حرکت آب در سطح و زیر سطح خاک در آبیاری جویچه‌ای یک در میان و مقایسه آن با آبیاری معمولی

حامد ابراهیمیان[۱]*، عبدالمجید لیاقت[۲]، مسعود پارسی‌نژاد[۳]، فریبرز عباسی[۴] و مریم نوابیان[۵]

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۶/۰۲
تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۱۰

چکیده

آبیاری جویچه‌ای یک در میان یک روش مدیریتی است که با هدف افزایش کارآیی مصرف آب بعنوان گزینه مدیریتی برای مقابله با مشکل کم‌آبی در اراضی کشاورزی به کار برده می‌شود. هدف از این تحقیق، بررسی ویژگی‌های جریان آب در آبیاری جویچه‌ای یک در میان به منظور شناخت بهتر این روش آبیاری و مقایسه آن با روش آبیاری جویچه‌ای معمولی می‌باشد. در این راستا مطالعات مزرعه‌ای برای شناخت حرکت آب در آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت و متغیر و آبیاری جویچه‌ای معمولی در سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام شد. مقایسه‌ها براساس سه نوبت آبیاری انجام شد. نتایج نشان داد زمان پیشروی در سه روش آبیاری تفاوت چندانی نداشت ولی زمان پسروی در آبیاری جویچه‌ای یک در میان کمتر از حالت معمولی بدست آمد. نفوذپذیری خاک در جویچه‌های یک در میان بیشتر از جویچه‌های معمولی بود که منجر به تلفات کمتر رواناب در جویچه‌های یک در میان شد. راندمان کاربرد در سه نوبت آبیاری برای رژیم‌های معمولی، یک در میان ثابت و یک در میان متغیر به ترتیب در محدوده ۵۶/۲-۳۳/۳، ۷۱/۸-۵۸/۸ و ۷۷/۰-۶۰/۷ حاصل شد. نفوذپذیری خاک در جویچه‌های یک در میان به دلیل نشت جانبی زیاد در آبیاری‌های بعدی تغییر نکرد در حالی که در جویچه‌های معمولی روند کاهشی نفوذ مشاهده گردید. آبیاری جویچه‌ای معمولی دارای رطوبت خاک بیشتری نسبت به دو روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان بود. مقدار رطوبت خاک در آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر کمی بیشتر از این مقدار در آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت مشاهده شد. این مطالعه نشان داد که با تغییر ساده روش آبیاری جویچه‌ای معمولی، هزینه اجرای آبیاری و مصرف آب کاهش می‌یابد و عملکرد سیستم آبیاری را می‌توان به میزان قابل توجهی ارتقا بخشید.

واژه‌های کلیدی: آبیاری جویچه‌ای یک در میان، راندمان، رطوبت خاک، رواناب، نفوذپذیری.

۱. استادیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران * نویسنده مکاتبات و مسئول مقاله تلفن ۰۹۱۲۵۰۳۱۸۷۲ **ebrahimian@ut.ac.ir**
۲. استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران
۳. دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران
۴. عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
۵. استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در حال حاضر رشد سریع جمعیت و نیاز به تولید بیشتر محصولات کشاورزی باعث شده است که مشکل کمبود آب بیشتر احساس گردد. بنابراین برای افزایش تولیدات کشاورزی راهی جز افزایش کارایی مصرف آب نیست. از جمله راه‌های افزایش راندمان آبیاری یا کارآیی مصرف آب می‌توان به کاشت گیاهان مقاوم به خشکی، اعمال کم آبیاری، استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار، ارزیابی و ارتقاء سیستم‌های آبیاری سطحی سنتی و روش‌ها و مدیریت‌های نوین در آبیاری سطحی اشاره نمود. یکی از روش‌های نوین آبیاری سطحی، روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان است که جزو روش‌های به‌زراعی محسوب می‌شود و می‌تواند مصرف آب را کاهش دهد. در این روش آبیاری برخلاف روش آبیاری جویچه‌ای معمولی که تمام جویچه‌ها در آن آبیاری می‌گردند، 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 کمتر از مقدار لازم آبیاری شده و در نتیجه مقدار محصول کاهش خواهد یافت. ولی می‌توان با افزایش راندمان مصرف آب، اراضی بیشتری را به زیر کشت برد. اگر مساحت اضافه شده و متعاقباً سود ناشی از آن باعث جبران کاهش محصول شود روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان از نظر اقتصادی نیز توجیه پذیر خواهد بود. این روش به علت دارا بودن پتانسیل بیشتر نفوذ جانبی سبب کاهش قابل ملاحظه نفوذ عمقی می‌گردد. دو نوع مدیریت در روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان وجود دارد: ۱- در روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر، جای جویچه‌های آبیاری شده و آبیاری نشده در هر آبیاری عوض می‌شوند و ۲- در روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت موقعیت جویچه‌های آبیاری شده برای همه آبیاری در طول فصل رشد ثابت هستند (کنگ و همکاران ۲۰۰۰ و اسلتنی و همکاران، ۲۰۱۱). استون و همکاران (۱۹۸۲) نشان دادند که کاهش تبخیر در آبیاری جویچه‌ای یک در میان به دلیل کاهش مقدار سطح مرطوب است. سپاسخواه و افشار چمن‌آباد (۲۰۰۲) خصوصیات نفوذپذیری خاک در شرایط آبیاری جویچه‌ای یک در میان را برای مقادیر مختلف دبی ورودی در مزرعه آزمایشی باجگاه دانشگاه شیراز تعیین کردند. نتایج نشان داد پارامترهای معادله نفوذ در آبیاری جویچه‌ای یک در میان بزرگتر از آبیاری جویچه‌ای معمولی است. کنگ و همکاران (۲۰۰۰ الف) سه سیستم آبیاری جویچه‌ای شامل آبیاری جویچه‌ای معمولی[6] (CFI)، آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت[7] (FFI) و آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر[8] (AFI) را مورد مقایسه قرار دادند. هر سه روش آبیاری برای سه عمق متفاوت آبیاری ۴۵، ۳۰ و ۲۲/۵ میلیمتر در هر آبیاری گیاه ذرت مورد ارزیابی قرار گرفتند. با کاهش مقدار آب آبیاری، مقدار محصول در تیمارهای CFI و FFI به طور قابل توجهی کاهش پیدا کرده بود. در حالیکه در تیمار AFI کاهش عملکرد محصول چشم‌گیر نبود. بکر و همکاران (۱۹۹۷) طی مطالعه‌ای نشان دادند که روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان برای خاک‌های رسی ترک‌دار مناسب نیست. زیرا زمان پیشروی در این سیستم آبیاری حدود دو برابر زمان پیشروی در آبیاری جویچه‌ای معمولی بوده و مقدار نفوذ جانبی به مقدار زیاد وجود دارد. بنابراین روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان باعث بهبود راندمان کاربرد آب برای این نوع خاک‌ها نخواهد شد. در حالیکه عملکرد این روش آبیاری برای خاک‌های سبک و سنگین مناسب بوده بطوریکه سبب صرفه‌جویی آب به مقدار حدود ۵۰ درصد شده است. هورست و همکاران (۲۰۰۷) به منظور بهبود مصرف آب، عملکرد آبیاری جویچه‌ای معمولی و یک در میان برای دو رژیم جریان پیوسته و موجی در مزارع پنبه در ازبکستان را مورد بررسی قرار دادند. بهترین عملکرد برای سیستم آبیاری جویچه‌ای یک در میان با آبیاری موجی حاصل شده است. این روش دارای بیشترین مقدار بهره‌وری مصرف آب برابر ۰/۶۱ کیلوگرم بر متر مکعب و نیز دارای بالاترین راندمان کاربرد آب (۸۵ درصد) بوده است. کاهش مصرف آب در این روش به میزان ۴۴ درصد گزارش شد. مطالعه شینی‌دشتگل و همکاران (۱۳۸۸) بر روی اراضی نیشکر خوزستان نشان داد که اعمال آبیاری جویچه‌ای یک در میان در مقایسه با آبیاری جویچه‌ای معمولی سبب 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. اسلتنی و همکاران (۲۰۱۱) نیز به مقایسه آبیاری جویچه‌ای یک در میان با آبیاری جویچه‌ای معمولی در تونس پرداختند و اظهار داشتند که دو روش آبیاری

