نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۴، ص. ۵۸-۴۸

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 1, Mar.-Apr. 2015, p. 48-57

تأثیر آب مغناطیسی و شوری آب بر گرفتگی قطره‌چکان‌ها در آبیاری قطره‌ای

علیرضا کیانی[1*] – ابوطالب هزارجریبی[2] – طیبه دهقان[3] – مجتبی خوش روش[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۴

چکیده

در آبیاری قطره‌ای گرفتگی قطره¬چکان¬ها خصوصاً زمانی که آب‌های مورد استفاده کیفیت نامناسبی داشته باشند، یکی از موانع جدی است. در این پژوهش گرفتگی قطره چکان ها تحت تاثیر آب معمولی، مغناطیسی و اسیدی در سه سطح شوری آب آبیاری (غیرشور، ۷ و ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر) بررسی شد. طرح آزمایشی شامل کرت‌های خرد شده در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بود. به‌طورکلی نتایج نشان داد که دستگاه مغناطیس کننده آب که در این پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفت، در شرایطی که آب شور نباشد، مزیت نسبی بالاتری نسبت به آب غیرمغناطیس ندارد. در شرایطی که آب شور باشد، اختلاف بسیار جزئی و غیرمعنی‌دار بین تیمارهای آب مغناطیسی و غیرمغناطیسی با ارجحیت آب مغناطیسی مشاهده شد. در اکثر شاخص‌های مورد ارزیابی، تیمار اسیدی با دو تیمار آب مغناطیسی و غیرمغناطیسی اختلاف معنی‌داری نشان داد. گرفتگی قطره‌چکان‌ها با زمان و هم‌چنین افزایش میزان شوری آب آبیاری بیش‌تر شد به‌طوری‌که بیش‌ترین اختلاف مشاهده شده در بین تیمارها، در آخرین آبیاری و شوری ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر اتفاق افتاد.

واژه‌های کلیدی: آب مغناطیسی، گرفتگی قطره‌چکان‌ها، آب شور

مقدمه

برنامه‌ریزان اجرایی کشور در تلاشند تا هر ساله بر وسعت زمین‌های آبیاری تحت فشار با هدف استفاده کاراتر از آب بیافزایند. روش آبیاری قطره‌ای یکی از این روش‌هاست که در صورت تحقق آن اثربخشی فراوانی در جهت بهبود بهره وری آب خواهد گذاشت. در مناطق کم آب، کیفیت آب نیز تحت تاثیر آن قرار گرفته و به تدریج برای آبیاری نامساعد می‌گردد. اگرچه استفاده از روش‌های نوین آبیاری برای تعدیل اثر کم آبی لازم است، ولی ضروری است تا در گذر از روش‌های آبیاری سنتی و سطحی به روش‌های فوق به بررسی مسایل و مشکلات مبتلابه آنها که امکان وقوع دارند، ضمن استفاده از فنآوری‌های جدید، پرداخته شود.

در سیستم آبیاری قطره ای به‌دلیل قطر بسیار کوچک محل خروج آب، پتانسیل گرفتگی جزء ذات سیستم است. از آن‌جا که آب مورد استفاده در کشاورزی دارای ناخالصی‌های متعددی است، بخش قابل توجهی از هزینه آبیاری قطره ای، به فیلتراسیون سیستم اختصاص دارد. روش‌های مختلفی برای جلوگیری از رسوب املاح در داخل لوله‌ها و گرفتگی قطره‌چکان‌ها که در اثر عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پدید می آیند، وجود دارد. به‌طور کلی، روش‌های مرسوم به دو دسته روش‌های فیزیکی و شیمیایی تقسیم می‌شوند. در روش فیزیکی، مواد معلق و غیرآلی با استفاده از ته نشینی مواد، کاربرد فیلترهای شنی و توری تصفیه می‌شوند (۲). در روش شیمیایی، با استفاده از اسید شویی باعث کاهش pH آب و انحلال رسوبات کربنات شده که در نهایت منجر به خارج شدن املاح می‌شود و هم‌چنین با کلرزنی موجودات زنده (جلبک، قارچ و باکتری) که عوامل اصلی گرفتگی بیولوژیکی هستند، از بین می‌روند. در هر حال با توجه به روش‌های اشاره شده و هم‌چنین طراحی قطره‌چکان‌ها از نظر هیدرولیکی جهت تعدیل اثر گرفتگی، این روش‌ها نیز در تمام موارد موفقیت‌آمیز نبوده و مشاهده شده است که قطره‌چکان‌ها به‌مرور زمان انسداد پیدا نموده‌اند. آب مغناطیسی با عبور آب از میان یک آهنربای دایمی مستقر روی خط لوله، بوجود می‌آید. اثر مغناطیس روی آب به طور اتفاقی توسط دانشمندان روسی مشاهده شد. حرکت آب در داخل لوله ها باعث رسوب املاح روی جدار لوله ها گشته، ضمن کاهش سطح مقطع لوله ها و افزایش افت انرژی، عبور آب داخل

۱ – دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان
(*– نویسنده مسئول: (Email: Akiani71@yahoo.com
۲– دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳ و ۴– به ترتیب دانشجوی دکتری و استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

لوله‌ها را مختل می‌کند. آن‌ها دریافتند که آب مغناطیس شده جرم داخل لوله‌ها را پاک و از رسوب مجدد روی جدارلوله‌ها جلوگیری می‌کند. بنابراین مشاهده شده که با اعمال انرژی مغناطیسی می‌توان آب ساده را به مایعی با اثرات شیمیایی خاص تبدیل کرد، به طوری که خواص فیزیکی آب مغناطیسی شده از جمله دما، وزن مخصوص، کشش سطحی، ویسکوزیته و قابلیت هدایت الکتریکی آن تغییر می یابد. کاهش کشش سطحی آب، قدرت حلالیت آن را افزایش داده و درجه سختی را کاهش می دهد و با کاهش سختی، اکسیژن محلول افزایش می یابد (۸ و ۹). به‌منظور تشخیص تأثیر میدان مغناطیسی بر روی ساختار میکروسکوپی و خصوصیات ماکروسکوپی آب، تغییرات آن در اثر اشعه مادون قرمز، ماوراء بنفش و اشعه ایکس در مقایسه با آب خالص بررسی شد. نتایج نشان داد که میدان مغناطیسی زاویه تماس آب را کاهش و درجه شناوری مواد جامد را افزایش می‌دهد (۱۴).

