شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: تنش کم‌آبی گیاه و روش‌های نگهداری آب در خاک

تأثیر مدیریت‌های مختلف آبیاری جویچه‌ای بر صرفه‌جویی و کارآیی مصرف آب ذرت دانه‌ای در اصفهان

محسن دهقانی[۱*]، محمدرضا نوری امامزاده‌ای[۲]، مهدی قیصری[۳]، علی شاهنظری[۴]

[۱] مربی پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

[۲] دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

[۳] دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

۴ دانشیار گروه مهندسی آب دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

چکیده

مدیریت آبیاری یکی از عوامل بسیار مهم و تأثیرگذار بر روند رشد و نمو گیاه ذرت است. هدف از این پژوهش بررسی چگونگی رشد و نمو گیاه ذرت در مدیریت‌های مختلف آبیاری جویچه‌ای بود. این پژوهش به صورت کرت‌های یک بار خرد شده، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ایستگاه تحقیقاتی کبوترآباد اصفهان انجام شد. عامل اصلی شامل سه سطح رژیم آبیاری سطحی (I_1) (۱۰۰٪)، (I_2) (۸۰٪) و (I_3) (۶۰٪) و عامل فرعی شامل سه روش آبیاری جویچه‌ای مرسوم، یک در میان ثابت و متناوب بود. نتایج نشان داد که تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و نیز نوع روش آبیاری جویچه‌ای بر عملکرد و اجزای عملکرد از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. رژیم آبیاری I_1 در حضور آبیاری جویچه‌ای مرسوم و رژیم I_3 در روش آبیاری یک در میان ثابت به ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر را بر عملکرد و اجزای عملکرد داشتند. کاربرد رژیم‌های آبیاری I_2 و I_3 نسبت به رژیم آبیاری I_1 باعث صرفه جویی در مقدار آب مصرفی به ترتیب برابر ۱۱/۳ و ۲۶/۳ درصد گردید. با تغییر آبیاری جویچه‌ای مرسوم به آبیاری جویچه‌ای یک در میان تا مرحله برداشت ذرت دانه‌ای، ۳۹/۴ درصد در آب کاربردی صرفه‌جویی شد. مقادیر کارآیی مصرف آب آبیاری نیز در آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب ۲۳/۹ افزایش و در روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت ۲/۷ درصد کاهش یافت. به طور کلی با اعمال شرایط کم آبیاری تا ۱۶ درصد در آبیاری جویچه‌ای مرسوم و یا با کاربرد آبیاری جویچه‌ای متناوب، می‌توان ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش کارآیی مصرف آب آبیاری به عملکرد قابل قبول نیز دست یافت.

کلمات کلیدی: عملکرد ذرت، آبیاری یک در میان، رژیم آبیاری، بهره‌وری آب

مقدمه

با توجه به منابع محدود آب در کشور، تلاش برای افزایشراندمان آبیاری و کارآیی مصرف آب موجود در بخش کشاورزی یک ضرورت مبرم و ضروری به نظر می‌رسد. یکی از راهکارهای عملی به منظور کاهش آب کاربردی استفاده از شیوه‌هایی چون کم آبیاری است که بتوان بدون کاهش و یا با کاهش اندکی در تولید، میزان آب کاربردی در بخش کشاورزی را کاهش داد. آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب روشی تعمیم یافته از کم‌آبیاری است که در آن در هر نوبت از آبیاری یک جویچه آبیاری می‌شود و در نوبت بعدی آبیاری، برعکس نوبت قبلی در جویچه دیگر آبیاری انجام می‌گردد. کاربرد صحیح این نوع کم آبیاری برای محصولات زراعی نظیر ذرت که با سیستم آبیاری جویچه‌ای آبیاری می‌گردند، ضمن حفظ عملکرد و تولید قابل قبول و صرفه‌جویی زیاد در آب کاربردی باعث افزایش کارآیی مصرف آب می‌گردد. این مقدار افزایش کارآیی مصرف آب بسته به نوع محصول و شیوه آبیاری توسط پژوهشگران در کشورهای مختلف گزارش شده است. مقدار افزایش کارآیی مصرف آب آبیاری بر روی ذرت توسط Kang و همکاران(۲۰۰۰) حدود ۳۰ درصد، توسط Du و همکاران(۲۰۱۳) معادل ۳۴/۵ درصد و توسط پناهی(۱۳۸۶) برای ذرت دانه ای ۳۵-۳۰ درصد گزارش شده است. در دهه اخیر آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب توسط پژوهش‌گران روی محصولات مختلفی مانند خیار، گوجه، پنبه، ذرت و سویا بررسی شده است Liu و همکاران(۲۰۱۳)؛ Zhang و همکاران(۲۰۱۲).

