علوم و تحقیقات بذر ایران
سال ششم/ شماره چهارم/ ۱۳۹۸ (۵۳۸ - ۵۲۷)

DOI: 10.22124/jms.2020.3930

بررسی ارقام جو در شرایط تنش شوری در مراحل رشد اولیه گیاهچه با استفاده از تجزیه چندمتغیره

شبنم ریحانپور[۱]، زهرا خدارحم‌پور*[۲]، مهدی سلطانی حویزه[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۷/۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۲۱

چکیده

افزایش تحمل به شوری در جو نیاز اساسی جهت پایداری تولید این محصول در مناطق شور محسوب می‌شود. تحقیق حاضر به‌منظور مطالعه تنوع ژنتیکی در ۲۰ رقم جو زراعی در شرایط تنش شوری جهت شناسایی متحمل‌ترین ارقام در مراحل جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه براساس صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک انجام شد. این تحقیق در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز در مراحل رشد اولیه گیاهچه به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار شامل ۲۰ رقم جو زراعی به‌عنوان عامل اول و تنش شوری با کلرید سدیم در ۴ سطح صفر (آب مقطر)، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر به‌عنوان عامل دوم اجرا گردید. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ارقام از نظر اغلب صفات مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری وجود داشت که نشان‌دهنده وجود تنوع کافی بین ارقام می‌باشد. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، ۱۱ صفت بررسی‌شده را به ۲ مؤلفه تقسیم و بر اساس آن ۶۲ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه نمود. تجزیه خوشه‌ایی ارقام را به ۳ خوشه تقسیم نمود. از جمع‌بندی نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی، نمودار بای پلات و تجزیه خوشه‌ای مشخص شد که ارقام گرگان، کویر، به‌رخ، ترکمن و زرجو تحمل بهتری به تنش شوری نسبت به سایر ارقام داشتند و در مرحله بعدی ارقام فجر۳۰، صحرا، ریحان ۴۸ و کارون قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مولفه‌های اصلی، تجزیه خوشه‌ای، تنوع ژنتیکی، جو، کلرید سدیم

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران
۳- عضو هیأت علمی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
*نویسنده مسئول: zahra_khodarahm@yahoo.com

مقدمه

جو یکی از قدیمی‌ترین و با اهمیت‌ترین غلات دانه‌ای است که رتبه پنجم را بعد از ذرت، گندم، برنج و سویا در تولید ماده خشک در دنیا دارد (FAO, 2013). در بین غلات دانه ریز و به‌طور کلی در بین گیاهان شیرین‌رست، جو متحمل‌ترین گیاه در برابر شوری با سطح تحمل ۸ دسی زیمنس است (Pessarakli and Fardad, 1995). شوری در حال تبدیل شدن به یک مشکل جدی در نقاط مختلف جهان است. شوره‌زارها سه برابر بزرگ‌تر از زمین مورد استفاده برای کشاورزی می‌باشند (Ghasemi Masrami *et al.,* 2015). بنابراین جهت ادامه تولید محصولات زراعی در این مناطق، ارقامی از محصولات مورد نیاز هستند که در شرایط آبیاری با آب شور از رشد مناسبی برخوردار بوده و آستانه کاهش عملکرد آن‌ها بالا باشد (Munns and Tester, 2008). تحت تنش شوری، گیاهان سازوکارهای پیچیده‌ای برای سازگارشدن با تنش اسمزی و سمیت یون‌ها به‌کار می‌برند که بسته به نوع گیاه و میزان حساسیت آن‌ها به شوری متفاوت است. برای مثال در گیاهان مقاوم به شوری یون‌های سدیم و کلسیم در واکوئل و در ارقام حساس در سیتوپلاسم سلول تجمع پیدا می‌کنند (Gholam *et al.,* 2002).

هدف کلی از تجزیه چندمتغیره، در نظرگرفتن هم‌زمان چندین متغیر است که با یکدیگر در ارتباط بوده و هر یک از آن‌ها در ابتدای تجزیه داده‌ها از نظر محقق دارای اهمیت یکسان می‌باشد (Johnson and Wichern, 2007). ساده‌ترین روش تعیین ارتباط بین دو متغیر محاسبه ضریب همبستگی است که متوسط رابطه بین دو متغیر را نشان می‌دهد (Montgomery *et al.,* 2006). در تحلیل عاملی هدف یافتن عوامل پنهانی است که باعث ایجاد همبستگی‌های خاص بین متغیرهای اندازه‌گیری شده می‌شوند. تجزیه خوشه‌ای روش مناسبی برای اندازه‌گیری و تعیین فواصل ژنتیکی، دوری یا نزدیکی خویشاوندی بین ارقام و ژنوتیپ‌ها می‌باشد (Johnson and Wichern, 2007). مصطفوی و همکاران (Mostafavi *et al.,* 2012) با بررسی ۸ رقم و لاین جو در دو شرایط نرمال و تنش شوری (۲۴ دسی‌زیمنس بر متر) گزارش کردند که تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش وارد در هر دو شرایط ارقام و لاین‌ها را به ۳ گروه تقسیم کرد. در این پژوهش لاین EB-81-15 به‌عنوان متحمل به شوری و ارقام نیمروز و نرمال مقاوم به شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه شناخته شدند. زهراوی و همکاران (Zahravi *et al.,* 2011) با بررسی روی ۳۵ نمونه ژنتیکی جو دره (*Hordeum spontaneum* L.) وحشی اسپانتونئوم انتخابی از کلکسیون جو بانک ژن گیاهی ملی گزارش کردند که با انجام تجزیه به مولفه‌های اصلی، ۳ مولفه اصلی اول ۷۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را در برداشتند. نتایج تجزیه خوشه‌ای ۳۵ نمونه را به ۲ گروه تقسیم کرد. قاسمی و مستاجران (Ghasemi and Mostajeran, 2014) با بررسی روی ۶۰ رقم گندم نان در شرایط تنش شوری گزارش کردند که بر اساس تجزیه خوشه‌ای ارقام به ۱۲ گروه تقسیم شدند. تمام متغیرهای اندازه‌گیری‌شده با افزایش شوری کاهش معنی‌داری نشان دادند. بین ارقام مورد مطالعه رقم چمران حساس‌تر، زر۳ و رقم سرخ‌تخم متحمل‌تر از بقیه بود. نتایج نشان داد شاخص تحمل به تنش STI به‌خوبی توانست در تعیین ارقام حساس و متحمل موفق باشد.

