مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۱۳ ، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰

مجله پژوهش‌های به زراعی

بررسی تغیرات صفات زراعی در نمونه‌های کلکسیونی گندم نان در شرایط تنش شوری

یوسف ارشد[۱]، مهدی زهراوی[۱*]، علی سلطانی[۲]

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: ۱۴۰۰/۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۴

چکیده

شوری خاک و کیفیت پایین آب آبیاری معضلی جهانی در تولید محصول به شمار می‌روند. توسعه ارقام متحمل یکی از مهمترین راه حل‌های فائق آمدن بر مشکل شوری است، اما این امر مستلزم دسترسی و شناسایی منابع ژنتیکی دارای تنوع ژنتیکی از لحاظ این صفت می‌باشد. به منظور شناسایی ژرم‌پلاسم متحمل به تنش شوری و صفات مؤثر، تعداد ۴۱۳ نمونه ژنتیکی از کلکسیون گندم نان بانک ژن گیاهی ملی ایران در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در اراضی شور ایستگاه تحقیقات اردکان و همچنین در شرایط نرمال در مزرعه پژوهشی کرج در قالب طرح آزمایشی آگمنت کشت شده و با ارزیابی صفات زراعی مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج بررسی مقادیر آماره‌های توصیفی در شرایط تنش شوری، صفات تراکم سنبله (۲۰/۲۷ درصد) و وزن دانه پنج سنبله (۱۹/۹۹ درصد) بیشترین و صفات روز تا سنبله‌دهی (۷/۹۰ درصد) و روز تا رسیدن کامل (۴/۹۰ درصد) کمترین درصد ضریب تغییرات را داشتند. بیشترین میزان کاهش میانگین صفات مورد بررسی در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط نرمال به صفات وزن دانه پنج سنبله (۳۱/۰۲ درصد) و وزن صددانه (۲۱/۸۲ درصد) متعلق بود. در شرایط تنش شوری از لحاظ صفت وزن صد دانه، نمونه‌های ژنتیکی KC ۱۱۷۹۱ (۵/۶ گرم) و KC ۱۱۶۲۲ (۵/۴ گرم) و از لحاظ صفت وزن دانه پنج سنبله KC ۱۱۹۴۶ (۹/۰ گرم) و KC ۱۱۸۱۶ (۸/۷۸ گرم) دارای بیشترین مقدار عددی بودند. در شرایط تنش شوری چهار مؤلفه اصلی اول در مجموع ۷۷/۷۶ درصد از تغییرات داده‌ها را دربر داشتند. نمونه‌های ژنتیکی مورد بررسی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش K means در پنج گروه از یکدیگر متمایز شدند. نتایج تحقیق حاضر در مجموع منجر به شناسایی تعداد زیادی از توده‌های گندم نان متحمل به تنش شوری با طیفی از تنوع در صفات مورد ارزیابی گردید که می‌توان به عنوان مواد اولیه متنوع در برنامه‌های اصلاحی مورد بهره‌برداری قرار داد.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، تحمل، نمونه ژنتیکی، توده، بانک ژن

* نگارنده مسئول (mzahravi@areeo.ac.ir)

مقدمه

شوری خاک و کیفیت پایین آب آبیاری معضلی جهانی در تولید محصول به شمار می‌روند (Al-Ashkar *et al.*, 2020). شوری تأثیر سوء شدیدی بر رشد گندم دارد و آن را می‌توان توسط پارامترهای گوناگونی که بر رشد و تولید محصول تأثیر می‌گذارد ارزیابی نمود. خاک‌های شور نسبت به پدیده‌های فرسایش و غرقابی حساس می‌باشند. یون سدیم که در خاک‌های شور به وفور موجود است اثرات نامطلوبی بر رشد گیاه دارد.

سدیم همچنین سبب ایجاد شرایط قلیایی در خاک می‌شود که به ریشه گیاه آسیب رسانده و ظرفیت نگهداری آب توسط خاک را کاهش می‌دهد (Iqra *et al.*, 2020). تحقیقات نشان داده است که ژنوتیپ‌های متحمل می‌توانند تحت شرایط شوری زنده بمانند ولی عملکرد آنها در سطوح بالاتر از ۱۲۰ میلی مولار NaCl شدیداً کاهش می‌یابد (Oyiga *et al.*, 2016; El-Hendawy *et al.*, 2005).

استفاده از تکنیک‌های بهنژادی برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل، یکی از مهمترین عوامل جهت فائق آمدن بر مشکل شوری است (Ismail *et al.*, 2020). توسعه ارقام گندم متحمل به تنش شوری مستلزم دسترسی و شناسایی منابع ژنتیکی دارای تنوع ژنتیکی از لحاظ این صفت می‌باشد (Al-Mishhadani, 2012). تحقیقات زیادی جهت شناسایی منابع ژنتیکی متحمل و صفات مؤثر در ایجاد تحمل به شوری انجام شده است. نتایج تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده در ۲۰ ژنوتیپ پیشرفته، در شرایط تنش شوری مزرعه ایستگاه تحقیقاتی بیرجند نشان داد که اثر ژنوتیپ بر صفات عملکرد دانه، تعداد روز تا سنبله رفتن و رسیدن، طول سنبله و پدانکل، تعداد و وزن دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود (قربانی و همکاران، ۱۳۹۶). دریس و مرعشی (۱۳۹۷) با بررسی اثر تنش شوری در اراضی فاقد سیستم زهکش و نقش اسید سالیسیلیک در تعدیل اثر آن مشاهده کردند که اثر نوع اراضی مورد کشت بر ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، سرعت رشد محصول و سرعت فتوسنتز خالص، معنی‌دار بود. در این تحقیق از میان روش‌های مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک، بیشترین مقدار صفات از طریق