در پژوهش‌هایی که با این روش روی سویا، خیار، فلفل، گوجه و ذرت صورت گرفته است، میزان آب کاربردی نسبت به روش متداول جویچه‌ای ۲۵ تا ۵۰ درصد کاهش یافت و این در حالی بود که مقدار عملکرد کاهش اندکی نشان داد Cao و همکاران(۲۰۱۰)؛ Shao و همکاران(۲۰۱۰). همچنین Nelson and Al-Kaisi,(2010) مقدار آب صرفه جویی شده با استفاده از آبیاری متناوب جویچه‌ای را نسبت به آبیاری جویچه‌ای متداول ۲۳ درصد برای ذرت گزارش کردند. نتایج پژوهش Du و همکاران(۲۰۱۳) نیز نشان داد که کارآیی مصرف آب بر مبنای تبخیر و تعرق

* ایمیل نویسنده مسئول: mdehqani@gmail.com

و همچنین کارآیی مصرف آب بر مبنای آب آبیاری، با انجام آبیاری یک در میان متناوب نسبت به آبیاری جویچه‌ای مرسوم، به ترتیب ۳۰ و ۳۴/۵ درصد افزایش یافت.

نادری و همکاران(۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) تاثیر ۹ تیمار آبیاری شامل آبیاری کامل(FI)، کم آبیاری تنظیم‌شده (DI)، کم آبیاری ناقص ریشه در حالت متغیر (PRD) و کم آبیاری ناقص ریشه در حالت ثابت (FPRD) در سه سطح ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی را روی عملکرد و کارآیی مصرف مصرف آب ذرت علوفه‌ای بررسی نمودند. نتایج نشان داد بیشترین عملکرد علوفه‌تر (میانگین ۷۵۰۹۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار آبیاری کامل بود. عملکرد کم‌آبیاری ناقص ریشه در حالت متغیر (PRD) و تامین ۸۰ درصد نیاز آبی، ۶۸۸۳۷ کیلوگرم در هکتار بود که تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد با تیمار آبیاری کامل نداشت. بیشترین کارآیی مصرف آب با میانگین ۲/۲۷ کیلوگرم ماده خشک به ازای مصرف یک متر مکعب آب مربوط به تامین ۸۰ درصد نیاز آبی در تیمار PRD متغیر بود.

با وجود اهمیت بررسی تنش رطوبتی بر گیاه ذرت دانه‌ای در روشهای آبیاری جویچه‌ای مرسوم و یک در میان و به منظور استفاده پژوهش‌گران در زمینه های زراعت، فیزیک خاک و به‌ویژه برآورد نیاز آبی گیاه در شرایط مختلف مدیریت آبیاری و از طرفی نیاز به اطلاعات واقعی مزرعه‌ای برای مدل کردن و واسنجی مدلهای حاصله، تا کنون تحقیق جامع و کاملی در مزرعه بر توزیع رطوبت و روند توسعه رشد ذرت دانه‌ای تحت تیمارهای مذکور در شرایط مناطق تحت کشت ذرت در اصفهان صورت نگرفته است. بنابراین در این پژوهش، به بررسی تاثیر اعمال تیمارهای کم‌آبیاری تحت مدیریت‌های مختلف آبیاری جویچه‌ای بر اندام هوایی گیاه ذرت دانه‌ای پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال‌های ۱۳۹۴تا ۱۳۹۶در ایستگاه تحقیقاتی کبوترآباد اصفهان اجرا گردید. این ایستگاه در ۲۵ کیلومتری شرق اصفهان با ارتفاع ۱۵۱۰ متر از سطح دریا، عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی واقع شده و دارای آب‌وهوای گرم و خشک با میانگین بارندگی سالیانه ۱۱۰ میلی‌متر و دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد است.

