

## تحمل به تنش شوری ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم در شرایط کشت هیدروپونیک و مزرعه

### Salinity Stress Tolerance in Wheat Advanced Genotypes under Hydroponic and Field Conditions

علی قربانی<sup>۱</sup>، رقیه امینیان<sup>۲</sup> و اشکبوس امینی<sup>۳</sup>

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین  
۳- استادیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۵/۵

#### چکیده

قربانی، ع.، امینیان، ر. و امینی، ا. ۱۳۹۶. تحمل به تنش شوری ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم در شرایط کشت هیدروپونیک و مزرعه. *مجله به‌نژادی نهال و بذر* ۱-۳۳: ۲۴۱-۲۱۵.

به منظور بررسی تاثیر تنش شوری بر برخی صفات گندم، بیست ژنوتیپ پیشرفته در شرایط کنترل شده (کشت هیدرو پونیک) و مزرعه مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقاتی بیرجند (امیرآباد) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در شرایط تنش شوری (شوری آب ۹ و خاک ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) و آزمایش کنترل شده در گلخانه شوری بخش تحقیقات غلات در شرایط کشت هیدروپونیک، در قالب آزمایش فاکتوریل در سه تکرار به صورت فاکتور A شامل دو سطح شوری (صفر به عنوان شاهد و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نمک کلرید سدیم) و فاکتور B شامل بیست ژنوتیپ انجام شد. نتایج تجزیه واریانس در مزرعه 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. ژنوتیپ شماره ۱۸ (1-66-22//PBW154/3/HALT) با داشتن بیشترین مقدار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به عنوان ژنوتیپ متحمل و ژنوتیپ شماره ۱۲ (Bow"s"/Vee"s"//1-60-3/3/Cocoraque 75/4/Inia) به عنوان ژنوتیپ حساس به شوری در شرایط مزرعه تعیین شدند. 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. اثر متقابل ژنوتیپ و شوری نیز برای برخی صفات معنی‌دار بود. در آزمایش هیدروپونیک، ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۵، ۱۴، ۱۷ و ۱۸ با داشتن مقادیر بالایی از عملکرد بیولوژیک و محتوای کلروفیل در مقایسه با ارقام شاهد، به عنوان ژنوتیپ‌های برتر و متحمل و ژنوتیپ شماره ۱۲ به عنوان ژنوتیپ حساس شناسایی شدند که با نتایج مزرعه همخوانی نسبی داشت.

**واژه‌های کلیدی:** گندم کشت هیدروپونیک، شوری خاک، عملکرد بیولوژیک، صفات زراعی.

(Ashraf and Harris, 2004).

سازگاری به شرایط نامساعد محیطی نقش مهمی در قابلیت گیاه برای تحمل به تنش‌های محیطی دارد. فرآیندهای سازگاری، بیشتر گیاهان را برای بقای طولانی در برابر عوامل نامساعد محیطی توانا می‌سازد. اصلاح گیاهان برای افزایش مقاومت به تنش، بالا بردن روش‌های دفاعی و فرآیندهای سازگاری همراه با اطلاع از اثرهای آن در فیزیولوژی گیاه ضروری است (Abadia *et al.*, 1999). تفاوت اصلی اثر شوری و اندازه‌گیری تحمل به آن نسبت به سایر تنش‌ها به دلیل تنوع در اثر آن در مراحل مختلف رشد است. از آن‌جا که ارزیابی معمول در شرایط مزرعه‌ای تحت تأثیر عوامل غیر قابل کنترل متعددی از جمله عوامل خاکی، اقلیم و عملیات زراعی قرار می‌گیرند، بنابراین استفاده از شرایط کنترل شده به عنوان روش مکمل ارزیابی مزرعه‌ای، ضمن حذف یا به حداقل رساندن اثر غیرقابل کنترل، بررسی نسبتاً دقیق عکس‌العمل گیاهان به تنش را فراهم می‌کند. از آن‌جا که شوری برای رشد گیاه ایجاد تنش می‌کند، عوامل کمی مؤثر در رشد و عملکرد را می‌توان اندازه‌گیری کرد. کاهش رشد و عملکرد، شاخص‌های اساسی تنش شوری هستند (Siddique *et al.*, 2008).

تنش شوری باعث کوچک شدن اندازه و تعداد سنبله‌چه در غلات و در نتیجه کاهش تعداد دانه در سنبله می‌شود. تنش شوری در طول گلدهی و قبل از پرشدن دانه غلات، نسبت

شوری یکی از تنش‌های مهم در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است که تولید محصولات کشاورزی را محدود می‌کند. شوری روز به روز در حال گسترش بوده و بخش اعظم زمین‌های زراعی مناطق خشک به شوری مبتلا شده‌اند. در کشور ایران، حدود ۲۴ میلیون هکتار از اراضی با درجات مختلفی تحت تاثیر شوری قرار دارند که در اقلیم‌های مختلف کشور پراکنده شده‌اند (Pazira and Sadegzadeh, 1998). سالانه ده میلیون هکتار از زمین‌های کشاورزی جهان در اثر شوری حاصل از آبیاری و به دلیل شوری ثانویه ناشی از فعالیت‌های بشر از چرخه تولید خارج و به زمین‌های غیر قابل کشت تبدیل می‌شوند (Pessarakli and Szabolcs, 2011)، از این رو فائق آمدن بر این چالش عمده در تولید محصولات کشاورزی نیازمند استفاده از روش‌هایی مانند زهکشی، آبیاری با آب‌های شیرین، اصلاح اراضی، و همچنین بهره‌برداری هرچه بیشتر از منابع آب و خاک با کیفیت پایین است که در نتیجه استفاده از ارقام نسبتاً متحمل به شوری می‌توان تولید در شرایط تنش شوری را ممکن ساخت. شوری خاک به دلیل جلوگیری از جذب آب و عناصر به درون گیاه، یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های رشد گیاهان زراعی محسوب می‌شود و مشکل بزرگ کشاورزی آبی است

در مطالعه ارتباط بین آب و ریشه است (Mohammad *et al.*, 1996).

یکی از اثر شوری بر گیاه اختلالات تغذیه ای است. وجود مقادیر زیاد کلرید سدیم در محیط ریشه اثر منفی بر تغذیه گیاه گذاشته و موجب کاهش جذب، انتقال و تجمع یون‌های غذایی مانند پتاسیم و کلسیم در گیاه می‌شود که باعث کاهش بیشتر رشد می‌شود (Staple and Gray, 1984). اولین اثر سمی سدیم به تاثیر آن در غشاء سلولی مربوط می‌شود به طوری که یون سدیم جایگزین یون کلسیم در غشاء می‌شود و قابلیت نفوذپذیری آن را افزایش می‌دهد. پتاسیم در ایجاد پتانسیل اسمزی در سلول‌های ریشه و تعادل آبی گیاه نقش ویژه‌ای دارد (Volkmar *et al.*, 1997). اطلاعات اندکی در مورد رشد ریشه در شرایط تنش شوری و همچنین در مورد اعمال شوری به بخشی از سیستم ریشه وجود دارد در نتیجه استفاده از کشت هیدروپونیک این امر میسر می‌شود. مطالعات شافی و همکاران (Shafi *et al.*, 2010) نشان داد که افزایش شوری در کشت هیدروپونیک گندم، وزن خشک ریشه، تعداد ریشه، طول کلی ریشه، متوسط قطر ریشه و حجم کل ریشه را کاهش داد. طباطبایی و همکاران (Tabatabaie *et al.*, 2003) سیستم ریشه منشعب (یکی از روش‌های کشت) برای کاربرد آب شور در کشت هیدروپونیک گوجه فرنگی را مورد مطالعه قرار دادند که نتیجه آن شوری

به مراحل مختلف تنش در رشد رویشی، بیشتر باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه می‌شود (Ashraf and Harris, 2004). در آزمایش امینی و همکاران (Amini *et al.*, 2016)، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه در شرایط شور با عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، طول سنبله، طول پدانکل، طول برگ، وزن هزاردانه و عملکرد در شرایط غیر شور مشاهده شد. اکبرپور و همکاران (Akbarpour *et al.*, 2015) با ارزیابی ۳۳ ژنوتیپ گندم در دو شرایط عدم تنش و تنش شوری در مزرعه، همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در هر دو شرایط محیطی گزارش و نشان دادند که صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت از تنوع ژنتیکی لازم برای استفاده در برنامه‌های به‌نژادی گندم برای تحمل شوری برخوردار هستند. فقدان روش‌های قابل اعتماد برای غربال کردن در شرایط مزرعه‌ای را شاید بتوان بزرگ‌ترین مشکل در بهبود تحمل به شوری گیاهان زراعی دانست (Munns and James, 2003). از طرف دیگر از آنجایی که بررسی رفتار ریشه عموماً مشکل، زمان‌بر و تخمینی است، لذا استفاده از محیط کشت هیدروپونیک و اعمال تنش از طریق اضافه کردن نمک به آن، راهکار آسانی جهت کنترل دقیق رفتار ریشه در مقابل تنش و یافتن جواب بسیاری از سوالات

