

ارزیابی تحمل به شوری ژنوتیپ‌های یولاف در مراحل گیاهچه‌ای و زایشی

سمیه ساردویی نسب^{۱*}، نجمه کمالی^۲ و قاسم محمدی نژاد^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۳- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

تاریخ وصول: ۹۱/۴/۲۶

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۲/۱

چکیده

به منظور ارزیابی تحمل به شوری ژنوتیپ‌های یولاف (*Avena sativa* L.) در مراحل گیاهچه‌ای و زایشی، آزمایشی با ۳ تکرار در شرایط گلخانه (در قالب طرح کاملاً تصادفی) و در مزرعه پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد (بدون تنش شوری $EC = 4 ds.m^{-1}$) و همچنین در مزرعه پژوهشی شریف آباد اردکان یزد (شوری $EC = 10 ds.m^{-1}$) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به اجرا درآمد. در مرحله گیاهچه‌ای غلظت سدیم، پتاسیم و نسبت آن‌ها و در شرایط مزرعه‌ای صفات، ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس در مرحله گیاهچه‌ای اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ تحمل به شوری نشان داد، ولی از لحاظ میزان سدیم، پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها مشاهده نگردید، که بیانگر وجود سایر مکانیسم‌های دخیل در کنترل تحمل به شوری در این ژنوتیپ‌ها می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس مرکب، اختلاف آماری معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ تمام صفات مورد مطالعه نشان داد. همچنین اثر متقابل ژنوتیپ در محیط نیز برای تمام صفات معنی‌دار بود. ارزیابی‌های مزرعه‌ای و گلخانه‌ای روی ژنوتیپ‌های مختلف یولاف، همبستگی معنی‌داری بین مرحله گیاهچه‌ای و زایشی نشان نداد، که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی از لحاظ تحمل بین گیاهان بالغ و گیاهان در مرحله گیاهچه‌ای و همچنین مکانیسم‌های متفاوت تحمل در دو مرحله رشدی می‌باشد. بر اساس نتایج، لاین‌های ۲۸، ۳۲، ۸۰ و ۸۴ به عنوان پر محصول‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند که با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، می‌توان برای اصفهان لاین‌های ۸۰ و ۸۴ و برای یزد لاین ۱۷ را معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: تحمل به شوری، مرحله زایشی، مرحله گیاهچه‌ای، یولاف

مقدمه

محیط‌های بدون تنش، وراثت پذیری عملکرد دانه نسبت به شرایط تنش بالاتر است. این امر نشان می‌دهد که محیط بدون تنش باعث بروز اختلاف ژنوتیپی بیشتری بین ارقام نسبت به محیط تنش‌دار می‌شود. مارتین و همکاران (۲۰۰۱) با بررسی اثر شدت خشکی روی عملکرد یولاف بیان کردند که تنش خشکی از طریق کاهش تعداد خوشه در واحد سطح و تعداد دانه در خوشه و کمی هم از طریق وزن دانه، باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد.

انتخاب درست واریته‌های با پتانسیل ژنتیکی جهت تولید عملکرد رضایت بخش تحت شرایط تنش ممکن است به بهبود عملکرد یولاف کمک کند. بنابراین هدف از این مطالعه بررسی اثر تنش شوری بر عملکرد و صفات زراعی لاین‌های مختلف یولاف و بررسی پتانسیل تنوع از نظر تحمل به شوری در لاین‌های امید بخش است، تا بتوان در مطالعات فیزیولوژیک، اصلاح مولکولی و ژنتیک تحمل به تنش مورد استفاده قرار گیرند. در ضمن لاین‌های امید بخش متحمل جهت بررسی‌های بعدی برای معرفی به زارعین و برنامه‌های اصلاحی معرفی خواهند شد.