ارقامی که در مراحل رشد اولیه و گیاهچه‌ای از تحمل به تنش بالاتری برخوردار باشند، در مراحل بعدی نیز این قابلیت را بروز می‌دهند. واکنش گیاه طی این مراحل در برابر تنش، فرصت مفیدی برای به‌گزینی و درک شناخت صفات موثر در تحمل به شوری را فراهم می‌کند. بنابراین این پژوهش با هدف مطالعه واکنش ارقام به تنش شوری با استفاده از روش‌های تجزیه آماری چندمتغیره و شناخت صفات موثر در تحمل به تنش شوری صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر رشد گیاهچه‌ای و ویژگی‌های مورفو- فیزیولوژیک، آزمایشی در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز انجام شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح

کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل ۲۰ رقم جو به نام‌های ریحان ۰۳، ماکوئی، کارون، ارس، فجر ۳۰، دشت، ترکمن، زرجو، شیرین، صحرا، ترش، کویر، به-رخ، جنوب، ریحان ۴۸، گرگان ۶۲، بهمن، نیمروز، والفجر و نصرت (که از موسسه اصلاح و نهال و بذر کرج تهیه شدند) و ۴ سطح شوری ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر نمک کلرید سدیم (با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج مدل AZ8301) مطابق رابطه ۱ به‌ترتیب معادل ۰، ۳۲۰۰، ۶۴۰۰ و ۹۶۰۰ میلی‌گرم نمک کلرید سدیم در لیتر به‌عنوان فاکتور دوم بود. در تیمار شاهد شوری صفر مطلق نبود و به میزان ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر (۴۴۸ میلی‌گرم در لیتر نمک کلرید سدیم) شوری داشت.

$$TDS=640\times EC$$ (رابطه ۱)

TDS=میزان غلظت نمک برحسب میلی‌گرم در لیتر، EC=هدایت الکتریکی بر حسب دسی‌زیمنس بر متر

واحدهای آزمایشی شامل گلدان‌هایی با قطر ۸ و ارتفاع ۱۴ سانتی‌متر بودند. این گلدان‌ها ۵ کیلوگرمی بوده و در حدود دو سوم حجم آن‌ها با پرلیت پر شد. برای ایجاد زهکشی مناسب و جلوگیری از تجمع نمک، ۳ سوراخ در ته هر گلدان تعبیه و در بستر هر گلدان به ارتفاع ۲ سانتی‌متر سنگ‌ریزه قرار داده شد. ۱۵ بذر از هر رقم پس از ضدعفونی به‌مدت ۵ دقیقه با هیپوکلرید سدیم ۱۰ درصد و شستشو با آب مقطر در گلدان‌ها کاشته شد و بعد از استقرار گیاهچه‌ها و ثبت و شمارش جوانه‌زنی (مرحله ۳-۲ برگی)، بوته‌های اضافی تنک‌شده و در هر گلدان ۱۰ گیاهچه باقی ماند. از ابتدای آزمایش، آبیاری گلدان‌ها با محلول هوگلند (Gunes *et al.*, 2007) انجام شد و آبیاری دوم در تیمارهای شوری با پایین‌ترین سطح شوری ۴ دسی‌زیمینس بر متر صورت پذیرفت و از آبیاری سوم به بعد هر گلدان بر اساس شوری در نظر گرفته آبیاری گردید. جهت بررسی اثر تنش شوری بر رشد گیاهچه‌های ارقام گندم، صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بعد از چهار هفته پس از سبزشدن گیاهچه‌های گندم و اعمال تنش شوری، مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. درصد سبزشدن بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید (Scott *et al.*, 1984):

$$EP=(E/N)\times 100$$ (رابطه ۲)

که در این رابطه EP، درصد سبزشدن، E، تعداد بذرهای جوانه‌زده در کل دوره آزمایش و N، تعداد کل بذرهای مورد آزمایش بودند.

در پایان آزمایش ۵ گیاهچه از هر گلدان برداشت و پس از اندازه‌گیری طول گیاهچه، به‌مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار گرفته شد و سپس وزن خشک به‌وسیله ترازوی دیجیتال و بر حسب میلی‌گرم اندازه‌گیری شد. شاخص بنیه بذر بر اساس رابطه ۳ محاسبه گردید (Abdul-baki and Anderson, 1975):

$$Vi=\frac{\%Gr\times MSH}{100}$$ (رابطه ۳)

Vi، شاخص بنیه بذر، Gr %، درصد جوانه‌زنی و MSH، میانگین طولی گیاهچه

شاخص تحمل تنش شوری بر اساس وزن خشک گیاهچه و طول گیاهچه ارقام گندم در مقایسه میان سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و شاهد محاسبه گردید (Farshadfar and Javadinia, 2011):

$$STI=\frac{Y_P\times Y_S}{\bar{Y}_P}\times 100$$ (رابطه ۴)

