Archive of SID

بررسی تلفات آب و نیترات و کارآیی مصرف آب در کودآبیاری جویچه‌ای یک در میان

حامد ابراهیمیان[1]*، عبدالمجید لیاقت، مسعود پارسی‌نژاد، فریبرز عباسی و مریم نوابیان

دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران؛ **ebrahimian@ut.ac.ir**

استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران؛ **aliaghat@ut.ac.ir**

استادیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران؛ **parsinejad@ut.ac.ir**

عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی؛**abbasi_fariborz@yahoo.com**

استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان؛ **navabian@guilan.ac.ir**

چکیده

هدف از انجام این تحقیق بررسی تلفات آب و کود (نیترات) و همچنین کارآیی مصرف آب در دو رژیم آبیاری جویچه‌ای یک در میان (ثابت و متغیر) تحت شرایط کودآبیاری و مقایسه آن با حالت معمولی آبیاری جویچه‌ای بوده است. در این راستا مطالعات مزرعه‌ای در سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد. کودآبیاری در سه مرحله در طول فصل رشد گیاه ذرت (در تاریخ‌های ۱۶ تیر، ۱۸ مرداد و ۸ شهریور) اعمال گردید. درصد تلفات رواناب آب آبیاری در سه کودآبیاری برای رژیم‌های معمولی، یک در میان ثابت و یک در میان متغیر به ترتیب در محدوده ۵۷/۳-۳۲/۴، ۴۱/۲-۲۸/۲ و ۳۹/۳-۲۳/۰ بدست آمد. تلفات نیترات از طریق رواناب در آبیاری جویچه‌ای معمولی به ترتیب برای کودآبیاری اول، دوم و سوم ۳۲/۴، ۴۴/۳ و ۸۰/۳ درصد، برای آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت برابر ۳۱/۲، ۳۵/۱ و ۴۰/۲ درصد و برای آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر نیز برابر ۲۵/۷، ۳۲/۷ و ۳۶/۹ درصد حاصل شد. اختلاف معنی‌داری در مقدار محصول (سبز و خشک) در رژیم‌های آبیاری معمولی و یک در میان متغیر وجود نداشت. کارآیی مصرف آب در آبیاری جویچه‌ای معمولی، یک در میان ثابت و یک در میان متغیر به ترتیب ۱/۶۱، ۱/۳۱ و ۲/۸۲ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد. آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر نه تنها سبب کاهش تلفات آب و کود در کودآبیاری گردید، بلکه سبب افزایش قابل توجه کارآیی مصرف آب شد.

واژه های کلیدی: آبیاری جویچه‌ای یک در میان، نیترات، کودآبیاری، کارآیی مصرف آب

مقدمه

یکی از روش‌های مدیریت آبیاری سطحی، روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان است که برخلاف روش آبیاری جویچه‌ای معمولی که تمام جویچه‌ها در آن آبیاری می‌گردد، جویچه‌ها به صورت یک در میان آبیاری می‌شوند.

روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان در حقیقت یک روش کم آبیاری است که در آن گیاهان زراعی عمدتاً به مقدار بهینه آبیاری شده و در نتیجه ممکن است مقدار محصول کاهش یابد ولی می‌توان با افزایش راندمان مصرف آب، اراضی بیشتری را به زیر کشت برد. دو روش مدیریت آب در سیستم آبیاری جویچه‌ای یک در میان به کار می‌رود: ۱- آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر که در آن جای جویچه‌های آبیاری شده و آبیاری نشده در هر آبیاری عوض می‌شوند و ۲- آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت که در این روش جویچه‌های آبیاری شده در طول فصل رشد ثابت می‌ماند.

---

[1] نویسنده مسئول، آدرس: کرج، چهار راه دانشکده، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، گروه مهندسی آبیاری و آبادانی
کد پستی: ۳۱۵۸۷-۷۷۸۷۱

* دریافت: آذر ۱۳۸۹ و پذیرش: مرداد ۱۳۹۰

www.SID.ir

Archive of SID

مصرف بیش از حد نهاده‌های کشاورزی مانند کود و سموم شیمیایی زیان‌های فراوانی به منابع طبیعی و سلامت انسان‌ها وارد کرده است. به عنوان مثال در استان مازندران، که مصرف کودها و سموم چندین برابر استان‌های دیگر است، آمار سرطان‌های گوارشی و تنفسی در این استان چندین برابر میانگین کشور است (ملکوتی، ۱۳۷۵).

مصرف کودهای شیمیایی در واحد سطح محصولات زراعی در کشور از ۳۱۲ کیلوگرم بر هکتار در سال ۷۹-۱۳۷۸ به ۳۸۶ کیلوگرم بر هکتار در سال ۸۶-۱۳۸۵ افزایش یافته است (سپاسخواه، ۱۳۸۹). افزایش تولید نباید به بهای تخریب محیط زیست و هدر دادن منابع طبیعی مانند منابع آب و خاک تمام شود. حفظ منابع طبیعی و محیط زیست در مقایسه با افزایش تولید محصول زراعی ارزشمندتر است.

کودآبیاری یکی از روش‌های مدیریتی در جهت کاهش مصرف کود است که می‌تواند به عنوان یکی از راه‌حل‌های کاهش آلودگی منابع آب که عمدتاً ناشی از مصرف بی‌رویه و یا مصرف نادرست کود است، مطرح گردد. کودآبیاری در دهه‌های اخیر بویژه در آبیاری بارانی و قطره‌ای پیشرفت زیادی داشته است. تحقیقات اخیر در رابطه با روش‌های آبیاری سطحی نشان می‌دهد که کودآبیاری سبب کاهش تلفات کود، مصرف کم و مکرر عناصر غذایی در طول دوره رشد و همچنین پخش یکنواخت کود در خاک می‌گردد (سبیلون و مرکلی، ۲۰۰۴، زریهان و همکاران، ۲۰۰۵ و عباسی و همکاران، ۱۳۸۷). با طراحی و مدیریت مناسب سیستم کودآبیاری سطحی می‌توان به یکنواختی توزیع کمک نمود و از تلفات رواناب و نفوذ عمقی کود کاست.

