دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره اول، شماره سوم، پاییز ۹۳
http://arpe.gonbad.ac.ir

بررسی اثر تنش آبی و کاربرد سلنیوم بر شاخص‌های حساسیت به تنش ارقام ذرت (*Zea mays* L.) در استان مرکزی

محمد میرزاخانی
گروه کشاورزی، واحد فراهان، دانشگاه آزاد اسلامی، فراهان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۱۲

چکیده

برای بررسی اثر تنش آبی و کاربرد سلنیوم بر شاخص‌های حساسیت به تنش ارقام ذرت در استان مرکزی، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸ به صورت کرت‌های دوبار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تنش آبی به عنوان عامل اصلی در سه سطح آبیاری براساس نیاز آبی گیاه، آبیاری به میزان ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه در کرت‌های اصلی، و ارقام مختلف ذرت به عنوان عامل فرعی در سه سطح S.C 500 =V_1، S.C 520 =V_2و S.C 700 =V_3 در کرت‌های فرعی و تیمار محلول‌پاشی سلنیوم به عنوان عامل فرعی در دو سطح عدم مصرف و مصرف ۲۰ گرم سلنیوم در هکتار در کرت‌های فرعی فرعی قرار گرفتند. صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد بلال در بوته، قطر ساقه، تعداد برگ سبز، بیوماس کل، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل (TOL)، میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص تحمل به تنش (STI)، شاخص عملکرد (YI) و شاخص پایداری عملکرد (YSI) ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمار تنش آبی و محلول‌پاشی سلنیوم بر صفاتی مانند تعداد بلال در بوته، قطر ساقه، تعداد برگ سبز، بیوماس کل معنی‌دار شد. به طوری که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بیوماس کل با میانگین ۴۵ و ۲۱/۶۷ تن در هکتار مربوط به تیمار آبیاری نرمال + رقم S.C 700 + عدم مصرف سلنیوم و تیمار آبیاری براساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه + رقم S.C 500 + مصرف سلنیوم بود. در بین ارقام مورد بررسی، رقم S.C 700 از نظر شاخص‌های حساسیت به تنش، شاخص تحمل، میانگین بهره‌وری، شاخص عملکرد و شاخص پایداری عملکرد نسبت به سایر ارقام، برتری محسوسی داشت.

واژه‌های کلیدی: **بیوماس کل، ذرت، شاخص تحمل به تنش، شاخص عملکرد**

*نویسنده مسئول: mmirzakhani@iau-farahan.ac.ir

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

مقدمه

سلنیوم یکی از عناصری است که مصرف کم آن برای حیوانات و انسان ضروری است (Tapiero *et al*., 2003). در گیاهان، سلنیوم به صورت آلی و معدنی یافت می‌شود که شامل سلنوآمینو اسید و ترکیب‌های متیل‌دار شده است و مقدار زیاد آن در گیاه، باعث ایجاد سرطان می‌شود (Finley *et al*., 2000) اکثر غلات و گیاهان علوفه‌ای حتی در زمانی که در خاک‌های با مقدار سلنیوم بالا رشد می‌کنند، در جذب سلنیوم نسبتاً ضعیف هستند (Nowak *et al*., 2004). سلنیوم در گیاهانی که مقادیر زیادی از آن را در خود ذخیره می‌کنند نقش مؤثری دارد، ولی به‌عنوان یک عنصر ضروری برای گیاهان طبقه‌بندی نشده است (Shanker, 2006).

معمولاً گیاهان زراعی تحمل کمی به سلنیوم دارند. در گونه‌های حساس گیاهی، غلظت بحرانی سلنیوم خاک که از رشد گیاهان ممانعت می‌کند،۱۰ تا ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. عوامل محیطی مختلف مثل آب و هوا، خصوصیات خاک شامل ترکیب معدنی و سلنیوم قابل دسترس، بر جذب سلنیوم توسط گیاه تأثیر می‌گذارد (Kabata-Pendias and Mukherjee, 2007). تحقیقات انجام شده در سه دهه اخیر نشان داده است که سلنیوم، گیاهان را در مقابل آسیب سلولی ناشی از رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کند. مکانیسم‌های اصلی مطرح شده برای این موضوع، بر عملکرد آنزیم‌ها و سایر پروتئین‌های وابسته به سلنیوم تاکید دارند (Chen and Berry, 2003; Schweizer *et al*., 2004). محققان گزارش کردند که با افزایش تیمار سلنیوم در محیط کشت آبی، محتوی فسفر و کلسیم گیاهچه‌های ذرت افزایش یافت. در حالی‌که میزان پتاسیم کاهش یافته، تغییر محسوسی در میزان منیزیم مشاهده نشد و غلظت زیاد سلنیوم، رشد گیاه را تحت تأثیر قرار داد. همچنین، با مصرف ۵۰ و۱۰۰ میکرومول سلنیوم بر دسی‌مترمکعب، غلظت فسفر در ماده خشک حدود ۴ الی ۵ برابر نسبت به شاهد افزایش یافت. نتایج مشابه‌ای نیز برای کلسیم مشاهده شد (Hawrylak-Nowak, 2008). نتیجه مطالعه‌ای که در نیوزلند روی ذرت انجام شد؛ نشان داد که مصرف سلنات به‌صورت محلول‌پاشی در مرحله ظهور بلال در مقایسه با روش‌های بذر مصرف و یا خاک مصرف مؤثرتر بوده است (Stephen *et al*., 1989). براساس آخرین تئوری‌ها، سلنیوم در شرایط کمبود آب، از طریق کاهش تعرق یا کاهش پتانسیل اسمزی، تحمل گیاهان را بهبود می‌بخشد (Kostopoulou *et al*., 2010). نتایج بررسی‌ها نشان داد اگرچه سلنیوم، به‌ترتیب در غلظت‌های یک و ده میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک برای گیاهان خسارت‌زا بود و باعث کاهش بیوماس گیاه کاهو شد، اما در غلظت‌های پایین یعنی ۰/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم در خاک، می‌تواند تأثیرات مفیدی داشته باشد (Xue *et al*., 2001).

