Archive of SID

ارزیابی کم آبیاری و آرایش کاشت بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه ای هیبرید KSC-704

عبدالرحیم هوشمند[1*]، مجتبی فروتن[2] و سعید برومندنسب[3]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب hooshmand_a@scu.ac.ir
۲- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب
۳- استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۷ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱۶

چکیده

ذرت یکی از گیاهان با عملکرد بالا در شرایط استان خوزستان می باشد. به همین لحاظ توسعه کشت ذرت در این استان ضرورت دارد. در برخی از مناطق استان مشکل شوری اراضی و کمبود آب وجود داشته که چگونگی رشد ذرت را تحت تاءثیر قرار می دهد. به منظور ارزیابی کم آبیاری و آرایش کاشت بر عملکرد و کارایی مصرف آب هیبرید ذرت KSC-704 آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد. فاکتور اصلی در این طرح میزان آب آبیاری در سه سطح (A_1 : تأمین ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه ، A_2: تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه و A_3 : تأمین ۶۰درصد نیاز آبی گیاه) و فاکتور فرعی ، آرایش کاشت در سه سطح (B_1 : کشت در کف جوی ، B_2 : کشت در وسط پشته و B_3: کشت در دو طرف پشته) بود. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که میزان آب آبیاری (A) در سطح یک درصد بر عملکرد دانه ، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، کارایی اقتصادی مصرف آب و کارایی بیولوژیکی مصرف آب و در سطح پنج درصد بر وزن هزار دانه، اثر معنی‌دار داشت. بالاترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۹۱۷/۱ گرم در مترمربع مربوط به تیمار A_1 و کمترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۲۴۵/۱ گرم در مترمربع مربوط به تیمار A_3 بود. بیشترین کارایی اقتصادی مصرف آب مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه با میانگین ۱/۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین کارایی اقتصادی مصرف آب مربوط به تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه با میانگین ۰/۴۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود. همچنین سطوح الگوی کاشت (B) در سطح یک درصد بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، کارایی اقتصادی مصرف آب، کارایی بیولوژیکی مصرف آب اثر معنی‌دار داشت. ولی تأثیر آن بر وزن هزار دانه و شاخص برداشت معنی‌دار نبود. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۵۹۴/۷ گرم در مترمربع مربوط به تیمار B_1 و کمترین عملکرد دانه با میانگین ۵۲۲/۲ گرم در مترمربع مربوط به تیمار B_2 بود. بیشترین کارایی مصرف آب با میانگین ۰/۹۲ کیلوگرم بر متر مکعب مربوط به تیمار B_1و کمترین کارایی مصرف آب با میانگین۰/۸۱ کیلوگرم بر مترمکعب مربوط به تیمار B_2 بود.

کلید واژه ها: الگوی کاشت، ذرت دانه ای، کم آبیاری ،کارایی مصرف آب، هیبرید KSC-704 .

Evaluation of Deficit Irrigation and Sown Pattern on Yield and Water Use Efficiency of Maize (KSC-704)

A. Hooshmand[1], M. Frutan[2] and S. BoroomandNasab[3]

1- Assistant Professor, Department of Irrigation and Drainage, Shahid Chamran University of Ahvaz
2- Former M.Sc Student, Department of Irrigation and Drainage, Shahid Chamran University of Ahvaz
3- Professor, Department of Irrigation and Drainage, Shahid Chamran University of Ahvaz

Received: 25 Feb 2013 Accepted: 7 July 2013

Abstract

Maize is one of the high yield plants in the condition of Khuzestan Province. Therefore, development of the area under maize cultivating in this Province is necessary. In some part of this province soil salinity limitation and water scarcity is exist, that effect of maize growing. For evaluation of deficit irrigation and sown pattern on yield and water use efficiency of maize (KSC-704), a spilt plot method experiment with completely randomized block design in three replicate was conducted in the Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research Center. The main factor in this research was the amount of irrigation water

www.SID.ir

Archive of SID

(A_1: applied 100%, A_2: applied 80% and A_3: applied 60% of water requirement) and the minor factors were seed sown patterns (B_1: seed sowing in bed, B_2: seed sowing in the middle of furrow and B_3: seed sowing in the sides of furrow). The results showed that the amount of irrigation water (A) significantly effected on seed yield, biologic yield, harvest index, economical water use efficiency and biological water use efficiency at 1% level of probability. Also, it was significantly affected on 1000 seed weight at 5%level of probability. The maximum seed yield with mean 917.1 $g.m^{-2}$ was associated with A_1 treatment and the minimum seed yield with averaged 245.1 $g.m^{-2}$ was associated with A_3 treatment. The maximum water use efficiency with mean 1.33 $Kg.m^{-3}$ was associated with 100% of water requirements treatment and the minimum one with averaged 0.43 $Kg.m^{-3}$ was related to 60% of water requirements treatment. Also, the seed sown pattern (B) was significantly effected on seed yield, biologic yield, economical water use efficiency and biological water use efficiency at 1% level of probability. But the effect of this factor was not significantly on 1000 seed weight and harvest index. The maximum seed yield with mean 594.7 $g.m^{-2}$ was associated with B_1 treatment and the minimum seed yield with averaged 522.2 $g.m^{-2}$ was related to B_2 treatment. The maximum water use efficiency with mean 0.92 $Kg.m^{-3}$ was associated with B_1 treatment and the minimum one with averaged 0.81 $Kg.m^{-3}$ was related to B_2 treatment.