به اعتقاد لیپوس و همکاران (۱۱)، تصفیه مغناطیسی آب نقش مهمی در میان روش¬های شیمیایی آب در خصوص کنترل رسوب ایفا می¬کند. ماهشواری و گریوال (۱۳) اثر آب مغناطیسی شده با شدت میدان ۳/۵ تا ۱۳۶ مینی تسلا را تحت کیفیت‌های مختلف بر روی کرفس و نخود از نظر عملکرد و بهره‌وری آب مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که اثر آب مغناطیسی با نوع گیاه و کیفیت آب متفاوت است. در گیاه کرفس آب مغناطیسی در غلظت های ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی گرم در لیتر از نظر عملکرد نسبت به آب غیرمغناطیسی به ترتیب در حدود ۱۲ و ۲۳ درصد و از نظر بهره وری آب ۱۲ و ۲۴ درصد افزایش داشت و از نظر آماری نیز معنی دار بود. در حالیکه اثر آب مغناطیسی در نخود مزیتی نسبت به آب غیرمغناطیسی نداشت. غوری و انصاری (۶) نیز در تحقیقات خود نشان دادند که لزجت آب در اثر میدان مغناطیسی نسبتا قوی (شدت میدان ۷/۵ کیلو گوس)، افزایش می‌یابد. وقتی آب از میان القاگر سیم‌پیچ می‌گذرد، مولکول‌های آب و یون–های کلسیم، القا می‌شوند. مولکول‌های القا شده آب، یون‌های کلسیم را تله انداخته و از تشکیل کربنات کلسیم جلوگیری می‌کند. هم‌چنین آب القا شده می‌تواند باعث تجزیه رسوب موجود حاضر شود. گابریلی و همکاران (۵) میزان تشکیل رسوب‌دهی آب مغناطیسی با شدت میدان ۰/۱۶ تسلا را با اندازه‌گیری مکرر تغییرات غلظت یون کلسیم در آب خروجی از دستگاه مغناطیسی بررسی کردند و نشان دادند که غلظت کلسیم تحت عملیات مغناطیسی کاهش می‌یابند. نتایج آزمایشات، تاثیر میدان مغناطیسی و مقدار جریان ورودی و تاثیر توام آنها بر کاهش خرابی تاسیسات صنعتی و منازل به منظور افزایش راندمان آبیاری و مدیریت تخصیص بهینه منابع آب در این تحقیق گزارش شده است. لاهورتا و همکاران (۱۰) پارامترهای سختی کل، کشش سطحی، اسیدیته و هدایت الکتریکی ۴۰ نمونه آب را اندازه‌گیری کردند و به‌این نتیجه رسیدند که تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین نمونه‌های مغناطیس وغیرمغناطیس وجود ندارد. عرب (۳) تأثیر آب مغناطیسی با شدت میدان ۰/۳ تسلا را به مدت ۲ ساعت بر یکنواختی پخش آب در قطره‌چکان‌ها را مورد بررسی قرار داد. نتایج حکایت از این مطلب داشت که آبیاری با آب مغناطیسی گرفتگی قطره‌چکان‌ها را کاهش و یکنواختی پخش آب را افزایش داد. به‌طوری‌که متوسط دبی قطره‌چکان‌ها در انتهای دوره آزمایش در تیمار آب مغناطیسی بیش تر از تیمار آب غیرمغناطیسی بود.

در مورد فنآوری مغناطیسی کردن آب و کاربرد آن در زمینه مسایل کشاورزی به‌صورت عام و در مورد گرفتگی قطره چکان‌ها در روش آبیاری قطره‌ای بصورت خاص، در منابع به بصورت منسجم که مستند از پروژه‌های تحقیقاتی باشد، بسیار اندک است. هم اکنون این فن‌آوری در بعضی از کشورها خصوصاً کشورهای حوزه خلیج فارس مورد استفاده قرار می‌گیرد. در داخل کشور نیز اخیرا چند شرکت مبادرت به وارد کردن و ساخت دستگاه‌های مغناطیس‌کننده آب نموده و در بخش کشاورزی در حال بکارگیری است و نتایج مشاهده‌ای آنها هنوز مشخص نیست. این پژوهش با هدف افزایش دانش در زمینه کاربرد فن‌آوری مغناطیسی آب و تاثیر آن برگرفتگی قطره‌چکان‌ها در سامانه آبیاری قطره‌ای طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی، ارتفاع ۱۳/۳ متر از سطح دریا و میزان بارندگی سالانه ۴۵۰–۴۰۰ میلی‌متر به در سال ۹۰–۱۳۸۹ اجرا در آمد. طرح آزمایشی به¬صورت کرت های خرد شده در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل سه تیمار مختلف مدیریت برای رفع گرفتگی قطره‌چکان‌ها شامل آب مغناطیسی (M)، آب معمولی یا غیرمغناطیسی (N) و اضافه کردن اسید (A) برای حفظ pH آب در حد ۶ به همراه سه سطح شوری شامل آب معمولی یا چاه با شوری ۰/۶ (S1)، آب با شوری ۷ (S2) و ۱۴(S3) دسی زیمنس بر متر بودند. دراین طرح از سیستم آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) استفاده شد و مزرعه آزمایشی فاقدکشت بود. در طی دوره آزمایش، ۱۰ بار به فاصله تقریبی ۱۰ روزه و هر بار به اندازه سه ساعت، آبیاری انجام شد. تیمارهای کیفیت آب با استفاده از نسبت‌های مساوی از نمک طعام و کربنات کلسیم که در داخل یک تانکر ۲۰۰۰ لیتری حل شده و با شوری سنج قابل حمل، کنترل می‌شدند، ساخته شدند.