## مواد و روش‌ها

### شرایط مزرعه

به منظور بررسی واکنش ارقام و لاین‌های گندم نسبت به شوری و همچنین تاثیر تنش شوری بر برخی صفات زراعی و موفولوژیکی، در شرایط مزرعه بیست ژنوتیپ گندم با احتساب شاهد‌های آزمایش (ارقام ارگ، افق و کارچیا) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در شرایط تنش شوری (شوری آب و خاک به ترتیب برابر با ۹ ds/m و ۱۲ ds/m) در ایستگاه تحقیقاتی خراسان جنوبی (بیرجند) کاشته و ارزیابی شدند. زمین محل آزمایش در سال قبل آیش بود و کاشت در کرت‌های به طول ۲/۵ متر و در شش ردیف به فاصله ۲۰ سانتی متر ( $3 = 1/2 \times 2/5$ ) انجام و با حذف نیم متر حاشیه (۲۵ سانتی متر از هر طرف)، مساحت برداشت  $2/4 = 1/2 \times 2$  مترمربع بود. مقدار کود مصرفی مطابق فرمول کودی و آزمون خاک مناطق بوده و مقدار بذر هر رقم بر اساس ۴۵۰ دانه در مترمربع منظور شد. علف‌های هرز در اواسط فروردین و با دست وجین شدند. صفات مورد بررسی در مزرعه شامل اندازه‌گیری ارتفاع بوته، تعداد روز تا سنبله رفتن و رسیدن (تاریخ رسیدگی)، تعداد و وزن دانه در سنبله، طول سنبله (از هر لاین پنج سنبله)، طول پدانکل، وزن هزار دانه، میزان کلروفیل، عملکرد بیولوژیکی و دانه بود. بعد از برداشت و توزین، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام و

تاثیر منفی بر عملکرد ریشه داشت و در تیمارهای با توزیع نامناسب نمک، منبع اصلی تامین آب گیاه از بخشی از سیستم ریشه بود که دارای کمترین میزان شوری بود. کوشافر و همکاران (Koushafar et al., 2011)، تاثیر توزیع نامساوی نمک بر ریشه در کشت هیدروپونیک گیاه گوجه‌فرنگی را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که سیستم هیدروپونیک ریشه منشعب متناوب یک شیوه کاربردی برای استفاده از آب شور است. هر چند موفقیت این سیستم بستگی زیادی به میزان شوری و فواصل زمانی تعویض بخش‌های ریشه بین محلول غذایی و آب شور دارد.

ارزیابی تحمل گیاهان به تنش‌های زیست محیطی از جمله شوری عامل مهمی در انتخاب ژنوتیپ‌های سازگار و متحمل و استفاده از آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی در راستای تولید و معرفی ارقام متحمل به تنش است. در کنار ارزیابی معمول در شرایط مزرعه‌ای، استفاده از شرایط کنترل شده، ضمن حذف اثر عوامل غیر قابل کنترل متعدد در شرایط مزرعه، امکان ارزیابی سریع و نسبتاً دقیق عکس‌العمل گیاهان به تنش را فراهم می‌کند، بنابراین هدف از این تحقیق ارزیابی تحمل به تنش ارقام و لاین‌های پیشرفته گندم در دو شرایط کنترل شده و مزرعه در جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به منظور استفاده در برنامه‌های به‌نژادی در تنش شوری بود.

شوری) توسط SPAD اندازه‌گیری شد. پس از این که گیاهان به مرحله چهار تا پنج برگی رسیدند (حدوداً شش هفته پس از کشت بذری) گیاهان برداشت و صفات بیوماس اندام‌های هوایی و ریشه، ارتفاع بوته، طول ریشه، طول، عرض و سطح برگ و ارتفاع بوته اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری وزن خشک ریشه‌ها و ساقه‌ها پس از ۴۸ ساعت از قرار دادن آن‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد، انجام شد. برای محاسبه سطح برگ از رابطه  $LA = W \times L \times 0.75$  (Rawson et al., 1988) استفاده شد. در این رابطه LA سطح برگ، W عرض برگ و L طول برگ هستند.

در پایان آزمایش، تجزیه واریانس بر اساس موازین طرح مربوطه، ضرایب همبستگی صفات بر اساس میانگین صقات و تجزیه کلاستر خوشه‌ای بر اساس روش وارد (Ward's method) انجام شد. برای محاسبات آماری از نرم‌افزارهای SPSS و SAS استفاده شد.

### نتایج و بحث

نام و شجره ژنوتیپ‌های گندم بررسی شده در این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است.

#### آزمایش در شرایط مزرعه

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات در تیمارهای مختلف در جدول‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. اثر ژنوتیپ بر تمامی

ضرایب همبستگی ساده صفات نیز محاسبه شد. برای گروه بندی ژنوتیپ‌ها از تجربه خوشه‌ای به روش وارد (Ward's method) استفاده شد.

#### شرایط کنترل شده (کشت هیدروپونیک)

آزمایش کنترل شده به شیوه هیدروپونیک و به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور A شامل دو سطح شوری (صفر به عنوان شاهد و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نمک کلرید سدیم) و فاکتور B شامل بیست ژنوتیپ گندم بود. برای کشت گیاهان در شرایط هیدروپونیک ابتدا بذرها داخل ظروف پتری جوانه‌دار شده و پس از پنج روز جوانه‌ها به محیط هیدروپونیک حاوی محلول غذایی هاگلند با (pH = ۶) منتقل شدند. ابعاد ظروف استفاده شده در کشت هیدروپونیک ۳۰×۴۸ سانتی‌متر بود و در هر ظرف چهار رقم کاشته شد. در تیمار شاهد محلول غذایی هاگلند و در تیمار شوری محلول غذایی هاگلند حاوی NaCl با شوری مورد نظر (۱۲ds/m) استفاده شد. البته محلول حاوی NaCl به تدریج به محیط کشت اضافه تا به میزان شوری مورد نظر رسید. به منظور ثابت نگهداشتن شرایط رشد، حجم محلول هر روز بازینی شده و برای تجدید pH محلول غذایی استفاده شده توسط گیاه، هفته‌ای یک بار محلول غذایی تعویض گردید. محتوای کروویل در سه تاریخ مختلف (قبل از اعمال تنش شوری، یک هفته و سه هفته بعد از اعمال

جدول ۱- شجره ژنوتیپ‌های گندم بررسی شده در کشت هیدروپونیک و در شرایط مزرعه  
Table1. Pedigree of wheat genotypes studied in hydroponically culture and farm conditions

شماره ژنوتیپ	شجره
Genotype no.	Pedigree
1	Arg(Check#1)
2	Ofogh(Check#2)
3	Karchia(Check#3)
4	1-63-31/3/12300/Tob//Cno/SX/4/WH157
5	1-63-31/3/12300/Tob//Cno/SX/4/WH157
6	AZD/HD2172//1-67-78/3/KRL.1-4
7	Ghods/3/DH-209-15557F3,Vee"s"/NAC//1-66-22/4/Bank"s"/Vee"s"
8	T.AEST*TI(LA(FRCAL.XGB))//PBW154/3/HALT
9	Bow"s"/Vee"s"/1-60-3/3/Cocoraque 75/4/Inia
10	Bow"s"/Vee"s"/1-60-3/3/Cocoraque 75/4/Chamran
11	DH-209-1557F3.Vee"s"/Nac//1-66-22/3/KRL.1-4
12	Bow"s"/Vee"s"/1-60-3/3/Cocoraque 75/4/Inia
13	Bow"s"/Vee"s"/1-60-3/3/Cocoraque 75/4/Chamran
14	Bow"s"/Vee"s"/1-60-3/3/Cocoraque 75/4/Chamran
15	Bow"s"/Vee"s"/1-60-3/3/Suweon 220/4/Chamran
16	Pishtaz/3/Jup/Bjy"s"/Kauz"s"
17	Bow"s"/Vee"s"/1-60-3/3/Suweon 220/4/Chamran
18	1-66-22//PBW154/3/HALT
19	MTRWA92.161/PRINIA/5/SERI*3//RL6010/4*YR/3/PASTOR/4/BAV92
20	CHRZ//BOW/CROW/3/WBLL1/4/CROC1/AE.SQUARROSA (2013)//PGO

تعداد روز تا سنبله رفتن و رسیدن وجود داشت. در تحقیق حاضر، بیشترین میانگین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۸ و ۱۷ به ترتیب با میانگین عملکرد ۵/۰۹۳۸ و ۵/۰۳۰ تن در هکتار بود (جدول ۳). ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۵، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴ و ۱۶ و نیز نسبت به رقم‌های شاهد ارگ و افق برتر و از عملکرد بالاتری برخوردار بودند. میانگین عملکرد ارقام شاهد ارگ و افق به ترتیب ۴/۱۸۰ و ۳/۷۸ تن در هکتار بود (جدول ۳) کمترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ شماره ۳ (شاهد کارچیا) با میانگین ۳/۰۳۱۳ تن در هکتار بود و همچنین

صفات غیر از محتوای کلروفیل و ارتفاع بوته معنی‌دار بود. این موضوع نشان می‌دهد که توان ژنتیکی ژنوتیپ‌ها در بروز صفات دارای تفاوت‌هایی است. امینی و همکاران (Amini *et al.*, 2015) نیز در تحقیقات خود اثر ژنوتیپ را در شرایط تنش شوری معنی‌دار گزارش کردند. ساردویی و همکاران (Sardouie-Nasab *et al.*, 2013) با مطالعه یکصد لاین گندم در شرایط مزرعه با شوری بدون شوری نشان دادند که اختلاف معنی‌داری از نظر صفات عملکرد، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه تعداد سنبله در واحد سطح،

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مختلف ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم در شرایط مزرعه (تنش)  
Table 2. Analysis of variance for different traits of wheat advanced genotypes under field conditions (stress)

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	DHE	DMA	SPAD	Ped.Le	Sp.Le	PLH	Nk.Sp	Kw.Sp	T.KW	YLD	BY	HI
Replication	تکرار (بلوک)	3	1.24 <sup>ns</sup>	14.53 <sup>**</sup>	12.69 <sup>ns</sup>	4.55 <sup>ns</sup>	2.97 <sup>**</sup>	42.79 <sup>ns</sup>	138.35 <sup>*</sup>	0.57 <sup>**</sup>	31.51 <sup>ns</sup>	1.18 <sup>ns</sup>	4.29 <sup>ns</sup>	5.22 <sup>ns</sup>
Genotype	ژنوتیپ	19	9.95 <sup>**</sup>	18.96 <sup>**</sup>	32.52 <sup>ns</sup>	58.77 <sup>**</sup>	3.56 <sup>**</sup>	47.82 <sup>ns</sup>	98.73 <sup>**</sup>	0.31 <sup>**</sup>	88.74 <sup>**</sup>	1.45 <sup>*</sup>	5.25 <sup>*</sup>	48.52 <sup>**</sup>
Error	خطا	57	1.18	1.13	22.22	10.18	0.42	31.30	34.11	0.09	17.41	0.75	2.59	10.16
CV%	درصد ضریب تغییرات		1.02	0.74	9.58	10.79	7.57	7.77	13.22	15.65	5.22	20.88	17.20	8.08

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, \* and \*\*: Not significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively.

