

اثر سطوح مختلف آب آبیاری بر عملکرد ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۰ در آبیاری قطره‌ای

شهرام اشرفی^{۱*} و سید حسین صدرقاین^۲

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۵

چکیده

به منظور ارزیابی اثرات کاربرد سطوح مختلف آب، تراکم بوته و آرایش کاشت بر کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۰ (KSC700) با استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای با استفاده از نوار آبدۀ طرحی با چهار سطح آبیاری، سه تراکم بوته و دو آرایش کاشت طی دو سال در کرج انجام شد. طرح آماری مورد استفاده، کرت‌های نواری خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار بود. کرت‌های عمودی شامل چهار تیمار آبیاری ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد تأمین نیاز آبی کامل و کرت‌های افقی شامل سه تراکم ۶۵، ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار و کرت‌های فرعی نیز شامل دو آرایش کاشت یک و دو ردیفه بود. نتایج به‌دست آمده نشان داد که افزایش سطح آبیاری از ۵۰ تا ۱۲۵ درصد تأمین نیاز آبی اثر مطلوبی بر عملکرد دانه، ارتفاع گیاه، ارتفاع اولین بلال، قطر ساقه، قطر بلال، قطر چوب بلال، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، وزن بیوماس، طول بلال، وزن دانه، قطر دانه و وزن چوب بلال داشت. عملکرد دانه با افزایش میزان آب مصرفی، افزایش یافته است به‌طوری که سطح آبیاری ۱۲۵ و ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی به ترتیب در سال‌های اول و دوم با میانگین عملکرد ۱۲/۵۳، ۰/۵۰۲ و ۱۲/۴۱، ۳/۴۶ تن در هکتار بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد را به خود اختصاص دادند و در هر دو سال اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ از خود نشان دادند. این بدان معنی می‌باشد که ذرت گیاهی است آب‌دوست و در مقابل کم آبی یا تنش آبی بسیار حساس می‌باشد. وزن ماده خشک و کارایی مصرف آب کلیه تیمارهای آزمایشی نشان داد تیمارهایی که در گروه سطح آبیاری ۱۲۵ درصد تأمین نیاز آبی قرار دارند با حداکثر مقدار و تیمارهایی که در گروه سطح آبیاری ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی قرار دارند حداقل مقدار را دارند و در هر دو سال اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ داشتند. با عنایت به نتایج حاصله، در شرایطی که محدودیت منابع آبی وجود داشته باشد با تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی با سیستم آبیاری قطره‌ای با استفاده از نوار آبدۀ، با تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار و آرایش کشت یک ردیف و در شرایطی که محدودیت منابع آبی وجود نداشته باشد با تأمین ۱۰۰٪ نیاز آبی با تراکم ۷۵۰۰۰ بوته و آرایش کشت دو ردیف برای حصول حداکثر عملکرد دانه و کارایی مصرف آب قابل توصیه به کشاورزان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای با استفاده از نوار آبدۀ، آرایش کاشت، تراکم بوته، عملکرد دانه، ذرت، کارایی مصرف آب

مقدمه

آبیاری یک سطح مشخص با سامانه شیاری مصرف می‌گردد مورد نیاز می‌باشد (Osorio et al., 1983). صرفه‌جویی آب در روش آبیاری قطره‌ای نسبت به شیاری ۳۰ درصد می‌باشد (Ling et al., 1983). مقایسه راندمان مصرف آب در روش‌های آبیاری قطره‌ای، بارانی و شیاری برای تولید محصول ذرت در آمریکا توسط (Clark., 1979) نشان می‌دهد که مقادیر ۱۴، ۱۱/۵ و ۱۱/۹ تن در هکتار عملکرد به ترتیب برای روش‌های فوق‌الذکر به‌دست آمده است. یکی از عوامل مهم عدم توسعه کشت ذرت در ایران پایین بودن بازدهی آبیاری با روش‌های مرسوم است و در نتیجه منابع آب برای افزایش سطح زیر کشت این محصول کاهش یافته است افشار و همکاران (۱۳۸۶). (Yongqiang et al., 2004) در تحقیقی اثر کمبود آب در خاک را بر روی عملکرد محصول و کارایی مصرف آب در ذرت و گندم مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق برای ذرت دو تیمار ۱۰۰ و ۸۰ درصد

با توجه به افزایش جمعیت و کاهش سالانه نزولات جوی و محدود بودن منابع تأمین کننده آب در کشور، استفاده بهینه از منابع آبی امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. استفاده از آبیاری موضعی باعث افزایش راندمان مصرف آب در مزرعه شده و به‌تدریج برخی از کشاورزان روش مذکور را جایگزین روش‌های آبیاری سطحی نموده‌اند. کارایی مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای را ۲ برابر روش آبیاری شیاری گزارش نمودند (Banal et al., 1986). در سامانه آبیاری قطره‌ای فقط ۲۰ درصد مقدار آبی که برای

۱- استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

۲- استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

(* - نویسنده مسئول: (Email: shah1343@yahoo.com)