[6] Conventional Furrow Irrigation
[7] Fixed Furrow Irrigation
[8] Alternate Furrow Irrigation

Archive of SID
www.SID.ir

جویچه‌ای یک در میان سبب افزایش کارآیی مصرف آب در مزارع سیب زمینی می‌گردد.

بکارگیری مدیریت آبیاری جویچه‌ای یک در میان نسبت به روش‌های آبیاری موجی، آبیاری کابلی و آبیاری جویچه‌ای با رژیم کاهش جریان ساده‌تر می‌باشد. از طرفی تاکنون برای سیستم آبیاری جویچه‌ای یک در میان ضوابط طراحی مشخصی گزارش نشده است. از این رو، اهمیت انجام تحقیق بر روی سیستم آبیاری جویچه‌ای یک در میان به عنوان یک روش ساده و مناسب برای اقلیم خشک و نیمه خشک مانند ایران امری اجتناب ناپذیر است. با توجه به اهمیت کم‌آبیاری برای حل بحران آب، شناخت خصوصیات جریان آب به منظور طراحی بهینه (برای به حداقل رساندن تلفات آب) در این روش آبیاری ضروری به نظر می‌آید. بنابراین، هدف این مقاله بررسی حرکت آب در سطح و زیر سطح خاک در دو روش 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 ۱۳۱۳ متر از سطح دریا است. کرج دارای آب و هوای مدیترانه‌ای است. متوسط بارندگی سالانه 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 عمق پایین‌تر از ۶۰ سانتیمتری خاک یک لایه سنگریزه وجود دارد. آب آبیاری از کانال آبیاری کنار مزرعه که از چاه مزرعه تغذیه می‌گردید، تامین می‌شد. در آزمایش‌های صحرایی این تحقیق، گیاه ذرت علوفه‌ای (سینگل کراس ۷۰۴) در تاریخ ۲۰ خرداد ۱۳۸۹ کاشت گردید. در شکل ۱ شمائی از طرح آبیاری جویچه‌ای معمولی و آبیاری جویچه‌ای یک در میان آورده شده است. جویچه‌های جانبی (محافظ) به منظور ایجاد شرایط واقعی حرکت آب 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 می‌کرد. 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 می‌شد. برای ثابت نگه داشتن دبی ورودی به جویچه، یک سرریز در مخزن آب برای ایجاد ارتفاع ثابت آب تعبیه شد. در شکل ۲ شمائی از سیستم برداشت آب از کانال و انتقال آب به جویچه‌ها در آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت آورده شده است. سیستم آبرسانی برای سیستم‌های آبیاری جویچه‌ای معمولی و آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت و متغیر مشابه است. شیب طولی و عرضی جویچه‌ها بوسیله دوربین نقشه‌برداری نیوو تعیین گردید. طول و فاصله جویچه‌ها به ترتیب برابر ۸۶/۰ و ۰/۷۵ متر بود. مشخصات هندسی و هیدرولیکی جویچه‌ها در جدول ۲ آورده شده است. نیاز آبی بر اساس برنامه AGWAT (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۱) محاسبه گردید. 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. در این تحقیق سه آبیاری در ابتدا (آبیاری چهارم)، اواسط (آبیاری هشتم) و انتهای (آبیاری دوازدهم) فصل رشد (به ترتیب در روزهای ۱۶ تیر، ۱۸ مرداد و ۸ شهریور) برای بررسی و مقایسه سه روش آبیاری یعنی آبیاری جویچه‌ای معمولی (CFI)، یک در میان ثابت (FFI) و یک در میان متغیر (AFI) انتخاب شد (جدول ۳). مقدار تبخیر و تعرق روزانه گیاه ذرت در تاریخ‌های ۱۶ تیر، ۱۸ مرداد و ۸ شهریور به ترتیب برابر ۴/۸، ۶/۶ و ۵/۲ میلیمتر در روز برآورد شد. منحنی‌های پیشروی و پسروی در ایستگاه‌های با فاصله ۱۰ متر اندازه‌گیری شد. دبی رواناب و آب ورودی به جویچه با استفاده از فلوم WSC اندازه‌گیری شد. در این تحقیق سطح مقطع جریان با استفاده از مقطع‌سنج، پارامترهای هیدرولیکی و هندسی جویچه با استفاده از نرم‌افزار SIRMOD، نفوذپذیری نهایی به روش ورودی و خروجی و ضرایب نفوذ معادله کوستیاکف- لوئیس (معادله ۱) به روش دو نقطه‌ای الیوت و واکر (۱۹۸۲) تعیین شدند (جدول ۴).

$$z = k\tau^{\alpha} + f_0 t \qquad (1)$$

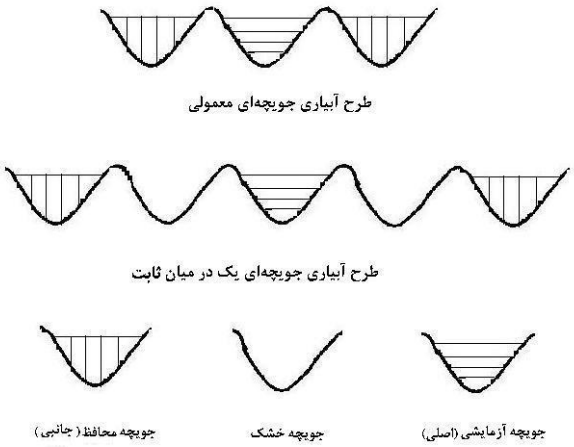
Archive of SID
www.SID.ir

که در این رابطه، z نفوذ تجمعی (m^2)، τ زمان نفوذ (min) و k (m^2/min^a)، a (بدون بعد) و f_0 (m^2/min) ثابت‌های تجربی هستند.

در این مطالعه به منظور تعیین توزیع رطوبت خاک، نمونه‌های خاک قبل و بعد از آبیاری در آبیاری‌های چهارم و هشتم برداشت شد. این نمونه‌ها تا عمق ۶۰ سانتیمتری از سطح خاک (در سه لایه ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ سانتی‌متر) در نقاط ابتدایی، میانی و انتهایی مزرعه در زیر جویچه تر، پشته و جویچه خشک در آبیاری جویچه‌ای یک در میان و در زیر جویچه و پشته در آبیاری جویچه‌ای معمولی برای اندازه‌گیری رطوبت وزنی جمع‌آوری گردید.

