

اثر کاربرد باکتری استرپتومایسس بر عملکرد دانه و اجزای آن در ذرت سینگل کراس ۲۶۰ در شرایط تنش خشکی

Effect of Application of Streptomyces Bacterium on Grain Yield and Its Components of Maize cv. KSC260 under Drought Stress Conditions

علی ماهرخ^۱، فرهاد عزیزی^۲، اکرم صادقی^۳ و
ابراهیم کریمی^۴

- ۱- پژوهشگر، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
- ۲- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
- ۳- مربی، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی، کرج
- ۴- کارشناس، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۴/۲

چکیده

ماهرخ، ع.، عزیزی، ف.، صادقی، ا.، و کریمی، ا. ۱۳۹۰. اثر کاربرد باکتری استرپتومایسس بر عملکرد دانه و اجزای آن در ذرت سینگل کراس ۲۶۰ در شرایط تنش خشکی. مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۷ (۲): ۱۸۱-۱۶۵.

این پژوهش به منظور تعیین اثر مصرف باکتری استرپتومایسس بر عملکرد دانه و اجزای آن در ذرت زودرس، رقم KSC260، در شرایط تنش خشکی اجرا شد. اثر سه سطح آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر جمعی از سطح تشتک تبخیر (به ترتیب شاهد، تنش ملایم و شدید خشکی) و چهار سطح باکتری (شاهد، کود شیمیایی، باکتری و مخلوط کود باکتری) با سه تکرار به صورت کرت‌های خرد شده نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ ارزیابی شد. نتایج نشان داد که اثر آبیاری بر صفات وزن خشک برگ، شاخص سطح برگ، شاخص کلروفیل برگ، ارتفاع گیاه، طول بلال، قطر بلال، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد و بر تعداد روز تا ظهور کامل، فاصله بین گرده‌افشانی تا ظهور کامل، ارتفاع بلال از سطح زمین، قطر ساقه و تعداد بلال در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر مصرف باکتری بر تعداد روز تا گرده‌افشانی و ظهور کامل، تعداد برگ، وزن خشک و شاخص سطح برگ، شاخص کلروفیل برگ، قطر ساقه و بلال در سطح احتمال ۱ درصد و بر تعداد روز تا ظهور گل تاجی، تعداد بلال، تعداد ردیف دانه و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب با میانگین ۵۶۴۹ و ۳۵۷۴/۵ کیلوگرم در هکتار با آبیاری شاهد و تنش شدید حاصل شد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد، حداکثر عملکرد دانه ذرت سینگل کراس KSC260 در شرایط آب و هوایی کرج با آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر و مصرف باکتری استرپتومایسس به همراه کود شیمیایی (نیترژن و فسفر) حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، تنش خشکی، باکتری استرپتومایسس، عملکرد دانه و اجزای آن.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: ali_mahrokh229@yahoo.com

مقدمه

رشد ذرت در نواحی خشک و نیمه خشک اغلب با کاهش مقدار و تعداد دفعات آبیاری یا بارندگی محدود می‌گردد. مقدار کمتر از مقدار بهینه کود نیز رشد و نمو گیاه زراعی را کاهش می‌دهد، در نتیجه متعادل کردن همزمان این دو عامل موثر در رشد، شرایط ایده‌آل را برای رشد و باروری گیاهان زراعی فراهم می‌کند. از طرفی رشد ذرت تحت این شرایط صدماتی خواهد دید که حاصل آن نقصان عملکرد است. ادیمیز و همکاران (Edmeads *et al.*, 1994) گزارش نمودند که تنش خشکی بطور میانگین ۱۷ درصد از عملکرد سالانه ذرت دانه‌ای جهان را کاهش می‌دهد و حتی در بعضی سال‌ها در مناطق خشک کاهش محصول به بیش از ۷۰ درصد نیز می‌رسد. تحمل تنش را به توانایی گیاه در کاهش و یا ترمیم صدمه ناشی از تنش تعریف نموده‌اند. سهم بزرگی از بهبود ژنتیکی عملکرد در هیبریدهای ذرت آمریکای شمالی را به افزایش تحمل به تنش خشکی نسبت می‌دهند. رانگ (Runge, 1968) آثار سوء خشکی و گرمای زیاد را بر تولید ذرت اثبات نمود. هررو و جوهانسن (Herero and Johnson, 1981) گرده افشانی و خروج کاکل‌ها را به علت کمبود رطوبت گیاه، یک مشکل مؤثر بر کمی تعداد دانه در بلال عنوان کردند.

سطح برگ گیاهان، تحت تأثیر تنش خشکی بسته به شدت و طول دوره تنش کاهش

خواهد یافت، اما به نظر می‌رسد تعداد نهایی برگ کمتر تحت تأثیر تنش قرار گیرد (Sawada *et al.*, 1995) هررو و جانسون (Herero and Johnson, 1981) معتقدند که بیشترین حساسیت به تنش خشکی در چرخه زندگی گیاه ذرت در مرحله نمو و باروری گلچه‌ها می‌باشد. به طوری که تنش خشکی در طول گل‌دهی باعث غیرهمزمان شدن پیدایش اندام نر و ماده ذرت می‌شود. تأثیر تنش خشکی در زمان ظهور گل تاجی نه فقط مانع از توانایی گیاه برای گلدهی و پخش دانه گرده است بلکه برروی حیات دانه گرده به خصوص زمانی که همراه با دمای بالا باشد، مؤثر است (Teare and Peet, 1983).

بمنظور بهینه‌سازی مصرف آب بکارگیری سایر عوامل مؤثر، مانند استفاده از میکروارگانیزم‌های زنده خاک مثل استرپتومایسس‌ها می‌تواند مفید باشد. استرپتومایسس‌ها از طریق تجزیه مواد آلی و کمک به حاصلخیزی خاک نقش مهمی را در اکولوژی خاک بازی می‌کنند. تحریک رشد گیاه توسط استرپتومایسس‌ها به نوع خاک یا گیاه مرتبط نبوده و تحریک رشد در خاک‌های مختلف بر رشد گیاهان مختلف از جمله گندمیان و چتریان گزارش شده است (Nassar *et al.*, 2003). گونه‌های مختلف استرپتومایسس‌ها ترکیباتی شبیه جیرلین و اسید ایندول استیک تولید می‌کنند که رشد گیاه را افزایش می‌دهد. از طرفی تحریک رشد می‌تواند

می‌گردد و با حفظ ساختار DNA و پروتئین‌ها موجب بالا بردن تحمل گیاه نسبت به پاسخ‌های تخریبی از جمله تنش می‌گردد (Sadeghi et al., 2003).

