ارزیابی شاخص‌های تحمل به شوری برخی ژنوتیپ‌های گندم نان در مرحله‌ی گیاهچه

مجله دانش نوین کشاورزی پایدار
جلد ۱۰ شماره ۱
صفحات ۳۹-۲۷

سپیده بیریای*
دانش‌آموخته کارشناسی ارشد
گروه اصلاح نباتات
دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد کرج
کرج، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
sepideh_biriyaee@yahoo.com
(مسؤل مکاتبات)

منوچهر خدارحمی
استادیار مؤسسه‌ی تحقیقات، اصلاح و تهیه‌ی نهال و بذر
کرج، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
khodarahmi_m@yahoo.com

داود حبیبی
استادیار گروه زراعت
دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی
دانشگاه آزاد اسلامی
واحد کرج
کرج، ایران
نشانی الکترونیک ✉:
d_habibi2004@yahoo.com

چکیده به منظور ارزیابی شاخص‌های تحمل به شوری ۱۷ رقم تجاری و ۳۴ لاین بومی گندم نان برابر شوری حاصل از کلرید سدیم، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۱ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار و در سطوح شوری صفر، ۸ و ۱۶ دسی‌زیمنس‌بر متر، در سطح گلخانه انجام گردید. در این بررسی، وزن خشک کل گیاهچه اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی تحمل به شوری ژنوتیپ‌ها، از شاخص‌های حساسیت به تنش، شاخص تحمل، شاخص تحمل به تنش، شاخص میانگین هندسی و شاخص میانگین تولید استفاده شد. در این بررسی با توجه به شاخص‌های بهره‌وری متوسط یا میانگین تولید، شاخص میانگین هندسی و شاخص تحمل به تنش ژنوتیپ‌های ۴۴۵۲ فراهان، ۴۴۶۸ ساروق، ۴۶۷۸ ترفان، پارسی، ۲۷۴۵ رضائیه و نیشابور به عنوان ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط شاهد و تنش شوری دارای زیست‌توده بالایی می‌باشند، شناسایی شدند، به همین جهت می‌توان از این ژنوتیپ‌ها هم در مناطق شور و هم در مناطق غیرشور و یا حتی در مناطقی که شور یا غیرشور بودن آن‌ها مشخص نیست، استفاده کرد، زیرا در هر دو شرایط تنش و نرمال، عملکرد بیولوژیک بالایی دارند. از طرف دیگر مشاهده شد که ژنوتیپ‌های روشن، MV-17، ۲۲۷۶۲، زارع، ۲۲۹۱۹، ۲۶۶۴ آذربایجان و ۱۸۵۶ مهاباد دارای کمترین میزان شاخص تحمل به تنش و شاخص حساسیت به تنش می‌باشد و از این ژنوتیپ‌ها معمولاً در شرایط تنش شوری استفاده می‌شود، زیرا دارای عملکرد بیولوژیک بالایی در شرایط تنش هستند.

شناسه مقاله:
نوع مقاله: **پژوهشی**
تاریخ پژوهش: **۱۳۹۱**
تاریخ دریافت: **۱۳۹۲/۰۷/۰۳**
تاریخ پذیرش: **۱۳۹۲/۱۱/۲۵**

واژه‌های کلیدی:
- **گندم معمولی**
- ***Triticum aestivum***
- **تحمل به تنش**
- **شاخص‌های جوانه‌زنی**
- **عملکرد بیولوژیک**
- **زیست‌توده**

مقدمه گندم نان[1] از مهم‌ترین محصولات زراعی است که ۱۵ تا ۱۸٪ مصرف مواد غذایی مردم جهان را تشکیل می‌دهد و منبع غذای اصلی مردم در مناطق خشک و نیمه خشک و در بیشتر کشورهایی است که از خاک شور رنج می‌برند.[۶] در این مناطق کمبود آب به عنوان عامل اصلی و شوری خاک به عنوان عامل ثانویه‌ی کاهش رشد گیاه به شمار می‌رود.[۲۰] گندم به عنوان یک گیاه نیمه‌متحمل به شوری شناخته شده است ولی تحمل به شوری بین گونه‌ها و ارقام مختلف آن متفاوت است.[۲۸] رشد روزافزون جمعیت جهانی و محدودیت منابع تأمین کننده‌ی مواد غذایی، بشر امروزی را با چالش بزرگ عدم امنیت غذایی و بعضاً با بحران‌های منطقه‌ای و بین‌المللی روبرو کرده است و با توجه به رشد جمعیت و کمبود کنونی غذا در سطح دنیا، انتخاب بهترین ژنوتیپ در شرایط تنش کمک می‌کند تا بتوان از سطح زیر کشت بیشتری استفاده نمود.[۱۲] *کامکار و همکاران (۲۰۰۴)* عنوان داشتند که حدود ۲۵٪ از اراضی زراعی جهان و ۱۵٪ از کل اراضی زراعی ایران تحت تأثیر شوری قرار دارند.[۱۵] ایران دارای اقلیم گرم و خشک بوده و مجموع خاک‌های شور و سدیمی در آن حدود ۲۷ میلیون هکتار تخمین زده شده که بیش از نیمی از زمین‌های قابل کشت می‌باشد. این امر باعث تکامل ساز و کارهای تحمل به شوری در گیاهان زراعی بومی در اثر کشت متوالی در این مناطق شده است.[۲۴] شوری تأثیر چند جانبه‌ای بر گیاهان زراعی داشته و باعث بروز تنش اسمزی، سمیت یونی و اختلال در تعادل یونی می‌شود.[۲۰] تنش شوری عموماً باعث تأخیر در جوانه‌زنی، کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی، تأخیر در ظهور ریشه‌چه و ساقه‌چه و در نتیجه کاهش رشد گیاهچه‌ها در محیط‌های شور می‌گردد.[۵] شوری و تنش اسمزی از عوامل مؤثر بر جلوگیری از جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه محسوب می‌گردد.[۴] گیاهان از نظر میزان مقاومت به شوری و یا حساسیت به شوری متفاوت می‌باشند.این تفاوت‌ها به جنس‌ها وگونه‌های متفاوت و حتی میان رقم‌های یک گونه بستگی دارد.[۱۷] افزایش مقاومت گیاهان به شوری و انتخاب گونه‌های مناسب برای کاشت در مناطق شور، اهمیت زیادی از نظر کشاورزی و اقتصادی دارد.[۱۷] بسیاری از آزمایش‌هایی که جهت اصلاح ژنوتیپ‌های متحمل به شوری صورت می‌گیرد، عموماً در دو شرایط تنش و بدون تنش اجرا می‌شوند. هدف اصلی اینگونه آزمایش‌ها انتخاب ژنوتیپ‌هایی است که به هر دو شرایط فوق سازگار باشند. شاخص‌های انتخاب متفاوتی جهت انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس تظاهر آن‌ها در محیط‌های تنش و بدون تنش ارایه شده است.[۱۰] *فرناندز (۱۹۹۲)* در بررسی عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش، تظاهر گیاهان نسبت به دو محیط را به چهار گروه تقسیم و اظهار نمود که مناسب‌ترین معیار انتخاب برای تنش از میان شاخص‌های تحمل، معیاری است که قادر به تشخیص گروه‌ها باشد.[۱۰] *روزیل و همکاران (۱۹۸۱)* شاخص‌های تحمل[2] و میانگین حسابی[3] را معرفی نمودند.[۲۵] مقدار بالای شاخص تحمل نشانه‌ی حساسیت ژنوتیپ به تنش بوده و انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس مقدار کم شاخص تحمل و مقادیر بالای میانگین حسابی است. *فیشر و مورر (۱۹۷۸)* شاخص حساسیت به تنش[4] را پیشنهاد نمودند.[۱۱] مقدار کم شاخص حساسیت به تنش نشان‌دهنده‌ی تغییرات کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش، نسبت به شرایط بدون تنش و در نتیجه پایداری بیشتر آن است. انتخاب بر اساس این شاخص سبب گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در شرایط مطلوب ولی عملکرد بالا در شرایط تنش می‌شود.[۱۱] *فرناندز (۱۹۹۲)* شاخص میانگین هندسی

