مجله علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی و علف‌های هرز، سال چهارم، شماره ۱۵، پاییز ۱۳۸۹، صفحه ۷۸-۶۷

واکنش لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به تنش خشکی و گروه‌بندی آن‌ها

سعید اهری‌زاد[۱]، ویدا احمدی[۲] و سیدابوالقاسم محمدی[۳]

چکیده

به‌منظور بررسی واکنش لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به‌همراه والدین (روشن و سوپرهد) به‌تنش خشکی و گروه‌بندی آن‌ها، آزمایشی به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۸ در ایستگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز انجام شد. عامل اصلی شامل سطوح مختلف آبیاری (۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) و عامل فرعی لاین‌ها بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف سطوح آبیاری از نظر عملکرد و برخی صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. مقایسات میانگین، کاهش این صفات را در اثر تنش خشکی نشان داد. همچنین، بین لاین‌ها از نظر کلیه‌ی صفات غیر از تعداد پنجه‌ی نابارور تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. قابل ذکر است که اثر متقابل لاین × تنش برای کلیه‌ی صفات غیر معنی‌دار بود. تجزیه‌ی خوشه‌ای براساس کلیه‌ی صفات به روش WARD، لاین‌ها را به‌دو گروه تقسیم کرد و تجزیه‌ی تابع تشخیص این گروه‌بندی را تایید کرد. مقایسه انحراف از میانگین کل این دو گروه نشان داد گروه دوم با داشتن لاین‌های ۱۰ و ۳۱ و رقم روشن نسبت به گروه اول برتر می‌باشد. با انجام تجزیه به عامل‌ها بر اساس روش تجزیه به مولفه‌های اصلی و چرخش وریماکس چهار عامل ۸۸/۶۹ درصد تغییرات داده‌ها را تبیین نمودند. نتایج حاصل از بررسی ضرایب عاملی نشان دهنده‌ی اهمیت صفات عملکرد و اجزای عملکرد و قامت گیاه برای گزینش لاین‌های امیدبخش بود.

واژگان کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تجزیه عاملی، تنش خشکی، لاین اینبرد نوترکیب گندم نان.

۱- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز (نگارنده‌ی مسئول) s.aharizad@yahoo.com
۲- فرهیخته‌ی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۱۴
تاریخ پذیرش: ۸۹/۸/۶
۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

مقدمه

تغییرات محیطی کره‌ی زمین نشان‌دهنده‌ی افزایش کم آبی در بسیاری از نقاط دنیا می‌باشد. این در حالی است که کم آبی یکی از عوامل محدود کننده‌ی تولید محصولات کشاورزی در نواحی خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود (Rodriguez, 2006). شدت تنش آبی ایجاد شده در گیاهان و میزان کاهش محصول ناشی از آن توسط سه عامل مهم شدت کمبود آب، مدت زمان تنش و مرحله‌ای از رشد گیاه که با تنش آبی همزمان می‌شود، تعیین می‌گردد (Lawlor and Cornic, 2002). عملکرد دانه و پایداری آن در مناطق متعددی که تنش‌های محیطی وجود دارد همیشه به عنوان معیار مهمی در گزینش و معرفی ارقام مورد استفاده قرار گرفته است (Trethowan and Reynolds, 2007). فیشر و مورر (Fischer and Maurer, 1978) اظهار داشتند که کاهش عملکرد ارقام گندم ناشی از تنش کم آبی بیشتر از طریق کاهش تعداد دانه در سنبله ایجاد می‌شود و همبستگی مثبت تعداد دانه با عملکرد توسط دوگاگان و همکاران (Dugagan *et al*, 2002) گزارش شده است. گیفورد و ایوانز (Gifford and Evans, 1981) نیز کم شدن وزن دانه را عامل کاهش عملکرد دانه گندم در شرایط تنش رطوبتی گزارش کرده‌اند. شاه و پالسن (Shah and Paulsen, 2003) در شرایط خشکی انتهای فصل به این نتیجه رسیدند که میزان فتوسنتز، به سرعت کاهش یافته و بدین ترتیب آسیمیلات‌های جاری برای پر شدن دانه کافی نخواهد بود. ساینی و وستگیت (Saini and Westgate, 2000) اظهار کردند که بر اثر تنش در زمان رشد زایشی، احتمالاً به‌دلیل کاهش ذخیره‌ی کربوهیدرات‌ها و کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرمی از وزن هزار دانه کاسته می‌شود و نیز در اثر کمبود آب انتقال مواد جذب شده از برگ‌ها به طرف دانه‌ها کاهش می‌یابد و چون تنش خشکی در این دوره همراه با گرما است، باعث چروکیده شدن دانه‌ها شده و بنیه‌ی بذر نیز کاهش می‌یابد (Normohammadi *et al*, 2001). تعداد پنجه‌ی بارور در تیمارهای تنش نسبت به تیمارهای شاهد کاهش ولی تعداد پنجه‌ی نابارور در تیمارهای تنش نسبت به تیمار شاهد افزایش می‌یابد که این افزایش و کاهش تعداد پنجه‌ی بارور و نابارور در تیمارهای مختلف با افزایش و کاهش عملکرد همبستگی دارد (Abhari *et al*, 2008).