در این پژوهش اثر باکتری استرپتومایسس بر عملکرد دانه، ذرت سینگل کراس ۲۶۰ در شرایط تنش خشکی در کرج مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی ۴۰۰ هکتاری، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ به اجراء درآمد. بافت خاک مزرعه رسی-شنی، با جرم مخصوص ظاهری حدود ۱/۳۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب، pH حدود ۷/۵ و هدایت الکتریکی ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر و ظرفیت زراعی حدود ۲۶ درصد وزنی می‌باشد. عملیات تهیه بستر شامل شخم برگردان، رتیواتور، دیسک و تسطیح بهاره بود. قبل از کاشت، به ترتیب حدود ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و فسفات آمونیوم و در مرحله ۸-۶ برگی نیز معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره بصورت سرک بر اساس آزمون خاک (جدول ۱) توزیع شد و آبیاری صورت گرفت.

آزمایش با استفاده از بلوک‌های خرد شده نواری (Strip plots) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش آبیاری در سه سطح ۷۰ (شاهد)،

در اثر افزایش مواد غذایی قابل دسترس گیاه باشد (Nassar et al., 2003). برخی از گونه‌های استرپتومایسس نیز با تولید آزادسازی سیدروفورها در ریزوسفر گیاهان، آهن موجود در خاک را به فرم محلول و قابل دسترس برای گیاه تبدیل می‌کنند (Tokala et al., 2002). در تحقیقات به عمل آمده بر روی غلات و سبزیجات مشخص شده است که اثر استرپتومایسس‌ها روی عملکرد دانه غلات متفاوت ولی روی رشد سبزیجات یکنواخت می‌باشد (Bruehl, 1975). گیاهان دولپه قادر به جذب Fe^{+} از سیدروفورهای میکروبی می‌باشند (Crowley et al., 1991). استفاده مستقیم از سیدروفورهای میکروبی به عنوان منبع آهن بررسی شده و تأثیر آن در ممانعت از تنش کمبود آهن و افزایش محصول گزارش گردیده است (Sadeghi et al., 2003). تولید سیدروفور توسط استرپتومایسس‌ها که خاصیت آنتاگونیستی داشته و موجب افزایش رشد گیاه می‌گردند نیز بررسی و گزارش شده است (Sadeghi et al., 2006). گونه‌هایی از استرپتومایسس توانایی تولید محلول‌های سازگار مانند اکتواین را دارا می‌باشند. اکتواین تحت تأثیر شرایط نامناسب محیطی مانند خشکی از ساختار DNA و پروتئین‌ها حفاظت می‌کند (Malin and Lapidot, 1996). از آنجا که اکتواین در آب محلول است مقداری از آن وارد ریزوسفر شده و توسط گیاه جذب

جدول ۱- آزمون خاک برای نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در خاک محل آزمایش در سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹

Table 1. Soil analysis for nitrogen, phosphorous and potassium at experimental sites in 2009 and 2010 growing seasons

سال	فسفر	پتاسیم	نیتروژن (%)
Year	P (ppm)	K (ppm)	N%
2009	4.0	169.2	0.100
2010	24.5	321.0	0.014

حشره کش سویین به میزان ۳ لیتر در هکتار استفاده شد.

برای تعیین حجم آب مصرفی در هر آبیاری، قبل از آبیاری نمونه برداری از خاک تیمارهای مورد نظر تا عمق توسعه ریشه انجام و درصد رطوبت وزنی خاک تعیین شد. حجم آب آبیاری با استفاده از روابط ۱ و ۲ در هر آبیاری تعیین گردید (Mahrokh and Khajehpour, 2010).

[رابطه ۱]

$$H = \rho b(\theta_{F.C} - \theta_m).D$$

[رابطه ۲]

$$V = H \times A$$

در روابط ۱ و ۲، H نشان دهنده ارتفاع آب داخل کرت، ρb جرم مخصوص ظاهری خاک، $\theta_{F.C}$ رطوبت در حد ظرفیت مزرعه، θ_m رطوبت جرمی کرت مورد نظر در زمان آبیاری، D عمق توسعه ریشه، V حجم آب آبیاری در کرت و A مساحت کرت است.

مقدار آب مصرفی با استفاده از کنتور که در ابتدای فلکه اصلی قرار داده شده بود، کنترل شد. آبیاری نیز با استفاده از لوله‌های هیدروفلوم

۱۰۰ (تنش ملایم) و ۱۳۰ (تنش شدید) میلی متر تبخیر تجمعی از سطح تشتک تبخیر کلاس A، و باکتری در چهار سطح بدون باکتری و کود (شاهد)، کود شیمیایی، باکتری و مخلوط کود و باکتری به صورت تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفتند. کاشت بصورت جوی و پشته، فاصله پشته‌ها از هم ۷۵ سانتی متر و فاصله بوته‌ها پس از تنک کردن در مرحله ۲-۴ برگی، حدود ۱۸ سانتی متر (تراکم کاشت حدود ۷/۵ بوته در متر مربع) و هر کرت آزمایشی شامل ۷ خط کاشت به طول ۵ متر بود. هنگام کاشت تلقیح بذر با باکتری در عمق کاشت بذر به میزان ۱۰۰ کیلوگرم ماسه آلوده به باکتری استرپتومایسس تهیه شده از موسسه بیوتکنولوژی کرج (تراکم 2×10^6 باکتری در هر گرم ماسه) در هکتار صورت گرفت. تیمارهای آبیاری پس از آبیاری پنجم در مرحله استقرار گیاه (۶-۸ برگی) اعمال شد. برای مبارزه با علف‌های هرز قبل از کاشت از علف کش ارادیکان بمقدار ۶ لیتر در هکتار و پس از کاشت نیز، یکبار وجین دستی در مرحله ۴-۶ برگی انجام گرفت. برای مبارزه با آفات ذرت در همین مرحله از

و دریچه‌هایی که در ابتدای خطوط کاشت تعبیه شده بود صورت گرفت.