Key words: Crop pattern, Grain maize, Deficit irrigation, Water use efficiency, Variety KSC-70**4**

مقدمه

با توجه به سهم عظیم مصرف آب در بخش کشاورزی و هم چنین پائین بودن بازده مصرف آب، انتخاب و به کارگیری راه کارهایی در زمینه بهبود روش های آبیاری و بهینه سازی مصرف آب در گیاهان، صرفه جویی قابل توجهی را در این بخش به همراه خواهد داشت. بدین طریق می توان خسارت ناشی از بحران خشکسالی به بخش کشاورزی را به طور قابل ملاحظه ای کاهش داد. از آن جا که کشور ایران از نظر موقعیت جغرافیایی در کمربند خشک زمین واقع شده به کارگیری هر گونه راه کار به منظور صرفه جویی در آب و نیز افزایش سطح زیر کشت از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از این راه کارها کم آبیاری است (وردی نژاد و همکاران ، ۱۳۸۵). کم آبیاری عبارت است از استفاده بیشتر و بهتر از واحد حجم آب موجود و مصرف عامدانه و عالمانه کمتر آب به منظور افزایش تولید در مجموعه اراضی تحت پوشش (الباجی،۱۳۸۹). کیردا[1] (۱۹۹۹) عملکرد گیاهان مختلف در اثر اعمال کم آبیاری را مورد بررسی قرار داد، نتایج نشان داد پنبه، ذرت، گندم، آفتابگردان، چغندر قند و سیب زمینی برای اعمال تیمارهای کم آبیاری تناسب خوبی دارند، اگر کم آبیاری به یک دوره مشخص از رشد محدود باشد در آن صورت می توان با ۲۵درصد کاهش در میزان آبیاری، کارائی مصرف آب را ۱/۲ برابر افزایش داد. پاندی و همکاران[2] (۲۰۰۰) گزارش کردند کم آبیاری در اوایل رشد رویشی، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، سرعت رشد گیاه و ماده خشک را در گیاه ذرت به مقدار کمی کاهش می‌دهد و در مرحله رشد زایشی باعث کاهش شدید این شاخص‌ها می‌شود. گوتری و همکاران[3] (۲۰۰۱)، بیان کردند خسارت وارد شده در اثر تنش آب در برخی از مراحل رشد بیش از سایر مراحل است. اسبرن و همکاران[4] (۲۰۰۲)، گزارش دادند که تنش کمبود آب در مراحل قبل از گل‌دهی، گل‌دهی و بعد از گل‌دهی عملکرد ذرت را به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۲۱ درصد در مقایسه با گیاهان شاهد کاهش داده است. هاگ و دیویس[5] (۲۰۰۳) در بررسی اثر تنش رطوبتی بر ذرت اظهار نمودند که عملکرد دانه در شرایط تنش متوسط و شدید در سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۶۳ و ۸۵ و در سال ۲۰۰۱ به ترتیب ۱۳ و ۲۶ درصد کاهش یافت. رفیعی (۱۳۸۱)، گزارش نمود تنش خشکی با تأثیر منفی بر رشد و نمو اندام‌های زایشی ذرت موجب کاهش اجزای عملکرد و به موازات آن کاهش عملکرد دانه شد. صفایی (۱۳۹۰) در بررسی اثر کم آبیاری و آرایش کاشت بر عملکرد ، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه ای هیبرید KSC-640 در اهواز نشان داد که آب آبیاری بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی ، کارایی بیولوژیکی مصرف آب و کارایی اقتصادی مصرف آب در سطح یک درصد و برای وزن هزاردانه در سطح پنج درصد اثر معنی دار داشت. هم چنین الگوی کاشت بر روی عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی ، کارایی بیولوژِکی مصرف آب و کارایی اقتصادی مصرف آب در سطح یک درصد تأثیر معنی دار داشته و بر وزن هزاردانه و شاخص برداشت تأثیر معنی دار نداشته است. برخی از مدیریت های زراعی در مناطق شور شامل برگزیدن الگوی کاشت مناسب، انتخاب گیاهان مقاوم به شوری، تهیه بستر بذر به صورت شیب دار و انتخاب روش آبیاری مناسب می باشد (حیدری شریف آباد،۱۳۸۰). زارعی (۱۳۸۲)، با انجام پژوهشی اظهار داشت عملکرد بیولوژیکی ذرت تحت تأثیر الگوی کاشت معنی‌دار شد. برزگری (۱۳۸۶)، گزارش نمود الگوی کاشت کف جوی بر عملکرد دانه ذرت در اراضی شور و ماسه ای تأثیر معنی‌دار داشته و این روش علاوه بر افزایش عملکرد ذرت موجب کاهش مصرف آب تا حدود ۲۳درصد می‌شود. افشارمنش (۱۳۸۸) گزارش نمود که نتایج به

1- kirda
2-Pandey et al
3- Gutteri et al
4-Osborn et al
5- Hug and Davis

www.SID.ir

Archive of SID

دست آمده از دو سال متوالی آزمایش نشان داد بالاترین عملکرد در بین تیمارهای الگوهای کاشت مربوط به الگوی کاشت کف جوی بود. دشتی (۱۳۹۰) با بررسی تأثیر کم آبیاری و الگوی کاشت بر عملکرد ذرت دانه ای هیبرید KSC-704 اظهار داشت که بالاترین عملکرد دانه ، عملکرد بیولوژیکی ، کارایی اقتصادی و بیولوژیکی مصرف مربوط به تیمار ابیاری کامل و تیمار کشت در کف جوی بود. ساکی نژاد (۱۳۸۲) و نسمیت و ریچه[1] (۱۹۹۲) گزارش دادند که تنش کمبود رطوبت از طریق کاهش سطح برگ موجب اختلال در روند جذب و انتقال عناصر غذایی گردیده و عرضه مواد پرورده را کاهش داده که موجب تغییر در اجزای عملکرد و در نتیجه کاهش عملکرد شد. اوتگوی و همکاران[2] (۱۹۹۶) افزایش بازده مصرف آب را در نتیجه ی اعمال تنش خشکی گزارش نمودند. آنها علت این امر را دلایل متعددی از جمله هدر رفتن آب از طریق تبخیر و تعرق و نفوذ عمقی بیشتر در تیمارهای آبیاری کامل دانستند. عبدالرحمان و همکاران[3] (۱۹۸۸) اعلام کردند شوری منجر به ناکافی بودن آب قابل دسترس در خاک شده و در نتیجه کمبود آب نیز باعث کاهش در روند رشد گیاه می‌شود. ما و همکاران[4](۲۰۰۳)، در مطالعه‌ای گزارش نمودند که کشت ذرت در دو طرف پشته به پهنای ۲۰ سانتی‌متر و کشت بر روی وسط پشته‌ها به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر عملکرد دانه یکسانی را در تیمار های آزمایش نشان داد و راندمان کاربرد آب در تیمار کشت در دو طرف پشته افزایش یافت. گوزبنلی وهمکاران[5](۲۰۰۴) افزایش عملکرد دانه ذرت در کاشت دو ردیفه نسبت به تک‌ردیفه را گزارش دادند. گرچه ذرت در حالت کلی جزو گیاهان مناطق گرمسیر است و به آب زیادی احتیاج دارد ولی با انتخاب آرایش کاشت مناسب می توان میزان مصرف آب را در حد متوسطی کاهش داد. در آرایش کاشت مناسب انرژی تشعشعی بیشتری توسط گیاه ذرت جذب شده و در نتیجه به ذرت اجازه می دهد که حداکثر فتوسنتز را داشته باشد. در این صورت مقدار کمتری انرژی تشعشعی به سطح خاک برخورد و تبخیر کاهش می یابد.(علیزاده،۱۳۷۴).