ارتفاع بوته در زمان رسیدگی گیاه به‌عنوان یک عامل در واکنش گیاه نسبت به تنش خشکی در نظر گرفته می‌شود (Tousi Mojarrad and Ghannadha, 2008). اینس و همکاران (Innes *et al*, 1985) در آزمایشی مشاهده نمودند که در شرایط خشکی پایان فصل ژنوتیپ‌های پابلند، عملکرد دانه‌ی بیشتری از ژنوتیپ‌های پاکوتاه دارند، آن‌ها این امر را به قابلیت بیشتر ژنوتیپ‌های پا بلند برای استخراج آب از خاک نسبت دادند. وجود ذخایر بیشتر آسیمیلات‌ها در ساقه‌ی ژنوتیپ‌های پابلند و مصرف آن‌ها در دوران پر شدن دانه در شرایط خشکی انتهایی در این رابطه می‌تواند نقش داشته باشد (Bakhshi Khaniki *et al*, 2008). کوچکی (Kocheki, 2002) اظهار نموده است که گندم در شرایط تنش خشکی از طریق کاهش سلول‌های خود می‌تواند با خشکی سازگار شود و درنتیجه‌ی آن سطح برگ و وزن خشک آن کاهش پیدا می‌کند.

کاهش سطح برگ، ارتفاع و پنجه‌دهی می‌تواند تعرق را محدود کند (Barnabas *et al*, 2008) و کاهش این صفات تولید بیوماس رویشی را محدود کرده و با توجه به وجود همبستگی بین بیوماس و عملکرد دانه، آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Babu *et al*, 2003).

انتخاب والدین مناسب می‌تواند جهت طراحی یک برنامه‌ی به‌نژادی بسیار مفید باشد. این امر می‌تواند از هدر رفتن وقت و انرژی در مراحل بعدی جلوگیری نماید (Tahmasbi *et al*, 2007). یکی از راه‌های افزایش عملکرد، ایجاد ارقام نوترکیب مقاوم به خشکی است. نوترکیبی یکی از مؤلفه‌های ضروری تکامل و اصلاح است، در روش‌های جدید مطالعات ژنتیکی، لاین‌های نوترکیب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Esch *et al*, 2007). لذا این بررسی به‌منظور ارزیابی واکنش لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم به تنش خشکی انجام گرفته و بر اساس صفات ارزیابی شده و با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره لاین‌های مورد مطالعه گروه‌بندی شده‌اند.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی میزان تحمل به کم آبی و انتخاب لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم مقاوم آزمایشی به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۷ در ایستگاه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز با ارتفاع ۱۳۶۴ متر از سطح دریا، طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه انجام گرفت. عامل اصلی شامل سطوح مختلف آبیاری (۸۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A، که ۸۰ میلی‌متر تبخیر به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شده بود) و عامل فرعی شامل هشت لاین اینبرد نوترکیب گندم نان بهاره و دو رقم روشن و سوپرهد (والدین) بود. قابل ذکر است که لاین‌های اینبرد نوترکیب با چندین نسل خودباروری به‌خلوص کامل رسیده‌اند. هر کرت فرعی شامل سه خط کاشت به‌طول ۳ متر و با فاصله‌ی ۲۰ سانتی‌متر بود. کود اوره به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله‌ی پنجه‌زنی به‌صورت سرک به‌طور یکنواخت در واحدهای آزمایشی پخش شد. کاشت و مراقبت‌های زراعی از قبیل وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام گرفت و برای جلوگیری از خسارت پرندگان در شروع مرحله‌ی سنبله‌دهی کل مزرعه تور کشی شد. اعمال تنش همزمان با شروع مرحله‌ی گلدهی آغاز و با توجه به‌میزان تبخیر از سطح تشتک تا مرحله‌ی رسیدگی ادامه داشت. صفات مورد اندازه‌گیری در این آزمایش تعداد دانه در سنبله‌ی اصلی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد کاه، تعداد پنجه‌ی بارور، تعداد پنجه‌ی نابارور، شاخص برداشت، سطح برگ پرچم، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول سنبله، وزن هکتولیتر و تعداد روز تا گلدهی بود که برای اندازه‌گیری برخی از این صفات از ۱۰ بوته در هر کرت فرعی و برای اندازه‌گیری عملکرد دانه و کاه از بوته‌های کل کرت استفاده شد.