جدول(۱): مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک در مزرعه آزمایشی

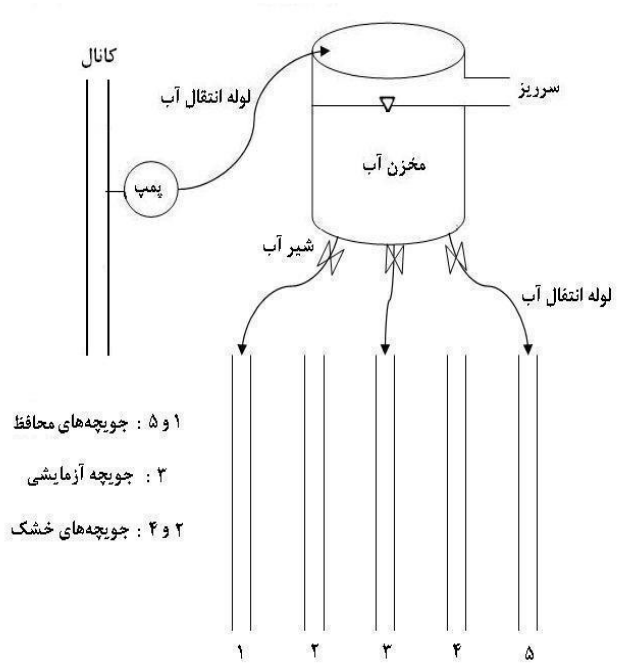
عمق (cm)	بافت خاک	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	ظرفیت زراعی (درصد وزنی)	رطوبت پژمردگی (درصد وزنی)	ماده آلی (٪)	اسیدیته (pH)	شوری عصاره اشباع (dS/m)
۰-۲۰	لوم رسی	۱/۵۰۶	۰/۱۸۱	۰/۰۸۴	۱/۸۳	۷/۶۳	۲/۷۶
۲۰-۴۰	لوم	۱/۴۸۳	۰/۱۷۷	۰/۰۸۱	۱/۱۸	۷/۷۱	۲/۰۲
۴۰-۶۰	لوم شنی	۱/۴۸۹	۰/۱۵۰	۰/۰۶۶	۰/۶۸	۷/۷۱	۱/۹۸



شکل(۱): طرح آبیاری جویچه‌ای معمولی و آبیاری جویچه‌ای یک در میان

Archive of SID

www.SID.ir



شکل(۲): نحوه آبرسانی از کانال و انتقال آب به جویچه‌ها در آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت

جدول(۲): مشخصات هندسی و هیدرولیکی جویچه‌ها

طول (متر)	عرض پشته (متر)	شیب طولی (٪)	شیب عرضی (٪)	ρ_1	ρ_2
۸۶/۰	۰/۷۵	۰/۰۰۹۳	۰/۰۰۱۹	۰/۲۰	۲/۷۰

جدول(۳): مشخصات آبیاری

نوبت آبیاری	عمق خالص آبیاری (mm)	دبی (l/s)	زمان قطع جریان (min)
چهارم	۳۳/۶	۰/۲۶۲	۲۴۰
هشتم	۴۶/۲	۰/۳۸۸	۳۶۰
دوازدهم	۳۶/۴	۰/۳۲۱	۳۰۰

جدول(۴): ضرائب معادله نفوذ در سه روش آبیاری در نوبت‌های مختلف آبیاری

نوبت آبیاری	روش آبیاری	a	k (m^2/min^a)	f_0 (m^2/min)
چهارم	جویچه‌ای معمولی	۰/۱۷۴	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۰۰۸۸
	یک در میان ثابت	۰/۱۲۵	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۰۱۰۶
	یک در میان متغیر	۰/۱۳۷	۰/۰۰۳۷	۰/۰۰۰۱۱۲
هشتم	جویچه‌ای معمولی	۰/۰۶۶	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۰۰۶۸
	یک در میان ثابت	۰/۱۳۷	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۰۱۳۲
	یک در میان متغیر	۰/۰۹۴	۰/۰۰۷۳	۰/۰۰۰۱۴۰
دوازدهم	جویچه‌ای معمولی	۰/۰۹۴	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۰۰۶۰
	یک در میان ثابت	۰/۰۶۸	۰/۰۰۵۵	۰/۰۰۰۱۳۶
	یک در میان متغیر	۰/۰۱۸	۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۰۱۴۲

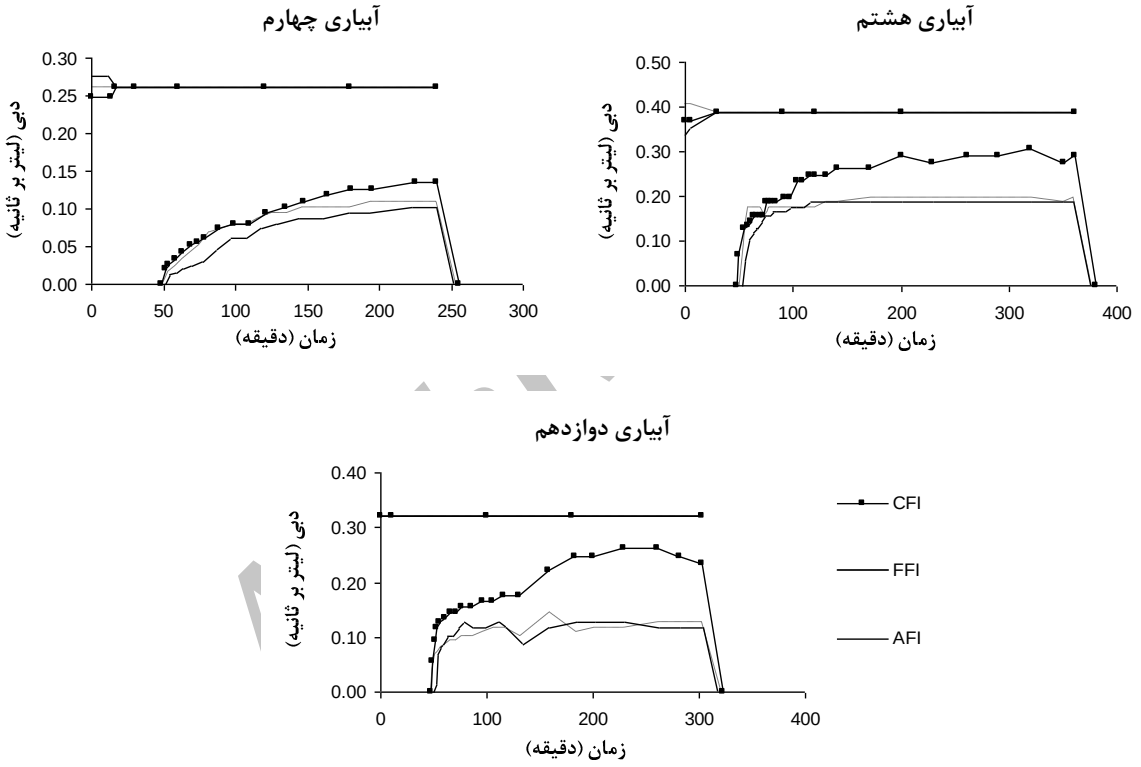
Archive of SID
www.SID.ir

نتایج و بحث

نتایج این مطالعه در پنج بخش هیدروگراف جریان ورودی و خروجی، مراحل پیشروی و پسروی، نفوذپذیری، رطوبت خاک و راندمان آبیاری مقایسه و ارایه شده است.

