مقایسه اثر آبیاری شیاری و قطره‌ای با پساب توأم با اعمال کم‌آبیاری بر شاخص‌های عملکردی و کارآیی مصرف آب ذرت

محمد عامریان، سیدابراهیم هاشمی گرمدره*، عذرا کرمی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۶)

چکیده

امروزه یکی از چالش‌های بزرگ جهان کمبود آب، به‌خصوص در بخش کشاورزی است. این پژوهش به بررسی اثر همزمان نوع آبیاری و کم‌آبیاری با استفاده از پساب تصفیه شده شهری، بر زیست‌توده، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و کارآیی مصرف آب در ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ می‌پردازد. این تحقیق در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با دو نوع آبیاری (آبیاری شیاری (F) و قطره‌ای(T)) و سه تیمار کم‌آبیاری ۱۰۰ (D_1)، ۷۵ (D_2) و ۵۵ (D_3) درصد نیاز آبی و در سه تکرار در سال ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران در شهرستان پاکدشت اجرا شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد زیست‌توده گیاهی برابر ۲/۴۲۶ کیلوگرم در متر مربع برای تیمار آبیاری قطره‌ای کامل به‌دست آمد و بین تیمارهای D_1 و D_2 اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. بیشترین عملکرد دانه ۱/۲۴۰ کیلوگرم در متر مربع برای تیمار آبیاری قطره‌ای کامل مشاهده شد. بیشترین کارآیی مصرف آب زیست‌توده برای تیمار ۷۵ درصد آبیاری قطره‌ای و برابر با ۵/۳ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی به‌دست آمد. بنابراین سیستم آبیاری قطره‌ای با ۷۵ درصد نیاز آبی سیستم بهینه است و استفاده از آن توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آب‌های نامتعارف، روش آبیاری، عملکرد دانه، کارآیی مصرف آب

۱. گروه آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: sehashemi@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کمبود آب در بسیاری از کشورهای جهان به‌عنوان یکی از فاکتورهای تأثیرگذار در کشاورزی پایدار شناخته می‌شود (۱۶). استفاده از پساب به‌منظور آبیاری کشاورزی، راه حلی برای کاهش تقاضای آب تازه جهت آبیاری و همچنین جلوگیری از آلودگی منابع آبی است. توجه به تصفیه فاضلاب‌ها، عملیات کشاورزی با پساب، کیفیت آب استفاده شده از مسائل ضروری در استفاده از پساب هستند (۱۱). امروزه با توجه به محدودیت منابع آب، استفاده از پساب در بخش کشاورزی اجتناب‌ناپذیر است. پساب‌ها، منابع آب، آبیاری هستند که نیازمند مدیریت خاصی برای استفاده از آنها است. درصورت بکارگیری روش‌های مناسب آبیاری با پساب، گام مهمی برای حل مشکلات بهداشتی، آلودگی و بحران آب برداشته خواهد شد (۷). کاربرد پساب کرمان در سیستم آبیاری قطره‌ای منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد، کارایی مصرف آب، وزن هزاردانه و تعداد دانه در ردیف بلال نسبت به سیستم آبیاری شیاری و همچنین موجب کاهش آلودگی زیست‌محیطی ناشی از عناصر آهن، کلسیم، کادمیوم و روی موجود در آب شده است (۲). سلیمانی و همکاران (۱۳) اثرات استفاده از پساب تصفیه شده شهری بر مهم‌ترین شاخص‌های فیزیولوژیکی مؤثر بر رشد گیاه ذرت را مورد بررسی قرار دادند طبق مطالعات آنها از نظر ماده خشک اختلاف معنی‌داری بین تیمار آبیاری قطره‌ای سطحی و آبیاری جویچه‌ای مشاهده نشد اما تیمار آبیاری زیرسطحی در عمق ۳۰ سانتی‌متر با توجه به نزدیکی منبع آب و مواد غذایی به منطقه ریشه در مقایسه با سایر تیمارها توانست به‌طور مؤثرتری آب و مواد غذایی را جذب کند و ماده خشک بیشتری نسبت به سایر تیمارها تولید کند. اثر پساب (فاضلاب تصفیه شده شاهین شهر) در دو نوع سیستم آبیاری سطحی و بارانی بر عملکرد چغندرقند، ذرت و آفتابگردان بررسی شد، و نتایج نشان داد تفاوت عملکرد چغندرقند، ذرت و آفتابگردان از نظر آماری در دو سیستم آبیاری اعمال شده معنی‌دار نبود ولی با این حال پساب به‌دلیل غنی بودن می‌تواند به‌عنوان یک منبع آب برای آبیاری استفاده شود (۸). عالی نژادیان و ملکی (۱) در تحقیقی که با هدف بررسی تأثیر آبیاری با پساب شهری شهرکرد بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت انجام دادند نشان دادند که در مرحلهٔ نهایی رشد ذرت بیشترین عملکرد مادهٔ خشک، بیوماس، دانه و کارآیی مصرف آب در تیمار آبیاری کامل با پساب شهری به‌دست آمد. یکی دیگر از روش‌هایی که می‌تواند کارآیی مصرف آب را بهبود دهد عملیات کم‌آبیاری و در کنار آن بهبود روش آبیاری و برنامه‌ریزی آبیاری است که منجر به بالا رفتن عملکرد و درنتیجه افزایش کارآیی آب می‌شود و نقش مهمی در حفظ امنیت غذایی دارد (۳). حیدری و همکاران (۵) با بررسی چهار سطح تنش از نرمال تا خشکی شدید (آبیاری پس از ۵۰، ۹۰، ۱۳۰، ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشت تبخیر) دریافتند که عملکرد بیولوژیک ذرت همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشته است و افزایش تنش آبی، موجب کاهش معنی‌دار در صفات عملکردی می‌شود. شیری و چوکان (۱۲) در ارزیابی تحمل هیبریدهای مختلف ذرت به تنش خشکی گزارش کردند هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در هر دو شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی عملکرد بالایی نسبت به میانگین داشت و حساسیت به خشکی پایین را دارا بود. تاماتسیدیس و همکاران (۱۴) در بررسی‌های خود نشان دادند، آبیاری گیاهان ذرت و شبدر در یونان زمانی که با پساب و همراه با کود باشد به‌طور مؤثری باعث افزایش عملکرد ذرت و شبدر می‌شود. البته لازم به ذکر است که تفاوت معنی‌داری بین عملکردهای با تیمارهای آبیاری با آب چاه همراه کود دیده نشد. در مطالعات انجام شده مشخص شد اعمال تنش رطوبتی به میزان ۷۵ و ۵۵ درصد نیاز آبی در حالت کم‌آبیاری معمولی سبب کاهش میزان محصول و عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت می‌شود اما این کاهش محصول در حالت کم‌آبیاری در روش آبیاری ناقص ریشه کمتر است (۶). قبادی و همکاران (۴) بیان کردند که با افزایش تنش آبی به مقدار ۶۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی، تعداد دانه در هر بلال کاهش می‌یابد و تنش رطوبتی موجب کاهش معنی‌دار وزن صد دانه شد، همچنین

