"مجله علوم زراعی ایران"
جلد نوزدهم، شماره ٤، زمستان ١٣٩٦

تجزیه و تحلیل و طبقه بندی تحمل به شوری در ژرم پلاسم جو (*Hordeum vulgare* L.) بومی ایران

Analysis and classification of salt tolerance in native barley (*Hordeum vulgare* L.) germplasm of Iran

شکیبا شاهمرادی[1]، سید علی طباطبایی[2] و معصومه پوراسماعیل[3]

چکیده

شاهمرادی، ش.، س. ع. طباطبایی و م. پوراسماعیل. تجزیه و تحلیل و طبقه بندی تحمل به شوری در ژرم پلاسم جو (*Hordeum vulgare* L.) بومی ایران. **مجله علوم زراعی ایران. ١٩(٤): ٣٣٣-٣١٩.**

به منظور تجزیه و تحلیل واکنش گیاه جو (*Hordeum vulgare* L.) به تنش شوری ، ١٠٠٠ ژنوتیپ جو زراعی بومی ایران در سال زراعی٩٤-١٣٩٣ در دو محیط بدون تنش (مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر-کرج) و تنش شوری (مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد) مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش در قالب طرح آگمنت در بلوک‌هایی شامل ٥٠ خط کشت انجام شد و در بین هر ١٠ خط کاشت از ژنوتیپ‌های جو، بذرهای سه رقم شاهد حساس (لاین L-527)، نیمه متحمل (رقم نصرت) و متحمل (رقم افضل) به شوری، به طور متوالی کاشته شدند. در طول فصل رشد، برخی از صفات فنولوژیک، مورفولوژیک و زراعی ژنوتیپ‌های جو در هر دو محیط اندازه‌گیری شدند. به منظور گروه‌بندی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شوری، تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای انجام شد. نتایج نشان داد که علاوه بر عملکرد دانه در شرایط تنش شوری و بدون تنش، صفات روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی نیز ارتباط معنی‌داری با تحمل شوری داشتند و استنباط شد که ژنوتیپ‌هایی که دوره رشد زایشی در آنها زودتر آغاز شده و زودرس‌تر بودند، دارای عملکرد بیشتری در شرایط تنش بوده و از شاخص تحمل تنش شوری بالاتری برخوردار بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که ژنوتیپ‌های دوردیفه دارای وزن صد دانه و عملکرد دانه بالاتری در شرایط تنش شوری بوده و شاخص تحمل تنش بالاتری داشتند. نتایج کلی این تحقیق نشان داد که در ژرم‌پلاسم جو زراعی بومی ایران، ژنوتیپ‌های دارای ویژگی‌های زودرسی وارتفاع بوته بیشتر، دارای احتمال سازگاری بیشتری با عوامل محدود کننده ناشی از تنش شوری می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تنش شوری، جو و شاخص تحمل

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

تاریخ دریافت: ١٣٩٦/٠٥/٠٨ تاریخ پذیرش: ١٣٩٦/١١/٠٢ این مقاله مستخرج از پروژه تحقیقاتی سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی با شماره مصوب ٩٠١٤٤-٠٣-٠٣-٠ می‌باشد.

١-استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک: shakibashahmoradi@ gmail.com)
٢-دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
٣-استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مقدمه

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است که باعث محدود شدن تولید محصولات کشاورزی می‌شود. اثر منفی شوری از طریق افزایش املاح در محیط اطراف ریشه و به عبارتی لایه‌های سطحی خاک‌های زراعی است که منشاء آن نوع سنگ‌های مادری تشکیل دهنده خاک، استفاده از آب‌های شور و یا مدیریت نامناسب زراعی است (FAO, 2008 و Szabolcs, 1989). تنش شوری تقریبا بر همه جنبه‌های فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و مولکولی گیاه تاثیر می‌گذارد (Gorai and Neffati, 2007). صدمات ناشی از تنش شوری در گیاهان شامل سمیت یونی (Zhu, 2001)، تنش اسمزی، عدم تعادل عناصر غذایی، تغییر در فرآیندهای متابولیکی، کاهش فتوسنتز (Shabala, 2003) و تنش اکسیداتیو (Hasegawa *et al.*, 2000) می‌باشند که اغلب آنها با تغییر ساختار سلول گیاهی مرتبط هستند. یکی از سازوکارهای کلیدی برای تحمل تنش شوری در گیاهان، به حداقل رساندن جذب نمک و یا انتقال نمک به واکوئل‌ها می‌باشد (Sze *et al.*, 2002 و Munns and Tester, 2008).

امروزه به علت استفاده بی‌رویه از منابع و به کارگیری تکنولوژی‌های نامناسب در تولید محصولات کشاورزی، به ویژه در رابطه با آب آبیاری، بخش قابل توجهی از زمین‌های کشاورزی درمناطق خشک با پدیده شوری مواجه هستند(Koocheki and Nasiri Mahalati, 1994). در ایران در حدود ۲۳۵ هزارکیلومتر مربع (۱۴/۲ درصد از کل مساحت کشور) تحت تأثیر شوری قرار دارد که حدود ۵۰ درصد از اراضی زیر کشت آبی را شامل می‌شود (Pazira, 1999)، بنابراین به نظر می‌رسد که شوری تهدیدی جدی برای کشاورزی پایدار در ایران باشد (Siadat, 1998). یکی از راه‌های استفاده از اراضی شور برای تولید محصولات کشاورزی، بهره‌گیری از تنوع ژنتیکی گیاهان زراعی و مرتعی است (Ladeiro, 2012). با اصلاح و گزینش ژنوتیپ‌های سازگار و متحمل به شوری، می‌توان زراعت در این مناطق را توسعه داد. مونز و تستر (Munns and Tester, 2008) سازوکارهای تحمل شوری را در سطح مولکولی، سلولی، اندام و کل گیاه مورد بررسی قرار داده و گزارش نمودند که رشد و نمو گیاهان در دو مرحله نسبت به تنش شوری واکنش نشان می‌دهند: یک مرحله سریع اسمزی که از رشد برگ‌های جوان جلوگیری می‌کند و یک مرحله کند یونی که باعث تسریع پیری برگ‌ها می‌شود. بر این اساس سازگاری گیاهان به تنش شوری دارای سه نوع قابل تفکیک است، تحمل تنش اسمزی، حذف یون‌های سدیم و کلر و تحمل بافت نسبت به تجمع این دو یون. تحمل اسمزی و تحمل بافت هر دو توانایی ادامه رشد گیاه را در شرایط تجمع یون سدیم در بافت برگی مقدور می سازد. افزایش تحمل اسمزی با افزایش توانایی در ادامه تولید برگ‌های جدید همراه است، در حالیکه تحمل بافت با افزایش دوره بقاء در برگ‌های مسن‌تر مرتبط است.

