دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

ارزیابی چند متغیره تحمل به شوری (NaCl) ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum vulgar* L.)

حسین عسکری[۱]، سید کمال کاظمی تبار[۲]، حمید نجفی زرینی[۲] و محمد حسین صابری[۳]

۱- دانشجوی دکتری بیومتری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران، (نویسنده مسوول: hmss_askari@yahoo.com)
۲- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳- استادیار مرکز تحقیقات و منابع طبیعی خراسان جنوبی، خراسان جنوبی، ایران
تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۸
صفحه: ۱ تا ۸

چکیده

امروزه با توجه به تداوم افزایش شوری در نواحی خشک و نیمه خشک، تحمل به تنش شوری محصولات زراعی از اهمیت بشتری برخوردار می‌گردد. این تحقیق به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف شوری بر میزان عملکرد ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum vulgar L.*) بصورت آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام گرفت. عامل شوری در ۵ سطح شاملECهای ٤/٥ (شاهد)، ۷/۵، ۱۰/۵، ۱۳/۵ و ۱٦/۵ دسی زیمنس بر متر به‌عنوان فاکتور اصلی و عامل ژنوتیپ، متشکل از ۹ رقم و لاین امید بخش به‌عنوان فاکتور فرعی مورد بررسی قرار گرفتند. تاثیر شوری بوسیله تغییرات عملکرد و شاخص‌های تحمل شامل شاخص تحمل به تنش (STI)، شاخص تحمل (TOL)، میانگین تولید (MP)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، نسبت کاهش عملکرد (Yr) و شاخص میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار عملکرد با افزایش سطوح شوری در آزمایش بود. در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی، بهترین عملکرد در تمامی سطوح شوری به ژنوتیپ‌های MBS8715 و والفجر تعلق داشت و شاخص‌های تحمل تنش، میانگین تولید و میانگین هندسی محصول‌دهی به‌عنوان معیارهای گزینش ژنوتیپ‌های دارای عملکرد مناسب در سطوح مختلف شوری و نرمال مشخص گردیدند.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، جو، شاخص‌های تحمل، عملکرد

مقدمه

شوری یکی از فاکتورهای اصلی محیطی در کاهش تولید محصولات زراعی و تهدیدی جهانی برای تعادل غذایی به حساب می آید (۱). افزایش تحمل به شوری امری ضروری برای تولید و پرورش محصولات زراعی در مناطق پر خطر است و از این رو به منابع ژنتیکی جدید متحمل به شوری نیاز است (۱۱). بررسی‌های انجام شده مشخص کرده که عملکرد گیاه و بیش‌تر صفات وابسته به آن مانند ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، نسبت سدیم به پتاسیم، تعداد دانه در سنبله و طول سنبله، تحت تنش شوری کاهش می‌یابد. (۳). تنش‌های غیر زیستی همچون خشکی و شوری بصورت گسترده‌ای عامل کاهش چشمگیر عملکرد جو بوده اما با این وجود تحت شرایط تنش‌های شدید، جو یکی از منابع مهم تولید غذا است. اگرچه جو در میان متحمل‌ترین گیاهان زراعی به تنش شوری قرار دارد با این وجود اثر زیان‌آور شوری بر تمامی مراحل رشد جو گزارش شده، اما اثر آن در مراحل رویشی، بیش‌تر از شروع گلدهی و پرشدن دانه است (۱۲). جهت ارزیابی ژرم پلاسم، به‌نژادگران به دنبال روش‌های اصلاحی مناسب هستند و موثر بودن روش انتخابی به فراوانی اطلاعات در مورد صفات و معیارهای انتخاب شده بستگی دارد (۱۳). به‌نحوی که در کنار توجه به عملکرد به عنوان معیار اصلی در برنامه‌های اصلاحی، امکان سنجی استفاده از صفاتی که در شرایط تنش بر عملکرد موثر هستند نیز پیشنهاد گردیده است (۱۵). استفاده از تنوع موجود در داخل گونه و یا خویشاوندان نزدیک آن و دیگری مهندسی ژنتیک، از راه‌کارهای بهبود عملکرد یک محصول زراعی برای تنش‌های زیستی و غیر زیستی، معرفی شده است (۱۱). برای انتخاب بر اساس عملکرد، شاخص‌های متفاوتی پیشنهاد شده است، این شاخص‌ها، عملکرد را در دو محیط تنش و بدون تنش در بر می‌گیرند. در بسیاری از برنامه‌های اصلاحی، عملکرد دانه و ثبات عملکرد در شرایط مختلف محیطی به عنوان معیارهای اصلی انتخاب برای تحمل به تنش منظور می‌شود. ثبات عملکرد به معنای تفاوت اندک بین عملکرد پتانسیل (توان گیاه) و حقیقی گیاه (عملکرد مزرعه) در شرایط محیطی مختلف است (۱۰) که می‌تواند ناشی از ویژگی ژنتیکی، جبران اجزای عملکرد، تحمل تنش، ظرفیت بازیافت سریع پس از رفع تنش و یا تلفیقی از این عوامل باشد (۷). زیاد بودن عملکرد در شرایط تنش می‌تواند ناشی از تحمل زیاد و یا ظرفیت تولید بالا و یا هر دو مکانیسم باشد (۶). برای ارزیابی واکنش گیاهان در شرایط محیطی مختلف و تعیین میزان مقاومت و حساسیت آنها در مقابل تنش‌های محیطی، شاخص‌های گوناگونی ارائه شده است که می‌توان به شاخص تحمل (TOL)[۱]، میانگین تولید (MP)[۲] و میانگین هندسی تولید (GMP)[۳] اشاره کرد. از دیگر شاخص‌های ارزیابی گیاهان در شرایط محیطی مختلف، شاخص حساسیت به تنش (SSI)[۴] است که در آن عملکرد دانه تحت شرایط مطلوب و تنش اندازه‌گیری و شدت تنش نیز بر اساس میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها تحت شرایط مطلوب و تنش تعیین می‌شود. کاربرد شاخص تحمل به تنش (STI)[۵] بر اساس عملکرد هر گیاه در دو شرایط مطلوب و تنش و مربع میانگین عملکرد تمامی