Y_P، وزن خشک یا طول گیاهچه درشرایط نرمال، Y_S، وزن خشک یا طول گیاهچه در شرایط تنش و $\bar{Y}_P$، میانگین وزن یا طول در شرایط نرمال

نشت یونی

برای اندازه‌گیری میزان نشت یونی غشای سلولی از بافت تازه گیاهچه استفاده شد. در این روش ۰/۳۰ گرم از بافت گیاهچه‌ها را که در سن ۴ هفتگی بودند پس از شستشو با آب مقطر در ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر در قوطی فیلم استریل‌شده شناور شده و به‌مدت ۲ ساعت در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شد (E_1). و پس از این مدت هدایت الکتریکی آب توسط هدایت‌سنج الکتریکی در دمای اتاق سنجیده شد سپس نمونه‌ها به انکوباتور با دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس منتقل و به‌مدت ۲۰ دقیقه در این دما قرار گرفته شد. پس از این مدت نمونه‌ها از انکوباتور خارج و در دمای اتاق خنک گردید، در این زمان مجدداً هدایت الکتریکی نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (E_2) و از رابطه زیر نشت یونی محاسبه گردید (Valentovic *et al.*, 2006).

$$IL=\frac{E_1}{E_2}\times 100$$ (رابطه ۴)

که در این رابطه IL، نشت یونی، E_1، هدایت الکتریکی محلول قبل از جوشاندن و E_2، هدایت الکتریکی محلول بعد از جوشاندن

محتوی نسبی آب برگ (Leaf Relative Water Content=LRWC)

به‌منظور بررسی محتوی نسبی آب برگ، نیم‌گرم از بافت اولین برگ توسعه یافته جدا شده و پس از وزن نمودن برگ (وزن تر) نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در یک ظرف در بسته در آب مقطر شناور شده و وزن آن‌ها مجدداً اندازه‌گیری گردید (وزن اشباع)، بعد از این مدت برگ‌ها به آون ۷۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۴ ساعت منتقل شد و وزن خشک برگ‌ها اندازه‌گیری گردید (Shirazi *et al.*, 2005):

$$LRWC=\frac{(\text{وزن خشک}-\text{وزن تر})}{(\text{وزن خشک}-\text{وزن اشباع})}\times 100 \quad \text{(رابطه ۵)}$$

اندازه‌گیری یون‌های سدیم و پتاسیم

به منظور اندازه‌گیری غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در اولین برگ گیاهچه گندم از روش آون (Owen, 1992) استفاده شد. به این منظور از ۰/۲ گرم ماده خشک این برگ در کوره الکتریکی با دمای ۵۸۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۴ ساعت در کوره چینی حرارت داده شد و خاکستر به‌دست آمده با ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک شستشو داده شد تا کاتیون‌ها آزاد شوند و سپس عصاره با کاغذ صافی، صاف شد. به‌منظور اندازه‌گیری یون‌های سدیم و پتاسیم در محلول حاصله از دستگاه فلایم فتومتر مدل Carl Zeiss و منحنی استاندارد استفاده گردید.

در نهایت داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات مختلف با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ تجزیه واریانس شدند. همبستگی بین صفات، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، رسم بای‌پلات، تجزیه کلاستر و تابع تشخیص با استفاده از نرم افزار Minitab نسخه ۱۶ صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اختلاف بین ارقام از لحاظ همه صفات به استثنای نشت یونی و نسبت سدیم به پتاسیم برگ معنی‌دار می‌باشد، تأثیر تنش شوری بر همه صفات مورد مطالعه معنی‌دار گردید. همان‌طورکه از جدول ۱ نیز مشخص است برهمکنش رقم با تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک گیاهچه، محتوای نسبی آب برگ و میزان یون سدیم و نشت یونی داشت. معنی‌دارشدن اثر رقم برای کلیه صفات حاکی از وجود تنوع ژنتیکی زیاد بین ارقام مورد مطالعه می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که بین ارقام از نظر شاخص تحمل به تنش بر اساس وزن خشک و طول گیاهچه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد که این نتایج حاکی از تفاوت معنی‌دار بین ارقام از نظر تحمل به شوری در ارقام مورد مطالعه جو می‌باشد.

مقایسه میانگین بین ارقام (به‌دلیل زیادبودن حجم داده‌ها به ذکر بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر هر صفت بدون ذکر جدول بسنده می‌شود) نشان داد که ارقام کارون، فجر ۳۰، ترکمن، زرجو، کویر، به‌رخ و ریحان ۴۸ بالاترین میانگین درصد سبزشدن را نشان دادند. کم‌ترین درصد سبزشدن به رقم دشت اختصاص یافت. ارقام گرگان و زرجو با ۳۱ سانتی‌متر بالاترین میانگین طول گیاهچه را به‌خود اختصاص دادند. رقم به‌رخ (۱۶۰ میلی‌گرم) بالاترین میانگین وزن خشک گیاهچه را نشان داد. ارقام زرجو (۳۰) و نیمروز (۱۹) به‌ترتیب بالاترین و کم‌ترین میانگین شاخص بنیه بذر را نشان دادند. اثر متقابل تنش شوری و رقم نشان داد که بالاترین نشت‌پذیری غشای سلولی به رقم فجر ۳۰ در شرایط ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر و کم‌ترین میانگین به رقم دشت در شرایط ۵ دسی‌زیمنس بر متر اختصاص داشت. ارقام ترش و به‌رخ بالاترین محتوای نسبی آب برگ را به‌خود اختصاص دادند و با سایر ارقام اختلاف معنی‌داری نداشتند. اما کم‌ترین میانگین به رقم گرگان و دشت مربوط بود. رقم نصرت (۱۳۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بیش‌ترین میزان یون سدیم را به‌خود اختصاص داد و با بسیاری از ارقام اختلاف معنی‌داری نشان نداد. اما ارقام دشت، ماکویی، ارس و نیمروز حائز کم‌ترین مقدار یون سدیم بودند. ارقام ترکمن (۳۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و زرجو (۳۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بالاترین مقدار یون پتاسیم و رقم ریحان ۰۳ (۱۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) کم‌ترین میانگین را به‌خود اختصاص دادند. ارقام به‌رخ و گرگان با ۱/۳ شاخص تحمل بر اساس وزن خشک گیاهچه بالاترین میانگین را به‌خود اختصاص دادند و با ارقام ریحان ۰۳، ارس، دشت، زرجو، کویر، ریحان ۴۸، والفجر، نصرت، اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما کم‌ترین میزان به ارقام شیرین و ترش (۰/۴۹) اختصاص یافت. رقم کارون با ۱/۲ شاخص تحمل به تنش بر اساس طول گیاهچه بالاترین میانگین را به‌خود اختصاص داد که با ارقام فجر۳۰، ترکمن، زرجو،

