اثر کود اوره پوشش‌دار بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین رقم سینگل کراس ۴۰۳ تحت شرایط کم آبیاری

نسرین فرید[۱]، سید عطاءاله سیادت[۲]، محمدرضا قلمبران[۳*] و محمدرضا مرادی تلاوت[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۴)

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر کود اوره پوشش‌دار بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین رقم سینگل کراس ۴۰۳ در شرایط کم آبیاری آزمایشی در تابستان سال ۱۳۹۴ در مزرعه دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان به‌صورت نواری خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. عامل آبیاری در سه سطح (۱۰۰ درصد نیاز آبی، ۸۰ درصد نیاز آبی و ۶۰ درصد نیاز آبی محاسبه شده ذرت شیرین) در نوارهای طولی و کود نیتروژن پوشش‌دار در شش سطح (شاهد بدون کود نیتروژن، کود اوره بدون پوشش، کود اوره با پوشش گوگردی، کود اوره با پوشش نشاسته، کود اوره با پوشش آگار و کود اوره با پوشش کیتین) در نوارهای عرضی در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار آبیاری و کود اوره پوشش‌دار بر ارتفاع بوته، قطر بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد بلال و عملکرد بیولوژیک در هکتار و شاخص برداشت با احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع بوته (۱۵۳/۲۳ سانتی‌متر)، وزن هزار دانه (۱۰۴/۵۱ گرم)، عملکرد بلال در هکتار(۹۸۵۳/۳ کیلوگرم) و عملکرد علوفهٔ تر در هکتار (۱۲۴۷۱/۶ کیلوگرم) در تیمار کود اوره با پوشش کیتین، بیشترین قطر بلال (۴/۶۷ سانتی‌متر) و تعداد ردیف دانه در بلال (۱۳/۲۲) در تیمار کود اوره با پوشش آگار و بیشترین شاخص برداشت (۴۵/۷۹ درصد) در تیمار کود اوره با پوشش نشاسته مشاهده شد. همچنین بیشترین طول بلال، تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه کنسروی به‌ترتیب با میانگین ۲۳/۶۵ سانتی‌متر ۲۵/۸۳ دانه و ۷۱۴۲ کیلوگرم در هکتار در ترکیب تیماری کود اوره با پوشش کیتین و آبیاری کامل مشاهده شد. نتایج این پژوهش نشان داد بهترین عملکرد و صفات مورفولوژیک در ذرت شیرین از پوشش‌دار کردن کود اوره با پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: کود اوره پوشش‌دار، تنش خشکی، عملکرد دانه کنسروی، عملکرد بلال ذرت شیرین

۱، ۲ و ۴. به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
۳. استادیار، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی
*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی M_ghalamboran@sbu.ac.ir

مقدمه

ذرت شیرین غنی از هیدرات‌های کربن، ویتامین‌ها، مواد معدنی و پروتئین است که برخلاف ذرت معمولی، به‌صورت غذای تازه مورد مصرف انسان قرار می‌گیرد. در بین عوامل مؤثر بر رشد، تنش رطوبتی ناشی از کمبود آب و رابطه آن با نیتروژن قابل دسترس در خاک، از تنگناهای اصلی تولید پایدار گیاهان زراعی است. نیتروژن از مهم‌ترین عناصر غذایی پرمصرف است که در ساختمان مولکول‌های پروتئینی، آنزیم‌ها، کوآنزیم‌ها، اسید نوکلئیک‌ها و سیتوکروم نقش دارد (۱۳). ذرت در مراحل اولیه رشد به نیتروژن کمتری نیاز دارد، درحالی‌که وقتی گل‌آذین‌های نر و ماده در مرحله ظهور هستند، نیاز به نیتروژن به حداکثر می‌رسد . به‌طورکلی ذرت یک تا دو هفته قبل از گل دادن و سه تا چهار هفته پس از آن حداکثر نیاز را به نیتروژن دارد (۱۲)، بنابراین در دسترس بودن این عنصر به مقدار کافی در طول فصل رشد، جهت رشد بهینه گیاه و افزایش عملکرد ضروری است. در شرایط کمبود نیتروژن، رشد بوته در ذرت متوقف و رنگ برگ‌ها زرد می‌شود. تأمین عنصر نیتروژن برای بوته ذرت سبب افزایش شاخص سطح برگ و محتوی کلروفیل برگ می‌شود (۲۱)؛ به‌عبارت‌دیگر، با افزایش تعداد و سطح برگ‌ها که به‌عنوان مهم‌ترین اندام فتوسنتز کننده می‌باشند، میزان مواد ساخته شده بیشتر خواهد شد. مقدار نیتروژن قابل دسترس بر توزیع مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی مؤثر بوده و مراحل فنولوژیک رشد و نمو در اثر کمبود آن به تأخیر می‌افتد. همچنین از نقش‌های نیتروژن در گیاهان تحت تنش، مشارکت آن در تولید مواد اسمزی مانند پرولین، گلایسین-بتائین است. اسیدهای آمینه در مقاومت گیاهان در برابر شرایط نامساعد محیطی مانند خشکی نقش مهمی را ایفا می‌کنند (۱۳). کود اوره پوشش‌دار با افزایش نیتروژن قابل‌جذب، رشد گیاه را افزایش و تلفات نیتروژن مصرفی را کاهش می‌دهد. نیتروژن در مزرعه، یا توسط گیاه جذب و یا به‌دلیل ظرفیت جذب پایین خاک، با حرکت آب به اعماق نفوذ کرده و دسترسی گیاه به آن در خاک کاهش می‌یابد و موجب آلودگی منابع آبی نزدیک مزرعه می‌شود (۱۵). بنابراین اساسی‌ترین راه حل برای مقابله با این مشکل استفاده از کودهای کندرها است. کودهای کندرها، رهایش مواد مغذی را به شیوه‌ای کندتر از معمول ممکن می‌سازد. با پوشش‌دار کردن کودهای شیمیایی مرسوم می‌توان به کودهای کندرها دست یافت که عناصر غذایی خود را به‌صورت آهسته و پیوسته آزاد می‌کنند. در مقایسه با اوره طبیعی، کود اوره پوشش‌دار می‌تواند موجب افزایش عملکرد محصول و کارایی مصرف نیتروژن شود و آلودگی مزارع، آب و محیط را کاهش دهد (۷). تحقیقات هانگ و همکاران (۱۴) نشان داد که نوع کود کندرها به جهت آزادسازی آهسته نیتروژن موجب فراهمی این عنصر در تمام دوره رشد گیاه و متناسب با تقاضای مرحله نموی آن شده و در نتیجه ارتفاع بوته، قطر ساقه، سطح برگ و حجم ریشه ذرت را افزایش و سرعت فتوسنتز و محتوی پروتئین محلول گیاه را بهبود بخشید. کود نیتروژن با پوشش پلیمری در مقایسه با کود اوره رایج به‌دلیل افزایش سطح فتوسنتز کننده و تجمع ماده خشک در گیاه موجب عملکرد بیشتر گیاه ذرت شد (۲۶).

