بررسی تأثیر کودآبیاری بر گرفتگی سه نوع قطره‌چکان در سیستم آبیاری قطره‌ای

فاطمه گنجی[۱]، حلیمه پیری[۲]، مجید بهزاد[۳]، سعید برومند نسب[۳]

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۱/۱۴
تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۸/۱۲

مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد

چکیده

در این تحقیق اثر کودآبیاری بر گرفتگی قطره‌چکان‌ها و عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای مورد بررسی قرار گرفت. طرح در قالب بلوک‌های تصادفی انجام شد که متغیرها عبارت بودند از: سه تیمار کود (اوره ۴۶٪ ازت) شامل تیمار F_0 بدون استفاده از کود، دو تیمار F_1 و F_2 به ترتیب با غلظت‌های ۰/۰ ۵ گرم بر لیتر و ۰/۰ ۸ گرم بر لیتر و سه نوع قطره چکان (طولانی‌مسیر روی-خطی و دو نوع طولانی‌مسیر داخل‌خطی). قطره‌چکان‌ها برای جلوگیری از ذکر نام شرکت‌های سازنده، با کدهای A، B و C نام‌گذاری گردیدند. جهت بررسی میزان گرفتگی قطره‌چکان‌ها درصد کاهش دبی، راندمان یکنواختی پخش، ضریب یکنواختی کریستیان‌سن و ضریب تغییرات دبی محاسبه گردید. برای تیمار F_0 (شاهد) درصد کاهش دبی برای قطره‌چکان‌های A، B و C بترتیب معادل ۱۷/۹، ۲۰/۲ و ۱۱/۳۸درصد، برای تیمار F_1 کودآبیاری درصد کاهش دبی برای قطره‌چکان‌های A، B و C بترتیب معادل ۲۲/۸، ۲۶/۴۸ و ۱۷/۱۴ درصد و برای تیمار F_2 کودآبیاری درصد کاهش دبی برای قطره‌چکان‌های A، B و C بترتیب معادل ۲۵/۲۵، ۳۳/۶۷ و ۱۹/۱۶درصد در اتمام دوره آزمایش بدست آمد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت کود آبیاری میزان گرفتگی قطره چکان‌ها افزایش و راندمان یکنواختی پخش و ضریب یکنواختی کریستیان سن کاهش می‌یابد. قطره‌چکانهای B با کمترین مقدار دبی بیشترین میزان گرفتگی را به خود اختصاص داد. همچنین باافزایش غلظت کودآبیاری، ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان ها افزایش یافت که این تغییرات برای هرسه نوع قطره چکان متفاوت بود. از لحاظ آماری نیز می‌توان گفت افزایش غلظت کودآبیاری اثر معنا داری روی دبی قطره‌چکان‌ها و ضریب تغییرات دبی داشت.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، گرفتگی قطره چکان، ضریب تغییرات دبی، یکنواختی.

[۱] کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
[۲] مربی، عضو هیئت علمی دانشگاه زابل، گروه مهندسی آب، زابل، ایران، ۰۹۱۵۳۴۵۴۹۱۷ H_piri2880@yahoo.com (نویسنده مسئول)
[۳] استاد، عضو هیئت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز، گروه مهندسی آب، اهواز، ایران

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه‌خشک که کمیت و کیفیت منابع آب از عوامل محدود کننده توسعه زراعت‌های آبی می‌باشد. رسیدن به کشاورزی دقیق از اهداف اصلی متخصصان زراعت است. رسیدن به کشاورزی دقیق مستلزم آن است که آبیاری نیز دقیق انجام شود. به نظر می‌رسد بکارگیری و توسعه فناوری‌های آبیاری قطره‌ای یکی از راه‌های رسیدن به کشاورزی دقیق نیز می‌باشد (علیزاده ، ۱۳۸۸). یکی از مزیت‌های بالقوه آبیاری قطره‌ای امکان بکارگیری کود و سم همراه با آب آبیاری می‌باشد. در آبیاری قطره‌ای این امکان وجود دارد تا کودهای شیمیایی محلول را به تدریج و همراه با آب آبیاری در اختیار گیاه قرار داد. افزایش کارآیی مصرف کود در آبیاری قطره‌ای یکی به دلیل مصرف کم کود و زمان مصرف آن می‌باشد و دلیل دیگر توزیع یکنواخت کود در منطقه ریشه‌ها و عدم شسته شدن کود به اعماق خاک می‌باشد (علیزاده ، ۱۳۸۸). سیستم‌های آبیاری میکرو قادر هستند آب و مواد غذایی مورد نیاز گیاه را با دقت زیاد کنترل کرده و بصورت دائم و مستقیم در اختیار گیاه قرار دهند. در دهه گذشته، جهت آبیاری محصولات باغبانی، به مقدار بسیار زیادی از روش‌های مختلف آبیاری میکرو استفاده شده است. اگر سیستم‌های آبیاری میکرو خوب مدیریت شوند، نسبت به سایر روش‌های دیگر آبیاری دارای مزایای بسیار زیادی هستند. از طرفی انسداد خروجی‌ها یکی از مهم‌ترین و جدی‌ترین مسایل مربوط به سیستم‌های آبیاری میکرو می‌باشد (قمرنیا، ۱۳۸۴). انسداد قطره‌چکان‌ها بعنوان مهم‌ترین مشکل در آبیاری قطره‌ای مطرح می‌باشد. با وجود اینکه علت این امر کاملاً شناخته شده است اما هنوز راه حل موفقی برای آن پیدا نشده است. هر چند که تصفیه و اصلاح شیمیایی آب روش موثری در پیشگیری خطر گرفتگی لوله‌ها و قطره‌چکان‌ها است، اما این روش نیز در تمام موارد موفقیت آمیز نبوده و مشاهده شده است قطره‌چکان‌ها به مرور زمان انسداد پیدا نموده‌اند. گرفتگی قطره‌چکان‌ها در اکثر سیستم‌ها باعث عدم یکنواختی توزیع آب، کاهش راندمان آبیاری و در نتیجه عدم موفقیت سیستم می‌شود (علیزاده ، ۱۳۸۸). بطور کلی گرفتگی قطره چکان‌ها سه نوع می‌باشد که شامل گرفتگی فیزیکی که توسط مواد فیزیکی معلق موجود در آب نظیر ذرات شن، سیلت و رس ایجاد می‌گردد، گرفتگی شیمیایی که ناشی از کربنات کلسیم و منیزیم، سولفات کلسیم، هیدراکسید فلزات سنگین، کربنات‌ها، سیلسکات‌ها، سولفیدها، روغن و مواد مشابه، کودهای فسفاته، آمونیاکی، آهن، مس، روی و منگنز می‌باشد و گرفتگی بیولوژیکی که توسط فیلامان‌ها، لجن‌ها، نهشته‌های میکروبی و باکتری‌ها صورت می‌گیرد. (علیزاده،۱۳۷۲) هر چند که درباره گرفتگی قطره‌چکان‌ها بر اثر کیفیت آب، استفاده از پساب برای آبیاری و همچنین کود آبیاری تحقیقاتی در ایران و جهان صورت گرفته است ولی با توجه به کیفیت‌های گوناگون آب آبیاری در مناطق مختلف، نوع پساب‌ها، نوع کودها و همچنین نوع قطره‌چکان‌ها این مسئله بطور گسترده بخصوص در ایران و در مورد کود آبیاری بررسی نشده است. برای جلوگیری از وقوع هر یک از انواع گرفتگی‌ها باید تدابیر خاص و مدیریت‌های لازم اعمال گردد. بنابراین لازم است تحقیقات بیشتری در این زمینه صورت گیرد. زیرا سیستم آبیاری قطره‌ای روش گران و پرهزینه‌ای است در نتیجه باید طول عمر این سیستم هر چه بیشتر باشد تا منافع حاصله از آن جبران هزینه‌ها را بنماید. طاهرپورکلانتری (۱۳۷۶) در تحقیقی تحت عنوان بررسی علل گرفتگی خروجی‌ها در آبیاری قطره‌ای و ارتباط آن با کیفیت آب در مناطق رفسنجان و جهرم، عوامل شیمیایی مربوط به کیفیت آب آبیاری را که در گرفتگی خروجی‌ها نقش دارند، بررسی کرد و نتیجه گرفت که گرفتگی خروجی‌ها و شدت و نحوه‌ی رسوب‌گذاری در کاهش یکنواختی پخش آب و کاهش ظرفیت سیستم مؤثر است. در این تحقیق عوامل شیمیایی مورد ارزیابی شامل غلظت کل املاح محلول در آب، اسیدیته ، آهن، منگنز و کودها بوده است. نتایج بدست‌آمده نشان دادکه خطر گرفتگی خروجی‌ها نسبت به عامل اسیدیته به مقدار زیاد و نسبت به مقدار کل املاح محلول در آب کم تا متوسط می‌باشد و همچنین ترکیبات شیمیایی کربنات کلسیم و سولفات کلسیم عامل مهم ایجاد رسوب شیمیایی می‌باشد. (طاهر پورکلانتری، ۱۳۷۶). اکبری و کوچک‌زاده (۱۳۷۹)، تعدادی از سیستم‌های آبیاری قطره‌ای با قطره‌چکان‌های مختلف از جمله داخل‌خط دبی‌متغیر و جبران‌کننده فشار را در استان اصفهان مورد ارزیابی قرار دادند. معیارهای مورد ارزیابی شامل یکنواختی توزیع آب، راندمان پتانسیل کاربرد و راندمان واقعی کاربرد آب در ربع پائین