1- Stress Tolerance
2- Meanproductivity
3- Geometricmeanproductivity
4- Stress susceptibility index
5- Stress tolerance index

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]
[DOI: 10.52547/jcb.12.36.1]

گیاهان مورد آزمایش در شرایط مطلوب است (۶). اسکندری و همکاران (۴) و کریمی و همکاران (۸) در بررسی مقاومت به خشکی ارقام جو و کوچکی و همکاران (۹) در مطالعه تحمل به خشکی ارقام گندم از شاخص های مذکور بهره گرفتند. بر این اساس تحقیق حاضر به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های برتر جو و تعیین شاخص‌های مناسب به منظور گزینش در شدت‌های متفاوت از تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی انجام گرفت. پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار ارزیابی شد. پنج سطح شوری شامل مقادیر ۴/۵(S1)، ۷/۵(S2)، ۱۰/۵(S3)، ۱۳/۵(S4) و ۱۶/۵(S5) دسی زیمنس بر متر در کرت‌های اصلی و نه ژنوتپ جو شامل ارقام و لاین‌های STW82153 (A)، MBS8712 (B)، ESBYTM8910 (C)، ۴ شوری (D)، ۵ شوری (E)، WB7910(F)، والفجر (G)، MBS8715 (H) و جو ترش (I)، در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. سطح شوری ۴/۵ بعنوان شاهد در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی شامل ۵ خط کاشت به فاصله پانزده سانتی‌متر و به طول ۲/۵ متر بود و تراکم بر اساس ۴۵۰ بذر در متر مربع محاسبه و با توجه به وزن هزار دانه تعداد بذور مشخص گردید. کلیه عملیات زراعی آزمایش مطابق با عرف منطقه و مبارزه با عوامل خسارت‌زای زیستی همچون شته بر اساس ضرورت انجام شد. به منظور یکنواختی زمین قبل از کاشت، آبشویی سنگین انجام و همچنین برای سبز شدن یکنواخت ردیف‌های کاشت در تمامی کرت‌ها نوبت اول آبیاری با سطح شاهد صورت گرفت، ایجاد تنش به تدریج و اعمال کامل سطوح شوری از آب سوم آغاز گردید. شوری‌های مختلف با افزودن نمک استحصالی از منبع آبی با شوری بسیار بالا به سطح شاهد در حوضچه احداث شده در کنار مزرعه آزمایشی تهیه و بوسیله پمپ به داخل کرت‌های آزمایش هدایت شد. در نهایت پس از رسیدگی کامل، عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر کرت فرعی (مربوط به هر تیمار) بطور تصادفی با رعایت اثر حاشیه اندازه گیری گردید و بر مبنای طرح آماری بکار رفته، مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. به منظور بررسی واکنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی به شرایط تنش شوری از شاخص‌های مختلف به شرح زیر استفاده گردید (۱).

شاخص حساسیت به تنش (SSI):

$$SSI=[1-(Ysi/Ypi)]/SI,\quad SI=1-(Ys/Yp)$$

شاخص تحمل به تنش (STI):

$$STI=(Ysi)(Ypi)/(Yp)^2$$

شاخص تحمل (TOL):

$$TOL= Ypi-Ysi$$

شاخص میانگین حسابی (MP):

$$MP= (Ypi+Ysi)/2$$

شاخص میانگین هندسی محصول‌دهی (GMP):

$$GMP = \sqrt{(Ypi)(Ysi)}$$

این شاخص حساسیت کمتری به مقادیر بسیار متفاوت Ys و Ypدارد.

شاخص نسبت کاهش عملکرد (Yr):

$$Yr=1- (Ysi/Ypi)$$

در این شاخص‌ها (Yp) و (Ys) به ترتیب میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال و محیط تنش بوده و (Ypi) و (Ysi) نشانگر مقادیر عملکرد ژنوتیپ مورد نظر به ترتیب در محیط نرمال و محیط دارای تنش می‌باشند. جهت شناسایی ارقام برتر در شرایط مختلف و بررسی روابط بین ژنوتیپ ها و شاخص‌ها از روش‌های همبستگی و ترسیمی بای پلات، بر اساس تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده گردید. همچنین برای گروه بندی ژنوتیپ‌ها با توجه به شاخص‌های تحمل از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد با استفاده از فاصله اقلیدسی بهره گرفته شد. به منظور انجام محاسبات آماری و رسم گراف‌ها از نرم‌افزار آماری R (پکیج agricolae) استفاده گردید.