[1] *Triticum aestivum* L.

[2] tolerance (TOL)
[3] mean productivity (MP)
[4] susceptibilitya stress index (SSI)

بهره‌وری[1] و شاخص تحمل به تنش[2] را معرفی نمود.[۱۰] ژنوتیپ‌های پایدارتر بر اساس این شاخص دارای مقادیر بالای شاخص تحمل به تنش هستند، بنابراین انتظار می‌رود که با استفاده از این شاخص ژنوتیپ‌های گروه A ازسایر گروه‌ها قابل تفکیک باشند. مقایسه‌ی شش رقم گندم دارای تحمل به شوری متفاوت و نسل‌های اول حاصل از آن‌ها، در دو شرایط بدون تنش و تنش شدید شوری، نشان داد که رابطه‌ی ژنتیکی تحمل به شوری با شاخص حساسیت به تنش، زیاد بود.[۷] از مقادیر بالای شاخص تحمل به تنش برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به شوری در جوهای معمولی و بدون پوشینه نیز استفاده شده است.[۲۲] در مقایسه‌ی ۱۸ لاین امیدبخش گندم با ارقام کویر و روشن در تنش شوری، لاین‌های برتر از شاهد، مشخص شدند.[۲] در بررسی اثر شوری‌های مختلف آب آبیاری بر خصوصیات مختلف تعداد زیادی از ارقام گندم هگزاپلوئید و تتراپلوئید، از شاخص ضریب حساسیت به تنش استفاده شده است.[۱۱] *مقدم و هادی‌زاده (۲۰۰۲)*، واکنش هیبریدهای ذرت و لاین‌های والدی آن‌ها به خشکی را با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل به تنش بررسی و از میان چهار شاخص محاسبه شده تحمل به تنش، حساسیت به تنش، تحمل به تنش و بهره‌وری متوسط یا میانگین تولید، شاخص تحمل به تنش، ازمزایای بیشتری برای گزینش ارقام مطلوب در شرایط تنش و بدون تنش برخوردار بود.[۱۹] *فتح باهری و همکاران (۲۰۰۳)*، با ارزیابی برخی از شاخص‌های تحمل به خشکی در چند ژنوتیپ جو بهاره، همبستگی معنی‌دار بین شاخص تحمل به تنش با شاخص‌های میانگین تولید یا هارمونیک، و شاخص میانگین هندسی در شرایط تنش و بدون تنش گزارش کردند.[۹] *شیری (۲۰۰۵)*، در ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی در ارقام گندم و *کارگر و همکاران (۲۰۰۴)* در بررسی ژنوتیپ‌های سویا دریافتند، شاخص میانگین هندسی محصول‌دهی و شاخص تحمل به تنش، همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در محیط تنش و بدون تنش دارند.[۲۶،۱۶] *سی‌وسه‌مرده و همکاران (۲۰۰۶)*، با ارزیابی۱۱ژنوتیپ گندم نان گزارش کردند که در شرایط تنش ملایم، شاخص‌های تحمل به تنش، میانگین تولید و میانگین هندسی برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در شرایط تنش و بدون تنش مناسب هستند.[۲۷] *نارایان و میسرا (۱۹۸۹)*، در آزمایشی به منظور تعیین مقاومت به تنش خشکی واریته‌های گندم در محیط تنش و بدون تنش، دریافتند که شاخص حساسیت به تنش، با عملکرد تحت شرایط بدون تنش، همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد.[۲۱] *اهدائی و همکاران (۱۹۸۸)*، در مطالعه‌ای که روی تعدادی از ارقام بومی و پیشرفته‌ی گندم بهاره، در محیط‌های تحت تنش خشکی انجام دادند، نتیجه گرفتند که از نظر میانگین شاخص حساسیت، ارقام بومی با واریته‌های پیشرفته تفاوتی ندارند.[۸] همچنین مطالعه‌ی همبستگی‌های بین شاخص‌های تحمل به تنش و عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش و بدون تنش نشان داد که شاخص میانگین هندسی و شاخص تحمل به تنش، شاخص‌های مناسبی می‌باشند.[۸] برخی پژوهشگران نیز تلاش‌هایی در جهت تعیین بهترین معیار برای انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب تحت شرایط تنش و بدون تنش انجام دادند. برای مثال *احمدی و سی‌وسه‌مرده (۲۰۰۳)*، گزارش کردند که دو شاخص تحمل به تنش و میانگین تولید، در تفکیک ارقام مؤثرتر بودند.[۳] *افسر و همکاران (۲۰۰۴)*، شاخص تحمل به تنش را یکی از بهترین شاخص‌ها برای گزینش ارقام متحمل در هر دو محیط بدون تنش و دارای تنش خشکی در ماش معرفی نمودند.[۱]

هدف از این تحقیق، تعیین تحمل و حساسیت ارقام گندم نان و مقایسه‌ی واکنش به شوری آن‌ها در مرحله‌ی گیاهچه‌ای و امکان شناسایی و

[1] geometric mean productivity (GMP)
[2] strees tolerance index (STI)

انتخاب والدین مناسب متحمل به شوری جهت ایجاد جمعیت‌های جدید بود.

