بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های تحمل به تنش شوری در ژنوتیپ‌های ذرت

داور ملازم*

گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، آستارا، ایران.

* نویسنده مسئول: **davarmolazem@gmail.com**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۲۳ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۰۱**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر شوری خاک بر شاخص‌های تحمل، این آزمایش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در سه سال در دو مزرعه شور و نرمال در آستارا اجرا شد. ژنوتیپ‌های تجاری و لاین‌ها شامل K3615.1, S.C 704, B73, S.C302, Waxy, K3546.6, K3653.2 Zaqatala-68 بودند. شوری خاک باعث کاهش شاخص محتوای کلروفیل، کلروفیل a، ارتفاع بوته، وزن بلال، تعداد دانه در بلال، وزن صد دانه، وزن خشک بوته و عملکرد در ژنوتیپ‌ها شد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار کلروفیل a در هیبرید S.C704 در محیط نرمال بود و بین این هیبرید و S.C302 وB73 اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. شوری محیط باعث کاهش معنی‌دار کلروفیل شد و در محیط شور کم‌ترین مقدار کلروفیل در ژنوتیپ Zaqatala-68 دیده شد. برهم‌کنش بین ژنوتیپ و محیط معنی‌دار بود و ژنوتیپ‌های مختلف واکنش‌های متفاوتی نسبت به شوری نشان دادند. ژنوتیپ Zaqatala-68 بیش‌ترین وزن ۱۰۰ دانه را در شرایط نرمال و شور به خود اختصاص داد. بیش‌ترین عملکرد دانه در شرایط نرمال در ژنوتیپ Zaqatala-68 دیده شد که اختلاف معنی‌داری با K3653/2 و S.C704 نداشت. ژنوتیپ‌های S.C704 وZaqatala-68 با تولید بیش‌ترین عملکرد دانه در شرایط شور به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل انتخاب شدند. شاخص‌های تحمل و حساسیت بر اساس عملکرد واریته‌ها در شرایط مختلف محیطی اندازه‌گیری شد و بر اساس شاخص STI ژنوتیپ‌های S.C704، Zaqatala-68 و S.C302 انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه مرکب، شاخص سبزینگی و شاخص تحمل تنش.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0]

مقدمه

تنش‌های غیرزنده مانند خشکی، شوری، دمای بالا، سمیت مواد شیمیایی و تنش‌های اکسیدکننده، از عوامل محدود محدود کننده طبیعی در محیط می‌باشند. کاهش بالای ۷۰ درصد در بقای گیاه، تولید زیست توده و عملکرد در اثر تنش-های غیر زنده مانند خشکسالی، گرما، سرما و شوری گزارش شده است (Ahmad *et al*., 2012). شوری یکی از مضرترین عوامل محیطی در کشاورزی می‌باشد و حدوداً ۷ درصد از کل زمین های دنیا تحت تاثیر شوری هستند (Ben-salah *et al*., 2011). شوری سبب تجمع بیش از حد نمک در خاک می‌شود و این تجمع نمک فراتر از تحمل بسیاری از گیاهان می‌باشد. تقریبا ۲۰ درصد از کل زمین‌های کشاورزی تحت آبیاری جهان به دلیل محتوای بالای نمک از پتانسیل عملکردی ضعیفی برخوردار است (Selvakumar *et al*., 2014). در خاک شور، بسیاری از یون‌ها، به ویژه یون سمی سدیم (Na^+) و یون کلرید (Cl^-) وجود دارد. همچنین آب موجود در خاک‌های شور، نمک آلود بوده و سبب افزایش پتانسیل اسمزی می-شود (Sepaskhah and Yousofi-Falakdehi., 2010؛ Siringam *et al*.,2011). در ایران هر ساله شش میلیارد متر-مکعب از آب‌های شور و لب‌شور در رودخانه‌ها جریان می‌یابد که با اعمال مدیریت‌های صحیح کشاورزی می‌توان از این آب‌ها برای کشاورزی استفاده کرد. ایران با ۲۷ میلیون هکتار اراضی شور در مقام اول و پس از آن هند و پاکستان به‌ترتیب با ۲۳/۸ و ۱۰/۵ میلیون هکتار مقام دوم و سوم را دارند (Ozturk *et al*., 1995). در نقشه مطالعات خاک‌شناسی که از سال ۱۳۳۲ تا ۱۳۸۸ انجام شده است، ۶/۸ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی کشور، مبتلا به درجات مختلف شوری تشخیص داده شده‌اند (مومنی، ۱۳۸۹). اثر تنش‌های غیرزنده مانند شوری بر کاهش صفت تعداد دانه در بلال ذرت در زمان رسیدگی به‌خوبی شناخته شده است (Hütsch *et al*., 2015). Murat و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه ژنوتیپ ذرت Rx947 در چهار سطح شوری دریافتند که با افزایش سطح شوری خاک، وزن خشک گیاه کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد. همچنین با افزایش سطوح شوری غلظت سدیم در ریشه و برگ افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد. کاهش فتوسنتز تحت تنش شوری با کاهش محتوای کلروفیل و اختلال در ساختار کلروفیل مرتبط است (Meng *et al*., 2011). حسن پور و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی اثر توام شوری و تراکم خاک بر شاخص‌های رشدی ذرت نشان دادند که افزایش شوری باعث کاهش معنی‌داری در ارتفاع گیاه، وزن خشک هوایی و ریشه، سطح برگ و شاخص سبزینگی شد. قهرمانی پیر سلامی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه آب شور بر روی ذرت نشان دادند که به‌جز وزن خشک کل، کلیه ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک مورد ارزیابی شامل شاخص سطح برگ، محتوی آب نسبی برگ، هدایت روزنه‌ای، میزان سبزینگی، میزان سدیم و نسبت پتاسیم به سدیم برگ و نیز عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت. سطح زیر کشت ذرت در کشور ۱۵۸۵۳۴ هکتار با تولید ۱۱۷۰۵۸۷ تن می‌باشد (بی نام، ۱۳۹۶).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0]

طبق آمار سال ۱۳۹۳ واردات ذرت به میزان ۶۱۶۱/۹۵ هزار تن با ارزش ۱۷۷۹/۴۳ میلیون دلار بوده است (بی نام، ۱۳۹۳). با توجه به نیاز کشور برای تولید ذرت و افزایش روزافزون خاک‌های شور مطالعه تحمل ژنوتیپ‌های مختلف لازم می‌باشد. از اهداف این تحقیق بررسی ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های مختلف ذرت و مقایسه آن‌ها در جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شوری بوده است.