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین و کمترین وزن صد دانه به‌ترتیب مربوط به سطوح آبیاری مطلوب و تنش شدید رطوبتی بود. با توجه به کمبود منابع آبی و لزوم استفاده بهینه از پساب‌های تصفیه شده، این تحقیق با هدف بررسی استفاده از پساب تصفیه شده و بررسی تأثیر روش آبیاری و اعمال همزمان کم‌آبیاری بر پارامترهای عملکردی ذرت دانه‌ای، در محل پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران در تابستان سال ۱۳۹۶ انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف استفاده بهینه از منابع آب به‌خصوص آب‌های نامتعارف و همچنین انتخاب روش مناسب آبیاری در تابستان سال ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران واقع در شهرستان پاکدشت (طول جغرافیایی ۵۱ درجه۴۰ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۰۲۷متر) روی گیاه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ انجام شد. طرح آزمایشات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با دو تیمار نوع آبیاری، شامل آبیاری شیاری (F) و آبیاری قطره‌ای (T) در سه تیمار مقدار نیاز آبیاری، شامل تأمین ۱۰۰ درصد نیاز خالص آبی (D_1)، ۷۵ درصد نیاز خالص آبی (D_2) و ۵۵ درصد نیاز خالص آبی (D_3) در سه تکرار اجرا شد. مقدار نیاز آبی با توجه به داده‌های هواشناسی ایستگاه هواشناسی موجود در مزرعه و با استفاده از فرمول پنمن- مونتیث اصلاح شده توسط فائو و اعمال ضریب گیاهی ارائه شده توسط فائو در طول دوره رشد محاسبه شد. برای آبیاری مزرعه از پساب تصفیه شده استفاده شد. پساب مورد استفاده در این تحقیق از کانال پساب تصفیه شده تصفیه‌خانه جنوب تهران که از داخل پردیس ابوریحان می‌گذرد تأمین شد، همچنین برخی از خصوصیات شیمیایی پساب مورد آنالیز قرار گرفت (جدول ۱). ابعاد هر کرت ۳×۳ متر شامل سه ردیف کشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود که گیاهان در هر ردیف با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار داشتند. فاصله کرت‌ها از یکدیگر نیم متر و فاصله بلوک یک متر درنظر گرفته شد. به‌منظور اطمینان از سبز شدن گیاهان، در ابتدا تعداد ۳ تا ۴ بذر ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در عمق ۵ سانتی‌متری هر چاله کشت شد و در مرحله ۶ تا ۸ برگی به‌جز یک بوته، بوته‌های اضافی تنک شدند. تراکم کشت برابر با ۷ بوته در متر مربع بود. در طول دوره مطالعه، مبارزه با علف‌های هرز در چند نوبت و به‌صورت دستی انجام شد. کوددهی بر اساس تجزیه شیمیایی خاک تعیین شد، طبق نتایج تنها به کود نیتروژن نیاز بود که به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، در مرحله ۷-۸ برگی و گلدهی به‌صورت سرک به خاک اضافه شد (جدول ۲).

به‌مدت یک ماه، تمامی کرت‌ها با دور آبیاری ثابت ۴ روز و بدون اعمال تیمارها آبیاری شدند و پس از مرحلهٔ ۷-۸ برگی اعمال تیمارها انجام شد. دور آبیاری برای سیستم آبیاری قطره‌ای به‌صورت دو روزه و برای سیستم آبیاری شیاری به‌صورت چهار روز یک‌بار درنظر گرفته شد. سیستم آبیاری قطره‌ای به‌صورت تیپ استفاده شد، فاصله قطره‌چکان‌ها در نوار تیپ برابر با ۲۰ سانتی‌متر و دبی ۲ لیتر بر ساعت بود. در وسط هر جوی یک نوار تیپ قرار گرفت و تمامی کرت به‌صورت کاملاً یکنواخت آبیاری می‌شد. برای آبیاری شیاری نیز آبیاری توسط لوله‌های ابتدای هر کرت انجام می‌گرفت. حجم آب ورودی به هر کرت در هر دو روش آبیاری توسط کنتور حجمی تعبیه شده در ابتدای شیار اندازه‌گیری می‌شد و با توجه به تیمارهای کم‌آبیاری، حجم مورد نظر در اختیار گیاه قرار می‌گرفت. برداشت نهایی به هنگام رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌های ذرت، که با تشکیل لایه سیاه در قاعده هر دانه مشخص شد انجام گرفت. در زمان رسیدگی کامل گیاه و پس از گذشت ۱۲۰ روز از کشت با رعایت اثر حاشیه از پشته وسط هر کرت تعداد ۳ نمونه برداشت شد و پارامترهای عملکردی اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک برگ، ساقه، بلال و گل آذین، بوته‌های برداشت شده تفکیک و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشکانده شدند و صفات بیوماس، عملکرد دانه، اجزای عملکرد (قطر بلال، ارتفاع بلال،

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. مشخصات شیمیایی پساب به‌همراه حد استاندارد استفاده