نتایج و بحث

سطوح شوری اثر معنی داری بر عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط مزرعه داشتند (جدول ۱). اثر ژنوتیپ، سطوح مختلف شوری و برهمکنش هر دو عامل در سطح یک درصد معنی دار گردید. عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها با درجات مختلف نسبت به سطح شاهد با افزایش شدت تنش کاهش یافت و بصورت میانگین، ژنوتیپ‌های C و H بالاترین عملکرد را در طی آزمایش به خود اختصاص دادند (جدول ۲). تنش شوری دوره رسیدگی و پر شدن دانه را در برخی از غلات کاهش می‌دهد و کاهش عملکرد دانه در سطوح بالاتر تنش شوری را می‌توان در نتیجه کوتاه شدن دوره پر شدن دانه (۱۵) و یا اختلال در سیستم انتقال مواد در ارتباط با غلضت بالای یون‌های نمک دانست (۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد ژنوتیپ‌های جو در سطوح مختلف شوری

Table 1. Variance analysis of yield of barley genotypes in Different levels of salinity

بلوک	۲	۰/۰۰۴۲^{ns}
شوری	۴	۵۱/۵**
خطای اصلی	۸	۰/۰۰۳۸
ژنوتیپ	۸	۱/۸۸**
ژنوتیپ × شوری	۳۲	۰/۱۳۱**
خطای فرعی	۸۰	۰/۰۰۵۴

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.1]

تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها، اثبات کننده وجود تنوع و در نتیجه امکان غربال‌گری برای گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در شرایط نرمال همانند ژنوتیپ‌های A، C و H تحت شرایط تنش نیز بهتر عمل می‌کنند، بنابراین گزینش غیرمستقیم برای تنش شوری بر اساس عملکرد در شرایط نرمال کارآمد و قابل توصیه خواهد بود. اگرچه اثر متقابل معنی‌دار دو عامل شوری و ژنوتیپ که نشان از پاسخ متفاوت ژنوتیپ‌ها به شرایط محیط دارد گزینش را پیچیده می‌سازد چرا که میزان تغییرات از یک محیط به محیط دیگر متفاوت و قابل پیش‌بینی نخواهد بود اما آنچه که مشخص است ژنوتیپی با پتانسیل عملکرد پایین، پاسخ رضایت بخشی نیز در شرایط تنش نخواهد داشت. کلیه شاخص‌های مقاومت با توجه به فرمول‌های تعریف شده محاسبه و نتایج در جدول ۳ خلاصه شده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمارهای مورد ارزیابی از لحاظ عملکرد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح یک درصد (تن/هکتار)
Table 2. Statistical comparison of means for yield by Duncan's multiple range test (α =0.01)

ژنوتیپ / شوری	A	B	C	D	E	F	G	H	I	شوری
S_1	۵/۳۵۸^{a}	۴/۹۱۸^{c}	۵/۳۴۰^{a}	۴/۶۵۰^{d}	۳/۹۹۳^{n}	۵/۳۴۳^{a}	۵/۱۷۳^{b}	۵/۴۰۳^{a}	۴/۱۵۷^{g}	۴/۹۲۶^{a}
S_2	۴/۲۲۶^{rg}	۳/۹۸۰^{n}	۴/۵۱۰^{de}	۳/۸۳۳^{n}	۳/۲۳۱^{j}	۴/۱۷۷^{g}	۴/۲۰۰^{g}	۴/۳۷۰^{er}	۳/۱۱۸^{jk}	۳/۹۶۱^{b}
S_3	۳/۴۸۷^{i}	۳/۲۲۹^{j}	۳/۴۶۳^{i}	۳/۱۴۷^{jk}	۲/۷۹۰^{m}	۳/۰۴۰^{ki}	۳/۴۸۷^{i}	۳/۴۹۷^{i}	۲/۸۸۳^{lm}	۳/۲۲۵^{c}
S_4	۲/۲۸۱^{no}	۲/۳۶۱^{no}	۲/۳۲۰^{no}	۲/۰۲۴^{p}	۱/۸۶۷$^{p-s}$	۱/۹۱۱^{pq}	۲/۲۰۶^{o}	۲/۴۲۱^{n}	۱/۸۸۹^{pqr}	۲/۱۴۲^{d}
S_5	۱/۷۱۵^{s}	۱/۹۳۷^{pq}	۱/۷۲۹^{rs}	۱/۰۴۳^{tu}	۱/۰۸۸^{tu}	۱/۲۰۷^{s}	۱/۷۱۴^{r}	۱/۸۴۲^{qrs}	۱/۰۲۸^{u}	۱/۴۷۸^{e}
ژنوتیپ	۳/۴۱۳^{bc}	۳/۲۸۵^{a}	۳/۴۷۳^{ab}	۲/۹۳۹^{f}	۲/۵۹۴^{g}	۳/۱۳۶^{e}	۳/۳۵۶^{cd}	۳/۵۰۷^{a}	۲/۶۱۵^{g}	

میانگین‌های دارای حروف مشابه از لحاظ آماری فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند

جدول ۳- ارزیابی ژنوتیپ‌های جو بر اساس شاخص های تحمل
Table 3. Stress tolerance indices values for studied genotypes