نتایج مطالعات نشان داد عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین تحت تأثیر مدیریت‌های مختلف آبیاری قرار گرفت (۱۸). بحرانی‌ترین مرحله برای ذرت شیرین از نظر مصرف آب مرحله بین ظهور ابریشم‌ها تا پایان تقسیم سلول‌های آندوسپرم دانه در حال رشد است (۲۷). مطالعات انجام شده بر روی ذرت شیرین نشان داد اگر طی مرحله ظهور گل‌های نر ۸۵ درصد آب مورد نیاز به گیاه داده شود باعث کاهش ۴۰ درصدی عملکرد، کاهش ارتفاع بوته و افزایش پوسیدگی ساقه می‌گردد (۱۹). اگر خشکی پس از گرده‌افشانی رخ دهد بخش زیادی از نمو دانه‌ها انجام نخواهد شد و تعداد دانه در بلال کاهش می‌یابد. نتایج تحقیقات نشان داده است با استفاده از کود نیتروژن مناسب می‌توان اثر تنش خشکی در گیاه ذرت را کاهش داد (۴۰). تنش آبی میزان رشد را شدیدتر از جذب نیتروژن محدود می‌کند. به‌طورمعمول غلظت عناصر غذایی جهت رشد در طی تنش آبی کاهش می‌یابد. این موضوع نشان‌دهنده اثر غیرمستقیم حجم آب

خاک روی جذب عناصر غذایی است که از اثر مستقیم تنش آبی روی رشد گیاه، اهمیت بیشتری دارد (۲۹). آبیاری مناسب می‌تواند محتوی رطوبت خاک و قابلیت دسترسی عناصر، جذب گیاهی و کارایی کود را بهبود بخشد (۳۰). از آنجا که اعمال مدیریت آبیاری به‌تنهایی قادر به حل مشکل آبشویی نیتروژن نیست، برای کنترل تلفات آن، مدیریت آبیاری توأم با مدیریت کود توصیه می‌شود. مدیریت این دو عامل مؤثر بر رشد گیاهان، می‌تواند کارایی مصرف آنها را افزایش دهد، نیتروژن و آب را ذخیره کند، آلودگی زیستی را کاهش دهد و در نهایت موجب افزایش عملکرد گیاهان شود. با توجه به اینکه مصرف تازه ذرت شیرین یکی از مورد پسندترین سبزی‌ها از نظر ذائقه مردم در بسیاری از کشورهای جهان از جمله آمریکا، فرانسه، کانادا و استرالیا است و علاقه به آن در سایر نقاط دنیا از جمله آسیا در حال افزایش است. علی‌رغم محبوبیتی که ذرت شیرین در کشورهای بزرگ دنیا دارد، متأسفانه آشنایی با آن در ایران بسیار محدود است. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر توأم آب و کود نیتروژن پوشش‌دار بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت شیرین طراحی‌شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر کود اوره پوشش‌دار با پلیمر زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین رقم سینگل کراس ۴۰۳ در شرایط کم آبیاری، ابتدا کود پوشش‌دار تهیه (توسط نویسنده) و پس از آن آزمایش مزرعه ای در تابستان ۱۳۹۴ در دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین انجام شد. برای پوشش‌دار کردن کود اوره، از سه پلیمر نشاسته (سیگما، S4251, EC No 232-679-6)، آگار (سیگما S4050, EC232-658-1) و کیتین (سیگما C9213, EC No 215-744-3) استفاده شد. درصد پوشش به‌صورت وزنی و نسبت‌ها به‌صورت نشاسته به اوره ۱:۱۰، آگار به اوره ۸:۱۰۰ و کیتین به اوره ۵:۱۰۰ انتخاب شدند. کود معدنی مورد استفاده برای پوشش‌دار کردن، کود گرانول محلول در آب تجاری اوره (نیتروژن ۴۶ درصد) تولید شده توسط شرکت سهامی پتروشیمی رازی بود. به‌منظور بررسی میزان آزادسازی عنصر نیتروژن ۲۰ گرم گرانول‌های اوره پوشش‌دار در بشر با ۵۰ میلی‌لیتر آب تقطیر شده قرار داده شد و میزان یون آمونیوم رها شده به‌مدت شش ساعت و در دمای اتاق ۲۵ درجه سانتی‌گراد (۳۷) با استفاده از الکترود یون آمونیوم (Ion selective, Model Bante 930, Made of China) اندازه‌گیری شد. پس از تهیه کود، آزمایش مزرعه‌ای آغاز شد. آزمایش به‌صورت نوارهای خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل آبیاری در سه سطح (۱۰۰ درصد نیاز آبی، ۸۰ درصد نیاز آبی و ۶۰ درصد نیاز آبی محاسبه شده ذرت شیرین) و کود اوره در ۶ سطح (شاهد بدون کود نیتروژن، کود اوره بدون پوشش، کود اوره با پوشش گوگردی، کود اوره با پوشش نشاسته، کود اوره با پوشش آگار و کود اوره با پوشش کیتین) در چهار تکرار اجرا شد. جهت آگاهی از وضعیت فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش نمونه مرکب تهیه شد (جدول ۱). مرحله تهیه زمین شامل دو دیسک عمود بر هم و پس از آن تسطیح زمین به‌وسیله لولر بود. قبل از کاشت و بین دو دیسک، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل جهت تأمین فسفر، به خاک اضافه و با خاک مخلوط شد. براساس آزمون خاک نیازی به استفاده از کود پتاسیم نبود.

کود نیتروژن مصرفی (از منبع اوره) جهت اعمال تیمار آزمایشی ثابت و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار دو هفته پس از کاشت، با توجه به ابعاد هر کرت محاسبه و در ۵ سانتی‌متری کنار و در عمق ۱۰ سانتی‌متری ردیف کاشت به‌صورت نواری قرار داده شد. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کشت به طول شش متر و فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی هر خط ۱۸ سانتی‌متر و تراکم بوته ۷/۴ بوته در مترمربع بود.

اندازه‌گیری نیاز آبی گیاه به‌منظور اعمال تیمار آزمایشی به‌صورت روزانه براساس مطالعات انجام شده توسط کلانتر احمدی و همکاران (۱۶)، با استفاده از تشتک تبخیر کلاس A پس از استقرار اولیه گیاه محاسبه و انجام گردید به‌طوری‌که

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل آزمایش

عمق نمونه‌برداری (cm)	نیتروژن (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (dS/m)	وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	ماده آلی (٪)	بافت خاک
۰-۳۰	۰/۰۵	۶/۲	۲۱۴	۷/۲	۳/۱	۱/۳۵	۰/۶۶	سیلتی رسی

میزان تبخیر از سطح تشتک تبخیر اندازه‌گیری و در ضریب مربوطه (۰/۷۵) ضرب شد و میزان تبخیر و تعرق پایه گیاه از روابط پیشنهادی آلن و همکاران (۱) به‌دست آمد ($ET_O = KP \times Epan$). سپس تبخیر مربوط به هر مرحله از حاصل‌ضرب تعرق پایه گیاه (ET_O) در فاکتور گیاهی (Kc) محاسبه (ضرایب فاکتور گیاهی سه مرحله ابتدایی، میانی و انتهایی رشد به‌ترتیب ۰/۵، ۱/۱۵، و ۱/۰۵) شد و آب مصرفی به‌دست آمد ($ET_C = ET_O \times Kc$). آب مصرفی محاسبه شده از طریق پمپ و کنتورهای حجمی در اختیار گیاه قرار گرفت.

در مرحله رسیدگی ذرت شیرین (شیری- خمیری) پس از حذف حاشیه‌ها تعداد ۱۰ بوته از خط دوم برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه کنسروی، عملکرد بلال و علوفه برداشت شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد اقتصادی بلال بر عملکرد بیولوژیک (مجموع عملکرد بلال و علوفه تر) به‌دست آمد. برای تعیین وزن دانه قابل کنسرو با استفاده از چاقوی آشپزخانه دانه‌ها از چوب بلال جدا و توزین شد. داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال خطای یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

همان‌طورکه در شکل ۱ نشان داده شده است، شیب رهایش یون آمونیوم از کودهای پوشش‌دار با پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر، از کود اوره بدون پوشش کمتر ولی از کود اوره با پوشش گوگردی بیشتر بود. میزان رهایش آمونیوم در کود اوره بدون پوشش با شیب ۲/۴ در حال افزایش است. سرعت رهایش در سه کود اوره با پوشش نشاسته، آگار و کیتین به‌ترتیب ۴۸/۷۴، ۶۳/۰۲ و ۶۶/۸ درصد و در کود اوره با پوشش گوگردی ۹۸ درصد نسبت به کود اوره بدون پوشش کاهش یافته است (شکل ۱).