مواد و روش ها

به‌منظور بررسی اثر شوری خاک بر ژنوتیپ‌های مختلف ذرت این آزمایش در سه سال (۱۳۸۸-۱۳۹۰) روی ژنوتیپ‌های تجاری و لاین‌های K3615.1, S.C 704, B73, S.C302, Waxy, K3546.6, K3653.2, Zaqatala- 68 بر پایه بلوک-های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تجزیه واریانس مرکب بعد از آزمون یکنواختی واریانس‌ها بر اساس آزمایش کرت های خرد شده انجام شد. آزمایش در منطقه آستارا با طول و عرض جغرافیایی ۴۸درجه و ۶۶ دقیقه و ۳۸ درجه و۵۲ دقیقه با ارتفاع ۲۰ متر پایین‌تر از سطح دریای آزاد در دو مزرعه نرمال و شور شامل (مزرعه دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستارا) با شوری کم‌تر از یک دسی زیمنس بر متر و دیگری در نزدیکی ساحل با خاک شور و متوسط شوری بین شش تا هشت دسی زیمنس بر متر اجرا شد (جدول ۱). طبق آمار ایستگاه هواشناسی، میزان بارندگی سالیانه شهر آستارا۱۳۰۰ تا۱۴۰۰ میلی-متر در سال (۷۰ درصد در فصل زمستان و۳۰ درصد در فصول بهار و تابستان) و رطوبت نسبی بالا، حداقل دمای سالانه منفی شش و حداکثر حدود ۳۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. طول خطوط کاشت ۶ متر و فواصل بوته‌ها و ردیف‌ها به ترتیب ۲۰ و ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تمامی عملیات آماده‌سازی زمین و کاشت و داشت برای هر دو مزرعه یکسان و طبق رویه معمول انجام شد. در طول آزمایش صفات مختلفی از جمله شاخص سبزینگی، کلروفیل a، ارتفاع بوته، وزن بلال، تعداد دانه در بلال، وزن ۱۰۰ دانه، وزن خشک بوته و عملکرد دانه در هکتار اندازه‌گیری شد. ارتفاع بوته از یقه تا انتهای بوته بر حسب سانتی‌متر و وزن بلال و وزن ۱۰۰ دانه بر حسب گرم با ترازوی حساس سنجیده شد. بوته‌ها بعد از کف‌بر شدن به مدت ۲۴ ساعت در آون تهویه‌دار در دمای ۷۰ درجه خشک شدند و وزن خشک بوته‌ها به‌دست آمد. شاخص سبزینگی با استفاده از کلروفیل‌متر دستی (SPAD-502) قبل از شروع گل‌دهی اندازه‌گیری و ثبت شد.

جدول ۱: نتایج آنالیز خاک محل آزمایش

مزرعه	pH	EC (دسی زیمنس بر متر)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	درصد رس (٪)	درصد سیلت (٪)	درصد شن (٪)
بدون شوری	۶/۴	۰/۸	۰/۶	۰/۳۴	۰/۱۵۰	۲۵	۴۵	۳۰
شور	۶/۷	۶/۲	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۷۸	۱۴	۲۳	۶۳

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.39.6.0]

کلروفیل a یک هفته قبل از رسیدگی کامل در آزمایشگاه بر اساس متد Ashraf و همکاران (۱۹۹۴) و Arnon (۱۹۷۵) اندازه‌گیری شد و بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد. میزان جذب نوری آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (SHIMATZU-JAPAN) در طول موج ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر خوانده شد و غلظت کلروفیل بر اساس رابطه موجود تعیین شد (Ashraf *et al.*,1994).

رابطه ۱: میلی‌گرم کلروفیل a در هر گرم وزن تر: ۰/۵×[(جذب ۶۴۵) ×۲/۶۹ – (جذب در ۶۶۳) ×۱۲/۷]

شدت شوری با استفاده از رابطه پیشنهادی زیر محاسبه شد (Fischer and maurer, 1978).

رابطه ۲: $SI=1-(Ys/Yp)$

$\overline{Y}_S$= میانگین عملکرد دانه در پلات در شرایط تنش، $\overline{Y}_P$= میانگین عملکرد دانه در پلات در شرایط بدون تنش و SI=شدت شوری یا شرایط سختی.

میزان حساسیت به شوری با استفاده از رابطه پیشنهادی Fischer و Maurer (۱۹۷۸) محاسبه شد که عبارتست از:

رابطه ۳: $SSI=1-(Ys/Yp)/SI$

Ys= عملکرد دانه تحت تنش شوری، Yp= عملکرد دانه تحت شرایط بدون شوری، SSI= میزان حساسیت شوری[۱].

هرچه مقدار Ys به Yp نزدیک‌تر باشد، حساسیت آن واریته به شوری کم‌تر بوده و در نتیجه هر چه مقدار SSI از یک کم‌تر باشد نشان دهنده تحمل بیش‌تر آن واریته به شوری است. شاخص تحمل[۲] TOL و میانگین حسابی[۳] MP هر واریته با رابطه پیشنهادی Rosielle و Hamblin (۱۹۸۱) محاسبه شد (رابطه‌های ۴، ۵ و ۶). با توجه به اینکه مقدار TOL ناشی از اختلاف عملکرد در شرایط بین تنش است، پس هر چه مقدار آن بین دو محیط کم‌تر باشد، مناسب است. شاخص میانگین هندسی عملکرد[۴] GMP در تشخیص گیاهانی که دارای عملکرد بالا در شرایط تنش و بدون تنش هستند، موثر است. شاخص تحمل تنش[۵] (رابطه ۷) با استفاده از رابطه پیشنهادی fernandez (۱۹۹۲) محاسبه شد که عبارتست از:

رابطه ۴: $TOL=(Yp-Ys)$

رابطه ۵: $GMP=\sqrt{Yp\times Ys}$

رابطه ۶: $MP=(Ys+Y_p/2)$

رابطه ۷: $STI=(Yp)(Ys)/(\bar{Y}p)^2$

[۱] Stress Susceptibility Index
[۲] Tolerance
[۳] Mean Productivity
[۴] Geometric Mean Productivity
[۵] Stress Tolerance Index

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0]

Yp= عملکرد دانه در شرایط نرمال، Ys= عملکرد دانه در شرایط تنش شوری، $\bar{Y}p$= میانگین عملکرد تمامی واریته‌ها در شرایط نرمال. هرچه مقدار STI بالا باشد، نشان دهنده تحمل بیش‌تر آن واریته به تنش شوری می‌باشد. کلیه محاسبات با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و SPSS انجام شد. بعد از نرمال نمودن داده‌ها تجزیه واریانس برای صفات اندازه‌گیری شده به صورت مجزا صورت گرفته و ضریب تغییرات نیز محاسبه شد. در صورت زیاد بودن این ضریب اقدام به تبدیل داده شده و مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

کلروفیل a

شوری باعث کاهش میزان کلروفیل a در ژنوتیپ‌های ذرت شد. بین ژنوتیپ‌ها از نظر مقدار کلروفیل a اختلاف معنی-داری در سطح احتمال یک درصد دیده شد و ژنوتیپ‌ها برهم‌کنش‌های متفاوتی به شوری نشان دادند (جدول ۲). ملازم (۱۳۹۴) در بررسی ژنوتیپ‌های ذرت نشان داد که با افزایش شوری به ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار مقدار کلروفیل a کاهش معنی‌داری نشان داد. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد که بیش‌ترین مقدار کلروفیل a در هیبرید S.C704 دیده می شود که با ژنوتیپ‌های S.C302 و B73 اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). Chaum و Kirdmanee (۲۰۰۹) در بررسی دو کولتیوار ذرت ساکاراتا و سراتینا در چهار سطح غلظت شوری شامل ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و۴۰۰ میلی مول به همراه یک سطح شاهد، نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها در اکثر صفات اختلاف معنی‌داری دیده نشد، ولی بین غلظت‌های مختلف نمک در تمامی صفات در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار بود. در این آزمایش با افزایش شدت شوری مقدار کلروفیل a کاهش معنی‌داری نشان داد. کم‌ترین مقدار کلروفیل a در ژنوتیپ Waxy دیده شد. مقایسه میانگین برهم‌کنش ژنوتیپ در محیط نشان داد که بیش‌ترین مقدار کلروفیل a در هیبرید S.C704 در محیط نرمال بود که با مقدار کلروفیل a در B73 اختلاف معنی‌داری نداشت. بین ژنوتیپ Zaqatala-68 با لاین‌های K3653/2، Waxy، K3615/1 و K3545/6 در محیط نرمال اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بیش‌ترین مقدار کاهش در شرایط شور در ژنوتیپ S.C704 و کم‌ترین مقدار کاهش در کلروفیل a در K3615/1 به‌دست آمد (جدول ۳). بر اساس گزارش رضایی و همکاران (۱۳۸۳) شوری خاک باعث کاهش مقدار کلروفیل در هر دو رقم پنبه شد، به‌طوری که با افزایش شوری از ۰/۶ به ۱۶ دسی زیمنس بر متر، مقدار کلروفیل a+b در رقم ساحل (نیمه متحمل به شوری) از ۱۴ به ۲/۵ و در رقم سای اکرا (مقاوم به شوری) از ۱۶ به ۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ رسید. عسگری و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد هیبریدهای ذرت تحت شرایط تنش شوری نشان دادند که در شرایط تنش شوری عدد خوانده شده از دستگاه اندازه‌گیری شاخص سبزینگی کوچک‌تر می‌شود. همچنین شوری باعث کاهش عملکرد دانه‌ای هیبریدهای ذرت شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.39.6.0]