پس از بررسی و تایید برقراری مفروضات، تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه عاملی انجام گرفت. برای تجزیه داده‌ها از نرم افزار SPSS استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که کم آبی تاثیر معنی‌داری در کاهش تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد کاه، ارتفاع بوته، طول پدانکل و سطح برگ پرچم دارد (جدول ۱).

سطوح مختلف آبیاری از نظر تعداد روز تا گلدهی، تعداد پنجه‌ی بارور و نابارور و طول سنبله اختلاف معنی‌داری نداشتند که علت آن شروع همزمان گلدهی و اعمال تنش می‌تواند باشد.

در آزمایشی که رنجبری و امام (Ranjbari and Emam, 2006) انجام دادند تنش خشکی بعد از گلدهی سبب کاهش عملکرد دانه در تمامی ژنوتیپ‌ها گردید که این می‌تواند به‌دلیل تاثیر منفی تنش بر اجزای عملکرد به‌ویژه تعداد دانه در سنبله (Evans *et*

(Sterling and Nass, 1981 ;*al*, 1972) و وزن هزار دانه باشد (Davidson and Brich, 1978).

تجزیه واریانس همچنین نشان داد که ارقام و لاین‌های مورد مطالعه از نظر تمامی صفات ارزیابی شده غیر از تعداد پنجه‌ی نابارور با هم تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۱).

از نظر تعداد دانه در سنبله لاین‌های ۱۰ و ۳۴ و رقم سوپرهد بیشترین و رقم روشن و لاین ۲ کمترین تعداد دانه را داشتند. رقم روشن و لاین ۲ بیشترین و لاین‌های ۳۴ و ۳۶ کمترین وزن هزار دانه را داشتند. عملکرد هدف نهایی تولید گندم است، مقایسه میانگین لاین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در این بررسی متعلق به لاین‌های ۱۰، ۳۱ و ۳۴ و رقم روشن و کمترین عملکرد متعلق به لاین‌های ۲ و ۴ و رقم سوپرهد می‌باشد. تعداد پنجه‌ی بارور که یکی از اجزای عملکرد به‌شمار می‌آید دارای بیشترین تعداد برای رقم روشن و کمترین تعداد برای رقم سوپرهد بود (جدول ۲).

تجزیه‌ی خوشه‌ای، لاین‌ها و ارقام مورد مطالعه را بر اساس تمامی صفات با استفاده از داده‌های استاندارد شده و به‌روش WARD به‌دو خوشه تقسیم کرد (شکل ۱). تجزیه‌ی تابع تشخیص نیز گروه‌بندی انجام گرفته را مورد تایید قرار داد (جدول ۴). میانگین و درصد انحراف از میانگین کل برای هر یک از خوشه‌ها در جدول ۵ آورده شده است. خوشه‌ی اول که شامل لاین‌های ۲، ۴، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶ و رقم سوپرهد بود، از نظر تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه‌ی نابارور، سطح برگ پرچم و تعداد روز تا گلدهی ارزش بیشتری از میانگین کل داشت. لاین‌های ۱۰و ۳۱ و رقم روشن که در خوشه‌ی دوم قرار داشتند، بر خلاف لاین‌های خوشه‌ی اول در بقیه‌ی صفات ارزش بیشتری از میانگین کل داشتند. با توجه به‌این‌که لاین‌های این خوشه از نظر عملکرد و اجزای عملکرد نسبت به میانگین کل ارزش بیشتری دارند، بنابراین در برنامه‌های اصلاحی جهت تولید ارقام برتر از نظر عملکرد و اجزای آن می‌توان از لاین‌های این خوشه استفاده نمود. در ضمن با توجه به‌این‌که سطح برگ پرچم یکی از صفاتی است که می‌تواند در شرایط بدون تنش خشکی روی عملکرد گیاه تاثیر مثبت داشته باشد (Rashidi *et al*, 2008)، لذا می‌توان از لاین‌های خوشه‌ی اول به‌علت داشتن سطح برگ پرچم بیشتر در اهداف مربوطه سود جست.