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری و محاسبه گردید. آزمایش‌ها نشان داد که راندمان پتانسیل کاربرد در مزارع مورد ارزیابی بین ۲۵ تا ۷۵ درصد تغییرات داشته و بطور متوسط حدود ۵۰ درصد بوده است. همچنین طرح‌های مورد ارزیابی عمدتاً به علت نامناسب بودن طراحی، اجرا و کیفیت وسایل و تجهیزات مورد استفاده از جمله پائین بودن یکنواختی توزیع آب قطره‌چکان‌ها، حساسیت زیاد قطره‌چکان‌ها مسیر طولانی به گرفتگی، بالا بودن ضریب تغییرات ساخت و تغییرات دبی در قطره چکان‌های دبی متغیر و جبران کننده فشار، نامناسب بودن فشار و فواصل قطره‌چکان‌ها از راندمان پتانسیل پایینی برخوردار بوده‌اند. (اکبری و کوچک‌زاده، ۱۳۷۹). تیلور و همکاران (۱۹۹۵)، برای بررسی علت گرفتگی قطره چکان‌ها به هنگام استفاده از پساب، یک طرح آبیاری در جنوب غربی پرتغال اجرا کردند. آن‌ها در عملیاتی صحرایی و در دوره‌ای بالغ بر دو فصل زراعی، خصوصیات کاربردی پنج نوع قطره چکان را بررسی کردند. آن‌ها میزان حساسیت نسبت به گرفتگی و ماهیت ذرات عامل گرفتگی را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند و اعلام کردند که انسداد قطره‌چکان‌ها حاصل انباشتگی و به دام افتادن ذرات ماسه در مسیر قطره‌چکان بوده و مواد آلی شامل جلبک‌های برکه ای در این فرایند نقش ثانویه داشته و نوع قطره‌چکان در مقایسه با کیفیت آب نقش مهم‌تری در ایجاد گرفتگی داشت. این بررسی‌ها هم‌چنین نشان داد که ذرات ماسه با قطر ۱۰۸۰-۳۶۰ میکرومتر علت اصلی گرفتگی در اکثریت قریب به اتفاق قطره‌چکان‌های مسدود مورد آزمایش بود. در ۷۹ درصد از قطره‌چکان‌های مسدود شده که از آب آبیاری فیلتر شده استفاده می‌کردند، ذرات ماسه تنها عامل قابل رویت گرفتگی قطره‌چکان‌ها بوده و در این بین ذرات بیولوژیکی باعث کاهش جریان در ۸ درصد قطره‌چکان‌ها شده بود. ولی در قطره‌چکان‌هایی که با پساب خروجی از برکه‌های تثبیت کار می‌کردند، عامل گرفتگی ترکیب متفاوتی را نشان می‌داد. به گونه‌ای که ذرات ماسه تنها در ۶ درصد از موارد باعث گرفتگی بوده و در ۹۰ درصد از موارد لایه های بیولوژیکی باعث چسبیدن ذرات ماسه و دانه‌ها و بستن مسیر جریان شدند. (تیلور و همکاران، ۱۹۹۵) بازکارت و ازکیسی (۲۰۰۶)، در تحقیقی اثر کود آبیاری را بر گرفتگی قطره‌چکان‌های داخل خطی و عملکرد سیستم آبیاری قطره‌ای بررسی کردند. آن‌ها در این تحقیق سه تیمار کودآبیاری (تیمار اول بدون کود، تیمار دوم شامل ۲۵ درصد کودهای سولفاته و ۷۵ درصد کودهای نیتراته و تیمار سوم شامل ۵۰ درصد کودهای سولفاته و ۵۰ درصد کودهای نیتراته) و سه نوع قطره‌چکان داخل خط با دبی‌های ۴، ۲/۷۵ و ۱/۷ لیتر بر ساعت در نظر گرفتند. این تحقیق در سه فصل متوالی انجام شد. آن‌ها در این تحقیق با اندازه‌گیری میزان دبی، درصد کاهش دبی را بدست آوردند. نتایج نشان داد در قطره‌چکان‌های با دبی کمتر، درصد کاهش دبی بیشتر می‌باشد. همچنین در قطره چکان هایی که در اثر گرفتگی دبی کاهش یافته بود، عملکرد هم کاهش یافت. همچنین کودهایی که هم شامل کلسیم و هم شامل سولفات بودند، نسبت به سایر کودها، بیشتر باعث گرفتگی قطره‌چکان‌ها و کاهش عملکرد سیستم شدند. (بازارکات و اسکیسی، ۲۰۰۶) ماهارم و همکاران در سال (۲۰۱۰)، گرفتگی قطره‌چکان‌ها و اثرات آن بر عملکرد سیستم‌های آبیاری قطره‌ای را بررسی کردند. در این تحقیق برای تعیین سطح گرفتگی قطره‌چکان‌ها، از قطره‌چکان‌های سیستم آبیاری قطره‌ای تعدادی از مزارع کشاورزی واقع در کاناکال استفاده شد و اثر آن‌ها بر عملکرد آبیاری مشاهده گردید. قطره‌چکان‌های جمع‌آوری شده از مزارع مختلف در آزمایشگاه هیدرولیک تحت فشارهای ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ کیلو پاسکال تست شدند. نتایج نشان داد که ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌هایی که مورد استفاده واقع نشده‌اند و قطره‌چکان‌هایی که به مدت یک سال، دو سال و سه سال مورد استفاده بوده‌اند بترتیب در رنج‌های ۰/۴۳ و ۰/۶۳، ۰/۴۳ و ۰/۶۹، ۰/۴۸ و ۰/۵۸، ۰/۵۶ و ۰/۷۳ قرار می‌گیرد. ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها در همه‌ی لاترال‌ها بجز یکی از لاترال‌هایی که برای یک سال مورد استفاده بودند، در حد ۵ درصد تعیین شد. ضریب تغییرات قطره‌چکان‌های دو تا از لاترال‌هایی که به مدت دو سال و تمام لاترال‌هایی که به مدت سه سال مورد استفاده واقع بودند در خارج از محدوده ۵ درصد قرار گرفت. (ماهارم و همکاران، ۲۰۱۰). شجاعیان (۱۳۸۶) تاثیر انواع گسیلنده آب و تزریق کننده کود بر یکنواختی پخش آب و کود در سیستم آبیاری قطره‌ای را انجام داد. برای انجام این تحقیق از دو نوع گسیلنده آب (روی‌خط و نوار آبیاری) و

Archive of SID

www.SID.ir

سه نوع تزریق کننده کود (تانک کود، ونتوری و پمپ تزریق) استفاده شد. نتایج نشان داد که یکنواختی پخش آب فقط به نوع گسیلنده آب وابسته است، اما یکنواختی پخش کود هم به نوع گسیلنده و هم به نوع تزریق کننده کود بستگی دارد. (شجاعیان ،۱۳۸۶) با توجه به اینکه آب مورد استفاده برای آبیاری قطره‌ای در بعضی از مزارع ایران محتوی املاح بیش از حد استاندارد می‌باشد که خود موجب گرفتگی قطره چکان‌ها، کاهش راندمان یکنواختی و عدم آبیاری کامل مزرعه و بطور کلی عدم موفقیت سیستم می‌گردد، ضرورت مطالعه گرفتگی شیمیایی در این سیسنم اجتناب‌ناپذیر است. لذادر مطالعه حاضر به تاثیر غلظت کود آبیاری برگرفتگی سه نوع قطره‌چکان متداول استفاده شده در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای پرداخته و میزان گرفتگی قطره‌چکان‌ها، درصد کاهش دبی، راندمان یکنواختی پخش، ضریب یکنواختی کریستیان‌سن و ضریب تغییرات دبی برای آن‌ها محاسبه گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های تصادفی انجام شد که متغیرها عبارت بودند از: سه تیمار کود شامل یک تیمار شاهد (بدون استفاده از کود) - دو تیمار کود با غلظت‌های مختلف (اوره ۴۶٪ ازت) و سه نوع قطره‌چکان (طولانی مسیر روی‌خطی و دو نوع طولانی مسیر داخل-خطی). که مشخصات این قطره‌چکان‌ها در جدول(۱) آمده است.

جدول (۱): مشخصه‌های اسمی قطره‌چکان‌ها

قطره‌چکان	نوع اتصال	فشاراسمی (متر)	دبی اسمی (لیتر در ساعت)
A	In-line	۱۰	۴
B	In-line	۱۰	۴
C	On-line	۱۰ -۴۰	۸

در این آزمایش اجزای سیستم به شرح زیر بود: ۱- مخزن محلول آب و کود ۲- بالابر هیدرولیکی و پمپ ۳- لوله آبرسان ۴- لوله اصلی و لوله فرعی از جنس پلی اتیلن به قطر ۱۶ میلی‌متر ۵- قطره چکان. مشخصات اجزای سیستم در جدول(۲) ارائه گردیده است.

