نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد یازدهم، شماره ۲(۴۲)، تابستان ۱۳۹۶، صفحه ۳۱۴-۳۰۳

شناسایی صفات موثر بر عملکرد لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان تحت تنش کم‌آبی

حسین نظری[1*]، سعید اهری‌زاد[2]، محمد مقدم واحد[2] و محمود تورچی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۱۴ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۱۰/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۳

چکیده

به‌منظور شناسایی صفات تاثیرگذار بر عملکرد دانه در شرایط آبیاری بدون تنش و تنش کم‌آبی، ۶۵ لاین اینبرد نوترکیب گندم حاصل از رقم آمریکایی Yecoro Roja (پرمحصول، پاکوتاه و زودرس) به‌عنوان والد پدری و لاین ایرانی No.49 (با عملکرد متوسط، پابلند و دیررس) به‌عنوان والد مادری، در آزمایشی با استفاده از طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار در فصل زراعی ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز مورد ارزیابی قرار گرفتند. سطوح آبیاری به عنوان فاکتور اصلی و لاین‌های مورد مطالعه به عنوان فاکتور فرعی ارزیابی شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت بین تیمارهای تنش آبی برای عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، عملکرد کاه، وزن هزار دانه، طول ریشه و حجم ریشه در سطح احتمال ۵ درصد و برای وزن ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. اختلاف بین لاین‌های گندم و همچنین اثر متقابل لاین × شرایط آبیاری برای همه صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. در شرایط آبیاری بدون تنش، عملکرد دانه با ارتفاع بوته، تعداد سنبله بارور، تعداد دانه در سنبله، طول پدانکل، وزن هزار دانه، طول سنبله، عملکرد کاه و طول ریشه همبستگی معنی‌دار و مثبت داشت. در شرایط تنش کم‌آبی، عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور، طول پدانکل، طول ریشه و عملکرد کاه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت. تجزیه علیت براساس تجزیه رگرسیون چندگانه به روش گام به گام، نشان داد که در شرایط بدون تنش ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، عملکرد کاه، تعداد سنبله بارور و طول ریشه و در شرایط تنش کم‌آبی تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، تعداد سنله بارور، طول ریشه و وزن ریشه از اجزای موثر بر عملکرد دانه هستند.

واژگان کلیدی: تجزیه علیت، تنش کم‌آبی، صفات مرتبط با ریشه، همبستگی صفات.

۱- دانش آموخته گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
۲- استاد گروه به‌نژادی و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
* نگارنده‌ی مسئول hoseinnazari724@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گندم مهم‌ترین گیاه زراعی دنیا می‌باشد که یک ششم از سطح زیر کشت گیاهان زراعی جهان را به خود اختصاص داده است و در محدوده وسیعی از شرایط اقلیمی و مناطق جغرافیایی تولید می‌شود (Jalal kamali, 2008). میزان تولید گندم نان در دنیا حدود ۶۲۰ میلیون تن در سال می‌باشد (Ogbonnaya *et al.*, 2013). رشد روز افزون جمعیت بر ضرورت افزایش تولید گندم تاکید دارد و از این لحاظ این گیاه دارای ارزش راهبردی ویژه در دنیا است (Ant *et al.*, 2013). دامنه سازگاری و اهمیت انواع مختلف گندم را می‌توان از این واقعیت استنباط کرد که این گیاه در هر ماه از سال در یکی از نقاط آب و هوایی جهان در حال برداشت است (Emam, 2004).

بخش قابل توجهی از زراعت گندم در مناطقی صورت می‌گیرد که گیاهان حداقل در دوره‌هایی از فصل رشد، با کمبود آب قابل دسترس مواجه می‌شوند (Richards *et al.*, 2001). کشور ایران نیز از نظر منابع آبی محدودیت دارد به‌نحوی که با میانگین بارندگی ۲۵۰ میلی‌متر، یک سوم میانگین بارندگی جهان را دارد (Hyidari sharif abad, 2008). تحمل به خشکی نتیجه برهمکنش صفات مختلف مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و زراعی است بنابراین، می‌توان از این صفات به‌عنوان شاخص‌های گزینش برای به‌گزینی و معرفی ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش کم‌آبی استفاده کرد. به جای یک صفت ساده باید ترکیبی از صفات مختلف که رابطه مستقیم با تحمل به خشکی دارند به عنوان معیارهای گزینش مورد استفاده قرار گیرد (Mitra, 2001).