منطقه دیویس کالیفرنیا گزارش شده است. تحقیق انجام شده توسط (Lamm et al., 1994) بر کم آبیاری گیاه ذرت نشان می‌دهد، کم آبیاری باعث کاهش عملکرد محصول می‌گردد. تحقیقات انجام شده در کشور هند توسط (Sivanappan, 1988) نشان داد که آبیاری قطره‌ای می‌تواند بین ۵۰ تا ۷۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش عملکرد ۱۰ تا ۷۰ درصد نسبت به سامانه‌های آبیاری سطحی داشته باشد و این سامانه را می‌توان برای کلیه محصولات ردیفی به کار برد. در منطقه کانزاس غربی (Darusman et al., 1997) دریافتند، هنگامی که مجموع کل آب آبیاری و بارندگی برابر ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه ذرت باشد، این امر سبب افزایش عملکرد ذرت و هم-چنین کاهش نفوذ عمقی از زیر منطقه توسعه ریشه می‌گردد. انتخاب تراکم گیاهی مناسب در واحد سطح با توجه به شرایط هر منطقه و مشخصات ارقام، یکی از عوامل مهم برای تولید حداکثر محصول در زراعت ذرت می‌باشد. (Cox, 1997) طی مطالعه‌ای واکنش عملکرد و تغییرات فیزیولوژیکی ذرت را در سطوح مختلف تراکم بوته بررسی و بیان کرد که برای تولید حداکثر ماده خشک نیاز به تراکم ۹ بوته در متر مربع است. (Earley et al., 2001) گزارش کردند که احتمالاً کاهش عملکرد هر گیاه در اثر افزایش تراکم بوته، به علت کاهش تشعشع خورشیدی در قسمت‌های پایین پوشش گیاهی می‌باشد. (Sangoi et al., 2002) گزارش کردند دو رگه‌های مختلف ذرت نسبت به تراکم کاشت عکس‌العمل‌های متفاوتی نشان دادند، ولی دو رگه‌های ذرت‌های کوتاه‌تر، در مقابل افزایش تراکم بوته عملکرد بهتری داشتند. (Peet, 2004) تراکم ۴۴۴۰۰ تا ۵۴۳۰۰ بوته در هکتار را با فاصله ردیف‌های بین ۷۶/۲ تا ۳۰/۴ سانتی‌متر برای مناطق جنوبی آمریکا توصیه کرده است. هدف این مقاله، ارائه نتایج به‌دست آمده از تحقیق بر روی بررسی کارایی سیستم آبیاری قطره‌ای با استفاده از نوار آبدار در زراعت ذرت و اثرات سطوح مختلف آب، تراکم و آرایش کشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای سینگل کراس (رقم ۷۰۰) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بر اساس طرح آماری اسپلیت بلوک (طرح بلوک‌های خرد شده) در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی در سه تکرار طی دو سال ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ در کرج ایستگاه تحقیقاتی ۴۰۰ هکتاری موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر اجراء شد. کرت‌های عمودی شامل تیمارهای آبیاری در چهار سطح ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد تأمین نیاز آبی کامل به ترتیب با علامت اختصاری a_1 ، a_2 ، a_3 و a_4 و تیمارهای تراکم بوته مشتمل بر سه تراکم ۶۵، ۷۵ و ۸۵ هزار بوته در هکتار که به ترتیب با علامت b_1 ، b_2 و b_3 در کرت‌های افقی

تأمین رطوبت خاک تا ظرفیت زراعی در ناحیه توسعه ریشه در نظر گرفته شد، نتایج نشان داد که عملکرد ذرت برای دو تیمار به ترتیب ۸۱۷۰ و ۶۵۳۰ کیلوگرم در هکتار و کارایی مصرف آب برای دو تیمار به ترتیب ۱/۵۲ و ۱/۳۹ کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد. تغییر عوامل محیطی و گیاهی در طول فصل رشد گیاه در کاهش یا افزایش کارایی مصرف آب ذرت مؤثر می‌باشند، به‌طوریکه کاهش رطوبت خاک ممکن است از طریق انسداد روزه‌ها سبب افزایش کارایی مصرف آب این گیاه گردد (Sander and Bastiaanssen, 2004). افشار و صدراقین (۱۳۹۲) طی سه سال اثر سطوح مختلف آب، تراکم بوته، و آرایش کاشت بر بهره‌وری آب ذرت دانه‌ای در سیستم آبیاری قطره‌ای نواری زیرسطحی را مورد مطالعه قرار دادند، آن‌ها گزارش کردند که در هر سه سال حداکثر عملکرد دانه ذرت و کارایی مصرف آب از تیمار ۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبی به‌دست آمد. تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای در قالب ۴ تیمار آبیاری، نیاز آبی کامل گیاه (تیمار شاهد) و سه تیمار مکش FC ۱/۲، ۱/۵FC و ۱/۸FC مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که اعمال کم آبیاری بر اساس تیمارهای مکش فوق‌الذکر به ترتیب باعث صرفه‌جویی ۱۰، ۱۳، و ۱۶/۵ درصد در حجم آب مصرفی نسبت به تیمار نیاز آبی کامل گیاه در طول فصل رشد می‌گردد. این میزان صرفه‌جویی در مصرف آب باعث شد عملکرد محصول در تیمارهای مذکور به ترتیب به میزان ۴، ۲۸ و ۳۴ درصد نسبت به تیمار نیاز آبی کامل گیاه کاهش یابد، اسدی و اسدی (۱۳۹۱). در مقایسه‌ای که بین آبیاری قطره‌ای سطحی و زیرسطحی توسط (Camp et al., 1989) انجام شده، نشان می‌دهد که آبیاری قطره‌ای زیرسطحی ذرت آب کم‌تری نسبت به آبیاری قطره‌ای سطحی مصرف می‌شود. تحقیقات انجام شده در آمریکا نشان داد گیاه ذرت در مراحل مختلف رشد حساسیت‌های متفاوتی نسبت به تنش خشکی دارد. تحقیق دیگری که توسط (Howell et al., 1995) در منطقه شمال شرقی آمریکا انجام شده، نشان می‌دهد که مراحل رشدگرده افشانی و ماده‌گی (Silking و Tassel) از حساس‌ترین مراحل رشد گیاه به آب می‌باشد و بیش‌ترین تأثیر را بر میزان عملکرد دارد. متقابلاً وقتی ارتفاع گیاه یک متر باشد و هم‌چنین در مرحله شیری بودن بلال‌ها، تنش آبی کم‌ترین اثر را بر عملکرد دارد. نتایج تحقیقات (Eck, 1984) در منطقه Bushland Texas نشان داد که تنش دو هفته‌ای و چهار هفته‌ای در زمان رشد رویشی گیاه ذرت به ترتیب باعث کاهش عملکرد به میزان ۲۳ و ۴۶ درصد گردیده است. وی در تحقیق دیگر عنوان می‌کند کم آبیاری ذرت باعث افزایش راندمان مصرف آب می‌گردد ولی برای ذرت مناسب نمی‌باشد. رابطه خطی بین عملکرد محصول ذرت و میزان تبخیر و تعرق گیاه توسط (Hillel and Guuron, 1973) در فلسطین اشغالی و (Stewart et al., 1977) در

