نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۵، مرداد - شهریور ۱۴۰۰، ص. ۶۸۹-۶۷۹

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 15, Aug.-Sep. 2021, p. 679-689

مقاله علمی - پژوهشی

تاثیر تزریق تری‌فلوراین در کاهش گرفتگی قطره چکان‌های توسط ریشه دو گونه چمن در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی

علی اکبر شهیدانی[۱]، مهدی قیصری[۲*]، علی نیکبخت[۳]، زهرا مشرفیان[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۰۳

چکیده

گرفتگی قطره چکان‌ها به وسیله ریشه گیاهان یکی از مشکلات استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی در مناطق خشک در شرایط استرس آبی می‌باشد. اهداف این مطالعه بررسی اثر تزریق تری‌فلوراین در جلوگیری از انسداد قطره چکان‌ها در آبیاری قطره‌ای زیر سطحی و تاثیر این مواد بر خصوصیات ظاهری دو گونه چمن بود که در قالب طرح فاکتوریل با سه تکرار طی سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۲ انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل سه غلظت تزریق علف کش تری‌فلوراین شامل صفر میلی گرم (C_0)، ۱۰۰ میلی گرم (C_1) و ۳۰۰ میلی گرم (C_2) تری‌فلوراین خالص به ازای هر قطره چکان در سال و دو گونه چمن فستوکا (F) و برموداگراس (B) بود. نتایج نشان داد نفوذ ریشه به قطره چکان‌ها تحت تاثیر تزریق تری‌فلوراین بود، در تیمار شاهد (بدون تزریق تری‌فلوراین) برای ۷٪ از قطره چکان‌ها گرفتگی کامل توسط ریشه مشاهده شد ولی در تیمارهای C_1 و C_2 این نوع گرفتگی مشاهده نشد. در گونه برموداگراس نسبت به فستوکا نفوذ ریشه و مشکل گرفتگی شدیدتر رخ داد. نتایج شاخص‌های هیدرولیکی پس از دو فصل رشد بیانگر این بود که تری‌فلوراین موجب جلوگیری از گرفتگی قطره چکان‌ها گردید. همچنین افزایش غلظت تری‌فلوراین تا ۳۰۰ میلی گرم در سال به ازای هر قطره چکان تاثیری بر شاخص‌های ظاهری چمن نداشتند. اگرچه تزریق تری‌فلوراین بر کاهش گرفتگی موثر بود، با توجه به اهمیت حفظ محیط زیست توصیه می‌شود از لوله‌های دریپردار زیرسطحی مخصوص با سیستم حفاظتی ریشه در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای زیر سطحی استفاده شود، تا برای جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان‌ها نیاز به استفاده از علف‌کش با غلظت زیاد نباشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای زیرسطحی، تری‌فلوراین، چمن، انسداد فیزیکی

مقدمه

فضای سبز در محیط‌های شهری از جمله اساسی‌ترین عوامل حیات انسان به شمار می‌رود و چمن از قسمت‌های اصلی تشکیل دهنده فضای سبز می‌باشد. این گیاه نیاز به آبیاری مداوم داشته و بین گیاهان غیر زراعی آبی بیشترین سطح زیرکشت را دارد (Hoffman and Evans, 2007). چمن‌ها برحسب نیاز حرارتی جهت رشد به دوگروه چمن‌های گرمسیری وسردسیری تقسیم می‌شوند، متداول ترین چمن گرمسیری برموداگراس می‌باشد، که این نوع چمن به کم آبی و خشکی مقاوم است. چمن سردسیری فستوکا بهترین رشد و نمو را در هوای خنک دارند (Fry and Huang, 2004). از آنجایی که توسعه فضای سبز مستلزم تأمین آب کافی است و با توجه به شرایط آب و هوایی مناطق خشک و نیمه خشک، پیدا کردن روش‌ها و منابع جایگزین جهت آبیاری مؤثر و بهره گیری از تمام ظرفیت‌های موجود، از اهداف اصلی شهرداری‌ها و سازمان‌های آب می‌باشد (Beard and Kenna, 2008).

امروزه آبیاری قطره ای زیرسطحی (Subsurface Dripe Irrigation) یکی از کاربردی‌ترین سیستم های آبیاری فضای سبز و مزارع می‌باشد. آبیاری قطره‌ای زیرسطحی (SDI) روشی است که در

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان،اصفهان، ایران
۳- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۴- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
(*-نویسنده مسئول: Email: gheysari@iut.ac.ir)
DOR: 20.1001.1.20087942.1400.15.3.16.0

آن لوله های قطره چکان‌دار در زمین دفن شده‌اند به گونه‌ای کـه آب را مسـتقیماً در اختیـار ریشـه گیـاه قـرار مـی‌دهنـد (Lamm et al., 2006). این تکنیک در بسیاری از کشورها مانند ایالات متحده، هنـد، چین و اسرائیل بـه طـور گسـترده مـورد اسـتفاده قـرار گرفتـه اسـت (Ayars et al., 1999; Lamm, 2016). با این حال، بـرای اسـتفاده موفقیت آمیز از آبیاری زیر سطحی، چالش‌هایی مانند نفوذ ریشه گیـاه به داخل گسیلنده و مسدود شدن آنهـا و کـاهش یکنـواختی سیسـتم، طول عمر و حتی کاهش عملکرد محصول وجود دارد (Camp et al., 2000;Suarez-Rey et al., 2000;Ayars et al., 2015; Mohammadian et al., 2016; Guo, 2019; Yu et al., 2019).

گرفتگی ناشی از نفوذ ریشه از دیربـاز مشـکل اصـلی اسـتفاده از سیستم SDI در فضای سـبز و اراضـی کشـاورزی اسـت و تحقیقـات زیادی در این خصوص انجام شده اسـت (Lamm, 2016). گرفتگـی قطره چکان‌های معمـولی در سیسـتم SDI در چمـن بـین ۱۰ تـا ۶۰ درصد از سال اول تا سال چهارم پس از نصـب (Ferguson, 1994)، انسداد و کـاهش زیـاد جریـان درپیرهـای لولـه درپیـردار بـه وسـیله ریشه‌های انگور (Burt and Styles, 1999)، ورود ریشه‌هـای چمـن برموداگراس در برخی از قطره چکان‌ها پس از یک سال بهره بـرداری در سیستم SDI (Suarez-Rey et al., 2000)، نفـوذ ریشـه قهـوه و ریشه مرکبات به داخـل ۱۴ مـدل مختلـف گسـیلنده (Rubens and Luis, 2003)، نفوذ جدی ریشه گوجه فرنگی به گسیلنده‌های سیستم SDI در اواسط فصل رشد و کاهش عملکرد گوجه فرنگی در مقایسـه با سیستم آبیاری قطره‌ای (Lamm, 2016) گزارش شده است.