معیار اندازه‌گیری شده	پساب	حد استاندارد استفاده در کشاورزی[1]
BOD (mg/L)	۳۲/۶	۱۰۰
COD (mg/L)	۵۴/۸	۲۰۰
TDS (mg/L)	۶۴۰	–
EC (dS/m)	۱/۰۰	۲/۹۷
pH	۷/۶	۶–۸/۵
نیتروژن نیتراتی (mg/L)	۳۵/۷۵	۵۰
نیتروژن نیتریتی (mg/L)	۱/۳۸	–
بی‌کربنات (meq/L)	۵/۸	–
کلسیم و منیزیم (meq/L)	۲/۶	۱۰۰
پتاسیم (meq/L)	۱۳/۸۳	–
سدیم (meq/L)	۱۹۱/۷۱	–

۱- برگرفته از سازمان محیط زیست ایران (۱۵)

جدول ۲. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

عمق	رس درصد	سیلت درصد	شن درصد	بافت خاک	مواد آلی درصد	EC (dS/m)	pH	نیتروژن درصد	کربنات (meq/l)	بی‌کربنات (meq/l)	کلسیم و منیزیم (meq/l)
۲۰-۰	۱۷	۵۰	۳۳	سیلت لوم	۰./۰۷	۱/۴	۶/۵	۰/۱۱	۱۴	۰/۶	۵۰
۴۰-۲۰	۱۷	۵۰	۳۳	سیلت لوم	۰/۲۸	۱	۶/۵	۰/۱۴	۰	۲/۶	۵۸
۶۰-۴۰	۱۵	۴۲	۴۳	لوم	۰/۱۹	۱/۳	۶/۵	۰/۱۲	۰	۱/۸	۳۱/۶

وزن کل بلال) و ارتفاع بوته اندازه‌گیری شد. با توجه به حجم آبی که در اختیار گیاه قرار گرفت کارآیی مصرف آب در تیمارهای مختلف نیز محاسبه شد. برای محاسبه کارآیی مصرف آب از رابطه (۱) استفاده شد:

$$IWUE = \frac{Y}{I} \quad (۱)$$

که در این رابطه Y عملکرد دانه (kg/m^2)، I حجم آب آبیاری (m^3/m^2) و IWUE کارآیی مصرف آب (kg/m^3) است. تمامی آنالیزها در این مطالعه توسط نرم‌افزار SAS ورژن شماره 9.2 انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول (۳) ارائه شده است. مطابق نتایج به‌دست آمده، تأثیر نوع سیستم آبیاری روی ارتفاع بوته در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است ولی تأثیر سطوح مختلف آبیاری و اثر متقابل آنها روی ارتفاع گیاه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تیمارهای نوع آب و کم‌آبیاری بر شاخص‌های عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع (cm)	بیوماس ($gr\ m^{-2}$)	وزن بلال ($gr\ m^{-2}$)	قطر بلال (cm)	عملکرد دانه ($gr\ m^{-2}$)	طول بلال (cm)	کارآیی مصرف آب ($kg\ m^{-3}$)
تکرار	۲	۸۴/۶۶ ns	۶۰۴۷۰/۸۱ns	۲۴۵۰۸/ ۴۴ ns	۰/۱۸ ns	۴۹۸۲/۰۸ ns	۱/۵۲ ns	۰./۱۵ ns
روش آبیاری	۱	۸۸۸*	۴۷۲۲۵۲/۶۹ns	۲۷۸۹۸/ ۲۱ ns	۱/۱۷*	۳۲۸۱۰۸/۸۶ ns	۰/۳۷ ns	۱/ ۳۴ ns
خطا	۲	۳۲/۶۶	۳۲۸۰۷۴/۹۸	۹۶۳۶۷/۲۵	۰/۰۵۵	۷۷۵۶۱/۵۶	۷/۴۲	۱/۰۵
کم‌آبیاری	۲	۲۰۶۴/۶۶ ns	۲۳۲۴۴۷۷/۶۴**	۷۲۸۸۲۸/۵۹**	۰/۶۰ ns	۴۳۶۸۲۶/۴۰**	۲۷/۶۴**	۳/۳۳*
کم‌آبیاری× روش آبیاری	۲	۳۰۸/ ۶۶ ns	۸۲۸۹۳۹/۷۰*	۱۹۶۷۷۶/۵۰ ns	۰/۱۰ ns	۲۲۶۱۰۶/۷۴*	۱۲/۶۳*	۲/۳۸*
خطای کل	۸	۵۹۹/۰۸	۱۳۰۵۴۴۹/۹۳	۴۰۸۳۶۵/۵۷	۱/۸۲	۳۷۱۲۸۷/۶۷	۱۵/۴۸	۳/۶۰

ns: فاقد اختلاف معنی‌دار، *: اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد، **: اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات تیمارهای مختلف نوع آبیاری و سطوح مختلف آبیاری

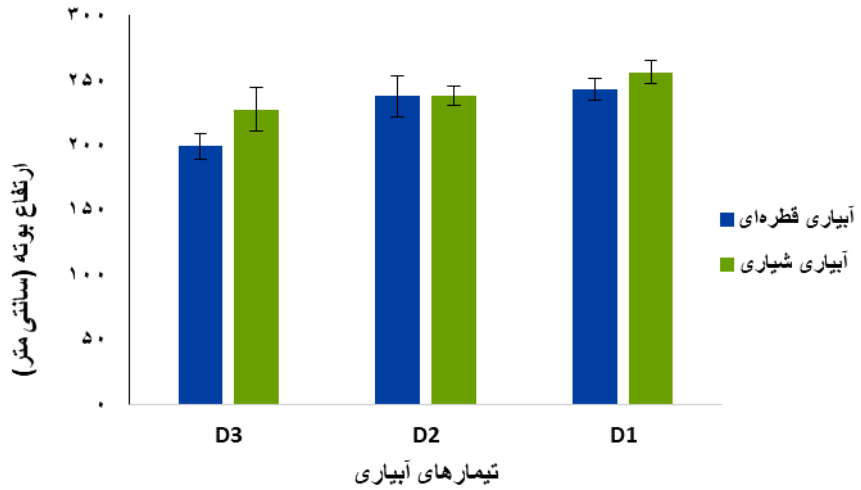
تیمار	ارتفاع (cm)	بیوماس ($gr\ m^{-2}$)	وزن بلال ($gr\ m^{-2}$)	قطر بلال (cm)	عملکرد دانه ($gr\ m^{-2}$)	طول بلال (cm)	کارآیی مصرف آب ($kg\ m^{-3}$)
F	۲۴۱ a	۲۱۰۲/۹a	۱۳۶۶/۴ a	۴/۶۱ b	۹۷۰/ ۷ a	۲۰/۸۴ a	۳/۷۹ a
T	۲۲۷ b	۲۴۲۶/۸ a	۱۴۴۵/ ۱ a	۵/ ۱۲ a	۱۲۴۰/۶۹ a	۲۰/۵۵ a	۴/۳۳ a
D_1	۲۵۰a	۲۷۰۱a	۱۶۵۹/۶a	۵/۱۶a	۱۲۸۸/۲a	۲۲/۲۵a	۴/۲۳a
D_2	۲۳۸/۳۳ab	۲۵۴۱/۵a	۱۵۴۹/۲a	۴/۹a	۱۲۳۳/۱a	۲۱/۶۰a	۴/۷۱a
D_3	۲۱۳/۶۷b	۱۵۵۲/۱b	۱۰۰۸/۴b	۴/۵۳a	۷۹۵/۷b	۱۸/۲۵b	۳/۲۵b

