

مزایا و معایب سیستم آبیاری قطره ای زیرزمینی^۱ (SDI)

ناصر صداقتی، عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات پسته کشور

خلاصه

در این مقاله مزایا و معایب سیستم آبیاری قطره ای زیرزمینی (SDI) در مقایسه با سیستم های آبیاری دیگر بطور مفهومی بحث شده است. هر دسته از مزایا و معایب به ۳ گروه تقسیم شدند:

(۱) موارد مربوط به آب و خاک

(۲) عملیات باغی و زراعی

(۳) موارد زیربنایی سیستم، سازگاری و انتخاب (امکان اجرای) سیستم SDI برای روشهای مختلف کاشت، نواحی جغرافیایی، خاک ها و عوامل آب و هوایی در سطح گسترده ای با توجه به تعادل بین محاسن و معایب آن مورد بحث قرار گرفتند.

در برخی از موارد، محاسن کمی برای یک گیاه خاص بیان شده است ولی پرواضح است که این محاسن تعادل مطلوبی را در ارتباط با معایب سیستم دارند. تحقیقات آینده و یافته های جدید احتمالا باعث افزایش این محاسن و کاهش معایب سیستم خواهد شد. اما این مطلب حاضر می تواند جهت آگاهی و استفاده مطلوب از این سیستم مورد استفاده قرار گیرد. مثالهای خاصی از استفاده سیستم SDI در مزارع ذرت، یونجه، درخت بادام و خربزه و نیز کاربرد پساب ها و بررسی محاسن و معایب آنها بحث شده است.

محاسن SDI

موارد زیر باید به عنوان محاسن بالقوه آبیاری قطره ای زیرزمینی مورد توجه قرار گیرند. زمانی که به طور مناسب مدیریت شوند و بر شرایط و سیستم کاشت گیاه مورد نظر اجازه شناخت آن مزیت را بدهد. علاوه بر آن برخی کشاورزان ممکن است یک جنبه را به عنوان مزیت در نظر بگیرند در حالی که کشاورز دیگر آن جنبه را بعنوان عیب بداند. بطور مثال: سیستم SDI باعث تسهیل در عملیات زراعی بعد از کاشت شود در حالی که عملیات تناوب کشت را محدود می نماید. آنچه که مسلم است این محاسن در آینده در موارد مختلف آب و خاک، عملیات زراعی و نیز موارد زیربنایی سیستم افزایش خواهد یافت.

محاسن مربوط به آب و خاک

– استفاده از آب با راندمان بالاتر: در این سیستم تبخیر از سطح خاک، رواناب سطحی و نفوذ عمقی بطور قابل ملاحظه کاهش یافته و حتی حذف می شود. از طرفی چون سطح خاک خشک باقی

¹ Subsurface drip irrigation

می ماند مانع از سله بستن آن شده و نفوذ و ذخیره بارند گیهای فصلی در خاک افزایش می یابد. در برخی از موارد این سیستم می تواند جهت آبیاری به میزان خیلی کم به منظور جوانه زنی استفاده شود که بستگی به عمق کارگذاری لوله ها، میزان جریان و فشردگی خاک دارد. توانایی ذاتی روش SDI جهت بکار بردن مقادیر کم آب، امکان آبیاری با راندمان بالاتر را در انتهای فصل زراعی فراهم می کند. به علت کم شدن حجم خاک خیس شده کاهش قابل ملاحظه ای در تلفات آب غیرضروری آبیاری ایجاد می شود.

- **کاهش خطرات آلودگی آبهای زیرزمینی:** به علت کاهش و حتی حذف جریان آب در جوی ها و شستشوی کمتر کودها و مواد شیمیایی و کاهش نفوذ عمقی خطرات آلودگی آبهای زیرزمینی کم می شود.

- **امکان موثر استفاده از آبهای با کیفیت نامطلوب:** کاربرد عملیات آبیاری با دور کمتر پتانسیل ماتریک خاک را در حد پایین تری نگاه داشته، باعث کاهش خطرات شوری می شود. از طرفی کاربرد پساب ها در زیر سطح خاک موجب کاهش شیوع بیماریها و نیز خطرات برخورد انسان و حیوان با چنین آبهایی می شود.

- **افزایش یکنواختی کاربرد آب:** کاربرد این روش باعث کنترل دقیق تر نحوه توزیع آب، کودها و نیز نمک ها در خاک می شود. از طرفی حجم خاک خیس شده به میزان کافی و در محل مناسب می باشد.

محاسن مربوط به عملیات باغی و زراعی:

- **افزایش میزان رشد گیاه، تولید محصول و کیفیت آن:** البته تعدادی از گیاهان به این سیستم پاسخ مثبت داده اند.

- **سلامت بیشتر محصول:** خشک بودن سطح خاک و نیز رطوبت کمتر محیط باعث کاهش بیماریها و جمعیت قارچها می شود. این سیستم همچنین می تواند به منظور ضد عفونی بعضی از انواع خاک ها مورد استفاده قرار گیرد.

- **مدیریت بهتر کوددهی و آفت کشها:** کاربرد به موقع وساده تر کودها و مواد شیمیایی در داخل سیستم که باعث افزایش راندمان کاربرد آنها و نیز کاهش مصرف آنها می شود.