اندازه‌گیری شاخص سطح برگ (Leaf area index)، وزن خشک برگ و تعداد برگ در مرحله ظهور کاکل روی ۶ بوته متوالی از هر تیمار صورت گرفت و شاخص سطح برگ با دستگاه دیجیتالی مدل Li-3100 c برآورد شد. در همین مرحله اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ (Chlorophyll content index) با استفاده از دستگاه کلروفیل متر مدل Opti-Sciences CCM-200 انجام شد. بدین ترتیب که شش بوته بطور تصادفی انتخاب و عدد کلروفیل متر در برگ گل تاجی و برگ بلال در سه ناحیه نوک، وسط و قاعده در یک طرف رگبرگ اصلی قرائت شد. برای محاسبه عملکرد بیولوژیک، در زمان رسیدگی فیزیولوژیک یعنی زمان تشکیل لایه سیاه رنگ در انتهای بذر، شش بوته متوالی از سطح زمین برداشت و در آون با دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت یک هفته قرار داده شد، سپس با ترازوی دقیق (۰/۰۱ گرم) توزین گردید. برداشت نهایی نیز از سطحی معادل ۷/۵ متر مربع در زمان رسیدگی (رطوبت دانه ۱۴ درصد) برای تخمین عملکرد دانه و اجزای آن صورت گرفت، میزان رطوبت دانه نیز با استفاده از دستگاه رطوبت سنج دیجیتالی مدل DICKEY john تخمین زده شد.

برای محاسبه کارایی مصرف آب

(Water use efficiency) عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد (بر حسب کیلوگرم در هکتار) تقسیم بر مقدار مصرف آب (بر حسب متر مکعب در هکتار) شد. مقدار مصرف آب در دو سال آزمایش طبق جدول ۲ برآورد شد. برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده گردید. بر روی داده‌های دو سال تجزیه واریانس مرکب انجام شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

صفات فنولوژیک

از نظر تعداد روز از کاشت تا ظهور کاکل، بین تیمار آبیاری بهینه و تنش ملایم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، ولی با افزایش شدت خشکی در تنش شدید، تعداد روز تا ظهور کاکل به ۶۷ روز افزایش یافت که این تفاوت معنی‌دار بود (جدول ۳). فاصله بین گرده‌افشانی تا ظهور کاکل که در تلقیح دانه بسیار مهم می‌باشد، در تیمار تنش شدید بطور معنی‌داری نسبت به آبیاری بهینه و تنش ملایم افزایش یافت (جدول ۳). بنابراین خشک شدن کاکل در زمان گرده‌افشانی و عدم تلقیح دانه در شرایط تنش شدید قابل پیش‌بینی است. تنش خشکی به خصوص در مرحله گل‌دهی باعث کندی جریان مواد آسمیلات به اندام‌های در حال رشد از جمله کاکل‌ها می‌شود و در نتیجه

جدول ۲- مقدار مصرف آب (متر مکعب در هکتار) در رژیم‌های مختلف آبیاری در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹

Table 2. Water use ($m^3 ha^{-1}$) in different irrigation regimes in 2009 and 2010

سال Year	آبیاری بهینه Optimum irrigation	تنش ملایم Mild stress	تنش شدید Severe stress
2009	10869.62	9802.95	8736.28
2010	9734.00	9134.00	8334.00

جدول ۳- مقایسه میانگین‌ها برای خصوصیات فنولوژیک ذرت سینگل کراس ۲۶۰ تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و باکتری

Table 3. Mean comparison for phenological characteristics of maize cv. KSC260 as affected by different levels of irrigation and bacterium

Treatment	تیمار	تعداد روز تا ظهور گل تاجی Days to tasseling	تعداد روز تا گرده افشانی Days to anthesis	تعداد روز تا ظهور کاکل Days to silking	فاصله بین گرده‌افشانی تا ظهور کاکل (روز) Anthesis-silking interval (days)
		رژیم آبیاری Irrigation regime			
Control	شاهد	58.37a	61.16a	65.45b	4.29b
Mild stress	تنش ملایم	58.45a	61.16a	65.79b	4.62b
Severe stress	تنش شدید	58.00a	60.79a	67.00a	6.20a
باکتری Bacterium					
Control	شاهد	59.22a	61.83b	67.16a	5.33a
Fertilizer (F)	کود شیمیایی	56.94b	59.77c	65.22b	5.44a
Bacteria (B)	باکتری	59.61a	62.44c	66.61a	4.16a
F and B	کود و باکتری	57.33b	60.11c	65.33b	5.22a
		سال Year			
2009		59.97a	62.80a	68.33a	5.52a
2010		56.58b	59.27b	63.83b	4.55a

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column and for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

(Banziger *et al.*, 2000). شاید دلیل دیگر این

باشد که در شرایط تنش خشکی فتوسنتز کاهش

ظهور آن‌ها به تأخیر می‌افتد. بنابراین فاصله بین

گرده‌افشانی و ظهور کاکل افزایش می‌یابد

یافته و در نتیجه ظهور کاکل به تأخیر می‌افتد که منجر به افزایش فاصله بین گرده‌افشانی و ظهور کاکل می‌شود. هررو و جوهانسن (Herero and Johnson, 1981) نیز غیر هم‌زمانی گرده‌دهی و خروج کاکل را به علت کمبود رطوبت دسترس گیاه، یک مشکل مؤثر بر کاهش تعداد دانه در بلال عنوان کردند.

تفاوت میانگین تیمار مصرف باکتری بر مراحل فنولوژیک گیاه با تیمار شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۳). بنابراین باکتری به تنهایی نمی‌تواند عاملی تأثیرگذار در جهت کاهش دوره بین گرده‌افشانی تا ظهور کاکل برای افزایش باروری و لقاح باشد.

