

## ارزیابی عملکرد دانه و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های گندم نان در رژیم‌های متفاوت رطوبتی

### Evaluation of Grain Yield and Yield Components in Bread Wheat Genotypes under Different Moisture Regimes

مهناز مسلمی<sup>۱</sup>، مظفر روستائی<sup>۲</sup> و وره‌رام رشیدی<sup>۳</sup>

۱ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز.  
۲- استادیار، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم، مراغه.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۲۸

#### چکیده

مسلمی، م.، روستائی، م. و رشیدی، و. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد دانه و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های گندم نان در رژیم‌های متفاوت رطوبتی. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۸: ۶۳۰-۶۱۱.

به منظور ارزیابی عکس‌العمل ژنوتیپ‌های گندم نان به تنش رطوبتی، ۲۱ ژنوتیپ پیشرفته گندم دیم به همراه ارقام شاهد آذر ۲ و الوند در تنش خشکی (دیم) و آبیاری تکمیلی (دو بار آبیاری) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه مورد مطالعه قرار گرفتند. تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین دو شرایط متفاوت محیطی و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری برای عملکرد دانه و اجزاء عملکرد وجود داشت. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نیز برای صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. بر اساس نتایج تجزیه گرافیکی GGE بای‌پلات در محیط تنش خشکی ژنوتیپ‌های شماره ۳ (Azar2/78Zhong291-99) و ۴ (Seafallah/3/Sbn/Trm/K253) و در محیط آبیاری تکمیلی ژنوتیپ‌های شماره ۱۲ (F10s-1//ATAY/GALVEZ87)، ۲ (Sabalan/84.40023//Seafallah)، ۱۶ (PYN/BAU/BONITO) و ۱۷ (SUBEN-7) عملکرد دانه بیشتری داشتند. بر اساس مدل GGE بای‌پلات، ژنوتیپ‌های شماره ۹ (SABALAN/4/VRZ/3/ORF1.148/TDL/BLO) و ۱۱ (BAYRAKTAR) جزء ژنوتیپ‌های برتر و ژنوتیپ شماره ۱۲ مناسب برای آبیاری تکمیلی بودند. در شرایط تنش خشکی بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ شماره ۳ با ۲۶۹۱ کیلوگرم در هکتار و در شرایط آبیاری تکمیلی ژنوتیپ شماره ۱۲ با ۳۵۹۷ کیلوگرم در هکتار بود. آبیاری تکمیلی موجب شد که میانگین وزن هزار دانه ۹/۲ گرم، عملکرد دانه ۶۵۲ کیلوگرم، ارتفاع بوته ۶/۴ سانتی‌متر، شاخص برداشت ۵/۶ درصد و طول دوره پرشدن دانه ۸ روز نسبت به شرایط تنش خشکی افزایش یابد و ژنوتیپ‌ها به طور میانگین ۱۶ روز در شرایط آبیاری تکمیلی زودتر به مرحله ظهور سنبله رسیدند. در آزمایش آبیاری تکمیلی به ازای هر یک میلی‌متر آب مصرفی ۸/۱۵ کیلوگرم محصول دانه بیشتر نسبت به شرایط دیم تولید شد.

واژه‌های کلیدی: گندم، آبیاری تکمیلی، خشکی، ژنوتیپ × محیط، GGE بای‌پلات، زودرسی.

## مقدمه

امروزه تولیدات کشاورزی حدود ۲۶ درصد از درآمد ناخالص ملی را تشکیل می‌دهد و ۲۰ درصد از تولیدات کشاورزی و ۶/۲ میلیون هکتار از اراضی زراعی کشور به کشت گندم اختصاص دارد. گندم یکی از محصولات استراتژیک کشور است و بیش از ۴۵ درصد پروتئین و ۵۵ درصد کالری مورد نیاز جمعیت کشور را تامین می‌کند (Tajbakhsh and Poor-Mirza, 2004).