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس مرکب (سه سال) داده‌های مربوط به صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های ذرت

		میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص سبزینگی	کلروفیل a	ارتفاع بوته	وزن بلال	تعداد دانه در بلال	وزن ۱۰۰ دانه	وزن خشک تک بوته	عملکرد دانه
سال	۲	۲/۲۴۸^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۲۸۵/۳۳^{ns}	۵/۹۵۷^{ns}	۲۱/۰۳۵^{ns}	۱/ ۸۳۷^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}
محیط	۱	۶۶۰۳۶/۵۸۰**	۱/۰۲۵**	۶۹۰۷۶/۵۴۴**	۱۲۳۲۵۰/۷۲۹**	۹۹۳۸۸۶/۰۳۴**	۲۵۹/۶۴۰**	۸۱۸/۹۴۶**	۱۶۸۸۹/۹۷۲**
سال*محیط	۲	۱/۱۸۶^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۲۶۳/۰۷۵^{ns}	۱۲۱/۴۷^{ns}	۷/۶۴۰^{ns}	۰/۰۳۵^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}
تکرار (سال*محیط)	۱۲	۶۱۷/۴۴۴	۰/۰۶۱	۱۳۸۷/۶۰۹	۴۲۴۹/۸۸۵	۱۵۲۰۸/۷۵۱	۰/۴۹۵	۲۹/۶۹۰	۱۰۸/۵۹۸
ژنوتیپ	۷	۸۵۱/۱۲۳**	۰/۱۰۱**	۳۱۶۳۸/۰۲۴**	۲۳۶۹۲/۱۹۸**	۷۸۷۹۹,۵۸۴**	۸۵/۶۷۳**	۳۳/۵۶۶**	۴۰۳/۱۳۶**
سال* ژنوتیپ	۱۴	۰/۱۱۲^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۲۱۲/۳۰۱^{ns}	۵۲/۸۲۱^{ns}	۰/۹۵۲^{ns}	۰/۰۳۹^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}
محیط* ژنوتیپ	۷	۵۸۱**	۰/۰۷۴**	۱۷۶۲/۹۰۶*	۷۰۱۴/۶۰۲**	۳۴۰۶۸/۳۵۷**	۱۹/۷۳۵**	۳۳/۵۰۶**	۲۵۹/۲۲۰**
سال*محیط*ژنوتیپ	۱۴	۰/۱۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۲۱۶/۳۱۸^{ns}	۸۶/۲۶۴^{ns}	۱/۸۷۵^{ns}	۰/ ۰۲۲^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}
خطا	۸۴	۸۴/۱۱۰	۰/۰۲۳	۶۳۷/۹۷۱	۷۲۷/۷۹۲	۳۹۴۳/۷۸۲	۷/۷۰۹	۷/۹۰۶	۷۲/۰۸۸
ضریب تغییرات (٪)		۱۹/۶۶	۱۴/۵۳	۱۲/۸۲	۱۹/۵۰	۱۴/۴۸	۱۶/۸۷	۷۰/۲۲	۱۶/۰۳

ns، *، **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.20084033.1397.10.39.6.0]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0] [Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

جدول ۳: مقایسه میانگین (سه سال) داده‌های مربوط به صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های ذرت

	ژنوتیپ‌ها	شاخص سبزینگی	کلروفیل a (میلی گرم در گرم وزن تر)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	وزن خشک بلال (گرم)	تعداد دانه در بلال	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	وزن خشک تک بوته (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
بدون تنش	Zaqatala- 68	۵۳/۱۵ c	۱/ ۱۰۷ d	۲۶۸/۸ a	۲۱۱/۷ ab	۵۹۱/۳ ab	۲۴/۳۹ a	۱۷۲/۷ cdef	۸۷۹۹/۱۶۷ a
	S.C302	۷۸/۴۹ ab	۱/۴۷۴ bc	۲۴۲/۷ b	۷۷/۴۳ e	۴۲۳/۵ e	۱۷/۸۱ bcd	۱۷۰/۷ def	۵۲۸۹/۳ def
	K3653.2	۷۳/۲۵ b	۱/۱۹۲ cd	۱۹۴/۳ de	۱۴۵/۷ c	۵۸۵/۲ ab	۱۵/۶۷ cdef	۲۸۴/۳ ab	۷۶۱۳/۱۷ abc
	B73	۸۰/ ۲۰ab	۱/۶۱۶ ab	۲۳۹/۳ bc	۲۰۴/۲ b	۵۶۵/۳ ab	۱۷/۸۸ bcd	۴۰۶ a	۶۴۸۶/۳۳ bcde
	S.C704	۸۳/ ۰۸ a	۱/۸۳۷ a	۲۷۵/۶ a	۲۳۵/۴ a	۶۱۳/۳ a	۱۵/۰۸ def	۲۵۰/۹ bc	۸۲۱۳/۶۶۷ ab
	Waxy	۵۴/ ۴۱ c	۱/۱۱۴ cd	۲۰۴/۰ d	۱۷۰/۱ c	۴۲۹/۳ de	۱۶/ ۴۷ bcde	۱۷۵/۸ cdef	۵۴۹۴/۱۶۷ def
	K3615.1	۶۱/۷۷ c	۱/۰۲۴ de	۲۰۱/۹ de	۱۵۲/۲ c	۳۸۷/۵ ef	۱۶/ ۰۸ bcde	۲۰۷/۸ bcd	۶۳۰۰/۸۳۳ bcde
	K3545.6	۶۰/ ۲۴ c	۱/۰۳۸ de	۱۲۵/۵ h	۱۴۴/۴ c	۵۳۸/۳ bc	۱۹/۰۴ b	۱۸۵/۶ cde	۶۶۸۲/۱۶۷ bcd
تنش شوری	Zaqatala- 68	۱۸/ ۸۳ e	۰/۹۲۶۷ de	۲۱۷/۵ cd	۱۵۴/۰ c	۴۸۶/۵ cd	۱۸/ ۳۸ bc	۱۰۴/۹ fgh	۵۶۰۳/۵۰۰ cdef
	S.C302	۲۷/ ۲۳ de	۰/ ۸۹۵۶ de	۱۶۵/۹ fg	۸۳/۳۰ e	۳۷۴efg	۱۴/۳۵ ef	۱۳۰ defg	۴۶۰۰/۰۳ def
	K3653.2	۹ ۲/۶۰ d	۱/۰۳۰ de	۱۵۰/۹ g	۷۴/۵۱ e	۳۱۱/۸ g	۱۲/۹۵ f	۸۶/۲۱ gh	۴۷۹۹/۳۳۳ def
	B73	۲۷/ ۵۴ de	۰/۹۷۷۸ de	۲۰۶/۶ d	۱۱۵/۲ d	۳۵۱ fg	۱۶/ ۴۰ bcde	۹۴/۱۱ gh	۵۱۹۵/۴۰ def
	S.C704	۲۱/ ۲۰ de	۰/۹۹۸۹ de	۲۱۲/۶ d	۱۱۴/۵ d	۳۲۰/۳ g	۱۴/۳۴ ef	۱۷۵/۳ cdef	۵۹۹۰/۱۶ cde
	Waxy	۲۳/۶۷ de	۰/۷۳۷۸ e	۱۶۲/۰ fg	۱۵۲/۴ c	۳۳۲/۸ fg	۱۵/۱۸ def	۷۵/۰۵ h	۳۷۰۲/۶۷ f
	K3615.1	۲۷/ ۸۹ de	۱/۰۱۶ de	۱۷۷/۵ ef	۸۵/۷۹ e	۲۵۱ h	۱۵/۶۰ cdef	۱۱۸ efgh	۵۱۰۳/۶ def
	K3545.6	۲۵/ ۹۹ de	۰/۸۸۶۷ de	۱۰۸/۶ h	۹۳/۲۲ de	۳۷۶/۸ efg	۱۳/۷۲ ef	۷۴/۱۲ gh	۴۵۰۲ ef

حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد.