۱- هیدروگراف جریان ورودی و خروجی

شکل ۳ هدروگراف‌های جریان ورودی و خروجی را در سه آبیاری مورد مقایسه برای سه روش آبیاری جویچه‌ای معمولی (CFI)، یک در میان ثابت (FFI) و یک در میان متغیر (AFI) را نشان می‌دهد. مقدار رواناب در آبیاری جویچه‌ای معمولی بیشتر از آبیاری جویچه‌ای یک در میان است. اختلاف زیادی بین دو روش AFI و FFI در مقادیر رواناب مشاهده نشد. مقدار کمتر رواناب در روش جویچه‌های یک در میان نشان از بالاتر بودن سهم نفوذ آب در خاک به دلیل نشت جانبی زیاد دارد. با گذشت زمان (از آبیاری چهارم تا آبیاری دوازدهم) اختلاف بین رواناب حاصله بین دو روش معمولی و یک در میان بیشتر می‌شود. این پدیده نشان می‌دهد که نفوذپذیری خاک در روش آبیاری معمولی در اثر تداوم آبیاری‌ها کاهش یافته است. بیشتر بودن تلفات رواناب در سه روش آبیاری در آبیاری هشتم به دلیل زیاد بودن دبی ورودی به جویچه‌ها است.



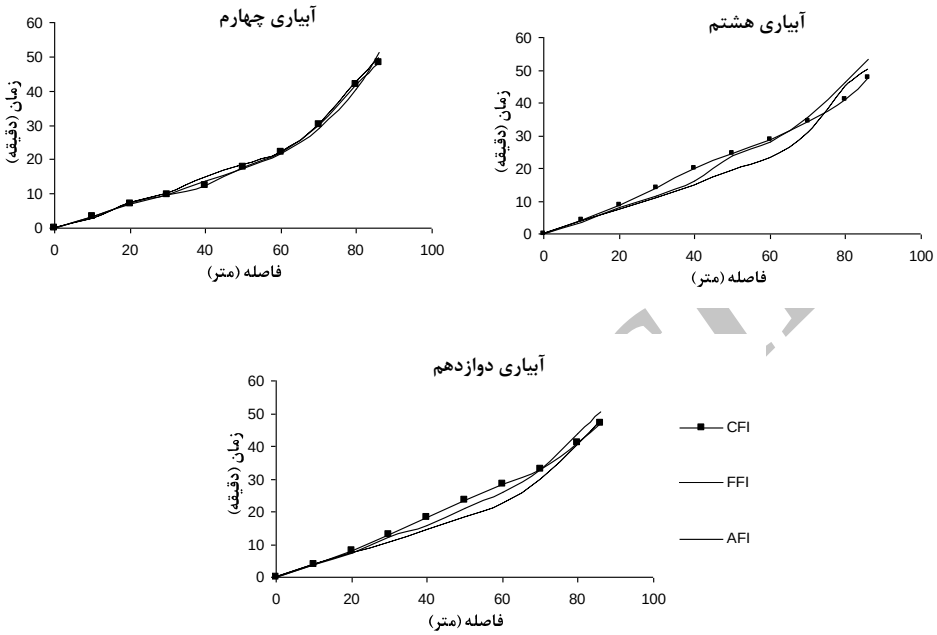
شکل(۳): هیدروگراف جریان ورودی و رواناب در سه روش آبیاری در نوبت‌های مختلف آبیاری

۲- مراحل پیشروی و پسروی

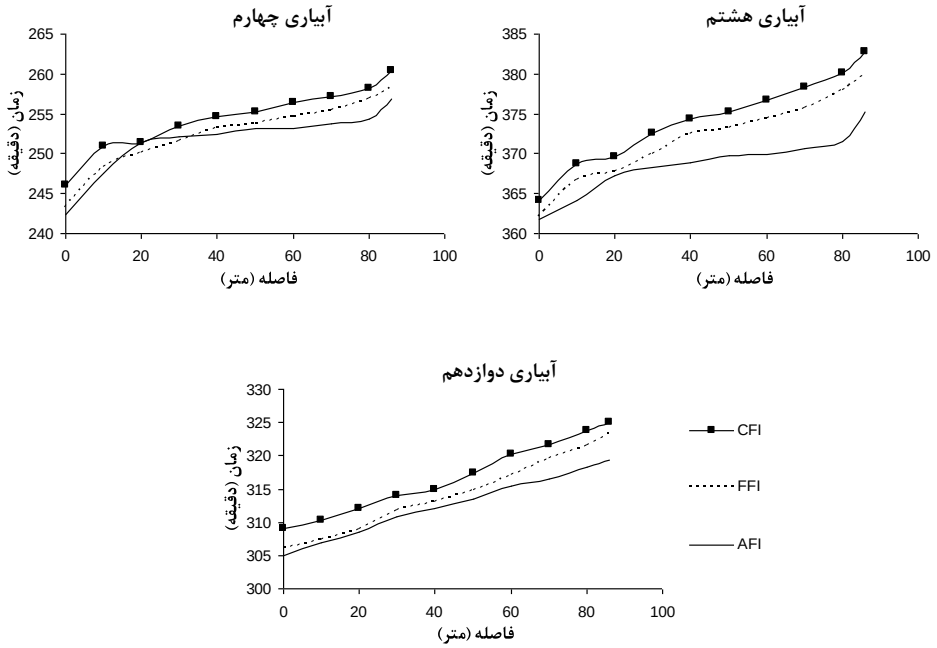
منحنی‌های پیشروی در سه روش آبیاری در شکل ۴ آورده شده است. به طور کلی تفاوت چندانی بین سه روش آبیاری وجود ندارد. زیرا در زمان‌های اولیه نفوذ آب به داخل خاک سرعت نفوذ به داخل خاک یکسان است (به علت خشک بودن جویچه) به همین دلیل اختلاف زمان پیشروی در سه روش آبیاری وجود نداشت. کنگ و همکاران (۲۰۰۰ ب) هم عدم وجود تفاوت معنادار بین زمان پیشروی بین دو روش آبیاری معمولی و یک در میان را گزارش کردند. بکر و همکاران (۱۹۹۷) بیشتر بودن زمان پیشروی در آبیاری جویچه‌ای یک در میان نسبت به آبیاری جویچه‌ای معمولی در خاک‌های ترک‌دار رسی را اعلام داشتند. ولی مراحل پسروی برای هر سه روش آبیاری متفاوت بدست آمد (شکل

www.SID.ir

۵). روش AFI کمترین و روش CFI بیشترین زمان پسروی را دارا بودند. بیشتر بودن زمان پسروی در روش CFI به دلیل نفوذ جانبی کمتر آب از جویچه به پشته می‌باشد چون در این روش پشته‌ها (نسبت به روش‌های FFI و AFI) دارای مکش کمتر برای جذب آب هستند. در حقیقت، با گذشت زمان چون پشته آبیاری جویچه‌ای معمولی دارای رطوبت بیشتری نسبت به روش آبیاری یک در میان است (به دلیل اینکه از دو طرف آبیاری می‌شود) منجر به کاهش نفوذ آب به داخل خاک گردید و این پدیده سبب افزایش زمان پسروی در جویچه‌های معمولی شد.



