نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۵، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷، ص. ۱۰-۱

Water Management in Agriculture
Vol. 5, No. 1, Spring and Summer 2018, 1-10

قابلیت‌ها و محدودیت‌های سامانه‌های آبیاری زیرسطحی در یک مزرعه یونجه

افشین یوسف گمرکچی[1]*

چکیده

اهمیت استفاده بهینه از منابع آب با توجه به وضعیت اقلیمی کشور بر کسی پوشیده نیست. به همین دلیل، افزایش بهره‌وری مصرف آب یکی از اهداف اساسی در نیل به کشاورزی پایدار محسوب شده و در این میان یکی از راهکارهای مهم و تأثیرگذار، بهره‌گیری از روش‌های نوین آبیاری و جایگزینی آن با روش‌های سنتی است. در این راستا گفتمان استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در چند سال اخیر در سطح کشور به‌شدت رشد یافته است. شاید به علل همچون فراهم آوردن امکان اعمال کودآبیاری گیاه به‌طور مستقیم، کمترین تلفات آبی و بالاتر بودن بازده آبیاری نسبت به سایر روش‌های آبیاری، جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. لیکن نکته حائز اهمیت آن است که به دلیل عمر کوتاه اجرا و بهره‌برداری سامانه آبیاری زیرسطحی در محصولات زراعی، بهره‌برداران و کشاورزان و مروجین باید در کنار توجه به مزایای سامانه به محدودیت‌های فنی و اجرایی سامانه آبیاری زیرسطحی نیز آگاه بوده و بر اساس یک شناخت جامع، تصمیم‌گیری نمایند. تحقیق حاضر با هدف بررسی قابلیت‌ها و محدودیت‌های اجرای سامانه آبیاری زیرسطحی در آبیاری محصولات زراعی انجام شده است. در این راستا در اولین سامانه آبیاری زیرسطحی یونجه به مساحت حدود ۸ هکتار در استان قزوین، مزیت‌ها و محدودیت‌های اجرای سامانه مورد بررسی قرارگرفته است.

واژه‌های کلیدی: ترفلان، کارایی مصرف آب، قزوین، منحنی مقاومت سامانه، یونجه.

مقدمه

در سال‌های اخیر هم‌زمان با رشد جمعیت و افزایش تقاضا و مصرف آب، استفاده از روش‌های نوین آبیاری به‌منظور کاهش تلفات منابع آب و افزایش تولید محصولات کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است. آبیاری قطره‌ای با کنترل کاربرد آب و کودهای شیمیایی، تأثیر بسزایی در رفع این چالش خواهد داشت. با توسعه فناوری، به‌کارگیری سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در سطح دنیا به دلیل امکان افزایش کارایی مصرف آب، پیشرفت فراوانی داشته است. آبیاری زیرسطحی در دهه ۱۹۶۰ در ایالات‌متحده امریکا تجاری گردید. در سامانه آبیاری زیرسطحی تحویل آب به منطقه توسعه ریشه از طریق یک شبکه مدفون در خاک با خطوط لوله پلی‌اتیلن دارای قطره‌چکان، به‌طور مستقیم و به‌آرامی انجام می‌گیرد (Lamm and Camp., 2007). از اشکال اولیه آبیاری قطره‌ای می‌توان به دوران باستان که در آن ظروف گلی پر از آب که در زمین مدفون می‌شد تا آب به‌تدریج از طریق نشت به منطقه ریشه گیاه برسد، اشاره کرد. در اواسط دهه ۱۸۰۰میلادی، سامانه‌های آبیاری قطره‌ای پیچیده‌تر در آسیای مرکزی با استفاده از انواع مختلفی از لوله‌های ساخته شده از گل رس جهت آبیاری و زهکشی توسعه داده شد. در ایالات‌متحده، یک محقق در دانشگاه ایالتی کلرادو در سال ۱۹۱۳ استفاده از آبیاری زیرسطحی را ثبت نمود (House, 1918).

آبیاری زیرسطحی به دلیل انجام آبیاری مستقیم در ناحیه توسعه ریشه، تبخیر از سطح خاک را به حداقل ممکن می‌رساند ازاین‌رو در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارای پتانسیل بازده بالائی خواهد بود (Suarez-Rey et al., 2006). از سوی دیگر محصولاتی مانند ذرت و یونجه که نیاز آبی بالایی دارند، در صورت اجرای سامانه‌های دقیق آبیاری همانند روش آبیاری زیرسطحی، دارای پتانسیل بالائی در افزایش بازده آب آبیاری خواهند بود. تحقیقی که بر روی اثرات سامانه آبیاری زیرسطحی در محصول یونجه ایالت کالیفرنیا انجام گرفت نشان داد عملکرد محصول

[1] استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران. (* نویسنده مسئول: a.gomrokchi@areeo.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۲۴
تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۲