تولیدکنندگان قطره چکان‌ها از روش‌هایی ماننـد طراحـی خـاص فضای حرکت آب داخل قطره چکان و مسیر خـروج آب (Netafim, USA, UniRam) برای جلوگیری از نفـوذ ریشـه اسـتفاده مـی‌کننـد (Lamm et al., 2006; Wu et al., 2013; Schifris et al., 2015). کاربرد مواد شیمیایی مانند علف کش‌ها، اسـید سـولفوریک و غیره همراه آب آبیاری یکی دیگر از روش‌های مـوثر در کنتـرل نفـوذ ریشه به قطره چکان‌ها در سیستم SDI می‌باشد (Yingduo et al., 2010; Ruskin and Fergunson, 2013).

در سال‌های اخیر استفاده از سم علف‌کش تری‌فلـورالین[1] بـا نـام تجاری ترفلان[2] برای مقابله با رشد ریشه متداول شده است. تـرفلان مانع رشد و تکثیر سلول‌هـای مریسـتمی ریشـه مـی‌گـردد (Suarez-Rey, 2006). و عمدتاً به سه روش مورداستفاده قرار می‌گیرد: افزودن آن به آب آبیاری جهت تزریق به خاک اطراف قطره‌چکان‌ها؛ اسـتفاده از قطره‌چکان‌های مقاوم به رشد ریشه که به ترفلان آغشته شده‌اند و استفاده از فیلترهای دیسکی با صفحات آغشته به این ماده (باسـتانی، ۱۳۹۶).

تزریق تری‌فلـوراین موجـب آلـودگی محـیط زیسـت مـی‌شـود و می‌تواند توسط گیاه جذب شود، (Eason et al., 2004; Bernard et al.,2005; Ahemad and Khan, 2009; Stokstad, 2016)، لـذا تعیین حداقل مقـدار تزریـق تـری‌فلـوراین کـه مـوثر در جلـوگیری از گرفتگی قطره چکان شود اهمیت زیادی دارد. محققـین غلظـت‌هـای مختلفی برای تزریق تری‌فلوراین پیشنهاد داده‌اند، شامل حداقل مقدار موثر تزریق روزانه علف کش تری‌فلوراین ۰/۴ تا ۰/۷ میلـی گـرم بـه ازای هر قطره چکان برای کنترل رشد علف‌هـای هـرز (Ruskin et al., 1990) و ۰/۵ میلـی گـرم بـه ازای هـر قطـره چکـان بـرای محصولات زراعی مانند گندم، ذرت و پنبه (Oron et al., 1991) و یا تزریق ۰/۲ تا ۰/۲۵ میلی گرم به ازای هر قطره چکان در بازه زمـانی ۵-۶ مـاه جهـت ریشـه‌هـای مـویین گیاهـان (Pizarro Cabello, 1996)، ۳۰۰ میلی گرم به ازای هر قطره چکان طی فصل رشد گندم (Yingduoa et al., 2010)، مقدار ۰/۲۵ سی سی تـرفلان بـه ازای هـر قطـره چکـان در فصـل رشـد نیشـکر (Dalri et al., 2015)، غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم به ازای هـر قطـره چکـان در فصـل رشد انگور (Montaserei et al., 2016) توصیه شده است.

در مناطق خشک و نیمه خشک برای حفـظ و نگهـداری فضـای سبز شهری آبیاری اجتناب ناپذیر اسـت، و منـابع آب از نظـر کمـی و کیفی در ایـن منـاطق محـدودیت دارنـد. چمـن بـه عنـوان یکـی از مهمترین اجزای فضای سبز نیازمند آبیاری مکرر می‌باشد. با توجه بـه پتانسیل تبخیر- تعرق زیاد در مناطق خشک و نیمـه خشـک (Allen et al., 1998) استفاده از روش‌های آبیاری با کمترین تلفات تبخیـر و بادبردگی ضرورت دارد. سیستم‌های آبیاری سطحی به دلیـل نیـاز بـه حجم زیاد آب و هزینه بر بودن برای آماده سازی و انجام آبیاری و کم بودن راندمان (قره محمدلو و همکـاران، ۱۳۹۹) و آبیـاری بـارانی بـه دلیل وجود تلفات تبخیر و بادبردگی زیاد برای مناطق گـرم و خشـک مناسب فضای سبز شـهری نیسـتند. سیسـتم آبیـاری قطـره ای زیـر سطحی با تامین آب در منطقه توسعه ریشه، کاهش نفوذ عمقی، حذف تلفات تبخیر و بادبردگی و بالا بودن راندمان و یکنواختی (Ayars et al., 2015; Guo, 2019; Yu et al., 2019; Mendonca et al.,2020) به عنوان کارآمدترین روش آبیاری مورد توجه کارشناسـان و مسئولان شهرداری‌ها در مناطق خشک و نیمه خشک ایران اسـت. یکی از نگرانی‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی ورود ریشـه بـه داخـل قطره‌چکان‌ها می‌باشد که تهدیدی برای طول عمر این سیستم آبیاری می‌باشد، از طرفی استفاده از تکنولوژی‌های جدید هزینه بـر و گـاهی امکان پذیر نیست، لذا ضـرورت دارد مـدیریت آبیـاری قطـره‌ای زیـر سطحی برای جلوگیری از ورود ریشه مورد بررسـی قـرار گیـرد. ایـن پژوهش با هدف بررسی تاثیر تزریق تری‌فلوراین در کـاهش گرفتگـی قطره چکان‌ها و خصوصیات هیدرولیکی سیستم آبیاری قطـره‌ای زیـر سطحی توسط ریشه دو گونه چمـن در دو فصـل کشـت در دانشـگاه

1- Trifluralin-
2- Treflan

صنعتی اصفهان انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۱۶۳۰ متری از سطح آب‌های آزاد در سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ انجام شد. این منطقه بر اساس تقسیم‌بندی کوپن، دارای آب و هوای نیمه‌خشک و خنک با تابستان‌های خشک و کمی گرم است (فاضل و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین بر اساس تقسیم‌بندی ترنت وایت دارای آب و هوای خشک می‌باشد[1].

تیمارهای مورد بررسی در این پژوهش سه سطح تزریق علف کش شامل عدم تزریق تری‌فلوراین به عنوان تیمار شاهد (C_0)، تزریق ۱۰۰میلی گرم تری‌فلوراین (C_1) و تزریق ۳۰۰ میلی گرم تری‌فلوراین (C_2) به ازای هر قطره چکان و دو گونه چمن برمودا‌گراس (B) و فستوکا (F) بودند، که به صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک کاملا تصادفی و در سه تکرار در دوسال اجرا شد. سطوح علف کش مذکور هر ۴۵ روز با توجه به نیمه عمر بیان شده برای تری‌فلوراین در طی یکسال تزریق گردید (Ross and Lembi, 1999). مقدار مصرف علف کش تری‌فلوراین در هر نوبت برابر با مقدار ۷۲ گرم برای مساحت زیر کشت معادل ۱۱۶ مترمربع بود. چمن برمودا‌گراس (گرمسیری) به صورت نشا (از مرکز تحقیقات محمودآباد شهرداری اصفهان تهیه گردید) و چمن سردسیری فستوکا بصورت بذر هلندی کشت گردید.