در این مطالعه، تجزیه به عامل‌ها به‌روش مولفه‌های اصلی و چرخش واریماکس انجام گرفت و چهار عامل شناسایی شد که ۸۸/۶۹ درصد از کل تغییرات را تبیین کردند. عامل اول که ۲۷/۰۸ درصد از تغییرات را توجیه نمود دارای بار عاملی مثبت و بزرگ برای تعداد پنجه‌ی بارور، عملکرد دانه و شاخص برداشت بود که سطح برگ پرچم نیز با بار عاملی منفی در آن تاثیر داشت. لذا، می‌توان این عامل را به‌نام عامل عملکرد نام‌گذاری کرد. عامل دوم که تحت تاثیر مثبت ارتفاع بوته و طول پدانکل و تاثیر منفی تعداد پنجه‌ی نابارور بود، ۲۳/۵۷ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود. عامل سوم ۱۹/۰۸ درصد از تغییرات کل را توجیه نمود که تحت تاثیر مثبت وزن هزار دانه و منفی تعداد دانه در سنبله قرار گرفت که می توان آن را عامل اجزای عملکرد نامید. عامل چهارم با تبیین ۱۸/۹۶ درصد از تنوع کل دارای ضرایب عاملی بزرگ و مثبت برای طول سنبله، وزن هکتولیتر و عملکرد کاه بود.

در عامل‌های اول و سوم بار عاملی بزرگ‌تر مربوط به‌عملکرد و اجزای عملکرد بود ولی عامل‌های دوم و چهارم بیشتر بر قامت گیاه موثر بودند. انتخاب از طریق هر یک از این عامل‌ها منجر به گزینش

لاین‌ها و ارقام مورد مطالعه بر اساس صفات مهم در هریک از عامل‌ها خواهد بود.

گل آبادی و ارزانی (Golabadi and Arzani, 2003) برای ویژگی‌های زراعی گندم دوروم از تجزیه به عامل‌ها استفاده کرده و شش عامل را شناسایی نمودند که عامل اول موثر بر عملکرد دانه و شاخص برداشت، عامل دوم و چهارم موثر بر اجزای عملکرد و عامل‌های سوم، پنجم و ششم بار عاملی بزرگ‌تر برای صفات مرتبط با رشد رویشی گیاه مانند عملکرد بیولوژیک و ارتفاع بوته داشتند. لیلا و الخطیب (Leilah and AL-khateebs, 2005) در بررسی عوامل موثر بر عملکرد دانه‌ی گندم تحت شرایط خشکی سه عامل را شناسایی کردند که عامل اول موثر بر عملکرد و اجزای عملکرد، عامل دوم موثر بر ارتفاع بوته و عامل سوم بر شاخص برداشت موثر بود.

در مجموع می‌توان گفت لاین‌های ۱۰ و ۳۱ و رقم روشن از نظر عملکرد و اکثر صفات ارزیابی شده برتر از سایر لاین‌ها بودند که در تجزیه‌ی خوشه‌ای نیز گروه دو با داشتن این لاین‌ها به‌عنوان گروه برتر شناخته شدند.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه‌ی لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به‌همراه والدین بر اساس طرح کرت‌های خرد شده

Table 1- Analysis of variance of traits under study in bread wheat recombinant inbred lines with parents using split plot design

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات mean square					
		تعداد پنجه نابارور number of non fertile tiller	تعداد پنجه بارور number of fertile tiller	عملکرد کاه stalk yield	عملکرد دانه grain yield	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 kernel weight	تعداد دانه در سنبله Number of grains Per spike
تکرار Replication	2	0.035^{ns}	0.534^{ns}	2200384.684^{*}	392872.157^{*}	191.24^{ns}	155.335^{**}
تنش Stress	2	0.103^{ns}	2.12^{ns}	2913968.533^{*}	491780.067^{**}	527.355^{*}	2694.63^{**}
خطای اصلی Main error	4	0.031	1.668	304012.94	22707.68	30.373	6.664
لاین Line	9	0.097^{ns}	2.314^{**}	306493.99^{**}	166153.433^{**}	191.255^{**}	592.148^{**}
لاین× تنش line × Stress	18	0.068^{ns}	0.059^{ns}	29457.82^{ns}	8842.494^{ns}	8.973^{ns}	67.431^{ns}
خطای فرعی Sub. error	54	0.07	0.072	29992.504	7984.554	10.75	48.908
ضریب تغییرات C.V. (%)		57	18.47	17.07	21.52	8.94	12.64

