Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد چهاردهم، شماره دوم، خرداد ـ تیر ۱۳۸۶
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

اثرات تنش کمبود آب برعملکرد دانه و کارآیی نیتروژن ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ در مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته

***شهرام لک[۱]، احمد نادری[۱]، سید عطاله سیادت[۲]، امیر آینه بند[۳] و قربان نورمحمدی[۴]**

به‌ترتیب [۱]دانشجوی دوره دکتری و استادیار گروه زراعت واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، [۲]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی ومنابع طبیعی خوزستان، [۳]استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید چمران اهواز، [۴]استاد گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۸٤/۷/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۷/۲٤

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات تنش کمبود آب، مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد دانه و ماده خشک، کارآیی زراعی نیتروژن، کارآیی مصرف نیتروژن و بازیافت ظاهری نیتروژن ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ در تابستان ۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در شهرملاثانی اجرا گردید. این پژوهش متشکل از سه آزمایش هر یک به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی بود. در هر یک از آزمایش‌ها یک سطح تیمار آبیاری شامل آبیاری مطلوب، تنش ملایم خشکی و تنش شدید خشکی (به‌ترتیب آبیاری پس از تخلیه ۳۰، ٤۰ و ۵۰درصد ظرفیت زراعی خاک) اعمال گردید. تیمارهای آبیاری از مرحله چهار تا پنج برگی (مرحله استقرار گیاهچه) انجام شد و تا ۱۰ روز پیش از رسیدگی فیزیولوژیک ادامه یافت. در هر آزمایش نیتروژن به‌عنوان تیمار اصلی دارای سه سطح کاربرد معادل ۱٤۰، ۱۸۰ و ۲۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و تراکم بوته نیز به‌عنوان تیمار فرعی دارای سه سطح ٦، ۷/۵ و ۹ بوته در مترمربع بودند. هر آزمایش دارای سه تکرار بود. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تأثیر تنش خشکی، نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد دانه و ماده خشک، شاخص سطح برگ و محتوای نسبی آب برگ بلال معنی‌دار بود. با افزایش شدت تنش خشکی عملکرد دانه و ماده خشک، شاخص سطح برگ و محتوای نسبی آب برگ بلال کاهش یافت. تنش خشکی شدید در مقایسه با تیمار آبیاری مطلوب باعث کاهش عملکرد دانه به میزان تقریبی ٤۰درصد گردید. این کاهش بیشتر بدلیل کاهش تعداد دانه در بلال و وزن دانه بود. با افزایش کاربرد نیتروژن عملکرد دانه و ماده خشک افزایش یافت. عکس‌العمل عملکرد دانه و ماده خشک نسبت به افزایش تراکم مثبت بود. افزایش شدت تنش خشکی و افزایش مصرف نیتروژن موجب کاهش معنی‌دار کارآیی زراعی، کارآیی مصرف و بازیافت ظاهری نیتروژن گردید. عکس‌العمل این کارآیی‌ها نسبت به افزایش تراکم بوته مثبت بود. نتایج این پژوهش نشان داد که در شرایط مختلف رطوبتی، جهت افزایش کارآیی مصرف نهاده‌ها و کاهش هزینه‌ها، تناسب میان میزان مصرف نیتروژن و تراکم بوته‌ها با فراهمی آب در خاک الزامی است.

واژه‌های کلیدی: تنش کمبود آب، نیتروژن، تراکم بوته، کارآیی زراعی، کارآیی مصرف و بازیافت ظاهری نیتروژن

*- مسئول مکاتبه: sh_lack@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

نیتروژن یکی از ترکیبات اساسی در تغذیه گیاهان زراعی نظیر ذرت می‌باشد. یوهارت و آندرید (۱۹۹۵) اظهار داشتند کمبود نیتروژن عملکرد دانه ذرت را از طریق کاهش تعداد و وزن دانه‌ها کاهش می‌دهد. به عقیده نوروود (۲۰۰۰) و وینهولد و همکاران (۱۹۹۵) مدیریت نامناسب آبیاری و نیتروژن اصلی‌ترین عوامل کاهش‌دهنده عملکرد ذرت محسوب می‌شوند و تعیین مقدار مناسب مصرف نیتروژن از مهمترین عوامل مؤثر بر کارآیی مصرف این عنصر محسوب می‌گردد. مقدار مصرف نیتروژن به عوامل مختلفی چون فراهمی آب در خاک، تراکم و رقم مورد استفاده بستگی دارد. به‌طور معمول، افزایش فراهمی آب در خاک باعث افزایش عملکرد ذرت در واکنش به نیتروژن مصرفی می‌شود، بخصوص اگر میزان مصرف کود بالا باشد (بورمن و همکاران، ۱۹۶۲). به‌علاوه جذب نیتروژن نیز به‌شدت تحت تأثیر تأمین آب قرار می‌گیرد (نوروود، ۲۰۰۰). دنمید و شاو (۱۹۷۰) گزارش نمودند که کمبود آب از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مورفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد ذرت تأثیر می‌گذارد. شدت خسارت خشکی بر عملکرد بسته به طول مدت و شدت تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است، به‌طوری‌که تنش خشکی پیش از گلدهی، هنگام گلدهی و پس از آن عملکرد ذرت را به‌ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۲۱درصد در مقایسه با گیاهان شاهد کاهش داد (اسبورن و همکاران، ۲۰۰۲). کمبود آب در مراحل گلدهی و گرده‌افشانی باعث کاهش شدید عملکرد از طریق نمو غیرطبیعی کیسه جنینی، عقیمی دانه گرده و در نهایت کاهش تعداد دانه‌های بارور می‌شود (دنمید و شاو، ۱۹۷۰). همچنین، برخی محققین بر اهمیت تأمین آب کافی در مرحله رویشی ذرت تأکید کرده‌اند. به اعتقاد کلاسن و شاو (۱۹۷۰) و نسمیت و ریچی (۱۹۹۲) تنش آب در مرحله رشد رویشی اگرچه اثر کمتری بر عملکرد نهایی ذرت دارد ولی از این نظر که بر گسترش برگ و توسعه ساقه تأثیر گذاشته و میزان تجمع مواد را در این اندام‌ها به شدت کاهش می‌دهد، دارای اهمیت خاصی است. در شرایط مطلوب استفاده از ارقام پرمحصول توأم با تراکم کاشت مناسب و تأمین مقادیر کافی عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن از مهمترین عوامل دستیابی به عملکردهای بالا در ذرت به‌شمار می‌آیند. محققان به این امر پی برده‌اند که عملکرد بالا در اثر مصرف کود، تأمین آب و استفاده از ارقام جدید تنها زمانی به‌دست می‌آید که تعداد گیاه در واحد سطح تنظیم شده باشد (امام و رنجبر، ۱۳۷۹). تراکم مطلوب جهت دستیابی به حداکثر عملکرد اقتصادی به ژنوتیپ، هدف تولید و فراهمی آب و مواد غذایی قابل استفاده در خاک بخصوص نیتروژن بستگی دارد. در شرایط مطلوب افزایش تعداد گیاهان تا رسیدن به یک حد مناسب موجب افزایش عملکرد ذرت می‌شود. کمبود آب ناشی از عدم دسترسی به آب کافی و یا همزمانی رشد ذرت با سایر گیاهان تابستانه یکی از معمول‌ترین عوامل محدودکننده تولید گیاه ذرت در مناطق گرم نظیر خوزستان است. در شرایطی که آب کافی در اختیار نباشد مدیریت شرایط مطلوب کارساز نبوده و منجر به هدر رفتن منابع تولید بویژه آب و نیتروژن می‌شود. در چنین شرایطی بازده مصرف آب و نیتروژن کاهش می‌یابد. در صورت مواجه گیاه با کمبود آب در خاک لازم است مدیریت زراعی به گونه‌ای تغییر کند تا ضمن تولید محصول قابل قبول، بازده مصرف منابع تولید هم بالا نگه‌داشته شود. این امر از یک سو از هزینه تولید ذرت می‌کاهد و از سوی دیگر از مصرف بی‌مورد نیتروژن که با افزایش عملکرد همراه نیست جلوگیری به عمل خواهد آورد. هدف از اجرای این پژوهش بررسی تأثیر کمبود آب و مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته برعملکرد دانه و ماده خشک ذرت و دستیابی به راهکارهایی جهت افزایش کارآیی مصرف نیتروژن در شرایط مختلف رطوبتی بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات تنش کمبود آب و مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته برعملکرد دانه و ماده