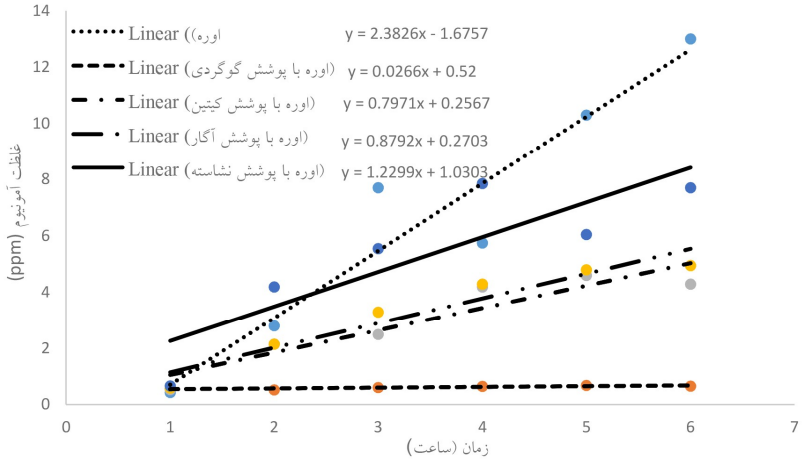
ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن است اثر سطوح آبیاری و نوع کود اوره پوشش‌دار بر ارتفاع بوته با احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد و اثر متقابل این تیمارها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین ارتفاع بوته نشان داد، کاهش میزان آبیاری به‌میزان ۴۰ درصد نسبت به آبیاری کامل موجب ۱۳/۴ درصد کاهش ارتفاع بوته شد (جدول ۳). دلیل این امر احتمالاً تأثیر تنش خشکی روی تقسیم و یا توسعه سلولی است. کمبود آب سرعت رشد گیاه را کاهش می‌دهد و از رشد اندام هوایی بیشتر از ریشه‌ها جلوگیری می‌کند (۲۵). عزیزیان و سپاس‌خواه (۶) نیز بیان کردند تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع بوته ذرت می‌شود. اثر نوع کود پوشش‌دار بر ارتفاع بوته نیز نشان داد کمترین و بیشترین ارتفاع بوته به‌ترتیب از تیمار شاهد بدون کود نیتروژن (میانگین ۱۱۶/۷۱ سانتی‌متر) و تیمار کود اوره با پوشش کیتین (میانگین ۱۵۳/۲۳ سانتی‌متر) به‌دست آمد (جدول ۳). بین تیمار کود اوره با پوشش آگار و کیتین اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). از آنجا که نیتروژن جزء اصلی تشکیل‌دهنده پروتئین‌ها است و پروتئین‌ها در سلول‌های مریستمی و تقسیم سلول‌ها نقش دارند، افزایش در تقسیم سلولی به‌دلیل وجود نیتروژن موجب افزایش ارتفاع بوته می‌شود (۳۹). کودهای پوشش‌دار با ایجاد تعادل بین تقاضای گیاه و رهایش عناصر

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر نوع کود نیتروژن و آبیاری بر ارتفاع بوته، طول بلال، قطر بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه کنسروی در هکتار، عملکرد بلال در هکتار، عملکرد علوفه تر در هکتار و شاخص برداشت

		میانگین مربعات									
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول بلال	قطر بلال	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه کنسروی در هکتار	وزن بلال در هکتار	عملکرد علوفه تر در هکتار	شاخص بلال برداشت
تکرار	۳	۶۳۰/۲۸	۳۴/۳۴	۰/۶۷	۱۱/۹۳	۵۶/۴۳	۲۰۲۴/۸۰	۴۰۹۳۳۷/۷	۱۸۹۲۴۰۰۸۰/۳	۷۴۹۲۵۰۱/۱	۳۰۴/۷۲
تیمار آبیاری (a)	۲	۲۳۸۲/۶۸**	۵۱/۴۰**	۲/۶۲**	۸۴/۳۲**	۳۸۹/۰۳**	۷۹۱۰/۵۸**	۸۳۱۳۲۸۹۹/۹**	۱۰۲۷۲۶۲۲۶/۳**	۷۰۰۵۶۵۷۷/۶**	۱۳۱/۲۱**
خطای a	۶	۷۲/۰۴	۰/۹۳	۰/۰۴	۱/۴۱	۹/۵۰	۹۷/۳۸	۶۴۳۸۵۴/۹	۱۳۱۲۴۵۱/۷	۵۹۲۰۱۹/۷	۱۴/۳۹
تیمار نیتروژن (b)	۵	۱۸۰۶/۳۰**	۱۰۷/۷۸**	۳/۴۳**	۸۲/۲۷**	۳۰۳/۳۷**	۵۶۹۴/۳۱**	۲۳۰۱۷۴۷۶/۶**	۶۳۳۵۸۲۰۵/۹**	۵۸۸۶۲۵۵۰**	۱۱۵/۸۲**
خطای b	۱۵	۵۰۷/۳۱	۵/۲۶	۰/۲۵	۱۰/۰۵	۱۷/۴۲	۷۸۴/۷۹	۴۷۱۰۳۰۳/۵	۴۳۷۹۲۰۹/۸	۷۶۸۳۷۷۰/۱	۳۸/۳۲
نیتروژن × آبیاری	۱۰	۲۶/۱۱	۴/۳۵**	۰/۰۷	۲/۸۷	۱۰/۶۳*	۱۸۷/۰۲	۳۴۹۹۴۱۵/۱**	۲۳۸۲۲۴۹/۷	۱۲۵۳۴۶۶/۳	۹/۶۶
خطای ab	۳۰	۳۷/۹۰	۰/۹۸	۰/۱۰	۱/۸۹	۵/۰۶	۱۶۵/۸۰	۹۹۱۹۶۵/۸	۱۹۶۸۸۵۸	۷۶۶۹۱۷/۷	۱۷/۸۸
ضریب تغییرات		۴/۴۴	۵/۲۷	۷/۲۲	۱۱/۹۹	۱۳/۱۸	۱۵/۷۴	۲۸/۶	۱۷/۳۲	۸/۴۴	۹/۸
R-square		۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۹۰	۰/۹۳	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۹۶	۰/۸۲

**و *: به‌ترتیب معنی‌داری در سطوح یک و پنج درصد است.



شکل ۱. رهاسازی یون آمونیوم در کودهای پوشش‌دار

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر تیمار آبیاری و کود نیتروژن بر قطر بلال، تعداد ردیف در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد بلال و عملکرد بیولوژیک در هکتار و شاخص برداشت

