

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

عبدالرحیم هوشمند^{۱*}، مجتبی فروتن^۲ و سعید برومندنسب^۳

*- نویسنده مسئول، استادیار گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب hooshmand_a@scu.ac.ir

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب

۳- استاد گروه آبیاری و زهکشی دانشکده مهندسی علوم آب

تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۱۶

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۷

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 تأثیر 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 100% درصد نیاز آبی گیاه، A_2 : تأمین 80% درصد نیاز آبی گیاه و A_3 : تأمین 60% درصد 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 معنی دار داشت. بالاترین میزان عملکرد دانه با میانگین $917/1$ گرم در مترمربع مربوط به تیمار A_1 و کمترین میزان عملکرد دانه با میانگین $245/1$ گرم در مترمربع مربوط به تیمار A_3 بود. بیشترین کارایی اقتصادی مصرف آب مربوط به تیمار 100% درصد نیاز آبی گیاه با میانگین $1/33$ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین کارایی اقتصادی مصرف آب مربوط به تیمار 60% درصد نیاز آبی گیاه با میانگین $0/43$ 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 معنی دار داشت. ولی تأثیر آن بر وزن هزار دانه و شاخص برداشت معنی دار نبود. بیشترین عملکرد دانه با میانگین $594/7$ گرم در مترمربع مربوط به تیمار B_1 و کمترین عملکرد دانه با میانگین $522/2$ گرم در مترمربع مربوط به تیمار B_2 بود. بیشترین کارایی مصرف آب با میانگین $0/92$ کیلوگرم بر مترمکعب مربوط به تیمار B_1 و کمترین کارایی مصرف آب با میانگین $0/81$ 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. Hooshmand¹, M. Frutan² and S. BoroomandNasab³

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

(A₁: applied 100%, A₂: applied 80% and A₃: applied 60% of water requirement) and the minor factors were seed sown patterns (B₁: seed sowing in bed, B₂: seed sowing in the middle of furrow and B₃: 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 A₁ treatment and the minimum seed yield with averaged 245.1 g.m⁻² was associated with A₃ 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 B₁ treatment and the minimum seed yield with averaged 522.2 g.m⁻² was related to B₂ treatment. The maximum water use efficiency with mean 0.92 Kg.m⁻³ was associated with B₁ treatment and the minimum one with averaged 0.81 Kg.m⁻³ was related to B₂ treatment.

Key words: Crop pattern, Grain maize, Deficit irrigation, Water use efficiency, Variety KSC-704

مقدمه

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^۵ (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 بیولوژیکی 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 معنی دار شد. برزگری (۱۳۸۶)، گزارش نمود الگوی کاشت کف جوی بر عملکرد دانه ذرت در اراضی شور و ماسه ای تأثیر معنی دار داشته و این روش علاوه بر افزایش عملکرد ذرت موجب کاهش مصرف آب تا حدود ۲۳ درصد می شود. افشارمنش (۱۳۸۸) گزارش نمود که نتایج به

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^۱ (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 ۲۵ درصد کاهش در میزان آبیاری، کارایی مصرف آب را ۱/۲ برابر افزایش داد. پاندی و همکاران^۲ (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 می دهد و در مرحله رشد زایشی باعث کاهش شدید این شاخص ها می شود. گوتری و همکاران^۳ (۲۰۰۱)، بیان کردند خسارت وارد شده در اثر تنش آب در برخی از مراحل رشد بیش از سایر مراحل است. اسبرن و همکاران^۴ (۲۰۰۲)، گزارش دادند که تنش کمبود

1- kirda

2-Pandey et al

3- Gutteri et al

4-Osborn et al

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 استوایی 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 (۸۰، ۱۰۰ و ۶۰ 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 ابعاد ۶*۳ 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 ۱۳۸۸ با 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 ۳-۴ سانتی متری و با فاصله ۱۸ سانتی متر در روی پشته، کف جوی و دو طرف پشته کشت و بلافاصله بعد از آن آبیاری گردید. صرامی (۱۳۷۷) با انجام آزمایشی در ایستگاه تحقیقاتی شاور خوزستان بر روی ذرت دانه ای رقم ۷۰۴ گزارش نمود که 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.

دست آمده از دو سال متوالی آزمایش نشان داد بالاترین عملکرد در بین تیمارهای الگوهای کاشت مربوط به الگوی کاشت 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 آبیاری کامل و تیمار کشت در کف جوی بود. ساکی نژاد (۱۳۸۲) و نسیمیت و ریچه^۱ (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^۲ (۱۹۹۶) افزایش بازده مصرف آب را در نتیجه اعمال تنش خشکی گزارش نمودند. آنها علت این امر را دلایل متعددی از جمله هدر رفتن آب از طریق تبخیر و ترق و نفوذ عمقی بیشتر در تیمارهای آبیاری کامل دانستند. عبدالرحمان و همکاران^۳ (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 می شود. ما و همکاران^۴ (۲۰۰۳)، در مطالعه ای گزارش نمودند که کشت ذرت در دو طرف پشته به پهنای ۲۰ سانتی متر و کشت بر روی وسط پشته ها به فاصله ۷۵ سانتی متر از یکدیگر عملکرد دانه یکسانی را در تیمارهای آزمایش نشان داد و راندمان کاربرد آب در تیمار کشت در دو طرف پشته افزایش یافت. گوزنبلی و همکاران^۵ (۲۰۰۴) افزایش عملکرد دانه ذرت در کاشت دو ردیفه نسبت به تک ردیفه 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