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل طبیعی است که بر روی رشد گیاه اثر می‌گذارد و از عمده‌ترین موانع برای تولید موفق محصولات زراعی در ایران و جهان به شمار می‌آید (Blume, 1999). به طور کلی در غلات تعداد سنبله بارور، تعداد دانه در هر سنبله و متوسط وزن دانه‌ها را اجزای اصلی عملکرد در نظر می‌گیرند (Koocheki et al., 2005). در بیشتر مناطق سردسیر ایران، پر شدن دانه‌ها همزمان با افزایش درجه حرارت محیط و کاهش ذخیره رطوبتی خاک است. معمولاً بیماری‌های برگ‌گی نیز پس از مرحله گل‌دهی گسترش یافته و باعث تخریب و یا کاهش سطح سبز برگ در مرحله پر شدن دانه‌ها می‌شوند. نتیجه نهایی و عمومی این تنش‌ها، چروکیدگی دانه، کاهش وزن هزار دانه و در نتیجه کاهش عملکرد دانه است (Mohammadi et al., 2010). انتهای فصل موجب کوتاه‌تر شدن دوره پر شدن دانه، کاهش عملکرد دانه و وزن دانه جو

می‌شود (Sanchez- Diaz et al., 2002). یکی از اثرهای بارز تنش رطوبتی کاهش ارتفاع گیاه است که به دلیل کاهش فاصله میان گره‌ها و به طور کلی اندازه گیاه ایجاد می‌شود. ارتفاع بوته و طویل شدن میانگره‌ها غالباً توسط تنش خشکی قبل از سنبله‌دهی و یا در هنگام ظهور سنبله کاهش می‌یابد ولی پس از آن کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Khazaie, 2002; Richards et al., 2001).

زی‌زنلی و همکاران (Zi-Zhenli et al., 2004) نشان دادند که آبیاری در دوره خشکی به ویژه در مرحله زایشی تأثیر مهمی بر رشد گیاه و عملکرد دانه دارد. تعداد سنبله در واحد سطح به همراه تعداد دانه در سنبله تعیین‌کننده اصلی عملکرد دانه به شمار می‌روند، اگر چه نشان داده شده است که تعداد سنبله در واحد سطح یک اثر منفی بر تعداد دانه در سنبله دارد و وزن دانه دارای اثر کمتری بر عملکرد دانه است. کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی در نتیجه کاهش وزن هزار دانه و همچنین به واسطه کاهش تعداد پنجه، سنبله و دانه در گیاه توسط سم (Samarah, 2005) گزارش شد. وی نشان داد که تنش موجب کاهش عملکرد دانه از طریق کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه شد با این حال تعداد بوته در واحد سطح نسبت به شرایط بدون تنش تحت تأثیر قرار نگرفت و در برخی از ارقام، تنش رطوبتی در مرحله گرده‌افشانی نسبت به تیمار شاهد شاخص

رطوبتی در طی مرحله پر شدن دانه‌ها نشان داده که تنش رطوبتی باعث کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه می‌شود. در همین ارتباط مشخص شده که ارقام متحمل ذخیره مواد فتوسنتزی بیشتری داشتند و یا به طور نسبی درصد و سرعت انتقال مجدد در آن‌ها بیشتر بود و از زودرسی نسبی برخوردار بودند (Reynolds *et al.*, 2000). ظرفیت عملکرد دانه به توانایی ژنوتیپ در ساخت انتقال و ذخیره مواد غذایی در دانه بستگی دارد. کمبود آب هم بر روی مقدار مواد ذخیره شده در ساقه و هم بر روی مقدار انتقال آن تاثیر می‌گذارد. گیاهانی که تحت تنش آبی هستند دارای مقدار ذخیره کربوهیدرات‌های کمتری در ساقه هستند، زیرا مقدار فتوسنتز کمتری در طول فصل رشد داشته و در نهایت مقدار ذخیره آن در ساقه کم می‌شود و در نتیجه مقدار مواد قابل انتقال ساقه نیز کاهش می‌یابد (Ehdaie *et al.*, 2006a,b). بعد از گلدهی مقدار ماده خشک ذخیره شده در ساقه تغییر پیدا می‌کند که می‌تواند به عنوان روش غیر مستقیمی برای محاسبه مقدار ماده خشک ذخیره شده و منتقل شده مورد استفاده قرار گیرد (Ehdaie *et al.*, 2008). تجمع ماده خشک در یک ژنوتیپ نشان‌دهنده کارایی مصرف آب در شرایط کمبود آب است، ولی مهم‌تر از آن اختصاص ماده خشک به بخش‌های اقتصادی گیاه است که منجر به شاخص برداشت بالاتر می‌شود. بنابراین تجمع ماده خشک بالاتر به بخش‌های زایشی در زمان گرده‌افشانی می‌تواند