به منظور انجام این پژوهش زمین مورد نظر در پاییز سال قبل شخم خورده و چند روز قبل از اجرای آن، آماده‌سازی شامل تسطیح و مرزبندی انجام و جویچه‌ها با فواصل موردنظر آماده شدند. قبل ازاجرای تحقیق از لایه‌های خاک تا عمق ۶۰ سانتیمتری با فواصل ۲۰ سانتیمتری نمونه‌برداری و جهت تعیین ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال گردید.

این پژوهش به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اصلی شامل رژیم‌های آبیاری سطحی (۱۰۰٪) I1، (۸۰٪) I2، (۶۰٪) I3 و عامل فرعی شامل سه نوع سیستم آبیاری جویچه‌ای مرسوم، یک در میان ثابت و متناوب بود. در طول اجرای تحقیق و در فواصل بین آبیاری‌ها، رطوبت خاک در عمق‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتیمتری خاک و در فواصل ۱۰ سانتیمتری از وسط جویچه‌ها در سطح افقی با استفاده از دستگاه TDR (مدل Trase6050X1) اندازه‌گیری شد. زمان آبیاری پس از کاهش رطوبت خاک در روزهای بعد از هر آبیاری تا میزان ۵۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک و بر اساس تیمار شاهد (به کمک دستگاه TDR) در نظر گرفته شد عمق آب آبیاری برای محاسبه حجم آب آبیاری تیمار شاهد و اعمال رژیم‌های آبیاری از روابط (۱و ۲) محاسبه شده است.

$$In=\sum((\theta FCi-\theta BLi)\times Di) \quad (۱)$$

$$Ig=In.Ea^{-1} \quad (۲)$$

دراین رابطه In نیاز خالص آبیاری (mm) ، θFCi میزان رطوبت حجمی ظرفیت زراعی برای هر لایه، θBLi میزان رطوبت حجمی خاک قبل از آبیاری برای هر لایه، Di عمق توسعه ریشه (mm) و i شماره هر لایه خاک است. همچنین Ig نیاز ناخالص آبیاری (mm) و Ea راندمان کاربرد آب آبیاری(درصد) می باشد. راندمان آبیاری با انجام آزمایشات نفوذ آب در عمق های خاک و در طول جویچه ها توسط دستگاه رطوبت سنج و پس از هر آبیاری انجام گردیده و سپس محاسبه شده و در آبیاری بعدی اعمال می‌گردید. البته از آبیاری سوم به بعد مقادیر راندمان تقریبا نزدیک به هم بدست آمد. حجم آب آبیاری نیز با احتساب راندمان آبیاری و بر اساس رساندن رطوبت خاک تیمار شاهد به حد ظرفیت زراعی محاسبه و برای رژیم‌های آبیاری در سیستم‌های مرسوم و یک در میان با استفاده از سیفون اعمال گردید. برای هر جویچه دو عدد سیفون در نظر گرفته شده و سیفون‌ها در عمق مناسب نصب و کالیبره شدند. در زمان آبیاری با استفاده از کورنومتر و با ثابت نگه‌داشتن ارتفاع آب در کانال و سرریز اضافی آن به جوی دیگر، حجم آب آبیاری وارد هر جویچه گردیده و آبیاری تکمیل شد.