F: آبیاری شیاری، T: آبیاری قطره‌ای، D_1: ۱۰۰ درصد نیاز آبی، D_2: ۷۵ درصد نیاز آبی، D_3: ۵۵ درصد نیاز آبی

معنی‌دار نبوده است. همچنین مطابق جدول مقایسه میانگین‌ها، تأثیر نوع سیستم آبیاری بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بوده است و ارتفاع بوته در آبیاری قطره‌ای کاهش ۶/۱۶ درصدی نسبت به آبیاری شیاری داشته است، به‌طوری که بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار آبیاری شیاری و برابر با ۲۴۱ سانتی‌متر و کمترین آن در تیمار آبیاری قطره‌ای و برابر با ۲۲۷ سانتی‌متر به‌دست آمد که می‌تواند به‌دلیل بیشتر بودن تبخیر از سطح خاک در آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری شیاری با توجه به دور کم‌آبیاری قطره‌ای به‌خصوص در تیمار آبیاری ۵۵ درصد نیاز آبی بود (جدول ۴). همچنین نتایج میانگین مربعات سطوح مختلف آبیاری نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ارتفاع تیمارهای سطوح ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیار آبی مشاهده نشد ولی این اختلاف در تیمارهای ۱۰۰درصد و ۵۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). همچنین مطابق شکل (۱)، ارتفاع تیمار T در سطح ۷۵ درصد اندکی بیشتر از تیمار ۱۰۰ درصد است که بیانگر تأثیر مطلوب کم‌آبیاری بر ارتفاع گیاه است زیرا در این حالت مقدار کمتری آب در اثر آبشویی از دسترس گیاه خارج می‌شود و گیاه حداکثر استفاده را از آب موجود می‌کند. مطابق نتایج به‌دست آمده ارتفاع گیاه در تیمارهای مختلف کم‌آبیاری در سطح ۷۵ درصد و همچنین تیمارهای نوع آبیاری تأثیر

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. ارتفاع گیاه برای تیمارهای مختلف روش آبیاری و در سه سطح کم‌آبیاری D_1 =۱۰۰، D_2 =۷۵ و D_3 =۵۵ درصد نیاز آبی

معنی‌داری بر ارتفاع نداشتند. نتایج تحقیق انجام شده با تحقیقات ربانی و امام (۱۰) که بیان می‌کند کم‌آبیاری بر ارتفاع گیاه تأثیر معنی‌داری دارد و موجب کاهش آن می‌شود مطابقت دارد.

بیوماس

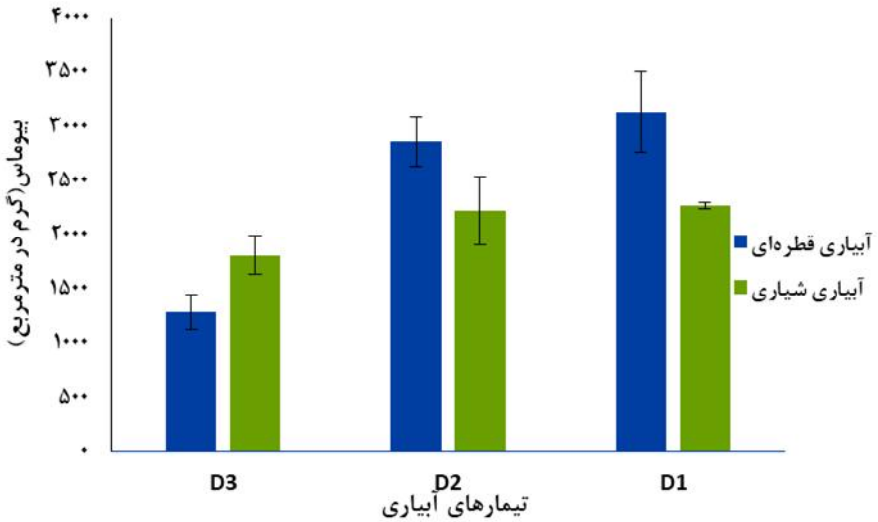
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمار روش آبیاری روی وزن خشک زیست‌توده (به کلیه قسمت‌های گیاه که روی خاک قرار دارند گفته می‌شود، شامل ساقه، برگ، تاسل، بلال و...) گیاه معنی‌دار نبوده است، اما تأثیر کم‌آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار است و اثر متقابل کم‌آبیاری و روش آبیاری در سطح پنج درصد معنی‌دار است (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر روش آبیاری نشان داد میزان بیوماس در تیمار آبیاری قطره‌ای (T) نسبت به آبیاری شیاری (F) بیشتر است ولی این اختلاف معنی‌دار نیست و مقادیر آن به‌ترتیب برابر با ۲۴۲۶/۸ و ۲۱۰۲/۹ گرم در متر مربع است. همچنین نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کم‌آبیاری نشان داد با کاهش آب آبیاری از وزن خشک گیاه کاسته شد، اما این اختلاف بین دو تیمار D_1 و D_2 بسیار کم بود و اعمال کم-آبیاری تنها باعث کاهش ۵/۹۰ درصدی در بیوماس شد ولی بین این تیمارها با تیمار آبیاری D_3 اختلاف معنی‌دار وجود دارد و اعمال کم‌آبیاری در سطح ۵۵ درصد باعث کاهش ۴۲/۵۳ درصدی بیوماس شد. بیشترین و کمترین مقدار بیوماس برابر با ۲۷۰۱ و ۱۵۵۲/۱ گرم در متر مربع به‌ترتیب برای تیمارهای آبیاری D_1 و D_3 هستند. (جدول۴). نکته قابل توجه بیشتر بودن مقدار بیوماس در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی آبیاری قطره‌ای در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری شیاری است و همچنین رشد قابل توجه بیوماس در آبیاری قطره‌ای در تیمارهای آبی ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی نسبت به آبیاری شیاری است (شکل ۲). اوکتم و همکاران (۹) در تحقیقات خود روی ذرت در ترکیه نشان دادند که بر اثر کم‌آبیاری به میزان ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد نیاز آبی اختلاف معنی‌دار بین بیوماس تیمارها رخ می‌دهد.