نتایج مشابهی توسط Hayat و همکاران (۲۰۱۱)، Ahmad و همکاران (۲۰۱۲)، Ghogdi و همکاران (۲۰۱۲) و Heidari (۲۰۱۲) به‌دست آمده است. فرهودی (۱۳۹۲) در بررسی اثر شوری بر ژنوتیپ‌های گندم نشان داد که شوری سبب کاهش کلروفیل برگ شد.

ارتفاع بوته

با افزایش مقدار شوری خاک از ارتفاع بوته کاسته شد. بین ژنوتیپ‌های آزمایش از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دیده شد (جدول ۲). بر اثر افزایش غلظت املاح در خاک، پتانسیل اسمزی و به دنبال آن پتانسیل آب در خاک کاهش می‌یابد که این مسئله باعث افزایش تنفس و کاهش ارتفاع و عملکرد گیاه می‌شود (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰). بیش‌ترین ارتفاع بوته به‌ترتیب در S.C704 و Zaqatala-68 دیده شد که بین آن‌ها اختلاف معنی-داری دیده نشد. کم‌ترین ارتفاع بوته در K3545/6 دیده شد. مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش ژنوتیپ در شرایط محیطی نشان داد که کم‌ترین ارتفاع بوته در شرایط محیطی نرمال و شور در K3545/6 دیده شد. بیش‌ترین کاهش ارتفاع بوته در ژنوتیپ S.C302 و کم‌ترین مقدار کاهش در K3545/6 دیده شد (جدول ۳). شوری از طریق کاهش فشار تورژسانس سبب کاهش رشد و توسعه سلول‌ها، خصوصاً در ساقه و برگ شده و به همین دلیل اولین اثر محسوس شوری بر روی گیاهان به صورت تعداد کم‌تر برگ‌ها و کاهش ارتفاع مشاهده می‌شود (میرمحمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱). Rohanipoor و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند که شوری باعث کاهش معنی‌دار در ارتفاع ساقه ذرت شد، بیش‌ترین ارتفاع بوته در شاهد مشاهده شد که با شوری سه دسی زیمنس اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین ارتفاع بوته در بالاترین سطح شوری به‌دست آمد. نجفی و سرهنگ زاده (۱۳۹۱) در بررسی اثر تنش شوری و غرقابی بر ذرت علوفه‌ای در شرایط گلخانه نشان دادند که با افزایش شوری به هشت دسی زیمنس ارتفاع بوته و شاخص سبزینگی کاهش می‌یابد. نعمت پور و همکاران (۱۳۹۴) در آزمایشی نشان دادند که با افزایش تنش شوری ارتفاع ساقه کاهش یافت، به‌طوری که تیمار ۱۰۰ میلی مولار شوری نسبت به شاهد، ارتفاع ساقه را به میزان ۳۵/۴۴ درصد کاهش داد.

وزن بلال

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان داد که در بین سال‌های مختلف اختلاف معنی‌داری از نظر وزن بلال دیده نشد (جدول ۲). بین شرایط محیطی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دیده شد و شوری باعث کاهش وزن بلال در ژنوتیپ‌های ذرت شد. برهم‌کنش بین ژنوتیپ و شرایط محیطی معنی‌دار بود و ژنوتیپ‌های مختلف عکس‌العمل‌های متفاوتی نسبت به شوری نشان دادند. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد که بیش‌ترین وزن بلال به ترتیب در ژنوتیپ‌های Zaqatala-68 و S.C704 دیده شد که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند، ولی با سایر ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نشان

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0]

دادند (جدول ۳). از نظر وزن بلال بین ژنوتیپ‌های B73 و Waxy اختلاف معنی‌داری دیده نشد. کم‌ترین وزن بلال نیز در ژنوتیپ S.C302 دیده شد. مقایسه میانگین برهم‌کنش ژنوتیپ در محیط نشان داد که بیش‌ترین وزن بلال در شرایط نرمال و به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های S.C704 و Zaqatala-68 دیده شد که اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. بیش‌ترین کاهش در وزن بلال در شرایط شور در ژنوتیپ‌های S.C704 و B73 به‌دست آمد. کاهش تعداد دانه اشاره به کمبود مواد فتوسنتزی در دوره قبل از ظهور گل دارد. Jung و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی اثر شوری بر دو ژنوتیپ ذرت pioneer و fabregas نشان دادند که تنش شوری تعداد دانه در بلال را در هر دو ژنوتیپ کاهش داد. همچنین عملکرد دانه‌ای در شرایط تنش شوری نسبت به حالت بدون تنش بیش از ۳۰ درصد کاهش نشان داد. ولی وزن دانه در pioneer در شرایط تنش افزایش یافت. احتمالا کاهش تعداد دانه از افزایش هورمون اسید آبسزیک ناشی شده باشد که این هورمون سبب مرگ دانه‌های گرده شده و لذا تعداد گل‌های تلقیح شده و تعداد دانه را کاهش داده است (شمس‌الدین سعید و فرح بخش، ۱۳۸۸). Mass و Grive (۱۹۹۰) اظهار داشتند که تنش شوری در ظرفیت نهایی دانه تغییراتی را ایجاد می‌کند، به‌طوری- که باعث کاهش معنی‌داری در طول بلال، تعداد بلال و نیز تعداد دانه در بلال می‌شود و همچنین تنش شوری از تعداد نهایی برگ بر روی ساقه اصلی کاسته و دوره رشد رویشی ساقه را کوتاه می نماید.

وزن ۱۰۰ دانه

در بین سال‌ها اختلاف معنی‌داری از نظر وزن ۱۰۰ دانه دیده نشد. بین شرایط محیطی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دیده شد و شوری باعث کاهش وزن ۱۰۰ دانه در ژنوتیپ‌های ذرت شد (جدول ۲). مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد که بیش‌ترین وزن ۱۰۰ دانه در ژنوتیپ Zaqatala-68 بود که با همه ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نشان داد. از نظر وزن ۱۰۰ دانه بین ژنوتیپ‌های B73 وWaxy ،K3615/1 و K3545/6 اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۳). کم‌ترین وزن ۱۰۰ دانه نیز در ژنوتیپ K3653/2 دیده شد. مقایسه میانگین برهم‌کنش ژنوتیپ در محیط نشان داد که بیش‌ترین وزن ۱۰۰ دانه در شرایط نرمال و شور در ژنوتیپ Zaqatala-68 دیده شد که اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها در شرایط نرمال و شور داشت. بیش‌ترین مقدار کاهش وزن ۱۰۰ دانه به‌ترتیب در Zaqatala- 68 و K3545/6 به‌دست آمد. کم‌ترین مقدار کاهش در وزن ۱۰۰ دانه نیز به ترتیب در K3615/1 و S.C704 به‌دست آمد (جدول ۳). کاهش وزن هزار دانه ممکن است به یکی از دو دلیل کاهش میزان مواد فتوسنتزی وارد شده به بلال به دلیل اختصاص بخشی از مواد فتوسنتزی تولید شده برای تنظیم اسمزی مورد نیاز گیاه و یا کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها باشد. Blanco و همکاران (۲۰۰۸) با اعمال تنش شوری بر عملکرد ذرت مشاهده کردند که با اعمال تنش شوری، وزن صد دانه کاهش یافت که نتایج مذکور با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. با بررسی اثر تنش شوری بر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.39.6.0]

تعداد دانه در بلال مشاهده شد که با افزایش شوری، تعداد دانه در بلال کاهش یافت که علت آن را می‌توان افزایش پتانسیل اسمزی در منطقه ریشه و کاهش جذب آب توسط ریشه گیاه نسبت داد که در چنین شرایطی به علت از بین رفتن دانه‌های گرده و تاخیر در ظهور کاکل ها و گرم شدن هوا، تلقیح به طور کامل در ذرت انجام نمی‌گیرد.