DHE: Days to heading	تعداد روز تا سنبله رفتن	DMA: Days to maturity	تعداد روز تا رسیدن	SPAD	محتوای کلروفیل
Ped.Le: Peduncle length	طول پدانکل	Sp.Le: Spike length	طول سنبله	PLH	ارتفاع بوته
Nk.Sp: Number of grain per spike	تعداد دانه در سنبله	Kw.Sp: Seed weight per Spike	وزن دانه در سنبله	T.KW: 1000 grain weight	وزن هزار دانه
YLD: Grain yield	عملکرد دانه	By: Biological yield	عملکرد بیولوژیک	Hi: Harvest index	شاخص برداشت

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مختلف ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم در شرایط مزرعه (تنش)

Table 3. Mean comparison of different traits of wheat advanced genotypes under field conditions (stress)

Genotype no.	DHE	DMA	Ped.Le (cm)	Sp.Le (cm)	Nk.Sp	Kw.Sp (g)	T.KW (g)	YLD (tonha <sup>-1</sup> )	By (tonha <sup>-1</sup> )	Hi
1 (cv. Arg) رقم ارگ	101.00bcde	144.00cd	26.50defg	7.82e	42.50bcdef	2.01abc	40.25bcd	4.18abcd	10.77a	37.02cd
2 (cv. Ofogh) رقم افق	100.00cde	143.25def	29.97bcde	9.57ab	47.50abcd	1.99abc	33.25hij	3.78abcd	9.50abcd	36.73cd
3 (cv. Karchio) رقم کارچیا	96.00f	142.25efg	31.80bc	5.57g	35.75ef	1.34e	40.25bcd	3.03d	7.00d	40.04bcd
4	101.75bcd	143.25def	32.12bc	8.40cde	39.75cdef	2.23ab	45.25a	4.39abcd	10.04abc	40.32bcd
5	103.00b	144.75bcd	32.00bc	8.57bcde	40.25cdef	1.65cde	38.75cdef	4.30abcd	10.66a	40.34bcd
6	99.75de	143.25def	37.87a	8.32de	41.75bcdef	1.77bcde	39.75bcde	3.55bcd	8.82abcd	36.45d
7	102.00bcd	146.00ab	31.60bcd	10.37a	38.00def	1.43de	38.25cdefg	4.50abcd	9.80abc	40.35bcd
8	102.75b	145.00bc	33.62ab	9.10bcd	40.50cdef	1.90abcd	37.50defg	4.69abc	9.29abcd	39.58bcd
9	99.75de	141.75fg	23.82fg	8.12de	45.00abcdef	2.12abc	37.25defg	3.55bcd	8.44abcd	41.90bcd
10	100.25cde	140.00h	26.27efg	8.85bcde	50.75ab	2.11abc	35.75fghi	4.68abc	10.91a	36.72cd
11	99.25e	140.75gh	24.17fg	8.90bcde	52.75a	2.34a	37.00efg	4.61abc	10.18ab	40.04bcd
12	99.25e	140.00h	28.00cdefg	9.05bcd	49.50abc	2.25ab	35.25ghi	3.68abcd	7.38cd	39.18bcd
13	101.75bcd	145.00bc	29.95bcde	8.82bcde	49.50abc	1.96abc	31.75j	4.40abcd	10.20ab	40.79bcd
14	100.25cde	139.25h	25.20efg	8.72bcde	46.00abcde	2.17abc	35.25ghi	4.80abc	9.41abcd	47.14a
15	101.25bcde	143.75cde	253.47g	8.77bcde	45.00abcdef	2.20ab	36.25fgh	3.63abcd	7.52bcd	44.26ab
16	99.00e	142.25efg	28.12cdefg	8.17de	37.50ef	1.89abcd	42.00b	4.29abcd	9.23abcd	42.05bc
17	100.00cde	140.75gh	32.87bc	9.47abc	51.50ab	2.42a	35.25ghi	5.03ab	10.22ab	37.46cd
18	105.00a	146.75a	32.30bc	9.20bcd	40.50cdef	2.01abc	32.75ij	5.09a	10.02abc	40.13bcd
19	100.75bcd	139.75h	28.82bcdef	7.75f	45.50abcdef	1.97abc	41.00bc	3.36cd	9.73abc	29.73e
20	102.25bc	142.25efg	32.70bc	8.57bcde	44.00abcdef	2.15abc	45.75a	3.42cd	8.16abcd	38.03cd

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level (Duncan's multiple range test).

برای اختصارات صفات به جدول ۲ مراجعه شود.

For abbreviations of traits see Table 2.



تخریب فراهمی آسیمیلات‌های فتوسنتزی نتیجه شود، به طوری که با افزایش شوری ممکن است از توسعه سلولی در برگ‌ها جلوگیری شود و هر کدام از این پارامترها می‌تواند باعث کاهش در عملکرد بیولوژیک شوند. در آزمایشی سادات نوری و همکاران (Sadat Noori et al., 2006) با بررسی اثر تنش شوری (۱۵۰ میلی‌مولار) در گندم مشخص کردند که شوری کاهش معنی‌داری را در عملکرد بیولوژیک ایجاد می‌کند.

مطالعات مس و گریو (Mass and Grive, 1990) نشان داد که اگر تنش شوری قبل و یا در طول مرحله انتقال گیاه از مرحله رویشی به زایشی رخ دهد، تاثیر معنی‌داری بر رشد رویشی و زایشی گیاه خواهد داشت. تنش شوری باعث تسریع رشد زایشی گیاه شده و همچنین می‌تواند رشد سنبله را تحت تاثیر قرار داده و در نهایت پتانسیل عملکرد گندم را کاهش دهد. تحقیق سادات نوری و همکاران (Sadat Noori et al., 2006)، نیز کاهش در طول دوره رشد و تسریع در ظهور سنبله و رسیدگی در تیمار شوری گزارش شد.

بیشترین شاخص برداشت در ژنوتیپ شماره ۱۴ با میانگین ۴۷/۱۴۰ و کمترین شاخص برداشت در ژنوتیپ شماره ۱۹ با میانگین ۲۹/۷۳۸ بود، (جدول ۳). علت افزایش شاخص برداشت در اثر تنش شوری می‌تواند کاهش عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک باشد.

ژنوتیپ‌های شماره ۱۹، ۲۰، ۹، ۶، ۱۵ و ۱۲ نسبت به ارقام شاهد افق و ارگ از عملکرد پائین‌تری برخوردار بودند (جدول ۳). گودرزی و پاک‌نیت (Goudarzi and Pakniyat, 2008) عملکرد دانه در گندم را به عنوان یکی از شاخص‌های مهم تحمل به تنش شوری گزارش کردند. جعفری‌شبستری و همکاران (Jafari-Shabestari et al., 1995) بالا بودن عملکرد دانه در شرایط تنش شوری در مقایسه با عملکرد بیولوژیک را به عنوان بهترین معیار جهت ارزیابی تحمل به شوری دانسته‌اند. قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2001) و مس و همکاران (Mass et al., 1994) مهم‌ترین علت کاهش عملکرد را کاهش تعداد پنجه بارور در شرایط تنش شوری می‌دانند. نتیجه تحقیق فرانکوئیس و همکاران (Francois et al., 1994) نیز نشان داد که مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده عملکرد نهایی و حساس‌ترین جزء عملکرد گیاهانی مثل گندم و جو در شرایط شور، تعداد پنجه بارور است.

بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۰ با میانگین ۱۰/۹۱۵ تن در هکتار و کمترین آن در ژنوتیپ شماره ۳ با میانگین وزن ۷ تن در هکتار بود (جدول ۳). این نتایج نشان داد که شوری باعث کاهش عملکرد بیولوژیک می‌شود. اشرف و هریس (Ashraf and Haris, 2004) گزارش کردند که تأثیر شوری بر رشد گیاه ممکن است از

این نتایج با یافته‌های فرانکوئیس و همکاران (Francois *et al.*, 1994) مبتنی بر این که تنش شوری شاخص برداشت ارقام گندم را افزایش می‌دهد، مطابقت داشت. در نتایج آزمایش قربانی و همکاران (Ghorbani *et al.*, 2010) عنوان شد که با افزایش عملکرد دانه، شاخص برداشت هم افزایش می‌یابد. اما هرچه شاخص برداشت بیشتر می‌شود، عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک بیشتر افزایش می‌یابد. نظر به این که شاخص برداشت نشان دهنده درصد انتقال مواد آلی ساخته شده از منبع به مخزن است، شاید بتوان نتیجه گرفت که ارقامی با شاخص برداشت زیاد، کربوهیدرات بیشتری را از اندام‌های سبز به دانه منتقل می‌کنند و سبب افزایش عملکرد دانه می‌شوند.

در شرایط تنش بیشترین مدت تعداد روز تا سنبله رفتن مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۸ با میانگین ۱۰۵ روز بود و ژنوتیپ‌های شماره ۵ و ۸ با میانگین ۱۰۳ روز در مراتب بعدی قرار داشتند (جدول ۳). کمترین تعداد روز تا سنبله رفتن مربوط به شاهد کارچیا (ژنوتیپ شماره ۳) با میانگین ۹۶ روز بود.