مواد و روش‌ها در این بررسی، ۵۱ رقم تجاری و لاین بومی گندم نان (تهیه شده از مؤسسه‌ی تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج (جدول ۱) در برابر شوری حاصل از کلرید سدیم، در سطوح شوری ۰، ۸ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر، در آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. این آزمایش، در پاییز ۱۳۹۱ در گلخانه‌ی دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، واقع در منطقه‌ی ماهدشت انجام گردید. کاشت این ارقام در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه‌ی ۲۰ سانتی‌متر انجام شد. هر یک از گلدان‌ها حاوی مخلوطی از خاک مزرعه با بافت متوسط شامل کود پوسیده‌ی دامی و ماسه‌ی غیر شور به ترتیب با نسبت ۱:۱:۲ بودند.[۲۳] شرایط دمایی گلخانه به صورت ۲ ± ۲۰ درجه‌ی سلسیوس و دوره‌ی روشنایی به مدت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و رطوبت نسبی ۵ ± ۴۰٪ تنظیم شد. جهت ضدعفونی، بذور مذکور ابتدا به طور جداگانه در هیپوکلریت سدیم ۱/۵٪ به مدت ۳ دقیقه ضدعفونی سطحی شدند و سپس با آب مقطر شستشو داده شدند. در هر گلدان ۱۵ عدد بذر گندم نان کاشته شد که در مراحل بعد از سبز شدن و جوانه‌زدن، با انجام تنک تعداد آن‌ها به ۱۰ بوته در هر گلدان، کاهش یافت. پس از کاشت، تیمار شوری در گلدان‌های مربوطه، از طریق آبیاری با آب شور اعمال گردید. برای جلوگیری از شوک ناگهانی به گیاهچه‌ها، تیمارهای شوری به صورت مرحله‌ای با هدایت الکتریکی ۴ دسی‌زیمنس بر متر شروع و در هر روز، ۲ دسی‌زیمنس بر متر، به مقدار شوری اضافه [۱۴] و در نهایت سطح شوری مورد نظر (۱۶ دسی زیمنس بر متر) بعد از گذشت یک هفته، به دست آمد. مدار آبیاری به صورت دو روز در میان در هفته بود. به منظور جلوگیری از خروج آب زهکش، برای تمام گلدان‌ها از زیر گلدانی استفاده شد و برای کنترل مقدار هدایت الکتریکی، در هر نوبت آبیاری هدایت الکتریکی آب جمع شده در زیرگلدانی‌ها، با دستگاه هدایت‌سنج دیجیتالی اندازه‌گیری و کنترل شد. زمانی که میزان هدایت الکتریکی تمایل به افزایش نمود، در این حالت زیرگلدانی‌ها برداشته شدند و حجم آب آبیاری برای هر گلدان نسبت به قبل افزایش پیدا کرد که آب از زیر گلدان‌ها خارج شده و زهکشی انجام شد. در این حالت مقدار هدایت الکتریکی گلدان‌ها تا حدودی ثابت مانده و از روند افزایش میزان شوری کاسته شد. از چندین گلدان مشابه با گلدان‌های اصلی، به عنوان شاهد یا گلدان‌های پشتیبان در جهت اندازه‌گیری مقدار آب مورد نیاز جهت آبیاری گلدان‌ها و تخمین مقدار آب زهکش، در گوشه‌ای از گلخانه استفاده شد. آبیاری گلدان‌های آزمایشی با غلظت‌های شوری یاد شده، تا مرحله‌ی ۵-۴ برگی (مرحله‌ی پنجه‌زنی گیاه) ادامه پیدا کرد. در این مرحله تمامی ۱۰ بوته‌ی موجود در هر گلدان برداشت شده و با استفاده از پنس، ریشه و اندام هوایی هر یک از بوته‌ها جدا شده و در پاکت‌های جداگانه قرار گرفتند. برای خشک کردن نمونه‌ها، پاکت‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه‌ی سلسیوس قرار گرفتند. وزن خشک اندام هوایی و ریشه به وسیله‌ی یک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم تعیین شد. مجموع وزن خشک ریشه و وزن خشک اندام هوایی، به عنوان وزن زیست توده کل یا عملکرد بیولوژیک محاسبه شد. برای اندازه‌گیری شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش، از سطح شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر به عنوان شرایط تنش و از صفر به عنوان شرایط نرمال استفاده شد. چنانچه Yp و Ys به ترتیب نشانگر عملکرد بیولوژیک بالقوه هر ژنوتیپ در محیط شاهد و تنش و $\bar{Y}p$ و $\bar{Y}s$ میانگین عملکرد بیولوژیک کلیه‌ی ژنوتیپ‌ها در دو محیط شاهد و تنش باشند، آنگاه می‌توان شاخص‌های مختلف را به شرح زیر تعریف نمود:

شاخص حساسیت به تنش:[۱۱]

$$SI = 1 - \frac{\bar{Y}\bar{Y}s}{\bar{Y}\bar{Y}p}$$

$$SSI = \frac{1 - \left(\frac{Ys}{Yp}\right)}{SI}$$

SI[1] معادل شدت تنش می‌باشد. هر چه مقدار SSI کوچکتر باشد، میزان تحمل تنش بالاتر است.

شاخص بهره‌وری متوسط یا میانگین تولید:

$$MP = \frac{YS + YP}{2}$$

شاخص تحمل:[۲۵]

$$TOL = Yp - Ys$$

مقادیر بالای شاخص تحمل نمایانگر حساسیت بیشتر به تنش بوده و هر قدر مقادیر این شاخص پایین‌تر باشد، مطلوب‌تر خواهد بود. انتخاب بر اساس شاخص تحمل در اصلاح عملکرد تحت شرایط تنش مفید بوده، در حالیکه ژنوتیپ‌های برگزیده تظاهر خوبی تحت شرایط بدون تنش ندارند.

شاخص تحمل به تنش:[۱۰]

$$STI = \frac{Yp \times Ys}{(\bar{Y}\bar{Y}p)2}$$

مقدار بالاتر شاخص تحمل به تنش یک ژنوتیپ، نمایانگر تحمل به تنش بالاتر و عملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ می‌باشد.

