مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۱۵ ، شماره ۱، تابستان ۱۴۰۲

مجله پژوهش‌های به زراعی

بررسی میزان عملکرد علوفه و محتوای عناصر غذایی ذرت هیبرید ماکسیما تحت کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن در شرایط محدودیت آبیاری در اراک

علیرضا دادیان [1*]

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

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۲۲

چکیده:

به منظور بررسی کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن در شرایط محدودیت منابع آبی بر محتوای عناصر غذایی ذخیره شده در علوفه ی خشک ذرت هیبرید ماکسیما و نیز محتوای عناصر غذایی آن پژوهشی طی 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 نحوی که سطوح آبیاری در کرت اصلی و سطوح نیتروکسین و نیتروژن در کرت‌های فرعی قرار گرفت. تیمارهای مورد بررسی عبارت بودند از: آبیاری در دو سطح آبیاری متداول و اعمال محدودیت آبی، نیتروکسین در سه سطح تیمار شاهد، مصرف ۰/۵ و یک لیتر نیتروکسین به ازای ۳۰ کیلوگرم بذر مصرفی و نیتروژن در سه سطح شاهد، مصرف ۱۲۵ و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار که از طریق کود اوره ۴۶ درصد تأمین گردید. نتایج تحقیق نشان داد که اثر سال بر مقدار نیتروژن، پروتئین و خاکستر خام علوفه معنی‌دار شد و در سال دوم آزمایش صفات مذکور افزایش یافت. اثر عامل آبیاری بر عملکرد علوفه‌ی خشک، مقدار فسفر و خاکستر خام علوفه معنی‌دار بود و تحت شرایط آبیاری مطلوب صفات یاد شده افزایش یافت. تیمار نیتروکسین نیز بر صفات آزمایشی تأثیر معنی‌داری نشان داد و با افزایش مقدار مصرف نیتروکسین در بیشتر موارد صفات آزمایشی افزایش یافت. اثر متقابل آبیاری و نیتروکسین بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار گردید 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 صفات را نشان داد. اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر تمامی صفات مورد مطالعه بجز عملکرد علوفه خشک معنی‌دار بود به نحوی که بیشترین مقدار صفات مذکور، از مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن تحت شرایط آبیاری متداول به‌دست آمد. اثر متقابل نیتروکسین و نیتروژن بر صفات آزمایشی معنی‌دار شد به طوری که بیشترین میانگین آن‌ها بر اثر مصرف یک لیتر نیتروکسین همراه با ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد. اثر متقابل هر سه تیمار بر کلیه‌ی صفات مورد نظر معنی دار بود، به‌صورتی که بیشترین مقدار صفات آزمایشی در شرایط مصرف یک لیتر نیتروکسین توام با ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن تحت شرایط آبیاری مطلوب حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: ذرت، عملکرد علوفه، نیتروکسین، نیتروژن، تنش کم آبی

[*] نگارنده مسئول (alireza_dadian@yahoo.com)

مقدمه

ذرت پس از گندم و برنج، به عنوان سومین محصول استراتژیک کشاورزی در جهان، دارای اهمیت است. این محصول در ایران نیز نقش منحصر به فردی در صنایع غذایی و تغذیه دام، به ویژه طیور دارد و دارای اهمیت ویژه ای در امنیت غذایی کشور می‌باشد. روند تولید ذرت در سه دهه گذشته نشان می‌دهد که نوسانات تولید عمدتا به شرایط آب و هوایی که کمتر قابل مدیریت می‌باشد وابسته است. از جمله عوامل تعیین کننده در میزان تولید ذرت می‌توان به آب و تغذیه ی آن به ویژه تأمین نیتروژن از منابع مختلف اشاره نمود. مصرف متعادل کودهای شیمیایی به ویژه 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 می یابد و در مرحله پس از گلدهی وزن هزار دانه افزایش می یابد. نتایج برخی از پژوهش ها حاکی از افزایش ماده خشک ساقه ذرت در اثر تلقیح بذر با باکتری آزوسپریلوم است (Bashan *et al.*, 1996). گزارش قاسمی پیر بلوطی و همکاران (۱۳۷۹) نیز حاکی از آن است که مقدار نیتروژن مصرفی در زراعت ذرت تأثیر معنی داری بر وزن بلال، ماده خشک و عملکرد دانه می‌گذارد. صارمی و سیادت (۱۳۸۱) گزارش نمودند که افزایش فواصل آبیاری ها و تنش ناشی از آن عملکرد ماده خشک را به طور معنی داری کاهش

می‌دهد. نتایج یک تحقیق نشان داد که بیوماس تجمعی اندام های هوایی تحت شرایط تنش خشکی در نتیجه پیری زودرس برگ ها کاهش می‌یابد (Douds *et al.*, 1999). حسن نژادیان فرد و امام (۱۳۸۷) ضمن بررسی واکنش ارقام ذرت شیرین به سطوح متفاوت کود سرک نیتروژن گزارش کردند که با افزایش مصرف کود سرک نیتروژن عملکرد بیولوژیکی در ارقام مختلف افزایش یافت. Khan *et al* (2007) چنین گزارش کرده اند که کاربرد انفرادی ازتوباکتر سبب افزایش غلظت نیتروژن (به میزان ۳۵ درصد) در اندام های هوایی گندم نسبت به شاهد شده است. گروهی از پژوهشگران چنین گزارش نمودند که کارایی بازیافت ظاهری یا جذب بر حسب مقدار عنصر غذایی جذب شده به ازای هر واحد عنصر غذایی مصرف شده تعریف می‌شود. علاوه بر این، افزایش کمبود آب در خاک و افزایش مصرف نیتروژن موجب کاهش کارایی بازیافت ظاهری نیتروژن نیز می‌شود (Martin *et al.*, 1982). ثواقبی (۱۳۶۶) گزارش نمود که با مصرف کود نیتروژن، میزان نیتروژن و فسفر برگ، افزایش می‌یابد. نتایج آزمایش بعضی از پژوهشگران نشان داد که یکی از اثرات افزایش نیتروژن، افزایش جذب کل برخی آنیون ها و کاتیون ها است (سیفی و همکاران، ۱۳۸۵). بنابر گزارش سایر محققان با کاربرد نیتروژن، جذب فسفر و پتاسیم در گیاه افزایش می‌یابد (Aderan & Banjorko, 1995). در یک بررسی گلدانی افزایش فعالیت آنزیم نیتروژناز و رشد ریشه ذرت با تلقیح بذر ها با باکتری آزوسپریلوم مشاهده شده است (Freitas & Stamford, ۲۰۰۲). نتایج برخی از پژوهش های انجام شده نشان داد که یکی از تغییرات عمده بیوشیمیایی که در اثر کاهش رطوبت خاک در گیاهان زراعی روی می‌دهد، تغییر در میزان تولید پروتئین های گیاهی در جهت تجزیه و یا جلوگیری از سنتز بعضی از آن ها و نیز ساخت دسته کوچکی از پروتئین های مخصوص تنش است (Dasgupta & Bewley, 1984). فلاح و تدین (۱۳۸۸) ضمن انجام آزمایشی تأثیر

تراکم بوته و مقدار نیتروژن را بر عملکرد و مقدار پروتئین ذرت سیلویی مورد مطالعه قرار داده، چنین نتیجه گرفتند که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، میزان پروتئین خام برگ و ساقه ذرت افزایش یافت ولی سطوح مختلف نیتروژن مصرفی در هکتار اختلاف معنی داری با یکدیگر به لحاظ تأثیر بر مقدار پروتئین خام ساقه نشان نداد. دیگر پژوهشگران نیز نشان داده اند که مقدار نیتروژن و پروتئین گیاه ذرت با افزایش مصرف نیتروژن به صورت خطی و سپس درجه دوم افزایش می‌یابد (Shapiro & Cox & Cherney, 2002; Wortman., 2006). نتایج برخی پژوهش ها نشان دهنده آن است که تحت شرایط تنش خشکی مقدار پروتئین ذرت افزایش می‌یابد (Thomison *et al.*, 2003). منصوری فر و همکاران (۱۳۸۳) نتیجه گرفتند که اعمال تنش خشکی در مرحله رویشی (۸-۱۰ برگی) تأثیر بسیار معنی داری بر روی پرتئین‌های محلول در برگ داشته و موجب کاهش آن شد به طوری که بیشترین تأثیر آن مربوط به مقدار کمی و کیفی پروتئین‌ها در مرحله رویشی است. علاوه بر تنش کمبود آب، کمبود نیتروژن مورد نیاز هم می‌تواند فشار مضاعفی را بر رشد و عملکرد گیاه ذرت وارد آورد (Norwood., 2000). حاجی حسنی اصل و همکاران (۱۳۸۹) ضمن انجام آزمایشی تأثیر تنش خشکی را بر درصد خاکستر علوفه ذرت، سورگوم و ارزن معنی دار و آن را عامل کاهش درصد خاکستر علوفه دانستند.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر طی سال های زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در دو مرحله در مزرعه ای واقع در پنج کیلومتری شهرستان اراک اجرا گردید. بر اساس آمار ده ساله هواشناسی، محل آزمایش 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. با هدف تعیین برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش، در هر دو سال و قبل از توزیع کودهای ضروری، از خاک از عمق ۳۰ - ۰ سانتیمتری نمونه برداری انجام و به آزمایشگاه ارسال گردید. نتایج آزمایش خاک در جداول ۱ و ۲ آمده است. در این آزمایش از بذر هیبرید ماکسیما استفاده شد. این هیبرید از نوع ذرت دندان اسبی و از نظر طول دوره رسیدگی جزء ذرت‌های متوسط رس است. دوره رویش کامل این هیبرید 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. به منظور عدم تداخل برنامه آبیاری و انتقال عرضی رطوبت بین دو بخش نرمال و محدودیت آبیاری ۱۰ متر فاصله در نظر گرفته شد. 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 ردیف های 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:

$$V = \text{تعداد آب پاش} \times \text{دبی هر پاش آب} \times \text{ساعت کارکرد هر آب پاش} \times ۳۶۰۰ \text{ ثانیه}$$

برای قطعه آبیاری متداول I_0

$$V = ۲ \times ٤ \times ٤ \times ۳٦۰۰ = ۱۱۵۲۰۰ \text{ لیتر} = ۱۱۵٫۲ \text{ متر مکعب}$$

برای قطعه تنش خشکی I_1 :

$$V = ۲ \times ۴ \times ۲.۵ \times ۳۶۰۰ = ۷۲۰۰۰ \text{ لیتر} = ۷۲ \text{ متر مکعب}$$

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

رابطه۲:

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

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: $h = \frac{۱۱.۵۲}{۹۱۱.۲۵} = ۱۲.٦\ mm$

و برای قطعه تنش خشکی خواهیم داشت:

$$h = \frac{۷.۲}{۹۱۱.۲۵} = ۷.۹\ mm$$

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.