مواد و روش‌ها

۱- بخش مزرعه‌ای

این آزمایش به منظور ارزیابی تحمل به شوری، ۱۰ ژنوتیپ یولاف (شامل ۶ لاین اصلاحی دریافتی از مرکز سیمیت در ترکیه به شماره‌های ۲، ۱۷، ۲۸، ۳۲، ۳۶ و ۷۵ و چهار رقم دریافتی از بانک ژن گیاهی کانادا به نام‌های پیسر، بویر، دربای و کالبیر) در مرحله زایشی، در مزرعه‌ای در کویر عصمت واقع در شریف آباد اردکان یزد (محیط شور $EC=10 ds m^{-1}$ آب) با موقعیت جغرافیایی، ۵۲، ۵۸ درجه طول جغرافیایی، ۲۹ و ۳۵ درجه عرض جغرافیایی و ۱۲۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا) انجام گردید. محیط نرمال، مزرعه پژوهشی دانشگاه

یولاف (*Avena sativa* L.) یکی از غلات مهم مورد استفاده در رژیم‌های غذایی انسان و حیوان است (۱۷)، که به طور گسترده‌ای با شرایط آب و هوایی و خاک‌های متفاوت سازگار شده است و به آب کافی برای رشد و تولید دانه نیاز دارد. عملکرد دانه یولاف به طور خطی با آب کافی افزایش می‌یابد و با نقصان آب در طول دوره رشد کاهش (۱۱). تنش شوری یکی از تنش‌های مهم غیر زیستی است و باعث کاهش محصول و رشد گیاه می‌شود. طبق آمار سازمان خواروبار کشاورزی (FAO) حدود نیمی از زمین‌های زراعی آبی دنیا تحت خسارت شوری قرار دارند (۷). اصلاح برای تحمل به شوری می‌تواند یک روش موثر برای بهبود عملکرد و پایداری عملکرد در خاک‌های شور باشد (۶). در ایران به جز قسمت‌های محدودی از کشور، بقیه مناطق جز نواحی خشک و نیمه خشک محسوب می‌شوند. با توجه به پایین بودن بارندگی کشور و وضعیت آب و هوایی خاص، زمینه مساعدی جهت تشکیل و گسترش خاک‌های شور فراهم شده است (۱۲). افزایش تحمل شوری گیاهان زراعی برای تولید غذای پایدار در مناطق مختلف جهان، ضروری است (۱۰). در مورد تحمل به شوری ارقام یولاف اطلاعات محدودی وجود دارد. یولاف در مقایسه با سایر غلات یک گیاه نیمه متحمل به شوری تلقی شده است (۱۳). شوری خاک جوانه‌زنی دانه در یولاف را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۳ و ۱۶). جوانه‌زنی دانه و رشد اولیه گیاهچه از مراحل بحرانی در تولید گیاهان زراعی به شمار می‌روند که به طور غیر مستقیم عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۵). لانگر و همکاران (۱۹۷۹) بر اساس تجزیه پایداری عملکرد یولاف پیشنهاد کردند که اگر ارزیابی ژنوتیپ‌ها در مناسب‌ترین و نامناسب‌ترین شرایط محیطی انجام شود، ارقام با عملکرد بالا و سازگاری وسیع مشخص خواهند شد. فری (۱۹۶۴) در پژوهش دیگری روی یولاف، گزارش نمود که در

۲- بخش گلخانه‌ای

در شرایط گلخانه نیز به منظور ارزیابی تحمل یولاف در مرحله گیاهچه‌ای، گیاهان به مدت ۷ روز، در محیط کشت هوگلند (۱۹) در $EC=1 \text{ dsm}^{-1}$ قرار داده شدند سپس به مدت دو هفته EC محلول به ۱۲ دسی زیمنس بر متر افزایش یافت. سپس، غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم و Na^+/K^+ (ppm) در برگ چهارم گیاه اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری غلظت یون‌ها از دستگاه فلاپم فتومتری^۱ استفاده شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. امتیاز تحمل به شوری ژنوتیپ‌ها (SES)^۲ با استفاده از سیستم نمره‌دهی ۱-۹ صورت پذیرفت (۸). ژنوتیپ‌ها در پنج گروه ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ رتبه‌دهی شدند که متحمل‌ترین ژنوتیپ رتبه ۱ و حساس‌ترین ژنوتیپ رتبه ۹ را به خود اختصاص دادند. (امتیاز دهی ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به شوری از عدد یک تا نه انجام گرفته است که عدد یک متحمل‌ترین و عدد نه حساس‌ترین ژنوتیپ ارزیابی گردید. این صفت در هر کرت ۳ بار اندازه‌گیری شد، سپس میانگین آن محاسبه گردید). برای انجام محاسبات آماری از نرم افزارهای Excel، SPSS 17.0 و SAS 9.1 (۱۵) استفاده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد

آزمایش در لایه ۳۰ سانتی متری سطح خاک

مقدار	واحد	ویژگی اندازه‌گیری شده
لومی رسی	-	بافت
۸/۵	-	pH
۲/۷	dsm^{-1}	هدایت الکتریکی
۱/۴	%	ماده آلی
۱۴/۸	$\text{cmol}+\text{kg}^{-1}$	ظرفیت تبادل کاتیونی
۴/۳	mgkg^{-1}	آهن قابل عصاره‌گیری با DTPA
۰/۰۵۷	%	نیتروژن کل
۰/۸۱	%	کربن آلی

صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف آباد (ds m^{-1})^۱ با $EC=4$ (آب) با عرض جغرافیایی ۲۳ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۶۳۰ متر از سطح دریا) در نظر گرفته شد. ژنوتیپ‌های مورد بررسی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (در سال زراعی ۸۶-۸۵) با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک، فارور طبق روال آزمایش‌های یولاف انجام گرفت. استفاده از ترکیبات کودی (۱۰۰ کیلو گرم در هکتار اوره در زمان کاشت و ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار نیز به صورت سرک در مرحله به ساقه رفتن استفاده شد) در اراضی آزمایشی بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) در مناطق صورت گرفت (در لورک نجف آباد: بافت خاک لومی رسی با جرم مخصوص ۱/۴ گرم بر سانتی متر مکعب و متوسط pH آن حدود ۷/۵ و اردکان یزد: بافت خاک لومی شنی با متوسط pH حدود ۷/۶ و مقدار کربن آلی = ۰/۷۲ ppm، فسفر = ۱۰/۴ ppm و پتاس = ۲۹۷/۳ ppm). کاشت در تاریخ ۱۵ آبان ماه انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت به فاصله ۲۰ سانتی متر و طول ۳ متر با تراکم کاشت ۴۰۰ بذر در مترمربع بود. آبیاری در محیط‌های شور (با هدایت الکتریکی ۱۰ دسی زیمنس بر متر) و نرمال (ds m^{-1})^۱ (با $EC=4$ آب) یک بار در هفته اعمال گردید. این ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مختلف فنوتیپی: ارتفاع بوته (از سطح خاک تا انتهای خوشه بر حسب سانتی متر)، تعداد پنجه، طول خوشه (از راس تا انتها بر حسب سانتی متر و بر مبنای میانگین ۱۰ خوشه تصادفی از هر کرت)، تعداد دانه در خوشه (بر مبنای میانگین ۱۰ خوشه)، وزن هزار دانه (بر اساس شمارش و توزین هزار دانه از هر کرت)، عملکرد دانه (بر اساس وزن دانه بوته های دو ردیف میانی پس از حذف اثر حاشیه، بر حسب تن در هکتار) و شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک) مورد بررسی قرار گرفتند و برداشت در تاریخ ۱۲ خرداد صورت گرفت.

¹ Flame Photometer² Standard Evaluation System

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ناشی از اثر شوری بر یولاف در مرحله گیاهچه‌ای در جدول ۱ آورده شده است. امتیاز تحمل به شوری (SES) در مرحله گیاهچه‌ای اختلاف معنی‌داری نشان داد ولی میزان سدیم و پتاسیم در برگ چهارم و نسبت سدیم به پتاسیم اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری نشان نداد. با توجه به این نتیجه، این امکان وجود دارد که گیاه مسیرهای کنترل دیگری را جهت تحمل به شوری دارد، و ارزیابی این عناصر در بافت‌های مختلف نظیر ریشه و کل اندام هوایی و در زمان‌های مختلف تحت تنش باید بررسی شود، چون که ممکن است مدت زمان اعمال شده برای تجمع این عناصر در برگ چهارم کافی نباشد.

