مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۱۴ ، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱

مجله پژوهش‌های به زراعی

اثر مدیریت تلفیقی منابع شیمیایی و بیولوژیک نیتروژن بر برخی صفات زراعی و عملکرد ذرت علوفه‌ای هیبرید ماکسیما در شرایط محدودیت آبیاری در اراک

علیرضا دادیان [۱*]

۱- استادیار گروه زراعت، واحد فراهان، دانشگاه آزاد اسلامی، فراهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۷

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی کاربرد تلفیقی منابع بیولوژیکی و شیمیایی نیتروژن تحت شرایط محدودیت منابع آبی بر برخی صفات زراعی و نیز عملکرد علوفه تر در سال‌های زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در اراک انجام شد. این آزمایش به صورت اسپلیت اسپلیت پلات و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد به طوری که سطوح آبیاری در کرت اصلی و سطوح نیتروکسین و نیتروژن در کرت‌های فرعی قرار گرفت. عوامل مورد بررسی عبارت بودند از آبیاری در دو سطح آبیاری متداول و محدودیت آبی، نیتروکسین در سه سطح تیمار شاهد، مصرف ۰/۵ و یک لیتر نیتروکسین به ازاء ۳۰ کیلوگرم بذر مصرفی و نیتروژن در سه سطح شامل تیمار شاهد، مصرف ۱۲۵ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از طریق کود اوره ۴۶ درصد. اثر متقابل آبیاری و نیتروکسین بر کلیه صفات اندازه گیری شده غیر از تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در بلال معنی‌دار شد و با کاربرد یک لیتر نیتروکسین تحت شرایط آبیاری متداول بیشترین مقدار این صفات نتیجه شد. در شرایط اعمال محدودیت آبیاری، مصرف یک لیتر نیتروکسین در مقایسه با کاربرد ۰/۵ لیتر آن و نیز تیمار بدون کاربرد نیتروکسین افزایش کمی کلیه ی صفات مورد بررسی را نتیجه داد. اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر تمامی صفات مورد مطالعه بجز تعداد بلال در گیاه و تعداد کل دانه در گیاه معنی‌دار بود به نحوی که بیشترین مقدار صفات تاثیر پذیر، از مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن تحت شرایط آبیاری متداول به دست آمد. اثر متقابل نیتروکسین و نیتروژن بر سایر صفات معنی‌دار شد. بیشترین تعداد بلال در گیاه و عملکرد علوفه تر (با میانگین ۸۶/۴۲ تن در هکتار) در اثر مصرف یک لیتر نیتروکسین توام با ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد ولی در خصوص سایر صفات بیشترین میانگین آن‌ها در اثر مصرف یک لیتر نیتروکسین همراه با ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: ذرت علوفه ای هیبرید ماکسیما، نیتروکسین، نیتروژن، تنش کم آبی

[*] نگارنده مسئول (AL.Dadiyan1353@iau.ac.ir)

مقدمه

در جهان امروز ذرت به علت اهمیت فوق العاده زیادی که در تأمین غذای دام‌ها و پرندگان و مصارف دارویی و صنعتی دارد، نسبت به افزایش سطح زیر کشت، و همچنین بهبود تکنیک زراعت آن اقدامات اساسی بعمل آمده و در بیشتر کشورهای جهان که دارای شرایط آب و هوایی مناسب برای رشد این گیاه می باشند، محصول قابل توجهی تولید می‌نماید (خدابنده، ۱۳۸۷). تنش کم آبی در طول دورهٔ رشد سریع یا رشد رویشی باعث کاهش رشد، کاهش ارتفاع ساقه و تعداد برگ، کاهش سطح برگ و شاخص سطح برگ، کاهش سطح فتوسنتز کننده، بسته شدن روزنه‌ها، کاهش تولید مادهٔ خشک، کاهش نسبت اندام‌های هوایی و تسریع در ورود به مرحلهٔ زایشی می گردد، به عبارتی شرایط قبل از گلدهی، اندازه و کارایی فتوسنتز را تعیین می کند و شرایط بعد از گلدهی عملکرد واقعی را در طول دورهٔ پر شدن دانه تعیین می کند. تنش شدید و نسبتاً کوتاه در طول دورهٔ رویشی ممکن است اثراتی بر روی عملکرد نداشته باشد، لیکن تنش کمتر از این میزان ولی طولانی مدت ممکن است اثرات زیادی بر روی عملکرد بگذارد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۸۲). نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش فواصل آبیاری‌ها و تنش ناشی از آن به طور معنی‌داری عملکرد ماده خشک را کاهش داد و هر چه فواصل آبیاری طولانی تر گردد ارتفاع گیاه و قطرساقه کاهش می‌یابد و با انجام آبیاری بر اساس میزان ۷۰ میلی متر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A بالاترین عملکرد دانه به دست آمد (صارمی و سیادت، ۱۳۸۱). خشکی همچنین ممکن است ظهور کاکل در ذرت را به تأخیر اندازد (Denise MC Williams., 2002). ذرت و سورگوم با عکس العمل تدریجی فیزیولوژیکی به تنش خشکی وارد می شوند. در ذرت و سورگوم حرارتهای بالای $95^{o}F$ می تواند قدرت زیستی دانهٔ گرده را در طول کاکل دهی و تاسل دهی یا گرده افشانی کاهش دهد. تنش خشکی باعث تأخیر در ظهور کاکل و افزایش فاصله بین

گرده افشانی و ظهور کاکل می‌شود. در تنش-های شدید ظهور کاکل ممکن است تا پایان دوره گرده افشانی به تأخیر افتد که به خاطر عدم قابلیت دسترسی به آب کافی جهت رشد سلول‌های کاکل است (Irmak *et al.*, 2005). طی یک بررسی در جنوب شرقی نیجریه اثر تنش خشکی روی دو هیبرید ذرت مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که تنش خشکی وزن کاه و عملکرد دانهٔ ارقام ذرت را به ترتیب ۶۰ و ۳۴ درصد کاهش داد (Azeez *et al.*, 2004). مصرف متعادل کودهای شیمیایی بهویژه کودهای نیتروژن برای دستیابی به میزان بهینه محصول و در عین حال کاهش خطرات زیستی محیطی ضروری به نظر میرسد (Azeem *et al.*, 2015). جذب نیتروژن از همان مراحل اولیه رشد ذرت به شدت انجام می‌گیرد و تا رسیدن کامل دانه همچنان با شدت ادامه خواهد داشت. به علت این که نیتروژن نقش اصلی در تولید ایفا می‌نماید، کمبود آن در هر یک از مراحل رشد ذرت باعث اختلال در سنتز مواد خواهد گردید و در نتیجه عملکرد کاهش خواهد یافت. (Kafi *et al.*, 2009) بیان نمودند که بیشترین تقاضای گیاه ذرت به نیتروژن در فاصله ی۲۰ تا ۹۰ روز پس از کاشت است. از آنجا که در مراحل شش تا هفت برگی پتانسیل تعداد دانه گرده در آینده مشخص میشود و از مرحله ۸ تا ۱۰ برگی جذب موادغذایی و ماده خشک گیاه به طور مستمر افزایش مییابد و در مرحله پس از گلدهی وزن هزار دانه افزایش می یابد. براساس گزارشات برخی محققین کمبود مداوم و طولانی نیتروژن، عملکرد دانه را تا میزان ۷۰ درصد کاهش خواهد داد (Mortved *et al.*, 2001). باکتری‌های موجود در کود بیولوژیک نیتروکسین افزون بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پر مصرف و مغذی مورد نیاز گیاه با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه نظیر انواع هورمون‌های تنظیم کننده رشد مانند اکسین، ترشح اسیدهای آمینه مختلف، انواع آنتی بیوتیک، سیایند نیتروژن، سیدروفور و... موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان می‌گردد. همچنین

با حفاظت ریشه گیاهان از حمله عوامل بیماری زای خاک زی موجب افزایش محصول در هکتار با کیفیت برتر می-گردد. مصرف این محصول در شرایط استرس‌های محیطی چون شوری و خشکی سبب افزایش مقاومت گیاهان می‌گردد (Manske *et al.*, 2000). این حقیقت که باکتری آزوسپریلوم و سایر باکتری‌های همزیست با ریشه، هورمون‌های رشد را تولید کرده و در نتیجه باعث افزایش رشد و تکثیر ریشه می‌شوند، پاسخ این سوال را مبهم می‌کند که آیا فایده همزیستی به علت تثبیت نیتروژن می‌باشد یا به دلیل افزایش رشد ریشه و در نتیجه آن جذب بیشتر مواد غذایی. پاره ای از تحقیقات اخیر نشان داده اند که تاثیر هورمون‌ها، احتمالاً نخستین محرک می‌باشد (gupta *et al.*, 2003). تلقیح بذرهای سه دورگ دیررس ذرت با باکتری موجب افزایش تعداد برگ‌های بوته و تعداد برگ‌های بالای بلال گردید و بیشترین تعداد آن‌ها در دورگ ۷۰۴ که بذرهای آن توسط چهار باکتری تلقیح شده بودند مشاهده شد. ارتفاع بوته و قطر ساقه نیز در هر سه دورگ در اثر تلقیح بذر با باکتری‌ها نسبت به شاهد افزایش نشان داد (Costa *et al.*, 2002) تاثیر اکولوژیکی و زراعی تلقیح بذور ذرت با آزوسپریلیوم لیپوفروم در دو سال متوالی بررسی شد و چنین گزارش گردید که تلقیح روی پارامترهای سیستم ریشه موثر بود و باعث افزایش رشد و توسعه ریشه‌های مستقر و در نتیجه بیوماس ریشه و نیز افزایش عمق ریشه زایی شد (Cortet *et al.*, 2006).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو مرحله طی سال‌های زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در مزرعه ای واقع در پنج کیلومتری شهرستان اراک اجرا گردید. مطابق با آمار ده ساله هواشناسی، این محل دارای آب و هوای استپی سرد می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه بین ۳۵۰-۲۵۰ میلی‌متر، حداکثر گرما در تابستان ۴۰ درجه سانتی گراد و حداقل حرارت در زمستان به ۳۳- درجه سانتی گراد می‌رسد. طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی و

عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و سه دقیقه شمالی و ارتفاع آن ۱۶۳۵ متر از سطح دریا می‌باشد. به منظور تعیین برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش، در هر دو سال و قبل از توزیع کودهای لازم، نمونه برداری از خاک از عمق ۳۰ - ۰ سانتیمتری انجام و به آزمایشگاه ارسال گردید. نتایج آزمایش خاک در جداول ۱ و ۲ آمده است. بذر مورد استفاده در این آزمایش هیبرید ماکسیما بود. این هیبرید از نوع ذرت دندان اسبی و از نظر طول دوره رسیدگی جزء ذرت‌های متوسط رس است. دوره رویش کامل آن به منظور تولید دانه حداقل ۱۲۰ روز و برای تولید علوفه ۹۵ روز است. کود بیولوژیک نیتروکسین در سه سطح No_0، No_1 و No_2 (به ترتیب صفر، ۰/۵ و یک لیتر به ازاء هر ۳۰ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار) به صورت بذرمال مورد استفاده قرار گرفت. نیتروژن در سه سطح N_0، N_1 و N_2 (به ترتیب صفر، ۱۲۵ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت خالص و با استفاده از کود اوره ۴۶ درصد استفاده شد. عامل آبیاری نیز در دو سطح I_0 و I_1 به ترتیب آبیاری متداول و محدودیت آبیاری، هر یک در دو بخش جداگانه از مزرعه اعمال گردید. بین دو بخش نرمال و محدودیت آبیاری نیز به منظور عدم تداخل برنامه آبیاری و انتقال عرضی رطوبت ۱۰ متر فاصله در نظر گرفته شد. در این آزمایش فاصله بین خطوط کاشت ۶۰ سانتیمتر و فاصله بین بوته‌ها بر روی خطوط ۱۹ سانتیمتر، تعداد ردیف‌های کاشت چهار ردیف در هر کرت آزمایشی و طول هر ردیف کاشت شش متر و تراکم ۹۰۰۰۰ بوته در واحد سطح، تعداد کرت‌ها ۷۲ عدد و فاصله بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. این آزمایش به صورت اسپلیت اسپلیت پلات و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید به نحوی که سطوح آبیاری در کرت‌های اصلی و سطوح مختلف نیتروکسین و نیتروژن در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. در دو سال آزمایش به ترتیب در تاریخ‌های ۹۵/۲/۲۰ و ۹۶/۲/۲۵ قطعه زمین آزمایشی ابتدا شخم گردید، پس از آن دو بار

عملیات دیسک به صورت عمود بر هم جهت خرد کردن کلوخه‌ها اجرا شد، سپس به وسیله لولر عمل تسطیح زمین انجام پذیرفت. عملیات کود پاشی نیز با توجه به نتایج آنالیز خاک مزرعه در هر دو سال به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم انجام شد. سپس با استفاده از فاروئر جوی و پشته‌ها ایجاد گردید. قبل از کاشت کلیه بذور مربوط به تیمارهای کاربرد نیتروکسین با توجه به سهم‌های از قبل تعیین شده N_1=۰/۵ و N_2=۱ لیتر به ازاء هر ۳۰ کیلوگرم بذر در هکتار به طور جداگانه برای هر کرت آزمایشی توزین و با مقادیر مذکور به صورت بذرمال در سایه آغشته و سپس خشک گردید. به منظور اجرای عملیات کاشت بذور ابتدا بر روی ردیف‌های کاشت شیارهایی به عمق پنج سانتیمتر ایجاد شده، سپس به فواصل ۱۹ سانتیمتر از یکدیگر در تاریخ‌های ۹۵/۳/۱۵ (سال اول اجرای طرح) و ۹۶/۳/۲۵ (سال دوم اجرای طرح) تعداد دو عدد بذر به صورت دستی کاشته شد. قبل از انجام آبیاری اول، یک پنجم از نیتروژن مصرفی با مقادیر مشخص N_1 و N_2 (به ترتیب ۱۲۵ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) در کرت‌های هر یک از تیمارهای مربوط که از قبل نسبت به تصادفی کردن آن‌ها اقدام گردیده بود توزیع شد. چهار نوبت دیگر کوددهی نیز به ترتیب در مراحل سه برگی، شش برگی، قبل از ظهور گل نر و بعد از گرده افشانی اجرا گردید. پس از سبز شدن بذرها عملیات تنک کردن بوته‌ها در مرحله دو تا سه برگی انجام شد. اولین مرحله آبیاری بعد از کاشت اجرا شد. آبیاری به صورت بارانی (سیستم کلاسیک ثابت) انجام گردید. لذا نظر به ارتفاع متفاوت بوته‌ها در مراحل مختلف رشد از آب پاش‌هایی با ارتفاع متناسب برای هر مرحله از رشد گیاه استفاده شد. آبیاری دوم پنج روز پس از آبیاری اول و به طور کامل در هر دو قطعه کرت‌های اصلی مزرعه اجرا گردید. سایر دفعات آبیاری به فاصله هفت روز یک بار و به طور منظم در هر دو بخش تا حصول مرحله هشت برگی ادامه یافت. پس از آن نسبت به اعمال

محدودیت آبیاری در قطعه تنش اقدام گردید. بدین منظور چون در هر استقرار کامل، با فعال شدن آب پاش‌ها مدت چهار ساعت زمان جهت آبیاری مطلوب، در محدوده عمق توسعه ریشه‌ها لازم بود (بر اساس اطلاعات دفترچه طراحی آبیاری مزرعه) این زمان با مشورت کارشناسان آبیاری به ۲/۵ ساعت تقلیل یافت. لذا حجم آب مصرفی در مزرعه در هر مرحله از آبیاری برای هر دو بخش آبیاری متداول و تنش خشکی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید.

رابطه ۱:

$V = $ ثانیه $3600 \times$ ساعت کارکرد هر آبپاش $\times$ دبی هر پاش آب $\times$ تعداد آبپاش

V_0برای قطعه آبیاری متداول

$V = 2 \times 4 \times 4 \times 3600 = 115200$ لیتر $= 115.2$ متر مکعب؛

I_1 برای قطعه تنش خشکی :

$V = 2 \times 4 \times 2.5 \times 3600 = 72000$ لیتر $= 72$ متر مکعب

ارتفاع آب مصرفی برای هر یک از بخش‌های مزرعه نیز به کمک رابطه ۲ محاسبه گردید.

رابطه ۲:

$$h = \frac{v}{s}$$

در این فرمول h ارتفاع آب، v حجم آب مصرفی و s مساحت هر یک از قطعات مزرعه است. بنابر این برای قطعه آبیاری متداول خواهیم داشت:

$h = \frac{11.52}{911.25} = 12.6\,mm$ و برای قطعه تنش خشکی خواهیم داشت:

$$h = \frac{7.2}{911.25} = 7.9\,mm$$

جهت حصول اطمینان از دریافت میزان رطوبت کمتر توسط ریشه‌ها در بخش کم آبیاری از روش اندازه گیری درصد وزنی رطوبت خاک مطابق با رابطهٔ ۳ استفاده شد و پس از انجام محاسبات لازم در جدول ۳ مورد مقایسه قرار گرفت.

رابطه ۳:

$$\text{درصد وزنی رطوبت خاک} = \frac{W_2 - W_1}{W_2} \times 100$$

در این فرمول: W_2 = وزن خاک تر و W_2= وزن خاک خشک، پس از خروج از آون می‌باشد. پس از رسیدگی کامل علوفه (مرحله خمیری نرم) پس از حذف نیم متر از بالا و نیم متر از پایین دو خط میانی هر کرت آزمایشی تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی برداشت گردید و در خصوص هر یک از صفات مورد نظر میانگین این ۱۰ بوته اندازه

گیری شد. در بخش سوم تعداد کل بوته‌های موجود در دو متر مربع جهت تعیین میزان عملکرد علوفه از هر کرت برداشت شد. نتایج حاصل از اندازه گیری صفات مورد نظر در هر دو سال با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه مرکب گردیده، میانگین صفات به کمک آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم افزار SPSS مورد مقایسه قرار گرفت و همبستگی صفات نیز تعیین گردید. کلیه نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شد.

جدول ۱- نتایج آزمون خاک مزرعه در سال زراعی ۱۳۹۵

عمق cm	هدایت الکتریکی ds/m	درصد اشباع ٪	اسیدیته گل اشباع	درصد مواد خنثی شونده ٪	کربن آلی ٪	ازت کل ٪	فسفر قابل جذب p.p.m	پتاسیم قابل جذب p.p.m	شن ٪	سیلت ٪	رس ٪	بافت
۰-۳۰	۱/۱	۳۸/۴	۷/۷	۲۳/۵	۰/۷۲	۰/۰۷	۹/۰	۲۰۰	۲۱/۰	۴۶/۰	۳۳/۰	رسی لومی

جدول ۲- نتایج آزمون خاک مزرعه در سال زراعی ۱۳۹۶

عمق cm	هدایت الکتریکی ds/m	درصد اشباع ٪	اسیدیته گل اشباع	درصد مواد خنثی شونده ٪	کربن آلی ٪	ازت کل ٪	فسفر قابل جذب p.p.m	پتاسیم قابل جذب p.p.m	شن ٪	سیلت ٪	رس ٪	بافت
۰-۳۰	۱/۹	۳۳/۶	۷/۴	۲۲/۰	۰/۸۳	۰/۰۷	۸/۶	۲۰۰	۲۰/۰	۴۴/۰	۳۰/۰	رسی لومی

جدول ۳- مقایسه درصد وزنی رطوبت خاک در دو قطعه آبیاری متداول و تنش خشکی مزرعه در اعماق مختلف خاک

عمق خاک (سانتی متر)	درصد وزنی رطوبت خاک (قطعه آبیاری متداول)	درصد وزنی رطوبت خاک (قطعه تنش خشکی)
۱۰	۰/۲۵	۰/۱۹
۲۰	۰/۳۳	۰/۲۶
۳۰	۰/۲۴	۰/۲۱