یونجه با اجرای سامانه آبیاری زیرسطحی در مقایسه با روش آبیاری بارانی یا سطحی، افزایش داشته است به‌طوری‌که در آبیاری زیرسطحی عملکرد ماده خشک ۲۲ تا ۲۵ درصد نسبت به روش آبیاری سطحی افزایش داشته است (Hutmacher et al., 2001; Godoy et al., 2003). کارایی آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در ۱۲ کشت و صنعت تحت کشت یونجه در ایالت کالیفرنیا نشان داد عملکرد محصول یونجه تحت سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به‌طور متوسط ۷/۹ تن در هکتار در مقایسه با سایر روش‌های آبیاری افزایش یافته است. همچنین تحقیقاتی در دانشگاه ایالتی کانزاس نشان داد امکان ذخیره ۲۵ درصد از کل آب تحویلی در یک فصل با استفاده از سامانه‌های آبیاری زیرسطحی وجود دارد (Montazar et al., 2017). با توجه به آنکه سطح زیر کشت یونجه در کشور به دلیل وجود دامداری‌های صنعتی بسیار بالا است. ازاین‌رو ارائه قابلیت‌ها و محدودیت‌های مرتبط با آن، با توجه به پتانسیل بالای کشت این محصول و محدودیت شدید منابع آب، نقش شایانی در مصرف بهینه آب کشاورزی خواهد داشت. لیکن به دلیل عمر کوتاه پروژه‌های اجراشده آبیاری زیرسطحی در محصولات زراعی کشور، لازم است قابلیت‌ها و محدودیت‌های این روش آبیاری به‌خوبی برای مهندسین، مروجین و بهره‌برداران تشریح شده تا قبل از توسعه فراگیر سامانه در سطح کشور، بهره‌برداران شناخت کافی از علل اجرا و یا عدم اجرای سامانه داشته باشند. در این پژوهش سعی شده تا تجربیات مشاهداتی و کارشناسی شده از اولین مزرعه آبیاری زیرسطحی محصول یونجه واقع در استان قزوین تشریح گردد.

شکل۱- مزرعه آبیاری زیرسطحی در شهرستان بوئین‌زهرا

مزایای سامانه‌های آبیاری زیرسطحی:

۱. تسهیل در عملیات داشت و برداشت محصول: یکی از مهم‌ترین مزایای سامانه آبیاری زیرسطحی تسهیل در عملیات داشت و برداشت محصول می‌باشد. این مزیت از سه منظر قابل‌بررسی است. الف) یکی از نقاط قوت اجرای سامانه آبیاری زیرسطحی، انجام ساده‌تر و با سرعت کار بیشتر ماشین‌آلات کشاورزی به دلیل محدودیت کمتر موانع در سطح مزرعه است. در روش آبیاری سطحی به دلیل وجود سر جوب و در سامانه آبیاری بارانی به دلیل وجود هیدارانت‌ها در نقاط مختلف مزرعه، انجام عملیات مکانیزه با مشکلات بیشتری نسبت به آبیاری زیرسطحی روبرو خواهد بود. ب) انجام آبیاری هم‌زمان با برداشت محصول و یا بلافاصله پس‌ازآن، امکان‌پذیر است. این مسئله در محصول یونجه که شرایط بحرانی تنش وارد به گیاه پس از هر برداشت به وقوع می‌پیوندد، بسیار حائز اهمیت خواهد بود. به عبارتی هم‌زمانی برداشت محصول و انجام آبیاری، کمک شایانی در کاهش تنش وارده به محصول یونجه خواهد داشت (Montazar et al., 2017). همچنین در سایر عملیات مکانیزه به دلیل کنترل رطوبت سطحی خاک، تردد ماشین‌آلات در سطح مزرعه با محدودیت کمتری روبرو خواهد بود. ج) به دلیل قرارگیری لوله‌های آبده در زیر زمین خسارات وارد به آن‌ها براثر عملیات داشت و برداشت به حداقل ممکن خواهد رسید.

۲. افزایش کارایی مصرف آب: در روش آبیاری قطره‌ای زیرسطحی لوله‌های آبده در زیر سطح خاک مدفون می‌گردند، لذا هنگام آبیاری سطح خاک به‌صورت خشک باقی می‌ماند. علاوه بر آن چنانچه سامانه صحیح مدیریت شود تلفات آبیاری ناشی از نفوذ عمقی حذف نیز می‌گردد. همچنین ازآنجاکه آب و مواد غذایی مستقیماً به محل ریشه وارد می‌شود، گیاه رشد بیشتر و درنهایت کارایی مصرف آب بالاتری در مقایسه با سایر روش‌های آبیاری خواهد داشت (Malek and Bingham, 1993). لذا سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی پتانسیل لازم جهت بالا بردن کارایی مصرف آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک را دارا است.

۳. مهیا نمودن محیط مناسب به‌منظور جذب عناصر غذایی: در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی امکان کنترل دقیق‌تر عملیات کود دهی به محصول فراهم می‌گردد. از سوی دیگر به دلیل میزان رطوبت موجود در محدوده توسعه ریشه، جذب عناصر غذایی بهبود خواهد یافت. برخی از گیاهان همانند یونجه، نسبت به این شرایط واکنش مثبتی از خود نشان داده و باعث بهبود کیفیت محصول خواهد شد. همچنین به‌کارگیری سامانه آبیاری زیرسطحی در محصولات زراعی، منجر به توسعه عمق نفوذ ریشه‌سطحی در پروفیل خاک خواهد شد.

۴. کنترل آفات و کاهش میزان مصرف سموم کشاورزی: کنترل آفات و بیماری‌ها در سامانه‌های آبیاری زیرسطحی از سه

منظر قابل تأمل است. الف) کنترل آفات: یکی از آفات مهم یونجه سرخرطومی برگ یونجه است که در اکثر مناطق یونجه کاری کشور شیوع دارد. زمستان گذرانی این آفت معمولاً به شکل حشره کامل در پناهگاه‌های خارج از مزرعه و یا زیست‌گاه‌های محفوظ داخل شکاف‌ها است. در سامانه‌های آبیاری زیرسطحی به دلیل ترک‌خوردگی و شکاف کمتر سطح خاک، امکان زمستان گذرانی کمتری برای آفت سرخرطومی وجود خواهد داشت. ازاین‌رو جمعیت آفت در فصل بهار به‌مراتب کمتر و میزان مصرف سموم جهت کنترل این آفت نیز کاهش خواهد یافت.