در این پژوهش برای هر کرت آزمایشی، شش ردیف کشت با طول ۶۰ متر در نظر گرفته شد. رقم مورد استفاده، سینگل کراس ۷۰۴ بود که از ارقام رایج و غالب در کشور است. فواصل ردیف‌ها طبق توصیه بخش تحقیقات نهال و بذر استان اصفهان ۷۵ سانتیمتر و فاصله بوته‌ها روی هر ردیف

۲۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. مقادیر مناسب کودهای مورد نیاز بر اساس آزمون خاک و طبق توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب محاسبه و اعمال گردید. کودهای سوپر فسفات تریپل(۷۵ کیلوگرم در هکتار) و سولفات پتاسیم(۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به همراه یک سوم کود اوره(۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) در هنگام کاشت و بقیه کود اوره در دو نوبت به‌صورت سرک داده شد. تاریخ کاشت نیمه دوم خرداد ماه و زمان برداشت ذرت دانه‌ای نیمه دوم مهرماه بود. از ابتدای کاشت تا استقرار گیاهچه‌ها یعنی مرحله ۴ برگی، تیمارها به طور یکسان آبیاری شده و پس از استقرار گیاهچه‌ها تیمارهای رژیم آبیاری اعمال گردید. در طول فصل زراعی یادداشت‌برداری‌های لازم انجام گردیده و سپس در زمان برداشت و در انتهای فصل عملکرد و اجزای عملکرد برای هر تیمار محاسبه گردید. به همین منظور از دو ردیف وسط هر تیمار با حذف دو متر از ابتدا و انتهای جویچه‌ها تعداد ۲۰ بوته انتخاب شد و پارامترهای وزن بلال، وزن دانه بلال، وزن هزاردانه، طول بلال،قطر بلال، تعداد ردیف دانه، سطح برگ، شاخص سطح برگ، پروتئین دانه، عملکرد، آب کاربردی و کارآیی مصرف آب آبیاری محاسبه گردید. کارآیی مصرف آب آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب) با استفاده از عملکرد و حجم آب مصرفی در هر تیمار، از رابطه (۳) به دست می‌آید.

$$W.U.E=Y.I^{-1} \quad (۳)$$

W.U.E ، کارآیی مصرف آب آبیاری (kg.m-3)، Y مقدارمحصول (kg.ha-1) و I حجم خالص آبیاری(m3) است.

نتایج و بحث

مقدار آب مصرفی گیاه ذرت در تیمارهای مختلف در جدول(۱) ارائه شده است. کل آب مصرفی در آبیاری جویچه‌ای مرسوم تا مرحله برداشت علوفه و دانه به ترتیب برابر ۱۱۹۹۰ و ۱۲۷۵۰ متر مکعب در هکتار اندازه‌گیری شد. همچنین با تغییر آبیاری جویچه‌ای مرسوم به یک در میان ثابت و یا متناوب تا مرحله برداشت علوفه ۳۹/۱۲ درصد و تا مرحله برداشت دانه ۴۳/۷ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی شد.

جدول ۱- مقدار آب مصرفی در تیمارهای آبیاری جویچه ای مرسوم، یک در میان ثابت و متناوب

عامل آزمایشی		عمق آب مصرفی ($m^3.ha^{-1}$)		میزان کاهش مصرف آب در مقایسه با آبیاری کامل(٪)	
روش آبیاری	رژیم آبیاری	برداشت علوفه	برداشت دانه	برداشت علوفه	برداشت دانه
مرسوم	I_1	۱۱۷۹۰	۱۲۷۵۰	-	-
	I_2	۹۹۵۱	۱۰۷۱۹	۱۵/۵۹	۱۵/۹۳
	I_3	۸۱۱۲	۸۶۸۸	۳۱/۱۹	۳۱/۸۶
یک در میان ثابت و متناوب	I_1	۶۶۹۷	۷۱۷۷	۳۹/۱۲	۴۳/۷۰
	I_2	۶۲۷۳	۶۶۵۷	۴۳/۵۳	۴۷/۷۹
	I_3	۵۳۵۳	۶۵۴۱	۴۴/۵۲	۴۸/۶۹

