



بررسی تنوع صفات زراعی تحت شرایط تنش شوری در نمونه‌های ژنتیکی گندم دوروم

یوسف ارشد^۱، مهدی زهراوی^{۱*}، علی سلطانی^۲، فرنگیس قنواتی^۱

۱- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱۱

چکیده

به منظور تعیین صفات مؤثر در تحمل به تنش شوری و غربال ژرم‌پلاسم متحمل، ۶۸ نمونه ژنتیکی از کلکسیون گندم دوروم بانک ژن گیاهی ملی ایران به همراه ارقام متحمل به شوری کویر، روشن و ماهوتی در شرایط نرمال در مزرعه تحقیقاتی کرج و در شرایط تنش شوری ایستگاه تحقیقاتی اردکان در قالب طرح آگمنت با ارزیابی صفات زراعی، مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که ضریب تغییرات صفات ارتفاع بوته، وزن صد دانه، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی کامل و طول دوره پر شدن دانه در شرایط تنش شوری افزایش نشان داد. صفات طول سنبله، ارتفاع بوته، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه، وزن صد دانه، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی کامل، طول دوره پر شدن دانه و وزن دانه پنج سنبله در تمام نمونه‌های ژنتیکی در شرایط تنش، کاهش نشان دادند. در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری، تعدادی از نمونه‌های ژنتیکی شناسایی گردید که از لحاظ صفات مورد ارزیابی نسبت به ارقام شاهد برتر بودند. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط نرمال، چهار مؤلفه اصلی اول و در شرایط تنش شوری، پنج مؤلفه اصلی اول به ترتیب ۸۱/۷۱ درصد و ۸۳/۴۴ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کردند. نمونه‌های ژنتیکی مورد بررسی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش K means، براساس صفات ارزیابی شده در هر دو شرایط نرمال و تنش در پنج گروه با ویژگی‌های متمایز از یکدیگر تفکیک شدند. مجموع نتایج این تحقیق نشان‌دهنده وجود تنوع در صفات ارزیابی شده در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری بود و منجر به شناسایی نمونه‌های ژنتیکی برتر نسبت به ارقام شاهد شد که در برنامه‌های اصلاحی قابل بهره‌برداری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، منابع ژنتیکی، گندم دوروم، تحمل به شوری

* نگارنده مسئول (mzahravi@spii.ir)

مقدمه

گندم یکی از مهمترین غلات جهان از لحاظ میزان تولید و مصرف می‌باشد. گندم تقریباً یک پنجم از کل مصرف کالری در جهان را تأمین می‌نماید (FAO, 2008). از بین گونه‌های گندم، گندم دوروم نسبت به تنش شوری در مقایسه با گندم نان حساس‌تر است (Munns *et al.*, 2006; Munns & Tester, 2008) که دلیل آن تجمع بالای Na^+ و تبعیض ضعیف‌تر در نسبت K^+/Na^+ می‌باشد (Asch *et al.*, 2000; Chen *et al.*, 2007a; Genc *et al.*, 2007). شوری خاک یک معضل رو به افزایش برای کشاورزی در جهان است. تجمع نمک در اراضی قابل کشت ناشی از آب آبیاری حاوی مقادیر زیادی کلرید سدیم و همچنین ناشی از آب دریا است (Flowers & Yeo, 1995; Tester & Davenport, 2003). افزایش نمک خاک، توان جذب آب توسط گیاه را کاهش می‌دهد (Deinlein *et al.*, 2014). هنگامی که Na^+ و Cl^- به مقدار زیادی توسط ریشه جذب می‌شود، فرایندهای متابولیکی را مختل ساخته، کارایی فتوسنتز را کاهش داده و تأثیر سوء بر رشد می‌گذارد (Flowers & Yeo, 1995; Mäser *et al.*, 2002). مکانیسم‌های زیادی در تحمل به شوری دخیل می‌باشند (Brugnoli & Lauteri, 1991; Rivelli *et al.*, 2002; Chen *et al.*, 2007b). هر کدام از این مکانیسم‌ها توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شوند. لذا اکثر به‌نژادگران بر این موضوع توافق دارند که بهترین

شیوه اصلاح در این زمینه عبارت از هر می ساختن صفات فیزیولوژیکی مفید می‌باشد. اما با وجود تلاش‌های زیاد، موفقیت‌های چشمگیری در این خصوص حاصل نشده است که دلیل آن، پیچیدگی فیزیولوژیکی و ژنتیکی این صفت، فقدان ابزار غربال‌گری قابل اعتماد و فقدان درک جامع از مکانیسم‌های تحمل به شوری می‌باشد (Zhu *et al.*, 2016).

اکثر مطالعات انجام شده در گذشته بر روی مکانیسم‌های تحمل به شوری، بر پایه تعداد کمی از ارقام بوده‌اند (Brugnoli & Lauteri, 1991; Chen *et al.*, 2007b; Zhu *et al.*, 2016). این نتایج می‌تواند تحت تأثیر تحمل گیاه نسبت به تنش شوری و یا زمینه ژنتیکی ارقام گزینش یافته قرار گیرد (Zhu *et al.*, 2016). پر واضح است که تعداد نمونه کوچک نمی‌تواند به‌نژادگران را در انتخاب برخی از صفات معین به عنوان معیار گزینش قانع سازد. اسلامی و همکاران (۱۳۸۳) خصوصیات زراعی و قابلیت توارث آن‌ها را در چهار ژنوتیپ متحمل به شوری گندم دوروم در شرایط مزرعه‌ای بدون تنش مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصل نشان داد که صفات فنولوژی شامل تعداد روز تا سنبله دهی، روز تا گرده افشانی و روز تا رسیدگی از قابلیت توارث عمومی بالایی برخوردار بودند و کمترین قابلیت توارث به تعداد سنبله در بوته اختصاص داشت. همچنین عملکرد دانه با صفات شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و تعداد سنبله در متر مربع همبستگی

تحقیق براساس عملکرد بیولوژیک و محاسبه شاخص تحمل به شوری (STI)، مشخص شد که رقم امید و لاین ۸۴ مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش بودند. براساس نتایج بررسی تأثیر تجمع عناصر در تحمل شوری در هفت ژنوتیپ گندم دوروم جمع‌آوری شده از منطقه خاور میانه توسط هادی و همکاران (۱۳۸۷)، ژنوتیپ سوری ICDW751 با تجمع پایین سدیم و کلر و تجمع بالای پتاسیم و کلسیم در اندام هوایی و با ماده خشک بالا، به عنوان متحمل‌ترین و ژنوتیپ ایرانی ICDW324 با تجمع سدیم و کلر بالا در قسمت هوایی و ریشه و همچنین تجمع پایین پتاسیم و کلسیم و کمترین مقدار ماده خشک، به عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ نسبت به شوری شناخته شدند. غربی و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی هفت لاین گندم دوروم را در یک آزمایش گلخانه‌ای تحت شرایط تنش شوری و خشکی مشاهده کردند که عملکرد دانه با اکثر صفات مورد مطالعه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. ارشد و همکاران (۱۳۹۴) تعداد ۸۸ نمونه ژنتیکی از کلکسیون گندم دوروم بانک ژن گیاهی ملی ایران را تحت شرایط تنش شوری در اردکان مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج بررسی آماره‌های توصیفی نشان داد که مقادیر مذکور برای تمام صفات مورد مطالعه در شرایط تنش نسبت به شرایط نرمال کاهش یافته است. در این مطالعه براساس ضرایب همبستگی بین