شکل ۲- آفت سرخرطومی برگ یونجه

ب) کنترل بیماری‌های ناشی از رطوبت: در سامانه آبیاری بارانی به دلیل افزایش میزان رطوبت در محیط رشد گیاه، امکان بروز بیماری‌های گیاهی بیشتر خواهد بود. این امر حتی در برخی موارد مانند کشت ذرت و یونجه منجر به بروز مشکلات جانبی در تغذیه و بیماری‌های دام خواهد شد. همچنین کیفیت نامناسب آب آبیاری و بالا بودن میزان سدیم و کلراید، در سامانه آبیاری بارانی می‌تواند منجر به مسمومیت گیاه و کاهش عملکرد مرتبط با کیفیت آب آبیاری شود. ازاین‌جهت روش آبیاری زیرسطحی با محدودیت کمتری روبرو خواهد بود. ج) کاهش مصرف علف‌کش‌ها: تجمع شوری و سدیم در آبیاری زیرسطحی در لایه سطحی خاک که بالای قطره‌چکان قرارگرفته، می‌تواند باعث کاهش میزان رشد رستنی‌های سطحی در پای درخت شود. درنتیجه توصیه می‌شود که از این عامل به‌عنوان راهکاری در کنترل علف‌های هرز استفاده شود. هرچند این مورد در محصولات زراعی به دلیل نوع رقابت بین دو گونه علفی، مزیت محسوب نمی‌گردد. لیکن به دلیل کاهش رطوبت سطحی خاک، جوانه‌زنی علف‌های هرز در سامانه آبیاری زیرسطحی محدودتر می‌گردد.

کاهش مشکلات ناشی از سرقت لوله‌ها: به دلیل قرارگیری بخش عمده‌ای از سامانه آبیاری در زیر سطح زمین، امکان سرقت لوله‌های آبده کمتر خواهد بود.

۵. در مناطق بادخیز یا مزارع با آب‌شور اساساً استقرار سامانه آبیاری بارانی با شکست مواجه خواهد شد. لیکن سامانه آبیاری زیرسطحی از این نظر مشکلات کمتری در مقایسه با سایر روش‌های مرسوم آبیاری خواهند داشت.

۶. کاهش مصرف انرژی: در این روش فشار موردنیاز برای بهره‌برداری سامانه کمتر از روش آبیاری بارانی است. ازاین‌رو کارکرد سامانه با فشار نسبتاً پائین، موجب کاهش هزینه‌های مرتبط باانرژی خواهد شد.

محدودیت‌ها و معایب سامانه‌های آبیاری زیرسطحی

۱. نفوذ گل: ایجاد مکش معکوس در لوله‌های آبده زمانی که از آب تخلیه می‌گردد موجب مکش گل به داخل لوله آبده و درنهایت گرفتگی قطره‌چکان‌ها خواهد شد. نصب شیر خلأشکن در اندازه مناسب و در نقاط موردنیاز، از این مشکل جلوگیری می‌نماید.

شکل ۳- بکار گیری شیر خلأ شکن در سامانه آبیاری زیرسطحی

۲. تجمع نمک: یکی از مشکلات قابل پیش‌بینی در این نوع سامانه‌های آبیاری، احتمال تجمع نمک در خاک است که خطر بالقوه‌ای را برای گیاه به وجود می‌آورد. هنگامی‌که از آب‌شور و یا لب‌شور در آبیاری زیرسطحی استفاده می‌شود، نمک‌ها در جبهه رطوبتی تجمع حاصل می‌کنند، علی‌الخصوص در بالای محل نصب قطره‌چکان‌ها هیچ‌گونه آبشویی صورت نگرفته و در طول فصل آبیاری، نمک‌ها در این منطقه انباشته می‌شوند (Putnam et al., 2015). تجمع نمک مشکل همیشگی سامانه آبیاری زیرسطحی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که از دلایل آن می‌توان به کمبود بارندگی و برآورده نشدن نیاز آبشویی اشاره نمود. تجمع این نمک‌ها در خاک درصورتی‌که صرفاً از سامانه

آبیاری زیرسطحی استفاده شود و یا آب باران به میزان موردنیاز آبشویی نمک‌ها نباشد، در کشت‌های بعدی مزرعه مشکل‌زا خواهد بود. ازاین‌رو آبشویی یکی از مهم‌ترین عوامل قابل‌بررسی در سامانه‌های آبیاری زیرسطحی است. آبشویی می‌تواند سبب شسته شدن املاح از محیط ریشه و ایجاد شرایط مناسبی برای رشد گیاهان شود. لذا برآورد زمان و میزان آب مصرفی جهت آبشویی می‌تواند در کاهش خطرات تجمع نمک‌های مضر در افق سطحی خاک مؤثر باشد. لذا در استفاده از آب‌های با املاح بالا در سامانه‌های آبیاری زیرسطحی باید احتیاط‌های لازم در طول دوره بهره‌برداری را به کار گرفت. اعمال روش‌های خاک‌ورزی تخصصی، کاشت گیاهان مقاوم به شوری و نشاکاری در به حداقل رساندن مشکلات شوری سامانه‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی مؤثر خواهد بود.

