکر است از آنجا که مقادیر این پارامترها تحت تأثیر مقادیر متوسط آبدهی قطره چکان ها می باشد لذا تحلیل نتایج بدست آمده برای این پارامترها، بر گرفته از نتایج بدست آمده برای متوسط آبدهی قطره چکان ها می باشد.

ضریب تغییرات آبدهی قطره چکان ها (CV)

نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول 2 نشان می دهد که اثر نوع آب آبیاری، شوری آب آبیاری و زمان بر ضریب تغییرات آبدهی قطره چکان ها (تحت تأثیر گرفتگی قطره چکان ها) در سطح احتمال 1 درصد معنی دار است. همچنین اثر متقابل نوع آب آبیاری و شوری، نوع آب آبیاری و زمان و نیز شوری و زمان بر ضریب تغییرات آبدهی قطره چکان ها در سطح 1 درصد معنی دار می باشد.

نتایج ارائه شده در جدول 3 نشان می دهد که تفاوت معنی داری بین ضریب تغییرات آبدهی قطره چکان ها در دو تیمار T و RT وجود دارد بطوریکه مقادیر ضریب تغییرات آبدهی قطره چکان ها در تیمار RT کمتر از تیمار T است. بر اساس نتایج ارائه شده در این جدول، با

جهت بررسی تأثیر رینگ مروس بر گرفتگی قطره چکان ها و سایر پارامترهای ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری قطره ای از جمله ضریب تغییرات آبدهی قطره چکان ها¹، ضریب یکنواختی²، ضریب یکنواختی مطلق³، ضریب یکنواختی کریستیانسن⁴، یکنواختی آماری آبدهی قطره چکان ها⁵ و تغییرات آبدهی قطره چکان ها⁶ (8)، آبدهی قطره چکان ها از طریق اندازه گیری حجم آب خروجی از قطره چکان در مدت 3 دقیقه، در ابتدای آزمایش و سپس در انتهای هر ماه اندازه گیری شدند. به عبارت دیگر، اندازه گیری آبدهی قطره چکان ها در 4 مرحله زمانی که در جدول مربوطه با علائم t_1 تا t_4 نشان داده شده اند صورت گرفت. پس از جمع آوری اطلاعات آبدهی قطره چکان ها، با استفاده از نرم افزار آماری SAS تأثیر تیمارهای مختلف بر کاهش آبدهی قطره چکان ها و سایر پارامترهای ارزیابی عملکرد سیستم آبیاری قطره ای در اثر تشکیل رسوب در آن ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

در جدول 2 نتایج تجزیه واریانس پارامترهای اندازه گیری شده شامل متوسط آبدهی قطره چکان ها (q_{av})، ضریب تغییرات آبدهی قطره چکان ها (CV)، ضریب یکنواختی (EU)، ضریب یکنواختی مطلق (EU_a)، ضریب یکنواختی کریستیانسن (U_c)، یکنواختی آماری آبدهی قطره چکان ها (U_s) و تغییرات آبدهی قطره چکان ها (q_{var}) ارائه شده است. مقایسه میانگین پارامترهای مذکور، در جدول 3 ارائه گردیده است.

متوسط آبدهی قطره چکان ها (q_{av})

نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول 2 نشان می دهد که اثر نوع آب آبیاری مورد استفاده (آبیاری با استفاده از رینگ و آبیاری بدون استفاده از رینگ)، شوری آب آبیاری و زمان بر متوسط آبدهی قطره چکان ها در سطح احتمال 1 درصد معنی دار است. همچنین اثر متقابل نوع آب آبیاری و شوری، نوع آب آبیاری و زمان و نیز شوری و زمان بر متوسط آبدهی قطره چکان ها در سطح احتمال 1 درصد معنی دار می باشد.

نتایج ارائه شده در جدول 3 نشان می دهد که تفاوت معنی داری

- 1 - Coefficient of Variation of Emitter's Discharge
- 2 - Emission Uniformity
- 3 - Absolute Emission Uniformity
- 4 - Christiansen's Uniformity Coefficient
- 5 - Statistical Uniformity of Emitter's Discharges
- 6 - Variations of Emitter's Discharge

می‌گردد. با توجه به نتایج بدست آمده، در صورت استفاده از رینگ، مقدار ضریب تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها کمتر افزایش می‌یابد.

یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها (EU)

نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول 2 نشان می‌دهد که اثر نوع آب آبیاری بر یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد است. بر اساس نتایج این جدول، اثر شوری آب آبیاری و زمان بر یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 1 درصد می‌باشد. نتایج همچنین نشان می‌دهند که اثر متقابل نوع آب آبیاری و زمان بر یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح 5 درصد می‌باشد.

افزایش شوری آب آبیاری و همچنین با گذشت زمان، ضریب تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها افزایش یافته و تفاوت معنی‌داری در مقادیر آن ایجاد شده است.

شکل 5 افزایش ضریب تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها در طول دوره آزمایش را برای تیمارهای مختلف آب آبیاری نشان می‌دهد. بر اساس این شکل، با افزایش شوری آب آبیاری، ضریب تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها نیز به میزان بیشتری افزایش می‌یابد که البته این روند افزایشی در تیمارهای T بیشتر از تیمارهای RT است.

ضریب تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها بستگی به عوامل هیدرولیکی، ساخت، درجه حرارت و گرفتگی قطره‌چکان‌ها دارد. با افزایش شوری آب آبیاری و همچنین با گذشت زمان، شرایط مناسب-تری برای رسوبگذاری فراهم می‌شود که موجب افزایش این ضریب

جدول 2- تجزیه واریانس پارامترهای اندازه‌گیری شده در سیستم آبیاری قطره‌ای

میانگین مربعات							درجه آزادی	منبع تغییرات
q_{var}	Us	Uc	EU _a	EU	CV	q_{av}		
$5/01 \times 10^{-4}^{**}$	3/957 ^{**}	3/298 ^{**}	3/622 ^{**}	10/253 [*]	3/957 ^{**}	0/168 ^{**}	1	آب آبیاری
$1/39 \times 10^{-6}$	0/018	0/023	0/08	0/219	0/018	$1/08 \times 10^{-4}$	2	خطا
$3/6 \times 10^{-4}^{*}$	1/909 ^{**}	1/096 ^{**}	2/489 ^{**}	16/306 ^{**}	1/909 ^{**}	0/867 ^{**}	2	شوری
$1/51 \times 10^{-4}$	0/243 ^{**}	0/104	0/725 [*]	0/439	0/243 ^{**}	0/073 ^{**}	2	شوری × آب آبیاری
$6/39 \times 10^{-5}$	0/013	0/06	0/12	0/42	0/013	0/001	8	خطا
0/004 ^{**}	4/419 ^{**}	2/947 ^{**}	7/837 ^{**}	6/899 ^{**}	4/419 ^{**}	2/228 ^{**}	3	زمان
$9/77 \times 10^{-5}^{*}$	0/168 ^{**}	0/144 ^{**}	0/215 ^{**}	0/403 [*]	0/168 ^{**}	0/075 ^{**}	3	زمان × آب آبیاری
$1/02 \times 10^{-4}^{*}$	0/096 ^{**}	0/079 ^{**}	0/066	0/137	0/096 ^{**}	0/22 ^{**}	6	زمان × شوری
$3/1 \times 10^{-5}$	0/008	0/01	0/042	0/03	0/008	0/009 ^{**}	6	زمان × آب آبیاری × شوری
$3/47 \times 10^{-5}$	0/017	0/019	0/05	0/107	0/017	$1/48 \times 10^{-4}$	36	خطا

* و ** - به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال 5 و 1 درصد می‌باشند.

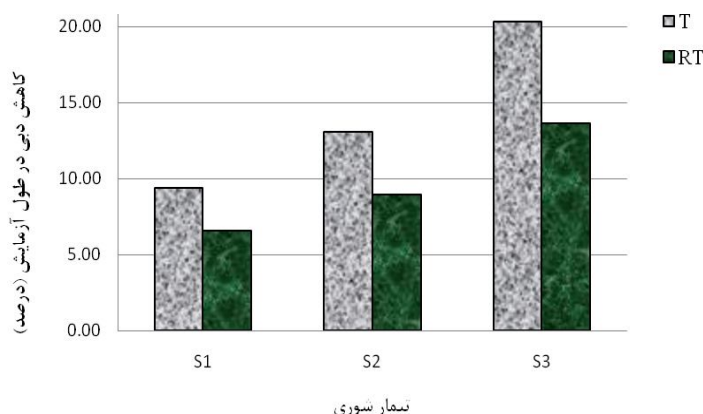
جدول 3- مقایسه میانگین‌های پارامترهای اندازه‌گیری شده در سیستم آبیاری قطره‌ای