خصوصیات فیزیولوژیک برگ

با افزایش تنش رطوبتی در تنش ملایم وزن حدود خشک برگ ۷ درصد کاهش یافت و با افزایش بیشتر خشکی در شرایط تنش شدید وزن خشک برگ حدود ۱۰/۴ درصد نسبت به تنش ملایم کاهش یافت (جدول ۴). بیشترین وزن خشک برگ با میانگین حدود ۲۰۶/۴ گرم در متر مربع متعلق به آبیاری بهینه و کمترین آن با میانگین حدود ۱۷۲ گرم در متر مربع متعلق به تیمار تنش شدید بود.

با اعمال آبیاری بهینه حداکثر شاخص سطح برگ با میانگین ۳/۳ بدست آمد. با افزایش دور آبیاری در تیمار تنش ملایم شاخص سطح برگ تغییر محسوسی نداشت ولی شرایط خشکی شدید منجر به ریزش شدیدتر برگ‌ها و پیر شدن آنها شد که این امر باعث کاهش شاخص

سطح برگ به حداقل ۲/۷ شد (جدول ۴). محققان دیگر بیان کرده‌اند که تنش خشکی از طریق کاهش تولید و رشد برگ‌ها (Cakir, 2004)، افزایش پیری آنها و کاهش تقسیم سلولی (Wolf et al., 1988) شاخص سطح برگ را کاهش می‌دهد.

شاخص کلروفیل برگ در شرایط آبیاری بهینه ۴۱/۶۴ درصد بود. با افزایش دور آبیاری در تنش ملایم میزان سبزینه‌گی برگ ۱۴/۰۴ درصد کاهش یافت، ولی در تنش شدید کاهش شاخص کلروفیل نسبت به تنش ملایم معنی‌دار نبود (جدول ۴).

بیشترین تعداد برگ در گیاه از مصرف کود و باکتری به تعداد ۱۳/۷۲ برگ حاصل شد که این مقدار با مصرف کود به تنهایی معنی‌دار نبود. کمترین تعداد برگ نیز در تیمار شاهد با میانگین ۱۱/۶۴ برگ در هر بوته حاصل شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد مصرف باکتری به تنهایی نمی‌تواند مانند مصرف کود در افزایش تعداد برگ در گیاه مؤثر باشد.

بیشترین و کمترین مقدار وزن خشک برگ و شاخص سطح برگ، به ترتیب به مقدار ۲۲۴/۸۱ و ۱۴۳/۶۴ گرم در هر مترمربع و ۳/۶۰ و ۲/۴۱ با مصرف کود شیمیایی و تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۴). مصرف باکتری نیز توانست شاخص سطح برگی معادل با ۳/۰۳ را در گیاه ایجاد نماید. میزان کلروفیل برگ نیز در تیمارهای کود، باکتری و کود و باکتری افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشتند

جدول ۴- مقایسه میانگین‌ها برای خصوصیات فیزیولوژیک برگ ذرت سینگل کراس ۲۶۰ تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و باکتری

Table 4. Mean comparison for physiological characteristics of maize cv. KSC260 leaf as affected by different levels of irrigation and bacterium

Treatment	تیمار	تعداد برگ در گیاه	وزن خشک برگ (گرم در متر مربع)	شاخص سطح برگ	شاخص کلروفیل برگ
		Leaf No. plant ⁻¹	Leaf dry weight (g/m ²)	LAI	Chlorophyll content index
Irrigation regime رژیم آبیاری					
Control	شاهد	13.01a	206.42a	3.34a	41.64a
Mild stress	تنش ملایم	13.05a	191.87b	3.26a	35.79b
Severe stress	تنش شدید	12.30a	171.95c	2.70b	32.74b
Bacterium باکتری					
Control	شاهد	11.64b	143.64c	2.41c	29.87b
Fertilizer (F)	کود شیمیایی	13.59a	224.81a	3.60a	40.21a
Bacteria (B)	باکتری	12.18b	175.57b	3.03b	36.51a
F and B	کود و باکتری	13.72a	216.32a	3.37ab	40.30a
Year سال					
2009		12.69a	62.80a	3.18a	34.71b
2010		12.89a	59.27a	3.02a	38.73a

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using Duncan's Multiple Range Test.

مقدار با ارتفاع گیاه در تیمار تنش ملایم تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۵). با افزایش دور آبیاری در تنش شدید، ارتفاع بوته نسبت به آبیاری بهینه ۱۴/۰۵ درصد کاهش یافت. در شرایط تنش خشکی جریان آسمیلات‌ها به اندام‌های در حال رشد کاهش یافته و از توسعه سلولی ممانعت به عمل می‌آید. این امر منجر به کاهش سطح برگ و سپس کاهش ارتفاع گیاه می‌شود که حتی با کاهش تنش نیز اندام‌های تحت تأثیر قرار گرفته دیگر به توسعه کامل

(جدول ۴). مصرف کود و باکتری بصورت توأم باعث شد که اکثر خصوصیات فیزیولوژیک برگ در حداکثر باشند. بنابراین مصرف کود و باکتری به بصورت توأم نیز می‌تواند در جهت تولید حداکثر مواد فتوسنتزی و در نتیجه حداکثر عملکرد مؤثر باشد.