تیمار	ارتفاع ساقه	قطر بلال	تعداد ردیف در بلال	وزن هزار دانه	عملکرد بلال در هکتار	عملکرد علوفه تر در هکتار	شاخص برداشت
	(cm)			(gr)	(kg)		(٪)
آبیاری							
آبیاری کامل	۱۴۸/۵۴^{a}	۴/۶۳^{a}	۲۱/۲۲^{a}	۱۰۰/۸۴^{a}	۱۰۲۳۸/۶^{a}	۱۲۰۷۷/۷^{a}	۴۵/۳۲^{a}
۸۰ درصد آبیاری	۱۳۸/۹۹^{b}	۴/۲۷^{b}	۱۶/۷۷^{b}	۷۹/۸۰^{b}	۷۹۴۵/۹^{b}	۱۰۳۸۱/۱^{b}	۴۲/۰۷^{b}
۶۰ درصد آبیاری	۱۲۸/۶۱^{c}	۳/۹۷^{c}	۱۳/۱۸^{c}	۶۴/۷۰^{c}	۶۱۰۹/۲^{c}	۸۶۶۰/۷^{c}	۴۰/۷۸^{b}
LSD	۷/۷۷	۰/۲۱	۱/۷۶	۱۰/۶۸	۹۳۴/۵۸	۹۶۶/۰	۲/۸۰
نیتروژن							
شاهد بدون کود نیتروژن	۱۱۶/۷۱^{c}	۳/۳۰^{c}	۶/۶۹^{c}	۴۱/۳۵^{c}	۳۷۹۸/۸^{c}	۶۲۳۸/۵^{d}	۳۶/۹۸^{c}
کود اوره بدون پوشش	۱۳۷/۷۸^{b}	۴/۰۶^{b}	۱۰/۰۳^{b}	۸۱/۹۳^{b}	۷۸۵۸/۳^{b}	۱۰۶۱۵/۸^{bc}	۴۱/۳۳^{b}
کود اوره با پوشش گوگرد	۱۳۶/۸۳^{b}	۴/۵۰^{a}	۱۲/۷۲^{a}	۸۱/۸۵^{b}	۷۸۳۳/۸^{b}	۹۸۸۰/۰^{c}	۴۳/۴۲^{ab}
کود اوره با پوشش نشاسته	۱۴۱/۶۴^{b}	۴/۶۶^{a}	۱۳/۱۵^{a}	۸۴/۶۵^{b}	۹۸۰۳/۰^{a}	۱۱۲۸۱/۹^{abc}	۴۵/۷۹^{a}
کود اوره با پوشش آگار	۱۴۵/۴۳^{ab}	۴/۶۷^{a}	۱۳/۲۲^{a}	۹۶/۳۸^{ab}	۹۴۴۰/۰^{a}	۱۱۷۵۱/۳^{ab}	۴۴/۲۴^{ab}
کود اوره با پوشش کیتین	۱۵۳/۲۳^{a}	۴/۵۴^{a}	۱۲/۸۶^{a}	۱۰۴/۵۱^{a}	۹۸۵۳/۳^{a}	۱۲۴۷۱/۶^{a}	۴۴/۱۲^{ab}
LSD	۱۱/۰۰	۰/۳۰	۱/۸۶	۱۵/۱۱	۱۳۲۱/۷	۱۳۶۷/۰	۳/۹۷

در هر ستون و برای هر عامل آزمایشی، میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند، براساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری ندارند.

مغذی در محلول خاک موجب افزایش ارتفاع بوته ذرت خواهد شد. این یافته‌ها مطابق با نتایج به‌دست آمده توسط تاجیک و همکاران (۳۵) بود.

طول بلال

طول بلال با احتمال خطای یک درصد تحت تأثیر اثر متقابل تیمار آبیاری و نوع کود پوشش‌دار قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین طول بلال نشان داد بیشترین و کمترین طول بلال در ترکیب تیماری کود اوره با پوشش کیتین و آبیاری کامل (میانگین ۲۳/۶۵ سانتی‌متر) و ترکیب تیمار کودی شاهد (بدون کود نیتروژن) با ۶۰ درصد نیاز آبی (میانگین ۱۳/۵۴ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۴). با استفاده از کود کندرها ضمن کاهش سرعت حذف کود از خاک توسط آبیاری، مواد معدنی برای یک مدت زمان طولانی در اختیار گیاه قرارگرفت و درنتیجه هم‌زمان با رشد اندام زایشی موجب افزایش طول اندام تشکیل‌دهنده عملکرد اقتصادی شد. کاهش طول بلال همراه با کاهش مصرف آب، به‌علت عدم وقوع حداکثر پتانسیل رشدی بلال‌ها در نتیجه تأخیر در مرحله رشد بلال و کاهش مواد پرورده جهت رشد بلال بود. شعاع حسینی و همکاران (۳۲) اثر منفی تنش خشکی بر طول بلال را گزارش نمودند. تحقیقات نشان داد کود اوره کندرها نسبت به عدم مصرف کود اوره و کود اوره بدون پوشش به‌ترتیب موجب ۴۴/۴۴ و ۱۶/۵۲ درصد افزایش در طول بلال ذرت شد (۵).

قطر بلال

تیمار آبیاری و نوع کود پوشش‌دار با احتمال خطای یک درصد موجب اختلاف معنی‌دار در قطر بلال ذرت شیرین شد و اثر متقابل این تیمارها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد کاهش حجم آب مورد نیاز گیاه به‌ترتیب موجب ۷/۷۹ و ۱۴/۲۴ درصد کاهش در قطر بلال ذرت شیرین در تیمارهای ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی شد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد در شرایط تنش خشکی کاهش قطر بلال بر اثر کاهش فتوسنتز جاری، کاهش تجمع ماده خشک و کمبود انتقال مواد فتوسنتزی رخ می‌دهد. نتایج حاصل از پژوهش موسوی (۲۴) نیز تأثیر منفی تنش خشکی بر قطر بلال را گزارش نمود. اثر کود اوره با پوشش پلیمری بر قطر بلال نشان داد کود مصرفی موجب ۱۲/۰۱ و ۲۸/۸۶ درصد افزایش قطر بلال نسبت به کود اوره بدون پوشش و شاهد (بدون کود نیتروژن) شد (جدول ۴). در این تحقیق از کودهای اوره پوشش‌دار و بدون پوشش پلیمری فقط در ابتدای کاشت ذرت شیرین استفاده شد، بنابراین در تیمار شاهد بدون کود نیتروژن احتمال کاهش فراهمی نیتروژن در مراحل انتهایی رشد ذرت شیرین به‌دلیل هدررفت نیتروژن توسط فرآیندهای آبشویی، معدنی شدن و غیره وجود داشت. همچنین با توجه به آزادسازی آهسته و طولانی مدت نیتروژن در کودهای اوره پوشش‌دار با ترکیبات پلیمری، می‌توان بیان کرد افزایش قطر بلال در کودهای اوره پوشش‌دار ممکن است به‌دلیل فراهمی بیشتر نیتروژن در طول دوره رشد بلال باشد. افزایش تقسیم سلولی و تأثیر نیتروژن در بزرگ شدن اندازه سلول‌ها باعث افزایش طول و قطر بلال می‌گردد (۳۹). امل و همکاران (۲) نیر تأثیر مثبت کود کندرها بر قطر بلال در ذرت را تأیید نمودند.