مثبت و معنی‌داری داشت. هوشمند و همکاران (۱۳۸۴) تحمل به تنش شوری در هشت ژنوتیپ گندم دوروم حاصل از دو روش گزینش کشت درون شیشه‌ای و مزرعه‌ای (در مرحله گیاهچه) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تولید ماده خشک بوته در هر دوره ۱۰ و ۲۰ روزه تنش، به طور معنی‌داری تحت تأثیر ژنوتیپ و سطوح شوری قرار دارد و افزایش سطوح شوری باعث کاهش تولید ماده خشک در گیاه می‌گردد. سرعت رشد نسبی گیاه و همچنین میزان آب نسبی در ژنوتیپ‌ها با نسبت‌های متفاوت تحت تأثیر سطوح شوری کاهش یافت. بطور کلی نتایج حاصل نشان داد که ژنوتیپ‌های انتخابی از روش کشت درون شیشه‌ای گندم دوروم، در مرحله گیاهچه‌ای نیز نمود مطلوبی داشته‌اند. همتی و همکاران (۱۳۸۵) واکنش ۱۱ ژنوتیپ گندم نان و ۹ ژنوتیپ گندم دوروم را طی یک آزمایش گلخانه‌ای نسبت به تنش شوری بررسی نموده و مشاهده کردند که با افزایش تنش شوری غلظت پرولین در دو گونه افزایش نشان داد. در ژنوتیپ‌های گندم نان در دو سطح تنش، بیشترین مقدار پرولین در ژنوتیپ‌های حساس به شوری و کمترین مقدار، در ژنوتیپ‌های متحمل مشاهده شد. آن‌ها براساس این مشاهدات نتیجه گرفتند که پرولین را نمی‌توان به عنوان یک شاخص مناسب تحمل به شوری در گندم‌های نان و دوروم در نظر گرفت. همچنین در این

مشاهده کردند که تیمار شوری منجر به افزایش مقدار سدیم و کاهش یون‌های پتاسیم و کلسیم در برگ شد.

تحقیق حاضر با هدف تعیین صفات مؤثر در تحمل به تنش شوری و شناسایی نمونه‌های ژنتیکی متحمل برتر انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور غربال ژرم‌پلاسما گندم دوروم متحمل به شوری و شناسایی صفات با اهمیت در ایجاد تحمل، ۶۸ نمونه ژنتیکی از کلکسیون گندم دوروم بانک ژن گیاهی ملی ایران (جدول ۱) مورد بررسی قرار گرفتند.

شاخص‌های تحمل به تنش، STI، GMP و MP به عنوان شاخص‌های مناسب در گزینش نمونه‌های گندم دوروم متحمل به تنش شوری شناسایی شدند. براساس نتایج این تحقیق، آن‌ها وجود تنوع ارزشمند و پتانسیل تحمل به شوری را در گندم‌های دوروم بانک ژن گیاهی ملی ایران را خاطر نشان کردند. گلکار و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر تنش شوری بر صفات اگروفیزیولوژیک گندم نان و دوروم را در مرحله گیاهچه‌ای مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که شوری باعث اختلاف معنی‌دار بر روی همه صفات مورد بررسی، به جز وزن خشک ریشه و نسبت سدیم به کلسیم شد. آن‌ها

جدول ۱- نمونه‌های ژنتیکی گندم دوروم از کلکسیون بانک ژن گیاهی ملی ایران مورد ارزیابی در شرایط تنش شوری

شماره	کد کلکسیون	شماره	کد کلکسیون	شماره	کد کلکسیون	شماره	کد کلکسیون
۱	KC ۹۷۸۱	۱۸	KC ۹۹۴۶	۳۵	KC ۱۰۱۳۴	۵۲	KC ۱۰۳۶۰
۲	KC ۹۷۸۴	۱۹	KC ۹۹۴۷	۳۶	KC ۱۰۱۴۱	۵۳	KC ۱۰۳۸۲
۳	KC ۹۷۸۸	۲۰	KC ۹۹۵۹	۳۷	KC ۱۰۱۶۱	۵۴	KC ۱۰۴۱۸
۴	KC ۹۸۲۱	۲۱	KC ۹۹۶۴	۳۸	KC ۱۰۱۹۰	۵۵	KC ۱۰۴۳۴
۵	KC ۹۸۲۴	۲۲	KC ۹۹۸۴	۳۹	KC ۱۰۱۹۹	۵۶	KC ۱۰۴۵۱
۶	KC ۹۸۳۱	۲۳	KC ۹۹۸۵	۴۰	KC ۱۰۲۱۷	۵۷	KC ۱۰۴۵۳
۷	KC ۹۸۴۶	۲۴	KC ۱۰۰۰۱	۴۱	KC ۱۰۲۳۰	۵۸	KC ۱۰۴۵۷
۸	KC ۹۸۵۵	۲۵	KC ۱۰۰۰۳	۴۲	KC ۱۰۲۴۸	۵۹	KC ۱۰۴۸۲
۹	KC ۹۸۶۲	۲۶	KC ۱۰۰۰۶	۴۳	KC ۱۰۲۵۲	۶۰	KC ۱۰۴۹۸
۱۰	KC ۹۸۷۲	۲۷	KC ۱۰۰۲۶	۴۴	KC ۱۰۲۶۲	۶۱	KC ۱۰۵۰۰
۱۱	KC ۹۸۷۷	۲۸	KC ۱۰۰۲۷	۴۵	KC ۱۰۲۷۰	۶۲	KC ۱۰۵۰۶
۱۲	KC ۹۸۷۸	۲۹	KC ۱۰۰۵۳	۴۶	KC ۱۰۲۸۹	۶۳	KC ۱۰۵۱۱
۱۳	KC ۹۸۸۷	۳۰	KC ۱۰۰۵۶	۴۷	KC ۱۰۲۹۸	۶۴	KC ۱۰۵۱۳
۱۴	KC ۹۸۸۹	۳۱	KC ۱۰۰۸۸	۴۸	KC ۱۰۳۱۴	۶۵	KC ۱۰۵۱۵
۱۵	KC ۹۸۹۵	۳۲	KC ۱۰۱۲۱	۴۹	KC ۱۰۳۲۹	۶۶	KC ۱۰۵۱۶
۱۶	KC ۹۹۰۶	۳۳	KC ۱۰۱۲۲	۵۰	KC ۱۰۳۴۷	۶۷	KC ۱۰۵۱۷
۱۷	KC ۹۹۲۲	۳۴	KC ۱۰۱۲۵	۵۱	KC ۱۰۳۴۹	۶۸	KC ۱۰۵۱۹

شدند. در هر دو آزمایش هر نمونه ژنتیکی در یک خط ۲/۵ متری به فاصله ۵۰ سانتی متر نسبت به خط مجاور کشت شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی با نمونه‌برداری از عمق ۳۰ سانتیمتری خاک (جدول ۲) انجام شد و مطابق با آن نسبت به کوددهی اقدام گردید. بدین منظور در هر دو آزمایش کرج و اردکان، کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار به شکل سولفات آمونیوم در دو تقسیط شامل یک سوم قبل از کاشت و دو سوم در مرحله پنجه زنی دانه و کود فسفر به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به شکل P_2O_5 داده شد. آبیاری در فواصل ۱۵ روز، به تعداد هفت مرتبه در آزمایش کرج و پنج مرتبه در آزمایش اردکان انجام گردید.

این ارزیابی شامل آزمایش در شرایط نرمال در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج، با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و همچنین در شرایط تنش شوری در اراضی شور ایستگاه تحقیقاتی اردکان با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی (دارای خاک و آب آبیاری شور با هدایت الکتریکی حدود ۸ تا ۱۲ دسی زیمنس برمتر) بود. بدین منظور بذور نمونه‌های ژنتیکی در قالب طرح آگمنت به همراه ارقام متحمل به شوری کویر، روشن و ماهوتی به عنوان شاهد در نیمه دوم آبان سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ کشت

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک در مزرعه تحقیقاتی کرج و اردکان در ارزیابی تحمل نمونه‌های ژنتیکی گندم

دوروم نسبت به تنش شوری

منطقه آزمایش	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته گل اشباع (pH)	درصد مواد کربن کربن عالی	فسفر قابل (جذب) (پی پی م) (ام)	پتاسیم قابل جذب (پی پی م)	در صد شن	درصد سیلت رس	درصد شنی-رسی-لومی	بافت
اردکان	۱۲/۹۵	۸/۰۸	۱۹/۸۰	۱۷/۳	۲۵۱	۶۸	۱۱/۶	۲۰/۲	شنی-رسی-لومی
کرج	۱/۹۱	۷/۴۲	۱۱/۹	۶/۲۳	۱۸۹	۲۴	۲۵	۵۱	شنی-رسی-لومی