www.SID.ir

Archive of SID

خشک، کارآیی زراعی، کارآیی مصرف و بازیافت ظاهری نیتروژن در ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰٤، پژوهشی در تابستان ۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا گردید. خاک قطعه آزمایشی از جنس رسی‌سیلتی و کشت قبلی نیز گندم بود. این پژوهش شامل سه آزمایش هر یک به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و سه تکرار بود. در هر یک از آزمایش‌ها یک سطح تیمار آبیاری اعمال گردید. تیمار آبیاری دارای سه سطح شامل آبیاری مطلوب، تنش ملایم خشکی و تنش شدید خشکی (به‌ترتیب آبیاری پس از تخلیه ۳۰، ٤۰ و ۵۰درصد ظرفیت زراعی خاک در قالب آزمایش اول E_1، آزمایش دوم یا E_2 و آزمایش سوم یا E_3) بود. در هر یک از آزمایش‌ها، نیتروژن به‌عنوان تیمار اصلی دارای سه سطح (کاربرد معادل ۱٤۰ = N_1، ۱۸۰ = N_2 و ۲۲۰ = N_3 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و تراکم بوته نیز به‌عنوان تیمار فرعی دارای سه سطح (٦ =D_1، ۷/۵ =D_2 و ۹=D_3 بوته در مترمربع) بودند. هر کرت فرعی دارای هفت خط کاشت هر کدام به‌طول هفت متر و به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر بود. کشت بذر به‌صورت دستی در اوایل مرداد ماه انجام و بوته‌های اضافی در مرحله ٤-۲ برگی تنک شدند. مقدار کود فسفره بر مبنای مصرف ۹۰ کیلوگرم فسفر (p_2o_5) در هر هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل محاسبه و مصرف شد و نیتروژن مورد نیاز از منبع اوره تأمین گردید. پنجاه درصد از نیتروژن مورد نیاز هر تیمار به‌عنوان پایه و ۵۰ درصد باقی مانده به‌صورت سرک در مرحله ٦-٤ برگی مصرف شد. آبیاری‌ها براساس تخلیه ۳۰ درصد ظرفیت زراعی خاک تا مرحله استقرار گیاه (۵-٤ برگی) در کلیه تیمارها انجام و از این مرحله به بعد تا ۱۰ روز پیش از رسیدگی فیزیولوژیک گیاه تیمارهای آبیاری به‌طور دقیق اعمال شد. جهت تعیین دقیق زمان آبیاری در هر تیمار، ٤۸ ساعت پس از هر آبیاری به‌صورت متوالی توسط اگر از خاک مزرعه در عمق توسعه ریشه نمونه‌برداری انجام شد تا درصد رطوبت وزنی خاک مشخص شود. پس از رسیدن درصد رطوبت وزنی خاک به میزان مورد نظر جهت اعمال تیمار آبیاری از رابطه زیر (ساکی نژاد، ۱۳۸۲) حجم آب مصرفی مورد نیاز هر تیمار محاسبه شد:

$$V = \frac{(FC - \beta m) \times Pb \times D\,Root \times A}{Ei} \qquad (۱)$$

V= حجم آب آبیاری بر حسب مترمکعب، F_C= درصد رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت زراعی، βm = درصد رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری، P_b= وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌مترمکعب)، A = مساحت آبیاری شده بر حسب مترمربع، D_Root= عمق توسعه ریشه برحسب متر، Ei = راندمان آبیاری

بدین ترتیب حجم آب مصرفی در هر مرتبه آبیاری در هر تیمار برای هر خط کاشت محاسبه و براساس کارآیی پخش آب ۹۰درصد با استفاده از پمپ و کنتور به‌صورت یکنواخت توزیع گردید. درمرحله ابریشم‌دهی جهت تعیین شاخص سطح برگ، پس از حذف حواشی پنج گیاه از خطوط نمونه‌برداری هر کرت فرعی برداشت شد. جهت محاسبه شاخص سطح برگ، از کلیه برگ‌های پنج گیاه برداشت شده، استفاده گردید. سطح هر برگ با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید (سبحانی، ۱۳۷۹):

$$S = 0.458667(L.W) + 0.000459(L.W)^2$$
$$R^2 \geq 0.98^{**} \qquad (۲)$$

که در آن S سطح هر برگ، L و W نیز به‌ترتیب حداکثر طول و عرض هر برگ سبز ذرت می‌باشند. پس از تعیین مساحت کلیه برگ‌ها، شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف آزمایشی محاسبه شد. رسیدن دانه‌ها با تشکیل لایه سیاه در قاعده دانه‌ها در ۱۵ آذر ماه ۱۳۸۳ مشخص گردید و در این مرحله تمامی بوته‌های موجود در دو مترمربع وسط هر کرت به‌صورت دستی برداشت شدند. محصول کل هر کرت فرعی ابتدا بسته‌بندی و اتیکت‌گذاری شد و جهت انجام اندازه‌گیری‌های مورد نظر به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه بلال‌ها جهت تعیین عملکرد و اجزای عملکرد دانه جدا شدند. جهت

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین درصد رطوبت کاه و دانه و محاسبه عملکرد ماده خشک کل و دانه، یک نمونه تصادفی از محصول کاه و دانه هر کرت برداشت و در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤٨ ساعت خشک گردید و با توجه به وزن اولیه کاه و دانه، عملکرد ماده خشک کل و عملکرد دانه براساس وزن خشک آنها تصحیح شد. جهت محاسبه کارآیی زراعی، کارآیی مصرف و بازیافت ظاهری نیتروژن، مقدار کل نیتروژن جذب شده توسط گیاهان کود خورده و شاهد (کود نخورده) توسط روش کجلدال تعیین و با استفاده از روابط زیر (علیزاده، ١٣٧٤؛ هاشمی دزفولی و همکاران، ١٣٧٤) کارآیی‌های مزبور و محتوای نسبی آب برگ بلال محاسبه شدند:

$$\frac{\text{عملکرد دانه}}{\text{میزان نیتروژن مصرفی}} = \text{کارآیی مصرف نیتروژن (کیلوگرم برکیلوگرم)}$$

$$\frac{\text{عملکرد دانه گیاه کودنخورده} - \text{عملکرد دانه گیاه کودخورده}}{\text{میزان نیتروژن مصرفی}} = \text{کارآیی زراعی مصرف نیتروژن (کیلوگرم برکیلوگرم)}$$

$$\frac{\text{جذب نیتروژن توسط گیاه کودنخورده} - \text{جذب نیتروژن توسط گیاه کودخورده}}{\text{میزان نیتروژن مصرفی}} = \text{کارآیی بازیافت ظاهری نیتروژن (کیلوگرم برکیلوگرم)}$$

$$\frac{\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن تازه برگ}}{\text{وزن خشک برگ} - \text{وزن اشباع برگ}} = \text{محتوای نسبی آب (وزن برگ) (درصد)}$$