جدول (۲): مشخصات اجزای سیستم

اجزا	اندازه و تعداد
تعداد لاترال‌ها	۹ عدد
قطر لاترال‌ها	۱۶ میلی متر
طول لاترال‌ها	۲/۵ متر
تعداد قطره‌چکان‌ها روی لاترال	۱۶ عدد
فاصله قطره‌چکان‌ها	۱۵ سانتی‌متر
فاصله لاترال‌ها	۲۰ سانتی‌متر
فشار کارکرد سیستم	۷ متر

طول دوره آزمایش برای هر کدام از تیمارها ۷۲ روز بود. زمان کار روزانه سیستم ۱۲ ساعت در نظر گرفته شد و سیستم بطور پیوسته در حال کار بود. فشار کاربردی سیستم ۷ متر انتخاب گردید که معمولاً برابر متوسط فشار در مزارع است. برای انجام هر آزمایش ابتدا سه لوله فرعی (لاترال) به شماره‌های ۱، ۲ و ۳ به قطر ۱۶ میلی‌متر به فواصل ۲۰ سانتی‌متر از هم روی لوله اصلی قرار گرفته و سپس روی هر لاترال ۱۶ عدد قطره‌چکان به فواصل ۱۵ سانتی‌متر از هم نصب گردید، بطوری که روی لاترال شماره ۱ قطره‌چکان‌های A، روی لاترال شماره۲ قطره‌چکان‌های B و روی لاترال شماره ۳ قطره‌چکان‌های C قرار گرفتند. محلول کود و آب با غلظت معلوم از تانک پلاستیکی (فشار مورد نیاز توسط بالابر تامین می‌شد) توسط لوله آبرسان وارد لوله اصلی و سپس وارد سیستم می‌شد. سطل‌های پلاستیکی با حجم تقریبی ۵/۵ لیتر در زیر قطره‌چکان‌ها جهت جمع‌آوری آب خروجی قرار گرفته و قبل از پر شدن در مخزن فلزی تخلیه می‌گردید. مخزن فلزی با نایلون ضخیم پوشانده می‌شد تا از تبخیر آب و در نتیجه تغییر غلظت محلول آب و کود هر چند به مقدار ناچیز جلوگیری گردد. دبی قطره چکان‌ها هر چهار روز و در آخرین ساعات کار سیستم در سه تکرار اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری دبی ابتدا ظروف یکبار مصرف با حجم تقریبی سه لیتر در کنار سطل‌ها چیده شده و به محض شروع زمان اندازه‌گیری هر لوله توسط دو نفر روی ظروف یکبار مصرف قرار می‌گرفت و با خاتمه زمان اندازه‌گیری لاترال از مدار خارج می‌گردید. زمان اندازه‌گیری ده دقیقه در نظر گرفته شد. با استفاده از

Archive of SID

www.SID.ir

کرنومتر مدت زمان هر آزمایش تعیین و میزان دبی هر قطره‌چکان از تقسیم حجم آب جمع شده در ظروف مدرج بر زمان آن تعیین گردید. با استفاده از معادلات ۱ تا ۳ راندمان یکنواختی، ضریب یکنواختی کریستیانسن و ضریب تغییرات دبی محلسبه گردید.

$$EU = 100\frac{q_n}{q_a} \quad (۱)$$

که در آن :

EU: یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها بر حسب درصد

q_n : میانگین یک چهارم کمترین شدت دبی قطره چکان‌ها بر حسب لیتر در ساعت

q_a : میانگین شدت دبی قطره‌چکان‌ها بر حسب لیتر در ساعت

$$Uc = 100 * \left[1 - \left(\frac{1}{nq_a}\right)\Sigma_{i=1}^{n}|q_i - q_a|\right] \quad (۲)$$

Uc : ضریب یکنواختی کریستیان سن بر حسب درصد

n: تعداد مشاهدات

q_i: دبی هر قطره‌چکان

$$V_m = \frac{S_m}{q_m} \quad (۳)$$

V_m: ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها

S_m: انحراف معیار دبی قطره‌چکان‌ها

q_m: متوسط دبی قطره‌چکان‌ها

برای بررسی امکان رسوب کربنات کلسیم شاخص اشباع لانژیلر (LSI) محاسبه شد. LSI عبارتست از اختلاف بین اسیدیته آب آبیاری (pHm) و اسیدیته محاسبه شده (pHc) یعنی:

$$LSI=pHm-pHc \quad (۴)$$

$$pHc=p(Ca+Mg+Na+K)+P(Ca+Mg)+p(Co3+Hco3) \quad (۵)$$

که در آن:

p(Ca+Mg+Na+K): نمایه کاتیون‌های آب

P(Ca+Mg): نمایه کلسیم و منیزیم

p(Co3+Hco3): نمایه کربنات و بی‌کربنات

برای بررسی امکان رسوب سولفات کلسیم، از ثابت حاصل‌ضرب حلالیت (Ksp) استفاده گردید. مقدار Ksp که حاصل‌ضرب غلظت یون‌های ناشی از حل شدن می‌باشد، ثابت حاصل‌ضرب حلالیت نامیده می‌شود و برای نمک‌های مختلف در یک درجه حرارت مشخص، ثابت می‌باشد. حال چنانچه حاصل‌ضرب غلظت یون‌های کلسیم و سولفات اندازه‌گیری شده در آب آبیاری مورد استفاده (بر حسب مول بر لیتر) از مقدار Ksp بیشتر باشد، امکان رسوب کردن سولفات کلسیم وجود دارد. مقدار Ksp یا ثابت حاصل‌ضرب حلالیت برای سولفات کلسیم در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، ۵-۱۰ *۲/۴ (mol2/l2) می باشد (فرزامنیا و حقایقی‌مقدم، ۱۳۸۱).

در شکل(۱) تانک پلاستیکی و بالابر جهت تامین آب سیستم و فشار مورد نیاز و همچنین نحوه کار قطره‌چکان‌ها نشان داده شده است.

شکل(۱): تانک پلاستیکی و بالابر جهت تامین آب سیستم و فشار مورد نیاز و همچنین نحوه کار قطره‌چکان‌ها

Archive of SID
www.SID.ir

نتایج و بحث

همانطور که گفته شد، جهت پیش‌بینی رسوب کربنات کلسیم، شاخص اشباع لانژیلر و جهت تعیین رسوب سولفات کلسیم، ضریب ثابت حلالیت برای آب مورد استفاده بدست آمد و نتایج آن در جدول(۳) آورده شده است.

جدول(۳): امکان رسوب کربنات کلسیم و سولفات کلسیم آب مورد استفاده در تحقیق

pH_m	pH_C	LSI	So_4^{2-} (mol/l)*10^{-3}	Ca^{2+} (mol/l)*10^{-3}	$[Ca^{2+}][So_4^{2-}]$ (mol^2/l^2)*10^{-5}	امکان رسوب	
						کربنات کلسیم	سولفات کلسیم
۷/۶۲	۷/۴۵	۰/۱۶۸	۹/۵۶	۱۲/۸	۱۲/۲۳	مثبت	مثبت

نتایج جدول نشان داد امکان رسوب کربنات کلسیم و سولفات کلسیم در آب مورد استفاده وجود دارد.

گرفتگی قطره‌چکان‌ها از طریق مطالعه تأثیر غلظت‌های مختلف کودآبیاری بر کاهش دبی قطره‌چکان‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در طول آزمایش دبی هر یک از قطره‌چکان‌ها در هر یک از تیمارهای مورد مطالعه تعیین گردید که نتایج میانگین دبی هر کدام از قطره‌چکان‌ها در جداول ۴ تا ۶ ارائه شده است. همچنین مقادیر درصد کاهش دبی، یکنواختی پخش، ضریب کریستیان‌سن و درصد افزایش ضریب تغییرات دبی قطره چکان‌ها برای تیمارهای کودآبیاری در انتهای آزمایش در جدول(۷) آورده شده است.

جدول(۴): روند کاهش دبی و یکنواختی پخش و ضریب کریستیان‌سن قطره‌چکان‌ها برای تیمار F_0 کودآبیاری

روز	قطره چکان	دبی (لیتر در ساعت)	درصد کاهش دبی	درصد کاهش یکنواختی پخش	درصد کاهش ضریب کریستیان‌سن
۱	A	۳/۵۸	۰	۰	۰
	B	۲/۵۸	۰	۰	۰
	C	۵/۶۵۵	۰	۰	۰
۴	A	۳/۵۸	۰/۰۵۶	۰/۲۲۸	۰/۰۹
	B	۲/۵۷	۰/۳۸۸	۱/۱۷	۰/۲۷۶
	C	۵/۶۵۱	۰/۰۷۱	۲/۰۹	۱/۶۲
۸	A	۳/۵۷۷	۰/۱۴	۱/۵۵۹	۱/۲۳
	B	۲/۵۶	۰/۷۷۵	-۱/۷۲	-۰/۵۸
	C	۵/۶۵۵	۰	۵/۰۶	۱/۵۱
۱۲	A	۳/۶۲۲	-۱/۱۲	۲/۹۵۷	۲/۰۸
	B	۲/۵۶	۰/۷۷۵	-۱/۰۴	-۰/۲۱
	C	۵/۶۲۱	۰/۶۰۱	۶/۱۳	۰/۸۴
۱۶	A	۳/۵۷۲	۰/۲۷۹	۷/۶۰۷	۳/۶۳
	B	۲/۵۴	۱/۵۵	۱/۳۵	۲/۶۶۵
	C	۵/۶۰۲	۰/۹۳۷	۶/۴۷	۱/۳۴
۲۰	A	۳/۵۴	۱/۱۷۳	۸/۸۷	۳/۸۹
	B	۲/۵۲	۲/۳۲۶	۱/۳۵	۳/۴۹۲
	C	۵/۶۱۲	۰/۷۶	۳/۷۳	۰/۲۹
۲۴	A	۳/۴۹	۲/۵۶۸	۱۰/۵۱	۴/۴۸
	B	۲/۵۱	۲/۷۱۳	۰/۸۷	۲/۶۲۵
	C	۵/۵۴۹	۱/۸۷۴	۷/۸۷	۰/۸۳