تیمارهای آزمایشی در ۱۸ کرت به ابعاد ۱/۴×۲/۷ (متر× متر) با فاصله یک متر از یکدیگر اجرا شد. لوله دریپردار ساخت ایران با قطره چکان استوانه‌ای داخل لوله با فاصله‌ی قطره چکان ۵۰ سانتی‌متر و دبی قطره چکان برابر ۴ لیتر بر ساعت استفاده شد. عرض پیاز رطوبتی برای لوله دریپردار در محل اجرای طرح اندازه‌گیری شد و فاصله لوله‌های دریپردار از یکدیگر ۳۰ سانتی‌متر انتخاب شد. لوله‌های دریپردار با فاصله ۳۰ سانتی متر از یکدیگر با آرایش مستطیلی در زیر سطح خاک در عمق ۷ تا ۱۰سانتی‌متری نصب شد به طوری که در هر تکرار ۱۵متر لوله دریپردار و ۳۰ عدد قطره چکان وجود داشت.

سه تکرار هر تیمار آزمایشی یک لوله نیمه اصلی مستقل داشت و جهت کنترل آب دریافتی هر تیمار از ۶ کنتور حجمی ۲۵ میلی‌متری به همراه شیرهای قطع و وصل استفاده شد. برای تزریق علف کش در سیستم آبیاری از پمپ تزریق یک اسب بخار استفاده شد. همچنین به منظور جلوگیری از گرفتگی فیزیکی سیستم از یک عدد فیلتر دیسکی ۱۲۰ میکرون با ورودی ۱ اینچ استفاده شد. سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی در بالاترین کد ارتفاعی هر مانیفلد به شیر تخلیه و ورود هوا مجهز بود تا در زمان قطع جریان از ورود خاک به داخل قطره چکان‌ها جلوگیری شود.

پس از اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی، تسطیح زمین و متراکم کردن خاک، عملیات کاشت انجام شد، بذر چمن سردسیری (فستوکا) به روش کاشت دستی و کاشت چمن گرمسیری (برمودا‌گراس) به روش کاشت نشا انجام شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول (۱) ارائه شده است.

عمق آب آبیاری برای جبران کمبود آب خاک تا حد ظرفیت مزرعه محاسبه و اعمال گردید، همچنین دور آبیاری تابع میزان تخلیه رطوبت از نیمرخ خاک بود. پایش رطوبت به صورت روزانه و با استفاده از دستگاه رطوبت سنج (مدل GMK-770S شرکت جی- ون کره[2]) و تا عمق ۲۵ سانتی متری انجام شد. در این پژوهش از آب آشامیدنی دانشگاه، بدون محدودیت فیزیکی و شیمیایی استفاده شد تا تنها عامل گرفتگی قطره‌چکان‌ها، ریشه باشد (جدول ۲).

اندازه گیری خصوصیات هیدرولیکی قطره چکان‌ها

جهت اندازه‌گیری خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها در پایان هر فصل تعدادی قطره‌چکان از زمین خارج و مورد ارزیابی قرار گرفتند، در نمونه‌گیری سال اول تعداد محدودتری قطره‌چکان (۹ قطره چکان از هر تیمار) مورد آزمایش قرار گرفت و در پایان آزمایش نیز تمام قطره‌چکان‌های هر تیمار (۵۰ قطره چکان از سه تکرار) از زمین خارج شده و شاخص‌های هیدرولیکی آن‌ها شامل، CV، CU، Range و q_{var} ارزیابی شد. همچنین گرفتگی قطره چکان‌ها با باز نمودن آن‌ها بررسی و دلیل گرفتگی آن‌ها در آزمایشگاه تعیین شد. در ارزیابی مشاهده‌ای تمام قطره‌چکان‌ها سه نوع گرفتگی به‌عنوان شاخصی برای گرفتگی تعریف شد (شکل ۱) و درصد هر کدام از این گرفتگی‌ها در تیمارهای مختلف تعیین شد.

-**ضریب تغییرات ساخت (CV):** این ضریب یکنواختی ساخت قطره چکان‌ها از نظر هیدرولیکی را ارزیابی می‌کند بنابراین دبی قطره چکان‌های نو ساخت یک کارخانه در شرایط مساوی فشار و دما مورد آزمایش قرار می‌گیرند، در این مقاله از شاخص CV برای تعیین اثر نفوذ ریشه در آبدهی قطره چکان‌ها استفاده شد و قطره چکان‌ها در یک فشار و دمای یکسان مورد ارزیابی قرار گرفتند. سپس قطره‌چکان‌ها مطابق جدول ۳ استاندارد انجمن مهندسین کشاورزی آمریکا طبقه بندی می‌گردند(Keller and Karmeli, 1974):

$$CV = 100 \times (\frac{S_d}{q_a}) \qquad (۱)$$

1-http://www.esfahanmet.ir/ShowPage.aspxeglimpage/

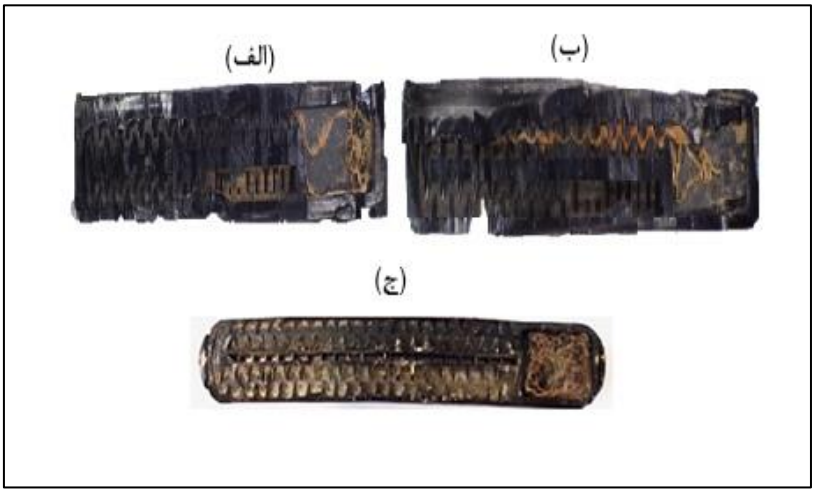
2- G- VON

جدول ۱- برخی خصوصات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

عمق نمونه (cm)	pH	رسانایی الکتریکی (dS/m)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (dS/m)	رس (٪)	شن (٪)	گنجایش حجمی زراعی (٪)	چگالی ظاهری (Mg/m)	ماده آلی (٪)
۳۰-۰	۸/۲۸	۹/۸۴	۴/۹	۳۲	۱۴/۸	۳۲	۱/۳۵	۴

جدول ۲- برخی خصوصات شیمیایی آب مورد استفاده

pH	رسانایی الکتریکی(dS/m)	Na (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	SAR
۷/۲۵	۰/۶	۲۲/۵	۷۶	۱۲	۳/٤



شکل ۱- معرفی انواع گرفتگی قطره چکان توسط ریشه بصورت کمی- (الف) وجود اندکی ریشه‌های مویین در قطره‌چکان (ب) وجود حجم زیاد ریشه در قطره‌چکان (ج) گرفتگی کامل قطره‌چکان توسط ریشه (GUO, 2019)

در اینجا CV ضریب تغییرات ساخت بر حسب درصد و S_d انحراف معیار آبدهی قطره چکان‌ها می‌باشد.