در پایان پس از انجام آزمون بارتلت، جهت تجزیه واریانس مرکب داده‌ها از نرم افزار رایانه‌ای MSTATC استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ٥درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب مربوط به عملکرد دانه نشان داد که تأثیر تنش خشکی، نیتروژن و تراکم بوته برعملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ١). همبستگی میان تنش خشکی و عملکرد دانه منفی و معنی‌دار بود و با افزایش شدت تنش خشکی عملکرد دانه کاهش یافت. این کاهش بیشتر به دلیل کاهش تعداد دانه در بلال و وزن دانه بود (جدول‌های ٢ و ٦). گزارش‌های متعددی در خصوص کاهش تعداد دانه در بلال و وزن دانه در اثر تنش خشکی ارائه گردیده است (هارولد، ١٩٨٦؛ وینهولد و همکاران، ١٩٩٥). بین عملکرد دانه و مقدار نیتروژن مصرفی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت و افزایش کاربرد نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه شد هر چند میان کاربرد ١٨٠ و ٢٢٠ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از لحاظ عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول‌های ٢ و ٦). این افزایش بیشتر ناشی از افزایش تعداد دانه در بلال بود. هانوی (١٩٩٢) نیز معتقد است تعداد دانه یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه است و تأثیر مثبت افزایش نیتروژن در بهبود عملکرد دانه بیشتر از طریق افزایش تعداد دانه در بلال است. تفاوت بین تراکم‌های مختلف از لحاظ عملکرد دانه بسیار معنی‌دار بود (جدول ١). افزایش تعداد بوته در واحد سطح با افزایش قابل ملاحظه عملکرد دانه همراه بود. این افزایش به واسطه افزایش تعداد بلال در واحد سطح بود زیرا با افزایش تعداد بوته در واحد سطح دو جزء دیگرعملکرد دانه یعنی تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه کاهش نشان دادند (جدول ٢). پژوهشگران زیادی به کاهش تعداد دانه در بلال و وزن هزاردانه در اثر افزایش تراکم گیاهی اشاره نموده اند (امام و تدین، ١٣٧٨؛ هاشمی دزفولی و هربرت، ١٩٩٢). تأثیر متقابل آبیاری و تراکم و نیتروژن و تراکم برعملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ١). بیشترین عملکرد دانه به میزان ١٠٥٨/٢٦ گرم در متر مربع از بالاترین تراکم (D_3) در تیمار آبیاری مطلوب (E_1) به‌دست آمد که از نظر آماری با میانگین E_1D_2 تفاوتی نداشت (جدول ٣). این نتایج نشان می‌دهد که استفاده از تراکم‌های بالا تنها در شرایط مطلوب می‌تواند مفید باشد. لیانگ و همکاران (١٩٩٢) گزارش نمودند که حداکثر عملکرد دانه ذرت نیازمند تراکم زیاد، آبیاری زیاد، مصرف زیاد کود و تأمین

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب اجزاء عملکرد دانه، عملکرد دانه و ماده خشک ، محتوای نسبی آب برگ بلال، شاخص سطح برگ مرحله ابریشم دهی و کارآیی زراعی، کارآیی مصرف و بازیافت ظاهری نیتروژن که در آن میانگین مربعات نشان داده شده است.

		میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد ماده خشک	محتوای نسبی آب برگ بلال	شاخص سطح برگ	کارآیی زراعی مصرف نیتروژن	کارآیی مصرف نیتروژن	بازیافت ظاهری نیتروژن
آزمایش	۲	۱۵۱۶۴۱**	۱۸۵۵/۲۳*	۷۴۰۰۹۵/۶**	۲۲۳۵۲۷۸/۱۷**	۷۳۹/۰۶**	۱۹/۶۱**	۵۵۵/۷۹**	۲۲۷۷/۶۹**	۵۴۰۹/۷۳**
تکرار داخل آزمایش	۶	۹۷۱/۸۳۶	۲۲۵/۴۹	۲۹۲۸/۸۴	۱۲۳۵۸/۵۴۶	۶۷/۵۳	۰/۴۱	۱۳/۶۵	۳۳/۵۴	۶۸/۶۹
نیتروژن	۲	۲۵۲۷۶/۰۶**	۴۱۹/۴۴^{ns}	۱۳۶۰۵۴/۸**	۴۰۵۱۳/۵۹**	۵۰/۱۵^{ns}	۱/۶۸**	۷۹/۴۲**	۱۳۳۶/۹**	۲۳۳/۱۴**
آزمایش×نیتروژن	۴	۲۴۱۷/۶۸^{ns}	۲۹/۷۹^{ns}	۱۳۷۲۵/۵۸^{ns}	۳۹۹۰۲/۳۹^{ns}	۱/۹۹^{ns}	۰/۳۰*	۲۰/۲۲**	۴/۹۵^{ns}	۷۳/۷۰*
اشتباه	۱۲	۱۹۴۴/۸۰	۲۹۹/۲۰	۷۵۰۷/۷۴۱	۲۳۷۱۲/۷۴	۳۰/۲۹	۰/۰۹	۲/۷۱	۲۳/۱۸۰	۱۴/۳۹
تراکم	۲	۱۰۲۵۵۴/۹**	۳۳۸۴/۷**	۳۲۵۶۱/۲۸**	۳۴۸۵۳۲/۹۹**	۵۸/۴۹**	۳/۴۱**	۱۱/۰۷*	۱۱۰/۳۵**	۳۴۸/۹۰**
آزمایش×تراکم	۴	۴۳/۰۹۶^{ns}	۴۵/۵۸^{ns}	۹۰۵۸/۱۹**	۳۲۵۰۶/۸۹*	۶/۱۲^{ns}	۰/۵۸**	۷/۸۷*	۲۷/۹۰*	۹۱/۷۰**
نیتروژن×تراکم	۴	۱۳۲۳/۱^{ns}	۹۲/۳۹^{ns}	۱۴۵۷۵/۶۰**	۳۳۶۷۱/۲۲*	۷/۵۷^{ns}	۰/۱۶*	۵۲/۵۶**	۶۱/۶۹**	۱۲۴/۱۱**
آزمایش×نیتروژن×تراکم	۸	۷۴۱/۵۶^{ns}	۲۵/۶۳^{ns}	۳۳۳۷/۲۱^{ns}	۴۲۴۰/۸۲^{ns}	۱۱/۸۳^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۱۰/۸۵**	۱۰/۹۷^{ns}	۲۰/۵۷**
اشتباه	۳۶	۱۱۲۲/۰۵	۱۹۹/۳۷	۲۱۴۷/۹۵۸	۹۹۴۹/۹۹	۸/۶۹	۰/۰۵	۲/۴۹	۷/۵۵	۶/۲۷