روش تلقیح بذر با اسید سالیسیلیک به علاوه محلول پاشی در ابتدای پنجه دهی حاصل شد. عسکری گلستانی و همکاران (۱۳۹۷) با مطالعه ارزیابی نسل پنجم لاین‌های گندم نان در شرایط بدون تنش و تنش شوری نشان دادند که ارتباط مثبت و قوی بین دو صفت عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و کلروفیل برگ با عملکرد دانه در شرایط تنش شوری وجود دارد. ارشد و همکاران (۱۳۹۸) تعداد ۹۷ ژنوتیپ گندم نان گزینش یافته از تحقیقات قبلی را به همراه ارقام متحمل شاهد کویر، روشن و ماهوتی در شرایط تنش شوری مورد بررسی قرار داده و تعداد ۳۸ ژنوتیپ را در گروه A از بای‌پلات مبتنی بر عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش متمایز نمودند. آنها همچنین براساس همبستگی بالای شاخص‌های STI، GMP و MP با صفات عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش، این شاخص‌ها را به عنوان مناسب‌ترین معیارهای گزینش برای ژنوتیپ‌های گندم نان متحمل به تنش شوری شناسایی نمودند. دولت‌آبادی و همکاران (۱۳۹۸) با بررسی اثر تنش شوری بر ارقام گندم در مراحل جوانه‌زنی و رشد زایشی نتیجه گرفتند که صفات اندازه طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه، صفات موثر در تحمل شوری هستند. تحقیق حاضر با توجه به ظرفیت بالای موجود در ژرم‌پلاسم گندم نان به عنوان منابع ژنتیکی متحمل به تنش شوری، به منظور شناسایی توده‌های برتر و بررسی روابط بین صفات زراعی در شرایط تنش شوری و تعیین صفات مؤثر در تحمل انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی ژرم‌پلاسم گندم نان و بررسی اثر تنش شوری بر تغییرات صفات، تعداد ۴۱۳ نمونه ژنتیکی از کلکسیون گندم نان بانک ژن گیاهی ملی ایران به همراه ارقام متحمل به شوری کویر، روشن و ماهوتی به عنوان شاهد، در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در اراضی شور ایستگاه تحقیقات اردکان (طول جغرافیایی۵۴ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی) در شرایط تنش شوری (خاک و آب آبیاری شور با هدایت الکتریکی حدود ۸ تا ۱۲ دسی زیمنس برمتر) و همچنین در شرایط نرمال در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

(طول جغرافیایی۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی وعرض جغرافیایی ۳۵درجه و ۴۸ دقیقه شمالی) در قالب طرح آگمنت مورد بررسی قرار گرفتند. در هر یک از مناطق، هر نمونه ژنتیکی در یک خط ۲/۵ متری به فاصله ۵۰ سانتی متر نسبت به خطوط مجاور کشت شد. با انجام نمونه برداری از عمق ۳۰ سانتیمتری، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بررسی گردید (جدول ۱). عملیات کوددهی در هر دو آزمایش تنش شوری (اردکان) و شرایط نرمال (کرج)، با افزودن 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 پنجه‌زنی و کود فسفر به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به شکل P_2O_5 انجام شد. آبیاری در فواصل ۱۵ روز، به تعداد پنج مرتبه در آزمایش اردکان و هفت مرتبه در آزمایش کرج انجام گردید و در طول فصل رشد نسبت به وجین علف‌های هرز اقدام شد. صفات طول سنبله، تراکم سنبله، ارتفاع بوته، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدن کامل، روز تا پر شدن دانه، تعداد سنبلچه درسنبله، تعداد گلچه درسنبلچه، تعداد دانه درسنبله، وزن صددانه و وزن دانه پنج سنبله طبق دستورالعمل موسسه بین المللی ذخایر توارثی گیاهی مورد ارزیابی قرار گرفت (IBPGR, 1978). مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی صفات در دو شرایط نرمال و تنش شوری با استفاده از آماره‌های توصیفی مورد مقایسه قرار گرفت. از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به منظور شناسایی شاخص‌های متمایز جهت تفکیک ژرم‌پلاسم مورد بررسی استفاده شد. نمونه‌های ژنتیکی مورد مطالعه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش K means گروه‌بندی شدند. از نرم‌افزار SPSS برای انجام تجزیه‌های آماری استفاده گردید.