نتایج و بحث

تعداد بلال در گیاه

مطابق با نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) عامل آبیاری تأثیر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر این صفت داشت به نحوی که تعداد بلال در گیاه تحت شرایط آبیاری مطلوب مزرعه در مقایسه با شرایط محدودیت آبی افزایش جزئی نشان داد (جدول ۵). تأثیر کاربرد نیتروکسین بر تعداد بلال در گیاه معنی دار شد. بیشترین تعداد بلال از کاربرد سطح دوم نیتروکسین و کم ترین تعداد آن از سطح شاهد نتیجه شد. مصرف نیتروژن نیز بر تعداد بلال در گیاه معنی دار شد. اثر متقابل نیتروکسین و نیتروژن بر این صفت معنی دار شد (جدول ۶). بر هم کنش سه عامل آبیاری، نیتروکسین و نیتروژن بر تعداد بلال در گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. یکی از اثرات کمبود آب در ذرت کاهش سطح برگ است که واکنش طبیعی گیاه نسبت به تنش خشکی است (رفیعی و همکاران، ۱۳۸۰)، (Dale *et al.*, 1995). رژیم نامطلوب رطوبتی ضمن کاهش سطح برگ‌ها، پیری آن‌ها را تسریع نموده و بدین وسیله میزان تولید گیاه را خیلی بیشتر از آن چه که به علت اثرات تنفس ناشی از کم شدن فتوسنتز خالص تقلیل می یابد، کاهش می دهد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۸۲). بنابر موارد مذکور چنین استنباط می شود که در شرایط بروز تنش خشکی، تغییرات سطوح برگی ناشی از کاهش میزان آب در دسترس ریشه‌ها، از یک سو سبب کاهش مقدار جریان انتقال آب و در نتیجه مواد غذایی در ساختار گیاهی شده و از سوی دیگر کاهش نسبت جذب دی اکسید کربن در واحد سطح برگ می شود. لذا از یک طرف مقدار جذب و انتقال عناصر غذایی از جمله عنصر پر مصرف نیتروژن در گیاه که یکی از اثرات آن در تولید ذرت از طریق تأثیر بر تعداد بلال‌ها است کاهش می یابد و از سوی دیگر با توجه به کاهش مقدار ترکیبات فتوسنتزی تولیدی، به دلیل کاهش نسبت جذب دی اکسید کربن توسط برگ‌ها تولید گل‌های ماده که زیر بنای تشکیل بلال‌های تولید شده در مراحل بعدی رشد خواهد بود

نیز با نقصان مواجه می شود (Schussler *et al.*, 1991). گروهی از پژوهشگران با اعمال تنش خشکی روی گیاه ذرت در مرحلهٔ ۹ برگی به این نتیجه رسیدند که علی رغم ذخیره کافی نیتروژن در خاک مقدار اندکی نیترات در برگ‌های جوان بالا وجود دارد. در این رابطه علاوه بر افزایش تجمع قندهای مختلف و نیز اسیدهای آمینه در برگ‌های تنش دیده یک همبستگی بین نیترات ردوکتاز قابل استخراج در برگ و میزان آسیمیلاسیون مشاهده گردید. به طوری که فعالیت نیترات ردوکتاز در پاسخ به تنش کم آبی کاهش یافته و در زمان بازسازی گیاه با محلول غذایی کاهش فعالیت نیترات ردوکتاز و مقدار فتوسنتز به سرعت جبران شده بود (Foyer *et al.*, 1998). کاربرد سطوح بالاتر نیتروکسین و اثر آن بر افزایش تعداد بلال را از دو جهت می توان تحلیل نمود: الف) تأثیر ازتوباکتر آزوسپریلوم بر تولید هورمون‌های محرک رشد نظیر جیرلین، اکسین و سیتوکسین که با تأثیر بر افزایش رشد و نمو سلول‌های گیاهی، خصوصاً ریشه سبب افزایش جذب عناصر غذایی از خاک می شود (علوی و آهومنش، ۱۳۷۶)، (Gonzalez-Lopez *et al.*, 2005). ب) قابلیت تثبیت نیتروژن توسط ازتوباکتر و آزوسپریلوم و انتقال آن از طریق ریشه به سمت اندام‌های هوایی (خسروی، ۱۳۸۲)، (Hasanudin., 2001). از بررسی جدول ۶ چنین استنباط می شود که در شرایط اعمال کم آبیاری، کاربرد سطح دوم نیتروکسین و سطح دوم نیتروژن تا حدودی جبران کاهش تعداد بلال‌ها را در مقایسه با تیمار شاهد و سطح پایین تر مصرف نیتروکسین می نماید. لذا با توجه به توضیحات سطرهای قبلی در خصوص نقش نیتروکسین در توسعه ریشه‌های اصلی و فرعی و در نتیجه قابلیت بیشتر گیاه در جذب عناصر غذایی از خاک به دلیل افزایش سطح جاذب می توان بر هم کنش این دو عامل را بر افزایش تعداد بلال توجیه نمود. این موضوع با یافته‌های (ملکی و بلوچی، ۱۳۹۱) مطابقت دارد.

تعداد ردیف در بلال

جدول تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت تعداد ردیف در بلال میان سال‌های اجرای آزمایش از نظر آماری معنی دار شده است (جدول ۴) به نحوی که در سال زراعی ۱۳۹۱ در مقایسه با سال ۱۳۹۲ تعداد ردیف در بلال افزایش یافت. عامل آبیاری تأثیر معنی داری بر این صفت داشت به طوری که در شرایط آبیاری مطلوب، تعداد ردیف در بلال در مقایسه با شرایط کم آبیاری افزایش یافت (جدول ۵). نیتروکسین نیز تأثیر معنی داری را بر این صفت نشان داد اگر چه بین سطوح مصرف ۰/۵ لیتر و یک لیتر نیتروکسین اختلاف معنی داری به لحاظ تأثیر بر صفت مورد بحث مشاهده نشد ولی بیشترین تعداد ردیف در بلال از مصرف یک لیتر نیتروکسین و کم ترین تعداد آن از تیمار شاهد نتیجه شد. تأثیر مصرف نیتروژن بر این صفت معنی دار شد. اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر این صفت معنی دار شد. بیشترین تعداد ردیف در بلال از تیمار آبیاری مطلوب و سطح دوم مصرف نیتروژن و کم ترین تعداد ردیف در بلال از تیمار کم آبیاری و عدم مصرف نیتروژن به دست آمد (جدول ۶). اثر متقابل نیتروکسین و نیتروژن بر صفت مورد بحث معنی دار شد. بیشترین تعداد ردیف در بلال از مصرف سطح دوم نیتروکسین و سطح اول نیتروژن و کم ترین تعداد آن از تیمار شاهد نتیجه شد. برهم کنش سه عامل آبیاری، نیتروکسین و نیتروژن بر این صفت معنی دار شد. در برخی منابع اهمیت آب در مراحل مختلف رشد نمو ذرت و خصوصاً مرحله زایشی که اجزاء عملکرد هم زمان با نمو بلال‌ها در حال شکل گیری است مورد تأکید بوده است. بر اساس نتایج پژوهش مجیدیان و غدیری (۱۳۸۱) تحت شرایط تنش خشکی، میزان جذب و تحلیل خالص مواد نسبت سطح برگ و میزان رشد نسبی ذرت کاهش می یابد. لذا می توان تأثیر تأمین رطوبت کافی در مرحله نمو بلال‌ها که منجر به توسعه مطلوب اجزاء عملکرد و از جمله تعداد ردیف در بلال می شود را استنباط نمود. ولدآبادی (۱۳۸۰) گزارش نمود که در نتیجه تنش خشکی تعداد ردیف دانه در بلال به

طور معنی داری کاهش یافت. نتایج پژوهش-های انجام شده نشان دهنده تأثیر نیتروژن در کلیه مراحل رشد و نمو ذرت است و با توجه به این که نقش اصلی را در تولید دارا می باشد، کمبود آن در هر یک از مراحل رشد ذرت باعث اختلاف در سنتز مواد خواهد شد و در نتیجه تولید کاهش خواهد یافت (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶). با توجه به نقش ویژه نیتروژن در تشکیل و توسعه اندام-های رویشی خصوصاً برگ‌ها و فرآیند بیوسنتز کلروفیل در آن‌ها که به نوبه خود در فتوسنتز و تولید آسیمیلات‌ها مؤثر واقع می گردد، می توان اهمیت تأثیر این عنصر را بر کلیه اجزاء عملکرد ذرت از جمله تعداد ردیف در بلال دریافت. این نتیجه گیری با نتایج (رضایی سوخت آبندانی و رمضانی،۱۳۸۸) و (Mojab ghasrodashti *et al.*, 2011) مطابقت دارد. با توجه به نقش ازتوباکتر و آزوسپریلوم در تولید هورمون‌های محرک رشد که سبب توسعه ریشه‌ها و در نتیجه افزایش سطح جذب عناصر معدنی از خاک می‌شود (Kapulnik *et al.*, 1981) و نیز تأثیر آن‌ها بر تثبیت نیتروژن و سهولت دسترسی گیاه به آن خصوصاً در دوره بحرانی تشکیل دانه‌ها که شامل یک تا دو هفته قبل از کاکل دهی تا سه هفته بعد از آن می‌باشد (Kiniry *et al.*, 1985) و نیز اهمیت فراهمی مواد جذبی، به ویژه نیتروژن که در این دوره زمانی می‌تواند بر روی اجزاء عملکرد از جمله تعداد ردیف در بلال به مقدار قابل توجهی تأثیر گذاشته باشد، می‌توان اهمیت کاربرد نیتروکسین در افزایش تعداد ردیف در بلال را استنباط نمود. برخی پژوهشگران نیز تأثیر آزوسپریلوم و ازتوباکتر را بر تعداد ردیف در بلال معنی‌دار و کاربرد آن‌ها را موجب افزایش این صفت گزارش نموده اند (Amirabadi *et al.*, 2009).

تعداد دانه در ردیف

تأثیر آبیاری بر تعداد دانه در ردیف معنی‌دار شد به نحوی که در شرایط آبیاری متداول تعداد دانه در ردیف در مقایسه با اعمال رژیم کم آبیاری افزایش یافت (جداول ۴ و ۵). تأثیر نیتروکسین نیز بر این صفت معنی‌دار شد. تأثیر سطوح نیتروژن بر تعداد دانه در

ردیف معنی‌دار شد با کاربرد سطوح بالاتر نیتروژن تعداد دانه در ردیف افزایش یافت و تیمار شاهد کم ترین مقدار این صفت را نشان داد. اثر متقابل آبیاری و نیتروکسین بر این صفت معنی‌دار شد. انجام آبیاری مطلوب مزرعه و کاربرد سطح دوم مصرف نیتروکسین بیشترین تعداد دانه در ردیف و اعمال محدودیت آبیاری بدون کاربرد نیتروکسین کم ترین تعداد دانه در ردیف را تولید نمود (جدول ۶). بر هم کنش آبیاری و نیتروژن بر تعداد دانه در ردیف معنی‌دار شد. اثر متقابل نیتروکسین و نیتروژن نیز بر این صفت معنی‌دار شد. بر هم کنش هر سه عامل آبیاری، نیتروکسین و نیتروژن بر این صفت تأثیر معنی‌داری داشت. (جدول ۷). کاهش تعداد دانه در ردیف بلال ناشی از اعمال تنش خشکی را از ابعاد مختلفی می‌توان تحلیل نمود : الف) تنش خشکی قبل از کاکل دهی می‌تواند تعداد گامتوفیت‌های عقیم را به دلیل کمبود مقدار ترکیبات کربوهیدراته (فتوسنتزی) افزایش دهد (Moss *et al.*, 1971. ب) کمبود آب در زمان گرده افشانی سقط جنین را افزایش داده، تشکیل بذر در ذرت را نقصان می‌دهد (Schussler *et al.*, 1991. ج) تنش خشکی باعث تأخیر در ظهور کاکل و افزایش فاصله بین گرده افشانی و ظهور کاکل می‌شود.