بیشترین طول پدانکل مربوط به ژنوتیپ شماره ۶ با میانگین طول ۳۳/۴ سانتی‌متر و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۵ با میانگین ۲۳/۴۷۵ سانتی‌متر بود، (جدول ۳). بنابر تحقیقات مس و گریو (۱۹۹۰) کاهش طول پدانکل به اثر مخرب و محدودکننده شوری بر رشد اندام‌های هوایی، مخصوصاً ساقه بر

می‌گردد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. بالاترین تعداد دانه در سنبله در ژنوتیپ شماره ۱۱ با میانگین ۵۳ دانه و کمترین تعداد دانه در سنبله در ژنوتیپ شماره ۳ با میانگین ۳۶ دانه مشاهده شد (جدول ۳). در مطالعه ساردویی نسب و همکاران (۲۰۱۳) در شرایط شور در مزرعه شوری سبب کاهش صفات تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد دانه شد و بین ژنوتیپ‌ها نیز از نظر عملکرد و اجزاء عملکرد اختلاف معنی‌داری داشت. بر اساس نتایج تحقیقات کولمر و همکاران (Colmer *et al.*, 2006) و مس و پوس (Mass and Poss, 1989) تنش شوری از طریق افزایش میزان عقیمی و تعداد دانه‌های پوک، کاهش معنی‌داری را در عملکرد دانه ایجاد می‌کند.

نتایج ضرایب همبستگی صفات در آزمایش مزرعه‌ای (جدول ۴) نشان داد که بیشترین همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک ( $R = 0.832^{**}$ ) بود، هم‌چنین عملکرد دانه با تعداد روز تا سنبله رفتن و طول سنبله نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. اکبرپور و همکاران (Akbarpour *et al.*, 2015) با بررسی ۳۳ ژنوتیپ گندم در دو شرایط عدم تنش و تنش شوری در مزرعه، همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در هر دو شرایط محیطی گزارش کردند. نتیجه تحقیق مس و گریو (Mass and Grive, 1990) نشان داد که

جدول ۴ - ضرایب همبستگی بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم در شرایط مزرعه (تنش)

Table 4. Correlation coefficients between different traits of wheat advanced genotypes under field conditions (stress)

Traits	YLD	DHE	DMA	SP.Le	Ped.Le	PLH	Nk.Sp	Kw.Sp	T.KW	SPAD	BY
DHE	0.460										
DMA	0.227	0.675**									
SP.Le	0.610**	0.538*	0.236								
Ped.Le	0.065	0.370	0.462*	0.030							
PLH	0.185	0.518*	0.346	0.188	0.704**						
Nk.Sp	0.205	-0.123	-0.505*	0.386	-0.503*	-0.123					
Kw.Sp	0.104	0.182	-0.197	0.257	-0.397	0.105	0.541*				
T.KW	-0.393	-0.054	-0.080	-0.417	0.289	0.158	-0.511*	-0.009			
SPAD	-0.304	0.308	0.327	0.067	0.205	0.078	-0.451*	-0.196	0.364		
By	0.832**	0.648**	0.414	0.491*	0.283	0.290	0.041	0.038	-0.193	0.018	
HI	0.275	-0.018	0.147	0.100	-0.304	-0.196	-0.127	0.028	-0.217	-0.347	-0.156

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

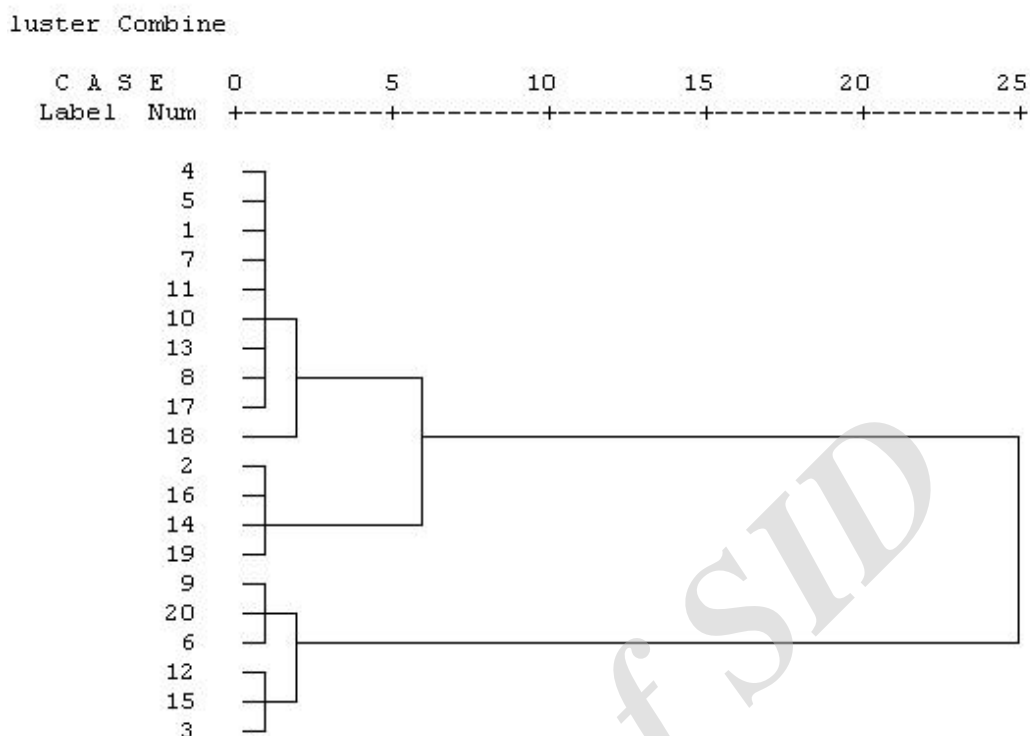
\*and \*\*: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

برای اختصارات صفات به جدول ۲ مراجعه شود.

For abbreviations of traits see Table 2.

شوری با بیوماس کل گیاه باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. تعداد روز تا رسیدن با طول پدانکل همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و با تعداد دانه در سنبله همبستگی منفی و معنی‌داری ( $R = -0/505^{**}$ ) داشت (جدول ۴). این یافته با گزارش مجدی و همکاران (Majdi et al., 2011) مبنی بر این که بین روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و تعداد دانه در سنبله همبستگی منفی و معنی‌داری وجود داشت، مطابقت دارد. تعداد دانه در سنبله با وزن دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار و با وزن هزاردانه و میزان کلروفیل همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ داشت. بیشترین همبستگی این صفت با وزن دانه در سنبله و برابر با ( $R = 0/541$ ) بود. در نتایج تحقیقات سرخی و یزدی صمدی (Sorkhi and Yazdi Samadi, 1998) و کلانتری (Kalantarzadeh, 2000) نیز به رابطه منفی بین وزن هزاردانه و تعداد دانه در سنبله اشاره شده‌است که با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت دارد. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار این دو صفت با هم در برنامه‌های به‌نژادی نمی‌توان همزمان هر دو صفت را افزایش داد زیرا با افزایش تعداد دانه در سنبله اسمیلات‌های کمتری در مقایسه با تعداد کمتر دانه در سنبله به دانه وارد می‌شود و این امر کاهش وزن هزاردانه را باعث می‌شود، لذا در برنامه‌های به‌نژادی باید حالت تعادلی برای این دو صفت در نظر گرفت.

بر اساس نتایج به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) در شرایط تنش مزرعه، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سه گروه قرار گرفتند که دندرو گرام آن در شکل ۱ نشان داده شده است. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۴، ۵، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۷ و ۱۸ بود. میانگین عملکرد دانه، تعداد روز تا سنبله‌رفتن، تعداد روز تا رسیدن، طول سنبله، طول پدانکل، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، SPAD، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های این گروه از گروه دوم بیشتر اما وزن دانه در سنبله و وزن هزاردانه آن‌ها از ژنوتیپ‌های گروه دوم کمتر بود. ژنوتیپ‌هایی که از نظر صفات فوق در بالاترین مقدار بودند در این گروه قرار داشته و به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به شوری شناخته شدند. ژنوتیپ شماره ۱۸ در بین ژنوتیپ‌های این گروه دارای بیشترین عملکرد دانه، تعداد روز تا سنبله‌رفتن، تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک بود. گروه دوم از ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۱۴، ۱۶ و ۱۹ تشکیل شد. میانگین عملکرد دانه، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله عملکرد بیولوژیک ژنوتیپ‌های این گروه از ژنوتیپ‌های گروه سوم بیشتر اما تعداد روز تا سنبله‌رفتن، تعداد روز تا رسیدن، طول پدانکل، ارتفاع بوته، وزن دانه در سنبله، وزن هزار دانه، میزان کلروفیل و شاخص برداشت از ژنوتیپ‌های گروه سوم کمتر بود. ژنوتیپ شماره ۲ (شاهد افق) در بین ژنوتیپ‌های این گروه دارای بیشترین طول سنبله، طول



شکل ۱- دندروگرام به دست آمده از تجزیه خوشه ای بیست ژنوتیپ گندم بر مبنای صفات مختلف آن‌ها در شرایط مزرعه (تنش) با استفاده از روش Ward

Fig. 1. Dendrogram obtained from cluster analysis of twenty wheat genotypes based on their different traits in the field condition (stress) using Ward's method

داد که شوری اثر معنی داری بر کلیه صفات غیر از محتوای کلروفیل مرحله ۲ (یک هفته پس از تنش شوری) داشت (جدول‌های ۵ و ۶). اثر ژنوتیپ بر کلیه صفات و اثر متقابل ژنوتیپ در شوری نیز بر کلیه صفات غیر محتوای کلروفیل در مراحل ۱ و ۲ (به ترتیب قبل از تنش و یک هفته بعد از تنش)، وزن خشک ریشه و طول برگ معنی دار بود (جدول ۷). بیشترین میانگین وزن خشک ریشه در تیمار شاهد (غیرشور) با میانگین ۰/۴۴ گرم و کمترین مقدار آن در تیمار شوری (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) با میانگین

پدانکل، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله بود. ژنوتیپ شماره ۱۴ نیز دارای بیشترین عملکرد دانه و شاخص برداشت بود. گروه سوم از ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۶، ۹، ۱۲، ۱۵ و ۲۰ تشکیل شد. ژنوتیپ شماره ۱۲ در بین ژنوتیپ‌های این گروه دارای بیشترین عملکرد دانه، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله بود.