ادامه‌ی جدول ۱

Table 1– continued

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات mean square						
		روز تا گلدهی Days to flowering	سطح برگ پرچم Flag leaf area	شاخص برداشت Harvest index	طول پدانکل Peduncle length	ارتفاع گیاه Plant height	وزن هکتولیتر Hectoliter Weight	طول سنبله Length of spike
تکرار Replication	2	4.033^{ns}	267.547^{**}	25.41^{ns}	2.331^{ns}	229.395^{*}	26.199^{ns}	9.237^{ns}
تنش Stress	2	3.1^{ns}	393.736^{**}	6.43^{ns}	63.195^{**}	655.596^{**}	96.842^{ns}	1.168^{ns}
خطای اصلی Main error	4	1.083	2.827	13.801	2.213	19.485	18.925	1.55
لاین Line	9	31.878^{**}	133.443^{**}	229.032^{**}	228.972^{**}	963.994^{**}	66.273^{**}	21.174^{**}
لاین× تنش line × Stress	18	0.619^{ns}	12.306^{ns}	7.505^{ns}	2.292^{ns}	13.121^{ns}	9.289^{ns}	2.098^{ns}
خطای فرعی Sub. error	54	0.783	11.907	11.459	2.707	11.714	5.65	1.783
ضریب تغییرات C.V. (%)		1.36	17.57	11.87	7.23	5.4	3.01	13.18

* و ** و ns: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و غیر معنی‌دار

ns,* and **: non Significant, Significant at 5% and 1% Respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین سطوح مختلف آبیاری از نظر صفات مورد مطالعه با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪

Table 2- Mean Differences for different levels of irrigation for traits under study using Duncan s Multiple Range Test at 5% Probability level

سطوح آبیاری level of irrigation	ارتفاع گیاه plant height (cm)	سطح برگ پرچم flag leaf area (cm^2)	عملکرد کاه stalk yield (g/m^2)	عملکرد دانه grain yield (g/m^2)	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 kernel weight (g)	تعداد دانه در سنبله Number of grains Per spike	طول پدانکل Peduncle length (cm)
80	67.9 a	23.08 a	1351 a	552.1 a	40.85 a	63.87a	24.22 a
120	63.59 b	19.98 b	954.9 b	395.43 b	36.67 b	57.01 b	22.73 b
160	58.62 c	15.86 c	736.6 b	298.35 b	32.47 c	54.14 c	21.32 c

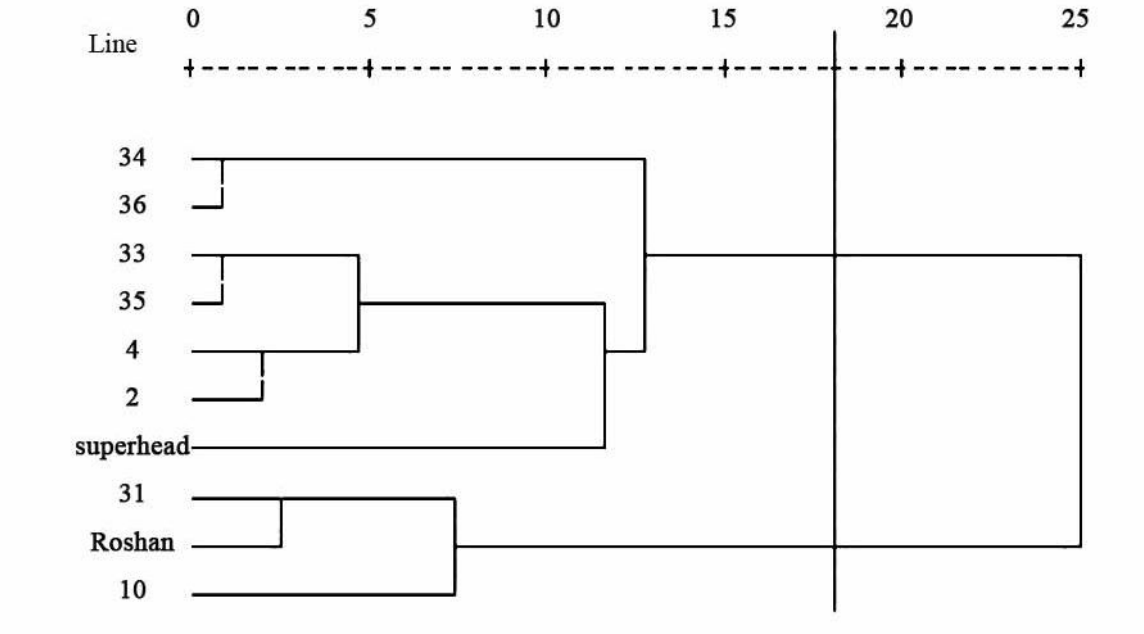
جدول ۳- مقایسه میانگین لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به همراه والدین از نظر صفات مورد مطالعه با آزمون دانکن