پژوهشگران گزارش کردند که تنش خشکی در مرحله رشد رویشی ذرت،کم‌ترین اثر را روی عملکرد دانه داشت، در حالی‌که بیش‌ترین کاهش عملکرد دانه در اثر اعمال تنش در مرحله رشد زایشی بود

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

(Rashidi, 2005). در بررسی و تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری ذرت تابستانه گزارش شد که با افزایش فواصل آبیاری، سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص، سرعت رشد نسبی گیاه و ویژگی‌های برگ آن همچون نسبت سطح برگ و شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد (Masjedi *et al*., 2008). فرآیند دانه‌بندی در گیاه ذرت به وسیله فتوسنتز برگ‌ها، میزان قندها، نشاسته، آبسزیک اسید و سیتوکینین تعیین می شود. کمبود آب به مدت پنج روز پیش از گرده افشانی و نیز در مراحل اولیه گرده افشانی موجب کاهش دانه‌بندی در نواحی انتهایی بلال می‌شود (Setter *et al*., 2001). نتایج بررسی‌های انجام شده نشان داده است که تنش خشکی یکی از محدودیت‌های تولید دانه ذرت است. از مهم‌ترین خصوصیات برای انتخاب هیبریدهای متحمل به تنش خشکی در ذرت می‌توان به فاصله زمانی بین کاکل دهی تا گرده افشانی، تعداد روزها تا ظهورکاکل، سطح برگ و تعداد دانه در ردیف اشاره کرد (Khalily *et al*., 2010). هدف از انجام این آزمایش اثر تنش آبی و کاربرد سلنیوم بر تحمل به تنش کمبود آب در ژنوتیپ‌های دیررس و متوسطرس ذرت بود. بدین‌منظور از شاخص‌های تحمل به تنش برای برآورد عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش استفاده شد تا مناسب‌ترین شاخص یا شاخص‌های تحمل به تنش به همراه ژنوتیپ برتر ذرت علوفه‌ای در استان مرکزی معرفی شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه آموزشی - تحقیقاتی دانشگاه پیام نور اراک با خاک زراعی لومی، اجرا شد. در جدول (۱) برخی از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک نشان داده می‌شود. نیتروژن کل با روش کجلدال، فسفر قابل جذب به روش اولسن، پتاسیم قابل جذب با روش استات آمونیم یک مولار و بافت خاک به روش هیدرومتری اندازه‌گیری شد (Page *et al*., 1982). از خصوصیات آب و هوایی این منطقه، تابستان‌های نسبتاً ملایم و زمستان‌های سرد است. آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی به تنش آبی در سه سطح I_0= آبیاری براساس نیاز آبی گیاه (شاهد)، I_1= آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه، I_2= آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، و کرت‌های فرعی به ارقام متوسط و دیررس ذرت در سه سطح (V_1= (S.C 500)، V_2= (S.C 520)، V_3=(S.C 700) و کرت‌های فرعی فرعی به محلول‌پاشی سلنیوم (در دو نوبت و در مراحل شروع تاسل‌دهی و بلال‌دهی) که در دو سطح عدم مصرف (شاهد) =Se_0 و مصرف ۲۰ گرم در هکتار سلنیوم از منبع سلنیت سدیم=Se_1 اختصاص یافتند. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت به طول ۵ متر، فاصله بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر بود. از کودهای نیتروژن و فسفر به ترتیب به مقدار ۳۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منابع کودی اوره و سوپر فسفات تریپل

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

استفاده شد. تمامی کود فسفر و یک سوم کود اوره در زمان کاشت و مابقی کود اوره در دو نوبت به صورت سرک در اختیار گیاهان قرار گرفت.

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک مزرعه

عمق خاک	اسیدیته اشباع	ازت کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	بافت خاک
۰-۳۰	۷/۷	۰/۰۴	۱۰	۲۴۰	۳۷	۴۰	۲۳	لومی

عمق کاشت بذور سه تا پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. مبارزه با علف‌های‌هرز به موقع و به روش دستی انجام شد. در زمان برداشت۲۰ بوته از هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای به‌طور کاملاً تصادفی انتخاب شدند و صفاتی چون ارتفاع گیاه، تعداد بلال در بوته، قطر ساقه، تعداد برگ سبز و بیوماس کل اندازه‌گیری و ثبت شد. نحوه اعمال تنش (حجم آب مصرفی بر حسب مترمکعب) با استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

معادله (۱)

۶۰÷{(دبی آب ورودی)÷ (ارتفاع تبخیر از تشتک× حجم تشتک تبخیر× راندمان آبیاری× مساحت کرت× ضریب گیاهی× ۱۰۰۰}= حجم آب مصرفی (مترمکعب)

در این معادله برای جای‌گذاری اعداد، از تشتک تبخیر کلاس A و از آمارهای روزانه‌ی ایستگاه هواشناسی اراک استفاده شد. دبی آب ورودی سیفون‌ها محاسبه شد و ضریب گیاهی مطابق با روش علیزاده و کمالی (Alizadeh and Kamali, 2007) مورد استفاده قرار گرفت. سپس با توجه به اعداد حاصل شده و میزان اعمال تنش، آبیاری ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاهان انجام شد. همچنین برای تعیین بیوماس کل، در هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از دو ردیف کاشت میانی مساحت چهار مترمربع برداشت گردید و بیوماس کل (وزن تر علوفه) هرکرت برحسب تن در هکتار محاسبه و ثبت شد. پس از تجزیه داده‌ها، میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. همچنین کلیه ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه، محاسبه و معنی‌دار بودن آنها به‌وسیله نرم‌افزار Mstat-c تعیین گردید. جهت ارزیابی تحمل ارقام ذرت به شرایط تنش آبی از شاخص‌های ذیل استفاده شد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

معادله (۲) شاخص حساسیت به تنش[1] مطابق روش فیشر و مارر (Fischer and Maurer, 1978) محاسبه شد.

$$SSI = (Y_S / Y_P) / 1- (\tilde{Y}_S / \tilde{Y}_P)$$ معادله (۲)

معادله (۴ و ۳) شاخص تحمل[2] و متوسط عملکرد یا میانگین بهره‌وری تولید[3] مطابق روش روزیله و هامبلین (Rosielle and Hamblin, 1981) محاسبه شد.

$$TOL = Y_P - Y_S$$ معادله (۴) $$MP = (Y_P + Y_S) / 2$$ معادله (۳)

معادله (۶ و ۵) میانگین بهره‌وری هندسی[4] و شاخص تحمل به تنش[5] مطابق روش فرناندز (Fernandez, 1992) محاسبه شد.

$$STI = (Y_P \times Y_S) / (\tilde{Y}_P)^2$$ معادله (۶) $$GMP = \sqrt{Y_S \times Y_P}$$ معادله (۵)

معادله (۷) شاخص عملکرد[6] مطابق روش گاووزی (Gavuzzi *et al*., 1997) محاسبه شد.