رابطه۳:

$$\text{درصد وزنی رطوبت خاک} = \frac{W_۲ - W_۱}{W_۲} \times ۱۰۰$$

در این فرمول: W_2 = وزن خاک تر و W_2= وزن خاک خشک پس از خروج از آون می-باشد. 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

عملکرد علوفه خشک

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) تفاوت بین دو سال اجرای آزمایش بر عملکرد علوفه ی خشک معنی دار نشده است. تأثیر عامل آبیاری بر این صفت معنی دار شد. به طوری که در شرایط آبیاری مطلوب مزرعه، عملکرد علوفه ی خشک نسبت به شرایط محدودیت آبیاری افزایش یافت (جدول ۵). سطوح نیتروکسین نیز تأثیر معنی داری بر این صفت داشت. کاربرد یک لیتر نیتروکسین، بیشترین مقدار عملکرد علوفه ی خشک و تیمار شاهد، کم ترین مقدار آن را نتیجه داد. تأثیر مصرف نیتروژن نیز بر این صفت معنی دار شد. بیشترین مقدار عملکرد علوفه ی خشک در اثر مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کم ترین مقدار آن، از تیمار شاهد نتیجه شد. اثر متقابل آبیاری و نیتروکسین بر این صفت معنی دار شد. آبیاری مطلوب مزرعه توأم با مصرف یک لیتر نیتروکسین به ازای ۳۰ کیلوگرم بذر بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک و اعمال رژیم کم آبیاری، بدون کاربرد نیتروکسین کم ترین مقدار این صفت را نتیجه داد (جدول ۶). اثر متقابل نیتروکسین و نیتروژن بر عملکرد علوفه ی خشک معنی دار شد. بیشترین مقدار آن در اثر کاربرد یک لیتر نیتروکسین به ازای ۳۰ کیلوگرم بذر و مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کم ترین مقدار آن، از تیمار شاهد به دست آمد. بر هم کنش سه عامل آبیاری، نیتروکسین و نیتروژن بر عملکرد علوفه ی خشک معنی دار شد (جدول ۷). بیشترین مقدار عملکرد علوفه ی خشک با میانگین ۲۳/۷۳ تن در هکتار از تیمار آبیاری مطلوب و کاربرد یک لیتر نیتروکسین به ازای ۳۰ کیلوگرم بذر و مصرف ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کم ترین مقدار آن با میانگین ۱۲/۶۷ تن در هکتار از تیمار اعمال محدودیت آبیاری و بدون مصرف نیتروکسین و نیتروژن به دست آمد. از آن جایی که عملکرد بیولوژیک شامل وزن کل ماده خشک تولیدی محصول در واحد سطح می‌شود، بنابراین می‌توان تأثیر کلیه عواملی

که به هر نحو ممکن سبب بروز تغییراتی در ماده خشک گیاه می‌گردد، از جمله تأثیر آبیاری، نیتروکسین و نیتروژن که در این آزمایش مورد مطالعه بوده اند را تحلیل نمود. تحت شرایط آبیاری متداول، به دلیل سهولت دستیابی ریشه به آب و در نتیجه تداوم جریان انتقال آب و املاح از ریشه به سمت اندام‌های هوایی و با توجه به نقش تورژسانسی فشار بر توسعه سلول‌های گیاهی، در نهایت افزایش رشد طولی ساقه و گسترش برگ‌ها را به همراه خواهد داشت. در کنار این موضوع نقش نیتروکسین نیز به عنوان عامل کمکی و افزایش دهنده تلقی می‌شود، چرا که نتایج پژوهش های زیادی حاکی از نقش ازتوباکتر و آزوسپریلوم در توسعه ریشه، ساقه و برگ ها است (عرب و همکاران، ۱۳۷۸) و (Biro *et al.*, 2000). علاوه بر آن تأثیر نیتروژن بر بهبود جذب عناصر پر مصرف فسفر و پتاسیم و همچنین تأثیر آن بر افزایش میزان رشد سلول های گیاهی حائز اهمیت است (حق نیا، ۱۳۷۵). لذا می‌توان در یک جمع بندی بر هم کنش تأثیر سه عامل رطوبت کافی، نیتروکسین و نیتروژن را منجر به رشد رویشی مطلوب ذرت، افزایش ارتفاع ساقه، افزایش تعداد و سطح برگ ها و در نتیجه افزایش سطح فتوسنتز کننده دانست. افزایش میزان ترکیبات فتوسنتزی تولیدی در مرحله رویشی سبب افزایش میزان ذخایر غذایی موجود در مخازن اولیه یعنی ساقه و برگ ها می‌شود. از طرفی دیگر با توجه به نقش مؤثر آب در توسعه اندام های زایشی، و نیز تنظیم فاصله گرده افشانی و ظهور کاکل ها، افزایش تعداد مخازن اصلی یعنی بلال ها را نتیجه خواهد داد. پس از گرده افشانی و لقاح با توجه به این که تعداد مناسبی از دانه ها در بلال ها تشکیل شده، فرآیند انتقال ترکیبات فتوسنتزی به طرف دانه ها در وحله اول از برگ های اطراف بلال و سپس از برگ های بالاتر از محل ظهور بلال و در مراحل بعدی از مغز ساقه انجام می‌گیرد (نور محمدی و همکاران، ۱۳۷۶). بدیهی است که این مرحله نیز با توجه به دسترسی کافی ریشه ها به آب در رژیم آبیاری مطلوب به خوبی انجام می‌پذیرد. بنابراین می‌توان انتظار

داشت که در چنین شرایطی (رطوبت کافی و استفاده از نیتروکسین و نیتروژن) حداکثر میزان تجمع ماده خشک در هر تک بوته که نهایتاً سبب افزایش عملکرد علوفه ی خشک در واحد سطح مزرعه می‌گردد، صورت پذیرد. لازم به ذکر است که در این آزمایش اختلاف معنی داری در مقدار عملکرد بیولوژیک تولیدی مربوط به کاربرد تیمار آبیاری مطلوب همراه با مصرف یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن درهکتار با عملکرد بیولوژیک ناشی از مصرف یک لیتر نیتروکسین و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تحت شرایط آبیاری مطلوب مشاهده نشد. لذا به نظر می‌رسد کاربرد مقادیر بیشتر کود نیتروژن بر عملکرد ماده خشک تولیدی در کنار کاربرد یک لیتر نیتروکسین بی اثر می‌باشد. در مقایسه با مطالب مذکور در بالا، بروز کم آبی طی دوره رویشی باعث کاهش رشد، کاهش ارتفاع ساقه و تعداد برگ ها، کاهش سطح برگ و شاخص سطح برگ، کاهش سطح فتوسنتز کننده، بسته شدن روزنه ها، کاهش تولید ماده خشک، کاهش نسبت اندام های هوایی و تسریع در ورود به مرحله زایشی می‌گردد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۸۲)، (Ariy, 1987). مسجدی و همکاران (۱۳۸۷) چنین ابراز داشتند که افزایش فواصل بین آبیاری ها و تنش رطوبتی ناشی از آن باعث کاهش معنی دار عملکرد بیولوژیکی (ماده خشک کل) می‌شود. (شریفی، ۱۳۹۰)، (Amirabadi *et al.*, 2009) کاربرد ازتوباکتر را سبب افزایش عملکرد بیولوژیک ذرت ابراز داشته اند. برخی پژوهشگران نیز افزایش وزن خشک ذرت و کاه گندم تلقیح شده با آزوسپریلوم را گزارش نموده اند (Hegazi *et al.*, 1983). طی آزمایشی که توسط ساجدی و اردکانی (۲۰۰۸) انجام شد چنین نتیجه شد که با افزایش مقدار استعمال کود نیتروژن از ۱۵۰ به ۲۲۵ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به طور معنی داری ماده خشک نهایی افزایش یافت. یکی از نکات حائز اهمیت در این آزمایش تأثیر مصرف توأم نیتروکسین و نیتروژن بر عملکرد علوفه ی خشک تحت شرایط اعمال محدودیت آبیاری است. بر اساس نتایج (جدول ۶)، بیشترین

مقدار عملکرد بیولوژیک در شرایط اعمال کم آبیاری در اثر مصرف یک لیتر نیتروکسین و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن با میانگین ۲۱/۵۷ تن در هکتار به دست آمد و از نظر آماری با تیمار مصرف یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلو گرم در هکتار نیتروژن تحت شرایط آبیاری مشابه اختلاف معنی داری را به لحاظ تاثیر بر این صفت نشان نداد. با مقایسه تفاوت عملکرد بیولوژیک ناشی از تیمار عدم کاربرد نیتروکسین و مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در شرایط اعمال محدودیت آبیاری با عملکرد بیولوژیک حاصل از تیمار مصرف یک لیتر نیتروکسین و بدون مصرف نیتروژن که به ترتیب مقادیر عملکرد بیولوژیک ۱۷/۴۵ و ۱۶/۵۷ تن در هکتار را نتیجه داد، می‌توان میزان تأثیر نیتروکسین و نیتروژن را در شرایط اعمال محدودیت آبیاری، جهت نیل به عملکرد بیشتر علوفه ی خشک تحلیل نمود. بدین ترتیب که در حالت اول اختلاف عملکرد علوفه ی خشک حاصل با عملکرد ناشی از کاربرد توأم یک لیتر نیتروکسین و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ۲۳/۶ درصد و در حالت دوم ۳۰ درصد است. لذا می‌توان نتیجه گرفت نقش کاربرد نیتروژن به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار در تولید عملکرد علوفه ی خشک مؤثر تراز کاربرد یک لیتر نیتروکسین بوده است. به نظر می‌رسد دلیل اصلی آن نقصان فعالیت ازتوباکتر و آزوسپریلوم به دلیل محدودیت در رطوبت موجود در خاک باشد که با تأثیر کم تر بر افزایش وزن ساقه، برگ ها و بلال ها در مقایسه با شرایط رطوبتی ایده آل در خاک، عملکرد کم تری را نتیجه داده است. در مقایسه با نتیجه مذکور، مسلمی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش نمودند که در شرایط بروز تنش خشکی باکتری های آزوسپریلوم و سودوموناس بر روی افزایش برخی صفات نظیر تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف که تعیین کننده بخشی از وزن بلال است تأثیر معنی داری نداشتند.

مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه

تفاوت مقدار نیتروژن اندوخته شده در گیاه میان سال های اجرای تحقیق از نظر آماری

معنی دار بود به نحوی که میانگین مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول برتری داشت (جداول ۴ و ۵). اثر نیتروکسین بر مقدار نیتروژن ذخیره شده معنی دار شد به نحوی که با مصرف سطح دوم نیتروکسین بیشترین مقدار نیتروژن و در صورت عدم کاربرد آن کم ترین مقدار نیتروژن در گیاه ذخیره شد. نیتروژن نیز تأثیر معنی داری را بر این صفت نشان داد. بیشترین مقدار ذخیره نیتروژن در ساختار گیاه در اثر مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کم ترین مقدار آن در اثر عدم مصرف نیتروژن نتیجه شد. اثر متقابل آبیاری و نیتروکسین بر این صفت معنی دار شد. بیشترین مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه در شرایط آبیاری مطلوب و کاربرد یک لیتر نیتروکسین با میانگین ۱/۳۷ درصد و کم ترین مقدار آن با میانگین ۱/۲۷ درصد در شرایط اعمال رژیم کم آبیاری و عدم کاربرد نیتروکسین به دست آمد (جدول ۶). گزارش هایی مبنی بر تأثیر تنش کم آبی بر کاهش مقدار کل نیتروژن جذب شده از خاک توسط گیاهان وجود دارد. (Bock., 1984) اظهار داشت برای جذب نیتروژن لازم است این عنصر حرکت کند تا به سمت ریشه ها انتقال یابد. از این رو تأمین میزان آب مناسب یکی از کاراترین شیوه های حرکت و انتقال نیترات به سمت ریشه ها از طریق جریان توده ای می باشد. علاوه بر تأثیر مثبت و افزایش دهنده آب بر انحلال نیتروژن و جذب آن از خاک تأثیر نیتروکسین نیز حائز اهمیت است. چرا که با توجه به نقش ازتوباکتر و آزوسپریلوم در تولید هورمون های محرک رشد گیاه که از جمله اثرات آن ها افزایش درصد ریشه زایی و گسترش ریشه ها است (Carletti., 2002) و نیز قابلیت تثبیت نیتروژن توسط آن ها می‌توان کاربرد نیتروکسین را در افزایش مقدار کل ازت جذب شده از خاک استنباط نمود. (امیر آبادی و همکاران، ۱۳۹۱) چنین اظهار داشتند که با کاربرد ازتوباکتر مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه در مقایسه با عدم کاربرد آن به طور معنی داری افزایش یافت. بر هم کنش آبیاری و نیتروژن نیز بر این صفت تأثیر

معنی داری داشت، به نحوی که بیشترین مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه با میانگین ۱/۳۴ درصد از تیمار آبیاری متداول مزرعه و مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کم ترین مقدار آن از تیمار اعمال کم آبیاری و بدون مصرف نیتروژن با میانگین ۱/۲۷ درصد به دست آمد. لذا چنین نتیجه می‌شود که تحت شرایط دسترسی ریشه ها به مقدار کافی رطوبت در صورت مصرف مقادیر بیشتری از کود نیتروژن، به دلیل قابلیت انحلال بیشتر مولکول ها توان گیاه جهت جذب نیتروژن افزایش می‌یابد. زیرا در شرایط اعمال تنش خشکی با وجود افزایش مقدار نیتروژن مصرفی از ۱۲۵ به ۲۵۰ کیلوگرم مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه افزایش قابل توجهی نیافته است و این با نتایج (علی زاده و همکاران، ۱۳۹۱) مطابقت دارد. دیگر گزارش ها نیز حاکی از آن است که جذب نیتروژن به طور مؤثر تحت تأثیر میزان آب قابل استفاده در خاک قرار می‌گیرد و افزایش رطوبت خاک عملکرد ذرت را در پاسخ به مصرف نیتروژن افزایش داده و باعث افزایش کارایی کود شیمیایی می‌گردد (Judith *et al.*, 2009). بر هم کنش نیتروکسین و نیتروژن بر مقدار ازت ذخیره شده در گیاه، معنی دار بود. بیشترین مقدار ازت ذخیره شده در گیاه ناشی از مصرف یک لیتر نیتروکسین توأم با ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کم ترین مقدار آن از تیمار شاهد نتیجه شد. به نظر می‌رسد کاربرد نیتروکسین از یک سو از طریق توسعه تعداد و طول ریشه های فرعی و تار های کشنده و از سوی دیگر توسعه اندام های هوایی (ساقه و برگ ها) ظرفیت گیاه را برای دریافت و جذب نیتروژن از خاک افزایش داده است (Kapulnik *et al.*, 1982, Costa *et al.*, 2002). با توجه به (جدول ۶) در می‌یابیم که افزایش مصرف نیتروژن از ۱۲۵ به ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار توأم با کاربرد نیتروکسین سبب کاهش در مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه می‌شود. لذا به نظر می‌رسد تأثیر سینرژیستی مثبت ازتوباکتر و آزوسپریلوم در خصوص برخی صفات نظیر مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه، زمانی نمایان می‌گردد که کود

نیتروژن درحد اپتیمم در اختیار گیاه قرار گیرد. بر همکنش سه عامل آبیاری، نیتروکسین و نیتروژن بر این صفت معنی دار شد. بیشترین مقدار نیتروژن ذخیره در گیاه با میانگین ۱/۴۶ درصد در اثر انجام آبیاری مطلوب مزرعه و کاربرد یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کم ترین مقدار آن با میانگین ۱/۲۲ درصد در اثر اعمال تنش خشکی و عدم مصرف نیتروکسین و نیتروژن نتیجه شد (جدول ۷). از جدول اخیر چنین نتیجه شد که در صورت وجود رطوبت کافی، با استفاده از تلقیح بذور با یک لیتر نیتروکسین می‌توان، با صرف مقادیر کم تری از نیتروژن قابلیت جذب و ذخیره نیتروژن را در گیاه ذرت افزایش داد. در شرایط محدودیت آبی بیشترین مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه با میانگین ۱/۳۶ درصد با مصرف ۰/۵ لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد و در صورت کاربرد مقدار بیشتر نیتروژن (تیمار $I_1No_1N_2$) از مقدار جذب نیتروژن و ذخیره آن در گیاه کاسته شد ولی این کاهش معنی دار نبود. همچنین کاربرد جمعیت بیشتری از باکتری های ازتوباکتر و آزوسپریلوم (از طریق افزایش مصرف نیتروکسین از ۰/۵ لیتر به یک لیتر) توأم با مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تحت شرایط تنش کم آبی سبب ذخیره نیتروژن به میزان ۱/۳۵ درصد شد که تفاوت معنی داری را در مقایسه با تیمار مصرف یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار نشان نداد. علاوه بر آن افزایش مقدار نیتروژن نیز توأم با کاربرد یک لیتر نیتروکسین سبب کاهش مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه شد. لذا چنین نتیجه می‌شود که در شرایط بروز تنش خشکی کاربرد نیتروکسین در صورت مصرف مقدار بهینه ای از نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) می‌تواند سبب افزایش جذب و ذخیره ازت به میزان قابل توجهی در مقایسه با مصرف نیتروژن به تنهایی شود ولی مقدار این افزایش در مقایسه با شرایط آبیاری مطلوب مزرعه کم تر است و به نظر می‌رسد دلیل آن تأثیر کمبود رطوبت موجود در خاک بر فعالیت باکتری های آزوسپریلوم و ازتوباکتر

می‌باشد. این با نتایج (Kennedy, 1999) مطابقت دارد.

مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه

بر اساس نتایج (جدول ۴) تأثیر عامل آبیاری بر مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه معنی دار شد به نحوی که تحت شرایط آبیاری مطلوب مقدار این صفت در مقایسه با اعمال محدودیت آبیاری افزایش یافت (جدول ۵). کاربرد نیتروکسین تأثیر معنی داری بر این صفت داشت. با مصرف یک لیتر نیتروکسین بیشترین مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه و از فقدان مصرف آن کم ترین مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه حاصل شد. تأثیر نیتروژن بر این صفت معنی دار شد به نحوی که با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه به دست آمد ولی بین تیمار های مصرف ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و تیمار شاهد اختلاف معنی داری مشاهده نشد و مقدار فسفر ذخیره شده ناشی از این دو تیمار برابر بود. اثر متقابل آبیاری و نیتروکسین بر مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه معنی دار شد (جدول ۶). در صورت انجام آبیاری مطلوب و مصرف یک لیتر نیتروکسین به ازاء ۳۰ کیلوگرم بذر مصرفی بیشترین مقدارفسفر ذخیره شده در گیاه و تحت شرایط تنش کم آبی و بدون کاربرد نیتروکسین کم ترین مقدار آن به دست آمد. گزارش هایی مبنی بر وابستگی بین میزان عناصر غذایی جذب شده از خاک توسط گیاه با مقدار رطوبت موجود در خاک وجود دارد و هر چقدر فراهمی آب در محیط رشد ریشه ها بیشتر باشد جذب و انتقال عناصر غذایی تسهیل می‌گردد (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۶۷). همچنین کاربرد نیتروکسین به دلیل آن که واجد ترکیبی از دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپریلوم است اثر افزایشی بر قابلیت جذب عناصر از خاک خواهد داشت چرا که با کاربرد ازتوباکتر طول و تراکم ریشه ها افزایش قابل توجهی یافته (Manske *et al.*, 2000) و آزوسپریلوم نیز از جمله معروف ترین میکروارگانیسم هایی است که قابلیت تشکیل کلونی در محیط رشد ریشه غلات را دارد و این توانایی مربوط به