میانگین هندسی بهره‌وری: [۱۰]

$$GMP = \sqrt{YP \times Ys}$$

نتایج و بحث اثر شوری بر وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ و زیست توده کل معنی‌دار بود. همچنین اثر ژنوتیپ نیز روی تمامی صفات ارزیابی شده معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل شوری و ژنوتیپ بر

جدول ۱- فهرست ژنوتیپ‌های گندم نان مورد بررسی

Table 1- List of studied common wheat genotypes

No.	name	No.	name	No.	name
1	MS – 85 – 17	18	22587	35	Mahabad 1856
2	MS – 84 – 13	19	22919	36	Azerbaijan G.-3156 Turgidam
3	Nishapur	20	22941	37	Farahan 4452
4	Zarea	21	22762	38	Saruq 4468
5	pishgam	22	22586	39	Safar Abad 4571
6	MV - 17	23	22624	40	Shakil 4692
7	Parsi	24	22776	41	Baberar 4612
8	Sistan	25	22612	42	Bayan Noo 4609
9	Roshan	26	22724	43	Emamcandi-Marand 4669
10	Darya	27	22606	44	Noor Candi 4679
11	Bam	28	23081	45	Lan jea 4683
12	Morvared	29	23047	46	Trfan4678
13	Boolani	30	23076	47	Mahdasht 5257
14	Kaver	31	Azerbaijan 2664	48	Barojin 5499
15	Arg	32	Rezaieh 2745	49	Nishapur 5549
16	Mihan	33	Alborz 2041	50	Nishapur 5611
17	Sivand	34	Marand 1816	51	Tarhan 1037

[1] stress intensity (SI)

روی هیچ یک از صفات ارزیابی شده معنی‌دار نبود (جدول ۲).
نتایج مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن (جدول ۳) نشان داد که حداکثر مقادیر برای صفات وزن خشک ریشه، وزن خشک برگ و زیست توده کل در سطح شوری صفر (آب مقطر) و حداقل مقادیر صفات مذکور در سطح شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد. کاهش معنی‌دار وزن خشک ریشه، برگ و زیست توده

جدول ۲- میانگین مربعات صفات مورد بررسی در شرایط شوری در مرحله‌ی گیاهچه‌ای در گلخانه

Table 2- Mean squares of studied traits in salinity condition at the seedling stage in greenhouse

Source of variation	degree of freedom	mean of squares		
		root dry weight	shoot dry weight	biomass
Replication	1	2834321.8 ^{ns}	12485216.0 **	27216952.9 **
Salinity	2	21942231.6 **	90308136.2 **	102253672.8 **
Cultivar	50	1357761.5 *	3000618.2 **	7100960.3 **
Salinity*cultivar	100	502324.3 ^{ns}	1062997.2 ^{ns}	2019340.5 ^{ns}
Error	152	850546.2	1146211.4	2933720.7
C.V.%	-	50.6	28.7	30.9

ns,** non-significant and significant at 1% level of probability, respectively. nsو**و به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

در اثر تنش شوری، نشان دهنده‌ی عدم حضور یا مؤثر نبودن سازوکارهای تحمل به تنش شوری در ارقام حساس می‌باشد. البته تأثیر تنش شوری بر رشد، پدیده ساده‌ای نیست که در همه گیاهان به طور مشابه عمل کند و ممکن است کاهش در وزن خشک ریشه، برگ و زیست‌توده در اثر اختلال در جذب مواد غذایی لازم جهت رشد باشد. با افزایش شوری وزن زیست توده کل به دلیل کاهش سطح فتوسنتز کننده، کاهش طول مدت فعال فتوسنتزی برگ و کاهش انتقال مواد ذخیره‌ای از ریشه به اندام هوایی، کاهش می‌یابد. از طرفی سطح اندام‌های فتوسنتزکننده در اثر تنش شوری بر اثر مرگ تعدادی از برگ‌ها بسیار کاهش می‌یابد و بازده فتوسنتز برگ‌های باقی مانده نیز زیاد نمی‌باشد. از جهت دیگر، انتقال کربوهیدرات‌های غیرساختمانی از ریشه به اندام هوایی در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط طبیعی کمتر است، در نتیجه زیست‌توده کل تولید شده در اثر تنش شوری کاهش می‌یابد. دارای زیست‌توده بالایی در شرایط تنش شوری باشد نشان دهنده‌ی مقاومت آن ژنوتیپ به شوری است و می‌تواند عملکرد بیولوژیک بالایی را داشته باشد. در این بررسی ژنوتیپ‌های شماره‌ی ۳۷، ۳۸، ۴۶، ۷، ۳۲ و ۳ که دارای بالاترین عملکرد بیولوژیک در شرایط نرمال می‌باشند و میزان عملکرد آن‌ها در شرایط تنش زیاد می‌باشد، دارای

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مختلف گیاهچه در اثر اعمال سطوح شوری در گلخانه

Table 3- Mean comparison of salinity levels in seedling stage in greenhouse

Salinity levels (ds/m)	root dry weight (mg)	shoot dry weight (mg)	biomass (mg)
0	2254.7 a	4779.0 a	7033.7 a
8	1875.6 b	3387.6 b	5263.2 b
16	1332.0 c	2986.0 c	4318.0 c

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ هستند.

Columns with common letters have no significant difference at 1% probability level.

بالاترین مقدار شاخص میانگین تولید می‌باشد. برعکس، ژنوتیپ‌های ۱۴، ۱۰، ۳۹، ۴۹، ۱۷ و ۲۳ که هم در شرایط نرمال و هم در شرایط تنش شوری (سطح ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) کمترین میزان عملکرد را دارند به لحاظ این شاخص نیز در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در پایین‌ترین سطح قرار دارند (جدول ۶). بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش به لحاظ شاخص میانگین تولید، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص میانگین تولید با عملکرد هم در شرایط نرمال و هم در شرایط تنش وجود داشت. در عین حال، همبستگی این شاخص با عملکرد بیولوژیک در شرایط نرمال بیش از عملکرد در شرایط تنش می‌باشد (جدول ۴).