۳. مشکلات مرتبط با تأمین ماشین‌آلات مناسب نصب لوله‌های آبده: نصب لوله‌های زیرسطحی در اکثر موارد به‌صورت مکانیزه و با استفاده از تراکتورهای پرقدرت و یا بولدوزر با ابزارهای مخصوص صورت می‌گیرد. بر این اساس در صورت عدم وجود ماشین‌آلات مناسب، یکنواختی عمق نصب لوله‌های آبده به دلیل برخورد به لایه‌های مختلف خاک به‌هم‌خورده که این مسئله باعث ایجاد سیفون معکوس در طول نوار آبده خواهد شد. این مشکل در سامانه‌های آبیاری زیرسطحی محصولات زراعی، بسیار مهم و اثرگذار خواهد بود.

شکل ٤- مشکلات ناشی از سیفون معکوس در طول لوله آبده

شکل ٥- نمونه‌ای از ماشین‌آلات مناسب جهت اجرای آبیاری زیرسطحی در سطح مزارع

۴. آبیاری اولیه جهت جوانه‌زنی بذر: در آبیاری قطره‌ای زیرسطحی تنها بخش اندکی از سطح خاک مرطوب خواهد شد و این وضعیت انتقال رطوبت به سطح خاک، باعث بروز مشکلی جدی در سبز کردن اولیه بذر پس از کاشت محسوب می‌گردد. این مسئله در سبز کردن بذر یونجه به دلیل محدودیت عمق کاشت بذر، بسیار مهم‌تر از سایر محصولات همانند گندم و ذرت خواهد بود. لذا برای جوانه‌زدن بذرها می‌بایست تمام سطح مزرعه مرطوب شود که این کار را می‌توان با افزایش میزان آبیاری تا حد ایجاد همپوشانی بین جبهه رطوبتی قطره‌چکان‌ها انجام داد. اما این روش در بسیاری از موارد خصوصاً در خاک‌های سبک و شنی امکان‌پذیر نبوده و می‌بایست از آبیاری بارانی و یا سطحی استفاده کرد. در برخی موارد استفاده از روش آبیاری با استفاده از دستگاه‌های مینی لینیر در مزارع تحت کشت یونجه که با مشکل سبز شدن اولیه بذر روبرو می‌باشند، توصیه‌شده است.

۵. مشکلات مرتبط با گرفتگی لوله آبده توسط ریشه‌ها: از چالش‌های اساسی در بهره‌برداری بلندمدت سامانه‌های آبیاری زیرسطحی، گرفتگی قطره‌چکان‌ها توسط ریشه گیاهان است که از حرکت ریشه به محل خروج آب از لوله‌ها ناشی می‌شود (camp, 1998). حرکت ریشه به سمت قطره‌چکان‌ها ناشی از فراوانی نسبی و قابلیت دسترسی آسان به آب و مواد غذایی بیشتر در ناحیه اطراف نازل‌ها است (wang et al., 2005). اگرچه تجمع ریشه در این ناحیه می‌تواند موجب بهبود کارایی مصرف آب گیاه شود، لیکن تراکم ریشه در این ناحیه می‌تواند منجر به کاهش آبدهی قطره‌چکان‌ها و حتی گرفتگی کامل آن‌ها شود. ریشه‌ها در محدوده مرطوب رشد می‌کنند و توسعه می‌یابند؛ بنابراین در صورت بروز تنش در آبیاری، ریشه‌ها وارد قطره‌چکان خواهند شد. مدیریت آبیاری می‌تواند با کنترل محیط مجاور قطره‌چکان در خاک، از تجاوز ریشه به حریم قطره‌چکان

جلوگیری کند. افزایش تعداد آبیاری و بالا نگه‌داشتن رطوبت خاک در محیط اطراف ریشه می‌تواند در جلوگیری از خطر گرفتگی قطره‌چکان‌ها مؤثر باشد. چراکه ریشه در محیط اشباع با توجه به عدم وجود محرک (تنش آبی) رغبتی به حرکت به‌سوی محیط اشباع مجاور قطره‌چکان را نخواهد داشت.

۶. مشکلات زیست‌محیطی: روش رایج برای جلوگیری از ورود ریشه به داخل قطره‌چکان، تزریق مواد شیمیایی نظیر اسیدسولفوریک، اسید فسفریک و ترفلان به داخل سامانه آبیاری همراه با آب آبیاری است. ترفلان معمولاً برای کنترل علف‌های هرز یک‌ساله در مزارع استفاده می‌شود. از آنجائی که این ماده شیمیایی، دارای نیمه‌عمر نسبتاً طولانی است، لذا به‌عنوان جایگزین مناسبی به‌جای اسیدسولفوریک و اسید فسفریک جهت جلوگیری از گرفتگی قطره‌چکان پیشنهادشده است. بااین‌وجود تأثیر ترفلان به‌عنوان علف‌کش مضر در محیط خاک و آب موردتوجه جدی محققین قرارگرفته است. حرکت ترفلان در خاک کاملاً به بافت خاک بستگی دارد و ترفلان تزریق‌شده در قطره‌چکان‌های زیرسطحی، معمولاً در خاک مجاور قطره‌چکان باقی می‌ماند (Ruskin et al.,1997). به‌منظور جلوگیری از ورود ریشه به داخل لوله‌های آبده، تزریق ترفلان در آب آبیاری و یا با استفاده از قطره‌چکان‌های حاوی گاز ترفلان انجام می‌گردد. هرچند استفاده از قطره‌چکان‌های حاوی گاز ترفلان ازنظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نیست، لیکن مشکلات آلودگی کمتری در خاک و گیاه به‌جا می‌گذارد.