جو گیاه زراعی مهمی است که دارای مصارف غذایی، علوفه‌ای و صنعتی (تولید مالت) می باشد. اهمیت این گیاه از توانایی رشد و نمو و تولید محصول آن در اراضی حاشیه‌ای دارای تنش خشکی، سرما و شوری ناشی می‌شود (Van Oosterom *et al.*, 1993; Maas and Hoffman, 1997). جو قابلیت کشت در دامنه محیطی وسیعی داشته و تحمل آن نسبت به تنش شوری بیشتر از سایر غلات است (Harlan, 1966). موثرترین روش برای تولید محصولات زراعی سازگار با شوری خاک، ایجاد ارقام متحمل به شوری است، بنابراین درک سازوکار تحمل شوری پیش نیاز اصلاح ژنتیکی گیاهان زراعی است (Zahra *et al.*, 2014). جو به عنوان متحمل‌ترین گیاه زراعی نسبت به تنش شوری در خانواده غلات، به فراوانی در مطالعات فیزیولوژیکی و ژنتیکی تحمل شوری مورد مطالعه قرار گرفته است.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

تنوع ژنتیکی زیادی در ژنوتیپ‌های زراعی و بومی جو و والدین وحشی آنها وجود دارد و این موضوع امکان به نژادی و دسترسی به ژنوتیپ‌های سازگار به تنش شوری را فراهم می‌سازد. گزارش شده است که تفاوت معنی‌داری از نظر تحمل شوری بین گونه‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف گیاهی وجود دارد (Munns and Tester, 2008). به نژادی تحمل به تنش‌های محیطی در گیاه جو عمدتا به ارزیابی دقیق تنوع ژنتیکی جو زراعی *Hordeum vulgare* subsp vulgare و جد وحشی آن *Hordeum vulgare* subsp spontaneum بستگی دارد (Robinson *et al.,* 2000).

نتایج تحقیقات نشان داده است که آبیاری با آب لب شور اثرات مثبت و منفی بر خاک داشته و افزایش سطح زیر کشت جو در اراضی شور، تنها با در نظر گرفتن شرایط خاک، آب، ژنوتیپ و اکولوژی مقدور است (Ahmet *et al.,* 2003). علی و همکاران (Ali *et al.,* 2007) با هدف معرفی ژنوتیپ‌های متحمل به شوری جو و تعیین اثرات سطوح شوری بر رشد و نمو دانه و عملکرد، ۱۸۱ ژرم پلاسم جو را در تیمارهای شوری با هدایت الکتریکی صفر، ۱۰ ، ۱۵ ، ۲۰ و ۲۵ دسی زیمنس بر متر ارزیابی نمودند. از بین ژنوتیپ های مورد بررسی، ۳۹ ژنوتیپ در تیمار ۱۵ دسی زیمنس بر متر متحمل به شوری بودند. از میان این ۳۹ ژنوتیپ، ۳۳ نمونه در مناطق شور و غیرشور بنگلادش مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس نتایج بدست آمده بالاترین عملکرد دانه در سه ژنوتیپ مشاهده شد. تعداد پنجه در بوته همبستگی مثبتی با تعداد دانه در سنبله، روز تا رسیدگی و عملکرد دانه داشت. تعداد دانه در سنبله و تعداد روز تا رسیدگی همبستگی مثبتی با عملکرد دانه داشت. در ارزیابی واکنش لاین‌های جو به تنش شوری توسط داداشی و همکاران (Dadashi *et al.,* 2007) به منظور شناسایی شاخص‌های گزینش، اختلاف معنی‌داری برای اکثر صفات مشاهده شد. اکثر صفات در اثر تنش شوری کاهش داشتند، ولی بیشترین کاهش در عملکرد دانه، ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ مشاهده شد. با استفاده از تجزیه علیت، همبستگی بین صفات باقی مانده درمدل به اثر مستقیم و غیر مستقیم تفکیک گردید. براساس نتایج تجزیه علیت در شرایط شور، تعداد سنبلچه در سنبله و در شرایط غیرشور تعداد دانه، مهم‌ترین جزء مؤثر بر عملکرد دانه شناخته شدند. مانو و همکاران (Mano *et al.,* 1996) طی ارزیابی ۶۷۱۲ ژنوتیپ جو و ۳۶۸ لاین ایزوژنیک در شرایط تنش شوری در مرحله جوانه زنی گزارش دادند که ژنوتیپ‌های بومی چین و کره دارای بالاترین تحمل به شوری در مرحله جوانه زنی بوده و پس از این دو گروه، ژنوتیپ‌های بومی جنوب‌غربی آسیا از جمله ایران، از تحمل بالایی برخوردار بودند. ژنوتیپ‌های بومی ترکیه و ژاپن دارای کمترین میزان تحمل به شوری بودند. حتی برخی از ژنوتیپ‌های بسیار متحمل، قابلیت جوانه زنی در آب دریا را نیز داشتند.

با توجه به اینکه اراضی دارای مشکل شوری درایران بالغ بر ۲۵ میلیون هکتار تخمین زده شده است، اهمیت بهره‌گیری از این اراضی در تولید محصول ایجاب می‌کند تا علاوه بر اقداماتی که در زمینه معرفی ارقام متحمل به شوری صورت گرفته، فعالیت‌های کامل‌تری در زمینه به نژادی ارقام برای این قبیل اراضی انجام شود. علاوه بر منابع ژنتیکی، استفاده از روش‌های صحیح انتخاب نیز ابزار مناسبی برای به‌نژادگران محسوب می‌شود. این تحقیق با هدف تجزیه و تحلیل و طبقه بندی تحمل به شوری ژرم‌پلاسم جو بومی ایران و شناسایی ویژگی‌های ژنوتیپ‌های متحمل، با هدف بهره برداری از آنها به عنوان معیار گزینش ژنوتیپ‌های مناسب شرایط شور، انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ۱۰۰۰ ژنوتیپ جو زراعی از کلکسیون ژرم پلاسم بانک ژن گیاهی ملی ایران در دو شرایط غیر شور (مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

جدول۱- نتایج تجزیه خاک در مزرعه تحقیقاتی بدون تنش (کرج) و تنش شوری (یزد)

Table 1. Soil analysis in research field under normal (Karaj) and salinity stress (Yazd) condition

	عمق خاک Soil depth (cm)	هدایت الکتریکی EC(dS.m^{-1})	pH	کربن آلی OC(٪)	فسفر P(mg.kg^{-1})	پتاس K(mg.kg^{-1})	بافت Texture	K^+	Na^+	Mg^{++}	Ca^{++}	SO_4^{--}	Cl^-	HCO_3^-	SAR
								(meq.l^{-1})							
بدون تنش (کرج) Normal (Karaj)	0-30	1.26	8.5	0.47	5.29	228	C.L	0.03	3.4	3.3	6.3	3.6	5.3	3.7	1.55
تنش شوری (یزد) Salinity stress (Yazd)	0-30	15.24	7.43	0.35	15.05	134	S.C.L	0.85	107.96	26.8	21.6	18.71	135.5	3	21.95