شاخص تحمل	مقایسه سطوح تنش با شاهد	ژنوتیپ								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
TOL	S_2	۱/۱۳	۰/۹۴	۰/۸۳	۰/۸۲	۰/۷۶	۱/۱۷	۰/۹۷	۱/۰۳	۱/۰۴
	S_3	۱/۸۷	۱/۶۹	۱/۸۸	۱/۵	۱/۲	۲/۳	۱/۶۹	۱/۹۱	۱/۲۷
	S_4	۳/۰۸	۲/۵۶	۳/۰۲	۲/۶۳	۲/۱۳	۲/۴۳	۲/۹۷	۲/۹۸	۲/۲۷
	S_5	۳/۶۴	۲/۹۸	۳/۶۱	۳/۶۱	۲/۹۱	۴/۱۴	۳/۴۶	۳/۵۶	۳/۱۳
MP	S_2	۴/۷۹	۴/۴۵	۴/۹۳	۴/۲۴	۳/۶۱	۴/۷۶	۴/۶۹	۴/۸۹	۳/۶۴
	S_3	۴/۴۲	۴/۰۷	۴/۴	۳/۹	۳/۳۹	۴/۱۹	۴/۳۳	۴/۴۵	۳/۵۲
	S_4	۳/۸۲	۳/۶۴	۳/۸۳	۳/۳۴	۲/۹۳	۳/۶۳	۳/۶۹	۳/۹۱	۳/۰۲
	S_5	۳/۵۴	۳/۴۳	۳/۵۳	۲/۸۵	۲/۵۴	۲/۲۸	۳/۴۴	۳/۶۲	۲/۵۹
GMP	S_2	۴/۷۶	۴/۴۲	۴/۹۱	۴/۲۲	۳/۵۹	۴/۷۲	۴/۶۶	۴/۸۶	۳/۶
	S_3	۴/۳۲	۳/۹۹	۴/۳	۳/۸۳	۳/۳۴	۴/۰۳	۴/۲۵	۴/۳۵	۳/۴۶
	S_4	۳/۵	۳/۴۱	۳/۵۲	۳/۰۷	۲/۷۳	۳/۲	۲/۳۸	۳/۶۲	۲/۸
	S_5	۳/۰۳	۳/۰۹	۳/۰۴	۲/۲	۲/۰۸	۲/۵۴	۲/۹۸	۳/۱۵	۲/۰۷
SSI	S_2	۱/۰۸	۰/۹۷	۰/۷۹	۰/۹	۰/۹۷	۱/۱۱	۰/۹۶	۰/۹۸	۱/۲۷
	S_3	۱/۰۱	۰/۹۹	۱/۰۲	۰/۹۴	۰/۸۷	۱/۲۵	۰/۹۴	۱/۰۲	۰/۸۹
	S_4	۱/۰۲	۰/۹۲	۱	۱	۰/۹۴	۱/۱۴	۱/۰۱	۰/۹۸	۰/۹۷
	S_5	۰/۹۷	۰/۸۷	۰/۹۷	۱/۱۱	۱/۰۴	۱/۱۱	۰/۹۶	۰/۹۴	۱/۰۸
STI	S_2	۰/۹۳	۰/۸۱	۰/۹۹	۰/۷۳	۰/۵۳	۰/۹۲	۰/۹	۰/۹۷	۰/۵۳
	S_3	۰/۷۷	۰/۶۵	۰/۷۶	۰/۶	۰/۴۶	۰/۶۷	۰/۷۴	۰/۷۸	۰/۴۹
	S_4	۰/۵	۰/۴۸	۰/۵۱	۰/۳۹	۰/۳۱	۰/۴۲	۰/۴۷	۰/۵۴	۰/۳۲
	S_5	۰/۳۸	۰/۳۹	۰/۳۸	۰/۲	۰/۱۸	۰/۲۷	۰/۳۷	۰/۴۱	۰/۱۸
Yr	S_2	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۲۵
	S_3	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۳۲	۰/۳	۰/۴۳	۰/۳۳	۰/۳۵	۰/۳۱
	S_4	۰/۵۷	۰/۵۲	۰/۵۷	۰/۵۶	۰/۵۳	۰/۶۴	۰/۵۷	۰/۵۵	۰/۵۵
	S_5	۰/۶۸	۰/۶۱	۰/۶۸	۰/۷۸	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۶۷	۰/۶۶	۰/۷۵

نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های A، B، G و H در بالاترین سطح شوری بیشترین مقادیر شاخص‌های MP، GMP و STI را به خود اختصاص دادند که بر این اساس این ژنوتیپ‌ها بعنوان ژنوتیپ متحمل و دارای پتانسیل عملکرد بالا معرفی می گردند. بنا بر نتایج جدول در سایر سطوح نیز این شاخص‌ها (MP، GMP و STI) قدرت تمایز بهتری نسبت به سایر شاخص‌ها (TOL، SSI و Yr) به منظور انتخاب ژنوتیپ‌های برتر داشتند. مقادیر بالای شاخص تحمل، شاخص حساسیت به تنش و نسبت کاهش عملکرد بیانگر حساسیت بیشتر به تنش بوده و هر قدر مقادیر این شاخص پایین‌تر باشد مطلوبتر خواهد بود.