نتایج تحقیق میشل و همکاران (۱۹۹۴) نشان داد که آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر نسبت به دو روش آبیاری جویچه‌ای معمولی و یک در میان ثابت سبب کاهش بیشتر آبشویی نیترات و در نتیجه سبب حفظ نیترات در خاک شده که علاوه بر افزایش عملکرد محصول، کاهش آلودگی آب زیرزمینی را به دنبال داشته است. بنیامین و همکاران (۱۹۹۸) طی تحقیقی بیان کردند که برای تیمار آبیاری یک در میان و قرار دادن کود در جویچه خشک بیش از ۹۰ درصد کود در ۳۰ سانتیمتری از سطح و در تیمار آبیاری تمام جویچه‌ها ۹۰ درصد املاح در ۱۳۵ سانتیمتری از سطح خاک و در جایگذاری کود در پشته‌ها، ۹۰ درصد املاح در ۷۵ سانتیمتری از سطح خاک باقی می‌ماند. اسکینر و همکاران (۱۹۹۹) دو سیستم آبیاری جویچه‌ای یک در میان و معمولی را از لحاظ توزیع کود در خاک و جذب آن توسط ریشه گیاه مورد بررسی و مقایسه قرار دادند. مقدار نیترات خاک در جویچه‌های کوددهی شده در آبیاری جویچه‌ای یک در میان بیشتر از آبیاری جویچه‌ای معمولی بوده است. بنابراین، جذب نیترات توسط گیاه در آبیاری جویچه‌ای یک در میان به دلیل زیاد بودن مقدار نیترات در خاک بیشتر از آبیاری جویچه‌ای معمولی بوده است که سبب کاهش آبشویی نیترات و در نتیجه کاهش آلودگی آب زیرزمینی شده است.

اشرف و سعید (۲۰۰۶) طی تحقیقی گزارش دادند که تجمع نمک در منطقه ریشه در آبیاری جویچه‌ای یک در میان کمتر از مزرعه مربوط به آبیاری جویچه‌ای معمولی بوده است. شینی‌دشتگل و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که اعمال آبیاری جویچه‌ای یک در میان در اراضی نیشکر خوزستان در مقایسه با آبیاری جویچه‌ای معمولی باعث افزایش کارآیی مصرف آب می‌گردد. تیند و همکاران (۲۰۱۰) نیز طی مطالعه‌ای در پنجاب هندوستان نشان دادند که آبیاری جویچه‌ای یک در میان موجب زیاد شدن راندمان مصرف آب در اراضی دو کشتی پنبه- گندم می‌شود.

نتایج مطالعه بولت و همکاران (۱۹۹۴)نشان داد که کودآبیاری در مرحله کاهش جریان سبب یکنواختی توزیع بالا و تلفات زیاد رواناب کود شده است. ایزدی و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که برای بهبود شاخص‌های آبیاری و در نتیجه افزایش راندمان کودآبیاری باید طراحی و مدیریت سیستم‌های آبیاری را ارتقا بخشید.

پلایان و فاسی (۱۹۹۷) با ارایه یک مدل کودآبیاری در آبیاری نواری اظهار داشتندکه تزریق در مدت زمان کم سبب کاهش یکنواختی توزیع کود می‌شود. عباسی و همکاران (۲۰۰۳) اظهار داشتند که تزریق کود در کل زمان آبیاری یا نیمه دوم آبیاری برای جویچه انتهای بسته با دبی ورودی مناسب، سبب یکنواختی بالاتر نسبت به حالت تزریق کود در نیمه اول آبیاری شده است. نتایج سبیلون و مرکلی (۲۰۰۴) نشان داد که بهترین مدت زمان تزریق کود در حدود ۵ تا ۱۵ درصد زمان قطع جریان و بهترین زمان شروع تزریق کود در محدوده ۵ تا ۹۵ درصد زمان پیشروی حاصل شده است. آن‌ها به عنوان یک نتیجه‌گیری اظهار داشتند که تزریق کود باید در یک مدت زمان کم و با شدت تزریق بالا صورت گیرد. عباسی و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند تلفات کود به صورت رواناب در آبیاری جویچه‌ای بین ۱۷/۷ تا ۵۰/۲ درصد متغیر بود. نوابیان و لیاقت (۱۳۸۹) مدیریت آبیاری کاهش دبی به همراه مدیریت پخش غیر یکنواخت کود جامد در مورد هر سه عنصر نیترات، فسفر و پتاسیم به دلیل کاهش خروج مواد مغذی از مزرعه را پیشنهاد کردند. علیزاده و همکاران

www.SID.ir

Archive of SID

(۱۳۸۹) نشان دادند که تلفات نیترات در رواناب بسته به مدت زمان تزریق و دبی ورودی بین ۵/۷ تا ۴۲/۰ درصد تغییر نمود.