برداشت را کاهش داد. سیمان و همکاران (Simane *et al.*, 1993) گزارش کردند که تعداد دانه در سنبله با داشتن همبستگی مثبت با وزن دانه اثر مستقیم بر عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش رطوبتی و آبیاری کامل دارد. گوتیری و همکاران (Gutteiri *et al.*, 2001) نشان دادند که کمبود آب می‌تواند در ارقام مختلف اثر متفاوتی در کاهش تعداد دانه در سنبله‌ها ایجاد کند. اغلب کشاورزانی که گندم آبی کشت می‌کنند، به دلیل نداشتن آب کافی در بهار نمی‌توانند به دفعات مورد نیاز، مزارع گندم را آبیاری کنند. این مسئله گاهی حتی منجر به تولید محصول کم و فاقد کیفیت مطلوب می‌شود. از اهداف اصلاح گندم در مناطق خشک و نیمه خشک، دستیابی به ارقامی است که در شرایط محدودیت آب و کم آبیاری تحمل بیشتری به تنش خشکی آخر فصل دارا بوده و کاهش عملکرد کمتری داشته باشد. با دستیابی به چنین ارقامی می‌توان بازده عملکرد در این شرایط را افزایش داد و تا حد زیادی از اتلاف منابع آب جلوگیری کرد و در عین حال در شرایط محدودیت آب به عملکرد و کیفیت مناسبی دست یافت (Cone *et al.*, 2004). پایداری و ثبات عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش همچنان از جمله شاخص‌های اصلی انتخاب برای یافتن ژنوتیپ‌های متحمل به تنش در بسیاری از برنامه‌های به‌نژادی است (Emam *et al.*, 2007; Samarah, 2005). نتایج بسیاری از مطالعات در زمینه اثر تنش

عملیات آماده‌سازی زمین آزمایشی شامل شخم با گاوآهن قلمی در پاییز قبل از بارندگی و استفاده از یک بار پنجه‌غازی در بهار بود. قبل از کاشت، نیتروژن و فسفر مورد نیاز گندم دیم بر اساس آزمون خاک و با فرمول  $N_{60}P_{30}$  همزمان با کاشت به روش جایگذاری مصرف شد (Feizi Asl et al., 2004).

آبیاری در آزمایش آبیاری تکمیلی با توجه به نتایج پژوهش‌های انجام شده در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم کشور به میزان ۵۰ میلی‌متر در زمان کاشت و آبیاری دوم در مرحله تورم سنبله بر اساس نمونه‌برداری از رطوبت خاک به میزان ۳۰ میلی‌متر انجام شد. در طول فصل زراعی صفاتی مانند تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، و یگور در مرحله ساقه‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه یادداشت شد. همچنین ده بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و صفات تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل، طول غلاف برگ پرچم و تعداد سنبلچه در سنبله در آن‌ها اندازه‌گیری شد. به منظور حذف اثر حاشیه‌ای، نیم متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها حذف و بقیه کرت با کمباین مخصوص برداشت شد. قبل از تجزیه واریانس نرمال بودن خطاهای آزمایشی و اثر افزایشی تکرار با تیمار مورد بررسی و تایید قرار گرفت. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن در سطح

عامل محسوس و مناسبی برای گزینش در شرایط خشکی باشد. اهدایی و همکاران (۲۰۰۸) و آرائوس و همکاران (Araus et al., 1998) بین وزن ماده خشک موجود در ساقه و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری را گزارش کردند. در این پژوهش عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم نان در محیط‌های آبیاری تکمیلی و دیم مطالعه شد.