۷. مشکلات مرتبط با جوندگان: به دلیل قرارگیری لوله‌های آبده در زیر سطح خاک، اجرای سامانه‌های آبیاری زیرسطحی همواره با خطر حمله و آسیب جوندگان روبرو خواهد بود. ازاین‌رو مبارزه و کنترل جوندگان در سطح مزرعه ضروری است. کنترل جوندگان عمدتاً به روش فیزیکی قابل انجام خواهد بود و سایر روش‌های مبارزه مشکلات متعددی به همراه خواهد داشت.

شکل ٦- نمونه‌ای از آسیب موش به لوله‌های آبده

شکل ۷ – مشکلات ناشی از جوندگان در مزارع آبیاری زیرسطحی یونجه

شکل۸ – مشکلات ناشی از جوندگان در مزارع آبیاری زیرسطحی یونجه (در زمان آبیاری)

۸. هزینه‌های اجرای سامانه آبیاری زیرسطحی: هزینه‌های اجرای سامانه‌های آبیاری زیرسطحی از دو منظر قابل‌بررسی است. الف) هزینه‌های مرتبط با نگهداری سامانه: هرچند لوله آبده و قطره‌چکان‌ها در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به دلیل قرار نداشتن در معرض تابش آفتاب و صدمات مکانیکی، در مقایسه با روش آبیاری قطره‌ای سطحی دارای عمر بیشتری است. لیکن همان‌گونه که اشاره گردید مواردی همچون مشکل گرفتگی توسط ریشه، مشکلات ناشی از جوندگان، سوراخ شدن لوله آبده و ... باعث می‌شود همواره نیاز به ترمیم و در برخی موارد نیاز به لوله‌گذاری مجدد در سطح مزرعه وجود داشته باشد. ازاین‌رو یکی از مشکلات مرتبط با سامانه‌های آبیاری زیرسطحی، عمر مفید لوله‌های آبده است که در صورت عدم بهره‌برداری مناسب سامانه و یا مشکلات مرتبط با جوندگان و ... نیاز به تعویض لوله‌های

آبده در مدت‌زمانی کمتر از ۵ سال نیز متصور خواهد بود. هرچند به‌طور متوسط برای تعویض لوله‌های آبده بازه زمانی ۷ تا ۱۰ پیشنهادشده است. سایر هزینه‌های بهره‌برداری به دلیل تزریق ترفلان عمدتاً مقداری بیشتر از سایر روش‌های معمول آبیاری خواهد بود. ب) هزینه‌های اولیه اجرای سامانه: در بدو ابداع سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به فرم امروزی، اختلاف هزینه در سامانه قطره‌ای زیرسطحی با روش آبیاری قطره‌ای معمول (سطحی) بسیار زیاد بود، اما پیشرفت فنّاوری در فرآیند تولید موجب شده تا اختلاف سرمایه‌گذاری اولیه دو سامانه کمتر گردد. اما همچنان هزینه تمام‌شده دو سامانه به دلیل اختلاف قیمت لوله‌های آبده، هزینه‌های نصب لوله‌های آبده در سطح مزرعه، تجهیزات جانبی موردنیاز سامانه معنی‌دار خواهد بود. این در حالی است که سامانه‌های آبیاری زیرسطحی (علی‌الخصوص در مزارع یونجه) عمدتاً به یک روش آبیاری مکمل (شیر و تجهیزات آبیاری غرقابی و یا سامانه آبیاری مینی لینیر و ..)، جهت سبز کردن اولیه بذر نیاز دارند. به‌طور میانگین و با توجه به نوسانات قیمت ارز، هزینه‌های اجرای سامانه آبیاری زیرسطحی حدود ۸۰ تا ۱۲۰ درصد بیشتر از روش آبیاری بارانی کلاسیک برآورد شده است.

۹. نیاز به نیروی کارگری ماهر: همان‌گونه که اشاره گردید به دلیل قرارگیری لوله‌های آبده در زیر سطح زمین، کنترل، پایش و تعمیرات سامانه نقش بسزایی در کسب حداکثر منافع از مزرعه خواهد داشت. ازاین‌رو یکی از الزامات به‌کارگیری سامانه آبیاری زیرسطحی علی‌الخصوص در محصولات زراعی که با مشکلات بیشتری نسبت به محصولات باغی روبرو می‌باشند، وجود نیروی کارگری ماهر در مزرعه است.

۱۰. محدودیت‌های مرتبط با بافت خاک: مشخصات فیزیکی خاک همانند بافت خاک تأثیر قابل‌توجهی در شکل پروفیل رطوبتی خواهد داشت. ازاین‌رو در خاک‌هایی با بافت درشت و سبک اجرای سامانه آبیاری زیرسطحی در محصولات زراعی توصیه نشده و در صورت اجرا، هزینه‌های طرح به دلیل کم بودن فاصله بین لوله‌های آبده به‌شدت افزایش خواهد یافت. همچنین در خاک‌های با بافت درشت و نفوذپذیری بالا، در اثر نیروی ثقل آب و مواد غذایی به‌سرعت به سمت پائین جابه‌جا می‌شوند و در صورت نصب قطره‌چکان در عمق زیاد، جذب رطوبت و مواد غذایی در نزدیکی ریشه دچار مشکل می‌شود. از سوی دیگر با توجه به پتانسیل بالای تجمع املاح در آبیاری زیرسطحی در صورت وجود لایه سخت، اجرای سامانه با مشکلات متعددی روبرو خواهد بود. همچنین وجود ذرات درشت و نوک نیز در عمق نصب لوله‌های آبده، باعث سوراخ شدن لوله‌های آبده خواهد شد.