تعداد ردیف دانه در بلال

ارزیابی تعداد ردیف دانه در بلال، اختلاف معنی‌داری را در هر دو تیمار آبیاری و نوع کود مصرفی نشان داد (جدول ۲). کاهش در مقدار آبیاری (تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی) موجب ۲۸/۲۳ درصد کاهش در تعداد ردیف دانه در بلال شد (جدول ۳). به‌نظر می رسد افزایش تعداد ردیف دانه در بلال همراه با افزایش آبیاری بیانگر این مطلب باشد که مقادیر مختلف آبیاری، دریافت مواد فتوسنتزی توسط مقاصد فیزیولوژیکی را تحت تأثیر قرار داده است. در مطالعه اردلان و همکاران (۴) آبیاری پس از ۷۵ درصد تخلیه رطوبتی موجب ۴۷/۲۵ درصد کاهش تعداد ردیف دانه در بلال نسبت به شاهد (۴۰ درصد تخلیه رطوبتی) شد. مقایسه میانگین نوع کود مصرفی بر تعداد ردیف دانه در

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل اثر تیمار آبیاری و کود نیتروژن طول بلال، تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه کنسروی در هکتار

		شاهد بدون کود نیتروژن	کود اوره بدون پوشش	کود اوره با پوشش گوگرد	کود اوره با پوشش نشاسته	کود اوره با پوشش آگار	کود اوره با پوشش کیتین
طول بلال (cm)	آبیاری کامل	۱۵/۰۸^{jk}	۱۸/۰۸^{fghi}	۲۰/۸۳^{bcde}	۲۲/۰۸^{abc}	۲۲/۵۷^{ab}	۲۳/۶۵^{a}
	۸۰ درصد نیاز آبی	۱۳/۵۴^{kl}	۱۶/۸۰^{hij}	۱۸/۲۵^{fgh}	۲۱/۵۲^{bcd}	۲۰/۹۴^{bcde}	۱۹/۵۴^{defg}
	۶۰ درصد نیاز آبی	۱۱/۸۳^{l}	۱۸/۱۲^{ij}	۲۰/۱۳^{cdef}	۲۰/۰۴^{cdefg}	۱۹/۰۷^{efg}	۱۷/۹۳^{ghi}
تعداد دانه در ردیف	آبیاری کامل	۹/۹۱^{gh}	۲۳/۶۶^{ab}	۲۱/۳۳^{bc}	۲۲/۹۲^{ab}	۲۳/۶۶^{ab}	۲۵/۸۳^{a}
	۸۰ درصد نیاز آبی	۶/۳۱^{gh}	۱۵/۴۵^{ef}	۱۸/۲۵^{cdef}	۱۹/۹۸^{bcd}	۱۹/۶۷^{bcde}	۲۰/۹۹^{bc}
	۶۰ درصد نیاز آبی	۵/۸۶^{h}	۱۰/۳۴^{g}	۱۴/۶۶^{f}	۱۴/۹۲^{f}	۱۵/۹۸^{def}	۱۷/۳۳^{cdef}
عملکرد دانه کنسروی (kg/hec)	آبیاری کامل	۱۲۰۶^{fg}	۵۵۶۹^{ab}	۴۹۵۲^{bcd}	۶۸۶۱^{ab}	۶۸۷۴^{ab}	۷۱۴۲^{a}
	۸۰ درصد نیاز آبی	۹۲۲^{g}	۲۰۶۲^{fg}	۲۰۵۹^{def}	۴۱۴۵^{cde}	۴۵۵۹^{cde}	۴۶۰۱^{cde}
	۶۰ درصد نیاز آبی	۸۷۱^{g}	۱۲۹۵^{fg}	۱۷۶۸^{fg}	۲۰۴۱^{fgh}	۲۰۵۰^{fg}	۲۵۷۱^{efg}

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

بلال نشان داد کود اوره با پوشش پلیمری موجب ۴۸/۷۹ درصد افزایش در تعداد ردیف دانه در بلال نسبت به شاهد بدون کود نیتروژن و ۲۳/۲۶ درصد افزایش نسبت به کود اوره بدون پوشش شد (جدول ۴). کود کندرها با تأمین پایدار و ثابت عناصر، قابلیت دسترسی به نیتروژن در طول فصل رشد را ممکن می‌سازد و موجب افزایش توانایی گیاه در تولید عملکرد و اجزاء عملکرد می‌گردد. کمبود نیتروژن نمو فنولوژیکی رویشی و زایشی گیاه را به تأخیر می‌اندازد، سرعت ظهور برگ را کاهش می‌دهد، عملکرد و اجزاء عملکرد مانند تعداد ردیف دانه و وزن هزار دانه را کاهش می‌دهد (۳۴). نتایج حاصل از مطالعات تاجیک و همکاران (۳۶) نیز تأثیر مثبت کود نیتروژن کندرها بر تعداد ردیف دانه در بلال ذرت را تأیید نمود.

تعداد دانه در ردیف

تعداد دانه در ردیف با احتمال خطای یک درصد تحت تأثیر برهمکنش متقابل تیمار کود و آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین و کمترین تعداد دانه در ترکیب تیماری کود اوره با پوشش کیتین به‌همراه آبیاری کامل (میانگین ۲۵/۸۳) و ترکیب تیماری شاهد بدون کود نیتروژن به‌همراه ۶۰ درصد آبیاری (میانگین ۶/۳۱) مشاهده شد (جدول ۴). ذرت نیازمند مقادیر قابل توجه کود نیتروژنه برای دست‌یابی به عملکرد و کیفیت بالا است. استفاده از کود کندرها با کاهش سرعت حذف کود و قرار دادن عناصر غذایی در اختیار گیاه موجب افزایش اجزاء عملکرد اقتصادی خواهد شد. مقدار بالاتر نیتروژن قابل‌دسترس همراه با آب مورد نیاز گیاه موجب افزایش تعداد دانه در بلال خواهد شد. فرایند دانه‌بندی در گیاه ذرت به‌وسیله فتوسنتز برگ‌ها، میزان قندها، نشاسته، آبسیسیک اسید و سیتوکینین تعیین می‌شود و کمبود آب و عناصر غذایی پیش از گرده‌افشانی و نیز در مراحل اولیه گرده‌افشانی موجب کاهش دانه‌بندی در بلال می‌شود (۳۱). در مدیریت آبیاری، کم آبیاری روشی است که براساس آن ضمن وارد نیامدن خسارت شدید به گیاه در اثر تنش خشکی، در مقدار آب آبیاری صرفه‌جویی شود. تلن (۳۸) بیان نمود خسارت ناشی از تنش خشکی، به شدت و مدت تنش و همچنین زمان وقوع آن بستگی دارد. حساس‌ترین مرحله رشدی ذرت به تنش خشکی، مرحله گرده‌افشانی است و لازم است تمامی تمهیدات در مزرعه به‌منظور عدم بروز تنش طی این دوره

اندیشیده شود. این نتایج مطابق با یافته‌های تاجیک و همکاران (۳۶) بود.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه با احتمال خطای یک درصد تحت تأثیر تیمار آبیاری و نوع کود مصرفی قرار گرفت و اثر متقابل این دو تیمار بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد کاهش در مقدار آب قابل‌دسترس به‌ترتیب موجب ۲۰/۸۷ و ۳۵/۸۴ درصد کاهش در وزن هزار دانه در تیمار ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی نسبت به آبیاری کامل شد (جدول ۳). در مطالعه کوهستانی و همکاران (۲۰) وزن هزار دانه در هر دو سطح خشکی ۷۵ و ۵۰٪ نیاز آبی به‌ترتیب ۸ و ۱۷/۲ درصد کاهش یافت. کاهش آب قابل دسترس ضمن کاهش سطح فتوسنتز کننده گیاه و تولید ماده خشک گیاه موجب کاهش وزن دانه می‌شود. با کاهش ارتفاع گیاه و عملکرد بیولوژیک گیاه در بوته چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نبود.