نتایج حاصل از تجزیه مرکب صفات مورد مطالعه اختلاف بسیار معنی‌داری ($p < 0/01$) را بین ژنوتیپ‌ها نشان داد (جدول ۲) که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی از نظر صفات اندازه‌گیری شده می‌باشد. در بررسی اورابی و همکاران (۲۰۰۵) نیز تفاوت معنی‌دار در شرایط شوری برای همه صفات مورد مطالعه مشاهده شد (۱۴). وجود تنوع ژنتیکی مؤثر در تحمل به شوری برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به شوری با عملکرد بالا و درک بهتر سازوکارهای فیزیولوژیکی مرتبط با تحمل به تنش شوری در یولاف می‌تواند بسیار مفید باشد. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود اثر متقابل ژنوتیپ در محیط برای صفات مختلف در دو محیط تنش و عدم تنش بسیار معنی‌دار گردید. این اثر متقابل ناشی از پاسخ متفاوت گیاهان به شوری در محیط‌های مختلف است. علت کاهش معنی‌دار در ژنوتیپ‌های مختلف به ویژه حساس در شرایط شور را می‌توان ناشی از وجود میزان کافی از

نمک‌های محلول در خاک‌های شور نسبت داد که سبب کاهش رشد اغلب گونه‌های گیاهی می‌گردد (۲).

نتایج مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفات مختلف که توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد، نشان داد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به لاین‌های شماره ۲۸، ۳۲، ۸۰ و ۸۴ بود که در این میان بیشترین عملکرد (۶/۳۲ تن در هکتار) و بیشترین شاخص برداشت مربوط به لاین‌های ۲۸ و ۸۰ و کمترین میزان عملکرد (۲/۶۵ تن در هکتار) و شاخص برداشت مربوط به لاین شماره ۳۶ بود (جدول ۴).

با بررسی نتایج چنین استنتاج می‌شود که دلیل تفاوت در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به تفاوت در مکانیسم‌های فیزیولوژیکی مسئول تحمل به شوری در این ژنوتیپ‌ها مرتبط می‌باشد. در نهایت با توجه به نتایج عملکرد بدست آمده از محیط‌های مختلف، لاین‌های شماره ۲۸، ۳۲، ۸۰ و ۸۴ دارای عملکرد بیشتری نسبت به سایر لاین‌ها بودند، بنابراین، این لاین‌ها به عنوان برترین ژنوتیپ‌ها در شرایط مورد مطالعه تعیین شدند و جهت بررسی‌های مولکولی، فیزیولوژیکی و سازگاری معرفی گردیدند، که با توجه به معنی‌داری اثر متقابل، بایستی توصیه لاین‌ها در هر محیط جداگانه صورت گیرد. براین اساس می‌توان برای یزد لاین ۱۷ و برای اصفهان لاین‌های ۸۰ و ۸۴ را توصیه نمود (داده‌ها نشان داده نشده است) و از آنجا که گیاهان مختلف به روش‌های متفاوتی به شوری پاسخ می‌دهند، بنابراین مطالعه مکانیسم‌های تحمل به شوری در این ژنوتیپ‌ها ضروری است.

جدول ۳ مقایسه میانگین محیط‌های مورد ارزیابی اصفهان (محیط نرمال) و یزد (محیط شور) را برای صفات اندازه‌گیری شده نشان می‌دهد. محیط تاثیر معنی‌داری را بر ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه داشت. در مجموع کاهش

کننده تحمل شوری در مرحله گیاهچه‌ای مستقل از مرحله زایشی می‌باشند.

تجزیه رگرسیون تحت تنش شوری

در اصلاح نباتات به منظور نیل به عملکرد بالا و افزایش کارایی انتخاب از تعداد کمی از خصوصیات به عنوان شاخص‌های مؤثر در دستیابی به اهداف اصلاحی استفاده می‌گردد. در این مسیر رگرسیون مرحله‌ای برای گزینش صفات کاربرد گسترده دارد. در رگرسیون گام به گام صفت عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در مقابل سایر صفات به عنوان متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۶).

مدل رگرسیونی ارائه شده با ضریب تبیین ($R^2=0.75$) بهترین مدل برای صفات فوق می‌باشد.

بدین منظور می‌توان توجیه نمود تغییرات عملکرد تابع صفات ارتفاع و تعداد دانه می‌باشد و می‌توان بر اساس بزرگ بودن مقادیر ضرایب رگرسیون استنباط کرد که کدام صفت اثر بیشتری در توجیه تغییرات عملکرد دارد. مقدار R^2 مربوط به مدل مذکور نشان می‌دهد که تقریباً ۶۵ درصد از واریانس عملکرد مربوط به دو عامل ارتفاع و تعداد دانه می‌باشد.