پر شدن دانه و وزن دانه پنج سنبله مطابق با توصیف‌نامه بین المللی (IBPGR, 1978) طی فصل رشد ارزیابی شد. آماره‌های پایه مربوط به توزیع صفات اندازه‌گیری شده، محاسبه گردید و برای دو شرایط نرمال و تنش شوری مورد

صفات مهم زراعی و فنولوژیکی نمونه‌های ژنتیکی شامل طول سنبله، تراکم سنبله، ارتفاع بوته، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، وزن صد دانه، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی کامل، طول دوره

گرفت. در مطالعه گلکار و همکاران (۱۳۹۵) افزایش سطح شوری، سبب کاهش معنی‌داری در صفات مورد اندازه‌گیری شد. ضریب تغییرات صفات می‌تواند معیاری از تنوع موجود در آنها باشد، براساس نتایج حاضر تحقیق تنش شوری سبب اختلاف بیشتری بین نمونه‌های مورد بررسی از لحاظ صفات صفات طول دوره پر شدن دانه، روز تا رسیدگی کامل، ارتفاع بوته، وزن صد دانه و روز تا سنبله‌دهی شده است. نتایج بررسی چهار ژنوتیپ متحمل به شوری گندم دوروم توسط اسلامی و همکاران (۱۳۸۳) نشان داد که صفات وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، شاخص برداشت و عملکرد دانه به ترتیب از بالاترین تنوع ژنتیکی برخوردارند.

میزان چولگی در مورد صفات تعداد گلچه در سنبله، تعداد سنبله در سنبله و طول دوره پر شدن دانه در هر دو شرایط نرمال و تنش، نزدیک به صفر بود (جدول ۳ و شکل‌های ۱ و ۲). صفات طول سنبله و تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش دارای چولگی منفی بودند، حال آنکه مقدار چولگی این صفات در شرایط نرمال کوچکتر از شرایط تنش شوری (در مورد طول سنبله) یا

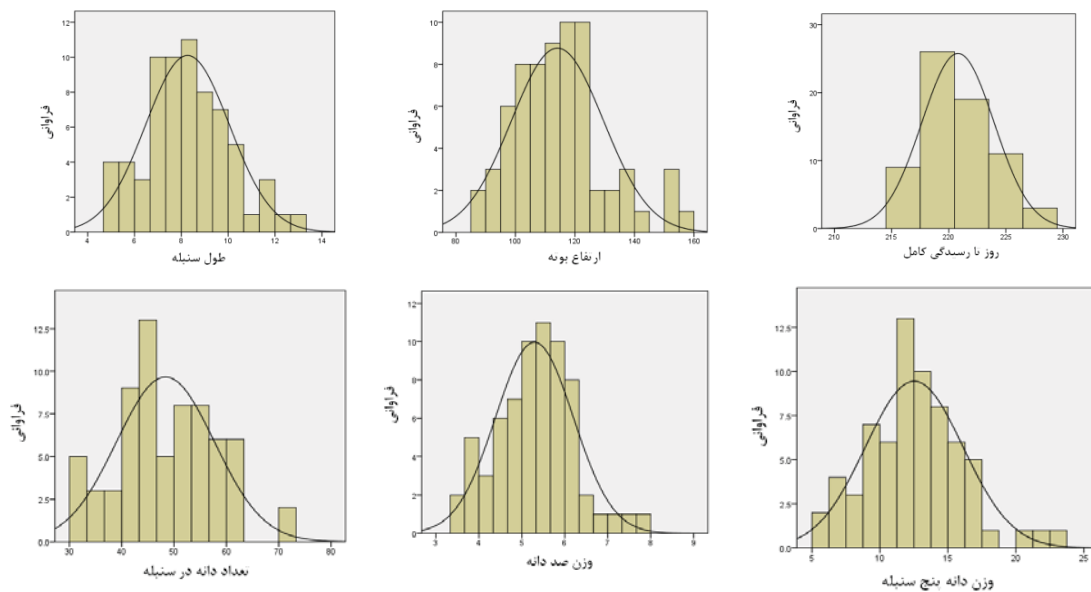
مقایسه قرار گرفت. با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، ابعاد داده‌ها کاهش داده شد تا نمونه‌های ژنتیکی برتر از لحاظ شاخص‌های حاصله، متمایز شوند. گروه‌بندی نمونه‌های ژنتیکی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش K means انجام شد.

نتایج و بحث

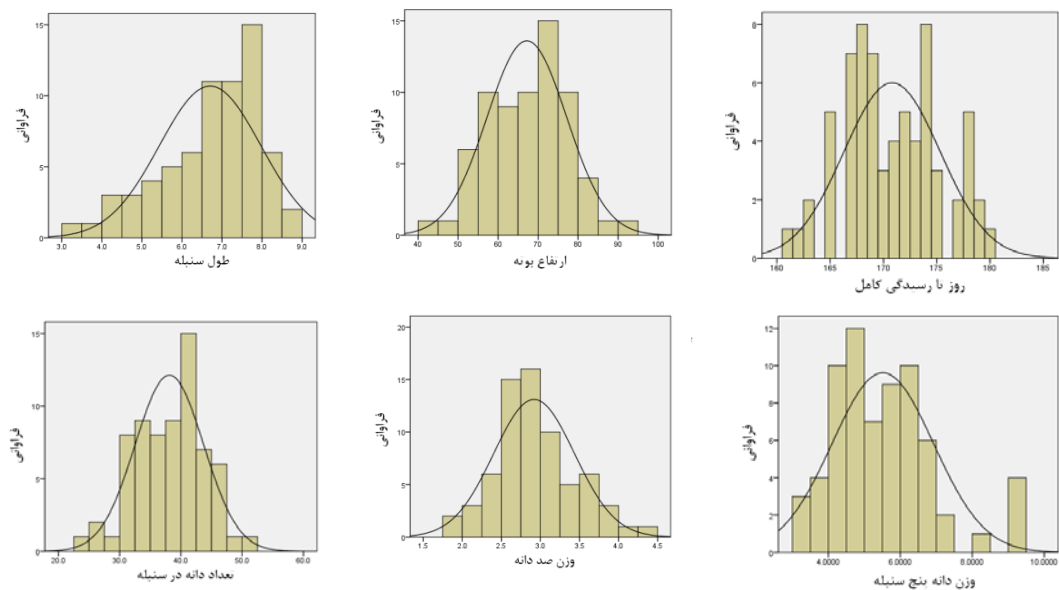
مقایسه آماره‌های توصیفی صفات ارزیابی شده در دو شرایط نرمال و تنش شوری (جدول ۳) نشان داد که دامنه صفات روز تا رسیدگی کامل، روز تا سنبله‌دهی و تعداد گلچه در سنبله در شرایط تنش شوری افزایش یافت. میانگین صفت تراکم سنبله در شرایط تنش شوری بصورت جزئی افزایش نشان داد. انحراف معیار صفات روز تا رسیدگی کامل، روز تا سنبله‌دهی و طول دوره پر شدن دانه در شرایط تنش شوری افزایش یافت. همچنین ضریب تغییرات صفات طول دوره پر شدن دانه، روز تا رسیدگی کامل، ارتفاع بوته، وزن صد دانه و روز تا سنبله‌دهی در شرایط تنش شوری افزایش نشان داد. نتایج بررسی هفت ژنوتیپ گندم دوروم توسط هادی و همکاران (۱۳۸۷) نشان داد که در تمام ژنوتیپ‌ها، تجمع یون سدیم و پتاسیم در اندام هوایی و ریشه تحت تأثیر شوری قرار

جدول ۳- آماره‌های پایه برای صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم دوروم تحت شرایط نرمال و تنش شوری