#### مواد و روش‌ها

این بررسی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ انجام شد. این ایستگاه دارای طول جغرافیایی ۴۶/۱۵ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷/۱۵ درجه شمالی بوده و در ارتفاع ۱۷۳۰ متری از سطح دریا قرار دارد که از یک اقلیم نیمه خشک سرد هم مرز با فرا سرد برخوردار است (Mahmoodi, 2009) و بافت خاک آن از نوع لومی و لومی‌رسی است (Feizi Asl et al., 2004). مواد گیاهی مورد استفاده در این مطالعه شامل ۲۱ ژنوتیپ پیشرفته گندم نان به همراه ارقام آذر ۲ و الوند به عنوان شاهد بودند که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در دو شرایط محیطی دیم و آبیاری تکمیلی مورد آزمایش قرار گرفتند. کرت‌های آزمایشی شامل شش خط شش متری با فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر بود و میزان بذر بر اساس ۳۸۰ دانه در مترمربع با توجه به وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها تنظیم شد.

Genstat و SPSS و Excel استفاده شد.

احتمال ۵ درصد انجام شد. به منظور نمایش چندضلعی (پلی گون) اثر متقابل ژنوتیپ × محیط از GGE بای پلات استفاده شد (Yan, 2001؛ Gauch and Zobel, 1997)؛ (Mohammadi *et al.*, 2007). برای تجزیه آماری و رسم نمودارها از نرم افزارهای

### نتایج و بحث

مشخصات ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- شجره ژنوتیپ‌های گندم نان و ارقام شاهد

Table 1. Pedigree of bread wheat genotypes and check cultivars

Genotype No.	Pedigree	Origin
1	Sabalan//Cno79/Pr1"S"/3/Pf82200/4/Ebvd99-1	Iran
2	Sabalan/84.40023//Seafallah	Iran
3	Azar2/78Zhong291-99	Iran
4	Seafallah/3/Sbn//Trm/K253	Iran
5	SARA	CIMMYT
6	RAN/NE701136//CI13449/CTK/3/CUPE/4/F134.71/NAC/5/MV17	IWWIP
7	SN64//SKE/2*ANE/3/SX/4/BEZ/5/SERI/6/VORONA/HD2402/7/F10S-1	IWWIP
8	F1-1S-1//CIMMARRON	IWWIP
9	SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO	Iran
10	KARAHAN	Turkey
11	BAYRAKTAR	Turkey
12	F10S-1//ATAY/GALVEZ87	CIMMYT
13	SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO	Iran
14	F130-L-1-12/LAGOS	IWWIP
15	F134.71/NAC//ZOMBOR	IWWIP
16	PYN/BAU//BONITO	IWWIP
17	SUBEN-7	Turkey
18	SARDARI-HD84//UNKN/HATUSHA	Iran
19	HN7/OROFEN//BJN8/3/SERI/4/	IWWIP
20	Turkey PYT(1999-2000)-49//4848 Mashad/Tui"s" IRW2003-1355	Iran
21	Sardari-101	Iran
22	Alvand(Check)	Iran
23	Azar-2(Check)	Iran

بارور، ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن دانه در سنبله، طول غلاف برگ پرچم، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، شاخص برداشت و طول پدانکل داری اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد و از نظر صفات تعداد روز تا

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر رژیم‌های متفاوت رطوبتی بر کلیه صفات زراعی مورد مطالعه معنی دار بود. همچنین ژنوتیپ‌ها نیز از نظر صفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد پنجه

ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوژیکی و تعداد سنبله در مترمربع تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول ۲). اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای صفات وزن هزار دانه، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن دانه در سنبله، طول غلاف برگ پرچم، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد و برای طول سنبله در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود که بیانگر تنوع ژنتیکی بالا در بین لاین‌ها از نظر صفات فوق بود (جدول‌های ۲ و ۳).

در شرایط دیم بیشترین ضریب تغییرات در صفات مورد مطالعه به تعداد پنجه بارور، وزن دانه در سنبله و طول پدانکل اختصاص داشت و در شرایط آبیاری تکمیلی، صفات تعداد پنجه بارور، طول پدانکل، وزن دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبله بیشترین مقدار ضریب تغییرات را داشتند که نشانگر تاثیرپذیری زیاد این صفات از محیط بود. در مقابل، صفات تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، طول غلاف برگ پرچم و طول سنبله در شرایط دیم و صفات وزن هزاردانه، طول سنبله و طول غلاف برگ پرچم در شرایط آبیاری دارای کمترین مقدار ضریب تغییرات بودند.