وزن بلال

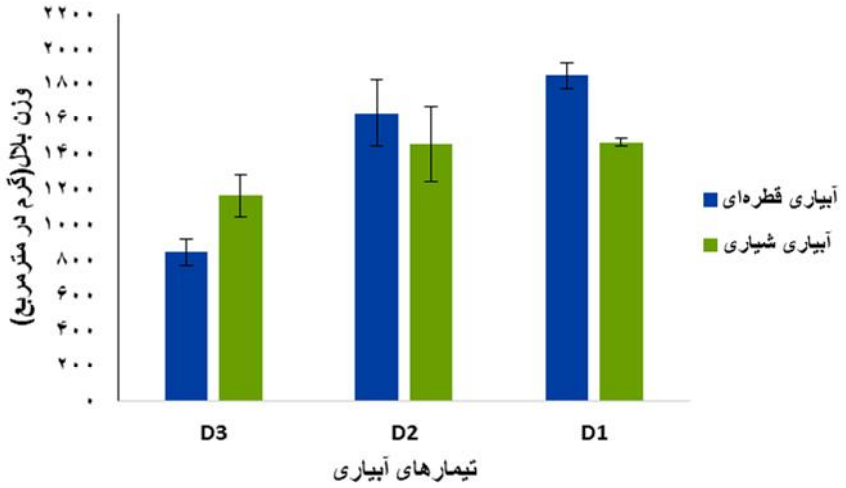
نتایج تجزیه واریانس داده‌های وزن بلال نشان داد که تأثیر تیمار روش آبیاری و اثر متقابل کم‌آبیاری و روش آبیاری روی وزن بلال معنی‌دار نبوده است، اما تأثیر کم‌آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار است (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کم‌آبیاری نشان داد که بین تیمار آبیاری D_1 و D_2 اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، ولی با تیمار آبیاری D_3 اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشترین و کمترین وزن بلال

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. بیوماس گیاه برای تیمارهای مختلف نوع آبیاری و در سه سطح نیاز آبی ۱۰۰= D_1، ۷۵=D_2 و ۵۵= D_3 درصد



شکل ۳. وزن بلال گیاه برای تیمارهای مختلف نوع آبیاری و در سه سطح نیاز آبی ۱۰۰= D_1، ۷۵=D_2 و ۵۵= D_3 درصد

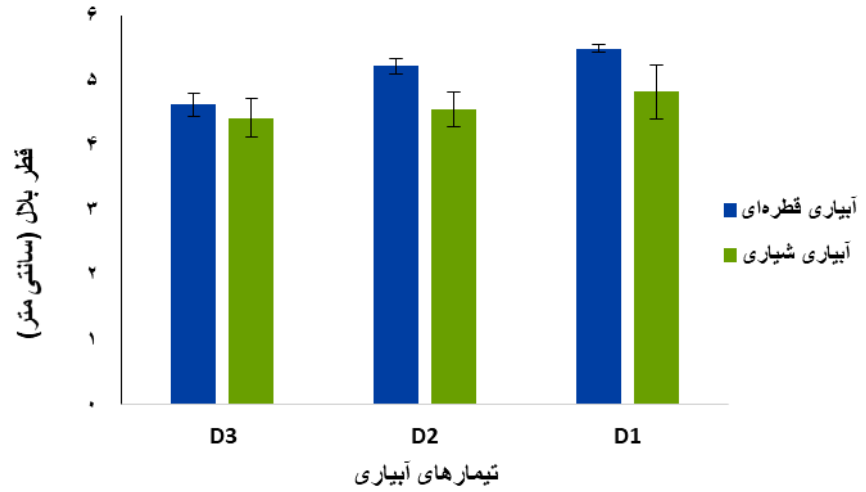
به‌ترتیب برابر با ۱۶۵۹/۶ و ۱۰۰۸/۴ گرم در متر مربع برای تیمارهای آبیاری D_1 و D_3 به‌دست آمد و کاهش ۳۹/۲۳ درصدی در وزن بلال مشاهده شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین روش آبیاری نیز نشان داد میزان وزن بلال در تیمار T نسبت به F بیشتر است ولی این اختلاف معنی‌دار نیست و مقادیر آن به‌ترتیب برابر با۱۴۴۵/۱۰ و ۱۳۶۶/۴گرم در متر مربع بود (جدول ۴). نکته حائز اهمیت در وزن کل بلال بیشتر بودن وزن کل بلال تیمار ۷۵ درصد آبیاری قطره‌ای نسبت به ۱۰۰ درصد آبیاری شیاری است (شکل ۳). به‌صورتی که میزان وزن بلال به‌ترتیب در تیمار ۷۵ درصد آبیاری قطره‌ای نسبت به ۱۰۰ درصد آبیاری شیاری برابر با ۱۶۳۷/۹۸ و ۱۴۶۰/۵۰ گرم در متر مربع به‌دست آمد که می‌تواند به‌دلیل استفاده بهینه از آب در گیاه باشد در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی آبشویی اتفاق می افتد، اما در ۷۵ درصد با توجه به تنش اندک ایجاد شده برای گیاه افزایش کیفیت رخ داده است.