* و** به ترتیب معنی‌داری در سطوح ۵ و یک درصد ، ^{ns} غیر معنی‌دار

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ – مقایسه میانگین های اجزای عملکرددانه ، عملکرد دانه و ماده خشک، محتوای نسبی آب برگ بلال، شاخص سطح برگ مرحله ابریشم دهی و کارآیی زراعی، کارآیی مصرف و بازیافت ظاهری نیتروژن تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری، نیتروژن و تراکم با استفاده از آزمون دانکن

تیمار	تعداد دانه در بلال	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	عملکرد ماده خشک (گرم در مترمربع)	محتوای نسبی آب برگ بلال (درصد)	شاخص سطح برگ مرحله ابریشم دهی	کارآیی زراعی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارآیی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	بازیافت ظاهری نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)
آبیاری									
آبیاری مطلوب	٥٤٦/٨a*	٢٥١/٩٢a	١٠١٧/٠٤a	١٩٦٧/٥٦a	٩٠/١٩a	٤/٧٧a	٢٨/٨٠a	٥٧/٥٦a	٦١/٢١a
تنش ملایم خشکی	٤٨٧/٠٧b	٢٤٣/٩ab	٨٧٤/١٧b	١٧٢٤/٤٠b	٨٦/٨١b	٣/٥٧b	٢٣/٣٨b	٤٩/٥٤b	٤٩/٢١b
تنش شدید خشکی	٣٩٧/٨٩c	٢٣٥/٣٤b	٦٨٦/٩١c	١٣٩٤/٢٩c	٧٩/٩٢c	٢/٤٧c	١٩/٧٩c	٣٩/٢٤c	٣٣/٠١c
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)									
١٤٠	٤٤٢/٤٦b	٢٣٩/٥٥a	٧٧٩/٦٣b	١٥٥٧/٤٨b	٨٤/٢٦a	٣/٣٤c	٢٤/٨٨a	٥٥/٦٨a	٤٨/٦٩a
١٨٠	٤٨٩/٣٤a	٢٤٤/٣٠a	٨٨٢/٨٠a	١٧٣٥/٧٤a	٨٥/٦٨a	٣/٦٤b	٢٥/ ٠٨a	٤٩/٠٤b	٥٠/٢٠a
٢٢٠	٤٩٩/٩٧a	٢٤٧/٣٧a	٩١٥/٦٨a	١٧٩٢/٦٦a	٨٦/٩٨a	٣/٨٤a	٢٢/٠٢b	٤١/٦٢c	٤٤/٥٣b
تراکم (بوته در مترمربع)									
٦	٥٣٦/٦٦a	٢٥٤/٢٠a	٨٢٠/٨٠b	١٥٦٦/٠١b	٨٧/١١a	٣/٢٠b	٢٣/٣٤b	٤٦/٦٧c	٤٣/٦٦b
٧/٥	٤٨١/٤٩b	٢٤٥/٠٩b	٨٨٨/١٤a	١٧٤١/٤٤a	٨٥/٦٤ab	٣/٧٦a	٢٤/٠٢ab	٥٠/٧٠a	٥٠/٠٥a
٩	٤١٣/٦٢c	٢٣١/٩٣c	٨٦٩/١٨a	١٧٧٨/٨٠a	٨٤/١٧b	٣/٨٦a	٢٤/٦٢a	٤٨/٩٧b	٤٩/٧١a

***در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند در سطح احتمال خطای ۵ درصد معنی‌دار نیست.**

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین های اثرات متقابل آبیاری و نیتروژن، آبیاری و تراکم بر عملکرد دانه و ماده خشک و کارآیی زراعی، کارآیی مصرف و بازیافت ظاهری نیتروژن با استفاده از آزمون دانکن.

تیمار	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	عملکرد ماده خشک (گرم در مترمربع)	کارآیی زراعی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارآیی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارآیی بازیافت ظاهری نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)
آبیاری× نیتروژن(کیلوگرم درهکتار)					
۱٤۰	۹۰۱/ ۹۲a*	۱۷٦٦/۹٤a	۲۸/٦۸b	٦٤/٤۲a	۵۹/۵۹b
آبیاری مطلوب×۱۸۰	۱۰٤۸/۳۱a	۲۰۲۱/۱۳a	۳۰/٤٤a	۵۸/۲٤a	٦۵/۳۵a
۲۲۰	۱۱۰۰/۸۹a	۲۱۱٤/۵۹a	۲۷/۲۹b	۵۰/۰٤a	۵۸/۵۱b
۱٤۰	۷۸۱/۰٦a	۱۵٦۷/۸٦a	۲۳/۲۹cd	۵۵/۷۹a	٤۹/۰۸cd
تنش ملایم خشکی×۱۸۰	۹۰٤/۲۳a	۱۷۷۷/۳۳a	۲٤/۹۵c	۵۰/۲۳a	۵۲/٤٦c
۲۲۰	۹۳۷/۲۱a	۱۸۲۸/۰۱a	۲۱/۹۱d	٤۲/٦۰۱a	٤٦/۱۰d
۱٤۰	٦۵۵/۹۲a	۱۳۳۸/۷۲a	۲۲/٦۸d	٤٦/۸۵a	۳۷/٤۱e
تنش شدید خشکی×۱۸۰	٦۹۵/۸٦a	۱٤۰۸/۷٦a	۱۹/۸۵e	۳۸/٦۵a	۳۲/٦۲f
۲۲۰	۷۰۸/۹۵a	۱٤۳۵/۳۹a	۱٦/۸٤f	۳۲/۲۲a	۲۸/۹۸f
آبیاری×تراکم (بوته در مترمربع)					
٦	۹٤۵/۰۸b	۱۷۷۳/۷۱b	۲۷/۷۱b	۵۳/۵٦b	۵۳/٤٤b
آبیاری مطلوب×۷/۵	۱۰٤۷/۷۸a	۲۰۲٤/٤۳a	۲۸/۰۷b	۵۹/۷۰a	٦٤/۲۲a
۹	۱۰۵۸/۲٦a	۲۱۰٤/۵۲a	۳۰/٦٤a	۵۹/٤۳a	٦۵/۹۷a
٦	۸۳۵/۷۹d	۱۵۹۲/۳۰c	۲۲/۸۳c	٤۷/٤۳d	٤۵/۲۸d
تنش ملایم خشکی×۷/۵	۹۰٦/٦٤bc	۱۷۷۷/۹٦b	۲۳/۷۰c	۵۱/٦۹bc	۵۱/٦۲bc
۹	۸۸۰/۰۷cd	۱۸۰۲/۹٤b	۲۳/٦۳c	٤۹/٤۹cd	۵۰/۷۳c
٦	٦۸۱/۵۳e	۱۳۳۲/۰۱d	۱۹/٤۸d	۳۹/۰۲e	۳۲/۲۷e
تنش شدید خشکی×۷/۵	۷۱۰/۰۱e	۱٤۲۱/۹۳d	۲۰/۲۹d	٤۰/۷۱e	۳٤/۳۱e
۹	٦٦۹/۲۰e	۱٤۲۸/۹٤d	۱۹/ ۵۹ e	۳۷/ ۹۹ e	۳۲/٤٤e

* در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند در سطح احتمال خطای ۵ درصد معنی‌دار نیست.