اردلان و همکاران (۴) نیز مشاهده نمودند افزایش تنش، موجب کاهش وزن هزار دانه می‌شود. مقایسه میانگین وزن هزار دانه نشان داد پوشش‌دار نمودن کود اوره موجب ۲۱/۶۸ و ۶۰/۴۳ درصد کاهش در وزن هزار دانه نسبت به شرایط مصرف کود اوره بدون پوشش و شاهد بدون کود نیتروژن شد. پوشش‌دار نمودن کود اوره با ترکیبات پلیمری به سبب رهاسازی آهسته و طولانی مدت نیتروژن موجب فراهمی مقادیر مناسب نیتروژن در مراحل مختلف رشد ذرت شده و به‌دلیل کاهش هدرروی نیتروژن نسبت به کود اوره بدون پوشش، یک‌بار مصرف این کودها تأثیر مهمی در افزایش وزن هزار دانه ذرت داشته است. ال-کرامانی (۹) نشان داد که استفاده از کودهای نیتروژن کندرها موجب افزایش وزن هزار دانه، عملکرد دانه و گیاه، عملکرد علوفه و نیتروژن دانه و محتوی پروتئین دانه گندم در مقایسه با دیگر منابع نیتروژن شد.

عملکرد دانه کنسروی در هکتار

عملکرد دانه کنسروی با احتمال خطای یک درصد تحت تأثیر برهمکنش متقابل تیمار کود و آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد دانه کنسروی در ترکیب تیماری کود اوره با پوشش کیتین به‌همراه آبیاری کامل (میانگین ۷۱۴۲ کیلوگرم در هکتار) و ترکیب تیماری شاهد بدون کود نیتروژن به‌همراه ۶۰ درصد آبیاری (میانگین ۸۷۱ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول ۴). نیتروژن موجب توسعه سطح برگ و حفظ عملکرد برگ در طول دوره رشد گیاه و افزایش مقدار تجمع ماده خشک در طول پر شدن دانه می‌شود (۴۰). کود کندرها با هماهنگی بین عرضه و تقاضای گیاه موجب افزایش شاخص سطح برگ و طول عمر برگ شده و به حفظ تولید مواد فتوسنتزی در زمان پر شدن دانه کمک کرده و موجب افزایش ماده خشک دانه در این دوره و عملکرد دانه می‌شود. از سوی دیگر آبیاری مناسب از طریق در اختیار قرار دادن عنصر غذایی (نیتروژن) موجب افزایش رشد و تأثیر بر بیوماس گیاه شده و در نهایت ماده خشک کل گیاه و عملکرد دانه را افزایش می‌دهد. در مطالعه فریدونی و همکاران (۱۱) عملکرد دانه کنسروی ذرت شیرین تحت تأثیر برهمکنش آبیاری و نیتروژن قرار گرفت.

عملکرد بلال در هکتار

نتایج حاصل از آنالیز آماری داده‌ها نشان داد عملکرد بلال در هکتار با احتمال خطای یک درصد تحت تأثیر تیمار آبیاری و نوع کود مصرفی قرار گرفت و اثر متقابل این دو فاکتور بر وزن بلال در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد با کاهش مقدار آب قابل‌دسترس به‌ترتیب وزن بلال در هکتار ۲۲/۴ و ۴۰/۳۳ درصد در سطوح ۸۰ و ۶۰ درصد آبیاری کاهش یافت (جدول ۳). کاهش در اجزای عملکرد بلال (تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف) موجب کاهش دانه در بلال و عملکرد بلال در هکتار شد. پاک‌نژاد و همکاران (۲۸) در آزمایشی مشابه اعلام نمودند، تنش خشکی بر عملکرد دانه و

کلیه اجزای عملکرد اثر معنی‌داری داشته و تنش شدید موجب ۳۷ درصد کاهش عملکرد گردید. مقایسه میانگین داده‌های نوع کود اوره مصرفی بر عملکرد بلال در هکتار نشان داد کود اوره پوشش‌دار موجب بهبود عملکرد بلال شد؛ به‌نحوی‌که کود اوره با پوشش پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر موجب ۲۰/۲۸ و ۶۱/۷۷ درصد افزایش عملکرد بلال نسبت به تیمار کود اوره و شاهد بدون کود نیتروژن شد (جدول ۳). کمبود نیتروژن عملکرد دانه ذرت را از طریق کاهش تعداد و وزن دانه‌ها تحت تأثیر قرار می‌دهد. نیتروژن، میزان ماده خشک اندام‌های هوایی گیاه را افزایش می‌دهد که این مسئله، به‌طور مثبتی با عملکرد دانه در غلات و لگوم‌ها ارتباط دارد (۱۰). از آنجا که ارتفاع گیاه ناحیه سبز بیشتری را تشکیل می‌دهد که باعث افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش عملکرد دانه می‌شود. افزایش ارتفاع گیاه در تیمار کود اوره با پوشش کیتین سطح سبز بیشتر و مواد فتوسنتزی بیشتر و عملکرد بلال بیشتری را موجب شد. آمانی و همکاران (۳) اظهار نمودند وزن بلال تحت تأثیر تیمار کود کندرها قرار گرفت و استفاده از این کودها موجب افزایش وزن بلال و تعداد دانه در بلال می‌شود. کاهش نیتروژن و اثر بر سقط تخمک پس از لقاح موجب کاهش عملکرد می‌شود. سقط تخمک می‌تواند باعث محدود شدن تولیدات فتوسنتزی نیز شود که به‌نوبه خود، در رشد رویشی و زایشی نیز تأثیرگذار خواهد بود (۸). کود کندرها قابلیت دسترسی به نیتروژن را در انتهای فصل رشد افزایش می‌دهد و موجب پر شدن دانه تشکیل شده می‌شود. نیتروژن فعالیت فتوسنتزی مخزن را بهبود بخشیده و موجب افزایش تولید بلال می‌شود. می‌یان و همکاران (۲۳) اظهار نمودند، کاربرد کود اوره کندرها موجب افزایش عملکرد در گیاه می‌شود.

عملکرد علوفه در هکتار

ارزیابی عملکرد علوفه در هکتار اختلاف معنی‌داری را در هر دو فاکتور آبیاری و نوع کود مصرفی نشان داد (جدول ۲). کاهش در مقدار آب قابل‌دسترس به‌ترتیب موجب ۱۴/۰۴ و ۲۸/۲۹ درصد کاهش در وزن گیاه در هکتار در تیمار ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی شد (جدول ۳). به‌طورکلی افزایش تجمع ماده خشک نشان دهنده توانایی سایه‌انداز گیاهی در استفاده از عوامل محیطی نظیر نور و مواد غذایی برای تولید ماده خشک است. مقدار آب قابل دسترس مورد نیاز گیاه در طول فصل رشد از طریق بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی موجب افزایش تجمع ماده خشک در اندام رویشی و عملکرد علوفه می‌گردد. مسجدی و همکاران (۲۲) نیز کاهش عملکرد علوفه در نتیجه تنش خشکی در ذرت تأیید نمودند. مقایسه میانگین کود اوره مصرفی بر عملکرد بیولوژیک در هکتار نشان داد پوشش کود اوره با پلیمر زیست تخریب‌پذیر به‌ترتیب موجب ۱۴/۸۸ و ۴۹/۹۷ درصد افزایش در عملکرد علوفه نسبت به استفاده از کود اوره و شاهد بدون کود نیتروژن شد (جدول ۳). افزایش ماده خشک در ذرت با افزایش مصرف نیتروژن، فعالیت آنزیم‌های شرکت کننده در واکنش‌های فتوسنتزی را افزایش داده که در نتیجه تجمع مواد فتوسنتزی در گیاه و کارایی فتوسنتزی افزایش یافته و در نهایت بیوماس گیاه افزایش می‌یابد. بنابراین کودهای اوره پوشش داده شده با ترکیبات پلیمری به سبب افزایش فراهمی نیتروژن در دوره رشد گیاه موجب افزایش عملکرد علوفه شده‌اند. در مطالعه آمانی و همکاران (۳) نیز استفاده از کود اوره کندرها موجب افزایش عملکرد علوفه در گیاه شد.