جدول ۲- آماره‌های توصیفی مربوط به صفات گیاهی در ژنوتیپ‌های جو در شرایط بدون تنش (کرج) و تنش شوری (یزد)

Table2. Descriptive statistics parameters for plant characteristics of barley accessions in normal (Karaj) and salinity stress (Yazd) condition

	Plant characteristics	صفات گیاهی	تعداد ژنوتیپ‌ها* No. of accessions	دامنه Range	کمینه Min.	بیشینه Max.	میانگین Mean	خطای استاندارد Standard Error	انحراف معیار Standard Deviation	واریانس Variance
بدون تنش (کرج) Normal (Karaj)	Days to spike emergence	روز تا ظهور سنبله	1053	30	151	181	157.5	0.17	5.44	29.57
	Days to flowering	روز تا گلدهی	1053	31	160	191	166.04	0.19	6.27	39.33
	Days to maturity	روز تا رسیدگی	1053	18	196	214	205.54	0.2	6.51	42.36
	Plant height(cm)	ارتفاع بوته	1053	70	35	105	66.48	0.36	11.94	142.48
	100 Grain weight(g)	وزن صد دانه	1040	3.63	2.45	6.08	4.36	0.02	0.6	0.36
	Grain yield(g.plot^{-1})	عملکرد دانه	1040	378.23	75	453.2	144.71	2.34	75.6	5716.5
تنش شوری (یزد) Salinity stress (Yazd)	Days to spike emergence	روز تا ظهور سنبله	1053	61	79	140	106.23	0.33	10.87	118.17
	Days to flowering	روز تا گلدهی	1014	76	90	166	125.36	0.54	14.94	223.28
	Days to maturity	روز تا رسیدگی	1014	72	104	176	153.85	0.44	9.18	84.26
	Plant height(cm)	ارتفاع بوته	1014	88	10	98	56.43	0.29	9.52	90.76
	100 Grain weight(g)	وزن صد دانه	996	2.9	1.7	4.6	2.8	0.015	0.486	0.236
	Grain yield(g.plot^{-1})	عملکرد دانه	996	200	0	200	45.51	0.96	30.49	930.03
	Stress Tolerance Index	شاخص تحمل تنش	996	3.65	0	3.65	0.31	0.01	0.34	0.11

* Genotypes with missing traits were exclu

*تعدادی از ژنوتیپ‌ها به دلیل از دست رفتن صفات حذف شدند

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

اصلاح وتهیه نهال و بذر کرج) و تنش شوری (مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد) مورد ارزیابی قرار گرفتند. بذر ژنوتیپ‌های جو در سال زراعی۹۴-۱۳۹۳ در قالب طرح آگمنت به همراه ۳ شاهد؛ حساس (لاین ۵۲۷)، نیمه متحمل (رقم نصرت)و متحمل (رقم افضل) در بین هر ۱۰ ردیف از ژنوتیپ‌های جو مورد آزمایش، کاشته شدند. طول خطوط کشت یک متر و به صورت پشته‌ای بود. هر بلوک شامل ۵۰ خط کشت یک متری بود و آزمایش در مجموع در ۲۲ بلوک ۵۰ خطی (۱۱۰۰ خط با احتساب شاهدها) اجرا شد. کلیه عملیات زراعی مورد نیاز جهت رشد و نمو مطلوب گیاه در طول فصل رشد انجام شد.

شهرستان کرج در طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی واقع شده است. جلگه کرج به طور متوسط ۱۳۲۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و ارتفاعات البرز مهم‌ترین نقش را در شکل‌گیری اقلیم این استان به عهده دارند. آب و هوای استان البرز دارای دو وضعیت معتدل و مرطوب در دشت کرج و سلسله جبال البرز مرکزی و بیابانی و خشک در نواحی اشتهارد می‌باشد. استان یزد در کمربند خشک و نیمه خشک نیمکره شمالی قرار گرفته است. مقدار متوسط باران با توجه به شرایط منطقه‌ای متفاوت است. در ارتفاعات میزان بارندگی بیشتر بوده و در دشت‌های کویری به حداقل می‌رسد. بخش اعظم استان دارای شرایط اقلیمی خشک و فرا خشک بوده و تنها بخش‌های نیمه مرتفع و مرتفع کوهستانی آن در اقلیم نیمه خشک و نیمه مرطوب قرار گرفته است. بر اساس نتایج آزمایش خاک در مزرعه آزمایش شرایط بدون تنش و تنش شوری به شرح جدول ۱ می‌باشد.

صفات گیاهی اندازه‌گیری شده شامل صفات فنولوژیک (تعداد روزتا ظهور سنبله، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی)، صفات مورفولوژیک (ارتفاع بوته، تعداد ردیف و طول سنبله) و صفات زراعی (تعداد سنبلچه در سنبله، وزن صد دانه و عملکرد دانه) در هر دو آزمایش ثبت و یا اندازه‌گیری شدند. به منظور تعیین میزان تحمل تنش شوری در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی، شاخص تحمل تنش (STI) (Fernandez, 1992) بر اساس عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش شوری محاسبه گردید و از آنجا که تعداد ژنوتیپ‌هایی که در شرایط شوری به تولید محصول رسیدند، ۹۹۶ ژنوتیپ بود، شاخص تحمل نیز برای این تعداد ژنوتیپ محاسبه گردید.

محاسبات آماره‌های توصیفی و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SPSS16.0 انجام شد. در این قسمت اطلاعات مربوط به ارزیابی صفات در ژنوتیپ‌ها همراه با شاهدها مورد مقایسه قرار گرفت، ولی در تجزیه‌های بعدی شاهدها حذف شدند و واکنش ژنوتیپ‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و ارزیابی صفات مرتبط با تحمل شوری، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از نرم افزار STATGRAPHICS2.1 و تجزیه خوشه‌ای (به روش K-Means) و تجزیه رگرسیون با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0 در ژنوتیپ‌های مورد بررسی انجام شد. به دلیل تعداد زیاد نمونه‌ها، در چند مورد صفات برخی از ژنوتیپ‌ها از دست رفت و به همین علت این ژنوتیپ‌ها از تجزیه‌های آماری حذف شدند.