- **ضریب یکنواختی پخش قطره چکان‌ها (CU):** ضریب یکنواختی کریستیانسن تغییرات دبی قطره چکان‌ها در مزرعه را بررسی می‌کند، در این تحقیق از این شاخص در فشار و دمای ثابت برای بررسی اثر نفوذ ریشه در آبدهی قطره چکان پس از پایان آزمایش استفاده شد:

$$CU = 100\ (1 - \frac{|q_i - q_a|}{nq_a}) \qquad (۲)$$

CU:ضریب یکنواختی کریستیانسن برحسب درصد، q_i: دبی قطره چکان i ام بر حسب لیتر در ساعت، qa: دبی متوسط قطره چکان‌ها بر حسب لیتر بر ساعت و n: تعداد قطره چکان مورد آزمایش است.

جدول ۳- طبقه‌بندی قطره‌چکان‌ها براساس Cv

ضریب تغییرات ساخت	گروه
<۰/۰۵	عالی
۰/۰۵- ۰/۰۷	متوسط
۰/۰۷- ۰/۱۱	مرز متوسط و ضعیف
۰/۱۱- ۰/۱۵	ضعیف
۰/۱۵ <	غیرقابل استفاده

-**شاخص (Range)**: به صورت نسبت اختلاف جریان خروجی قطره چکان‌های ماکزیمم و مینیمم بر میانگین جریان خروجی قطره چکان‌ها تعریف می‌شود. مقدار پذیرفته شده تغییرات Range در حدود ۱۰± درصد می‌باشد (Ascough and Kiker, 2002).

$$Range = 100\frac{(q_{max} - q_{min})}{q_a} \qquad (۳)$$

که در آن q_{max}:حداکثر دبی، q_{min}: حداقل دبی، q_a: متوسط دبی قطره‌چکان‌ها

-**شاخص تغییرات جریان(q_{var}):** این شاخص برای

توصیف کیفیت قطره‌چکان‌ها استفاده می‌شود و براساس حداکثر و حداقل دبی مشاهده شده تعریف می‌شود (Jiang and Kang, 2010). درصورتی‌که مقدار q_{var} کمتر از ۱۰ درصد باشد ازلحاظ طبقه‌بندی یکنواختی پخش «خوب»، اگر q_{var} بین ۱۰ تا ۲۱ درصد باشد «قابل قبول» و درصورتی‌که بیشتر از ۲۰ درصد باشد ازلحاظ طبقه بندی «غیرقابل قبول» ارزیابی می‌شود (Keller and Bliesner, 1990)

$$q_{var} = 100 \times \left(1 - \frac{q_{min}}{q_{max}}\right) \quad (۴)$$

که q_{var}: تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها می‌باشد.

اندازه‌گیری خصوصیات ظاهری چمن

ارزیابی عملکرد چمن مانند گیاهان زراعی وابسته به پارامترهای کمی و ارزش مواد غذایی تولید شده نمی‌باشد، بلکه با توجه به هدف از کاشت چمن که ایجاد منظر زیبا می‌باشد، ارزیابی کیفیت بصری چمن از مقوله زیبا شناسی نیز باید مورد نظر قرار گیرد. متداول‌ترین راه ارزیابی چمن شامل رنگ و رشد طولی گیاه می‌باشد (Morris and Shearman, 2002).

در این مطالعه برای تعیین کیفیت رنگ از امتیازدهی بصری براساس مقیاس ۱ تا ۹ استفاده شد. درارزیابی مذکور که بر اساس دستورالعمل NTEP صورت گرفت امتیاز ۹ به رنگ سبز تیره چمن و امتیاز ۱ به رنگ زرد چمن اختصاص داده شد در این طبقه بندی عدد کمتر از ۶ نامناسب به حساب می‌آید (Morris and Shearman, 2002).

صفات رنگ و ارتفاع گیاه هفت مرحله در سال اول و سه مرحله در سال دوم اندازه گیری شدند، بطوریکه در سال اول پژوهش طی ماه‌های مرداد و شهریور دو هفته یکبار و سال دوم پژوهش در ماه‌های اردیبهشت و خرداد هر دو هفته یکبار شاخص‌های ظاهری ارزیابی شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج با نرم افزار SAS ver. 9.0 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن درسطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

گرفتگی قطره چکان‌ها

بیشترین گرفتگی قطره چکان با ریشه در غلظت C_0 رخ داده است. به طور متوسط در دو گونه چمن ۵۱، ۱۱/۵ و ۲ درصد گرفتگی به ترتیب در غلظت‌های C_0 ، C_1 و C_2 مشاهده شد. گرفتگی نوع ۳ در غلظت‌های C_1 و C_2 رخ نداد و در غلظت C_0 برابر ۵ درصد بود. گونه چمن بر نوع گرفتگی در قطره چکان‌ها اثر داشت و بیشترین نوع گرفتگی ۲ و ۳ در چمن برموداگراس مشاهده شد، اما در مجموع ریشه های دو گونه چمن در تیمار بدون کاربرد ترفلان به یک میزان قطره‌چکان‌ها را تحت تاثیر قرار دادند (جدول ۴). به دلیل وجود آب و مواد مغذی نسبتاً زیاد در خاک اطراف قطره چکان‌ها بیشترین تمرکز تارهای کشنده در این منطقه است و به همین دلیل داخل قطره‌چکان نفوذ می‌نمایند (Bar-Yosef et al., 1991; Wang, 2005; Montaserei et al., 2016). نتایج حاصل از ارزیابی گرفتگی قطره-چکان‌ها نشان می‌دهد که افزایش غلظت تزریق تری‌فلوراین موجب کاهش و یا ممانعت از گرفتگی قطره‌چکان‌ها با ریشه شده است. محققین قبلی (Yingduoa et al., 2010; Wang et al.,2012; Dalri et al., 2015; Montaserei et al., 2016) نیز کاهش و یا عدم گرفتگی قطره‌چکان‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی تحت مدیریت تزریق تری‌فلوراین را بیان نموده‌اند. گرفتگی قطره‌چکان‌ها در سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی برای چمن برموداگراس به‌دلیل داشتن ریشه‌های فیبری در کمتر از یک سال قبلا گزارش شده است (Suarez-Rey, 2006).