جدول ۱- خصوصیات خاک مزارع تحقیقاتی اردکان و کرج در ارزیابی تحمل ژرم‌پلاسم گندم نان نسبت به تنش شوری

منطقه آزمایش	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته گل اشباع (pH)	درصد مواد خنثی شونده	کربن عالی	فسفر قابل (جذب) (پی پی ام)	پتاسیم قابل جذب (پی پی ام)	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	بافت
اردکان	۱۲/۹۵	۸/۰۸	۱۹/۸۰	۰/۷۸	۱۷/۳	۲۵۱	۶۸/۰	۱۱/۶	۲۰/۲	شنی-رسی-لومی
کرج	۱/۹۱	۷/۴۲	۱۱/۹	۰/۵۳	۶/۲۳	۱۸۹	۲۴	۲۵	۵۱	شنی-رسی-لومی

نتایج و بحث

نتایج بررسی مقادیر آماره‌های توصیفی در جدول ۲ نشان داده شده است. براساس این نتایج در شرایط نرمال، صفات وزن دانه پنج سنبله (۲۴/۹۴ درصد) و تعداد دانه در سنبله (۲۱/۴۶ درصد) دارای بیشترین و صفات روز تا سنبله‌دهی (۴/۵۱ درصد) و روز تا رسیدن کامل (۲/۱۸ درصد) دارای کمترین درصد ضریب تغییرات بودند. در شرایط تنش شوری، صفات تراکم سنبله (۲۰/۲۷ درصد) و وزن دانه پنج سنبله (۱۹/۹۹ درصد) بیشترین و صفات روز تا سنبله‌دهی (۷/۹۰ درصد) و روز تا رسیدن کامل (۴/۹۰ درصد) کمترین درصد ضریب تغییرات را داشتند. با مقایسه مقادیر آماره‌های توصیفی بین دو شرایط نرمال و تنش شوری مشاهده می‌شود که میانگین تمامی صفات بجز تراکم سنبله در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط نرمال کاهش یافته است. بیشترین میزان کاهش میانگین در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط نرمال به صفات وزن دانه پنج سنبله (۳۱/۰۲ درصد) و وزن صددانه (۲۱/۸۲ درصد) کمترین آن به صفت تعداد سنبلچه درسنبله (۸/۶۷ درصد) تعلق داشت. صفات وزن دانه پنج سنبله (۴۴/۷۳ درصد) و تعداد دانه درسنبله (۴۲/۳۴ درصد) بیشترین و صفت طول سنبله (۵/۴۲ درصد) کمترین میزان کاهش انحراف معیار را در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط نرمال نشان دادند. ضریب تغییرات برای صفات تعداد دانه درسنبله و ارتفاع بوته، دارای بیشترین و برای صفت تعداد سنبلچه درسنبله، دارای

کمترین میزان کاهش در شرایط تنش شوری در مقایسه با شرایط نرمال بود.

بررسی مقادیر صفت ارزیابی شده در شرایط نرمال نشان داد که از لحاظ صفت طول سنبله، نمونه‌های ژنتیکی KC ۱۱۹۲۶ (۱۱/۸ سانتیمتر) و KC ۱۲۱۰۰ (۱۲/۲ سانتیمتر)، از لحاظ صفت ارتفاع بوته KC ۱۲۰۶۱ و KC ۱۲۰۵۶ (۱۵۷ سانتیمتر)، از لحاظ صفت وزن صد دانه KC ۱۱۶۲۷ (۷/۱۲ گرم) و KC ۱۱۷۹۱ (۷/۰۷ گرم)، و از لحاظ صفت وزن دانه پنج سنبله، KC ۱۲۰۵۶ (۱۵/۳۸ گرم) و رقم روشن (۱۴/۸۶ گرم) دارای بیشترین مقدار عددی بودند. همچنین در شرایط تنش شوری از لحاظ صفت طول سنبله، نمونه‌های ژنتیکی KC ۱۲۰۲۱ (۱۰/۴ سانتیمتر) و KC ۱۱۶۰۳ (۹/۸ سانتیمتر)، از لحاظ صفت ارتفاع بوته، KC ۱۲۰۶۱ (۱۲۷ سانتیمتر) و KC ۱۲۱۰۷ (۱۱۰ سانتیمتر) ، از لحاظ صفت وزن صد دانه KC ۱۱۷۹۱ (۵/۶ گرم) و KC ۱۱۶۲۲ (۵/۴ گرم) و از لحاظ صفت وزن دانه پنج سنبله KC ۱۱۹۴۶ (۹/۰ گرم) و KC ۱۱۸۱۶ (۸/۷۸ گرم) دارای بیشترین مقدار عددی بودند (جدول ۳).

جدول ۲- آماره‌های توصیفی در ارزیابی ۴۱۳ نمونه ژنتیکی گندم نان در شرایط تنش شوری اردکان و شرایط نرمال کرج