$$y = -0.491 + 0.02 \text{ ارتفاع} + 0.025 \text{ تعداد دانه}$$

معنی‌داری در شرایط تنش دیده شد. با توجه به جدول بیشترین میزان عملکرد (۶/۷۷) مربوط به محیط نرمال (اصفهان) بود و تفاوت عملکرد در محیط شور (اردکان یزد) و نرمال ۵/۳۹ بود، در نتیجه شوری به شدت عملکرد یولاف را کاهش داد. در بررسی زائو و همکاران (۲۰۰۹)، ارتفاع گیاه با افزایش تنش شوری کاهش یافت. از بین اجزای عملکرد تعداد پنجه و با افزایش غلظت شوری کاهش معنی‌داری داشتند. تعداد خوشه و وزن دانه حساسترین اجزا عملکرد در شرایط تنش شوری گزارش شدند (۱۸). وزن هزار دانه نیز تغییر چشمگیری با افزایش شوری نشان داد.

همانطور که ملاحظه می‌شود، همبستگی عملکرد دانه با صفات ارتفاع، طول خوشه، تعداد دانه در خوشه و شاخص برداشت مثبت و معنی‌دار بود، که نشان دهنده تاثیر پذیری عملکرد از این صفات است. در مطالعه زائو و همکاران (۲۰۰۹) کاهش عملکرد در شرایط تنش مرتبط با کاهش تعداد دانه و وزن دانه در هر گیاه بود.

در بسیاری از برنامه‌های اصلاحی، عملکرد دانه در شرایط مختلف محیطی به عنوان معیارهای اصلی انتخاب برای تحمل به تنش منظور می‌شود. زیاد بودن عملکرد در شرایط تنش می‌تواند ناشی از تحمل زیاد به تنش و یا ظرفیت تولید بالا و یا هر دو مکانیسم باشد (۱). یکی از عوامل بسیار مهم و مؤثر در انتخاب و نتیجه‌گیری در آزمایش‌ها شاخص برداشت می‌باشد که می‌تواند جهت انتخاب در بین تیمارهای مختلف کاربرد بسزایی داشته باشد، شاخص برداشت همبستگی مثبت با ارتفاع، تعداد دانه در خوشه و عملکرد داشت (جدول ۵).

نسبت Na^+/K^+ با سدیم و پتاسیم و نیز با طول خوشه در سطح ۵٪ همبستگی داشت. بر اساس نتایج هیچگونه همبستگی مثبتی بین مرحله گیاهچه‌ای و گیاه بالغ مشاهده نشد که نشان دهنده این است که مکانیسم‌های کنترل

جدول ۱- تجزیه واریانس داده های مربوط به ارزیابی تحمل به شوری ژنوتیپ های یولاف در مرحله گیاهچه ای

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	SES	Na	K	Na ⁺ /K ⁺	
ژنوتیپ	۹	۱/۹۴**	۰/۰۲۳ ^{ns}	۰/۰۱۶ ^{ns}	۰/۰۰۴۷ ^{ns}	
خطا	۲۰	۰/۲	۰/۰۲۶	۰/۱	۰/۰۰۵۹	
CV	—	۱۲/۶۵	۲۲/۵۱	۱۲/۹۹	۲۷/۳۹	

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب ژنوتیپ های مختلف یولاف در شهرهای اصفهان و اردکان یزد

میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد پنجه	طول خوشه	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	شاخص عملکرد برداشت
محیط	۱	۳۶۱۹۱/۶۱**	۱۸/۷۴ ^{ns}	۱۱۳۴/۷۵**	۳۸۳۰۵/۲۸**	۵۲۰۲/۰۵**	۸۸/۶۳ ^{ns}
خطای (a)	۴	۲۶۴/۱۱	۴/۱۸	۴۴/۰۸	۱۷۲/۷۷	۱۵/۹۶	۱۲۲/۷۸
ژنوتیپ	۹	۲۴۱/۳۸**	۱/۹۹**	۵۶/۵۲**	۷۸۳/۳۹**	۲۱/۳۲**	۹۱/۵۰**
ژنوتیپ* محیط	۹	۴۸۷/۸۶**	۱/۹۴**	۱۶۴/۹۳**	۷۹۱/۸**	۳۸/۹۴**	۳۱/۰۷*
خطای (b)	۳۶	۴۵/۴۹	۰/۵۹	۶/۶۱	۱۴۰/۱۴	۴/۷۲	۱۳/۶
CV	—	۸/۲	۲۴/۶۸	۱۰/۴۶	۲۲/۸۲	۱۰/۴۶	۱۵/۲۱