جداول ۲ و ۳ میانگین نتایج اثر رژیم آبیاری بر صفات وزن بلال، وزن دانه بلال، وزن هزاردانه، طول بلال،قطر بلال، تعداد ردیف دانه، سطح برگ، شاخص سطح برگ، پروتئین دانه، عملکرد، آب کاربردی و کارآیی مصرف آب آبیاری در ذرت دانه ای را نشان می دهد. بیشترین مقدار صفات مورد نظر به جز پروتئین دانه در تیمار رژیم آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی به دست آمد. کمترین مقدار صفات مورد نظر نیز در تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی حاصل گردید. این اختلاف ناشی از تاثیر مقدار آب کاربردی و رطوبت در دسترس ریشه برای تامین آب و مواد غذایی به منظور فعالیت‌های فتوسنتز و متابولیسم گیاه و تولید محصول می باشد. کاربرد رژیم‌های آبیاری I2 و I3 نسبت به رژیم آبیاری I1 باعث صرفه جویی در مقدار آب مصرفی به ترتیب برابر ۱۱/۳ و ۲۶/۳ درصد گردید. این مقدار کاهش در مصرف آب باعث کاهش وزن بلال به ترتیب برابر ۱۹/۲ و ۵۰/۱ درصد، شاخص سطح برگ ۱۵/۱ و ۳۳/۳ ، عملکرد ۲۱/۹ و ۵۶/۲ درصد، طول بلال ۷/۳، ۱۵/۷، تعداد ردیف ۲ و ۴ درصد، وزن دانه بلال ۲۱/۵ و ۵۶/۱ درصد، وزن هزاردانه ۰/۱ ، ۷/۵ و کارایی مصرف آب برابر ۱۳/۷ و ۴۲/۱ درصد گردید. مقدار کاهش در مصرف آب در تیمارهای مدیریت آبیاری متناوب نسبت به آبیاری مرسوم باعث افزایش یک درصد در قطر بلال و کاهش ۱/۹ درصد پروتئین دانه گردید. همچنین کاهش در مصرف آب در تیمارهای مدیریت آبیاری یک در میان ثابت نسبت به آبیاری مرسوم باعث کاهش ۶/۳ درصد در قطر بلال و افزایش ۱/۲ درصد پروتئین دانه گردید.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای تحت تاثیر تیمارهای مختلف رژیم‌های آبیاری جویچه‌ای بر اساس آزمون LSD

عامل آزمایشی	پارامترهای اندازه گیری						
رژیم آبیاری	وزن بلال (gr)	وزن دانه بلال(gr)	وزن هزاردانه (gr)	طول بلال(mm)	تعداد ردیف	قطر بلال (mm)
I1	۱۴۶a	۱۲۴/۳a	۲۹۴/۲a	۱۶۵a	۱۴/۹a	۴۶/۱a
I2	۱۱۸b	۹۷/۵b	۲۹۴/۶a	۱۵۳b	۱۴/۶ab	۴۴/۹a
I3	۷۳c	۵۴/۷c	۲۷۲/۳b	۱۳۹c	۱۴/۳b	۴۳/۲b

درهرمرحله میانگین های با حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای تحت تاثیر تیمارهای مختلف رژیم‌های آبیاری جویچه‌ای بر اساس آزمون LSD

عامل آزمایشی	پارامترهای اندازه گیری						
رژیم آبیاری	سطح برگ (cm2)	شاخص سطح برگ (cm2.cm-2)	پروتئین دانه (%)	عملکرد (kg.ha -1)	آب کاربردی (m3.ha -1)	کارآیی مصرف آبیاری(خشک) (kg.m-3)
I1	۴۸۱۰/۶a	۳/۳a	۱۰/۸۴a	۸۳۲۴/۳a	۹۰۳۵a	۰/۹۵a
I2	۴۰۵۵/۴b	۲/۸b	۱۰/۶۳a	۶۵۰۳/۶b	۸۰۱۱b	۰/۸۲b
I3	۳۲۷۴/c	۲/۲c	۱۰/۹۸a	۳۶۴۴/۶c	۶۶۵۷c	۰/۵۵c