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول(۴): روند کاهش دبی و یکنواختی پخش و ضریب کریستیان‌سن قطره‌چکان‌ها برای تیمار F_0 کودآبیاری

روز	قطره چکان	دبی (لیتر در ساعت)	درصد کاهش دبی	درصد کاهش یکنواختی پخش	درصد کاهش ضریب کریستیان‌سن
	A	۳/۴۶	۳/۴۰۶	۱۲/۷۵	۵/۳۸
	B	۲/۴۹	۳/۴۸۸	۰/۹۳	۵/۳۱۶
۲۸	C	۵/۵۳۳	۲/۱۵۷	۴/۸	۰/۸۷
	A	۳/۴۱	۴/۸۰۲	۱۴/۳۸	۶/۱۱
	B	۲/۴۸	۳/۸۷۶	۰/۷۸	۶/۵۲۴
۳۲	C	۵/۴۸۵	۳/۰۰۶	۸/۱	۰/۷
	A	۳/۴۱۲	۴/۷۴۶	۱۵/۰۹	۶/۴۲
	B	۲/۴۶	۴/۶۵۱	۰/۴۲	۷/۸۳۷
۳۶	C	۵/۴۵۶	۳/۵۱۹	۹/۶	۱/۳۳
	A	۳/۳۵	۶/۴۷۷	۱۸/۶۴	۷/۵۱
	B	۲/۴۴	۵/۴۲۶	-۰/۳	۵/۶۹۷
۴۰	C	۵/۳۹۸	۴/۵۴۵	۱۰/۳	۱/۲۱
	A	۳/۳۲	۷/۳۱۴	۱۸/۵۹	۸/۵
۴۴	B	۲/۴۲	۶/۲۰۲	۴/۱۱	۸/۴۱۴
	C	۵/۳۶۲	۵/۱۸۱	۸/۴۹	۲/۶
	A	۳/۲۴	۹/۵۴۸	۱۷/۸۵	۷/۷۱
۴۸	B	۲/۳۹	۷/۳۶۴	۳/۱۵	۹/۴۱۲
	C	۵/۳۳۴	۵/۶۷۶	۱۰/۲	۳/۲۴
	A	۳/۲۲	۱۰/۱۱	۱۹/۹۲	۱۰/۲
۵۲	B	۲/۳۵	۸/۹۱۵	۸/۰۸	۱۲/۴۳
	C	۵/۲۸۳	۶/۵۷۸	۱۳/۲	۴/۴
	A	۳/۲۱۶	۱۰/۲۲	۲۲/۵	۱۲/۱
۵۶	B	۲/۳۱	۱۰/۴۷	۱۲/۷	۱۵/۵۴
	C	۵/۲۰۹	۷/۸۸۷	۱۶/۲	۶/۱۱
	A	۳/۱۲	۱۲/۹	۲۷/۲۴	۱۲/۱
۶۰	B	۲/۳	۱۰/۸۵	۱۸/۴	۱۶/۰۹
	C	۵/۱۵۷	۸/۸۰۶	۱۷/۶	۶/۹۲
	A	۲/۹۸۴	۱۶/۶۹	۳۰/۷۹	۱۳/۹
۶۴	B	۲/۲۲	۱۳/۹۵	۲۳/۲	۱۹/۸۲
	C	۵/۱۳۷	۹/۱۶	۲۱	۸/۸۳
	A	۲/۹۵۹	۱۷/۳۹	۳۳/۷۶	۱۶/۱
۶۸	B	۲/۱۹	۱۵/۱۲	۳۰/۵	۲۲/۵
	C	۵/۰۴۱	۱۰/۸۶	۲۱/۶	۹/۳۱
	A	۲/۹۴	۱۷/۹۲	۳۵/۸۲	۱۸/۷
۷۲	B	۲/۰۶	۲۰/۱۶	۳۵/۶	۲۳/۰۵
	C	۵/۰۱۱	۱۱/۳۹	۲۲/۸	۱۰/۴

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۵): روند کاهش دبی و یکنواختی پخش و ضریب کریستیان‌سن قطره‌چکان‌ها برای تیمار F_1 کودآبیاری

روز	قطره چکان	دبی (لیتر در ساعت)	درصد کاهش دبی	درصد کاهش یکنواختی پخش	درصد کاهش ضریب کریستیان‌سن
۱	A	۳/۶۳۹	۰	۰	۰
	B	۲/۷۵۳	۰	۰	۰
	C	۲/۸۲۶	۰	۰	۰
۴	A	۳/۶۳۱	۰/۲۲	۰/۲۵	۰/۲
	B	۲/۷۴۸	۰/۱۸	۰/۵	۰/۲۸۱
	C	۶/۸۰۶	۰/۲۹۳	۲/۸۸	۰/۲
۸	A	۳/۶	۱/۰۷۲	۰/۹۲۸	۰/۲۳
	B	۲/۷۴۸	۰/۱۸	۰/۹۸	۲/۰۸۱
	C	۶/۸۰۶	۰/۲۹۳	۴/۳	۰/۱۷
۱۲	A	۳/۵۹۷	۱/۱۵۴	۳/۰۷۱	۰/۵۸
	B	۲/۷۳۴	۰/۶۹	۰/۰۶	۲/۲۷۲
	C	۶/۷۵۲	۱/۰۸۴	۵/۴۷	۰/۳۴
۱۶	A	۳/۵۳	۲/۹۹۵	۵/۸۱۴	۳/۴۵
	B	۲/۷۲۸	۰/۹۱	۱/۲۳	۲/۶۴۲
	C	۶/۷۲۷	۱/۴۵	۴/۱۹	۰/۴۳
۲۰	A	۳/۵۱۶	۳/۳۸	۷/۷۹۳	۳/۷۲
	B	۲/۶۹۹	۱/۹۶	۲/۱۹	۳/۴۹۸
	C	۶/۷۱۶	۱/۶۱۱	۵/۶۵	۰/۴۱
۲۴	A	۳/۴۹	۴/۰۹۵	۱۰/۵۴	۴/۳
	B	۲/۷۱۴	۱/۴۲	۸/۰۳	۳/۸۸۹
	C	۶/۶۴۱	۲/۷۱	۱۱/۳	۰/۴۸
۲۸	A	۳/۴۶	۴/۹۱۹	۱۲/۶۴	۵/۱۸
	B	۲/۶۸۶	۲/۴۳	۹/۸۸	۴/۵۴۴
	C	۶/۵۷۴	۳/۶۹۲	۱۱/۹	۰/۵۶
۳۲	A	۳/۵	۳/۸۲	۱۴/۵۲	۲/۹۷
	B	۲/۶۸۲	۲/۵۸	۱۰/۵	۲/۳۹۵
	C	۶/۵۲۲	۴/۴۵۴	۱۲/۵	۰/۷۵
۳۶	A	۳/۴۸	۴/۳۶۹	۲۰/۷۲	۵/۰۱
	B	۲/۶۴	۴/۱	۱۱/۳	۸/۸۷۲
	C	۶/۴۷۱	۵/۲۰۱	۱۳	۰/۸۶
۴۰	A	۳/۴۳	۵/۷۴۳	۲۱/۹۵	۴/۹۷
	B	۲/۶۱۳	۵/۰۹	۱۳/۶	۱۰/۰۲
	C	۶/۴۳۲	۵/۷۷۲	۱۹/۵	۳/۶۹
۴۴	A	۳/۴۲	۶/۰۱۸	۲۳/۳۸	۵/۴۱
	B	۲/۵۵۷	۷/۱۲	۱۵	۱۰/۹۱
	C	۶/۳۷۱	۶/۶۶۶	۲۰/۳	۳/۸۶
۴۸	A	۳/۳۵	۷/۹۴۲	۲۳/۸۲	۴/۹۶
	B	۲/۵۰۴	۹/۰۴	۱۴/۶	۱۳/۴۴
	C	۶/۳۱۲	۷/۵۳	۲۰/۹	۴/۲۴

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول (۵): روند کاهش دبی و یکنواختی پخش و ضریب کریستیان‌سن قطره‌چکان‌ها برای تیمار F_1 کودآبیاری