آزمایش در شرایط کنترل شده (کشت

هیدروپونیک)

نتایج تجزیه واریانس صفات ژنوتیپ‌ها نشان

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات مختلف ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم در شرایط هیدروپونیک

Table 5. Analysis of variance for different traits of wheat advanced genotypes under hydroponic conditions

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه (مرحله چهار برگگی)	طول برگ	عرض برگ	سطح برگ	طول ریشه	وزن تر ریشه	وزن تر	وزن خشک ریشه	وزن خشک	SPAD 1 (قبل از تنش)	SPAD 2 (یک هفته بعد از تنش)	SPAD 3 (سه هفته بعد از تنش)
S.O.V.	df.	Plant height (four leaf stage)	Leaf length	Leaf width	Leaf area	Root length	Root fresh weight	Fresh weight	Root Dry weight	Dry weight	(Before stress)	(1 week after stress)	(3 week after stress)
تکرار													
Replication	2	1.44 <sup>ns</sup>	33.92*	0.044*	7.23 <sup>ns</sup>	118.71*	57.96**	121.13*	0.221**	1.610*	49.97**	54.58**	13.60 <sup>ns</sup>
شوری													
Salt	1	949.72**	3890.48**	2.995**	7053.79**	6014.88**	364.01**	18350.40**	0.941**	93.545**	47.47*	11.01 <sup>ns</sup>	364.04**
ژنوتیپ													
Genotype	19	40.23**	72.743**	0.024**	69.90**	107.62**	17.59**	138.40**	0.032*	0.974**	41.54**	21.60**	19.19*
ژنوتیپ × شوری													
Genotype × salt	19	9.52**	10.89 <sup>ns</sup>	0.028**	23.33**	62.53**	15.82*	83.03**	0.027 <sup>ns</sup>	0.775**	8.91 <sup>ns</sup>	7.78 <sup>ns</sup>	18.27*
خطا													
Error	78	3.65	8.03	0.009	9.72	28.64	7.89	28.57	0.017	0.359	7.12	8.39	9.54
درصد ضریب تغییرات (%)													
CV%		14.02	9.49	9.94	13.65	11.15	33.02	26.81	36.59	27.12	7.78	7.33	8.41

ns, \*, and \*\*: Not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

ns, \*, و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مختلف ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم تحت تاثیر سطوح مختلف شوری در شرایط هیدروپونیک

Table 6. Mean comparison of different traits of wheat advanced genotypes as affected by different levels of salinity under hydroponic conditions

سطوح شوری	ارتفاع گیاه (مرحله چهار برگگی)	طول برگ	عرض برگ	سطح برگ	طول ریشه	وزن تر ریشه	وزن تر	وزن خشک ریشه	وزن خشک	SPAD 1 (قبل از اعمال تنش)	SPAD 3 (سه هفته بعد از تنش)
Salinity levels (ds/m)	Plant height (Four leaf stage) (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Root length (cm)	Root fresh weight (g)	Fresh weight (g)	Root dry weight (g)	Dry weight (g)	(Before stress)	(3 week after stress)
0	16.44a	35.53a	1.14a	30.80a	55.07a	10.25a	32.30a	0.44a	3.09a	34.93a	38.47a
12	10.81b	34.14b	0.83b	15.171b	40.91b	6.76b	7.56b	0.27b	1.33b	33.67b	34.99b

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ردیف فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ هستند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات مختلف تحت تاثیر ژنوتیپ‌های گندم در شرایط هیدروپونیک

Table 7. Mean comparison of different traits as affected by genotypes of wheat under hydroponic conditions

ژنوتیپ	ارتفاع گیاه (مرحله چهار برگگی)	طول برگ	عرض برگ	سطح برگ	طول ریشه	وزن تر ریشه	وزن تر	وزن خشک ریشه	وزن خشک	SPAD 1 (قبل از تنش)	SPAD 2 (یک هفته بعد از تنش)	SPAD 3 (سه هفته بعد از تنش)	
Genotype	Plant height (four leaf stage) (cm)	Leaf Length (cm)	Leaf Width (cm)	Leaf Area (cm)	Root Length (cm)	Root fresh Weight (g)	Fresh Weight (g)	Root Dry Weight (g)	Dry Weight (g)	(Before stress)	(1 week after stress)	(3 week after stress)	
1 (cv. Arg)	رقم ارگ	12.033ef	32.768bcd	1.018bc	25.865bcd	54.737ab	11.183a	30.078a	0.501a	2.925a	36.420abc	40.642abcd	37.658abc
2 (cv. Ofogh)	رقم افق	20.110ab	26.178hi	0.926c	20.143ef	41.833f	6.333c	17.550cdef	0.293bcde	1.980bcde	37.883a	38.983abcd	32.733d
3 (cv. Karchio)	رقم کارچیا	18.285ab	25.107i	0.923c	17.842f	45.000def	7.167bc	18.783bcdef	0.281cde	2.020bcde	25.483d	34.317e	34.033cd
4		13.450def	34.612a	1.160a	30.668a	55.33a	11.714a	26.083ab	0.471ab	2.725ab	32.867cd	39.833abcd	38.950ab
5		12.667def	33.578ab	1.088ab	28.232ab	50.500abcd	10.483ab	24.183abc	0.456abcd	2.505abcd	32.333d	39.600abcd	35.833bcd
6		13.993de	33.355abc	1.023bc	2.582bc	42.333f	8.983abc	25.633ab	0.383abcde	2.631abc	36.600ab	37.783de	35.650bcd
7		17.493b	25.072i	1.010bc	21.007ef	44.417def	7.317bc	23.483abcd	0.305bcde	2.535abcd	35.383abcd	42.383ab	34.933bcd
8		11.150f	31.683abcdef	0.888c	21.557ef	49.750abcd	9.333abc	21.683bcde	0.385abcde	2.366abcde	35.883abcd	37.733de	35.117bcd
9		12.100def	30.145bcdefg	0.976bc	22.363de	49.583abcde	6.567c	13.117f	0.275de	1.640e	35.283abcd	42.917abc	37.600abc
10		13.382def	29.727defgh	0.948c	21.613ef	46.500cdef	6.750bc	13.333f	0.271e	1.581e	32.417d	39.667abcd	37.400abc
11		12.073def	29.032defgh	0.926c	21.003ef	51.083abcd	9.400abc	16.583def	0.366abcde	2.090bcde	33.783bcd	38.533bcd	38.933ab
12		10.818f	27.957fghi	0.956bc	20.495ef	47.667bcdef	6.300c	12.717f	0.241e	1.750de	33.833bcd	40.033abcd	35.600bcd
13		14.667cd	24.698i	1.016bc	19.765ef	52.750abc	.817abc	22.800bcd	0.346abcde	2.676ab	33.967bcd	39.233abcd	37.793abc
14		10.932f	28.932efgh	0.998bc	22.392de	54.333ab	10.600ab	19.017bcdef	0.461ab	2.346abcde	34.300abcd	41.000abcd	40.233a
15		13.030def	34.835a	1.01bc	26.710bc	45.750cdef	9.433abc	19.067bcdef	0.386e	2.068bcde	32.533d	40.633abcd	37.733abc
16		12.417def	29.988bcdefg	0.968bc	22.522de	41.083f	8.617abc	21.850bcde	0.365abcde	2.196abcde	33.350bcd	38.483bcd	36.550abcd
17		12.917def	34.034a	1.020bc	26.188bcd	47.000cdef	9.100abc	16.467def	0.350abcde	1.985bcde	36.467abc	38.767bcd	36.417abcd
18		11.540ef	32.600abcde	0.915c	23.048cde	47.500bcdef	9.617abc	23.900abc	0.385abcde	2.641abc	34.767abcd	38.083cd	36.133abcd
19		12.638def	27.378ghi	0.933c	19.685ef	45.000def	6.217c	15.400ef	0.321bcde	1.718de	36.233abc	39.750abcd	37.667abc
20		16.833bc	25.062i	0.991bc	19.092ef	47.583bcdef	6.917bc	16.900cdef	0.321abcde	1.828cde	36.267abc	42.833a	37.650abc

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیستند (آزمون چند دامنه دانکن).

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level (Duncan's multiple range test).