ضریب تغییرات (CV)

با توجه به دو سال آزمایش برای دو گونه چمن در غلظت‌های مختلف نتایج نشان داد کلیه قطره‌چکان‌ها از نظر ضریب تغییرات ساخت در درجه مرز متوسط- ضعیف و ضعیف هستند و قطره چکان‌های تیمار های FC_0 در سال دوم و BC_0 در سال اول و دوم آزمایش غیر قابل استفاده ارزیابی شدند (جدول ۵). در واقع کمترین تغییرات در یکنواختی قطره‌چکان‌ها نسبت به قطره چکان نو در تیمارهای حاوی علف‌کش تری‌فلوراین و بیشترین تغییرات در تیمارهای بدون علف‌کش مشاهده شد. نتایج نشان داد مشکل گرفتگی قطره چکان‌ها در گونه برموداگراس در حالت بدون استفاده از علف‌کش شدیدتر از گونه فستوکا بوده است چرا که قطره‌چکان‌های این تیمار طی سال اول و دوم غیرقابل استفاده ارزیابی شدند. در واقع ریشه‌ها با دنبال نمودن شیب رطوبت خاک، منبع آب را پیدا می‌کنند و داخل قطره چکان نفوذ می‌کنند (Dalri et al., 2015; Montaserei et al., 2016). اضافه نمودن علف کش موجب کاهش گرفتگی قطره چکان‌ها توسط ریشه، همچنین موجب افزایش یکنواختی دبی خروجی قطره چکان‌ها در تیمارها گردیده است، که با یافته های سایر محققین همخوانی دارد (Dalri et al., 2015).

جدول ٤- بررسی خصوصیات هیدرولیکی سیستم و گرفتگی قطره‌چکان‌ها در پایان دو فصل رشد

تیمار	Clogging1 (%)	Clogging2 (%)	Cloggoig3 (%)	Total Dripper	CV1 (%)	CV2 (%)	CU (%)
NDL	۰	۰	۰	۵۰	۱۰	۱۰	۹۳/۱
FC_0	۲۴	۲۵	۳	۵۰	۱۳/۷	۱۵	۸۸/۷
FC_1	۷	۴	۰	۵۰	۱۲	۱۴	۹۰/۳
FC_2	۲	۰	۰	۵۰	۸	۱۲	۹۱/۳
BC_0	۱۲	۳۱	۷	۵۰	۱۵/۸	۱۸	۸۷
BC_1	۸	۴	۰	۵۰	۱۱/۷	۱۵	۸۷
BC_2	۲	۰	۰	۵۰	۱۰/۷	۱۳	۹۰/۷

NDL (New Drip Line): لوله دریپردار نو قبل از انجام آزمایش، B: گونه چمن برموداگراس، F: گونه چمن فستوکا، C_0: غلظت صفر میلی‌گرم تری‌فلوراین ، C_1: غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم تری‌فلوراین ، C_2: غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم تری‌فلوراین، CV1: ضریب تغییرات ساخت پس از یک سال، CV2: ضریب تغییرات ساخت پس از دو سال، Clogging: گرفتگی در پایان سال دوم ارزیابی شد.

جدول ۵- طبقه‌بندی قطره چکان‌ها براساس استاندارد انجمن مهندسان کشاورزی آمریکا

تیمار	CV1	CV2
NDL	مرز متوسط و ضعیف	مرز متوسط و ضعیف
FC_0	ضعیف	غیر قابل استفاده
FC_1	ضعیف	ضعیف
FC_2	مرز متوسط و ضعیف	ضعیف
BC_0	غیر قابل استفاده	غیر قابل استفاده
BC_1	ضعیف	ضعیف
BC_2	مرز متوسط و ضعیف	ضعیف

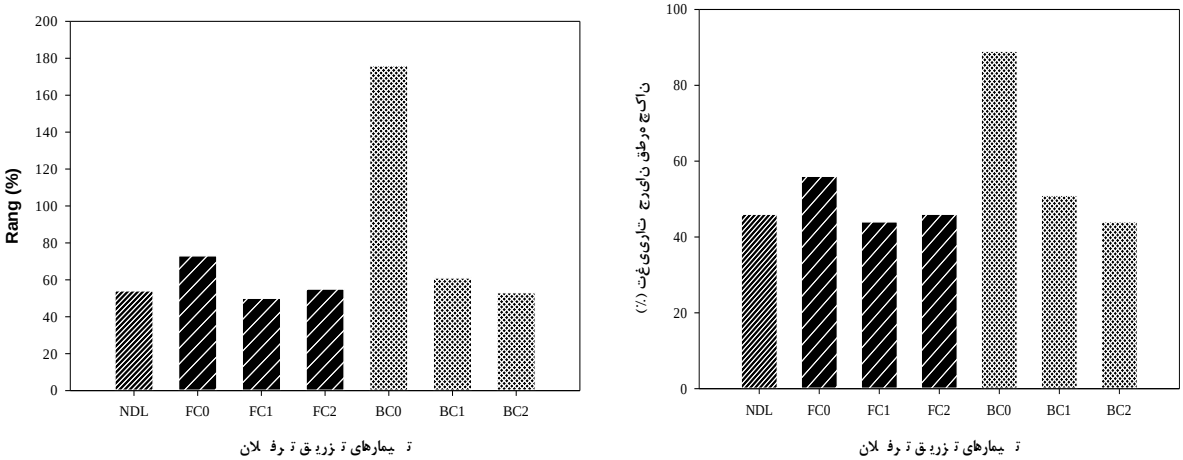
(: لوله دریپردار نو قبل از انجام آزمایش، B: گونه چمن برموداگراس، F: گونه چمن فستوکا، C_0: غلظت صفر میلی‌گرم تری‌فلوراین ، C_1: غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم تری‌فلوراین ، C_2: غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم تری‌فلوراین

یکنواختی پخش آب توسط قطره چکان‌ها (CU)

در مورد ضریب یکنواختی کریستیان‌سن بر اساس مطالعات، قطره‌چکان‌هایی که از CU بیش از ۷۰ درصد برخوردار باشند، تغییرات دبی آن‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کند به عبارتی در چنین شرایطی تغییرات دبی قطره‌چکان‌ها تقریبا با یکدیگر قرینه می‌باشند (علیزاده، ۱۳۸۵). نتایج ارزیابی قطره‌چکان‌ها بر اساس ضریب یکنواختی کریستیان‌سن در جدول ۴ آورده شده است. همان‌گونه که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود در همگی تیمارها این ضریب بیشتر از ۷۰ درصد می‌باشد. با توجه به داده‌های به دست آمده با کاهش غلظت علف کش از C_2 به C_0 یکنواختی پخش آب قطره چکان‌ها به دلیل انسداد توسط ریشه کاهش یافت و اختلاف یکنواختی پخش قطره چکان نو با تیمارهای غلظت تری‌فلوراین افزایش یافت. یکنواختی پخش آب لوله دریپردار نو ۹۳/۱ درصد بود، پس از دو سال مقدار CU در تیمارهای C_0، C_1 و C_2 به ترتیب در گونه فستوکا ۸۸/۷، ۹۰/۳ و ۹۱/۳ درصد و در گونه برموداگراس برابر ۸۷، ۸۷ و ۹۰/۷ درصد بود. بطورکلی در تیمارها بیشترین اختلاف یکنواختی پخش آب قطره چکان نو با قطره چکان ها پس از دو سال، در تیمار شاهد برابر ۱/۲۹±۵/۶ درصد و کمترین در تیمار C_2 برابر ۰/۴۵±۲/۲ برای دو گونه چمن بود.