امکان تولید هورمون اکسین است. زیرا سبب بروز تغییر بر مرفولوژی ریشه ها می‌شود به نحوی که توسعه و تراکم ریشه ها را در واحد حجم خاک افزایش می‌دهد (Bashan & Levanony., 1990). بنابراین می‌توان انتظار داشت که تحت شرایط رطوبت کافی، با وجود باکتری های ازتوباکتر و آزوسپریلوم توانایی گیاه برای جذب و ذخیره عناصر غذایی از جمله فسفر افزایش یابد. برخی گزارش ها بر افزایش جذب، یون هایی نظیر نیترات، آمونیوم، فسفات و پتاس توسط گیاه از خاک به واسطه حضور آزوسپریلوم تأکید دارند (عرب و همکاران، ۱۳۸۷). بر اساس گزارش رفیعی و همکاران (۱۳۸۳) و (نادیان، ۱۳۹۰) اثر تنش خشکی بر روند جذب فسفر از خاک کاهشی است. با وجود آن که در نتایج برخی از پژوهش ها کارایی جذب فسفر تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار نگرفته، ولی به طور کلی کمبود آب سبب کاهش این صفت در کلیه تیمارهای کودی شامل کود مرغی، کود گاوی و کود اوره شده است (علی زاده و همکاران، ۱۳۹۱). بر هم کنش آبیاری و نیتروژن بر این صفت معنی دار شد. مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن در شرایط آبیاری متداول مزرعه سبب ذخیره بیشترین مقدار فسفر در گیاه گردید در حالی که بدون مصرف کود نیتروژن و تحت شرایط تنش کم آبی، کم ترین مقدار فسفر در گیاه ذخیره شد. این نتیجه با نتایج (علی زاده و همکاران، ۱۳۸۷) مطابقت دارد. نتایج برخی از آزمایش های انجام شده نشان دهنده وجود بر هم کنش سینرژیستی بین دو عنصر نیتروژن و فسفر است به طوری که با افزایش جذب نیتروژن، جذب فسفر نیز افزایش یافته است (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۰). به نظر می‌رسد تحت شرایط وجود رطوبت کافی و نیتروژن به دلیل توسعه مطلوب اندام های هوایی، گسترش برگ ها، باز بودن روزنه ها و در نهایت پویایی فرآیند فتوسنتز در گیاه که لازمه آن تداوم جذب آب توسط ریشه ها است به خوبی انجام پذیرفته، جذب عناصر غذایی از خاک نیز در مقایسه با بروز تنش کم آبی بهبود می‌یابد. اثر متقابل نیتروکسین و نیتروژن بر ذخیره فسفر در گیاه معنی دار

شد. بیشترین مقدار آن با مقادیر برابر، از تیمارهای مصرف یک لیتر نیتروکسین توأم با ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و مصرف یک لیتر نیتروکسین توأم با ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نتیجه شد. کم ترین مقدار آن نیز از تیمار شاهد به دست آمد. احتمالاً دلیل این موضوع را می‌توان از یک سو به تأثیر نیتروکسین و نیز نیتروژن موجود (حاصل از قابلیت تثبیت نیتروژن توسط باکتری ها و نیز نیتروژن افزوده شده به خاک) بر افزایش حجم ریشه ها، بر هم کنش سینرژیستی نیتروژن و فسفر و از سوی دیگر برخی از آثار جانبی باکتری ها بر رشد گیاه مانند تولید فسفاتاز اسیدی و قلیایی یا توان حل کنندگی فسفات نامحلول خاک، تولید سیدروفور و نیز تولید اسیدهای آلی نسبت داد (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۰). بر اساس گزارش Pandy *et al* (1998) افزایش قابل ملاحظه ای در مقدار نیتروژن و فسفر موجود در بخش های مختلف بوته و سپس عملکرد ذرت بر اثر تلقیح بذر با باکتری آزوسپریلوم برازیلنس مشاهده شده است. در این پژوهش بیشترین مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه که در اثر مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و بدون کاربرد نیتروکسین به دست آمده ۰/۰۴ درصد بود ولی با کاربرد توأم نیتروکسین با نیتروژن جذب و ذخیره فسفر در ذرت روند صعودی یافته و با کاربرد یک لیتر نیتروکسین توأم با ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن حداکثر مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه حاصل شد و پس از آن افزودن نیتروژن بیشتر منجر به افزایش مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه نشد. به نظر می‌رسد دلیل آن تأثیر نیتروکسین بر افزایش قابلیت انحلال فسفات نامحلول خاک باشد (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۰). اثر متقابل آبیاری، نیتروکسین و نیتروژن بر مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه معنی دار شد (جدول ۷). بیشترین مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه با میانگین ۰/۰۶ درصد از تیمار آبیاری مطلوب مزرعه و مصرف توأم یک لیتر نیتروکسین و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن به دست آمد و بین این تیمار و تیمار مصرف یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در شرایط آبیاری

مطلوب و تیمار مصرف ۰/۵ لیتر نیتروکسین و ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن تحت شرایط آبیاری مطلوب اختلاف معنی داری به لحاظ تأثیر بر مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه مشاهده نشد. کم ترین مقدار این صفت با میانگین ۰/۰۳ درصد از تیمار فقدان کاربرد نیتروکسین و نیتروژن تحت شرایط محدودیت آبیاری به دست آمد. تحریک مستقیم گیاه توسط باکتری های افزاینده رشد (آزوسپریلوم و ازتوباکتر) وقتی انجام می‌شود که متابولیسم گیاه دستخوش تغییر گردد مهم ترین اثر این باکتری ها در راستای فرآیند های تحریک کنندگی رشد گیاه در کنار تثبیت نیتروژن، تولید هورمون های گیاهی یا ترکیبات تنظیم کننده رشد گیاه می‌باشد. برای مثال تولید ایندول ۳- استیک اسید توسط ازتوباکتر دی آزوتروفوس و اتیلن توسط سویه های آزوسپریلوم، اسید جیرلیک توسط آزوسپریلوم لیپوفروم و اسید آبسیزیک توسط آزوسپریلوم برازیلنس. مکانیزم های مهم دیگر این باکتری ها تولید و آزاد سازی سیدروفور ها می‌باشد که قادر است دسترسی گیاه را به آهن یا فسفات تحت شرایطی که امکان سهولت دسترسی به آن ها است فراهم نماید (هادی و همکاران، ۱۳۸۹). بنابراین با توجه به نتایج کاربرد ازتوباکتر و آزوسپریلوم موجود در نیتروکسین و همچنین فراهمی نیتروژن موجود در خاک ناشی ازعملیات کوددهی و رابطه سینرژیستی آن با فسفر و نیز فراهمی آب قابل دسترس برای ریشه ها تحت شرایط آبیاری مطلوب مزرعه می‌توان افزایش مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه را در اثر کاربرد تیمارهای مذکور که در سطرهای قبلی به آنها اشاره شد، توجیه نمود. لازم به ذکر است که با وجود اختلاف بسیار ناچیز بین تیمارهای مصرف ۲۵۰ کیلوگرم و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار توأم با کاربرد یک لیتر نیتروکسین تحت شرایط آبیاری مطلوب مزرعه، حداکثر مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه با مصرف ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن و یک لیتر نیتروکسین با اعمال آبیاری مطلوب حاصل شد. لذا احتمال می‌رود این موضوع به دلیل تأثیر کود های بیولوژیک بر تثبیت نیتروژن و نیز قابلیت انحلال فسفات های

نامحلول خاک باشد. بنابراین، نتیجه می‌شود با کاربرد کود بیولوژیک نیتروکسین (یک لیتر) و صرف مقادیر کم تری از کود نیتروژن (۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) تحت شرایط آبیاری متداول مزرعه می‌توان به بیشترین مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه دست یافت. بیشترین مقدار فسفر جذب و ذخیره شده در گیاه با میانگین ۰/۰۵ درصد تحت شرایط تنش کم آبی از مصرف یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به دست آمد که در مقایسه با تیمار مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، به تنهایی و تحت شرایط محدودیت آبیاری و یا تیمار کاربرد یک لیتر نیتروکسین بدون مصرف نیتروژن در شرایط مشابه به ترتیب افزایش جذب و ذخیره فسفر به میزان ۱۸/۲ و ۲۳/۸ درصد مشاهده شد. علاوه بر آن افزایش مقدار نیتروژن از ۱۲۵ به ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار در صورت اعمال تنش کم آبی سبب کاهش مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه به مقدار ۱۰/۶ درصد شد. به نظر می‌رسد در شرایط محدودیت رطوبت قابل دسترس گیاه افزایش مقدار نیتروژن مصرفی سبب بازخورد منفی بر عملکرد نیتروکسین شده است. توحیدی مقدم و همکاران (۱۳۸۷) تأثیر سینرژیستی مثبت ازتوباکتر و آزوسپریلوم را در صورت مصرف بهینه نیتروژن بیان نموده اند.