Table 3 - Mean differences for bread wheat recombinant inbred lines with parents using Duncan s Multiple Range Test

لاین Line	وزن هکتولیتر hectoliter Weight (kg)	طول سنبله length of spike (cm)	طول پدانکل peduncle length (cm)	ارتفاع گیاه plant height (cm)	سطح برگ پرچم flag leaf area (cm^2)	شاخص برداشت harvest Index (%)	تعداد پنجه بارور number of fertile tiller	عملکرد کاه stalk yield (g/m^2)	عملکرد دانه grain yield (g/m^2)	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 kernel weight (g)	تعداد دانه در سنبله number of grains Per spike	روز تا گلدهی days to flowering
2	77.62 b	8.4 e	19.73 de	65.32 b	19.76 c	20.65 e	1.17 e	1078 bc	280.5 cd	43.55 a	43.8 d	65.56 bcd
4	74.27 c	9.38 de	22.31 c	59.93 c	21.34 bc	24.61 cd	1.46 d	904.6 c	310.7 cd	33.23 de	53.41 c	66.33 ab
10	78.51 b	12.55 e	33.7 a	82.08 a	18.28 cd	35.29 a	1.67 cd	966 bc	535.6 ab	39.2 b	61.76ab	60.33 f
31	81.92 a	10.09 cd	23.37 c	61.36 c	17.83 cde	33.49 ab	1.97 b	1132 ab	574.3 a	37.48 bc	52.77 c	65.56 bcd
33	81.1 a	11.93 ab	18.61 e	62.03 c	15.67 de	25.26 cd	1.16 e	1020 bc	338.3 c	38.66 bc	52 c	66 bc
34	76.23bc	9.01 de	22.46 c	60.94 c	19.9 c	32.95 ab	1.49 d	1080 bc	529.5 ab	30.99 ef	68.63 a	66 bc
35	82.4a	11.14 bc	18.65 e	58.5 c	24.08 b	22.57 de	1.01 e	1099 ab	314.2 c	36.33 bcd	57.01bc	66.89 a
36	77.23 b	8.11 e	18.77 e	50.81 d	17.75 cde	31.10 b	1.83 bc	1021 bc	465 b	29.25 f	53.82 c	64.89 d
Superhead	81.58 a	11.39 abc	20.54 d	52.58 d	27.37 a	27.79 c	0.52 f	570.8 d	221.8 d	35.58 cd	65.47 a	65.22 cd
Roshan	78.09 b	9.26 de	29.43 b	80.36 a	14.49 e	31.45 b	2.24 a	1271 a	583.1 a	42.38 a	44.76 d	63.56 e

حروف غیر مشترک در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

Different letters are significantly at 5% probability level



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه‌ی خوشه‌ای براساس تمامی صفات در لاین‌های اینبرد گندم نان به‌همراه والدین به‌روش WARD با داده‌های استاندارد شده

Figure 1- Cluster dendrogram based on all traits under study in bread wheat recombinant inbred lines with parents using ward method

جدول ۴- تابع تشخیص کانونیک برای تعیین محل برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای

Table 4 -Canonical discriminate analysis for confirm grouping of cluster analysis

سطح معنی‌داری Sig.	درجه آزادی df	کی دو Chi-square	ویلکس لامبدا Wilks' Lambda	تابع Functions
0.005	4	14.649	0.105	1
0.42	1	0.622	0.909	2

جدول ۵- میانگین گروه‌ها و درصد انحراف آن‌ها از میانگین کل در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به همراه والدین

Table 5 - Mean of groups and their percent distance from total mean in bread wheat recombinant inbred lines with parents