دامنه تغییرات دبی (Range) و تغییرات جریان قطره چکان‌ها (q_{var})

نتایج نشان داد با افزایش غلظت تزریق تری‌فلوراین از C_0 به C_2، مقدار شاخص Range و q_{var} کاهش یافته است، یا به عبارتی تزریق تری‌فلوراین در کاهش گرفتگی اثر مثبت داشت. بیشترین مقدار شاخص Range و q_{var} برابر ۱۷۶ و ۸۹ درصد در غلظت C_0 بود. برای غلظت C_0 مقدار شاخص Range و q_{var} در گونه برموداگراس به ترتیب ۲/۴ و ۱/۴ برابر گونه فستوکا بود، به طوری که در غلظت C_2 مقادیر دو شاخص در دو گونه تقریبا یکسان بودند (شکل ۲). بطورکلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد، تزریق تری‌فلوراین موجب کاهش گرفتگی قطره‌چکان‌ها شده است و شدت تخلیه قطره‌چکان‌ها کاسته نشده است نتایج حاصل با نتایج دالری و همکاران، همخوانی دارد (Dalri et al.,2015). محققین قبلی نیز عدم گرفتگی قطره‌چکان‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی تحت غلظت‌های متفاوت تری‌فلوراین را بیان نموده‌اند (Wang et al., 2012). دالری و همکاران جهت جلوگیری از نفوذ ریشه نیشکر و تغییر مشخصات هیدرولیکی گسیلنده‌ها مقدار ۰/۲۵ میلی گرم تری‌فلوراین را به ازای هر قطره چکان پیشنهاد نمودند (Dalri et al.,2015) و منتصری و همکاران غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم را در کاهش اثر ریشه انگور بر خصوصیات هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها موثر دانستند (Montaserei et al., 2016).



شکل ۲- الف) دامنه تغییرات (Rang)، ب) تغییرات جریان قطره چکانها (q_{var})

تاثیر تیمارها بر شاخص‌های ظاهری چمن

رنگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر گونه چمن بر رنگ در سال دوم و طول دوره رشد دوساله معنی دار ($P < 0.01$) بود. همچنین اثر گونه چمن بر طول برگ چمن در سال‌های اول و دوم و طول دوره رشد دوساله معنی دار ($P < 0.01$) بود. اما برای سال اول و دوم و دوره رشد اثر غلظت تری‌فلوراین و اثر متقابل تری‌فلوراین – گونه چمن بر رنگ و طول برگ چمن اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۶). به عبارتی غلظت تری‌فلوراین به کار رفته در این تحقیق آسیبی به رشد برگ و ظاهر چمن نداشته است.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد در دو سال تحقیق و دوره رشد از نظر شاخص رنگ، کیفیت گونه برموداگراس بهتر از فستوکا بوده است، به طوری که طی دوره رشد این تفاوت معنی دار ($P < 0.05$) بود. اما از نظر رشد طولی گونه فستوکا رشد بیشتری نسبت به گونه برموداگراس داشت و تفاوت آنها در سال اول و دوم و همچنین دوره رشد معنی دار ($P < 0.05$) بود. اگر چه اثر کاربرد تری‌فلوراین بر رنگ و رشد طولی چمن معنی دار نبود، کاربرد تری‌فلوراین موجب کاهش کیفیت رنگ چمن و کاهش رشد طولی چمن در دو گونه شده است (جدول ۷).

اثر متقابل فاکتورهای گونه و غلظت در سال اول نشان داد تفاوت معنی‌داری ($P < 0.01$) بین تیمار FC_2 با تیمارهای BC_0، BC_1 و FC_0 وجود داشت و در سال دوم تفاوت معنی‌داری بین تیمار BC_0 با تیمارهای FC_2 و FC_1 دیده شد. در طول دوره رشد رنگ در تیمار FC_2 با تمام تیمارها تفاوت معنی‌داری ($P < 0.01$) داشت، همچنین حداقل کیفیت رنگ در این تیمار (FC_2) رخ داده است (جدول ۸) که احتمالا به دلیل ایجاد سوختگی اندکی از چمن در بالای قطره چکان در اثرعمق کم نصب لوله‌های درپیردار و سطحی بودن ریشه گونه فستوکا نسبت به گونه برموداگراس بوده است. در نهایت نتایج حاصل نشان داد اگرچه تزریق تری‌فلوراین موجب کاهش کیفیت رنگ چمن شده است اما، تزریق تری‌فلوراین با غلظت‌های مذکور اشکالی از نظر رنگ و زیبایی چمن ایجاد نکرده است، که با نتایج سوارز–ری و همکاران، همخوانی دارد(Suarez-Rey et al.,2000).

جدول ٦- تجزیه واریانس اثر غلظت تری‌فلوراین و گونه چمن بر رنگ چمن در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		رنگ در سال اول	رنگ در سال دوم	رنگ در دوره رشد
بلوک	۲	۰/۶۶^{ns}	۰/۶۷^{ns}	۰/۳۶^{ns}
گونه	۱	۰/۵۰^{ns}	۳/۴۹**	۱/۶۷**
غلظت	۲	۰/۳۶^{ns}	۰/۴۵^{ns}	۰/۴۰^{ns}
گونه×غلظت	۲	۰/۱۳^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۱۲^{ns}
خطا	۱۰	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۱۱

** معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ^{ns} غیر معنی‌داری

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های اثر غلظت تری‌فلوراین و گونه چمن بر رنگ چمن در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

عامل	میانگین‌ها		
	رنگ		
	Y_1	Y_2	$Y_{1\&2}$
گونه			
F	۶/۹۱[a]	۶/۵۹[a]	۶/۷۵[b]
B	۷/۲۴[a]	۷/۴۷[a]	۷/۳۶[a]
غلظت			
C_0	۷/۲۱[a]	۷/۲۳[a]	۷/۲۲[a]
C_1	۷/۲۳[a]	۷/۱۴[a]	۷/۱۸[ab]
C_2	۶/۸۰[a]	۶/۷۲[a]	۶/۷۶[b]

میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل غلظت تری‌فلوراین و گونه چمن بر رنگ چمن در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

اثر متقابل گونه و غلظت	میانگین‌ها		
	رنگ		
	Y_1	Y_2	$Y_{1\&2}$
FC_0	۷/۱۴[a]	۶/۸۶[abc]	۷/۰۰[a]
FC_1	۷/۱۳[ab]	۶/۷۸[bcd]	۶/۹۵[a]
FC_2	۶/۴۵[b]	۶/۱۲[cd]	۶/۲۹[b]
BC_0	۷/۲۷[a]	۷/۶۰[a]	۷/۴۴[a]
BC_1	۷/۳۳[a]	۷/۵۰[ab]	۷/۴۲[a]
BC_2	۷/۱۳[ab]	۷/۳۱[ab]	۷/۲۲[a]

میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

نتیجه گیری

با افزایش غلظت تزریق تری‌فلوراین به ازای هر قطره چکان تا ۳۰۰ میلی گرم در سال از گرفتگی قطره‌چکان‌ها بوسیله ریشه دو گونه چمن برموداگراس و فستوکا به‌طور موثر جلوگیری شد، اما رنگ چمن فستوکا بطور معنی داری تحت تاثیر قرار گرفت. اثر تزریق تری‌فلوراین با غلظت ۱۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر بر ممانعت از گرفتگی قطره چکان‌ها به وسیله ریشه تفاوت معنی‌داری نداشتند، ضمن اینکه تزریق تری‌فلوراین با غلظت کمتر سبب شد دو گونه چمن فستوکا و برموداگراس از نظر رنگ آسیبی نبینند. گرفتگی کامل قطره چکان در دو گونه چمن رخ داد اما گرفتگی قطره چکان درگونه برموداگراس ۲/۳ برابر گرفتگی در گونه فستوکا بود. بطورکلی در تیمارها بیشترین اختلاف یکنواختی پخش آب قطره چکان‌های نو با قطره چکان‌ها پس از دو سال، در تیمار بدون کاربرد تری‌فلوراین برابر ۵/۶±۱/۲۹ درصد و کمترین در تیمار C_2 برابر ۲/۲±۰/۴۵ برای دو گونه چمن بود. تزریق علف‌کش تری‌فلوراین با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم خالص به ازای هر قطره‌چکان در سال با فواصل تزریق ۴۵ روز موجب کاهش مقادیر ریشه در مجاورت قطره‌چکان‌ها گردید به طوری که این افزایش غلظت موجب بهبود شاخص‌های هیدرولیکی قطره‌چکان‌ها شد. اگرچه ویژگی‌های ظاهری چمن تحت تاثیر تزریق تری‌فلوراین قرارگرفت، اما کیفیت ظاهری دو گونه چمن همچنان خوب ارزیابی شد و امتیاز ۶/۲۹ از ۸ داشت. با توجه به حساسیت زیاد قطره چکان‌های معمولی به گرفتگی ریشه و اهمیت حفظ محیط زیست، توصیه می‌شود در اجرای سامانه‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی از لوله‌های درپیردار مخصوص زیر سطحی استفاده شود تا در بهره برداری نیاز به تزریق تری‌فلوراین نباشد و یا در شرایط خاص از غلظت‌های کم‌تری فلوراین استفاده شود.

منابع

باستانی، ش. ۱۳۹۶. مروری بر تاریخچه ابداعات و نوآوری‌ها در زمینه آبیاری زیرسطحی. نشریه آب و توسعه پایدار. ۴ (۲): ۶۹-۸۰.

علیزاده، ا.۱۳۸۵. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری. جلد دوم. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری تحت فشار. انتشارات آستان قدس رضوی.

فاضل، ف.، قیصری، م.، محمدیان، م. و اعتمادی، ن. ا. ۱۳۹۶. تاثیر ضریب تخلیه مجاز رطوبتی بر نیاز آبیاری و شاخص‌های گیاهی چمن در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی. مجله علوم و مهندسی آبیاری. ۴۰ (۱): ۱۵۵-۱۶۵.

قره محمدلو، ح. ر.، رضاوردی نژاد، و.، لاله زاری، ر. و آزاد، ن. ۱۳۹۹. بهینه‌سازی چندهدفه عملکرد آبیاری نواری انتها بسته با مدل WinSRFR و الگوریتم ژنتیک (مطالعه موردی: شبکه آبیاری و زهکشی رامشیر).مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۵۱ (۲): ۴۲۷-۴۴۰.

محمـدیان، م.، قیصـری، م.، فاضـل، ف. و اعتمـادی، ن. ا. ۱۳۹۵. مقایسه گرفتگی چند نوع قطره چکان داخل خط در اثر نفوذ ریشه تحت آبیاری قطره‌ای زیر سطحی. مجلـه تحقیقـات آب و خـاک ایران. ۴۷ (۳): ۵۲۹-۵۳۷.

Ahemad, M. and Khan, M. S. 2009. Toxicity assessment of herbicides quizalafop-p-ethyl and coldinafop towards Rhizobium pea symbiosis. Bulletin of environmental contamination and toxicology. 82(6):761-766.

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56.

Ascough, G. W. and Kiker, G. A. 2002. The effect of irrigation uniformity on irrigation water Requirements. Water SA. 28(2):235-242.

Ayars, J.E., Fulton, A. and Taylor, B. 2015. Subsurface drip irrigation in California—Here to stay?. Agricultural Water Managment. 157: 39–47.

Ayars, J. E., Phene, C. J., Hutmacher, R. B., Davis, K. R., Schoneman, R. A., Vail, S. S. and Mead, R. M. 1999. Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. Agricultural Water Management. 42(1):1-27.

Bar-Yosef, B., Martinez, H.J.J., Sagiv, B., Levkovitch, I., Markovich, M. and Phene, C.J. 1991. Processing tomato response to surface and subsurface drip phosphorus fertigation. Bard Project Scientific Report. Bet Dagan. 175–191.

Beard, J. B. and Kenna, M. P. 2008. Water quality and quantity issues for turfgrasses in urban landscapes. In Workshop on Water Quality and Quantity Issues for Turfgrasses in Urban Landscapes (2006: Las Vegas, Nev.). Council for Agricultural Science and Technology.

Bernard, H., Chabalier, P. F., Chopart, J. L., Legube, B. and Vauclin, M. 2005. Assessment of herbicide leaching risk in two tropical soils of Reunion Island (France). Journal of environmental quality. 34(2):534-543.

Burt, C. and Styles, S.W. 1999. Drip and Micro Irrigation for Trees, Vines, and Row Crops: Design and Management (with Special Sections on SDI). Irrigation Training and Research Center, Bioresource and Agricultural Engineering Department, California Polytechnic State University.

Camp, C. R., Lamm, F. R., Evans, R. G. and Phene, C. J. 2000. Subsurface drip irrigation–Past, present and future. In Proc. Fourth Decennial Nat'l Irrigation Symp., Nov pp. 14-16.

Christiansen, J. E. 1941. The uniformity of application of water by sprinkler systems. Agricultural Engineering. 22(3):89-92.

Dalri, A. B., Cruz, R. L., de Faria, R. T., Mazzonetto, F. and Corbani, R. Z. 2015. Use of trifluralin to control root intrusion in drippers buried under sugar cane crop. Irrigation Botucatu, 20(1):82-91.

Eason, A., Tim, U. S. and Wang, X. 2004. Integrated modeling environment for statewide assessment of groundwater vulnerability from pesticide use in agriculture. Pest Management Science. 60(8):739-745.