نتایج و بحث

آماره‌های توصیفی صفات مورد ارزیابی در ۱۰۰۰ ژنوتیپ جو زراعی در دو شرایط محیطی بدون تنش و تنش شوری در جدول ۲ ارائه شده است. صفت روز تا ظهور سنبله در شرایط تنش شوری از ۷۹ تا ۱۴۰ روز متغیر بود، در حالیکه در شرایط بدون تنش دامنه این صفت از ۱۵۱ تا ۱۸۱ روز بود. به نظر می‌رسد که این موضوع به دلیل زمستان ملایم و یا شرایط ناشی از تنش شوری در یزد بوده باشد و در این شرایط ژنوتیپ‌ها

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های جو با شاخص تحمل تنش در شرایط بدون تنش (کرج) و تنش شوری (یزد)

Table3. Correlation coefficients between plant characteristics and STI in barley accessions under normal (Karaj) and salinity stress (Yazd) condition

	بدون تنش (کرج) Normal (Karaj)									تنش شوری (یزد) Salinity stress (Yazd)					
	روز تا ظهور سنبله Days to spike emergence	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Plant height(cm)	وزن صد دانه 100 Grain weight(g)	عملکرد دانه Grain yield (g.plot^{-1})	ردیف دانه در سنبله No. of rows	طول سنبله Spike length	تعداد سنبلچه در سنبله No. of spikelet.spike^{-1}	روز تا ظهور سنبله Days to spike emergence	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Plant height(cm)	وزن صد دانه 100 Grain weight(g)	عملکرد دانه Grain yield (g.plot^{-1})
شاخص تحمل تنش STI	-0.31**	-0.27**	-0.16**	0.24**	0.23**	0.58**	-0.12**	0.17**	0.16**	-0.30**	-0.24**	-0.18**	0.28**	0.23**	0.76**

*and**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

*و**: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

سریع‌تر دوره رویشی خود را تکمیل نمودند. این موضوع در مورد سایر صفات فنولوژیک نیز مشاهده شد. صفات روز تا ظهور سنبله، روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی با توجه به آماره‌های توصیفی، در شرایط تنش شوری در یزد، دامنه بیشتری داشته و واریانس بیشتری نشان دادند و بیشترین واریانس در صفت تعداد روز تا گلدهی مشاهده شد که از ۹۰ تا ۱۶۶ روز متغیر بود. ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های جو در شرایط تنش شوری از ۱۰ تا ۹۸ سانتیمتر متغیر بود. به نظر می‌رسد که کاهش شدید ارتفاع بوته به دلیل محدودیت رشد ناشی از تنش شوری بوده باشد. در شرایط بدون تنش کوتاه‌ترین ژنوتیپ ۳۵ سانتیمتر و بلندترین ژنوتیپ ۱۰۵ سانتیمتر ارتفاع داشته و واریانس بیشتری نسبت به شرایط شوری نشان دادند. صفات زراعی وزن صددانه و عملکرد دانه نیز در شرایط بدون تنش واریانس بیشتری داشتند و حداکثر وزن صد دانه و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش به ترتیب ۶/۰۸ و ۴۵۳/۲ گرم در کرت بود و در شرایط تنش شوری به ترتیب به ۴/۶ گرم و ۲۰۰ گرم تقلیل یافت. میانگین شاخص تحمل تنش در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی ۰/۳۱ بود.

ضرایب همبستگی میان شاخص تحمل به تنش با صفات گیاهی مورد ارزیابی در دو شرایط بدون تنش و تنش شوری در جدول ۳ نشان داده شده است. براساس ضرایب همبستگی صفات، شاخص تحمل تنش با کلیه صفات فنولوژیک در شرایط تنش شوری و بدون تنش همبستگی منفی معنی‌داری داشت. این موضوع نشان می‌دهد که ارتباط معکوسی میان دو صفت تحمل تنش شوری و طول دوره رشد رویشی و زایشی گیاه وجود دارد و ژنوتیپ‌های دیررس‌تر تحمل کمتری نسبت به تنش شوری داشته و ژنوتیپ‌های زودرس عملکرد بیشتری را در شرایط تنش شوری داشتند (جدول ۳).

همبستگی مثبت و معنی‌داری میان شاخص تحمل تنش و صفات عملکرد و اجزای عملکرد در هر دو شرایط تنش شوری و بدون تنش مشاهده شد. صفت تعداد ردیف در سنبله با تحمل تنش شوری همبستگی منفی و معنی‌داری (۰/۱۲-) داشت و به نظر می‌رسد که ژنوتیپ‌های دوردیفه نسبت به ژنوتیپ‌های شش‌ردیفه، عملکرد دانه بیشتری در شرایط تنش تولید نموده و تحمل بیشتری به تنش شوری داشتند (جدول ۳).

تجزیه خوشه‌ای و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های جو بر اساس صفات مورد ارزیابی و شاخص تحمل تنش انجام شد و ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مورد ارزیابی در شرایط بدون تنش و تنش شوری، در چهار گروه مجزا قرار گرفتند. میانگین صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های هر گروه در شرایط تنش شوری در جدول ۴ نشان داده شده است. بر این اساس، ژنوتیپ‌های گروه اول با ۱۰ ژنوتیپ بیشترین مقدار شاخص تحمل تنش در شرایط تنش شوری (۲/۰۲) را داشتند. این گروه کمترین میانگین تعداد روز تا گلدهی را نیز در هر دو شرایط دارا بود. ژنوتیپ‌های گروه اول با میانگین ارتفاع بوته ۶۷ و ۸۶ سانتیمتر به ترتیب در شرایط تنش شوری و شرایط بدون تنش، بیشترین ارتفاع بوته را داشتند و در این گروه، عملکرد دانه در هر دو شرایط بیشتر از گروه‌های دیگر بود.

گروه دوم متشکل از ۴۵۵ ژنوتیپ، دارای کمترین میانگین عملکرد دانه در هر دو شرایط آزمایشی بود. از سوی دیگر کمترین میانگین وزن صددانه و ارتفاع بوته نیز در این گروه مشاهده شد. شاخص تحمل تنش در ژنوتیپ‌های این گروه به طور میانگین ۰/۱۴ بود، بنابراین ژنوتیپ‌های این گروه نسبت به تنش شوری حساس محسوب می‌شوند (جدول ۳). گروه سوم با ۲۹۱ ژنوتیپ، با وجود میانگین عملکرد دانه نسبتا بالا در شرایط بدون تنش، به دلیل کاهش شدید عملکرد در شرایط تنش شوری، دارای میانگین شاخص تحمل تنش پایینی بود (۰/۴). صفات تعداد روزتا ظهور سنبله و تعداد روز تا گلدهی در این گروه بیشتر از سه گروه دیگر بود، بنابراین این گروه شامل ژنوتیپ‌های دیررس‌تر بود. نتایج تجزیه خوشه‌ای نشان داد که

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

ژنوتیپ‌های دیررس دارای تحمل کمتری نسبت به تنش شوری هستند و ژنوتیپ‌های زودرس‌تر دارای عملکرد بیشتری را در شرایط تنش شوری هستند. چهارمین گروه حاصل از تجزیه خوشه‌ای، شامل ۲۲۶ ژنوتیپ بود که نسبتا زودرس می‌باشند. ژنوتیپ‌های این گروه عملکرد دانه متوسطی را در هر دو شرایط داشتند، بنابراین شاخص تحمل تنش نیز در این ژنوتیپ‌ها متوسط ارزیابی شد (۰/۵۷).