به منظور تعیین مناسبترین معیار مقاومت، آنالیز همبستگی بین عملکرد در شرایط نرمال (Yp) و تنش (Ys) انجام شد. که نتایج آن در جدول شماره۴ آورده شده است.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.1]

جدول ۴- آنالیز همبستگی شاخص‌های تحمل با عملکرد در شرایط کنترل و سطوح مختلف تنش در سطح پنج درصد

Table 4. Correlation coefficient of stress tolerance indices with Yp and Ys

S1 (4.5 ds/m) با S2 (7.5 ds/m)

	Yp	Ys	TOL	MP	GMP	SSI	STI	Yr
Yp		۰/۹۷*	۰/۵	۰/۹۹*	۹۹۰*	−۰/۳	۰/۹۹*	−۰/۳۱
Ys			۰/۲۷	۰/۹۹*	۰/۹۹*	−۰/۵۳	۰/۹۹*	−۰/۵۳
TOL				۰/۳۹	۰/۳۸	۰/۶۷*	۰/۳۸	۰/۶۶
MP					۱*	−۰/۴۱	۱*	−۰/۴۲
GMP						−۰/۴۲	۱*	−۰/۴۳
SSI							−۰/۴۲	۱*
STI								−۰/۴۳
Yr								

S1 (4.5 ds/m) با S3 (10.5 ds/m)

	Yp	Ys	TOL	Mp	GMP	SSI	STI	Yr
Yp		۰/۸۵*	۰/۹*	۰/۹۸*	۰/۹۷*	۰/۶۹*	۰/۹۷*	۰/۷*
Ys			۰/۵۴	۰/۹۳*	۰/۹۵*	۰/۲	۰/۹۵*	۰/۲۱
TOl				۰/۸۱*	۰/۷۷*	۰/۹۳*	۰/۷۷*	۰/۹۳*
MP					۱*	۰/۵۴	۱*	۰/۵۵
GMP						۰/۴۹	۱*	۰/۵
SSI							۰/۴۸	۱*
STI								۰/۴۹
Yr								

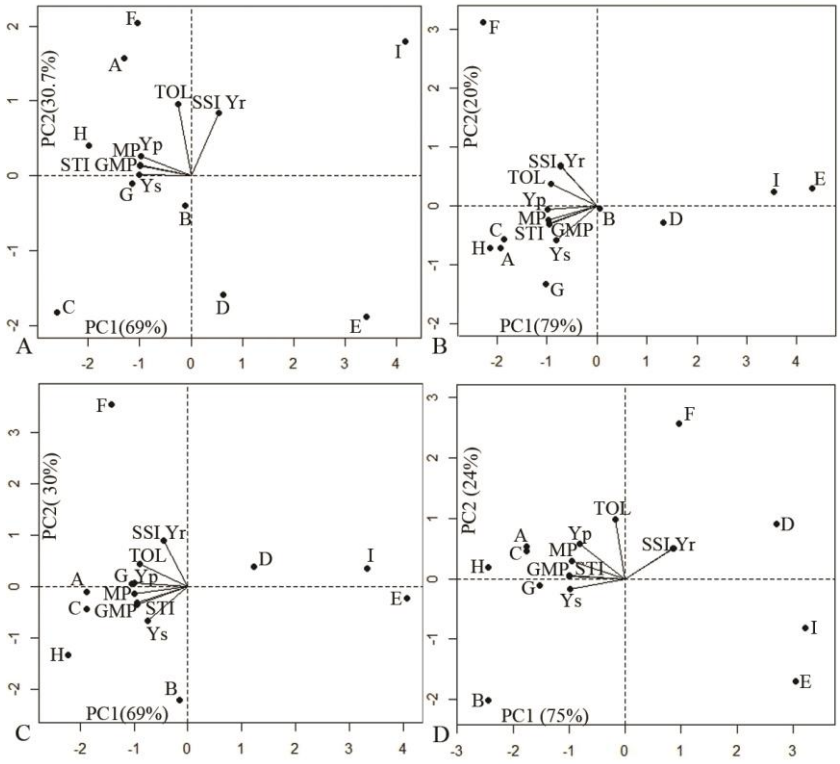
S1 (4.5 ds/m) با S4 (13.5 ds/m)

	Yp	Ys	TOL	MP	GMP	SSI	STI	Yr
Yp		۰/۷*	۰/۹۳*	۰/۹۸*	۰/۹۲*	۰/۵۱	۰/۹۱*	۰/۵۱
Ys			۰/۳۸	۰/۸۴*	۰/۹۲*	−۰/۲۶	۰/۹۳*	−۰/۲۶
TOL				۰/۸۲*	۰/۷۱*	۰/۸*	۰/۶۹*	۰/۷۹*
MP					۰/۹۹*	۰/۳۱	۰/۹۸*	۰/۳۱
GMP						۰,۱۵	۱*	۰/۱۴
SSI							۰/۱۲	۱*
STI								۰/۱۱
Yr								

S1 (4.5 ds/m) با S5 (16.5 ds/m)