$$YI = Y_S / \tilde{Y}_S$$ معادله (۷)

معادله (۸) شاخص پایداری عملکرد[7] مطابق روش بوسلاما و شاپوق (Bouslama and Schapaugh, 1984) محاسبه شد.

$$YSI = Y_S / Yp$$ معادله (۸)

Y_P= عملکرد ژنوتیپ در محیط بدون تنش Y_S= عملکرد ژنوتیپ در محیط دارای تنش

$\tilde{Y}_P$= متوسط عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط بدون‌تنش $\tilde{Y}_S$ = متوسط عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط تنش

1- Stress Susceptibility Index
1- Tolerance
2- Mean Productivity
3- Geometric Mean Productivity
4- Stress Tolerance Index
5- Yield Index
6- Yield Stability Index

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه: اثر تیمارهای تنش آبی ارقام مختلف ذرت بر صفت ارتفاع گیاه به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار شدند (جدول۲). بیش‌ترین ارتفاع گیاه با میانگین ۱۶۷/۵سانتی‌متر مربوط به تیمار آبیاری شاهد و کمترین آن با ۱۳۹/۹ سانتی‌متر مربوط به تیمار تنش آبی شدید (آبیاری براساس۶۰ درصد نیاز آبی گیاه) بود. همچنین در بین سطوح ارقام ذرت نیز رقم S.C 700 با ۱۶۹/۱ سانتی‌متر و رقم S.C 520 با ۱۴۴ سانتی‌متر به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع گیاه را داشتند (جدول۳). افزایش ارتفاع گیاه، به علت افزایش تعداد و اندازه سلول‌های گیاهی است. بنابراین، برای تحقق این موضوع باید عوامل رشد ازجمله آب قابل دسترس به اندازه کافی در اختیار گیاه قرار گیرد تا گیاه برای تقسیم و رشد سلولی دچار محدودیت نشود. در شرایط تنش آبی، با توجه به شدت تنش گیاهان، رشد و تقسیم سلولی کاهش می‌یابد و در نتیجه باعث کاهش ارتفاع گیاه خواهد شد.

به گزارش برخی پژوهش‌گران، اثر تیمار محلول‌پاشی سلنیوم بر صفت ارتفاع بوته گندم معنی‌دار نشد ولی تیمار محلول‌پاشی ۱۸ گرم سلنیوم در هکتار با میانگین ۵۲/۴۵ سانتی‌متر و تیمار عدم مصرف سلنیوم با میانگین ۵۲/۵۸ سانتی‌متر به‌ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین ارتفاع بوته را داشتند (Sajedi and Gholinejad, 2012). نتایج آزمایشی دیگر، نشان داد که بین سطوح مختلف تیمار تنش آبی از نظر ارتفاع گیاه ذرت تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد و بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع گیاه با میانگین ۱۷۹/۰۵ و ۱۳۹/۸ سانتی‌متر به‌ترتیب مربوط به تیمار آبیاری پس از۷۰ و۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر بود (Ghasemi *et al*., 2011). سایر پژوهش‌گران گزارش کردند که محلول‌پاشی سلنیوم در شرایط مطلوب آبیاری و قطع آبیاری نسبت به تیمار عدم مصرف سلنیوم، ارتفاع بوته کلزا را افزایش داد. بیش‌ترین مقدار ارتفاع بوته در تیمار آبیاری شاهد + عدم مصرف سلنیوم + محلول‌پاشی کود کم مصرف با میانگین ۱۰۳/۴۴ سانتی‌متر و کم‌ترین مقدار آن در تیمار قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی + عدم مصرف سلنیوم + عدم مصرف کود کم مصرف با میانگین ۹۲/۳۲ سانتی‌متر حاصل شد (Gholami *et al*., 2011).

تعداد بلال در بوته: ارقام مختلف ذرت از نظر تعداد بلال در بوته اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) ($P\leq۰/۰۱$) با یکدیگر داشتند. همچنین اثر متقابل تنش آبی، ارقام ذرت و مصرف سلنیوم نیز بر تعداد بلال در بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شدند (جدول۲). بیش‌ترین تعداد بلال در بوته با عدد ۱/۰۳ مربوط به تیمار آبیاری بر اساس۸۰ درصد نیاز آبی گیاه + رقم S.C 700 + مصرف سلنیوم و کم‌ترین تعداد آن با عدد ۰/۵۰ مربوط به تیمار آبیاری بر اساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه + رقم S.C 500+ مصرف سلنیوم بود (جدول ۴). با توجه به اینکه ارقام اصلاح شده ذرت به‌طور میانگین یک بلال در هر بوته تولید می‌کنند، اگر میانگین تعداد بلال در بوته کمتر از یک عدد باشد، گویای آن است که