نیاز حرارتی بالاست. اثرات توام تراکم بوته و نیتروژن نیز مثبت بود و موجب افزایش عملکرد دانه گردید. در تراکم‌های پائین عملکرد دانه به‌دلیل کاهش تعداد بلال در واحد سطح در حد پائینی قرار داشت و افزایش نیتروژن بدلیل محدودیت ظرفیت هر گیاه در استفاده از نیتروژن تا حد معینی مؤثر بود، نیتروژن مازاد بدون استفاده باقی ماند و از دسترس گیاه خارج گردید. با افزایش تراکم، عملکرد دانه به دلیل افزایش تعداد بلال در واحد سطح افزایش می‌یابد و این به شرطی است که از لحاظ سایر عوامل به‌ویژه عنصر غذایی نیتروژن محدودیتی وجود نداشته باشد به همین دلیل است که به موازات افزایش تراکم بوته مصرف نیتروژن بایستی افزایش یابد.

عملکرد ماده خشک: عملکرد ماده خشک تحت تأثیر کمبود آب، مصرف نیتروژن و تراکم بوته قرار گرفت (جدول ۱). با افزایش شدت کمبود آب، کاهش معنی‌داری در عملکرد ماده خشک مشاهده شد (جدول ۲) که با گزارش‌های اسبورن و همکاران (۲۰۰۲) و سپهری و همکاران (۱۳۸۱) مطابقت داشت. دلیل افزایش تولید کل ماده خشک در گیاهان تحت تیمار آبیاری مطلوب گسترش بیشتر و تداوم بهتر سطح برگ بود که موجب ایجاد منبع فیزیولوژیکی قوی و کافی جهت استفاده هرچه بیشتراز نور دریافتی و تولید ماده خشک گردید. پژوهش‌های متعددی نشان داده است که تنش خشکی از طریق افت محتوای نسبی آب برگ از یک سو موجب کاهش سطح برگ و از سوی دیگر کاهش فتوسنتز در

www.SID.ir

Archive of SID

واحد سطح برگ می‌شود (شوسلر و وستگیت، ۱۹۹۱؛ نیسانکا و همکاران، ۱۹۹۱). در این پژوهش میانگین محتوای نسبی آب برگ بلال در مرحله ابریشم‌دهی از ۹۰/۱۹درصد در شرایط مطلوب به ۸۶/۸۱ و ۷۹/۹۲ درصد به‌ترتیب در تنش ملایم و شدید کمبود آب رسید (جدول ۲). کوسکئولولا وفکت (۱۹۹۲) نیز مشاهده کردند که با افزایش شدت تنش کمبود آب، پتانسیل آب برگ ذرت به‌طور فزاینده‌ای منفی شد و عملکرد ماده خشک کاهش یافت. کاهش حداکثر شاخص سطح برگ در مرحله ابریشم‌دهی از ٤/۷۷ در شرایط مطلوب به ۳/۵۷ و ۲/٤۷ در تنش ملایم و شدید موید بروز تنش در گیاه است (جدول ۲). کاهش سطح نیتروژن مصرفی از ۲۲۰ به ۱٤۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد ماده خشک را به‌طور متوسط ۲۳۵/۱۸ گرم در مترمربع کاهش داد (جدول ۲). کاهش عملکرد ماده خشک در مقادیر کم مصرف نیتروژن توسط جیراردین و همکاران (۱۹۸۷) و یوهارت و آندرید (۱۹۹۵) نیز گزارش شده است. در مقادیر بیشتر نیتروژن سرمایه‌گذاری مواد فتوسنتزی در بخش‌های برگ و ساقه افزایش یافته و در نهایت مواد تجمع یافته در بخش هوایی گیاه فزونی یافت (جدول ۲). میان تراکم‌های مختلف نیز از نظر عملکرد ماده خشک اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول ۱). بیشترین تراکم (D_3) بیشترین عملکرد ماده خشک را دارا بود (جدول ۲).

بیشتر بودن عملکرد ماده خشک در تراکم‌های بالا را می‌توان به بیشتر بودن تعداد بوته در واحد سطح مربوط نمود. تأثیر مثبت افزایش تراکم بر عملکرد ماده خشک توسط پژوهشگران دیگر نیز مشاهده و گزارش شده است (آکتینوی و همکاران، ۱۹۹۷؛ تتیو-کاگو و گاردنر، ۱۹۸۸). اثرات متقابل آبیاری و تراکم و نیتروژن و تراکم برعملکرد ماده خشک معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تنها در شرایط آبیاری مطلوب و سطوح بالای مصرف نیتروژن با افزایش تعداد بوته در واحد سطح کاهش وزن تک بوته‌ها جبران و عملکرد ماده خشک افزایش یافته است (جدول‌های ۳ و ٤).

کارآیی زراعی و کارآیی مصرف نیتروژن: کارآیی زراعی مصرف نیتروژن به‌عنوان شاخصی ساده جهت بررسی و ارزیابی کارآیی مصرف این عنصر برای تولید محصول به ازاء هر واحد از نیتروژن مصرفی تعریف شده و در شرایط مزرعه معیار مناسبی برای تعیین کارآیی مصرف نیتروژن به‌شمار می‌رود. کارآیی مصرف نیتروژن نیز به‌صورت نسبت عملکرد دانه به مقدار نیتروژن مصرفی در نظر گرفته شده و عاملی کلیدی در مدیریت نیتروژن برای تولید گیاهان زراعی محسوب می‌شود (مول و همکاران، ۱۹۸۲).

جدول ٤ – مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل نیتروژن و تراکم بوته بر روی عملکرد دانه و ماده خشک و کارآیی زراعی، کارآیی مصرف و بازیافت ظاهری نیتروژن با استفاده از آزمون دانکن.

تیمار (نیتروژن×تراکم)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	عملکرد ماده خشک (گرم در مترمربع)	کارآیی زراعی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارآیی مصرف نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)	کارآیی بازیافت ظاهری نیتروژن (کیلوگرم بر کیلوگرم)
٦	۷۵۳/۸۹e*	۱٤۵٤/۳۰d	۲٤/۸۵b	۵۳/۸٤b	٤٤/۵۱c
۱٤۰ ×۷/۵	۸٤٦/۷۸cd	۱٦۵۵/۸۱c	۲۷/۳۳a	٦۰/٤۸a	۵۵/۲٤a
۹	۷۳۸/۲۳e	۱۵٦۳/٤۲c	۲۲/٤٦cd	۵۲/۷۳bc	٤٦/۳٤c
٦	۸٤۲/۸٤d	۱٦۰۵/۱۳c	۲٤/۲۷b	٤٦/۸۲e	٤٦/۲۱c
۱۸۰ ×۷/۵	۸۹۱/۵۷bc	۱۷٦۰/۱۸b	۲۳/۷٤bc	٤۹/۵۳d	۵۰/۳٦b
۹	۹۱۳/۹۹ab	۱۸٤۱/۹۲ab	۲۷/۲۳a	۵۰/۷۷cd	۵٤/۰۵a
٦	۸٦۵/٦٦cd	۱٦۳۸/٦۰c	۲۰/۸۹d	۳۹/۳٤g	٤۰/۲۷d
۲۲۰ ×۷/۵	۹۲٦/۰۷ab	۱۸۰۸/۳۳b	۲۰/۹۹d	٤۲/۰۹f	٤٤/۵٦c
۹	۹۵۵/۳۲a	۱۹۳۱/۰٦a	۲٤/۱٦b	٤۳/٤۲f	٤۸/۷٦b