خصوصیات مورفولوژیک

بیشترین ارتفاع گیاه با میانگین ۱۷۹/۵۰ سانتی‌متر در آبیاری بهینه بدست آمد که این

جدول ۵- مقایسه میانگین‌ها برای خصوصیات مورفولوژیک ذرت سینگل کراس ۲۶۰ تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و باکتری

Table 5. Mean comparison for morphological characteristics maize cv. KSC260 as affected by different levels of irrigation and bacterium

Treatment	تیمار	ارتفاع گیاه	ارتفاع بلال	قطر ساقه	طول بلال	قطر بلال
		(سانتی‌متر)	(سانتی‌متر)	(میلی‌متر)	(سانتی‌متر)	(سانتی‌متر)
		Plant height (cm)	Ear height (cm)	Stem diameter (mm)	Ear length (cm)	Ear diameter (cm)
Irrigation regime رژیم آبیاری						
Control	شاهد	179.50a	91.06a	13.86a	14.14a	3.78a
Mild stress	تنش ملایم	169.31a	91.27a	13.30ab	12.60b	3.60b
Severe stress	تنش شدید	154.28b	78.39b	12.84b	11.85b	3.42c
Bacterium باکتری						
Control	شاهد	162.30a	78.28a	12.07b	12.28a	3.42c
Fertilizer (F)	کود شیمیایی	164.63a	88.24a	13.68a	12.93a	3.53bc
Bacteria (B)	باکتری	179.36a	89.87a	13.86a	13.27a	3.76a
F and B	کود و باکتری	164.49a	91.24a	13.71a	12.96a	3.69ab
Year سال						
2009		148.55b	76.51b	12.90b	11.43b	3.41b
2010		186.84a	97.30a	13.76a	14.29a	3.79a

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

سلولی نمی‌رسند (Banziger *et al.*, 2000).
 ارتفاع بلال از سطح زمین نیز در هماهنگی کامل با ارتفاع بوته عمل کرد (جدول ۵). احتمالاً کمبود رطوبت در تنش ملایم آنقدر شدید نبود که بتواند تقسیم سلولی و رشد طولی سلول را تحت تأثیر قرار دهد، ولی در تنش شدید رطوبت قابل دسترس به حدی کاهش یافت که گیاه نتوانست روند رشد طولی سلول‌ها را حفظ کند و ارتفاع گیاه و به تبع آن ارتفاع بلال از سطح زمین کاهش یافت.

بیشترین قطر ساقه متعلق به آبیاری بهینه با میانگین ۱۳/۸۶ میلی‌متر بود که با قطر ساقه در تنش ملایم اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵). ولی در تنش شدید قطر ساقه ۷/۳۵ درصد کاهش معنی‌داری یافت و به ۱۳/۳۰ میلی‌متر رسید که این مقدار نیز با قطر ساقه در تنش ملایم تفاوت معنی‌داری نداشت.

بیشترین طول بلال با میانگین ۱۴/۱۴ سانتی‌متر در آبیاری بهینه بدست آمد. با اعمال تنش خشکی ملایم طول بلال ۱۰/۸۹ درصد

معنی‌داری نداشت، اما نسبت به تیمارهای کود و شاهد به ترتیب ۶/۵۱ و ۹/۹۴ درصد افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۵). بنظر می‌رسد باکتری استرپتومایسس باعث افزایش قطر ساقه و بلال می‌شود.

عملکرد و اجزای عملکرد

اثر آبیاری بر عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد و بر تعداد بلال در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و بر بقیه اجزای عملکرد معنی‌دار نبود (جدول ۶). با اعمال تنش ملایم عملکرد بیولوژیک گیاه ۱۴/۷۹ درصد کاهش یافت. با کاهش بیشتر رطوبت در تنش شدید، عملکرد بیولوژیک نسبت به آبیاری بهینه و تنش ملایم به ترتیب ۳۱/۵۶ و ۱۹/۶۸ درصد کاهش نشان داد (جدول ۷). بیشترین میانگین عملکرد بیولوژیک متعلق به آبیاری بهینه با میانگین ۱۱۷۵۸/۲۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن با میانگین ۸۰۴۶/۲۰ کیلوگرم در هکتار متعلق به شرایط تنش شدید بود (جدول ۷). نتایج نشان داد که عملکرد بیولوژیک نسبت به خشکی بسیار حساس باشد بطوریکه در شرایط تنش ملایم نیز عملکرد بیولوژیک کاهش یافت.

با افزایش تنش خشکی از آبیاری بهینه به تنش ملایم تعداد بلال ۴/۵۴ درصد کاهش یافت، ولی در تنش شدید، میانگین تعداد بلال نسبت به آبیاری بهینه ۱۲/۵ درصد کاهش نشان داد (جدول ۷). احتمالاً تنش شدید و تغییرات

کاهش معنی‌داری یافت و به ۱۲/۶ سانتی‌متر رسید (جدول ۵). با افزایش تنش در شرایط تنش شدید طول بلال به ۱۱/۸۵ سانتی‌متر رسید که این مقدار با طول بلال در تنش ملایم تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۵). به نظر می‌رسد که کاهش طول بلال از طریق تأثیر تنش بر تعداد دانه‌های یک ردیف و کوتاه شدن طول دوره رشد بلال ایجاد می‌شود، به عبارتی چون در شرایط تنش، طول دوره زایشی گیاه کوتاه شود، بلال این فرصت را نمی‌یابد تا رشد خود را کامل کند. به همین دلیل طول بلال نیز کوتاه شد (Banziger *et al.*, 2000). قطر بلال نیز با اعمال تنش ملایم ۴/۷۶ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۵). با افزایش بیشتر تنش خشکی در تنش شدید، میانگین قطر بلال ۵ درصد نسبت به تیمار تنش ملایم کاهش یافت. بنظر می‌رسد قطر بلال نسبت به طول بلال حساسیت بیشتری به تنش خشکی دارد که فاصله رطوبتی بین تنش ملایم و شدید نیز بر روی آن تأثیر گذار بود.

بیشترین قطر ساقه از مصرف باکتری به تنهایی با میانگین ۱۳/۸۶ میلی‌متر بدست آمد که این مقدار با مصرف کود به تنهایی و کود و باکتری تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۵). بنابراین مصرف باکتری می‌تواند در جهت افزایش قطر ساقه و در نهایت مقاومت بوته به خوابیدگی مفید باشد. مصرف باکتری باعث افزایش قطر بلال به میزان ۳/۷۶ سانتی‌متر شد که این مقدار با مصرف کود و باکتری تفاوت

جدول ۶- خلاصه تجزیه مرکب واریانس برای عملکرد دانه و اجزای آن در ذرت سینگل کراس ۲۶۰ تحت تاثیر سطوح مختلف آبیاری و باکتری
 Table 6. Summary of combined analysis of variance for grain yield and its component of maize cv. KSC260 under different levels of irrigation and bacterium