محققین بسیاری کاهش عملکرد دانه گندم را در شرایط تنش خشکی گزارش کرده‌اند که این کاهش بستگی به شدت تنش خشکی محیط دارد (Paknejad *et al.*, 2010, Richards *et al.*, 2001). ریشه‌ها اولین انـدامی هستند که تنش کم‌بود آب را احساس می‌کنند، بنابراین بافت گیاهی مهمی برای مطالعه تنش کم‌بود آب به شمار می‌آیند (Devarshi and Chopra, 2010). سیستم‌های ریشه‌ای تعیین کننده ظرفیت گیاهان برای دریافت آب خاک هستند و سـاختار آنها می‌تواند در تطابق با شرایط کم‌بود آب مؤثر باشد (Singh *et al.*, 2009).

ضرایب علیت اهمیت نسبی هر یک از اجزای عملکرد را مشخص می‌کند و به تصمیم‌گیری در مورد ارزش آنها به‌عنوان معیارهای انتخاب کمک می‌کند که از این نظر از اهمیت بالایی برخوردار است (Khan and Dar, 2010). هدف از این تحقیق، ارزیـابی واکنش لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان و تجزیه و تحلیل روابط بین صفات اندازه‌گیری شده با عملکرد دانه در دو شرایط آبیاری بدون تنش و تنش کم‌آبی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، ۶۵ لاین اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی رقم آمریکایی Yecoro Roja به عنوان والد پدری و لاین ایرانی No.49 به عنوان والد مادری، به همراه دو والد در دو شرایط آبیاری مختلف (عادی و تنش کم‌آبی) مورد ارزیابی قرار گرفتند. تنش کمبود آب به عنوان فاکتور اصلی و لاین‌های مورد مطالعه به عنوان فاکتور فرعی، در قالب طرح اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در دو تکرار، در فصل زراعی ۱۳۹۲، در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، واقع در ۱۵ کیلومتری شرق تبریز با طول جغرافیایی 46^0 و '۱۷ شرقی، عرض جغرافیایی 38^0 و '۵ شمالی و ارتفاع ۱۳۶۰

Archive of SID

www.SID.ir

متر از سطح دریا مورد ارزیابی قرار گرفتند. در شرایط آبیاری بدون تنش، لاین‌ها هفته‌ای یک بار آبیاری می‌شدند و در شرایط تنش، آبیاری با شروع مرحله گل‌دهی قطع شد. جهت مطالعه صفات مربوط به ریشه، ارقام درون لوله‌های پلیکا به طول یک متر و قطر ۲۰ سانتی‌متر که از خاک زراعی پر شده بودند، کشت شدند. در هر لوله ۱۰ عدد بذر کشت شده و بعد از جوانه‌زنی و در مرحله شروع پنجه‌دهی با انجام تنک، به پنج بوته در هر لوله تقلیل داده شد. برای جلوگیری از بارندگی‌های نا خواسته در طول دوره رشد و خسارت گنجشک از پوشش پلاستیکی و تور استفاده گردید. بعد از اندازه‌گیری و برداشت بخش‌های هوایی، جهت جدا کردن ریشه‌ها لوله‌های پلیکا حاوی ریشه لاین‌ها به مدت ۲۴ ساعت به حوض مخصوص آب منتقل شدند و پس از شل شدن خاک، شستشو و جداسازی ریشه‌ها از خاک صورت گرفت. در طول آزمایش صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول سنبله، تعداد سنبله بارور، عملکرد کاه، طول ریشه، حجم ریشه، تعداد و وزن ریشه در همه بوته‌ها اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس طرح کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی صورت گرفت. قبل از تجزیه واریانس برقراری مفروضات تجزیه واریانس مورد بررسی و تایید قرار گرفت. برای بررسی ارتباط بین صفات از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. علاوه بر این تجزیه رگرسیون گام به گام به‌منظور تشخیص بهترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه انجام گرفت. برای تشخیص ماهیت همبستگی‌ها و به‌منظور تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغییرهای مستقل که درصد بیشتری از تغییرات متغیر وابسته (عملکرد دانه) را تبیین می‌کنند، تجزیه علیت انجام شد. برای تجزیه‌های آماری و رسم شکل‌ها از نرم‌افزارهای Excel، SPSS و MSTATC استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای هر کدام از صفات مورد مطالعه نشان از تفاوت معنی‌دار بین شرایط آبیاری بدون تنش و تنش کم‌آبی برای تمامی صفات به جز تعداد سنبله بارور، طول سنبله و تعداد ریشه داشت. اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای همه صفات مورد بررسی معنی‌دار به‌دست آمد که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بین لاین‌های اینبرد نوترکیب مورد مطالعه است. اثر متقابل ژنوتیپ و شرایط آبیاری برای همه صفات مورد بررسی معنی‌دار شد که نشان از واکنش متفاوت لاین‌ها در دو شرایط آبیاری مختلف داشت (جدول ۱). تنش کم آبی باعث کاهش مقادیر مربوط به عملکرد دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، عملکرد کاه و وزن هزار دانه شد. ولی در مورد خصوصیات ریشه باعث افزایش مقادیر طول ریشه، حجم ریشه و وزن ریشه گردید (نتایج ارائه نشده است). می‌توان این گونه بیان کرد که بسیاری از گونه‌های گیاهی با افزایش سهم مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به رشد ریشه و بنابراین افزایش نسبت ریشه به اندام‌های هوایی و بهره‌گیری بیشتر از آب قابل دسترس به کمبود رطوبت پاسخ می‌دهند (Kaafi and Mahdavi Damghani, 2000). با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × شرایط آبیاری که نشان از واکنش متفاوت لاین‌ها در دو شرایط آبیاری مختلف دارد، تجزیه‌های مورد نیاز، در دو شرایط آبیاری بدون تنش و تنش کم‌آبی به صورت جداگانه انجام شد. در شرایط آبیاری بدون