	Yp	Ys	TOL	Mp	GMP	SSI	STI	Yr
Yp		۰/۷*	۰/۷۲*	۰/۹۵*	۰/۸۵*	−۰/۴	۰/۸۳*	−۰/۴۱
Ys			۰/۱۲	۰/۸۹*	۰/۹۷*	−۰/۹۳*	۰/۹۸*	−۰/۹۴*
TOl				۰/۴۶	۰/۲۳	۰/۳۵	۰/۲۱	۰/۳۴
MP					۰/۹۷*	۰/۶۷	۰/۹۶*	−۰/۶۷*
GMP						−۰/۸۳*	۱*	−۰/۸۳*
SSI							−۰/۸۴*	۱*
STI								−۰/۸۴*
Yr								

نتایج حاصل از آنالیز نشان داد که عملکرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط تنش دارای همبستگی بالا با عملکرد در شرایط نرمال می‌باشد اگر چه با افزایش شدت تنش این میزان همبستگی کاهش یافت. این نتایج تائید می‌کند عملکرد بالا در شرایط نرمال منجر به پاسخ مناسب ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش می‌شود. در تمامی سطوح تنش همبستگی بالایی بین عملکرد در شرایط تنش و نرمال با شاخص‌های MP، GMP و STI مشاهده گردید که نشان از قدرت تمایز این شاخص‌ها برای ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط نرمال و تنش است. تحلیل مولفه‌های اصلی یکی از موثرترین تکنیک‌ها در کاهش ابعاد متغیرهای مشاهده شده به متغیرهای مستقل می‌باشد. در آنالیز مولفه‌های اصلی تقریبا تمامی واریانس تجمعی بوسیله دو مولفه اول در تمامی سطوح مقایسه‌ای توجیه شدند (شکل ۱).



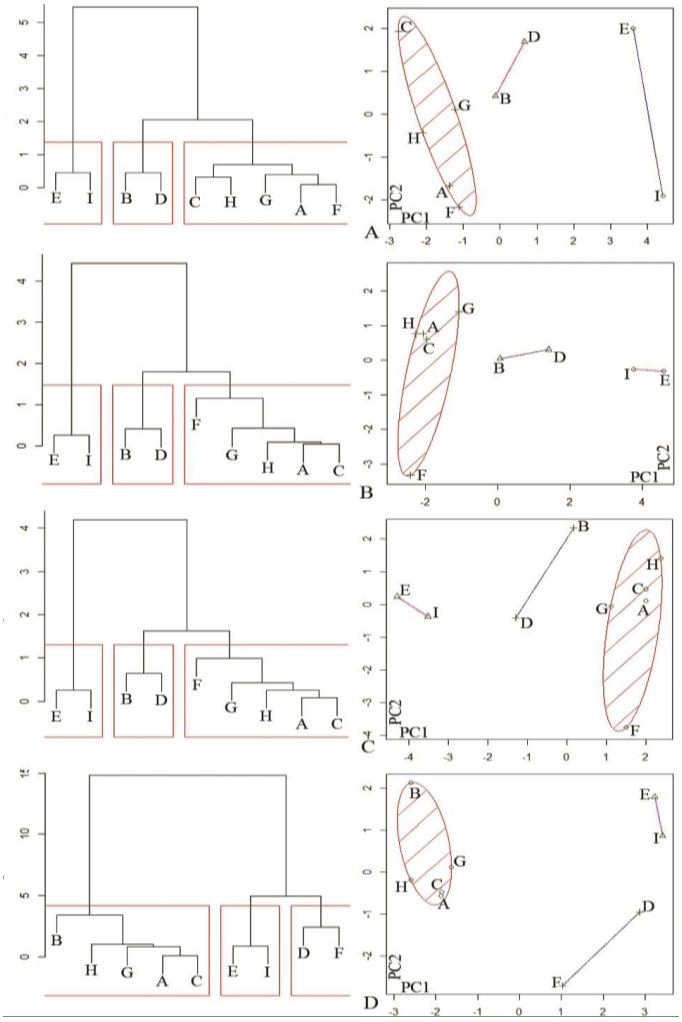
شکل ۱- نمایش بای پلات تحلیل مولفه‌های اصلی ژنوتیپ‌های جو بر اساس پارامترهای پایداری و عملکرد

Figure 1. The biplot diagram of PCA analysis of barley genotypes based on tolerance indices and yield.A: S1 vs. S2, B: S1 vs. S3, C: S1 vs. S4, D: S1 vs. S5

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.1]

توزیع و پراکنش معیارها و ژنوتیپ‌ها بر روی پلات‌ها نشان از همبستگی بین آنها دارد بنحوی که ضریب همبستگی هر دو معیار تقریبا معادل با کوسینوس زاویه بین بردار آن دو می‌باشد (Cos180°= -1, Cos 0°=1, Cos90°= 0) (۱۶). در این آزمایش زاویه بین شاخص‌های MP، GMP و STI تند بوده که نشان از همبستگی مثبت بین این شاخص‌ها دارد. در تمامی سطوح مقایسه‌ای شاخص‌های MP، GMP و STI موقعیت مکانی مشابه بر روی پلات‌ها در تمامی سطوح تنش داشتند و فاصله آنها با مولفه اول نسبت به مولفه دوم کمتر بوده، از این رو این مولفه را می‌توان بعنوان مولفه مقاومت معرفی کرد، که می‌تواند ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و نرمال را متمایز سازد. مولفه دوم نیز با شاخص‌های SSI، Yr و TOL همبستگی بیشتری نشان داد و در نتیجه این مولفه مرتبط با عملکرد در شرایط تنش و حساسیت به استرس می‌باشد. براین اساس و موقعیت ژنوتیپ‌ها بر روی پلات‌ها، ژنوتیپ‌های C، G و H می‌توانند بعنوان ژنوتیپ‌های ایده‌ال در هر دو شرایط نرمال و تنش معرفی گردند. همچنین ژنوتیپ B نیز با توجه به همبستگی که با مولفه دوم دارد نیز می‌توان جهت کشت در شرایط تنش بویژه در سطوح بالای نمک در نظر گرفت. ژنوتیپ F نیز با دارا بودن مقادیر کم مولفه اول و مقادیر بالای مولفه دوم نشان‌دهنده عملکرد بالا در شرایط بدون تنش و همزمان حساسیت به افزایش شدت شوری است. تحلیل خوشه‌ای بر اساس شاخص‌های تحمل و عملکرد در شرایط کنترل و تنش انجام شد (شکل ۲).