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی df.	M.S. میانگین مربعات						
			عملکرد بیولوژیک Biological yield	تعداد بلال در گیاه Ear No. plant ⁻¹	تعداد ردیف در بلال Row No. ear ⁻¹	تعداد دانه در ردیف Kernel No. row ⁻¹	وزن هزار دانه 1000 kernels weight (g)	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index
Year (Y)	سال	1	2181655.86 ^{ns}	0.910 ^{**}	2.05 ^{ns}	1067.37 ^{**}	22265.07 ^{ns}	81187691.94 ^{**}	9100.80 ^{**}
Rep. (Y)	تکرار (سال)	4	22115097.40	0.010	1.89	20.72	3994.02	359735.73	105.90
Irrigation (I)	آبیاری	2	82781466.70 ^{**}	0.070 [*]	0.17 ^{ns}	135.79 ^{**}	6947.02 ^{**}	25854871.39 ^{**}	168.93 ^{ns}
I × Y	آبیاری × سال	2	849030.90 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.60 ^{ns}	37.63 [*]	1049.80 ^{ns}	689857.93 ^{ns}	114.85 ^{ns}
Error (a)	خطا (الف)	8	6581387.00	0.010	0.78	8.36	277.76	867844.11	126.11
Bacterium (B)	باکتری	3	14848287.20 ^{ns}	0.020 [*]	1.51 [*]	26.72 ^{ns}	2331.93 [*]	3377286.74 ^{ns}	71.35 ^{ns}
B × Y	باکتری × سال	3	15509765.50 ^{ns}	0.010 ^{ns}	0.14 ^{ns}	22.82 ^{ns}	1207.73 ^{ns}	1388694.68 ^{ns}	92.17 ^{ns}
Error (b)	خطا (ب)	12	8599390.00	0.010	0.47	12.18	916.17	1897932.60	101.17
B × I	باکتری × آبیاری	6	4761121.10 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.40 ^{ns}	9.78 ^{ns}	123.68 ^{ns}	1026360.38 ^{ns}	138.34 ^{ns}
B × I × Y	باکتری × آبیاری × سال	6	8525685.10 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.82 ^{ns}	4.53 ^{ns}	345.81 ^{ns}	600787.14 ^{ns}	123.28 ^{ns}
Error (ab)	خطا (الف و ب)	24	5803672.00	0.008	0.66	5.95	335.12	1141405.60	148.23

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.
 ns: Non- significant.

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns: غیر معنی دار

جدول ۷- مقایسه میانگین‌ها برای عملکرد و اجزای عملکرد ذرت سینگل کراس ۲۶۰ تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و باکتری

Table 7. Mean comparison for grain yield and its components of maize cv. KSC260 as affected by different levels of irrigation and bacterium

Treatment	تیمار	عملکرد بیولوژیک	تعداد بلال	تعداد ردیف	تعداد دانه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت
		(کیلوگرم در هکتار)	در گیاه	در بلال	در ردیف	(گرم)	(کیلوگرم در هکتار)	(درصد)
		Biological yield (kg ha ⁻¹)	Ear No. plant ⁻¹	Row No. ear ⁻¹	Kernel No. row ⁻¹	1000 kernels weight (g)	Grain yield (kg ha ⁻¹)	Harvest index (%)
Irrigation regime رژیم آبیاری								
Control	شاهد	11758.20a	0.88a	15.65a	31.40a	233.54a	5649.0a	48.61a
Mild stress	تنش ملایم	100118.30b	0.84ab	15.74a	28.35b	218.47b	4678.0b	45.56a
Severe stress	تنش شدید	8046.20c	0.77b	15.82a	26.70b	199.59c	3574.5c	43.32a
Bacterium باکتری								
Control	شاهد	8634.80a	0.79b	15.41b	27.03a	207.78b	4000.6a	44.03a
Fertilizer (F)	کود شیمیایی	10734.90a	0.82ab	15.81ab	29.15a	215.16ab	4940.2a	45.07a
Bacteria (B)	باکتری	10257.10a	0.88a	15.63ab	29.71a	233.66a	4882.2a	48.66a
F and B	کود و باکتری	10136.70a	0.81ab	16.06a	29.41a	212.22ab	4711.6a	45.56a
Year سال								
2009		9796.0a	0.71b	15.57a	24.98b	199.62a	3571.9a	34.59b
2010		10115.0a	0.94a	15.90a	32.68a	234.79a	5695.7a	57.07a

میانگین‌هایی، در هر ستون و برای هر عامل، که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column for each factor, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- Using Duncan's Multiple Range Test.

می‌شود (Banziger *et al.*, 2000).

از آبیاری بهینه نسبت به تنش ملایم و از تنش ملایم به تنش شدید وزن هزار دانه به ترتیب، ۶/۴۵ و ۸/۶۴ درصد کاهش یافت. بیشترین وزن هزار دانه با میانگین ۲۳۳/۵۴ گرم در آبیاری بهینه، و کمترین آن با میانگین ۱۹۹/۵۹ گرم در شرایط تنش شدید بدست آمد (جدول ۷). وزن هزار دانه با عملکرد بیولوژیک هماهنگی کاملی داشت، و کاهش ماده خشک در تنش ملایم و تنش شدید باعث شد که مواد فتوسنتزی کمتری به سمت مخزن (دانه) حرکت کند. کاهش وزن دانه در تنش کمبود آب بیشتر به دلیل کاهش دوره پر شدن دانه می‌باشد (Nesmith and Ritchie, 1992). فیشر و همکاران (Fischer *et al.*, 1981) نیز اظهار داشتند که در تنش خشکی به علت کاهش آب قابل دسترس گیاه، مدت زمان پر شدن دانه کاهش می‌یابد و دانه‌ها نمی‌توانند به طور کامل پر شوند.

بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری بهینه با میانگین ۵۶۴۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۷). با اعمال تنش ملایم عملکرد دانه ۲۰/۷۵ درصد کاهش معنی‌داری یافت و به ۴۶۷۸ کیلوگرم در هکتار رسید. با افزایش بیشتر دور آبیاری در شرایط تنش شدید عملکرد دانه نسبت به آبیاری بهینه به میزان ۳۶/۷۲ درصد کاهش یافت و به ۳۵۷۴/۵ کیلوگرم در هکتار رسید. تفاوت عملکرد در تنش ملایم و تنش شدید نیز ۲۳/۵۹ درصد بود (جدول ۷).