صفت	دامنه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (درصد)
شرایط نرمال				
طول سنبله (سانتیمتر)	۷	۸/۳۰	۱/۲۰	۱۴/۵۰
تراکم سنبله	۲۴/۴۷	۱۹/۳۱	۲/۸۸	۱۴/۸۹
ارتفاع بوته (سانتیمتر)	۱۰۲	۹۷/۹۸	۱۸/۵۶	۱۸/۹۴
روز تا سنبله‌دهی	۳۳	۱۶۵/۳۸	۷/۴۶	۴/۵۱
روز تا رسیدن کامل	۳۲	۲۱۳/۶۵	۴/۶۶	۲/۱۸
روز تا پر شدن دانه	۳۵	۴۸/۲۷	۴/۸۴	۱۰/۰۳
تعداد سنبلچه درسنبله	۱۱	۱۵/۸۱	۱/۹۳	۱۲/۱۹
تعداد گلچه درسنبلچه	۲/۲	۲/۹۲	۰/۳۸	۱۳/۰۴
تعداد دانه درسنبله	۳۹/۴	۳۴/۲۶	۷/۳۵	۲۱/۴۶
وزن صددانه (گرم)	۴/۴۷	۴/۶۰	۰/۷۸	۱۶/۸۹
وزن دانه پنج سنبله (گرم)	۱۱/۳	۷/۷۴	۱/۹۳	۲۴/۹۴
شرایط تنش				
طول سنبله (سانتیمتر)	۷	۷/۱۶	۱/۱۴	۱۵/۸۹
تراکم سنبله	۳۷/۳۷	۲۰/۶۶	۴/۱۹	۲۰/۲۷
ارتفاع بوته (سانتیمتر)	۸۳	۷۷/۵۳	۱۱/۴۸	۱۴/۸۰
روز تا سنبله‌دهی	۴۵	۱۴۲/۸۷	۱۱/۲۸	۷/۹۰
روز تا رسیدن کامل	۴۱	۱۸۱/۴۵	۸/۹۰	۴/۹۰
روز تا پر شدن دانه	۳۱	۳۸/۵۷	۵/۰۰	۱۲/۹۵
تعداد سنبلچه درسنبله	۹	۱۴/۴۴	۱/۷۲	۱۱/۹۰
تعداد گلچه درسنبلچه	۱/۹	۲/۵۴	۰/۳۳	۱۳/۰۴
تعداد دانه درسنبله	۲۲	۳۰/۰۶	۴/۲۴	۱۴/۱۱
وزن صددانه (گرم)	۳	۳/۶۰	۰/۵۸	۱۶/۲۲
وزن دانه پنج سنبله (گرم)	۶/۰۹	۵/۳۴	۱/۰۷	۱۹/۹۹

جدول ۳- برخی نمونه‌های ژنتیکی گندم نان با صفات برتر نسبت به ارقام شاهد در شرایط تنش شوری اردکان

نمونه ژنتیکی	طول سنبله (سانتیمتر)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	روز تا پرشدن دانه	وزن صد دانه (گرم)	وزن دانه پنج سنبله (گرم)
KC ۱۱۶۰۴	۸	۱۰۳	۳۵	۴/۶	۸/۱۲
KC ۱۱۶۰۵	۷/۳	۸۶	۴۲	۴/۸	۷/۳۱
KC ۱۱۶۰۹	۹/۶	۹۷	۳۵	۴/۴	۷/۴۰
KC ۱۱۶۱۱	۷	۸۴	۴۰	۴/۱	۷/۲۴
KC ۱۱۷۲۵	۶/۷	۷۰	۴۴	۴/۶	۷/۸۰
KC ۱۱۷۴۲	۸/۳	۶۲	۳۸	۳/۸	۷/۵۰
KC ۱۱۸۰۷	۸/۴	۷۸	۳۸	۴/۴	۸/۰۵
KC ۱۱۸۱۶	۷/۴	۷۳	۳۱	۴/۳	۸/۷۸
KC ۱۱۹۱۶	۶/۲	۹۳	۳۳	۵	۸/۳۱
KC ۱۱۹۲۹	۶/۳	۸۶	۴۴	۴/۶	۷/۹۶
KC ۱۱۹۳۰	۸/۹	۷۸	۳۷	۴/۶	۸/۱۲
KC ۱۱۹۴۶	۷/۷	۷۷	۳۳	۵	۹/۰۰
KC ۱۱۹۴۸	۸/۵	۹۷	۴۴	۴/۳	۷/۷۴
KC ۱۲۰۰۳	۵	۷۴	۳۱	۴/۴	۷/۴۶
KC ۱۲۰۰۴	۶/۲	۹۲	۳۴	۴/۳	۷/۷۴
KC ۱۲۰۰۸	۹/۳	۸۵	۴۳	۴/۳	۷/۲۳
KC ۱۲۰۵۶	۷/۷	۱۰۸	۳۵	۴/۳	۷/۸۹
KC ۱۲۱۱۰	۹/۲	۹۷	۳۴	۴/۳	۷/۵۹
کویر	۷/۶۸	۷۱/۲۵	۴۹/۲۵	۴/۳۳	۷/۱۷
ماهوتی	۷/۵۷	۷۴/۵۶	۴۴/۷۵	۴/۷۳	۷/۱۵
روشن	۸/۳۲	۹۰/۶۳	۴۲/۱۳	۴/۶۹	۷/۴۷

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط نرمال نشان داد که سه مؤلفه اصلی اول در مجموع ۷۳/۵۷ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند (جدول ۴). در مؤلفه اصلی اول صفات وزن دانه پنج سنبله و تعداد دانه درسنبله دارای بزرگترین ضریب مثبت و صفت روز تا پر شدن دانه دارای بزرگترین ضریب منفی (صرف‌نظر از علامت) بود. نمونه‌های ژنتیکی KC ۱۱۹۲۶، KC ۱۲۰۵۶، KC۱۱۹۶۷ و KC ۱۲۰۰۴ دارای بیشترین مقدار عددی برای مؤلفه اصلی اول بودند. در مؤلفه اصلی دوم صفات تعداد گلچه درسنبلچه و تراکم سنبله، بزرگترین ضریب مثبت و صفات وزن صددانه و روز تا سنبله‌دهی بزرگترین ضریب منفی (صرف‌نظر از علامت) را داشتند. نمونه‌های ژنتیکی KC ۱۱۷۰۳ و KC ۱۱۹۰۸ بیشترین مقدار عددی را برای مؤلفه اصلی دوم داشتند. در مؤلفه اصلی سوم، بزرگترین ضریب

مثبت به صفات وزن صددانه و طول سنبله و بزرگترین ضریب منفی (صرف‌نظر از علامت) به صفت تراکم سنبله تعلق داشت. ارقام کویر و روشن و نمونه‌های ژنتیکی KC ۱۱۷۷۴، KC ۱۱۶۶۵، KC ۱۱۶۲۷ و KC ۱۱۶۳۴ دارای بیشترین مقدار عددی برای مؤلفه اصلی سوم بودند.