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مربوط به تأثیر تنش شوری بر خصوصیات رویشی و فیزیولوژیک گیاهچه ارقام جو

Table 1. Analysis of variance related to the effects of salinity on vegetative and physiologic characteristics of barley varieties

منابع تغییرات Sources of variance	درجه آزادی df	درصد سبزشدن Percent of emergence	طول گیاهچه Seedling length	وزن خشک گیاهچه Dry weight of seedling	شاخص بنیه بذر Seed vigor index	نشت یونی Ionic leakage	محتوای نسبی‌آب‌برگ Leaf relative water content	غلظت یون سدیم Na concentration	غلظت یون پتاسیم K concentration	نسبت‌یون سدیم به پتاسیم Na/K ratio
رقم Variety (V)	19	596**	45**	3969**	132**	661^{ns}	0.01*	3355**	239**	43^{ns}
تنش شوری Salt stress (Ss)	3	564*	86**	5196**	190**	793*	0.002*	7108**	519**	240**
V × Ss	57	178^{ns}	7^{ns}	458*	18^{ns}	917**	0.004*	1165*	79^{ns}	49^{ns}
خطا Erorr	160	173	6	338	16	52	0.006	371	13	1
ضریب تغییرات C.V.%	-	14	9	15	16	14	16	18	15	16

$^{n.s}$، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱٪.

n.s, * and ** respectively non-significant, significant at 5% and 1%.

جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین مربعات شاخص‌های تحمل به تنش

Table 2. Analysis of variance mean of squares stress tolerance indices

منابع تغییرات Sources of variance	درجه آزادی df	شاخص تحمل به تنش (براساس طول گیاهچه) STI (Seedling length)	شاخص تحمل به تنش (براساس وزن خشک گیاهچه) STI (Dry weight of seedling)
رقم Variety	19	0.06**	0.19**
خطای آزمایشی Experimental erorr	40	0.02	0.04

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

** significant at 1 %.

جدول ۳ - ضرایب همبستگی ساده بین صفات مربوط به ارقام جو در شرایط تنش شوری

Table 3. Simple correlation coefficient between the characteristics of barley varieties under salt stress

	Traits صفات	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Percent of emergence درصد سبزشدن.	1									
2	Seedling length طول گیاهچه	0.66**	1								
3	Dry weight of seedling وزن خشک گیاهچه	0.31^{ns}	0.50*	1							
4	Seed vigor index شاخص بنیه بذر	0.91**	0.91**	0.44*	1						
5	Ionic leakage نشت یونی	0.17^{ns}	0.31^{ns}	-0.03^{ns}	0.26^{ns}	1					
6	Leaf relative water content محتوای نسبی آب برگ	0.1^{ns}	-0.13^{ns}	-0.11^{ns}	-0.03^{ns}	-0.21^{ns}	1				
7	Na concentration غلظت یون سدیم	0.53*	0.40^{ns}	0.68**	0.51*	0.03^{ns}	-0.02^{ns}	1			
8	K concentration غلظت یون پتاسیم	0.52*	0.46*	0.52*	0.55*	0.09^{ns}	-0.04^{ns}	0.53**	1		
9	Na/K ratio نسبت یون سدیم به پتاسیم	-0.01^{ns}	-0.20^{ns}	0.24^{ns}	-0.12^{ns}	-0.07^{ns}	0.38^{ns}	0.13^{ns}	-0.46*	1	
10	STI (seedling weight) شاخص تحمل بر اساس وزن گیاهچه	0.39^{ns}	0.59**	0.96**	0.55*	0.13^{ns}	-0.15^{ns}	0.69**	0.49*	0.22^{ns}	1
11	STI (seedling length) شاخص تحمل بر اساس طول گیاهچه	0.60**	0.88**	0.20^{ns}	0.81**	0.24^{ns}	-0.16^{ns}	0.09^{ns}	0.30^{ns}	-0.29^{ns}	0.34^{ns}

$^{n.s}$، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال۵ و ۱ درصد

ns, * and ** respectively non-significant, significant at 5 % and 1 %.

صحرا، کویر، ریحان ۴۸ و گرگان اختلاف معنی‌داری نداشتند. اما کم‌ترین مقدار به رقم نصرت (۰/۶۹) تعلق داشت.