وزن خشک تک‌بوته

بین ژنوتیپ‌های آزمایش از نظر وزن خشک تک بوته اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دیده شد. برهم-کنش سال در ژنوتیپ اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی بین برهم‌کنش ژنوتیپ در شرایط محیطی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دیده شد (جدول ۲). مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفت وزن خشک تک‌بوته نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک تک‌بوته به ترتیب در B73، S.C704، K3653/2 و K3615/1 دیده شد که بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. کم‌ترین مقدار وزن خشک تک بوته نیز در ژنوتیپ Waxy دیده شد. کاهش غلظت کلروفیل که از عوامل مهم اثرگذار در ظرفیت فتوسنتزی می‌باشد، با افزایش درجه شوری موجب ناکارآمدی برگ‌ها در انجام فتوسنتز و تشدید صدمات تنش شد. بنابراین شوری سبب کاهش ظرفیت کل فتوسنتزی در گیاهان شد و از طریق کاهش میزان کلروفیل در برگ‌ها سبب اختلال در سنتز مواد فتوسنتزی جهت رشد گیاه شد و وزن خشک گیاه تحت تاثیر شوری به موازات کاهش سطح برگ و میزان کلروفیل برگ‌ها کاهش یافت. این امر نشان می‌دهد شاخص ماده خشک، سطح برگ و غلظت کلروفیل در ارتباط با یکدیگر می‌باشند. در واقع با کاهش سطح برگ و غلظت کلروفیل قدرت گیاه برای تولید ماده خشک و نهایتا عملکرد دانه کاهش می‌یابد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن خشک گیاه و عملکرد دانه نشان دهنده این واقعیت می‌باشد. آقابابایان و سپهری (۱۳۹۶) در بررسی اثر قارچ اندوفیت جهت کاهش اثر مضر تنش شوری در گیاه ذرت نشان داد که با افزایش شوری به ۳۰۰ میلی مول وزن خشک اندام هوایی و ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. افشین مهر و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی اثر شوری بر گیاه سویا نشان دادند که با افزایش شوری وزن‌تر و خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته و سطح برگ به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. مقایسه میانگین برهم‌کنش ژنوتیپ در شرایط محیطی نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک تک بوته در شرایط نرمال دیده شده و شرایط شوری باعث کاهش این صفت شده است. بیش‌ترین مقدار در شرایط نرمال به ترتیب در B73 وK3653/2 به‌دست آمد که با تمامی تیمارها در شرایط نرمال و شور اختلاف معنی‌داری داشت. کم‌ترین وزن خشک تک بوته در شرایط محیطی شور و در کولتیوار K3545/6 دیده شد. بیش‌ترین کاهش در وزن خشک بوته در شرایط شوری به ترتیب در B73 و K3653/2 و کم‌ترین مقدار کاهش وزن خشک بوته در S.C302 به‌دست آمد (جدول‌های ۱و ۲). Raghar و Pal (۱۹۹۴) در آزمایش مزرعه‌ای روی ۵ ژنوتیپ ذرت با مقادیر مختلف شوری گزارش کردند که طول بلال، وزن هزار دانه، عملکرد ماده خشک و عملکرد دانه کاهش یافت. Kaya

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0]

و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی دریافتند که تنش شوری سبب کاهش وزن خشک کل ذرت شد. به طوری که بیش‌ترین وزن خشک در شاهد و کم‌ترین وزن خشک در ۱۰۰ میلی‌مولار بود.

عملکرد دانه

بین شرایط محیطی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد دیده شد و شوری باعث کاهش عملکرد در ژنوتیپ‌های ذرت شد (جدول ۲). کاهش رشد و عملکرد در بسیاری از گیاهان در تنش شوری دیده می‌شود، با این وجود اثر شدیدتر در سطوح شوری بالاتر اتفاق می‌افتد (Koyro *et al.*,2013). مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد که بیش-ترین عملکرد در ژنوتیپ Zaqatala-68 دیده شد که با ژنوتیپ‌های S.C704، K3653/2 و B73 اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نداشت. کم‌ترین عملکرد در ژنوتیپ Waxy دیده شد. مقایسه میانگین برهم‌کنش ژنوتیپ در محیط نشان داد که بیش‌ترین عملکرد در شرایط نرمال و در ژنوتیپ Zaqatala-68 دیده شد که اختلاف معنی‌داری با K3653/2 و S.C704 در شرایط نرمال نداشت، ولی با ژنوتیپ‌های دیگر در شرایط نرمال و شور اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۳). کم‌ترین مقدار عملکرد در شرایط شور و به ترتیب در ژنوتیپ‌هایWaxyو K3545/6 دیده شد. بیش‌ترین مقدار کاهش عملکرد در اثر شوری به‌ترتیب در Zaqatala-68 و K3653/2 و کم‌ترین مقدار کاهش عملکرد در هکتار در Waxy و S.C302 دیده شد. همبستگی بالای عملکرد دانه با اجزای عملکرد از یک طرف و کاهش مقدار این اجزا در اثر شوری از طرف دیگر نشان داد که کاهش عملکرد امری کاملا منطقی می‌باشد. با توجه به اینکه گیاهان بخش عمده ای از دوره رشد خود را در معرض شوری گذرانده‌اند، احتمالاً میزان یون‌های سمی سدیم و کلر در برگ‌ها با افزایش شوری افزایش یافته و سبب کاهش عملکرد در گیاه شده است. عسگری و همکاران (۱۳۹۲) با ارزیابی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد هیبریدهای ذرت تحت شرایط تنش شوری نشان دادند که با افزایش شوری اختلافات معنی‌داری در عملکرد دانه و شاخص کلروفیل دیده شد. نتایج تحقیق Blanco و همکاران (۲۰۰۸) نیز حاکی از کاهش عملکرد دانه با افزایش تنش شوری بود. شمس‌الدین سعید و فرح بخش (۱۳۸۸) در مطالعه اثر تنش شوری بر رشد و عملکرد دو ژنوتیپ ذرت، نشان دادند که اکثر صفات از جمله، ارتفاع ساقه، تعداد برگ، وزن خشک و میزان کلروفیل تحت تاثیر شوری اختلاف معنی‌داری دارند. بالاترین مقدار هر یک از صفات رویشی در تیمار شاهد و کم‌ترین آن در تیمار تنش شدید مشاهده شد. همبستگی بین صفات در شرایط نرمال و شور نشان داد که شوری باعث تغییراتی در ضرایب شده است. در شرایط بدون شوری بین کلروفیل a با ارتفاع بوته و تعداد دانه در بلال همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (جدول ۴). ارتفاع بوته با تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. بین تعداد دانه در بلال با وزن ۱۰۰ دانه، وزن خشک بوته و عملکرد دانه همبستگی مثبت به‌دست آمد. بین وزن خشک بوته با عملکرد نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.39.6.0]

مشاهده شد. در شرایط شوری خاک بین ارتفاع بوته با وزن خشک بوته، بین تعداد دانه در بلال با وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه و بین وزن خشک بوته با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری به‌دست آمد (جدول ۴).