با توجه به اینکه بخش کشاورزی یکی از عوامل اصلی در آلایندگی محیط زیست است، بنابراین تغییر نگرش در اصول طراحی و مدیریت آبیاری با تاکید بر معیارهای زیست محیطی ضروری به نظر می‌آید. مطالعات نسبتاً زیادی در مورد پخش کود جامد در آبیاری جویچه‌ای یک در میان انجام شده است. ولی مطالعات انجام شده در مورد کودآبیاری بر روی جویچه‌های یک در میان اندک می‌باشد. از طرفی کودآبیاری در آبیاری سطحی نسبت به روش‌های سنتی پخش کود دارای مزایای نسبی فراوانی است که از جمله می‌توان به نیاز کمتر به انرژی و کارگر، کاهش هزینه ماشین آلات مورد نیاز، افزایش یکنواختی توزیع کود، رشد یکنواخت‌تر و افزایش عملکرد گیاهان و عدم فشردگی خاک اشاره نمود. بنابراین، هدف اصلی از این تحقیق بررسی تلفات آب و کود در کودآبیاری در دو رژیم آبیاری جویچه‌ای یک در میان (ثابت و متغیر) و مقایسه آن با آبیاری جویچه‌ای معمولی است.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های صحرایی در مزرعه آموزشی و پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج انجام شد. موقعیت جغرافیایی مزرعه آزمایشی شامل طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۳۱۲ متر از سطح دریا است. کرج دارای آب و هوای مدیترانه‌ای است و متوسط بارندگی سالانه آن برابر ۲۶۵ میلیمتر، بالاترین میانگین دمای ماهیانه در تیر ماه (۲۴/۵ درجه سانتی‌گراد) و پایین‌ترین میانگین در دی ماه (۱/۲ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد.

از نظر خاکشناسی اراضی منطقه در یک واحد فیزیوگرافی ناشی از رسوبات بادبزنی رودخانه کرج قرار دارد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۱ آورده شده است. در زیر عمق ۶۰ سانتیمتری خاک یک لایه سنگریزه وجود دارد. آب آبیاری از کانال آبیاری کنار مزرعه که از چاه مزرعه تغذیه می‌گردید، تامین می‌شد. در زمین مورد نظر ذرت علوفه‌ای (سینگل کراس ۷۰۴) در تاریخ ۲۰ خرداد کاشته شد و در ۲۴ شهریور ۱۳۸۹ برداشت گردید. کود نیترات آمونیوم به عنوان کود ازته انتخاب شد. نیتروژن مورد نیاز گیاه ذرت (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) طی دوره رشد در چهار مرحله قبل از کاشت، مرحله هفت برگی، مرحله ساقه رفتن و مرحله سنبله زدن قابل کاربرد است (ملکوتی و غیبی، ۱۳۷۹). ۱۰ درصد ازت مورد نیاز به صورت دستی در مرحله قبل از کاشت و ۹۰ درصد دیگر به صورت مساوی در سه کودآبیاری در مراحل هفت برگی (۱۶ تیر)، ساقه رفتن (۱۸ مرداد) و سنبله زدن (۸ شهریور) به گیاه داده شد.

جویچه‌های جانبی (محافظ) به منظور ایجاد شرایط واقعی حرکت آب و نیترات در اطراف جویچه آزمایشی (در آبیاری جویچه‌ای معمولی) و در یک طرف جویچه‌های خشک (در آبیاری جویچه‌ای یک در میان) در نظر گرفته شد. لازم به یادآوری است که در آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر جای جویچه‌های تر و خشک بعد از هر آبیاری تغییر می‌کند. در مجموع ۱۴ جویچه در مزرعه ایجاد شد (۴ جویچه اصلی و ۱۰ جویچه محافظ).

آب آبیاری از کانال توسط پمپ به داخل مخزن آب تخلیه شده و برای ثابت ماندن دبی ورودی به جویچه، یک سرریز در مخزن آب برای ایجاد ارتفاع ثابت آب تعبیه گردید. شکل ۱-الف شمائی از سیستم برداشت آب از چاه و انتقال آب به جویچه‌ها در سیستم آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت را نشان می دهد. سیستم آب‌رسانی برای سیستم‌های آبیاری جویچه‌ای معمولی و آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت و متغیر مشابه است. کود از مخزن اصلی وارد مخازن کوچک‌تری که بر روی جویچه‌ها نصب شده بودند، وارد می‌شد. این مخازن دارای شناور برای تثبیت ارتفاع کود برای دستیابی به شدت ثابت تزریق کود بودند. شکل ۱-ب سیستم تزریق کود و انتقال آن به جویچه‌ها در سیستم آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت را نشان می‌دهد. سیستم آب‌گیری و تزریق کود برای سیستم‌های آبیاری جویچه‌ای معمولی و آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت و متغیر مشابه است.

نیاز آبی براساس برنامه AGWAT (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۱) محاسبه گردید. بر این اساس مقدار تبخیر -تعرق روزانه گیاه ذرت در کودآبیاری‌های اول، دوم و سوم به ترتیب برابر ۴/۸، ۶/۶ و ۵/۲ میلیمتر در روز برآورد شد. زمان آبیاری و دبی جریان بوسیله مدل SIRMOD (واکر، ۲۰۰۳) براساس آبیاری کامل انتهای جویچه (با دور آبیاری ۷ روزه) بدست آمد. در مجموع ۱۴ آبیاری در فصل رشد (۹۷ روز) انجام شد. مشخصات سه کودآبیاری شامل دبی، زمان قطع جریان، زمان شروع تزریق، مدت زمان تزریق کود، غلظت نیترات در مخزن و شدت تزریق در جدول ۲ آورده شده است.

مشخصات شیمیایی آب آبیاری در جدول ۳ نشان داده شده است. منحنی‌های پیشروی و پسروی در ایستگاههای با فاصله ۱۰ متری اندازه‌گیری شد. رواناب خروجی و آب ورودی به جویچه‌ها با استفاده از فلوم WSC اندازه‌گیری

www.SID.ir

Archive of SID

شد. در این تحقیق سطح مقطع جریان با استفاده از مقطع‌سنج و پارامترهای هیدرولیکی و هندسی جویچه با استفاده از نرم‌افزار SIRMOD تعیین شدند.