قطر بلال

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمار کم‌آبیاری

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. قطر بلال گیاه برای تیمارهای مختلف نوع آبیاری و در سه سطح نیاز آبی D_1 =۱۰۰، D_2=۷۵ و D_3 =۵۵ درصد

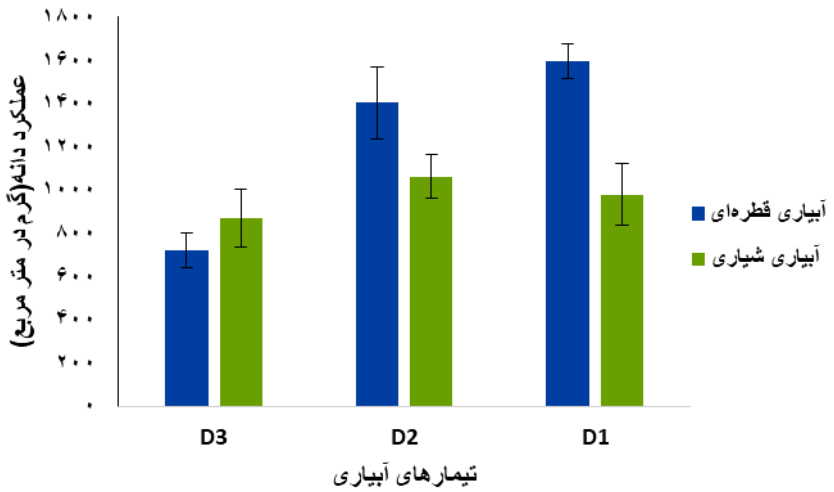
و اثر متقابل کم‌آبیاری و روش آبیاری روی قطر بلال معنی‌دار نبوده است، اما تأثیر روش آبیاری در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده است (جدول۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کم‌آبیاری نشان داد که بین تیمارهای آبیاری D_1 و D_2 و D_3 اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشترین و کمترین قطر بلال به‌ترتیب برابر ۵/۱۶ و ۴/۵۳ سانتی‌متر برای تیمارهای آبیاری D_1 و D_3 به‌دست آمد (جدول۴). نتایج مقایسه میانگین نوع آب نیز نشان داد میزان قطر بلال تیمار T به میزان ۱۱ درصد بیشتر از تیمار F است و این اختلاف معنی‌دار است (جدول ۴). در شکل (۴) نیز مشاهده می‌شود که قطر بلال تیمار آبیاری ۷۵ درصد آبیاری قطره‌ای نسبت به قطر بلال در تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری شیاری افزایش یافته است و مقدار آن در حدود ۸/۲۸ درصد بیشتر است که نشان‌دهنده تأثیر مثبت استفاده از آبیاری قطره‌ای روی قطر بلال است که می‌تواند به‌دلیل کم بودن دور آبیاری در آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری شیاری باشد به این صورت که هر چند در هر دو روش گیاه دچار تنش آبی می‌شود اما در آبیاری قطره‌ای گیاه همواره مقداری آب در اختیار دارد.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمار روش آبیاری روی عملکرد دانه معنی‌دار نبوده است، اما تأثیر کم‌آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار است و همچنین اثر متقابل آنها در سطح یک درصد معنی‌دار است (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کم‌آبیاری نشان داد که بین تیمار آبیاری D_1 و D_2 اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و تنها با کاهش ۴/۲۷ درصدی مواجه بود، ولی با تیمار D_3 اختلاف معنی‌دار ۶۱/۸۹ درصدی وجود داشت. .بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب برابر ۱۲۸۸/۲ و ۷۹۵/۷ گرم در متر مربع برای تیمارهای آبیاری D_1 و D_3 به‌دست آمد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین روش آبیاری نیز نشان داد با اینکه میزان عملکرد دانه در تیمار T نسبت به تیمار F، در حدود ۲۷/۸۱ درصد بیشتر بود ولی این اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۴). نتایج به‌دست آمده نشان داد که مقدار عملکرد دانه در تیمار ۷۵ درصد آبیاری قطره‌ای نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری شیاری بیشتر شد و بیان‌کننده این است که می‌توان با استفاده از آبیاری قطره‌ای و کاهش ۲۵ درصد مصرف آب به عملکرد حتی بیشتری در دانه دست پیدا کرد (شکل ۵). یازارد و همکاران (۱۶) در تحقیقاتی که انجام دادند گزارش کردند با افزایش تنش رطوبتی به میزان ۵۰ درصد نیاز آبی در ذرت دانه‌ای شاهد کاهش میزان عملکرد دانه در نتیجه اعمال تنش رطوبتی بوده‌اند که با نتایج تحقیقات صورت گرفته در این آزمایش منطبق است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. عملکرد دانه گیاه برای تیمارهای مختلف نوع آبیاری و در سه سطح نیاز آبی D_1 =۱۰۰، D_2=۷۵ و D_3 =۵۵ درصد