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

بوته‌های ذرت در طول مراحل رشد رویشی در معرض تنش قرار گرفته‌اند. در این مطالعه، وجود تنش آبی از ابتدای مرحله رشد رویشی باعث کاهش سرعت و مقدار رشد در ارقام ذرت شده که کاهش میانگین تعداد بلال در بوته را نیز سبب شد. سلطانی و همکاران (Soltani *et al*., 2012) گزارش کردند که اثر تیمار تنش آبی بر صفت تعداد بلال در بوته معنی‌دار بود. کاهش معنی دار تعداد بلال در بوته بر اثر تنش کم آبیاری نشان دهنده عدم ثبات تولید بلال در بوته به‌دلیل کمبود آب در دسترس است. به‌طوری‌که تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۱/۰۴ و تیمار آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر با میانگین ۰/۹۳ به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد بلال در بوته را داشتند. دی پائلو و رینالدی (Di-Paolo and Rinaldi, 2008) نیز گزارش نمودند که تیمار آبیاری شاهد با میانگین ۰/۹۹ و تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر با میانگین ۰/۵۸ به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد بلال در بوته را داشتند.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات رویشی ارقام ذرت تحت تأثیر تنش آبی و کاربرد سلنیوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	تعداد بلال در بوته	قطر ساقه	تعداد برگ سبز	بیوماس کل
تکرار	۲	۱۰۹۱/۳۴ ns	۰/۰۲۷ ns	۰/۰۲۸ ns	۱/۶۰۰ ns	۲۰/۲۲۲ ns
تنش آبی	۲	۳۴۶۱/۶۵ *	۰/۱۴۴ ns	۰/۲۵۰ *	۱۵/۰۸۱ *	۳۸۷/۰۵۶ **
خطای (الف)	۴	۲۳۶/۶۵	۰/۰۲۶	۰/۰۱۷	۰/۹۲۱	۱۶/۹۴۴
رقم	۲	۳۱۰۰/۴۴ **	۰/۱۸۷ **	۰/۷۸۲ **	۲۰/۰۸۵ **	۱۲۸/۲۲۲ **
تنش آبی×رقم	۴	۹۴/۴۶ ns	۰/۰۶۱ ns	۰/۳۲۲ *	۰/۴۹۱ *	۵۰/۱۹۴ ns
خطای (ب)	۱۲	۱۹۱/۵۵	۰/۰۲۱	۰/۰۶۲	۰/۵۳۲	۱۶/۳۱۵
سلنیوم	۱	۱۰۷/۲۴ ns	۰/۰۱۲ ns	۰/۰۵۴ ns	۱/۲۷۹ *	۳۷/۵۰۰ ns
تنش آبی × سلنیوم	۲	۰/۱۱ ns	۰/۰۳۱ *	۰/۰۴۰ ns	۲/۴۸۹ **	۳۳/۱۶۷ ns
رقم × سلنیوم	۲	۶۶/۷۷ ns	۰/۰۰۸ ns	۰/۰۷۵ ns	۰/۳۲۸ ns	۶۶/۸۸۹ *
تنش‌آبی×رقم×سلنیوم	۴	۱۱۷/۴۹ ns	۰/۰۲۷ *	۰/۱۴۱ **	۰/۹۳۴ *	۱۲۹/۸۰۶ **
خطای (ج)	۱۸	۴۵/۵۳	۰/۰۰۹	۰/۰۲۹	۰/۲۲۲	۱۱/۷۰۴
ضریب‌تغییرات(درصد)	-	۴/۳۷	۱۱/۱۶	۷/۹۴	۴/۳۴	۹/۷۹

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

قطر ساقه: اثر تیمار تنش آبی بر صفت قطر ساقه در سطح پنج درصد و اثر تیمار ارقام مختلف ذرت و همچنین اثر متقابل سه جانبه (تنش آبی + ارقام ذرت + مصرف سلنیوم) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول۲). با بررسی اثرات متقابل سه جانبه، بیش‌ترین مقدار قطر ساقه با ۲/۶۳ مربوط به تیمار آبیاری براساس ۸۰ درصد نیاز آبی گیاه + رقم S.C 520 + عدم مصرف سلنیوم، و کم‌ترین

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

مقدار آن با ۱/۷۶ سانتی‌متر مربوط به تیمار آبیاری براساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه + رقم S.C 500 + عدم مصرف سلنیوم بود (جدول۴). ارقام دیررس ذرت به دلیل اینکه دوره رشد و نمو طولانی تری دارند به همان نسبت به ساقه قطورتری نیازمند هستند تا بتوانند افزایش وزن اندام‌های هوایی را نسبت به ارقام متوسطرس و زودرس ذرت تحمل نمایند.

به گزارش پژوهشگران، اثر تیمار تنش خشکی بر صفت قطر ساقه معنی‌دار شد و تیمار شاهد با میانگین ۱/۳۸ سانتی‌متر و تیمار تنش خشکی شدید با میانگین ۱/۲۸ سانتی‌متر به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار قطر ساقه را داشتند (Mahrokh *et al*., 2011). در تحقیق دیگری روی گیاه ذرت، بین سطوح مختلف تیمار تنش آبی از نظر قطر ساقه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد و بیش‌ترین و کم‌ترین قطر ساقه با میانگین ۲/۳۸ و ۲/۲۷ سانتی‌متر به‌ترتیب مربوط به تیمار آبیاری پس از ۷۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر بود (Ghasemi *et al*., 2011). نتایج سایر پژوهش‌گران نشان داد که تیمارهای آبیاری پس از ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک و تیمار آبیاری پس از۱۰۰درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک در منطقه رشت، بیش‌ترین و کم‌ترین قطر ساقه را با میانگین ۱/۶۴ و ۱/۳۵ سانتی‌متر به خود اختصاص دادند (Karimi *et al*., 2009). محققان دیگری گزارش کردند که صفت قطر ساقه ذرت تحت تأثیر تیمار تنش آبی قرار گرفت و در سطح یک درصد معنی‌دار شد. به طوری که تیمار آبیاری شاهد (آبیاری پس از تخلیه ۵۰ درصد رطوبت خاک) با میانگین ۱/۶۸ سانتی‌متر و تیمار تنش آبی شدید (آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد رطوبت خاک) با میانگین ۱/۳۶ سانتی‌متر به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیکی را داشتند (Sheykhbagloo *et al*., 2009).

تعداد برگ سبز: صفت تعداد برگ سبز در بوته تحت تأثیر تیمار تنش آبی، محلول‌پاشی سلنیوم و اثر متقابل سه جانبه (تنش آبی + ارقام ذرت + مصرف سلنیوم) قرار گرفت (جدول۲). به‌طوری‌که در بین اثرات متقابل سه جانبه، بیش‌ترین تعداد برگ سبز با ۱۳/۰۳ عدد مربوط به تیمار آبیاری براساس۸۰ درصد نیاز آبی گیاه + رقم S.C 700 + مصرف سلنیوم و کم‌ترین تعداد آن با ۸/۷۰ عدد مربوط به تیمار آبیاری براساس۶۰ درصد نیاز آبی‌گیاه+ رقم S.C 520 + عدم مصرف سلنیوم بود (جدول ۴). محلول‌پاشی سلنیوم به واسطه داشتن نقش آنتی اکسیدانت گیاهی از طریق کاهش اثرات سوء عوامل نامساعد محیطی (از قبیل محدویت دسترسی به مقدار کافی آب آبیاری) توانست دوام سطح سبز برگ را افزایش و تأثیر معنی‌داری بر تعداد برگ سبز در بوته داشته باشد. به طوری که تیمار مصرف سلنیوم با میانگین ۱۱/۰۱ عدد نسبت به تیمار عدم مصرف سلنیوم با میانگین ۱۰/۷۰ عدد برگ سبز در بوته برتری معنی‌داری داشت. نتایج یک بررسی نشان داد که تیمار تنش خشکی ملایم با میانگین ۱۳/۰۵ عدد و تیمار تنش خشکی شدید با میانگین ۱۲/۳۰ عدد به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد برگ در