جدول ۳- مقایسه میانگین محیط های مورد ارزیابی برای صفات اندازه گیری شده

محیط	ارتفاع (cm)	تعداد پنجه	طول خوشه (cm)	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه (gr)	عملکرد (تن/هکتار)	شاخص برداشت
اصفهان	۱۰۶/۸ ^a	۲/۵۵ ^a	۲۸/۹۱ ^a	۷۷/۱۳ ^a	۳۰/۰۹ ^a	۶/۷۷ ^a	۲۲/۸۶ ^a
اردکان	۵۷/۶۸ ^b	۳/۶۷ ^a	۲۰/۲۲ ^b	۲۶/۶۰ ^b	۱۱/۴۷ ^b	۱/۳۸ ^b	۲۴/۷۹ ^a

جدول ۴- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی برای صفات اندازه گیری شده

ژنوتیپ	ارتفاع (cm)	تعداد پنجه	طول خوشه (cm)	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه (gr)	عملکرد (تن/هکتار)	شاخص برداشت
۲	۸۰/۱۸ ^c	۳/۳۳ ^{a-c}	۲۴/۱۰ ^b	۴۶/۶۶ ^{b-d}	۲۱/۱۷ ^b	۳/۳۱ ^{de}	۲۱/۹۶ ^{b-d}
۱۷	۸۶/۳۷ ^a	۲/۷۸ ^{b-d}	۲۶/۴۰ ^{ab}	۴۲/۳۰ ^{cd}	۲۱/۲۱ ^b	۳/۵۲ ^{c-e}	۲۳/۶۲ ^{bc}
۲۸	۷۳/۷۶ ^C	۴/۲۶ ^a	۱۸/۱۷ ^c	۳۳/۴۳ ^d	۲۴/۱۵ ^a	۴/۹۰ ^b	۲۹/۸۶ ^a
۳۲	۶۹/۴۰ ^d	۳/۲۷ ^{b-d}	۲۰/۲۹ ^c	۴۸/۴۳ ^{b-d}	۲۱/۱۱ ^b	۴/۲۲ ^{b-d}	۱۹/۳۳ ^{cd}
۳۶	۸۱/۲۸ ^{a-c}	۳/۷۸ ^{ab}	۲۷/۱۵ ^{ab}	۵۱/۸۹ ^{bc}	۱۸/۳۳ ^c	۲/۶۵ ^e	۱۷/۷۳ ^d
۶۲	۸۳/۷۱ ^a	۳/۰۳ ^{b-d}	۲۴/۱۵ ^d	۴۵/۵۱ ^{b-d}	۱۹/۷۹ ^{bc}	۳/۷۱ ^{c-e}	۲۲/۰۸ ^{b-d}
۷۰	۸۵/۲۰ ^a	۲/۷۸ ^{b-d}	۲۵/۴۸ ^{ab}	۵۱/۸۸ ^{bc}	۲۰/۱۴ ^{bc}	۳/۵۷ ^{c-e}	۲۳/۳۱ ^{bc}
۷۵	۸۵/۱۳ ^a	۲/۲۷ ^d	۲۶/۰۳ ^{ab}	۶۰/۸۶ ^{ab}	۱۷/۸۳ ^c	۳/۸۲ ^{b-d}	۲۶/۵۹ ^{ab}
۸۰	۸۷/۹۰ ^a	۲/۷۴ ^{c-d}	۲۶/۴۶ ^{ab}	۶۷/۰۵ ^a	۲۱/۴۱ ^b	۶/۳۲ ^a	۲۸/۷۲ ^a
۸۴	۸۹/۴۳ ^a	۲/۸۸ ^{b-d}	۲۷/۶۳ ^a	۷۰/۶۵ ^a	۲۲/۶۹ ^{ab}	۴/۶۸ ^{bc}	۲۵/۰۵ ^{ab}

اعدادی که در هرستون دارای حروف مشترک هستند با هم اختلاف معنی دار ندارند.