برخی گزارش‌ها بیانگر تأثیر تنش کمبود آب بر تعداد دانه‌های تشکیل شده در ردیف‌های بلال، ناشی از تأثیر بر مرحله رویشی گیاه است زیرا پتانسیل تعداد تخمدان‌ها در مرحله رویشی تعیین می‌گردد. از آن جایی که ازتوباکتر و آزوسپریلوم می‌تواند از طریق ترشح هورمون‌های محرک رشد، رشد اندام-های هوایی و ریشه را افزایش دهد و با توسعه ریشه، سطح تماس آن با خاک افزایش یافته و جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن و فسفر که در تلقیح و دانه بندی تأثیر قابل توجهی دارد افزایش یابد (Fikret *et al.*, 2004). لذا می‌توان انتظار داشت که با استفاده از نیتروکسین با جمعیت بیشتری از باکتری‌های موجود در آن (یک لیتر نیتروکسین) تعداد دانه تشکیل شده در هر ردیف بلال افزایش یابد. در خصوص تأثیر

نیتروژن بر افزایش تعداد دانه در ردیف بلال، به نظر می‌رسد نیتروژن از طریق افزایش میزان ماده خشک تولیدی و دوام سطح برگ‌ها و افزایش میزان کلروفیل و بهبود شرایط فتوسنتزی سبب افزایش میزان انتقال مواد فتوسنتزی به دانه های تشکیل شده و افزایش شانس بقای آن‌ها شود (Argenta *et al.*, 2004). علاوه بر آن میزان بقای مخازن وابسته به میزان قدرت منابع در تأمین آن‌ها است و با توجه به نقش ویژه نیتروژن در تولید آسیمیلات‌ها و انتقال آن‌ها به دانه‌ها می‌توان نقش آن را در افزایش تعداد دانه در ردیف توجیه نمود.

تعداد دانه در بلال

تفاوت تعداد دانه در بلال میان سال‌های اجرای تحقیق از نظر آماری معنی‌دار بود به نحوی که در سال دوم آزمایش تعداد دانه در مقایسه با سال اول افزایش یافت (جداول ۴ و ۵). عامل آبیاری بر این صفت تأثیر معنی‌داری داشت. تحت شرایط آبیاری مطلوب مزرعه تعداد دانه در بلال در مقایسه با محدودیت آبیاری افزایش یافت. نیتروکسین نیز تأثیر معنی‌داری بر این صفت داشت. بیشترین تعداد دانه در بلال در اثر کاربرد سطح دوم نیتروکسین و کم ترین تعداد آن از تیمار شاهد به دست آمد. تأثیر نیتروژن بر تعداد دانه در بلال معنی‌دار شد. به نحوی که کاربرد سطح سوم مصرف نیتروژن بیشترین تعداد دانه در بلال و تیمار شاهد کم ترین تعداد دانه در بلال را نتیجه داد. اثر متقابل آبیاری و نیتروکسین بر این صفت معنی‌دار شد. بیشترین تعداد دانه در بلال از آبیاری مطلوب مزرعه توأم با کاربرد یک لیتر نیتروکسین و کم ترین تعداد آن از تیمار اعمال محدودیت آبیاری و بدون کاربرد نیتروکسین به دست آمد (جدول ۶). بر هم کنش آبیاری و نیتروژن نیز بر صفت مورد بحث معنی‌دار شد. اثر متقابل نیتروکسین و نیتروژن بر تعداد دانه در بلال معنی‌دار شد. بر هم کنش سه عامل نیتروکسین و نیتروژن بر این صفت معنی‌دار شد. تیمار آبیاری مطلوب مزرعه توأم با کاربرد یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار

نیتروژن منجر به تولید بیشترین تعداد دانه در بلال و اعمال محدودیت آبیاری، بدون کاربرد نیتروکسین و مصرف نیتروژن کم ترین تعداد دانه در بلال را تولید نمود. نظر به این که بین دو صفت تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف با تعداد دانه در بلال همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد لذا کلیه عواملی که سبب افزایش این دو صفت می‌شوند و قبلاً در خصوص آن‌ها بحث شد، سبب افزایش تعداد دانه در بلال نیز شده اند. (Shirinzade *et al*., 2009) بیان نمودند که کمبود آب در مرحله گلدهی باعث تأخیر در ظهور گل تاجی و ابریشم شده و منجر به افزایش فاصله بین ۵۰ درصد گرده افشانی و ۵۰ درصد ظهور کاکل می‌گردد و در نهایت موجب می‌شود انتشار و دریافت دانه گرده تقریباً و یا کلاً انجام نشود. طبق اظهارات (Paolo *et al*., 2008) عواملی مثل کمبود آب، نیتروژن و سایر عناصر غذایی سبب کاهش جمعیت دانه‌های گرده و در نتیجه کاهش تعداد دانه در بلال و کاهش و عملکرد نهایی می‌شود. نکته قابل توجه در جدول ۷ آن است که تحت شرایط تنش خشکی کاربرد بالاترین سطح نیتروکسین (یک لیتر نیتروکسین) همراه با مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن سبب افزایش تعداد دانه در بلال در مقایسه با سایر تیمارهای کاربردی مربوط به بخش تنش خشکی گردیده است ولی مصرف مقدار بیشتر نیتروژن (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) به همراه کاربرد نیتروکسین سبب کاهش تعداد دانه در بلال شده است. لذا به نظر می‌رسد مقادیر بالا تر نیتروژن به همراه نیتروکسین بر عملکرد باکتری‌ها ازتوباکتری و آزوسپریلوم بازخورد منفی داشته است. بنا بر گزارشی(Anonymous., 2000) افزودن بیش از حد کودهای نیتروژن رشد ازتوباکتر را محدود می‌کند.

تعداد کل دانه در گیاه

بر اساس جدول تجزیه واریانس تأثیر عامل آبیاری بر این صفت معنی‌دار شد به طوری که تعداد کل دانه در گیاه در شرایط آبیاری مطلوب در مقایسه با اعمال محدودیت آبیاری

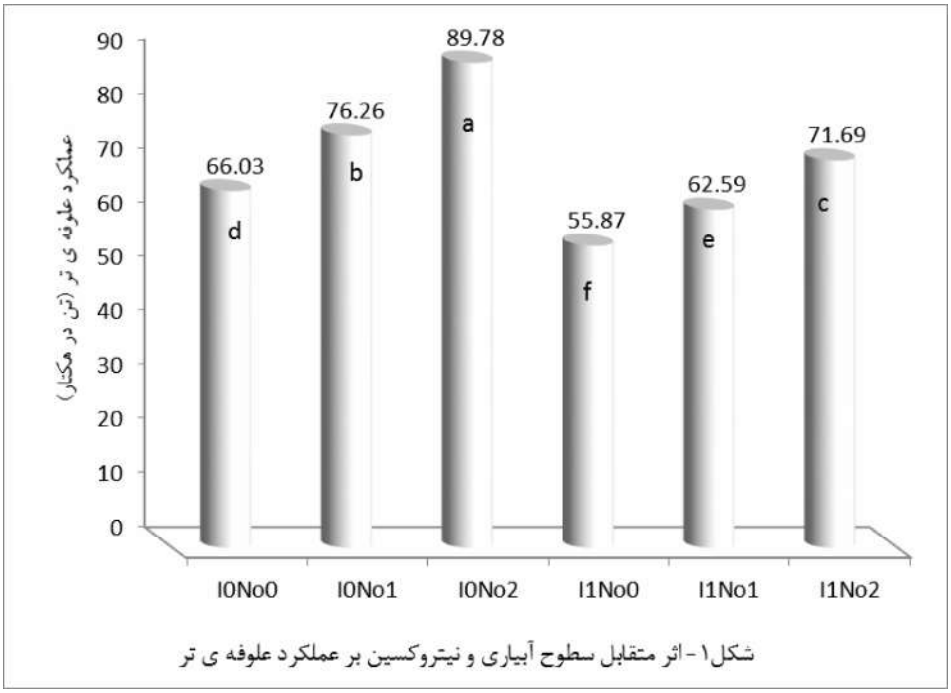
افزایش یافت (جداول ۴ و ۵). نیتروکسین نیز تأثیر معنی‌داری را بر این صفت نشان داد. بیشترین تعداد کل دانه در گیاه از کاربرد سطح دوم نیتروکسین و کم ترین تعداد دانه در گیاه از عدم کاربرد نیتروکسین به دست آمد. مصرف نیتروژن بر تعداد کل دانه در گیاه تأثیر معنی‌داری داشت. بیشترین تعداد دانه در گیاه از مصرف سطح دوم نیتروژن و کم ترین تعداد آن از عدم مصرف نیتروژن نتیجه شد. اثر متقابل آبیاری و نیتروکسین بر این صفت معنی‌دار شد. انجام آبیاری مطلوب مزرعه همراه با کاربرد یک لیتر نیتروکسین بیشترین تعداد دانه در گیاه و اعمال محدودیت آبیاری، بدون کاربرد نیتروکسین کم ترین تعداد دانه در گیاه را به خود اختصاص داد (جدول ۶). اثر متقابل نیتروکسین و نیتروژن تأثیر معنی‌داری را بر تعداد دانه در گیاه نشان داد. اثر متقابل سه عامل آبیاری، نیتروکسین و نیتروژن بر این صفت معنی‌دار شد به طوری که تیمار آبیاری مطلوب مزرعه به همراه کاربرد یک لیتر نیتروکسین و مصرف ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار سبب تولید بیشترین تعداد دانه در گیاه و اعمال کم آبیاری بدون مصرف نیتروکسین و نیتروژن منجر به تولید کم ترین تعداد دانه در گیاه شد. نکته قابل توجه در جدول ۷ نقش کاربرد توأم نیتروکسین و نیتروژن در افزایش تعداد دانه در گیاه تحت شرایط تنش خشکی در مقایسه با عدم کاربرد آن‌ها است. به عبارت دیگر در شرایط تنش خشکی مصرف ۰/۵ لیتر نیتروکسین به همراه ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تعداد ۴۸۵/۰۳ دانه در گیاه تولید نمود. در حالی که بدون مصرف نیتروکسین و نیتروژن، تحت شرایط محدودیت آبیاری تعداد ۳۳۹/۲۸ دانه در گیاه تولید شد، لذا می‌توان نتیجه گرفت که در اثر کاربرد توأم نیتروکسین و نیتروژن حدود ۴۲/۹ درصد افزایش در تعداد دانه در گیاه خواهیم داشت و از این جا می‌توان به نقش مؤثر این دو عامل در کنار یکدیگر، جهت تخفیف اثرات منفی محدودیت آب پی برد. در تحلیل این موضوع چنین استنباط می‌شود که در شرایط محدودیت آبیاری کاربرد نیتروکسین که ترکیبی از آزوسپریلوم