q_{var}	Us	Uc	EU _a	EU	CV	q_{av}	تیمار آزمایشی
آب آبیاری							
0/113 ^b	96/462 ^a	97/077 ^a	95/285 ^a	94/842 ^a	3/538 ^b	3/787 ^a	RT
0/119 ^a	95/993 ^b	96/649 ^b	94/836 ^b	94/087 ^b	4/007 ^a	3/69 ^b	T
شوری							
0/112 ^b	96/504 ^a	97/084 ^a	95/41 ^a	95/345 ^a	3/496 ^c	3/871 ^a	S ₁
0/117 ^a	96/239 ^b	96/848 ^b	94/995 ^b	94/335 ^b	3/761 ^b	3/742 ^b	S ₂
0/119 ^a	95/94 ^c	96/657 ^c	94/776 ^b	93/712 ^c	4/06 ^a	3/603 ^c	S ₃
زمان							
0/099 ^d	96/811 ^a	97/339 ^a	95/778 ^a	95/135 ^a	3/189 ^d	3/984 ^a	t ₁
0/111 ^c	96/378 ^b	96/969 ^b	95/349 ^b	94/692 ^b	3/622 ^c	3/803 ^b	t ₂
0/122 ^b	96/091 ^c	96/776 ^c	94/873 ^c	94/364 ^c	3/909 ^b	3/658 ^c	t ₃
0/132 ^a	95/632 ^d	96/367 ^d	94/241 ^d	93/666 ^d	4/368 ^a	3/509 ^d	t ₄

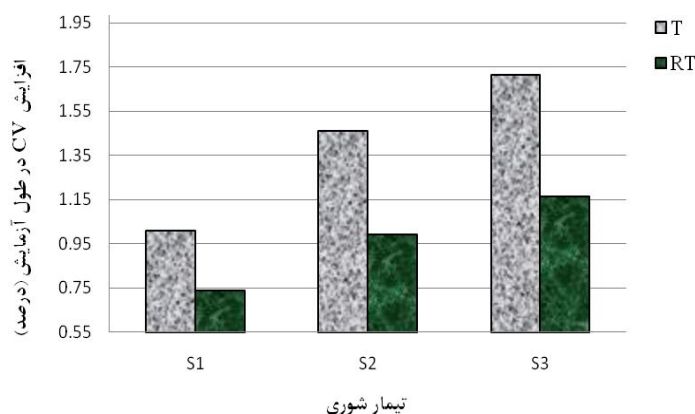
RT تیمار آبیاری با استفاده از رینگ و T تیمار آبیاری بدون استفاده از رینگ می‌باشد.

S₁، S₂ و S₃ تیمارهای شوری آب آبیاری می‌باشند.

میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال 5 درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل 4- درصد کاهش متوسط آبدهی قطره‌چکان‌ها در تیمارهای مختلف آبیاری



شکل 5 - افزایش ضریب تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها در تیمارهای مختلف آبیاری

را تحت تأثیر قرار می‌دهد (2).

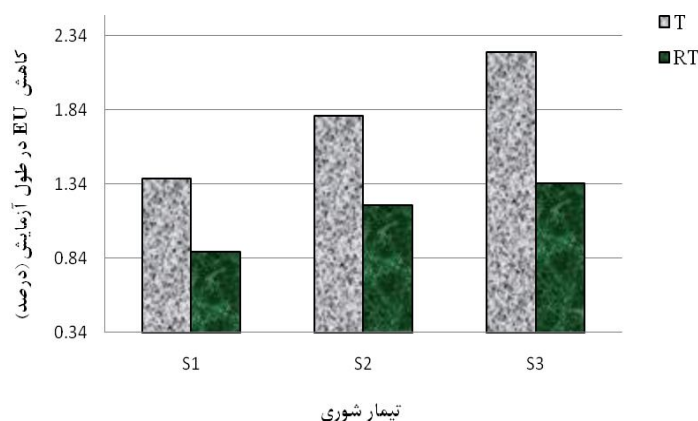
شکل 6 کاهش یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها در طول دوره آزمایش در تیمارهای مختلف آبیاری را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل، با افزایش شوری آب آبیاری، یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها در تیمار T بیشتر از تیمار RT کاهش می‌یابد.