روز	قطره چکان	دبی (لیتر در ساعت)	درصد کاهش دبی	درصد کاهش یکنواختی پخش	درصد کاهش ضریب کریستیان‌سن
۵۲	A	۳/۳۴	۸/۲۱۷	۲۴/۸۱	۵/۶۳
	B	۲/۴۶۲	۱۰/۶	۱۸/۳	۱۴/۷۹
	C	۶/۲۱۸	۸/۹۰۷	۲۱/۷	۵/۰۸
۵۶	A	۳/۲۹۷	۹/۳۹۸	۲۸/۶۲	۶/۶۳
	B	۲/۴	۱۲/۸	۲۳	۱۶/۷۶
	C	۶/۱۷۹	۹/۴۷۸	۲۲/۴	۴/۶۳
۶۰	A	۳/۲۰۱	۱۲/۰۴	۳۰/۸۲	۹/۸۸
	B	۲/۳۲	۱۵/۷	۲۳/۹	۱۶/۶۸
	C	۵/۹۷۷	۱۲/۴۴	۲۳/۴	۷/۸
۶۴	A	۳/۰۴	۱۶/۴۶	۲۷/۳۴	۱۴/۶
	B	۲/۲۷	۱۷/۵	۳۱/۱	۱۷/۹۱
	C	۵/۹۰۸	۱۳/۴۵	۲۴/۲	۸/۷۷
۶۸	A	۲/۹۴	۱۹/۲۱	۳۲/۲۲	۱۹/۷
	B	۲/۱۳۵	۲۲/۴	۴۱/۱	۲۱/۹۹
	C	۵/۸۰۸	۱۴/۹۱	۲۹/۴	۱۲/۴
۷۲	A	۲/۸۰۹	۲۲/۸۱	۳۷/۱	۲۳/۳
	B	۲/۰۲۴	۲۶/۵	۴۹/۷	۲۶/۵۳
	C	۵/۶۵۶	۱۷/۱۴	۲۸/۴	۱۴/۲

جدول (۶):روند کاهش دبی، یکنواختی پخش و ضریب کریستیان‌سن قطره‌چکان‌ها برای تیمار F_2 کودآبیاری

روز	قطره چکان	دبی (لیتر در ساعت)	درصد کاهش دبی	درصد کاهش یکنواختی پخش	درصد کاهش ضریب کریستیان‌سن
۱	A	۳/۵۰۵	۰	۰	۰
	B	۳/۰۴۵	۰	۰	۰
	C	۶/۳۷۵	۰	۰	۰
۴	A	۳/۵	۰/۱۴۳	۰/۰۴۲	۰/۴۲
	B	۳/۰۳۴	۰/۳۶	۰/۶۳	۰/۴۶۹
	C	۶/۳۷۴	۰/۰۱۶	۰	۰
۸	A	۳/۴۷	۰/۹۹۹	۱/۲۳۶	۰/۵۱
	B	۲/۹۵۶	۲/۹۳	۲/۸۵	۲/۶۶۹
	C	۶/۳۷۱	۰/۰۶۳	۰/۲۹	۰
۱۲	A	۳/۴۴	۱/۸۵۴	۱/۷۵۶	۱/۷۹
	B	۲/۸۷۹	۵/۴۷	۱/۵۸	۳/۹۷۱
	C	۶/۳۵۱	۰/۳۷۶	۲/۵۶	۰/۲۲
۱۶	A	۳/۴۴	۱/۸۵۴	۱/۸۶۹	۱/۳۲
	B	۲/۸۶۷	۵/۸۶	۶/۶۶	۴/۵۵۷
	C	۴/۴۰۶	۰/۴۹	۴/۴۵	۵/۴۲

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول (۶):روند کاهش دبی ، یکنواختی پخش و ضریب کریستیان‌سن قطره‌چکان‌ها برای تیمار F_2 کودآبیاری

روز	قطره چکان	دبی (لیتر در ساعت)	درصد کاهش دبی	درصد کاهش یکنواختی پخش	درصد کاهش ضریب کریستیان‌سن
	A	۳/۳۸	۳/۵۶۶	۴/۰۳۳	۱/۶۸
۲۰	B	۲/۸۴۸	۶/۴۹	۷/۲۹	۴/۲۸۳
	C	۶/۳۰۸	۱/۰۵۱	۷/۳	۶/۶۹
	A	۳/۳۶	۴/۱۳۷	۳/۸۷۸	۱/۰۴
۲۴	B	۲/۸۲۲	۷/۳۵	۷/۲	۷/۵۷۲
	C	۶/۲۶۹	۱/۶۶۳	۱۷/۲	۶/۸۱
	A	۳/۳۲	۵/۲۷۸	۴/۴۹۶	۳/۴۲
۲۸	B	۷/۷۶۹	۹/۰۹	۸/۸۹	۶/۲۲۳
	C	۶/۲۴	۲/۱۱۸	۱۹/۷	۹/۰۴
	A	۳/۲۹	۶/۱۳۴	۵/۹۸۶	۳/۸۱
۳۲	B	۲/۷۴۴	۹/۹۲	۱۴/۶	۷/۴۴۷
	C	۶/۱۶۳	۳/۳۲۵	۲۰/۲۰	۹/۳۶
	A	۳/۲۵	۷/۲۷۵	۴/۷۲۱	۴/۲۱
۳۶	B	۲/۷۰۷	۱۱/۱	۴/۱۸	۸/۳۰۶
	C	۶/۰۸	۴/۶۲۷	۲۱/۵	۹/۹۱
	A	۳/۱۹	۸/۹۸۷	۵/۷۳۳	۶/۷۵
۴۰	B	۲/۶۹۹	۱۱/۴	۱۶/۶	۱۱/۶۸
	C	۶/۰۰۲	۵/۸۵۱	۲۰/۶	۸/۸۹
	A	۳/۱۴	۱۰/۴۱	۶/۶۱۸	۷/۲۴
۴۴	B	۲/۶۸۷	۱۱/۸	۱۷/۶	۱۱/۷
	C	۵/۹۰۲	۷/۴۲	۲۱/۱	۹/۲۸
	A	۳/۱۲	۱۰/۹۸	۷/۱۹۴	۶/۵۷
۴۸	B	۲/۵۹۴	۱۴/۹	۲۵/۳	۱۵/۹۲
	C	۵/۸۱۷	۸/۵۷۳	۲۳/۱	۱۰/۱
	A	۳/۰۵	۱۲/۹۸	۹/۹۸۲	۸/۲۲
۵۲	B	۲/۵۰۷	۱۷/۷	۴/۲۷	۱۷/۳۴
	C	۷/۵	۱۰/۵۹	۲۵	۱۱/۲
	A	۲/۸۸	۱۷/۸۳	۱۶/۴۵	۱۰/۸
۵۶	B	۲/۳۹۱	۲۱/۵	۳۲/۵	۲۱/۱۸
	C	۵/۵۶	۱۲/۷۸	۲۶	۱۱/۸
	A	۲/۸۷	۱۸/۱۲	۱۹/۶۳	۱۳/۲
۶۰	B	۲/۲۸۳	۲۵/۱	۳۵/۹	۲۱/۵۳
	C	۵/۵۰۴	۱۳/۶۶	۲۶/۳	۱۲/۱
	A	۲/۸۲	۱۹/۵۴	۲۶/۰۸	۱۴/۲
۶۴	B	۲/۲۲۹	۲۶/۹	۴۲/۴	۲۵/۷۹
	C	۵/۴۰۵	۱۵/۲۲	۲۵	۱۱/۶
	A	۲/۷۴	۲۱/۸۳	۵۲/۳۵	۱۷/۱
۶۸	B	۲/۱۱۱	۳۰/۸	۴۸/۹	۲۶/۱۶
	C	۵/۲۵۱	۱۷/۶۳	۲۷/۸	۱۲/۸
	A	۲/۶۲	۲۵/۲۵	۴۳/۵	۲۵/۷
۷۲	B	۳/۰۲۳	۳۳/۷	۵۹/۶	۳۴/۲۵
	C	۵/۱۵۳	۱۹/۱۷	۳۲/۴	۱۵/۹

Archive of SID

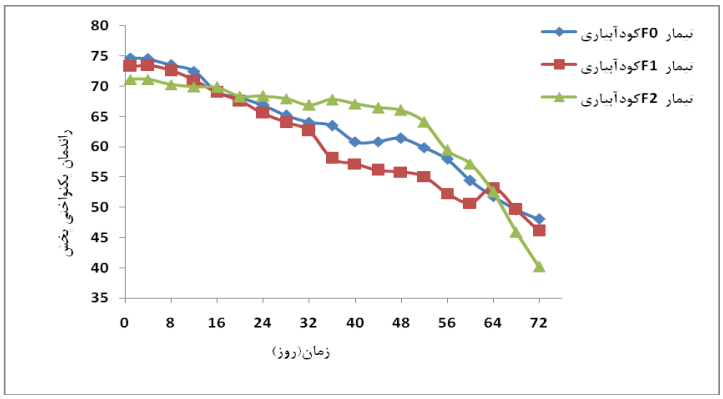
www.SID.ir

جدول(۷) : مقادیر درصد کاهش دبی، یکنواختی پخش، ضریب کریستیان‌سن و درصد افزایش ضریب تغییرات دبی قطره چکان‌ها برای تیمارهای کودآبیاری در انتهای آزمایش