از آنجایی که در شرایط محیطی اجرای این آزمایش، میانگین عملکرد بیولوژیک (۵۲۴۰/۶) در شرایط نرمال حدود ۱/۱۱ برابر میانگین عملکرد بیولوژیک (۴۷۱۹/۶) در شرایط تنش است، بیشتر بودن میزان این همبستگی در شرایط نرمال نسبت به شرایط تنش قابل انتظار است. این شاخص فقط در صورتی با عملکرد در شرایط تنش مرتبط است که شدت تنش کم بوده و عملکرد در شرایط تنش سهم بالایی را در این شاخص داشته باشد. همچنین به لحاظ شاخص تحمل تنش ژنوتیپ‌های ۳۷، ۳۸، ۴۶، ۷، ۳۲ و ۳ دارای بالاترین مقدار می‌باشند. از آنجایی‌که در تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به تنش مقدار بالای شاخص تحمل به تنش مورد نظر است بنابراین، ژنوتیپ‌های انتخاب شده دارای وضعیت بهتری نسبت به سایر ارقام می‌باشند. به طور کلی، این شاخص بهتر از شاخص میانگین تولید می‌تواند ژنوتیپ‌ها از هم تفکیک کند.[۱۰] به همین خاطر مشاهده می‌شود که ژنوتیپ‌های ۳۷، ۳۸، ۴۶، ۷، ۳۲ و ۳ که بر اساس شاخص تحمل تنش انتخاب شده‌اند، دارای عملکرد بالایی در شرایط نرمال و همچنین دارای عملکرد بالایی در شرایط تنش می‌باشند و بیشترین میزان این شاخص را دارند. و ژنوتیپ‌های ۳۹، ۱۰، ۲۳، ۴۹، ۱۴ و۱۷ که دارای عملکرد بالا در شرایط نرمال اما عملکرد پایین در شرایط تنش هستند، کمترین میزان شاخص تحمل تنش را نشان می‌دهند (جدول ۶). بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر شاخص تحمل به تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص تحمل تنش با عملکرد، هم در شرایط نرمال و هم تنش مشاهده شد (جدول ۴).

همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص میانگین هندسی با عملکرد، هم در شرایط نرمال و هم در شرایط تنش مشاهده شد (جدول ۴). با توجه به این که شاخص میانگین تولید، مجذور حاصلضرب عملکرد در شرایط شاهد و تنش می‌باشد، مقادیر بالای این شاخص ژنوتیپ‌هایی را معرفی می‌نماید که دارای عملکرد بیولوژیک نسبی بالا در هر دو شرایط نرمال و تنش می‌باشد. در واقع، شاخص تحمل به تنش نیز بر مبنای شاخص میانگین هندسی تولید برآورد شده است.[۱۰] محققین دیگری نیز اظهار کرده‌اند که ارقام مختلف به لحاظ شاخص میانگین هندسی با هم تفاوت دارند. *ایزانلو و همکاران (۲۰۰۲) و فرناندز*

جدول ۴- همبستگی بین شاخص‌های تحمل به شوری و عملکرد در دو شرایط شاهد و شوری

Table 4- Correlation among salt tolerance indices and yield in both control and salinity conditions

Index	Y_P	Y_S	MP	GMP	TOL	STI
Y_S	0.277 *					
MP	0.89 **	0.70 **				
GMP	0.75 **	0.83 **	0.996 **			
STI	0.74 **	0.82 **	0.981 **	0.98 **		
SSI	0.57 **	-0.59 **	-0.02 n.s	-0.06 n.s	-0.05 n.s	
TOL	0.58 **	-0.61 **	0.02 n.s	0.07 n.s	-0.08 n.s	0.97 **

TOL: tolerance, MP: mean productivity, GMP: geometric mean productivity, SSI: stress susceptibility index, STI: strees tolerance index, YP: yield stress condition and the YS: yield stress of the situation

(۱۹۹۲) همبستگی مثبت و بالایی بین عملکرد هم در شرایط نرمال و هم در شرایط تنش با شاخص میانگین تولید گزارش کردند.[۱۰،۱۳] *کوچکی و همکاران (۲۰۰۶)*، نیز وجود همبستگی مثبت و بالا بین عملکرد هم در شرایط نرمال و هم در شرایط تنش با شاخص میانگین تولید گزارش نمودند.[۱۸]

همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص حساسیت به تنش با عملکرد بیولوژیک در شرایط نرمال وجود داشت (جدول ۴). در صورتی که همبستگی بین این شاخص با عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش، منفی و معنی‌دار بود. بنابراین ژنوتیپ‌های ۴۵، ۱۵، ۲۷، ۲۳، ۳۹ و ۴۳ که بالاترین عملکرد بیولوژیک را در شرایط نرمال و کمترین عملکرد بیولوژیک را در شرایط تنش دارا بودند بیشترین میزان شاخص حساسیت را داشتند و ژنوتیپ‌های ۹، ۶، ۲۱، ۴، ۱۹ و ۳۱ که عملکرد بیولوژیک بالایی را در شرایط تنش دارا بودند، کمترین میزان این شاخص را داشتند در نتیجه این ژنوتیپ‌ها بیشترین مقاومت را نسبت به شوری دارا هستند. محققین دیگری نیز عدم وجود یک همبستگی مثبت بین شاخص حساسیت به تنش و عملکرد در شرایط نرمال و همبستگی منفی بین عملکرد در شرایط تنش با این شاخص را گزارش کردند. *کارگر و همکاران (۲۰۰۴)* و *فیشر و مورر (۱۹۷۸)* نیز بیان کردند که ارقام دارای شاخص حساسیت به تنش کمتر، عملکرد بیشتری را در شرایط تنش دارند.[۱۱،۱۶] به لحاظ شاخص تحمل نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص تحمل با عملکرد در شرایط نرمال مشاهده شد. در صورتی که همبستگی این شاخص با عملکرد در شرایط تنش منفی بود (جدول ۴). با توجه به فرمول شاخص $TOL = Y_P - Y_S$ هر چه اعداد به دست آمده از این فرمول، کوچکتر باشند (در این جا منفی بودن اعداد نیز به معنای کوچک‌تر بودن آن‌هاست) به این معنی است که اختلاف عملکرد بین دو شرایط نرمال و تنش کمتر و در نتیجه این اعداد کوچک‌تر برای ما مطلوب‌تر هستند. به این معنا که این ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش، عملکرد بالایی دارند. به عبارتی انتخاب بر اساس شاخص تحمل به نفع ژنوتیپ‌هایی است که در شرایط تنش عملکرد بیشتری دارند. در مورد شاخص حساسیت به تنش نیز به همین گونه است. بنابراین ژنوتیپ‌های ۴۵، ۲۷، ۱۵، ۴۳، ۵۰ و ۲۹ که بالاترین عملکرد را در شرایط نرمال داشتند به لحاظ این شاخص نیز از بقیه ژنوتیپ‌ها بالاتر بودند (جدول ۶). از آنجایی که مقدار بالای این پارامتر بیانگر حساسیت زیاد ژنوتیپ مورد نظر به تنش می‌باشد و مقدار پایین این پارامتر برای اصلاح‌گر مطلوب‌تر می‌باشد، بنابراین ژنوتیپ‌های ۹، ۲۱، ۶، ۱۹، ۴ و ۳۵ که از نظر شاخص تحمل دارای کمترین مقدار می‌باشند ژنوتیپ‌های متحمل به شوری می‌باشند.