بر اساس نتایج، در شرایط دیم بیشترین تعداد سنبله در متر مربع به لاین شماره ۱ با ۶۰۹ سنبله در مترمربع مربوط بود (جدول ۴). از نظر وزن هزاردانه نیز تنوع بسیار زیادی بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت. بیشترین وزن هزاردانه به لاین شماره ۵ با ۳۴/۱ گرم مربوط بود و

کمترین آن با ۲۰ گرم به لاین شماره ۲۰ تعلق داشت. کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی در نتیجه کاهش وزن هزار دانه و همچنین به واسطه کاهش تعداد پنجه، سنبله و دانه در گیاه (Duggan and Flower, 2006) گزارش شده است. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر عملکرد دانه نیز دارای تفاوت بسیار معنی‌داری بودند. بیشترین مقدار عملکرد دانه با ۲۶۹۱ کیلوگرم در هکتار به لاین شماره ۳ و کمترین آن با مقدار ۱۹۶۲ کیلوگرم در هکتار به لاین شماره ۵ تعلق داشت. در شرایط تنش خشکی لاین‌های شماره ۳، ۴، ۲۳ (آذر ۲)، ۱۵، ۱۱، ۷، ۹، ۱۳ و ۱۲ دارای عملکرد دانه بیشتری بودند. همچنین لاین‌های شماره ۹ و ۴ به ترتیب با ۸۹۲۵ و ۸۶۳۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیولوژیک بیشتری را دارا و ضمناً لاین‌های شماره ۱۸، ۸، ۱۷، ۶ و ۲۲ (الوند) عملکرد بیولوژیک کمتری داشتند (جدول ۳). گوتیری و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که کمبود آب می‌تواند در ارقام مختلف اثرهای متفاوتی در کاهش تعداد دانه در سنبله‌ها ایجاد کند. آن‌ها نشان دادند که کمبود رطوبت منجر به کاهش عملکرد از طریق کاهش وزن دانه و به ویژه تعداد دانه در سنبله می‌شود.

دامنه تغییرات ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ۱۰/۲ سانتی‌متر و میانگین کل ارتفاع بوته ژنوتیپ‌ها ۶۲/۷ سانتی‌متر بود. متوسط طول سنبله ژنوتیپ‌ها ۸ سانتی‌متر و کمترین و بیشترین مقدار آن نیز به ترتیب ۶/۲ و

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط دیم  
 Table 2 . Analysis of variance for different traits of bread wheat genotypes under drought condition

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات MS							
			روز تا رسیدگی	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد پنجه	ارتفاع بوته	طول سنبله
		df.	D.M.	SM <sup>2</sup>	TKW	G.Y.	B.Y.	TL	PH	S.L.
Replication	تکرار	2	11.84*	51.32 <sup>ns</sup>	14.89*	2751850.9**	14965569.9**	0.13 <sup>ns</sup>	175.9**	0.08 <sup>ns</sup>
Genotype	ژنوتیپ	22	3.28 <sup>ns</sup>	4283.42*	34.25**	148925.8	1453305.9*	0.79**	114.3**	1.69**
Error	خطا	44	2.89	2375.05	3.63	34409.1	659187.9	0.22	8.0	0.09
C.V. %	ضریب تغییرات (%)		0.72	9.46	7.37	7.93	10.66	24.59	4.52	3.75

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

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

D.M.: Date to maturity; SM<sup>2</sup>: Number of spike per square meter; TKW: 1000 Kernel weight; G.Y.: Grain yield; B.Y.: Biological yield; TL: Tiller number; PH: Plant height; S.L.: Spike length.