تیمار کودآبیاری	نوع قطره‌چکان	درصد کاهش دبی	درصدکاهش‌راندمان یکنواختی پخش	درصدکاهش‌ضریب کریستیان‌سن	درصدافزایش ضریب تغییرات دبی
	C	۱۱/۳۸	۲۲/۸۲	۱۰/۴۲	۲۸/۰ ۵
F0	A	۱۷/۹	۳۵/۸	۱۸/۷	۴۷/۰ ۴
	B	۲۰/۲	۳۵/۶۳	۲۳/۰ ۵	۴۵/۱۵
	C	۱۷/۱۴	۲۸/۴۲	۱۴/۱۶	۳۹/۴۶
F1	A	۲۲/۸	۳۷/۰ ۹	۲۳/۳	۵۰/۱۹
	B	۲۶/۴۸	۴۹/۶۵	۲۶/۵۳	۵۲/۳۳
	C	۱۹/۶	۳۲/۳۶	۱۵/۹	۴۹/۴
F2	A	۲۵/ ۲۵	۴۳/۵	۲۰/۷۶	۵۴/۳۶
	B	۳۳/۶۷	۵۹/۵۸	۳۴/۲۵	۶۰/۷۴

گرفتگی قطره‌چکان‌ها از طریق مطالعه تأثیر غلظت‌های مختلف کودآبیاری بر کاهش دبی قطره‌چکان‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در طول آزمایش دبی هر یک از قطره‌چکان‌ها در هر یک از تیمارهای مورد مطالعه تعیین گردید که نتایج آن در جداول ۴ تا ۶ آورده شده است. همان‌گونه که در جداول ملاحظه می‌گردد، میانگین دبی قطره‌چکان‌ها بستگی به دو فاکتور اصلی غلظت کود و نوع قطره‌چکان‌ها دارد. با گذشت زمان دبی کاهش یافته و درصد کاهش دبی به طور تدریجی افزایش می‌یابد. همچنین مشاهده می‌گردد که با افزایش غلظت کودآبیاری درصد کاهش دبی برای هر سه نوع قطره‌چکان افزایش می‌یابد. که این تغییر از ۱۱/۳۸ درصد برای قطره‌چکان نوع C (قطره‌چکان طولانی مسیر خارج خط) با تیمار شاهد تا ۳۳/۶۷ درصد برای قطره‌چکان نوع B (قطره‌چکان طولانی مسیر داخل) برای تیمار F2 متغیر است. همچنین قطره‌چکان نوع B نسبت به نوع A و C بیشتر دچار گرفتگی شده و قطره‌چکان نوع C کم‌ترین گرفتگی را داشته است. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج طاهرپور کلانتری (۱۳۷۶)، عابدی کوپایی و بختیاری‌فر (۱۳۸۳) و رووان و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد.

راندمان یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها تحت تأثیر دو فاکتور کیفیت آب آبیاری و نوع قطره‌چکان قرار دارد. بدین معنی که با تغییر کیفیت آب آبیاری در اثر کود آبیاری و با گذشت زمان از راندمان یکنواختی پخش قطره‌چکان‌ها کاسته می‌گردد. این راندمان از ۲۲/۸ برای قطره‌چکان نوع C با تیمار شاهد تا ۵۹/۵۸ برای قطره‌چکان نوع B با تیمار F2 متغیر است. نمودار تغییرات راندمان یکنواختی قطره چکان نوع A به عنوان نمونه در شکل(۲) آورده شده است. اگر چه شیب نمودارها روند خاصی را از نظر یکنواختی دنبال نمی‌کند اما دیده شد که شیب عمومی نمودارها، نزولی و با گذشت زمان، راندمان یکنواختی پخش کاهش پیدا می‌کند.

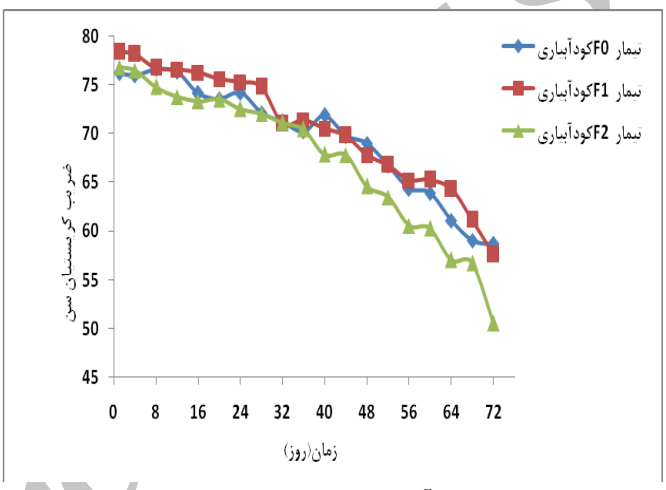


شکل(۲): تاثیر غلظت‌های مختلف کودآبیاری بر راندمان یکنواختی پخش قطره چکان‌های A

Archive of SID
www.SID.ir

با گذشت زمان و کاهش دبی، درصد کاهش راندمان یکنواختی پخش برای هر سه نوع قطره‌چکان افزایش می‌یابد. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج نادری (۱۳۸۷) و بازکارت و ازکیسی (۲۰۰۶) سازگار می‌باشد. فرزام نیا و حقایقی مقدم (۱۳۸۱) در تحقیقی، تأثیر آب شور بر گرفتگی قطره‌چکان‌های داخل خط، میکرو فلاپر، توربو، روی‌خط و چکاننده‌های نوارتیپ را بررسی کردند. نتایج نشان دادن که قطره‌چکان‌های داخل خط و میکروفلاپر ۲ درصد، روی خط ۱۰ درصد، توربو ۱۸ درصد و چکاننده‌های نوار تیپ ۶۸ درصد دچار گرفتگی کامل ناشی از رسوبات املاح مختلف شدند. گرفتگی قطره‌چکان‌ها و پراکندگی آبدهی آن‌ها از مقدار متوسط، باعث کاهش متوسط آبدهی قطره‌چکان‌ها، یکنواختی پخش و ضریب یکنواختی کریستیان سن و افزایش ضریب تغییرات دبی قطره چکان‌ها گردید.

مقادیر ضریب یکنواختی کریستیان‌سن قطره‌چکان‌ها برای هر سه تیمار کود آبیاری و برای هر سه نوع قطره‌چکان محاسبه گردید. نتایج نشان داد با گذشت زمان و گرفتگی قطره‌چکان‌ها، ضریب یکنواختی کریستیانسن نیز تحت تاثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد. هر چه غلظت کود افزایش یابد میزان گرفتگی بیشتر گشته و کاهش ضریب یکنواختی افزایش می‌یابد. به عنوان نمونه تغییرات این ضریب برای قطره چکان نوع B در شکل(۳) نشان داده شده است. با بررسی شکل‌ها مشاهده می‌شود که با گذشت زمان بر میزان گرفتگی قطره‌چکان‌ها و در نتیجه تأثیر در کاهش ضریب یکنواختی کریستیان‌سن قطره‌چکان‌ها افزوده می‌گردد.



شکل(۳): تاثیر غلظت های مختلف کودآبیاری بر ضریب یکنواختی کریستیان سن قطره‌چکان‌های B

نتیجه بدست آمده از این تحقیق، در این مورد با نتایج معیدی‌نیا (۱۳۷۷)، فرزام‌نیا و حقایقی‌مقدم (۱۳۸۱) و نادری (۱۳۸۷) سازگار می‌باشد. نادری (۱۳۸۷)، به منظور مقایسه میزان آبدهی، یکنواختی پخش و ضریب یکنواختی تحقیقی با عنوان تعیین عملکرد خروجی‌ها در مقابل کیفیت‌های مختلف آب در آبیاری قطره‌ای روی پنج نوع از انواع قطره‌چکان‌ها که شامل قطره‌چکان‌های داخل-خط، میکرو فلاپر، توربو، روی‌خط و لوله تیپ در کیفیت‌های مختلف آب انجام داد. نتایج نشان داد که کاهش میزان آبدهی، کاهش یکنواختی پخش و کاهش ضریب کریستیان سن، در هر پنج نوع خروجی مذکور با بدتر شدن کیفیت آب افزایش می‌یابد. نتایج تغییرات میزان آبدهی، یکنواختی پخش و ضریب یکنواختی برای هر پنج خروجی، در هر سه نوع کیفیت آب نشان داد که هنگام استفاده از هر نوع خروجی روندی کاهشی در پارامترهای مذکور در هر نوع نوبت آبیاری وجود دارد و میزان شدت کاهش به کیفیت آب بستگی دارد. هیلز و همکاران (۱۹۸۹)، در زمینه تاثیر گرفتگی شیمیایی قطره‌چکان‌ها بر یکنواختی پخش مطالعاتی انجام دادند. آن‌ها اثرات چهار ترکیب مختلف آب آبیاری را بر گرفتگی شیمیایی قطره‌چکان‌ها مورد ارزیابی قرار دادند و ملاحظه کردند که با افزایش یون‌های کلسیم، منیزیم، بی‌کربنات و پ- هاش در آب آبیاری، رسوبات کربنات کلسیم بیشتر شده که در نتیجه منجر به افزایش گرفتگی قطره‌چکان‌ها

www.SID.ir

و کاهش دبی آن‌ها گردیده است. بیشترین گرفتگی مربوط به آب دارای بیشترین مقدار نمک و کم‌ترین گرفتگی مربوط به آب دارای کم‌ترین مقدار پ-هاش بوده است. اکرام نیا (۱۳۷۵) در تحقیقی، ضمن ارزیابی خود از قطره‌چکان‌ها و مشخص کردن روابط دبی– فشار قطره‌چکان‌های موجود در بازار بیان داشته است که گرفتگی قطره‌چکان‌ها بزرگ‌ترین معضل در به‌کارگیری سیستم‌های آبیاری قطره‌ای بوده و این گرفتگی موجب پخش غیریکنواخت آب درطول لوله‌های آبده می‌گردد. اگر مسدود شدن طولانی شود و قطره‌چکان‌های مسدود شده تمیز یا تعویض نگردند به گیاه آسیب شدیدی وارد خواهد شد. از طرفی پیدا کردن یک قطره چکان مسدود شده از میان انبوه قطره‌چکان‌های یک مزرعه دشوار بوده و تمیز کردن آن نیاز به هزینه‌های کارگری بالایی دارد.