قطره چکان‌های مورد استفاده ساخت شرکت نتافیم با دبی اسمی ۴ لیتر در ساعت بودند. سیستم انتقال آب داخل مزرعه شامل یک عدد

لوله اصلی به قطر ۶۴ میلی‌متر و لوله‌های فرعی به قطر ۱۶ میلی‌متر از جنس پلی‌اتیلن سیاه رنگ بود. سیستم مورد استفاده شامل سه زیر واحد بوده و هر زیر واحد دارای ۹ عدد لوله فرعی به طول ۴۰ متر با فاصله یک متر از یکدیگر قرار داشتند. در ابتدای هر زیر واحد، یک عدد شیر تنظیم آب برای کنترل قطع و وصل جریان نصب شده بود. فاصله قطره‌چکان‌ها رور خط یک متر و تعداد ۴۰ عدد قطره¬چکان روی هر لوله فرعی نصب شده بود. بدین ترتیب در هر زیر واحد ۳۶۰ عدد قطره‌چکان وجود داشت (شکل ۱). برای ایجاد میدان مغناطیسی در سیستم آبیاری قطره‌ای، از دو دستگاه به طور همزمان استفاده شد (ساخت شرکت صبا پارسیان). دستگاه اول از یک آهنربای دائمی تشکیل شده که برای استفاده از این دستگاه، مگنت‌هایی به دور لوله اصلی آبیاری قطره‌ای و در ابتدای محل ورودی آب به تیمارهای آب مغناطیسی نصب گردید. مگنت‌های مورد استفاده مغناطیس‌هایی از جنس سرامیک دایم با نام تجاری "Saba Poul" و شدت ۰/۳ تسلا بود. دستگاه دوم از جریان الکتریسیته برای تولید میدان مغناطیسی استفاده کرد و نام تجاری این دستگاه "Big Magnet Water" و شدت میدان آن برابر ۰/۰۳ کیلو وات–ساعت بود. بر اساس مشخصات تعداد قطره‌چکان ها، سرعت آب در لوله اصلی تیمار مغناطیس برابر ۰/۱۲ متر بر ثانیه بود.

در هر آزمایش، مقدار دبی خروجی قطره چکان‌ها با روش حجمی در چند نقطه از طول مسیر لوله فرعی به منظور بررسی تغییرات احتمالی در میزان آبدهی قطره‌چکان‌ها اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی سیستم با استفاده از اندازه گیری های مورد نیاز، راندمان پخش (EU)، ضریب تغییرات ساخت (CV) و تغییرات دبی (qvar) در تیمارهای مختلف به شرح زیر برآورد شدند (۱۲).

$$EU = 100(1 - 1.27\frac{C_v}{\sqrt{N_p}})\frac{q_{\min}}{q_a} \qquad (۱)$$

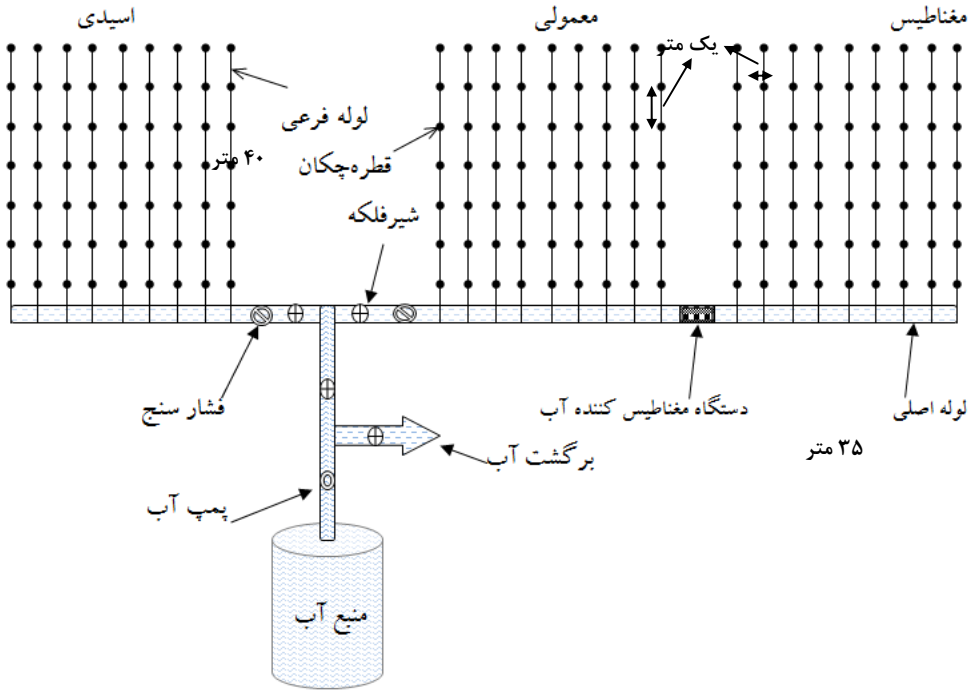
که در آن: EU =یکنواختی پخش بر حسب درصد، Cv = ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان، qmin و qa = به ترتیب حداقل و متوسط دبی قطره چکان‌ها بر حسب لیتر در ساعت و Np= حداقل تعداد قطره‌چکان‌ها هستند.

$$C_v = \frac{S}{q_a} \qquad (۲)$$

که در آن: Cv = ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌ها و S = انحراف معیار دبی قطره‌چکان‌ها هستند.

تغییرات دبی قطره چکان ها با استفاده از فرمول زیر به‌دست می‌آید:

$$q_{\text{var}} = \frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_{\max}} \qquad (۳)$$



شکل ۱- نمای کلی طرح آزمایشی

Figure 1- Schematic of the experimental design

که در آن: qvar= تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها و qmaxحداکثر دبی قطره‌چکان‌ها برحسب لیتر بر ساعت می‌باشد.

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارSAS و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام و درجه تاثیر آب مغناطیسی بر پارامترهای مورد نظر مشخص شد.