و ازتوباکتر است، سبب توسعه رشد طولی و عمقی و افزایش نمو شعاعی ریشه‌ها به واسطه قابلیت تولید فیتوهورمون‌هایی نظیر اکسین، سیتوکسین و اتیلن می‌شود (German *et al.*, 2000). از طرفی دیگر می‌دانیم ازتوباکتر، یک باکتری آزاد هوازی است که قابلیت تثبیت نیتروژن را دارد. لذا بخشی از احتیاجات گیاه به نیتروژن را که به عنوان یکی از عناصر زیر بنایی تولید ذرت است تأمین نموده، در شکل گیری اجزای عملکرد (تعداد بلال‌ها، تعداد ردیف‌های بلال، تعداد دانه‌ها بر روی ردیف‌ها) و همچنین اندازه دانه‌ها که بر وزن هزار دانه مؤثر خواهد بود نقش حیاتی ایفا می‌کند. علاوه بر آن، مصرف کود نیتروژن ضمن تأمین بخشی از نیتروژن مورد نیاز گیاه، به دلیل قابلیت افزایش جذب کاتیون‌هایی نظیر فسفر و پتاسیم که در فرآیند گل دهی و نمو سلول‌های جنسی بسیار مؤثر بوده، در نتیجه بر شکل گیری اجزای عملکرد بسیار مؤثر خواهند بود می‌تواند در کنار کاربرد نیتروکسین مؤثر واقع شود. در شرایط آبیاری مطلوب مزرعه مشاهده شد که کاربرد سطح بالاتر نیتروکسین (یک لیتر نیتروکسین) که حاوی جمعیت بیشتری از باکتری‌ها است توأم با مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین تعداد دانه را در گیاه نتیجه داد. به نظر می‌رسد در این جا آب نقش تعیین کننده را در امکان استفاده از جمعیت بیشتر باکتری‌ها در این آزمایش و در نتیجه تولید تعداد دانه بیشتر در گیاه، در کنار نقش نیتروکسین و نیتروژن ایفا نموده است.

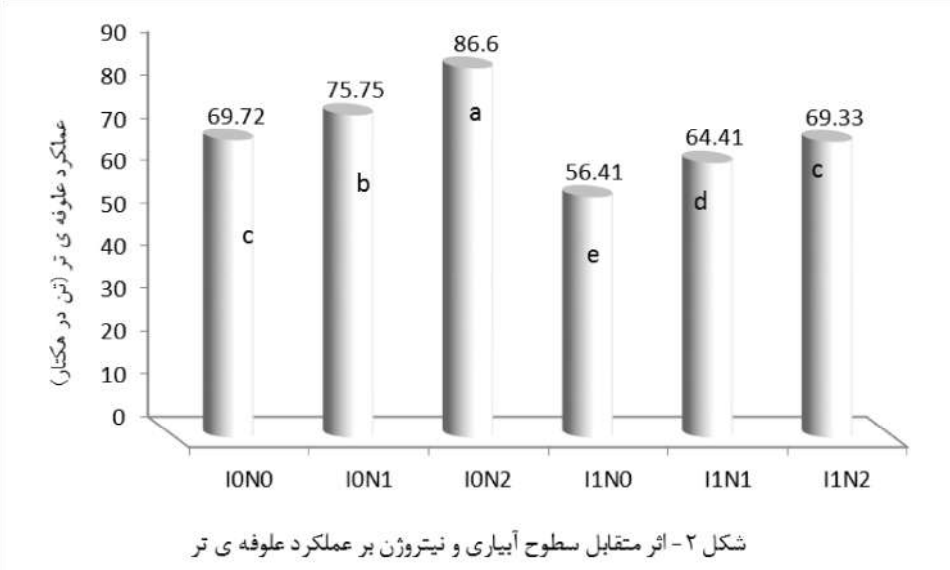
عملکرد علوفه ی تر

آبیاری تأثیر معنی‌داری بر این صفت داشت (جدول ۴). تأثیر سطوح نیتروکسین بر عملکرد علوفه معنی‌دار شد. با مصرف یک لیتر نیتروکسین به ازای ۳۰ کیلوگرم بذر مصرفی بیشترین مقدار عملکرد علوفه و از عدم مصرف نیتروکسین کمترین مقدار علوفه به دست آمد (جدول ۵). نیتروژن نیز تاثیر معنی داری بر این صفت داشت. اثر متقابل آبیاری و نیتروکسین بر عملکرد علوفه معنی‌دار شد. علاوه بر آن، چنین نتیجه شد

که مصرف سطوح اول و دوم نیتروکسین در صورت اعمال محدودیت آبیاری سبب افزایش عملکرد علوفه می‌شود (جدول ۴ و شکل ۱). اثر متقابل آبیاری و نیتروژن نیز بر این صفت معنی‌دار شد و تیمارهای آزمایشی در گروه‌های مختلفی قرار گرفتند (شکل۲).

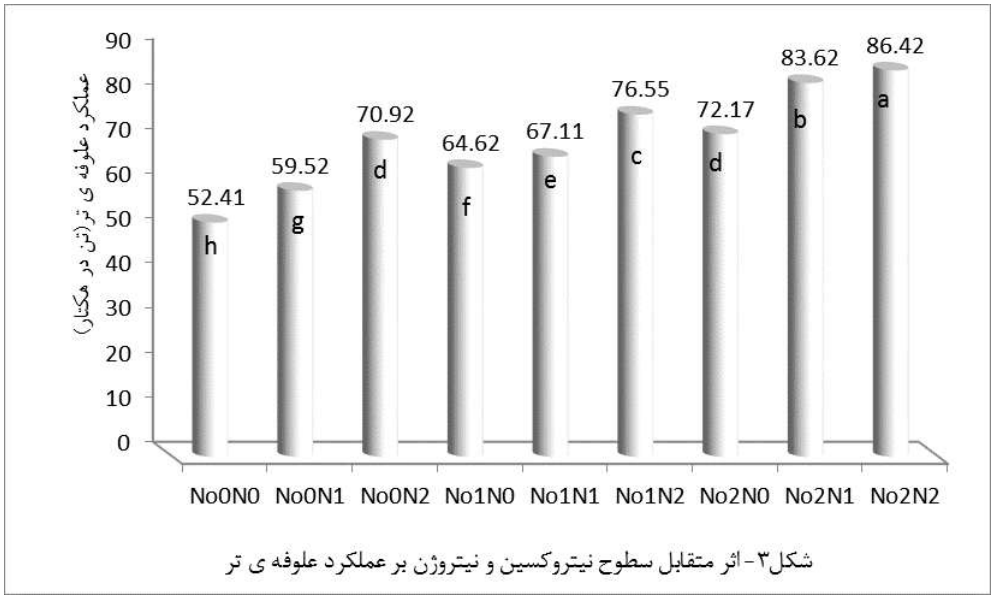


شکل۱- اثر متقابل سطوح آبیاری و نیتروکسین بر عملکرد علوفه ی تر



شکل ۲- اثر متقابل سطوح آبیاری و نیتروژن بر عملکرد علوفه ی تر

در آزمایشی (مجیدیان، ۱۳۷۹) نتیجه گرفت که کود نیتروژن کافی عملکرد دانه ذرت را تحت شرایط تنش رطوبتی به مقدار کم افزایش می‌دهد ولی با آبیاری کامل عملکرد دانه ذرت را به مقدار زیادی افزایش می‌دهد. همچنین زمانی که تنش رطوبتی شدید است افزایش نیتروژن عملکرد را به مقدار کمی افزایش می‌دهد. لذا چنین نتیجه گرفت که دلیلی وجود ندارد که به خاطر کاهش اثرات تنش آبی میزان کود نیتروژن را کم کنیم. اثر متقابل نیتروکسین و نیتروژن بر عملکرد علوفه ی تر معنی‌دار شد (شکل ۳). بر هم کنش سه عامل آبیاری، نیتروکسین و نیتروژن، بر عملکرد علوفه معنی‌دار بود (جداول ۴ و ۷). چگونگی تأثیر آب بر افزایش عملکرد علوفه را در نحوه اثر پذیری مراحل رشد رویشی و رشد زایشی ذرت می‌توان بررسی کرد. همان طور که در بخش‌های قبلی اشاره شد دسترسی کافی ریشه‌های ذرت به رطوبت سبب افزایش میزان جذب و تحلیل خالص مواد، افزایش نسبت سطح برگ و میزان رشد نسبی گیاه، گسترش برگ‌ها و توسعه ساقه، افزایش ارتفاع گیاه و قطر ساقه می‌شود (مجیدیان و همکاران، ۱۳۸۱). از سوی دیگر در مرحله رشد زایشی ذرت، تأثیر رطوبت کافی سبب تکامل گل‌های تاجی و تشکیل دانه‌های گرده در آن‌ها و همچنین افزایش تعداد ردیف در بلال‌ها و تکامل آن‌ها و ممانعت از افزایش فاصله بین گرده افشانی و ظهور کاکل‌ها می‌شود و در نتیجه با افزایش تعداد دانه‌های تشکیل شده در ردیف‌های بلال تعداد کل دانه در هر تک بوته را افزایش می‌دهد. در کنار نقش آب، بر هم کنش دو عامل نیتروکسین و نیتروژن نیز بر افزایش رشد رویشی و زایشی حائز اهمیت است. نکته مهم دیگر میزان تأثیر نیتروکسین و نیتروژن بر افزایش عملکرد علوفه با وجود بروز شرایط محدودیت آبیاری در مزرعه است.