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های جو را در چهار گروه؛ شامل ژنوتیپ‌های پرمحصول و متحمل (گروه اول)، ژنوتیپ‌های با پتانسیل عملکرد پایین و حساس (گروه دوم)، ژنوتیپ‌های پرمحصول ولی حساس (گروه سوم) و ژنوتیپ‌های نیمه متحمل (گروه چهارم)، نسبت به تنش شوری طبقه بندی کرد. نتایج تجزیه خوشه ای نشان داد که ژنوتیپ‌های زودرس عملکرد دانه بیشتری را در شرایط تنش شوری تولید می‌کنند. این نتایج تأیید کننده نتایج حاصل از تجزیه همبستگی صفات می‌باشد. سایر محققان نیز (Settera *et al.,* 2016) وجود ارتباط مثبت میان گلدهی زودتر ومیزان تولید محصول در شرایط تنش شوری را در گندم و جو گزارش نمودند. علی و همکاران (Ali *et al.,* 2007) در ارزیابی ۱۸۱ ژرم پلاسم جو در شرایط تنش شوری نتایج مشابهی را گزارش نمودند و نتایج آنها نشان داد که تعداد دانه در سنبله و تعداد روز تا رسیدگی همبستگی مثبتی با عملکرد دانه دارند.

جدول ۴- میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های جو در گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای در شرایط بدون تنش (کرج) و تنش شوری (یزد)

Table4. Mean of plant characteristics of barley accessions in cluster analysis grouping under normal (Karaj) and salinity stress (Yazd) condition

			گروه‌ها Groups			
	Plant characteristics	صفات گیاهی	1	2	3	4
بدون تنش (کرج) Normal (Karaj)	Days to spike emergence	روزتا ظهور سنبله	155	158	158	154
	Days to flowering	روزتا گلدهی	163	166	167	163
	Days to maturity	روزتا رسیدگی	209	206	206	202
	Plant height(cm)	ارتفاع بوته	86	64	72	66
	100 Grain weight(g)	وزن صد دانه	4.6	4.3	4.4	4.5
	Grain yield(g.plot^{-1})	عملکرد دانه	373.2	85.7	224.3	152.4
	Spike length	طول سنبله	7	6	7	6
	No. of spikelet.spike^{-1}	تعداد سنبلچه در سنبله	18	16	17	17
تنش شوری (یزد) Salinity stress (Yazd)	Days to spike emergence	روزتا ظهور سنبله	78	85	89	81
	Days to flowering	روزتا گلدهی	118	127	131	118
	Days to maturity	روزتا رسیدگی	152	155	158	151
	Plant height(cm)	ارتفاع بوته	67	56	55	59
	100 Grain weight(g)	وزن صد دانه	2.6	2.7	2.7	3
	Grain yield(g.plot^{-1})	عملکرد دانه	117	36	36	77
	STI	شاخص تحمل تنش	2.02	0.14	0.4	0.57
	Number of accessions *	تعداد ژنوتیپ‌ها*	10	455	291	226

*Genotypes with missing traits were excluded

*تعدادی از ژنوتیپ‌ها به دلیل از دست رفتن صفات حذف شدند

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

جدول ۵- مقادیر ویژه، واریانس نسبی و ضرایب متغیرها برای پنج مولفه اصلی در ژنوتیپ های جو در شرایط بدون تنش (کرج) و تنش شوری (یزد)

Table5. Eigen values, relative variance and coefficients of variables in five principle components of barley accessions under normal (Karaj) and salinity stress (Yazd) condition

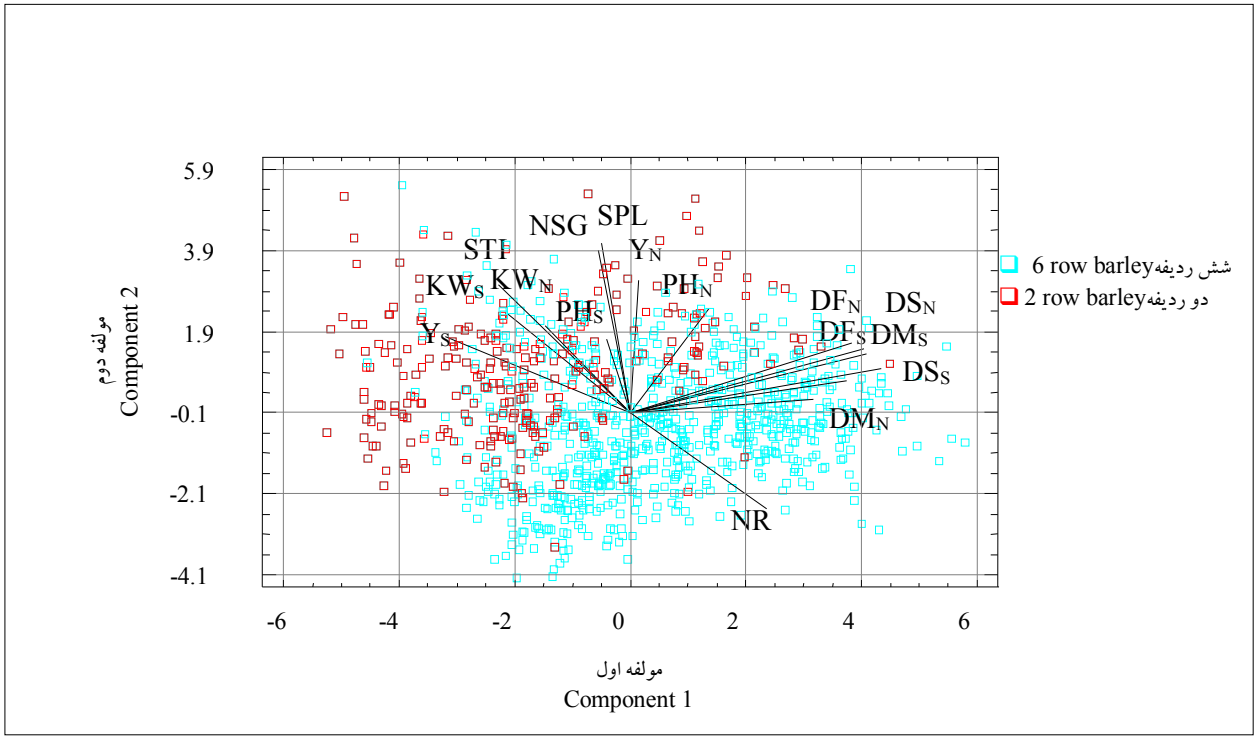
Plant characteristics	صفات گیاهی	Components مولفه‌های اصلی				
		1	2	3	4	5
Days to flowering (Normal)	روز تا گلدهی (بدون تنش)	0.34	0.17	0.08	-0.19	0.13
Days to flowering (Salinity stress)	روز تا گلدهی (تنش شوری)	0.39	0.11	0.01	-0.04	-0.13
Days to maturity (Normal)	روز تا رسیدگی(بدون تنش)	0.29	0.03	-0.22	-0.14	-0.02
Days to maturity (Salinity stress)	روز تا رسیدگی (تنش شوری)	0.37	0.15	-0.01	-0.15	-0.16
Days to spike emergence (Normal)	روز تا ظهور سنبله (بدون تنش)	0.36	0.16	0.08	-0.11	0.09
Days to spike emergence (Salinity stress)	روز تا ظهور سنبله (تنش شوری)	0.34	0.08	0.09	0.15	-0.23
100 Grain weight (Normal)	وزن صد دانه (بدون تنش)	-0.13	0.22	0.11	-0.15	-0.61
100 Grain weight (Salinity stress)	وزن صد دانه (تنش شوری)	-0.18	0.25	0.18	-0.47	-0.25
Number of spikelet.spike^{-1}	تعداد سنبلچه در سنبله	-0.04	0.43	0.27	0.16	0.28
Plant height (Normal)	ارتفاع بوته (بدون تنش)	0.12	0.26	-0.32	0.17	0.18
Plant Height (Salinity stress)	ارتفاع بوته (تنش شوری)	-0.03	0.18	-0.28	-0.54	0.27
No. of rows	تعداد ردیف دانه در سنبله	0.21	-0.24	-0.41	-0.03	0.07
Spike length	طول سنبله	-0.04	0.41	0.28	0.15	0.34
STI	شاخص تحمل تنش	-0.2	0.32	-0.42	0.10	-0.09
Grain yield (Normal)	عملکرد دانه (بدون تنش)	0.01	0.33	-0.30	0.44	-0.30
Grain yield (Salinity stress)	عملکرد دانه (تنش شوری)	-0.28	0.19	-0.29	-0.21	0.07
Eigen value	مقادیر ویژه	4.74	2.65	1.99	1.26	1.2
Relative variance (%)	واریانس نسبی	29.63	16.55	12.43	7.86	7.44
Cumulative variance (%)	واریانس تجمعی	29.63	46.18	58.62	66.48	73.92