نتایج و بحث

جداول ۱ و ۲ به ترتیب نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های متغیرهای مورد بررسی را نشان می‌دهد. نتایج آنالیز واریانس داده ها نشان داد که اثر مدیریت‌های مختلف آب آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای (آب معمولی، آب مغناطیسی و اضافه کردن اسید) و سطوح مختلف کیفیت آب بر همه پارامترهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار شد (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌های انجام شده بین عوامل مورد اندازه‌گیری از نظر نوع مدیریت آبیاری، حکایت از این نکته دارد که در تمام موارد بین دو نوع آب معمولی و مغناطیسی تفاوت معنی‌داری وجود نداشته ولی آب اسیدی از نظر آماری در گروه متفاوت با دو نوع آب ذکر شده قرار داشت. دو نوع آب مغناطیس و معمولی از نظر شاخص های مورد بررسی در این آزمایش، اگرچه اختلاف معنی‌داری ندارند، اما در تمام موارد آب مغناطیسی نسبت به آب معمولی برتری نسبی دارد. مثلاً متوسط دبی قطره‌چکان‌ها (qa)، راندمان پخش (Eu) در آب مغناطیسی بالاتر از آب معمولی است و ضریب تغییرات (Cv) و تغییرات دبی (qavg) در آب مغناطیسی پایین‌تر از آب معمولی است. به‌طور کلی افزایش شوری باعث کاهش میزان دبی قطره چکان ها در حدود ۴ درصد (از ۴/۰۶ در تیمار آب چاه به ۳/۹ لیتر در ساعت در تیمارهای آب شور)، کاهش راندمان پخش به میزان ۱ درصد، کاهش ضریب یکنواختی به میزان ۴ درصد و از طرف دیگر افزایش شوری باعث افزایش ضریب تغییرات ساخت و تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها به ترتیب به میزان ۹۵ و ۱۱۲ درصد شده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس پارامترهای اندازه‌گیری شده

Table 1- Variance analysis of the some measured parameters

منبع تغییرات (Source of variation)	درجه آزادی (DF)	میانگین مربعات (mean square)			
		q_a	Eu	CV	q_{var}
آب آبیاری (irrigation,I)	2	0.05^{**}	5.32^{**}	9.92^{**}	12.14^{**}
خطا (error)	6	0.00	0.45	0.80	0.64
شوری (salinity)	2	0.08^{**}	2.59^{**}	5.15^{**}	20.48^{**}
شوری در آب آبیاری (I*S)	4	0.03^{**}	0.48	0.92	2.79
خطا (error)	12	0.00	0.38	0.74	1.44

* و **- به ترتیب بیانگر معنی‌دار بودن تیمارها در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند

* and ** respectively are; significant at 5% and 1% level

جدول۲- مقایسه میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده

Table2- Mean comparison of the some measured parameters

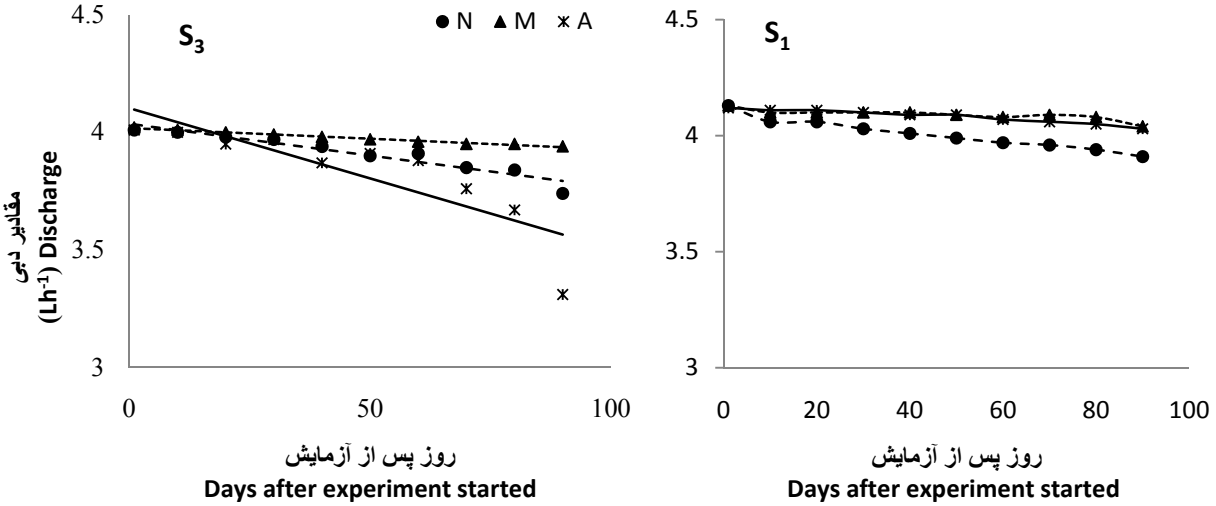
تیمار ها (treatments)	q_a (Lh^{-1})	Eu (%)	CV (%)	q_{var} (%)
(I) آب آبیاری				
(N)غیر مغناطیسی	3.966^{a}	98.52^{a}	1.98^{b}	4.01^{b}
(M) مغناطیسی	4.020^{a}	98.87^{a}	1.52^{b}	3.21^{b}
(A) اسیدی	3.966^{b}	97.40^{b}	2.97^{a}	5.50^{a}
(S) شوری				
آب چاه (S_1)	4.059^{a}	98.82^{a}	1.18^{b}	2.52^{b}
(S_2) 7dSm^{-1}	3.888^{b}	98.23^{ab}	2.35^{ba}	4.84^{a}
(S_3) 14 dSm^{-1}	3.905^{b}	97.74^{b}	2.95^{a}	5.35^{a}

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns by LSD test (P<0.05)