جدول ۴ - مقادیر و بردارهای ویژه در تجزیه به موؤلفه‌های اصلی صفات ارزیابی شده در ۴۱۳ نمونه ژنتیکی گندم نان در مزرعه کرج در شرایط نرمال (بدون تنش شوری)

صفت	مؤلفه اصلی		
	اول	دوم	سوم
طول سنبله	۰/۶۹۶	-۰/۲۴۵	۰/۵۱۰
تراکم سنبله	-۰/۰۸۴	۰/۶۳۸	-۰/۵۸۹
ارتفاع بوته	۰/۵۴۵	-۰/۳۸۲	-۰/۳۶۵
روز تا سنبله‌دهی	۰/۷۰۰	-۰/۴۷۳	-۰/۴۶۸
روز تا رسیدن کامل	۰/۶۱۹	-۰/۳۸۹	-۰/۲۳
روز تا پر شدن دانه	-۰/۴۸۳	۰/۳۵۵	۰/۴۹۹
تعداد سنبلچه درسنبله	۰/۷۱۰	۰/۴۸۷	-۰/۰۶۵
تعداد گلچه درسنبلچه	۰/۴۸۹	۰/۶۳۸	۰/۱۰۴
تعداد دانه درسنبله	۰/۷۵۱	۰/۶۰۰	۰/۰۳۱
وزن صددانه	۰/۲۵۴	-۰/۴۵۷	۰/۵۹۵
وزن دانه پنج سنبله	۰/۸۰۹	۰/۲۲۶	۰/۴۰۴
مقدار ویژه	۳/۹۲	۲/۳۸	۱/۷۹
درصد واریانس تجمعی	۳۵/۶۵	۵۷/۲۷	۷۳/۵۷

در شرایط تنش شوری چهار مؤلفه اصلی اول در مجموع ۷۷/۷۶ درصد از تغییرات داده‌ها را دربر داشتند (جدول ۵). در مؤلفه اصلی اول صفات وزن دانه پنج سنبله و روز تا رسیدن کامل بزرگترین ضریب مثبت را داشتند. بزرگترین مقدار عددی برای این مؤلفه اصلی به نمونه‌های ژنتیکی KC ۱۲۰۵۶، KC ۱۲۱۱۰، KC ۱۱۶۰۴، KC ۱۱۸۱۶، KC ۱۲۰۶۱، KC ۱۲۰۶۰، KC ۱۱۹۴۶ و KC ۱۱۶۰۹ تعلق داشت. در مؤلفه اصلی دوم صفات تعداد دانه درسنبله و تراکم سنبله دارای بزرگترین ضریب مثبت بودند. نمونه‌های ژنتیکی KC ۱۲۰۶۷، KC ۱۱۷۰۳ و KC۱۲۰۱۲ دارای بزرگترین مقدار عددی برای مؤلفه اصلی دوم بودند. در مؤلفه اصلی سوم صفت روز تا پر شدن دانه دارای بزرگترین ضریب مثبت و صفت روز تا

سنبله‌دهی دارای بزرگترین ضریب منفی (صرف‌نظر از علامت) بود. نمونه ژنتیکی KC ۱۱۷۷۴ بزرگترین مقدار عددی برای مؤلفه اصلی سوم را داشت. در مؤلفه اصلی چهارم، بزرگترین ضریب مثبت به صفت وزن صددانه و بزرگترین ضریب منفی (صرف‌نظر از علامت) به صفت طول سنبله تعلق داشت. بزرگترین مقدار عددی برای این مؤلفه اصلی به نمونه ژنتیکی KC ۱۲۰۶۷ تعلق داشت.

جدول ۵ - مقادیر و بردارهای ویژه در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صفات ارزیابی شده در ۴۱۳ نمونه ژنتیکی گندم نان در مزرعه اردکان در شرایط تنش شوری

صفت	مؤلفه اصلی			
	اول	دوم	سوم	چهارم
طول سنبله	۰/۵۲۲	-۰/۳۰۴	۰/۵۳۹	-۰/۵۰۳
تراکم سنبله	-۰/۱۱۷	۰/۶۸۷	-۰/۴۸۷	۰/۴۸۴
ارتفاع بوته	۰/۶۳۳	-۰/۲۹	۰/۰۳۸	۰/۰۶۲
روز تا سنبله دهی	۰/۶۴۴	-۰/۳۵۲	-۰/۶۶۱	-۰/۰۱۲
روز تا رسیدن کامل	۰/۶۴۵	-۰/۳۳	-۰/۴۹	۰/۰۴۴
روز تا پر شدن دانه	-۰/۳۰۴	۰/۲۰۷	۰/۶۲	۰/۱۰۶
تعداد سنبلچه درسنبله	۰/۵	۰/۶۴۸	۰/۰۵۵	۰/۰۰۸
تعداد گلچه درسنبلچه	۰/۲۵۱	۰/۵۹۲	-۰/۰۸۱	-۰/۴۶۳
تعداد دانه درسنبله	۰/۵۰۸	۰/۷۳۷	۰/۰۳۶	-۰/۱۷۹
وزن صددانه	۰/۴۵۸	-۰/۳	۰/۵۰۲	۰/۵۶۹
وزن دانه پنج سنبله	۰/۷۳۶	۰/۲۹۳	۰/۴۲۳	۰/۳۱۸
مقدار ویژه	۲/۹۳	۲/۴۱	۲/۰۳	۱/۱۸
درصد واریانس تجمعی	۲۶/۶۷	۴۸/۶۰	۶۷/۰۷	۷۷/۷۶