برگ به موازات افزایش غلظت نمک است. تنش شوری به طور مشخص سبب کاهش رشد و تولید ماده خشک در گیاهان می‌شود (Sharifi et al., 2007). کاهش میزان توسعه سطح برگ، پاسخ سریع به تنش شوری است و توقف این توسعه نیز همگام با افزایش غلظت شوری رخ می‌دهد (Wang and Nil, 2000). آنها همچنین بیان داشتند که کاهش سطح برگ را می‌توان در نتیجه کاهش سرعت گسترش سلول‌ها و یا کاهش سرعت تقسیم سلولی به علت کم شدن آماس سلولی است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. بیشترین طول ریشه در ژنوتیپ شماره ۴ با میانگین طول ۵۵/۳۳ سانتی‌متر (بیشتر از شاهد‌ها) و کمترین طول ریشه در ژنوتیپ شماره ۱۶ با میانگین ۴۱/۰۸ سانتی‌متر بود. ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۸ و ۱۴ اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر نداشتند (جدول ۷). این یافته با نتایج چارتزولاکیس و کلاپاکی (Chartzoulakis and Klapaki, 2000) که گزارش کردند تنش شوری سبب کاهش وزن تر و خشک برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌های گیاه می‌شود مطابقت دارد. اثر اسمزی ناشی از حضور یون‌های سمی در ناحیه ریشه، افزایش یون‌های سدیم و کلر در ناحیه ریشه، به هم خوردن تعادل عناصر غذایی از مهم‌ترین عوامل تنش شوری هستند. حال ریشه باید با صرف انرژی زیاد از ورود یون‌های سمی و خطرناک به درون گیاه خودداری کرده و با تنش شوری

۰/۲۷ گرم بود. تیمار شوری نسبت به شاهد (غیرشور) وزن خشک ریشه را ۶۳/۳۸٪ کاهش داد (جدول ۶). بیشترین میانگین وزن خشک در تیمار شاهد با میانگین وزن ۳/۰۹ گرم و کمترین مقدار در تیمار شوری با میانگین وزن ۱/۳۳ گرم بود. شوری ۱۲ دسی‌زیمنس نسبت به تیمار شاهد وزن خشک را ۵۶/۹٪ کاهش داد (جدول ۶). بیشترین میانگین محتوای کلروفیل (SPAD) مرحله سوم (دو هفته بعد از تنش در تیمار شاهد و برابر با ۳۸/۴۷ و کمترین مقدار آن در تیمار شوری و برابر با ۳۴/۹۹ بود به عبارت دیگر تنش شوری باعث کاهش ۹/۰۴ درصدی کلروفیل شد (جدول ۶). بیشترین میانگین ارتفاع در ژنوتیپ شماره ۲ (افق) با میانگین ارتفاع ۲۰/۱۱۰ سانتی‌متر (تیمار شاهد) و کمترین میزان ارتفاع در ژنوتیپ شماره ۱۲ با میانگین ۱۰/۸۱۸ سانتی‌متر بود، (جدول ۷). گرین وی و مائز (Greenway and Munns, 1980) عنوان کردند که کاهش ارتفاع گیاه به واسطه شوری را می‌توان به اثر سمی یون‌های سدیم یا کلر روی متابولیسم گیاه، تعادل مواد غذایی یا کاهش پتانسیل اسمزی در محیط رشد نسبت داد. بیشترین سطح برگ در ژنوتیپ شماره ۴ با میانگین ۳۰/۶۶۸ سانتی‌متر مربع (بالتر از شاهد‌ها) و کمترین سطح برگ نیز در ژنوتیپ شماره ۳ (شاهد کارچیا) با میانگین ۱۷/۴۸۲ سانتی‌متر مربع بود، (جدول ۷). پیامد سریع تنش شوری، کاهش میزان توسعه سطح

و چایچی (Taghavi and Chaiechee, 1999) مطابقت دارد.

بیشترین محتوای کلروفیل مرحله سوم (سه هفته بعد از تنش) در ژنوتیپ شماره ۱۴ با میانگین ۴۰/۲۳ و کمترین میزان کلروفیل در ژنوتیپ شماره ۲ (افق) با میانگین ۳۲/۷۳ بود. همچنین ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۸، ۱۴، ۱۷ و ۱۸ اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ از نظر این صفت نداشتند (جدول ۷).

افزایش عدد SPAD در شرایط تنش نیز احتمالاً به علت کاهش سطح برگ و تجمع کلروفیل در سطح کمتر برگ‌ها است. ماچادو و پالسِن (Machado and Paulsen, 2001) تغییرات فیزیولوژیکی سریع مانند لوله‌ای شدن برگ‌ها، کاهش سطح برگ و افزایش مقاومت روزنه‌ای را جزء مکانیسم‌های اجتناب از تنش معرفی کرده‌اند.

کاهش محتوای کلروفیل در سطوح بالای شوری را می‌توان به دلیل تخریب کلروپلاست دانست. تخریب کلروپلاست در ارقام متحمل گیاهان زراعی کمی کمتر از ارقام حساس است که علت آن نگهداری منیزیم در داخل سلول است (Salama et al., 1994).

نتایج مربوط به ضرایب همبستگی در شرایط هیروپونیک (جدول ۸) نشان داد وزن خشک بیوماس با صفات طول برگ، وزن تر ریشه و بیوماس و وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۱٪ و با صفت سطح برگ در سطح احتمال ۵٪

مقابله کند. این کار باعث می‌شود که ریشه انرژی لازم برای انتقال آب و عناصر غذایی را به سایر قسمت‌ها از دست داده و در نتیجه کاهش وزن ریشه و طول ریشه را منجر شود. این نتایج با نتایج آزمایش کافی و استوارت (Kafi and Ostvart, 1997) مطابقت دارد. بالاترین وزن خشک ریشه در رقم ارگ با میانگین وزن ۰/۵۰ گرم و کمترین وزن خشک ریشه در ژنوتیپ شماره ۱۲ با میانگین وزن ۰/۲۴ گرم بود. ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۸، ۱۴، ۱۷ و ۱۸ نیز از این نظر اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ (جدول ۷). بیشترین وزن خشک در رقم ارگ با میانگین وزن ۲/۹۲ گرم و کمترین وزن خشک در ژنوتیپ شماره ۱۰ با میانگین وزن ۱/۵۸ گرم بود (جدول ۷).

تنش شوری سبب کاهش وزن تر و خشک برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌های گیاه می‌شود (Chartzoulakis and Klapaki, 2000) کاهش عملکرد بیولوژیک کل به دلیل کاهش سطح فتوسنتز کننده، کاهش طول مدت فعال فتوسنتزی برگ و کاهش انتقال مواد ذخیره‌ای از ریشه به اندام هوایی است. اندام‌های فتوسنتز کننده مقداری از مواد فتوسنتزی خود را مصرف می‌کنند از طرفی سطح اندام‌های فتوسنتز کننده در اثر تنش شوری بر اثر مرگ تعدادی از برگ‌ها بسیار کاهش می‌یابد و راندمان فتوسنتز برگ‌های باقی مانده نیز زیاد نیست. در نتیجه بیوماس کل تولید شده در اثر تنش شوری کاهش می‌یابد این یافته با نتایج آزمایش تقوی

جدول ۸- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم نان تحت تاثیر تنش شوری در شرایط هیدروپونیک

Table 8. Coefficients of correlation between different traits of wheat advanced genotypes as affected by salinity stress under hydroponically conditions

Traits	Plh	Lfl	Lwl	La	Lr	Wr	Wb	Dr	Db	SPAD <sub>1</sub>	SPAD <sub>2</sub>
Lfl	-0.297										
Lwl	-0.279	0.529*									
La	0.311	0.787**	0.674**								
Lr	-0.051	0.329	0.364	0.441							
Wr	-0.043	0.764**	0.278	0.595**	0.449*						
Wb	0.158	0.624**	0.249	0.444	0.304	0.897**					
Dr	0.273	0.506*	0.038	0.317	0.357	0.854**	0.925**				
Db	0.032	0.645**	0.221	0.466*	0.279	0.932**	0.965**	0.844**			
SPAD <sub>1</sub>	-0.035	0.083	-0.083	0.020	-0.067	-0.041	0.049	0.107	0.011		
SPAD <sub>2</sub>	-0.178	0.015	0.215	-0.010	-0.021	-0.125	-0.146	-0.072	-0.143	0.422	
SPAD <sub>3</sub>	-0.260	0.638**	0.616**	0.561**	0.347	0.493**	0.476**	0.438	0.428	-0.046	0.236

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

\*and\*\* : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

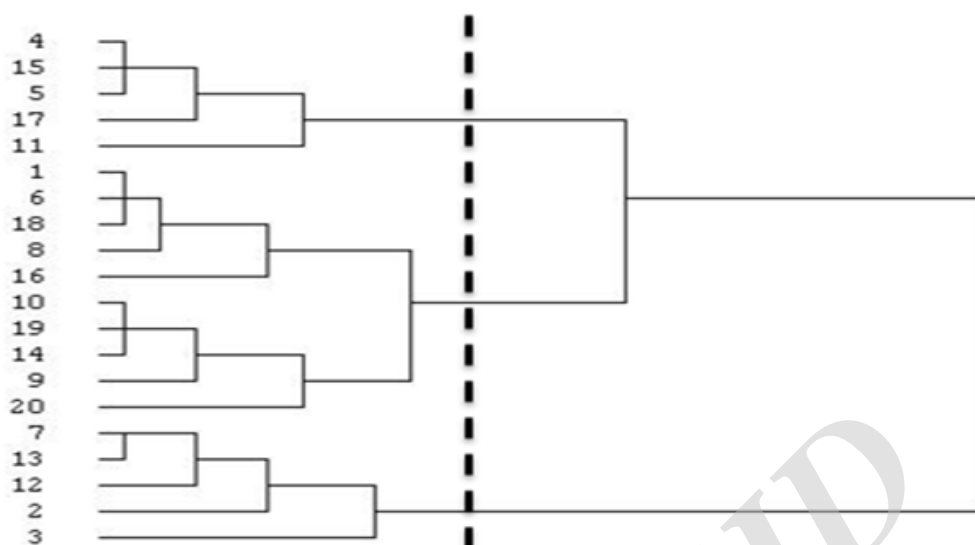
Plh: Plant height	ارتفاع بوته	Lfl: Leaf length	طول برگ	Lwl: Leaf width	عرض برگ
La: Leaf area	سطح برگ	Lr: Root length	طول ریشه	Wb: Biomass fresh weight	وزن تر بیوماس
Dr: Root dry weight	وزن خشک ریشه	Db: Biomass fresh weight	وزن خشک بیوماس	SPAD	محتوای کلروفیل
Wr: Root fresh weight	وزن تر ریشه				

گیاهچه‌ای را معنی‌دار ارزیابی کرده بودند  
مطابقت دارد.