۱۱. به دلیل ماهیت سامانه آبیاری زیرسطحی در مقایسه با روش آبیاری بارانی و سطحی، تبخیر از سطح خاک کمتر بوده و اثر آن بر افزایش رطوبت نسبی هوا نیز کمتر خواهد بود، بنابراین در سامانه آبیاری زیرسطحی تعرق گیاه نیز بیشتر خواهد بود.

عوامل مؤثر در تعیین عمر یک سامانه آبیاری زیرسطحی:

علاوه بر آبیاری باغات و تاکستان‌ها، از سامانه آبیاری زیرسطحی جهت آبیاری محصولات زراعی همانند یونجه، پنبه، ذرت، سویا، چغندرقند، گوجه‌فرنگی و سبزیجات نیز استفاده‌شده است. بر این اساس سامانه‌های آبیاری زیرسطحی بر اساس طول دوره عمر سامانه به دو بخش تقسیم شده‌اند. سامانه‌های آبیاری زیرسطحی کوتاه‌مدت دارای حداکثر عمر مفیدی در حدود ۳ تا ۱۰ سال می‌باشند. این سامانه‌ها به‌طورمعمول برای محصولات باارزش متوسط (یونجه، گندم، گوجه‌فرنگی و سایر سبزیجات) استفاده‌شده و بر اساس تأمین حداکثر نیاز آبی محصول، طراحی‌شده‌اند. عمق نصب لوله‌های آبده به‌طور متوسط بین ۷ تا ۴۵ سانتی‌متر از سطح زمین است.

سامانه‌های آبیاری زیرسطحی بلندمدت دارای عمر مفیدی حدود ۲۰ سال و یا بیشتر می‌باشند. این سامانه‌ها به‌طورمعمول برای محصولات با ارزش بالا (پسته، فندق و...) استفاده‌شده و بر اساس ظرفیت نگهداری آب در خاک و زمان آبیاری برای حداکثر نیاز آبی در طول دوره رشد طراحی شده‌اند. عمق نصب لوله‌ها بسته به نوع درخت به‌طور متوسط بیش از ۴۵ سانتی‌متر از سطح زمین است.

علاوه بر آن مواردی مانند نوع خاک، عمق توسعه ریشه، عمق یخ‌زدگی خاک، توان جوانه‌زنی بذر، شوری آب آبیاری، تناوب کشت و ماشین‌آلات کشاورزی ازجمله عوامل محدودکننده در انتخاب نوع سامانه آبیاری زیرسطحی خواهند بود.

نکات فنی جهت نگهداری سامانه زیرسطحی:

۱. آبگیری اولیه: اولین آبگیری سامانه آبیاری زیرسطحی با توجه به قرارگیری لوله‌های آبده در زیر زمین و وجود فشار جانبی خاک به لوله‌ها، بسیار مهم است. ازاین‌رو آبیاری اولیه باید با فشار بسیار پائین شروع‌شده و به‌تدریج فشار بهره‌برداری سامانه تا فشار کارکرد افزایش یابد. در صورت عدم تنظیم فشار کارکرد، ممکن است صدمات جدی به لوله‌های آبده وارد شود.

۲. پایش رطوبت خاک: سیستم آبیاری قطره‌ای زیرسطحی نیازمند کنترل مداوم و دوره‌ای رطوبت خاک در سطح مزرعه است تا بتوان از کارکرد آن اطمینان حاصل نمود. اعمال مدیریت دقیق آبیاری همان‌گونه که اشاره گردید در رفع مشکل گرفتگی لوله‌ها بسیار مؤثر می‌باشد. همچنین در صورت بروز اشکال در بهره-برداری سامانه، نحوه خشک‌شدگی محصول در سطح مزرعه نیز به شناخت مشکل کمک خواهد نمود. به عبارتی خشک‌شدگی طولی محصول در طول یک نوار آبیاری عمدتاً مرتبط با مسائل هیدرولیکی، گرفتگی و سوراخ شدن لوله‌های آبده بوده و خشک شدن لکه‌ای به‌صورت عرضی در سطح مزرعه، عمدتاً مرتبط با مشکلات ناشی از تجمع نمک و ... خواهد بود.

۳. رعایت دقیق الزامات تصفیه باکیفیت آب: با توجه به حساسیت سامانه آبیاری زیرسطحی به گرفتگی قطره‌چکان‌ها لازم است انتخاب فیلترها و فشار کارکرد آن، متناسب باکیفیت آب آبیاری و مشخصات قطره‌چکان‌ها باشد.

۴. پایش فشار کارکرد سامانه: پایش و ثبت فشار نقش مؤثری در شناخت مشکلات در حین دوره بهره‌برداری سامانه خواهد داشت. به‌طور مثال گرفتگی قطره‌چکان‌ها، یا سوراخ شدن لوله‌های آبده با پایش فشار کارکرد سامانه قابل‌تشخیص خواهد بود. ازاین‌رو نصب ادوات خودکارسازی و سامانه‌های پایش در ایستگاه کنترل مرکزی از اهمیت بسزایی برخوردار است.