شکل(۴): منحنی پیشروی در سه روش آبیاری در نوبت‌های مختلف آبیاری



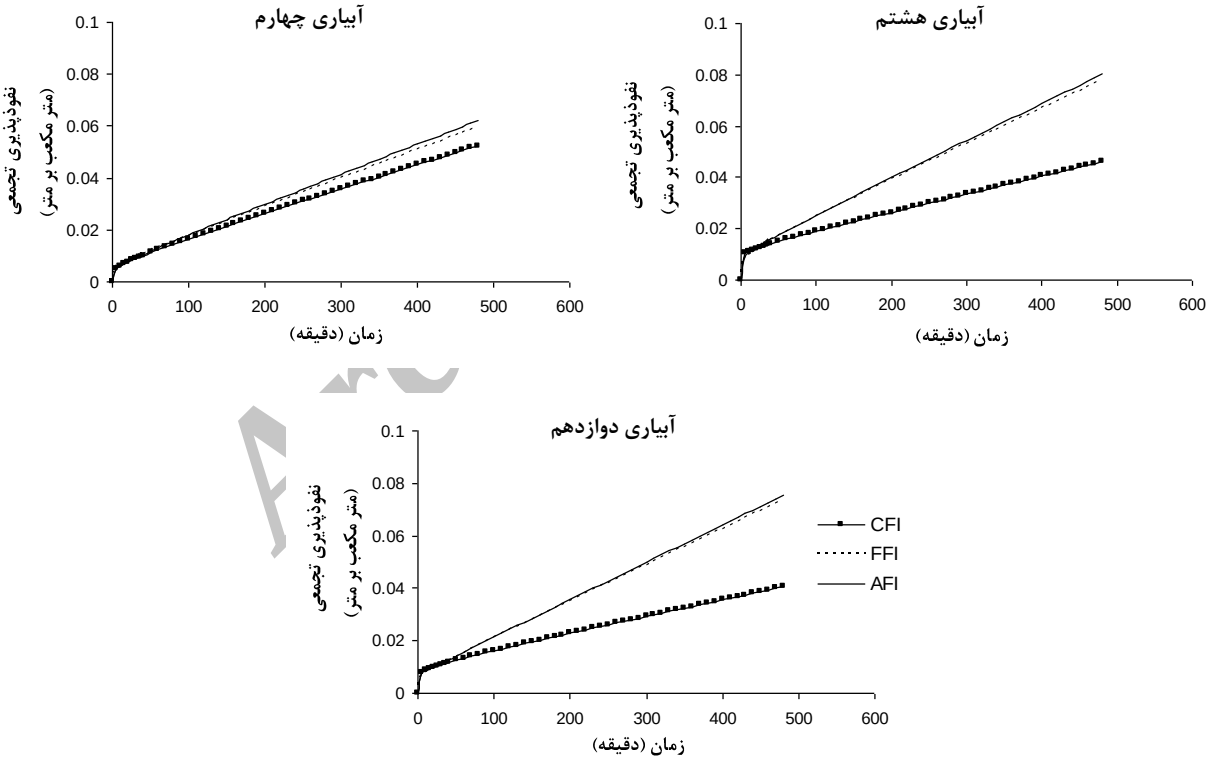
شکل(۵): منحنی پسروی در سه روش آبیاری در نوبت‌های مختلف آبیاری

www.SID.ir

۳- نفوذپذیری خاک

با محاسبه پارامترهای معادله نفوذ کاستیاکوف- لوئیس به روش اصلاح شده الیوت و واکر (۱۹۸۲) منحنی نفوذ تجمعی (حجم آب نفوذ یافته در واحد طول جویچه) برای سه روش آبیاری در نوبت‌های مختلف آبیاری بدست آمد (شکل ۶). تفاوت زیادی بین منحنی‌های نفوذ تجمعی در سه روش آبیاری در آبیاری چهارم وجود ندارد ولی در آبیاری هشتم و دوازدهم نفوذپذیری خاک در روش آبیاری جویچه‌ای معمولی به شدت کاهش پیدا کرد به طوریکه تفاوت زیادی بین این روش و روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان وجود دارد. مقدار نفوذپذیری خاک در روش یک در میان بیشتر از حالت معمولی بدست آمد. سپاسخواه و افشار چمن‌آباد (۲۰۰۲) نیز اظهار داشتند که نفوذ جانبی در روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان نسبت به روش‌های معمول بیشتر است. علت این پدیده را می‌توان به بیشتر بودن حرکت عرضی آب در جویچه‌های یک در میان بیان کرد که سبب کاهش حجم رواناب و زمان پسروی در این روش آبیاری نسبت به روش معمول آبیاری جویچه‌ای گردید.

در هر نوبت آبیاری مقدار نفوذ تجمعی در روش یک در میان متغیر اندکی بیشتر از روش یک در میان ثابت بود. شکل ۶ نشان می‌دهد که نفوذپذیری خاک در روش CFI نسبت به زمان (از آبیاری چهارم تا دوازدهم) کاهش پیدا کرد. در صورتی که در روش‌های FFI و AFI مقدار نفوذپذیری تقریباً ثابت باقی ماند. راجرز (۱۹۹۵) نیز عدم کاهش نفوذپذیری خاک در جویچه‌های یک در میان بعد از آبیاری را گزارش داد. ولی در آبیاری جویچه‌ای معمولی نفوذپذیری خاک در آبیاری‌های بعدی به دلیل تثبیت خاک کاهش پیدا می‌کند. با توجه به شکل ۶، نفوذپذیری خاک در سه روش آبیاری در مراحل اولیه آبیاری (کمتر از ۱۰۰ دقیقه) تقریباً یکسان بوده است ولی با گذشت زمان اختلاف بین روش معمولی و یک در میان بیشتر می‌گردد. در واقع زمان‌های پیشروی و پسروی و همچنین رواناب متاثر از روند تغییرات نفوذ بوده است.