	ضریب تغییرات (درصد)	کشیدگی	چولگی	انحراف معیار	میانگین	دامنه	صفت
نرمال	۲۱/۶۸	-۰/۱۸	۰/۲۹	۱/۷۹	۸/۲۶	۸	طول سنبله
	۲۳/۱۲	۰/۷۴	۰/۶۷	۵/۶۷	۲۴/۵۴	۲۷/۷۱	تراکم سنبله
	۱۳/۵۵	۰/۵۸	۰/۷۸	۱۵/۴۷	۱۱۴/۱۲	۶۸	ارتفاع بوته
	۱۰/۸۸	-۰/۴۲	۰/۰	۲/۱۱	۱۹/۴۱	۱۰	تعداد سنبلچه در سنبله
	۱۳/۷۹	۰/۹۳	-۰/۰۵	۰/۴۲	۳/۰۶	۲	تعداد گلچه در سنبلچه
	۱۹/۳۶	-۰/۱۴	۰/۰۳	۹/۳۶	۴۸/۳۶	۴۲	تعداد دانه در سنبله
	۱۷/۱۵	۰/۰۸	۰/۱	۰/۹۱	۵/۲۹	۴	وزن صد دانه
	۲/۴۲	-۰/۸۵	۰/۱۷	۴/۱۹	۱۷۲/۸۲	۱۷	روز تا سنبله‌دهی
	۱/۴۳	-۰/۴۳	۰/۳۹	۳/۱۶	۲۲۰/۸۱	۱۲	روز تا رسیدگی کامل
	۱۰/۲۱	۰/۷۷	۰/۰۳	۴/۹	۴۷/۹۹	۲۶	طول دوره پر شدن دانه
۲۸/۶۶	۰/۷۲	۰/۴	۳/۵۹	۱۲/۵۲	۱۷	وزن دانه پنج سنبله	
تنش	۱۸/۹۵	۰/۱۵	-۰/۸۱	۱/۲۷	۶/۷۰	۵/۸۰	طول سنبله
	۲۲/۹۱	۱/۴۱	۱/۱۷	۵/۶۸	۲۴/۷۸	۲۷/۲۸	تراکم سنبله
	۱۴/۸۴	-۰/۳۶	-۰/۰۸	۹/۹۷	۶۷/۱۹	۴۰	ارتفاع بوته
	۱۰/۶۱	۱/۲۳	۰/۰۴	۱/۷	۱۵/۹۹	۱۰	تعداد سنبلچه در سنبله
	۱۳/۷۷	۰/۹۳	-۰/۰۵	۰/۳۹	۲/۸۶	۲/۱۰	تعداد گلچه در سنبلچه
	۱۴/۶۷	-۰/۳۷	-۰/۳۱	۵/۵۹	۳۸/۱۲	۲۶/۲۰	تعداد دانه در سنبله
	۱۷/۷۳	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۵۲	۲/۹۲	۲/۶۰	وزن صد دانه
	۳/۸۸	۰/۴۴	۰/۱۵	۵/۵۷	۱۴۳/۵۳	۲۹	روز تا سنبله‌دهی
	۲/۶۵	-۰/۶۱	۰/۱	۴/۵۲	۱۷۰/۸۱	۱۹	روز تا رسیدگی کامل
	۱۸/۵۳	۰/۲۳	-۰/۰۳	۵/۰۵	۲۷/۲۸	۲۳	طول دوره پر شدن دانه
۲۵/۵۸	۱/۰۸	۰/۹۴	۱/۴۱	۵/۵۱	۶/۱۱	وزن دانه پنج سنبله	



شکل ۱- توزیع فراوانی صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم دوروم تحت شرایط نرمال



شکل ۲- توزیع فراوانی صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم دوروم تحت شرایط تنش شوری

رسیدگی کامل در هر دو شرایط، از کشیدگی منفی برخوردار بود.

از لحاظ مقادیر ارزیابی شده، صفات طول سنبله، ارتفاع بوته، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه، وزن صد دانه، روز تا رسیدگی کامل، روز تا سنبله‌دهی، طول دوره پر شدن دانه و وزن دانه پنج سنبله در تمام نمونه‌های ژنتیکی در شرایط تنش کاهش نشان دادند. تراکم سنبله تقریباً در نیمی از نمونه‌های ژنتیکی در شرایط تنش کاهش یافت. صفت تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش، بجز هفت نمونه ژنتیکی ۳، ۱۰، ۲۵، ۴۴، ۴۸، ۵۱ و ۵۷، در سایر نمونه‌های ژنتیکی کاهش نشان داد.

در شرایط نرمال، نمونه‌های ژنتیکی ۱۶، ۶۳ و ۶۶ دارای بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی ۱۰، ۱۳ و ۴۰ کمترین مقدار صفت تراکم سنبله را دارا بودند. طول سنبله در نمونه‌های ژنتیکی ۱۰، ۱۳ و ۴۰ دارای بیشترین و در نمونه‌های ژنتیکی ۱۶، ۳۳ و ۶۶ دارای کمترین مقدار بود. بیشترین مقدار ارتفاع بوته به نمونه‌های ژنتیکی ۱۵، ۲۱ و ۳۸ و کمترین مقدار آن، به نمونه‌های ژنتیکی ۱۸، ۴۱ و ۶۸ تعلق داشت. نمونه‌های ژنتیکی ۲۷ و ۲۸ دارای بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی ۴۱ و ۴۴ دارای کمترین تعداد سنبلچه در سنبله بودند. صفت تعداد گلچه در سنبلچه در نمونه‌های ژنتیکی ۲۸ و ۳۱ دارای بیشترین و در نمونه‌های ژنتیکی ۴۸ و ۵۰ دارای کمترین مقدار بود. بیشترین تعداد دانه در سنبله به

نزدیک به صفر (در مورد تعداد دانه در سنبله) بود. این موضوع نشان می‌دهد که فراوانی نمونه‌های ژنتیکی با طول سنبله و تعداد دانه در سنبله بیشتر در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط نرمال افزایش یافته است. برعکس در مورد صفات روز تا رسیدگی کامل و ارتفاع بوته، میزان چولگی در شرایط تنش نزدیک به صفر (برای ارتفاع بوته) یا کوچکتر از شرایط نرمال (برای روز تا رسیدگی کامل) بود ولی در شرایط نرمال مقدار بزرگتری داشت. به عبارت دیگر در شرایط نرمال نمونه‌های ژنتیکی با مقادیر پایین‌تر از لحاظ این صفات، فراوانی بیشتری داشتند. صفات وزن دانه پنج سنبله و تراکم سنبله، هر دو دارای چولگی مثبت بودند، اما میزان این چولگی در آن‌ها در شرایط تنش بیشتر بود و به عبارت دیگر مقادیر پایین‌تر این صفات در شرایط تنش، فراوانی بیشتری داشتند. صفات وزن صد دانه، روز تا سنبله‌دهی، تراکم سنبله، وزن دانه پنج سنبله و تعداد گلچه در سنبلچه در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری دارای مقدار کشیدگی مثبت و نزدیک به صفر یا بزرگتر از صفر بودند. صفات تعداد سنبلچه در سنبله، طول سنبله و روز تا سنبله‌دهی در شرایط نرمال دارای کشیدگی منفی و در شرایط تنش شوری دارای کشیدگی مثبت بودند. صفت ارتفاع بوته در شرایط نرمال دارای کشیدگی مثبت و در شرایط تنش شوری، دارای کشیدگی منفی بود و صفات تعداد دانه در سنبله و روز تا

نمونه‌های ژنتیکی ۴ و ۱۲ دارای کمترین مقدار ارتفاع بوته بودند. تعداد سنبلچه در سنبله در نمونه‌های ژنتیکی ۴۷ و ۵۵ دارای بیشترین و در نمونه ژنتیکی ۹ دارای کمترین تعداد بود. بیشترین تعداد گلچه در سنبلچه به نمونه‌های ژنتیکی ۲۸ و ۳۱ و کمترین تعداد آن، به نمونه‌های ژنتیکی ۴۸ و ۵۰ تعلق داشت. نمونه‌های ژنتیکی ۲۷، ۳۰ و ۳۶ دارای بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی ۹، ۲۰ و ۲۳ دارای کمترین تعداد دانه در سنبله بودند. صفت روز تا رسیدگی کامل در نمونه‌های ژنتیکی ۵۴، ۵۷ و ۵۹ دارای بیشترین و در نمونه‌های ژنتیکی ۴، ۹ و ۱۹ دارای کمترین مقدار بود. بیشترین مقدار صفت روز تا سنبله‌دهی به نمونه‌های ژنتیکی ۲۶، ۵۷ و ۵۹ و کمترین مقدار آن به نمونه‌های ژنتیکی ۱، ۲۲ و ۶۸ تعلق داشت. نمونه‌های ژنتیکی ۳۴ و ۳۶ دارای بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی ۳۲ و ۳۳ دارای کمترین مقدار صفت طول دوره پر شدن دانه بودند. صفت وزن دانه پنج سنبله در نمونه‌های ژنتیکی ۱۷، ۲۷ و ۳۶ دارای بیشترین و در نمونه‌های ژنتیکی ۲، ۹ و ۲۶ دارای کمترین مقدار بود.