شیب طولی و عرضی مزرعه بوسیله دوربین نقشه‌برداری نیوو تعیین گردید. مشخصات هندسی و هیدرولیکی جویچه‌ها در جدول ۴ آورده شده است. طول و فاصله جویچه‌ها به ترتیب برابر ۸۶/۰ و ۰/۷۵ متر بودند. با توجه به رابطه بوهر (۱۹۷۶) حداکثر دبی غیر فرسایشی برای جویچه‌های آزمایشی برابر ۰/۶۴۵ لیتر بر ثانیه تعیین شد.

نتایج و بحث

نتایج این تحقیق شامل تلفات آب و کود در رواناب خروجی، تغییرات غلظت نیترات در رواناب و مقادیر عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب در سه رژیم آبیاری به شرح زیر آورده شده است.

تلفات رواناب

درصد تلفات رواناب در سه کودآبیاری برای سه روش آبیاری جویچه‌ای معمولی، یک در میان ثابت و یک در میان متغیر در شکل ۲ آورده شده است. درصد تلفات رواناب در سه کودآبیاری برای رژیم‌های معمولی، یک در میان ثابت و یک در میان متغیر به ترتیب در محدوده ۵۷/۳-۳۲/۴، ۴۱/۲-۲۸/۲ و ۳۹/۳-۲۳/۰ حاصل شد. تفاوت مقادیر رواناب در هر روش آبیاری برای کودآبیاری‌های مختلف به دلیل متفاوت بودن پارامترهای طراحی (دبی و زمان قطع جریان) است که اهمیت تعیین مقدار مناسب و یا بهینه این پارامترها را نشان می‌دهد. به عنوان مثال بیشتر بودن تلفات رواناب در کودآبیاری دوم ناشی از بیشتر بودن دبی ورودی و زمان قطع جریان است. تلفات رواناب در آبیاری جویچه‌ای معمولی بیشتر از دو روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان است و با توجه به ثابت بودن دبی ورودی، این پدیده نشان دهنده مقدار نفوذ بیشتر در جویچه‌های یک در میان است. تلفات رواناب در روش یک در میان ثابت کمی بیشتر از روش یک در میان متغیر است. علت آن را می‌توان به ثابت بودن جویچه در حال آبیاری در روش یک در میان ثابت دانست در حالیکه در روش یک در میان متغیر، جویچه در حال آبیاری شده خشک‌تر از جویچه در حال آبیاری در روش یک در میان ثابت است. بنابراین نفوذ آب در جویچه آبیاری شده روش یک در میان متغیر بیشتر است که سبب کاهش رواناب شده است.

تغییرات غلظت نیترات در رواناب

تغییرات غلظت نیترات در جریان ورودی و رواناب در کودآبیاری‌های اول، دوم و سوم به ترتیب در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. اختلاف غلظت‌های نیترات در سه کودآبیاری به دلیل متفاوت بودن زمان تزریق کود است. بعد از تزریق کود در ابتدای جویچه، غلظت نیترات در رواناب سریع به غلظت نیترات در جریان ورودی می‌رسد (حدود ۱۵ دقیقه) چون هم حلالیت نیترات در آب زیاد است و هم تزریق کود بعد از زمان شروع آبیاری در کودآبیاری‌های اول و سوم بوده است (حرکت سریع‌تر آب). در کودآبیاری دوم زمان شروع تزریق کود برابر زمان شروع آبیاری بوده است، بنابراین غلظت نیترات در رواناب از همان ابتدا تقریباً برابر غلظت نیترات ورودی است (شکل ۳). به دلیل حلالیت بالای نیترات در آب، روند تغییرات غلظت در رواناب در سه روش آبیاری تقریباً یکسان می‌باشد.

مقدار بار نیترات در رواناب (حاصلضرب حجم رواناب در متوسط غلظت نیترات) برای سه رژیم آبیاری در هر سه کودآبیاری در شکل ۵ آورده شده است. تلفات نیترات در آبیاری جویچه‌ای معمولی به دلیل بالا بودن تلفات رواناب بیشتر از آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت و متغیر است. در کودآبیاری اول مقدار تلفات نیترات در سه رژیم آبیاری به دلیل کم بودن دبی ورودی (و یا رواناب) کم‌تر بوده است.

متفاوت بودن پارامترهای طراحی یعنی دبی ورودی، زمان قطع جریان، زمان شروع تزریق کود و مدت زمان تزریق کود در سه کودآبیاری منجر به اختلاف تلفات نیترات در هر رژیم آبیاری گردید. درصد تلفات نیترات در آبیاری جویچه‌ای معمولی به ترتیب برای کودآبیاری اول، دوم و سوم ۳۲/۴، ۴۴/۳ و ۸۰/۳ درصد، برای آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت برابر ۳۱/۲، ۳۵/۱ و ۴۰/۲ درصد و برای آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر نیز برابر ۲۵/۷، ۳۲/۷ و ۳۶/۹ حاصل شد. علیرغم اینکه تلفات رواناب کودآبیاری سوم در آبیاری جویچه‌ای معمولی کمتر از کودآبیاری دوم است ولی تلفات نیترات در کودآبیاری سوم بیشتر از کودآبیاری دوم است که این ناشی از نامناسب بودن زمان شروع و مدت زمان تزریق کود در کودآبیاری سوم است.