نمونه‌های ژنتیکی مورد بررسی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش K means در پنج گروه از یکدیگر متمایز شدند (جدول ۶). گروه اول با ۱۱۱ عضو دارای بزرگترین میانگین وزن صد دانه در شرایط تنش شوری و کوچکترین میانگین تعداد گلچه درسنبلچه در شرایط نرمال و تنش شوری، بود. ارقام روشن و کویر در این گروه قرار گرفتند. گروه دوم ۷۶ نمونه ژنتیکی را شامل شد و دارای کوچکترین میانگین طول سنبله، ارتفاع بوته، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدن کامل، وزن صددانه و وزن دانه پنج سنبله در شرایط نرمال و تنش شوری، بزرگترین میانگین روز تا پر شدن دانه در شرایط نرمال و تنش شوری و بزرگترین

میانگین تراکم سنبله در شرایط نرمال بود. گروه سوم با ۸۶ عضو دارای بزرگترین میانگین روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدن کامل در شرایط نرمال و تنش شوری، بزرگترین میانگین تعداد گلچه درسنبلچه، تعداد دانه درسنبله و وزن دانه پنج سنبله در شرایط نرمال، بزرگترین میانگین تعداد گلچه درسنبلچه در شرایط تنش شوری و کوچکترین میانگین روز تا دوره پر شدن دانه در شرایط تنش شوری بود. گروه چهارم ۵۶ نمونه ژنتیکی را در برداشت و دارای بزرگترین میانگین طول سنبله، ارتفاع بوته و تعداد سنبلچه درسنبله در شرایط نرمال و تنش شوری، بزرگترین میانگین تراکم سنبله، تعداد دانه درسنبله و وزن دانه پنج سنبله در شرایط تنش شوری و کوچکترین میانگین روز تا پرشدن دانه در شرایط نرمال بود. گروه پنجم مشتمل بر ۸۷ نمونه ژنتیکی و با کوچکترین میانگین تراکم سنبله، تعداد سنبلچه درسنبله و تعداد دانه درسنبله در شرایط نرمال و تنش شوری و بزرگترین میانگین وزن صد دانه در شرایط نرمال بود. رقم شاهد ماهوتی در این گروه قرار گرفت. نتایج تحقیق حاضر در مجموع منجر به شناسایی تعداد زیادی از توده‌های گندم نان متحمل به تنش شوری با طیفی از تنوع در صفات مورد ارزیابی گردید. تحقیقات انجام شده در گذشته نیز حاکی از ظرفیت ارزشمند ژرم‌پلاسم گندم برای شناسایی منابع تحمل به تنش شوری می‌باشد. در تحقیق قربانی و همکاران (۱۳۹۶) ژنوتیپ شماره ۱۸ (1-66-22//PBW 154/3/HALT) با داشتن بیشترین مقدار عملکرد دانه وعملکرد بیولوژیک به عنوان ژنوتیپ متحمل به شوری در شرایط مزرعه تعیین شد. در ارزیابی نسل پنجم لاین‌های گندم نان، لاین‌های ۱، ۲ و ۸ از عملکرد بالایی در هر دو شرایط برخوردار بودند و به عنوان متحمل ترین لاین ها نسبت به تنش شوری انتخاب شدند (عسکری گلستانی و همکاران، ۱۳۹۷). براساس نتایج پژوهش دولت‌آبادی و همکاران (۱۳۹۸) ارقام روشن زمستان، آریا و چمران ۲ ارقام متحمل و ارقام قهته ساروق، کشه فراهان و نیشابور ارقام حساس به تنش شوری شناسایی شدند. در تحقیق ارشد و همکاران (۱۳۹۸) بر روی ۹۷ ژنوتیپ گندم نان، در شرایط تنش شوری تعداد نُه ژنوتیپ عملکرد دانه بیشتری نسبت به رقم شاهد برتر داشتند. مقایسه آماره‌های توصیفی