* در هر ستون تفاوت بین دو میانگین که یک حرف مشترک دارند در سطح احتمال خطای ۵ درصد معنی‌دار نیست.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های کارآیی زراعی و بازیافت ظاهری نیتروژن تحت اثرات سه جانبه آبیاری، نیتروژن و تراکم بوته با استفاده از آزمون دانکن میانگین‌های هر صفت که دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال خطای ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

تیمار (نیتروژن*تراکم)	کارآیی زراعی مصرف نیتروژن			بازیافت ظاهری مصرف نیتروژن		
	آبیاری مطلوب	تنش ملایم	تنش شدید	آبیاری مطلوب	تنش ملایم	تنش شدید
٦	۲۹/۰bcd*	۲۳/۱ijklm	۲۲/۳ijklmn	۵۲/۹def	٤٤/۲ijk	۳٦/۲e
۷/۵×۱٤۰	۳۰/۷b	۲٦/۹defg	۲٤/۲ghijk	٦۸/۰b	٥٦/۷cd	٤۰/۸k
۹	۲٦/۲defgh	۱۹/۷nop	۲۱/٤klmnop	۵۷/۷c	٤٦/۱hij	۳۵/۰lm
٦	۲۷/۵def	۲٤/٦fghij	۲۰/٦lmnop	۵۵/٦cde	٤۹/۵fgh	۳۳/۵lmn
۷/۵×۱۸۰	۲۸/۵bcd	۲۲/٤ijklmn	۲۰/۲mnop	٦۷/۱b	۵۰/۸fg	۳۳/۱lmn
۹	۳۵/۱a	۲۷/۷cde	۱۸/۷opq	۷۳/۸a	۵۷/۰cd	۳۱/۲mno
٦	۲٦/٤defg	۲۰/۷lmnop	۱۵/٤r	۵۱/۷efg	٤۲/۰Jk	۲۷/۰o
۷/۵×۲۲۰	۲٤/۹efghi	۲۱/٦jklmno	۱٦/۳qr	۵۷/٤cd	٤۷/۲ghi	۲۸/۹no
۹	۳۰/۵bc	۲۳/۳hijkl	۱۸/۵pq	٦٦/۲b	٤۹/۰fgh	۳۰/۹mno

افزایش شدت تنش خشکی به‌صورت معنی‌داری باعث کاهش کارآیی زراعی و کارآیی مصرف نیتروژن گردید (جدول‌های ۱ و ۲). عدم تأثیر مثبت افزایش مصرف نیتروژن بر افزایش عملکرد دانه در تیمارهای تنش خشکی موجب کاهش کارآیی‌های مزبور گردید. این وضعیت ناشی از کاهش جذب و افزایش هدر روی عنصر نیتروژن در شرایط تنش بود. بورمن و همکاران (۱۹٦۲) و مارتین و همکاران (۱۹۸۲) گزارش نمودند که جذب نیتروژن به‌طور مؤثری تحت تأثیر آب قابل استفاده در خاک قرار می‌گیرد و افزایش رطوبت خاک عملکرد ذرت را در پاسخ به نیتروژن مصرفی افزایش داده و باعث افزایش کارآیی کود می‌شود. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر کارآیی زراعی و کارآیی مصرف نیتروژن معنی‌دار بود و با افزایش مصرف نیتروژن هر دو مولفه کاهش یافتند (جدول‌های ۱ و ۲). معمولاً بالاترین کارآیی با جذب اولین عنصر غذایی (کود) به‌دست می‌آید و واحدهای بعدی مصرف عنصر غذایی کارآیی کمتری دارند. مول و همکاران (۱۹۸۲) بیان داشتند که با افزایش مصرف کود مقدارعملکرد دانه به تبعیت ازقانون بازده نزولی میچرلیخ افزایش کمتری داشته که این وضعیت موجب کاهش کارآیی مصرف کود می‌شود. گودرود و جلوم (۱۹۸۸) علت این کاهش را فزونی سرعت از دست رفتن عنصر مذکور از طریق تصعید، دنیتروفیکاسیون، آبشویی و یا به علت عدم استفاده مؤثر از آن می دانند. گریف (۱۹۹٤) اظهار داشت در هنگام مصرف مقادیر بالاتر از حد بهینه نیتروژن، گیاه ذرت قادر به بهره‌گیری از مزایای بالقوه مکانیسم C_4 و استفاده از نیتروژن نمی‌باشد. اثرات متقابل آبیاری و نیتروژن تنها بر کارآیی زراعی مصرف نیتروژن معنی‌دار بود (جدول ۱). تیمار کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار در شرایط آبیاری مطلوب از این لحاظ نسبت به سایر تیمارها برتری داشت (جدول ۳). تأثیر سطوح مختلف تراکم، آبیاری در تراکم و نیتروژن در تراکم برصفات مذکور از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین کارآیی زراعی و کارآیی مصرف نیتروژن به بیشترین تراکم تعلق داشت (جدول ۲). این وضعیت بیانگراستعداد خوب هیبرید ۷۰٤ برای مصرف مطلوب‌تر نیتروژن و تولید دانه تحت تراکم‌های بوته بالاتر می‌باشد. مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل آبیاری و تراکم نشان داد که بیشترین میزان کارآیی زراعی و کارآیی مصرف نیتروژن مربوط به بیشترین تراکم (D_3) تحت شرایط آبیاری مطلوب (E_1) بود (جدول ۳) که نشان‌دهنده استفاده کارآمد گیاهان تحت تیمار تراکم بالا در شرایط مطلوب رطوبتی از نیتروژن در دسترس می‌باشد. بررسی اثرات متقابل نیتروژن و تراکم بوته نشان داد که در سطوح پائین‌تر مصرف نیتروژن تراکم‌های کمتر و در سطوح بالای مصرف نیتروژن تراکم‌های بیشتر از

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- ماتریس ضرایب همبستگی ساده میان صفات مختلف.

	شدت تنش خشکی	نیتروژن	تراکم	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد ماده خشک	محتوای نسبی آب برگ	شاخص سطح برگ	کارآیی زراعی مصرف نیتروژن	کارآیی مصرف نیتروژن
تعداد دانه در بلال	-۰/۷۳**	۰/٤۹ *	-۰/۵۷ **								
وزن هزار دانه	-۰/۵٦**	۰/۱٦ ns	-۰/٤۱*	۰/٦۲**							
عملکرد دانه	-۰/۸۸**	۰/۵۳**	۰/۵۵**	۰/۷۲**	۰/۵٦**						
عملکرد ماده خشک	-۰/۷۸ **	۰/٦٦**	۰/٦۷**	۰/۵۲**	۰/٤۵*	۰/٦۹**					
محتوای نسبی آب برگ	-۰/۷۲**	۰/۱۷ns	-۰/۵٤**	۰/٦۵**	۰/۵۵**	۰/۵۷**	۰/٦۷**				
شاخص سطح برگ	-۰/۸۵**	۰/٤۵*	۰/٤۵*	۰/۵۲**	۰/٤۳*	۰/۷۹**	۰/۸۷**	۰/٦٤**			
کارآیی زراعی نیتروژن	-۰/۷۷**	-۰/۵۱**	۰/٤۷*	۰/۵۵**	۰/٤۹*	۰/٦۷**	۰/٦۵**	۰/۵۲**	۰/٦۷**		
کارآیی مصرف نیتروژن	-۰/٦۷**	-۰/٦۲**	۰/۵۱**	۰/٤۱*	۰/۵٤**	۰/۵۸**	۰/۵٦**	۰/٦٤**	۰/۵۲**	۰/۸۹*	
نسبت بازیافت نیتروژن	-۰/٦۹**	-۰/٤۵*	۰/۵۹**	۰/۵۲**	۰/٦۳**	۰/٦٦**	۰/٦۸**	۰/۷۵**	۰/۵۸**	۰/۸۵**	۰/۷۸**