شاخص برداشت بلال

نتایج تجزیه واریانس داده‌های شاخص بلال برداشت نشان داد اثر سطوح آبیاری و نوع کود اوره مصرفی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین میزان شاخص برداشت به‌ترتیب در تیمار با آبیاری کامل (میانگین ۴۵/۳۲ درصد) و تیمار ۶۰ درصد نیاز آبی (میانگین ۴۰/۷۸ درصد) مشاهده شد (جدول ۳). سینکلر و همکاران (۳۳) عقیده دارند که شاخص برداشت گیاه ذرت عملاً ثابت است زیرا همان‌طورکه تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه

می‌شود وزن خشک کل نیز کم می‌شود، مگر اینکه تنش شدید باعث کاهش عملکرد دانه به‌میزان زیاد شود و درنتیجه شاخص برداشت کاهش پیدا کند. کریمی و همکاران (۱۷) گزارش نمودند کمبود آب ازجمله عوامل محدود کننده رشدونمو گیاه است که علاوه بر کاهش ماده خشک تولیدی، موجب اختلال در تسهیم کربوهیدرات‌ها به دانه و درنتیجه کاهش شاخص برداشت می‌شود. مقایسه میانگین شاخص برداشت نشان داد استفاده از کود کندرها به‌ترتیب موجب ۷/۵۴ و ۱۷/۲ درصد افزایش در شاخص برداشت تیمار مصرف کود اوره بدون پوشش و شاهد بدون کود نیتروژن شد (جدول ۳). بین سطوح کودی با پوشش پلیمری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. افزایش در شاخص برداشت در کودهای پوشش‌دار در مقایسه با کودهای رایج اثر این کودها را در افزایش عملکرد در مقایسه با عملکرد بیولوژیک نشان می‌دهد. نتایج این تحقیق مطابق با یافته‌های تاجیک و همکاران (۳۶) بود.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، پوشش‌دار کردن کود اوره با پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر، موجب بهبود صفات مورفولوژیک و افزایش عملکرد ذرت شیرین شد. پوشش‌دار نمودن کودها به‌دلیل کاهش سرعت رهایش عنصر در خاک موجب هماهنگ‌سازی زمان عرضه عنصر در خاک و نیاز گیاه شده و افزایش عملکرد گیاه را به‌دنبال داشت. ضمن آنکه می‌توان انتظار داشت با کاهش تلفات عنصر از طریق آبشویی مصرف کودهای شیمیایی کاهش یابد. از سوی دیگر در مدیریت آبیاری، کاهش حجم آبیاری می‌بایست به‌صورتی باشد که ضمن وارد نیامدن خسارت شدید به گیاه در اثر تنش خشکی، در مقدار آب آبیاری صرفه‌جویی می‌شود. در این پژوهش کاهش ۲۰ درصد حجم آبیاری ضمن کاهش قابل پذیرش ۲۲/۴ درصدی در عملکرد بلال در هکتار می‌تواند به صرفه‌جویی در مصرف آب کمک نماید.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین به‌خاطر حمایت مادی و معنوی در اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. Allen R. G., L. S. Pereira, D. Raes and M. Smit. 1998. Crop Evapotranspiration FAO Irrigation and Drainage Paper No 56. Rome.
2. Amal, G., A. Nabila, M. Zaki, M. S. Hassanein, SH. Bakhoum and M. M. Tawifk. 2016. Influence of Nitrogen Fertilizer Sources on Yield and Its Components of Some Maize Varieties. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* 7: 1005-1015.
3. Amany, A. B., M. Zeidan and M. Hozayn. 2006. Yield and quality of maize (*Zea mays* L.) as affected by slow-release nitrogen in newly reclaimed sandy soil. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science* 1: 239-242.
4. Ardalan, V., F. Aghayari, F. Paknezhad, M. Sadeghi-shojaee, SH. Esmaeilzade-khorsani and Z. Fatemi. 2011. Effects of water deficit stress and different irrigation methods on yield and yield components in two hybrids of Corn (*Zea mays* L.). *Journal of Agronomy and Plant Breeding* 8(3): 175-189. (In Farsi).
5. Awaad, S. M. 2013. Effect of slow release nitrogen fertilizer on maize plants grown on new reclaimed soil. Available online in http://www.agrosym.rs.ba/agrosym/agrosym.
6. Azizian, A. and A. R. Sepaskhah. 2014. Maize response to different water, salinity and nitrogen levels: agronomic behavior. *International Journal of Plant Production* 8 (1): 107-130. (Online).
7. Blackshaw, R. E., X. Hao, R. N. Brandt, G. W. Clayton, K.N. Harker, J. T. O'Donovan, E. N. Johnson and C.L. Vera. 2011. Canola response to ESN and urea in a four-year no-till cropping system. *Agronomy Journal* 103: 92–99.
8. Chen, G., Y. Zhou and Q. Shen. 2007. Ammonium nutrition increases photosynthesis rate under water stress at early development stage of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Plant and Soil* 296:115–124.