Cluster خوشه	lines لاین		طول پدانکل peduncle length (cm)	ارتفاع گیاه plant height (cm)	سطح برگ پرچم flag leaf area (cm^2)	شاخص برداشت harvest Index (%)	تعداد پنجه نابارور number of non fertile tiller	تعداد پنجه بارور number of fertile tiller	عملکرد کاه stalk yield (g/m^2)	عملکرد دانه grain yield (g/m^2)	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 kernel weight (g)	تعداد دانه در سنبله number of grains Per spike	طول سنبله length of spike (cm)	وزن هکتولیتر hectoliter Weight (kg)	روز تا گلدهی Days to flowering
		میانگین Means	20.152	58.587	20.828	26.42	0.475	1.233	967.687	351.414	35.369	56.306	9.921	78.644	65.841
1	2، 4، 33، 34، 35 & 36 Superhead	درصد انحراف از میانگین کل Percent distance from total mean	-11.443	-7.577	6.047	-7.352	2.461	-15.01	-4.595	-15.382	-3.531	1.742	-2.107	-0.327	1.242
		میانگین Means	28.832	74.599	16.869	33.408	0.437	1.959	1123.047	564.358	39.685	53.093	10.632	79.504	63.148
2	10، 31 & Roshan	درصد انحراف از میانگین کل Percent distance from total mean	26.7	17.681	-14.11	17.156	-5.743	35.018	10.722	35.892	8.24	-4.065	4.915	0.763	-2.899
		میانگین کل total mean	22.756	63.391	19.640	28.516	0.464	1.451	1014.295	415.297	36.664	55.342	10.134	78.902	65.033

جدول ۶- ضرایب عاملی و واریانس نسبی و تجمعی عامل‌ها برای صفات مورد ارزیابی در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به‌همراه والدین

Table 6 - The result of factor analysis for traits under study in bread wheat recombinant inbred lines with parents

	ضرایب عاملی Coefficients of factors			
	عامل اول factor 1	عامل دوم factor 2	عامل سوم factor 3	عامل چهارم factor 4
تعداد دانه در سنبله number of grains Per spike	-0.063	0168	-0.906	0.273
وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 kernel weight	-0.029	0.263	0.842	0.42
عملکرد دانه grain yield	0.885	0.307	0.004	0.291
عملکرد کاه stalk yield	0.28	0.352	0.277	0.706
تعداد پنجه بارور number of fertile tiller	0.826	0.195	0.246	-0.360
تعداد پنجه نابارور number of non fertile tiller	0.168	-0.768	0.489	0.171
شاخص برداشت harvest Index	0.956	0.161	-0.148	0.0
سطح برگ پرچم flag leaf area	-0.714	0.034	-0.508	0.23
ارتفاع گیاه plant height	0.409	0.692	0.505	0.218
طول پدانکل peduncle length	0.496	0.833	0.102	0.168
طول سنبله length of spike	-0.085	0.236	-0.154	0.831
وزن هکتولیتر hectoliter weight	-0.144	-0.265	0.023	0.803
روز تا گلدهی days to flowering	-0.281	-0.291	-0.057	-0.089
واریانس تجمعی Proportional variance (%)	27.08	23.57	19.08	18.96
واریانس نسبی تجمعی Cumulative pro. Variance (%)	27.08	50.64	69.72	88.69

References منابع مورد استفاده

- Abhari, A., S. Galeshi, N. Latifi, and M. Kalateh. 2008. The effect of some growth parameters on grain yield of wheat genotypes yield under drought stress conditions. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 6: 81-92. (In Persian).
- Babu, R.C., B.D. Nguyen, V. Chamarerk, P. Shanmugasundaram, P. Chezhian, P. Jeyaprakash, S.K. Ganesh, A. Palchamy, S. Sadasivam, S. Sarkarung, L.J. Wade, and H. T. Nguyen. 2003. Genetic analysis of drought resistance in rice by molecular markers: association between secondary traits and field performance. *Crop Sci*. 43: 1457-1469.
- Bakhshi khaniki, Gh., F. Fattahi, and S. Yazdchi. 2008. Drought effects of morphologic traits of 10 barley varieties in Osko area, Eastern Azarbaijan province. *Pajouhesh & Sazandegi*. 74: 108-114. (In Persian).
- Barnabas, B., K. Jager, and A. Feher. 2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. *Plant Cell Environ*. 31: 11-38.
- Davidson, J.L., and J.W. Brich. 1978. Response of a standard Australian and a Mexican wheat to temperature and water stress. *Aust. J. Agric. Res*. 29: 1091-1106.
- Dugagan, B.L., D.R. Domiturk, and D.B. Fowler. 2000. Yield component variation in winter wheat grown under drought stress. *Canadian J. of Plant Sci*. 739- 745.
- Esch, E., J.M. Szymamtik, H. Yates, W.P. Pawlowski, and E.S. Buckler. 2007. Using crossover breakpoints in recombinant inbred lines to identify quantitative trait loci controlling the global recombination frequency. *Genetics*. 177: 1851-1858.
- Evans, L.T., J. Bingham, B. Jackson, and J. Sutherland. 1972. Effects of awns and drought on the supply of photosynthate and its distribution within wheat ears. *Ann. Appl. Boil.* 70: 67-76.
- Fischer, R.A., and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Graine yield response. *Aust. J .Agric. Res*. 29: 897-912.
- Gifford, R.M., and L.T. Evans. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning and yield. *Ann. Rev. Plant Physiol*. 32: 485- 509.
- Golabadi, M. and A. Arzani. 2003. Study of genetic variation and factor analysis of agronomic traits in durum wheat. *J. Agric. Sci. Natur. Resour*. 1: 115-126. (In Persian).
- Innes, P., J. Hoogendoorn, and R.D. Blackwell. 1985. Effects of difference in date of early emergence and height on yield of winter wheat. *J. Agric. Sci. Camb*. 105: 543- 549.
- Kocheki, A. 2002. Agriculture in dry land area. Jahad daneshgahy Mashhad University. Publisher. (In Persian).
- Lawlor, D.W., and G. Cornic. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environ*. 25: 275-294.