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

گیاه را داشتند (Mahrokh *et al*., 2011). همچنین در تحقیق دیگری تیمارهای آبیاری کامل (۵۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک) و تیمار عدم آبیاری (منطقه رشت) بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد برگ سبز را با میانگین ۱۰/۹۶ و ۹/۶۳ عدد را داشتند (Karimi *et al*., 2009). بنا به گزارش پژوهش‌گران، در ابتدای رشد گیاه ذرت، آغازه‌های زیادی از برگ شکل می‌گیرد که در شرایط مطلوب و ایده‌آل همه آنها پتانسیل ایجاد برگ را دارند، اما شرایط نامناسب رشدی و تنش‌های محیطی باعث مرگ آغازه‌های برگ‌ها می‌شوند (Kocheki and Sarmadnia, 2005). نتایج سایر محققان نشان داد که تیمار آبیاری شاهد (آبیاری پس از تخلیه ۵۰ درصد رطوبت خاک) با میانگین ۱۳ عدد و تیمار تنش آبی شدید (آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد رطوبت خاک) با میانگین ۱۲/۸ عدد به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد برگ در بوته را به خود اختصاص دادند (Sheykhbagloo *et al*., 2009).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تنش آبی و کاربرد سلنیوم بر خصوصیات رویشی ارقام ذرت

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد بلال در بوته	قطر ساقه (سانتی‌متر)	تعداد برگ سبز	بیوماس کل (تن در هکتار)
سطوح تنش آبی					
I_0 (شاهد)	۱۶۷/۵ a	۰/۹۲ a	۲/۱۸ a	۱۱/۵۲ a	۳۹/۰۰ a
I_1 (۸۰٪ نیاز آبی گیاه)	۱۵۵/۵ a	۰/۸۵ ab	۲/۲۵ a	۱۱/۲۴ a	۳۵/۹۴ a
I_2 (۶۰٪ نیاز آبی گیاه)	۱۳۹/۹ b	۰/۷۵ b	۲/۰۲ b	۹/۸۱ b	۲۹/۸۹ b
ارقام ذرت					
(S.C 500) V_1	۱۴۹/۸ b	۰/۸۰ b	۲/۰۳ b	۱۰/۶۲ b	۳۲/۸۳ b
(S.C 520) V_2	۱۴۴/۰ b	۰/۷۷ b	۲/۰۳ b	۹/۹۴ c	۳۴/۰۶ b
(S.C 700) V_3	۱۶۹/۱ a	۰/۹۶ a	۲/۳۹ a	۱۲/۰۲ a	۳۷/۹۴ a
سطوح سلنیوم					
Se_0 (عدم مصرف)	۱۵۲/۸ a	۰/۸۳ a	۲/۱۸ a	۱۰/۷۰ b	۳۴/۱۱ a
Se_1 (۲۰ گرم در هکتار)	۱۵۵/۷ a	۰/۸۵ a	۲/۱۲ a	۱۱/۰۱ a	۳۵/۷۷ a

میانگین‌هایی که حرف مشترک دارند، اختلاف آماری معنی‌داری در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

بیوماس کل

صفت بیوماس کل تحت تأثیر تیمار تنش آب، ارقام مختلف ذرت و اثر متقابل سه جانبه (تنش آبی +ارقام ذرت+ مصرف سلنیوم) قرار گرفت (جدول ۲). به‌طوری‌که در بین اثرات متقابل سه جانبه، بیشترین مقدار بیوماس کل با ۴۵ تن در هکتار مربوط به تیمار (آبیاری براساس ۱۰۰ درصد نیاز آبی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

گیاه + رقم S.C 700 + عدم مصرف سلنیوم) و کم‌ترین مقدار آن با ۲۱/۶۷ تن در هکتار مربوط به تیمار آبیاری براساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه + رقم S.C 500 + مصرف سلنیوم بود (جدول۴). در بین ارقام ذرت نیز رقم S.C 700 بیشترین مقدار بیوماس کل را با میانگین ۳۷/۹۴ تن در هکتار و رقم S.C 500 کم‌ترین مقدار بیوماس کل را با میانگین ۳۲/۸ تن در هکتار به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در ارقام دیررس ذرت به‌دلیل طولانی‌تر بودن دوره رویشی و زایشی گیاه، مقدار تشعشع جذب شده از خورشید نیز در مقایسه با ارقام متوسطرس و زودرس افزایش می‌یابد و در نتیجه مقدار تجمع کربوهیدرات ناشی از فتوسنتز نیز افزایش می‌یابد و ارقام دیررس قادر به تولید بیوماس بیشتری نسبت به سایر ارقام ذرت خواهند بود.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تنش آبی و کاربرد سلنیوم بر خصوصیات رویشی ارقام ذرت

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد بلال در بوته	قطر ساقه (سانتی‌متر)	تعداد برگ سبز	بیوماس کل (تن در هکتار)
تنش آبی× رقم× سلنیوم					
W_0 V_1 Se_0	۱۵۹/۵ cd	۰/۹۳ a-c	۲/۲۶ bc	۱۱/۷۳ c-e	۳۲/۰۰ de
W_0 V_1 Se_1	۱۷۵/۶ ab	۰/۹۶ ab	۲/۲۶ bc	۱۱/۵۰ d-f	۴۳/۳۳ ab
W_0 V_2 Se_0	۱۵۳/۹ de	۰/۹۳ a-c	۲/۰۰ c-f	۱۰/۶۳ f-h	۴۰/۳۳ a-c
W_0 V_2 Se_1	۱۵۳/۲ de	۰/۸۰ b-e	۱/۸۳ df	۱۰/۰۰ h-j	۳۸/۰۰ b-d
W_0 V_3 Se_0	۱۸۵/۰ a	۱/۰۰ a	۲/۵۰ ab	۱۲/۶۷ ab	۴۵/۰۰ a
W_0 V_3 Se_1	۱۷۷/۸ ab	۰/۹۳ a-c	۲/۲۶ bc	۱۲/۶۰ a-c	۳۵/۳۳ cd
W_1 V_1 Se_0	۱۴۷/۰ de	۰/۸۰ b-e	۲/۱۳ cd	۹/۶۳ ij	۳۲/۳۳ de
W_1 V_1 Se_1	۱۵۴/۰ de	۰/۹۳ a-c	۱/۹۶ c-f	۱۱/۸۷ b-e	۳۹/۶۷ a-c
W_1 V_2 Se_0	۱۴۳/۸ ef	۰/۷۳ de	۲/۶۳ a	۱۰/۴۰ g-i	۳۳/۶۷ c-e
W_1 V_2 Se_1	۱۴۷/۵ de	۰/۷۶ c-e	۲/۱۰ c-e	۱۰/۵۳ gh	۳۵/۳۳ cd
W_1 V_3 Se_0	۱۷۱/۶ bc	۰/۸۶ a-d	۲/۱۳ cd	۱۲/۰۰ b-d	۳۴/۶۷ cd
W_1 V_3 Se_1	۱۶۹/۰ bc	۱/۰۳ a	۲/۵۳ ab	۱۳/۰۳ a	۴۰/۰۰ a-c
W_2 V_1 Se_0	۱۳۲/۱ fg	۰/۶۶ ef	۱/۷۶ f	۹/۶۰ ij	۲۸/۰۰ ef
W_2 V_1 Se_1	۱۳۰/۵ g	۰/۵۰ f	۱/۸۰ ef	۹/۴۰ jk	۲۱/۶۷ g
W_2 V_2 Se_0	۱۳۲/۱ fg	۰/۶۳ ef	۱/۷۶ f	۸/۷۰ k	۲۲/۶۷ fg
W_2 V_2 Se_1	۱۳۳/۵ fg	۰/۷۶ ce	۱/۸۶ df	۹/۴۰ jk	۳۴/۳۳ c-e
W_2 V_3 Se_0	۱۵۰/۸ df	۰/۹۰ ab	۲/۴۶ ab	۱۱/۰۰ e-g	۳۸/۳۳ b-d
W_2 V_3 Se_1	۱۶۰/۱ cd	۱/۰۳ a	۲/۴۶ ab	۱۰/۸۰ f-h	۳۴/۳۳ c-e