از بین ارقام شاهد در شرایط نرمال، رقم کویر دارای بیشترین مقدار طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه پنج سنبله و کمترین مقدار تراکم سنبله، ارتفاع بوته، وزن صد دانه، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی

نمونه‌های ژنتیکی ۴۴، ۴۸ و ۵۷ و کمترین مقدار آن، به نمونه‌های ژنتیکی ۲۸، ۳۱ و ۳۹ تعلق داشت. نمونه‌های ژنتیکی ۱۰، ۱۷ و ۳۹ دارای بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی ۳۳، ۵۰ و ۵۵ دارای کمترین مقدار صفت وزن صد دانه را دارا بودند. صفت روز تا سنبله‌دهی در نمونه‌های ژنتیکی ۳۳، ۴۸ و ۵۷ دارای بیشترین و در نمونه‌های ژنتیکی ۱ و ۵۹ دارای کمترین مقدار بود. بیشترین مقدار صفت روز تا رسیدگی کامل به نمونه‌های ژنتیکی ۲، ۸ و ۵۴ و کمترین مقدار آن به نمونه‌های ژنتیکی ۶، ۹، ۱۴، ۱۵، ۱۸، ۲۵، ۴۱، ۴۸ و ۵۰ تعلق داشت. نمونه‌های ژنتیکی ۱ و ۲ دارای بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی ۱۵، ۴۸ و ۵۰ دارای کمترین مقدار طول دوره پر شدن دانه بودند. صفت وزن دانه پنج سنبله در نمونه‌های ژنتیکی ۱۷، ۲۸ و ۳۹ دارای بیشترین و در نمونه‌های ژنتیکی ۴۸، ۵۰ و ۵۷ دارای کمترین مقدار بود.

در شرایط تنش شوری، نمونه‌های ژنتیکی ۵۲ و ۵۶ دارای بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی ۱۱ و ۱۲ دارای کمترین مقدار طول سنبله را دارند بودند. تراکم سنبله در نمونه‌های ژنتیکی ۱۱، ۱۲ و ۱۸ دارای بیشترین و در نمونه‌های ژنتیکی ۱، ۲۰ و ۴۴ دارای کمترین مقدار بود. بیشترین مقدار وزن صد دانه به نمونه‌های ژنتیکی ۱۷ و ۳۵ و کمترین مقدار آن به نمونه‌های ژنتیکی ۲۶ و ۵۹ تعلق داشت. نمونه‌های ژنتیکی ۸ و ۴۶ دارای بیشترین و

کامل و طول دوره پر شدن دانه بود. رقم ماهوتی بیشترین مقدار تراکم سنبله و روز تا سنبله‌دهی و کمترین تعداد دانه در سنبله، وزن دانه پنج سنبله، طول سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله را داشت. همچنین رقم روشن دارای بیشترین مقدار ارتفاع بوته، وزن صد دانه و طول دوره پر شدن دانه و کمترین تعداد گلچه در سنبلچه بود. همچنین در شرایط تنش شوری از بین ارقام شاهد آزمایش، رقم کویر دارای بیشترین مقدار طول سنبله، تراکم سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله و طول دوره پر شدن دانه و کمترین مقدار ارتفاع بوته، روز تا رسیدگی کامل و روز تا سنبله‌دهی بود. بیشترین مقدار صفات وزن صد دانه، ارتفاع بوته، روز تا رسیدگی کامل، روز تا سنبله‌دهی و وزن دانه پنج سنبله و کمترین مقدار صفات تراکم سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله به رقم ماهوتی تعلق داشت. همچنین رقم روشن دارای بیشترین مقدار صفات طول سنبله، وزن صد دانه، تعداد دانه در سنبله، طول دوره پر شدن دانه و وزن دانه پنج سنبله بود.

در شرایط نرمال، ۶۲ نمونه ژنتیکی از لحاظ تراکم سنبله، ۳۷ نمونه ژنتیکی از لحاظ ارتفاع بوته، هفت نمونه ژنتیکی از لحاظ تعداد سنبلچه در سنبله، نمونه ژنتیکی ۲۸ از لحاظ تعداد دانه در سنبله، ۳۴ نمونه ژنتیکی از لحاظ وزن صد دانه، ۵۰ نمونه ژنتیکی از لحاظ صفت روز تا

سنبله‌دهی، ۵۲ نمونه ژنتیکی از لحاظ صفت روز تا رسیدگی کامل، ۱۵ نمونه ژنتیکی از لحاظ صفت طول دوره پر شدن دانه و ۹ نمونه ژنتیکی از لحاظ صفت وزن دانه پنج سنبله نسبت به ارقام شاهد، مقدار بیشتری داشتند. در شرایط تنش شوری، ۹ نمونه ژنتیکی از لحاظ صفت سنبله، ۳۷ نمونه ژنتیکی از لحاظ تراکم سنبله، ۲۸ نمونه ژنتیکی از لحاظ ارتفاع بوته، پنج نمونه ژنتیکی از لحاظ تعداد سنبلچه در سنبله، ده نمونه ژنتیکی از لحاظ تعداد دانه در سنبله، ۱۱ نمونه ژنتیکی از لحاظ وزن صد دانه، ۳۰ نمونه ژنتیکی از لحاظ روز تا سنبله‌دهی، ۲۱ نمونه ژنتیکی از لحاظ روز تا رسیدگی کامل، ۱۲ نمونه ژنتیکی از لحاظ طول دوره پر شدن دانه و شش نمونه ژنتیکی از لحاظ صفت وزن دانه پنج سنبله نسبت به ارقام شاهد، مقدار بیشتری داشتند. بدین ترتیب در تحقیق حاضر تعداد زیادی از نمونه‌های ژنتیکی با خصوصیات برتر نسبت به ارقام شاهد شناسایی شد که این مشاهدات با نتایج سایر تحقیقات از لحاظ امکان شناسایی ژرم‌پلاسم گندم دوروم متحمل به شوری در تطابق می‌باشد. در بررسی تعداد ۸۸ نمونه ژنتیکی از کلکسیون گندم دوروم بانک ژن گیاهی ملی ایران تحت شرایط تنش شوری توسط ارشد و همکاران (۱۳۹۴)، میانگین وزن صد دانه ۱۴ نمونه ژنتیکی از میانگین ارقام شاهد بیشتر بود. در تحقیق همتی و همکاران (۱۳۸۵) از بین ژنوتیپ‌های گندم دوروم، لاین

۱۶۸ متحمل ترین و رقم یوآرس حساس ترین ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش شوری شناسایی شدند. در تحقیق غربی و همکاران (۱۳۹۲) از بین هفت لاین گندم دوروم دو ژنوتیپ آرامیدیس و یازلیق به عنوان ژنوتیپ های متحمل نسبت به هر دو شرایط تنش شوری و خشکی شناخته شدند. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط نرمال نشان داد که چهار مؤلفه اصلی اول ۸۱/۷۱ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کنند (جدول ۴). در مؤلفه اصلی اول صفات وزن دانه پنج سنبله، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه، وزن صد دانه و تعداد دانه در سنبله دارای بزرگترین ضریب مثبت بودند. نمونه‌های ژنتیکی ۲۷، ۳۰ و ۳۶ دارای بزرگترین مقدار عددی از لحاظ مؤلفه اصلی اول بودند. در مؤلفه اصلی دوم صفات طول سنبله، روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی کامل دارای بزرگترین ضریب مثبت و صفت تراکم سنبله دارای بزرگترین ضریب منفی (صرف نظر از علامت) بود. نمونه‌های ژنتیکی ۴۸، ۵۷ و ۵۹ بزرگترین مقدار عددی برای مؤلفه اصلی دوم را داشتند. در مؤلفه اصلی سوم صفات تراکم سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و روز تا سنبله‌دهی، دارای بزرگترین ضریب مثبت بودند. در مؤلفه اصلی چهارم، صفت روز تا رسیدگی کامل دارای بزرگترین ضریب مثبت و طول دوره پر شدن دانه دارای بزرگترین ضریب منفی بودند. نمونه‌های ژنتیکی ۶، ۸، ۱۷، ۲۱، ۳۶، ۳۸، ۴۰، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۵۲، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۶۲ و ۶۴ به همراه رقم ماهوتی در ربع بالا و سمت راست و نمونه‌های ژنتیکی ۱، ۳، ۱۴، ۱۵، ۲۲، ۲۷، ۲۸، ۳۰، ۳۱، ۳۴، ۳۵، ۳۹، ۴۲، ۴۳، ۴۶، ۴۷، ۶۰، ۶۱ و ۶۲ به همراه ارقام شاهد کویر، روشن و ماهوتی در ربع