دندروگرام به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای  
بر اساس صفات اندازه‌گیری شده در شرایط  
تنش در کشت هیدروپونیک (شکل ۲) با  
استفاده از روش وارد، ژنوتیپ‌های گندم را در  
سه گروه قرار داد. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های  
شماره ۴، ۵، ۱۱، ۱۵ و ۱۷ بود. میانگین طول،  
عرض و سطح برگ، وزن تر ریشه و بیوماس،  
وزن خشک ریشه و بیوماس ژنوتیپ‌های این  
گروه از ژنوتیپ‌های گروه‌های دوم و سوم  
بیشتر بود. ژنوتیپ‌هایی که از نظر صفات فوق  
در بالاترین مقدار بودند در این گروه قرار گرفته  
و به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به شوری  
شناخته شدند. ژنوتیپ شماره ۴ در بین  
ژنوتیپ‌های این گروه دارای بیشترین عرض و  
سطح برگ، وزن تر ریشه و بیوماس، وزن  
خشک ریشه و میزان کلروفیل مرحله سوم بود.  
در گروه دوم ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۶، ۸، ۹، ۱۰،  
۱۴، ۱۶، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ قرار داشتند. میانگین طول  
برگ، سطح برگ، وزن تر ریشه و بیوماس،  
وزن خشک ریشه و میزان کلروفیل مرحله سوم  
ژنوتیپ‌های این گروه از ژنوتیپ‌های گروه سوم  
بیشتر اما میانگین عرض برگ و وزن خشک  
بیوماس آن‌ها از ژنوتیپ‌های گروه سوم کمتر  
بود. رقم ارگ در بین ژنوتیپ‌های این گروه  
دارای بیشترین وزن تر ریشه و بیوماس، وزن  
خشک ریشه و بیوماس بود. ژنوتیپ شماره ۶  
دارای بیشترین طول، عرض و سطح برگ بود.

همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت و بیشترین  
همبستگی این صفت با وزن تر بیوماس و برابر با  
( $R = 0.965$ ) بود. وزن خشک ریشه با صفات  
وزن تر ریشه و بیوماس همبستگی در سطح  
احتمال ۱٪ و با صفت طول برگ همبستگی  
مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ داشت،  
بیشترین همبستگی این صفت با وزن تر بیوماس  
و برابر با ( $R = 0.925$ ) بود. محتوای کلروفیل  
در مرحله سوم (SPAD 3) با صفات طول،  
عرض و سطح برگ در سطح احتمال ۱٪ و با  
صفات وزن تر ریشه و بیوماس همبستگی مثبت  
و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ داشت،  
بیشترین همبستگی این صفت با طول برگ  
( $R = 0.638$ ) بود (جدول ۸).

همبستگی بالا و معنی‌دار بین صفات ارزیابی  
شده می‌تواند نشان‌دهنده ارتباط شدید بین  
ریشه (به عنوان اندامی که آب و عناصر غذایی  
لازم را به سایر اندام‌ها منتقل می‌کند) با اندام  
هوایی و برگ باشد. یعنی تا زمانی که تنش  
شوری وجود ندارد این انتقال با موفقیت انجام  
می‌شود و هر گونه افزایش در وزن ریشه باعث  
افزایش طول برگ و بیوماس کل خواهد شد و  
برعکس هر چه گیاه در معرض شوری  
قرار بگیرد با کاهش وزن ریشه از وزن  
سایر قسمت‌ها به دلیل عدم انتقال یا انتقال  
کم آب و عناصر غذایی از ناحیه ریشه  
کاسته خواهد شد. این نتایج با نتایج  
(Taghavi and Chaiechee, 1999) که  
ضرایب همبستگی بین صفات در مرحله



شکل ۲- دندروگرام بیست ژنوتیپ گندم بر اساس صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش شوری ۱۲ دسی زیمنس در متر در کشت هیدروپونیک

Fig. 2. Dendrogram of twenty wheat genotypes based on examined traits in stress environment (12 ds/m) under hydroponical conditions

معنی دار بود (جدول ۹). عملکرد بیولوژیک در شرایط مزرعه نیز با صفات وزن تر و خشک ریشه و وزن تر و خشک بیوماس همبستگی معنی دار داشت. این نتایج با نتایج حاصله از همبستگی صفات مزرعه نیز همخوانی داشت (جدول ۵).

بالاترین همبستگی بین صفات تعداد روز تا رسیدن (در شرایط مزرعه) با صفات بیوماس تر و خشک (به ترتیب  $r = 0.67^{**}$  و  $r = 0.68^{**}$ ) بود. همبستگی وزن خشک و تر بیوماس (شرایط هیدروپونیک) با تعداد دانه در سنبله منفی و با عملکرد بیولوژیک در شرایط مزرعه همبستگی مثبت معنی دار داشت. شاخص برداشت فقط با وزن تر ریشه همبستگی مثبت و معنی دار داشت. همبستگی بقیه صفات در دو

گروه سوم شامل ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۳، ۷، ۱۲ و ۱۳ بود. میانگین عرض برگ و وزن خشک بیوماس ژنوتیپ‌های این گروه بیشتر از ژنوتیپ‌های گروه دوم بود. ژنوتیپ شماره ۱۳ در بین ژنوتیپ‌های این گروه دارای بیشترین عرض برگ، وزن تر ریشه و بیوماس، وزن خشک ریشه و بیوماس بود (نسبت به شاهد افق و کارچیا).

نتایج ضرایب همبستگی ساده صفات در دو شرایط (هیدروپونیک و مزرعه) در جدول ۹ نشان داده شده است. همان‌طوری که پیداست عملکرد دانه با تمامی صفات بررسی شده در شرایط کنترل شده (به جز ارتفاع بوته) همبستگی مثبت داشت ولی این ارتباط با صفات وزن تر و خشک ریشه و وزن خشک بیوماس

جدول ۹- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در دو شرایط کشت (مزرعه و هیدروپونیک)

Table 9. Correlation coefficients between traits in two cultural conditions (field and hydroponic)

Filed/hydroponic	Plh	Lflh	Lwlh	Lah	Lrh	Wrh	Wbh	Drh	Dbh	Spad1h	Spad2h	Spad3h
Yld	-0.30	0.31	0.05	0.25	0.32	0.52*	0.24	0.40*	0.37	0.22	0.33	0.24
Dhe	-0.08	0.31	0.19	0.08	0.29	0.37	0.43	0.40	0.46	0.45	0.36	0.11
Dma	0.13	0.21	0.19	0.11	0.09	0.35	0.68	0.32	0.67	0.06	-0.04	-0.30
Sp.L.	-0.14	0.07	0.06	0.12	-0.03	0.05	-0.01	-0.01	0.11	0.65	0.49	-0.02
Ped.L.	0.52	-0.03	0.08	-0.13	-0.26	0.08	0.43	0.10	0.39	0.07	-0.32	-0.49
Plh	0.24	0.26	0.25	0.12	-0.02	0.27	0.34	0.21	0.35	0.14	-0.17	-0.06
Nk.Sp	-0.27	-0.11	-0.18	0.01	0.16	-0.18	-0.58	-0.28	-0.44	0.31	0.25	0.33
Kw.Sp	-0.22	0.31	0.12	0.27	0.37	0.19	-0.19	0.16	-0.13	0.41	0.33	0.52
Tkw	0.23	0.08	0.36	0.16	0.02	0.08	0.23	0.22	0.04	-0.10	0.13	0.17
Spad	0.16	-0.03	0.16	-0.07	-0.08	-0.08	0.37	0.07	0.25	0.24	0.32	-0.22
By	-0.10	0.30	-0.01	0.18	0.24	0.45	0.43	0.43	0.46	0.36	-0.01	0.10
Hi	-0.18	0.14	0.31	0.26	0.38	0.41	0.11	0.32	0.22	-0.33	0.12	0.28

\*and \*\*: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

Abbreviations of traits in field experiment

اختصارات صفات آزمایش مزرعه

Yld: Grain yield	عملکرد دانه	Dhe: Days to heading	تعداد روز تا سنبله رفتن	Dma: Days to maturity	تعداد روز تا رسیدن
Ped.L: Peduncle length	طول پدانکل	Nk.Sp: Number of grain per spike	تعداد دانه در سنبله	Tkw: 1000 kernel weight	وزن هزار دانه
By: Biological yield	عملکرد بیولوژیک	Sp.L: Spike length	طول سنبله	Plh: Plant height	ارتفاع بوته
Kw.Sp: Seed weight per Spike	وزن دانه در سنبله	SPAD	محتوای کلروفیل	Hi: Harvest index	شاخص برداشت

Abbreviations of traits in hydroponic experiment

اختصارات صفات آزمایش هیدروپونیک

Plh: Plant height	ارتفاع بوته	SPAD	محتوای کلروفیل	Wrh: Root fresh weight	وزن تر ریشه
Lflh: Leaf length	طول برگ	Lrh: Leaf width	عرض برگ	Drh: Root dry weight	وزن خشک ریشه
Lah: Leaf area	سطح برگ	Lah: Leaf area	طول ریشه	Wbh: Biomass fresh weight	وزن تر بیوماس
Dbh: Biomass dry weight	وزن خشک بیوماس				

که صفات عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت دارای تنوع ژنتیکی در شرایط نرمال و تنش شوری بود. بنابراین از این تنوع می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی گندم برای تحمل به شوری استفاده کرد. فرهودی و خدارحم‌پور (Farhoodi and Khodarampour, 2015) با بررسی ۱۹ رقم گندم در شرایط تنش شوری

شرایط (کنترل شده و مزرعه) در جدول ۹ نشان داده شده است. اکبرپور و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی ۳۳ ژنوتیپ گندم در دو شرایط عدم تنش و تنش شوری، همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با بیوماس (۰/۹۷) و شاخص برداشت (۰/۹۴) در دو شرایط عدم تنش و تنش شوری گزارش کرده و نشان دادند

غربال کردن در شرایط مزرعه‌ای را شاید بتوان بزرگ‌ترین مشکل در بهبود تحمل به شوری گیاهان زراعی دانست (Munns and James, 2003). بنابراین می‌توان صفاتی را که دارای همبستگی بالا و معنی‌داری با عملکرد دانه در شرایط تنش شوری در مزرعه بودند در برنامه‌های به‌نژادی در اولویت قرار داد و با ارزیابی ژرم‌پلاسم در شرایط کنترل شده با استفاده از آن صفات، در بهبود ژنتیکی عملکرد و در نتیجه مقاومت به تنش شوری در شرایط مزرعه بهره جست.