- **کنترل بهتر علفهای هرز:** کاربرد این سیستم در نواحی خشک باعث کاهش جوانه زنی و رشد علفهای هرز و در نتیجه کاهش هزینه های مقابله با آنها می شود.

- **بهبود شرایط جهت کشت های دوم در یک فصل:** از آنجائی که در زمان برداشت نیاز به جمع آوری سیستم و نصب مجدد آن نمی باشد زمان کاشت محصول دوم جلو می افتد.

- **مدیریت بهتر عملیات زراعی:** در طول عملیات آبیاری بسیاری از عملیات زراعی انجام می گیرد که در این سیستم آبیاری، به علت کاهش این عملیات، فشرده شدن خاک و سله بستن سطح خاک بطور قابل ملاحظه ای کاهش می یابد.

تغییرات در رژیم آب خاک و توزیع ثانویه آن در SDI نسبت به سایر روشهای آبیاری کاهش می یابد. از طرفی برخی از عوامل آب و هوایی نظیر سرعت باد زیاد، یخبندان ها و خیس شدن سطح خاک از اهمیت کمتری برخوردار خواهد بود. دادن مقدار کودهای مورد نیاز حتی هنگامی که میزان نیاز آبیاری بسیار کم باشد، امکان پذیر می باشد. امکان آبیاری در طول دوره یخبندان و قبل از فصل رشد جهت افزایش ظرفیت آبی خاک به آسانی امکان پذیر است. وجود تجهیزات کمتر آبیاری در قطعه زراعی احتمال خسارت های وارده توسط ادوات زراعی به این تجهیزات را کاهش می دهد.

محاسن مربوط به موارد زیربنایی سیستم:

- **خود کار کردن سیستم:** خصوصیات بسته بودن و تحت فشار بودن سیستم که تغییرات در مقدار آب خاک و توزیع مواد غذایی را کاهش می دهد. این سیستم را به عنوان یکی از بهترین انتخاب ها برای خود کار کردن و استفاده از تکنولوژیهای پیشرفته کنترل سیستم، نموده است.

- **کاهش هزینه های انرژی:** فشار کارکرد SDI نسبت به انواع سیستم های آبیاری بارانی کمتر است که همین امر باعث کاهش هزینه های انرژی می شود.

- **موارد مربوط به کنترل کارکرد مناسب سیستم:** در SDI قسمتهای مکانیکی کمتری نسبت به انواع سیستمهای آبیاری بارانی متحرک وجود دارد اغلب اجزاء نیز پلاستیکی بوده و کمتر در معرض پوسیدگی قرار می گیرند. سیستم SDI نیاز به جابجایی و نصب بین ردیف های کاشت ندارد و کمتر خسارت می بیند.

- **انعطاف پذیری در طراحی:** سیستم SDI از نظر سازگاری با شکل و اندازه قطعه زراعی و نیز میزان آب کاربردی انعطاف پذیری زیادی نسبت به انواع سیستم های آبیاری بارانی نظیر ستیریوت دارد. از نظر شیب زمین نیز این سیستم نسبت به سیستمهای آبیاری سطحی محدودیت بسیار کمتری دارد.

- **خسارت کمتر توسط جانوران:** خسارات ناشی از جوندگان در سیستم SDI نسبت به آبیاری قطره ای سطحی^۲ (DI) کمتر می باشد البته باید این مسئله را هم در نظر داشت که

² Drip irrigation

ردیابی قسمتهای خسارت دیده توسط جانواران در سیستم SDI مشکل تر و وقت گیرتر می باشد.

معایب سیستم SDI

شرایط و وضعیت هایی وجود دارد که انتخاب سیستم SDI را بامشکل مواجه می کند و به عنوان عیب این سیستم مطرح می شود. این معایب نیز ممکن است به سه دسته:

- (۱) موارد آبی، خاکی
- (۲) موارد مربوط به عملیات باغی و زراعی و
- (۳) موارد زیربنائی سیستم تقسیم بندی شوند. که در ادامه به شرح هر کدام می پردازیم.

معایب مربوط به موارد آب و خاک

- **الگوی خیس شدگی کوچکتر:** الگوی خیس شدگی در خاکهای خیلی سبک ممکن است بسیار کوچک شود که این امر ناحیه رشد گیاه را کوچک می کند. این مسئله ظرفیت و اعتبار سیستم را در برخی از موارد پایین می آورد. به طوری که ممکن است باعث شکست سیستم شود.
- **مراقبت، کنترل و ارزیابی سخت تر عملیات آبیاری:** از آنجائی که عملیات آبیاری قابل رویت نمی باشد بنابراین ارزیابی کارکرد سیستم و تشخیص یکنواختی کاربرد آب مشکل است. بنابراین مدیریت ضعیف سیستم ممکن است منجر به کم آبیاری و کاهش محصول و کیفیت آن و یا آبیاری بیش از حد باعث تهویه نامناسب خاک و نیز مسائل مربوط به نفوذ عمقی و تلف شدن آب شود.
- **تأثیر متقابل میزان جریان و خاک:** میزان زیاد دبی قطره چکانها ممکن است باعث ایجاد جریان ثانویه و توزیع مجدد آب در خاک شود. در چنین حالتی فشار آب در ناحیه اطراف قطره چکانها ممکن است از فشار اتمسفر بیشتر شده و باعث تغییر در میزان جریان قطره چکان شود. در این وضعیت آب سهوا به سطح خاک رسیده (تونل های ایجاد شده در اثر جریان آب قطره چکانها به سطح خاک) و باعث ایجاد لکه های خیس در سطح مزرعه شود. در اثر این فرآیند برخی از ذرات ریز خاک ممکن است همراه با جریان آب جابجا شوند که به این پدیده «اثر دودکشی یا تنوره ای» می گویند. این پدیده باعث ایجاد یک مسیر باریک از جریان آب می شود. از بین بردن این مسیرهای باریک حتی بعد از عملیات زراعی نظیر شخم و ... نیز بطور کامل مشکل می باشد.