در شرایط نرمال و تنش شوری در تحقیق حاضر نشان داد که صفات مورد ارزیابی به میزان متفاوتی تحت تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرند و همچنین توده‌های مورد بررسی از لحاظ واکنش به تنش شوری با یکدیگر متفاوت می‌باشند. در تحقیق قربانی و همکاران (۱۳۹۶) نتایج به دست آمده در شرایط کنترل شده حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها و تاثیر معنی‌دار تنش شوری بر صفات ارتفاع بوته، طول، عرض و سطح برگ، وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی و محتوای کلروفیل بود. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با وزن‌دهی متفاوت به صفات مورد ارزیابی، امکان تفکیک نمونه‌های ژنتیکی مورد بررسی را از جنبه‌های متفاوت فراهم می‌نماید. این تکنیک توسط محققان زیادی برای تمایز ژنوتیپ‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. در بررسی ۱۱۷ رقم گندم در شرایط تنش شوری توسط دولت‌آبادی و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی، ۵۶/۷۵ درصد صفات رویشی به وسیله دو مؤلفه و ۳۱/۷۸ درصد صفات زایشی بوسیله سه مولفه قابل تفسیر بودند. در تجزیه به مؤلفه های اصلی براساس صفات ارزیابی شده در شرایط تنش شوری به همراه شاخص STI، مؤلفه اصلی اول بر افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش از طریق افزایش طول دوره پرشدن دانه و تولید دانه های درشت تر و مؤلفه اصلی دوم بر تجمع ماده خشک در اندام های رویشی تأکید داشت (ارشد و همکاران، ۱۳۹۸). تکنیک تجزیه خوشه‌ای نیز امکان گروه‌بندی نمونه‌های ژنتیکی را در قالب دستجاتی با خصوصیات متمایز فراهم نمود و تعداد زیادی از توده‌های مورد بررسی به همراه ارقام شاهد متحمل در قالب گروه‌های متفاوت از یکدیگر تفکیک شدند. در تحقیق قلی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) بر روی ۱۱۰ ژنوتیپ گندم نان، با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین گروه‌های تجزیه خوشه‌ای در شرایط بدون تنش و تنش شوری، ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۵، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۳۱، ۳۵، ۳۸، ۷۳، ۸۱، ۹۷ و ۹۸ به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش شوری شناسایی شدند. نمونه‌های ژنتیکی متحمل به شوری شناسایی شده در این تحقیق را می‌توان به عنوان مواد اولیه متنوع در برنامه‌های اصلاحی مورد بهره‌برداری قرار داد.

جدول ۶ - تفکیک ۴۱۳ نمونه ژنتیکی گندم نان براساس روش تجزیه خوشه‌ای به روش K means در ارزیابی برای تحمل به شوری

صفت	خوشه				
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
شرایط نرمال					
طول سنبله (سانتیمتر)	۸/۲۹	۷/۷۱	۸/۶۵	۹/۱۰	۷/۹۵
تراکم سنبله	۱۹/۳۰	۲۰/۰۹	۱۹/۱۹	۱۹/۰۳	۱۸/۹۴
ارتفاع بوته (سانتیمتر)	۱۰۲/۱۸	۷۲/۷۲	۱۰۴/۴۵	۱۲۸/۸۰	۸۸/۴۳
روز تا سنبله‌دهی	۱۶۲/۴۹	۱۵۵/۶۸	۱۷۳/۴۵	۱۷۱/۴۸	۱۶۵/۶۳
روز تا رسیدن کامل	۲۱۲/۲۴	۲۰۸/۴۷	۲۱۸/۵۶	۲۱۶/۳۶	۲۱۳/۳۹
روز تا پر شدن دانه	۴۹/۷۵	۵۲/۷۹	۴۵/۱۰	۴۴/۸۸	۴۷/۷۶
تعداد سنبلچه درسنبله	۱۵/۸۱	۱۵/۳۸	۱۶/۳۶	۱۶/۹۹	۱۴/۸۷
تعداد گلچه درسنبلچه	۲/۸۴	۲/۹۹	۳/۰۱	۲/۹۵	۲/۸۵
تعداد دانه درسنبله	۳۳/۲۰	۳۳/۵۸	۳۷/۰۸	۳۶/۷۶	۳۱/۸۰
وزن صددانه (گرم)	۴/۶۴	۴/۲۹	۴/۷۰	۴/۵۲	۴/۷۹
وزن دانه پنج سنبله (گرم)	۷/۵۷	۷/۱۱	۸/۴۸	۸/۲۴	۷/۴۵
شرایط تنش شوری					
طول سنبله (سانتیمتر)	۷/۲۹	۶/۸۶	۷/۱۰	۷/۴۹	۷/۰۹
تراکم سنبله	۲۰/۲۵	۲۱/۱۳	۲۱/۰۶	۲۱/۴۰	۱۹/۸۹
ارتفاع بوته (سانتیمتر)	۸۲/۰۸	۶۴/۵۵	۷۹/۹۱	۹۰/۳۴	۷۲/۴۵
روز تا سنبله‌دهی	۱۳۷/۸۹	۱۲۶/۶۱	۱۵۴/۷۳	۱۵۰/۸۹	۱۴۶/۵۶
روز تا رسیدن کامل	۱۷۸/۵۰	۱۶۸/۲۶	۱۸۹/۳۴	۱۸۷/۶۸	۱۸۴/۹۱
روز تا پر شدن دانه	۴۰/۶۱	۴۱/۶۶	۳۴/۶۰	۳۶/۷۹	۳۸/۳۵
تعداد سنبلچه درسنبله	۱۴/۵۲	۱۴/۲۸	۱۴/۴۵	۱۵/۴۱	۱۳/۸۲
تعداد گلچه درسنبلچه	۲/۴۷	۲/۶۰	۲/۶۲	۲/۵۷	۲/۴۸
تعداد دانه درسنبله	۲۹/۸۹	۳۰/۰۳	۳۰/۴۵	۳۱/۷۲	۲۸/۸۴
وزن صددانه (گرم)	۳/۶۹	۳/۴۰	۳/۶۲	۳/۵۹	۳/۶۷
وزن دانه پنج سنبله (گرم)	۵/۴۲	۵/۰۴	۵/۴۶	۵/۶۳	۵/۱۹
تعداد عضو	۱۱۱	۷۶	۸۶	۵۶	۸۷

منابع

ارشد، ی.، م. زهراوی و ع. سلطانی. ۱۳۹۸. غربال ژنوتیپ های گندم نان برای شناسایی منابع ژنتیکی تحمل به تنش شوری. پژوهش‌های تولید گیاهی (علوم کشاورزی و منابع طبیعی). ۲۶(۴):۲۳-۱.