درهرمرحله میانگین های با حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

جداول ۴ و ۵ میانگین نتایج اثر مدیریت آبیاری بر صفات وزن بلال، وزن دانه بلال، وزن هزاردانه، طول بلال،قطر بلال، تعداد ردیف دانه، سطح برگ، شاخص سطح برگ، پروتئین دانه، عملکرد، آب کاربردی و کارآیی مصرف آب آبیاری در ذرت دانه‌ای را نشان می دهد. بیشترین مقدار صفات اندازه‌گیری شده به جز پروتئین دانه در تیمار مدیریت آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی به دست آمد. کمترین مقدار صفات مورد نظر نیز در تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی حاصل گردید. روش‌های آبیاری جویچه‌ای مرسوم و یک در میان متناوب و ثابت نیز به ترتیب بیشترین و کمترین تاثیر را بر روی صفات اندازه‌گیری شده داشتند و از نظر آماری باعث اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد گردیدند.

کاربرد مدیریت‌های آبیاری متناوب و یک در میان ثابت باعث ۳۹/۴ درصد صرفه جویی در مقدار آب مصرفی گردید. این مقدار کاهش در مصرف آب باعث کاهش وزن بلال به ترتیب برابر ۱۹/۴ و ۳۷/۴ درصد، شاخص سطح برگ ۳/۹ و ۵۲/۶ ، عملکرد ۲۱/۳ و ۴۰/۹ درصد، طول بلال ۵/۵، ۱۲/۳، تعداد ردیف صفر و ۶ درصد، وزن دانه بلال ۲۱/۳ و ۵۹/۱ درصد، وزن هزاردانه صفر ، ۴/۳ و قطر بلال برابر ۲/۸ و ۵/۹ درصد نسبت به آبیاری جویچه‌ای مرسوم گردید. مقدار کاهش در مصرف آب در تیمارهای مدیریت آبیاری متناوب و یک در میان ثابت نسبت به آبیاری مرسوم باعث افزایش ۳/۶ و ۵/۸ درصد پروتئین دانه گردید. همچنین کارایی مصرف آب آبیاری در تیمار مدیریت آبیاری متناوب و یک در میان ثابت نسبت به آبیاری مرسوم به ترتیب ۲۳/۹ درصد افزایش و ۲/۷ درصد کاهش نشان داد.

روش آبیاری یک در میان متناوب جویچه‌ای نسبت به روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت به علت تر و خشک شدن متوالی محیط ریشه‌ها باعث جذب آب از قسمت مرطوب و تحریک روزنه ها برای بسته شدن از طریق آنزیم آبسسیک اسید از قسمت خشک ریشه‌ها می‌گردد. به این ترتیب تولید ماده خشک گیاه کمتر دچار اختلال گردیده و مقدار کاهش عملکرد به کمترین مقدار ممکن می رسد. مشابه این نتایج در پژوهش Sepaskhah and Ahmadi (2010) گزارش شده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت علوفه ای تحت تاثیر تیمارهای مدیریت آبیاری جویچه‌ای بر اساس آزمون LSD

عامل آزمایشی	پارامترهای اندازه گیری					
مدیریت آبیاری	وزن بلال (gr)	وزن دانه بلال(gr)	وزن هزاردانه (gr)	طول بلال(mm)	تعداد ردیف	قطر بلال (mm)

مرسوم	۱۳۹a	۱۱۶/۵a	۲۹۴/۲a	۱۶۲a	۱۴/۹a	۴۵/۹a
متناوب	۱۱۲b	۹۱/۷b	۲۹۲/۲a	۱۵۳b	۱۴/۹a	۴۴/۶b
یک در میان ثابت	۸۷c	۶۸/۹c	۲۸۱/۵b	۱۴۲c	۱۴/۰b	۴۳/۲c