اول بای‌پلات دو مؤلفه اصلی اول قرار گرفتند (شکل ۳). نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط تنش شوری نشان داد که پنج مؤلفه اصلی اول ۸۳/۴۴ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کنند (جدول ۵). در مؤلفه اصلی اول صفات وزن دانه پنج سنبله، طول سنبله، ارتفاع بوته، تعداد سنبلچه در سنبله، وزن صد دانه، طول دوره پر شدن دانه و تعداد دانه در سنبله، دارای بزرگترین ضریب مثبت بودند. نمونه‌های ژنتیکی ۲۷، ۳۰ و ۳۶ دارای بزرگترین مقدار عددی از لحاظ مؤلفه اصلی اول بودند. در مؤلفه اصلی دوم صفات طول سنبله، روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی کامل دارای بزرگترین ضریب مثبت و صفت تراکم سنبله دارای بزرگترین ضریب منفی (صرف نظر از علامت) بود. نمونه‌های ژنتیکی ۴۸، ۵۷ و ۵۹ بزرگترین مقدار عددی برای مؤلفه اصلی دوم را داشتند. در مؤلفه اصلی سوم صفات تراکم سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و روز تا سنبله‌دهی، دارای بزرگترین ضریب مثبت بودند. در مؤلفه اصلی چهارم، صفت روز تا رسیدگی کامل دارای بزرگترین ضریب مثبت و طول دوره پر شدن دانه دارای بزرگترین ضریب منفی بودند. نمونه‌های ژنتیکی ۶، ۸، ۱۷، ۲۱، ۳۶، ۳۸، ۴۰، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۵۲، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۶۲ و ۶۴ به همراه رقم ماهوتی در ربع بالا و سمت راست و نمونه‌های ژنتیکی ۱، ۳، ۱۴، ۱۵، ۲۲، ۲۷، ۲۸، ۳۰، ۳۱، ۳۴، ۳۵، ۳۹، ۴۲، ۴۳، ۴۶، ۴۷، ۶۰، ۶۱ و ۶۲ به همراه ارقام شاهد کویر، روشن و ماهوتی در ربع

پرشدن دانه و وزن دانه پنج سنبله در شرایط تنش و همچنین بیشترین میانگین صفت روز تا سنبله‌دهی در شرایط تنش بود. نمونه‌های ژنتیکی ۵، ۹، ۱۰، ۱۶، ۲۵، ۲۶، ۳۲، ۳۳، ۴۰، ۴۳، ۴۴، ۴۸، ۵۰ و ۵۷ در این گروه قرار گرفتند. گروه چهارم مشتمل بر چهار نمونه ژنتیکی، دارای بیشترین میانگین صفات تراکم سنبله، تعداد سنبله‌چه در سنبله، تعداد گلچه در سنبله‌چه و تعداد دانه در سنبله در شرایط نرمال، کمترین میانگین صفات ارتفاع بوته، روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی کامل در شرایط نرمال، بیشترین میانگین صفات تعداد سنبله‌چه در سنبله، طول سنبله و تعداد گلچه در سنبله‌چه در شرایط تنش و کمترین میانگین صفات ارتفاع بوته، روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی کامل در شرایط تنش بود. نمونه‌های ژنتیکی ۴، ۶۳ و ۶۸ و رقم کویر در این گروه قرار گرفتند. تعداد ۱۰ نمونه ژنتیکی در گروه پنجم واقع شدند. این گروه دارای بیشترین میانگین صفات طول سنبله، ارتفاع بوته و روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی کامل در شرایط نرمال، کمترین میانگین صفت تراکم سنبله در شرایط نرمال، بیشترین میانگین صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، روز تا رسیدگی کامل و وزن دانه پنج سنبله در شرایط تنش و کمترین میانگین صفات تراکم سنبله در شرایط تنش بود. نمونه‌های ژنتیکی ۶، ۸، ۱۳، ۱۵، ۲۱، ۳۰، ۳۸، ۴۵ و ۴۶ در این گروه قرار گرفتند.

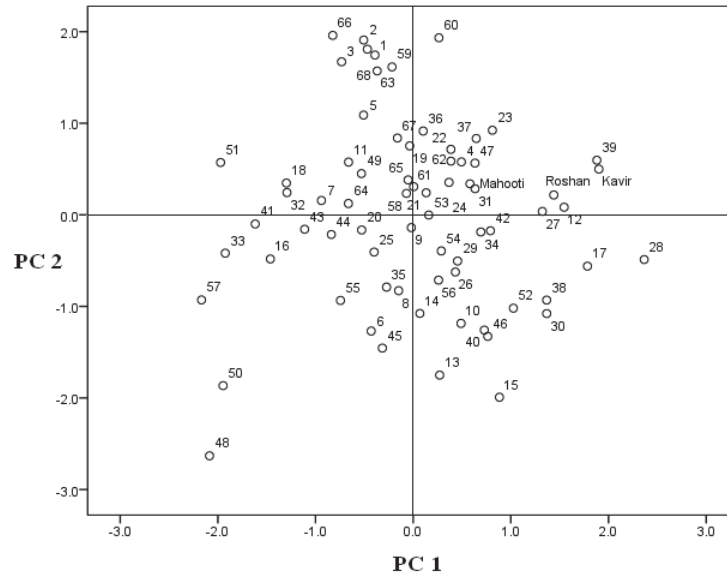
به همراه ارقام کویر و روشن در ربع پایین و سمت راست بای‌پلات دو مؤلفه اصلی اول قرار گرفتند (شکل ۴). نمونه‌های ژنتیکی ارزیابی شده همچنین با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش K means، در پنج گروه از یکدیگر تفکیک شدند (جدول ۶). گروه اول ۱۸ نمونه ژنتیکی را شامل شد و دارای کمترین میانگین صفات طول سنبله و تعداد سنبله‌چه در سنبله در شرایط نرمال و بیشترین میانگین صفات طول دوره پر شدن دانه در شرایط نرمال و تراکم سنبله در شرایط تنش بود. نمونه‌های ژنتیکی ۱، ۲، ۳، ۷، ۱۱، ۱۸، ۱۹، ۳۵، ۴۱، ۴۹، ۵۱، ۵۹، ۶۰، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۷ و رقم ماهوتی در این گروه قرار گرفتند. گروه دوم مشتمل بر ۲۵ نمونه‌های ژنتیکی بود. این گروه دارای بیشترین میانگین صفات وزن صد دانه، وزن دانه پنج سنبله، در شرایط نرمال و صفات وزن صد دانه و طول پرشدن دانه در شرایط تنش بود. نمونه‌های ژنتیکی ۱۲، ۱۴، ۱۷، ۲۰، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۱، ۳۴، ۳۶، ۳۷، ۳۹، ۴۲، ۴۷، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۸، ۶۱، ۶۲ و رقم روشن در این گروه واقع شدند. گروه سوم ۱۴ نمونه ژنتیکی را در بر گرفت. این گروه دارای کمترین میانگین صفات تعداد دانه در سنبله، طول دوره پر شدن دانه و وزن دانه پنج سنبله در شرایط نرمال، کمترین میانگین صفات تعداد سنبله‌چه در سنبله، تعداد گلچه در سنبله‌چه، تعداد دانه در سنبله و وزن صد دانه، طول دوره