شکل ۲- دندوگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های جو بر اساس شاخص‌های تحمل و عملکرد در شرایط تنش و نرمال در سطوح مختلف شوری

Figure 2. Dendrogram of classified genotypes using cluster analysis based on tolerance indices and yield. A: S1 vs. S2, B: S1 vs. S3, C: S1 vs. S4, D: S1 vs. S5

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.1]

ژنوتیپ‌های مورد بررسی را در تمامی سطوح مقایسه‌ای در سه خوشه مقاوم، نیمه مقاوم و حساس قرار داد. تجزیه خوشه‌ای بعنوان یک روش آماری چند متغیری برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها معرفی می‌شود. تعداد خوشه‌ها بر اساس واریانس تبیین شده که نسبتی از واریانس بین گروه‌ها به کل واریانس است در پلات Elbow criterion تعیین گردیدند. نتایج تحلیل خوشه‌ای توسط آنالیز مولفه‌های اصلی مورد تائید قرار گرفت که نشان از توصیف مناسب مدل توسط تحلیل کلاستر می‌باشد. ژنوتیپ‌های A، C، G و H در تمامی سطوح مقایسه‌ای بعنوان ژنوتیپ‌های مقاوم معرفی می‌شوند که دارای بیشترین مقادیر شاخص‌های MP، GMP و STI می‌باشند و برای کشت در هر دو شرایط تنش و نرمال قابل توصیه می‌باشند. ژنوتیپ‌های E و I نیز در تمامی سطوح بعنوان ژنوتیپ‌های حساس دسته‌بندی شدند در بالاترین سطح تنش ژنوتیپ B که در سطوح مقایسه‌ای قبل از آن در گروه نیمه مقاوم قرار گرفته بود جایگزین ژنوتیپ F در گروه مقاوم شد و این نتایج با نتایج حاصل از مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها و تحلیل مولفه‌های اصلی مطابقت دارد.

فرناندز (۵) بر اساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و فاقد تنش آنها را به چهار گروه تقسیم بندی کرد؛ گروه اول (A) شامل ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط برتر بوده و عملکرد بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارند، درگروه دوم (B) ژنوتیپ‌هایی که تنها در محیط بدون تنش دارای عملکرد بالا بوده قرار داشته و گروه سوم (C) افرادی با عملکرد بالا در محیط حاوی تنش را در بر می‌گیرد و در نهایت گروه چهارم (D) شامل ژنوتیپ‌هایی هستد که در هر دو شرایط دارای عملکرد پایین می‌باشند. فرناندز معتقد است که مناسب‌ترین معیار برای انتخاب به تنش، معیاری است که قادر به تشخیص گروه اول از سایر گروه‌ها باشد. کریمی و همکاران (۸) در بررسی شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی در ارقام جو به این نتیجه رسیدند که شاخص‌های MP، GMP و STI نسبت به سایر شاخص‌ها نتیجه مناسبی را ارائه می کنند. در مطالعه کوچکی و همکاران (۹) شاخص STI از قدرت بالاتری در تفکیک گروه A از سایر گروه ها برای ژنوتیپ‌های گندم در برابر تنش خشکی، تشخیص داده شده و در ارزیابی تحمل به خشکی چند ژنوتیپ جو بهاره نشان داده شد که شاخص STI مناسبترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم است و همبستگی بالا با عملکرد در هر دو شرایط دارد (۴). طاهریان و همکاران (۱۴) در ارزیابی مقاومت به خشکی و شوری ارقام جو شاخص‌های MP، GMP و STI را معیارهای سودمند برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر معرفی کرده و انتخاب شاخص‌ها جهت گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب توسط بهنژادگر را بر اساس ماهیت و شدت تنش در محیط هدف را توصیه نمودند.