- Leilah, A., and A. AL-khateebs. 2005. Statistic analysis of wheat yield under drought condition. *J. Arid Environ*. 61: 483-496.
- Normohammadi, G., A. Siadat and A. Kashani. 2001. Crop Production. Shahid Chamran University Publisher. (In Persian).
- Ranjbari, A. and Y. Emam. 2006. Response of bread and durum wheat genotypes to post-anthesis drought stress, and its relationship with the root system. *J. Agricultural Research*. 1: 1-16. (In Persian).
- Rashidi, V., M. Yarnia, A. Tarinejad, and N. Effatdost. 2008. Evaluation of durum wheat lines for physiological traits related to flag leaf. *J. Agricultural Science.* Islamic Azad university. 7: 45-61. (In Persian).
- Rodriguez, L. 2006. Drought and drought stress on south Texas landscape plants. San Antonio Express News. http: Bexar – Tx.T.Tamu.edu.
- Saini, H. S. and M. E. Westgate. 2000. Reproductive development in grain crops during droughts. *Adv. Agron*. 68: 60-96.
- Shah, N.H. and G.M. Paulsen. 2003. Interaction of drought and high temperature on photosynthesis and grain-filling of wheat. *Plant and Soil*. 257: 219-226.
- Sterling, J.D.E., and H.G. Nass. 1981. Comparison of test characterizing varieties of barley and wheat for moisture resistance. *Can. J. Plant Sci*. 61: 283-292.
- Tahmasebi, S., M. Khodambashi, and A. Rezai. 2007. Estimation of genetic parameters for grain yield and related traits in wheat using diallel analysis under optimum and moisture stress conditions. *J. Agric. Sci. Natur. Resour*. 1: 229-240.
- Tousi Mojarrad, M. and M.R. Ghannadha. 2008. Diallel analysis for estimation of genetic parameters in relation to traits of wheat height in normal and drought conditions. *J. Agric. Sci. Natur. Resour*. 43: 143-155.
- Trethowan, R.M. and M. Reynolds. 2007. Drought resistance: Genetic approaches for improving productivity under stress. In: Buck H.R. *et al*. (ed.): Wheat production in stressed environments, Springer Pub., the Netherlands. pp 289-299.

Response of Bread Wheat Recombinant Inbred Lines to Drought Stress and Their Grouping

Aharizad S.[1]*, V. Ahmadi[2], and A. Mohammadi[3]

Abstract

In order to study the response of bread wheat recombinant inbred lines to drought stress and their grouping an experiment was conducted in split plot based on randomized complete block design with three replications at Islamic Azad University, Tabriz Branch the Agriculture Research Station. Main factor consist of different levels of irrigation (80, 120 and 160 mm evaporation water from class A evaporation pan) and sub factor included the lines. Result of analysis of variance revealed significant differences among different levels of irrigation for the most of the traits. Mean comparisons showed that drought stress reduced the value of these traits. Significant differences were observed among lines for all the traits except non fertile tiller number. Line × stress interaction was non significant for all of the traits studied. Cluster analysis using WARD algorithm based on the traits under study assigned the lines into two separate groups. Discriminate analysis confirms this grouping. Factor analysis based on principle component analysis and varimax rotation, showed that the first four factors accounted for about 88.69 percent of the total variation. The result revealed that yield and its components and plant height were important traits for selection of promising lines.

Key Words: Bread wheat recombinant inbred lines, Cluster analysis, Drought stress, Factor analysis

1- Associated Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2- Former MSc. Student of Plant Breeding. Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran.
3- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
***Corresponding Author**: S.Aharizad@yahoo.com*