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، پنج مؤلفه را با مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک نشان داد و این مؤلفه‌ها در مجموع ۷۳/۹۲ درصد از واریانس صفات را توجیه کردند (جدول ۵). مؤلفه‌های اول و دوم ۴۶/۱۸ درصد از واریانس کل را به خود اختصاص دادند. نمودار بای‌پلات مولفه‌های اصلی اول و دوم براساس صفات مورد ارزیابی و شاخص تحمل تنش در ژنوتیپ‌های جو نشان داد که بالاترین مقادیر در مؤلفه اول متعلق به صفات فنولوژیک، روز تا ظهور سنبله (DS) روز تا گلدهی (DF) و روز تا رسیدگی (DM) در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شوری بود (شکل ۱). این صفات بردارهایی نزدیک به یکدیگر در نیمه راست نمودار تشکیل دادند که ارتباط نزدیک آنها را نشان می‌دهد. در نیمه چپ نمودار، بردارهای شاخص تحمل تنش (STI) و وزن صددانه در شرایط بدون تنش (KW_N) و تنش شوری (KW_S) و عملکرد دانه در شرایط تنش (Y_S) قرار داشتند، بنابراین به نظر می‌رسد که صفت وزن صددانه و عملکرد دانه در شرایط تنش شوری، ارتباط نزدیکی با تحمل تنش دارند. این موضوع اهمیت عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش را بیشتر از عملکرد پتانسیل آنها در شرایط بدون تنش نشان می‌دهد.

نکته حائز اهمیت در شکل ۱، تفکیک ژنوتیپ‌های دو ردیفه از ژنوتیپ‌های شش ردیفه و قرار گرفتن اغلب آن‌ها در نیمه سمت چپ نمودار و در مجاورت شاخص تحمل تنش می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های دو ردیفه دارای مقادیر بالاتر وزن صد دانه و عملکرد دانه در شرایط تنش و شاخص تحمل تنش بودند. قرار گرفتن این ژنوتیپ‌ها در نقطه مقابل بردارهای صفات روز تا رسیدگی (DM)، روز تا ظهور سنبله (DS) و روز تا گلدهی (DF) حاکی از زودرس‌تر بودن ژنوتیپ‌های دوردیفه می‌باشد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]



شکل ۱- نمودار بای پلات دو مولفه اصلی برای صفات مورد ارزیابی در شرایط بدون تنش(N) و تنش شوری (S) و شاخص تحمل تنش در ژنوتیپ‌های جو؛ (STI: شاخص تحمل تنش، DF: تعداد روز تا گلدهی، DS: تعداد روز تا ظهور سنبله، DM: تعداد روز تا رسیدگی، NR: تعداد ردیف دانه در سنبله، PH: ارتفاع بوته،SPL: طول سنبله،Y: عملکرد دانه،NSG: تعداد سنبلچه در سنبله و KW: وزن صد دانه)

Fig 1. Bi-plot of first two principal components for characteristics and stress indices in barley accessions under normal (N) and salinity stress (S) condition; (STI: Stress Tolerance Index, DF: Days to flowering, DS: Days to spike emergence, DM: Days to maturity, NR: Number of rows, PH: Plant height, SPL: Spike length, Y: Grain yield, NSG: Number of spikelet.spike^{-1} and KW: 100 Grain weight)

با هدف بررسی تغییرات شاخص تحمل تنش بر اساس صفات کمی مورد ارزیابی و تعیین اهمیت این صفات در شرایط بدون تنش و تنش شوری در تغییرات مربوط به شاخص تحمل تنش، رگرسیون چند متغیره گام به گام در شرایط بدون تنش و تنش شوری به‌طور جداگانه انجام گرفت (جدول ۶). در روابط رگرسیونی که در آن شاخص تحمل تنش به عنوان متغیر وابسته و کلیه صفات مورد ارزیابی در شرایط بدون تنش و تنش به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند، اولین صفتی که وارد مدل شد، صفت عملکرد دانه در شرایط تنش شوری بود. این صفت در مجموع ۹۸ درصد از تغییرات شاخص تحمل تنش را توجیه کرد. دومین صفت وارد شده به مدل، عملکرد دانه در شرایط بدون تنش بود و صفت بعدی که در معادله رگرسیونی قرار گرفت، ارتفاع بوته بود. نتایج این تجزیه با نتایج همبستگی صفات و تجزیه به مولفه‌های اصلی نیز مطابقت داشت. نتایج مربوط به تجزیه رگرسیون گام به گام، اهمیت بالای عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش، ارتفاع بوته و صفات فنولوژیک روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی را در تولید عملکرد دانه در شرایط تنش شوری نشان می‌دهد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

جدول۶- تجزیه رگرسیون گام به گام بین شاخص تحمل تنش و صفات گیاهی ژنوتیپ‌های جو در شرایط بدون تنش و تنش شوری

Table 6. Step wise regression for stress tolerance index and plant characteristics of barley accessions under normal and salinity stress condition