- **کاهش حرکت رو به بالای آب:** استفاده از سیستم SDI برای کارهایی از قبیل ایجاد شرایط لازم جهت جوانه زنی بذر ایجاد محدودیت می نماید. البته این مسئله به خصوصیات خاک و عمق کارگذاری لوله ها نیز بستگی دارد. این مسئله در خاکهای باترکهای عمودی مشکل ساز خواهد بود. شوری نیز در بالای لوله های قطره چکاندار ممکن است افزایش یافته که این مسئله خطراتی را برای نهالها و گیاهان تازه پیوند شده به همراه خواهد داشت.

معایب مربوط به عملیات باغی و زراعی:

- **امکان عملیات زراعی کمتر:** برخی از عملیات زراعی نظیر شخم و ... در اثر نصب لوله ها در عمق خاک محدود می شود.
- **محدود شدن توسعه ریشه گیاه:** محدود شدن ناحیه توسعه ریشه گیاه می تواند باعث ایجاد مشکلاتی برای کاربرد آب و کودها از نظر زمان و میزان استفاده در آینده شود. این ناحیه کوچک حتی زمانی که خوب خیس شده باشد نمی تواند از ایجاد تنش در گیاه جلوگیری نماید. از آن جایی که کاربرد عناصر پرمصرف و نیز ریزمغذی ها جهت عملکرد بهینه در این سیستم امری حیاتی است کاهش حجم خیس شده خاک باعث خالی شدن سریع این حجم از مواد غذایی و مشکلاتی برای گیاه می شود.
- **موارد مربوط به تغییر نوع گیاه و فاصله کاشت:** از آنجائی که سیستم SDI بطور منطقه ای ثابت می شود مشکلاتی را از نظر سازگاری با گیاهان با فواصل کاشت متفاوت ایجاد می نماید. البته این مسئله بیشتر در مورد گیاهان زراعی ایجاد می شود. برخی از گیاهان نیز که فاصله ردیف های کاشت آنها خیلی کم است از نظر اقتصادی با این سیستم توجیه پذیر نمی باشند.
- **موارد مربوط به رشد و توسعه خود گیاه:** برخی از گیاهان بسته به نوع خاک و شرایط آب و هوایی با این سیستم ممکن است رشد مناسبی نداشته باشند. بادام زمینی از جمله گیاهانی است که در خاکهای خشک رشد مناسبی نخواهد داشت. برخی از درختان نیز نیاز به الگو و حجم خاک خیس شده بیشتری دارند.

معایب مربوط به موارد زیربنایی سیستم

- **هزینه ها:** هزینه های سرمایه گذاری اولیه سیستم SDI نسبت به برخی از سیستم های آبیاری بیشتر است. در بسیاری از حالات لوازم مصرفی در سیستم قابلیت فروش مجدد و نیز ارزش اسقاطی ندارد. وام دهندگان تنها با گرفتن وثیقه های سنگین برای اجرای این سیستم وام می

دهند. در نواحی که از نظر دسترسی به سوخت و آب نامشخص می باشد چنین سرمایه گذاری بالایی توجیه پذیر نمی باشد بویژه اگر قیمت محصول تولیدی نیز قابل توجه نباشد. سیستم SDI معمولاً طول عمر مفید کمتری نیز نسبت به اغلب سیستم ها دارد بنابراین هزینه های استهلاک سرمایه سالانه نیز افزایش می یابد.

- **موارد مربوط به سیستم تصفیه آب:** در تمام سیستم های خرد آبیاری تصفیه آب یکی از فاکتورهای اساسی جهت اطمینان از کارکرد مناسب و طول عمر سیستم می باشد. اما در مورد سیستم SDI این مسئله از اهمیت بیشتری برخوردار است و طول عمر مفیدی بیش از ۱۰ سال مدنظر می باشد. مدیریت کیفیت آب در سیستم SDI نسبت به اغلب سیستم های خرد آبیاری دیگر پیچیده تر بوده چرا که امکان شستشوی دستی قطره چکانها نیز وجود ندارد.

- **موارد دیگر مربوط به نگهداری سیستم:** نگهداری مداوم و تعمیر خرابی های سیستم امری ضروری می باشد. تعیین مکان تراوش های ایجاد شده توسط جوندگان و تعمیر آن به ویژه در سیستم هایی که به طور عمیق تر کارگذاری شده اند، مشکل تر می باشد. لوله های قطره چکاندار نیاز به کنترل از نظر ورود ریشه درختان به آنها را دارند. دستورالعمل های طراحی و کارکرد سیستم تا حد امکان باید صدمات ایجاد شده توسط ریشه گیاهان به لوله ها را کاهش دهد. ریشه برخی از گیاهان دائمی ممکن است مسیر حرکت آب در لوله ها را تنگ کرده و باعث کاهش و یا حتی قطع جریان آب شود. لوله ها جهت جلوگیری از تجمع سیل و سایر مواد رسوبی در آنها نیاز به شستشوی دوره ای دارند.