*** و ** به‌ترتیب معنی‌داری در سطوح ۵ و یک درصد ، ns غیر معنی‌دار**

www.SID.ir

Archive of SID

کارآیی زراعی و کارآیی مصرف بالاتری برخوردار بوده‌اند و بازتاب بهتری نسبت به افزایش مصرف نیتروژن نشان داده‌اند (جدول ٤). با پایین بودن تعداد بوته‌ها در واحد سطح افزایش مصرف نیتروژن به دلیل ثابت بودن ظرفیت جذب و استفاده از نیتروژن در گیاهان، موجب افزایش کارآیی استفاده از کود نمی‌شود و برعکس در تراکم‌های بالاتر گیاهان برای دستیابی به حد بالقوه تولید خویش نیازمند تأمین نیتروژن کافی می‌باشند. مقایسه میانگین‌های اثرات سه جانبه آبیاری، نیتروژن و تراکم نشان داد که تیمار کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (N_2) وبیشترین تراکم (D_3) تحت تیمار آبیاری مطلوب (E_1) به‌طور معنی‌داری از لحاظ کارآیی زراعی مصرف نیتروژن نسبت به سایر تیمارها برتر بود (جدول ۵).

کارآیی بازیافت ظاهری نیتروژن: کارآیی بازیافت برحسب مقدار عنصر غذایی جذب شده به ازای هر واحد عنصر غذایی مصرف شده تعریف می‌شود. افزایش کمبود آب در خاک و افزایش مصرف نیتروژن موجب کاهش معنی‌دار کارآیی بازیافت ظاهری نیتروژن شد (جدول‌های ۱ و ۲). افزایش کمبود آب در خاک به لحاظ کاهش جذب نیتروژن باعث کاهش کارآیی بازیافت ظاهری گردید. بوک (۱۹۸٤) اظهار داشت برای جذب نیتروژن این عنصر بایستی حرکت کند تا به ریشه‌ها برسد از این‌رو تأمین میزان آب مناسب یکی از کارآترین شیوه‌های حرکت نیترات به سمت ریشه‌ها از طریق جریان توده‌ای می‌باشد. کاهش کارآیی بازیافت ظاهری در اثر افزایش مصرف نیتروژن نیز ناشی از ثابت بودن ظرفیت جذب و استفاده از نیتروژن توسط گیاه و افزایش هدر روی عنصر مذکور بود. با افزایش تراکم میزان نیتروژن جذب شده به ازای نیتروژن مصرفی افزایش معنی‌داری یافت (جدول‌های ۱ و ۲). این وضعیت نیز مربوط به جذب و استفاده کارآمد گیاهان از نیتروژن مصرفی تحت تراکم‌های بوته بالاتر بوده است. تمامی اثرات متقابل میان تیمارهای مختلف برکارآیی بازیافت ظاهری معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل آبیاری و نیتروژن نشان داد که تأثیر منفی افزایش کاربرد نیتروژن بر کارآیی بازیافت ظاهری در شرایط تنش شدید بیش از شرایط مطلوب و تنش ملایم خشکی بود (جدول ۳). افزایش تراکم تحت شرایط مطلوب رطوبتی و یا در مقادیر پائین مصرف نیتروژن با افزایش معنی‌دار کارآیی باز یافت ظاهری همراه بود (جدول‌های ۳ و ٤). نتایج به‌دست آمده با گزارش‌های رضایی و ملکوتی (۱۳۸۰)، ملکوتی و همایی (۱۳۸۲) و بوک (۱۹۸٤) مبنی بر کاهش جذب نیتروژن در شرایط محدود رطوبتی مطابقت داشت. مقایسات میانگین اثرات سه جانبه آبیاری، نیتروژن و تراکم بوته نشان داد تیمار تراکم ۹ بوته در مترمربع (D_3) و کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (N_2) در شرایط آبیاری مطلوب (E_1) بیشترین و تراکم‌های مختلف با کاربرد بیشترین میزان مصرف نیتروژن (N_3) در شرایط تنش شدید خشکی (E_3) کمترین میزان بازیافت نیتروژن را دارا بودند (جدول ۵). نتایج به‌دست آمده نشان داد که تیمارهای مختلف آبیاری، نیتروژن، تراکم و اثرات متقابل میان آنها بر عملکرد دانه و کارآیی مصرف کود مؤثر بوده‌اند. از نتایج حاصل چنین می‌توان استنباط نمود که در شرایط مختلف رطوبتی جهت بهره‌وری بهتر در استفاده از نیتروژن باید هماهنگی را میان میزان نیتروژن مصرفی و تراکم بوته در نظر داشت. در شرایط مطلوب و تنش ملایم خشکی، کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و افزایش تراکم ضمن تولید عملکرد مناسب کارآیی مصرف کود را نیز بهبود بخشید، اما در شرایط تنش شدید خشکی افزایش مصرف نیتروژن و تراکم علاوه‌بر اینکه تأثیر بسیار ناچیزی بر افزایش عملکرد دانه داشت موجب کاهش معنی‌دار کارآیی مصرف کود نیز گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱.امام، ی.، و تدین، م.، ۱۳۷۸. تأثیر تراکم بوته و سربرداری بر عملکرد ذرت دانه ای در منطقه زیر سد درون زن استان فارس. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۰ (٤): ۱۳۷۵–۱۳۷۳.

۲.امام، ی.، و رنجبر، غ.، ۱۳۷۹. تأثیر تراکم بوته وتنش خشکی در مرحله رشد رویشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی استفاده از آب در ذرت دانه ای. مجله علوم زراعی ایران. جلد دوم (۳): ٥٦٢–٥١٠.

۳.رضایی، ح.، و ملکوتی، م.ج.، ۱۳۸۰. راه‌های افزایش کارآیی ازت و جلوگیری از هدر رفت آن (یادداشت فنی). ویژه‌نامه مصرف بهینه کود. جلد ۱۲، شماره ١٤. صفحات ٥٣–٤٧.

٤.ساکی نژاد، ط.، ۱۳۸۲. مطالعه اثرتنش آب بر روند جذب عناصر ازت، فسفر، پتاسیم و سدیم در دوره های مختلف رشد با توجه به خصوصیات مرفولوژیک و فیزولوژیک گیاه ذرت در شرایط آب وهوایی اهواز. پایان‌نامه دوره دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی. واحد علوم و تحقیقات اهواز. ۲۸۸ ص.

٥.سبحانی، الف.، ۱۳۷۹. راهنمای تعیین شاخص سطح برگ گیاهان زراعی. نشریه ترویجی. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی. وزارت کشاورزی.

٦.سپهری، ع.، مدرس ثانوی، م.، قره یاضی، ب.، و یمینی، ی.، ۱۳۸۱. تأثیر تنش آب و مقادیر مختلف نیتروژن بر مراحل رشد و نمو، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. مجله علوم زراعی ایران. جلد چهارم (۳): ۲۰۱–۱۸٤.

۷.علیزاده، الف.، ۱۳۷٤. رابطه آب و خاک و گیاه. چاپ اول. انتشارات آستان قدس. ۳۵۳ ص.