هورمونی ناشی از آن بسیار شدید بود و توانسته آغازه‌های تولید بلال را تحت تأثیر قرار دهد ولی در تنش ملایم نسبت به آبیاری بهینه این تغییرات ایجاد نشد.

بیشترین تعداد دانه در ردیف با میانگین ۳۱/۴۰ دانه در هماهنگی کامل با طول بلال، در شرایط آبیاری بهینه بدست آمد (جدول ۷). با اعمال تنش در شرایط تنش ملایم تعداد دانه ۹/۷۱ درصد کاهش یافت، ولی با افزایش بیشتر خشکی در تنش شدید میانگین تعداد دانه در ردیف، تغییر معنی‌داری نداشت (جدول ۷). احتمالاً با افزایش تنش خشکی جنین برخی از تخمدان‌هایی که لقاح یافته بودند، سقط شدند و دانه تشکیل نشد و تعداد دانه کمتری در ردیف و در نتیجه در بلال تشکیل شد. هال و همکاران (Hall *et al.*, 1981) علت اصلی کاهش تعداد دانه در ردیف را کاهش در طول و ضخامت بلال در اثر بروز تنش خشکی دانستند. نسमित و ریچی (Nesmith and Ritchie, 1992) نیز کاهش تعداد دانه در ردیف را در اثر خشکی گزارش کرده‌اند.

در اثر کندی رشد کاکل‌ها، تأخیر در ظهور کاکل به وجود می‌آید که این امر باعث افزایش فاصله گرده‌افشانی و ظهور کاکل می‌شود. بنابراین کاکل‌ها در زمانی ظاهر می‌شوند که قبل از آن گرده‌افشانی روی داده و تعداد گرده‌های زنده برای تلقیح گل‌های ماده به شدت کاهش می‌یابد. در نهایت این موضوع باعث عدم تشکیل دانه و یا تشکیل تعداد دانه‌های کمتری

در شرایط آبیاری بهینه، عملکرد دانه به دلیل بالا بودن وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف و تعداد بلال، افزایش یافت، ولی افزایش عملکرد دانه در تنش ملایم نسبت به تنش شدید فقط به دلیل وزن هزار دانه بیشتر بود (جدول ۷). شوسلر و وستگیت (Schussler and Westgate, 1995) نیز کاهش عملکرد دانه را به دلیل افزایش تنش رطوبتی خاک گزارش نمودند.

یکسان بودن شاخص برداشت نیز در تیمارهای مختلف آبیاری، به دلیل یکسان بودن روند کاهش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در شرایط کاهش رطوبت از آبیاری بهینه تا تنش شدید بود (جدول ۷).

اثر باکتری بر تعداد بلال، تعداد ردیف دانه و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و اثر آن بر بقیه اجزای عملکرد معنی‌دار نبود (جدول ۶). مصرف باکتری باعث تولید حداکثر تعداد بلال با میانگین ۰/۸۸ بلال در گیاه شد (جدول ۷). کمترین تعداد بلال در گیاه در آبیاری بهینه با میانگین ۰/۷۹ بلال بدست آمد (جدول ۷). مصرف باکتری باعث افزایش تعداد بلال به مقدار ۱۱/۳۹ درصد نسبت به تیمار شاهد شد.

بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال (۱۶/۰۶ ردیف) با مصرف کود و باکتری بدست آمد که تفاوت آن با مصرف باکتری و کود به تنهایی معنی‌دار نبود (جدول ۷). کمترین تعداد ردیف دانه نیز با میانگین ۱۵/۴۱ ردیف، در

تیمار شاهد بدست آمد. مصرف کود و باکتری با افزایش قطر بلال باعث افزایش تعداد ردیف دانه در بلال شد.

بیشترین وزن هزار دانه با مصرف باکتری به میزان ۲۳۳/۶۶ گرم بدست آمد، که تفاوت آن با مصرف کود به تنهایی و کود و باکتری تفاوت معنی‌داری نبود ولی نسبت به تیمار شاهد ۱۲/۴۵ درصد افزایش داشت (جدول ۷).

میانگین میزان مصرف آب طی دو سال آزمایش در رژیم آبیاری بهینه، تنش ملایم و شدید به ترتیب ۱۰۳۰۱/۸۱، ۹۴۶۸/۴۷ و ۸۵۳۵/۱۴ متر مکعب در هکتار در طول فصل رشد ذرت سینگل کراس ۲۶۰ بود (جدول ۸). این مقدار آب آبیاری بترتیب با ۱۲، ۱۰ و ۸ بار آبیاری مصرف شد. با افزایش دور آبیاری از آبیاری بهینه به تنش ملایم، ۸/۰۸ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی شد ولی عملکرد دانه ۲۰/۷۵ درصد کاهش یافت. با افزایش بیشتر دور آبیاری در تنش شدید، ۱۷/۱۴ درصد نسبت به آبیاری بهینه در مصرف آب صرفه‌جویی شد ولی عملکرد دانه ۳۶/۷۲ درصد کاهش یافت. میزان کارایی مصرف آب در آبیاری بهینه، تنش ملایم و شدید به ترتیب ۰/۵۱، ۰/۴۷ و ۰/۴۰ کیلوگرم دانه بر متر مکعب بود (جدول ۸).