- **موارد مربوط به عملکرد سیستم:** از آنجائی که کارکرد سیستم و میزان یکنواختی پخش آب نسبت به سایر روشهای آبیاری کمتر قابل مشاهده می باشد، بنابراین احتمال کارکرد نامناسب آن بیشتر می باشد بنابراین برای جلوگیری از آبیاری کمتر و یا بیشتر از حد مورد نیاز باید با نصب تاسیساتی نظیر کنتورها، فشارسنجها و ... جهت کنترل کارکرد مناسب سیستم اقدام شود.

- **موارد مربوط به طراحی:** تکنولوژی سیستم SDI نسبت به سایر سیستم ها توسعه کمتری دارد و روش جدیدتری می باشد. کشاورزان نیز اغلب آشنایی کمی با این سیستم دارند. خطاهای طراحی به علت نصب سیستم در زیرزمین، به سختی قابل رفع شدن هستند. سیستم SDI نسبت به DI به اجزاء بیشتری نیاز دارد. در برخی از موارد هنگام خاموش شدن سیستم در اثر ایجاد خلاء در لوله ها احتمال فرو رفتگی خاک وجود دارد که جهت کارکرد صحیح سیستم نصب شیرهای از بین برنده خلاء و تخلیه هوا ضروری است. در برخی از خاکها و عمق

های کارگذاری نیز احتمال فشرده شدن لوله ها و کاهش جریان آب در اثر بار بیش از حد خاک وجود دارد.

- **موارد مربوط به رهاسازی سیستم:** در برخی از مواقع تولید تجهیزات سیستم با استفاده از پلاستیک بازیافتی و دست دوم باعث کنار گذاشتن سیستم می شود.

تقسیم محاسن و معایب در سه گروه آب و خاک، عملیات باغی و زراعی و موارد زیربنایی خود سیستم، کاملاً اختیاری می باشد. اما این تقسیم بندی در درک بهتر جهت انتخاب سیستم SDI به ما کمک می کند. واضح است که برخی از موارد مطرح شده در بین این سه گروه با یکدیگر اشتراک دارند. در یک حالت ممکن است تاکید بیشتری بر اهمیت موارد زیربنایی سیستم شود که در این حالت بخش اعظم معایب سیستم ممکن است در این دسته آورده شود موارد مشخص معایب مربوط به خود سیستم از جنبه زیربنایی شامل ۹ مورد می باشد.

- کنترل و ارزیابی عملیات آبیاری

- سایر موارد نگهداری سیستم

- میزان آب کاربردی

- چگونگی کار با سیستم

- محدود کردن عملیات زراعی

- موارد طراحی سیستم

- هزینه ها

- موارد مربوط به رهاسازی سیستم

- سیستم تصفیه آب

بسیاری از این ۹ عیب در آینده با پیشرفت روشهای طراحی و توسعه تحقیقات در این زمینه قابل حل خواهد بود. اما در بعضی از موارد حل مشکل ممکن است چنان هزینه بر باشد که خود مسئله هزینه بالا، بزرگترین مشکل قلمداد شود.

مثالهایی از کاربرد سیستم SDI و ارزیابی عملکرد آن

از سیستم SDI برای انواع محصولات، خاکهای مختلف و شرایط آب و هوایی متفاوت در سراسر جهان استفاده شده است. انتخاب و سازگاری سیستم به دلیل آنکه تعیین برآیند بین مزایا و معایب سیستم خیلی تخصصی است، همیشه قابل پیش بینی نمی باشد. علاوه بر آن اختلاف فرهنگی مردم، سنت ها، مهارتها و نیز درکشان، اثر قابل ملاحظه ای در انتخاب و یا عدم انتخاب

سیستم دارد. چندین مورد استفاده از سیستم SDI در ادامه بحث جهت نشان دادن تنوع استفاده از این سیستم و اینکه چگونه مزایا و معایب سیستم با هم موازنه می گردند، آورده شده است.

ذرت: ذرت یکی از گیاهان غالب کشت شده در آمریکا می باشد، اما آبیاری آن به طریق سنتی است و به دلایل قانع کننده ای هزینه های سرمایه گذاری سیستم SDI برای این محصول توجیه کافی ندارد. بهبود کیفیت تجهیزات سیستم های خرد آبیاری، روشهای طراحی سیستم و مدیریت مناسب سیستم باعث افزایش عمر مفید آن به بیشتر از ده سال، اقتصادی شدن سیستم و در نهایت تغییر وضعیت موجود خواهد شد. با افزایش طول عمر مفید سیستم و مستهلک شدن هزینه های سرمایه گذاری در طول این مدت، سیستم SDI نسبت به سیستم سنتریوت اقتصادی تر می شود. از طرفی سیستم SDI به آسانی می تواند جهت زمین های کوچک و زمینهای با شکلهای نامنظم استفاده شود که از این نظر نیز نسبت به سیستمهای آبیاری بارانی نظیر سنتریوت برتری دارد.