یکنواختی پخش مطلق قطره‌چکان‌ها (EU_a)

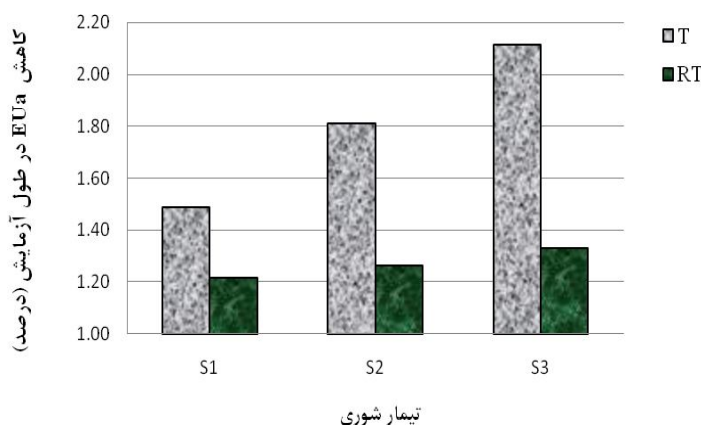
نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول 2 نشان می‌دهد که اثر نوع آب آبیاری بر یکنواختی پخش مطلق قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح 5 درصد است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که اثر شوری آب آبیاری و زمان بر یکنواختی پخش مطلق قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح 1 درصد می‌باشد. بر اساس نتایج این جدول، اثر متقابل نوع آب آبیاری و شوری بر یکنواختی پخش مطلق قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح 5 درصد می‌باشد و اثر متقابل نوع آب آبیاری و زمان بر یکنواختی پخش مطلق قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح 1 درصد می‌باشد.

نتایج ارائه شده در جدول 3 نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها در دو تیمار T و RT وجود دارد بطوریکه مقادیر یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها در تیمار RT بیشتر از تیمار T است. بر اساس نتایج ارائه شده در این جدول، با افزایش شوری آب آبیاری و همچنین با گذشت زمان، یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها کاهش یافته و تفاوت معنی‌داری در مقادیر آن ایجاد شده است.

مصطفی‌زاده و معیدی‌نیا (4) تأثیر ترکیبات شیمیایی مختلف آب آبیاری بر گرفتگی قطره‌چکان‌ها در آبیاری قطره‌ای را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که با افزایش غلظت املاح آب آبیاری به خصوص یون‌های کلسیم، منیزیم و بی‌کربنات و pH آب آبیاری، میزان گرفتگی شیمیایی قطره‌چکان افزایش می‌یابد و گرفتگی قطره‌چکان‌ها بطور معنی‌داری آبدهی، یکنواختی پخش، یکنواختی پخش مطلق و ضریب یکنواختی کریستیانسن را کاهش می‌دهد. گرفتگی قطره‌چکان‌ها باعث توزیع نامناسب آب در طول لوله فرعی شده و در نتیجه یکنواختی کاربرد آب و همچنین تولید محصول



شکل 6 - کاهش یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها در تیمارهای مختلف آبیاری



شکل 7 - کاهش یکنواختی پخش مطلق قطره‌چکان‌ها در تیمارهای مختلف آبیاری

اساس نتایج این جدول، اثر متقابل نوع آب آبیاری و زمان و همچنین اثر متقابل شوری و زمان بر ضریب یکنواختی کریستیانسن قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح 1 درصد می‌باشد.

نتایج ارائه شده در جدول 3 نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین ضریب یکنواختی کریستیانسن قطره‌چکان‌ها در دو تیمار T و RT وجود دارد بطوریکه مقادیر ضریب یکنواختی کریستیانسن قطره‌چکان‌ها در تیمار RT بیشتر از تیمار T است. بر اساس نتایج ارائه شده در این جدول، با افزایش شوری آب آبیاری و همچنین با گذشت زمان، ضریب یکنواختی کریستیانسن قطره‌چکان‌ها کاهش یافته و تفاوت معنی‌داری در مقادیر آن ایجاد شده است.