۸.هاشمی دزفولی، الف.، کوچکی، ع.، و بنایان اول، م.، ۱۳۷٤. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۷ ص.

۹.ملکوتی، م.ج.، و همایی، م.، ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک، مشکلات و راه حل‌ها. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ٤٩٤ ص.

10.Aktinoye, H.A., Lucas, E.O., and Kling, J.G., 1997. Effects of density of planting and time of nitrogen application on maize varieties in different ecological zones of West Africa. Commun Soil Sci. Plant Ann. 28: 1163-1175.

11.Bock, B.R., 1984. Efficient use of nitrogen in cropping system. pp. 273-294. In: Nitrogen in crop production. ASA. CSSA, and SSA INC, MEDISON. USA.

12.Burman, R.D., Painter, L.I., and Patridge, J.R., 1962. Irrigation and nitrogen fertilization of field corn in Northwest Wyoming. Agric. Exp. Stn. Bulten. 389. University of Wyoming, Laramie.

13.Classen, M.M., and Shaw, R.H., 1970. Water deficit effects on corn. II. Grain component. Agron. J. 62: 652 – 655.

14.Cosculleola, F., and Fact, J.M., 1992. Determination of the maize (*Zea mays* L.) yield functions in respect to water using a line source sprinkler. Field Crops Abst. 93: 5611.

15.Denmead, O.T., and Shaw, R.H., 1970. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. Agron. J. 52: 272-274.

16.Girardin, P., Tollenaar, M., Deltour, A., and Muldoon, J., 1987. Temporary N starvation in maize (*Zea mays* L.): effects on development, dry matter accumulation and grain yield. Agronomie (Paris). 7: 289-296.

17.Goodroad, L.L., and Jellum, M.D., 1988. Effect of N fertilizer rate and soil pH on N efficiency in corn. Plant and Soil, 106: 85-89.

18.Greef, J.M., 1994. Productivity of maize (*Zae mays* L.) in relation to morphological physiological characteristics under varying amounts of nitrogen supply. J. of Agron. and Crop Sci. 172: 317 - 326.

19.Hanway, J.J., 1992. How a corn plant develops. Iowa Coop. Ext. Ser. Spec. Rep. 48.

20.Harold, V.E., 1986. Effect of water deficit on yield, yield components and water use efficiency of irrigated corn. Agron. J. 78: 1035-1040.

21.Hashemi-Dezfouli, A., and Herbert, S.J., 1992. Effect of leaf orientation and density on yield of corn. Iran Agric. Res. 11: 89-104.

www.SID.ir

Archive of SID

22.Liang, B.C., Millard, M.R., and Machenzie, A.F., 1992. Effects of hybrid, population densities, fertilization and irrigation on grain corn (*Zea mays* L.) in Quebec. Can. J. of plant Sci. 72: 1163 - 1170.
23.Martin, D.L., Watts, D.G., Mielke, L.N., Frank, K.D., and Eisen-Hauer, D.E., 1982. Evolution of nitrogen and irrigation management for corn production using water high in nitrate. Soil Sci. Soc. Am. J. 49: 1056 - 1062.
24.Moll, R.H., Kamprath, E.J., and Jackson, W.A., 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agron. J. 74: 262 – 264.
25.Nesmith, D.S., and Ritchie, J.T., 1992. Short and long-term responses of corn to a pre- anthesis soil water deficit. Agron. J. 84: 107 -113.
26.Nissanka, S.P., Dixon, M.A., and Tollenaar, M., 1997. Canopy gas exchange response to moisture stress in old and new maize hybrid. Crop Sci. 37: 172 - 181.
27.Norwood, C.A., 2000. Water use and yield of limited irrigated and dryland corn. Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 365 - 370.
28.Osborne, S.L., Scheppers, J.S., Francis, D.D., and Schlemmer, M.R., 2002. Use of spectral radiance to in - season biomass and grain yield in nitrogen and water - stressed corn. Crop Sci. 42: 165 -171.
29.Schussler, J.R., and Westgate, M.E., 1991. Maize kernel set at low water potential: I. Sensitivity to reduced assimilates during early kernel growth. Crop Sci. 31: 1189 - 1195.
30.Tetio-Kagho, F., and Gardner, F.P., 1988. Responses of maize to plant population density. II. Reproductive development, yield and yield adjustment. Agron. J. 80: 935 - 940.
31.Uhart, S.A., and Andrade, F.H., 1995. Nitrogen deficiency in maize: II. Carbon-nitrogen interaction effects on kernel number and grain yield. Crop Sci. 35: 1384-1389.
32.Wienhold, B.J., Trooien, T.P., and Reichman, G.A., 1995. Yield and nitrogen use efficiency of irrigated corn in the Northern Great Plains. Agron. J. 87: 842 - 846.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 14(2), June -July 2007
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Effects of water deficiency stress on yield and nitrogen efficiency of grain corn hybrid SC.704 at different nitrogen rates and plant population

Sh. Lack[1], A. Naderi[1], S.A. Siadat[2], A. Ayenehband[3] and G. Nour – Mohammadi[4]
[1]Ph.D. student and Assistant Prof. of Dept. of Physiology, Science and Research campus, Ahvaz Islamic Azad University, [2]Full Prof., Dept. of Agronomy of Natural Resources and Agricultural Sciences University of Khuzestan, [3]Assistant Prof., Dept. of Agronomy of University of Shahid Chamran, Ahvaz, [4]Professor Dept. of Agronomy, Tehran Science and Research Campus, Islamic Azad University

Abstract

This research was conducted to study the effects of water deficiency stress, nitrogen application rates, and plant population on kernel and dry matter yields, nitrogen agronomic efficiency, nitrogen use efficiency and nitrogen recovery fraction of grain corn (hybrid SC.704) in 2003 in experimental field in Natural Resources and Agricultural Sciences University of Khuzestan, Ahvaz. This study was consisted of three separate split-plot experiments, using Randomized Complete Block Design (RCBD). In each experiment, one of the following irrigation treatments was implemented; optimum irrigation, moderate stress and sever drought stress where irrigation was done after depletion of 30%, 40% and 50% of field capacity, respectively. Irrigation treatments implement at 4-5 leaf stage (seedling establishment) and continued until 10 days before physiological maturity. In each experiment three nitrogen leaes consisting of 140, 180, and 220 Kg N ha^{-1} were considered as main plots and subplots consisted of three plant population of 6, 7.5, and 9 plant m^{-2}. There were three replications in each experiment. The results of combined analysis indicated that the effect of drought stress, nitrogen and plant population on kernel and dry matter yields, leaf area index and relative water content was significant. The increase of drought stress severity caused significant decrease in kernel and dry matter yields, leaf area index and relative water content. Severe drought stress reduced the kernel yield by 40% compared to the optimum irrigation condition. This reduction was mainly due to reduction in kernel number per ear and kernel weight. Kernel and dry matter yields increased with nitrogen application rate. The response of kernel and dry matter yields to increase in plant population was positive. Increase in drought stress severity and nitrogen application rate, caused significant decrease in nitrogen agronomic efficiency, nitrogen use efficiency and nitrogen recovery fraction. The response of these efficiencies to plant population was positive. Results of this study indicated that nitrogen application rate and plant population should be adjusted accordingly with the availability of water in the soil to obtain highest input use efficiency and therefore, minimizing production costs.

Keywords: Water deficiency stress; Nitrogen; Plant population; Nitrogen agronomic efficiency; Nitrogen use efficiency and Nitrogen recovery fraction

www.SID.ir