W_0، W_1 و W_2 به‌ترتیب شامل: آبیاری شاهد، آبیاری براساس ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه، V_1، V_2 و V_3 به‌ترتیب شامل: S.C 500، S.C 520 و S.C 700، Se_0 و Se_1 به‌ترتیب شامل: عدم مصرف و مصرف ۲۰ گرم در هکتار سلنیوم.

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند اختلاف آماری معنی‌داری در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

نتایج تحقیقی نشان داد که اثر تیمار محلول‌پاشی سلنیوم بر صفت عملکرد بیولوژیکی گندم معنی‌دار نشد ولی تیمار محلول‌پاشی ۱۸ گرم سلنیوم در هکتار با میانگین ۴۳۳۳ کیلوگرم در هکتار و تیمار عدم مصرف سلنیوم با میانگین ۴۵۰۹ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین عملکرد بیولوژیکی را داشتند (Sajedi and Gholinejad, 2012). نتایج پژوهش دیگری نشان داد که اثر تیمار محلول‌پاشی سلنیوم بر صفت عملکرد معنی‌دار نشد ولی تیمار محلول‌پاشی ۲۰ گرم سلنیوم در هکتار با میانگین ۳۱۲۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار عدم مصرف سلنیوم با میانگین ۲۱۲۴ کیلوگرم در هکتار به ترتیب کم‌ترین و بیش‌ترین عملکرد کلزا را به خود اختصاص دادند (Gholami *et al*., 2011). پژوهشگران اعلام نمودند که تیمار محلول‌پاشی ۲۰ گرم سلنیوم در هکتار با میانگین ۶۹۳۷ کیلوگرم در هکتار و تیمار عدم مصرف سلنیوم با میانگین ۶۹۰۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد گیاه را داشتند (Babaee *et al*., 2011). به گزارش محققان دیگر، تیمار آبیاری شاهد با میانگین ۲۳/۵۴ تن در هکتار و تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر با میانگین ۸/۵۹ تن در هکتار به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار بیوماس کل را به خود اختصاص دادند (Di Paolo and Rinaldi, 2008). نتایج سایر پژوهش‌ها نشان داد که اثر تیمار تنش آبی بر صفت عملکرد بیولوژیکی در مرحله گلدهی ذرت معنی‌دار شد و بیش‌ترین مقدار عملکرد بیولوژیکی با میانگین ۲۹/۴۰ تن در هکتار مربوط به تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر (شاهد) و کم‌ترین مقدار آن با میانگین ۲۷/۸۰ تن در هکتار مربوط به تیمار آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر بود (Khadem *et al*., 2010).

شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش: با استفاده از شاخص حساسیت به تنش می‌توان ژنوتیپ‌ها را براساس مقاومت و حساسیت به تنش دسته‌بندی کرد و به عبارت دیگر با استفاده از این شاخص می‌توان ژنوتیپ‌های حساس و متحمل را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آنها مشخص کرد (Naderi Darbagshahi *et al*., 2004). هر چه مقادیر شاخص حساسیت به تنش کوچک‌تر باشد، تحمل بیش‌تر ژنوتیپ به شرایط تنش را نشان می‌دهد. در این آزمایش، استفاده از شاخص SSI نشان داد که هیبرید S.C 700 با کم‌ترین مقدار (۰/۵۱)، بیش‌ترین میزان تحمل به تنش آبی را در بین ارقام مورد بررسی داشت (جدول۶). نتایج تحقیقی نشان داد که هیبریدهای S.C 720 و S.C 724 با کم‌ترین مقدار SSI (به‌ترتیب با مقادیر ۰/۴۳۱ و ۰/۶۷۵) متحمل‌ترین هیبریدها نسبت به شرایط قطع آب در مرحله رشد رویشی بودند (Shirinzadeh *et al*., 2008). در جدول (۵) به مقادیر بیوماس کل و میانگین بیوماس کل هیبریدهای ذرت در شرایط نرمال و تنش رطوبتی اشاره شده است.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

جدول ۵- بیوماس کل و میانگین بیوماس کل هیبریدهای ذرت در شرایط نرمال و تنش رطوبتی

هیبرید	$\overline{Y}_S$	$\overline{Y}_P$	Y_S	Y_P
S.C 500	۳۲/۹۱	۳۸/۹۹	۳۰/۴۱	۳۷/۶۶
S.C 520	۳۲/۹۱	۳۸/۹۹	۳۱/۵۰	۳۹/۱۶
S.C 700	۳۲/۹۱	۳۸/۹۹	۳۶/۸۳	۴۰/۱۶

Y_P: عملکرد دانه یک ژنوتیپ درشرایط بدون تنش. Y_S: عملکرد دانه یک ژنوتیپ در شرایط تنش. $\overline{Y}_P$: متوسط عملکرد دانه تمام ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش. $\overline{Y}_S$: متوسط عملکرد دانه تمام ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش.