تجزیه خاک در تمام تیمارها به‌طور یکسان داده شد. کود اوره به دفعات و از طریق تانک کود در طول دوره رشد به سیستم آبیاری تزریق شد. در طول فصل رشد، یادداشت برداری‌های مربوط به صفات مورفولوژیک مانند ارتفاع بوته تا زیر گل تاجی، ارتفاع اولین بلال از سطح زمین، قطر ساقه، عملکرد دانه، قطر بلال، قطر چوب بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه در بلال، وزن هزار دانه، وزن بیوماس، طول بلال، تعداد بلال در دو خط وسط، درصد رطوبت دانه، درصد چوب بلال، قطر دانه و سطح برگ بلال انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن انجام شد.

قبل از اجراء طرح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه اندازه‌گیری شد. نمونه‌گیری از خاک مزرعه از اعماق ۰-۲۰، ۲۰-۴۰، ۴۰-۶۰ و ۶۰-۸۰ سانتی‌متر انجام شد. نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان داد که بافت خاک، لومی و رطوبت حجمی در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی به ترتیب ۲۶/۴ و ۹/۵ درصد می‌باشد. نتایج تجزیه شیمیایی آب در جدول ۱ ارائه شده است.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

میزان آب مصرفی در تیمارهای مختلف در دو سال اجرای طرح در جدول ۲ ارائه شده است.

نتایج در هر دو سال اجرای طرح نشان داد که تیمار سطوح آبیاری اثر معنی‌داری ($P < 1\%$) بر عملکرد دانه و ماده خشک داشته است. در جدول ۳ نتایج میانگین مربعات تیمارها در سال اول و دوم اجرای طرح ارائه شده است. تیمارهای آبیاری ۱۲۵ و ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی به‌ترتیب در سال‌های اول و دوم با میانگین‌های عملکرد ۱۲/۵۳، ۰/۵۰۲ و ۱۲/۴۱، ۳/۴۶ تن در هکتار بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داده‌اند.

اجراء شد. هم‌چنین کرت‌های فرعی آزمایش شامل دو آرایش کاشت یک و دو ردیفه که به ترتیب با علامت C_1 و C_2 بر روی پشته‌های ۷۵ سانتی‌متری نشان داده شد کشت گردید. نوارهای آبیاری قطره‌ای استفاده شده در این تحقیق مدل ۲۳۴ بودند. فاصله مجاری خروجی آب روی نوارها ۳۰ سانتی‌متر، شدت آبدهی در فشار ۰/۸ بار در هر متر از طول نوار آبده ۴/۲ لیتر در ساعت و ضخامت نوار ۲۰۰ میکرون بود. نوارهای آبده در عمق ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری خاک کارگذاری شدند و میزان آب مصرفی تیمارها با کنتور حجمی اندازه‌گیری شد.

برای آماده‌سازی زمین ابتدا در فصل پاییز محل اجرای طرح شخم عمیق زده شد و در بهار اقدام به شخم سبک، کودپاشی، دیسک و ماله‌کشی برای تسطیح گردید. در نیمه دوم اردیبهشت با درآوردن شیپرها، مزرعه آماده کاشت بذر شد. در هر تیمار شش خط، کشت گردید که دو خط وسط اصلی و چهار خط به منظور حاشیه در نظر گرفته شد. در این مرحله بذر ذرت به صورت دستی، در عمق ۵ الی ۷ سانتی‌متر کاشته شد. در هر چاله ۳ بذر ریخته شد. فاصله بین تکرارهای آزمایش که به صورت عمودی کنار هم قرار گرفته بودند، ۲ متر و طول خط کشت در هر تیمار به‌طور ثابت ۱۰ متر و فاصله بین نوارهای آزمایش ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در هر تکرار ۲۴ وجود داشت. فاصله بوته‌ها در تراکم‌ها و آرایش‌های مختلف کاشت متفاوت بود. تمام عملیات زراعی نظیر آبیاری، وجین، کولتیواتور و... در همه تیمارها به‌طور یکسان انجام شد. جهت برآورد نیاز آبی گیاه از آمار هواشناسی روزهای قبل استفاده و آبیاری یک روز در میان انجام شد. برای برآورد نیاز آبی گیاه از فرمول پنمن - مانیتیت اصلاح شده استفاده شد. به منظور سبز شدن بذرهای کشت شده، آبیاری تمام تیمارها به‌صورت یکسان و یکنواخت انجام شد. پس از استقرار کامل بوته‌ها اقدام به تنک کردن بوته‌های اضافی گردید و در هر چاله فقط یک بوته باقی گذاشته شد.