شکل۳- اثر متقابل سطوح نیتروکسین و نیتروژن بر عملکرد علوفه ی تر

در این شرایط مطابق با جدول ۶ بیشترین مقدار عملکرد علوفه در اثر مصرف یک لیتر نیتروکسین و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن به دست آمد. اگر چه بین این تیمار و تیمار مصرف یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن اختلاف معنی‌داری به لحاظ میزان علوفه تولیدی مشاهده نشد ولی در صورت عدم مصرف نیتروژن، با وجود مصرف یک لیتر نیتروکسین مقدار عملکرد علوفه ۶۳/۴۷ تن در هکتار به دست آمد که در مقایسه با مصرف سطح اول و دوم نیتروژن همراه با نیتروکسین (تیمارهای $I_1No_2N_1$ و $I_1No_2N_2$) به ترتیب ۱۷/۹ و ۲۰/۸ درصد کاهش عملکرد نشان داد. از سوی دیگر در صورت عدم کاربرد نیتروکسین، با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتارتحت شرایط محدودیت آبیاری میانگین عملکرد علوفه ۶۳/۴۲ تن در هکتار به دست آمده که در مقایسه با مصرف توأم سطح دوم نیتروکسین و سطح اول و دوم نیتروژن در همین شرایط کاهش عملکردی معادل با ۱۸ و ۲۱ درصد را به ترتیب نشان داده است. لذا تقریباً مقادیر کاهش عملکرد علوفه در صورت فقدان هر یک از عوامل آزمایش (نیتروکسین و نیتروژن) با یکدیگر برابر است. بنابراین می‌توان گفت که در صورت بروز شرایط کم

آبی استفاده از یک لیتر نیتروکسین و یا ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به تنهایی، به یک نسبت در افزایش عملکرد در مقایسه با عدم کاربرد آن‌ها مؤثر خواهد بود ولی با توجه به هزینه‌های تولید مربوط به تهیه ی کودهای شیمیایی، استفاه از کود بیولوژیک نیتروکسین منطقی تر به نظر می‌رسد. در مقایسه با نتایج این بخش از آزمایش، (رحیمیان و خاوری، ۱۳۸۸) چنین گزارش نمودند که آبیاری مزرعه پس از تخلیهٔ ۸۰ درصد از ظرفیت نگهداری آب در خاک (معادل دور آبیاری ۱۴ روز) منجر به کاهش عملکرد علوفه تر نسبت به سایر تیمارها (آبیاری پس از تخلیه ۵۰ و ۶۵ درصد ظرفیت نگهداری آب در خاک) می‌شود. بر اساس گزارش برخی پژوهشگران حساس ترین مرحله رشد ذرت نسبت به تنش خشکی مرحله گرده افشانی است و بر اثر تنش خشکی، سطح برگ گیاه در مقایسه با تعداد نهایی برگ به میزان بیشتری کاهش می‌یابد (Grzesiak *et al.*, 2007). (نیسانی و همکاران، ۱۳۹۰) چنین گزارش نمودند که تحت شرایط تنش خشکی وزن تر برگ‌ها پاسخ معنی‌داری را نشان نداد ولی وزن تر ساقه و بلال کاهش قابل توجهی یافت. عملکرد علوفه تر نیز تحت تأثیر تیمار قطع آب قرار گرفت و کاهش یافت. (خالص رو و همکارن، ۱۳۸۹) افزایش مصرف کود نیتروژن تا ۳۰۰ کیلو گرم در هکتار را سبب افزایش علوفه ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ بیان داشتند.

جدول ۴- خلاصه نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد بلال در گیاه	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	تعداد کل دانه در گیاه	عملکرد علوفهٔ تر
سال	۱	۰/۰۰۲۵^{ns}	۲/۷۵*	۰/۲۱^{ns}	۱۸۲۱/۵۸^{ns}	۲۷۶۳/۱۶^{ns}	۳/۵۳^{ns}

ادامه جدول خلاصه نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

خطای ۱	۶	۰/۰۰۲۸	۰/۳۸	۲/۵	۱۱۷۷/۳۲	۸۳۷/۶۲	۵/۱۷
آبیاری	۱	۰/۰۳۳۶*	۹/۲۵**	۲۴۷/۰۱**	۹۲۹۶۱/۹۷**	۱۵۷۰۱۳/۴۰**	۷۰۳۱/۵۲**
سال × آبیاری	۱	۰/۰۰۲۵^{ns}	۰/۲۴ ^{ns}	۳/۲۴^{ns}	۷۷/۴۹^{ns}	۴۷۷/۳۸^{ns}	۰/۳۶^{ns}
خطای ۲	۶	۰/۰۰۴۷	۰/۱۶	۱/۵۲	۲۲۲/۹۰	۱۶۲۷/۵۵	۸/۵
نیتروکسین	۲	۰/۰۷۷۷**	۷/۲۰**	۱۵۶/۸۲**	۶۷۶۴۹/۶۷**	۱۶۱۸۹۱/۲۱**	۴۷۲۹/۹۲**
سال × نیتروکسین	۲	۰/۰۰۰۲^{ns}	۱/۷۰**	۳/۸۷*	۷۴۴/۷۷*	۱۶۰/۱۷^{ns}	۴/۴۹^{ns}
آبیاری × نیتروکسین	۲	۰/۰۰۶۳*	۰/۲۷ ^{ns}	۵/۴۹*	۳۶۶۳/۱۹^{ns}	۱۳۵۵۷/۸۰**	۱۸۹/۲۵**
سال × آبیاری × نیتروکسین	۲	۰/۰۰۲۷^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۱/۱۶^{ns}	۳۴۷/۶۰^{ns}	۳۵۴/۳۸^{ns}	۱/۴۴^{ns}
خطای ۳	۲۴	۰/۰۰۲۷	۰/۱۵	۱/۲۱	۲۷۰/۶۸	۵۹۳/۵۸	۷/۲۱
نیتروژن	۲	۰/۰۴۵۲**	۴/۹۱**	۹۲/۱۴**	۳۸۴۰۰/۱۲**	۸۲۷۹۳/۸۰**	۲۶۶۶/۸۰**
نیتروکسین × نیتروژن	۴	۰/۰۲۴۴**	۰/۳۴*	۳۴/۵۰**	۶۵۸۷/۷۴**	۵۲۱۷/۴۸**	۱۳۷/۲۰**
آبیاری × نیتروژن	۲	۰/۰۰۷۵^{ns}	۰/۵۰*	۱۰/۹۴**	۱۷۵۸/۰۰**	۲۱۸۷/۹۳^{ns}	۱۰۹/۴۰**
سال × نیتروژن	۲	۰/۰۰۳۹^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۱/۳۵^{ns}	۱۳۴/۶۴^{ns}	۲۲۶/۶۸^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}
سال × آبیاری × نیتروژن	۲	۰/۰۰۱۸^{ns}	۰/۴۸*	۰/۹۰ ^{ns}	۴۲/۷۲^{ns}	۱۷۲/۰۳^{ns}	۱۱/۱۲^{ns}
آبیاری × نیتروکسین × نیتروژن	۴	۰/۰۱۵۵**	۰/۷۰**	۱۱/۶۴**	۳۱۲۳/۲۳**	۴۳۶۸/۸۴**	۱۳/۲۵*
سال × نیتروکسین × نیتروژن	۴	۰/۰۰۲۶^{ns}	۰/۴۴*	۶/۲۷**	۹۹۰/۳۱**	۹۱۶/۳۴^{ns}	۲/۱۴^{ns}
سال×آبیاری×نیتروکسین×نیتروژن	۴	۰/۰۰۱۷^{ns}	۰/۳۱^{ns}	۲/۳۸^{ns}	۲۵۳/۴۶^{ns}	۵۲۳/۱۸^{ns}	۱/۶۸^{ns}
خطای ۴	۷۲	۰/۰۰۳۳	۰/۱۳	۱/۰۷	۲۰۹/۴۷	۷۶۹/۴۲	۴/۵۴
کل	۱۴۳	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۳۷	۲/۶۶	۳/۳۲	۳/۳۲	۵/۹۵	۳/۰۲

ns ، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی صفات اندازه گیری شده به روش آزمون چند دامنه ای دانکن

تیمارهای آزمایشی	تعداد بلال در گیاه	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	تعداد کل دانه در گیاه	عملکرد علوفهٔ تر (تن در هکتار)
سال زراعی						
۱۳۹۰	۱/۰۷a	۱۳/۸۳b	۳۱/۱۹a	۴۳۲/۲۷a	۴۶۱/۳۵a	۷۰/۲۱a
۱۳۹۱	۱/۰۶a	۱۴/۱۱a	۳۱/۱۱a	۴۳۹/۳۸a	۴۷۰/۱۱a	۷۰/۵۳a

ادامه جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی صفات اندازه گیری شده به روش آزمون چند دامنه ای دانکن

تیمارهای آزمایشی	تعداد بلال در گیاه	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	تعداد کل دانه در گیاه	عملکرد علوفهٔ تر (تن در هکتار)
آبیاری (I)						
I_0	۱/۰۸a	۱۴/۲۲a	۳۲/۴۶a	۴۶۱/۲۴a	۴۹۸/۷۵a	۷۷/۳۶a
I_1	۱/۰۵b	۱۳/۷۲b	۲۹/۸۴b	۴۱۰/۴۲b	۴۳۲/۷۱b	۶۳/۳۸b
نیتروکسین (No)						
No_0	۱/۰۲c	۱۳/۵۳b	۲۹/۱۳c	۳۹۳/۶۰c	۴۱۰/۲۲c	۶۰/۹۵c
No_1	۱/۰۷b	۱۴/۱۵ a	۳۱/۷۰b	۴۴۸/۴۶b	۴۸۲/۱۲b	۶۹/۴۳b
No_2	۱/۱۰a	۱۴/۲۴a	۳۲/۶۲a	۴۶۵/۴۲a	۵۱۳/۸۴a	۸۰/۷۴a
نیتروژن (N)						
N_0	۱/۰۳b	۱۳/۶۰b	۲۹/۵۸c	۴۰۳/۶۱c	۴۱۸/۳۷c	۶۳/۰۷c
N_1	۱/۰۷a	۱۴/۱۵a	۳۱/۶۷b	۴۴۷/۲۷b	۴۸۲/۸۷b	۷۰/۰۸b
N_2	۱/۰۹a	۱۴/۱۶a	۳۲/۲۱a	۴۵۶/۶۰a	۴۹۵/۹۴a	۷۷/۹۷a

تیمارهای آزمایشی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل دوگانه صفات اندازه گیری شده به روش آزمون چند دامنه ای دانکن