جدول ۶- تجزیه واریانس رگرسیون

F	MS	SS	درجه آزادی	تیمار
*۲۵/۰۱۴	۲/۰۵۳	۴/۱۰۶	۲	رگرسیون
	۸/۲۰۸	۲/۲۱۶	۲۷	انحراف از رگرسیون
		۶/۳۲۲	۲۹	کل

جدول ۵- همبستگی فنوتیپی صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ های یولاف در پاسخ به تنش شوری (در دو مرحله گیاهچه ای و زایشی)

صفات	SES	Na	K	Na/K	ارتفاع	تعداد پنجه	طول خوشه	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد	شاخص برداشت
SES	۱										
Na	۰/۱۹۱ ^{ns}	۱									
K	-۰/۰۲۰ ^{ns}	۰/۰۵۸ ^{ns}	۱								
Na/K	۰/۱۸۳ ^{ns}	۰/۸۶۴ [*]	-۰/۵۴۸ [*]	۱							
ارتفاع	۰/۱۱۴ ^{ns}	-۰/۱۶۹ ^{ns}	۰/۲۲۱ ^{ns}	-۰/۲۶۶ ^{ns}	۱						
تعداد تعداد پنجه	-۰/۰۸۶ ^{ns}	-۰/۱۲۰ ^{ns}	ns ۰/۳۲۶	-۰/۲۵۱ ^{ns}	-۰/۰۳۴ ^{ns}	۱					
طول خوشه	۰/۰۵۸ ^{ns}	-۰/۲۷۵ ^{ns}	۰/۲۸۹ ^{ns}	-۰/۳۸۵ [*]	۰/۹۳۸ [*]	۰/۰۹۴ ^{ns}	۱				
تعداد دانه	۰/۳۱۱ ^{ns}	۰/۲۴۲ ^{ns}	۰/۱۳۰ ^{ns}	-۰/۲۷۹ ^{ns}	۰/۲۵۹ ^{ns}	-۰/۲۸۹ ^{ns}	۰/۲۴۵ ^{ns}	۱			
وزن هزار دانه	۰/۰۹۰ ^{ns}	-۰/۰۷۶ ^{ns}	-۰/۲۷۳ ^{ns}	۰/۰۷۴ ^{ns}	-۰/۲۵۸ ^{ns}	-۰/۱۸۵ ^{ns}	-۰/۲۸۹ ^{ns}	-۰/۰۵۹ ^{ns}	۱		
عملکرد	۰/۲۹۶ ^{ns}	-۰/۱۷۹ ^{ns}	۰/۰۵۵ ^{ns}	-۰/۲۰۶ ^{ns}	۰/۶۹۸ [*]	-۰/۲۳۹ ^{ns}	۰/۶۰۴ [*]	۰/۵۶۹ [*]	۰/۱۹۳ ^{ns}	۱	
شاخص برداشت	۰/۱۹۹ ^{ns}	-۰/۳۱۱ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}	-۰/۲۸۱ ^{ns}	۰/۴۶۵ [*]	-۰/۴۸۶ [*]	۰/۳۸۱ ^{ns}	۰/۴۳۹ [*]	-۰/۱۲۲ ^{ns}	۰/۸۳۲ [*]	۱