شکل ۲ تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها طی دوره آزمایش در تیمارهای مختلف را در آب غیرشور (S1) و شور (S3) نشان می دهد. به‌طور کلی نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار متوسط دبی قطره‌چکان‌ها در ابتدای دوره آزمایش بوده و با گذشت زمان، در همه تیمارهای مدیریتی برای رفع گرفتگی، دارای روند نزولی می‌باشد. مغناطیس نمودن آب تا شوری ۷ دسی زیمنس بر متر، اثری بر میزان دبی و در نتیجه بر گرفتگی قطره چکان‌ها نداشته ولی باشورتر شدن آب آبیاری و هم‌چنین با گذشت زمان، اثر مثبت آن در کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها نسبت به تیمار غیرمغناطیس نمایان‌تر شد. بطوریکه میزان کاهش دبی در انتهای آزمایش نسبت به ابتدای آزمایش در تیمار NS3 و MS3 به ترتیب برابر با ۸ و ۱/۵ درصد بود. اختلاف دو تیمار آب مغناطیسی و غیرمغناطیسی در اوایل آزمایش کم، ولی با گذشت زمان اختلاف بین میزان دبی عبوری از قطره‌چکان‌ها بیشتر شده است. این مهم حکایت از این نکته دارد که احتمالاً در صورت کارکرد مداوم سیستم آبیاری قطره‌ای به مدت طولانی‌تر که پتانسیل گرفتگی قطره‌چکان‌ها افزایش می‌یابد، آبیاری مغناطیسی در آب های شور در کاهش گرفتگی نسبت به آب معمولی اثربخشی بیشتری خواهد داشت. هیگاشیتانی و همکاران (۷) اثر میدان مغناطیسی بر مراحل ته‌نشینی کربنات کلسیم و سولفات کلسیم را بررسی کردند. آنها دریافتند که اگر آب به دفعات تحت تاثیر میدان مغناطیسی قرار گیرد، کلسیت‌ها به آراگونیت تغییر می‌یابند و در این شرایط، املاح قدرت رسوب خود را از دست می‌دهند. در شرایط آبیاری با آب غیرشور، مقدار دبی متوسط قطره‌چکان‌ها در تیمار آب معمولی دارای کاهش بیش‌تری نسبت به دو تیمار دیگر بوده است (شکل ۲). به‌عبارت دیگر اسیدی کردن آب و هم‌چنین آب مغناطیسی، دارای قابلیت کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها برای آبیاری با آب غیرشور می‌باشد. احمد آلی و همکاران (۱) اثرات اسید شویی و آب مغناطیسی روی گرفتگی قطره‌چکان‌های مختلف در شرایط آب شور را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که اعمال اسید شویی و آب مغناطیسی، باعث کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها شده بود. با افزایش شوری آب آبیاری، پتانسیل رسوب کربنات کلسیم افزایش یافته و بر میزان گرفتگی قطره چکان‌ها و در نهایت کاهش متوسط دبی قطره‌چکان‌ها افزوده شده است. با اضافه کردن اسید در آب های شور ناشی از حل شدن املاح کربنات کلسیم و نمک طعام در آب معمولی، ایجاد رسوب سفید رنگ سولفات کلسیم و همچنین سولفات سدیم، شدت بیشتری یافته و درنتیجه، گرفتگی قطره‌چکان‌ها در این تیمارها افزایش بیش‌تری یافته است.

یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها بصورت تابعی از زمان در تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. تغییرات یکنواختی پخش تحت تاثیر تیمارهای مختلف حکایت از تغییرات بسیار اندک و غیرمعنی دار در سطوح شوری S1 برای هر سه نوع مدیریت آبیاری دارد. با افزایش غلظت املاح آب آبیاری و با گذشت زمان یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها نسبت به تیمار غیرشور با آهنگ بیشتر کاهش یافت. ملاحظه می‌گردد که تغییرات یکنواختی پخش در اوایل آزمایش بین تیمارها بسیار اندک و با گذشت زمان و افزایش پتانسیل گرفتگی قطره‌چکان‌ها اختلاف‌ها بیش‌تر شد. اطلاعات جدول ۳ نشان می‌دهد که در ابتدای دوره آزمایش در هر سه تیمار شوری آب آبیاری میزان یکنواختی پخش درتیمار آب مغناطیسی برابر با تیمار آب غیرمغناطیسی بود.



شکل۲- تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها به‌صورت تابعی از زمان در تیمارهای مختلف مدیریتی و آبیاری با آب غیرشور (S_1) و شور (S_3)

Figure 2- Emitters discharge variation as function time in different management treatments and irrigation with non-saline (S_1) and saline (S_3) water

اما با گذشت زمان این اختلاف هم در بین تیمارهای شوری آب آبیاری و هم در بین تیمارهای آب آشکارتر گردید. در انتهای دوره آزمایش یکنواختی پخش در تیمارهای آب مغناطیسی بیشتر از تیمارهای آب غیرمغناطیسی و اسیدی بود. مقدار EU در انتهای آزمایش در شورترین تیمار (S3) در تیمار مغناطیسی نسبت به تیمارهای غیرمغناطیسی و اسیدی به ترتیب ۲ و ۱۸ درصد بیشتر بود. برای تیمار آب اسیدی در دو تیمار شوری S2 و S3 بدلیل گرفتگی بیشتر و تشکیل نمک، یکنواختی پخش کاهش بیشتری در مقایسه با آب مغناطیسی و غیرمغناطیسی داشت. مقدار کاهش یکنواختی پخش در انتهای آزمایش نسبت به ابتدای آزمایش در تیمارهای NS1، MS1 و AS1 به ترتیب ۱/۴، ۰/۹۱ و ۱/۲ درصد بود. نتیجه این‌که در شرایط غیرشور عملکرد آب مغناطیسی و آب غیرمغناطیسی در یکنواختی پخش قطره چکان ها یکسان بود. اما کاهش یکنواختی پخش در انتهای آزمایش نسبت به ابتدای آزمایش در تیمارهای NS3، MS3 و AS3 به ترتیب ۴/۱، ۲/۶ و ۲۲ درصد بود. این نتیجه حکایت از عملکرد مطلوب‌تر آب مغناطیسی در افزایش یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها در شرایط کاربرد آب شور خصوصاً پس از استفاده مکرر از سیستم آبیاری قطره‌ای دارد. به‌طور کلی در همه حالات روند تغییرات یکنواختی پخش قطره چکان ها با افزایش تعداد آزمایش و گذشت زمان کاهشی است ولی شیب و نرخ کاهش در تیمارهای مدیریت گرفتگی و شوری یکسان نیست. نتایج بررسی عرب (۳) نشان داد که آبیاری با آب مغناطیسی گرفتگی قطره‌چکان‌ها را کاهش و یکنواختی پخش آب را افزایش داد. به‌طوری‌که متوسط دبی قطره‌چکان‌ها در انتهای دوره آزمایش در تیمار آب مغناطیسی بیش‌تر از تیمار آب غیرمغناطیسی بود. نتایج بررسی دی¬ملو و همکاران (۴) نشان داد که گرفتگی‌های جزئی وکلی قطره چکان‌ها و در نتیجه ضریب تغییرات با گذشت زمان افزایش و یکنواختی توزیع آب کاهش یافت.