جدول ۴- نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی براساس صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم دوروم تحت شرایط نرمال

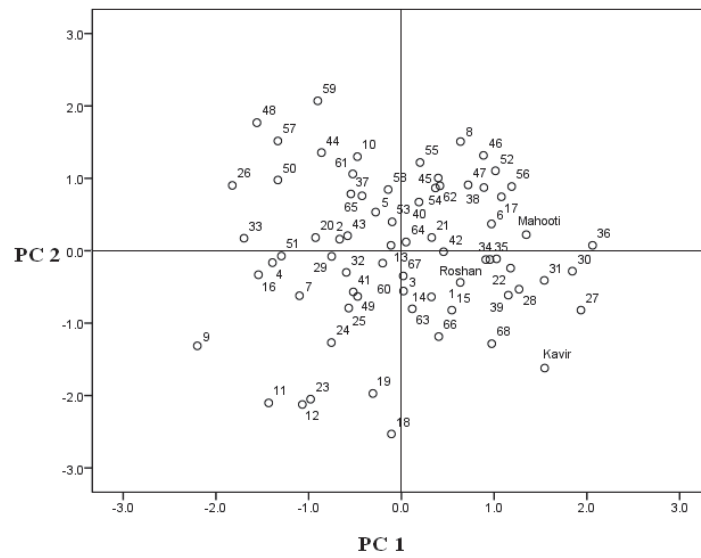
صفت	مؤلفه اصلی			
	اول	دوم	سوم	چهارم
طول سنبله	۰/۶۸	-۰/۴۰	-۰/۴۶	۰/۱۳
تراکم سنبله	-۰/۴۱	۰/۴۴	۰/۷۴	-۰/۱۲
ارتفاع بوته	۰/۴۲	-۰/۵۷	۰/۲۰	۰/۳۶
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/۶۷	۰/۱۱	۰/۵۶	۰/۰۹
تعداد گلچه در سنبلچه	۰/۶۶	۰/۲۷	۰/۱۹	-۰/۳۱
تعداد دانه در سنبله	۰/۸۳	۰/۱۳	۰/۴۰	-۰/۰۸
وزن صد دانه	۰/۶۴	۰/۱۵	-۰/۴۴	۰/۰۴
روز تا سنبله‌دهی	-۰/۱۰	-۰/۷۹	۰/۴۱	۰/۲۴
روز تا رسیدگی کامل	-۰/۰۵	۰/۲۷	۰/۱۵	۰/۹۱
طول دوره پر شدن دانه	۰/۰۵	۰/۸۶	-۰/۲۶	۰/۳۹
وزن دانه پنج سنبله	۰/۹۳	۰/۱۴	۰/۰۴	-۰/۰۶
مقدار ویژه	۳/۶۶	۲/۲۷	۱/۷۶	۱/۳۰
درصد واریانس تجمعی	۳۳/۲۶	۵۳/۸۹	۶۹/۹۲	۸۱/۷۱

جدول ۵- نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی براساس صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم دوروم تحت شرایط تنش شوری

صفت	مؤلفه اصلی				
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
طول سنبله	۰/۵۰	۰/۶۹	-۰/۳۶	-۰/۲۳	-۰/۲۵
تراکم سنبله	-۰/۲۷	-۰/۶۵	۰/۶۳	۰/۲۶	۰/۱
ارتفاع بوته	۰/۵۳	۰/۱۷	۰/۳۱	۰/۰۵	۰/۳۶
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/۵۱	۰/۱۶	۰/۵۶	۰/۱۱	-۰/۳۸
تعداد گلچه در سنبلچه	۰/۴۳	-۰/۴۳	۰/۰۵	۰/۱۷	-۰/۳۵
تعداد دانه در سنبله	۰/۷۴	۰/۰۴	۰/۲۲	۰/۲۲	-۰/۳۴
وزن صد دانه	۰/۵۸	-۰/۱۷	-۰/۴۷	۰/۳۵	۰/۴۸
روز تا سنبله‌دهی	۰/۰۷	۰/۶۲	۰/۶	۰/۰۱	۰/۳۳
روز تا رسیدگی کامل	-۰/۴۵	۰/۶۵	۰/۱۸	۰/۵۷	۰/۰۵
طول دوره پر شدن دانه	۰/۵۷	-۰/۱۷	۰/۳۵	-۰/۶۳	۰/۲۴
وزن دانه پنج سنبله	۰/۸۵	-۰/۱	-۰/۲۰	۰/۳۹	۰/۱۶
مقدار ویژه	۳/۱۸	۲/۰۲	۱/۷۷	۱/۲۱	۱/۰
درصد واریانس تجمعی	۲۸/۸۸	۴۷/۲۱	۶۳/۳۲	۷۴/۳۱	۸۳/۴۴



شکل ۳- بای پلات دو مؤلفه‌های اصلی مبتنی بر صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم دوروم تحت شرایط نرمال



شکل ۴- بای پلات دو مؤلفه‌های اصلی مبتنی بر صفات ارزیابی شده در نمونه‌های ژنتیکی گندم دوروم تحت شرایط تنش شوری

مجموع نتایج این تحقیق نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای در صفات ارزیابی شده در هر دو شرایط نرمال و تنش شوری بود و منجر به شناسایی نمونه‌های ژنتیکی برتر نسبت به ارقام شاهد شد که در برنامه‌های اصلاحی قابل بهره‌برداری می‌باشد.

بررسی فواصل بین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای K means (جدول ۷) نشان داد که گروه‌های ۱ و ۳ دارای کمترین و گروه‌های ۴ و ۵ دارای بیشترین فاصله از یکدیگر می‌باشند. همچنین گروه ۵ در مجموع، دارای بیشترین فاصله از گروه‌های دیگر بود.

جدول ۶- میانگین صفات گروه‌های تفکیک شده توسط تجزیه خوشه‌ای به روش K means در ارزیابی نمونه‌های ژنتیکی گندم دوروم تحت شرایط نرمال و تنش شوری

شرایط آزمایش	صفت	خوشه				
		اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
نرمال	طول سنبله	۷	۹	۸	۸	۱۰
	تراکم سنبله	۲۵/۵	۲۴/۰	۲۴/۰	۲۹/۳	۲۱/۰
	ارتفاع بوته	۹۹	۱۱۷	۱۱۰	۹۶	۱۴۲
	تعداد سنبلچه در سنبله	۱۸	۲۱	۱۸	۲۲	۲۰
	تعداد گلچه در سنبلچه	۳	۳	۳	۴	۳
	تعداد دانه در سنبله	۴۴	۵۵	۳۹	۵۹	۵۲
	وزن صد دانه	۵	۶	۵	۵	۵
	روز تا سنبله‌دهی	۱۷۰	۱۷۳	۱۷۵	۱۶۹	۱۷۶
	روز تا رسیدگی کامل	۲۲۱	۲۲۱	۲۲۰	۲۱۹	۲۲۱
	طول دوره پر شدن دانه	۵۱	۴۸	۴۵	۵۰	۴۶
	وزن دانه پنج سنبله	۱۱	۱۵	۱۰	۱۴	۱۳
تنش	طول سنبله	۶/۴	۷	۶/۴	۷/۶	۷/۴
	تراکم سنبله	۲۶/۰	۲۴/۳	۲۴/۹	۲۵/۴	۲۲/۸
	ارتفاع بوته	۶۷	۷۰/۴	۵۸	۵۷	۷۶/۹
	تعداد سنبلچه در سنبله	۱۵/۶	۱۶/۴	۱۵/۳	۱۶/۸	۱۶/۷
	تعداد گلچه در سنبلچه	۲/۹	۳	۲/۶	۳/۴	۲/۹
	تعداد دانه در سنبله	۳۷	۳۸/۳	۳۶/۳	۴۰/۶	۴۲/۷
	وزن صد دانه	۲/۹	۳/۱	۲/۶	۲/۸	۳
	روز تا سنبله‌دهی	۱۴۱/۴	۱۴۲/۲	۱۴۹/۱	۱۳۷/۱	۱۴۳/۸
	روز تا رسیدگی کامل	۱۶۸/۴	۱۷۱/۷	۱۷۱/۸	۱۶۶/۷	۱۷۲/۵
	طول دوره پر شدن دانه	۲۷	۲۹/۵	۲۲/۶	۲۹/۵	۲۸/۷
	وزن دانه پنج سنبله	۵/۳	۵/۹	۴/۷	۵/۷	۶/۴

جدول ۷- فواصل اقلیدسی گروه‌های تفکیک شده توسط تجزیه خوشه‌ای به روش K means در براساس ارزیابی نمونه‌های ژنتیکی گندم دوروم در شرایط نرمال و تنش شوری

	خوشه			
	اول	دوم	سوم	چهارم
دوم	۲۳/۷۱			
سوم	۲۰/۰۶	۲۵/۲۲		
چهارم	۲۰/۲۱	۲۷/۳۹	۳۰/۷۲	
پنجم	۴۷/۳۳	۲۶/۹۲	۴۱/۵۹	۵۲/۸۲

منابع

گیاهچه‌ای. تولید فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۶(۲۰): ۴۱-۵۲.