مقدار پروتئین خام ذخیره شده در گیاه

تفاوت مقدار پروتئن خام علوفه میان سال های اجرای آزمایش معنی دار شد (جدول ۴)، به طوری که مقدار پروتئین خام در سال دوم اجرای آزمایش نسبت به سال اول افزایش یافت (جدول ۵). تیمار نیتروکسین تأثیر معنی داری بر مقدار پروتئین خام علوفه نشان داد به نحوی که در اثر کاربرد یک لیتر نیتروکسین بیشترین مقدار پروتئین خام به دست آمد. کم ترین مقدار آن نیز به تیمار شاهد اختصاص یافت. بیشترین مقدار پروتئین خام در اثر مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کم ترین مقدار آن از تیمار شاهد نتیجه شد. بر هم کنش دو عامل آبیاری و نیتروکسین بر پروتئین خام علوفه معنی دار شد. در شرایط آبیاری متداول مزرعه، کاربرد

سطح دوم مصرف نیتروکسین سبب بیشترین مقدار تجمع پروتئین خام در علوفه شد و بروز تنش کم آبی بدون کاربرد نیتروکسین سبب شد کم ترین مقدار پروتئین خام در علوفه ذرت تجمع یابد. به نظر می‌رسد تثبیت نیتروژن توسط باکتری های ازتوباکتر و آزوسپریلوم و همچنین افزایش درصد ریشه زایی گیاه به دلیل تولید هورمون های محرک رشد توسط این باکتری ها که سبب توسعه بیشتر ریشه ها و افزایش قابلیت جذب آن ها می‌شود سبب شد تا با وجود مقدار کافی رطوبت در خاک جذب و انتقال نیتروژن از خاک افزایش یافته و در نتیجه فرآیند بیوسنتز پروتئین درگیاه افزایش یابد. افزایش میزان پروتئین گیاه به موازات افزایش نیتروژن قابل جذب در نتایج بررسی های سایر محققان نیز مشاهده شده است (Glen *et al*., 1985; Birch & Stewart., 1989). اثر متقابل آبیاری و نیتروژن بر مقدار پروتئین خام علوفه معنی دار شد. با مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن تحت شرایط آبیاری متداول مزرعه بیشترین مقدار پروتئین خام و بدون مصرف نیتروژن، تحت شرایط اعمال محدودیت آبیاری کم ترین مقدار پروتئین خام در علوفه تولید گردید (جدول ۶). جدول اخیر نشان می‌دهد که میزان پروتئین ذخیره شده در گیاه در هر دو حالت آبیاری مطلوب و اعمال کم آبیاری با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی افزایش می‌یابد ولی در مجموع مقدار کل پروتئین خام حاصل از افزایش نیتروژن، تحت شرایط آبیاری متداول مزرعه بیشتر از اعمال کم آبیاری است که نشان دهنده نقش آب در جذب و انتقال مقادیر بیشتر نیتروژن (که زیربنای تولید پروتئین در گیاه است) توسط ریشه ها به اندام های هوایی است. نکته حائز اهمیت در این آزمایش آن است که بین کلیه تیمارهای آزمایشی مربوط به تأثیر بر هم کنش آبیاری و نیتروژن بر مقدار پروتئین خام، تنها بین تیمار اعمال تنش کم آبی و عدم کاربرد نیتروژن با سایر تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده می‌شود اگر چه اختلاف مذکور بین آن ها در سطر های قبلی تشریح گردید، در این خصوص به نظر می‌رسد ظرفیت گیاه جهت

بیوسنتز پروتئین که احتمالاً با خصوصیات ژنتیکی آن در ارتباط است، عامل تعیین کننده باشد (احتشامی و همکاران، ۱۳۹۰). برخی پژوهشگران چنین گزارش نمودند که در گیاهان و گونه های متفاوت گیاهی، اختلاف درصد پروتئین را می‌توان به خصوصیات ژنتیکی و فیزیولوژیکی و همچنین چرخه های فتوسنتزی و ساخت مواد غذایی نسبت داد (حاجی حسنی اصل و همکارن، ۱۳۸۹). بر هم کنش نیتروکسین و نیتروژن بر درصد پروتئین خام ذرت معنی دار شد، به طوری که کاربرد توأم یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن سبب گردید بیشترین درصد پروتئین خام در علوفه تولید گردد. کم ترین درصد پروتئین خام نیز از تیمار شاهد نتیجه شد. با مطالعه جدول ۶ مزیت کاربرد نیتروکسین توأم با مصرف نیتروژن که منجر به افزایش مقدار پروتئین خام علوفه و بهبود کیفی آن نیز شده است را می‌توان دریافت زیرا مقدار میانگین پروتئین خام حاصل از مصرف یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن برابر با ۸/۸۵ درصد بود که در مقایسه با تیمار شاهد (بدون مصرف نیتروکسین و نیتروژن)، ۱۲/۷ درصد افزایش و در مقایسه با تیمار مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن بدون کاربرد نیتروکسین ۹/۱ درصد افزایش داشت. علاوه بر آن با توجه به این که مقدار پروتئین خام به دست آمده از کاربرد ۰/۵ لیتر نیتروکسین توأم با ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن ۶/۶ درصد کم تر از مقدار پروتئین خام حاصل از مصرف یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن است لذا چنین نتیجه می‌شود که با استفاده از یک لیتر نیتروکسین و مقادیر کم تری از نیتروژن مصرفی (۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) می‌توان به بیشترین مقدار پروتئین خام ذخیره شده در علوفه دست یافت. از آن جایی که مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن توأم با یک لیتر نیتروکسین سبب کاهش ۳/۳ درصد پروتئین خام علوفه در مقایسه با تیمار کاربرد یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلو گرم نیتروژن در هکتار شده است، چنین نتیجه می‌گیریم که کاربرد مقدار نیتروژن بیشتر از ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار بر عملکرد باکتری های ازتوباکتر و

آزوسپریلوم بازخورد منفی داشته است. اثر متقابل سه عامل آبیاری، نیتروکسین و نیتروژن بر مقدار پروتئین خام علوفه معنی دار است (جدول ۷) به نحوی که بیشترین مقدار پروتئین خام از تیمار مصرف یک لیتر نیتروکسین همراه با ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن تحت شرایط آبیاری مطلوب مزرعه با میانگین ۹/۱۷ درصد و کم ترین مقدار آن از تیمار اعمال کم آبیاری در مزرعه، بدون مصرف نیتروکسین و نیتروژن با میانگین ۷/۶۹ درصد نتیجه شد. گروهی از پژوهگشران چنین ابراز داشته اند که نیتروژن نقش اصلی را در تولید دارا می‌باشد و کمبود آن در هر یک از مراحل رشد باعث اختلال در سنتز پروتئین خواهد شد و در نتیجه تولید کاهش خواهد یافت (Reed *et al.*, 1988; Prasad & Singh., 1990).

مقدار خاکستر خام علوفه

تفاوت بین دو سال انجام آزمایش بر درصد خاکستر خام علوفه معنی دار شد (جدول ۴). به نحوی که میانگین خاکستر تولید شده در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول افزایش یافت (جدول ۵). عامل آبیاری تأثیر معنی داری بر این صفت داشت. به طوری که در شرایط آبیاری مطلوب، درصد خاکستر خام در مقایسه با اعمال محدودیت آبیاری افزایش یافت. نیتروکسین تأثیر معنی داری را بر این صفت نشان داد به نحوی که مصرف یک لیتر نیتروکسین بیشترین درصد خاکستر خام علوفه و تیمار شاهد کم ترین مقدار آن را تولید نمود. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن نیز بر مقدار خاکستر خام علوفه معنی دار شد. در اثر مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین درصد خاکستر خام علوفه و از تیمار شاهد کم ترین مقدار آن به دست آمد. اثر متقابل آبیاری و نیتروکسین بر این صفت معنی دار شد. در اثر مصرف یک لیتر نیتروکسین و با انجام آبیاری مطلوب مزرعه بیشترین مقدار خاکستر خام علوفه و از اعمال محدودیت آبیاری، بدون کاربرد نیتروکسین کم ترین مقدار خاکستر خام علوفه نتیجه شد (جدول ۶). در مباحث قبل، به تفصیل در خصوص اهمیت کاربرد ازتوباکتر و آزوسپریلوم در راستای افزایش قابلیت جذب ریشه ذرت بحث گردید. علاوه بر مطالب مذکور، نتایج

برخی تحقیقات حاکی از آن است که ازتوباکتر با حل کردن فسفر نامحلول خاک اطراف ریشه و برخی اثرات جانبی دیگر، سبب انتقال بهتر فسفر به بخش های هوایی گیاه شده است (Gabos *et al*., 2009). اساساً انتقال کاتیون ها می تواند توسط اسید های آلی و یا اسید آمینه کربوکسیلی تسهیل شود. ازتوباکتر توانایی ساخت ویتامین های B_1 ، B_2 ، B_6 و B_{12}، پانتوتنیک اسید، نیکوتینیک اسید و اسید های آلی مانند اسید مالیک و اسید سیتریک را دارد (Martinz *et al*., 1996). همچنین قادر به ساختن اسید های آمینه مانند آرژنین، لیزین، تریپتوفان، هیستیدین، سیستئین، پالمتیک اسید و گلوتامیک اسید می‌باشد. بنابراین می توان تصور نمود که مقدار این مواد در ریشه های تلقیح شده با ازتوباکتر افزایش و در نتیجه به دلیل انتقال بیشتر این مواد به بخش های هوایی گیاه، یون ها نیز به همراه آن ها انتقال می‌یابند. علاوه بر آن با توجه به این موضوع که درصد خاکستر در واقع بیانگر مواد معدنی موجود در بافت گیاهی بوده و جذب این مواد توسط ریشه در شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد در نتیجه کاهش درصد خاکستر ناشی از اعمال محدودیت آبیاری و بدون استفاده از نیتروکسین را می‌توان توجیه نمود. کاهش درصد خاکستر علوفه در شرایط تنش خشکی توسط ویلسون (۱۹۸۳) و برخی محققان گزارش گردیده است (Wilson., 1983) و پای گذار و همکاران (۱۳۸۸). بر اساس گزارش Mehrvarz & Chaichi (2008) کاربرد باکتری های حل کننده فسفات و قارچ مایکوریزا به صورت منفرد و تلفیقی می‌تواند باعث افزایش قابل توجه درصد خاکستر علوفه در گیاه جو شود. بر هم کنش آبیاری و نیتروژن بر مقدار خاکستر خام علوفه معنی دار شد. حداکثر مقدار خاکستر خام علوفه در اثر مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن تحت شرایط آبیاری متداول مزرعه به دست آمد. کم ترین مقدار این صفت از اعمال محدودیت آبیاری و بدون کاربرد نیتروژن نتیجه شد. با توجه به این که در کلیه بخش های مربوط به صفات رویشی ذرت در این آزمایش، تأثیر کاربرد نیتروژن مثبت ارزیابی گردید و نیز نظر به این که