تا زمان پوشش کامل گیاهی، دو بار با دست عملیات وجین انجام شد و از هیچ‌گونه علف‌کشی استفاده نشد. مقدار کود مصرفی بر اساس

جدول شماره ۱- نتایج تجزیه کیفی آب

SAR	آنیون‌ها (meq/lit)			کاتیون‌ها (meq/lit)			pH	EC(ds/m)	پارامترها	
	HCO ₃ +CO ₃	SO ₄	Cl	K	Ca	Mg				Na
۱/۹۳	۲/۳۵	۱/۸	-	-	۲/۴	۲/۴	۳	۷/۸	۰/۸	آبیاری

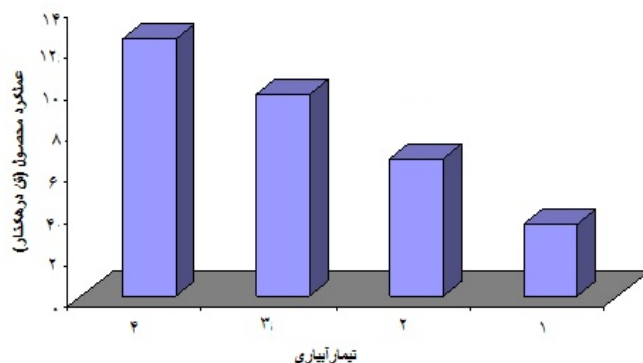
جدول شماره ۲- مقادیر آب مصرفی تیمارهای مختلف آبیاری (متر مکعب در هکتار)

تیمار آبیاری		%۵۰		%۷۵		%۱۰۰		%۱۲۵	
تراکم بوته	یک ردیفه	دو ردیفه	یک ردیفه	دو ردیفه	یک ردیفه	دو ردیفه	یک ردیفه	دو ردیفه	دو ردیفه
سال اول	۵۵۵۱/۹	۵۵۵۱/۹	۶۹۵۵/۱	۶۹۵۵/۱	۸۸۳۶/۴	۸۸۳۶/۴	۸۸۳۶/۴	۱۰۵۰۹/۵	۱۰۵۰۹/۵
" دوم	۵۰۵۹/۸	۵۰۵۹/۸	۷۰۸۹/۸	۷۰۸۹/۸	۹۱۱۹/۷	۹۱۱۹/۷	۹۱۱۹/۷	۱۱۱۴۹	۱۱۱۴۹

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین مربعات عملکرد دانه و بیوماس

سال دوم	سال اول	درجه آزادی	منابع تغییر
بیوماس	عملکرد دانه	بیوماس	عملکرد دانه
۰/۰۹۱	۴/۶۴۱	۱/۲۱۳	۳۰/۸۹۸
۱۰/۵۳**	۲۶۸/۶۶**	۹/۴۸۲ **	۴۴۹/۴۲۵ **
۰/۰۷	۱/۶۱۸	۰/۱۱۳	۱۵/۹۰۰
۱/۳۳*	۲/۲۸۹ns	۰/۱۱۵ ns	۲/۷۷۶ ns
۰/۱۶۱	۱/۸۷۶	۰/۲۳۵	۱۱/۸۴۴
۰/۲۱۱ ns	۰/۸۹۶ns	۰/۲۶۸ ns	۳/۲۸۲ ns
۰/۱۵۴	۱/۳۳۶	۰/۲۱۵	۳/۵۹۷
۰/۱۱۸ ns	۰/۰۱۴ns	۰/۰۵ ns	۰/۹۰۸ ns
۰/۰۴۵ns	۰/۰۰۳ns	۰/۱۰۶ ns	۲/۴۲۸ ns
۰/۰۴۶ ns	۰/۱۳۴ns	۰/۱۹ ns	۱/۳۰۸ ns
۰/۱۸۴*	۰/۱۵۰ns	۰/۱۲۲ ns	۳/۴۵۵ *
۰/۰۵۲	۰/۱۱۳	۰/۲۳۴	۱/۹۳۷
۲/۴۵	۸/۰۵۵	۲/۷۶۵	۶/۲۲۴
۹/۳۳	۴/۱۷	۱۷/۱۱	۲۰/۵۶

ns : غیرمعنی دار، **و* به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد



شکل ۱- عملکرد دانه ذرت در تیمارهای مختلف آبیاری

گیاهی می‌باشد. به نظر می‌رسد در ذرت کاهش محصول دانه که در اثر تراکم زیاد به وقوع می‌پیوندد به علت افزایش درصد بوته‌های نابارور باشد، به طوری که اگر بلافاصله در مرحله کاکل‌دهی مزرعه تنک شود متوسط تعداد دانه در هر گیاه برابر با حالتی است که گیاهان از ابتدا تنک کاشته شده باشند (Earley et al., 1966). اثر آرایش کاشت بر عملکرد دانه معنی دار نشد (جدول ۳)، که با نتایج (Wilcox, 1974) و (Yadav et al., 1993) مطابقت دارد، آن‌ها گزارش کردند در محدوده تراکم‌های متعارف، اثر آرایش کاشت بر عملکرد اندک است. اثر متقابل دو تیمار تراکم کشت در سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد دانه معنی دار نشد. اثر متقابل سه فاکتور تراکم بوته، سطوح آبیاری و آرایش کاشت بر عملکرد در سال اول معنی دار ($P < 5\%$) و در سال دوم معنی دار نشد.

بر اساس مقایسه میانگین عملکرد به روش دانکن، بین افزایش میزان سطح آبیاری و افزایش عملکرد دانه یک رابطه مثبت و مستقیم مشاهده شد که با نتایج تحقیقات (Lamm et al., 1994)، (Al-Omran et al., 2004) و (Sakellariou et al., 2007) مطابقت دارد. عملکرد دانه در تیمارهای مختلف آب در شکل ۱ ارائه شده است.