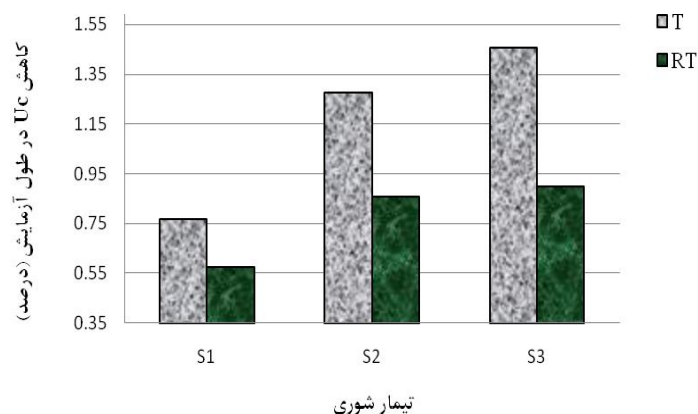
شکل 8 کاهش ضریب یکنواختی کریستیانسن قطره‌چکان‌ها در طول دوره آزمایش در تیمارهای مختلف آبیاری را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل، با افزایش شوری آب آبیاری، ضریب یکنواختی کریستیانسن قطره‌چکان‌ها در تیمار T بیشتر از تیمار RT کاهش می‌یابد.

نتایج ارائه شده در جدول 3 نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین یکنواختی پخش مطلق قطره‌چکان‌ها در دو تیمار T و RT وجود دارد بطوریکه مقادیر یکنواختی پخش مطلق قطره‌چکان‌ها در تیمار RT بیشتر از تیمار T است. بر اساس نتایج ارائه شده در این جدول، با افزایش شوری آب آبیاری و همچنین با گذشت زمان، یکنواختی پخش مطلق قطره‌چکان‌ها کاهش یافته و تفاوت معنی‌داری در مقادیر آن ایجاد شده است.

شکل 7 کاهش یکنواختی پخش مطلق قطره‌چکان‌ها در طول دوره آزمایش در تیمارهای مختلف آبیاری را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل، با افزایش شوری آب آبیاری، یکنواختی پخش مطلق قطره‌چکان‌ها در تیمار T بیشتر از تیمار RT کاهش می‌یابد.

ضریب یکنواختی کریستیانسن قطره‌چکان‌ها (U)

نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول 2 نشان می‌دهد که اثر نوع آب آبیاری، شوری و زمان بر ضریب یکنواختی کریستیانسن قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح 1 درصد است. بر



شکل 8- کاهش ضریب یکنواختی کریستیانسن قطره‌چکان‌ها در تیمارهای مختلف آبیاری

مقادیر آن ایجاد شده است.

شکل 9 کاهش یکنواختی آماری آبدی قطره‌چکان‌ها در طول دوره آزمایش در تیمارهای مختلف آبیاری را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل، با افزایش شوری آب آبیاری، یکنواختی آماری آبدی قطره‌چکان‌ها در تیمار T بیشتر از تیمار RT کاهش می‌یابد.

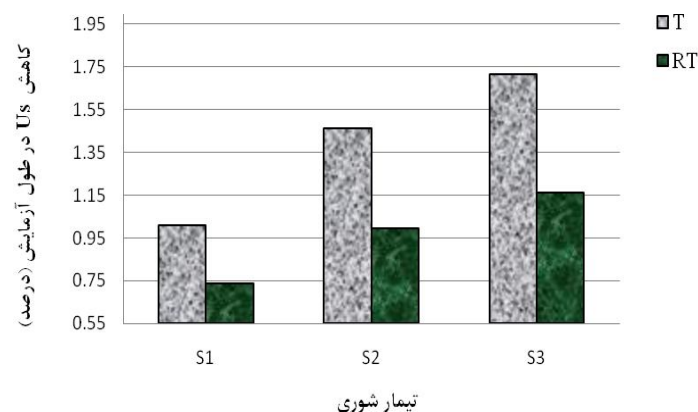
تغییرات آبدی قطره‌چکان‌ها (q_{var})

نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول 2 نشان می‌دهد که اثر نوع آب آبیاری و اثر زمان بر تغییرات آبدی قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح 1 درصد است. همچنین اثر شوری بر تغییرات آبدی قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح 5 درصد است. نتایج همچنین نشان می‌دهند که اثر متقابل نوع آب آبیاری و زمان و همچنین اثر متقابل شوری و زمان بر تغییرات آبدی قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح 5 درصد می‌باشد.