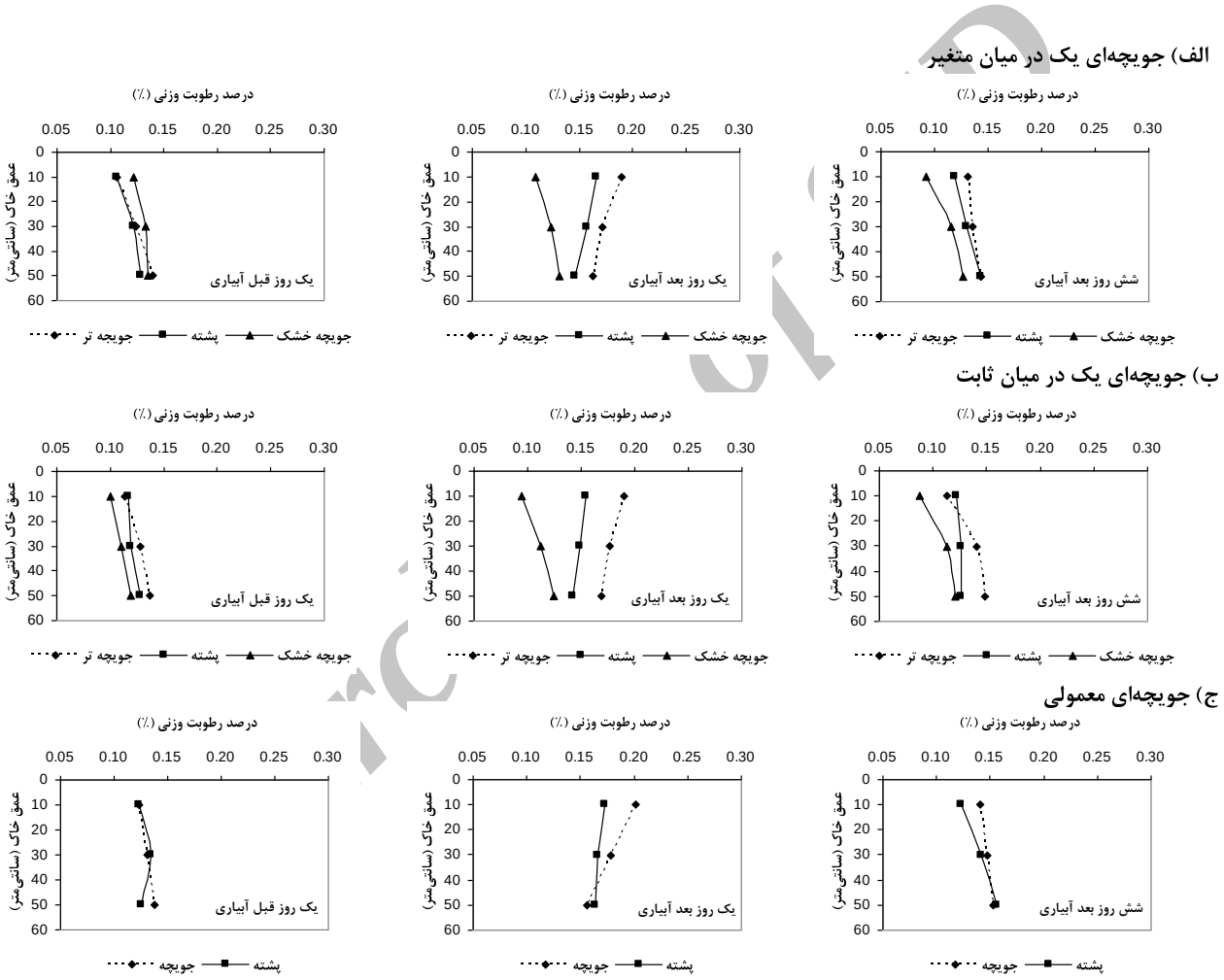
شکل(۶): مقایسه منحنی نفوذ تجمعی در سه روش آبیاری در نوبت‌های مختلف آبیاری

۴ -رطوبت خاک

شکل‌های ۷ و ۸ به ترتیب توزیع رطوبت پروفیل خاک در زیر جویچه‌های تر و خشک و پشته‌ها در روزهای قبل و بعد آبیاری برای آبیاری‌های چهارم و هشتم نشان می‌دهد. مقدار رطوبت وزنی خاک در این شکل‌ها در واقع میانگین رطوبت خاک در ابتدا، وسط و انتهای مزرعه آزمایشی برای هر روش آبیاری است. بیشترین و کمترین رطوبت در آبیاری

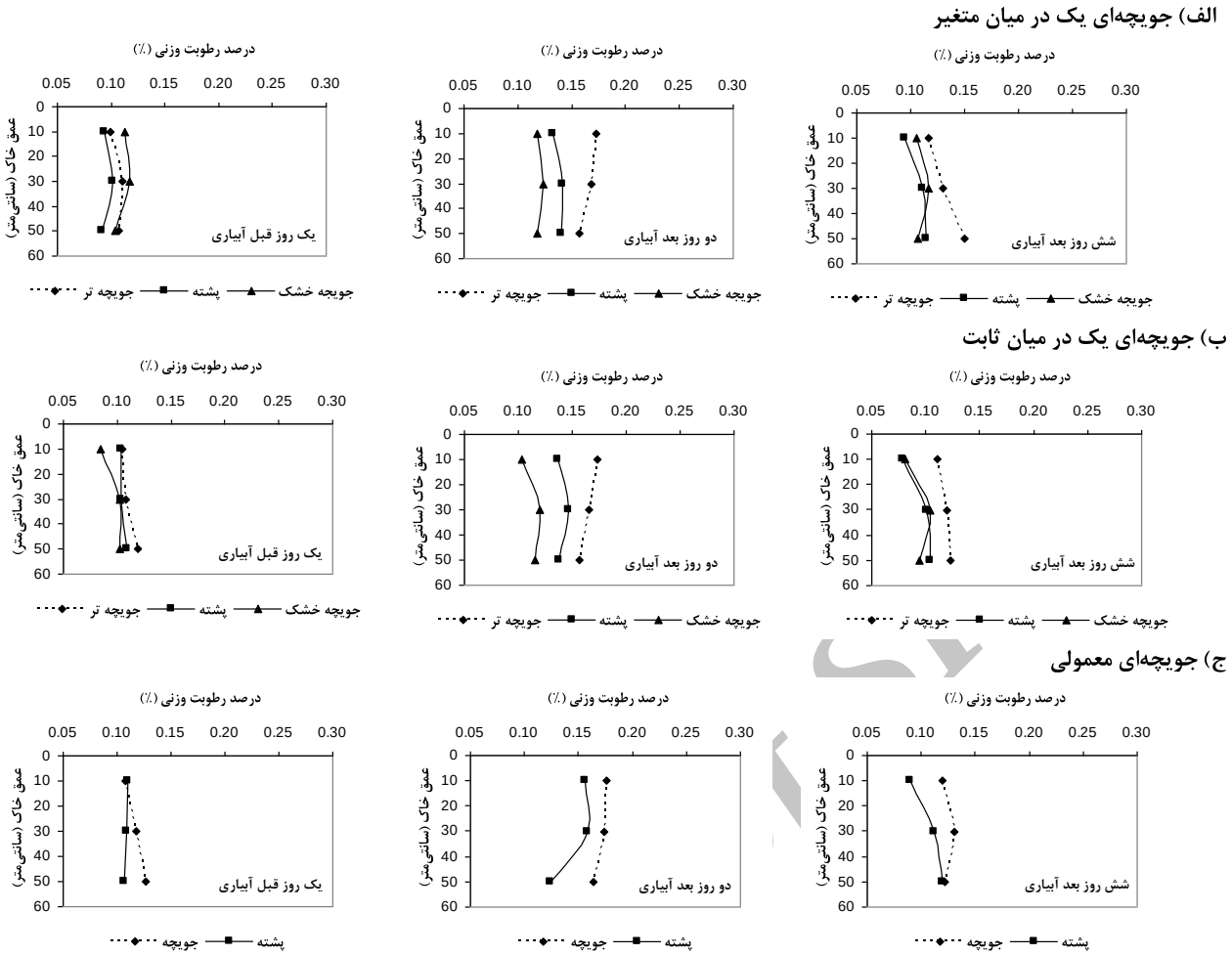
www.SID.ir

جویچه‌ای یک در میان به ترتیب در جویچه‌های تر و خشک مشاهده شد. رطوبت خاک در روش CFI بیشتر از دو روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان است. AFI تا حدودی دارای رطوبت بیشتری نسبت به FFI به دلیل نفوذ بیشتر آب می‌باشد. اختلاف رطوبت خاک بین جویچه‌های تر و خشک و پشته‌ها تا قبل آبیاری به حداقل و یک الی دو روز بعد آبیاری به حداکثر می‌رسد. اختلاف رطوبت بین پشته و جویچه در روش CFI نسبت به روش‌های AFI و FFI کمتر است. چون پشته در حالت آبیاری معمولی از دو طرف در اثر آبیاری خیس می‌شود. رطوبت خاک در عمق‌های زیاد بیشتر از لایه‌های سطحی خاک موقع قبل از آبیاری است و بعد از آبیاری حالت عکس اتفاق می‌افتد یعنی عمق‌های کم دارای رطوبت بیشتری نسبت به لایه‌های عمیق‌تر است. داده‌های رطوبت خاک نشان دهنده کم بودن رطوبت خاک و در نتیجه حالت کم آبیاری در هر دو روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان است. اسلتنی و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کرد که مقدار رطوبت در CFI بیشتر از AFI و FFI است و اختلاف ناچیزی بین دو روش جویچه‌ای یک در میان در مقدار آب خاک وجود داشت.