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

A_1B_3	A_3B_2	A_2B_1
A_1B_2	A_3B_3	A_2B_2
A_1B_1	A_3B_1	A_2B_3
A_2B_1	A_2B_2	A_3B_1
A_2B_2	A_2B_1	A_3B_2
A_2B_3	A_2B_3	A_3B_3
A_3B_2	A_1B_2	A_1B_2
A_3B_3	A_1B_1	A_1B_3
A_3B_1	A_1B_3	A_1B_1

تکرار سوم

تکرار دوم

تکرار اول

فاکتور اصلی مقدار آب آبیاری در سه سطح: A_1 : تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه A_2 : تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه A_3 : تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی 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

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

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق‌های مختلف قبل از کشت

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

ابتدایی رشد، مرحله توسعه گیاه، مرحله میانی و مرحله نهایی برای ذرت دانه ای در اهواز، برابر ۱۵، ۴۰، ۳۰ و ۳۵ 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 ۹۰ درصد در نظر گرفته شد. آب زیرزمینی به دلیل پایین بودن در منطقه تأثیری روی آزمایش نداشته و تلفات عمقی نیاز آبخوئی اراضی را تأمین می نمود.

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

- 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 دانه ای هیبرید ۷۰۴-KSC در جدول (۳) ارائه گردیده است. نتایج جدول (۳) نشان می دهد 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 معنی دار داشت. مطابق آنچه که در جدول (۳) ملاحظه می شود، الگوی کاشت (B) در سطح احتمال خطا یک درصد بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، کارایی اقتصادی مصرف آب و کارایی بیولوژیکی مصرف آب اثر معنی دار داشت ولی تأثیر آن بر وزن هزار دانه و شاخص برداشت معنی دار 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 معنی دار 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 می باشند همواره تنش آبی بیشتر از الگوی کاشت تأثیر داشته است.

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 نمونه گیری (اُوگر) از عمق های ۰-۳۰، ۳۰-۶۰ 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 بوته ها 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 آفت کش پرومترین به میزان یک لیتر در هکتار استفاده شد. طول دوره رشد این رقم به منظور تولید دانه ۱۳۵ - 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 نمونه گیری 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:

$$Yws = \frac{Yf \times (100 - Vt)}{100 - Ws} \quad (1)$$

Yws : وزن دانه با رطوبت استاندارد (g)

Yf : وزن دانه با رطوبت مزرعه (g)

Vt : 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.

جدول ۳- 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	۲۲/۵	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

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 تیمار ۶۰ 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 $594/7$ گرم در مترمربع مربوط به تیمار B_1 و کمترین عملکرد دانه با میانگین $522/2$ گرم در مترمربع مربوط به تیمار B_2 می باشد. به نظر می رسد که شوری وسط پشته باعث کاهش روند رشد در گیاه 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 می باشد. نتایج به دست آمده در این تحقیق با نتایج حاصله از تحقیق افشار منش (۱۳۸۸) و دشتی (۱۳۹۰) مطابقت دارد.

تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر کارایی اقتصادی مصرف آب نشان می دهد که بیشترین کارایی اقتصادی مصرف آب مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه با میانگین $1/33$ کیلوگرم بر مترمکعب و کمترین کارایی اقتصادی مصرف آب مربوط به تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه با میانگین $0/43$ کیلوگرم بر مترمکعب می باشد. ترتیب اثر سطوح مختلف آبیاری بر کارایی اقتصادی مصرف آب بصورت $A_1 > A_2 > A_3$ می باشد. 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

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

جدول (۴) مقایسه میانگین های عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای رقم KSC-704 را تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی نشان می دهد. برای مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد از روش حداقل تفاوت معنی دار (LSD) استفاده شده است. با بررسی جدول (۴) مشخص می شود که بالاترین میزان عملکرد دانه با میانگین $917/1$ گرم در مترمربع مربوط به تیمار A_1 و کمترین میزان عملکرد دانه با میانگین $245/1$ گرم در مترمربع مربوط به تیمار A_3 می باشد. همچنین به لحاظ مرتبه نیز هر سه سطح آبیاری در سه گروه جداگانه قرار گرفته اند که بیانگر اختلاف معنی دار بین سطوح می باشد به طوری که سطوح A_2 و A_3 نسبت به سطح A_1 با کاهش $42/8$ و $73/3$ درصدی در عملکرد دانه مواجه شده اند. 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،