* و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۰/۵، غیر معنی دار

منابع

- Oats (*Avena sativa* L.). Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference. New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited, Christchurch, New Zealand.
- 12- Mohammad Doust Chamanabad, H., Nouri Ghanbalati, G. H., Asghari, A., and A.L. Nouri Ghanbalati .2010. Wheat from production to consumption. Mohaghegh Ardabili University Press.
 - 13- Murty, A. S., Misra, P. N., and M. M. Haider. 1984. Effect of different salt concentrations on seed germination and seedling development in a few oat cultivars. *Indian J. Agric. Res.*, 18:129–132
 - 14- Oraby, H. F., Ransom, C. B., Kravchenko, A. N., and M. B. Sticklen. 2005. Barley HVA1 Gene Confers Salt Tolerance in R3 Transgenic Oat. *Crop Sci.*, 45:2218–2227.
 - 15- SAS Institute., 2004. Base SAS 9.1 procedures guide. Cary (NC): SAS Institute Inc.
 - 16- Verma, O. P. S., and R. B. R .Yadava. 1986. Salt tolerance of some oat (*Avena sativa* L.) varieties at the germination and seedling stage. *J. Agron. Crop. Sci.*, 156:123–127.
 - 17- Welch, R. W. 1995. Oats in human nutrition and health. p. 433–471. In R.W. Welch (ed.) *The oat crop: Production and utilization*. 1st. *Euphytica*, 91:359–364.
 - 18- Zhao, G. Q., Ma, B. L., and Ren, C. Z. 2009. Salinity Effects on Yield and Yield Components of Contrasting Naked Oat Genotypes. *J. Plant Nutrition*, 32: 10-12.
 - 19- Hoagland, D. R., and D. I. Arnon. 1938. The water-culture method for growing plants without soil. *Circ.* 347. Univ.
 - 1- Fischer, A. A., and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars: I. Grain yield responses. *Australian J.Agr.Res.*, 29: 894-912.
 - 2- Flowers, T. J., and S. A. Flowers. 2005. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? *Agriculture. Water Manag.*, 78:15-24.
 - 3- Forsberg, R. A, and H. L, Shands.1989. Oat breeding. In: Janick J (ed) *Plant breeding reviews*, vol. 6. Timber Press, Portland, Oregon, pp 167–207.
 - 4- Frey, K. J., 1964. Adaptation reaction of oat strains selected under stress and non-stress environments. *Crop Sci.*, 4: 55-58.
 - 5- Gelmond, H .1978. Problems of salinity in agriculture. In: Polgakoff Mayber A, Gale J (eds) *Plants in saline environments*. Springer-Verlag, New York, pp 7–24
 - 6- Genc, Y., Oldach, K., Verbly, A. P., Lott, G., Hassan, M., Tester, M., Wallwork, H., and G. K. McDonald,. 2010. Sodium exclusion QTL associated with improved seedling growth in bread wheat under salinity stress. *Theor. Appl. Genetics.*, 121(5): 877-94.
 - 7- Ghareyazi, B., and A. M MirMohammadi Meybudi ,2002. Physiological and breeding aspects of salt stress in plant. Isfahan University of Technology Press.
 - 8- Gregorio, G. B., Senadhira, D., and R. D. Mendoza .1997. Screening rice for salinity tolerance, IRRI Discussion paper Series No.22. International Rice Research Institute, Los Baños. Laguna, Philippines
 - 9- Langer, I., Frey, K. J. and T. Bailey .1979. Associations among productivity, production response and stability indices in oat varieties. *Euphytica.*, 28: 17-24.
 - 10- Maas, E. V., and G. J. Hoffman, 1977. Crop salt tolerance current assessment. *Journal Irrigated Drainage Dive.*, 103:115-134.
 - 11- Martin, R. J., P. D. Jamieson, Gillespie, R. N., and S. Maley, 2001. Effect of timing and intensity of drought on the yield of

Evaluation of salinity tolerance of Oat genotypes at seedling and reproductive stages

Somaye Sardouienasab^{1*}, Najmeh Kamali² and Ghasem Mohammadinejad³

1-M.Sc. student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

2-M.Sc. student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

3-Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Received: 2012/07/16

Accepted: 2013/02/19

Abstract

In order to evaluate the salinity tolerance of oat genotypes (*Avena sativa* L.), at seedling and reproductive stages, an experiment with three replications was carried out in greenhouse condition (based on Randomized Completely Design). Experiments were carried out in research field of Esfahan University of Technology which is located in Lourk's Najafabad without stress, EC=4 ds/m, as well as in research field of Sharifabad of Ardakan, saline condition, EC=10 ds/m. The Na⁺, K⁺ concentration and Na⁺/K⁺ ratio in seedling stage, and plant height, number of tiller, panicle length, number of grain, 1000-grain weight, yield and harvest index in field condition were recorded. The analysis variance results at seedling stage showed significant difference among genotypes for standard evaluation system (SES), but no significant difference was observed for Na⁺, K⁺ concentration and Na⁺/K⁺ ratio, that indicated that the existence of the other controlling mechanisms in salinity tolerance in these genotypes. The results of the combined analysis, showed significant difference among genotypes for in the studied traits. The interaction between genotype and environment was significant for all traits. Field and greenhouse evaluations on different oat genotypes established no clear correlation between seedling and reproductive stage, that indicates the existence of genetic variation in tolerance in the adult plants and in seedling stage, and the existence of different tolerant mechanism in two growth stages. Based on obtained results, lines No. 28, 32, 80 and 84 were introduced as high yielding genotypes, that due to the significant interaction between genotype and environment, lines No. 80 and 84 are introduced for Esfahan and line No.17 for Yazd.

Keywords: oat, reproductive stage, salinity stress, seedling stage

*Corresponding author

E-mail: sarduoie@gmail.com