شکل(۷): توزیع رطوبت خاک در زیر جویچه‌های تر و خشک و پشته در هر سه روش آبیاری در آبیاری چهارم

www.SID.ir



شکل(۸): توزیع رطوبت خاک در زیر جویچه‌های تر و خشک و پشته در هر سه روش آبیاری در آبیاری هشتم

۵- راندمان آبیاری

درصد تلفات رواناب و نفوذ عمقی و همچنین درصد راندمان کاربرد در سه رژیم آبیاری در جدول ۵ آورده شده است. درصد نفوذ عمقی از اختلاف کل حجم آب نفوذیافته با حجم آب موردنیاز گیاه (حاصل‌ضرب تبخیر و تعرق در طول و عرض جویچه) بر کل حجم آب آبیاری محاسبه شد. همانطور که قبلاً بیان شد رواناب در جویچه‌های معمولی بیشتر از جویچه‌های یک در میان است. در محاسبات تبخیر و تعرق، اگر عرض جویچه برای آبیاری جویچه‌ای یک در میان دو برابر حالت معمولی در نظر گرفته شود (یعنی ۱/۵ متر) درصد تلفات نفوذ عمقی برابر صفر محاسبه می‌شود و اگر عرض جویچه در آبیاری جویچه‌ای یک در میان برابر حالت معمولی فرض شود (یعنی ۰/۷۵ متر) در آن صورت درصد تلفات نفوذ عمقی در این روش بیشتر از آبیاری جویچه‌ای معمولی می‌شود که این امر خلاف واقع است. درصد نفوذ عمقی با استفاده از داده‌های رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری در نوبت‌های آبیاری چهارم و هشتم به روش بیلان آب در مزرعه نیز محاسبه شد. مقدار درصد تلفات نفوذ عمقی در روش CFI کمتر از ۷ درصد و در روش‌های AFI و FFI برابر صفر (مقدار منفی) برای هر دو نوبت آبیاری بدست آمد. تلفات نفوذ عمقی در جویچه‌های یک در میان کمتر از جویچه‌های معمولی است (به دلیل نفوذ جانبی بیشتر). مقدار منفی درصد نفوذ عمقی نشان دهنده حالت کم‌آبیاری در دو روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان است.

راندمان کاربرد در آبیاری جویچه‌ای معمولی به ترتیب برای نوبت‌های آبیاری چهارم، هشتم و دوازدهم ۵۶/۲، ۳۳/۳ و ۴۰/۵ درصد، برای آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت برابر ۷۱/۸، ۵۸/۸ و ۷۰/۲ درصد و برای آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر نیز برابر ۷۷/۰، ۶۰/۷ و ۷۲/۸ درصد بدست آمد. متفاوت بودن مقدار راندمان کاربرد در هر روش آبیاری به دلیل متفاوت بودن پارامترهای طراحی (دبی و زمان قطع جریان) در هر آبیاری است که اهمیت تعیین مقدار مناسب

Archive of SID
www.SID.ir

و یا بهینه این پارامترها را نشان می‌دهد. مقدار تلفات نفوذ عمقی در آبیاری چهارم بیشتر از آبیاری هشتم و دوازدهم در آبیاری معمولی بدست آمده است علی‌رغم اینکه دبی و زمان قطع جریان در این نوبت آبیاری کمتر است. این پدیده نشان دهنده کاهش نفوذپذیری خاک در جویچه‌های معمولی در آبیاری‌های بعدی است که همچنین سبب افزایش اختلاف درصد رواناب بین جویچه‌های یک در میان با جویچه‌های معمولی نسبت به زمان شد (جدول ۵). تلفات رواناب در روش FFI به دلیل نفوذپذیری کمتر خاک، کمی بیشتر از روش AFI است. اسلتنی و همکاران (۲۰۱۱) نیز بیشترین و کمترین راندمان کاربرد آبیاری را به ترتیب در روش FFI (برابر ۱۰۰ درصد) و CFI (برابر ۷۲ درصد) برای جویچه‌های انتهای بسته در مزارع سیب زمینی گزارش دادند. تلفات نفوذ عمقی در آبیاری معمولی به مراتب بیشتر از دو روش دیگر آبیاری یک در میان بود. کنگ و همکاران (۲۰۰۰ ب) نیز کم‌تر بودن مقدار زهکشی (نفوذ عمقی) در تیمارهای AFI و FFI نسبت به CFI را گزارش دادند. بنابراین با کاهش تلفات رواناب و نفوذ عمقی در آبیاری جویچه‌ای یک در میان، راندمان کاربرد افزایش می‌یابد. تلفات زیاد رواناب نسبت به تلفات نفوذ عمقی به دلیل شیب بالا (حدود یک درصد)، کوتاه بودن طول جویچه و خاک نسبتاً سنگین مزرعه آزمایشی بود.

جدول(۵): مقایسه درصد تلفات رواناب، نفوذ عمقی و راندمان کاربرد در رژیم‌های مختلف آبیاری جویچه‌ای

نوبت آبیاری	روش آبیاری	رواناب (٪)	نفوذ عمقی (٪)	راندمان کاربرد (٪)
چهارم	جویچه‌ای معمولی	۳۲/۴	۱۱/۴	۵۶/۲
	یک در میان ثابت	۲۸/۲	۰/۰	۷۱/۸
	یک در میان متغیر	۲۳/۰	۰/۰	۷۷/۰
هشتم	جویچه‌ای معمولی	۵۷/۳	۹/۴	۳۳/۳
	یک در میان ثابت	۴۱/۲	۰/۰	۵۸/۸
	یک در میان متغیر	۳۹/۳	۰/۰	۶۰/۷
دوازدهم	جویچه‌ای معمولی	۵۴/۷	۴/۸	۴۰/۵
	یک در میان ثابت	۲۹/۸	۰/۰	۷۰/۲
	یک در میان متغیر	۲۷/۲	۰/۰	۷۲/۸