در این بررسی، استفاده از شاخص TOL نشان داد که هیبرید S.C 700 با کم‌ترین مقدار (۳/۳۳) و هیبرید 520 با بیش‌ترین مقدار (۷/۶۶)، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین میزان تحمل به تنش آبی را در بین ارقام مورد بررسی داشتند (جدول۶). در ارزیابی هیبرید با استفاده از شاخص TOL طبق فرمول این شاخص، مقدار بالای TOL حاکی از تغییرات بیشتر عملکرد هیبریدها در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی می‌باشد و حساسیت هیبریدها را نسبت به شرایط تنش آبی نشان می‌دهد. براساس شاخص TOL تحمل نسبی بیشتر متعلق به هیبریدی است که TOL کوچکتری داشته باشد. بنابراین گزینش برای تحمل تنش با حداقل اختلاف در بین YS و YP همراه است. نتایج سایر پژوهشگران نشان داد که در بین هیبریدهای مورد مطالعه هیبرید S.C 720 و S.C 724 و TWC 600 با TOL برابر ۱/۲۹۸ ، ۲/۰۲۷ و ۲/۳۲۷ متحمل‌ترین هیبریدها نسبت به قطع آب در مرحله رویشی بودند (Shirinzadeh *et al*., 2008).

هر چه مقادیر شاخص MP بالاتر باشد، تحمل بیشتر آن ژنوتیپ به تنش را نشان می‌دهد. در بررسی حاضر بیش‌ترین میزان شاخص متوسط محصول دهی با میانگین ۳۸/۴۹ مربوط به رقم S.C 700 بود که نسبت به دو رقم S.C 500 و S.C 520 تحمل بیش‌تری نسبت به شرایط تنش خشکی از خود نشان داد (جدول۶). نتایج تحقیقی نشان داد که براساس شاخصMP از میان هیبریدهای مورد مطالعه S.C 704، S.C 720، S.C 703 به‌ترتیب با میانگین محصول‌دهی ۱۲/۰۳۵، ۱۰/۶۷۴ و ۱۰/۶۱۸ از تحمل بیش‌تری در شرایط تنش در مرحله رویشی برخوردار بودند. در بین این هیبریدها S.C 704، S.C 703 به‌دلیل عملکرد دانه بیش‌تر از میانگین در هر دو شرایط دارای تنش و بدون تنش در گروه A و هیبرید S.C 720، به جهت عملکرد دانه پایین‌تر از میانگین در شرایط نرمال در گروه C قرار گرفتند. در ضمن هیبریدهای S.C 647، S.C 700 و T.W.C 600 به‌ترتیب نسبت به تنش خشکی حساس‌ترین هیبریدها بودند (Shirinzadeh *et al*., 2008).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

جدول ۶- شاخص‌های مختلف تحمل به تنش هیبریدهای ذرت در شرایط نرمال و میانگین تنش رطوبتی

SSI	TOL	MP	GMP	STI	YI	YSI	Hybrid
۱/۲۰	۷/۲۵	۳۴/۰۳	۳۳/۸۴	۰/۷۵	۰/۹۲	۰/۸۰۷	S.C 500
۱/۲۲	۷/۶۶	۳۵/۳۳	۳۵/۱۲	۰/۸۱	۰/۹۵	۰/۸۰۴	S.C 520
۰/۵۱	۳/۳۳	۳۸/۴۹	۳۸/۴۵	۰/۹۷	۱/۱۱	۰/۹۱۷	S.C 700

SSI: Sress susceptibility Index; **TOL**: Tolerance; **MP**: Mean productivity; **GMP**: Geometric Mean productivity; **STI**: Stress Tolerance Index; **YI**: Yield Index; **YSI**: Yield Stability Index.

در بین ارقام ذرت مورد بررسی رقم S.C 700 با میانگین ۳۸/۴۵ بالاترین مقدار میانگین هندسی بهره‌وری را به خود اختصاص داد. این در حالی‌ست که رقم S.C 520 که در گروه ارقام متوسط زودرس قرار دارد با میانگین ۳۵/۱۲ کم‌ترین مقدار میانگین هندسی بهره‌وری را داشت (جدول۶). براساس نتایج محققان مختلف، بهترین شاخص برای گزینش ارقام، شاخص تحمل به تنش است؛ زیرا می‌تواند ارقامی را که در هر دو شرایط بدون تنش و تنش عملکرد بالایی دارند (گروه A)، از دو گروه ارقامی که فقط در شرایط بدون تنش (گروه B) و یا فقط در شرایط تنش (گروه C) عملکرد نسبتاً بالایی دارند، تفکیک کند (Sadegh-Zadeh Ahari, 2006; Khalil Zadeh and Karbalai Khiyav, 2002). در این آزمایش در بین ارقام ذرت، رقم S.C 700 با میانگین ۰/۹۷ بالاترین مقدار تحمل به تنش را داشت. در حالی که رقم S.C 500 در گروه ارقام زودرس قرار داشت و با میانگین ۰/۷۵ کم‌ترین مقدار تحمل به تنش را نشان داد (جدول۶).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش شدت تنش آبی مقادیر صفات ارتفاع گیاه، تعداد بلال در بوته، قطر ساقه، تعداد برگ سبز، بیوماس کل کاهش یافتند. به‌طوری‌که عملکرد بیوماس کل از ۳۹ تن در هکتار در تیمار آبیاری نرمال به ۲۹/۸۹ تن در هکتار در تیمار آبیاری براساس ۶۰ درصد نیاز آبی گیاه کاهش یافت. همچنین کاربرد سلنیوم باعث افزایش ۴/۸۶ درصدی بیوماس کل شد. در بین هیبریدهای ذرت مورد بررسی نیز رقم S.C 700 با عملکرد بیوماس ۳۷/۹۴ تن در هکتار برتری محسوسی نسبت به سایر هیبریدها داشت.

منابع

Alizadeh A., Kamali G.H. 2007. Crops Water Requirement in Iran. Astan Ghodse Razavi Publisher. 227 P. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

Babaee Y., Sajedi N.A., Gomarian M. 2011. Effects of superabsorbent, zinc and selenium on yield and yield components in wheat (cv shahriar). The Proceeding of 6th Conference on New Ideas in Agriculture. (In Persian).

Bouslama M., Schapaugh W.T. 1984. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science, 24: 933-937.

Chen J., Berry M.J. 2003. Selenium and selenoproteins in the brain and brain disease. Neurochem, 86 (1):1-12.

Di Paolo E., Rinaldi M. 2008. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. Field Crops Research, 105: 202–210.

Fernandez G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo C.G. Ed. Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress. Publication of Tainan, Taiwan. Pp: 257-270.