نتیجه‌گیری کلی انتخاب بر مبنای شاخص‌های مختلف، ممکن است به انتخاب ارقام متفاوتی منجر شود. به طور کلی، شاخص یا شاخص‌هایی که با عملکرد در هر دو شرایط شاهد و تنش شوری همبستگی بالا و یکسانی داشته باشند به عنوان بهترین شاخص‌ها محسوب می‌شوند. در نتیجه می‌توان گفت که شاخص‌های میانگین تولید که همبستگی آن با عملکرد بیولوژیک در شرایط شاهد ۸۹٪ و با عملکرد در شرایط تنش ۷۰٪ بود و شاخص میانگین هندسی تولید که همبستگی آن با عملکرد بیولوژیک در شرایط شاهد ۷۵٪ و با عملکرد در شرایط تنش ۸۳٪ بود و شاخص تحمل به شوری که همبستگی آن با عملکرد بیولوژیک در شرایط شاهد ۷۴٪ و با عملکرد در شرایط تنش ۸۲٪ بود به عنوان بهترین شاخص‌های انتخاب در این بررسی معرفی می‌شوند. *فرناندز (۱۹۹۲)* نیز اظهار کرد که شاخص‌های تحمل به شوری و میانگین هندسی تولید بهترین شاخص برای گزینش ارقام می‌باشند.[۱۰] *ایزانلو و همکاران (۲۰۰۲)* و *کارگر و همکاران (۲۰۰۴)* نیز شاخص‌های تحمل به شوری، میانگین تولید و میانگین هندسی تولید را به عنوان بهترین شاخص برای گزینش ارقام مقاوم به

تنش معرفی کردند.[۱۳،۱۶] در این بررسی با توجه به شاخص‌های میانگین هندسی تولید، میانگین تولید و تحمل به شوری ژنوتیپ‌های ۳۷، ۳۸، ۴۶، ۷، ۳۲ و ۳ به عنوان ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط شاهد و تنش شوری دارای عملکرد بیولوژیک بالایی می‌باشند، شناسایی شدند. از طرف دیگر، مشاهده می‌گردد که ژنوتیپ‌های ۹، ۶، ۲۱، ۴، ۱۹، ۳۱ و ۳۵ دارای کمترین میزان شاخص تحمل و شاخص حساسیت به تنش می‌باشند.[۱۰] با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، هفت مؤلفه محاسبه شد، ولی از آنجایی که دو مؤلفه‌ی اصلی اول و دوم ۹۹/۱٪ تغییرات موجود در متغیرها را در بر می‌گیرند و مؤلفه‌ی اول ۶۰/۸٪ و مؤلفه‌ی دوم ۳۸/۳٪ را شامل می‌شود، می‌توان از سایر مؤلفه‌های اصلی که اهمیت چندانی ندارند، چشم‌پوشی نمود. به همین جهت ترسیم بای پلات بر اساس دو مؤلفه‌ی اصلی صورت گرفت. در این بررسی با توجه به جدول ۵ اولین مؤلفه ۶۰/۸٪ از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمود و ارتباط بالایی را با شاخص‌های میانگین هندسی تولید، عملکرد بیولوژیک بالقوه هر ژنوتیپ در محیط تنش، تحمل به شوری و میانگین تولید نشان داد. از آنجا که مقادیر بالای این شاخص‌ها مطلوب است و با توجه به رابطه‌ی مثبت مؤلفه‌ی اول با این شاخص‌ها، اگر میزان بالای آن انتخاب شود ژنوتیپ‌هایی گزینش می‌شود که دارای عملکرد بالا در هر دو محیط بدون تنش و تنش هستند، از این رو آن را مؤلفه‌ی پتانسیل عملکرد و متحمل به تنش شوری می‌توان نام‌گذاری کرد. از طرف دیگر، مؤلفه‌ی دوم ۳۸/۳٪ از تغییرات موجود را به خود اختصاص داد و دارای ارتباط مثبت و بالایی با شاخص‌های حساسیت به تنش و تحمل بود.. از این رو آن مؤلفه، حساسیت به تنش نامیده می‌شود. با توجه به آنکه مقادیر پایین این شاخص‌ها مورد نظر است و با توجه به رابطه‌ی منفی مؤلفه‌ی دوم با این شاخص‌ها، اگر میزان این مؤلفه بالا باشد ژنوتیپ‌های متحمل به تنش انتخاب می‌گردد. با توجه به این نکات قسمت مطلوب بای پلات (شکل ۱) ناحیه‌ی سمت راست و بالا (مقادیر بیشتر مؤلفه‌ی اول و مؤلفه‌ی دوم) خواهد بود و ژنوتیپ‌های ۳۷، ۷، ۳ و ۳۳ در این ناحیه قرار دارند.

جدول ۵- مقادیر ویژه و بردارهای ویژه برای پنج شاخص حساسیت و تحمل در ۵۱ ژنوتیپ گندم مورد آزمایش

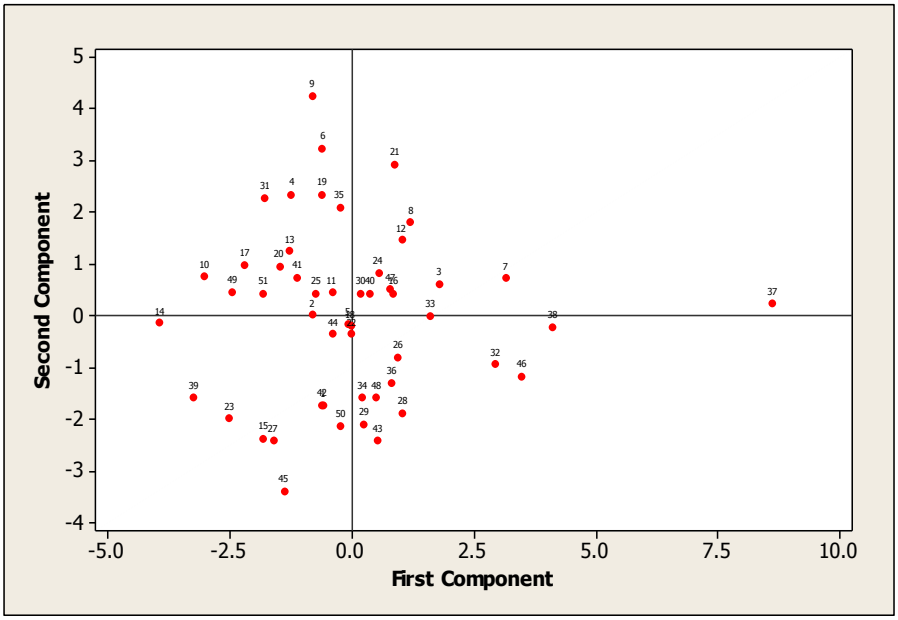
Table 5- Special values and eigenvectors of five sensitivity and tolerance indices of 51 wheat genotypes