هدف از انجام این تحقیق بررسی عملکرد ذرت دانه ای هیبرید KSC-704 در آرایش های مختلف کاشت (کشت در کف جوی، کشت در وسط پشته ، کشت در دو طرف پشته) و سطوح مختلف آبیاری (مصرف ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) می باشد.

مواد و روش ها

این پژوهش در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در شهر اهواز به مدت یکسال اجرا گردید. طول جغرافیایی محل آزمایش ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا می باشد. شهر اهواز در جنوب غربی استان خوزستان واقع شده است و از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک می باشد. دارای آب و هوای نیمه استوائی و تابستان گرم و خشک است. این تحقیق بر روی ذرت هیبرید KSC-704 انجام شده است.

آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی بود که در آن فاکتور اصلی سطوح مختلف آبیاری شامل (۱۰۰،۸۰ و۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) و فاکتور فرعی الگوی کاشت شامل کاشت در کف جوی ، کاشت در وسط پشته و کاشت در دو طرف پشته می باشد. این آزمایش در سه تکرار به فاصله دو متر انجام شد. هر تکرار شامل سه پلات با فواصل دو متر و هر پلات شامل سه کرت با ابعاد۳*۶ بود. هر کرت شامل چهار پشته ۷۵ سانتی متری با طول شش متر است که به صورت سه خط کاشته شده و یک خط کاشته نشده جهت رفع تأثیر کرت های مجاور در نظر گرفته شد. شکل(۱) طرح آزمایشی و تیمارهای مختلف را نشان می دهد.

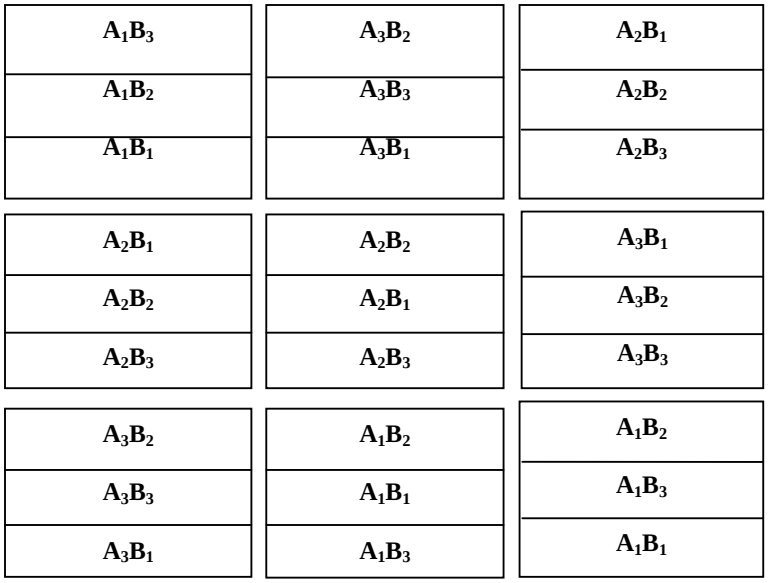
عملیات کشت در تاریخ ۵ مرداد سال ۱۳۸۸با توجه به تیمارهای طرح ، شامل کاشت در کف جوی ، روی پشته و دو طرف پشته صورت گرفت. در هر چاله تعداد ۳-۲ بذر در عمق ۴-۳ سانتی متری و با فاصله ۱۸ سانتی متر در روی پشته ، کف جوی و دوطرف پشته کشت و بلافاصله بعد از آن آبیاری گردید. صارمی (۱۳۷۷) با انجام آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی شاوور خوزستان بر روی ذرت دانه ای رقم ۷۰۴ گزارش نمودکه دور آبیاری بر اساس ۷۰ میلی متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A سودمندی قابل ملاحظه ای را در پی خواهد داشت. به همین دلیل در این آزمایش زمان آبیاری بر اساس ۷۰ میلی متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A مشخص گردید. میزان حجم آب مصرف شده در کل دوره رشد برای تیمارهای ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ درصد نیاز آبی به ترتیب ۶۸۹ ، ۶۲۴ ، ۵۵۹ میلی متر در متر مربع ۰/۶۸، ۰/۶۲ و ۰/۵۶ بود.

طی دوره رشد ذرت تعداد هیجده آبیاری صورت گرفت. تعداد کم آبیاری اعمال شده شش بار بوده که برای تمام تیمارها یکسان اجرا گردد.