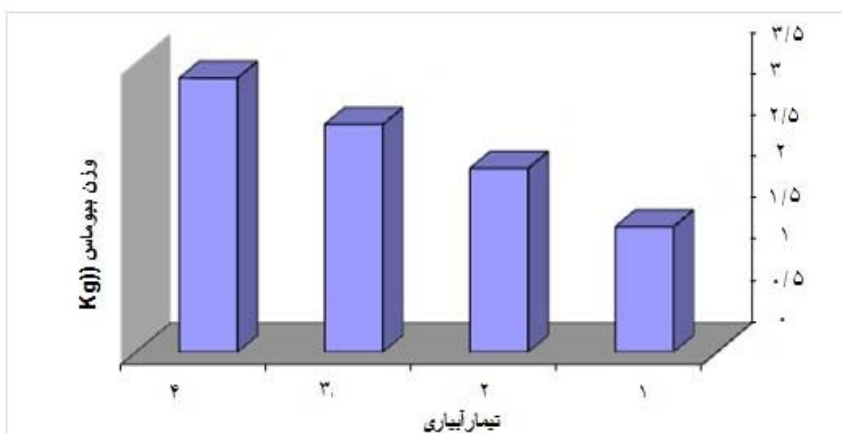
اثر تراکم کشت بر عملکرد دانه معنی دار نشد (جدول شماره ۳). با این حال بیش‌ترین مقدار عملکرد دانه در سال‌های اجرای طرح در تراکم کشت ۶۵۰۰۰ بوته در هکتار به‌دست آمد. (Sabindemetesand Pellerin, 1992) طی مطالعه‌ای گزارش نمودند احتمالاً کاهش عملکرد هر گیاه در اثر افزایش تراکم بوته به علت کاهش دریافت تشعشع خورشیدی در قسمت‌های پائین پوشش

وزن بیوماس (وزن کل گیاه)

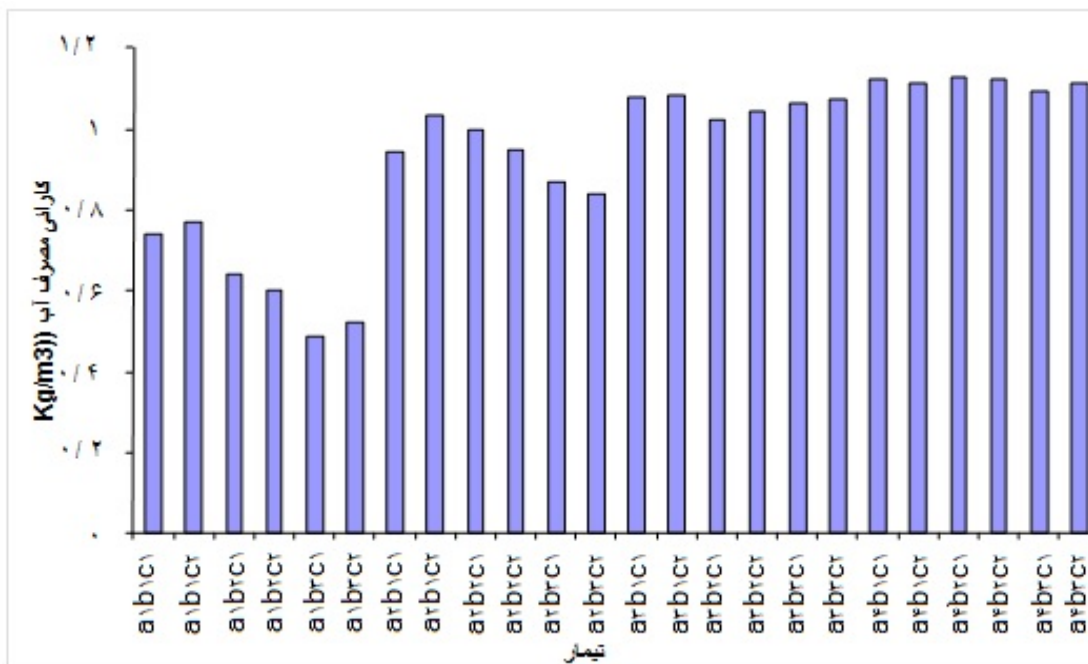
تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین تیمارهای سطوح آبیاری بر وزن ماده خشک اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد. معنی‌دار شدن اثر تیمار آبیاری بر صفت وزن بیوماس، بیانگر این حقیقت است که فتوسنتز، ماده‌سازی و به‌طور کلی تولید ماده خشک توسط گیاه، وابستگی مستقیمی با میزان آب در دسترس گیاه دارد و با افزایش سطح آبیاری وزن ماده خشک نیز افزایش می‌یابد. بیش‌ترین وزن بیوماس از سطح آبیاری ۱۲۵ درصد تأمین آب مورد نیاز و کم‌ترین آن از سطح آبیاری ۵۰ درصد تأمین آب مورد نیاز به‌دست آمد (جدول ۳ و ۴).

نتایج حاصله از تجزیه واریانس وزن بوته در خصوص فاکتورهای

تراکم و آرایش کاشت و همچنین اثرات متقابل آن‌ها دلالت بر بی‌اثر بودن این فاکتورها بر وزن ماده خشک دارد (جدول ۳ و ۴) که با نتایج به‌دست آمده توسط (Eck, 1984) و شکاری (۱۳۷۷) مطابقت دارد. هرچند که تجزیه واریانس وزن بوته در خصوص فاکتور تراکم بی‌اثر بودن این فاکتور را نشان می‌دهد اما مقایسه میانگین‌های این فاکتور نشان می‌دهد که با افزایش سطوح تراکم بوته وزن بیوماس کاهش می‌یابد (جدول ۲ و ۴). نجفی و همکاران (۱۳۷۵) نیز در مطالعه خود افزایش سطح تراکم را یکی از عوامل کاهش وزن بیوماس اعلام کردند. اثر سطوح مختلف تأمین آب مورد نیاز بر وزن ماده خشک در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل شماره ۲- عملکرد وزن بیوماس در تیمارهای مختلف تأمین آب مورد نیاز