9. El-Kramany, M. F. 2001. Effect of organic manure and slow-release N-fertilizers on the productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.) in sandy soil. *Acta Agronomica Hungarica, an International Multidisciplinary Journal in Agricultural Science* 49: 379-385.
10. Fageria N. K., V. C. Baligar and R. B. Clark. 2006. Physiology of Crop Production. The Haworth Press, Binghamton New York.
11. Fereidooni, M. J., H. Farajee and H. R Owliaei.2014. Effect of Treated Urban Sewage and Nitrogen on Yield and Grain Quality of Sweet Corn and Some Soil Characteristics in Yasouj Region. *Soil and Water Journal*. 23: 44-56. (In Farsi).
12. Harder H., R. Carlson and R. Shaw. 1982. Corn grain yield and nutrient response to foliar fertilizer applied during grain fill. *Agronomy Journal* 74: 106-110.
13. Hasegawa, T., S. Sawano, S. Goto, P. Konghakote, A. Polthanee, Y. Ishigooka, T. Kuwagata, H. Toritani and J. Furuya. 2008. A model driven by crop water use and nitrogen supply for simulating changes in the regional yield of rain-fed lowland rice in Northeast Thailand. *Journal of Paddy and Water Environment* 6: 73-82.
14. Hong, D., Y. Zhang, J. Chen, Sh. Qin, X. Zheng and Sh. Li. 2013. Effects of gel-based controlled release fertilizers on Agronomic Characteristics and Physiological indices of corn. *Journal of Agricultural Science and Technology* 14(6): 820-824.
15. Ju, X. T., C. L. Kou, F. S. Zhang and P. Christie. 2006. Nitrogen balance and groundwater nitrate contamination: comparison among three intensive cropping systems on the North China Plain. *International Journal of Environmental Pollution* 143: 117–125.
16. Kalantar Ahmadi, A., S. A. Siadat, M. Barzegari and GH. Fathi. 2006. The evaluation of drought stress on morphophysiological traits and yield of corn in Dezfool. *The Scientific Journal of Agriculture* 29: 31-42. (In Farsi).
17. Karimi, A., M. Homaei, M. Maazavdelan, A. M. Laghat and F. Raeisi. 2006. Effect of fertilizer-irrigation on yield and water use efficiency in corn with drop-linear irrigation. *Journal of Agricultural Sciences* 12: 52-62. (In Farsi).
18. Kashiani, P., S. Saleh, M. Osman and D. Habibi. 2011. Sweet corn yield response to alternate furrow irrigation methods under different planting densities in a semi-arid climatic condition. *African Journal of Agricultural Research* 6: 1032-1040.
19. Koochaki, A. and M. Nasiri-Mahalati. 1993. Ecology of crop plants. Publications University of Mashhad. Mashhad. (In Farsi).
20. Koohestani, SH., N. Askari and K. Maghsoodi. 2009. Effect of superabsorbent hydrogels on corn yield under drought stress. *Iranian Water Research Journal* 71-78. (In Farsi).
21. Majnooni-Heris, A., SH. Zand-Parsa, A. R. Sepaskhah, A. A. Kamgar-Haghighi and J. Yasrebi. 2011. Modification and validation of maize simulation model (MSM) at different applied water and nitrogen levels under furrow irrigation. *Archives of Agronomy and Soil Science* 57: 401-420.
22. Masjedi, A. R., A. R. Shokoohfar and M. Alavi-Fazel. 2008. Determine the best irrigation summer corn (single cross 704) and the effect of drought stress on product information using the pan class A. *Journal of Crop Production and Processing* 12(46): 543-550. (In Farsi).
23. Mei-yan, W. 2013. Effects of Incorporation of Nano-carbon into Slow-released Fertilizer on Rice Yield and Nitrogen Loss in Surface Water of Paddy Soil. *Advanced Journal of Food Science and Technology* 5: 398-403
24. Moosavi, S. GH. 2012. The effect of water deficit stress and nitrogen fertilizer levels on morphology traits, yield and leaf area index in maize. *Pakistan Journal of Botany* 44: 1351-1355.
25. Nagarajan, S. 2010. Abiotic tolerance and crop improvement. pp. 1-11. *In:* A., Pareek, S. K. Sopory and H. Bohnert (Eds). Abiotic Stress Adaptation in Plants. Physiological, Molecular and Genomic Foundation. Springer, Dordrecht.
26. Nelson, K. A., P. C. Scharf and L. G. Bundy. 2008. Agricultural management of enhanced efficiency fertilizers in the north-central United States. Available online at https://dl.sciencesocieties.org/publications/cm/abstracts.
27. Paknezhad, F., S. Varzan, J. Ajili, M. Mirakhori and M. Nasri. 2006. Effect of drought and irrigation on yield and yield component in two hybrid of corn. *Agroecology Journal* 17: 18-26. (In Farsi).
28. Pugnaire, F. I., L. Serrano and J. Pardos. 1999. Constraints by water stress on plant growth. pp. 271-283, *In:* M. Pessarakli (Ed.), Handbook of Plant and Crops Stress, Marcel Dekker, Inc., New York, USA,
29. Ober, E. S., T. L. Setter, J. T. Madison, J. F. Thompson and P. S. Shapiro. 1991. Influence of water deficit on maize endosperm development. *Plant Physiology* 97: 154-164.
30. Rego, T. J., N. J. Grundon, C. J. Asher and D. G. Edwards .1988. Comparison of the effects of continuous and relieved water stress on nitrogen nutrition of grain sorghum. *Australian Journal of Agricultural Research* 39: 773–782.
31. Setter, T. L. 1990. Transport/harvest index: Photosynthate partitioning in stressed plants. pp. 17-36. *In:* R. G. Alscher and J. R. Cumming (Eds.). Stress Responses in Plants: Adaptation and Acclimation Mechanisms. Plant

Biology Wiley-Liss, Inc. New York.
32. Shoaa hoseyni, S. M., N. Babaeian and M. Farsi. 2001. Evaluation of drought stress on yield and yield component of corn with Path analysis. Master's thesis, University of Mazandaran, Faculty of Agricultural Sciences. (In Farsi).
33. Sinclair T. R., J. M. Bennett and R. C. Muchow. 1990. Relative sensitivity of grain yield and biomass accumulation to drought in field grown maize. *Crop Science* 30: 690-693.
34. Soltani, A., A. Waismoradi, M. Heidari and H. Rahmati. 2013. Effect of Water Deficit Stress and Nitrogen on Yield and Compatibility Metabolites on Two Medium Maturity Corn Cultivars. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 5 (7): 737-740
35. Sun, Z. X., J. M. Zheng and W. T. Sun. 2009. Coupled effects of soil water and nutrients on growth and yields of maize plants in a semi-arid region. *Journal of Pedosphere* 19: 673–680.
36. Tajik Khaveh, M., I. Allahdadi and B. Ebrahimi Hoseinzadeh. 2015. Effect of slow-release nitrogen fertilizer on morphologic traits of corn (*Zea mays* L.). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 6 (2): 546-559.
37. Tao, SH., J. Liu, K. Jin, X. Qiu, Y. Zhang, X. Ren and SH. Hu. Preparation and characterization of triple polymer-coated controlled-release urea wwith water-retention property and enhanced durability. *Journal* of *Applied Polymer Science* 120: 2103–2111.
38. Thelen, K. 2007. Assessing drought stress effects on corn yield. Field Crop Advisory Team Alert Newsletter. Michigan State Univ. Available online at http://msue.anr.msu.edu/news/assessing.
39. Tisdale, S. L. and W. L. Nelson. 1975. Soil Fertility and Fertilizers. 3rd Ed. Macmillan Publishing Company. New York, NY.
40. Tollenaar, M., A. Aguilera and S. P. Nissanka. 1997. Grain yield is reduced more by weed interference in an old than in a new maize hybrid. *Agronomy Journal* 89: 239-246.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 7, No. 3, Fall 2017, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Effect of Coated Urea Fertilizer on Yield and Yield Components of Sweet Corn (KSC 403) under Deficit Irrigation

N. Farid[1], S. A. Ataalah Siadat[2], M. R. Ghalamboran[3*] and M. R. Moradi Telavat[4]

(Received: August 25-2016; Accepted: February 22-2017)

Abstract

This study was carried out to assess the effect of coated urea fertilizer on yield and yield components of sweet corn (KSC 403) under different irrigation regimes, in Ramin Agriculture and Natural Sciences University, Iran by using strip split plot in a randomized complete block design with four replications. Three levels of deficit irrigation (100%, 80 and 60% of calculated water requirement of sweet corn) were assigned as vertical factor and six sources of urea fertilizer (without urea, un-coated urea, sulfur-coated urea fertilizer, starch-coated urea, agar-coated urea and chitin-coated urea) were assigned to horizontal factor. Effects of deficit water and source of fertilizer were statistically significant on plant height, 1000 kernel weight, ear diameter, and number of rows per ear, ear yield, biological yield and harvest index. Maximum of plant height (153.23 cm), 1000 kernel weight (104.51 g), grain yield (9853.3 kg/ha) and biological yield (12471.6 kg/ha) were obtained in chitin coated urea fertilizer. Maximum of ear diameter (4.67 cm) and number of row per ear (13.22) were achieved in agar coated urea fertilizer and that of harvest index (45.79%) was indicated by starch-coated urea. Maximum of length of ear, number of kernels per row and grain yield were 23.65cm, 25.83 and 7142 kg/ha, respectively, and were obtained with the using of chitin-coated urea fertilizer and 100% water requirement. Minimum values of these traits were 13.54 cm, 5.56 and 871 kg/ha, respectively, and were obtained by using of control (no urea application) and 60% water requirement. Results showed that biopolymer coated urea is potent to improve some morphological characteristics and increase grain yield of sweet corn.

Keywords: Urea coated fertilizer, Grain dry matter, Drought stress, Ear yield of sweet corn

1, 2, 4. PhD Student, Professor and Assistant Professor, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ramin Agriculture and Natural University, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Shahid Beheshti University, Iran.
*. Corresponding Author, Email: M_Ghalamboran@sbu.ac.ir