طول بلال

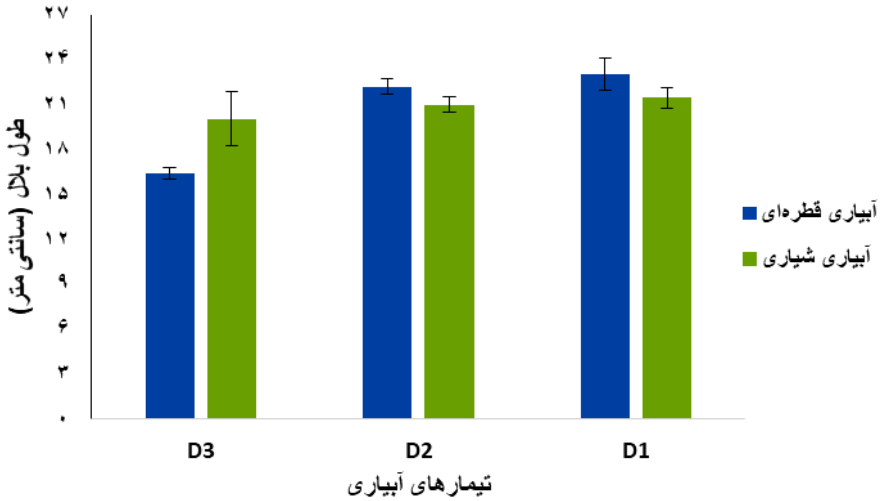
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمار روش آبیاری بر طول بلال معنی‌دار نبوده است، اما تأثیر کم‌آبیاری و اثر متقابل کم‌آبیاری و روش آبیاری به‌ترتیب در سطح یک درصد و پنج درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نوع آبیاری نیز نشان داد طول بلال در دو تیمار T و F، اختلاف معنی‌دار ندارد و تنها کاهش ۱/۳۹ درصدی طول بلال در میانگین تیمار آبیاری قطره‌ای به‌وقوع پیوست (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کم‌آبیاری نشان داد که بین تیمارهای آبیاری D_1 و D_2 اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و تنها با کاهش ۴/۱۶ درصدی مواجه شد، ولی با تیمار D_3 اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشترین و کمترین طول بلال به‌ترتیب برابر ۲۲/۲۵ و۱۸/۲۵ سانتی‌متر برای تیمارهای آبیاری D_1 و D_3 به‌دست آمد (جدول۴). همان‌طور که در شکل (۶) مشاهده می‌شود طول بلال در تیمار ۷۵ درصد آبیاری قطره‌ای بیشتر از تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری شیاری است که نشانگر این مطلب است که با آبیاری قطره‌ای و آب کمتر می‌توان به محصول بیشتر و با کیفیت‌تری دست یافت. سیدزوار و همکاران (۱۱) نیز کاهش معنی‌دار در طول بلال بر اثر تنش آبی را گزارش کردند که به‌دلیل اختلال در فرایند فتوسنتز موجب اختلال در فرایندهای سلولی و درنتیجه کاهش عملکرد و طول بلال می‌شود و با تحقیقات صورت گرفته در این پژوهش مطابقت دارد.

کارآیی مصرف آب

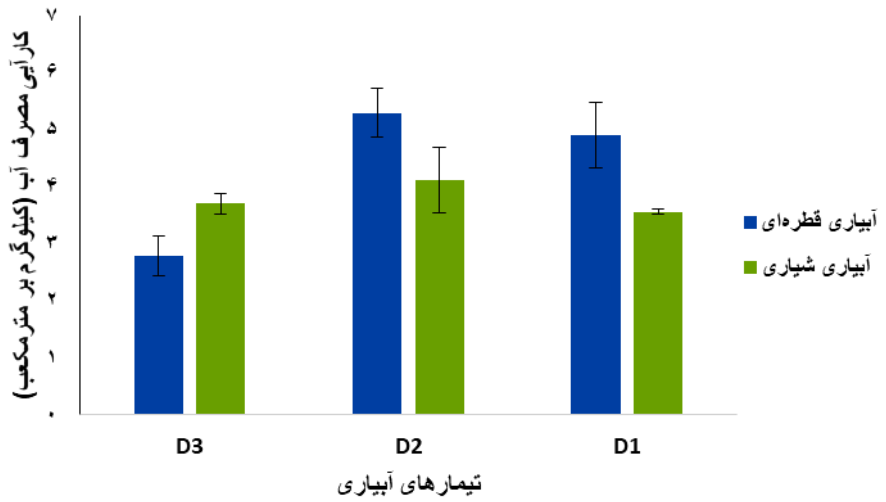
طی زمان اعمال تیمارهای آبیاری ۱۰۰، ۷۵ و ۵۵ درصد نیاز آبی به‌ترتیب ۶۳۷، ۵۳۹ و ۴۶۱ لیتر بر متر مربع آب در اختیار گیاه قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تیمار روش آبیاری بر کارآیی مصرف آب معنی‌دار نبوده است، اما تأثیر کم‌آبیاری و اثر متقابل کم‌آبیاری و روش آبیاری در سطح پنج درصد معنی‌دار است (جدول۳). نتایج مقایسه میانگین روش آبیاری نیز نشان داد کارآیی مصرف آب در تیمار F و T، اختلاف معنی‌دار ندارد و به‌ترتیب برابر با ۳/۷۹ و ۴/۳۳ کیلوگرم بر متر مکعب است که نشان می‌دهد کارآیی مصرف آب ۱۴/۲۵ درصد در آبیاری قطره‌ای بیشتر است (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای کم‌آبیاری نشان داد که بین تیمار آبیاری D_1 و D_2 اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ولی با تیمار آبیاری D_3 اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشترین و کمترین کارآیی مصرف آب به‌ترتیب برابر ۴/۷۱ و ۳/۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب برای تیمار D_2 و D_3 است (جدول ۴). با توجه به شکل (۷) بیشترین کارآیی مصرف آب در تیمارهای آبیاری ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد برای آبیاری قطره‌ای است که اختلاف

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. طول بلال گیاه برای تیمارهای مختلف نوع آبیاری و در سه سطح نیاز آبی D_1 =۱۰۰، D_2=۷۵ و D_3 =۵۵ درصد



شکل ۷. کارآیی مصرف آب برای تیمارهای مختلف نوع آبیاری و در سه سطح نیاز آبی D_1 =۱۰۰، D_2=۷۵ و D_3 =۵۵ درصد

زیادی نیز با آبیاری شیاری دارد اما در ۵۵ درصد برای آبیاری شیاری بیشتر است. در بحث تأثیر کم‌آبی بر کارآیی مصرف آب برای ذرت گزارش‌های متفاوتی وجود دارد به‌صورتی که هم کاهش کارآیی مصرف آب (۹) و هم افزایش کارآیی مصرف آب (۱۲) در اثر کم‌آبی گزارش شده است.