برای محصولاتی نظیر ذرت که قیمت بالایی ندارد، فاکتورهای مهم برای اقتصادی کردن سیستم SDI نسبت به سنتریوت عبارتند از: اندازه و شکل مزرعه، هزینه های سرمایه گذاری و طول عمر مفید سیستم، میزان محصول و قیمت آن و نیز هر هزینه تولیدی که بین دو سیستم اختلاف ایجاد می نماید. اندازه و شکل مزرعه و طول عمر مفید سیستم در بین فاکتورهای موثر بیشترین اهمیت را دارند.

در گریت پلینز آمریکا کیفیت آب در حد بالایی است، به طوری که مسائل گرفتگی قطره چکانها قابل کنترل است و سیستم SDI از طول عمر مناسبی برخوردار می باشد. سیستمهای تحقیقاتی SDI اجرا شده در کانزاس در مدت ۱۳ سال با حداقل خرابی سیستم در حال کار می باشند. برای ذرت عموماً به ازای هر دو ردیف کشت یک خط لوله آبیاری قطره ای زیرزمینی استفاده می شود. یعنی ۱/۵۲ متر فاصله لوله ها برای فاصله ردیف های کشت ۰/۷۶ متری. این یک در میان قرار دادن لوله ها باعث کاهش هزینه های سیستم شده از طرفی طبق تحقیقات انجام شده توسط کمپ و همکاران (۱۹۹۸) بیشترین یکنواختی پخش را نیز در گیاهان ردیفی به همراه خواهد داشت.

میزان تولید گیاه ذرت تحت هر دو سیستم آبیاری قطره ای سطحی (DI) و زیرزمینی (SDI) مشابه می باشند، اما به علت قیمت نسبتاً پایین ذرت، در آمریکا فقط سیستم SDI از نظر امکان رقابت اقتصادی با سایر سیستم های ارزان تر (سنتریوت و آبیاری فارو)، مورد توجه می باشد.

به علت ویژگی های خاص سیستم SDI نظیر کاهش یا حذف مولفه تبخیر از سطح خاک و نفوذ عمقی، حذف رواناب آبیاری و نفوذ بیشتر باران در خاکهای خشک میزان آب مورد نیاز برای ذرت در این روش تا ۲۵٪ و حتی بیشتر کاهش می یابد.

با این سیستم مقادیر آبیاری بسیار کم نیز با راندمان بالا امکان پذیر می باشد. در خاکهای عمیق با ظرفیت نگهداری خوب، سیستم SDI با میزان دبی کم می تواند جهت افزایش آب خاک استفاده شود که این آب برای تامین نیاز آبی گیاه از ذخیره خاک بیرون آورده می شود. در جایی که میزان مصرف ماکزیمم روزانه گیاه به حدود ۹ تا ۱۰ میلیمتر بر روز می رسد (نواحی نیمه خشک کانزاس غربی در آمریکا)، کم آبیاری با حدود ۴/۳ میلی متر در روز نیز باعث تولید محصول خوبی در حدود ۱۶/۱ تن در هکتار شده است. بر روی این خاکهای عمیق با چنین آب و هوایی، سیستم SDI می تواند سطح بزرگتری از نواحی تحت آبیاری را پوشش دهد. سیستم SDI در برخی از مواقع جهت تامین ذخیره رطوبتی این خاکهای عمیق در فصل خواب گیاه مورد استفاده قرار می گیرد. آبیاری های با میزان آب کم در انتهای فصل رشد از خصوصیات مفید ذاتی این سیستم می باشد. کوددهی ازت توسط تزریق در سیستم SDI علاوه بر افزایش تولید دانه در گیاه ذرت باعث کاهش آلودگی محیط زیست می شود. در کانزاس با کاهش آب کاربردی به حدود ۷۵٪ تبخیر و تعرق در این سیستم مقدار تولید، جذب ازت و راندمان مصرف آب در همان سطح آبیاری کامل بود.

میزان ازت بکار رفته ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار در طول فصل کاشت بصورت تزریق در سیستم آبیاری و ۳۵ کیلوگرم در هکتار ازت و ۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر قبل از فصل کاشت بصورت خاکی می باشد. متوسط تولید محصول برای کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار ازت، ۱۳/۴ تن در هکتار بود. نسبت تولید محصول به ازت جذب شده بر حسب کیلوگرم دانه تولیدی به کیلوگرم ازت با کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار ازت، ۵۳:۱ بود. اگرچه ذرت به عنوان یک محصول خاص برای سیستمهای خرد آبیاری مورد توجه نمی باشد. اما ترکیب این محاسن می تواند موازنه خوبی را در مقابل هزینه های بالای اولیه سرمایه گذاری جهت اجرای این سیستم برقرار کند.