	Component 1	Component 2	Component 3	Component 4	Component 5	Component 6	Component 7
Eigen values	4.25	2.68	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
Variance (%)	60.8	38.3	0.7	0.2	0.00	0.00	0.00
Cumulative share (%)	60.8	99.1	99.8	100	100	100	100
Y_P	0.35	-0.41	0.39	0.04	-0.20	0.70	0.07
Y_S	0.41	0.31	-0.02	-0.25	-0.38	-0.17	0.69
MP	0.48	-0.05	0.22	-0.13	-0.36	-0.43	-0.60
GMP	0.48	-0.02	-0.02	-0.40	0.77	0.00	0.00
STI	0.47	-0.02	-0.50	0.71	0.06	0.00	0.00
SSI	-0.05	-0.60	-0.63	-0.42	-0.22	0.00	0.00
TOL	-0.05	-0.60	0.35	0.25	0.15	-0.53	0.37

جدول ۶- عملکرد بیولوژیک در شرایط نرمال، تنش و محاسبه‌ی شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش

Table 6- biological yield in normal and stress conditions and calculation of tolerance and susceptibility indices

Genotype	biological yield in normal conditions	biological yield under stress conditions	MP	GMP	STI	SSI	TOL
1	5900	3730	4815	4691.16	0.80	3.70	2170.00
2	4845	4340	4592.5	4585.55	0.77	1.05	505.00
3	5685	5940	5812.5	5811.10	1.23	-0.45	-255.00
4	3630	4970	4300	4247.48	0.66	-3.71	-1340.00
5	5265	4650	4957.5	4947.95	0.89	1.17	615.00
6	3570	5640	4605	4487.18	0.73	-5.83	-2070.00
7	6215	6695	6455	6450.54	1.52	-0.78	-480.00
8	4890	6130	5510	5475.01	1.09	-2.55	-1240.00
9	3155	5845	4500	4294.30	0.67	-8.58	-2690.00
10	3445	3410	3427.5	3427.46	0.43	0.10	35.00
11	4815	4720	4767.5	4767.26	0.83	0.20	95.00
12	4965	5890	5427.5	5407.76	1.06	-1.87	-925.00
13	4055	4565	4310	4302.45	0.67	-1.26	-510.00
14	3385	2610	2997.5	2972.35	0.32	2.30	775.00
15	5710	2865	4287.5	4044.64	0.60	5.01	2845.00
16	5385	5380	5382.5	5382.50	1.05	0.01	5.00
17	3745	3960	3852.5	3851.00	0.54	-0.58	-215.00
18	5310	4660	4985	4974.39	0.90	1.23	650.00
19	3895	5320	4607.5	4552.08	0.75	-3.68	-1425.00
20	4085	4335	4210	4208.14	0.64	-0.62	-250.00
21	4295	6390	5342.5	5238.80	1.00	-4.91	-2095.00
22	5395	4600	4997.5	4981.67	0.90	1.48	795.00
23	5110	2665	3887.5	3690.28	0.50	4.81	2445.00
24	5050	5385	5217.5	5214.81	0.99	-0.67	-335.00
25	4665	4535	4600	4599.54	0.77	0.28	130
26	6070	4900	5485	5453.71	1.08	1.94	1170.00
27	5830	2950	4390	4147.11	0.63	4.97	2880.00
28	6735	4485	5610	5496.04	1.10	3.36	2250.00
29	6520	4005	5262.5	5110.05	0.95	3.88	2515.00
30	5080	5030	5055	5054.94	0.93	0.10	50.00
31	3405	4625	4015	3968.39	0.57	-3.60	-1220.00
32	7005	5835	6420	6393.29	1.49	1.68	1170.00
33	5935	5590	5762.5	5759.92	1.21	0.58	345.00
34	6185	4200	5192.5	5096.76	0.95	3.23	1985.00
35	4155	5440	4797.5	4754.28	0.82	-3.11	-1285.00
36	6300	4630	5465	5400.83	1.06	2.67	1670.00
37	8600	9115	8857.5	8853.76	2.85	-0.60	-515.00
38	7105	6745	6925	6922.66	1.74	0.51	360.00
39	4505	2455	3480	3325.62	0.40	4.58	2050.00
40	5170	5125	5147.5	5147.45	0.96	0.09	45.00
41	4355	4450	4402.5	4402.24	0.71	-0.22	-95.00
42	5895	3740	4817.5	4695.46	0.80	3.68	2155.00
43	6835	4005	5420	5232.03	1.00	4.16	2830.00
44	5225	4410	4817.5	4800.23	0.84	1.57	815.00
45	6585	2670	4627.5	4193.08	0.64	5.98	3915.00
46	7370	6000	6685	6649.81	1.61	1.87	1370.00
47	5305	5370	5337.5	5337.40	1.04	-0.12	-65.00
48	6315	4345	5330	5238.19	1.00	3.14	1970.00
49	3845	3620	3732.5	3730.80	0.51	0.59	225.00
50	6310	3760	5035	4870.89	0.86	4.06	2550.00
51	4170	3970	4070	4068.77	0.60	0.48	200.00



شکل ۱- نمایش بای پلات ۵۱ ژنوتیپ گندم بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

Fig. 1- Biplot indicating 51 wheat genotypes based on principal component analysis