درهرمرحله میانگین های با حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت علوفه ای تحت تاثیر تیمارهای مختلف مدیریت آبیاری جویچه‌ای بر اساس آزمون LSD

عامل آزمایشی	پارامترهای اندازه گیری					
مدیریت آبیاری	سطح برگ (cm2)	شاخص سطح برگ (cm2.cm-2)	پروتئین دانه (%)	عملکرد (kg.ha -1)	آب کاربردی (m3.ha -1)	کارآیی مصرف آبیاری(خشک) (kg.m-3)
مرسوم	۴۹۷۵/۱a	۳/۲a	۱۰/۳۵b	۷۷۶۸/۸a	۱۰۷۲۰a	۰/۷۲b
یک در میان متناوب	۴۸۰۸/۴b	۳/۲a	۱۰/۷۴ab	۶۱۱۱/۱b	۶۴۹۲b	۰/۹۴a
یک در میان ثابت	۲۳۵۶/۸c	۱/۶b	۱۰/۹۸a	۴۵۹۲/۶c	۶۴۹۲b	۰/۷۰b

درهرمرحله میانگین های با حروف مشابه در هر ستون، اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد اگرچه اعمال تنش رطوبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت از نظر آماری در سطح یک درصد اثر معنی دار بوده و با اعمال تنش رطوبتی صفات مذکور در هر سه روش آبیاری جویچه‌ای کاهش می‌یابد؛ ولی می‌توان اذعان داشت که آبیاری جویچه-ای متناوب و یا آبیاری جویچه‌ای مرسوم با اعمال تنش ملایم (کم آبیاری تا حد ۲۰ درصد) ضمن صرفه جویی در مصرف آب و با توسعه یک سیستم مناسب ریشه و گسترش ریشه‌های ثانویه؛ امکان استفاده بهتر از شرایط محیطی و رطوبت موجود در خاک را فراهم می‌سازد. با تغییر آبیاری جویچه‌ای مرسوم به آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب تا مرحله برداشت ذرت علوفه‌ای، ۳۹/۱۲ درصد در آب کاربردی صرفه‌جویی شد و مقادیر کارآیی مصرف آب آبیاری نیز ۲۳/۹ درصد در آبیاری جویچه‌ای متناوب افزایش یافت. لذا آبیاری جویچه‌ای متناوب به عنوان مهمترین تکنیک کم‌آبیاری در شرایط کمبود منابع آب و یا آبیاری جویچه‌ای مرسوم با اعمال تنش ملایم (کم آبیاری تا حد ۲۰ درصد) می‌تواند به عنوان گزینه‌ای مناسب برای کشت ذرت علوفه‌ای در مزارع کشاورزان و کشت و صنعت‌های کشاورزی قابل توصیه باشد.

منابع

پناهی، م. ۱۳۸۶. تأثیر روش‌های آبیاری فارو و مقادیر آب آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت. گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات خاک و آب شماره ۸۵/۱۳۵۰.

نادری، ن.، فضل اولی، ر.، ضیاء تباراحمدی، م.خ.، شاهنظری، ع. و خاوری خراسانی، س. ۱۳۹۴. بررسی روشهای مختلف کم آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت علوفه ای. نشریه آبیاری و زهکشی ایران. ۳ (۹) ، ۵۳۱-۵۲۳.

نادری، ن.، فضل اولی، ر.، ضیاء تباراحمدی، م.خ.، شاهنظری، ع. و خاوری خراسانی، س. ۱۳۹۵. بررسی اثر کم آبیاری تنظیم شده و کم آبیاری ناقص ریشه بر پارامترهای فیزیولوژیکی و فتوسنتزی ذرت علوفه ای. نشریه علوم آب و خاک(علوم و صنایع کشاورزی). ۳ (۲)، ۴۴۲-۴۳۲.