بادام: بادام از جمله محصولات درختی است که با سیستم SDI نسبت به سایر سیستم های آبیاری نظیر DI، میکروآپاشها، آبیاری بارانی با لوله های ثابت و آبیاری نواری سازگاری بهتری دارد. به دلیل خشک ماندن سطح خاک کنترل علفهای هرز نیز بهتر صورت می گیرد. این مزیت باعث کاهش مصرف علف کشها تا ۶۶٪ و نیز کاهش هزینه های چیدن علف تا ۵۰٪ می شود. در نتیجه باعث عملیات برداشت آسانتر محصول (تکان دادن درخت، جمع آوری با نیروی باد، خشک کردن و

بوجاری کردن آن) می شود. از طرفی به دلیل حذف تجهیزات سیستم و لوله ها از روی سطح خاک در این سیستم، سایر عملیات زراعی به سهولت انجام می گیرد.

اغلب نیاز است که در طول زمان برداشت درخت بادام آبیاری شود در حالی که برداشت محصول نیاز به خاک خشک دارد. سیستم SDI این مشکل را بدون خسارت وارد کردن به محصول حل می نماید. آبیاری در طول این دوره به سالم نگه داشتن درختان و جلوگیری از بلوغ زودرس کمک می کند. این مورد بخصوص زمانی که چند وارته با زمان بلوغ مختلف داشته باشیم از اهمیت بیشتری برخوردار می باشد. با کاربرد SDI نسبت به سیستم آبیاری بارانی با لوله های ثابت تا ۵۰٪ هزینه های سرمایه گذاری کاهش می یابد و از طرفی کودها نیز در نزدیک مرکز ناحیه ریشه، در دسترس گیاه قرار می گیرد. یکی از مشکلاتی که ممکن است در استفاده از SDI در خاکهای شنی و گراولی بوجود آید، این است که به علت کاهش حجم پیاز رطوبتی، محصول کاهش می یابد. برای رفع این مشکل در مورد بادام از دو خط لوله در دو طرف ردیف درختان استفاده می شود.

مسدود شدن قطره چکان ها در اثر نفوذ ریشه به داخل آنها یکی دیگر از مشکلات کاربرد SDI در درختان بادام می باشد. گزارش هایی مبنی بر استفاده از قطره چکانهای آغشته شده به علف کش تری فلورالین و یا استفاده از این علف کش در داخل سیستم جهت رفع این مشکل، وجود دارد. اگر چه خسارت به اجزای سیستم آبیاری در روی سطح خاک توسط جوندگان از بین می رود اما باید این مزیت با مشکلات ناشی از دشواری تعمیر و نگهداری سیستم به علت نصب سیستم در زیر سطح خاک مقایسه شود.

یکی از مشکلات اساسی این سیستم که استفاده کنندگان با آن مواجه هستند، فقدان شاخص های قابل رؤیت جهت کنترل نحوه کار سیستم می باشد. کشاورزان احساس می کنند که نیاز به روشهای مدیریتی پیچیده و هزینه بر در سیستم SDI دارند. آنها فکر میکنند که توانائی تکنیکی دستی نشان برای کنترل و ردیابی نقایص سیستم ناکافی می باشد. البته آنها می توانند برخی از این مشکلات را با کنترل مداوم دبی سنج ها و فشار سنج ها تا حدودی بر طرف نمایند. در برخی از حالات کنتورهای کوچک و ارزان قیمت می تواند بر روی لوله های سیستم نصب شده و بطور هفتگی جهت کنترل کارکرد سیستم خوانده شود.

اغلب معایب ارائه شده برای SDI در مورد بادام در قسمت مسائل زیر بنائی سیستم طبقه بندی می شود. گسترش استفاده از این سیستم برای بادام در حال حاضر کند می باشد اما با بهبود روشهای طراحی و مدیریتی مناسب، استفاده از آن افزایش می یابد.

خبرزه: نتایج تحقیقات، سازگاری خوب خریزه را با سیستم SDI نشان داده است. میزان تولید محصول نیز در دو سیستم DI و SDI مشابه بوده است. با مدیریت مناسب خطر مسدود شدن قطره چکانها و هجوم ریشه گیاه به آنها کاهش یافته و عمر مفید سیستم افزایش می یابد. نتایج تحقیقات انجام شده در نواحی خشک کالیفرنیا نشان داده است که کارگذاری لوله ها در عمق ۴۵ سانتی متری باعث افزایش تولید محصول و زودرسی آنها می شود.

میزان تولید محصول از قطعات مربوط به سیستم SDI در سال اول اجرای طرح به ترتیب ۱۰ و ۲۸ درصد بیشتر از محصول تولیدی مربوط به سیستم آبیاری قطره ای با دور کوتاه و بلند بود. میزان تولید مربوط به داده های ۸ بار برداشت محصول اختلاف قابل ملاحظه ای را بین تیمارها نشان نداد اما برداشت زودتر از لحاظ اقتصادی می تواند خیلی حائز اهمیت باشد. کشاورزان اغلب به علت مشکلاتی از قبیل هزینه های زیاد کارگری، کاهش کیفیت محصول و نوسانات قیمت محصول تولیدی، بیشتر از ۳ بار در هر فصل برداشت نمی کنند. در SDI چون سطح خاک خشک می ماند مانع خالدارشدن و گندیدگی محصول شده و کیفیت محصول بالا می رود. البته این حسن در نواحی با بارندگی زیاد، کمتر مورد توجه می باشد.