1- Nesmith and Ritchie
2- Otegui et al
3- Abdul Rahman et al
4- Ma et al
5- Gozebnli and et al

www.SID.ir

Archive of SID



فاکتور اصلی مقدار آب آبیاری در سه سطح: A_1: تأمین ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه A_2: تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه A_3: تأمین ٦٠ درصد نیازآبی گیاه

فاکتور فرعی الگوی کاشت در سه سطح: B_1: کشت در کف جوی B_2: کشت بر روی پشته B_3: کشت در دوطرف پشته

شکل ۱-نقشه طرح آزمایشی و معرفی تیمارهای آزمایشی

جدول ۱- کیفیت آب آبیاری در دوره آزمایش

شوری (dS/m)	اسیدیته	بی کربنات	کلر	کلسیم	منیزیم	سدیم
				meq/L		
۲/۹۱	۷/۳۶	۴/۹	۱۸/۹۶	۸/۹۶	۵/۵	۱۸/۶

جدول۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق‌های مختلف قبل از کشت

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ds/m)	اسیدیته	عناصر خاک			اجزای بافت خاک			
			کربن آلی (٪)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	رس (٪)	لای (٪)	شن (٪)	نوع بافت
۰ _ ۳۰	۷	۷/۳	۰/۹۵	۱۶/۲	۳۱۷/۹	۴۴	۴۸	۸	سیلتی‌رسی
۳۰ _ ۶۰	۸/۶	۷/۲	۰/۹۳	۱۷/۹	۳۱۸	۴۲	۴۸	۱۰	سیلتی‌رسی

آبیاری به روش جوی و پشته در داخل کرت انجام شد . منبع آب جهت آبیاری در این طرح آب رودخانه کارون بود که به وسیله پمپ وارد کانال انتقال بتنی و از این طریق وارد اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی و سپس وارد کانال های خاکی بین کرت های آزمایشی می شد. آب مورد نیاز هر کرت بوسیله الکتروپمپ از کانال های خاکی بین کرت ها تأمین و بوسیله یک لوله که روی آن کنتور حجمی نصب شده بود به میزان محاسبه شده به طور دقیق وارد هر کرت شد. طول دوره های مرحله ابتدایی رشد ، مرحله توسعه گیاه ، مرحله میانی و مرحله نهایی برای ذرت دانه ای در اهواز، برابر ۱۵، ۴۰ ، ۳۰ و۳۵ روز است .

کم آبیاری برای تمام تیمارها از شروع مرحله میانی اعمال شد. با توجه به این که جوی و پشته ها در داخل کرت بوده و به جز نفوذ عمقی تلفات دیگری وجود ندارد، راندمان آبیاری ۹۰درصد در نظر گرفته شد. آب زیرزمینی به دلیل پایین بودن در منطقه تأثیری روی آزمایش نداشته وتلفات عمقی نیاز آبشوئی اراضی را تأمین می نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین خصوصیات آب آبیاری در دوره آزمایش در جدول (۱) ارائه شده است. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بافت خاک، پیش از کاشت با استفاده از مته نمونه‌گیری (آوگر) از عمق‌های ۳۰-۰ و ۶۰ -۳۰ سانتی متر از نقاط مختلف زمین چهار نمونه مرکب تهیه که نتایج آن در جدول (۲) آمده است.

کود سرک برای تأمین نیتروژن در سه مرحله به زمین داده شد. در مرحله اول یک سوم از کل کود در زمان تهیه بستر (۱۵۰ کیلوگرم)، در مرحله دوم یک سوم از کل کود در زمان ۶ تا ۸ برگی و در مرحله سوم یک سوم از کل کود در زمان ظهور گل تاجی به گیاه داده شد. روش کود دادن به صورت نواری در کنار بوته‌ها بود. در مرحله چهار برگی وجین شیمیایی با استفاده از علف کش ترکیبی آترازین و لاسو به میزان پنج واحد لاسو و یک واحد آترازین هر کدام به ترتیب ۳۷۰ میلی گرم و ۷۵ گرم در هکتار مصرف گردید و در طول آزمایش بسته به تراکم علف های هرز ، وجین به صورت دستی انجام شد. جهت مبارزه با آفت سزامیا از آفت‌کش پرومترین به میزان یک لیتر در هکتار استفاده شد. طول دوره رشد این رقم به منظور تولید دانه ۱۳۵ ـ ۱۲۵ روز می باشد. زمان برداشت زمانی بود که دانه ها بسیار سخت و ۱۰ روز پس از تشکیل لایه سیاه رنگ در انتهای دانه بود و رقم مورد آزمایش در تاریخ ۱۳۸۸/۹/۱۰ برداشت گردید.

روش نمونه‌گیری و اندازه گیری صفات

برای اندازه گیری صفات در زمان برداشت نهایی از خطوط وسط پس از حذف دو بوته از اول و انتهای هر خط، بوته ها برداشت و صفات ذیل سنجش شد:

برای محاسبه وزن هزار دانه و وزن خشک بوته از جامعه گیاهی برداشتی تعداد پنج بوته به طور تصادفی انتخاب شد.

- برای اندازه گیری وزن هزار دانه تعداد پنج نمونه ۲۰۰ تایی انتخاب و میانگین آنها ضرب در پنج گردید سپس با استفاده از رابطه (۱) وزن به رطوبت استاندارد (۱۴درصد) تبدیل شد:

$$Yws = \frac{Yf \times (100 - Vl)}{100 - Ws} \qquad (۱)$$

Yws : وزن دانه با رطوبت استاندارد (g)

Yf : وزن دانه با رطوبت مزرعه (g)

Vl : درصد رطوبت دانه در زمان برداشت

Ws : درصد رطوبت استاندارد

- برای اندازه گیری عملکرد دانه در متر مربع از کلیه بوته های موجود در سطح برداشت، بلال های آنها جدا و توزین شد. با توجه به وزن دانه در بلال و یا به عبارتی نسبت وزن دانه به وزن بلال، عملکرد دانه در سطح برداشت به دست آمد و عدد به دست آمده به سطح یک متر مربع تبدیل شد.
- برای محاسبه وزن خشک بوته ها، توزین بوته ها در مزرعه انجام و سپس بوته ها جداگانه در آون در دمای ۷۴ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد. وزن خشک آنها اندازه گیری و میانگین آنها ملاک کار قرار گرفت. با ضرب تعداد بوته ها در سطح برداشت در وزن خشک بوته میزان وزن خشک بوته در سطح برداشت به دست آمد. سپس عدد به دست آمده در سطح یک متر مربع محاسبه گردید.
- شاخص برداشت با تقسیم عملکرد دانه در متر مربع به عملکرد بیوماس خشک در متر مربع ضرب در ۱۰۰ به دست آمد.
- کارایی مصرف آب را می توان با تقسیم عملکرد (کیلوگرم) بر میزان آب مصرفی (متر مکعب) به دست آورد. کارایی اقتصادی مصرف آب از نسبت میزان عملکرد دانه به میزان آب مصرفی به دست آمد. برای اندازه گیری کارایی بیولوژیکی مصرف آب از نسبت عملکرد بیوماس خشک به میزان آب مصرفی استفاده شد.