صفت بیوماس را به عنوان یک معیار مناسب برای انتخاب ارقام گندم متحمل به شوری در مرحله گیاهچه ای گزارش نمودند. نتایج همبستگی بین صفات بین صفات ارزیابی شده در دو شرایط محیطی حاکی از وجود ارتباط صفات وزن تر و خشک ریشه و وزن خشک و تر بیوماس در شرایط کنترل شده با صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در شرایط مزرعه بود، از طرفی انتخاب بر اساس عملکرد به دلیل وراثت پذیری پائین آن، مخصوصاً در شرایط تنش در مزرعه، ناکافی است. از طرف دیگر فقدان روش‌های قابل اعتماد برای

## References

- Abadia, A., Belkohodja, R., Morales, F., and Abadia, J. 1999. Effects of salinity on the photosynthetic pigment composition of barely (*Hordeum vulgare* L.) growth under a triple-line-source sprinkler system in the field. *Plant Physiology* (154): 392-400.
- Akbarpour, O. A., Dehghani, H., Roustaei, M. J., and Amini, A. 2015. Evaluation of some properties of Iranian wheat genotypes in normal and salt-stressed conditions using Restricted Maximum Likelihood (REML). *Iranian Journal of Crop Research* 46(1): 57-69 (in Persian).
- Amini, A., Amirnia, R., and Ghazvini, H. 2015. Evaluation of salinity tolerance in bread wheat genotypes under field conditions. *Seed and Plant Improvement Journal* 31-1 (1): 95-115 (in Persian).
- Amini, A., Amirnia, R., and Ghazvini, H. 2016. Evaluation of relationship between physiological and agronomic traits related to salinity tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences* 17(4): 329- 348. (in Persian).

- Ashraf, M., and Harris, P. J. C. 2004.** Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science* (166): 3-16.
- Chartzoulakis, K., and Klapaki, G. 2000.** Response of two green houses pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae* 86: 247-260.
- Colmer, T. D., Flowers, T. J., and Munns, R. 2006.** Use of wild relatives to improve salt tolerance in wheat. *Journal of Experimental Botany* 57: 1059-1078.
- Farhoodi, R., and Khodarahmpour, Z. 2015.** Evaluation of physiological responses in 19 wheat to salinity stress in seedling stage. *Journal of Process and Function of Plant* 4(11): 67-77 (in Persian).
- Francois, L. E., Grieve, C. M., Mass, E. V., and Lesch, S. M. 1994.** Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. *Agronomy Journal* (86): 100-107.
- Ghorbani, M. H., Khodarahmi, M., Darvish, F., and Taeb, M. 2010.** Study the relationship of important agronomic traits with grain yield in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) Lines. *Journal of Agricultural Crop* 82: 101-106.
- Ghorbani, M. H., Zeinali, E., Soltani, A., and Galeshi, S. 2001.** Effect of salinity stress on growth, yield and yield components of two types of wheat. *Proceedings of the 7th Iranian Crop Production and Plant Breeding Congress, Karaj, Iran.* Page 773 (in Persian).
- Goudarzi, M., and Pakniyat, D. H. 2008.** Evaluation of wheat cultivars under salinity stress based on some agronomic and physiological traits. *Journal of Agriculture and Social Sciences* 4: 35-38.
- Greenway, H., and Munns, R. 1980.** Mechanism of salt tolerance in non-halophytes. *Annual Review of Plant Physiology* 31: 149-190.
- Jafari-Shabestari, J., Corke, H., and Qualset, C. O. 1995.** Field evaluation of tolerance to salinity stress in Iranian hexaploid wheat landrace accessions. *Genetic Resources and Crop Evolution* 42: 147-156.
- Kafi, M., and Ostvar, D. 1997.** The effects of salinity on growth and yield of nine varieties of Wheat. *Journal of Agricultural Science and Technology* 11 (1): 77-85.
- Kalantarzadeh, M. 2000.** Evaluation of quantitative and qualitative characters of bread wheat in relation with high molecule glutenin by multivariate statistical methods.



- MSc. Thesis, College of Agriculture Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran (in Persian).
- Koushafar, M., Khoshgoftarmanesh, A. H., Moezzi, A., and Mobli, M. 2011.** Effect of dynamic unequal distribution of salts in the root environment on performance and crop per drop (CPD) of hydroponic-grown tomato. *Scientia Horticulturae* 131: 1-5.
- Maas, E. V., and Grieve, C. M. 1990.** Spike and leaf development in salt-stressed wheat. *Crop Science* (30): 1309–1313.
- Maas, E. V., and Poss, J. A. 1989.** Salt sensitivity of wheat at different growth stages. *Irrigation Scienc* 10: 29-40.
- Mass, E. V., Scott, M.L., Francois, L.E., and Grieve. M. C. 1994.** ‘Tiller development in Salt-stressed wheat. *Crop Science* 34: 1599-1603.
- Machado, S., and Paulsen, G. M. 2001.** Combined effects of drought and high temperature on water relations of wheat and sorghum. *Journal of Plant and Soil* 223: 179-187.
- Majdi, M., Jalal-Kamali, M. R., Esmailzadeh-Moghaddam, M., Eradatmand-Asli, D., Moradi, F., and Tahmasbi, S. 2011.** Variation of some agronomic characteristics and soluble stem carbohydrates at content anthesis in spring wheat genotypes under terminal drought stress conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences* 13 (2): 299-309 (in Persian).
- Mohammad, J., Naaziri, M., Nazir, A., Shah, D., and Jamal, H. 1996.** Wheat yield component as affected by low water stress at different growth stage. *Sarhad Journal of Agricultural* 12: 19-25.
- Munns, R., and James, R. A. 2003.** Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. *Plant and Soil* 253: 201-218.
- Pazira, E., and Sadegzadeh, K. 1998.** National review document on optimizing soil and water use in Iran. Proceedings of the Workshop of ICISAT, Sahelian Center, 13-18 April, Niamey, Nigeria.
- Pessarakli, M., and Szabolcs, I. 2011.** Soil salinity and sodicity as particular plant/crop stress factors. In: Pessarakli, M. (ed.) *Handbook of Plant and Crop Stress* (3rd ed.), Revised and Expanded. Taylor and Francis, Florida, USA.

- Rawson, H., Richards, M., R. A., and Munns, R. 1988.** An examination of selection criteria for salt-tolerance in wheat, barley and triticale genotypes. *Australian Journal of Agricultural Research* 39: 759-772.
- Sadat Noori, S. A., Roustaei, A., and Foghi, B. 2006.** Variability of salt tolerance for eleven traits bread wheat in different saline conditions. *Agronomy Journal* 5 (1): 131-136.
- Salama, S., Terivedi, S., Busheva, M., Afra, A., Grab, G., and Erdei, L. 1994.** Effects of NaCl salinity on growth, cation accumulation, chlorophyll structure and function in wheat cultivars differing into salt tolerance. *Plant Physiology* 144: 241-247.
- Sardouie-Nasab, S., Mohammadi Nejad, G., Zebarjadi, A. R., Nakhoda, B., Mardi, M., Tabatabaie, S. M. T., Sharifi, G. R., Amini, A., and Majidi Heravan, E. 2013.** Response of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines to salinity stress. *Seed and Plant Improvement Journal* 29-1: 81-102 (in Persian).
- Shafi, M., Guoping, Z., Bakht, J., Aman Khan, M., Islam, E.U., Dawood Khan, M., and Raziuddin, M. 2010.** Effect of cadmium and salinity stresses on root morphology of wheat. *Crop Science* 42 (4): 2747-2753.
- Sharifi, M., Ghorbanli, M., and Ebrahimzadeh, H. 2007.** Improved growth of salinity stressed soybean after inoculation with salt pre-treated mycorrhizal fungi. *Journal of Plant Physiology* 164: 1144-1151.
- Siddique, Z. S., Khan, M. A., Kim, B. G., Huang, J. S., and Kwon, T. R. 2008.** Physiological responses of *Brassica napus* genotypes to combined drought and salt stress. *Plant Stress* 2: 78-83.
- Sorkhi, B., and Yazdi Samadi, B. 1998.** Study of genetic variation between grain yield and quantitative traits in 500 bread wheat lines by factor analysis. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 29 (2): 363-373 (in Persian).
- Staple, R. C., and Gray, H. T. 1984.** *Salinity Tolerance in Plant*. John Wiley and Sons Inc., New York, USA.
- Tabatabaie, S.J., Gregory, P.J., Ho, L., and Hadley, P. 2003.** Split root system for the use of saline water in hydroponic tomato production. *Acta Horticulturae* 609: 307-312.

- Taghavi, M., and Chaiechee, M. 1999.** Effects of salinity and salt on the germination and early growth stage of sorghum. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resouces* (4): 32-40 (in Persian).
- Volkmar, K. M., Hu, H., and Stephun, H. 1997.** Physiological responses of plants to salinity: A review. *Canadian Journal of Plant Science* 78: 19-27.
- Wang, Y., and Nil, N. 2000.** Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *Journal of Horticultural Science and Technology* 75: 623-627.

Archive of SID