تیمارهای آزمایشی	تعداد بلال در گیاه	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	تعداد کل دانه در گیاه	عملکرد علوفهٔ تر (تن در هکتار)
آبیاری × نیتروکسین (I × No)						
I_0No_0	۱/۰۴c	۱۳/۷۰b	۳۰/۲۶c	۴۱۱/۶۸d	۴۲۴/۵۵d	۶۶/۰۳d
I_0No_1	۱/۰۸b	۱۴/۴۰a	۳۲/۸۰b	۴۷۱/۵۳b	۵۰۵/۴۲b	۷۶/۲۶b
I_0No_2	۱/۱۳a	۱۴/۵۷a	۳۴/۳۲a	۵۰۰/۵۰a	۵۶۶/۲۷a	۸۹/۷۸a
I_1No_0	۱/۰۱c	۱۳/۳۵c	۲۸/۰۱d	۳۷۵/۵۲e	۳۷۷/۸۸e	۵۵/۸۷f
I_1No_1	۱/۰۷b	۱۳/۹۰b	۳۰/۶۰c	۴۲۵/۳۹c	۴۵۸/۸۲c	۶۲/۵۹e
I_1No_2	۱/۰۷b	۱۳/۹۱b	۳۰/۹۲c	۴۳۰/۳۵c	۴۶۱/۴۲c	۷۱/۶۹c
آبیاری × نیتروژن (I × N)						
I_0N_0	۱/۰۵b	۱۳/۹۵b	۳۰/۴۰c	۴۲۵/۱۲c	۴۴۳/۶۰b	۶۹/۷۲c
I_0N_1	۱/۱۰a	۱۴/۳۰a	۳۳/۰۲b	۴۶۹/۵۶b	۵۱۹/۴۷a	۷۵/۷۵b
I_0N_2	۱/۱۰a	۱۴/۴۲a	۳۳/۹۷a	۴۸۹/۰۳a	۵۳۳/۱۷a	۸۶/۶۰a
I_1N_0	۱/۰۲b	۱۳/۲۵c	۲۸/۷۷d	۳۸۲/۱۱d	۳۹۳/۱۳c	۵۶/۴۱e
I_1N_1	۱/۰۵b	۱۴/۰۰b	۳۰/۳۲c	۴۲۴/۹۸c	۴۴۶/۲۷b	۶۴/۴۱d
I_1N_2	۱/۰۹a	۱۳/۹۰b	۳۰/۴۴c	۴۲۴/۱۶c	۴۵۸/۷۱b	۶۹/۳۳c

ادامه جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل دوگانه صفات اندازه گیری شده به روش آزمون چند دامنه ای دانکن

نیتروکسین × نیتروژن (No × N)						
No_0N_0	۱/۰۱d	۱۳/۰۸e	۲۶/۴۹e	۳۴۶/۲۵g	۳۵۴/۹۳e	۵۲/۴۱h
No_0N_1	۱/۰۳d	۱۳/۷۵d	۲۸/۹۸d	۳۹۷/۷۵f	۴۰۵/۹۵d	۵۹/۵۲g
No_0N_2	۱/۰۳d	۱۳/۷۵d	۳۱/۹۴b	۴۳۶/۸۰d	۴۴۲/۷۷c	۷۰/۹۲d
No_1N_0	۱/۰۵ cd	۱۳/۹۷cd	۳۰/۳۱c	۴۲۳/۸۰e	۴۴۹/۴۳c	۶۴/۶۲f
No_1N_1	۱/۰۸ bc	۱۴/۲۰bc	۳۲/۱۸b	۴۵۲/۷۳c	۴۹۱/۰۸b	۶۷/۱۱e
No_1N_2	۱/۰۹ bc	۱۴/۲۸ ab	۳۲/۶۱b	۴۶۸/۸۵b	۵۰۵/۸۵b	۷۶/۵۵c
No_2N_0	۱/۰۲d	۱۳/۷۵d	۳۱/۹۵b	۴۴۰/۸۰d	۴۵۰/۷۴c	۷۲/۱۷d
No_2N_1	۱/۱۲b	۱۴/۵۰a	۳۳/۸۵a	۴۹۱/۳۳a	۵۵۱/۶۰a	۸۳/۶۲b
No_2N_2	۱/۱۶a	۱۴/۴۶ ab	۳۲/۰۷b	۴۶۴/۱۵b	۵۳۹/۲۰a	۸۶/۴۲a

تیمارهای آزمایشی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می باشند.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه صفات اندازه گیری شده به روش آزمون چند دامنه ای دانکن

تیمارهای آزمایشی	تعداد بلال در گیاه	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	تعداد کل دانه در گیاه	عملکرد علوفهٔ تر (تن در هکتار)
آبیاری×نیتروکسین×نیتروژن (I ×No × N)						
$I_0No_0N_0$	۱/۰۶defg	۱۳/۴۵ ij	۲۶/۶۵j	۳۵۳/۲۳i	۳۷۰/۵۹g	۵۷/۰۷j
$I_0No_0N_1$	۱/۰۳efg	۱۳/۷۵ghi	۳۱/۰۵fgh	۴۲۵/۴۶f	۴۴۱/۸۵ ef	۶۲/۶۰i
$I_0No_0N_2$	۱/۰۲efg	۱۳/۹۲efgh	۳۳/۴۱bcd	۴۵۶/۳۴d	۴۶۱/۲۴de	۷۸/۴۳e
$I_0No_1N_0$	۱/۰۸cde	۱۴/۰۷cdefg	۳۱/۵۶efg	۴۴۳/۶۵de	۴۷۶/۵۰cd	۷۱/۲۲g
$I_0No_1N_1$	۱/۰۸cde	۱۴/۴۱abc	۳۲/۳۷de	۴۵۷/۹۲d	۴۹۷/۱۴c	۷۲/۳۰g
$I_0No_1N_2$	۱/۰۷cdef	۱۴/۷۳a	۳۴/۴۷b	۵۱۳/۰۲a	۵۴۲/۶۳b	۸۵/۲۷c
$I_0No_2N_0$	۱/۰۱fg	۱۴/۳۵abcd	۳۳/۳۰cd	۴۷۸/۴۷c	۴۸۳/۷۳cd	۸۰/۸۸d
$I_0No_2N_1$	۱/۱۸ab	۱۴/۷۳a	۳۵/۶۵a	۵۲۵/۳۰a	۶۱۹/۴۵a	۹۲/۳۶b
$I_0No_2N_2$	۱/۲۰a	۱۴/۶۲ab	۳۴/۰۳bc	۴۹۷/۷۳b	۵۹۵/۶۵a	۹۶/۱۱a
$I_1No_0N_0$	۱/۰۰g	۱۲/۷۲k	۲۶/۳۳j	۳۳۹/۲۷i	۳۳۹/۲۸g	۴۷/۷۴k
$I_1No_0N_1$	۱/۰۰g	۱۳/۷۶ghi	۲۶/۹۱j	۳۷۰/۰۳ h	۳۷۰/۰۶g	۵۶/۴۴j
$I_1No_0N_2$	۱/۰۳efg	۱۳/۵۷hi	۳۰/۴۷gh	۴۱۷/۲۶fg	۴۲۴/۳۱f	۶۳/۴۲i
$I_1No_1N_0$	۱/۰۲fgh	۱۳/۸۷fgh	۲۹/۰۶j	۴۰۳/۹۵g	۴۲۲/۳۸f	۵۸/۰۲j
$I_1No_1N_1$	۱/۰۸cde	۱۳/۹۸defgh	۳۱/۹۸ ef	۴۴۷/۵۵ d	۴۸۵/۰۳cd	۶۱/۹۳i
$I_1No_1N_2$	۱/۱۱cd	۱۳/۸۳ghi	۳۰/۷۵gh	۴۲۴/۶۷f	۴۶۹/۰۸cde	۶۷/۸۴h
$I_1No_2N_0$	۱/۰۳efg	۱۳/۱۶j	۳۰/۶۱gh	۴۰۳/۱۲g	۴۱۷/۷۶f	۶۳/۴۷i
$I_1No_2N_1$	۱/۰۶defg	۱۴/۲۶bcdef	۳۲/۰۶ef	۴۵۷/۳۷d	۴۸۳/۷۵cd	۷۴/۸۷f
$I_1No_2N_2$	۱/۱۳bc	۱۴/۳۱bcde	۳۰/۱۱h	۴۳۰/۵۶ef	۴۸۲/۷۵cd	۷۶/۷۴ef

تیمارهای آزمایشی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشند.

نتیجه گیری

بر اساس انجام این پژوهش چنین نتیجه شد که، با استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و تأمین بخشی از نیازهای گیاه به نیتروژن، می‌توان در مصرف کود شیمیایی صرفه جویی نمود. همچنین تلفیق کود بیولوژیک نیتروکسین و نیتروژن به عنوان روشی مناسب برای تغذیه ذرت و با هدف غایی افزایش عملکرد علوفه تولیدی نتیجه شد. در این خصوص یک رابطه سینرژیستی بین

مصرف کود بیولوژیک نیتروکسین و مصرف حد بهینه کود نیتروژن (۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) برای ارتقاء صفات مورد مطالعه مشاهده گردید. تلفیق کود بیولوژیک نیتروکسین و نیتروژن سبب کاهش اثرات سوء تنش خشکی یا به عبارتی دیگر تخفیف اثرات تنش شد و افزایش کمی علوفه را در بر داشت. همچنین بررسی جنبه‌های مختلف این مطالعه نشان می‌دهد که امکان تعدیل تأثیر تنش کم آبی در ذرت علوفه ای در استان مرکزی از طریق مواد تغذیه ای برای گیاه وجود دارد. تلفیق کود شیمیایی نیتروژن و کود بیولوژیک نیتروکسین می‌تواند باعث افزایش نسبی عملکرد علوفهٔ ذرت می‌شود ولی نسبت و کیفیت مصرف آن‌ها نیازمند مطالعه بیشتری است. لذا به نظر می‌رسد در زراعت ذرت علوفه ای در اراک، باید زمینه مصرف این مواد غذایی را فراهم نمود و این موضوع با توجه به محدودیت منابع آب از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

منابع

خالص رو، ش.، م. آقا علیخانی، و س.ع. مدرس ثانوی. ۱۳۸۹. تأثیر مقدار کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی علوفه ذرت، ارزن مرواریدی و سورگوم در نظام کشت دو گانه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۸، شماره ۶. ص ۹۳۸-۹۳۰.

خدابنده، ن. ۱۳۸۷. غلات. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۰۱ ص.

خسروی، ه. ۱۳۸۲. تثبیت ازت توسط میکروارگانیسم‌های آزاد زی. مجموعه مقالات ضرورت تولید کودهای بیولوژیک در کشور. تهران: موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، ص ۲۱۰-۱۹۵.

رحیمیان، م و س. خاوری. ۱۳۸۸. تأثیر تنش خشکی و کود پتاسیم بر عملکرد دو رقم ذرت علوفه ای. دهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، ایران، کرمان: دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲۱-۱۹ بهمن، ص ۲۰۸.

رضایی سوخت آبندانی، ر. و ر. رمضانی. ۱۳۸۹. بررسی اثرات دور آبیاری و کود نیتروژن بر شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد و عملکرد ذرت علوفه ای (هیبرید S.C.704) در شرایط آب و هوایی استان مازندان. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره ۳. ص ۴۴-۱۹.