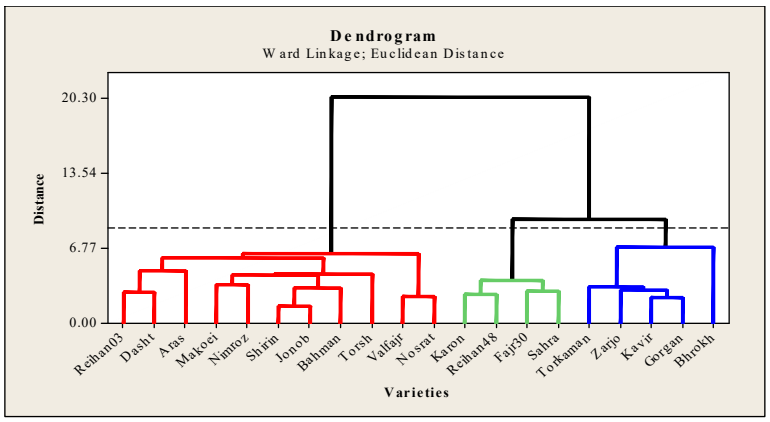
همبستگی بین صفات

برای بررسی و ردیابی وجود یا عدم وجود رابطه خطی میان صفات مورد مطالعه از ضرایب همبستگی پیرسون استفاده گردید (جدول ۳). نتایج همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داد که بین درصد سبزشدن با طول گیاهچه، شاخص بنیه بذر، غلظت یون سدیم و پتاسیم و شاخص تحمل بر اساس طول گیاهچه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بین طول گیاهچه با وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه بذر، غلظت یون پتاسیم، و هر دو شاخص تحمل همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بین وزن خشک گیاهچه با شاخص بنیه بذر، غلظت یون سدیم و پتاسیم و شاخص تحمل بر اساس وزن خشک گیاهچه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بین شاخص بنیه بذر با غلظت یون سدیم و پتاسیم، و هر دو شاخص تحمل همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بین غلظت یون سدیم و پتاسیم و شاخص تحمل بر اساس وزن خشک گیاهچه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. بین غلظت یون پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم همبستگی منفی و معنی‌داری وجود داشت. به‌نظر می‌رسد که میزان جذب یون سدیم با صفت تحمل به شوری گیاه ارتباط نداشته باشد. مانس و جیمز (Munns and Jaymes, 2003) و گماریان و همکاران (Gomarian *et al.,* 2009)، نیز در بررسی روش‌های گزینش گندم‌های دوروم به تنش شوری، همبستگی معنی‌داری بین تحمل به تنش و تجمع سدیم مشاهده ننمودند. وجود همبستگی معنی‌دار بین یون سدیم و پتاسیم (جدول ۳) نشان می‌دهد که با افزایش سدیم در ارقام، بعضی از ارقام قادر به جذب مقدار بیش‌تری یون پتاسیم هستند. گورهام و همکاران (Gorham *et al.*, 1990) بیان کردند که بین غلظت کم یون سدیم و تحمل به نمک در جو همبستگی مثبت وجود دارد بنابراین میزان سدیم اندام هوایی ممکن است به‌عنوان شاخصی برای تحمل به شوری در غلات در نظر گرفته شود.

تجزیه خوشه‌ایی

بر اساس دندوگرام ترسیم‌شده (شکل ۱) بر اساس معیار فاصله اقلیدوسی و روش وارد، با برش دندوگرام در فاصله ۶/۷۷ تا ۱۳/۵۴ ارقام به سه گروه تقسیم شدند. برای تأیید درستی محل برش از تابع تشخیص استفاده شد. به‌طوری‌که براساس دندروگرام به‌دست آمده از تجزیه خوشه‌ای ارقام مربوط به هر گروه تخصیص یافت و به آن‌ها کد گروه مورد نظر داده شد. سپس تجزیه تابع تشخیص انجام یافت. نتایج تابع تشخیص نشان داد که ۱۰۰ درصد ارقام به گروه خود تعلق دارند. تجزیه تابع تشخیص برای آزمون درستی گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای توسط پژوهش‌گران دیگر نیز بررسی شده است (Jaynes *et al.,* 2003; Moreda *et al.,* 2003). بر اساس گروه‌بندی حاصل، ارقام خوشه اول شامل ریحان ۰۳، دشت، ارس، ماکویی، نیمروز، شیرین، جنوب، بهمن، ترش، والفجر و نصرت بودند. ارقام خوشه دوم شامل کارون، ریحان ۴۸، فجر ۳۰ و صحرا بودند و ارقام این خوشه از نظر صفات درصد سبزشدن، طول گیاهچه، شاخص بنیه بذر، محتوای نسبی آب برگ، نسبت یون پتاسیم به سدیم و شاخص تحمل بر اساس طول گیاهچه بالاتر از میانگین کل بودند و شایان ذکر است که بالابودن این صفات مطلوب می‌باشد. همچنین از نظر غلظت یون سدیم کم‌تر از میانگین کل بودند که این از نظر تحمل به شوری مطلوب می‌باشد. ارقام خوشه سوم شامل ترکمن، زرجو، کویر، گرگان و به‌رخ بودند و از نظر صفات درصد سبزشدن، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه بذر، غلظت یون پتاسیم، نسبت یون سدیم به پتاسیم، شاخص تحمل براساس وزن و طول گیاهچه بالاتر از میانگین کل بودند و شایان ذکر است که بالابودن این صفات در شرایط تنش شوری مطلوب می‌باشد. مصطفوی و همکاران (Mostafavi *et al.,* 2012) با بررسی ۸ رقم و لاین جو در دو شرایط نرمال و تنش شوری (۲۴ دسی‌زیمنس بر متر) گزارش کردند که تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش وارد در هر دو شرایط ارقام و لاین‌ها را به ۳ گروه تقسیم کرد. در این

پژوهش لاین EB-81-15 به‌عنوان متحمل به شوری جوانه‌زنی و رشد اولیه شناخته شدند. زهراوی و همکاران (Zahravi *et al.*, 2011) با بررسی روی ۳۵ نمونه ژنتیکی جو وحشی اسپانتونئوم انتخابی از و ارقام نیمروز و نرمال مقاوم به شوری در مرحله کلکسیون جو بانک ژن گیاهی ملی گزارش کردند که تجزیه خوشه‌ای ۳۵ نمونه را به ۲ گروه تقسیم کرد.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ارقام جو در شرایط تنش شوری بر اساس ۱۱ صفت مورد مطالعه