در کودآبیاری سوم، تزریق کود در زمان‌های انتهایی آبیاری صورت گرفت و بنابراین بخش عمده نیترات ورودی به صورت رواناب در جویچه‌های معمولی از دست رفت. ولی در جویچه‌های یک در میان به دلیل نفوذ بیشتر، تلفات کود از طریق رواناب کمتر بود. تفاوت زیادی بین دو کودآبیاری دوم و سوم در آبیاری جویچه‌ای یک در میان مشاهده نمی‌شود. بنابراین پارامترهای طراحی کودآبیاری در روش‌های آبیاری جویچه‌ای معمولی متفاوت

www.SID.ir

Archive of SID

از آبیاری جویچه‌ای یک در میان است. مقدار بار نیترات در جویچه‌های یک در میان ثابت اندکی بیشتر از جویچه‌های یک در میان متغیر است که این اختلاف مربوط به متفاوت بودن مقدار رواناب در این دو روش است.

کارآیی مصرف آب

هر سه روش آبیاری در ابتدا، وسط و انتهای مزرعه در زمان برداشت محصول نمونه گیاه ذرت برای تعیین عملکرد (۲۴ شهریور) برداشت شد. مقدار کل محصول برای هر روش آبیاری برابر میانگین سه نمونه در نظر گرفته شد. وزن ماده سبز و خشک (در مقیاس یک هکتار)، کل حجم آب آبیاری در طول فصل رشد و کارآیی مصرف آب در سه روش آبیاری در جدول ۵ آورده شده است.

براساس یک طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل، آزمون دانکن (در سطح یک درصد) به منظور تعیین معنادار بودن اثر رژیم آبیاری بر مقدار محصول (سبز و خشک) توسط نرم‌افزار SPSS انجام گردید. مقدار محصول در ابتدای جویچه بیشتر از وسط و انتهای جویچه بود که می‌تواند به خاطر نفوذ بیشتر آب و کود در ابتدای جویچه باشد. مقدار محصول در ابتدای جویچه اختلاف معناداری با مقادیر محصول در وسط و انتهای جویچه داشت. اما عملکرد محصول در وسط و انتهای جویچه تفاوت معناداری با هم نداشتند.

علیرغم اینکه مقدار حجم آب آبیاری در آبیاری جویچه‌ای معمولی تقریباً دو برابر آن در آبیاری جویچه‌ای یک در میان بود، اختلاف معناداری در مقدار محصول در آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر با آبیاری جویچه‌ای معمولی دیده نشد در صورتی که مقدار محصول در رژیم یک در میان ثابت اختلاف معنی‌داری با رژیم‌های آبیاری یک در میان متغیر و معمولی داشت.

بیشترین مقدار محصول در آبیاری جویچه‌ای معمولی (۵۵/۰ تن در هکتار) و کمترین مقدار محصول در آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت (۲۷/۳ تن در هکتار) بدست آمد. از طرفی بیشترین و کمترین کارآیی مصرف آب به ترتیب در آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر (۲/۸۲ کیلوگرم در هکتار) و آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت (۱/۳۱ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. کنگ و همکاران (۲۰۰۰) طی مطالعه‌ای در چین عملکرد بهتر گیاه ذرت در آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر در مقایسه با آبیاری جویچه‌ای معمولی و یک در میان ثابت را به دلیل توسعه بیشتر ریشه‌ها دانستند. علت بالا بودن مقدار محصول و کارآیی مصرف آب در آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر علاوه بر تلفات کمتر رواناب می‌تواند مرتبط با توزیع بیشتر ریشه‌ها در دو طرف پشته و در نتیجه جذب بیشتر آب و کود توسط گیاه باشد. مهاجر میلانی و همکاران (۱۳۸۳) افزایش ۱/۷۸ برابری کارآیی مصرف آب برای گیاه ذرت (۱/۳۷ کیلوگرم بر مترمکعب) در آبیاری جویچه‌ای یک در میان نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای معمولی در منطقه ورامین را گزارش دادند.

نتیجه‌گیری

به منظور بررسی تلفات آب و کود (نیترات)، مقدار محصول و کارآیی مصرف آب در کودآبیاری جویچه‌ای یک در میان (ثابت و متغیر) و مقایسه آن با کودآبیاری جویچه‌ای معمولی، آزمایش‌های مزرعه‌ای در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد. ۱۱ آبیاری و ۳ کودآبیاری در طول فصل رشد محصول ذرت انجام شد. تلفات رواناب در آبیاری جویچه‌ای یک در میان به دلیل بیشتر بودن نفوذ جانبی کمتر از آبیاری معمولی بود.

تلفات نیترات در رواناب در آبیاری جویچه‌ای معمولی نیز بیشتر از دو رژیم آبیاری جویچه‌ای یک در میان بدست آمد. متفاوت بودن تلفات آب و نیترات در سه کودآبیاری به دلیل متفاوت بودن مقادیر پارامترهای مدیریت کودآبیاری مانند دبی جریان و شدت تزریق کود بوده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مقادیر پارامترهای مدیریت کودآبیاری به طور قابل توجهی در میزان تلفات نیترات موثر هستند. این نتیجه، لزوم تعیین مقادیر بهینه این پارامترها را به منظور کاهش آلودگی نیترات نشان می‌دهد. بیشترین مقدار محصول در آبیاری جویچه‌ای معمولی به دست آمد در حالی که اختلاف معناداری با آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر وجود نداشت. کاهش مقدار محصول در آبیاری یک در میان ثابت قابل توجه و معنادار بود. آبیاری یک در میان متغیر دارای بیشترین کارآیی مصرف آب نسبت به دو رژیم دیگر آبیاری بود. به دلیل کاهش تلفات آب و کود و همچنین افزایش قابل توجه کارآیی مصرف آب در آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر، این روش به عنوان روش برتر آبیاری در شرایط مزرعه‌ای قابل توصیه است.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی قطب علمی ارزیابی و بهسازی شبکه‌های آبیاری و زهکشی و معاونت پژوهشی دانشگاه تهران انجام گردید. مولفان این مقاله از آن قطب و معاونت محترم که امکان انجام این تحقیق را فراهم نمودند کمال تشکر را می‌نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عمق (cm)	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	ظرفیت زراعی (٪)	رطوبت پژمردگی (٪)	ماده آلی (٪)	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (dS/m)
۰-۲۰	لوم رسی	۱/۵۰۶	۱۸/۱	۸/۴	۱/۸۳	۷/۶۳	۲/۷۶
۲۰-۴۰	لوم	۱/۴۸۳	۱۷/۷	۸/۱	۱/۱۸	۷/۷۱	۲/۰۲
۴۰-۶۰	لوم شنی	۱/۴۸۹	۱۵/۰	۶/۶	۰/۶۸	۷/۷۱	۱/۹۸