برای تحلیل واریانس و مقایسه میانگین ها به روش حداقل تفاوت معنی دار (LSD) از نرم افزار MSTATC و برای مشخص کردن ضریب همبستگی بین صفات به روش پیرسون از نرم افزار MINITAB استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای هیبرید ۷۰۴- KSC در جدول (۳) ارائه گردیده است.

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که میزان آب آبیاری (A) در سطح احتمال خطا یک درصد بر عملکرد دانه ، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، کارایی اقتصادی مصرف آب و کارایی بیولوژیکی مصرف آب و در سطح احتمال خطا پنج درصد بر وزن هزار دانه، اثر معنی‌دار داشت. مطابق آنچه که در جدول (۳) ملاحظه می‌شود، الگوی کاشت (B) در سطح احتمال خطا یک درصد بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، کارایی اقتصادی مصرف آب و کارایی بیولوژیکی مصرف آب اثر معنی‌دار داشت ولی تأثیر آن بر وزن هزار دانه و شاخص برداشت معنی‌دار نبود. نتایج این تحقیق مشابه با یافته های صفائی(۱۳۹۰) می باشد.

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای کم آبیاری (A) و الگوی کاشت (B) از نظر سطح معنی‌دار بودن، روی عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، کارایی اقتصادی مصرف آب و کارایی بیولوژیکی مصرف آب (در سطح یک درصد) یکسان بوده است اما در خصوص سایر پارامترها که شامل وزن هزار دانه و شاخص برداشت می‌باشند همواره تنش آبی بیشتر از الگوی کاشت تأثیر داشته است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۳- تجزیه واریانس وزن هزار دانه ، عملکرد دانه ، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، کارایی اقتصادی و بیولوژیکی مصرف آب

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه	عملکرد دانه در واحد سطح	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت	کارایی اقتصادی مصرف آب	کارایی بیولوژیکی مصرف آب
تکرار	۲	۸۱^{ns}	۱۸۵^{ns}	۱۲۶۰^{ns}	۶/۲^{ns}	۰/۰۰^{ns}	۰/۰۰۳*
عامل A	۲	۱۳۹۸ *	۱۰۲۵۷۳۵**	۳۶۴۵۹۶۴**	۱۸۶**	۱/۸**	۶/۲**
خطای A	۴	۱۷۸/۷	۶۱۸/۶	۲۴۹/۸	۸/۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
عامل B	۲	۱۰۷/۷^{ns}	۱۲۱۸۶**	۱۷۰۳۱**	۱۴^{ns}	۰/۰۳*	۰/۰۴**
A*B	۴	۰/۴۵^{ns}	۱۳۶۵^{ns}	۴۲۴^{ns}	۳^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
خطای B	۱۲	۸۰	۹۴۷	۱۵۵۲	۲۳/۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴
ضریب تغییرات (٪)		۳/۹۵	۵/۴۸	۳/۶۷	۹/۳۷	۵/۵۹	۳/۷۸

A: میزان آب آبیاری، B : الگوی کاشت، ** و * به ترتیب معنی دار در سطح یک و پنج درصد، ns بدون اثر معنی دار

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس بیانگر حساسیت بیشتر ذرت دانه‌ای به کمبود آب نسبت به تغییرات الگوی کاشت است. در این آزمایش اثر متقابل کم آبیاری و الگوی کاشت بر روی صفات معنی‌دار نبود که با نتایج حاصل از تحقیقات صفایی (۱۳۹۰) مطابقت دارد.

جدول (۴) مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای رقم KSC-704 را تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی نشان می‌دهد. برای مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد از روش حداقل تفاوت معنی دار(LSD) استفاده شده است. با بررسی جدول (۴) مشخص می‌شود که بالاترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۹۱۷/۱ گرم در مترمربع مربوط به تیمار A_1 و کمترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۲۴۵/۱ گرم در مترمربع مربوط به تیمار A_3 می‌باشد. همچنین به لحاظ مرتبه نیز هر سه سطح آبیاری در سه گروه جداگانه قرار گرفته‌اند که بیانگر اختلاف معنی‌دار بین سطوح می‌باشد به طوری که سطوح A_2 و A_3 نسبت به سطح A_1 با کاهش ۴۲/۸ و ۷۳/۳ درصدی در عملکرد دانه مواجه شده‌اند. بالا بودن وزن هزار دانه و تعداد دانه در بلال به عملکرد بیشتر در سطح آبیاری کامل منجر گردید. علت آن را می توان به مهیا بودن آب مورد نیاز گیاه در آبیاری کامل نسبت داد. از طرفی تنش آب با تأثیر بر مقدار سطح برگ، سطح فعال فتوسنتزی را کاهش می دهد و در نتیجه کاهش فتوسنتز واحد سطح برگ در مرحله ابریشم دهی ، تولید مواد پرورده کاهش و در نتیجه عملکرد دانه کاهش می یابد. همین نتیجه گیری توسط ساکی نژاد(۱۳۸۲) نیز به دست آمد. همچنین در تنش خشکی ، تنش شوری بیشتر نمایان و باعث کاهش عملکرد دانه می شود. براساس گزارش دشتی (۱۳۹۰) بالاترین عملکرد مربوط به تیمار آبیاری کامل و کمترین عملکرد مربوط به تیمار۶۰ درصد آبیاری بوده که مشابه نتایج این تحقیق می باشد.