دریس، ح. و س.ک. مرعشی. ۱۳۹۷. اثر روش‌های مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک برکاهش اثرات تنش شوری در اراضی گندم فاقد سیستم زهکش. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۰(۳۹):۱۳۱-۱۴۵.

دولت آبادی، ی.، ح. نجفی زرینی، غ. رنجبر و ه. درزی رادمندی. ۱۳۹۸. تعیین ارقام گندم متحمل به تنش شوری با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره. اکوفیزیولوژی گیاهی. ۱۱(۳۷):۸۴-۷۴.

عسکری گلستانی، ع.، س.س. رمضان‌پور، ا. برزویی، ح. سلطانلو و س. نواب‌پور. ۱۳۹۷. ارزیابی تحمل به شوری در نسل پنجم (M5) لاین‌های گندم نان با استفاده از روش‌های بای‌پلات و تجزیه عاملی. ۱۱(۲):۳۶۵-۳۷۹.

قربانی، ع.، ر. امینیان و ا. اشکبوس. ۱۳۹۶. تحمل به تنش شوری ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم در شرایط کشت هیدروپونیک و مزرعه. مجله به نژادی نهال و بذر (نهال و بذر). ۳۳-۱(۲):۲۱۵-۲۴۱.

قلی‌زاده، ا.، ح. دهقانی، ا. امینی و ا.ع. اکبرپور. ۱۳۹۷. بررسی تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسم‌های گندم نان ایرانی از نظر تحمل به تنش شوری. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. ۱۰(۲۶):۱۷۳-۱۸۴.

Al-Ashkar, I., A. Alderfasi, W. Ben Romdhane, M.F. Seleiman, R.A. El-Said, and A. Al-Doss. *2020*. Morphological and genetic diversity within salt tolerance detection in eighteen wheat genotypes. Plants. 9(3): 287.

Al-Mishhadani, I.H.I. *2012*. Breeding and selection of some lines of bread wheat for salt tolerance. Journal of Agriculture Science and Technology. B; 12(8B): 934.

El-Hendawy, S.E., Y. Hu, G.M. Yakout, A.M. Awad, S.E. Hafiz, and U. Schmidhalter. *2005*. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. European Journal of Agronomy**.** 22: 243–253.

International Board For Plant Genetic Resources. *1978*. Descriptors for wheat and Aegilops. IBPGR, Rome, Italy.

Iqra, L., M.S. Rashid, , Q. Ali, I. Latif, and A. Malik. *2020*. Evaluation for Na^+/K^+ ratio under salt stress condition in wheat. Life Science Journal: 17(7).

Ismail, E.N., I.I. Al-Masshadani, and A.A. Al-Salihy. *2020*. Assessment of salt tolerance between the selected wheat genotypes and local cultivars by using molecular technique (PCR and real time PCR). Plant Archives. 20(2): 1089-1093.

Oyiga, B.C., R.C. Sharma, J. Shen, M. Baum, F.C. Ogbonnaya, J. Léon, and A. Ballvora. *2016*. Identification and characterization of salt tolerance of wheat germplasm using a multivariable screening approach. Journal of Agronomy and Crop Science. 202: 472–485.

Investigation of changes in agronomic traits in collection accessions of bread wheat under salinity stress

Y. Arshad[1], M. Zahravi[1*], A. Soltani[2]

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

Soil salinity and poor irrigation water quality are a global problem in crop production. The development of tolerant cultivars is one of the most important solutions to overcome the problem of salinity, but it requires access to and identification of genetic resources with genetic diversity for this trait. In order to identify germplasm tolerant to salinity stress and effective traits, 413 accessions from the bread wheat collection of the National Plant Gene Bank of Iran were cultivated in the 2012-2013 crop year in saline lands of Ardakan Research Station and also under normal condition in Karaj research filed in Augmented statistical design and evaluated by measuring agronomic traits. Based on the results of descriptive statistics under salinity stress, spike density (20.27%) and five-spike grain weight (19.99%) were the highest and days to spike (7.90%) and days to full maturity (4.90%) had the lowest coefficient of variation. The highest mean decrease in the evaluated traits under salinity stress compared to normal condition belonged to the grain weight of five spikes (31.02%) and 100-grain weight (21.82%). Under salinity stress, accessions of KC 11791 (5.6 g) and KC 11622 (5.4 g) had highest value of 100 grain weight, and accessions KC 11946 (9.0 g) and KC 11816 (8.78 g) possessed highest value of grain weight of five spikes. Under salinity stress, the first four principal components accounted for 77.76% of the data variation. The studied genetic materials were differentiated into five groups using K means cluster analysis. The results of the present study led to the identification of a large number of wheat bread tolerant to salinity stress with a range of diversity in the evaluated traits that can be used as diverse raw materials in breeding programs.

Keywords: Accessions, Gene bank, Population, Salinity stress, Tolerance

* Corresponding author (mzahravi@areeo.ac.ir)