جدول ۴: ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در شرایط شور و نرمال بین ژنوتیپ‌های ذرت

		عملکرد دانه	وزن خشک بوته	وزن ۱۰۰دانه	تعداد دانه در بلال	ارتفاع بوته
کلروفیل a	نرمال	۰/۱۴۶	۰/۱۲۹	-۰/۰۷۴	۰/۳۶۶**	۰/۴۰۷**
	شوری	۰/۲۵۵	۰/۱۳۲	-۰/۲۵۴	۰/۰۵۵	۰/۲۱۱
ارتفاع بوته	نرمال	۰/۲۵۴*	۰/۱۰۵	۰/۱۲۲	۰/۴۶۸**	
	شوری	۰/۲۰۹	۰/۳۷۵**	۰/۲۱۱	۰/۳۵۰	
تعداد دانه در بلال	نرمال	۰/۴۴۲**	۰/۳۷۲**	۰/۲۶۷*		
	شوری	۰/۴۶۵**	۰/۰۰۵	۰/۵۴۷**		
وزن ۱۰۰دانه	نرمال	۰/۱۷۳	-۰/۱۳۲			
	شوری	۰/۲۰۵	۰/۱۳۲			
وزن خشک بوته	نرمال	۰/۲۸۳*				
	شوری	۰/۳۸۳**				

*و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

شدت تنش (SI) در این آزمایش بیش‌تر (SI=0.55) و همبستگی بین YP و YS غیرمعنی‌دار بود (۰/۰۵۴). بنابراین، انتخاب بر اساس عملکرد در شرایط بدون تنش، عملکرد را تنها در محیط بدون تنش افزایش می‌دهد و انتخاب عملکرد در شرایط تنش، باعث افزایش آن در این شرایط می‌شود (جدول ۵). میانگین عملکرد (MP) به نفع عملکرد بالقوه بالاتر و تحمل به تنش پایین‌تر است. همبستگی بین MP و YP معنی‌دار بود (r =۰/۸۴ و، p <0.01) بود. بنابراین، انتخاب بر اساس MP عملکرد را در محیط‌های توام با تنش افزایش می‌دهد. S.C704، Zaqatala-68 و S.C302 بهترین ژنوتیپ-های ذرت بر اساس این شاخص بودند (جدول ۵). همبستگی مثبت و معنی‌دار بین YP با (MP، GMP و STI) و همچنین بین YS با (MP، GMP و STI) نشانگر این است که YP و YS از نظر پیشگویی بهتر از TOL و SSI هستند. مقادیر بزرگتر TOL نشان‌دهنده حساسیت به تنش است، بنابراین مقادیر کوچک‌تر از TOL بیش‌تر مطلوب خواهد بود. انتخاب بر اساس TOL به نفع ژنوتیپ‌های با پتانسیل عملکرد پایین و عملکرد بالا در شرایط تنش می‌باشد. ارزش SSI (شاخص حساسیت به نمک) به وضوح تنوع ژنتیکی در پاسخ به تنش شوری را نشان داد. Jeannette و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که مقادیر پایین‌تر SSI حاکی از تحمل بیش‌تر به شوری است. همبستگی بین تحمل و YP مثبت و معنی-دار بود (r=۰/۸۲۱ و p <0.01) و یک رابطه منفی و معنی‌دار بین YSو TOL (r = -۰/۵۲۵، p<0.01) به‌دست آمد (جدول ۵). این نتایج مشابه با آزمایشات Srivastava و همکاران (۲۰۰۵) و Reema (۲۰۰۷) می‌باشد که به‌ترتیب برای تحمل به شوری در ژنوتیپ‌های نخود و عدس اجرا شده بود.Waxy، S.C302، B73، K3653/2 و Zaqatala-68 کوچک‌ترین

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0]

مقادیر TOL را داشتند و از این نظر بهترین ژنوتیپ‌ها بر اساس این شاخص بودند (جدول ۵). شاخص حساسیت به تنش (SSI) توسط Fischer and maurer (۱۹۷۸) معرفی شده و معنی‌دار بود و همبستگی منفی با عملکرد تحت شرایط تنش داشت و از طرفی یک همبستگی مثبت با شاخص TOL را نشان داد. در استفاده از شاخص SSI، ارزش‌های بالاتر از یک نشان دهنده حساسیت به تنش اسمزی و ارزش کم‌تر از یک نشانگر حساسیت کم‌تر نسبت به تنش است (Guttieri *et al*, 2001). انتخاب بر اساس ترکیبی از هر دو پارامتر GMP و SSI می‌تواند معیار مناسبی برای ارزیابی تحمل به تنش در گیاهان باشد (Ramirez and Kelly, 1998). S.C704، Zaqatala-68 و S.C302 بهترین ژنوتیپ‌ها بر اساس این شاخص بودند. SSI پایین نشانگر تحمل به تنش بالاتر است. TOL و SSI همبستگی مثبت داشتند ($r = ۰/۸۶۷$، $p <0.01$). همبستگی بین SSI و YP مثبت و معنی‌دار بود ($r = ۰/۴۹۵$ و $p <0.05$) اما همبستگی بین YS و SSI منفی و معنی‌دار بود ($r = -۰/۷۷۹$ و $p <0.01$). Toorchi و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که همبستگی بین MP، GMP، YS با YP مثبت بود. Khalili (۲۰۱۲) گزارش کرد که GMP، MP و STI همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش داشت. گزارشات Farshadfar و Elyasi (۲۰۱۲) و Golabadi و همکاران (۲۰۰۶) در توده های گندم دوروم با نتایج به‌دست آمده سازگار بود. Waxy، S.C302، B73 و Zaqatala-68 بهترین ژنوتیپ‌ها بر اساس این شاخص بودند. ارزش بالای STI نشانگر عملکرد بالقوه بالا و تحمل به تنش بالاتر است (Fernandez, 1992). بر اساس این شاخص S.C704، Zaqatala-68 و S.C302 انتخاب شدند (جدول ۴).

جدول ۵: ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل و تنش در سه سال بر روی واریته‌های ذرت

	STI	GMP	MP	TOL	SSI	Ys
Yp	۰/۵۵۸**	۰/۵۸۵**	۰/۸۴۰**	۰/۸۲۱**	۰/۴۹۵*	۰/۰۵۴
Ys	۰/۸۴۴**	۰/۸۳۷**	۰/۵۸۸**	-۰/۵۲۵**	-۰/۷۷۹**	
SSI	-۰/۳۴۷	-۰/۳۴۵	۰/۰۲۲	۰/۸۶۷**		
TOL	-۰/۰۰۷	۰/۰۲۱	۰/۳۸۰			
MP	۰/۹۱۱**	۰/۹۲۹**				
GMP	۰/۹۸۹**					

*و** : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

شاخص تحمل به تنش=STI، شاخص تحمل= TOL، شاخص حساسیت به تنش=SSI، میانگین تولید=MP
میانگین هندسی تولید=GMP، عملکرد در شرایط تنش=Ys، عملکرد در شرایط بدون تنش=Yp

Naroui Rad و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که سه شاخص STI، GMP و MP بالاترین ضریب همبستگی مثبت را با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش داشته است. Golabadi و همکاران (۲۰۰۶)، Sio-Se Mardeh و همکاران (۲۰۰۶) و Naroui Rad و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که گزینش برای تحمل به خشکی در گندم می‌تواند با انتخاب

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0]

بالایی از سه شاخص MP، GMP و STI، تحت شرایط دیم انجام شود. Mehrabi (۲۰۱۱) پیشنهاد نمود که هیبریدهای ذرت با عملکرد بالا ممکن است بر اساس شاخص های GMP و STI انتخاب شوند. همچنین İlker (۲۰۱۱) به این نتیجه رسید که مقادیر پارامترهای MP، GMP و STI برای انتخاب ژنوتیپ‌های گندم پرمحصول در هر دو حالت تنش و بدون تنش مناسب هستند.