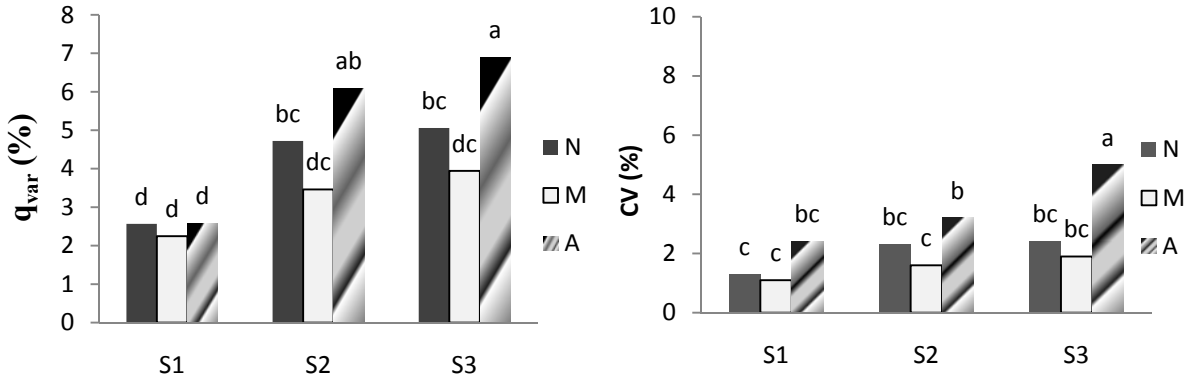
مقایسه میانگین ضریب تغییرات ساخت و درصد تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها در ۱۰ مرحله آزمایش در شکل۳ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که مقدار Cv بین تیمارهای آب غیرمغناطیسی، مغناطیسی و اسیدی در تیمار آب معمولی اختلاف معنی‌داری وجود نداشته اما در آب اسیدی تیمار S3 اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها داشت. روند تغییرات نشان داد که ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان با افزایش غلظت املاح در هر سه آب آبیاری افزایش پیدا کرد. کمترین مقدار ضریب تغییرات Cv مربوط به تیمار S1 و بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار S3 است. هم چنین میزان ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌ها اگر چه در تیمار آب مغناطیسی کم تر از تیمار آب غیرمغناطیسی و آب اسیدی بود ولی اختلاف ها از نظر آماری غیرمعنی دار بود (شکل۳). مشاهده شد ضریب تغییرات ساخت قطره‌چکان‌ها تحت تاثیر شوری و اسیدی شدن آب آبیاری قرار گرفته ولی مغناطیسی کردن آب در ضریب CV قطره چکان ها اثر معنی‌داری نداشت.

درصد تغییرات دبی قطره‌چکان (qvar) با افزایش غلظت املاح در هر سه آب آبیاری افزایش پیدا کرد. بیشترین تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها مربوط به تیمار آب اسیدی، در شرایط کاربرد آب شور و کمترین تغییرات دبی مربوط به تیمار آب مغناطیسی در همه شرایط بود. نتایج مقایسه میانگین تغییرات دبی قطره چکان ها در تیمارهای مختلف نشان داد که در همه حالات بین دو تیمار آب مغناطیسی و غیرمغناطیسی اختلافات مشاهده شده غیرمعنی‌دار بود.

جدول۳- مقادیر یکنواختی پخش آب قطره‌چکان‌های مورد مطالعه در طول دوره آزمایشی

Table 3- The amounts of emission uniformity in emitters during the experiment

زمان از شروع آزمایشات (روز) (Days after experiment started)											
90	80	70	60	50	40	30	20	10	1	تیمار آب آبیاری (Irrigation treatments)	تیمار شوری (Salinity treatments)
98.0	98.2	98.5	98.8	98.8	98.9	98.9	98.9	99.2	99.4	N	
98.4	98.6	98.7	98.8	99.0	99.0	99.2	99.2	99.3	99.3	M	S_1
98.3	98.4	98.5	98.6	98.7	98.7	98.9	99.0	99.0	99.2	A	
94.4	96.8	97.1	98.1	98.2	98.3	98.3	98.5	98.8	98.4	N	
96.9	98.2	98.3	98.4	98.5	98.6	98.7	99.1	99.1	99.3	M	S_2
93.6	95.5	95.8	95.9	96.8	97.4	97.7	98.4	98.5	98.8	A	
95.0	96.8	96.9	97.0	97.3	98.2	98.4	98.5	98.6	99.0	N	
96.8	97.0	97.5	98.0	98.3	98.3	98.6	98.7	98.8	99.3	M	S_3
81	93.9	95.5	96.4	96.6	97.4	98.2	98.2	98.6	98.7	A	



شکل۳- مقایسه میانگین ضریب تغییرات ساخت (C_v) و درصد تغییرات دبی (q_{var}) قطره‌چکان‌ها در تیمارهای مورد آزمایش (حروف مشابه، به معنی غیرمعنی‌داری تیمارها با احتمال ۵ درصد است)

Figure 3- Mean comparison of the C_v and q_{var} of emitters in different treatments (Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.05)