Cao, Q., Wang, S.Z., Gao, L.H., Ren, H.Z., Chen, Q.Y., Zhao, J.W., Wang, Q., Sui, X.L., Zhang, Z.X. (2010). Effect of alternative furrow irrigation on growth and water us of cucumber in solar greenhouse. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 29(1):47–53. (In Chinese with English abstract)

Du TS, Kang SZ, Yan BY, Zhang JH. (2013). Alternate furrow irrigation: a practical way to improve grape quality and water use efficiency in arid Northwest China. Journal of Integrative Agriculture, 12, 509–519.

Kang, S., Liang, Z., Pan, Y., Shi, P., and Zhang, J. (2000). Alternate furrow irrigation for maize production in an arid area. Agric. Water manage. Vol. 45: 267-274.

Liu, S, Yang, J.Y., Zhang, X.Y., Drury, C.F., Reynolds, W.D. and Hoogenboom, G. 2013. Modelling crop yield, soil water content and soil temperature for a Soybean–maize rotation under conventional and conservation tillage Systems in Northeast China. Agricultural Water Management, 23: 32– 44.

Nelson, D.J. and Al-Kaisi, M.M. (2011). Agronomic and economic evaluation of various furrow irrigation strategies for corn production under limited water supply. Journal of soil and water conservation, vol. 66(2):114-121.

Sepaskhah, A.R., Ahmadi, S.H. (2010). A review on partial root-zone drying irrigation. Int.J. Plant Prod. 4(4): 241-258.

Shao, G.C., Liu, N., Zhang, Z.Y., Yu, S.E.N., Chen, C.R. (2010). Growth, yield and water use efficiency response of greenhouse-grown hot pepper under Time-Space deficit irrigation. Sci. Hort. 126: 172–179.

Zhang, L., Gaoa, L., Zhanga, L., Wangb, S., Suia, X., and Zhanga, Z. (2012). Alternate furrow irrigation and nitrogen level effects on migration of water and Nitrate-nitrogen in soil and root growth of cucumber in solar-greenhouse. Scientia Horticulturae, 138: 43–49.

Topic for submission: Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation

Effect of Different Irrigation Management on Consumption and Water Use Efficiency of Maize in Isfahan

Mohsen Dehqani *[1], Mohammadreza Noori emamzadei [2], Mahdi Gheisari [3], Ali Shahnazari [4]

[1] Trainer, Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran.

[2] Associate Professor, Department of Irrigation Engineering, College of Agriculture, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran.

[3] Associate Professor, Department of Irrigation Engineering, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

[4] - Associate Professor, Department of Irrigation Engineering, College of Agronomy science, Sari Agriculture Science and Natural Resource University ,Sari, Iran.

.

Abstract

Irrigation management is one of the most important factors affecting the growth and development of maize. The purpose of this study is to investigate the impact of different furrow irrigation management on growth of maize. This research was carried out as split plot in a randomized complete block design at Kabootarabad Research Station in Isfahan Province. The main factor includes of 3 levels of surface irrigation regime I1 (100%) ،I2 (80%), I3 (60%) and the sub-factor includes conventional, alternative and constant irrigation methods. Our findings showed that the effect of irrigation regimes and type of irrigation method on maize and yield components in the 1% level was statistically significant. The highest amount of aerial parts for each of the 3 irrigation regimes related to I1 regime and furrow irrigation, and the lowest related to I3 regime in the other furrow as constant irrigation. The application of I2 and I3 irrigation regimes compared to irrigation regime I1 resulted in savings of 11.3% and 26.3%, respectively. Changing the conventional furrow irrigation to constant or alternate furrow irrigation until the harvesting stage led to 39.4% save water consumption and 37% water use efficiency has increased in alternative furrow irrigation but decreased 2.7% in furrow constant irrigation. The achievement of deficit irrigation rate up to 20% in conventional furrow irrigation or alternative furrow irrigation is gain by saving water consumption and increasing the irrigation water use efficiency to a suitable yield.

Keywords: Corn yield, alternative furrow irrigation, Irrigation regime, Water productivity.