جدول ۲- مشخصات کودآبیاری

کودآبیاری	دبی (l/s)	زمان قطع جریان (min)	زمان شروع تزریق کود (min)	مدت زمان تزریق کود (min)	غلظت نیترات در مخزن کود (mg/l)	شدت تزریق کود (l/hr)
اول	۰/۲۶۲	۲۴۰	بعد از پیشروی	۱۵۰	۸۰۱۰۴/۰	۴/۲۸
دوم	۰/۳۸۸	۳۶۰	۰	۱۸۰	۸۰۱۰۴/۰	۳/۵۷
سوم	۰/۳۲۱	۳۰۰	۲۷۰	۳۰	۸۰۱۰۴/۰	۲۱/۴

جدول ۳- مشخصات شیمیایی آب آبیاری

نیترات (mg/l)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیته (pH)	کودآبیاری
۳۶/۶	۰/۶۶	۸/۱۵	اول
۴۱/۲	۰/۸۱	۸/۳۴	دوم
۴۵/۴	۱/۰۲	۸/۰۸	سوم

جدول ۴- مشخصات هندسی و هیدرولیکی جویچه‌ها

طول جویچه‌ها (متر)	فواصل جویچه‌ها (متر)	شیب طولی (٪)	شیب عرضی (٪)	ρ_1^*	ρ_2^*
۸۶/۰	۰/۷۵	۰/۰۰۹۳	۰/۰۰۱۹	۰/۲۰	۲/۷۰

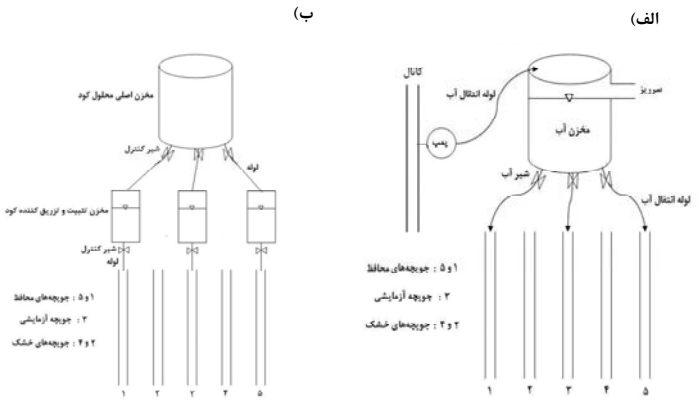
* پارامترهای هیدرولیکی مقطع جویچه ($A^2R^{4/3}=\rho_1 A^{\rho_2}$)

جدول ۵- مقادیر عملکرد محصول و کارآیی مصرف آب در سه رژیم آبیاری

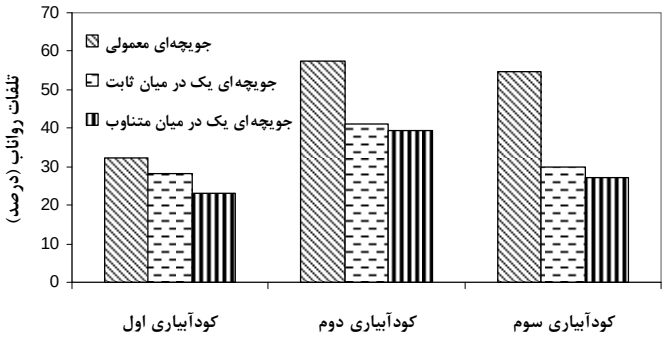
روش آبیاری	موقعیت مزرعه	وزن ماده سبز (هکتار/تن)	وزن ماده خشک (هکتار/تن)	حجم آب آبیاری (مترمکعب)	کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)
جویچه‌ای معمولی	ابتدا	۶۹/۰	۲۵/۰		
	وسط	۵۰/۰	۱۸/۴		
	انتها	۴۶/۰	۱۷/۳		
	متوسط	۵۵/۰ [a]	۲۰/۲ [a]	۱۲۵۳۵/۳	۱/۶۱۴
یک در میان ثابت	ابتدا	۳۷/۰	۱۱/۱		
	وسط	۲۸/۰	۸/۳		
	انتها	۱۷/۰	۵/۶		
	متوسط	۲۷/۳ [b]	۸/۳ [b]	۶۳۵۹/۴	۱/۳۱۰
یک در میان متغیر	ابتدا	۶۵/۰	۲۴/۸		
	وسط	۴۳/۰	۱۸/۸		
	انتها	۴۱/۰	۱۴/۰		
	متوسط	۴۹/۷ [a]	۱۹/۲ [a]	۶۸۰۱/۸	۲/۸۲۳