	رابطه رگرسیونی Regression equation	ضریب تعیین تعدیل شده Adjusted R Square
Step 1	$STI = -0.06+0.009\ (Ys)$	0.98
Step 2	$STI = -0.36+0.008\ (Y_S) + 0.02(Y_N)$	0.57
Step 3	$STI = -0.41+0.008\ (Y_S) + 0.02(Y_N) + 0.01(PH_N)$	0.58
Step 4	$STI = -0.13+0.008\ (Y_S) + 0.02(Y_N) + 0.01(PH_N) - 0.002(DF_N)$	0.58
Step 5	$STI = -0.36+0.008\ (Y_S) + 0.02(Y_N) + 0.01(PH_N) - 0.003(DF_N) + 0.002(DM_N)$	0.59

STI: Stress Tolerance Index — PH_N Plant $Height_{Normal}$ — Y_S: $Yield_{Stress}$

DF_N: Days to $Flowering_{Normal}$ — DM_N: Days to $Maturity_{Normal}$ — Y_N : $Yield_{Normal}$

نتیجه‌گیری

تحمل تنش در یک ژنوتیپ گیاهی به ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی آن بستگی دارد. امروزه تلاش برای یافتن شاخص‌های موثری که بتوان از آنها در انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم یا متحمل استفاده کرد، ادامه دارد، با این حال احتمال اینکه ژن‌های تحمل تنش در یک ژنوتیپ متمرکز و توسط روش‌های فیزیولوژیک شناخته شوند، بسیار کم است، بنابراین پایداری و ثبات عملکرد و اجزای آن در شرایط تنش همچنان از جمله شاخص‌های اصلی انتخاب برای یافتن ژنوتیپ‌های متحمل در بسیاری از برنامه‌های به‌نژادی به شمار می‌رود. در این راستا در این تحقیق ارتباط میان صفات مورفولوژیک و فنولوژیک ژنوتیپ‌های جو در شرایط بدون تنش و تنش شوری با شاخص تحمل تنش مورد ارزیابی قرار گرفت تا در صورت امکان، صفات مرتبط با تحمل تنش شوری شناسایی شده به عنوان شاخص برای شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب برای کشت در اراضی شور مورد استفاده قرار گیرند. نتایج این تحقیق نشان داد که علاوه بر عملکرد دانه در شرایط تنش شوری و بدون تنش، صفات فنولوژیک تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی نیز ارتباط معنی‌داری با تحمل شوری در گیاه جو دارند و بر این اساس این طور استنباط می‌شود که ژنوتیپ‌هایی که مرحله رشد زایشی در آن‌ها زودتر آغاز شده و زودرس‌تر از سایر ژنوتیپ‌ها باشند، عملکرد بیشتری در شرایط تنش تولید کرده و از شاخص تحمل بالاتری نسبت به تنش شوری برخوردار هستند. به نظر می‌رسد که این موضوع ناشی از قابلیت سازگاری گیاه با روش فرار از تنش باشد، زیرا در اواخر فصل رشد، به دلیل افزایش دمای هوا و کاهش رطوبت خاک، شدت تنش شوری افزایش می‌یابد، بنابراین مقتضی است در انتخاب ژنوتیپ‌های جو جهت کشت در اراضی شور، علاوه بر پتانسیل عملکرد، صفت زودرس بودن نیز مد نظر قرار گیرد. نتایج تجزیه همبستگی میان صفات مورد ارزیابی و شاخص تحمل تنش و تجزیه رگرسیون نشان داد که صفت ارتفاع بوته حتی در شرایط بدون تنش نیز ارتباط معنی‌دار و همسویی با قابلیت تحمل تنش شوری در ژنوتیپ‌های جو دارد. قابل ذکر است که در لاین‌های تراریخته (ترانس‌ژنیک) گندم، برنج و یولاف که ژن تحمل به شوری (*HVA1*) از گیاه جو زراعی دریافت کرده بودند نیز افزایش معنی‌دار در ارتفاع بوته گزارش شده است (Oraby *et al.,* 2005 ; Xu *et al.,* 1996 ;Bahieldin *et al.,* 2005)، بنابراین احتمال داده می‌شود که این دو صفت دارای ارتباط نزدیکی با هم باشند.

نتایج آزمایش حاضر نشان داد که ژنوتیپ‌های دو ردیفه دارای مقادیر بالاتر وزن صد دانه و عملکرد دانه در شرایط تنش و شاخص تحمل تنش بودند. این موضوع با توجه به زودرس‌تر بودن ژنوتیپ‌های دو

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

ردیفه قابل توجیه است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ژنوتیپ‌های جو دو ردیفه تحمل بالاتری نسبت به تنش شوری داشتند. ژرم پلاسم جو زراعی دو ردیفه و شش ردیفه دو گروه متمایز را شامل می‌شوند که از نظر ژنتیکی و مورفولوژیکی متفاوت هستند (Martin *et al.,* 1991). جوهای دو ردیفه به طور ژنتیکی تعداد سنبله در مترمربع و وزن دانه بیشتری داشته، ولی تعداد دانه در سنبله آنها کمتر از جو شش ردیفه است (Stoskopf, 1985). جوهای دو ردیفه و شش ردیفه دارای ژن‌های متفاوتی در فرآیندهای نموی هستند و این ژن‌ها بر اغلب صفات کمی گیاه تاثیر می‌گذارند (Powell, 1990) و باعث تفاوت در نحوه تخصیص مواد فتوسنتزی در انواع دو ردیفه و شش ردیفه جو می‌شوند. گزارش شده است که انعطاف اجزای عملکرد در واکنش نسبت به شرایط رشد در جو دو ردیفه بیشتر از جو شش ردیفه است (Le Gouis, 1992). احتمال داده می‌شود که سازگاری بالاتر در جو دو ردیفه، به‌دلیل نزدیک‌تر بودن تیپ دوردیفه به جد وحشی آن (*Hordeum spontaneum*) که قابلیت سازگاری بالایی در شرایط نامساعد محیطی دارد، باشد. نتایج کلی این تحقیق نشان داد که در ژرم‌پلاسم جو زراعی بومی ایران، ژنوتیپ‌های دارای ویژگی‌های زودرسی، ارتفاع بوته بیشتر و سنبله دو ردیفه، دارای احتمال سازگاری بیشتری با عوامل محدود کننده ناشی از تنش شوری می‌باشند.

منابع مورد استفاده

References

Ahmet, S., H. Ekiz and A. Yilmaz. 2003. Determination of salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance .Turk. J. Agric. Forest. 27: 253-260.

Ali, M. R., M. Sh. Uddin and Sh. Ara Bagum. 2007. Identification of salt tolerant barley genotypes for coastal region of Bangladesh. Bangl. J. Bot. 36(2): 151-155.

Bahieldin, A., H. T. Mahfouz, H. F. Eissa, O. M. Saleh, A. M. Ramadan, I. A. Ahmed and M. A. Madkour. 2005. Field evaluation of transgenic wheat plants stably expressing the *HVA1* gene for drought tolerance. Physiol. Plant. 123(4): 421-427.