عنصر نیتروژن بر روی جذب سایر عناصر مانند پتاسیم، منیزیم، کلسیم و فسفر تأثیر گذاشته و در مواردی باعث تشدید جذب بعضی عناصر می‌گردد، می‌توان افزایش مقدار خاکستر خام علوفه تحت شرایط آبیاری مطلوب و کاربرد نیتروژن که ناشی از افزایش مقدار جذب و انتقال عناصر به اندام های هوایی است را توجیه نمود. اثر متقابل نیتروکسین و نیتروژن بر مقدار خاکستر خام علوفه معنی دار شد به نحوی که در اثر کاربرد توأم یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن بیشترین مقدار خاکستر خام و بدون کاربرد نیتروکسین و نیتروژن کم ترین مقدار خاکستر خام به دست آمد. به نظر می‌رسد کاربرد یک لیتر نیتروکسین موجب شده تا با صرف مقادیر کم تری از نیتروژن حداکثر مقدار عناصر توسط گیاه جذب و در آن ذخیره گردد. از آن جایی که تیمار مصرف یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن در مقایسه با تیمار مصرف ۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن و بدون کاربرد نیتروکسین و تیمار کاربرد یک لیتر نیتروکسین بدون کاربرد نیتروژن به ترتیب ۱۷/۷ و ۱۹/۴ درصد افزایش در خاکستر خام علوفه نشان داد، می-توان چنین نتیجه گرفت که مصرف توأم نیتروکسین و نیتروژن سبب افزایش مقدار جذب عناصر غذایی از خاک شده و با کاربرد هر کدام به تنهایی ظرفیت لازم در گیاه جهت نیل به بیشترین مقدار جذب عناصر غذایی از خاک ایجاد نخواهد شد. با توجه به این که در این آزمایش، افزایش مصرف نیتروژن از ۱۲۵ به ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار توأم با مصرف یک لیتر نیتروکسین سبب تولید ۴/۵۶ درصد خاکستر شده و در مقایسه با تیمار سطح دوم مصرف نیتروژن توأم با سطح دوم نیتروکسین ۱۴/۶ درصد کاهش درصد خاکستر خام را نتیجه داد، چنین استنباط می‌شود که کاربرد مقادیر بیشتر نیتروژن همراه با یک لیتر نیتروکسین به ازای هر کیلوگرم بذر مصرفی، بر عملکرد باکتری های محرک رشد بازخورد منفی داشته است و این با نتایج Poshtdar *et al* (2012) مطابقت دارد. بر هم کنش سه عامل آبیاری، نیتروکسین و نتیروژن بر درصد خاکستر خام علوفه معنی دار شد به

طوری که بیشترین مقدار این صفت با میانگین ۶/۴۴ درصد از تیمار مصرف یک لیتر نیتروکسین و ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن تحت شرایط آبیاری مطلوب مزرعه و کم ترین مقدار آن با میانگین ۳/۴۶ درصد تیمار از اعمال محدودیت آبیاری و بدون مصرف نیتروکسین و نیتروژن به دست آمد (جدول ۷). نتایج تحقیقات Bashan *et al* (2004) نشان داد کاربرد کود های بیولوژیک به ویژه آزوسپریلوم می‌تواند موجب بهبود قابل توجه ماده خشک، جذب عناصر غذایی، ارتفاع گیاه، اندازه برگ و طول ریشه در غلات و نهایتا خاکستر خام شود.

جدول ۴- خلاصه نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده

		میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد علوفهٔ خشک	مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه	مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه	مقدار پروتئین خام ذخیره شده در گیاه	مقدار خاکستر خام علوفه
سال	۱	۰/۱۶^{ns}	۰/۰۱۶۶۸۴**	۰/۰۰۰۰۲۳۳^{ns}	۰/۷۵۴۰۰**	۰/۵۰۱**
خطای ۱	۶	۰/۹۷	۰/۰۰۱۵۰۸	۰/۰۰۰۰۰۹۶	۰/۰۴۸۸۶	۰/۰۲۸
آبیاری	۱	۱۰۵/۷۹**	۰/۰۰۴۳۳۴^{ns}	۰/۰۰۰۳۰۶۲**	۰/۱۷۹۲۱^{ns}	۲۰/۹۹۱**
سال × آبیاری	۱	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۵۴^{ns}	۰/۰۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
خطای ۲	۶	۱/۸۳	۰/۰۰۲۵۷۰	۰/۰۰۰۰۰۸۵	۰/۰۹۸۶۵	۰/۰۵۳
نیتروکسین	۲	۲۴۲/۶۲**	۰/۰۲۰۰۳۹**	۰/۰۰۰۸۹۴۹**	۰/۷۷۸۵۵**	۱/۰۵۲**
سال × نیتروکسین	۲	۰/۵۷^{ns}	۰/۰۰۰۹۸۸^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۳۹۹۲^{ns}	۰/۰۱۱^{ns}
آبیاری × نیتروکسین	۲	۷/۲۴**	۰/۰۵۷۲۵۹**	۰/۰۰۰۳۵۸۳**	۲/۲۵۸۵۲**	۱/۵۹۹**
سال × آبیاری × نیتروکسین	۲	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۰۰۹۱۸^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳۲^{ns}	۰/۰۳۳۳۵^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}
خطای ۳	۲۴	۱/۳۴	۰/۰۰۱۰۵۷	۰/۰۰۰۰۲۷۴	۰/۰۴۱۷۴	۰/۰۸۸
نیتروژن	۲	۲۶۰/۴۳**	۰/۰۰۸۵۷۵**	۰/۰۰۰۰۹۵۴*	۰/۳۳۸۱۳**	۴/۶۶۸**
نیتروکسین × نیتروژن	۴	۲۸/۴۱**	۰/۰۵۷۳۷۷**	۰/۰۰۰۰۷۵۵*	۲/۲۴۳۱۲**	۱/۱۷۵**
آبیاری × نیتروژن	۲	۲/۴۰^{ns}	۰/۰۱۶۸۴۴**	۰/۰۰۰۸۰۳۵**	۰/۶۷۰۲۳**	۵/۸۵۶**
سال × نیتروژن	۲	۰/۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۹^{ns}	۰/۰۰۰۰۳۶۸^{ns}	۰/۰۰۱۱۰^{ns}	۰/۰۲۴^{ns}
سال × آبیاری × نیتروژن	۲	۰/۹۱^{ns}	۰/۰۰۳۳۲۵^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۵۷^{ns}	۰/۱۳۰۸۳^{ns}	۰/۰۲۷^{ns}

آبیاری × نیتروکسین × نیتروژن	۴	۶/۸۱**	۰/۰۱۵۶۰۰**	۰/۰۰۰۲۸۹۵**	۰/۶۰۲۵۲**	۴/۳۸۳**
سال × نیتروکسین × نیتروژن	۴	۰/۱۹ns	۰/۰۰۲۶۲۳ns	۰/۰۰۰۰۰۳۲ns	۰/۱۰۲۴۵ns	۰/۰۰۹ns
سال×آبیاری×نیتروکسین×نیتروژن	۴	۰/۰۹ns	۰/۰۰۱۲۱۲ns	۰/۰۰۰۰۰۵۰ns	۰/۰۴۸۱۱ns	۰/۰۵۰ns
خطای ۴	۷۲	۰/۸۶	۰/۰۰۱۵۹۷	۰/۰۰۰۰۲۱۹	۰/۰۶۲۷۶	۰/۰۷۳
کل	۱۴۳	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (درصد)	-	۵/۱۳	۳/۰۲	۹/۸۵	۳/۰۳	۶/۰۶

ns ، * و **: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار 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	عملکرد علوفهٔ خشک (تن در هکتار)	مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه (درصد)	مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه (درصد)	مقدار پروتئین خام ذخیره شده در گیاه (درصد)	مقدار خاکستر خام علوفه (درصد)
سال زراعی					
۱۳۹۰	۱۸/۰۳a	۱/۳۰ b	۰/۰۴a	۸/۱۸b	۴/۴۰b
۱۳۹۱	۱۸/۰۹a	۱/۳۳ a	۰/۰۴a	۸/۳۳a	۴/۵۱a
آبیاری (I)					
I_0	۱۸/۹۲a	۱/۳۲a	۰/۰۴۸a	۸/۲۹a	۴/۸۴a
I_1	۱۷/۲۰b	۱/۳۱a	۰/۰۴۶b	۸/۲۲a	۴/۰۷b
نیتروکسین (No)					
No_0	۱۶/۲۶c	۱/۳۰b	۰/۰۴۳c	۸/۱۷b	۴/۳۲b
No_1	۱۷/۳۴b	۱/۳۰b	۰/۰۴۶b	۸/۱۹b	۴/۴۳b
No_2	۲۰/۵۸a	۱/۳۴a	۰/۰۵۲a	۸/۴۰a	۴/۶۱a
نیتروژن (N)					
N_0	۱۵/۵۹c	۱/۳۰b	۰/۰۴۶b	۸/۱۶c	۴/۱۱c
N_1	۱۸/۳۸b	۱/۳۲a	۰/۰۴۶b	۸/۲۷b	۴/۵۲b
N_2	۲۰/۲۲a	۱/۳۳a	۰/۰۴۹a	۸/۳۳a	۴/۷۳a

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

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

تیمارهای آزمایشی	عملکرد علوفهٔ خشک (تن در هکتار)	مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه (درصد)	مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه (درصد)	مقدار پروتئین خام ذخیره شده در گیاه (درصد)	مقدار خاکستر خام علوفه (درصد)
آبیاری × نیتروکسین (I × No)					
I_0No_0	۱۷/۴۴ cd	۱/۲۹d	۰/۰۴۷ b	۸/۱۰d	۴/۱۴d
I_0No_1	۱۷/۷۶c	۱/۳۳b	۰/۰۴۴bc	۸/۳۸b	۴/۸۸b
I_0No_2	۲۱/۵۵a	۱/۳۷a	۰/۰۵۶a	۸/۶۲a	۵/۱۳a
I_1No_0	۱۵/۰۹e	۱/۲۷e	۰/۰۴۶ bc	۷/۹۷e	۳/۹۸d
I_1No_1	۱۶/۹۱d	۱/۳۲bc	۰/۰۴۶ bc	۸/۲۸bc	۴/۰۹d
I_1No_2	۱۹/۶۱b	۱/۳۰cd	۰/۰۴۳c	۸/۱۸cd	۴/۴۹c
آبیاری × نیتروژن (I × N)					
I_0N_0	۱۶/۳۳d	۱/۳۲a	۰/۰۴۳ bc	۸/۲۸a	۴/۲۸b
I_0N_1	۱۹/۰۹b	۱/۳۳a	۰/۰۵۰a	۸/۳۳a	۵/۱۷a
I_0N_2	۲۱/۳۳a	۱/۳۴a	۰/۰۵۲a	۸/۳۹a	۵/۲۲a
I_1N_0	۱۴/۸۵e	۱/۲۷b	۰/۰۴۲a	۸/۰۰b	۳/۸۳d
I_1N_1	۱۷/۶۶c	۱/۳۲a	۰/۰۴۵b	۸/۲۶a	۴/۱۱c
I_1N_2	۱۹/۱۰b	۱/۳۲a	۰/۰۵۰a	۸/۲۷a	۴/۱۲c
نیتروکسین × نیتروژن (No × N)					
No_0N_0	۱۳/۷۲f	۱/۲۵e	۰/۰۴۱c	۷/۸۴e	۴/۰۳c
No_0N_1	۱۵/۵۷e	۱/۲۹d	۰/۰۴۴c	۸/۰۸d	۴/۱۹c
No_0N_2	۱۹/۵۱b	۱/۲۹cd	۰/۰۴۵c	۸/۱۱cd	۴/۴۵b
No_1N_0	۱۵/۹۸e	۱/۳۰cd	۰/۰۴۴c	۸/۱۳cd	۴/۱۲c
No_1N_1	۱۷/۳۵d	۱/۳۰cd	۰/۰۴۹b	۸/۱۴cd	۴/۵۶b
No_1N_2	۱۸/۶۷c	۱/۳۲c	۰/۰۴۹b	۸/۳۰c	۴/۵۶b
No_2N_0	۱۷/۰۷d	۱/۳۲cd	۰/۰۴۵c	۸/۲۸ cd	۴/۳۸b
No_2N_1	۲۲/۲۱a	۱/۴۱a	۰/۰۵۳a	۸/۸۵a	۵/۲۴a
No_2N_2	۲۲/۴۷a	۱/۳۷b	۰/۰۵۳a	۸/۵۷b	۴/۵۶b