شکل ۹ –ادوات پایش و کنترل فشار در ایستگاه کنترل مرکزی

شکل ۱۰ –ادوات پایش و کنترل فشار در فیلترهای دیسکی

۵. استفاده مستمر از کود حیوانی: با توجه به قرارگیری لوله‌های آبده در نزدیکی سطح زمین، در صورت وجود ترک‌خوردگی و شکاف در سطح خاک مکن است به لوله‌های آبده آسیب جدی وارد گردد. ازاین‌رو استفاده از کود حیوانی قبل از اجرای سامانه، در رفع این مشکل بسیار مؤثر خواهد بود.

۶. برنامه‌ریزی روش‌های تعمیر و نگهداری سامانه: با توجه به نوع آسیب‌پذیری سامانه لازم است بهره‌بردار تمهیدات لازم همانند لوله‌های آبده، رابط اتصال لوله‌های آبده، چراغ‌قوه و ...جهت تعمیر و نگهداری سامانه را فراهم داشته باشد.

شکل ۱۱ – نمونه‌ای از بروز مشکلات در بهره‌برداری سامانه

علاوه بر آن مواردی که می‌باید در طراحی و اجرا سامانه قطره‌ای زیرسطحی موردتوجه خاص قرار گیرد عبارتند از:

۱. طراحی و مدیریت کارآمد سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به‌شدت نیازمند فهم الگوی توزیع آب و املاح در خاک است. به‌عبارتی‌دیگر پیش‌بینی دقیقی از هندسه پروفیل رطوبتی و نحوه توزیع آب در خاک و تعیین مقادیر و نحوه آبشویی از الزامات اولیه اجرای سامانه آبیاری زیرسطحی، علی‌الخصوص در کشت محصولات زراعی است. در این راستا لازم است نوع خاک، عمق خاک زراعی، لایه‌بندی خاک، بررسی امکان وجود لایه غیرقابل نفوذ و عمق یخزدگی خاک کاملاً موردبررسی قرار گیرد.

۲. بررسی کمی و کیفی آب آبیاری: انجام یک آزمون کیفیت آب و انتخاب تجهیزات مناسب در ایستگاه کنترل مرکزی متناسب با نوع قطره‌چکان‌ها ضروری است.

۳. انتخاب لوله‌های قطره‌چکان دار: قطر، ضخامت جدار لوله، فاصله قطره‌چکان‌ها، سرعت جریان و الزامات فیلتراسیون متناسب با شرایط آب‌وخاک مزرعه.

۴. شناخت و استفاده از ابزار نصب مناسب لوله‌های آبده.

۵. نظارت دقیق بر یکنواختی عمق نصب لوله آبده در سطح مزرعه.

۶. تدوین برنامه دقیق آبیاری و الزام به رعایت دقیق برنامه آبیاری توسط بهره‌بردار

۷. نصب شیرهای خلأشکن با ظرفیت مناسب و در نقاط لازم.

۸. شناخت دقیق منحنی مقاومت سامانه: منحنی مقاومت در واقع مقاومت هیدرولیکی سامانه را در دبی‌های مختلف نشان داده و در بررسی ارتباط دینامیک سامانه آبیاری و عملکرد ایستگاه پمپاژ، نقش اصلی را ایفا می‌کند. با توجه به مقاومت سامانه آبیاری زیرسطحی در مقابل جریان ورودی به مزرعه، لازم است تحلیل هیدرولیکی جامعی بر روی منحنی مقاومت جریان انجام گیرد (یوسف گمرکچی، ۱۳۹۶).

۹. رعایت دقیق برنامه تزریق ترفلان، اسیدسولفوریک و... در بازه‌های زمانی مورد توصیه

۱۰. ارائه برنامه تناوب و مکانیزاسیون به بهره‌بردار: شناخت نوع ماشین‌آلات، شیوه‌های خاک‌ورزی و برداشت متناسب با محدودیت‌های سامانه‌های آبیاری زیرسطحی، از الزامات موردبررسی قبل از اجرای سامانه می‌باشد.

۱۱. الزام به نصب تجهیزات پایش و ثبت فشار در ایستگاه کنترل مرکزی: همان‌گونه که اشاره شد اندازه‌گیری و ثبت فشار برای اطمینان از عملکرد سامانه و به حداکثر رساندن طول عمر آن بسیار مهم است.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق سعی بر آن بوده تا قابلیت‌ها و محدودیت‌های اجرایی سامانه‌های آبیاری زیرسطحی در محصولات زراعی، صرفاً از دیدگاه کارشناسی موردبررسی و تحلیل قرار گیرد. با توجه به محدودیت منابع آبی از یک‌سو و از سوی دیگر لزوم تأمین علوفه در دامداری‌های کشور، لازم است بر امکان‌سنجی استفاده از سامانه‌های آبیاری زیرسطحی در محصولاتی همانند ذرت و یونجه توجه بیشتری معطوف گردد. این رویکرد نه به معنای توسعه فراگیر و نه به معنای محدودیت و یا حذف سامانه‌های آبیاری زیرسطحی در محصولات زراعی خواهد بود. لازم است به دلیل عدم وجود دستورالعمل و ضوابط داخلی متناسب با شرایط خاص کشور، متولیان امر هرچه سریع‌تر به تدوین ضوابط اجرائی سامانه آبیاری زیرسطحی اقدام نمایند. به دلیل ماهیت سامانه‌های آبیاری زیرسطحی و شرایط بهره‌برداری از آن نمی‌توان به ضوابط اجرائی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای اتکا نمود. در این صورت با مشکلات متعدد و صرف هزینه‌های گزاف پس از اجرای فراگیر سامانه روبرو خواهیم بود. نکته قابل‌تأمل آن است که سامانه‌های آبیاری زیرسطحی در برخی موارد محدودیت‌های اجرائی روش‌های آبیاری بارانی را نداشته و می‌تواند به‌عنوان یک سامانه جایگزین روش بارانی در سطح کشور مطرح گردد. لیکن کلیه محدودیت‌های اجرائی سامانه‌های آبیاری زیرسطحی، علی‌الخصوص تأمین ماشین‌آلات مرتبط باید موردتوجه بهره‌برداران و کارشناسان قرار گیرد.