Dadashi, M. R., I. Majidi Hervan, A. Soltani and A. A. Noorinia. 2007. Evaluation of different genotypes of barley to salinity stress. J. Agric. Sci. 13(1): 181-191.

Evans, J. R. 1989. Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C_3 plants. Oecologia. 78: 9–19.

FAO. 2008. FAO Land and Plant Nutrition Management Service. http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush

Fernandez, G. C. 1992. Effective Selection Criteria for Assessing 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. AVRDC Publication. Tainan. Taiwan.

Gorai, M. and M. Neffati. 2007. Germination responses of (*Reaumuria vermiculata*) to salinity and temperature. Ann. Appl. Biol. 151: 53–59.

Harlan, R. J., Zohary.D. 1966. Distribution of wild wheat and barley. Science 153: 1074-1080.

Hasegawa, P. M., R. A. Bressan, J. K. Zhu and H. J. Bohnert. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 51: 463–499.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

Koocheki, A., Mahalati, M.N. 1994. Feed value of some halophytic range plants of arid region s of Iran. In: Victor R. Squires & Ali T. Ayoub (eds). Halophytes as a Resource for Livestock and for Rehabilitation of Degraded Lands. P: 249-253.

Ladeiro, B. 2012. Saline Agriculture in the 21st Century: Using Salt Contaminated Resources to Cope Food Requirements. J. Bot. 2012: 1-7

Le Gouis, J. 1992. A comparison between two-and six-row winter barley genotypes for above-ground dry matter production and distribution. Agronomie. 12(2): 163-171.

Maas, E. V. And G. J. Hoffman. 1997. Crop salt tolerance, current assessment. J. Irrig. Drain. Div. ASCE. 103: 115-134.

Mano, Y., H. Nakazumi and K. Takeda. 1996. Varietal variation in and effects of some major genes on salt tolerance at the germination stage in barley. Japan J. Breed. Sci. 46: 227-233.

Martin, J. M., T. K. Blake and E. A. Hockett. 1991. Diversity among north American spring barley cultivars based on coefficients of parentage. Crop Sci. 31: 1131-1137.

Munns, R. and M.Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Ann. Rev. Plant Physiol. 59: 651–681.

Oraby, H. F., C. B. Ransom, A. N. Kravchenko and M. B. Sticklen. 2005. Barley gene confers salt tolerance in R3transgenic oat. Crop Sci. 45(6): 2218-2227.

Pazira, E., 1999. Land reclamation research on soil physico-chemical improvement by salt leaching in south-western part of iran. Innovation of Agricultural Engineering Technologies for the 21st Century,P.R. China.

Powell, W. 1990. Ill. The two row/six row locus (V—v). J. Hered. 65: 259-264.

Robinson, D., L. L. Handley, C. M. Scrimgeour, D. C. Gordon, B. P. Forster and R. P. Ellis. 2000. Using stable isotope natural abundances (d15N and d13C) to integrate the stress responses of wild barley (*Hordeum spontaneum* C. Koch.) Genotypes. J. Exp. Bot. 51: 41-50.

Settera, T. L., I. Watersa, K. Stefanovab, R. Munns and E. G. Barrett-Lennard. 2016. Salt tolerance, date of flowering and rain affect the productivity of wheat and barley on rainfed saline, land. Field Crops Res. 194: 31–42.

Shabala, S. 2003. Regulation of potassium transport in leaves: from molecular to tissue level. Ann. Bot. 92: 627–634.

Siadat, H. 1998. Iranian Agriculture and Salinity. Proc. Conf. New Technologies to Combat Desertification, October 12-15, Tehran, Iran.

Stoskopf, N. C. 1985. Cereal Grain Crops. Reston Publishing Company Inc.

Szabolcs, I. 1989. Salt-Affected Soils. Boca Raton, FL: CRC Press.

Sze, H., K. Schumacher, M. L. Muller, S. Padmanaban and L. Taiz. 2002. A simple nomenclature for a complex proton pump: VHA genes encode the vacuolar H-ATPase. Trends Plant Sci. 7: 157–161.

Van Oosterom, E. J., S. Ceccarelli, and J. M. Peacock. 1993. Yield response of barley to rainfall and

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

temperature in Mediterranean environments. J. Agric. Sci. 121(3): 307-313.

Xu, D., X. Duan, B. Wang, B. Hong, T. H. D. Ho and R. Wu. 1996. Expression of a late embryogenesis abundant protein gene, *HVA1* from barley confers tolerance to water deficit and salt stress in transgenic rice. Plant Physiol. 110(1): 249-257.

Zahra, J., H. Nazim, S. Cai, Y. Han, D. Wu, B. Zhang, S. I. Haider and G. Zhang. 2014. The influence of salinity on cell ultrastructures and photosynthetic apparatus of barley genotypes differing in salt stress tolerance . Acta Physiol. Plant. 36: 1261–1269.

Zhu, J. K. 2001. Plant salt tolerance. Trends Plant Sci. 6(2): 66–71.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

Analysis and classification of salt tolerance in native barley (*Hordeum vulgare* L.) germplasm of Iran

Shahmoradi, Sh.[1], S. A. Tabatabaie [2] and M. Pouresmaeil[3]

ABSTRACT

Shahmoradi, SH., S. A. Tabatabaie and M. Pouresmaeil. 2018. Analysis and classification of salt tolerance in native barley (*Hordeum vulgare* L.) germplasm of Iran. **Iranian Journal of Crop Sciences. 19(4): 319-333. (In Persian).**

To evaluate and analysis of salt-tolerance in barley *(Hordeum vulgare*) germplasm, 1000 barley accessions originated from Iran were evaluated in normal conditions (experimental field of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran) and saline conditions (Salinity Research Center, Yazd, Iran) in 2014-15 growing season. The genotypes were planted in an augmented design with three control cultivars; susceptible (Line L-527), moderately-tolerant (Nosrat) and tolerant (Afzal), repeated after each 10 accessions. Agronomic, morphological and phenological characteristics were measured in accessions in both conditions. To classify and identify the salt tolerant accessions and related traits, component analysis and cluster analysis were performed. Results indicated that in addition to importance of grain yield under stress and normal conditions, phenological traits including days to flowering and days to maturity were significantly correlated with salinity tolerance in barley accessions. It can be concluded that, early maturing accessions had higher stress tolerance index and were more tolerant to salinity stress. Also results of this study indicated that two-rowed barley accessions had higher 100 grain weight, grain yield and salt stress tolerance index. In general results of this study indicated that accessions with early maturity and taller plant height in Iranian native barley germplasm are more likely to be adapted to salt stress.

Key words: Barley, Cluster analysis, Salinity stress and Tolerance index

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.4.4.6]

Received: July, 2017 Accepted: January, 2018

1. Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran (Corresponding author) (Email: shakibashahmoradi@gmail.com)
2. Associate Prof., Yazd Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran
3. Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran