

ارزیابی عملکرد دانه، بهره وری آب و تحمل به شوری لاین های امیدبخش گندم نان

Assessment of grain yield, water productivity and salinity tolerance in bread wheat elite lines

الیاس آرزمجو^۱، اشکبوس امینی سفیداب^۲

۱. استادیار بخش تحقیقات زراعی-باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران (نگارنده مسئول)
۲. دانشیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج-ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۰۹ - شناسانه برنمود رقمی: 10.22092/aj.2023.357100.1579

چکیده

آرزمجو، ا.، امینی سفیداب، ا.، ارزیابی عملکرد دانه، بهره وری آب و تحمل به شوری لاین های امیدبخش گندم نان
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۵- شماره ۲- پایبند ۱۳۵ پائیز ۱۴۰۱ صفحه: ۴۸-۲۴

اصلاح ارقام متحمل با استفاده از روش های به نژادی و گزینش جزو روش های موثر در تولید و بهره برداری از خاک و آب شور به شمار می رود. بیست رقم و لاین گندم در دو محیط شور و بدون تنش شوری (به ترتیب با هدایت الکتریکی آب آبیاری ۸/۲ و ۳/۳ دسی زیمنس بر متر) و طی دو سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی محمدیه، مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان جنوبی، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار ارزیابی گردیدند. نتایج نشان داد لاین های گندم واکنش متفاوتی نسبت به تنش شوری داشتند. تنش شوری به ترتیب منجر به کاهش ۴/۶، ۲۱/۹ و ۲۱/۴ درصدی ارتفاع بوته، عملکرد دانه و بهره وری آب در گندم در مقایسه با شرایط بدون تنش شوری گردید. تجزیه خوشه ای منجر به قرارگیری ارقام برزگر و نارین ولاین های ۳، ۴ و ۱۸ در گروه اول گردید که در آن لاین های مذکور از تعداد روز تا ظهور سنبله کمتر و در مقابل از تعداد روز تا رسیدگی و همچنین دوره پر شدن دانه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بیشتر از میانگین کل برخوردار بودند. با توجه به نتایج همبستگی، شاخص هایی که قادر به گزینش ارقام و لاین های متحمل با عملکرد بالا و پایدار در هر دو محیط هستند شامل MP، GMP، STI و HM می باشند. بر این اساس، لاین های ۱۴، ۱۳ و ۲۰ به ترتیب حساس ترین و ارقام شاهد برزگر و نارین و لاین شماره ۱۰ به ترتیب متحمل ترین ارقام و لاین ها به تنش شوری شناسایی شدند.

واژه های کلیدی: تجزیه خوشه ای، شاخص تحمل به تنش، صفات زراعی، گزینش، محیط

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: e.arazmjo@areeo.ac.ir

مقدمه

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی است که حدود ۲۰ درصد از اراضی جهان به کشت آن اختصاص دارد و بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی جهانی ملل متحد، سطح زیر کشت گندم در دنیا بیش از ۲۱۵ میلیون هکتار و تولید آن بالغ بر ۷۳۱ میلیون تن است (Becker-Reshef *et al.*, 2020). از طرفی، شوری از تنش‌های مهم در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است که تولید محصولات کشاورزی را در این مناطق محدود می‌سازد. تنش شوری تهدید بزرگی برای تولیدات کشاورزی به شمار رفته و در حال حاضر ۲۰ درصد از اراضی زراعی قابل کشت در دنیا را تحت تأثیر خود قرار داده که این میزان بطور مداوم در اثر تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی در حال افزایش است (Arora, 2019). در ایران حدود ۲۵ میلیون هکتار از اراضی با درجات مختلفی تحت تأثیر شوری می‌باشند که در اقلیم‌های معتدل، سرد و گرم کشور پراکنده شده است. با توجه به روند رو به رشد شور شدن اراضی زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک، توسعه کاشت ارقام متحمل به شوری جهت تولید محصول اقتصادی در این اراضی ضرورت دارد. برای کاهش اثرات شوری روش‌های متفاوتی مانند زهکشی و روش‌های به زراعی متفاوتی وجود دارد که یکی از راهکارهای تولید محصولات زراعی در اراضی با شوری خاک و یا آب، اصلاح و معرفی ژنوتیپ‌هایی است که با تنش شوری سازگاری داشته باشند و از پایداری عملکرد قابل قبولی در شرایط شور برخوردار باشند (Arzani & Ashraf, 2016). تنوع بالایی

در بین ارقام و لاین‌های گندم نان از نظر تحمل به تنش شوری گزارش شده است که بر امکان بهره‌برداری از تنوع ژنتیکی در جهت افزایش تحمل به شوری در گندم نان از طریق اصلاح نباتات دلالت دارد (Martin *et al.*, 1994).

حضور نمک در خاک به لحاظ کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک، تجمع یون‌های سمی کلرید و سدیم در بافت‌های ریشه و اندام هوایی، اختلال در جذب عناصر غذایی و تنش اکسیداتیو موجب محدود شدن رشد و نمو گیاه در سطوح بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و مولکولی می‌گردد (Arzani, 2008; Munns & Tester, 2008). از آنجائی که عملکرد به عنوان مهم‌ترین خصوصیت در ارزیابی تحمل به شوری ژنوتیپ‌های گیاهی شناخته شده است (Arzani, 2008) بنابراین بررسی اجزای عملکرد دانه و هم‌ینطور شاخص‌های تحمل برای گزینش ژنوتیپ‌های مختلف حائز اهمیت است (Komeili *et al.*, 2007). تعداد ۱۱۴ ژنوتیپ گندم نان بهاره و سه رقم به عنوان شاهد در دو محیط شور و غیر شور مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های انتخاب شده دارای طول پدانکل ۳۴/۴ سانتیمتر، وزن هزار دانه ۴۸ تا ۵۶ گرم و زمان ظهور سنبله حدود ۱۰۴ روز بودند (Salehi *et al.*, 2015). کاهش دو جزء تعداد سنبله در واحد سطح و وزن دانه گندم (Akbari Moghadam *et al.*, 2002) و نیز کاهش وزن دانه چاودار (Francois *et al.*, 1989) مهم‌ترین عامل کاهش عملکرد دانه در شرایط شور معرفی شده‌اند. کاهش رشد گندم یکی از واکنش‌های گیاه در شرایط تنش شوری

تحت شرایط تنش کامل و گزینش توام تحت هر دوشرایط به همراه کار عمده ای هستند که برای انتخاب ارقام متحمل به تنش پیشنهاد شده اند (Rajaram & Van Ginkle, 2001). ژنوتیپ ها را براساس عملکرد در شرایط محیطی تنش دار و بدون تنش به چهار گروه تقسیم بندی می شوند (Fernandez, 1992) که عبارتند از:

- ۱- ژنوتیپ هایی که در هر دو محیط، برتر بوده و عملکرد دانه بیشتری دارند (گروه A)،
- ۲- ژنوتیپ هایی که فقط در محیط مطلوب برتر بوده و در محیط تنش جزء ژنوتیپ های با عملکرد پائین هستند (گروه B)،
- ۳- ژنوتیپ های که در محیط تنش دار دارای عملکرد نسبتاً بالا بوده و چنانچه تحت محیط بدون تنش قرار گیرند در گروه ارقام دارای عملکرد پائین قرار می گیرند (گروه C) و
- ۴- ژنوتیپ هایی با عملکرد پائین در هر دو محیط بدون تنش و تنش دار (گروه D). شاخص تحمل SSI نیز برای ارزیابی ارقام متحمل پیشنهاد شده است (Fischer & Maurer, 1978). شاخص تحمل (TOL) و بهره‌وری متوسط (MP) به منظور انتخاب ارقام متحمل به تنش ارائه شده اند (Rosielle & Hamblin, 1987)؛ انتخاب معیار گزینش به هدف اصلاح گر بستگی دارد. اگر افزایش عملکرد تنها در شرایط تنش مدنظر باشد، شاخص TOL می تواند مفید باشد، اما اگر افزایش عملکرد در هر دو محیط عادی و تنش مورد نظر اصلاح گر باشد، بهتر است گزینش براساس MP انجام شود (Rosielle & Hamblin, 1987). در یک بررسی روی ژنوتیپ های گندم نان به تنش شوری گزارش گردید که از میان

و خشکی است که ناشی از کاهش فعالیت های سنتزی مسیرهای متابولیکی سلول ها است که تولید ماده خشک را تحت تأثیر قرار می دهد و به صورت کاهش سطح برگ در گیاه ظاهر شده و در نهایت رشد تمامی اندام های گیاه و عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار می دهد (Mass & Grieve, 1990). در ارزیابی ۳۰ رقم گندم از نظر واکنش به تنش شوری، همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه و طول دوره پر شدن دانه گزارش شده اما همبستگی بین عملکرد دانه و طول دوره کاشت تا گلدهی منفی و معنی دار بوده است (Postini, 2003). اثر تنش شوری بر کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، زیست توده و عملکرد دانه در گندم گزارش شده است (El-Hendawy *et al.*, 2005)؛ در بررسی روی ۴۲ رقم و لاین گندم در شرایط شوری گزارش شد که صفات طول دوره پر شدن دانه و تعداد سنبله در متر مربع، بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه داشته اند (Afiooni & Mahlooji, 2007). براساس نتایج حاصل از همبستگی بین صفات با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش، تعداد پنجه و برگ و بیوماس تولیدی، معیارهای مناسب جهت گزینش ارقام متحمل به شوری در گندم بوده اند (Akbari Ghogdi *et al.*, 2011).

در برنامه های به نژادی برای گزینش ژنوتیپ های مناسب، از روش های متعددی بسته به زمان وقوع تنش (ابتدای فصل رشد یا اواخر فصل) استفاده می شود. ارزیابی ژنوتیپ ها در محیط بدون تنش (شرایط مطلوب)، گزینش

عملکرد دانه و تحمل به شوری لاین‌های امیدبخش گندم نان در شرایط تنش شوری، تعداد ۱۸ لاین امیدبخش حاصل از برنامه‌های به‌نژادی گندم نان اقلیم معتدل همراه با دو رقم شاهد متحمل به شوری برزگر و نارین (Amini *et al.*, 2017; Amini, 2019) به مدت دو سال زراعی (۱۳۹۸-۱۳۹۹ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹) در دو شرایط بدون تنش و تنش شوری در مزارع ایستگاه تحقیقات کشاورزی محمدیه، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی، واقع در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴۹۱ متری از سطح دریا مورد ارزیابی قرار گرفتند. آزمایش تنش شوری و بدون تنش در هر سال به صورت مجزا از یکدیگر و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. یک مزرعه به عنوان شرایط شور با هدایت الکتریکی آب آبیاری و عصاره اشباع خاک به ترتیب ۸/۲ و ۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر و یک مزرعه به عنوان شرایط بدون تنش با هدایت الکتریکی آب آبیاری و عصاره اشباع خاک به ترتیب ۳/۳ و ۳/۸ دسی‌زیمنس بر متر در نظر گرفته شدند. در آزمایش تحت شرایط تنش شوری، برای سبز شدن یکنواخت تا مرحله دو تا سه برگی و استقرار کامل گیاه، از آب معمولی و سپس از آب شور با هدایت الکتریکی ۸/۲ دسی‌زیمنس بر متر برای آبیاری استفاده شد. اسامی ارقام و شجره لاین‌های مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. مقدار بارندگی و میانگین درجه حرارت ماهانه در دو سال اجرای آزمایش نیز در شکل

شاخص‌های مختلف مورد بررسی، شاخص تحمل به تنش، شاخص میانگین بهره‌وری و شاخص میانگین هندسی بهره‌وری بهترین شاخص‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل بوده و اینکه ارقام بولانی، شعله و ماهونی بیشترین مقاومت را نشان دادند (Molla Heydari *et al.*, 2017). در یک بررسی برای ارزیابی مقاومت به خشکی در ۱۱ رقم گندم نان مشخص شد که انتخاب ارقام براساس شاخص تحمل TOL موجب کاهش عملکرد در شرایط عادی می‌شود (Sio-Se Mardeh *et al.*, 2006). شاخص‌های تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) نیز برای شناسایی لاین‌هایی که در هر دو شرایط عادی و تنش عملکرد مطلوبی تولید می‌کنند، پیشنهاد شده‌اند (Fernandez, 1992). محققین در بررسی این شاخص‌ها به این نتیجه رسیدند که کارآمدی شاخص‌های انتخاب، به شدت تنش محیط و هدف بستگی دارد. شاخص SSI برای اصلاح تحت تنش‌هایی با شدت کم مناسب می‌باشد، در صورتی شاخص‌های STI، MP و GMP برای تنش‌هایی با شدت بالا پیشنهاد می‌شوند (Sio-Se Mardeh *et al.*, 2006). ارزیابی لاین‌های امیدبخش گندم نان از نظر عملکرد دانه، صفات مورفولوژیک و همچنین بررسی تحمل به تنش شوری براساس شاخص‌های حساسیت و تحمل و تعیین بهترین شاخص جهت شناسایی لاین‌های متحمل به شوری از اهداف این تحقیق است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی برخی صفات زراعی،

صفاتی از قبیل تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، طول دوره پر شدن دانه، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه یادداشت برداری و اندازه گیری شدند. برای اندازه گیری ارتفاع بوته، تعداد پنج بوته بطور تصادفی بعد از رسیدگی کامل انتخاب و اندازه گیری بر روی ساقه اصلی انجام گردید. جهت تعیین عملکرد دانه، کل کرت با رعایت اثر حاشیه و حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت برداشت شده و پس از کوبیدن سنبله ها، عملکرد دانه توزین گردید و برای وزن هزار دانه نیز سه نمونه ۱۰۰۰ تایی دانه از هر لاین و رقم شمارش، توزین و میانگین آن ها به ثبت رسید. پس از تعیین عملکرد دانه در دو محیط، شاخص های MP، GMP، TOL، HARM، STI، YI، YSI، RSI و SSI و همبستگی آن ها با عملکرد با استفاده از برنامه iPASTIC محاسبه (Pour-Aboughadareh *et al.*, 2019) و با استفاده از نرم افزار STATISTICA، نمودار پراکنش سه بعدی ارقام و لاین ها در محدوده های A، B، C و D ترسیم گردید. در روابط زیر، Y_p و Y_s به ترتیب میانگین عملکرد دانه کلیه ارقام و لاین ها در محیط تنش و بدون تنش Y_{pi} و Y_{si} نیز میانگین عملکرد دانه هر یک از آن ها در دو محیط است.

برای اندازه گیری بهره‌وری آب (WP) از رابطه ۱۱ استفاده گردید. در این رابطه، Y_a عملکرد دانه به کیلوگرم در هکتار و W_{used} نیز حجم آب مصرفی به متر مکعب در هکتار می‌باشد.

$$PW = (Y^2/m/gK) aY = (ah^3/m) desuW \quad (11)$$

۱ ارائه شده است. زمین مورد نظر در سال قبل آیش بود. خصوصیات خاک محل های اجرای آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. کاشت به کمک دستگاه بذرکار مدل وینتراشتاگر مخصوص آزمایش های غلات با تراکم ۴۵۰ بوته در متر مربع در ۶ ردیف به فاصله ۲۰ سانتیمتر و به طول ۲/۵ متر و مساحت ۳ مترمربع به روش جوی و پشته انجام شد. روش آبیاری به صورت نشتی و برای سال اول شامل سه نوبت آبیاری در پائیز و زمستان و چهار نوبت آبیاری در بهار و برای سال دوم شامل چهار نوبت آبیاری در پائیز و زمستان و چهار نوبت آبیاری در بهار بود. حجم آب مصرفی در هر مدار آبیاری معادل ۷۰۵/۶ مترمکعب در هکتار و در کل دوره رشد نیز برای هر آزمایش در سال اول و دوم به ترتیب معادل ۴۹۳۹/۲ و ۵۶۴۴/۸ مترمکعب در هکتار بود که با استفاده از کنتور محاسبه گردید. براساس آزمون خاک و قبل از کاشت، مقادیر ۲۳، ۴۶ و ۴۱ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب از منابع کودی اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم مصرف شد و مابقی نیتروژن نیز در دو نوبت، هر نوبت ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به صورت سرک از منبع کود اوره در اواسط اسفند و فروردین مصرف شد. تاریخ کاشت در هر دو سال پانزدهم آبان و میزان بذر برای کاشت ۴۵۰ دانه در متر مربع و بر اساس وزن هزار دانه محاسبه و استفاده شد. یک مرحله برای کنترل علف های هرز پهن برگ از علف کش توفوردی و یک مرحله برای کنترل آفت شته از آفت کش دیازینون استفاده شد. برداشت در نیمه اول تیر هر سال انجام شد.

تجزیه شد (جدول ۳). تجزیه واریانس، مقایسه میانگین و همبستگی ساده با استفاده از نرم افزار SAS-9.0 و تجزیه خوشه‌ای به روش Ward از طریق برنامه StatGraphics انجام گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد در هر دو سال اجرای آزمایش، محیط تأثیر معنی‌داری بر صفات تعداد روز تا ظهور سنبه و ارتفاع بوته داشت (جدول ۴). همچنین صفات تعداد روز تا رسیدگی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بهره وری مصرف آب در سال دوم اجرا به طور معنی‌داری تحت تأثیر محیط قرار گرفتند (جدول ۴).

مقایسه میانگین اثر محیط حاکی از آن بود که ارتفاع بوته در سال اول (۸۹/۹ سانتی‌متر) و دوم (۷۴/۰ سانتی‌متر) به ترتیب ۵/۱ و ۴ درصد و عملکرد دانه در سال دوم (۳۳۲۶/۴ کیلوگرم در هکتار) نیز حدود ۳۰ درصد در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط بدون تنش (۴۷۷۰/۳ کیلوگرم در هکتار) کم‌تر بودند (جدول ۵). کاهش ارتفاع بوته گندم در شرایط تنش شوری توسط محققین گزارش شده است (Sadat Noori *et al.*, 2006). تنش شوری از طریق کاهش تکثیر سلولی و کاهش مدت تجمع ماده خشک باعث کوتاه شدن میان‌گره‌ها نیز شده و ارتفاع بوته و در نتیجه وزن خشک برگ و اندام هوایی را کاهش می‌دهد (Kafi & Stewart, 1998; Dura *et al.*, 2011). قرارگیری طولانی مدت در معرض شوری و همزمانی آن با افزایش درجه حرارت

(1)	شدت تنش	$SI = 1 - (Ys / Yp)$	(Fischer & Maurer, 1978)
(2)	شاخص حساسیت به تنش	$SSI = (1 - (Ysi / Ypi)) / SI$	(Fischer & Maurer, 1978)
(3)	شاخص تحمل	$TOL = Ypi - Ysi$	(Rosielle & Hamblin, 1981)
(4)	شاخص تحمل به تنش	$STI = (Ypi \times Ysi) / (Yp)^2$	(Fernandez, 1992)
(5)	شاخص میانگین بهره وری	$MP = (Ypi + Ysi) / 2$	(Rosielle & Hamblin, 1981)
(6)	میانگین هندسی بهره وری	$GMP = (Ypi \times Ysi)^{0.5}$	(Fernandez, 1992)
(7)	میانگین هارمونیک بهره وری	$HARM = (2 \times (Ypi \times Ysi)) / (Ypi + Ysi)$	(Bidingger <i>et al.</i> , 1987)
(8)	شاخص عملکرد	$YI = Ysi / Ys$	(Gavuzzi <i>et al.</i> , 1997)
(9)	شاخص ثبات عملکرد	$YSI = Ysi / Ypi$	(Bouslama & Schapaugh, 1998)
(10)	شاخص تنش نسبی	$RSI = (Ysi / Ypi) / (Ys + Yp)$	(Fischer & Wood, 1979)

تجزیه واریانس مرکب به منظور تعیین اثرات اصلی و متقابل در دو سال آزمایش انجام و مقایسه میانگین‌ها نیز از طریق آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. قبل از تجزیه واریانس مرکب، آزمون همگنی خطاهای آزمایش‌ها به روش لوین (Leven's test) به عمل آمد و با توجه به همگن نبودن واریانس خطای دو آزمایش، نتایج مربوط به هر سال جداگانه

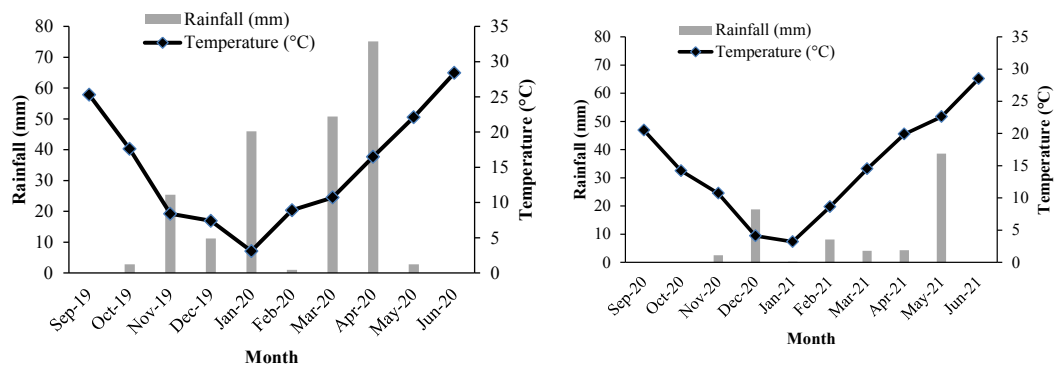
جدول ۱- نام و شجره لاین های امیدبخش و ارقام گندم نان

شماره	نام/ شجره	شماره	نام/ شجره
No. 1	Name/Pedigree	No.	Name/Pedigree
1	Barzgar (Check1)	11	PASTOR/3/VORONACNO79//KAUZ/4/Parsi/5/Ina/90zhong87//Sivand
2	Narin (Check2)	12	SITE/MO/4/NAC/THAC/3*PVN/3/MIRLOBUC/5/Omid/4/Bb/Kal//Ald/3/Y50E/3*Kal//Emu/6/Niknejad
3	DH-209-1557	13	M-84-3//Kauz"S"/Azd/4/OASIS/KAUZ/4*BCN*2/3/PASTOR
	22/3/Dove"s"/Buc"s"/2*Darab		
	Sakha	14	Cham//PTZ Niska/VT 1556-170 WRB856/3/Yaco2*Parus/4/Parsi
4	22/5/Setr*3//RL601/0/4*YR/3/Pastor/4/Bav92/6/1-72-		
	92/ColNo.3617//Marvdasht	15	Cham//PTZ Niska/VT 1556-170 WRB856/3/Yaco2*Parus/4/Parsi
5	EYV.YT2/Azd/Rsh*2/10120/3/1-66-75//Rsh*2/10120/4/Parsi	16	BABAX/LR42//BABAX/3/Parsi
6	PN/BOW//OPATA*2/3/CROC_1/AE.SQUARROSA	17	Hereward/Sren/5/Gov/Az//Mus/3/DoDo/4/Bow/6/Parsi/7/Pishtaz
	(224)//OPATA/4/Parsi	18	Elvira/Milan//Arg
7	Kayson/Glennson//Attila/3/Yaco/2*Parus/4/Parsi	19	Gk zombor/Attila/Yaco/2*Parus/3/Alvd/Bcn//Atrak
8	Kayson/Glennson//Attila/3/Yaco/2*Parus/4/Parsi		
9	Setr		
	82//Shuha"S"/4/Rbs/Anza/3/Kvz/Hys/Ymg/Tob/5/Sivand/6/Parsi	20	Irena/Babax//Pastor/4/PASTOR/3/KAUZ*2/OPATA//KAUZ/5/Vce7//Kauz
10	Mv22-77//Stephon/3/Mon"s/Lmu"s"/Falk/c/4/Zarni/5/Parsi/6/C-84-8		

جدول ۲- خصوصیات خاک محل های اجرای آزمایش (تنش شوری و بدون تنش)

Table 2. Soil properties of the experimental sites (salinity stress and non-stress)				هدایت					
محیط	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	بافت خاک	اسیدیته pH	الکتريکی EC (ds.m ⁻¹)	فسفر P (%)	پتاسیم K (%)	ماده آلی OM (%)
Environment	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil texture	pH	EC (ds.m ⁻¹)	P (%)	K (%)	OM (%)
تنش شوری	46.5	36	17.5	لومی	7.84	9.1	18	155	0.35
Salinity stress				Loamy					
بدون تنش	40.5	36	23.5	لومی	7.81	3.8	24	181	0.54
Non-stress				Loamy					

در طول دوره رشد گیاه، سبب افزایش تجمع نمک در برگ و به دنبال آن تسریع پیری برگ در لاین های حساس و کاهش عملکرد دانه می شود (Kafi et al., 2010). نتایج سال دوم آزمایش همچنین حاکی از کاهش معنی دار بهره وری مصرف آب گندم با قرارگیری در شرایط تنش شوری بود به طوریکه مقدار آن از ۰/۸۴۵ کیلوگرم بر متر مکعب در شرایط



شکل ۱- مجموع بارندگی و میانگین درجه حرارت ماهانه طی سال های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰

Figure 1. Monthly precipitation and average temperature during 2019 - 2021

با ۹۵/۸ روز از کمترین تعداد روز تا ظهور سنبله برخوردار بودند (جدول ۵). نتایج همچنین نشان داد بیشترین ارتفاع بوته در سال اول به ترتیب با میانگین های ۹۹/۵، ۹۹/۲، ۹۸/۵ و ۹۸/۰ سانتی متر مربوط به لاین های شماره ۱۳، ۴، رقم برزگر و لاین شماره ۳ بود و لاین شماره ۹ نیز با ۷۲/۵ سانتی متر در این سال دارای کمترین ارتفاع بوته بود اما در سال دوم بیشترین ارتفاع بوته با میانگین های ۸۹/۰، ۸۷/۸ و ۸۶/۲ سانتی متر به ترتیب به لاین های ۳، ۴ و رقم نارین و کمترین ارتفاع نیز مجدداً به لاین شماره ۹ با ۵۸/۲ سانتی متر اختصاص داشت (جدول ۵). بررسی وزن هزار دانه لاین ها نیز در سال اول نشان داد که وزن هزار دانه در این سال بین ۳۵/۲ تا ۴۶/۲ گرم متغیر بوده و رقم نارین و لاین شماره ۶ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن هزار دانه در بین سایر ارقام و لاین های مورد بررسی بودند (جدول ۵). نتایج همچنین حاکی از آن بود که در سال دوم، رقم برزگر، لاین شماره ۱۰ و رقم نارین به ترتیب با ۰/۸۵۶، ۰/۸۳۷ و ۰/۸۳۴ کیلوگرم بر متر مکعب از بهره وری آب بیشتری در مقایسه با دیگر لاین ها برخوردار بودند که این موضوع

بدون تنش به ۰/۵۸۹ کیلوگرم بر مترمکعب در شرایط تنش شوری کاهش پیدا کرد (جدول ۵). گزارش شده است که تنش شوری از راه های مختلفی از جمله تاثیر آن بر پتانسیل خاک و کاهش دسترسی به آب، بسته شدن روزنه ها، کاهش مقدار تبخیر و تعرق، محدودیت رشد ریشه و کاهش جذب آب، کاهش سطح برگ گیاه و کاهش عملکرد اقتصادی می تواند بهره وری آب را کاهش دهد (Richard, 1992; Sadegh Mansouri *et al.*, 2019).

تفاوت بین ارقام و لاین های مورد بررسی از نظر تمامی صفات فنولوژیک، مورفولوژیک، عملکرد دانه و بهره وری مصرف آب در هر دو سال آزمایش معنی دار بود (جدول ۴) که این موضوع دلالت بر وجود تنوع مناسب در لاین های امیدبخش گندم مورد بررسی دارد. وجود این تنوع ژنتیکی برای انتخاب ارقام گندم متحمل به شوری که عملکرد بالایی نیز دارند می تواند بسیار مفید واقع شود (Munns *et al.*, 2000). بررسی میانگین ها نشان داد لاین شماره ۱۳ در سال دوم اجرای آزمایش با میانگین ۱۰۲ روز از بیشترین و لاین شماره ۱۴

برای دو رقم شاهد برزگر و نارین در سال اول به ترتیب با ۱/۲۵۹ و ۱/۲۴۵ کیلوگرم بر متر مکعب نیز صدق می کرد (جدول ۵).

نتایج برهمکنش لاین × محیط نیز حاکی از آن بود که صفات تعداد روز تا ظهور سنبله، عملکرد دانه و بهره‌وری مصرف آب در سال اول اجرا، صفت وزن هزار دانه در سال دوم اجرا و همچنین صفات تعداد روز تا رسیدگی و طول دوره پر شدن دانه در هر دو سال اجرای آزمایش به طور معنی داری تحت تأثیر این برهمکنش قرار گرفتند (جدول ۴). معنی داری این برهمکنش حاکی از وجود واکنش متفاوت ارقام و لاین های مورد بررسی به شرایط محیطی است و بنابراین می توان بر اساس تحمل به تنش شوری نسبت به گزینش لاین های متحمل اقدام نمود. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد در سال اول بیشترین تعداد روز تا ظهور سنبله در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شوری به ترتیب با میانگین ۱۱۰/۷ و ۱۰۹/۷ روز به لاین شماره ۱۳ و کمترین آن نیز در هر دو شرایط به ترتیب با میانگین ۹۵/۳ و ۱۰۲ روز به لاین شماره ۱۴ اختصاص داشت (جدول ۶). کمترین تعداد روز تا ظهور سنبله نیز در سال اول و در شرایط بدون تنش مربوط به لاین های شماره ۱۴ و ۱۵ به ترتیب با ۹۵/۳ و ۹۷/۳ روز و در شرایط شور مربوط به لاین های شماره ۱۴ و ۲۰ به ترتیب با ۱۰۲/۷ و ۱۰۲ روز بود (جدول ۶). از نظر تعداد روز تا رسیدگی وضعیت متفاوت بود؛ در سال اول لاین شماره ۳ با ۱۵۰/۳ روز در شرایط بدون تنش و لاین شماره ۱۸ با ۱۴۸/۳ روز در شرایط شور دارای بیشترین تعداد روز تا رسیدگی بودند اما در سال

دوم اجرا بیشترین تعداد روز تا رسیدگی در هر دو شرایط بدون تنش و تنش شوری به ترتیب با ۱۴۴/۷ و ۱۴۴ روز به لاین شماره ۱۸ اختصاص داشت (جدول ۶). از لحاظ طول دوره پر شدن دانه نیز در شرایط بدون تنش لاین شماره ۸ با ۴۸/۳ روز در سال اول و لاین شماره ۴ و ۱۵ با ۴۵ روز در سال دوم از طول دوره پر شدن دانه طولانی تری برخوردار بودند، اما در شرایط شور لاین های شماره ۱۴ و ۲۰ به ترتیب با ۴۳/۷ و ۴۳ روز در سال اول و رقم نارین و لاین شماره ۲ با ۴۵ روز در سال دوم بیشترین طول دوره پر شدن دانه را داشتند (جدول ۶). اگرچه برخی از اجزای عملکرد در غلات در مرحله رویشی تعیین می شوند ولی مرحله واقعی تولید دانه بین سنبله دهی و رسیدگی است و کوتاه شدن این مرحله سبب کاهش عملکرد می گردد (Savin et al., 1996). در تنش شوری و دمای زیاد، طول این دوره و دوره پر شدن دانه کاهش یافته و متعاقب آن عملکرد کاهش پیدا می کند. مقایسه میانگین داده های مربوط به وزن هزار دانه حاکی از آن بود که در سال دوم اجرا، لاین های شماره ۴ و ۱۴ و رقم نارین مشترکاً دارای بیشترین وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش بودند و کمترین وزن هزار دانه در این شرایط نیز به لاین شماره ۷ اختصاص داشت اما در این سال و در شرایط شور بیشترین وزن هزار دانه به ترتیب مربوط به ارقام شاهد برزگر و نارین و لاین شماره ۴ و کمترین آن در این شرایط نیز به لاین های شماره ۷ و ۶ اختصاص داشت (جدول ۶). میانگین عملکرد دانه در دو شرایط بدون تنش و تنش شوری در دو سال بررسی در جدول ۶

۱/۳۱۵ کیلوگرم بر متر مکعب مربوط به رقم نارین در شرایط بدون تنش و کمترین آن نیز با ۰/۵۳۱ کیلوگرم بر متر مکعب مربوط به لاین شماره ۱۶ در شرایط شوری بود (جدول ۶).

شاخص های تنش

در این آزمایش، شدت تنش (SI) ۰/۲۲ برآورد شد. مقادیر عملکرد دانه در شرایط بدون تنش (Yp) و عملکرد دانه در شرایط تنش (Ys) و شاخص های ارزیابی تحمل به شوری لاین های مورد مطالعه در جدول ۷ ارائه شده است. بر مبنای شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل (TOL) که مقادیر پائین عددی آن ها نشان دهنده تحمل بالاتر رقم نسبت به تنش می باشد، و همچنین بر اساس شاخص ثبات عملکرد (YSI) و شاخص تنش نسبی (RSI) که مقادیر بالای عددی آن ها نشان دهنده تحمل بالاتر رقم نسبت به تنش است، ارقام شاهد برزگر و نارین و لاین شماره ۱۸ به ترتیب به عنوان متحمل ترین و لاین های شماره ۱۴، ۱۶ و ۷ نیز به ترتیب به عنوان حساس ترین لاین ها به تنش شوری شناخته شدند (جدول ۷). از نظر شاخص تحمل به تنش (STI)، شاخص بهره وری متوسط (MP)، میانگین هندسی بهره وری (GMP)، شاخص میانگین هارمونیک (HARM) که مقادیر بالای آن ها، نشان دهنده متحمل تر بودن است، ارقام شاهد برزگر و نارین و لاین ۱۰ به عنوان متحمل ترین و لاین های ۱۴، ۱۳ و ۲۰ به عنوان حساس ترین لاین ها به تنش شوری تعیین شدند (جدول ۷). بر مبنای شاخص عملکرد (YI) نیز که مقادیر بالای آن ها، نشان دهنده متحمل تر بودن است، ارقام شاهد برزگر

ارائه گردیده است. بر این اساس و در سال اول اجرا رقم نارین، لاین شماره ۳ و رقم برزگر به ترتیب با میانگین ۶۴۹۴، ۶۲۲۷ و ۶۰۷۲ کیلوگرم در هکتار در شرایط بدون تنش و رقم برزگر، لاین شماره ۱۸ و رقم نارین به ترتیب با میانگین ۶۳۶۱، ۶۱۶۶ و ۵۸۰۵ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه در شرایط تنش شوری بودند (جدول ۶). در سال دوم اجرای آزمایش نیز لاین های شماره ۱۶، ۱۰ و ۴ به ترتیب با میانگین ۵۳۸۸، ۵۳۰۵ و ۵۱۵۵ کیلوگرم در هکتار در شرایط بدون تنش و رقم نارین، برزگر و لاین شماره ۳ به ترتیب با میانگین ۴۹۳۰، ۴۶۱۱ و ۴۱۸۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد دانه در شرایط تنش شوری بودند (جدول ۶). طبیعتاً عملکرد دانه ارقام در شرایط تنش شوری پائین تر از عملکرد آن ها در شرایط بدون تنش بود. معنی داری اثر محیط و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط عملکرد دانه گندم در شرایط تنش شوری توسط محققین گزارش شده است (Amini et al., 2010). مطالعه ۱۰۰ لاین گندم در شرایط مزرعه ای شور و نرمال نشان داده است که تفاوت معنی داری از نظر صفات عملکرد، اجزای عملکرد، تعداد روز تا ظهور سنبله و رسیدگی وجود دارد (Sardouie-Nasab et al., 2013). در این شرایط، سطح برگ گیاه نیز به مقدار زیادی کاهش یافته که سبب کاهش توان فتوسنتزی گیاه می شود و در نتیجه میزان ماده خشک تولیدی و در نهایت عملکرد دانه گیاه کاهش می یابد (Munns et al., 2000). بررسی برهمکنش لاین در محیط در سال اول نیز نشان داد بیشترین میزان بهره وری آب با

و تحمل گزارش شده است که شاخص های STI، MP و GMP برای شناسایی ژنوتیپ های با عملکرد بالا در هر دو شرایط شوری و بدون تنش مناسب هستند که در بین آن ها STI مناسب ترین شاخص شناخته شد (Amini et al., 2016). انتخاب بر اساس MP موجب گزینش ژنوتیپ هایی با پتانسیل عملکرد بالا و انتخاب بر پایه SSI باعث گزینش ژنوتیپ های متحمل به تنش ولی با پتانسیل عملکرد پائین می گردد و این که بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ ها، شاخص های STI و GMP می باشند زیرا قادر به شناسایی ژنوتیپ هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش، عملکرد بالایی تولید می کنند، هستند (Fernandez, 1992).

نمودار سه بعدی پراکنش لاین ها بر اساس عملکرد در دو محیط بدون تنش و تنش شوری و شاخص STI در شدت تنش ۰/۲۲ در شکل ۲ ارائه شده است. بر این اساس ارقام برزگر و نارین و لاین های شماره ۳، ۴، ۱۰ و ۱۹ در گروه A، لاین های ۷، ۱۲ و ۱۶ در گروه B، لاین های ۵، ۸، ۹، ۱۱، ۱۵ و ۱۸ در گروه C و لاین های ۶، ۱۳، ۱۴، ۱۷ و ۲۰ در گروه D قرار گرفتند (شکل ۲). بهترین شاخص برای گزینش ارقام، شاخص تحمل به تنش (STI) می باشد چون قادر است ارقامی را که در هر دو شرایط بدون تنش و تنش بالا عملکرد بالایی دارند (گروه A) را از دو گروه ارقامی که فقط در شرایط بدون تنش (گروه B) و یا فقط در شرایط تنش (گروه C) عملکرد نسبتاً بالایی دارند تفکیک نماید (Fernandez, 1992)؛ شاخص تحمل به تنش (STI) لاین هایی را گزینش می کند که

و نارین و لاین ۳ متحمل ترین و لاین های ۱۴، ۱۶ و ۱۳ حساس ترین لاین ها به تنش شوری بودند (جدول ۷).

نتایج حاصل از بررسی همبستگی بین شاخص های ذکر شده و عملکرد دانه در دو محیط در (جدول ۸) ارائه شده است. نتایج حاکی از آن بود که بین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش شوری همبستگی معنی داری وجود نداشت و به عبارتی لزوماً لاین های دارای عملکرد زیاد در شرایط بدون تنش از عملکرد خوبی در شرایط تنش شوری برخوردار نیستند (جدول ۸). نکته دیگر اینکه تمامی شاخص های تنش مورد بررسی با عملکرد در محیط شور همبستگی بالایی داشتند در حالی که برای عملکرد در محیط بدون تنش این گونه نبود و همبستگی کمتری مشاهده شد. عملکرد در محیط شور (Ys) به ترتیب با شاخص های YSI، RSI، MP، STI، GMP، HM، YI مثبت و معنی دار و با شاخص های TOL و SSI همبستگی منفی و معنی داری داشت. اما عملکرد دانه در محیط بدون تنش (Yp) بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار را با شاخص های MP، STI، GMP و HM داشت در حالی که بین آن با دیگر شاخص های مورد بررسی همبستگی مشاهده نگردید (جدول ۸). با توجه به نتایج همبستگی، شاخص هایی که قادر به گزینش ارقام و لاین های متحمل با عملکرد بالا و پایدار در هر دو محیط هستند شامل MP، GMP، STI و HM می باشند. در ارزیابی تحمل به تنش شوری ژنوتیپ های گندم نان در شرایط مزرعه و با استفاده شاخص های مختلف حساسیت

۵). با توجه به وجود تنوع در این صفات، در صورت داشتن وراثت‌پذیری مطلوب می‌توان از این لاین‌ها برای افزایش عملکرد در اصلاح ارقام جدید گندم در محیط تنش شوری بهره برد.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج این بررسی حاکی از تغییرات بالای بین لاین‌های گندم مورد بررسی از نظر صفات مختلف بود که می‌توان از این تنوع ژنتیکی در برنامه‌های اصلاحی بهره جست. شوری به طور معنی‌داری منجر به کاهش صفات فنولوژیک، مورفولوژیک، عملکرد دانه و بهره‌وری آب شد. تنش شوری در سال اول و دوم به ترتیب باعث کاهش ۱۴/۶ و ۳۰/۲ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با شرایط بدون تنش گردید و بیشترین بهره‌وری آب در هر دو سال اجرا نیز به ترتیب با ۱/۰۹۹ و ۰/۸۴۵ کیلوگرم بر متر مکعب مربوط به شرایط بدون تنش بود. ارقام شاهد برزگر و نارین و لاین شماره ۱۸ به ترتیب کاهش عملکرد ۱/۳، ۲/۲ و ۲/۶ درصدی در شرایط تنش شوری در مقایسه با شرایط بدون تنش داشتند در حالی که این میزان کاهش برای لاین‌های ۱۴، ۱۶، ۷ و ۱۳ به ترتیب برابر با ۴۸/۷، ۴۳/۶، ۳۹/۹ و ۳۸/۳ درصد بود. بررسی شاخص‌های تنش نیز نشان داد شاخص‌های MP، GMP، STI و HM برای انتخاب ارقام و لاین‌های گندم در هر دو محیط از کارایی بیشتری برخوردار بوده و بر این اساس، کشت ارقام برزگر و نارین و لاین شماره ۱۰ به دلیل عملکرد بالا و پایدار در هر دو محیط شور و بدون تنش پیشنهاد می‌شود.

در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش، عملکرد بالایی دارند (Fernandez, 1992). استفاده از نمودارهای سه بعدی برای تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها توسط برخی دیگر از محققان نیز مورد استفاده و تایید قرار گرفته است (Shirinzadeh et al., 2009; Poriachi et al., 2011).

تجزیه خوشه‌ای

در شکل ۳ نتایج گروه‌بندی ارقام و لاین‌ها با روش کلاستر شجره‌ای Ward با استفاده از تمام صفات مورد بررسی بصورت نمودار درختی نشان داده شده است. ادغام گروه‌های مورد بررسی در فاصله ادغام ۲۰ واحد اقلیدسی موجب گروه‌بندی لاین‌ها در سه گروه مجزا گردید که شاخص‌های متمایز کننده گروه‌ها براساس لاین‌ها بصورت زیر می‌باشد. در گروه سوم، لاین‌های ۶، ۷، ۱۱ و ۱۳ در گروه دوم، لاین‌های ۵، ۸، ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۹ و ۲۰ در گروه اول نیز ارقام برزگر و نارین و لاین‌های ۳، ۴ و ۱۸ قرار گرفتند. بر این اساس می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی از این تنوع بین گروه‌ها بهره جست. در گروه سوم، لاین‌های مذکور در هر دو سال بررسی از لحاظ صفات تعداد روز تا ظهور سنبله و تعداد روز تا رسیدگی مقادیر بیشتری از میانگین کل و طول دوره پر شدن دانه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه کمتری در مقایسه با میانگین کل داشتند. اما در گروه اول، لاین‌ها از تعداد روز تا ظهور سنبله کمتر و در مقابل از تعداد روز تا رسیدگی و همچنین طول دوره پر شدن دانه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بالاتری از میانگین کل برخوردار بودند (جدول

جدول ۳- نتایج آزمون لوین برای یکواختی واریانس صفات مورد بررسی

Table 3. Levene's test for homogeneity of variance in the studied traits

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean squares						
		ظهور سنبله Heading	رسیدگی فیزیولوژیکی Physiological maturity	پر شدن دانه Grain filling	ارتفاع بوته Plant height	وزن هزار دانه 1000-grain weight	صمگرد دانه Grain yield	بهره وری آب Waterproducti vity
سال Year	1	101.6**	12.58*	58.46**	155.6*	64.32**	203401*	0.070*
خطا Error	238	938.3	633.6	789.1	28.18	8.21	473516	0.017

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و ns عدم معنی داری می باشد.

* and ** are significantly different at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively and ns is non-significant

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات در لاین های امید بخش گندم در دو شرایط شوری و بدون تنش در سال اول

Table 4. Analysis of variance for the traits in the wheat promising lines under salinity and non-stress conditions in the 1st year

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean squares						
		ظاهر سنبله Heading	رسیدگی فیزیولوژیکی Physiological maturity	پر شدن دانه Grain filling	ارتفاع بوته Plant height	وزن هزار دانه 1000-grain weight	عملکرد دانه Grain yield	بهره زری آب Waterproducti vity
محیط Environment (E)	1	161.01*	0.01 ^{ns}	158.70 ^{ns}	676.88*	1020.83 ^{ns}	18953834 ^{ns}	0.780 ^{ns}
تکرار (محیط) Rep (E)	4	7.98	50.08	54.12	32.09	132.66	5305247	0.216
لاین Line (L)	19	54.64**	16.52**	27.95**	239.25**	47.22**	2891519**	0.118**
لاین × محیط L×E	19	14.48**	9.36**	11.28*	14.58 ^{ns}	13.82 ^{ns}	1684429**	0.069**
خطا Error	76	4.99	3.42	6.01	18.89	10.51	658052	0.027
ضریب تغییرات C.V.	-	2.15	1.26	5.76	4.71	8.21	16.13	16.15

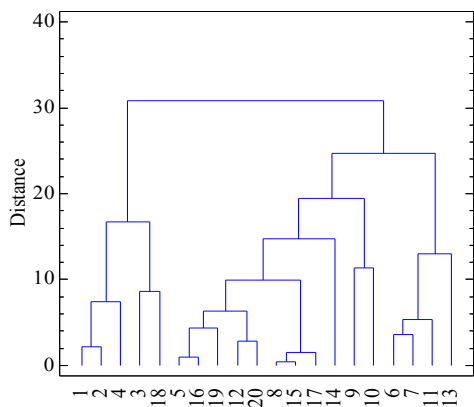
* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و ns عدم معنی داری می باشد.
* and ** are significantly different at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively and ns is non-significant

ادامه جدول ۴- تجزیه واریانس صفات در لاین های امیدبخش گندم در دو شرایط شوری و بدون تنش در سال دوم
 Table 4. (continued.) Analysis of variance for the traits in the wheat promising lines under salinity and non-stress conditions in the 2nd year

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean squares						
		ظهور سنبله Heading	رسیدگی فیزیولوژیکی Physiological maturity	پر شدن دانه Grain filling	ارتفاع بوته Plant height	وزن هزار دانه 1000-grain Weight	عملکرد دانه Grain yield	بهره وری آب Waterproducti vity
محیط Environment (E)	1	37.41**	81.67*	8.53 ^{ns}	291.41*	118.41**	62544694**	1.966**
تکرار (محیط) Rep (E)	4	1.43	5.95	9.98	29.88	0.50	115094	0.003
لاین Line (L)	19	20.27**	11.72**	13.84**	337.68**	63.38**	1109132**	0.034*
لاین × محیط L×E	19	1.02 ^{ns}	2.83*	4.39*	57.86 ^{ns}	9.96*	816951 ^{ns}	0.026 ^{ns}
خطا Error	76	1.08	1.62	2.04	41.73	4.68	512516	0.016
ضریب تغییرات C.V.	-	1.06	0.90	3.34	8.56	5.85	17.68	17.71

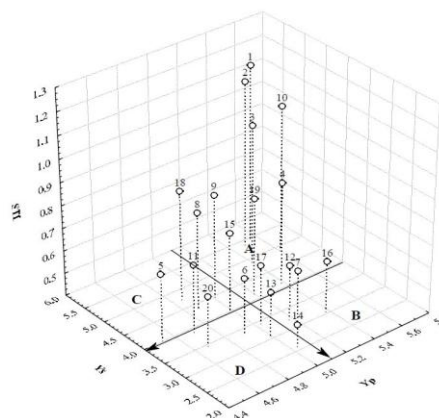
* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و ^{ns} عدم معنی داری می باشد.

* and ** are significantly different at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively and ^{ns} is non-significant



شکل ۳- تجزیه خوشه ای ۲۰ رقم و لاین امیدبخش گندم بر اساس تمام صفات مورد بررسی

Figure 3. Cluster analysis of 20 wheat elite lines and cultivars based on all the investigated traits



شکل ۲- پراکنش لاین ها بر اساس عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص STI

Figure 2. The dispersal of lines based on Y_s , Y_p and STI index

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر شرایط و لاین بر صفات زراعی و بهره وزی محصول آب مصرفی لاین های گندم در دو شرایط شوری و بدون تنش در دو سال اجرا
Table 5. Mean comparison for the effects of environment and line on agronomic traits and water productivity of wheat lines under salinity and non-stress conditions in two years

تیمار Treatment	ظهور سنبله Heading (day)		رسیدگی فیزیولوژیکی Physiological maturity (Day)		پر شدن دانه Grain filling (day)		ارتفاع بوته Plant height (cm)		وزن هزار دانه 1000-grainweight (gr)		عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)		بهره وزی آب Water productivity (kg/m ³)	
	1 st year	2 nd year	1 st year	2 nd year	1 st year	2 nd year	1 st year	2 nd year	1 st year	2 nd year	1 st year	2 nd year	1 st year	2 nd year
بدون تنش Control	102.7 ^a	97.7 ^b	146.5 ^a	140.2 ^b	43.7 ^a	42.5 ^a	94.7 ^a	77.1 ^a	36.5 ^a	38.0 ^b	5427.5 ^a	4770.3 ^a	1.099 ^a	0.845 ^a
تنش شوری Salinity stress	105.1 ^b	98.8 ^a	146.5 ^a	141.9 ^a	41.4 ^a	43.1 ^a	89.9 ^b	74.0 ^b	42.4 ^a	36.0 ^b	4632.6 ^a	3326.4 ^b	0.938 ^a	0.589 ^b
لاین	106.2 ^{a-e}	97.8 ^{d-g}	148.5 ^{ab}	141.7 ^{abc}	42.3 ^{abc}	43.8 ^{abc}	98.5 ^{ab}	80.8 ^{a-d}	43.7 ^{ab}	42.0 ^{ab}	6216.7 ^a	4830.6 ^a	1.259 ^a	0.856 ^a
1	103.2 ^{-ch}	97.3 ^{-d-g}	147.3 ^{abc}	140.8 ^{bcd}	44.2 ^{abc}	43.5 ^{a-d}	97.3 ^{abc}	86.2 ^{abc}	46.2 ^a	42.3 ^b	6150.0 ^{ab}	4706.9 ^a	1.245 ^{ab}	0.834 ^a
2	105.0 ^{-be}	99.3 ^{-bc}	148.3 ^{ab}	143.5 ^{ab}	43.3 ^{abc}	44.2 ^{ab}	98.0 ^{ab}	89.0 ^a	39.0 ^{ab}	38.7 ^{a-d}	5905.6 ^{ab}	4376.4 ^a	1.196 ^{abc}	0.775 ^a
3	102.0 ^{-ch}	96.8 ^{-fg}	146.7 ^{abc}	141.8 ^{abc}	44.7 ^{ab}	45.0 ^a	99.2 ^{ab}	87.8 ^{ab}	43.6 ^{ab}	42.5 ^a	5076.4 ^{ab}	4418.1 ^a	1.028 ^{bc}	0.783 ^a
4	103.3 ^{-dch}	97.5 ^{-d-g}	146.0 ^{abc}	141.2 ^{bcd}	42.7 ^{abc}	43.7 ^{ab-d}	90.7 ^{ab-e}	72.7 ^{-c-f}	36.9 ^{bc}	35.8 ^{deh}	4797.2 ^{bc}	3731.9 ^a	0.971 ^{bc}	0.661 ^a
5	103.3 ^{-dch}	97.5 ^{-d-g}	146.0 ^{abc}	141.7 ^{abc}	42.5 ^{ab-d}	42.5 ^{ab-d}	87.3 ^{bc}	66.3 ^{-c-fg}	35.2 ^c	33.2 ^{-fgh}	4811.1 ^{bc}	3495.8 ^a	0.974 ^{bc}	0.619 ^a
6	105.7 ^{-af}	99.2 ^{-cd}	147.3 ^{abc}	141.7 ^{abc}	41.7 ^{ab-d}	40.7 ^{bc-d}	86.3 ^c	64.8 ^{-c-fg}	38.0 ^{bc}	32.2 ^{-g}	4908.3 ^{bc}	3416.7 ^a	0.994 ^{bc}	0.605 ^a
7	108.2 ^{-bc}	101.0 ^{-bc}	148.0 ^{abc}	141.7 ^{abc}	39.8 ^{bcd}	40.7 ^{bc-d}	86.3 ^c	73.0 ^{-c-f}	40.4 ^{abc}	36.0 ^{dh}	5523.6 ^{-a}	3740.3 ^a	1.118 ^{ab-d}	0.663 ^a
8	101.5 ^{-ch}	97.5 ^{-d-g}	147.0 ^{abc}	140.3 ^{cd}	45.5 ^a	42.8 ^{ab-d}	90.2 ^{-bc}	58.2 ^{-f}	35.7 ^c	32.9 ^{gh}	5165.3 ^{bc}	4294.4 ^a	1.046 ^{bc}	0.761 ^a
9	102.8 ^{-ch}	98.2 ^{-def}	147.3 ^{abc}	141.8 ^{abc}	44.5 ^{ab}	43.7 ^{ab-d}	72.5 ^f	74.5 ^{-bc}	40.0 ^{abc}	36.9 ^{-cf}	5748.6 ^{ab}	4722.2 ^a	1.164 ^{abc}	0.837 ^a
10	102.5 ^{-ch}	99.5 ^{-bcd}	146.2 ^{abc}	140.3 ^{cd}	43.7 ^{abc}	40.8 ^{abc-d}	86.5 ^c	69.0 ^{-d-g}	40.0 ^{abc}	36.9 ^{-cf}	5748.6 ^{ab}	4722.2 ^a	1.164 ^{abc}	0.837 ^a
11	108.0 ^{-d}	100.5 ^{-bhc}	147.2 ^{abc}	142.0 ^{abc}	39.2 ^{cd}	43.3 ^{abc}	96.2 ^{-ad}	74.5 ^{-bc}	37.2 ^{bc}	36.4 ^{ch}	4647.2 ^{bc}	3937.5 ^a	0.941 ^{bc}	0.698 ^a
12	101.0 ^{-fgh}	96.8 ^{-fg}	144.3 ^{cd}	139.7 ^{cd}	43.3 ^{abc}	42.8 ^{ab-d}	95.8 ^d	77.8 ^{-bc-f}	41.3 ^{abc}	37.6 ^{-bf}	4437.5 ^b	3966.7 ^a	0.898 ^{bc}	0.703 ^a
13	110.2 ^a	102.0 ^a	146.8 ^{abc}	140.5 ^{cd}	36.7 ^d	38.5 ^e	99.5 ^f	77.0 ^{-bc-f}	37.3 ^{bc}	32.3 ⁱ	4457.0 ^{-b}	3626.4 ^a	0.902 ^{bc}	0.642 ^a
14	98.7 ^h	95.8 ^g	142.0 ^d	138.5 ^d	43.3 ^{abc}	42.7 ^{ab-d}	93.8 ^{bc-e}	76.2 ^{-bc-f}	41.2 ^{abc}	38.9 ^{cd}	3716.7 ^c	3902.8 ^a	0.752 ^c	0.691 ^a
15	101.0 ^{-fgh}	96.3 ^{fg}	144.8 ^{bcd}	141.0 ^{bcd}	43.8 ^{abc}	44.7 ^a	95.3 ^{bc-e}	73.8 ^{-c-f}	39.7 ^{abc}	37.2 ^{-c-g}	5036.1 ^{bc}	3894.4 ^a	1.020 ^{bc}	0.690 ^a
16	103.3 ^{-dch}	96.8 ^{-fg}	145.3 ^{abc}	139.7 ^{cd}	42.0 ^{abc}	42.8 ^{ab-d}	88.3 ^{-cde}	73.2 ^{-c-f}	37.9 ^{bc}	38.0 ^{bc-e}	3995.8 ^{bc}	4416.7 ^a	0.809 ^{bc}	0.782 ^a
17	102.8 ^{-dch}	97.2 ^{-efg}	146.8 ^{abc}	141.2 ^{bcd}	44.0 ^{abc}	44.0 ^{ab}	90.0 ^{-bc}	78.8 ^{-bc-f}	41.1 ^{abc}	38.1 ^{bc-e}	4259.7 ^{cd}	4187.5 ^a	0.862 ^{abc}	0.742 ^a
18	108.3 ^{-ab}	101.5 ^{-ab}	149.0 ^a	144.3 ^a	40.7 ^{ab-d}	42.8 ^{ab-d}	91.8 ^{bc}	77.0 ^{-bc-f}	38.7 ^{bc}	40.8 ^{abc}	5577.8 ^{-b}	4006.9 ^a	1.129 ^{cd}	0.710 ^a
19	103.5 ^{-c}	97.3 ^{-d-g}	145.2 ^{ab-d}	139.5 ^{cd}	41.7 ^{ab-d}	42.2 ^{ab-d}	94.5 ^{bc}	78.2 ^{-bc-f}	38.4 ^{bc}	33.9 ^{ch}	5479.2 ^{-b}	3856.9 ^a	1.109 ^{cd}	0.683 ^a
20	100.7 ^{gh}	96.3 ^{fg}	145.0 ^{bcd}	139.3 ^{cd}	44.3 ^{abc}	43.0 ^{ab-d}	94.3 ^{bc}	75.8 ^{-bc-f}	37.7 ^{bc}	34.6 ^{dh}	4691.7 ^{bc}	3437.5 ^a	0.950 ^{bc}	0.609 ^a

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at P=5% based on Tukey's multiple range test

اطلاعات دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد نمی باشد.

جدول ۶- مقایسه میانگین بر عملکرد سال \times لاین بر صفات زراعی و بهره‌وری مصرف آب لاین‌های امیدبخش گندم در دو شرایط شوری و بدون تنش
Table 6. Mean comparison for the interactive effects of year \times line for agronomic traits and water productivity of wheat promising lines under salinity and non-stress conditions

سال Year	لاین Line	ظهور سبته Heading (day)		رسیدگی فیزیولوژیکی Physiological maturity (Day)		پر شدن دانه Grain filling (day)		ارتفاع بوته Plant height (cm)		وزن خوار دانه 1000-grain weight (gr)		عملکرد دانه Grain yield (Kg/ha)		بهره‌وری آب Water productivity (kg/m ³)	
		نرمال Normal	شوری Saline	نرمال Normal	شوری Saline	نرمال Normal	شوری Saline	نرمال Normal	شوری Saline	نرمال Normal	شوری Saline	نرمال Normal	شوری Saline	نرمال Normal	شوری Saline
1 st	1	105.7 ^{ab}	106.7 ^{cd}	149.0 ^{ab}	148.0 ^{abc}	43.3 ^{ac}	41.3 ^{ac}	101.7 ^{ab}	95.3 ^{ac}	43.1 ^{cd}	44.4 ^{cd}	6072.2 ^{abc}	6361.1 ^a	1.229 ^{abc}	1.288 ^a
	2	101.3 ^{cd}	105.0 ^{bc}	148.7 ^{ab}	146.0 ^{abc}	47.3 ^{ab}	41.0 ^{ac}	98.7 ^{cd}	96.0 ^{ac}	45.7 ^{abc}	46.7 ^a	6494.4 ^a	5805.6 ^{abc}	1.315 ^a	1.175 ^{abc}
	3	104.0 ^{ab}	106.0 ^{bc}	150.3 ^a	146.3 ^{abc}	46.3 ^{abc}	40.3 ^{ac}	100.7 ^{abc}	95.3 ^{ac}	37.3 ^{cd}	40.7 ^{ab}	6227.8 ^a	5583.3 ^{cd}	1.261 ^a	1.130 ^{cd}
	4	100.3 ^{cd}	103.7 ^{bc}	147.0 ^{abc}	146.3 ^{abc}	46.7 ^{ab}	42.7 ^{ac}	104.0 ^a	94.3 ^{ac}	41.3 ^{cd}	45.9 ^{ab}	5611.1 ^{cd}	4541.7 ^{ac}	1.136 ^{cd}	0.920 ^{ac}
	5	102.0 ^{cd}	104.7 ^{bc}	146.7 ^{abc}	145.3 ^{abc}	44.7 ^{ac}	40.7 ^{ac}	89.0 ^{bc}	92.3 ^{ac}	33.6 ^{cd}	40.1 ^{ab}	4538.9 ^{ac}	5055.6 ^{ac}	0.919 ^{ac}	1.024 ^{ac}
	6	105.3 ^{ac}	106.0 ^{bc}	148.0 ^{abc}	146.7 ^{abc}	42.7 ^{ac}	40.7 ^{ac}	89.3 ^{bc}	85.3 ^{cd}	30.9 ^{cd}	39.5 ^{ab}	5205.6 ^{cd}	4416.7 ^{ac}	1.054 ^{cd}	0.894 ^{ac}
	7	110.0 ^{ab}	106.3 ^{bc}	148.3 ^{abc}	146.3 ^{abc}	38.3 ^{cd}	41.3 ^{ac}	89.0 ^{bc}	83.7 ^{cd}	35.2 ^{cd}	40.8 ^{ab}	5677.8 ^{cd}	4138.9 ^{ac}	1.150 ^{cd}	0.838 ^{ac}
	8	99.3 ^{cd}	103.7 ^{bc}	147.7 ^{abc}	146.3 ^{abc}	48.3 ^a	42.7 ^{ac}	93.3 ^{bc}	87.0 ^{cd}	36.5 ^{cd}	44.3 ^{cd}	5533.3 ^{cd}	5513.9 ^{cd}	1.120 ^{cd}	1.116 ^{cd}
	9	100.7 ^{cd}	105.0 ^{bc}	147.0 ^{abc}	147.7 ^{abc}	46.3 ^{abc}	42.7 ^{ac}	74.0 ^{hi}	71.0 ⁱ	31.6 ^{cd}	39.9 ^{ab}	5066.7 ^{ac}	5263.9 ^{cd}	1.026 ^{ac}	1.066 ^{cd}
	10	100.0 ^{cd}	105.0 ^{bc}	146.3 ^{abc}	146.0 ^{abc}	46.3 ^{abc}	41.0 ^{ac}	90.0 ^{ac}	83.0 ^{gh}	36.1 ^{cd}	43.9 ^{ac}	5900.0 ^{abc}	5597.2 ^{cd}	1.195 ^{abc}	1.133 ^{cd}
	11	109.7 ^{abc}	106.3 ^{bc}	147.7 ^{abc}	146.7 ^{abc}	38.0 ^{cd}	40.3 ^{ac}	97.0 ^{ac}	95.3 ^{ac}	32.8 ^{cd}	41.6 ^{ab}	4850.0 ^{cd}	4444.4 ^{cd}	0.982 ^{ac}	0.900 ^{ac}
	12	99.0 ^{cd}	103.0 ^{bc}	143.7 ^{bcd}	145.0 ^{abc}	44.7 ^{ac}	42.0 ^{ac}	99.0 ^{cd}	92.7 ^{ac}	40.5 ^{cd}	42.1 ^{ac}	5333.3 ^{cd}	3541.7 ^{bc}	1.080 ^{cd}	0.717 ^{bc}
	13	110.7 ^a	109.7 ^{abc}	147.3 ^{abc}	146.3 ^{abc}	36.7 ^e	36.7 ^e	100.7 ^{abc}	98.3 ^{ac}	35.9 ^{cd}	38.8 ^{ab}	5455.6 ^{cd}	3458.3 ^{cd}	1.105 ^{cd}	0.700 ^{cd}
	14	95.3 ⁱ	102.0 ^{cd}	138.3 ^d	145.7 ^{abc}	43.0 ^{ac}	43.7 ^{ac}	96.7 ^{ac}	91.0 ^{ac}	38.5 ^{cd}	43.9 ^{ac}	4988.9 ^{ac}	2444.4 ^e	1.010 ^{ac}	0.495 ^e
	15	97.3 ^{hi}	104.7 ^{bc}	142.3 ^{cd}	145.7 ^{abc}	45.0 ^{ad}	42.7 ^{ac}	95.3 ^{ac}	95.3 ^{ac}	37.5 ^{cd}	41.9 ^{ab}	5183.3 ^{cd}	4888.9 ^{ac}	1.049 ^{cd}	0.990 ^{ac}
	16	103.0 ^{bc}	103.7 ^{bc}	145.0 ^{abc}	145.7 ^{abc}	42.0 ^{ac}	42.0 ^{ac}	92.3 ^{ac}	84.3 ^{cd}	35.6 ^{cd}	40.1 ^{ab}	5366.7 ^{cd}	2625.0 ^e	1.087 ^{cd}	0.531 ^e
	17	100.7 ^{cd}	105.0 ^{bc}	146.3 ^{abc}	147.3 ^{abc}	45.7 ^{ad}	42.3 ^{ac}	94.3 ^{ac}	85.7 ^{cd}	36.4 ^{cd}	45.9 ^{ab}	5394.4 ^{cd}	3125.0 ^{de}	1.092 ^{cd}	0.633 ^{de}
	18	109.7 ^{abc}	107.0 ^{cd}	148.3 ^{abc}	148.3 ^{abc}	40.0 ^{bc}	41.3 ^{ac}	95.0 ^{ac}	88.7 ^{cd}	32.4 ^{gh}	45.1 ^{ab}	4988.9 ^{ac}	6166.7 ^{ab}	1.010 ^{ac}	1.249 ^{ab}
	19	102.0 ^{cd}	105.0 ^{bc}	145.3 ^{abc}	145.7 ^{abc}	43.3 ^{ac}	40.0 ^{bc}	96.0 ^{ac}	93.0 ^{ac}	35.9 ^{cd}	40.9 ^{ab}	5694.4 ^{cd}	5263.9 ^{cd}	1.153 ^{cd}	1.066 ^{cd}
	20	98.7 ^{gh}	102.7 ^{cd}	144.3 ^{cd}	145.7 ^{abc}	45.7 ^{ad}	43.0 ^{ac}	97.7 ^{cd}	91.0 ^{ac}	34.0 ^{cd}	41.3 ^{ab}	4966.7 ^{cd}	4416.7 ^{ac}	1.006 ^{cd}	0.894 ^{ac}

دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد نمی باشند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at p=5% based on Tukey's multiple range test

ادامه جدول ۶- مقایسه میانگین بر عملکرد سال \times لاین بر صفات زراعی و بهره وری مصرف آب لاین های امید بخش گندم در دو شرایط شوری و بدون تنش

Table 6. Mean comparison for the interactive effects of year \times line for agronomic traits and water productivity of wheat promising lines under salinity and non-stress conditions

سال	لاین	ظهور سنبله		رسیدگی فیزیولوژیکی		پر شدن دانه		ارتفاع بوته		وزن هزار دانه		عملکرد دانه		بهره وری آب	
		Heading (day)	Saline	Physiological maturity (Day)	Saline	Grain filling (day)	Saline	Plant height (cm)	Saline	1000-grain weight (gr)	Saline	Grain yield (Kg/ha)	Saline	Water productivity (kg/m ³)	
Year	Line	Normal	Saline	Normal	Saline	Normal	Saline	Normal	Saline	Normal	Saline	Normal	Saline	Normal	Saline
		97.3 ^{ci}	98.3 ^{bi}	140.7 ^{ah}	142.7 ^{ad}	43.3 ^{ae}	44.3 ^{ake}	79.7 ^{ad}	82.0 ^{ad}	41.3 ^{abc}	42.7 ^a	5050.0 ^{ad}	4611.1 ^{ad}	0.895 ^{ad}	0.817 ^{ad}
		97.3 ^{ci}	97.3 ^{ci}	139.3 ^{ch}	142.3 ^{ad}	42.0 ^{af}	45.0 ^a	85.0 ^{abc}	87.3 ^{abc}	42.2 ^{ab}	42.4 ^{ab}	4483.3 ^{ad}	4930.6 ^{ad}	0.794 ^{ag}	0.873 ^{ad}
		99.3 ^{ag}	99.3 ^{ag}	143.0 ^{abc}	144.0 ^{ab}	43.7 ^{ae}	44.7 ^{ab}	84.7 ^{abc}	93.3 ^a	39.7 ^{ad}	37.7 ^{ag}	4572.2 ^{af}	4180.6 ^{ag}	0.810 ^{af}	0.741 ^{ag}
		96.0 ^{ghi}	97.7 ^{ci}	141.0 ^{abh}	142.7 ^{ad}	45.0 ^a	45.0 ^a	88.7 ^{ab}	87.0 ^{abc}	42.7 ^a	42.2 ^{ab}	5155.6 ^{af}	3680.6 ^{ag}	0.913 ^{abc}	0.652 ^{ag}
		97.0 ^{ci}	98.0 ^{ci}	141.0 ^{abh}	141.3 ^{af}	44.0 ^{ae}	43.3 ^{ae}	74.3 ^{arf}	71.0 ^{bif}	36.5 ^{ag}	35.2 ^{ag}	4505.6 ^{af}	2958.3 ^{ag}	0.798 ^{af}	0.524 ^{ag}
		97.7 ^{ci}	100.7 ^{ad}	142.0 ^{ae}	141.7 ^{ae}	44.0 ^{ae}	41.0 ^{af}	70.7 ^{bif}	62.0 ^{def}	35.5 ^{ag}	30.9 ^g	4616.7 ^{af}	2375.0 ^{ag}	0.818 ^{af}	0.421 ^{ag}
		100.7 ^{ad}	101.3 ^{ab}	142.0 ^{ae}	141.7 ^{ae}	41.3 ^{af}	40.0 ^{bif}	72.0 ^{bif}	57.7 ^f	33.7 ^{ag}	30.6 ^g	4722.2 ^{af}	2111.1 ^g	0.837 ^{af}	0.374 ^g
		97.7 ^{ci}	97.7 ^{ci}	139.0 ^{ch}	141.7 ^{ae}	41.7 ^{af}	44.0 ^{ae}	71.7 ^{bif}	74.3 ^{arf}	37.5 ^{ag}	34.5 ^{ag}	4216.7 ^{ag}	3263.9 ^{ag}	0.747 ^{ag}	0.578 ^{ag}
		98.0 ^{ci}	98.3 ^{bi}	141.7 ^{ae}	142.0 ^{ae}	43.7 ^{ae}	43.7 ^{ae}	57.7 ^f	58.7 ^{ef}	31.5 ^{ag}	34.3 ^{ag}	4950.0 ^{ad}	3638.9 ^{ag}	0.877 ^{ad}	0.645 ^{ag}
		99.7 ^{ci}	100.3 ^{ae}	139.0 ^{ch}	141.7 ^{ae}	40.3 ^{af}	41.3 ^{arf}	74.3 ^{arf}	70.7 ^{bif}	37.9 ^{af}	35.9 ^{ag}	5305.6 ^{af}	4138.9 ^{ag}	0.940 ^{ab}	0.733 ^{ag}
		99.7 ^{ci}	101.3 ^{ab}	141.3 ^{ag}	142.7 ^{ad}	41.7 ^{af}	41.3 ^{arf}	74.3 ^{arf}	74.7 ^{bif}	35.9 ^{ag}	34.3 ^{ag}	4555.6 ^{af}	3319.4 ^{ag}	0.807 ^{af}	0.588 ^{ag}
		97.7 ^{ci}	97.7 ^{ci}	138.0 ^{ch}	141.3 ^{ag}	42.0 ^{af}	43.7 ^{ae}	82.3 ^{ad}	73.3 ^{arf}	39.7 ^{ad}	35.5 ^{ag}	5016.7 ^{ad}	2916.7 ^{ag}	0.889 ^{ad}	0.517 ^{ag}
		102.0 ^a	102.0 ^a	139.3 ^{ch}	141.7 ^{ae}	37.3 ^f	39.7 ^{cef}	82.7 ^{ad}	71.3 ^{bif}	32.6 ^{efg}	31.9 ^{fg}	4544.4 ^{af}	2708.3 ^{ag}	0.805 ^{af}	0.480 ^{ag}
		95.0 ⁱ	96.7 ^{ci}	137.0 ^h	140.0 ^{bh}	42.0 ^{af}	43.3 ^{ae}	77.3 ^{arf}	75.0 ^{bif}	42.3 ^{ab}	35.5 ^{ag}	4761.1 ^{ae}	2722.2 ^{ag}	0.901 ^{abc}	0.482 ^{ag}
		95.3 ^{hi}	97.3 ^{ci}	140.3 ^{bh}	141.7 ^{ae}	45.0 ^a	44.3 ^{ad}	78.3 ^{arf}	69.3 ^{bif}	39.4 ^{ae}	34.9 ^{ag}	5083.3 ^{abc}	3027.8 ^{ag}	0.843 ^{af}	0.536 ^{ag}
		96.3 ^{fi}	97.3 ^{ci}	137.3 ^{fh}	142.0 ^{ae}	41.0 ^{af}	44.7 ^{ab}	72.3 ^{bif}	74.0 ^{bif}	39.1 ^{ae}	36.9 ^{ag}	5388.9 ^a	3444.4 ^{ag}	0.955 ^a	0.610 ^{ag}
		97.0 ^{ci}	97.3 ^{ci}	140.3 ^{bh}	142.0 ^{ae}	43.3 ^{ae}	44.7 ^{ab}	81.7 ^{ad}	76.0 ^{bif}	40.5 ^{ad}	37.1 ^{ag}	4666.7 ^{af}	3708.3 ^{ag}	0.827 ^{af}	0.657 ^{ag}
		100.7 ^{ad}	102.3 ^a	144.7 ^a	144.0 ^{ab}	44.0 ^{ae}	41.7 ^{arf}	83.7 ^{abc}	70.3 ^{bif}	35.1 ^{ce}	41.0 ^{abc}	4722.2 ^{af}	3291.7 ^{ag}	0.837 ^{af}	0.583 ^{ag}
		97.0 ^{ci}	97.7 ^{ci}	138.7 ^{dh}	140.3 ^{bh}	41.7 ^{arf}	42.7 ^{ae}	79.3 ^{ae}	77.0 ^{arf}	35.1 ^{ce}	32.7 ^{efg}	4700.0 ^{af}	3013.9 ^{ag}	0.833 ^{af}	0.534 ^{ag}
95.3 ^{hi}	97.3 ^{ci}	138.7 ^{dh}	140.0 ^{bh}	43.3 ^{ae}	42.7 ^{ae}	77.7 ^{arf}	74.0 ^{arf}	38.0 ^{af}	31.3 ^{fg}	4388.9 ^{ag}	2486.1 ^{efg}	0.778 ^{ag}	0.440 ^{efg}		

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at $p \leq 5\%$ based on Tukey's multiple range test

دارای حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری بر اساس آزمون توکی در سطح ۵ درصد نمی باشند

جدول ۸- همبستگی بین شاخص های تحمل و حساسیت به تنش با عملکرد دانه در دو محیط

Table 8. Correlation of stress toleranceand sensitivity indices with grain yield in two conditions

	عملکرد بدون تنش	عملکرد در تنش	شاخص تحمل	شاخص میانگین بهره وری	میانگین حساسیت به تنش	میانگین هارمونیک تحمل به تنش	شاخص میانگین بهره وری	میانگین حساسیت به تنش	شاخص میانگین بهره وری	شاخص تحمل به تنش	عملکرد	شاخص میانگین بهره وری	میانگین حساسیت به تنش	شاخص میانگین بهره وری	شاخص تحمل به تنش	عملکرد	شاخص میانگین بهره وری	میانگین حساسیت به تنش	شاخص میانگین بهره وری
	Yp	Ys	TOL	MP	SSI	STI	YI	YSI	RSI	Yp	Ys	TOL	MP	SSI	STI	YI	YSI	RSI	
عملکرد بدون تنش	1.000																		
عملکرد در تنش	0.395 ^{ns}	1.000																	
شاخص تحمل	-0.025 ^{ns}	-	1.000																
شاخص میانگین بهره وری	0.640 ^{**}	0.958 ^{**}	-	1.000															
میانگین حساسیت به تنش	0.582 ^{**}	0.976 ^{**}	-	0.997 ^{**}	1.000														
میانگین هارمونیک بهره وری	0.533 [*]	0.986 ^{**}	-	0.857 ^{**}	0.990 ^{**}	0.998 ^{**}	1.000												
شاخص حساسیت به تنش	-0.084 ^{ns}	0.948 ^{**}	0.997 ^{**}	-0.819 ^{**}	-0.858 ^{**}	-0.885 ^{**}	1.000												
شاخص تحمل به تنش	0.603 ^{**}	0.970 ^{**}	-	0.812 ^{**}	0.998 ^{**}	0.994 ^{**}	0.994 ^{**}	1.000											
شاخص عملکرد	0.395 ^{ns}	1.000 ^{**}	-	0.929 ^{**}	0.958 ^{**}	0.976 ^{**}	0.986 ^{**}	-0.948 ^{**}	1.000										
شاخص ثبات عملکرد	0.084 ^{ns}	0.948 ^{**}	-	0.997 ^{**}	0.819 ^{**}	0.858 ^{**}	0.885 ^{**}	-1.000 ^{**}	0.843 ^{**}	0.970 ^{**}	1.000								
شاخص تنش نسبی	0.084 ^{ns}	0.948 ^{**}	-	0.997 ^{**}	0.819 ^{**}	0.858 ^{**}	0.885 ^{**}	-1.000 ^{**}	0.843 ^{**}	0.948 ^{**}	0.948 ^{**}	1.000 ^{**}							

* and ** are significantly different at $\alpha=0.05$ and $\alpha=0.01$, respectively and ns is non-significant

و * * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد و ns عدم معنی داری می باشد.

References:

- Akbari Ghogdi, E., Izadi-Darbandi, A., Borzouei, A., and Ebrahimi, M. 2011. Identification of some morphological selection criteria for salt tolerance screening in wheat Genotypes (*T. aestivum* L.). *Journal of Crop Breeding*, 2(6): 81-98. (In Persian with English Summary).
- Akbari Moghadam, H., Etesam, G.H.R., Kuhkan, S.H.E., and Rostami, H. 2002. Evaluation the effect of salinity stress on the yield and yield components of genotypes of bread wheat. Abstract of the 7th congress of Iran agriculture and plants modification sciences, Institute of modification and production of seeding and seed, Karaj, Iran. (In Persian with English Summary).
- Amini Sefidab, A. 2019. Barzegar, a new cultivar of irrigated bread wheat suitable for cultivation in areas with water or saline soil. Seed and Plant Breeding Research Institute.
- Amini Sefidab, A., Akbari Mogadam, H., Saberi, M., Tabatabaee, M., Afuni, D., Ravari, Z., Mohammadi, A., Afshari, F., Zakeri, A., Ata Hosseini, M., Akbari, A., and Haji Akhondi Meibidi, H. 2017. Narin, a new irrigated bread wheat cultivar, high grain yield, adapted to temperate and warm climate zones with salinity of soil and water. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops*, 6(2): 135-147. doi: 10.22092/rafhc.2018.109042.1059
- Amini, A., Vahabzadeh, M., Majidi, A., Afuni, D., Tabatabaei, M.T., Saberi, M.H., Ayneh, G., and Ravari, S. Z. 2010. Grain yield stability and adaptability of bread wheat genotypes using different stability indices under salinity stress conditions. *Seed and Plant Improvement Journal*, 26-1: 397-411. (In Persian with English Summary).
- Amini, A., Amirnia, R., and Ghazvini, H. A. 2016. Evaluation of salinity tolerance in bread wheat genotypes under field conditions. *Seed and Plant Journal*, 1 (31): 95-115. (In Persian with English Summary).
- Arora, N.K. 2019. Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. *Environmental Sustainability*, 2: 95-96. doi: <https://doi.org/10.1007/s42398-019-00078-w>
- Arzani, A., and Ashraf, M. 2016. Smart engineering of genetic resources for

- enhanced salinity tolerance in crop plants. *Critical Review in Plant Sciences*, 35: 146-189. doi: <https://doi.org/10.1080/07352689.2016.1245056>.
- Arzani, A. 2008. Improving Salinity Tolerance in Crop Plants: A Biotechnological View. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 44: 373-383. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11627-008-9157-7>
- Becker-Reshef, I., Justice, C., Barker, B., Humber, M., Rembold, F., Bonifacio, R., Zappacosta, M., Budde, M., Magadzire, T., and Shitote, C. 2020. Strengthening agricultural decisions in countries at risk of food insecurity: The GEOGLAM Crop Monitor for Early Warning. *Remote Sensing of Environment*, 237: 111553. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111553>
- Bousslama, M., and Schapaugh, W.T. 1984. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*, 24: 933-937. Doi: <https://doi.org/10.2135/cropsci1984.0011183X002400050026x>
- Dura, S.A.M., Duwayri, M.A., and Nachit, M.M. 2011. Effects of different salinity levels on growth, yield and physiology on durum wheat (*Triticum turgidum* var. durum). *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 7(3): 528-527.
- El-Hendawy, S. E., Hu, Y., Yakout, G.M., Awad, A.M., Hafiz, S.E., and Schmidhalter, U. 2005. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. *European Journal of Agronomy*, 22: 243-253. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2004.03.002>
- Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Eds), *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress*. Publication, Tainan, Taiwan.
- Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. Part 1: Grain yield response. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29: 897- 912. doi: <https://doi.org/10.1071/AR9780897>
- Fischer, R.A., and Wood, T. 1979. Drought resistance in spring wheat cultivars III. Yield association with morphological traits. *Australian Journal of Agricultural Research*, 30: 1001-1020. doi: <https://doi.org/10.1071/AR9791001>

- Francois, L.E., Donovan, T.J., Lorenz, K., and Mass, E.V. 1989. Salinity effects on ray grain yield, quality, vegetative growth, and emergence. *Agronomy Journal*, 81: 707-712. doi: <https://doi.org/10.2134/agronj1989.00021962008100050001x>
- Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campaline, R.G., Ricciardi, G. L., and Borghi, B. 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. *Canadian Journal of Plant Science*, 77: 523-531. doi: <https://doi.org/10.4141/P96-130>
- Houshmand, S., Arzani, A., Maibody, S.A.M., and Feizi, M. 2005. Evaluation of salt-tolerant genotypes of durum wheat derived from in vitro and field experiments. *Field Crop Research*, 91: 345-354.
- Kafi, M., and Stewart, D.A. 1998. Effect of salinity on growth and yield of nine types of wheat. *Agricultural and Food Science*, 12(1): 77-85.
- Kafi, M., Borzouei, A., Salehi, M., Kennedy, A., Masoomi, A., and Nabati, J. 2010. Plant physiology of environmental stresses. Mashhad University Press. (In Persian with English Summary).
- Komeili, H., RashedMohassel, H., Ghodsi, M., and ZareFaizabadi, A. 2007. Evaluation of drought tolerance in wheat new genotypes under water stress conditions. *Journal of Agricultural Research*, 2: 314-301. (In Persian with English Summary).
- Martin, P., Ambrose, M., and Koebner, R. 1994. A wheat germplasm survey uncovers salt tolerance in genotypes not exposed to salt stress in the course of their selection. *Annals of Applied Biology*, 39: 215-222.
- Mass, E.V., and Grieve, C.M. 1990. Spike and leaf development in salt-stressed wheat. *Crop Science*, 30: 1309. doi: [10.2135/CROPSCI1990.0011183X003000060031X](https://doi.org/10.2135/CROPSCI1990.0011183X003000060031X)
- Molla Heydari Bafghi, R., Baghizadeh, A., and Mohammadinezhad, Gh. 2017. Evaluation of salinity and drought stresses tolerance in wheat genotypes using tolerance indices. *Journal of Crop Breeding*, 9 (23): 27-34. (In Persian with English Summary).
- Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annual Review*

- of Plant Biology*, 59: 651-681. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>.
- Munns, R., Hare, A., James, R.A., and Rebetzke, G.J. 2000. Genetic variation for improving the salt tolerance of durum wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 51: 69-74. doi: <https://doi.org/10.1071/AR99057>
- Poriamchi, H.M.A., Bihamta, M.R., Peighambari, S.A., and Naghavi, M. R. 2011. Evaluation of drought tolerance in Kabuli type chickpea genotypes. *Seed and Plant Improvement Journal*, 27(3): 393-409. (In Persian with English Summary).
- Postini, K. 2003. Evaluation of 30 wheat cultivars response to salt stress. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 33: 64-57. (In Persian with English Summary).
- Pour-Aboughadareh, A., Yousefian, M., Moradkhani, H., Moghaddam Vahed, M., Poczai, P., and Siddique, K.H.M. 2019. iPASTIC: An online toolkit to estimate plant abiotic stress indices. *Applications in Plant Sciences*, 7(7): e11278. doi:10.1002/aps3.11278
- Rajaram, S., and Van Ginkle, M. 2001. Mexico, 50 years of international wheat breeding. In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. (Eds.), the World Wheat Book: A History of Wheat breeding. Lavoisier pub., Paris, France, pp: 579-604.
- Richard, R.A. 1992. Increasing salinity tolerance of grain crops: Is it worthwhile? *Plant and Soil*, 146(1-2): 89-98.
- Rosielle, A.A., and Hamblin, J. 1987. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21: 943-946. doi: <https://doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x>
- Sadat Noori, S. A., Roustaei, A., and Foghi, B. 2006. Variability of salt tolerance for eleven traits bread wheat in different saline conditions. *Journal of Agronomy*, 5(1): 131-136. doi: 10.3923/ja.2006.131.136
- Sadegh Mansouri, R., Golabi, M., Boroumand Nasab, S., and Salehi, M. 2019. Determination of Salinity and Water Sensitivity Coefficient with the Approach Study Water Productivity of Kochia Scoparia L. in Ahvaz Climate. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, 5(13): 1204-1221. (In Persian

with English Summary).

- Salehi, M., Kalate-arabi, M., and Mosavay, S. A. 2015. Evaluation of genetic variation in spring bread wheat genotypes to salinity in the north of Golestan province. *Seed and Plant Improvement Journal*, 30(1): 305-325. (In Persian with English Summary).
- 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 with English Summary).
- Savin, R., Stone, P.J., and Nicolas, M. E. 1996. Responses of grain growth and malting quality of barley to short period of high temperature in field studies using portable chamber. *Euphytica*, 87: 465-477. doi: <https://doi.org/10.1071/AR9960465>
- Shirinzadeh, A., Zarghami, R., and Shiri, M. R. 2009. Evaluation of drought tolerance in late and medium maize hybrids -using stress tolerance indices. *Iranian Journal of Crop Science*, 10(40): 416-427. (In Persian with English Summary).
- Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditioning. *Field Crop Research*, 98: 222-229. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.02.001>

Assessment of grain yield, water productivity and salinity tolerance in bread wheat elite lines

Elias Arazmjoo¹, Ashkboos Amini Sefidab²

1. Assistant Professor of Horticulture Crops Research Department, South Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, AREEO, Birjand, Iran . (Corresponding author)
2. Associate Professor of Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Karaj, Iran

Received: December 2021 Accepted: March 2023- DOI: 10.22092/aj.2023.357100.1579

Extended Abstract

Arazmjoo. E., Amini Sefidab, A., Assessment of grain yield, water productivity and salinity tolerance in bread wheat elite lines

Applied Research in Field Crops Vol 35, No. 2, 2022 5-7: 24-48(in Persian)

Introduction

Salt stress affects 20% of global cultivable land and is increasing continuously owing to the change in climate and anthropogenic activities. Globally, wheat is cultivated on non-saline and saline soils, covering an area of approximately 214.79 million hectares (Becker-Reshef *et al.*, 2020). Salinity stress negatively affects the growth and development of wheat, leading to diminished grain yield and quality. For this reason, it is important to develop effective strategies to improve yield through salt tolerance. The breeding of salinity-tolerant cultivars through selection and breeding techniques is one of the effective methods in the production and exploitation of saline soil and water.

Materials & Methods

In order to study the effects of salinity stress on grain yield, phenological and morphological traits and salinity tolerance indices among bread wheat elite lines, two separate experiments in a randomized complete block design with three replications were conducted in two saline and normal environments during two **Email address of the corresponding author:** e.arazmjo@areeo.ac.ir

cropping years of 2019-2021. Twenty wheat cultivars and elite lines cultivated at the South Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre. After determining the grain yield in the both conditions, MP, GMP, TOL, HARM, STI and SSI indices were calculated, and their correlation with grain yield was investigated using SAS software. The three-dimensional distribution of each cultivar and line was plotted using STATISTICA software. The combined analysis of variance was performed to determine the main and interaction effects in the two years of the experiment and the means were compared by Tukey's test at the level of 5% probability. Bartlett's uniformity test was performed before the combined analysis of variance. Analysis of variance and mean comparison were performed using SAS-9.0 software and cluster analysis was performed by Ward method by StatGraphics program.

Results & Discussion

The response of wheat lines was different in two environments and salinity stress reduced grain yield. The results showed that different wheat lines responded differently to salinity stress. Salinity stress decreased grain yield and morphological traits in all lines compared to normal conditions. Salinity stress shortens internodes and reduces plant height and consequently leaf and shoot dry weight via reducing cell proliferation and decreasing dry matter accumulation (Dura *et al.*, 2011). The difference between cultivars and lines in terms of all phenological, morphological and grain yield in two years of the experiment was significant, which indicates the existence of appropriate diversity in the wheat elite lines. The existence of this genetic diversity can be very useful for selecting high-yielding wheat cultivars in salinity conditions. In the first year of implementation, Narin, line No. 3 and Barzegar with an average of 6494, 6227 and 6072 kg/ha, respectively, in normal conditions and Barzegar, line No. 18 and Narin with an average of 6361, 6166 and 5805 kg/ha respectively, had the highest grain yield under salinity stress. In the second year of the experiment, line number 16, 10 and 4 with an average of 5388, 5305 and 5155 kg/ha in normal condition and Narin, Barzegar and line No. 3 with an average of 4930, 4611 and 4180 kg/ha respectively, had the highest grain yield under salinity stress. Naturally, wheat lines grain yield under salinity stress was

lower than their yield under normal conditions. Under these conditions, the plant leaf area is greatly reduced, leading to the decreased photosynthetic capacity of the plant. Consequently, the dry matter production and ultimately the grain yield of the plant are diminished (Munns *et al.*, 2000).

Conclusion

According to the correlation analysis, the indices that are able to select tolerant cultivars and lines with high and stable yield in both environments include MP, GMP, STI and HM. Based on this, lines No. 14, 13, and 20 were identified as the most sensitive and Barzegar and Narin cultivars and line No. 10 as the most tolerant cultivars and lines to salinity stress, respectively. Cluster analysis based on STI index led to the placement of Barzegar and Narin cultivars and lines No. 3, 4 and 18 in the first cluster in which the mentioned lines took fewer days to heading and in contrast more days to maturity, grain filling period, thousand-grain weights and higher grain yield.

Keywords

Agronomic traits, Cluster analysis, Environment, Selection, Stress tolerance index

- Becker-Reshef, I., Justice, C., Barker, B., Humber, M., Rembold, F., Bonifacio, R., Zappacosta, M., Budde, M., Magadzire, T., and Shitote, C. 2020. Strengthening agricultural decisions in countries at risk of food insecurity: The GEOGLAM Crop Monitor for Early Warning. *Remote Sensing of Environment*, 237: 111553. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111553>
- Dura, S.A.M., Duwayri, M.A., and Nachit, M.M. 2011. Effects of different salinity levels on growth, yield and physiology on durum wheat (*Triticum turgidum* var. durum). *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 7(3): 528-527.
- Munns, R., Hare, A., James, R.A., and Rebetzke, G. J. 2000. Genetic variation for improving the salt tolerance of durum wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 51: 69-74. doi: <https://doi.org/10.1071/AR99057>.