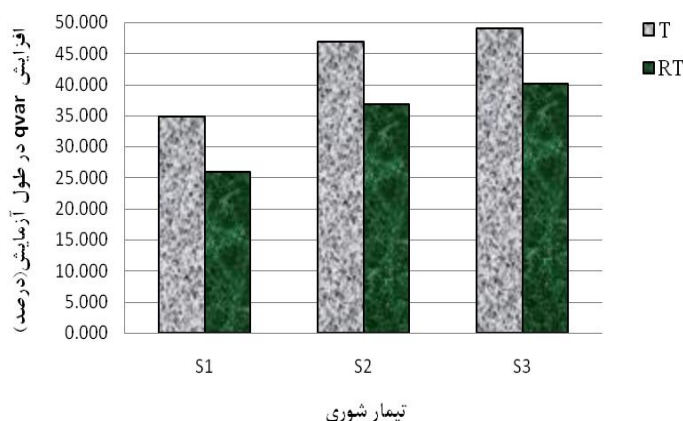
یکنواختی آماری آبدی قطره‌چکان‌ها (U_s)

نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول 2 نشان می‌دهد که اثر نوع آب آبیاری، شوری و زمان بر یکنواختی آماری آبدی قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح 1 درصد است. بر اساس نتایج این جدول، اثر متقابل نوع آب آبیاری و شوری آب آبیاری، نوع آب آبیاری و زمان و همچنین شوری آب آبیاری و زمان بر یکنواختی آماری آبدی قطره‌چکان‌ها دارای اختلاف معنی‌داری در سطح 1 درصد می‌باشد.

نتایج ارائه شده در جدول 3 نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین یکنواختی آماری آبدی قطره‌چکان‌ها در دو تیمار T و RT وجود دارد بطوریکه مقادیر یکنواختی آماری آبدی قطره‌چکان‌ها در تیمار RT بیشتر از تیمار T است. بر اساس نتایج ارائه شده در این جدول، با افزایش شوری آب آبیاری و همچنین با گذشت زمان، یکنواختی آماری آبدی قطره‌چکان‌ها کاهش یافته و تفاوت معنی‌داری در



شکل 9- کاهش یکنواختی آماری آبدی قطره‌چکان‌ها در تیمارهای مختلف آبیاری



شکل 10- درصد افزایش تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها در تیمارهای مختلف آبیاری

2- مقادیر متوسط آبدهی، ضریب یکنواختی، ضریب یکنواختی مطلق، ضریب یکنواختی کریستیانسن و یکنواختی آماری آبدهی قطره‌چکان‌ها در تیمارهای آبیاری شده با رینگ بیشتر از تیمارهای آبیاری شده بدون رینگ بود. مقادیر این پارامترها با گذشت زمان در هر دو تیمار آب آبیاری، کاهش یافت. کاهش مقدار این پارامترها در تیمارهای آبیاری شده بدون استفاده از رینگ، بیشتر از تیمارهای آبیاری شده با رینگ بود.

3- مقادیر ضریب تغییرات آبدهی و تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها در تیمارهای آبیاری شده با رینگ کمتر از تیمارهای آبیاری شده بدون رینگ بود. مقادیر این پارامترها با گذشت زمان در هر دو تیمار آب آبیاری، افزایش یافت. افزایش مقدار این پارامترها در تیمارهای آبیاری شده بدون استفاده از رینگ، بیشتر از تیمارهای آبیاری شده با رینگ بود.

4- بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق، استفاده از رینگ مروس در سیستم آبیاری قطره‌ای موجب کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها و بهبود عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای می‌شود.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت دانشگاه صنعتی اصفهان و نمایندگی شرکت مروس آلمان در ایران انجام یافته است که بدینوسیله سپاسگزاری می‌گردد.

نتایج ارائه شده در جدول 3 نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها در دو تیمار T و RT وجود دارد بطوریکه مقادیر تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها در تیمار RT کمتر از تیمار T است. بر اساس نتایج ارائه شده در این جدول، با افزایش شوری آب آبیاری و همچنین با گذشت زمان، تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها افزایش یافته و تفاوت معنی‌داری در مقادیر آن ایجاد شده است.