www.SID.ir

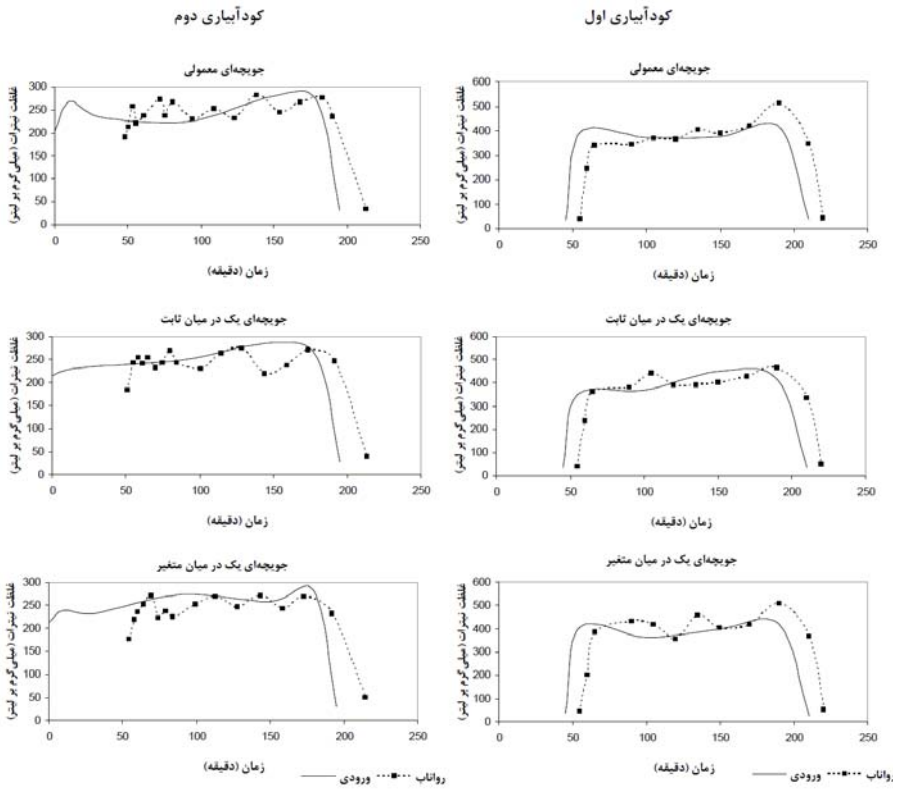
Archive of SID



شکل ۱- نحوه آبرسانی از کانال و انتقال آب به جویچه‌ها (الف) و سیستم تزریق کود و انتقال آن به جویچه‌ها (ب) در سیستم آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت



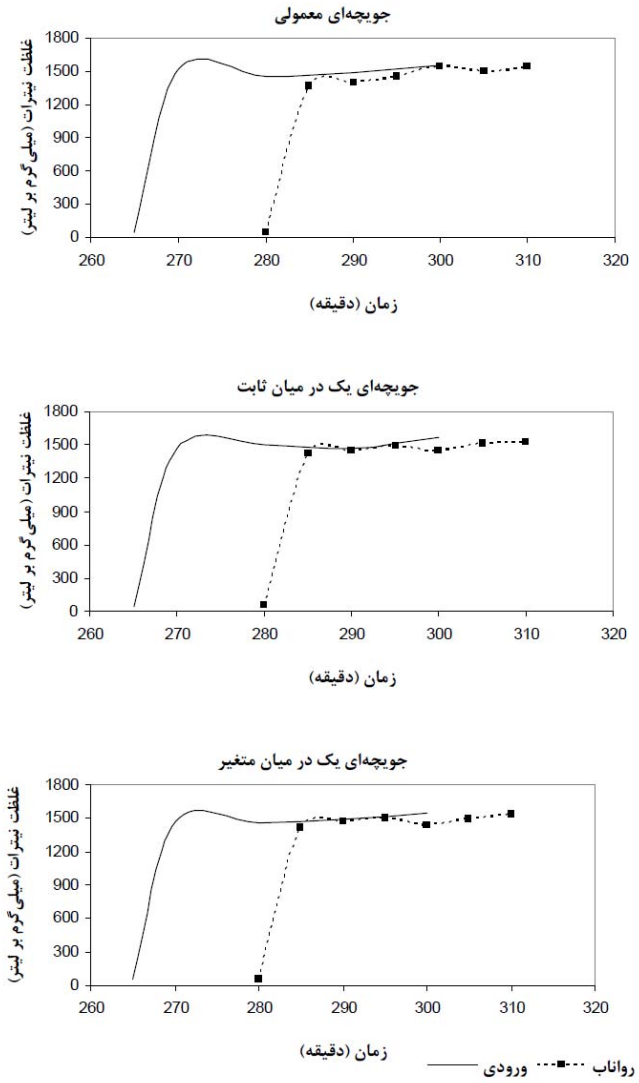
شکل ۲- درصد تلفات رواناب در کودآبیاری‌های مختلف



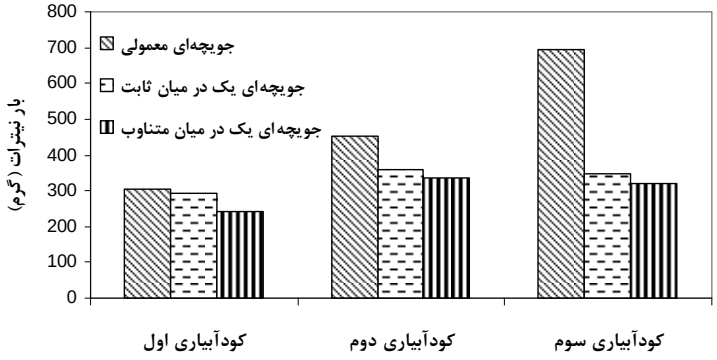
شکل ۳- تغییرات غلظت نیترات در جریان ورودی و رواناب در کودآبیاری اول و دوم

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴- تغییرات غلظت نیترات در جریان ورودی و رواناب در کودآبیاری سوم



شکل ۵- تلفات نیترات رواناب در کودآبیاری‌های مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

۱. سپاسخواه، ع. ۱۳۸۹. کشاورزی ارگانیک و بهره‌وری آب و کود. همایش کشاورزی ارگانیک. فرهنگستان علوم، تهران، ۲۲ آبان.