نتیجه‌گیری

در این تحقیق مطالعات مزرعه‌ای به منظور مقایسه جریان آب و نفوذپذیری خاک در روش‌های آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت (FFI) و متغیر (AFI) با روش معمول جویچه‌ای (CFI) انجام گردید. با استفاده از داده‌های مزرعه‌ای، هیدروگراف دبی ورودی و رواناب، منحنی‌های پیشروی و پسروی، نفوذپذیری خاک، توزیع رطوبت خاک و راندمان کاربرد در رژیم‌های مختلف مقایسه شد. نتایج نشان داد که زمان پسروی در روش CFI بیشتر از روش FFI و AFI بود. اما زمان پیشروی در سه روش آبیاری اختلاف زیادی نداشت. زیاد بودن نفوذپذیری خاک در آبیاری جویچه‌ای یک در میان به دلیل نشت جانبی بیشتر، سبب کاهش تلفات رواناب در این روش گردید. نفوذپذیری خاک پس از آبیاری در آبیاری جویچه‌ای یک در میان به دلیل افزایش نفوذ جانبی کاهش پیدا نکرد ولی در آبیاری جویچه‌ای معمولی روند کاهشی نفوذپذیری بعد از آبیاری مشاهده گردید. مقادیر رطوبت خاک نشان داد که حالت کم آبیاری در هر دو روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان وجود داشت. رطوبت خاک در AFI کمی بیشتر از آن در FFI به دلیل نفوذ بیشتر آب بود. در حالیکه مقدار آب خاک در CFI به دلیل آبیاری تمام جویچه‌ها بیشتر از AFI و FFI مشاهده شد. خصوصیات جریان سطحی در آبیاری جویچه‌ای یک در میان به دلیل متفاوت بودن نفوذپذیری خاک با آبیاری جویچه‌ای معمولی تفاوت دارد. بنابراین مطالعات بیشتری برای تعیین ضوابط طراحی در آبیاری جویچه‌ای یک در میان باید انجام شود تا بتوان به طراحی مطلوب این روش آبیاری دست یافت. نتایج این مطالعه نشان داد که بکارگیری روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان، سبب کاهش مصرف آب و بهبود راندمان آبیاری (به علت کاهش تلفات رواناب و همچنین نفوذ عمقی) می‌گردد. بنابراین، در مناطقی که کمبود آب مانع کشاورزی آبی در سطح وسیع می‌گردد، این روش می‌تواند سبب صرفه‌جویی در مصرف آب

Archive of SID
www.SID.ir

در زمین‌های تحت آبیاری و امکان افزایش سطح را به میزان دو برابر ایجاد کند.

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.

منابع

۱. .شینی‌دشتگل ع.، ح.ع. کشکولی، ع. ناصری و س. برومندنسب. ۱۳۸۸. اثر آبیاری جویچه‌ای یک در میان روی کارآیی مصرف آب و ویژگی‌های نیشکر در جنوب اهواز. مجله علوم آب و خاک ۴۹: ۴۵-۵۷.

۲. .علیزاده ا.، م. وظیفه‌دوست، غ. کمالی، خ. باستانی، ا. مرتضوی، ا. ایزدی، ج. احمدیان طبسی و ا.ح. نوری. ۱۳۸۱. ۳:AGWAT

۳. . بهینه‌سازی الگوی مصرف آب کشاورزی. سازمان هواشناسی کشور. تهران. ایران.

4. Bakker, D.M., S.R. Raine and M.J. Robertson. 1997. A preliminary investigation of alternate furrow irrigation for sugar cane production. Technical Field Department, CSR Ltd. (Unpublished)

5. Elliott, R.L. and W.R. Walker. 1982. Field evaluation of furrow infiltration and advance functions. Transactions of ASAE 25(2): 396–400.

6. Horst, M.G., S.S. Shamutalov, J.M. Goncalves and L.S. Pereira. 2007. Assessing impacts of surge-flow irrigation on water saving and productivity of cotton. Agricultural water management 87: 115 – 127.

7. Kang, S., Z. Liang, Y. Pan, P. Shi and j. Zhang. 2000a. Alternate furrow irrigation for maize production in an arid area. Agricultural Water Management 45: 267-274.

8. Kang, S., p. Shi, Y. Pan, Z. Liang, X. Hu, and J. Zhang. 2000b. Soil water distribution, uniformity and water-use efficiency under alternate furrow irrigation in arid areas. Irrigation Science 19:181-190.

9. Rogers, D.H. 1995. Managing furrow irrigation systems. U.S. Department of Agriculture Cooperative State Research Service, No. 93-34296-8454.

10. Sepaskhah, A.R. and H. Afshar-Chamanabad. 2002. Determination of infiltration rate for every-other furrow irrigation. Biosystems Engineering 82(4): 479–484.

11. Simunek, J., M. Sejna and M.TH. van Genuchten. 1999. The HYDRUS_2D software package for simulating the twodimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably saturated media, Version 2.0, IGWMCTPS-70, Int. Ground Water Modeling Center, Colorado School of Mines, Golden, Co.

12. Slatni, A., K. Zayani, A. Zairi, S. Yacoubi, R. Salvador and E. Playan. 2011. Assessing alternate furrow strategies for potato at the Cherfech irrigation district of Tunisia. Biosyst Eng 108(2):154-163

13. Stone, J.F., H.E. Reeves and J.E. Garton. 1982. Irrigation water conservation by using wide-spaced furrows. Agricultural Water Management 5: 309-317.

14. Thind, H.S., G.S. Buttar and M.S. Aujla. 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. Irrigation Science 28:489–496.

15. Walker, W.R. 2003. SIRMOD III – Surface Irrigation Simulation, Evaluation and Design. User's Guide and Technical Documentation. Utah State University, Logan, USA.

Archive of SID

www.SID.ir

Water Flow in Soil Surface and Subsurface in Alternate Furrow Irrigation and its Comparison with Conventional Furrow Irrigation

H. Ebrahimian[1,*], A. Liaghat [1], M. Parsinejad [1], F. Abbasi[2] and M. Navabian[3]

Abstract

Alternate furrow irrigation is one of deficit irrigation methods that is used to increase water use efficiency and can be applied to mitigate water shortage in agricultural lands. The objective of this research is to compare hydraulics of water flow in the alternate and traditional furrow irrigation regimes. Field experiments were conducted for three furrow irrigation regimes, i.e. alternate (AFI), fixed (FFI) and conventional furrow irrigation (CFI) at Experimental Station of University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj in 2010. The comparisons were done based on three irrigation events. The results indicated that advance times did not differ between AFI, FFI and CFI. However recession times for AFI and FFI were smaller than CFI. Cumulative infiltration in AFI and FFI was higher resulted in lower runoff losses compared to CFI. Irrigation application efficiency in three irrigation events for CFI, FFI and AFI were ranged 33.3-56.2, 58.8-71.8 and 60.7-77.0%, respectively. Infiltration in the every-other furrows did not change in following irrigation events because of more lateral water movement, but infiltration was decreased in the traditional furrows. CFI had more soil water than AFI and FFI. Soil water content in AFI was somewhat more than it in FFI. This study also showed that with simple modification in the traditional furrow irrigation, irrigation operation cost and water consumption would be decreased. Furthermore, the performance of irrigation system can be considerably improved.

Key Words: Alternate furrow irrigation, efficiency, infiltration, runoff, water content .

Archive of SID

[1] Dept. of Irrigation and Reclamation Eng., College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, P. O. Box 4111, Karaj 31587-77871, Iran.
[2] Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Karaj, Iran
[3] Dept. of Irrigation Eng., Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran, * Email: ebrahimian@ut.ac.ir

www.SID.ir