شکل 10 درصد افزایش تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها در طول دوره آزمایش در تیمارهای مختلف آبیاری را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل، با افزایش شوری آب آبیاری، تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها در تیمار T بیشتر از تیمار RT افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

نتایج کلی بدست آمده از این تحقیق را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

1- تیمار آب آبیاری (با استفاده از رینگ و بدون استفاده از رینگ)، شوری آب آبیاری و زمان اندازه‌گیری، تأثیر معنی‌داری بر تمامی پارامترهای اندازه‌گیری شده مربوط به ارزیابی سیستم آبیاری قطره‌ای شامل متوسط آبدهی، ضریب تغییرات آبدهی، ضریب یکنواختی، ضریب یکنواختی مطلق، ضریب یکنواختی کریستیانسن، یکنواختی آماری آبدهی و تغییرات آبدهی قطره‌چکان‌ها داشت.

منابع

- 1- عبدالصالحی ا، و بان‌نژاد ح. 1387. استفاده از میدان مغناطیسی با هدف جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری تحت فشار به منظور ارتقاء بهره‌وری و مدیریت تخصیص بهینه آب. دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران اهواز.
- 2- علیزاده ا. 1380. اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). مشهد.
- 3- کیانی ع. 1386. آب مغناطیسی پدیده‌ای نو در ارتقاء بهره‌وری آب. ماهنامه علمی تخصصی کشاورزی زیتون. شماره 183.

- 4- مصطفی زاده فرد ب. و معیدی نیا ع. ح. 1379. تأثیر ترکیبات شیمیایی مختلف آب آبیاری بر گرفتگی قطره چکانها در آبیاری قطره ای. مجله علوم کشاورزی ایران. شماره 31.
- 5- Ahmadaali Kh., Liaghat A. and Dehghanisanij H. 2009. The effect of acidification and magnetic field on emitter clogging under saline water application, *Agricultural Science*, 1:132-141.
- 6- Dehghanisanij H. and Riyahi H. 2004. Study on emitter clogging by usage in different salinity, *Agricultural Engineering Research Institute (AERI) of Iran*, Research Report, No. 379.
- 7- <http://www.Merusiran.com>.
- 8- Keller J. and Karmeli D. 1974. Trickle irrigation design parameters, *Trans. ASAE*, 17: 678-684.
- 9- Liu H. and Huang G. 2008. Laboratory experiment on drip emitter clogging with fresh water and treated sewage effluent, *Agricultural Water Management*, 96:745-756.
- 10- Mostafazadeh-Fard B., Khoshravesh M., Mousavi S.F. and Kiani A.R. 2011. Effects of Magnetized Water and Irrigation Water Salinity on Soil Moisture Distribution in Trickle Irrigation, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 137: 398-402.
- 11- Nakayama F.S. and Bucks D.A. 1991. Water quality in drip/trickle irrigation: a review, *Irrigation Science*, 12:187-192.
- 12- Sahin U., Anapali O., Donmez M.F. and Sahin F. 2005. Biological treatment of clogged emitters in a drip irrigation system, *Environmental Management*, 76: 338-341.



Merus Ring, a New Approach for Reducing Sediment in Drip Irrigation System

Kh. Barati^{1*}- B. Mostafazadeh-Fard²- A. A. Sheikhabaei³

Received:21-10-2013

Accepted:23-06-2014

Abstract

The main problem with trickle irrigation is the emitter's clogging. Using Merus ring is a new method for reducing sedimentation. The effect of Merus ring is based on molecular oscillations of salts in water and the performance of this device is not based on magnetic field. This study was performed in a field located at Isfahan University of Technology to investigate the effect of Merus ring on emitter's clogging. Two main treatments of irrigation water, one with Merus ring and another without Merus ring, and three sub-treatments of irrigation water salts were used. The experiment was run for three months and each treatment was irrigated for three hours every day. The results showed that the irrigation water treatment (irrigation with Merus ring and without Merus ring) had significant effect on average emitter's discharge (q_{av}) at 1% level and on distribution uniformity of emitters (EU) at 5% level. The average emitter's discharge and distribution uniformity of emitters were higher for the treatment of with Merus ring as compared to the treatment of without Merus ring. For both irrigation water treatments, q_{av} and EU decreased with time during the experiment, but the decrease was higher for the treatment of without using Merus ring. The results showed that the use of Merus ring causes lower emitter clogging and better irrigation performance.

Keywords: Irrigation water salts, Emitter's clogging, Molecular oscillations, Distribution uniformity of emitters

1,2- PhD Student and Professor of Water Engineering Department, Isfahan University of Technology, Isfahan
(*- Corresponding Author Email: kh_barati@yahoo.com)
3-Technical Manager of Merus Iran Company, Isfahan