نتیجه‌گیری

از نتایج این تحقیق استنباط می‌شود که با افزایش دور آبیاری از تیمار ۷۰ میلی‌متر به ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از سطح تشتک تبخیر، عملکرد دانه ذرت سینگل کراس ۲۶۰ به

جدول ۸- میانگین صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری (نسبت به تیمار شاهد) و کارایی مصرف آب
Table 8. Mean of irrigation water saving and water use efficiency (% control)

Irrigation regime	رژیم آبیاری	مصرف آب	صرفه‌جویی در	کاهش عملکرد	کارایی مصرف آب
		(متر مکعب در هکتار) Water use (m ³ ha ⁻¹)	مصرف آب (درصد) Saving in water use (%)	(درصد) Yield reduction (%)	(کیلوگرم بر مترمکعب) Water use efficiency (Kgm ⁻³)
Control	شاهد	10301.81	1.00	1.00	0.51
Mild stress	تنش ملایم	9468.47	8.08	20.75	0.47
Severe stress	تنش شدید	8535.14	17.14	36.72	0.40

معنی‌دار اکثر اجزای عملکرد دانه با مصرف باکتری، نسبت به تیمار شاهد، شاید بتوان در آینده از این باکتری در نظام کشاورزی ارگانیک برای تولید ذرت استفاده کرد. چون اثر متقابل آبیاری و باکتری معنی‌دار نشد نمی‌توان باکتری استرپتومایسس را بعنوان عامل موثر در مدیریت خشکی ذرت توصیه کرد. حداکثر عملکرد دانه ذرت سینگل کراس ۲۶۰ در شرایط آب و هوای کرج، آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر و مصرف باکتری استرپتومایسس به همراه کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر) بدست آمد.

میران ۲۰/۷۵ درصد کاهش یافت، گرچه راندمان مصرف آب ۸/۰۸ درصد افزایش یافت. با افزایش بیشتر خشکی در تیمار آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر، راندمان مصرف آب ۱۷/۱۴ درصد افزایش یافت ولی عملکرد دانه ۳۶/۷۲ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داشت. نتایج نشان داد که در ذرت سینگل کراس ۲۶۰ کاهش آب آبیاری (حذف بیش از دو نوبت آبیاری) با کاهش عملکرد دانه همراه بود. با مصرف باکتری استرپتومایسس نیز عملکرد دانه در حد مصرف کود شیمیایی تولید شد. با توجه به افزایش

References

- Banzigar, M., Edmeades, G. O., Beck, D., and Bellon, M. 2000.** Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize from theory to practice. *Plant Genetics and Breeding* 633-1553.
- Bruehl, G. W. 1975.** Biology and control of soil borne plant pathogens. American Phytopathology Society, Saint Paul, Minnesota, USA. 216 pp.

- Cakir, R. 2004.** Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research* 89: 1-16.
- Crowley, D. E., Wang, Y. C., Reid, C. P. P., and Szaniszlo, P. J. 1991.** Mechanisms of iron acquisition from siderophores by microorganisms and plants. *Plant and Soil* 130: 170-198.
- Edmeads, G. O., Chapman, S. C., Bolanos, J., Banzinger, M., and Lafitte, H. R. 1994.** Recent evaluation of progress in selection for drought in tropical maize. Pp. 94-100. In: *Proceedings of 4th Eastern and Southern African Regional Maize Conference*. Harare, Zimbabwe. CIMMYT, DF: Mexico.
- Fischer, K. S., Johnson, E. C., and Edmeades, G. O. 1981.** Breeding and selection for drought resistance in tropical maize. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Hall, A. J. L., Emcoff, J. H., and Trapani, N. 1981.** Water stress before and during flowering in maize and its effects on yield and its components and their determinants. *Maydica* 26: 19-38.
- Herero, M. P., and Johnson, R. R. 1981.** Drought stress and its effect on maize reproductive systems. *Crop Science* 21: 105-110.
- Mahrokh, A., and Khajehpour, M. R. 2010.** The effect of irrigation regimes on growth indices and quantitative and qualitative yields of sugar beet. *Iranian Crop Sciences Journal* 41 (2): 235-246. (In Persian).
- Malin, G., and Lapidot, A. 1996.** Induction of synthesis of tetrahydropyrimidine derivatives in streptomycetes strains and their effect on *Escherichia coli* in response to osmotic and heat stress. *Journal of Bacteriology* 178: 385-395.
- Nassar, A. H., Khaled, A., El-Tarabily, A., and Sivasithomparam, K. 2003.** Growth promotion of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by a polyamine-producing isolate of streptomycetes isolates on *Rhizoctonia solani* the causal agent of damping-off of sugar beet. *Pakistan Journal of Biological Science* 9-904-910.
- Nesmith, D. S., and Ritchie, J. T. 1992.** Short and long term responses of corn to a pre-anthesis soil water deficit. *Agronomy Journal* 84: 106-113.
- Runge, E. C. A. 1968.** Effects of rainfall and temperature interaction during the

growing season on corn yield. *Agronomy Journal* 60: 503-507.

- Sadeghi, A., Hessian, A. R., Askari, H., Aghighi, S., and Shahidi Bonjar, G. H. 2006.** Biological control potential of two *Streptomyces* isolates on *Rhizoctonia solani*, the causal agent of damping-off of sugar beet. *Pakistan Journal of Biological Science* 904-910.
- Sadeghi, A., Ostadsaraei, R., Askari, H., and Alizadeh, S. 2003.** Using from mutant bacteria *Grizeoflavus Streptomyces* instead of ferrous fertilizer. Pp. 13-15. In: *Proceedings of 3rd Iranian Biotechnology Congress, Mashhad, Iran. (In Persian).*
- Sawada, O., Itoh, J., and Fojita, K. 1995.** Characteristics of photosynthesis and translocation of Clabaled photosynthate in husk leaves of sweet corn. *Crop Science* 35: 480-485.
- Schussler, J. R., and Westgate, M. E. 1995.** Assimilate flux determines kernel set at low water potential in maize. *Crop Science* 35: 1074-1080.
- Teare, I. E., and Poet, M. M. 1983.** *Crop-Water Relations.* John Wiley and Sons. New York. pp. 547.
- Tokala, R. K., Strap, J. L., Juny, C. M. 2002.** Novel plant-microbe rhizosphere interaction involving *streptomyces lydicus* WYECLOS and the pea plant (*Pisum sativum*). *Applied Environmental Microbiology* 68: 2161-2161.
- Wolf, D. W., Henderson, D. W., Hsiao, T. C., and Alvino, A. 1988.** Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize. I. Leaf area duration, nitrogen distribution and yield. *Agronomy Journal* 80: 859-864.