جدول ۶: Ys و YP و دیگر شاخص‌های تحمل به شوری در ژنوتیپ‌های ذرت

ژنوتیپ	SSI	STI	GMP	TOL	MP (گرم در پلات)	Ys (گرم در پلات)	Yp (گرم در پلات)
Zaqatala-68	۱/۳۰۰۶	۰/۶۳۶	۲۸۰۹/۱۸	۱۲۸۳	۲۸۸۱/۵	۲۲۴۰	۳۵۲۳
S.C302	۰/۴۴۲۱	۰/۸۷۶	۱۹۶۵/۷۱	۲۶۰	۱۹۷۰	۱۸۴۰	۲۱۰۰
K3653/2	۱/۳۱۸۰	۰/۶۳۱	۲۴۱۷/۱۴	۱۱۲۳	۲۴۸۱/۵	۱۹۲۰	۳۰۴۳
B73	۰/۷۱۵۱	۰/۸۰	۲۳۲۲/۴۹	۵۲۰	۲۳۳۷	۲۰۷۷	۲۵۹۷
S.C704	۰/۹۶۷۰	۰/۷۲۹	۲۸۰۶/۹۴	۸۹۰	۲۸۴۲	۲۳۹۷	۳۲۸۷
Waxy	۱/۱۶۵۵	۰/۶۷۴	۱۸۰۳/۲۱	۷۱۷	۱۸۳۸/۵	۱۴۸۰	۲۱۹۷
K3615/1	۰/۶۷۶۸	۰/۸۱	۲۲۶۵/۹۸	۴۷۷	۲۲۷۸/۵	۲۰۴۰	۲۵۱۷
K3545/6	۱/۱۶۳۷	۰/۶۷۴	۲۱۹۲/۲۶	۸۷۰	۲۲۳۵	۱۸۰۰	۲۶۷۰

شاخص تحمل به تنش=STI، شاخص تحمل =TOL، شاخص حساسیت به تنش =SSI، میانگین تولید =MP، میانگین هندسی تولید =GMP
عملکرد در شرایط تنش =Ys، عملکرد در شرایط بدون تنش=Yp.

نتیجه‌گیری

شوری خاک باعث کاهش شاخص محتوای کلروفیل، کلروفیل a، ارتفاع بوته، وزن بلال، تعداد دانه در بلال، وزن صد-دانه، وزن خشک بوته و عملکرد در همه ژنوتیپ‌ها شد. ژنوتیپ‌های S.C704 با منشاء کشور ایران و Zaqatala-68 با منشاء کشور آذربایجان با تولید بیش‌ترین عملکرد دانه در شرایط شور به‌عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم انتخاب شدند. بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط نرمال و تنش اختلافات معنی‌دار در اکثر صفات دیده شد که نشانگر تنوع بالا از نظر این ویژگی‌ها است و گزینش و تلاقی بین آن‌ها مناسب خواهد بود. شاخص‌های مختلف تحمل و حساسیت به تنش نشان داد که بر اساس اکثر این شاخص‌ها نوتیپ‌های S.C704 و Zaqatala-68 تحمل بیش‌تری نسبت به تنش نشان دادند.

منابع

افشین مهر، ر.، علیزاده، ا.، جعفری حقیقی، ب. و زارع، م. ۱۳۹۲. اثر سطوح مختلف شوری بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک چند رقم سویا. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. سال پنجم، شماره چهاردهم، ص۱۷-۳۳.

آقابابایبان، م و سپهری، م. ۱۳۹۶. تاثیر قارچ اندوفیت جهت کاهش اثرات مضر تنش شوری در گیاه ذرت. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی.جلد دهم، شماره دوم، ۳۱۹-۳۲۹.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0]

بی‌نام. ۱۳۹۶. میزان تولید محصولات زراعی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی. مرداد ۱۳۹۶. ۸۰ ص، سایت http://amar.maj.ir.

بی‌نام. ۱۳۹۳. صادرات و واردات بخش کشاورزی سال ۱۳۹۳. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه ریزی و اقتصاد. ۱۵۷ ص. سایت http://amar.maj.ir.

حسن‌پور، ر.، نیشابوری، م و زارع حقی، د. ۱۳۹۴. اثر توام شوری و تراکم خاک بر برخی شاخص‌های رشد ذرت. نشریه دانش آب و خاک. ۲۵ (۱): ۳۶۰-۲۴۷.

حیدری شریف آباد، ح.۱۳۸۰. گیاه و شوری. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران. ۱۹۹ صفحه.

رضائی، م. ع.، خاوری نژاد، ر. ع. و فهیمی. ح. ۱۳۸۳. پاسخ فیزیولوژیک گیاه پنبه به شوری‌های مختلف خاک. پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۶۲، صفحه‌های ۸۱ تا ۸۹.

شمس‌الدین سعید، م. و فرح‌بخش، ح. ۱۳۸۸. اثر تنش شوری بر عملکرد و برخی خصوصیات زراعی و فیزیولوژیک دو هیبرید ذرت در منطقه کرمان. مجله تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی). ۳۲ (۱):۲۵-۱۳.

عسگری، م.، مقصودی مود، ع. ا. و صفاری، و. ر. ۱۳۹۲. بررسی برخی خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد هیبریدهای ذرت (*Zea mays* L.) تحت شرایط تنش شوری. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی. ۳ (۹): ۱۰۴-۹۳.

فرهودی، ر.۱۳۹۲. بررسی اثر تنش شوری بر رشد و ویژگی‌های فیزیولوژیک نه رقم گندم در مرحله رشد رویشی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۵ (۲۰): ۷۱-۸۶.

قهرمانی پیرسلامی، ف.، راهنما، ا.، سیاهپوش، م. و برومند نسب، س. ۱۳۹۵. اثر آبیاری بارانی با آب شور بر صفات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد دانه ذرت. مجله علوم زراعی ایران. ۱۸ (۲):۱۴۶-۱۳۵.

ملازم، د. ۱۳۹۴. اثر تنش شوری بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، رنگیزه‌های فتوسنتزی و پرولین در ارقام تجاری ذرت. فصلنامه بوم‌شناسی کشاورزی. ۱۱ (۱): ۶۳-۵۵.

مومنی، ع. ۱۳۸۹. پراکنش جغرافیایی و سطوح شوری منابع خاک ایران. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). ۲۴ (۳): ۲۱۵-۲۰۳.

میرمحمدی میبدی، س. ع. م. و قره یاضی، ب. ۱۳۸۱ .جنبه‌های فیزیولوژیک و به‌نژادی تنش شوری گیاهان. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۲۶ صفحه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0]

نجفی، ن. و سرهنگ زاده، ا. ۱۳۹۱. اثر شوری کلرید سدیم و غرقاب شدن خاک بر ویژگی‌های رشد ذرت علوفه‌ای در شرایط گلخانه‌ای. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۳ (۱۰): ۱۵-۱.

نعمت‌پور، ا.، کاظمینی، س. ع. و عدالت، م. ۱۳۹۴. تاثیر تنش شوری بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و رشد دو رقم ذرت شیرین. مجله فناوری تولیدات گیاهی. ۱۵ (۲): ۱۶۳-۱۵۳.

Ahmad, P., Hakeem, K., Kumar, R. A., Ashraf, M. and Akram, N. A. 2012. Salt-induced changes in photosynthetic activity and oxidative defense system of three cultivars of mustard (*Brassica juncea* L.). African Journal of Biotechnology. 11:2694–2703.

Arnon, D. I. 1975. Copper enzymes in isolated chloroplasts;polyphenol-oxidase in *Beta vulgaris*.Plant Physiol.24:1-15.

Ashraf, M., Azmi, Y., Khan, A. H. and Ala, S. A. 1994. Effect of water stress on total phenols, peroxides activity and chlorophyll content in wheat. Acta Physiology plant. 16 (3):1-18.