Figure 1. The dendrogram of cluster analysis of varieties of barley in salinity conditions based on 11 traits

جدول ۳- میانگین و درصد انحراف از میانگین کل خوشه‌ها برای صفات مختلف ارقام جو

Table 3. Mean and percentage of deviation from the all mean of clusters for the different traits of barley varieties

صفات Traits	خوشه اول cluster 1 Reihan03, Dasht, Aras, Makoei, Shirin, Jonob, Bahman, Torsh, Valfajr, Nosrat	خوشه دوم cluster 2 Karon, Reihan48, Fajr30, Sahra	خوشه سوم cluster 3 Torkaman, Zarjo, Kavir, Gorgan, Behrokh	میانگین کل Mean total
درصد سبزشدن Percent of emergence	84.2, -5.7	95, 6.4	95.8, 7.3	89.3
طول گیاهچه Seedling length	25.9, -5.1	28.3, 3.7	29.4, 7.7	27.3
وزن خشک گیاهچه Dry weight of seedling	117.6, -5.5	114, -8.4	148, 18.9	124.5
شاخص بنیه بذر Seed vigor index	21.9, -10.6	26.8, 9.4	28.2, 15.1	24.5
نشت یونی Ionic leakage	47.2, -4.1	51.2, 4.1	51.9, 5.5	49.2
محتوای نسبی‌آب برگ Leaf relative water content	48.5, -0.2	49, 0.82	48.4, -0.4	48.6
غلظت یون سدیم Na concentration	102.1, -5.7	102.8, -5.1	126, 16.3	108.3
غلظت یون پتاسیم K concentration	22.8, -6.6	24.3, -0.41	27.9, 14.3	24.4
نسبت‌یون سدیم به پتاسیم Na /K ratio	6.3, -	5.8, -7.9	6.9, 9.5	6.3
شاخص تحمل بر اساس وزن گیاهچه STI (seedling weight)	0.71, -14.5	0.70, -15.7	1.2, 44.6	0.83
شاخص تحمل بر اساس طول گیاهچه STI (seedling length)	0.78, -10.3	1.0, 14.9	0.97, 11.5	0.87

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

به‌منظور تعیین گروه‌های متغیر با بیش‌ترین همبستگی، درک روابط داخلی صفات و با توجه به وجود تنوع میان ارقام مورد بررسی، برای تعیین نقش هر یک از صفات در تنوع موجود از تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده گردید. در هر مولفه اصلی و مستقل ضرایب بزرگ‌تر از ۰/۳ به‌عنوان عامل معنی‌دار در نظر گرفته شد. علامت ضرایب در داخل هر عامل ارتباط موجود در میان این صفات را بیان می‌کند. برای نام‌گذاری مولفه‌ها از بزرگ‌ترین ضرایب عاملی یا مجموعه‌ای از صفات معنی‌دار در یک مولفه که از نظر مورفولوژیک یا فیزیولوژیک متمایز و مهم بودند، استفاده شد. نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که ۶۲ درصد از تغییرات داده‌ها توسط مولفه‌های اول و دوم با میزان واریانس ۴۴ و ۱۹ درصد توجیه شدند. در مولفه اول صفات درصد سبزشدن، طول گیاهچه، شاخص بنیه بذر و شاخص تحمل بر اساس طول

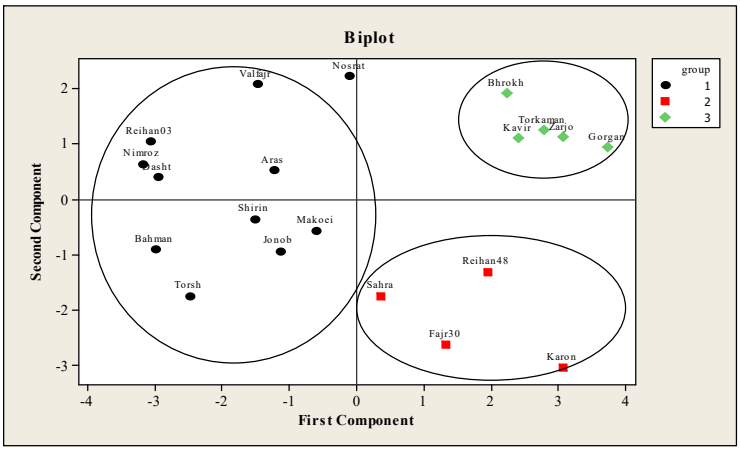
گیاهچه دارای بیش‌ترین ضرایب عاملی مثبت بودند. بنابراین این مولفه خصوصیات رویشی و شاخص تحمل بر اساس طول گیاهچه نامگذاری گردید و به‌عبارتی افزایش این مولفه توصیه می‌شود. در مولفه دوم صفات وزن خشک گیاهچه، غلظت یون سدیم و شاخص تحمل بر اساس وزن خشک گیاهچه حائز بیش‌ترین ضرایب عاملی مثبت بودند که بالابودن وزن خشک و شاخص تحمل مرتبط با آن مطلوب است. بالابودن غلظت یون سدیم حاکی از حساسیت به شوری می‌باشد. پس این مولفه شاخص تحمل بر اساس وزن گیاهچه و میزان یون سدیم نامگذاری گردید و حد متوسط گرفتن این مولفه توصیه می‌شود (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ارقام جو در شرایط تنش شوری