نتیجه‌گیری

هدف از اجرای این طرح بررسی توأمان تأثیر کم‌آبیاری و روش آبیاری با پساب بر عملکرد و اجزا عملکرد و کارآیی مصرف آب و یافتن مناسب‌ترین تیمارهای آبیاری است. نتایج نشان داد که عملکرد دانه و بیوماس در بین دو تیمار آبیاری ۱۰۰درصد و ۷۵ درصد نیاز آبی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است و همچنین بیشترین کارآیی مصرف آب متعلق به تیمار آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی (D_2) است که نشان‌دهنده این است که با کاهش مصرف آب به مقدار ۲۵درصد می‌توان به کارآیی آب مطلوب و بهتری دست یافت. همچنان مشاهدات از افزایش عملکرد دانه و بیوماس در آبیاری قطره‌ای حکایت می‌کند که این نشان از برتر بودن سیستم آبیاری چه در کم‌آبی

www.SID.ir

Archive of SID

۷۵ درصد چه در آبیاری کامل نسبت به آبیاری شیاری است حتی از آبیاری شیاری ۱۰۰ درصد نیز بیشتر بود. به‌طوری که مشاهده شد عملکرد در آبیاری قطره‌ای ۷۵ درصد

منابع مورد استفاده

1. Alinejadian, A. and A. Maleki. 2013. Evaluation of water use efficiency and corn function in irrigation with urban wastewater in cold climates. First National Conference on Water and Agriculture Water Challenges. Isfahan, Iranian National Irrigation and Drainage Association.
2. Dehghanisanij, H., M. Zounemat-Kermani and R. Asadi. 2014. Application of municipal wastewater in irrigation of corn under furrow and drip irrigation systems. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage* 8(3): 423-429. (In Farsi)
3. Deng, X. P., L. Shan, H. Zhang and N. C. Turner. 2006. Improving agricultural water use efficiency in arid and semi-arid areas of China. *Journal of Agricultural Water Management* 80: 23-40.
4. Ghobadi, R., A. Shirkhani and A. Jalilian. 2015. Effects of water stress and nitrogen fertilizer on yield, its components, water and nitrogen use efficiency of corn (*Zea mays* L.) cv. SC. 704. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)* 104: 79-87. (In Farsi).
5. Heidary, A., R. Choukan, A. Tashakori and H. Kalantari. 2012. Hybrids (*Zea mays* L.) effects of different levels of drought stress on yield and yield components of corn. *Journal of Water and Soil* 25(6): 1250-1263. (In Farsi).
6. Karandish, F., S. M. Mirlotfi, A. Shahnazari, F. Abbassi and M. Ghaesari. 2014. Investigating the effect of defective root irrigation and conventional irrigation on water productivity and yield components and yield components of corn. *Iranian Journal of Soil and Water* 44(1): 33-44. (In Farsi).
7. Malekian, R., M. Haidarpour, B. Mostafazadeh and G. Abedi. 2008. Effect of surface and subsurface irrigation with refined effluent on grass characteristics. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 4: 16-27. (In Farsi).
8. Mostafazade, F. B., S. A. M. Mirmohammadi and M. Y. Kupane. 2005. Comparison of characteristics of sunflower, corn and sugar beet under different systems of irrigation with wastewater. *Iranian Agricultural Science* 36(5): 1215-1222. (In Farsi).
9. Oktem, A., M. Siesek and G. Oktem. 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays* sooch arata sturt) with drip irrigation system in a semi arid region. I. water-yield relationship. *Agricultural Water Management* 61(1): 63-74.
10. Rabbani, J. and Y. Emam. 2012. Yield response of maize hybrids to drought stress at different growth stages. *Journal of Crop Production and Processing* 1(2): 65-78. (In Farsi).
11. Seyedzavar, J., M. Norouzi, S. Aharizad and A. Bandehhagh. 2015. Relationship between yield and yield components of maize hybrids under different irrigation. *Journal of Crop Ecophysiology* 9 (1): 83-108. (In Farsi).
12. Shiri, M. R. and R. Chukan. 2017. Stability tolerance evaluation of maize hybrids. *Crop Breeding* 9(21): 89-99.
13. Soleimani, A., P. Najafi and H. R. Laraee. 2006. Effects of using treated municipal wastewater on physiological growth indices in maize. *Research in Agricultural Sciences* 1(2): 11-24. (In Farsi).
14. Tamoutsidis, E., M. Lazaridou, I. Papadopoulos, T. Spanos, F. Papathanasiou, M. Tomoutsidou, P. Mitlianga and G. Vasiliou. 2009. The effect of treated urban wastewater on soil properties, plant tissue composition and biomass productivity in berseem clover and corn. *Journal Food, Agriculture and Environment* 7(3-4): 782-786.
15. Tavakoli, M. and M. Tabatabi. 2000. Irrigation with treated wastewater. Workshop on Environmental Aspects of Wastewater Use in Irrigation. 1-26. http://www.irncid.org.
16. Yazar, A., F. Gokcel and M. S. Sezen. 2009. Corn yield response to partial root zone drying and deficit irrigation strategies applied with drip system. *Plant, Soil Enviroment* 55(11): 494-503.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil Science
Vol. 24, No. 3, Fall 2020, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Comparison of the Effect of Furrow and Drip Irrigation with Waste Water Combined with Deficit Irrigation on Yield Indices and Water Use Efficiency of Corn

M. Amerian, S. E. Hashemi Garmdareh* and A. Karami[1]

(Received: May 1-2019; Accepted: February 25-2020)

Abstract

Today, one of the biggest challenges facing the world is the lack of water, especially in the agricultural sector. In this research, we investigated the effects of irrigation method and deficit irrigation with the urban refined effluent on biomass, grain yield, yield components and water use efficiency in single grain crosses 704 maize. This research was carried out in a randomized complete block design with two irrigation systems (furrow irrigation (F) and drip irrigation (T)) and three levels of deficit irrigation treatments of 100 (D_1), 75 (D_2) and 55 (D_3) percent of water requirements in three replications, in 2017, at the collage of Abourihan Research field, University of Tehran, in Pakdasht County. The results showed that the highest yield of biomass was 2.426 Kg m^{-2} for full drip irrigation treatments; also, there was no significant difference between D_1 and D_2 treatments. The highest grain yield was 1.240 kg m^{-2} for the complete drip irrigation treatment. The highest biomass water use efficiency was obtained for the treatment of 75% drip irrigation, which was equal to 5.3 kg per cubic meter of water. Therefore, a drip irrigation system with 75% water requirement is optimal and could be recommended.

Keywords: Unconventional water, Irrigation method, Grain yield, Water use efficiency.

1. Irrigation and Drainage Department, Collage of Aburaihan, University of Tehran.
*: Corresponding author, Email: sehashemi@ut.ac.ir

www.SID.ir