شکل ۳- کارایی مصرف آب عملکرد دانه در تیمارهای مختلف

جدول شماره ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه و بیوماس

ماده خشک (kg)		عملکرد دانه (t/ha)		صفت
سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	تیمار
۱/۶۵ ^{gh}	۲/۱۳۳ ^{cdefg}	۴/۰۷۷ ^{ef}	۰/۸۳۳ ^f	a ₁ b ₁ c ₁
۱/۴۳ ^h	۱/۹۰۰ ^{defg}	۴/۲۵ ^e	۰/۳۰۰ ^f	a ₁ b ₁ c ₂
۱/۳ ^h	۱/۷۰۰ ^{fg}	۳/۵۳ ^{efg}	۰/۵۰۰ ^f	a ₁ b ₂ c ₁
۱/۷۲ ^{gh}	۱/۵۳۳ ^g	۳/۳۱ ^{fgh}	۰/۴۳۳ ^f	a ₁ b ₂ c ₂
۱/۲۸ ^h	۱/۸۸۳ ^{efg}	۲/۶۸ ^h	۰/۳۳۳ ^f	a ₁ b ₃ c ₁
۱/۷ ^{gh}	۱/۵۱۷ ^g	۲/۸۸ ^{gh}	۰/۸۳۳ ^f	a ₁ b ₃ c ₂
۲/۴۷ ^{def}	۲/۶۶۷ ^{bcddefg}	۶/۶۸ ^{cd}	۵/۲۵۰ ^{de}	a ₂ b ₁ c ₁

ادامه جدول شماره ۴- مقایسه میانگین عملکرد دانه و بیوماس

ماده خشک (kg)		عملکرد دانه (t/ha)		صفت
سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	تیمار
۲/۳۹ ^{ef}	۳/۲۰۰ ^{abc}	۷/۳۱ ^c	۵/۹۰۰ ^{cde}	a ₂ b ₁ c ₂
۲/۰۵ ^{fg}	۲/۸۸۳ ^{abcddef}	۷/۰۷ ^c	۶/۴۳۳ ^{cde}	a ₂ b ₂ c ₁
۲/۲ ^{efg}	۲/۵۳۳ ^{bcddefg}	۶/۷۴ ^{cd}	۳/۳۵۰ ^{ef}	a ₂ b ₂ c ₂
۲/۱۲ ^{efg}	۲/۶۶۷ ^{bcddefg}	۶/۱۵ ^d	۳/۵۱۷ ^{ef}	a ₂ b ₃ c ₁
۲/۱ ^{efg}	۲/۶۸۳ ^{bcddefg}	۵/۹۵ ^d	۴/۸۱۷ ^{de}	a ₂ b ₃ c ₂
۳/۰۷ ^{bc}	۲/۹۳۳ ^{abcddef}	۹/۸۱ ^b	۶/۹۸۳ ^{cd}	a ₃ b ₁ c ₁
۳/۳۸ ^{ab}	۳/۱۵۰ ^{abcd}	۹/۸۵ ^b	۷/۱۶۷ ^{cd}	a ₃ b ₁ c ₂
۲/۵۳ ^{cdef}	۲/۹۵۰ ^{abcddef}	۹/۳۵ ^b	۷/۶۳۳ ^{cd}	a ₃ b ₂ c ₁
۲/۳۷ ^{ef}	۲/۹۵۰ ^{abcddef}	۹/۵ ^b	۸/۶۳۳ ^{bc}	a ₃ b ₂ c ₂
۲/۴۸ ^{cdef}	۳/۰۳۷ ^{abcde}	۹/۷ ^b	۶/۳۰۸ ^{cde}	a ₃ b ₃ c ₁
۲/۶۸ ^{cde}	۳/۰۱۷ ^{abcde}	۹/۷۶ ^b	۵/۲۰۰ ^{de}	a ₃ b ₃ c ₂
۲/۴۸ ^{ab}	۳/۲۸۰ ^{abc}	۱۲/۴۸ ^a	۱۲/۵۰ ^a	a ₄ b ₁ c ₁
۳/۸۸ ^a	۳/۱۸۳ ^{abc}	۱۲/۳۸ ^a	۱۲/۹۷ ^a	a ₄ b ₁ c ₂
۳/۴۸ ^{ab}	۳/۷۰۰ ^{ab}	۱۲/۵۵ ^a	۱۱/۵۳ ^{ab}	a ₄ b ₂ c ₁
۳/۰۲ ^{bcd}	۳/۲۳۳ ^{abc}	۱۲/۵ ^a	۱۲/۵۵ ^a	a ₄ b ₂ c ₂
۲/۹۸ ^{bcd}	۳/۶۶۷ ^{ab}	۱۲/۱۵ ^a	۱۱/۶۲ ^{ab}	a ₄ b ₃ c ₁
۲/۹۹ ^{bcd}	۳/۹۶۷ ^a	۱۲/۳۸ ^a	۱۴/۰۲ ^a	a ₄ b ₃ c ₂

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که عملکرد دانه با افزایش میزان آب مصرفی، افزایش یافته به طوری که سطح آبیاری ۱۲۵ و ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی در هر دو سال بیشترین و کمترین عملکرد را به خود اختصاص داد. عملکرد دانه نشان داد که با کاهش ۲۵ درصد از میزان آب آبیاری مقدار محصول تولیدی نیز به همین میزان یعنی ۲۵ درصد کاهش یافته است. این بدان معنی است که ذرت گیاهی حساس به تنش رطوبتی و به کم آبی و یا تنش آبی بسیار حساس است. همین طور نتایج نشان داد که افزایش تراکم بوته تأثیری بر افزایش عملکرد دانه ندارد. به نظر می رسد کاهش محصول در دانه ذرت که در اثر تراکم زیاد بوته به وقوع می پیوندد به علت افزایش درصد گیاهان نابارور

کارایی مصرف آب (WUE)

کارایی مصرف آب حاصل تقسیم عملکرد دانه بر حجم آب مصرفی می باشد. نتایج نشان داد که ۶ تیمار a₄b₁c₁، a₄b₁c₂، a₄b₂c₁، a₄b₂c₂ و a₄b₃c₁ در یک گروه آماری با حداکثر مقدار کارایی مصرف آب و ۶ تیمار a₁b₁c₁، a₁b₁c₂، a₁b₂c₁، a₁b₂c₂ و a₁b₃c₁ در یک گروه آماری دیگر با حداقل میزان کارایی مصرف آب قرار گرفتند. به عبارتی کلیه تیمارهای طرح را می توان به چهار گروه با شاخص های مقادیر آب آبیاری a₁، a₂، a₃ و a₄ تقسیم بندی نمود که گروه تیمارهای a₁ دارای حداقل و گروه تیمارهای a₄ دارای حداکثر کارایی مصرف آب می باشند. کارایی مصرف آب عملکرد دانه در تیمارهای مختلف در شکل ۳ ارائه شده است.

نجفی، ا.، نادور، ا.ر. و چقماقی یزدی، م. ۱۳۸۵. بررسی اثر تراکم و فاصله ردیف بر کارایی مصرف آب و درصد پروتئین ذرت سیلویی. خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. تهران. پردیس ابوریحان. ۵-۷ شهریور.

شکاری، ف. ۱۳۷۷. بررسی اثرات تراکم کاشت بر روی کیفیت و کمیت ذرت سیلویی ۶۰۴ در تاریخ کاشت‌های مختلف. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. ۱۳-۹ شهریور.

Al-Omran, A.M., Sheta, A.S. Falatah, A.M and Al-Harbi. A.R. 2004. Effect of drip irrigation on squash (cucurbitapepo) yield and water- use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. Agriculture Water Management. 37: 111-112.

Bangal, G.B., Hondhe, R.B and Kalbande. D.H. 1986. Evaluation of water saving in tomato by trickle method of irrigation. Handbook of Irrigation. India.

Camp, C.R., Sadler, E.J and Busscher, W.J. 1989. Subsurface and alternate middle micro irrigation for the southeastern coastal plain. Transaction of the American Society of Agricultural Engineering 32 (2): 451-456.

Clark, R.N. 1979. Furrow, sprinkler, and drip irrigation efficiencies in corn. ASAE paper No. 79-2111. St. Joseph, Mich. ASAE.

Darusman, A., Khan, H., Stone, L.R., Spurgeon, W.E and Lamm, F.R. 1997. Water flux below the root zone vs. Irrigation amount in drip-irrigated corn. Agron. J. 89, 375-379.

Cox, W.J. 1997. Corn silage and grain yield response to plant densities. Journal Prod. Agric. 70:405-410.

Eck, H.V. 1984. Irrigated corn yield response to nitrogen and water. Agron. J. 76 (3): 421-428.

Earley, E.B., MCLL Rath, W.O., Sief, R.D and Hageman, R.H. 2001. Effects of shade applied at different of plant development on corn production. Crop. Sci. 7:151-159.

Early, E.B., Miller, R. J and Seif, R.D. 1966. Effects of shade on maize production under field conditions. Crop Sci. 6:1-7.

Hillel, D and Guuron, Y. 1973. Relation between evapotranspiration rate and maize yield. Water Resources Research. 9(3): 743-748.

باشد. همچنین نتیجه به دست آمده از این تحقیق نشان داد که آرایش کاشت اثری بر افزایش عملکرد دانه ندارد و در محدوده تراکم‌های متعارف، اثر آرایش کاشت بر عملکرد، کم یا بی‌تأثیر است. از نقطه نظر کارایی مصرف آب نتایج نشان داد که گروه تیمارهای a₁ (تیمارهای سطوح آب ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی) دارای حداقل و گروه تیمارهای b₄ (تیمارهای سطوح آب ۱۲۵ درصد تأمین نیاز آبی) دارای حداکثر کارایی مصرف آب می‌باشند. معنی‌دار شدن اثر تیمارهای سطوح آب بر وزن بیوماس، نشانگر این حقیقت است که فتوسنتز، ماده‌سازی و به‌طور کلی تولید ماده خشک توسط گیاه، رابطه مستقیمی با میزان آب در دسترس گیاه دارد و با افزایش سطح آبیاری وزن ماده خشک نیز افزایش می‌یابد. بیش‌ترین وزن بیوماس از سطح آبیاری ۱۲۵ درصد تأمین نیاز آبی و کم‌ترین آن از سطح آبیاری ۵۰ درصد تأمین نیاز آبی به دست آمد. با عنایت به نتایج حاصله و با توجه به محدودیت‌های به‌وجود آمده برای منابع آبی کشور که ناشی از خشکی و خشکسالی می‌باشد، می‌توان توصیه کرد، در شرایطی که محدودیت منابع آبی وجود داشته باشد با تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی با سیستم آبیاری قطره‌ای با استفاده از نوار آبدبه با تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار و آرایش کشت یک ردیفه و در شرایطی که محدودیت منابع آبی وجود نداشته باشد با تأمین ۱۰۰٪ نیاز آبی با تراکم ۷۵۰۰۰ بوته و آرایش کشت دو ردیفه به عملکرد مناسبی دست یافت. استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای منجر به دستیابی کارایی مصرف آب بالاتر از یک کیلوگرم عملکرد دانه بر متر مکعب آب مصرفی شد که حصول آن در سامانه‌های دیگر آبیاری عملاً غیرممکن می‌باشد. لذا توسعه این سیستم آبیاری در مزارع ذرت، باعث افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب و کاهش چشم‌گیر مصرف آب خواهد شد.

منابع

اسدی، ر. و اسدی، ر. ۱۳۹۱. تأثیر کم‌آبیاری ذرت دانه‌ای با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب. مجله پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۲۶. شماره ۲. ۱۹۸-۲۰۹.

افشار، ه.، اشرفی، ش. و حسن زاده مقدم، ه. ۱۳۸۶. کاربرد آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و سطوح مختلف آبیاری در زراعت ذرت دانه‌ای رقم کرج 700 در منطقه مشهد. سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار. ص: ۲۸۳-۲۹۳.

افشار، ه. و صدرقاین، س.ح. ۱۳۹۲. اثر سطوح مختلف مختلف آب، تراکم بوته، و آرایش کاشت بر بهره‌وری آب ذرت دانه‌ای در سیستم آبیاری قطره‌ای نواری زیرسطحی. مجله آب و خاک. جلد ۲۷. شماره ۶. ص: ۱۱۴۵-۱۱۵۲.

- Greece. University of Thessaly, school of Agricultural sciences. Department of Agriculture, crop production and Rural Environment Hydraulics Laboratory. Volos. Greece.
- Sivanappan,P.K. 1988. Economic of Drip Irrigation for Various Crops in India. Fourth International Micro irrigation Congress. October 23-26. Albury. Wodonga. Australia.
- Sander,J.Z and Bastiaanssen,W.G. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigation wheat, rice, cotton and maize. *Agricultural Water Management*. 69:115-133.
- Stewart,J.I., Hagan, R.M., Pruitt,W.O., Danielson,R.E Franklin,W.T., Hanks,R.J., Rile,J.P and Jackson E.B. 1977. Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil. PRWG151-1. Utah water Research laboratory, College of Engineering, Utah State University. Logon.
- Wilcox,J.R. 1974. Response of three soybean strains to equidistant and spacing. *Agronomy Journal*. 66:409-412.
- Yadav,K.S., Jain,S.C and Kushwaha,H.S. 1993. Effect of crowing system in relation to planting pattern on growth and yield of cotton. *Agricultural Science Digest Karnal*. 13: 181-184.
- Yongqiang,Z., Eloise,K and Y Qiang Y. 2004. Effect of soil water deficit on evapotranspiration. crop yield and water use efficiency in the North China Plain. *Agricultural Water Management*. 64:107-122.
- Howell,T.A., Yazar,A.A., Schneider,D., Duser,D.A. and Copeland,K.S. 1995. Yield and water use efficiency of corn in response to Lepa irrigation. *Transaction of the ASAE* 38 (6): 1737-1747.
- Lamm,F.R., Royers,D.H and Manges,H.L. 1994. Irrigation scheduling with planed soil water depletion. *Transaction of the ASAE* 37 (5): 1491-1497.
- Ling,S.S.M., Hobbell,J.N Tsou,S.C.S and Splittstoesser,W.E. 1983. Drip Irrigation and tomato yield under tropical conditions. *Hortscience*.18(4): 460-461.
- Osorio,U.A., Torres,H.A and Riva,M.F. 1983. Yields of tomato with drip Irrigation orstright or winding furrow irrigation in the Azapa valley IDESIA.
- Peet,M. 2004. Sweet corn . http://www.cals.ncsu.edu/sustainable/peet/profiles/c17_sweet.htm
- Sabindemetes,M and Pellerin,S. 1992. Effect of mutual shading on the emergence of nodal and root/shoot ratio of maize. *Plant and Soil* .147:87-93.
- Sangoi,L., Gracietti,M.A., Rampazzo,C and Bianchetti, P. 2002. Response of Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. *Field Crop Research*. V. 79. Issue 1. Pages: 39-51.
- Sakellariou,M., Papalexis,D.N. Nakos,L.K and Kalav, R. 2007. Methods on growth and energy production of sweet sorghum (Var. keller) on a dry year in

Effects of Tape Drip Irrigation and Irrigation Levels on Yield of Corn (KSC -۷۰۰)

S.Ashrafi^{*1}, H.Sadrghaen²

Received: May. 5, 2014 Accepted: Aug. 27, 2014

Abstract

Two years field experiment were carried out in order to evaluate the effects of different irrigation levels, plant density and planting patterns on water productivity of corn (KSC700 variety) using tape drip irrigation system in Karaj. The experimental design was laid out as split plot design based on randomized complete blocks with three replications. Main plots were four irrigation levels: 50%, 75%, 100% and 125% ET and sub plots were three plant densities: 65000, 75000 and 85000 plants per hectare and sub-sub plots were two planting patterns, one and two row plant per bed. Results showed that increasing the levels of irrigation from 50% to 125%, has a significant effects on yield, plant high, high of first corn, diameter of steam, diameter of corn, number of corn grain row, number of grain per row, biomass weight, length of corn, grain weight, weight of 1000 grain and weight of the corn wood. Results of two years experiments showed that grain yield increases by irrigation levels. The minimum and maximum yield values for 50% and 125% ET were 0.502, 12.53 and 3.46, 12.41 tons per hectare in years of 2003 and 2004 respectively. The deviation in yield at irrigation levels of 50% and 125%ET had significant difference ($\alpha=1\%$) for both years. This means that, corn is a plant which is highly sensitive to deficit irrigation. The biomass and water use efficiency of 125% and 50% ET irrigation treatments had maximum and minimum values respectively which had significant differences at $\alpha=1\%$ in both years. Considering the results obtained from this field experiment, in order to obtain maximum water productivity in areas where the water resources is limited, and areas where water resources are good, tape drip irrigation system can be used for corn production by applying 75% and 100% of the crop water requirement, and one row and two row planting pattern with 75000 plant densities per hectare in both areas respectively

Key words: Tape Drip Irrigation, Crop Density, Crop Pattern, Corn, Water Use Efficiency

1- Assistants Professor of Agricultural Engineering Research Institute
2- Assistants Professor of Agricultural Engineering Research Institute
(*- Corresponding Author Email: shah1343@yahoo.com)