Table 4. Principal components analysis of barley varieties under salinity stress

صفات Traits	مؤلفه اول Component 1	مؤلفه دوم Component 2
درصد سبزشدن Percent of emergence	0.37	-0.12
طول گیاهچه Seedling length	0.37	-0.01
وزن خشک گیاهچه Dry weight of seedling	0.24	0.49
شاخص بنیه بذر Index seed vigor	0.41	-0.06
نشت یونی Ionic leakage	0.10	-0.06
محتوای نسبی آب برگ Leaf relative water content	-0.03	-0.09
غلظت یون سدیم Na concentration	0.25	0.38
غلظت یون پتاسیم K concentration	0.26	0.18
نسبت یون سدیم به پتاسیم Na/K ratio	-0.05	0.18
شاخص تحمل بر اساس وزن گیاهچه STI (seedling weight)	0.28	0.43
شاخص تحمل بر اساس طول گیاهچه STI (seedling length)	0.33	-0.23
مقادیر ویژه Eigen value	5.7	2.4
واریانس نسبی Relative variance	0.44	0.19
واریانس تجمعی Cumulative variance	0.44	0.62

با توجه به نتایج بای پلات بر اساس مولفه‌های اول و دوم (شکل ۲) ارقام در سه گروه قرار گرفتند. به‌طوری‌که ارقام به‌رخ، کویر، ترکمن، زرجو و گرگان در ناحیه‌ای با بالاترین مولفه اول و دوم قرار گرفتند. بنابراین دارای تحمل خوبی به شوری می‌باشند. ارقام ریحان ۴۸، صحرا، فجر۳۰ و کارون در ناحیه‌ای با مولفه اول بالا و مولفه دوم پایین قرار گرفتند، بنابراین از نقطه نظر تحمل به شوری در درجه بعد از ارقام معرفی‌شده در بالا قرار گرفتند، سایر ارقام در گروه بعدی قرار گرفتند و از ناحیه‌ایی با کم‌ترین مولفه اول و دامنه‌ایی از پایین تا بالابودن مولفه دوم قرار گرفتند بنابراین حساس به شوری می‌باشند.



شکل ۲- نمودار بای‌پلات ارقام جو در شرایط شوری بر اساس مؤلفه‌های اول و دوم

Figure 2. Biplot of barley varieties under salinity conditions based on the first and second components

زهراوی و همکاران (Zahravi *et al.,* 2011) با بررسی روی ۳۵ نمونه ژنتیکی جو وحشی اسپانتونئوم اصلی اول ۷۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را در برداشتند. زارع و همکاران (Zare *et al.,* 2004) گزارش کردند که در شرایط تنش شدید، مؤلفه اول ۶۳ درصد از تنوع داده‌ها را بیان نمود که آن را به نام مؤلفه تحمل به تنش نام-گذاری کرده و مؤلفه دوم که حدود ۳۶ درصد از تغییرات کل داده‌ها را در برداشت به نام مؤلفه پتانسیل عملکرد نامیده شد.

نتیجه‌گیری

از جمع‌بندی نتایج مشخص شد که ارقام گرگان، کویر، به‌رخ، ترکمن و زرجو تحمل بهتری به تنش شوری نسبت به سایر ارقام داشتند و در مرحله بعدی ارقام فجر۰۳، صحرا، ریحان ۴۸ و کارون قرار گرفتند. بر اساس نتایج این مطالعه، استفاده از این ارقام متحمل برای برنامه‌های اصلاحی آینده برای تحمل به شوری توصیه می‌گردد. نتایج این بررسی انتخابی از کلکسیون جو بانک ژن گیاهی ملی گزارش کردند که با انجام تجزیه به مولفه‌های اصلی، ۳ مولفه گرچه اطلاعاتی را پیرامون توانمندی‌های موجود در ذخایر ژنتیکی جو فراهم می‌نماید، ولی به‌کارگیری ارقام بیش‌تر و ارزیابی طیف وسیع‌تری از ژرم‌پلاسم موجود در ایران و جهان می‌تواند در تسریع و افزایش بازده اصلاح مفید باشد. همچنین توصیه می‌شود که ارزیابی صفات متنوع‌تر همراه با اندازه‌گیری صفات کیفی انجام شود تا بتوان دامنه گزینش را گسترش داد. همچنین به‌عنوان پیشنهاد لازم است که آزمایش در شرایط مزرعه تحت تنش شرایط شوری تا مرحله عملکرد مورد ارزیابی قرار گیرد. تا بتوان با اطمینان بیش‌تری روی نتایج قضاوت کرد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئول آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Abdul-baki, A.A. and Anderson, J.D. 1975. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. Crop Science, 13: 630-633. **(Journal)**

FAO, 2013. FAOSTAT. FAO, Rome. www.faostat.fao.org. **(Website)**

Farshadfar, A.A. and Javadnia, J. 2011. Evaluation of pea genotypes of tolerance to drought stress. Seed and Plant, 3: 521-595. (In Persian)**(Journal)**

Ghasemi Masrami, A., Navabpour, S., Yamchi, A. and Hoshmand, S. 2015. Effect of salinity stress on some morphological and biochemical characteristics of three bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Environmental Stresses in Crop Sciences, 8(2): 273-283. (In Persian)**(Journal)**

Ghasemi, H.R. and Mostaejeran, A. 2014. Effect of NaCl on germination and early growth of seedlings 60 wheat varieties. Iranian Seed Research, 4(4): 14-26. (In Persian)**(Journal)**

Gholam, C., Foursy, A. and Fares, K. 2002. Effect of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Environmental and Experimental Botany, 47: 39-50. **(Journal)**

Gomarian, M., Malbobi, M., Darvish, F., Mohammadi, S.A. and Razavi, K.H. 2009. Study of response of bread wheat genotypes (*Triticume aestivum* L.) to salinity stress. Journal of Research in Agricultural Science, 5(1): 21-31. (In Persian)**(Journal)**