ولی با شور شدن آب کاربردی بین تیمارهای آب اسیدی با دیگر تیمارها (مغناطیسی و غیر مغناطیسی) اختلاف معنی دار شد (شکل۳). با افزایش شوری به دلیل افزایش گرفتگی قطره‌چکان‌ها و توزیع غیریکنواخت آب، دبی قطره‌چکان‌ها نیز تغییرات بیش‌تری داشت. ملاحظه شد که در تیمار S1 درصد تغییرات دبی در هر سه نوع مدیریت گرفتگی قطره‌چکان‌ها بسیار نزدیک و غیرمعنی‌دار بود. به عبارت دیگر در آب غیرشور گرفتگی قطره‌چکان‌ها در بازه زمانی آزمایش بسیار اندک بوده و طبیعی است تیمارهای گرفتگی تاثیری در تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها نداشته باشد. با افزایش شوری بیش‌ترین تغییرات دبی نسبت به زمان مربوط به تیمار آب اسیدی است. آب اسیدی به دلیل واکنش با ترکیب سدیم کلراید و کلسیم کربنات در مجاورت آب با ایجاد رسوب سفید رنگ عامل غیر یکنواختی در خروج آب از قطره چکان ها شد. نوسانات زیاد در دبی نسبت به زمان در تیمار آب اسیدی به خاطر گرفتگی و رفع گرفتگی متناوب روزنه‌های قطره‌چکان‌ها با رسوبات بود. نتایج نشان داده است که مثلاً در تیمار NS1 مقدار تغییرات دبی در ابتدای آزمایش از ۰/۹۶ درصد به ۴/۳ درصد در انتهای آزمایش افزایش یافت، در حالی که در تیمار NS3 از ۲ درصد به ۱۱ درصد در انتهای آزمایش رسید.

نتیجه‌گیری کلی

با افزایش شوری آب آبیاری، پتانسیل رسوب کربنات کلسیم افزایش یافته و بر میزان گرفتگی قطره چکان‌ها و در نهایت کاهش متوسط دبی قطره‌چکان‌ها افزوده می‌شود. یکی از روش‌های جدیدِ پیشنهادی برای تعدیل گرفتگی قطره‌چکاه‌ها و اصولاً کاهش مقدار رسوب در لوله های آبیاری، استفاده از فن آوری مغناطیسی آب است. به‌طورکلی در یک جمع‌بندی نهایی با توجه به شاخص‌های مورد ارزیابی شامل: تغییرات دبی، یکنواختی پخش و ضریب تغییرات ساخت قطره چکان ها، دستگاه مغناطیس کننده آب که در این پژوهش مورد ارزیابی قرار گرفته است (ساخت شرکت صبا پارسیان)، در شرایطی که آب غیرشور باشد، مزیت نسبی بالاتری نسبت به آب غیرمغناطیس نشان نداده است. در شرایطی که آب شور باشد، اختلاف بسیار جزئی و غیرمعنی‌دار بین تیمارهای آب مغناطیسی و غیرمغناطیسی با ارجحیت آب مغناطیسی مشاهده شد. مغناطیس نمودن آب تا شوری ۷ دسی زیمنس بر متر، اثری بر میزان دبی و در نتیجه بر گرفتگی قطره چکان ها نداشته ولی باشورتر شدن آب آبیاری و هم‌چنین با گذشت زمان، اثر مثبت آن در کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها نسبت به تیمار غیرمغناطیس نمایان‌تر شد. به‌طوری‌که میزان کاهش دبی در انتهای آزمایش نسبت به ابتدای آزمایش در شورترین تیمار (S3) در حالت آب معمولی و مغناطیسی به ترتیب برابر با ۸ و ۱/۵ درصد بود. در انتهای دوره آزمایش یکنواختی پخش(EU) در تیمارهای آب مغناطیسی بیش‌تر از تیمار¬های آب غیر¬مغناطیسی و اسیدی بود. مقدار EU در انتهای آزمایش در شورترین تیمار (S3) در تیمار مغناطیسی نسبت به تیمارهای غیرمغناطیسی و اسیدی به ترتیب ۲ و ۱۸ درصد بیش‌تر بود. بیش‌ترین تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها مربوط به تیمار آب اسیدی، در شرایط کاربرد آب شور و کم‌ترین تغییرات دبی مربوط به تیمار آب مغناطیسی در همه شرایط بود. در اکثر شاخص‌های مورد ارزیابی، تیمار اسیدی با دو تیمار آب مغناطیسی و غیرمغناطیسی دارای اختلاف معنی‌دار با عدم ارجحیت تیمار اسیدی، داشت. گرفتگی قطره‌چکان‌ها با زمان و هم‌چنین افزایش میزان شوری آب آبیاری بیش تر شده است، به‌طوری‌که بیش‌ترین اختلاف مشاهده شده در بین تیمارها، در آخرین آبیاری اتفاق افتاد.

منابع

1- Ahmad Aali K., Liaghat A., and Dehghanisanij H. 2009. The Effect of Acidification and Magnetic Field on Emitter Clogging under Saline Water Application. Journal of Agricultural Science, 1(1): 132-141.

2- Alizadeh A. 2001. Principles and practices of trickle irrigation. Imam Reza university press, Pp 450.

3- Arab A. 2009. The effect of magnetized water on emitter clogging and uniformity of distribution of water in trickle irrigation, M. Sc. Thesis, Department of Irrigation and Drainage Isfahan University of Technology.

4- De Melo R.F., Coelho R.D., and Teixeira M.B. 2008. Clogging of commercial drippers by calcium and magnesium precipitates using four langelier saturation indexes. Revista Irrig, 13(4): 525-539.

5- Gabrielli C., Jaouhari R., Maurin G., and Keddam M. 2001. Magnetic water treatment for scale prevention.Water Research, 35(13): 3249-3259.

6- Ghauri S.A., and Ansari M.S. 2006. Increase of water viscosity under the influence of magnetic field. Journal of Applied Physics, 100(6): 66-101.