۲. شینی‌دشتگل، ع.، کشکولی، ح.، ناصری، ع. و برومندنسب، س. ۱۳۸۸. اثر آبیاری جویچه ای یک در میان روی کارآیی مصرف آب و ویژگی های نیشکر در جنوب اهواز. مجله علوم آب و خاک، ۴۹: ۴۵-۵۷.

۳. عباسی، ف.، لیاقت، ع. و گنجه، ا. ۱۳۸۷. ارزیابی یکنواختی کودآبیاری در آبیاری جویچه‌ای. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۱۲۷-۱۱۷:(۱)۳۹.

۴. علیزاده، ا.، وظیفه‌دوست، م.، کمالی، غ.، باستانی، خ.، مرتضوی، ا.، ایزدی، ا.، احمدیان طبسی، ج. و نوری، ا.ح. ۱۳۸۱. AGWAT: بهینه‌سازی الگوی مصرف آب کشاورزی. سازمان هواشناسی کشور، تهران، ایران.

۵. علیزاده، ح.ع.، عباسی، ف. و لیاقت، ع. ۱۳۸۹. ارزیابی یکنواختی توزیع و تلفات نیترات در کودآبیاری جویچه‌ای. مجله علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۵۵-۴۵:۵۱.

۶. ملکوتی، م. ج. ۱۳۷۵.کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. نشر آموزش کشاورزی، نشریه شماره ۸، چاپ اول، ۲۷۹ صفحه.

۷. ملکوتی، ج.، غیبی، م. ن. ۱۳۷۹. تعیین حد بحرانی عناصر غذایی موثر در خاک، گیاه و میوه در راستای افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات استراتژیک کشور. نشر آموزش کشاورزی، نشریه شماره ۱۱، چاپ دوم، ۹۲ صفحه.

۸. مهاجر میلانی، پ.، ملاحسینی، ح. و نوری حسینی، س. م. ۱۳۸۳. افزایش کارآیی آبیاری با آب شور در پنبه و ذرت با آبیاری نشتی یک در میان. مجله علوم آب و خاک، ۲۰۶-۲۰۲: (۲)۱۸.

۹. نوابیان، م. و لیاقت، ع. ۱۳۸۹. بررسی مدیریت آبیاری و کود بر کیفیت رواناب خروجی در آبیاری جویچه‌ای. مجله علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۱۳-۱:۵۱.

10. Abbasi, F., Simunek, J., Genuchten, V., Feyen, J., Adamsen, F. J., Hunsaker, D. J., Strelkoff, T.S. and Shouse, P. 2003. Overland water flow and solute transport: model development and field-data analysis. J. Irrig. Drain. Eng. 129 (2): 71–81.
11. Ashraf, M., and Saeed, M. M. 2006. Effect of improved cultural practices on crop yield and soil salinity under relatively saline groundwater applications. Irrig. Drain. Sys. 20: 111–124.
12. Benjamin, J. G., Porter, L. K., Duke, H. R. and Ahuja, L. R. 1998. Nitrogen movement with furrow irrigation method and fertilizer band placement. Soil Sci. Soc. Am. J. 62, 1103–1108.
13. Boldt, A. L., Watts, D. G. Eisenhauer, D. E. and Schepers, J. S. 1994. Simulation of water applied nitrogen distribution under surge irrigation. Trans. ASAE 37(4): 1157–1165.
14. Booher, L. J. 1976. Surface irrigation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
15. Izadi, B., King, B., Westerman, D. and McCann, I. 1996. Modeling transport of bromide in furrow irrigation field. J. Irrig. Drain. Eng. 122(2): 90–96.
16. Kang, S., Lianga, Z., Panb, Y., Shic, P. and Zhangd, J. 2000. Alternate furrow irrigation for maize production in an arid area. Agric. Water Manage. 45: 267-274.
17. Mitchell, A. E., Shock, C. C. and Barnum, J. M. 1994. Furrow irrigation modelling and management for reduced nitrate leaching. Proceedings of the Groundwater Quality Management Conference, Tallinn, IAHS Publ. no. 220.
18. Playan, E., and Faci, J. M. 1997. Border fertigation: field experiment and a simple model. Irrig. Sci. 17: 163-171.
19. Sabillon, G. N., and Merkley, G. P. 2004. Fertigation guidelines for furrow irrigation. Spanish J. Agric. Res. 2: 576–587.
20. Skinner, R. H., Hanson, J. D. and Benjamin, J. G. 1999. Nitrogen uptake and partitioning under alternate- and every-furrow irrigation. Plant and Soil 210: 11–20.
21. Thind, H. S., Buttar, G. S. and Aujla, M. S. 2010. Yield and water use efficiency of wheat and cotton under alternate furrow and check-basin irrigation with canal and tube well water in Punjab, India. Irrig. Sci. 28:489–496.
22. Walker, W. R. 2003. SIRMOD III – Surface Irrigation Simulation, Evaluation and Design. User's Guide and Technical Documentation. Utah State University, Logan, USA.

www.SID.ir