Archive of SID

www.SID.ir

تنش، عملکرد دانه با ارتفاع بوته، تعداد سنبله بارور، تعداد دانه در سنبله، طول پدانکل، وزن هزار دانه، طول سنبله، عملکرد کاه و طول ریشه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۲). این یافته‌ها موافق با نتایج خان و همکاران (Khan *et al.*, 2010) است.

در شرایط تنش کم‌آبی، عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور، طول پدانکل، طول ریشه و عملکرد کاه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشت. در شرایط تنش رطوبتی صفات مربوط به ریشه همبستگی بالایی را با عملکرد دانه در مقایسه با شرایط آبیاری بدون تنش نشان دادند. یعنی لاین‌هایی که دارای طول ریشه، حجم ریشه و وزن ریشه بیشتری بودند، نسبت به تنش مقاومت بیشتری را از نظر عملکرد دانه از خود نشان دادند (جدول ۳). ریشه‌ها تنها منبع دریافت آب از خاک هستند لذا حجم، تکثیر و اندازه آنها معیار مقاومت تنش خشکی به حساب می‌آید (Farok *et al.*, 2009). همبستگی عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش خشکی توسط حسین زاده و همکاران (Hoseinzadeh *et al.*, 2009)، با طول سنبله توسط دهقان و همکاران (Dehghan *et al.*, 2011)، با طول پدانکل توسط محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2006) و با تعداد سنبله بارور توسط نیک خواه (Nick khah, 1999) گزارش شده است. به دلیل زیاد بودن تعداد لاین‌های اینبرد نوترکیب مورد مطالعه، مقادیر همبستگی‌های متوسط و نسبتا پایین نیز معنی‌دار نشان دادند.

در شرایط آبیاری بدون تنش مدل رگرسیون با شش درجه آزادی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. در این تجزیه متغیرهای ارتفاع بوته، طول ریشه، عملکرد کاه، طول پدانکل، تعداد سنبله بارور و تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه تاثیر معنی‌دار داشتند. مقدار R^2 مدل بیانگر تبیین حدود ۸۰ درصد از تغییرات کل عملکرد دانه توسط این صفات بود. با توجه به مثبت و معنی‌دار بودن ضرایب رگرسیون استاندارد نشده تمامی صفات باقی مانده در مدل، می‌توان بیان کرد که افزایش در مقدار هر یک از این صفات در شرایط آبیاری بدون تنش سبب افزایش عملکرد دانه خواهد شد. همچنین می‌توان از این صفات جهت گزینش و معرفی ارقام برتر استفاده کرد.

در شرایط تنش کم‌آبی، مدل رگرسیون چندگانه با پنج درجه آزادی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. متغیرهای تعداد دانه در سنبله، وزن ریشه، طول ریشه، تعداد سنبله بارور و وزن هزار دانه به عنوان اجزای موثر بر عملکرد دانه در شرایط تنش شناسایی شدند. حدود ۷۳ درصد از تغییرات کل عملکرد دانه به وسیله این صفات تبیین شد.

نتایج حاصل از تجزیه علیت عملکرد دانه و صفات وابسته در شرایط آبیاری بدون تنش (جدول ۴) نشان داد که ارتفاع بوته بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارد. در عین حال تعداد سنبله بارور و تعداد دانه در سنبله اثر مستقیم مثبتی بر عملکرد دانه داشتند که مقداری کمتر از اثر مستقیم ارتفاع بوته بود. نتیجه به‌دست آمده هم راستا با گزارش مجدی و همکاران (Majdi *et al.*, 2011) است. مثبت بودن اثرات مستقیم صفات تاثیرگذار بر عملکرد دانه بدین مفهوم است که با ثابت نگه داشتن سایر متغیرها، افزایش این صفات موجب افزایش عملکرد دانه می‌شود. ارتفاع بوته اثر غیرمستقیم مثبت از طریق تمام صفات وابسته بر عملکرد دانه نشان داد.

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله بارور نیز دارای اثر غیر مستقیم مثبت از طریق تمامی صفات باقی‌مانده در مدل رگرسیون بر عملکرد دانه بودند. که این نتایج توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (Agajanloo and Mogaddam, 2008؛ Dehgan *et al.*, 2011). به‌طور کلی می‌توان گفت در شرایط آبیاری بدون تنش بیشترین اثر غیر مستقیم روی عملکرد دانه را تعداد دانه در سنبله از طریق ارتفاع بوته و طول پدانکل از طریق ارتفاع بوته داشت (جدول ۴). در شرایط تنش کم‌آبی، همه صفات باقی‌مانده در مدل رگرسیون دارای اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه بودند و بیشترین اثر مستقم بر عملکرد دانه را تعداد دانه در سنبله داشت که موافق با یافته‌های دلیک و یاغباسانلار (Delik and Yagbasanlar, 2010) است.

طول و وزن ریشه در رتبه‌های بعدی بودند. بیشترین اثر غیر مستقیم روی عملکرد دانه را وزن ریشه از طریق طول ریشه، طول ریشه از طریق وزن ریشه و تعداد سنبله بارور از طریق تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه نشان داد (جدول ۵). بنابراین، خصوصیات ریشه بیشترین اثر مستقیم و غیر مستقیم را بر عملکرد دانه در تنش کم آبی نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری کلی

نتیجه کلی آزمایش نشان داد که در شرایط آبیاری بدون تنش صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور و عملکرد کاه بیشترین تاثیر را بر عملکر دانه داشتند. در عین حال در شرایط تنش کم آبی خصوصیات ریشه مانند وزن ریشه، طول ریشه و حجم ریشه تاثیر بیشتری بر عملکرد دانه داشتند یعنی لاین‌هایی که دارای ریشه قدرتمندی بودند، عملکرد دانه بهتری را داشتند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم در شرایط آبیاری بدون تنش و تنش کم-آبی

Table 1- Analysis of variance of traits in wheat recombinant inbred lines under normal irrigation and drought stress

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS: عملکرد دانه grain yield	ارتفاع بوته Plant height	طول پدانکل Peduncle length	تعداد سنبله بارور fertile spikes	تعداد دانه در سنبله grains per spike	طول سنبله Spike length	عملکرد کاه Straw yield
تکرار	1	2646.76^{ns}	2.205^{ns}	1.323^{ns}	0.289^{ns}	170.58^{ns}	0.075^{ns}	1344.12^{ns}
شرایط آبیاری Irrigation	1	2336028.2*	3586.73*	770.68*	38.82^{ns}	615.1*	2.68^{ns}	22690000*
خطای اصلی Main error	1	664.81	5.86	1.69	2.48	94.94	1.26	7591.29
ژنوتیب Genotype	66	11438.02**	170.39**	39.83**	1.73**	785.99**	0.80**	151878.3**
ژنوتیب × شرایط Genotype× Irrigation	66	8627.75**	151.2**	15.93**	0.92**	625.6**	1.18**	47248.16**
خطای فرعی Sub error	132	907.27	2.412	1.49	0.471	259.04	0.29	39160.15
ضریب تغییرات (درصد) CV		8.57	2.76	6.57	16.99	25.74	7.27	19.96

ادامه جدول ۱

Table 1- Continued

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات: وزن هزار دانه weight of thousand grain	طول ریشه Root length	تعداد ریشه number of roots	حجم ریشه Root volume	وزن ریشه Root weight
تکرار	1	2.74^{ns}	97.92^{ns}	21.99^{ns}	1.46^{ns}	0.099^{ns}
شرایط آبیاری Irrigation	1	2413.4*	26441.2*	355.72^{ns}	727.78*	39.44**
خطای اصلی Main error	1	1.49	164.55	1152.17	1.95	0.008
ژنوتیب Genotype	66	44.1**	213.39**	25.98**	2.15**	0.21**
ژنوتیب × شرایط Genotype * Irrigation	66	34.76**	113.53**	14.49**	1.44**	0.136**
خطای فرعی Sub error	132	13.37	52.94	10.44	0.88	0.016
ضریب تغییرات (درصد) CV		14.05	7.7	16.47	23.74	14.24

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

ns, * and **: non significant, significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- ضرایب همبستگی صفات مورد ارزیابی در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم در شرایط آبیاری بدون تنش

Table 2- Correlation coefficient traits in wheat recombinant inbred lines under normal irrigation

صفات Characteristics	عملکرد دانه grain yield	ارتفاع بوته Plant height	طول پدانکل Peduncle length	تعداد سنبله بارور fertile spikes	تعداد دانه در سنبله grains per spike	طول سنبله Spike length	عملکرد کاه Straw yield	وزن هزار دانه weight of thousand grain	طول ریشه Root length	تعداد ریشه number of roots	حجم ریشه Root volume
ارتفاع بوته Plant height	0.723**										
طول پدانکل Peduncle length	0.622**	0.592**									
تعداد سنبله بارور fertile spikes	0.668**	0.467**	0.266*								
تعداد دانه در سنبله grains per spike	0.658**	.0.615**	0.442**	0.420**							
طول سنبله Spike length	0.516**	0.487**	0.429**	0.397**	0.379**						
عملکرد کاه Straw yield	0.687**	0.513**	0.412**	0.533**	0.582**	0.5**					
وزن هزار دانه weight of thousand grain	0.593**	0.672**	0.585**	0.36**	0.522**	0.427**	0.527**				
طول ریشه Root length	0.549**	0.251*	0.225	0.554**	0.273*	0.214	0.505**	0.306*			
تعداد ریشه number of roots	0.033	-0.036	-0.243*	0.207	-0.105	-0.021	0.151	-0.037	0.018		
حجم ریشه Root volume	0.348**	0.205	.0.076	0.36**	0.238	0.035	0.367**	0.178	0.45**	0.214	
وزن ریشه Root weight	0.524**	0.387**	.0.148	.0.516**	0.513**	0.241*	0.605**	0.346**	0.51**	0.133	0.538**

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ضرایب همبستگی صفات مورد ارزیابی در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم در شرایط تنش کم‌آبی

Table 3- Correlation coefficient traits in wheat recombinant inbred lines under drought stress

صفات Characteristics	عملکرد دانه grain yield	ارتفاع بوته Plant height	طول پدانکل Peduncle length	تعداد سنبله بارور fertile spikes	تعداد دانه در سنبله grains per spike	طول سنبله Spike length	عملکرد کاه Straw yield	وزن هزار دانه weight of thousand grain	طول ریشه Root length	تعداد ریشه number of roots	حجم ریشه Root volume
ارتفاع بوته Plant height	0.498**										
طول پدانکل Peduncle length	0.551**	0.642**									
تعداد سنبله بارور fertile spikes	0.573**	0.485**	0.539**								
تعداد دانه در سنبله grains per spike	0.59**	0.533**	0.493**	0.387**							
طول سنبله Spike length	0.533**	0.514**	0.495**	0.555**	0.397**						
عملکرد کاه Straw yield	0.567**	0.506**	0.462**	0.577**	0.531**	0.579**					
وزن هزار دانه weight of thousand grain	0.406**	0.279*	0.48**	0.405**	0.115	0.228	0.153				
طول ریشه Root length	0.545**	0.215	0.184	0.229	0.146	0.228	0.358**	0.223			
تعداد ریشه number of roots	0.055	0.187	0.097	0.168	0.161	0.223	0.191	0.014	0.09		
حجم ریشه Root volume	0.362**	0.082	0.187	0.166	0.155	0.328**	0.364**	0.022	0.4**	0.002	
وزن ریشه Root weight	0.559**	0.12	0.158	0.293*	0.167	0.305*	0.303*	0.158	0.433**	-0.135	0.388**