در نتیجه بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان شاخص‌های STI، MP و GMP را به عنوان معیار مناسب به منظور گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در سطوح مختلف تنش شوری و نرمال و ژنوتیپ H (MBS8715) را بعنوان ژنوتیپ برتر در این آزمایش معرفی کرد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.1]

منابع

1. Ashraf, A., M.A. Abd el Shafi, E.M.S. Gheith and H.S. Suleiman. 2015. Using different statistical procedures for evaluation drought tolerance indices of bread wheat genotypes. Advance in Agriculture and Biology, 4(1): 19-30.
2. Bagheri, A. and O. Sadeghipour. 2009. Effects of salt stress on yield, yield components and carbohydrates content in four hullness barley (*Hordeum vulgar* L.) cultivars. Journal of biological sciences, 9(8): 909-912.
3. Demiral, M.A., M. Aydin and A. Yorulmaz. 2005. Effect of salinity on growth chemical composition and anti-oxidative enzyme activity of two malting barley (*Hordeum vulgar* L.) cultivars. Turkish Journal of Biology, 29: 117-123.
4. Eskandary, M., A. Astaraei and A. Ganjali. 2009. Evaluation of salinity stress tolerance indices derived from Cl/SO4 anionic ratios and nitrogen fertilizer in barley (*Hordeum vulgar* L.). Environmental Stresses in Agricultural Sciences, 2(1): 15-27 (In Persian).
5. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In proceeding of a symposium. Taiwan, 13(18): 257-270.
6. Fischer, R.A. and R. Maurer.1978. Drought resistance in spring wheat cultivars grain yield responses. Australia journal Agriculture Recourse, 29 (4): 897-912.
7. Heinnrich, G.M., C.A. Francis and J.D. Eastin. 1983. Stability of grain sorghum yield components across divers environments. Crop Science, 23: 209-212.
8. Karimi, E., M.R. Ghannadha, M.R. Naghavi and M. Mardi. 2005. An evaluation of drought resistance in barley. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 36: 547-560 (In Persian).
9. Koocheki, A.R., A. Yazdansepas and H.R. Nikkhah. 2006. Effect of terminal drought on grain yield and som morphological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences, 8: 14-29 (In Persian).
10. Mohammadi, R., R. Haghparast and M. Aghaee. 2006. Evaluation of breed wheat genotypes for drought tolerance under rainfed condition. Eighth International Conference on Dry land Development, Theme 10. Application of new technologies and technology transfer and crop improvement for dry areas. Beijing, China.
11. Munns, R., S. Husain, A.R. Rivelli and R.A. James. 2002. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. Plant and Soil, 247(1): 93-105.
12. Naseer, S.H. 2001. Response of barley (*Hordeum vulgar* L.) at various stages to salt stress. Journal of biological Science, 1(5): 326-329.
13. Niazian, M, M. No'mani and S.A. Sadat Noori. 2016. A Review on Biometrical Methods used for Salt Tolerance Breeding in Crops. Journal of Crop Breeding, 8(17): 24-41 (In Persian).
14. Saberi, M.H., A. Arazmjoo and A. Amini. 2016. Assessment of Diversity and Identifying of Effective Traits on Grain Yield of bread wheat Promised Lines under Salt Stress Conditions. Journal of Crop Breeding, 8(20): 31-40 (In Persian).
15. Taherian, M., A. Rasoulnia, M.R. Bihamta, A. Peyghambari and H. Alizadeh. 2017. Evaluation of stress tolerance indices in Iranian barley genotypes under salinity and drought conditions. Agricultural Communications, 5(3): 7-17.
16. Ulhaq, J.I., Sh. Akhtar, M. Akram, M. Arfan and Sh. Yasmin. 2003. Differential yield responses of barley genotypes to NaCl salinity. International Journal of Agriculture & Biology, 5(3): 233-235.
17. Yan, W. and I. Rajcan.2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science, 42: 11-20.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.1]

Multivariate Assessment of Salt Tolerance (NaCl) in Barley (*Hordeum Volgar* L.) Genotypes

Hossein Askari[1], Seyed Kamal Kazemitabar[2], Hamid Najafi Zarrini[2] and Mohammd Hossein Saberi[3]

1- Ph.D. Student in Plant Breeding, Sari Agricultural Sciences and Natural Resource University, Sari, Iran, (Corresponding author: hmss_askari@yahoo.com)
2- Associate Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resource University, Sari, Iran
3- Assistant Professor, Provincial Research Center of Khorasan Jonobi, Khorasan Jonobi, Iran
Received: May 20, 2018 Accepted: September30, 2018

Abstract

Nowadays salt tolerance of crops is becoming more and more important, owing to the constant increase of salinity in arid and semi arid regions. This research was carried out in order to test of different salinity levels effects on yield of barley (*Hordeum Volgar* L.) genotypes, in split plot experiment on the base of Randomized Completely Block Design with 3 replications. Salinity treatment involved 5 levels: S_1 (control)=EC 4.5 ds/m, S_2=EC 7.5 ds/m, S_3=EC 10.5 ds/m, S_4=EC 13.5 ds/m and S_5=EC 16.5 ds/m as main plot and subplots were 9 genotype involved promising lines and varieties. The effect of salinity treatments studied by sampling on yield and tolerance indices, such as geometric mean productivity (GMP), stress susceptibility index (SSI), mean productivity (MP), stress tolerance index (STI), tolerance index (TOL) and yield reduction ratio (Yr). Result showed significant decrease in yield by increasing in salinity levels. The best performance belonged to ValFajr and MBS8715 genotypes, and MP, GMP and STI were determined as major and suitable indices for selecting cultivars with high yield under different levels of salinity stress and non- stress conditions.

Keywords: Barley, Salinity stress, Tolerance indices, Yield

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-24]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.1]