Finley J.W., Davis C.D., Feng Y. 2000. Selenium from high-selenium broccoli is protective against colon cancer in rats. Journal of Nutrition, 130: 2384−2389.

Fischer R.A., Maurer R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897-912.

Gavuzzi P., Rizza F., Palumbo M., Campaline R.G., Ricciardi G.L., Borghi B. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Canadian Journal of Plant Science, 77: 523-531.

Ghasemi S., Siavashi K., Chougan R., Khavazi K., Rahmani A. 2011. Effect of biofertilizer phosphate on grain yield and its components of maize (*Zea mays* L.) cv. K.S.C 704 under water deficit stress conditions. Seed and Plant Production Journal, 27(2): 219-233. (In Persian).

Gholami H., Sajedi N.A., Gomarian M., Sobhani M.R. 2011. Crop yield response to micronutrients and selenium under water deficit in canola. The Proceeding of 6th Conference on New Ideas in Agriculture. (In Persian).

Gholami M., Sajedi N.A., Gomarian M. 2011. Effects of superabsorbent, zinc and selenium on yield and yield components of durum wheat. The Proceeding of 6th Conference on New Ideas in Agriculture. (In Persian).

Hawrylak-Nowak B. 2008. Effects of selenium on selected Macronutrents in maize plants. Journal of Elementol, 13(4):513-519.

Kabata-Pendias A., Mukherjee A.B. 2007. Trace Elements from Soil to Human. Berlin, Springer- Verlag.

Karimi M., Esfahani M., Bigluei M.H., Rabiee B., Kafi Ghasemi A. 2009. Effect of deficit irrigation treatments on morphological traits and growth indices of corn forage in the Rasht climate. Electronic Joural of Crop Production, 2(2): 91-110. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

Khadem S.A., Galavi M., Ramrodi M., Mousavi S.R., Rousta M.J., Rezvani-moghadam P. 2010. Effect of animal manure and superabsorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content under dry condition. Australian Journal of Crop Science, 4(8):642-647.

Khalil Zadeh Gh.R., Karbalai Khiyav H. 2002. Effects of drought and heat stress on advanced lines of durum wheat. 7th Congress of Agronomy and Plant Breeding of Iran. Agricultural Education Publishing. Pp: 564-563. (In Persian).

Khalily M., Moghaddam M., Kanouni H., Asheri E. 2010. Dissection of drought stress as a grain production constraint of maize in Iran. Asian Journal of Crop Science, 2 (2): 60-69.

Kocheki A., Sarmadnia Gh.H. 2005. Crops Physiology. Mashhad jehad Daneshgahi Press. (In Persian).

Kostopoulou P., Barbayiannis N., Basile N. 2010. Water relations of yellow sweetclover under the synergy of drought and selenium addition. Plant and Soil, 330:65–71.

Mahrokh A., Azizi F., Sadeghi A., Karimi A. 2011. Effect of application of streptomyces bacterium on grain yield and its components of maize cv. K.S.C 260 under drought stress conditions. Seed and Plant Production Journal, 27(2): 165-181. (In Persian).

Masjedi A., Shokouhfar A., Alavifazel M. 2008. Determineing of the most appropriate irrigation scheudle of summer corn (hybrid S.C 704) and the effect of stress on the yeild with data gathered from class A evaporation pan. Juornal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 12 (46): 543-550 (In Persian)

Naderi Darbagshahi M.R., Noormohamadi GH., Majidi A., Darvish F. Shirani Rad A.H., Madani H. 2004. Effect of drought stress and plant density on the characteristics in line planting safflower in Isfahan. Seed and Plant Production Journal, 20: 296-281. (In Persian)

Nowak J., Kaklewski K., Ligocki M. 2004. Influence of selenium on oxidoreductive enzymes activity in soil and in plants. Soil Biology and Biochemistry, 36: 1553-1558.

Page A.L. 1982. Methods of Analysis, Part II. 2end Ed, American Society of Agronomy, Madison, WI. 1159 p.

Rashidi S. 2005. The effect of drought stress in different growth stage and various nitrogen levels on yield and yield components of T.C 647 corn in Khuzistan, M.Sc. Thesis. Khuzistan Agriculture and Natural Resources University. (In Persian).

Rosielle A.A., Hamblin J. 1981. Theoretical aspect of selectionfor yield in stress and non - stress environment. Crop Science, 21: 943-946.

Sadegh-Zadeh Ahari D. 2006. Evaluation of drought tolerance in durum wheat genotypes promising. Crop Science, 8(1): 44-30.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]

Sajedi N.A., Gholinejad E. 2012. Reaction of yield and yield components of dry land wheat cultivars to selenium and salicylic acid. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(3): 614-621. (In Persian).

Schweizer U., Brauer A.U., Kohrle J. 2004. Selenium and brain function: a poorly recognized liaison. Brain Research reviews, 45 (3):164-78.

Setter T.L., Brian A., Lannigan F., Melkonian J. 2001. Loss of kernel set due to water deficit and shade in maize: carbohydrate supplies abscise acid and cytokinins. Crop Science, 41(5): 1530-1540.

Shanker A.K. 2006. Countering UV-B stress in plants: does selenium have a role? Plant and Soil, 282: 21-26.

Sheykhbagloo N., Hassanzadeh Gorttapeh A., Baghestani M., Zand Z. 2009. Study the effect of zinc foliar application on the quantitative and qualitative yield of grain corn under water Stress. Electroic Journal of Crop Production, 2(2):59-74. (In Persian).

Shirinzadeh A., Zarghami R., Shiri M.R. 2008. Evaluation of drought tolerance in late and medium maize hybrids using stress tolerance indices. Iranian Journal of Crop Sciences, 10 (4): 416-427. (In Persian).

Soltani M., Azizi F., Chaeechi M.R., Heydari-sharifabad H. 2012. Effect of irrigation regimes on some physiological, morphological and grain yield of new maize hybrids. Seed and Plant Production Journal, 28(3):347-362. (In Persian).

Stephen R.C., Saville D.J., Watkinson J.H. 1989. The effects of sodium selenate applications on growth and selenium consentration in wheat. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 17: 229-237.

Tapiero H., Townsend D.M., Tew K.D. 2003. Dossier: Oxidative stress pathologies and antioxidants: The antioxidant role of selenium and seleno-compounds. Biomedicine and Pharmacotherapy, 57: 134-144.

Xue T., Hartikainen H., Piironen V. 2001. Antioxidative and growth-promoting effect of selenium in senescing lettuce. Plant and Soil, 237: 55-61.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-08]