مراجع

یوسف گمرکچی ا.، و پرورش ریزی، ع. ۱۳۹۶. مدل‌سازی دینامیک پمپ‌های دور متغیر در سامانه‌های آبیاری تحت‌فشار با رویکرد به تحلیل مصرف انرژی (مطالعهٔ موردی: سامانهٔ آبیاری کشت و صنعت اشرفیه). نشریه تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. دوره ۱۸، شماره ۶۸. صفحه ۱۴۳-۱۶۰.

Camp, C.R. 1998. Subsurface drip irrigation: a review. Trans. ASAE 41, 1353–1367.

Godoy AC, Pérez GA, Torres EA, Hermosillo LJ, Reyes JI. 2003. Water use, forage production and water relations in alfalfa with subsurface drip irrigation. Agrociencia 37: 107-115.

House, E.B. 1918. Irrigation by means of underground porous pipes. Colorado Agric. Exp. Stn. Bull. 240, Ft. Collins, CO.

Hutmacher RB, Phene CJ, Mead RM, Clark D, Shouse P, Vail SS, Swain R, van Genuchten M, Donovan T. Jobes J. 2001. Subsurface drip and Furrow irrigation comparison with alfalfa in the Imperial Valley. In Proceedings, 31st California Alfalfa & Forage Symposium, Modesto, Calif.

Lamm, F.R. and C.R. Camp. 2007. Subsurface drip irrigation. Chapter 13 in Microirrigation for Crop Production - Design, Operation and Management. F.R. Lamm, J.E. Ayars, and F.S. Nakayama (Eds.), Elsevier Publications. pp. 473-551.

Malek, E., and G.E., Bingham. 1993. Comparison of the Bowen ratio-energy balance and the water balance methods for the measurment of evapotranspiration. J. Hydrol. 146:209-220.

Montazar, A., Zaccaria, D., Bali, K.H., Putnam, D. 2017. A Model to Assess the Economic Viability of Alfalfa Production .J. Irrig. and Drain. 66: 90–102.

Putnam D, Montazar A, Bali K, Zaccaria D. 2015. Subsurface irrigation of alfalfa: benefits and pitfalls. Paper presented at American Society of Agronomy Conference, 4-5 February, Fresno, Calif.

Ruskin, R., Van, P.V., Cataldo, D.A. 1997. Technical analysis of the movement of TFN in the soil when applied through a subsurface drip irrigation system. In: Proceedings of ASAE Annual International Meeting, August 10–14, 1997 at Minneapolis, MN, USA, pp. 121–127.

Suarez-Rey, E.M., Choi, C.Y., William, B., McCloskey, David, M.K. 2006. Effects of chemicals on root intrusion into subsurface drip emitters. Irrig. Drain. 55, 501–509.

Wang, R.L., Gong, S.H., Li, G.Y. 2005. The methods and measures of root intrusion protection in subsurface drip irrigation. Water Sav. Irrig. 22, 205–211.

Water Management in Agriculture
Vol. 5, No. 1, Spring and Summer 2018, 1-10

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۵، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۷، ص. ۱۰-۱

The Capabilities and Limitations of Subsurface Irrigation Systems in an Alfalfa Field

A. Uossef Gomrokchi[1]*

Abstract

The importance of using water resources optimally due to the country's climate is not overlooked. For this reason, increasing water use efficiency is one of the main goals in achieving sustainable agriculture. One of the important and effective solutions is to use modern irrigation methods and replace them with traditional methods. In this regard, the discourse on the use of subsurface irrigation systems has grown in the country over the last few years. Perhaps due to reasons such as providing direct fertilizer application, the lowest water losses and higher irrigation efficiency, it has a special place. However, it is important to note that because of the short life operation of the subsurface irrigation system in crops, farmers should be aware of the advantages of the system to the technical and administrative constraints of the underwater irrigation system, and based on a Comprehensive knowledge, decision making. The purpose of this study was to investigate the capabilities and limitations of implementation of subsurface irrigation system in irrigation of crops. In this regard, the advantages and disadvantages of implementing the system have been investigated in the first alfalfa irrigation system of about 8 ha in Qazvin province.

Key Words: TFN, Water Use Efficiency, Qazvin, Resistance System Curve, Alfalfa

[1] Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Qazvin, Iran. (*Corresponding Author, a.gomrokchi@areeo.ac.ir)
Received: 3 Aug 2018
Accepted: 12 Sept 2018