از لحاظ ترتیب، تأثیر سطوح الگوی کاشت بر عملکرد دانه به صورت $B_1 > B_3 > B_2$ بوده که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۵۹۴/۷ گرم در مترمربع مربوط به تیمار B_1 و کمترین عملکرد دانه با میانگین ۵۲۲/۲ گرم در مترمربع مربوط به تیمار B_2 می‌باشد. به نظر می‌رسد که شوری وسط پشته باعث کاهش روند رشد درگیاه گردیده که این موضوع عامل اصلی کاهش عملکرد دانه شده است. به عبارت دیگر عامل افزایش عملکرد دانه مربوط به کاهش میزان شوری در الگوی کشت کف جوی می‌باشد. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج حاصله ازتحقیق افشار منش(۱۳۸۸) و دشتی (۱۳۹۰) مطابقت دارد.

تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر کارایی اقتصادی مصرف آب نشان می‌دهد که بیشترین کارایی اقتصادی مصرف آب مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه با میانگین ۱/۳۳ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین کارایی اقتصادی مصرف آب مربوط به تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه با میانگین ۰/۴۳کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. ترتیب اثر سطوح مختلف آبیاری بر کارایی اقتصادی مصرف آب بصورت $A_1 > A_2 > A_3$ می‌باشد. در بررسی دشتی(۱۳۹۰) روی گیاه ذرت ، کارایی مصرف آب با اعمال تنش به طور معنی دار کاهش یافت که با نتایج این آزمایش منطبق است. به دلیل اینکه در این آزمایش تلفات و هدر رفت آب بسیار ناچیز و راندمان

www.SID.ir

Archive of SID

جدول٤- مقایسه میانگین شاخص های ارزیابی

تیمارهای آزمایشی		وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (g/m^2)	عملکرد بیولوژیکی (g/m^2)	شاخص برداشت(٪)	کارایی اقتصادی مصرف آب (kg/m^3)	کارایی بیولوژیکی مصرف آب (kg/m^3)
سطح آبیاری	A_1	۲۳۹/۳^{a}	۹۱۷/۱^{a}	۱۷۷۰^{a}	۵۱/۸۱^{b}	۱/۳۳^{a}	۲/۵۷^{a}
	A_2	۲۲۴/۹^{ab}	۵۲۴/۳^{b}	۹۳۰/۸^{b}	۵۶/۳۱^{a}	۰/۸۴^{b}	۱/۴۹^{b}
	A_3	۲۱۴/۵^{b}	۲۴۵/۱^{c}	۵۲۱/۳^{c}	۴۷/۲۲^{c}	۰/۴۳۸^{c}	۰/۹۳^{c}
LSD(۰/۰۵)		۱۷/۵۰	۳۲/۵۵	۲۰/۶۹	۳/۷۸	۰/۰۴۱	۰/۰۴۱
الگوی کاشت	B_1	۲۲۹/۵^{ns}	۵۹۴/۷^{a}	۱۱۱۸^{a}	۵۲/۶۹^{ns}	۰/۹۲^{a}	۱/۷۳^{a}
	B_2	۲۲۲/۶۲^{ns}	۵۲۲/۲^{b}	۱۰۳۱^{c}	۵۰/۳۶^{ns}	۰/۸۱^{b}	۱/۵۹^{c}
	B_3	۲۲۶/۵۴^{ns}	۵۶۹/۷^{a}	۱۰۷۴^{b}	۵۲/۲۹^{ns}	۰/۸۸^{a}	۱/۶۶^{b}
LSD(۰/۰۵)		n.s	۳۱/۶۱	۴۰/۴۷	n.s	۰/۰۴۶	۰/۰۶۵

A_1 : تأمین ۱۰۰درصد نیاز آبی گیاه ، A_2 : تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه ، A_3 : تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه
B_1 : کاشت در کف جوی ، B_2 : کاشت بر روی پشته ، B_3: کاشت در دو طرف پشته

مقایسه میانگین‌ها از نظر تأثیر سطوح الگوی کاشت بر کارایی اقتصادی مصرف آب بصورت $B_1 > B_3 > B_2$ می‌باشد که بیشترین کارایی با میانگین ۰/۹۲ کیلوگرم بر متر مکعب مربوط به تیمار B_1 و کمترین کارایی با میانگین۰/۸۱ کیلوگرم بر مترمکعب مربوط به تیمار B_2 می‌باشد که علت آن را می‌توان به دلیل کاهش تبخیر و کاهش تجمع نمک در کف جوی نسبت داد که به ازای مصرف یک متر مکعب آب عملکرد دانه بیشتری تولید شده است.

- کارایی مصرف آب

در جدول (۵) مقادیر مربوط به کارایی اقتصادی و کارایی بیولوژیکی مصرف آب برای تیمارهای مختلف نشان داده شده است. ترتیب قرارگرفتن تیمارهای آزمایشی از نظر مقادیر کارایی اقتصادی مصرف آب به صورت $A_1B_1 > A_1B_3 > A_1B_2 > A_2B_1 > A_2B_3 > A_2B_2 > A_3B_1 > A_3B_3 > A_3B_2$ می‌باشد. ترتیب قرارگرفتن تیمارهای آزمایشی از نظر مقادیر کارایی بیولوژیکی مصرف آب نیز به همین صورت می‌باشد. به طور کلی اثر تنش آب بر روند تغییرات کارایی مصرف آب در کلیه تیمارها بدین صورت است که برای تیمارهای با حداکثر تنش آبی(A_3) راندمان اقتصادی مصرف آب حداقل بوده اما در تیمار بدون تنش آبی(A_1) این راندمان در کلیه تیمارها آبیاری بالا بوده و از طرفی عملکرد در تیمار آبیاری کامل دارای بالاترین مقدار می باشد، لذا تیمار آبیاری کامل دارای بالاترین مقدار کارایی مصرف آب می باشد. به حداکثر خود رسیده است. در خصوص اثر تیمارهای الگوی کاشت بر روی کارایی مصرف آب مشاهده می شود که تیمار B_2 نسبت به تیمار B_1و B_3 کارایی کمتری داشته است علت آن تجمع نمک بر روی پشته، افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب توسط گیاه می باشد که منجر به کاهش محصول شده است. نتایج حاصله از این پژوهش با تحقیقات صفائی (۱۳۹۰) مطابقت دارد.

- بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر تغییرات نسبی عملکرد و اجزای عملکرد

در این تحقیق، تیمار A_1 (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و تیمار B_1 (کاشت در کف جوی) را به عنوان تیمارهای شاهد در نظر گرفته و تغییرات نسبی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای هیبرید KSC-704 نسبت به این تیمارها مقایسه شد(جدول ۶). مقادیر درصد منفی موجود در این جدول بیانگر افت نسبی و مقادیر مثبت درصد بیانگر افزایشی نسبی عملکرد و اجزای عملکرد می‌باشند. در این آزمایش مقادیر افت نسبی مربوط به کم آبیاری‌ها، بیش از مقادیر افت نسبی مربوط به تیمارهای الگوی کاشت است، به عبارتی ذرت دانه‌ای به کم آبی حساس‌تر است تا

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۵- کارایی بیولوژیکی و کارایی اقتصادی مصرف آب در تیمارهای مختلف

تیمارها		کارایی بیولوژیکی مصرف آب(kg/m^3)	کارایی اقتصادی مصرف آب(kg/m^3)
	B_1	۲/۶۴	۱/۳۸
A_1	B_2	۲/۴۸	۱/۲۴
	B_3	۲/۵۸	۱/۳۷
	B_1	۱/۵۶	۰/۹۱
A_2	B_2	۱/۴۳	۰/۷۸
	B_3	۱/۴۸	۰/۸۳
	B_1	۱/۰۰	۰/۴۸
A_3	B_2	۰/۸۷	۰/۴۰
	B_3	۰/۹۳	۰/۴۴

جدول٦-درصدهای نسبی کاهش یا افزایش عملکرد و اجزای عملکرد نسبت به تیمارهای شاهد

تیمارها	ارتفاع بوته	طول بلال	وزن بلال	وزن چوب بلال	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت	وزن دانه بلال	کارایی اقتصادی مصرف آب	کارایی بیولوژیکی مصرف آب
A_1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
A_2	-۹/۲۵	-۱۴/۰۸	-۴۲/۱۶	-۴۲/۴۶	-۲۶/۹۵	-۶/۰۲	-۴۲/۸۳	-۴۷/۴۱	+۸/۶۹	-۴۲/۰۶	-۳۶/۸	-۴۱/۹
A_3	-۱۵/۰۰	-۲۶/۳۴	-۷۱/۸۶	-۷۰/۰۸	-۵۱/۰۲	-۱۰/۳۶	-۷۳/۲۷	-۷۰/۵۵	-۸/۸۶	-۷۲/۳۵	-۶۷	-۶۳/۶
B_1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
B_2	-۶/۱۸	-۵/۷۸	-۱۹/۶۲	-۱۳/۶۵	-۱۰/۱۵	-۳/۰۰	-۱۲/۱۹	-۷/۷۸	-۴/۴۲	-۲۱/۲۶	-۱۲/۶	-۷/۹۶
B_3	-۲/۷۶	-۱/۷۶	-۱۱/۲۱	-۷/۹۸	-۷/۱۸	-۱/۲۹	-۴/۲۰	-۳/۹۴	-۰/۷۶	-۱۲/۱۲	-۴/۴۶	-۳/۹

به تغییرات الگوی کاشت. همان طوری که مشاهده می‌شود عملکرد دانه در اثر کاهش ۲۰ درصدی در میزان آب آبیاری، کاهش ۴۲/۸۳ درصدی را از خود نشان می‌دهد، به همین دلیل بجز در شرایطی که مجبور به اعمال کم آبیاری باشیم، توصیه می‌شود که تمام نیاز آبی ذرت دانه‌ای تأمین شود. صفایی(۱۳۹۰) اظهار داشت که با کاهش ۲۰ و ۴۰ درصد در میزان آب آبیاری، عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۴۶ و ۷۰ درصد کاهش نشان داد. هم چنین نتایج نامبرده نشان داد که ذرت به کم آبی حساسیت بیشتری دارد تا به تغییرات الگوی کاشت که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. همانطور که در جدول (۶) مشاهده می‌شود درصدهای افت نسبی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در تغییرات الگوی کاشت قابل ملاحظه نبوده، لذا می‌توان با توجه به شرایط محیطی و امکانات محلی هر کدام از این الگوهای کاشت را بدون این که تغییر قابل ملاحظه‌ای در عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای حاصل شود جهت کشت ذرت مورد استفاده قرار داد. البته قابل مشاهده است که تیمار فرعی B_3 نتایج بهتری نسبت به تیمار فرعی B_2 بدست می دهد. بنابراین در انتخاب الگوی کاشت از مقایسه تیمارهای B_2و B_3 تیمار B_3 ، افت نسبی کمتری را نشان می دهد که علت آن تجمع نمک بر روی پشته، افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب توسط گیاه در تیمار B_2 می باشد

نتیجه گیری

بالاترین میزان عملکرد دانه از نظر تأثیر سطوح مختلف میزان آب آبیاری با میانگین ۹۱۷/۱ گرم در متر مربع مربوط به تیمار A_1 (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و کمترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۲۴۵/۱ گرم در متر مربع مربوط به تیمار A_3 (تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) بود. با کاهش میزان آب آبیاری از ۱۰۰ به ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، عملکرد به ترتیب ۳۹۲/۸ و ۶۷۲ گرم در مترمربع کاهش یافت. سطوح کم آبیاری

www.SID.ir

Archive of SID

A_2 و A_3 نسبت به سطح A_1 به ترتیب کاهش ۴۲/۸ و ۷۳/۳ درصدی عملکرد دانه را نشان دادند. لذا توصیه می شود برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه، نیاز آبی گیاه به طور کامل تأمین شود.