هادی، م.ر.، ن.ا. خوش خلق سیما، ر. خاوری نژاد، و س.م. خیام نکویی. ۱۳۸۷. تاثیر تجمع عناصر در تحمل شوری در هفت ژنوتیپ گندم دوروم (*Triticum turgidum*) جمع‌آوری شده از منطقه خاورمیانه. زیست شناسی ایران. ۲۱(۲): ۳۲۶-۳۴۰.

همتی، ر. و ح. پاک‌نیت حسن. ۱۳۸۵. ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های گندم نان (*Triticum aestivum* L) و دوروم (*Triticum turgidum* L) به تنش شوری. علوم کشاورزی ایران. ۱-۳۷(۲): ۲۳۹-۲۴۸.

هوشمند، س.، ا. ارزانی احمد، و س.ع.م. میرمحمدی میبیدی. ۱۳۸۴. بررسی تحمل به تنش شوری ژنوتیپ‌های گندم دوروم حاصل از دو روش گزینش کشت درون شیشه‌ای و مزرعه‌ای در مرحله گیاهچه. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(۳): ۱۴۶-۱۳۶.

ارشد، ی.، م. زهراوی، و ع. سلطانی. ۱۳۹۴. بررسی شاخص‌های تحمل به تنش در رژیم پلاسم گندم دوروم تحت شرایط شوری در منطقه یزد. پژوهش‌های به زراعی (تنش‌های محیطی در علوم گیاهی). ۷(۲): ۱۲۰-۱۰۵.

اسلامی، م.، ا. ارزانی، و س.ع.م. میر محمدی میبیدی. ۱۳۸۳. ارزیابی خصوصیات زراعی و قابلیت توارث آن‌ها در ژنوتیپ‌های متحمل به شوری گندم دوروم در شرایط مزرعه‌ای بدون تنش. مجله علمی کشاورزی. ۲۷(۲): ۱۱۳-۱۰۱.

غربی، آ.، و. رشیدی، ع. تاری نژاد، و س. چلبی یانی. ۱۳۹۲. ارزیابی تحمل به تنش شوری و خشکی لاین‌های گندم دوروم تحت شرایط گلخانه‌ای. ۴(۲۸): ۴۱۰-۳۹۳.

گلکار، پ.، ل. کشاورز، و م. صفاری. ۱۳۹۵. بررسی تاثیر تنش شوری بر صفات اگروفیزیولوژیک گندم نان و دوروم در مرحله

- Flowers, T.J. and A.R. Yeo.** 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants: where next?. *Functional Plant Biology*. 22(6): 875-884.
- Gene, Y., G.K. McDonald, and M. Tester.** 2007. Reassessment of tissue Na⁺ concentration as a criterion for salinity tolerance in bread wheat. *Plant, cell & environment*. 30(11): 1486-1498.
- International Board For Plant Genetic Resources.** 1978. Descriptors for wheat and Aegilops. IBPGR, Rome, Italy.
- Mäser, P., B. Eckelman, R. Vaidyanathan, T. Horie, D.J. Fairbairn, M. Kubo, M. Yamagami, K. Yamaguchi, M. Nishimura, N. Uozumi, and W. Robertson.** 2002. Altered shoot/root Na⁺ distribution and bifurcating salt sensitivity in Arabidopsis by genetic disruption of the Na⁺ transporter AtHKT1. *FEBS letters*. 531(2): 157-161.
- Munns, R. and M. Tester.** 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59: 651-681.
- Munns, R., R.A. James, and A. Läuchli.** 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of experimental botany*. 57(5): 1025-1043.
- Rivelli, A.R., R.A. James, R. Munns, and A.T. Condon.** 2002. Effect of salinity on water relations and growth of wheat genotypes with contrasting sodium uptake. *Functional Plant Biology*. 29(9): 1065-1074.
- Asch, F., M. Dingkuhn, K. Dörffling, and K. Miezán.** 2000. Leaf K/Na ratio predicts salinity induced yield loss in irrigated rice. *Euphytica*. 113(2): 109.
- Brugnoli, E. and M. Lauteri.** 1991. Effects of salinity on stomatal conductance, photosynthetic capacity, and carbon isotope discrimination of salt-tolerant (*Gossypium hirsutum* L.) and salt-sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C3 non-halophytes. *Plant physiology*. 95(2): 628-635.
- Chen, Z., I.I. Pottosin, T.A. Cuin, Fuglsang, M. Tester, D. Jha, I. Zepeda-Jazo, M. Zhou, M.G. Palmgren, I.A. Newman, and S. Shabala.** 2007a. Root plasma membrane transporters controlling K⁺/Na⁺ homeostasis in salt-stressed barley. *Plant physiology*. 145(4): 1714-1725.
- Chen, Z., T.A. Cuin, M. Zhou, A. Twomey, B.P. Naidu, and S. Shabala.** 2007b. Compatible solute accumulation and stress-mitigating effects in barley genotypes contrasting in their salt tolerance. *Journal of experimental botany*. 58(15-16): 4245-4255.
- Deinlein, U., A.B. Stephan, T. Horie, W. Luo, G. Xu, and J.I. Schroeder.** 2014. Plant salt-tolerance mechanisms. *Trends in plant science*. 19(6): 371-379.
- FAO** 2008. FAO land and plant nutrition management service. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush> [Last accessed 25 April 2008].

Zhu, M., S. Shabala, L. Shabala, Y. Fan, and M.X. Zhou. 2016. Evaluating predictive values of various physiological indices for salinity stress tolerance in wheat. *Journal of agronomy and crop science.* 202(2): 115-124.

Tester, M. and R. Davenport. 2003. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of botany.* 91(5): 503-527.

Study of variation in agronomic traits under salinity stress condition in durum wheat accessions

Y. Arshad¹, M. Zahravi^{1*}, A. Soltani², F. Ghanavati¹

1. Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

2. Research Center of Agriculture and Natural Resources of Yazd, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.

Abstract

In order to determine the effective traits in salt tolerance and screening of tolerant germplasm, 68 accessions from durum wheat collection of the National Plant Gene Bank of Iran, along with tolerant check cultivars Kavir, Roshan and Mahooti were investigated by evaluating agronomic traits in augmented design in normal condition at Karaj research field and under salt stress condition at Ardakan research station. The results showed that the coefficient of variation of plant height, 100-grain weight, day to heading, day to full maturity and grain filling period increased under salinity stress condition. Characteristics spike length, plant height, number of spikelets per spike, number of florets per spikelet, 100-grain weight, day to heading, day to full maturity, grain filling period and grain weight of five spikes decreased in all the studied accessions under salt stress condition. In both normal and salinity conditions, a number of accessions were identified that were superior to the control cultivars in terms of the evaluated traits. In the principal component analysis, four first principal components in normal condition and five first principal components in stress condition justified 81.71% and 83.44% of the variation in the data, respectively. The accessions were classified into five groups with distinct characteristics by K means clustering method based on the traits evaluated under both normal and stress conditions. The overall results of this study indicated the extensive diversity in the evaluated traits and led to the identification of superior accessions compared to the control cultivars, which can be used in breeding programs.

Key words: Durum wheat, Genetic diversity, Genetic resources, Salinity tolerance

* Corresponding author (mzahravi@spii.ir)