خبرزه پاسخ خوبی نسبت به کاربرد و مدیریت ازت در سیستمهای آبیاری قطره ای نشان داده است. بهترین پاسخ را در حالت تغییر غلظت ازت در مراحل مختلف رشد به میزان ۱۵۰ میلی گرم در لیتر ازت در مرحله رویشی و تقریباً ۵۰ میلی گرم در لیتر در مرحله باروری نشان داده است. سیستم SDI پتانسیل بالایی در مدیریت و کاربرد ازت در ناحیه ریشه گیاه و نیز توزیع ثانویه رطوبت در خاک دارد. بطور مشابه به سیستمهای DI و SDI پتانسیل خوبی را جهت کاربرد حشره کش های سیستمیک در زیر پوشش پلاستیکی در جهت افزایش تولید و کیفیت آن نشان داده است. همچنین باعث کاهش آبخوئی مواد شیمیائی در هنگام کاربرد حشره کش ایمیداکلوپراید در سیستم SDI با عمق کارگزاری کم نسبت به سیستمهای آبیاری سنتی و رایج می شود (۱). کاربرد پوشش پلاستیکی به تنهایی میزان تولید را ۴ برابر و نیز کاربرد حشره کش به تنهایی محصول را ۲/۵ برابر نمود. ترکیب کاربرد پوشش پلاستیکی و سیستم SDI با نصب در نزدیک سطح خاک، وضعیت بهینه ای را در رطوبت خاک با کاهش آبخوئی حشره کش ها و در نتیجه کاهش اثرات زیست محیطی در مناطق با بارندگی زیاد به همراه دارد. این موارد اثبات می کند که چطور ترکیب تکنولوژیهای دیگر با سیستم SDI اثرات مثبتی را بر روی تولید محصول و کاهش خطرات زیست محیطی به همراه دارد.

یونجه: یونجه از جمله گیاهان علوفه ای با مصرف زیاد آب می باشد، بنابراین کاربرد سیستمهای آبیاری با راندمان بالا نظیر SDI می تواند بسیار مفید باشد. در مناطقی که سهمیه آب به دلیل عوامل

طبیعی و یا قانونی محدود می باشد، سیستم SDI بطور مؤثری باعث افزایش تولید در اثر افزایش تعرق و کاهش یا حذف مولفه تبخیر از سطح خاک می شود. از آنجائیکه یونجه مصرف آب زیاد و فصل رشد طولانی دارد، استفاده از سیستم باعث کاهش هزینه های مربوط به عملیات آبیاری طولانی در سیستمهای آبیاری سنتی می شود.

مزیت اصلی کاربرد SDI بر روی یونجه امکان ادامه آبیاری بلافاصله بعد از آبیاری قبلی، در طول زمان برداشت و یا بلافاصله بعد از آن می باشد. این عمل باعث کاهش میزان تنش آبی بر روی یونجه و افزایش تولید علوفه می شود، چرا که عموماً میزان تولید علوفه رابطه خطی با میزان تعرق دارد. تعرق در قطعاتی که با سیستم SDI آبیاری شدند و هیچگونه توقف آبیاری در طول زمان برداشت نداشتند، ۳۶ درصد بیشتر از آبیاری سنتی با قطع آب در طول این دوره بود. میزان تولید علوفه نیز در SDI حدود ۲۲ درصد بیشتر از آبیاری سطحی غرقابی بود در حالی که کاهش مصرف آب تقریباً ۶ درصد بود. در نهایت راندمان مصرف آب SDI به علت افزایش عملکرد و نه کاهش مصرف آب، افزایش داشت. زمانی که عملیات آبیاری بطور پیوسته انجام می گیرد تنش فیزیولوژیکی بر روی تاج گیاه کمتر است، بنابراین رقابت علفهای هرز نیز با گیاه اصلی کمتر خواهد شد. در برخی از خاکها با بعضی از طراحی های SDI (نصب لوله ها در عمق کم) ممکن است آبیاری در طول زمان برداشت برای جلوگیری از مرطوب شدن نقطه ای سطح خاک و در نتیجه فشرده شدن خاک در اثر عبور و مرور ادوات کشاورزی با محدودیت مواجه شود. راه حل موجود برای رفع این مشکل نصب عمیقتر لوله ها و با فاصله کمتر نسبت به هم و قطره چکانهای نزدیکتر بهم می باشد، که باعث یکنواختی بیشتر توزیع میگردد.

یونجه به سوختگی برگها در اثر آبیاری بارانی با آب با کیفیت نامناسب بسیار حساس می باشد. همچنین در اثر جمع شدن موقتی آب بر روی سطح خاک در طول دوره های گرم سال میزان محصول کاهش می یابد. SDI می تواند هر دو این مشکلات را رفع نماید. در برخی از خاک ها با مدیریت آبیاری خوب به علت سیستم ریشه عمیق و وسیع یونجه می توان از لوله های قطره چکاندار با فاصله بیشتر استفاده کرد. در نواحی خشک کالیفرنیا و بر روی یک خاک لوم سیلتی رسی میزان محصول برای فاصله های لوله های ۲ متر و ۱ متر در اولین سال آزمایش تقریباً برابر بود. میزان تولید برای فاصله های بیشتر در اولین سال به دلیل عدم گسترش ریشه ها تقریباً ۱۷٪ کاهش یافت. در نواحی نیمه خشک کانزاس و در یک خاک لومی شنی میزان تولید در سالهای دوم و سوم برای فاصله لوله های ۱/۵ متر تقریباً ۱۸٪ از فاصله لوله های ۱ متر، کمتر بود. نتیجه این مطالعه اقتصادی تر بودن استفاده از فاصله ۱ متر را نشان داد. میزان آب کاربردی در سیستم SDI تقریباً ۵۰٪ متوسط تبخیر و تعرق گیاه

مرجع بود. در نواحی خشکتر رقابت علفهای هرز در سیستم SDI نسبت به سیستمهای سطحی و بارانی به دلیل خشک ماندن سطح خاک کمتر می شود.