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- تجزیه علیت عملکرد دانه در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم در شرایط آبیاری بدون تنش

Table 4- Path analysis of grain yield in wheat recombinant inbred lines under normal irrigation

صفات وارد شده به مدل Characters entered into the model	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیر مستقیم از طریق Indirect effect through: ارتفاع بوته Plant height	عملکرد کاه Straw yield	تعداد سنبله بارور fertile spikes	تعداد دانه در سنبله grains per spike	طول ریشه Root length	همبستگی با عملکرد دانه Correlation with grain yield
ارتفاع بوته Plant height	0.248	_	0.092	0.112	0.145	0.041	0.723
عملکرد کاه Straw yield	0.181	0.126	_	0.121	0.14	0.082	0.687
تعداد سنبله بارور fertile spikes	0.237	0.116	0.093	_	0.102	0.091	0.668
تعداد دانه در سنبله grains per spike	0.242	0.152	0.105	0.10	_	0.032	0.658
طول ریشه Root length	0.164	0.062	0.091	0.131	0.05	_	0.549

جدول ۵- تجزیه علیت عملکرد دانه در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم در شرایط تنش کم‌آبی

Table 5- Path analysis of grain yield in wheat recombinant inbred lines under drought stress

صفات وارد شده به مدل Characters entered into the model	اثر مستقیم Direct effect	اثر غیر مستقیم از طریق: تعداد دانه در سنبله grains per spike	وزن ریشه Root weight	طول ریشه Root length	تعداد سنبله بارور fertile spikes	وزن هزار دانه weight of thousand grain	همبستگی با عملکرد دانه Correlation with grain yield
تعداد دانه در سنبله grains per spike	0.404	_	0.047	0.041	0.078	0.019	0.590
وزن ریشه Root weight	0.284	0.067	_	0.12	0.058	0.027	0.559
طول ریشه Root length	0.279	0.059	0.122	_	0.046	0.038	0.545
تعداد سنبله بارور fertile spikes	0.201	0.156	0.082	0.064	_	0.069	0.573
وزن هزار دانه weight of thousand grain	0.171	0.046	0.045	0.062	0.081	_	0.406

Archive of SID

www.SID.ir

References منابع مورد استفاده

- Agajanloo, A., and M. Mogaddam. 2008. Path analysis stage to determine the relationship between yield and agronomic traits in wheat under different conditions of humidity. *Journal of Agricultural Research*. 1(1): 1 – 12.
- Ant, Z., M. Esmailzadeh, A. Kashani and F. Moradi. 2013. Trend of grain yield and some physiological traits in spring bread wheat cultivars introduced in the years 1951 - 2009 in Iran. *Seed and Plant Production Journal*. (In Persian).
- Dehghan, A., M. Khodarahmi, E. Majidi, and F. Paknejad. 2011. Genetic variation of morphological and physiological traits in durum wheat lines. *Grain and Plant Improvement Journal.* 27(1): 103-107 (In Persian).
- Devarshi, S., and R. Chopra. 2010. Antioxidant response of wheat roots to drought acclimation. *Journal of Proteomics.* 245:153-163.
- Dilic, H., and T. Yagbasanlar. 2010. The effect of drought stresson grain yield, yield components and some quality traits of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. Durum) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 38(1): 164 – 170.
- Emam, Y. 2004. The cultivation of crops. Shiraz University Press.
- Farok, M., A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita, and S.M.A. Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy sustainble Development.* 29: 185-212.
- Heidari Sharifabad, H. 2008. Drought mitigation strategies for the Agricultural sector. The 10th Iranian Congress of Crop production and Plant Breeding. 18-20 Aug., S.P.I.I., Karaj, Iran (In Persian).
- Hoseinzade, A., M. Khzre, C.T. Miri, and S.A. Peighanbari. 2009. Evalution of durum wheat different lines in irrigated and limited irrigation. *Journal of Agricultural Sciences*. 40 (3): 161-169 (In Persian).
- Jalal Kamali, M.R. 2008. An over view on wheat status in the world: Past, present and future. The 10th Iranian Congress of Crop production and Plant Breeding. 18- 20 Aug. S.P.I.I., Karaj, Iran (In Persian).
- Kaafi, M., and A. Mahdavi Damghani. 2000. Resistance mechanisms of plants to environmental stresses. Mashhad University Press.
- Khan, A.J., F. Azam, and A. Ali. 2010. Relationship of morphological traits and grain yield in recombinant inbred lines grown under drought conditions. *Pakistan Journal of Botany*. 1: 259-267.
- Khan, M.H., and A.N. Dar. 2010. Correlation and path analysis of some quantitative traits in wheat. *African Journal of Crop Sciences*. 18: 9-14.
- Majdi, M., M.R. Jalal Kamali, M. Esmailzade, D. Eradatmand, F. Moradi, and S. Tahmasebi, 2011. Variation in some agronomic characteristics and soluble stem

Archive of SID

www.SID.ir

carbohydrates cantent at anthesis in spring wheat genotypes under terminal drought stress conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 13(2): 299-309. (In Persian).

- Mitra, J. 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Current Science*. 80: 758 – 763.
- Mohammadi, A., A. Majidi, M.R. Bihamta, and H. Sharifabad. 2006. Effect of drought stress on agro-morphological characteristics in wheat varieties. *Research and Construction Journal*. 73 (3): 184 – 192. (In Persian).
- Nickkhah, H.R. 1999. Study on heritability of resistance to drought in bread wheat. MSc. Thesis, College of Agriculture, university of Tehran, Iran (In Persian).
- Ogbonnaya, F., A. Mujeeb-Kazi, A.G., Kazi, E.L. Lagudah, S.S. Xu, and D. Bonnett. 2013. Syntheticheхaploid in Wheat improvement. In: Jules Janick (Ed.) Pp: 35-122. Plant Breeding Reviews. John Wiley & Sons Inc.
- Paknejad, F., M. Jami AL-Ahmadi, S. Vazan, and M.R. Ardakani, 2010. Effects of water stress at different growth stages on yield and water use efficiency of some wheat cultivars. *Crop Production*. 2(3):17-36. (In Persian).
- Richards, R.A., A.G. Condon, and G.J. Rebetzke, 2001. Traits to improve yield in dry environments. In: Reynolds, M.P. and *et al*. (eds.). Application of Physiology in Wheat Breeding. CIMMYT, Mexico, D. F. pp. 88-100.
- Singh, S., S. Jain, S.D. Singh, and D. Singh, 2009. Root growth and water uptake during water deficit and recovering in wheat. *Journal of Field Crop*. 33: 41-57.

Archive of SID

www.SID.ir

Identify Traits Affecting Grain Yield in Bread Wheat Recombinant Inbred Lines under Drought Stress

HoseinNazari [1*], Saeid Aharizad [2], Mohammad MoghaddamVahed[2], and Mahmood Toorchi[2]

Received: July 2016, Revised: 16 January 2017, Accepted: 2 February 2017

Abstract

To identify the effectis traits on grain yield under normal irrigation and water deficit conditions, 65 wheat recombinant inbred lines derived from the crossing of Yecora Rojo American cultivar (a high yielder, dwarf and early) and No.49 Iranian line (medium yielder, tall and late) split-plot experiments based on randomized complete bloks design with two replications was performed at Agriculture Research Station, University of Tabriz, in 2013. Irrigation levels were considered as main factor and lines as sub factor. The analysis of variance showed that the differences among irrigation levels for grain yield, plant height, peduncle length, root volume and root weight were significant. The differences among wheat lines and intraction between line irrigation levels for all of the traits were also significant. Under normal irrigation condition, grain yield had significant an positieve correlation with plant height, highest spike, number of seeds per spike, peduncle length, 1000 seed weight, spike length, straw yield and root length. Under drought stress condition, grain yield had significant and positive correlation with the number of grains per spike, number of fertile spikes, peduncle length, root length and straw yield. Path analysis, based on the stepwise regression method, revealed that the plant height, peduncle length, number of grains per spike, straw yield, number of fertile spike and root length undernormal irrigation condition and number of grains per spike, 1000 grain weight, number of fertile spikes, root length and root weight under water condition were effective traits on seed yield.

Key words: Correlation, Water deficit stress, Wheat root, Path analysis.

1- M. Sc. Graduated of Plant Breeding & Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2- Professor, Department of Plant Breeding & Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
**** Corresponding Author:*** *hoseinnazari724@yahoo.com*

Archive of SID

www.SID.ir