رفیعی، م.، م. کریمی.، ق. نورمحمدی، و ح. نادیان. ۱۳۸۰. اثرات تنش خشکی، مقادیر فسفر و روی بر توزیع عمودی سطح برگ، نفوذ نور در سایه انداز و رابطه آن‌ها با عملکرد دانهٔ ذرت. مجلهٔ علوم زراعی ایران، جلد۵. شماره ۱. ص ۱۱-۱.

سرمدنیا، غ، و ع. کوچکی. ۱۳۸۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.

صارمی، م. و س.ع. سیادت. ۱۳۸۱. اثر تنش آبیاری بر روی عملکرد و اجزای عملکرد و خصوصیات مرفوفیزیولوژیک ذرت رقم ۷۰۴ تحت شرایط اقلیمی اهواز. خلاصه مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۱۳-۹ شهریور ص ۲۵۶.

علوی، م. و ع. آهومنش. ۱۳۷۶. کنترل بیولوژیک عوامل بیماری زای خاک زی. تهران: نشر آموزش کشاورزی. ۲۱۰ ص.

مجیدیان، م. ۱۳۷۹. اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و تنش رطوبت در مراحل مختلف رشد بر خصوصیات فیزیولوژیک، عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت در منطقه کوشکک در استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز. ص ۲۴۳.

مجیدیان، م و ح. غدیری. ۱۳۸۱. تاثیر تنش رطوبت و مقادیر مختلف کود نیتروژن در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، اجزاء عملکرد، بازده استفاده از آب و برخی ویژگی-

های فیزیولوژیک گیاه ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران. شماره ۳. ص ۵۳۳-۵۲۱.

ملکی نارگ موسی، م. و ح. بلوچی. ۱۳۹۱. تأثیر کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت شیرین *Zea mays var. saccharata*. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. شماره ۴. ص ۷۵-۵۵.

نیسانی، س.، س. فلاح، و ف. رئیسی. ۱۳۹۰. تأثیر کود مرغی و اوره بر صفات زراعی ذرت علوفه ای در شرایط تنش خشکی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۴: ۷۴-۶۳.

ولد آبادی، س.ع. ۱۳۸۰. بررسی اثرات تنش خشکی بر خواص کمی کیفی ذرت. مجموعه مقالات هفتمین کنگره زراعت واصلاح نباتات ایران، کرج. موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۴-۲ شهریور. ص ۶۱۷.

Anonymous, JS. 2000. Biofertilizers. Indian Agricultural Resource- Manures and fertilizers, Available from: http:// www. Indianagricultural. com.

Argenta, G.D., P.R.F. Silva, and L. Sangoi. 2004. Leaf relative chlorophyll II content as an indicator parameter predicts nitrogen fertilization in maize. Ciencia Rural., 34 (5):1379- 1387.

Azeem, K., S. Shah, N. Ahmad, S. T. Shah, F. Khan, Y. Arafat, F. Naz, I. Azeem, and M. Ilyas. 2015. Physiological indices, biomass and economic yield of maize influenced by humic acid and nitrogen levels. Russian Agricultural Sciences, 41:115-119.

Azeez, J.O., D. Chikoye, AY. Kamara, and A. Menkir. 2004. Effect of Drought and Weed Management on Maize Genotypes and the Tensiometric Soil Water Content of an Eutric Nittisol in south western Nigeria . Journal of Agronomy, 22:114-125.

Biró, B., K Köves-Péchy, I Vörös, and T Takács. 2000. Interrelations between Azospirillum and Rhizobium nitrogen-fixers and arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of alfalfa in sterile, AMF-free or normal soil conditions. App. Soil Ecology, 15 (12):150-168.

Cortet, J., H. Zemrany, M.P. Lutz, A. Chabert, E. Baudoin, J. Haurat, N.

German, MA., S. Burdman, Y. Okon, and J. Kigel. 2000. Effects of Azospirillum brasilense on root morphology of common bean under different water regimes. Biology and Fertility of Soils, 32:259-264.

Gonzalez-Lopez, J., M.V. Martinez-Toledo, S. Riena, and V. Salmeron. 1991. Root exudates of maize and production of auxin, gibberellins, cytokinin, amino acids and vitamins by Azotobacter chroococcum in chemically-defiend mediated dialyzed-soil media. Technology Environment Chemistry, 33: 69-78.

Grzesiak, MT., A. Rzepka, T. Hura, K. Hura, and A. Skoczowski. 2007. Changes in response to drought stress of triticale and maize genotypes differing in drought tolerance. Photosynthetica, Journal of Agronomy and Crop Science, 45:280-287.

Gupta Sood, S. 2003. Chemotactic response of plant-growth-promoting bacteria towards roots of vesicular-arbuscular mycorrhizal tomato plants. FEMS Microbiol. Ecol, 45(3):219-227.

Hasanudin, H. 2001. The increasing of soil nutrient and yield, of corn through Azotobacter inoculation and organic matter on ultisoil.Available from: http://web space and hosting rfeehomepage.com.

Maughan, D. felix., G. Defago, R. Bally, and Y. Moenne-Loccoz. 2006. Field survival phytosimulator Azospirillum lipoferum CRTI and functional impact on maize crop. Biodegradation of crop residues and soil faunal indications in a decreasing nitrogen fertilization. Soil Biology and Biochemistry, 38: 1712-1726.

Costa, C., L.M. Dwyer, D.W. Stewart, and D.L. Smith. 2002. Nitrogen effects on grain yield and yield components of leafy and nonleafy maize genotypes. Crop Science., 42:1556-1563.

Dale, R. and A. Dailes. 1995. Weather – soil variable for estimating soil moisture stress and corn yield. Agronomy Journal., 87:1115-1121.

Denise Mc Williams. 2002. Drought Strategies for Corn and Grain Sorghum. Agron. J., 51:725-726.

Fikret, R. and j. Kargi. 2004. Batch biological treatment of nitrogen deficient synthetic wastewater using Azotobacter supplimented actived sludge. Agronomy Journal., 94:113-117.

Foyer, C.H., M.H. Valadier, A. Migge, and T.W. Becker. 1998. Draught-induced effects on nitrate reductase activity and mRNA and on the coordination of nitrogen and carbon metabolism in maize leaves. Plant physiology, 117:283-292.

Mortved, J.J., D.G. Westfall, and JF. Shanahan. 2001. Fertilizing spring seeded small grain. Available from http://www. Colostate. Edu/depts/coop.ext.

Moss, G.I. and L.A. Downey. 1971. Influence of drought stress on females gametophyte developement in corn (*Zea mays* L.) and subsequent grain yield. Crop Science., 11:368-372.

Paolo, E.D. and M. Rinaldi. 2008. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. Agronomy Journal., 57:493-508.

Schussler, IR, and M.E. westgate. 1991. Maize kernel set at low water potential: I. sensitivity to reduce assimilates during early kernel growth. Crop Science., 31:1189-1195.

Shirinzade, E., R. Zarghami, and M.R. Shiri. 2009. Evaluation of drought tolerant in cornhybrids using drought tolerance indices. Iranian J. Crop Science., 10:416-427. (In Persian with English summary).

Irmak, S., T.A. Howell, R.G. Allen, J.O. Payero, and D.L. Martin. 2005. Standardized ASCE Penman-Monteith: impact of sum-of-hourly vs. 24 hour time-step computations at reference weather station sites. Transaction the ASCE, 48(3):1063-1077.

Kafi, M. A. Borzoee., M. Salehi., A. Kamandi., A. Masoumi, and J. Nabati. 2009. Physiology of Enviromental Stresses in Plants (translated). Iranian Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR) Press, Mashhad, Iran.

Kiniry, J.R. and J.J. Ritchie. 1985. Shad sensitive internal of kernel number in maize. Agronomy Journal, 77:711-715.

Manske, G.B., A. Luttgerr, R.K. Behl., P.G. VIek, and M. Cimmt. 2000. Enhancement of mycorhiza (Vam) infection. Nutrient efficiency and plant growth by Azotobacter chrooccum in wheat. Plant breeding, 13:78-83.

Mojab ghasrodashti, A., H.R. Balouchi, and AR. Yadavi. 2011. Effect of municipal solid waste compost and nitrogen fertilizer on grain yield, Forage production and some morphological traits of sweet corn (*Zea mays* L. saccharata). Electronic Journal of Crop Production Spring, 4(1):115-130.

The effect of integrated management of chemical and biological nitrogen sources on some agricultural traits and yield of Maxima hybrid fodder corn under irrigation restriction conditions in Arak

A.R. Dadiyan[1] *

1-Assistant Professor, Department of Agriculture, Farahan Branch, Islamic Azad University, Farahan, Iran

Abstract

This research was conducted with the aim of investigating the combined use of biological and chemical nitrogen sources under the conditions of limited water resources on some agricultural traits and the yield of fodder in the crop years of 2016 and 2017 in Arak. This experiment was done in the form of a split-split plot and in the form of a basic design of randomized complete blocks in four replications, so that irrigation levels were placed in the main plot and nitroxin and nitrogen levels were placed in the sub-plots. The investigated factors were irrigation at two levels of regular irrigation and water restriction, nitroxin at three levels of the control treatment, consumption of 0.5 and one liter of nitroxin per 30 kg of seeds consumed and nitrogen at three levels including the control treatment, consumption of 125 and 250 kg of nitrogen per hectare through 46% urea fertilizer. The interaction effect of irrigation and nitroxine on all the measured traits except the number of rows in the cob and the number of seeds in the cob was significant, and with the application of one liter of nitroxine under normal irrigation conditions, the highest amount of these traits was obtained. In the conditions of applying irrigation restrictions, the consumption of 1 liter of nitroxin compared to the application of 0.5 liters and also the treatment without the use of nitroxin resulted in a slight increase in all investigated traits. The interaction effect of irrigation and nitrogen was significant on all studied traits except the number of cobs in the plant and the total number of seeds in the plant, so that the highest amount of effective traits was obtained from the consumption of 250 kg of nitrogen under normal irrigation conditions. The interaction effect of nitroxin and nitrogen on other traits was significant. The highest number of cobs per plant and higher fodder yield (with an average of 86.42 tons per hectare) were obtained as a result of the consumption of one liter of nitroxin combined with 250 kg of nitrogen per hectare, but regarding other traits, the highest average results were obtained from the consumption of one liter of nitroxin. along with 125 kg of nitrogen per hectare.

Keywords: Maxima hybrid, Fodder corn, Nitroxin, Nitrogen, Dehydration stress

* Corresponding author (AL.Dadiyan1353@iau.ac.ir)