مقادیر ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها برای هر سه تیمار کود آبیاری و برای هر سه نوع قطره‌چکان محاسبه گردید. در این تحقیق برای بررسی اثرات کود آبیاری بر روی ضریب تغییرات دبی، در مورد هر قطره‌چکان با استفاده از آزمون ANOVA اثر سه تیمار کود آبیاری بر روی ضریب تغییرات دبی مورد ارزیابی قرار گرفت. در هر مورد تساوی ضریب تغییرات دبی در تیمارهای مختلف کود آبیاری به عنوان فرض صفر در نظر گرفته شد، که در سطح اطمینان ۹۵ درصد پذیرفته یا رد می‌شد. نتایج حاصل از آزمون آماری برای قطره چکان نوع B به عنوان نمونه آورده شده است. در مورد تمامی قطره‌چکان‌ها فرض تساوی ضریب تغییرات دبی در غلظت‌های مختلف کود آبیاری، رد شده و کود آبیاری اثر معنا داری روی ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها می‌گذارد.

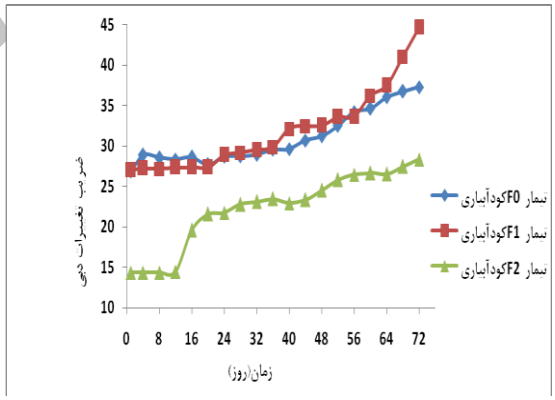
جدول (۸): نتایج ارزیابی اثرات کودآبیاری بر ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌های نوع B

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	778.141	2	389.071	3.456	.039
Within Groups	6079.489	54	112.583		
Total	6857.630	56			

شکل(۴) تغییرات دبی را برای قطره‌چکان نوع C نشان می‌دهد. با بررسی این شکل‌ها مشاهده می‌شود که با بطور کلی شیب عمومی نمودارهای تأثیر تیمارهای مختلف کودآبیاری بر ضریب تغییرات دبی قطره چکان‌ها صعودی بوده و با گذشت زمان بر میزان آن افزوده می‌گردد.

گذشت زمان بر میزان گرفتگی قطره‌چکان‌ها و در نتیجه تأثیر در افزایش ضریب تغییرات دبی افزوده می‌گردد.



شکل(۴): تاثیر غلظت های مختلف کودآبیاری بر ضریب تغییرات دبی قطره چکان های C

همچنین با مراجعه به جداول ۴ تا ۶ مشاهده می‌گردد که با افزایش غلظت کودآبیاری درصد افزایش ضریب تغییرات دبی برای هر سه نوع قطره‌چکان افزایش می‌یابد. نتیجه بدست آمده در این مورد با نتایج اکبری و

Archive of SID
www.SID.ir

کوچک‌زاده (۱۳۷۹)، فرزام‌نیا و حقایقی‌مقدم (۱۳۸۱) و معیدی‌نیا (۱۳۷۷) مطابقت دارد.

گرفتگی قطره‌چکان‌ها در تیمارهای F_1 و F_2 نسبت به تیمار F_0 (شاهد) بیشتر است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کودآبیاری گرفتگی شیمیایی در قطره‌چکان‌ها را تشدید کرده و باعث می شود که گرفتگی قطره چکان‌ها افزایش یابد. بدلیل اینکه کود اوره در آب هیدرولیز شده و به نیترات تبدیل می‌گردد، نیترات تولید شده بوسیله جلبک‌ها (گیاهی) و سایر میکرواورگانیسم‌ها به عنوان ماده غذایی اصلی مصرف شده و موجب رشد، تولید مثل و تکثیر آن‌ها می‌گردد. جلبک‌ها و سایر میکرواورگانیسم‌ها از خود لجن برجای گذاشته که باعث گرفتگی دهانه قطره‌چکان‌ها می‌گردد. در این تحقیق قطره‌چکان‌های B که دارای دبی کم‌تری بودند، بیشتر دچار گرفتگی شدند. جدول(۴) نشان می‌دهد که میزان گرفتگی در قطره‌چکان‌های A و B (داخل خط- طولانی مسیر) نسبت به قطره‌چکان‌های C (روی خط- طولانی مسیر) بیشتر است و بطور کلی میزان گرفتگی در قطره‌چکانهای B، A و C بترتیب روند کاهشی دارد. بنابراین می‌توان گفت که گرفتگی قطره‌چکان‌ها به میزان دبی خروجی از قطره‌چکان‌ها نیز بستگی دارد. پس بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت که کیفیت آب و نوع قطره‌چکان دو فاکتور مهم در رابطه با گرفتگی قطره‌چکان‌ها می‌باشند. نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج عابدی کوپایی و بختیاری‌فر (۱۳۸۳)، ترویین و همکاران (۲۰۰۰)، بازکارت و ازکیسی (۲۰۰۶) و هایجون و گان‌ها (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

برای بررسی اثرات غلظت‌های کودآبیاری روی دبی قطره‌چکان‌ها، از طریق آزمون آماری و در قالب طرح بلوک تصادفی، اثر کود آبیاری روی دبی قطره‌چکان‌های مختلف بررسی شد. در قالب این طرح اثرات سه غلظت کودآبیاری (F_O، F_1 و F_2) به عنوان تیمار و اثرات سه نوع قطره‌چکان (A، B و C) به عنوان بلوک در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS در مورد هر نوع قطره چکان برای تأیید یا رد فرض صفر که همان تساوی دبی در تیمارهای مختلف است، انجام شد. در مورد تمامی قطره‌چکان‌ها فرض تساوی دبی در غلظت‌های مختلف کودآبیاری با سطح اطمینان ۹۵ درصد، رد شده و کودآبیاری اثر معنا داری روی دبی قطره‌چکان‌ها می‌گذارد. به عنوان نمونه نتایج تجزیه و تحلیل آماری مربوط به قطره‌چکان با کد A آورده شده است. این جدول نتیجه بدست آمده را تأیید می‌کند.

جدول(۹): نتایج ارزیابی اثر کودآبیاری بر دبی قطره چکان‌های نوع A

Tests of Between-Subjects Effects

Q

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.453[a]	2	.227	3.729	.030
Intercept	621.714	1	621.714	10223.812	.000
VAR00002	.453	2	.227	3.729	.030
Error	3.284	54	.061		
Total	625.451	57			
Corrected Total	3.737	56			

a. R Squared = .121 (Adjusted R Squared = .089)

هایجون وگان‌ها (۲۰۰۸) در تحقیقی، گرفتگی سه نوع قطره‌چکان مارپیچ درون خطی، قطره‌چکان با جریان ناآرام و قطره‌چکان مارپیچ درون خطی با جریان آرام را با استفاده از آب تازه و پساب تصفیه شده فاضلاب مورد بررسی قرار دادند و با اندازه‌گیری دبی و با محاسبه کاهش دبی، ضریب تغییرات دبی، یکنواختی پخش، ضریب یکنواختی کریستین سن و درصد گرفتگی قطره‌چکان‌ها، عملکرد قطره‌چکان‌ها را ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که