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

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

تیمارهای آزمایشی	عملکرد علوفهٔ خشک (تن در هکتار)	مقدار نیتروژن ذخیره شده در گیاه (درصد)	مقدار فسفر ذخیره شده در گیاه (درصد)	مقدار پروتئین خام ذخیره شده در گیاه (درصد)	مقدار خاکستر خام علوفه (درصد)
نیتروکسین×نیتروژن× آبیاری (I ×No × N)					
$I_0No_0N_0$	۱۴/۷۶h	۱/۲۶gh	۰/۰۴ef	۷/۹۲gh	۳/۹۴fg
$I_0No_0N_1$	۱۵/۹۹fg	۱/۳۳bcde	۰/۰۴cd	۸/۳۶bcde	۴/۱۹efg
$I_0No_0N_2$	۲۱/۵۷b	۱/۳۵bcd	۰/۰۴c	۸/۴۷bcd	۴/۳۳de
$I_0No_1N_0$	۱۶/۶۶ef	۱/۲۹efg	۰/۰۴cde	۸/۱۲efg	۴/۱۶efg
$I_0No_1N_1$	۱۷/۵۵de	۱/۳۱f	۰/۰۴cd	۸/۱۹defg	۴/۵۷d
$I_0No_1N_2$	۱۹/۰۷c	۱/۳۳bcde	۰/۰۵۸a	۸/۳۲bcde	۴/۹۵c
$I_0No_2N_0$	۱۷/۵۷de	۱/۳۱defg	۰/۰۴cd	۸/۲۳cdef	۴/۲۵ef
$I_0No_2N_1$	۲۳/۷۳a	۱/۴۶a	۰/۰۶a	۹/۱۷a	۶/۴۴a
$I_0No_2N_2$	۲۳/۳۶a	۱/۴۳a	۰/۰۶a	۸/۹۴a	۵/۶۶b
$I_1No_0N_0$	۱۲/۶۷i	۱/۲۲h	۰/۰۳f	۷/۶۹h	۳/۴۶h
$I_1No_0N_1$	۱۵/۱۴gh	۱/۲۳h	۰/۰۴def	۷/۶۹h	۳/۹۱g
$I_1No_0N_2$	۱۷/۴۵de	۱/۲۸fg	۰/۰۴cde	۸/۰۰fg	۴/۱۲efg
$I_1No_1N_0$	۱۵/۳۰gh	۱/۲۷ fg	۰/۰۴cdef	۷/۹۹fg	۳/۹۰g
$I_1No_1N_1$	۱۷/۱۶e	۱/۳۶b	۰/۰۴cde	۸/۵۳b	۴/۰۴efg
$I_1No_1N_2$	۱۸/۲۸cd	۱/۳۲bcdef	۰/۰۴cd	۸/۲۷bcdef	۴/۲۵ef
$I_1No_2N_0$	۱۶/۵۷ef	۱/۲۸fgh	۰/۰۴ def	۸/۰۳fg	۴/۰۷efg
$I_1No_2N_1$	۲۰/۶۹b	۱/۳۵bc	۰/۰۵۲b	۸/۴۸bc	۵/۰۶c
$I_1No_2N_2$	۲۱/۵۷b	۱/۳۰defg	۰/۰۴cd	۸/۱۸defg	۴/۸۸c

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

نتیجه گیری

بر اساس این پژوهش چنین نتیجه شد که، مدیریت تلفیقی کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی در حد بهینه ی آن‌ها می‌تواند سبب افزایش عملکرد ماده ی خشک تولیدی علوفه و همچنین بهبود ذخایر عناصر غذایی در آن و در نتیجه بهبود کیفیت علوفه ی تولیدی گردد. 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. با استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و نیتروژن می‌توان از اثرات سوء تنش خشکی کاست یا به عبارتی دیگر شرایط رشد گیاه را به لحاظ تغذیه ای به نحوی مدیریت نمود تا اثرات تنش تخفیف یابد و این امر افزایش کمی علوفه را نیز در بر داشت. 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. اگر چه تلفیق کود شیمیایی نیتروژن و کود بیولوژیک نیتروکسین می‌تواند باعث افزایش نسبی عملکرد کمی و کیفی علوفهٔ ذرت شود، ولی نسبت و کیفیت مصرف آن‌ها نیازمند مطالعه بیشتری است.

منابع

احتشامی.، س.م.ر.، پ. ابراهیمی، و ب. زند. ۱۳۹۰. بررسی صفات اگرومرفولوژیک و فیزیولوژیک ارقام مختلف ذرت علوفه ای در منطقه ورامین. مجموعه مقالات دومین کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی ایران، یزد: دانشگاه یزد، ۹-۸ اردیبهشت، ص ۱۴.

امیر آبادی.، م.، م. سیفی.، ف. رجالی، و م.ر. اردکانی. ۱۳۹۱. بررسی غلظت عناصر معدنی پر مصرف در ذرت علوفه ای (Zea mays L.) (رقم سینگل کراس ۷۰۴) تحت تأثیر تلقیح قارچ میکوریزی و Azotobacter chroococcum در سطوح مختلف نیتروژن. نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۴ (۱): ۳۳-۴۰.

توحیدی مقدم.، ح.، ف. قوشچی.، ا. ذاکری، و ح. هادی. ۱۳۸۷. بررسی کارآیی باکتری آزوسپریلوم، ازتوباکتر به همراه مصرف کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد ذرت علوفه ای. فصلنامه دانش کشاورزی ایران، ۵ (۳): ۳۴۹-۳۵۵.

ثوابقی، غ. ۱۳۶۶. تشخیص نیاز غذایی ذرت با روش دریس. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه تربیت مدرس. ۲۶۵ ص.

حاجی حسنی اصل.، ن.، م. رشدی.، ج. خلیلی محله.، س. رضادوست.، ا.ح. شیرانی راد و ا. مرادی اقدم. ۱۳۸۹. عملکرد و اجزاء عملکرد سه گیاه علوفه ای تحت شرایط تنش خشکی در خوی. فصلنامه علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲ (۳): ۲۳۶-۲۴۶.

حسن نژادیان فرد.، س و ی. امام. ۱۳۸۷. واکنش چند رقم ذرت شیرین (*Zea mays* saccharata) به سطوح متفاوت کود سرک نیتروژن. خلاصه مقالات دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۳۰-۲۸ مرداد، ص ۳۱۳.

حق نیا، غ. ۱۳۷۵. خاک شناخت. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۶۳۰ ص.

رحیمی، ل.، ن. علی اصغر زاده و ش. اوستان. ۱۳۹۰. اثر سویه‌های بومی ازتوباکتر کروکوکوم بر رشد، جذب نیتروژن و فسفر گیاه گندم در شرایط گلخانه ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. علوم آب و خاک، ۵ (۵۸) ۱۵۹-۱۷۱.

سالاردینی.، ع .ا. و م. مجتهدی. ۱۳۶۷ . اصول تغذیه گیاه. تهران: انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران. ۳۲۴ ص.

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

سیفی، م.، م. ر اردکانی، و ف. رجالی. ۱۳۸۵. بررسی کارایی ازتوباکتر و میکوریزا تحت تاثیر سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت علوفه ای رقم

سینگل کراس ۷۰۴ در استان مرکزی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک. ۲۱۷ ص.

شریفی، م. ۱۳۹۰. تاثیر کاربرد نیتروکسین ، سطوح نیتروژن و کود دامی بر عملکرد دانه ذرت شیرین (Sweet corn) در شهرستان اراک. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی اراک. ۲۴۳ ص.

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.

عرب، س. م.، غ. اکبری.، ح. علیخانی.، م. ح. ارزانش و ا. اله دادی. ۱۳۸۷. بررسی توانایی تولید اکسین توسط باکتری های جداسازی شده بومی جنس آزوسپریلیوم و ارزیابی اثرات محرک رشدی جدایه برتر بر گیاه ذرت شیرین. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۲: ۲۲۴-۲۱۷.

علیزاده، ا.، ا. مجیدی، و ق. نورمحمدی. ۱۳۸۷. تأثیر تنش خشکی و میزان نیتروژن خاک بر جذب عناصر غذایی در ذرت رقم ۷۰۴. مجله پژوهش در علوم کشاورزی، ۱: ۵۹-۵۱.

علیزاده، پ.، س.ا. فلاح، و ف. رئیسی. ۱۳۹۱. بر همکنش منبع نیتروزن و تنش خشکی در مرحله گل دهی ذرت بر جذب و کارآیی نیتروزن و فسفر. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۵: ۱۱۹۰-۱۱۹۹.

فلاح، س.ا و ع. تدین. ۱۳۸۸. تأثیر تراکم بوته و مقدار نیتروژن بر عملکرد، نیترات و پروتئین ذرت سیلویی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۱: ۱۲۱-۱۰۵.