References

1. Afsar A, Sadeghian S, and Habibi D (2004) The Study of breeding selected cultivars to tolerance and drought tolerance in vetch varieties. Crop and Breeding congress of Iran, Rasht.
2. Afyuni D, Amini A, Mahlooji M (2005) Comparison of promising wheat lines under salinity stress. Article of the 9th Congress of Iranian Territory 205-204.
3. Ahmadi A, Sio-Se Mardeh (2003) Relationships between indices of drought tolerance and yield in wheat cultivars for different climates in terms of tension and stress. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 34(3): 667-679.
4. Almansouri M, Kinet JM, Lutts S (2001) Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Plant Soil, 231: 243-254.
5. Alshammary SF, Qian YL, Wallner SJ (2004) Growth response of four turf grass species to salinity. Journal of Agricultural Water Management, 66: 97-111.
6. Ashraf M (1994) Breeding for salinity tolerance in plant. CRC Critical Review in Plant Sciences, 13: 17-42.
7. Dehdari A, Rezai A, Maibody SAM (2005) Salt tolerance of seedling and adult bread wheat plants based on ion contents and agronomic traits. Common. Soil Science Plant 36(15&16): 2239-2253.
8. Ehdaei B, Waines JG, Hall AE (1988) Differential responses of land races and improved spring wheat genotypes to stress environments Crop Scholarship 28: 838-842.
9. FathBaheri S, Jawanshir A, KazemiArbat H, Aharyzad S (2003) Evaluation of indices some drought tolerance in several spring barley cultivars. Journal of Agricultural Knowledge 105(3): 13-95.
10. Fernandez GC (1992) Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Pp: 257-270: In: Kuo CG (ed). Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food crops to Temperature Water Stress, Taiwan. 13-18 Aug.
11. Fischer RA, Maurer R (1978) Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal Agriculture Research 29: 897-912.

12. Ghorbani M H, Soltani A, Amiri S (2007) Effect of salinity and seed size on seedling germination and growth response of wheat germ. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 14(6): 37-45.
13. Izanlou A, Zeynali H, Hosseinzadeh A, MajnunHosseini N (2002) The best indicator of drought tolerance in soybean cultivars. Research Institute of Plant Breeding and Seed, Karaj. The 7th Key Ppers of Crop Science Congress 553-554.
14. Kafi M (1998) Salinity effects on photosynthesis in susceptible and tolerant wheat cultivars. The Fifth Congress of Agronomy Abstracts, p. 33.
15. Kamkar B, Kafi M, NassiriMahallati A (2004) Determination of the Most Sensitive Developmental Period of Wheat (*Triticum aestivum*) to Salt Stress to Optimize Saline Water Utilization. The 4thInternational Crop Science Congress.
16. Kargar SMA, Ghannadha MR, Bozorgi-Pour R, Babaei HA (2004) An investigation of drought tolerance indices in some soybean genotypes under restricted irrigation conditions Iranian Journal of Agriculture Science 35(1): 129-142.
17. Kingbury RW, Epstein E, Pearcy (2006) Salt sensitivity in wheat. Plant Physiology. 80: 651-654.
18. Koocheki AR, Yazdansepas A, Nikkhah R (2006) The effect of end season drought on grain yield and some morphological traits in wheat genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences 8(1): 14-29.
19. Moghadam AV, Hadizadeh V (2002) Response of maize hybrids and their parental lines to drought using different stress tolerance indices. Seed and Plant Journal 18(3): 272-255.
20. Munns R, James RA, Lauchli A (2006) Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany 57: 1025-1043.
21. Narayan D, Misra RD (1989) Drought resistance in varieties of wheat in relation to root growth and drought indices. India Journal of Agriculture Science 59(9): 595-598.
22. Noorynia A, Naderi D, Yaghmaee F (2004) Evaluation and selection of normal barley genotypes tolerant to salinity. Proceedings of the 8th Congress of Iranian Plant Breeding and Agronomy, University of Guilan. p. 265.
23. Rascio A, Plantani C, Di fonzo n, Wittmer G (1992) Bound water in durum wheat under drought stress. Plant Physiology 98: 906-912.
24. RezvaniMoghaddam P, Koochaki A (2001) Research history on salt affected lands of Iran: Present and future prospects – halophytic ecosystem – International Symposium on Prospects of Saline Agriculture in the GCC Countries. Dubai, UAE.
25. Rosielle AA, Hamblin J (1981) Theoretical aspect of selection for yield in stress and non- stress environment. Crop Science 21: 943-946.
26. Shiri MR (2005) Evaluation stress tolerance index selection of wheat genotypes. 1st Environment Stress on Plants Conformance. Takstan. 101-103.
27. Sio-Se Mardeh A, Ahmadi A, Poustini K, Mohammadi V (2006) Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crop Research 98: 222- 229.
28. Thanji KK (1996). Agricultural salinity assessment and management. American Society of Civil Engineers. p. 619.

Evaluation of salinity tolerance indices in some bread wheat genotypes at seedling stage

Modern Science of Sustainable Agriculture
Vol. 10, No. 1 (27-39)

Sepideh Biriyay[*]
Master of plant breeding
Department of Plant Breeding
College of Agriculture and Natural Resources
Islamic Azad University
Karaj Branch
Karaj, Iran
Email ✉:
sepideh_biriyaee@yahoo.com
(corresponding author)

Manouchehr Khodarahmi
Assistant professor
Research Institute of Seed and Plant Breeding
Karaj, Iran
Email ✉:
khodarahmi_m@yahoo.com

Davood Habibi
Assistant professor
Department of Agriculture
College of Agriculture and Natural Resources
Islamic Azad University
Karaj Branch
Karaj, Iran
Email ✉:
d_habibi2004@yahoo.com

Received: 25 September, 2013 **Accepted:** 14 February, 2014

ABSTRACT To evaluate of salinity tolerance indices in 17 commercial cultivars and 34 lines of bread wheat against salinity of sodium NaCl, an experiment was conducted in growing season of 2012 in factorial experiment based on randomized complete block with two replications and in salt concentration of 0, 8 and 16 ds m in the greenhouse. In this study, total plant dry weight was measured. To assess the salt tolerance of genotypes stress susceptibility (SSI), tolerance (TOL), stress tolerance (STI), geometric mean productivity (GMP) and the mean productivity (MP) indices were used. In this study, regarding to the indices of MP, GMP and STI, Farahan 4452, Saruq 4468, Trfan 4678, Parsi, Rezaieh 2745 and Nishapur genotypes identified to have the highest yield in both control and salt stress conditions. Therefore, they can be used in saline and non-saline or uncertain areas, also because they had high biological yield. On the other hand, it was observed that Roshan, MV-17, 22762, Zarea, 22919, Azerbaijan 2664 and Mahabad 1856 genotypes had the lowest rate of TOL and SSI indices and they can be grown in saline areas because of having high biological yield in stress condition.

Keywords:
- common wheat
- *Triticum aestivum*
- stress Tolerance
- germination index
- biological yield
- biomass