از نظر تأثیر سطوح مختلف الگوی کاشت، بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۵۹۴/۷ گرم در مترمربع مربوط به تیمار B_1 (کشت در کف جوی) و کمترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۵۲۲/۲ گرم در مترمربع مربوط به تیمار B_2 (کشت بر روی پشته تک ردیفه) می باشد. سطوح B_2و B_3نسبت به سطح B1 به ترتیب کاهش ۱۲/۱۹ و ۴/۲ درصدی عملکرد دانه را نشان دادند. با توجه به نتایج حاصله ذرت دانه ای به کم آبی حساسیت بیشتری نسبت به تغییرات الگوی کاشت نشان داد. بیشترین کارایی اقتصادی و کارایی بیولوژیکی مصرف آب مربوط به کاشت در کف جوی و سپس به ترتیب کاشت در دوطرف پشته و کاشت تک ردیفه بر روی پشته بود($B_1 > B_3 > B_2$). لذا در صورتی که محدودیتی از نظر شیوه کاشت و عملیات داشت و .... وجود نداشته باشد برای دستیابی به حداکثر راندمان مصرف آب ، کاشت ذرت در کف جوی پیشنهاد می گردد.

منابع

۱- افشارمنش، غ. ۱۳۸۸. بررسی اثرات الگوی کاشت بر روی عملکرد دانه ارقام ذرت در منطقه جیرفت. گزارش نهایی،مرکز تحقیقات کشاورزی شهید مقبلی جیرفت و کهنوج. بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای، ۳۵صفحه.

۲- الباجی ، م.۱۳۸۹. بررسی اثر روش های آبیاری معمولی، کم آبیاری تنظیم شده و کم آبیاری به صورت خشکی موضعی ریشه بر بهره وری آب و کارایی مصرف آب آفتابگردان .پایان نامه دکتری رشته آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۳- برزگری، م . ۱۳۸۶. مطالعه اثر الگوی کاشت بر عملکرد ذرت در اراضی لب شور و ماسه‌ای. گزارش پژوهشی. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد، ۲۰ صفحه.

۴- حیدری شریف آباد ، ح . ۱۳۸۰. گیاه وشوری . انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

۵- دشتی ، م .۱۳۹۰. مطالعه اثر الگوی کاشت و کم آبیاری روی ذرت دانه ای . پایان نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان،۱۲۱ صفحه.

۶- رفیعی، م . ۱۳۸۱. اثرات تنش کمبود آب، روی و فسفر بر شاخص‌های رشد و عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای. پایان‌نامه دکتری تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات خوزستان، ۱۹۵ صفحه.

۷- زارعی ، ب . ۱۳۸۲. ارزیابی اثر الگوی کاشت و تراکم بر عملکرد دانه ذرت . پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته زراعت، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ۱۱۵ صفحه.

۸- ساکی نژاد، ط. ۱۳۸۲. مطالعه اثر تنش آب بر روند جذب عناصر نیتروژن. فسفر. پتاس و سدیم در دوره‌ها مختلف ریشه با توجه به خصوصیات مرفولوژی و فیزیولوژیکی گیاه ذرت در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان‌نامه دکتری تخصصی «فیزیولوژی گیاهان زراعی»، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، ۲۱۰صفحه.

۹- صارمی . م . ۱۳۷۷ . اثر دور آبیاری در عملکرد ذرت رقم ۷۰۴ . گزارش نهایی انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان.

۱۰- صفایی، ن . ۱۳۹۰. بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و الگوی کاشت بر عملکرد ذرت سینگل کراس ۶۴۰ . پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته آبیاری و زهکشی ، دانشکده مهندسی علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز،۱۱۸ صفحه.

۱۱- -علیزاده، ا.۱۳۷۴. اصول طراحی سیستم های آبیاری. انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ دوم ، ۵۸۳ صفحه.

۱۲- وردی نژاد ، ح . ، سهرابی ، ت. و ع. لیاقت . ۱۳۸۵. بررسی تأثیر کم آبیاری بر عملکرد ذرت علوفه ای در مراحل مختلف رشد آن . مجموعه مقالات همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، صفحات ۹۴۷-۹۳۷.

13- -Abdul Rahman, R.K, Salih,H. M., Ahmad A. A. and A. M. Abdul Halim, 1988. Growth and development of maxipak wheat as affected by soil salinity and moisture levels. Plant and Soil, 112: 225-259.

www.SID.ir

Archive of SID

14- Gozebnli, H., Kilinc, M., Sener, O. and O. Konuskan. 2004. Effects of single and twin row planting on yield and yield components in maize. Asian Journal of Plant Science, 3(2): 203-206.

15- Guttieri, M.J., J.C. Stark, K.O'brien, and E.Souza. 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficits. Crop Science, 41:327-335.

16- Hug, J. E. and R. F. Davis. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. Agronomy Journal, 95: 688-696.

17- Kirda,.C. 1999 . Deficit irrigation scheduling based on plant growth stage Turkey-showing water stress tolerance. Cukuroya University Adana,Turkey.

18- Ma, B. L., Dwyer, L. M. and C. Costa. 2003. Row spacing and fertilizer nitrogen effects on plant growth and grain yield of maize Canadian Journal of Plant Science, 83: 241-247.

19- Nesmith, D. S. and J. T. Ritchie. 1992. Short – and long – term responses of corn to a pre – an thesis soil water deficit. Agronomy Journal, 84: 107-113.

20- Osborn, S. L., Scheppers, J. S., Francis, D. D. and M. R. Schlemer. 2002. Use of spectral radiance to in season biomas and grain yield in nitrogen and water stressed corn - Crop Science, 42: 165-171.

21- Otegui, M. E., Andrade, F. H. and E.Suero. 1996. Growth, water use and abortion of maize subjected to drought at silking Field Crop Research. 40: 87-94.

22- Pandey, R. K.Maranville,J.W., A.Admou. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effect on maize in sahelian environment, I. Grain yield components. Agricultural Water Management, 46: 1-13.

www.SID.ir