قاسمی پیر بلوطی، ع.، غ. اکبری، م. نصیری محلاتی، و ح. صادقی. ۱۳۷۹. بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن بر تخصیص ماده خشک و شاخص‌ای رشد ذرت.

مجموعه خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم زارعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۴-۲ شهریور ماه. ص ۵۸۶.

مسجدی، ع.، ع. شکوه فر، و م. علوی فاضل. ۱۳۸۷. تعیین مناسب ترین دور آبیاری ذرت تابستانه (هیبرید Sc. 704) و بررسی اثر تنش خشکی بر محصول با استفاده از اطلاعات تشت تبخیر کلاس A. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۶: ۵۵۰-۵۴۳.

مسلمی، ز.، د. حبیبی.، ا. اصغرزاده.، م.ر. اردکانی.، ع. محمدی، و م. محمدی. ۱۳۸۸. بررسی اثر باکتری‌های محرک رشد و پلیمر سوپر جاذب بر مقاومت به خشکی ذرت. اولین همایش منطقه ای مدیریت منابع آب و خاک و نقش آن در کشاورزی، شهر قدس: دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، ۳۰- ۲۸ شهریور. ص ۱۴۲.

منصوری فر، س.، ع.م. مدرس ثانوی، و م. جلالی جوران. ۱۳۸۳. تأثیر تنش خشکی و کمبود نیتروژن بر تغییرات کمی و کیفی پروتئین‌های محلول در برگ ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳: ۲۲۵-۲۱۲.

نورمحمدی، ق.، س.ع. سیادت، و ع. کاشانی. ۱۳۷۶. زراعت جلد اول (غلات). اهواز، انتشارات دانشگاه شهید چمران. ۴۴۶ ص.

هادی، ح.، ا. اصغرزاده، ج. دانشیان، و آ. حمیدی. ۱۳۸۹. تأثیر مایه تلقیح سویا و ازتوباکتر بر گیاهان حاصل از بذرهای سویای تولید شده در شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۳: ۱۷۷-۱۶۵.

Adearan, J.A. and V.A. Banjorko. 1995. Response of Maize to Nitrogen phosphorous and potassium fertilizer in the savanna zones of Nigeria. Commun. Soil Science, Plant Anal, 26:593-606.

Amirabadi, M., F. Rajali., MR. Ardakani, and M. Borji. 2009. Effect

and environmental advances (1997-2003). Canadian Journal of Microbiology, 50 (8):521-557.

Birch, C.J. and A.D. Stewart. 1989. The effect of nitrogen fertilizer rate and timing on the yield of hybrid foragesorghum from serial harvest. Australian Sorghum Workshop., Toowomba, 11:41-48.

Biro, B., K. Koves- pechy, I. Voros, T. Takas, P. Eggenberger, and R.J. Strasser. 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.

Bock, B.R. 1984. Efficient use of nitrogen in cropping system. Hauck (ed.), Nitrogen in CropProduction. ASA. CSSA, and SSA INC, MEDISON. USA, P:273–294.

Carletti, S. 2002. Use of plant Growth-Promoting Rhizobacteria in plant micro propagation.Available from: http:// www.ag.auburn.edu.

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 of Azotobacter and Mycorrhizal fungi inoculants at different levels of phosphorous on uptake of some mineral elements by forage maize. Iranian Journal of Research Formely Soil and Water Sciences, 23 (1):107-115.

Ariy, JM. 1987. Corn and corn Improvement. Academic press Inc, New York., 721 p.

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.

Bashan, Y. and H. Levanony. 1990. Current status of Azospirillum inoculation technology: Azopirillum as a challenge for agriculture. Canadian Journal of Microbiology, 36:591-608.

Bashan, Y. and J.G. Dubrovsky. 1996. Azospirillum spp. Participation dry matter partitioning in grasses at the whole plant level. Biology and Fertility of Soils. 23:435440.

Bashan, Y. and G. Holguin. 2004. Azospirillum- plant relationships: physiological, molecular, agricultural,

strawand chaff tissues in soft white winter wheat. Agronomy Journal, 77:229-232.

Hegazi, N.A., M. Monib, H.A. Amer, and E.S. Shokr. 1983. Response of mays to inoculation with Azospirillum and straw amendment in Egypt. Canadian Journa of Microbiology., 29:888-894.

Judith, N., M. Chantigny, A. Dayegamiye, and M. Laverdiere. 2009. Dairy cattle manure improves soil productivityin low residue rotation systems. Agronomy Journal, (101):207-214.

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.

Kapulnik, Y., S. Sarig, A. Nur, Y. Okon, and Y. Henis. 1982. The effect of Azospirillum inoculation on growth and yield of corn. Israel Journal of Botant, 31:247-255.

Kennedy, AC. 1999. Bacterial diversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystem and Environment., 74: 65-76.

maize genotypes. Crop Science, 42:1556-1563.

Cox, WJ. and D.J.R. Cherney. 2002. Evaluation of narrow-row corn forages in field-scale studies. Agronomy Journal, 94:321-325.

Dasgupta, J. and J.D. Bewley. 1984. Variation in protein synthesis in different regions of barley seedlings and effects of imposed water stress. J. Exp. Bot, 35:1450-1459.

Douds, D.D. and P. Miller. 1999. Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems. Agril. Environ., 74:77-93.

Freitas, ADS. and N.P. Stamford. 2002**.** Association nitrogen fixation and growth of maize inBrazilian rainforest Soil as affected by Azospirillum and organic materials. Tropical Grassland, 36:77-82.

Gabos, M.B., C.A. Abreu, and A.R. Coscione. 2009. EDTA assisted phytoremediation of a Pb contaminated soil: Metal leaching and uptake by jack beans. Science Agriculture, 66:506-514.

Glenn, D.M, A. Carey, F.E. Bolton, and M. Vavra. 1985. Effect of N fertilizer on protein content of grain,

microorganisms and phosphorus chemicalfertilizer on forage and grain quality of barely (*Hordeum vulgare* L.). American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science, 3(6):855-860.

Norwood, CA. 2000. Water use and yield of limited irrigation and dry land corn.

Soil Science Society of America Journal, 64:365-370.

Pandy, A., E. Sharma, and L.M.S. Palni. 1998. Influence of bacterial inoculation on maizeupland farming systems of the Sikkim Himalaya. Soil Biology and Biochemistry, 30:379-384.

Poshtdar, A., S.A. Siadat, A.R. Abdali, S.A. Moosavi, and H. Hamdi. 2012. Comparison between application of PGPR bacteria and chemical fertilizers on quality and total silage yield of maize under different organic seed bed. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4(11):713-717.

Prasad, K. and P. Singh. 1990. Response of promising rainfed maize (*Zea mays* L.) varieties to nitrogen application in North western Himalayan region, Indian Journal of Agriculture Science, 60(7):475-477.

Khan, MS. and A. Zaidi. 2007. Synergistic effects of the inoculation with plant growth promoting rhizobacteriaand an Arbuscular mycorrhizal fungus on the performance of wheat. Agricalture and Forestry, 31(6):355-362.

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.

Martin, D.L., D.G. Watts, L.N. Mielke., K.D. Frank., and DE. Eisen-Hauer. 1982. Evalution of nitrogen andirrigation management for corn production using water high in nitrate. Soil Science Society of American Journal, (49):1056-1062.

Martinz-Toledo, MV., B. Rofelas, V. Salmeron., C. Pozo., and J. Gonzalez-Lopez. 1996. Production of pantothenicacid and thiamine by Azotobacter vinelandii in a chemically defined medium and a dialyzed soil medium. Biology Fertilizer Soil, 22:131-135.

Mehrvarz, S. and MR. Chaichi. 2008. Effect of phosphate solubilizing

Reed, A.J., G.W. Singletary, J.R. Schussler, D.R. Williamson, and A.L. Christy. 1988. Shadding effects on dry matter and nitrogen partitioning, kernel number and yield of maize. Crop Science, 28:819-825.

Shapiro, C.A. and C.S. Wortmann. 2006. Corn response to nitrogen rate, row spacing, and plant density in Eastern Nebraska. Agron. J, 98:529-535.

Investigating the fodder yield and nutrient content of Maxima Corn hybrid under biological and chemical nitrogen fertilizers application in limited irrigation conditions of Arak

A.R. Dadiyan[1] *

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

Abstract

In order to investigate the use of biological and chemical nitrogen fertilizers in the conditions of limited water resources, a research was conducted in Arak during the crop years of 2016 and 2017 on the content of nutrients stored in the dry fodder of Maxima hybrid corn. 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 the irrigation levels were placed in the main plot and the nitroxin and nitrogen levels were placed in the sub-plots. The investigated treatments were irrigation at two common irrigation levels and applying 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 provided through 46% urea fertilizer. It was concluded that the effect of the year on the amount of nitrogen, protein and raw ash of fodder was significant and in the second year of testing the mentioned traits increased. The effect of irrigation factor on the yield of dry fodder, the amount of phosphorus and raw ash of fodder was significant, and the aforementioned traits increased under favorable irrigation conditions. Nitroxin treatment also showed a significant effect on experimental traits and with increasing the amount of nitroxin consumption, experimental traits often increased. The mutual effect of irrigation and nitroxin on all the measured traits was significant, and with the application of one liter of nitroxin under common irrigation conditions, the highest amount of these traits was obtained. In the conditions of applying irrigation restrictions, the use of 1 liter of nitroxin compared to the use of 0.5 liters and also the treatment without the use of nitroxin resulted in an increase in traits. The mutual effect of irrigation and nitrogen on all studied traits was significant except for dry fodder yield, so that the highest amount of these traits was obtained from the consumption of 250 kg of nitrogen under conventional irrigation conditions. The interaction effect of nitroxin and nitrogen on experimental traits was significant, so that the highest average of them was obtained by consuming one liter of nitroxin together with 125 kg of nitrogen. The interaction effect of all three treatments on all desired traits was significant, and in this regard, the highest amount of experimental traits was obtained as a result of consuming one liter of nitroxin with 125 kg of nitrogen under favorable irrigation conditions.

Keywords: Corn, Drought stress, Fodder yield, Nitrogen, Nitroxin

* Corresponding author (alireza_dadian@yahoo.com)