کاربرد پساب

کاربرد پساب توسط سیستم SDI در سراسر جهان به دلایل مختلف روبه افزایش می باشد. بحث های مفید و جالبی در ارتباط با محاسن و معایب کاربرد پساب با این سیستم در دسترس می باشد. که در اینجا آورده نشده است. اما تعدادی از موارد که از اهمیت بیشتری برخوردارند در این قسمت بحث خواهد شد.

آبیاری، یک مصرف کننده بزرگ آب شیرین در سراسر دنیا می باشد. بازیافت پساب ها در سیستمهای آبیاری می تواند باعث ذخیره آب شیرین جهت استفاده های مهمتر و ارزشمندتر نظیر مصرف حیوانات اهلی شود.

فاضلاب های شهری و حتی فاضلاب ناشی از دامداری ها در اثر تماس انسان با آنها ممکن است خطراتی را برای سلامتی باعث شود. کاربرد این پساب ها در سیستم SDI باعث محدود کردن تماس انسان با این آبها و نیز کاهش هزینه های سالم سازی و تصفیه آنها می شود. پساب های شهری بطور موفقیت آمیز و نیز قانونی با استفاده از SDI در زمینهای گلف و در هاوایی (آمریکا) بکار می رود. اما استفاده از این آبها در سیستمهای آبیاری بارانی بطور گسترده ای کاهش و یا حذف شده است. در اسرائیل نزدیک به ۵۰ سال است که استفاده مجدد از پساب ها قسمتی از سیاست برنامه ریزی منابع ملی کشور می باشد. با افزایش اطلاعات در مورد حفظ سلامت انسانها در ارتباط با استفاده از پساب ها در سالهای اخیر، کنترل ها و محدودیت هایی در مورد کاربرد آنها در سیستمهای آبیاری بوجود آمده است. کاربرد پساب ها در سیستمهای SDI کاهش قابل ملاحظه ای در جابجایی پاتوژنها (عوامل بیماریزا) را به گیاهان خوراکی به اثبات رسانده است. به نظر می رسد که با توسعه تحقیقات در این زمینه، استفاده گسترده تری از SDI برای کاربرد پساب ها جهت آبیاری گیاهان خوراکی صورت گیرد. در آمریکا مشکلاتی که در ارتباط با پساب ایجاد شده توسط دامداری ها و باغ وحش ها باعث افزایش نگرانی عمومی شده است. سه مورد از مهمترین این مشکلات عبارتند از: بوی بد آنها، نشت این آبها به منابع آب زیرزمینی و جاری شدن آنها و ورودشان به منابع آب سطحی. SDI از جمله ابزار موثری است که توانایی کاستن این مشکلات را دارد و علاوه بر آن همین پساب ها می تواند به عنوان منبع آبی جهت تولید محصول مورد استفاده قرار گیرد.

تحقیقات انجام شده در کانزاس بر روی ارزیابی اندازه قطره چکانهای مختلف طی ۴ سال نشان داد، در صورتی که پساب دامداریها از فیلتر با مش ۲۰۰ رد شده باشد، استفاده از قطره چکانهای با دبی

۱/۵ لیتر در ساعت و بیشتر، مناسب است. روشهای کاربردی و مدیریتی استفاده از پساب های دامی در SDI نسبت به پساب های شهری در مراحل ابتدایی تر می باشد اما انتظار می رود که روز به روز بر این اطلاعات افزوده شود. همانند سایر منابع آبی در انواع سیستمهای خرد آبیاری، گرفتگی در هنگام کاربرد پساب ها از فاکتورهای مهم می باشد اما در شرایطی که ذرات بیولوژیکی فراوان و فعال در پساب وجود دارد، این مشکل تشدید می شود. تحقیقات قابل ملاحظه ای برای جلوگیری و نیز درمان مشکلات گرفتگی مرتبط با کاربرد پساب ها در سیستمهای خرد آبیاری انجام شده و ادامه خواهد داشت.

نتیجه گیری

سیستمهای SDI برای نواحی جغرافیایی مختلف، محصولات گوناگون، انواع خاکها و شرایط آب و هوایی سازگار شده اند. اما قبل از کاربرد سیستم باید ارزیابی هایی به عمل آید تا اولاً: بوسیله این ارزیابی ها، اطلاعات ما نسبت به استفاده های معمول سیستم و سازگاری آن با کاربردهای مذکور بیشتر شود و ثانياً: به این وسیله، استفاده های جدیدی برای سیستم تعیین شود و در نهایت با بررسی مزایا و معایب سیستم در صورتی که تعادل خوبی بین آنها برقرار شود (مزایا بر معایب چربش داشته باشد) اقدام به استفاده از این سیستم ها گردد.