7- Higashitani K., Kage A., Katamura S., Imai K., and Hatade S. 1993. Effects of a magnetic field on the formation of $CaCO_3$ particles. J. Colloid and Interface Science, 156: 90-95.

8- Kiani A.R. 2007. Magnetized water, new to increase water productivity. Zeiton scientific and specific monthly in agriculture, No 183:1-9. (in Persian).

9- Kiani A.R., and Arab A. 2010. Magnetized water, principles and advantages. Zeiton scientific and specific monthly in agriculture, No 214:57-62. (In Persian)

10- Lahuerta Zamora L., Anton Fos G.M., Aleman P.A., and Martin Algarra lopez R.V. 2008. Magnetized Water: Science or Fraud. Journal of Chemical Education, 85: 1416-1418.

11- Lipus L., Krope J., and Crepinsek L. 2001. Dispersion destabilization in magnetic water treatment, Journal of Colloid and Interface Science, 236: 60-66.

12- Merriam J.L., and Keler J. 1978. Farm irrigation system evaluation: A guide for management, department of Agriculture Engineering, California, Polytechnic, State University, Vol. l.

13- Maheshwari B.L., and Grewal H.S. 2009. Magnetic treatment of irrigation water: Its effects on vegetable crop yield and water productivity. Agricultural Water Management, 96: 1229-1236

14- Pang Xiao-feng and Deng Bo. 2008. The changes of macroscopic features and microscopic structure of water under influence of magnetic field. Physical B, 403: 3571-3577.

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 1, Mar.-Apr. 2015, p. 48-57

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، فروردین –اردیبهشت ۱۳۹۴، ص. ۵۷-۴۸

An Investigation of Emitters Clogging Under Magnetic Field and Water Quality

A. Kiani[1*]- A. Hezarjaribi[2]- T. Dehghan[3]- M. Khoshravesh[4]

Received: 05-11-2013
Accepted: 04-01-2015

Introduction: Water scarcity is one of the major problems for crop production. Using drip irrigation as an effective method in the efficient use of water is expanding in arid and semi-arid regions. One of the problems in under pressure irrigation during use of saline, unconventional and waste is emitters clogging. There are several ways to prevent particle deposits in pipes and clogging of emitters. Generally, conventional methods are divided into two categories: physical and chemical methods. In physical method, suspended solids and inorganic materials are removed using particles sediment sand and disc filters. In the chemical method the pH drops by adding acid to water resulting in the dissolution of carbonate sediments. With chlorine handling, organisms (i.e. algae, fungi and bacteria) that are the main causes of biological clogging are destroyed. However, the application of these methods is not successful in all cases. It has been observed that the emitters have gradually become obstructed. Magnetic water is obtained by passing water through permanent magnets or through the electromagnets installed in or on a feed pipeline. When a fluid passes through the magnetized field, its structure and some physical characteristic such as density, salt solution capacity, and deposition ratio of solid particles will be changed. An experimental study showed that a relatively weak magnetic influence increases the viscosity of water and consequently causes stronger hydrogen bonds under the magnetic field.There exist very few documented research projects related to the magnetization of water technology and its application to agricultural issues in general and emitter clogging in drip irrigation method, in particular. This technology is already used in some countries, especially in the Persian Gulf states. This research was designed and implemented aimed at increasing knowledge about the application of magnetic technology and its effects on emitters clogging in the drip irrigation system.

Materials and Methods: A field experiment was carried out in 2011 in Gorgan Agricultural Research Station to study emitter clogging in drip irrigation using magnetic, non-magnetic and acidic water under salinity condition. The geographical location of the farm was 36° 55′ N, 54° 25′ E and 13.3 m above mean sea level with annual rainfall 400-450 mm. The experiment was laid out with a split plot in a complete randomized block design with three replications. The treatments included three treatments of the management of emitters clogging including, magnetized water (M), non-magnetized water (N) and acidic water (A) plus using three water quality levels namely, well water (S_1), saline waters 7 (S_2) and 14 (S_3) dS m^{-1}. Two methods were simultaneously used to magnetize water. In the first method, an electromagnet was installed around the sub-main pipe before the flow of water to the laterals. The amount of power required to magnetize the irrigation water was 0.03 kW-h of electricity per m^3 of water. In the second method, the permanent magnets (ceramic magnets) were installed around the sub-main pipe before the laterals. In the second method the power requirement was 0.3 Tesla. To assess the emitter clogging, discharge and its variations as a function of time, emission uniformity, uniformity coefficient, and coefficient of variation were estimated and analyzed.

Results and Discussion: The results of variance analysis showed that the effect of different irrigation management in irrigation system (N, M and A treatments) and different levels of water quality on all parameters were significant. Statistical comparison showed that in all cases there were no significant differences between magnetized water and non-magnetized water treatments. However, acidic water was statistically different from the two types of water mentioned. Both magnetic and conventional indices were examined in this study. However, no significant difference was observed. But in all cases, using magnetic water is advantageous compared with using non-magnetized water. The overall results have shown that the use of magnetized water in this study, in the non-saline water condition, does not offer a relatively higher advantage compared to the use of

1-Associate Professor of Agricultural Engineering Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Training Center, Gorgan, Iran
(*-Corresponding Author Email: Akiani71@yahoo.com)
2- Associate Professor of Water Engineering Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Golestan, Iran
3, 4- Ph.D Candidate and Assistant Professor of Water Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, Respectively

non-magnetized water.

Conclusion: For saline water, insignificant differences were observed between magnetic and non-magnetic water treatments, however magnetic water was slightly preferable. Most of the indicators that were assessed showed that acid water treatment was significantly different from magnetic and non-magnetic water treatments. Thus, acid water treatment is not preferable. Emitter clogging with increase of time and the salinity level of irrigation water increased; the greatest difference between the treatments occurred in S_3 and the last irrigation treatments. Magnetic water up to salinity level of 7 dS m^{-1}, had no effect on the flow rate and thus on the emitter clogging. However, when using saline irrigation water and also with the increase of time, emitter clogging in magnetic water treatment was lower compared with non-magnetic treatment.

Keywords: Emitters clogging, Magnetized water, Saline water