جدول ۴- 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)
A ₁	۳۳۹/۳ ^a	۹۱۷/۱ ^a	۱۷۷۰ ^a	۵۱/۸۱ ^b	۱/۳۳ ^a	۲/۵۷ ^a
A ₂ سطح آبیاری	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	۰/۴۳ ^c	۰/۹۳ ^c
(۰/۰۵)LSD	۱۷/۵۰	۳۲/۵۵	۲۰/۶۹	۳/۷۸	۰/۰۴۱	۰/۰۴۱
B ₁	۲۲۹/۵ ^{ns}	۵۹۴/۷ ^a	۱۱۱۸ ^a	۵۲/۶۹ ^{ns}	۰/۹۳ ^a	۱/۷۳ ^a
B ₂ الگوی کاشت	۲۲۲/۶ ^{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
(۰/۰۵)LSD	n.s	۳۱/۶۱	۴۰/۴۷	n.s	۰/۰۴۶	۰/۰۶۵

A₁: تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه، A₂: تأمین ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، A₃: تأمین ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه
B₁: کاشت در کف جوی، B₂: کاشت بر روی پشته، B₃: کاشت در دو طرف پشته

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 B₂ نسبت به تیمار B₁ و B₃ 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 A₁ (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و تیمار B₁ (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 افزایش 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

مقایسه میانگین‌ها از نظر تأثیر سطوح الگوی کاشت بر کارایی اقتصادی مصرف آب بصورت B₂ > B₃ > B₁ می‌باشد که بیشترین کارایی با میانگین ۰/۹۲ کیلوگرم بر متر مکعب مربوط به تیمار B₁ و کمترین کارایی با میانگین ۰/۸۱ کیلوگرم بر متر مکعب مربوط به تیمار B₂ 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 A₁B₁ > A₁B₃ > A₁B₂ > A₂B₁ > A₂B₃ > A₂B₂ > A₃B₁ > A₃B₂ > A₃B₃ 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 (A₃) راندمان اقتصادی مصرف آب حداقل بوده اما در تیمار بدون تنش آبی (A₁) این راندمان در کلیه تیمارها

جدول ۵- 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
B ₂	۲/۴۸	۱/۳۴
B ₃	۲/۵۸	۱/۳۷
B ₁	۱/۵۶	۰/۹۱
B ₂	۱/۴۳	۰/۷۸
B ₃	۱/۴۸	۰/۸۳
B ₁	۱/۰۰	۰/۴۸
B ₂	۰/۸۷	۰/۴۰
B ₃	۰/۹۳	۰/۴۴

جدول ۶- 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 برداشت	شاخص دانه	وزن دانه	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

قرار داد. البته قابل مشاهده است که تیمار فرعی B₃ نتایج بهتری نسبت به تیمار فرعی B₂ بدست می دهد. بنابراین در انتخاب الگوی کاشت از مقایسه تیمارهای B₂ و B₃ تیمار B₃، 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 B₂ می باشد

نتیجه گیری

بالترین میزان عملکرد دانه از نظر تأثیر سطوح مختلف میزان آب آبیاری با میانگین ۹۱۷/۱ گرم در متر مربع مربوط به تیمار A₁ (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) و کمترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۲۴۵/۱ گرم در متر مربع مربوط به تیمار A₃ (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 ۶۷۳ گرم در مترمربع کاهش یافت. سطوح کم آبیاری

به تغییرات الگوی کاشت. همان طوری که مشاهده می شود عملکرد دانه در اثر کاهش ۲۰ درصدی در میزان آب آبیاری، کاهش ۴۲/۸۳ درصدی را از خود نشان می دهد، به همین دلیل بجز در شرایطی که مجبور به اعمال کم آبیاری باشیم، توصیه می شود که تمام نیاز آبی ذرت دانه ای 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 می شود درصدهای افت نسبی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای در تغییرات الگوی کاشت قابل ملاحظه نبوده، لذا می توان با توجه به شرایط محیطی و امکانات محلی هر کدام از این الگوهای کاشت را بدون این که تغییر قابل ملاحظه ای در عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای حاصل شود جهت کشت ذرت مورد استفاده

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.

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_2 و B_3 نسبت به سطح B_1 به ترتیب کاهش

منابع

- ۱- افشارممش، غ. ۱۳۸۸. بررسی اثرات الگوی کاشت بر روی عملکرد دانه ارقام ذرت در منطقه جیرفت. گزارش نهایی، مرکز تحقیقات کشاورزی شهید مقبل جیرفت و کهنوج. بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای، ۳۵ صفحه.
- 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 و شوری. 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 فیزیولوژی گیاه ذرت در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان‌نامه دکتری تخصصی «فیزیولوژی گیاهان زراعی»، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، ۲۱۰ صفحه.
- 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.

- 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 – anthesis soil water deficit. *Agronomy Journal*, 84: 107-113.
- 20- Osborn, S. L., Scheppers, J. S., Francis, D. D. and M. R. Schlemmer. 2002. Use of spectral radiance to in season biomass 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.