Ben-Salah, I., Slatni, T., Gruber, M., Messedi, D. and Gandour, M. 2011. Relationship between symbiotic nitrogen fixation, sucrose synthesis and anti-oxidant activities in source leaves of two Medicago ciliaris lines cultivated under salt stress. Environmental and Experimental Botany., 70: 166-173.

Blanco, F. F., Folegatti, M. V., Gheyi, H. R. and Fernandes, P. D. 2008. Growth and yield of corn irrigated with saline water. Science Agriculture. 65(6): 574-580.

Cha-um, S. and Kirdmanee, C. 2009. Effect of salt stress on proline accumulation, photosynthetic ability and growth characters in two maize cultivars. Pakistan Journal of Botany 41: 87-98.

Farshadfar, E. and Elyasi, P. 2012. Screening quantitative indicators of drought tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) landraces. European Journal of Experimental Biology. 2(3): 577-584.

Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria of assessing plant stress tolerance. Brazilian Journal of Plant Physiology 2: 23-30.

Fischer, R. A., and Maurer, R. 1978. drought resistance in spring wheat cultivar.I.grain yield responses Australian journal of Agricultural research 29:897-912.

Ghogdi, E. A., Izadi-Darbandi, A. and Borzouei, A. 2012. Effects of salinity on some physiological traits in wheat (*Triticum aestivum* L) cultivars. Indian Journal of Science and Technology. 5(1):1901–1906.

Golabadi, M., Arzani, A. and Maibody, S. A. M. 2006. Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. African Journal of Agricultural Research. 5: 162-171.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0]

Guttieri, M. J., Stark, J. BrIen, C. K. and Souza, E. 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. Crop Science. 41:327-335.

Hayat, S., Mir, B. A., Wani, A. S., Hasan, S. A., Irfan, M. and Ahmad, A. 2011. Screening of salt tolerant genotypes of Brassica juncea based on photosynthetic attributes. Journal of Plant Interactions. 6:53–60.

Heidari, M. 2012. Effects of salinity stress on growth, chlorophyll content and osmotic components of two basils (*Ocimum basilicum* L) genotypes. African Journal of Biotechnology. 11(2):379–384.

Hütsch, B.W., Jung, S. and Schubert, S. 2015. Comparison of salt and drought-stress effects on corn growth and yield formation with regard to acid invertase activity in the kernels. Journal of Agronomy and Crop Science. 201: 353–367.

İlker, E., Tatar, Ö., kut, A., Tonk, F., Tosun, M. and Turk, J. 2011. Determination of Tolerance Level of Some Wheat Genotypes to Post-Anthesis Drought. Turkish Journal of Field Crops. 16(1):59-63.

Jeannette, S., Craig, R. and Lynch, J. P. 2002. Salinity tolerance of *Phaseolus* species during germination and early seedling growth. Crop Science. 42:1584-1594.

Jung, S., Hütsch, B.W., Schubert, S. 2017. Salt stress reduces kernel number of corn by inhibiting plasma membrane H+-ATPase activity. Plant Physiol Biochem.113:198-207.

Kaya, C., Sonmez, O., Aydemir, S. and Dikilitas, M. 2013. Mitigation effects of glycinebetaine on oxidative stress and some key growth parameters of maize exposed to salt stress. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37: 188-194.

Khalili, M., Naghavi, M. R., Pour Aboughadareh, A. R. and Talebzadeh, J. 2012. Evaluating of drought stress tolerance based on selection indices in spring canola cultivars (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science. 4(11):78-85.

Koyro, H. W., Hussain, T., Huchzermeyer, B. and Ajmal Khan, M. 2013. Photosynthetic and growth responses of a perennial halophytic grass Panicum turgidum to increasing NaCl concentrations. Environmental and Experimental Botany. 91, 22-29.

Mass, E. V. and Grive, E. M. 1990. Spike and leaf development in salt stressed corn Crop Science, 30:1309-1313.

Mehrabi, P., Homayoun, H. and Daliri, M. S. 2011. Study of drought tolerance of corn genotypes using STI index Middle-East Journal of Scientific Research. 9(1):68-70.

Meng, H. B., Jiang, S. S., HUA, S., Lin, JX. Y., Li, Y. L., Guo, W. Li. and Jiang, L. X. 2011. Comparison between a tetraploid turnip and its diploid progenitor (*Brassica rapa* L.): the adaptation to salinity stress. Agricultural Sciences in China. 10(3), 363-375.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0]

Murat, A., Abdelkarim, H. A. E., Nilgün, T. and Suleyman, T. 2010. Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maize plant. African Journal of Agricultural Research 5(7): 584-588.

Naroui Rad, M. R., Abbasi, M. R. and Fanay, H. R. 2004. Evaluation of drought stress tolerance with use of stress tolerance indexes in sorghum collected germplasms national plant gene bank of Iran. Persian. Journal of Pajouhesh and Sazandegi. 82: 11-18.

Ozturk, M., Ozdemir, F., Eser, B., Adiyahsi, O. I. and Ilbi, H. 1995. Studies on the salt-hormune interactions in the germination and seedling growth of some vegetable species. In: Khan, MA, Ungar IA (Eds.). Biology of salt tolerant plants. University of Karachi. Pakistan 59-64.

Ozdemir, M., Eser, F., Adiyahsi, O. I. and Ilbi, H. 1995. Studies on the salt-hormune interactions in the germination and seedling growth of some vegetable species. In: Khan, MA, Ungar IA (Eds.). Biology of salt tolerant plants. University of Karachi. Pakistan 59-64.

Raghar, C. S., and Pal, B. 1994. Effect of saline water on growth, yield and contributory characters of various corn cultivars. Agriculture Research, 15: 351-356.

Ramirez, P. and Kelly, J. D. 1998. Traits related to drought related to drought resistance in common bean. Euphytica, 99:127-136.

Reema, C. 2007. Effect salt stress on growth, productivity and nutrient uptake in lentil (*Lens culinaris* Medic.). Ph.D. Thesis submitted to Rohilkhand, M. J. P. Uni. Bly.

Rosielle, A. A. and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science. 21: 943-946.

Rohanipoor, A., Norouzi, M., Moezzi, A. and Hassibi, P. 2013. Effect of silicon on some physiological properties of Maize (*Zea mays* L.) under salt stress. Journal of Biology and Environment Science, 7 (20): 71- 79.

Selvakumar, G., Kim, K., Hu, S. and Sa, T. 2014. Effect of salinity on plants and the role of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria in alleviation of salt stress. *In*: Parvaiz Ahmad, P., Wani, R.M. (Eds.), Physiological Mechanisms and Adaptation Strategies in Plants Under Changing Environment. Springer, New York, pp. 115_144.

Sepaskhah, A. R. and Yousofi-Falakdehi, A. 2010. Rice yield modeling under salinity and water stress conditions using an appropriate macroscopic root water uptake equation. Pakistan Journal of Biological Science.13, 1099–1105.

Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K. and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought tolerance indices under various Environ. Conditions. Field Crops Research. 98: 222-229.

Siringam, K., Juntawong, N., Cha-um, S. and Kirdmanee, C. 2011. Salt stress induced ion accumulation, ion homeostasis, membrane injury and sugar contents in salt-sensitive rice (Oryza

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0]

sativa L. spp. indica) roots under isoosmotic conditions. African Journal of Biotechnology. 10(8), 1340–1346.

Srivastava, N., Vadez, V., Krishnamurthy, L. Saxena, K. B., Nigam, S. N. and Rupakula, A. 2005. Screening for salinity tolerance in pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) and groundnut (*Arachis hypogea* L.) abstract 145, 4th international food legumes research conference Oct. 18-22, 2005, New Delhi, India.

Toorchi, M., Naderi, R., Kanbar, A. and Shakiba, M. R. 2012. Response of spring canola cultivars to sodium chloride stress. Annals of Biological Research. 2(5):312-322.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.39.6.0]