Ferguson, K.R. 1994. Subsurface drip irrigation for turf. In Proceedings of the 15th Annual International Irrigation Show, Atlanta, GA, USA, 5–8 November.

Fry, J.B. and Huang, B. 2004. Applied Turfgrass Science and Physiology. John Wiley & Sons Pob, Inc., Hoboken, Newjersey, Canada.

Guo, S. 2019. Subsurface drip lateral line depths to protect against root intrusion. Water. 11(11): 2285.

Hoffman, G. J., Evans, R. G., Jensen, M. E., Martin, D. L. and Elliott, R. L. 2007. Design and operation of farm irrigation systems 2end edition St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Jiang, S. and Kang, Y. 2010. Evaluation of microirrigation uniformity on laterals considering field slope. Journal of Irrigation and Drainage Engineering. 136(6):429-434.

Keller, J. and Bliesner, R. D. 1990. Sprinkler and Trickle Irrigation. Published by Van Nostrand Reinhold, New York. pp. 643.

Keller, J. and Karmeli, D. 1974. Trickle irrigation design parameters. Transactions of the ASAE.17(4):678-684.

Lamm, F. R. 2016. Cotton, tomato, corn, and onion production with subsurface drip irrigation: A review. Transactions of the ASABE. 59(1):263-278.

Lamm, F. R., Ayars, J. E. and Nakayama, F. S. 2006. Microirrigation for crop production: design, operation, and management. Elsevier.

Mendonca, T. G., Silva, M. B. D., Pires, R. C. D. M. and Souza, C. F. 2020. Deficit irrigation of subsurface drip- irrigated grape tomato. Engenharia Agrícola. 40(4):453-461.

Montaserei, M., Nourjou, A., Dehghanisanij, H. and Behmanesh, J. 2016. Study of treflan management on grapevine root clogging in subsurface drip irrigation. 2ndWorld Irrigation Forum (WIF2) 6-8November 2016, ChiangMai, Thailand.

Morris, K. N. and Shearman, R. C. 2002. A Guide to NTEP Turfgrass Ratings. The National Turfgrass Evaluation Program (NTEP).

root intrusion into subsurface drip emitters, Irrigation and Drainage.55:501-509.

Suarez Rey, E., Choi, C. Y., Waller, P. M. and Kopec D. M. 2000. Comparison of subsurface drip irrigation and sprinkler irrigation for Bermuda grass in Arizona. Transactions of the ASAE. 43(3):631-640.

Wang, R. L. 2005. The methods and measures of root intrusion protection in subsurface drip irrigation. Water Sav. Irrig. 22:205-211

Wang, R. L., Gong, S. H., Yu, J., Wang, J. D. and Yu, Y. D. 2012. Effect of Trifluralin injection on exclusion roots under subsurface drip irrigation. Water Saving Irriga tion, 7.

Wu, D., Li, Y., Liu, H., Yang, P., Sun, H. and Liu, Y. 2013. Simulation of the flow characteristics of a drip irrigation emitter with large eddy methods. Mathematical and Computer Modelling. 58(3-4), 497-506.

Yu, Y., Shihong, G., Xu, D., Jiandong, W. and Ma, X. 2010. Effects of Treflan injection on winter wheat growth and root clogging of subsurface drippers. Agricultural water management. 97(5):723-730.

Yu, L., Li, N., Liu, X., Yang, Q., Li, Z. and Long, J. 2019. Influence of dentation angle of labyrinth channel of drip emitters on hydraulic and anti-clogging performance. Irrig. Drain. 68(2):256–267.

Oron, G., DeMalach, J., Hoffman, Z. and Cibotaru, R. 1991. Subsurface microirrigation with effluent. Journal of irrigation and drainage engineering. 117(1):25-36.

Pizarro Cabello, F. 1996. Irrigation Localized High Frequency (RLAF). goteo, microaspersin, exudacin. 3. Ed Madrid: Mundi- Prensa. pp. 513.

Rubens, D. C. and Luis, F. F. 2003. Comparing drippers for root intrusion in subsurface drip irrigation applied to citrus and coffee crops. In Proceedings of ASAE Annual International Meeting (Vol. 404). Lasvegas Nevada, USA.

Ruskin, R. and Fergunson, K. R. 2013. Protection of subsurface drip irrigation systems from root intrusion. Disponível em. http://www.geoflow.com/protection.html. Acesso em: 16 abr.

Ruskin, R., Van Voris, P. and Cataldo, D. A. 1990. Root intrusion protection of buried drip irrigation devices with slow-release herbicides.

Schifris, S., Schweitzer, A., Matan, E. and Borkow, G. 2015. Inhibition of root penetration in subsurface driplines by impregnating the drippers with copper oxide particles. Irrigation Science. 33(4):319-324.

Stokstad, E. 2016. Why Europe may ban the most popular weed killer in the world. Science. 17 February.

Suarez Rey, E. 2006.Effects of chemicals hemicals on

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 3, Vol. 15, Aug.-Sep. 2021, p. 679-689

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۳، جلد ۱۵، مرداد - شهریور ۱۴۰۰، ص. ۶۸۹-۶۷۹

Effect of Treflan Injection on Decline of Emitter Clogging by Roots of Two Grass Species under Subsurface Drip Irrigation

A.Shahidani[1*], M. Gheysari[2], A. Nikbakht[3], Z. Mosharrafian[4]
Recived: Feb.04, 2021 Accepted: Mar.23, 2021

Abstract

The emitter clogging by crop roots is a main problem for using subsurface drip irrigation system in an arid area under water stress condition. The goals of this study were to investigate the effect of treflan injection for preventing of emitter clogging by grass roots in subsurface drip irrigation (SDI) and the effect of these treflan on the visual quality of two grass species. The experiment was conducted in a factorial experiment according to completely randomized block design with three replications from 2012 to 2013. The experiment included three levels of treflan contain 0 (C_0), 100 (C1) and 300 (C2) mg net Treflan per emitter per year, and two grass species of Festuca (F) and Brmudagrass (B). The results showed that the injection of Treflan into SDI system decreased roots around the emitter outlet and consequently no emitter clogging was observed. Root penetrate and severe clogging problem was more for Brmudagrass in compared to Festuca. The results showed after two growing seasons there was no emitters clogging in high Treflan level injection. Also, increasing the concentration of treflan up to 300 mg per year per emitter had not effect on the visual quality of grass species. Due to the importance of environmental protection, it is recommended to use a high-tech emitter and dripline for subsurface drip irrigation with no or lower herbicides injection to prevent clogging of the emitter.

Keywords: Subsurface Drip Irrigation- Treflan- Grass- Physical Obstruction

1- M.S., Department of Water Engineering, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2- Associate professor, Department of Water Engineering, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
3- Associate Professor, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology , Isfahan, Iran
4- PhD Student, Department of Water Engineering, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
(*-Corresponding Author Email: gheysari@iut.ac.ir)