Archive of SID

www.SID.ir

تمام شاخص‌های گفته شده تحت تأثیر کیفیت آب مورد استفاده جهت آبیاری، نوع قطره چکان و زمان کارکرد سیستم قرار دارند. میزان کاهش دبی، ضریب تغییرات دبی و درصد گرفتگی در قطره‌چکان‌هایی که با پساب تصفیه شده فاضلاب تغذیه می‌شدند نسبت به آب تازه بیشتر بوده است و میزان یکنواختی پخش و ضریب کریستیان‌سن پساب فاضلاب تصفیه شده کمتر از آب تازه بوده است. با افزایش زمان کارکرد سیستم‌ها کاهش دبی، ضریب تغییرات دبی و درصد گرفتگی قطره‌چکان‌ها با استفاده از پساب تصفیه شده فاضلاب افزایش و یکنواختی پخش و ضریب کریستیان‌سن آن کاهش داشته‌اند. آنالیز کیفیت آب در ورودی و خروجی قطره‌چکان‌ها نشان داد که رسوب شیمیایی ذرات به دلیل pH بالا و غلظت بالای یون‌ها مخصوصاً در پساب تصفیه شده فاضلاب، دلیل اصلی گرفتگی قطره‌چکان‌ها بوده است. (هایجون و گان‌ها، ۲۰۰۸) معیدی‌نیا (۱۳۷۷)، تأثیر ترکیبات شیمیایی مختلف آب آبیاری بر گرفتگی چهار نوع قطره‌چکان را با استفاده از چهار کیفیت آب آبیاری که از نظر غلظت املاح و pH با یکدیگر متفاوت بودند، را مورد آزمایش قرار داد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت املاح و pH آب آبیاری میزان گرفتگی شیمیایی قطره‌چکان‌ها افزایش می‌یابد و گرفتگی قطره‌چکان‌ها دبی، یکنواختی‌پخش، یکنواختی پخش‌مطلق و ضریب یکنواختی کریستیان‌سن قطره‌چکان‌ها را کاهش داد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت املاح و pH آب آبیاری ضریب تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها افزایش می‌یابد. این تغییرات برای هر چهار نوع قطره‌چکان متفاوت بود. با افزایش یون‌های کلسیم و بی‌کربنات شاخص اشباع لانژیلر، اعداد مثبت‌تری را نشان دادند که بیانگر افزایش پتانسیل رسوبگذاری و در نتیجه گرفتگی می‌باشد. (معیدی نیا، ۱۳۷۷)

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تأثیر دو غلظت کود اوره با غلظت‌های ۰/۰ ۵ گرم بر لیتر و ۰/۰ ۸ گرم بر لیتر و سه نوع قطره چکان (طولانی‌مسیر روی‌خطی(C) و دو نوع طولانی‌مسیر داخل‌خطی(A وB) بر گرفتگی قطره‌چکان‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد قطره‌چکان‌های B (طولانی مسیر داخل خط) با کمترین مقدار دبی، بیشترین گرفتگی را به خود اختصاص دادند. قطره‌چکان‌های C (طولانی مسیر روی خط) با بیشترین مقدار دبی، کمترین گرفتگی را به خود اختصاص دادند. بطور کلی میزان گرفتگی قطره‌چکان‌های مورد مطالعه بترتیب برای قطره‌چکان‌های B، A و C روند کاهشی داشت. افزایش غلظت کودآبیاری اثر معنا داری روی دبی قطره‌چکان‌ها و ضریب تغییرات دبی داشت که بستگی به غلظت کودآبیاری، کیفیت آب و نوع قطره‌چکان دارد و در قطره‌چکان‌های مختلف این تأثیر متفاوت است. بنابراین از آنجایی که گرفتگی قطره چکانها جدی ترین مسئله ای است که یک سیستم آبیاری قطره ای را تهدید می کند از این رو لازم است تا در طراحی این سیستمها این موضوع در نظر گرفته شود و با دقت هر چه تمامتر هرچند مدت یکبار خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب آبیاری اندازه گیری و بر اساس آن مدیریتهای لازم را اتخاذ نمود. همچنین یکی از عواملی که باعث گرفتگی قطره چکانها می شود، استفاده از کودهای آبیاری ازته است که گرفتگی بیولوژیکی را در پی دارد و بایستی در هنگام استفاده از این نوع کودها به نوع قطره چکان مورد استفاده دقت نمود. در قطره چکانهای طولانی مسیر روی خط نسبت به قطره چکانهای داخل خط گرفتگی کمتری ایجاد می شود.

منابع

۱. اکرام‌نیا، ف. ۱۳۷۵. ارزیابی انواع قطره‌چکانها و ارائه قطره‌چکان بهینه از لحاظ فنی و اقتصادی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی،گروه آبیاری و آبادانی.
۲. علیزاده، ا. ۱۳۸۸ . اصول و عملیات آبیاری قطره‌ای . انتشارات آستان قدس رضوی.
۳. علیزاده، ا. ۱۳۷۲ . اصول طراحی سیستمهای آبیاری . انتشارات آستان قدس رضوی.

Archive of SID
www.SID.ir

۴. طاهرپور کلانتری، م. ۱۳۷۶. بررسی علل گرفتگی خروجیها در آبیاری قطره‌ای و ارتباط آن با کیفیت آب در مناطق رفسنجان و جهرم. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه آبیاری و آبادانی.
۵. اکبری، م. و م.کوچک‌زاده. ۱۳۷۹. نگرشی بر سیستمهای آبیاری تحت فشار در استان اصفهان. دهمین همایش کمیته ملی آبیاری زهکشی ایران،ص۱۱.
۶. فرزام نیا، م. و س.حقایقی مقدم. ۱۳۸۱. بررسی تاثیر آب شور بر گرفتگی برخی قطره‌چکان‌های مورد استفاده در ایران. مجله علوم و مهندسی آبیاری، جلد ۳۲ ، زمستان ۸۸ ، ص ۲۵-۱۵ .
۷. نادری، ن. ۱۳۸۷. تعیین عملکرد خروجی‌ها در مقابل کیفیت‌های مختلف آب در آبیاری قطره‌ای. دومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی،ص ۱۷۱.
۸. معیدی‌نیا، ع. ۱۳۷۷. تأثیر ترکیبات شیمیایی مختلف آب آبیاری بر گرفتگی قطره‌چکانها درآبیاری قطره‌ای، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۹. شجاعیان، ف. ۱۳۸۶. تاثیر انواع مختلف گسیلنده و تزریق کننده کود بر یکنواختی پخش آب و کود در آبیاری قطره‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
۱۰. صادقی، ز. ۱۳۸۴. بررسی امکان کاهش انرژی در آبیاری قطره‌ای(آبیاری قطره‌ای ثقلی). پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده مهندسی علوم آب.
۱۱. بختیاری فر، ع و ج. عابدی کوپایی. ۱۳۸۳. تاثیر پساب تصفیه شده بر خصوصیات هیدرولیکی انواع قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۸، شماره ۳، ص۴۳-۳۳.
12. Taylor, H.D., R.K.X. Bastos, H.W. Pearson and D.D. Mara. 1995. Drip irrigationwith waste stabilization pond effluents solving the problem of emitter fouling. Wat. Sci. Tech., 31 (12):417-424.
13. Hills,D.J., F.M. Nawar and P.M. Waller. 1989. Effects of chemical clogging on drip tape irrigation uniformity. Trans, ASAE,32(4):1202-1206.
14. Bozkurt. S. and B. Ozekici. 2006. The effects of fertigation managements on clogging of in-line emitters. J. A pplid Sciences.6(15): 3026-3034
15. Haijun, L. and H. Guanhua.2008. Laboratory experiment on drip emitter clogging with fresh water and treated sewage effluent.. Agricultural Water Management. 5: 745- 756.
16. Muharrem, Y.Y., D. Kursad, E. Okan, B. Erdem and D. Merve. 2010. Emitter clogging and effects on drip irrigation system performances. African journal of Agricultural Research vol. 5(7):532-538
17. Rowan, M., K. Man and O.H. Tuovinen. 2004. Clogging incidence of drip irrigation emitters distributing effluents of differing levels of treatment.sacramento, California USA, ASAE Publication Number 701P0104.
18. Trooien, T.P., F.R. Lamm, L.R. Stone, M. Alam, G.A. Clark, D.H. Rogers and A.J. schlegel. 2000. Subsurface drip irrigation using livestoke wastewater: Dripline flow rates. Appl. Eng. in Agric. 16(5): 505-508.
Archive of SID
www.SID.ir

The effects of fertigation on clogging of emitters in the drip irrigation systems

F. ganji [1], halimeh piri [2] M. behzad [3], S. Borumand Nasab [3]

Abstract

This study was carried out to determine the effects of fertigation on clogging of emitters and drip irrigation systems performances. The experiment was done in the water scinces Engineering lab, university of shahid chamran, ahvaz, from 2010 to 2011. In the experiment, three different emitters (on-line and 2 type in-line) and three different fertilizer (urea 46%N) Treatments (no-fertilizer, concentration 0.05 gr/l and 0.08 gr/l) are used. In control treatment f_0 , showed emitters A, B and C respectively %17.9, %19.9 and %11.38 discharge rate decrease. In treatment f_1 , showed emitters A, B and C respectively %22.8, %26.48 and %17.14 discharge rate decrease . In treatment f_2 , showed emitters A, B and C respectively %25.25, %33.67 and %19.16 discharge rate decrease. The results showed that the increasing of fertigation concentration, results in increasing clooging emitters. Clooging emitters decrease emission uniformity (Eu), Christiansen's uniformity coefficient (Uc) and increasing of emitter discharge variations coefficient. Emitters that have the lowest flow rates had the lowest performance. These changes were different for all three type of emitters. The results showed thowed that emitters with code B were most sensitive to fertigation. Overally, sensitiveness to fertigatiuon were decreasing for emitters B, A and C respectively. Increase in concentration of irrigation fertilizer has a strong effect on the discharge of emitters and coefficient of discharge.

Keywords: drip irrigation, emitters clogging, Discharge coefficient of variation, the uniformity

Archive of SID

[1] Senior Irrigation and Drainage, Water Engineering Department, martyr Chamran University, Ahvaz, Iran
[2] MSC, Faculty member of Zabol University, Department of Water Engineering, Zabol, Iran,09153454917
3Professor, Faculty member of martyr Chamran University, Department of Water Engineering, Ahvaz, Iran

www.SID.ir