Gorham, J., Wyn Jones, R.G. and Bristol, A. 1990. Partial characterization of the trait for enhanced K^+ - Na^+ discrimination in the D genome of wheat. Planta, 180: 590-597. **(Journal)**

Gunes, A., Inal, A., Alpuslan, M., Fraslan, F., Guneri, E. and Cicek, N. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity. Journal of Plant Physiology, 164: 728-736. **(Journal)**

Jaynes, D.B., Kaspar, T.C., Colvin, T.S. and James, D.E. 2003. Cluster analysis of spatio temporal corn yield (atterns in an lowa field). Agronomy Journal, 95(3): 574-586. **(Journal)**

Johnson, R.A. and Wichern, D.W. 2007. Applied Multivariate Statistical Analysis. 4th ed., Prentice Hall International, INC., New Jersey. Pp 773. **(Book)**

Montgomery, J., Milner, D.A., Tse, M.T., Jobvu, A., Kayira, K., Dzamalala, C.P., Taylor, T.E., Rogerson, S.J., Craig, A.G. and Molyneux, M.E. 2006. Genetic analysis of circulating and sequestered populations of *Plasmodium falciparum* in fatal aediatric malaria. The Journal of Infectious Diseases, 194: 115– 122. **(Journal)**

Moreda, A.P., Fiher, A. and Hill, S.J. 2003. The classification of tea according to region of origin using pattern recognition techniques and trace metal data. Journal of Food Composition and Analysis, 16: 195-211. **(Journal)**

Mostafavi, K.H., Golbashi, M., Izadi Darbandi, A. and Zarabi, M. 2012. Effect of salinity stress and genetical parameterers estimation of some burley (*Hordeum Vulgare* L.) Cultivars lines in seed germination and seedling primary growth stage. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 1(2): 117-127. (In Persian)**(Journal)**

Munns, R. and James, R.A. 2003. Screening methods for salinity tolerance: acase study with tetraploid wheat. Plant and Soil, 253: 201-218. **(Journal)**

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annuals Review of Plant Physiology, 59: 651-681. **(Journal)**

Owen, C.P. 1992. Plant analysis reference producers for the southern region of the United States. The University of Georgia, PP: 33-45. **(Book)**

Pessarakli, M. and Fardad, H. 1995. Nitrogen (Tatal and 15N) Uptake by Barley and Wheat under Two Irrigation Regimes. Journal of Plant Nutrition, 18(12): 2655-2667. **(Journal)**

Scott, S.J., Jones, R.A. and Williams, W.A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science, 24, 1192-1199. **(Journal)**

Shirazi, M.U., Ashraf, M.Y., Khan, M.A. and Nagavi, M.H. 2005. Potassium induced salinity tolerance in wheat. International Journal of Environment Science Technology, 2 (3): 233-236. (In Persian)**(Journal)**

Valentovic, P., Luxova, M., Kolarovi, L. and Gasparikora, L. 2006. Effect of osmotic stress on compatible solutes content, memberane stability and water relation in two maize. Plant, Soil and Enviroment, 52 (4): 186-191. **(Journal)**

Zahravi, M., Taghinejad, A.R., Afzalifar, A., Bihamta, M.R., Mozaffari, J. and Shafaedin, S. 2011. Evaluation of genetic diversity of agronomical traits in *Hordeum spontaneum* germplasm of Iran. Iranian Journal of Rangelands and forests Plant Breeding and Genetic Research, 19(1): 55-70. (In Persian)**(Journal)**

Zareh, M., Daneshiyan, J. and Zeynali Khaneghah, H. 2004. Genotypic variation in soybean cultivares for drought tolerance. Journal of Agriculture Science, 35(4): 859-867. (In Persian)**(Journal)**

Study of barley varieties under salinity stress condition in early seedling growth stages via multivariate analysis

Shabnam Reyhanpour[1], Zahra Khodarahmpour[2]*, Mehdi Soltani Hoveizeh[3]

Received: September 22, 2016 Accepted: December 11, 2016

Abstract

Increased salinity tolerance in barley basic requirement is to sustain production in saline areas. The present study was concluded to examine the effect of salinity stress on barley varieties in order to find the most tolerant of varieties in early growth stages based on morphological and physiological traits.The research aimed at research laboratory of Islamic Azad university, Ahvaz branch in 2015 in factorial experiment in basis completely randomized design with 3 replications of 20 varieties as the first factor and salinity stress with NaCl at 4 levels of zero (distilled water), 5, 10 and 15 ds/m as the second factor was implemented. Analysis of variance showed that there was a significant difference between varieties for most of traits that indicates there is sufficient variation between varieties. The principal components analysis, 11 studied traits is divided into 2 components on the basis of 62 % of the data changes can be justified. Cluster analysis divided varieties in three clusters. The summary results of the principal component analysis, biplot and cluster analysis revealed that varieties of Gorgan, Kavir, Behrokh, Torkaman and Zarjo had better tolerance to salinity stress than other varieties and stated followed by Fajr 30, sahra, Reihan 48 and Karon.

Key words: Barley; Cluster Analysis; Genetic diversity; NaCl; Principal Components Analysis

How to cite this article

Reyhanpour, S., Khodarahmpour, Z. and Soltani Hoveizeh, M. 2020. Study of barley varieties under salinity stress condition in early seedling growth stages via multivariate analysis. Iranian Journal of Seed Science and Research, 6(4): 527-538. (In Persian)(**Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2020.3930

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. MSc student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Shooshtar Branch, Islamic Azad University, Shooshtar, Iran
3. Faculty member, Department of Agronomy and Plant Breeding, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
*Corresponding author: zahra_khodarahm@yahoo.com