Table 2. Continued

ادامه جدول ۲

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات MS							
			وزن دانه در سنبله	طول غلاف	تعداد سنبله در سنبله	تعداد بذر در سنبله	شاخص برداشت	طول پدانکل	روز تا سنبله دهی	ویگور
		df.	S.W.S.	Sh.L.	N.S.S.	N.seed	H.I.	Ped.L.	D.H.	V.Sh
Replication	تکرار	2	0.034**	6.14**	3.54*	39.14**	52.74**	96.29**	2.53 <sup>ns</sup>	0.36 <sup>ns</sup>
Genotype	ژنوتیپ	22	0.051**	6.17**	6.62**	47.36**	17.45**	27.92**	3.48 <sup>ns</sup>	0.76 <sup>ns</sup>
Error	خطا	44	0.007	0.28	0.81	5.55	7.33	3.95	3.49	0.96
C.V. %	ضریب تغییرات (%)		13.28	3.52	7.04	10.21	9.66	11.31	0.93	22.94

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطوح احتمال ۰.۵٪ و ۰.۱٪.

ns, \* and \*\*: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, repectively.

S.W.S.: Seed weight in spike Sh.L.: Sheath length; N.S.S.: Number spiklet in spike; N.Seed: Number seed in spike; HI: Harvest index; Ped.L.: Peduncle length; DH: Date to heading; V.Sh: Vigor in shooting stage.



جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مختلف ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط آبیاری تکمیلی  
Table 3. Analysis of variance for different traits of bread wheat genotypes under supplementary irrigation

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات MS							
			وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	ارتفاع بوته	طول سنبله	وزن دانه در سنبله	طول غلاف	تعداد سنبلچه در سنبله
		df.	TKW	G.Y.	B.Y.	PH	S.L.	S.W.S.	Sh.L.	N.S.S.
Replication	تکرار	2	2.22 <sup>ns</sup>	379277.8 <sup>ns</sup>	30333744.4 <sup>**</sup>	100.27 <sup>**</sup>	1.67 <sup>**</sup>	0.34 <sup>**</sup>	6.96 <sup>**</sup>	13.93 <sup>**</sup>
Genotype	ژنوتیپ	22	40.54 <sup>**</sup>	567122.1 <sup>**</sup>	1842311.1 <sup>ns</sup>	63.02 <sup>**</sup>	2.24 <sup>**</sup>	0.14 <sup>**</sup>	3.15 <sup>**</sup>	11.59 <sup>**</sup>
Error	خطا	44	1.62	125127.5	1639501.2	23.65	0.14	0.02	0.32	1.23
C.V. %	ضریب تغییرات (%)		3.61	11.82	11.86	7.00	4.26	13.08	4.37	7.79

ns و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

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

TKW: 1000 Kernel weight; G.Y.: Grain yield; B.Y.: Biological yield; PH: Plant height; S.L.: Spike length; S.W.S.: Seed weight in spike; Sh.L.: Sheath length; N.S.S.: Number spiklet in spike.

Table 3. Continued

ادامه جدول ۳

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات MS							
			شاخص برداشت	تعداد بذر در سنبله	طول پدانکل	روز تا سنبله‌دهی	روز تا رسیدگی	ویگور	تعداد پنجه	تعداد سنبله در مترمربع
		df.	H.I.	N.seed	Ped.L.	D.H.	D.M.	V.Sh	TL	SM <sup>2</sup>
Replication	تکرار	2	60.19 <sup>**</sup>	112.80 <sup>**</sup>	9.40 <sup>ns</sup>	586.25 <sup>ns</sup>	6.94 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.56 <sup>ns</sup>	3841.56 <sup>ns</sup>
Genotype	ژنوتیپ	22	58.56 <sup>**</sup>	106.18 <sup>**</sup>	23.73 <sup>**</sup>	700.85 <sup>ns</sup>	2.34 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>ns</sup>	1145.69 <sup>ns</sup>
Error	خطا	44	5.31	11.18	10.84	687.09	2.59	0.57	0.27	2257.56
C.V. %	ضریب تغییرات (%)		6.86	12.08	14.89	12.06	0.62	19.17	31.06	9.69

ns و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

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

HI: Harvest index; N.Seed: Number seed in spike; Ped.L.: Peduncle length; DH: Date to heading; D.M.: Date to maturity; V.Sh: Vigor in shooting stage; TL: Tiller number; SM<sup>2</sup>: Number o spike per square meter.

کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد را داشت (جدول ۵). در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه لاین شماره ۹ با ۱۲۳۶۰ کیلوگرم در هکتار و لاین شماره ۲۰ با ۹۳۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک را داشتند (جدول ۵). لاین شماره ۳ با ۷۸/۹ سانتی‌متر و لاین شماره ۷ با ۶۰/۸ سانتی‌متر دارای بلندترین و کوتاه‌ترین ارتفاع بوته بودند. بیشترین طول سنبله به لاین‌های شماره ۳ و ۲۱ با ۱۰/۱ سانتی‌متر و کمترین آن به لاین شماره ۱۱ با ۷/۶ سانتی‌متر تعلق داشت. بیشترین وزن دانه در سنبله به رقم شماره ۲۲ (الوند) با ۱/۵ گرم و کمترین آن به لاین شماره ۲۱ با ۰/۶ گرم مربوط بود. تجمع ماده خشک بیشتر در اندام‌های زایشی می‌تواند پارامتر محسوس و مناسبی برای گزینش در شرایط خشکی باشد (Sasaleam, 2003). لاین‌های شماره ۲ و ۱۴ با میانگین ۱۶/۵ سنبلچه در سنبله و لاین ۲۱ با میانگین ۹/۳ سنبلچه در سنبله به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر را داشتند. از نظر تعداد دانه در سنبله نیز لاین ۱۶ با میانگین ۳۵ دانه و لاین شماره ۲۱ با میانگین ۱۳/۵ دانه به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر را دارا بودند. با توجه به تفاوت زیاد ژنوتیپ‌ها از نظر صفت شاخص برداشت، لاین شماره ۱۷ با ۳۹/۱٪ و لاین شماره ۵ با ۲۳/۹٪ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان شاخص برداشت بودند، بعد از لاین شماره ۱۷ ژنوتیپ‌های شماره ۲۲ (الوند)، ۱۲، ۲ و ۱۶ از شاخص برداشت

۹/۷ سانتی‌متر بود. رابطه ارتفاع بوته با عملکرد دانه در شرایط تنش مثبت و در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود در بسیاری از مطالعات به اهمیت این صفت در گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی برای تولید عملکرد بالا در شرایط تنش خشکی اشاره شده است (Blum, 1979; Roustaii et al., 2004). بر اساس نتایج حاصله، بیشترین شاخص برداشت مربوط به لاین شماره ۳ با ۳۳/۵٪ و کمترین آن به لاین شماره ۹ با ۲۳/۷۳٪ تعلق داشت. تجمع ماده خشک در یک ژنوتیپ نشان‌دهنده کارایی مصرف آب در شرایط کمبود آب است. ولی مهم‌تر از آن اختصاص ماده خشک به بخش‌های اقتصادی گیاه است که منجر به شاخص برداشت بالاتر می‌شود (Ehdaie et al., 2008). ژنوتیپ‌ها از نظر طول پدانکل نیز دارای تفاوت معنی‌داری بودند و بیشترین طول پدانکل به لاین شماره ۳ با ۲۵/۵ سانتی‌متر و کمترین آن به لاین شماره ۶ با ۱۳/۱ سانتی‌متر مربوط بود (جدول ۴).

نتایج به دست آمده در شرایط آبیاری تکمیلی نیز نشان داد که لاین شماره ۲۳ (آذر) با ۴۱/۸۵ گرم بیشترین و لاین شماره ۲۰ با ۲۸/۳ گرم کمترین میزان وزن هزار دانه را داشتند. از نظر عملکرد دانه نیز تنوع زیادی بین ژنوتیپ‌ها ملاحظه شد. لاین‌های شماره ۱۲، ۱۷، ۱۶، و ۲ به ترتیب با مقادیر ۳۴۴۳، ۳۴۶۷، ۳۵۹۷، ۳۴۰۸ و ۲۵۳۳ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه بیشتری را دارا بودند و لاین شماره ۲۰ با مقدار

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات زراعی ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط دیم

Table 4. Mean comparison of agronomic traits of bread genotypes under frought condition

Genotype No.	SM <sup>2</sup>	TKW (g)	G.Y. (kg/ha <sup>-1</sup> )	B.Y. (kg/ha <sup>-1</sup> )	PH (cm)	S.L. (cm)	H.I (%)	P.L. (cm)	D.M.	T.L.	S.W. (g)	Sh.L. (cm)	N.S.S.	N.seed
1	608.7a	22.1ij	2335cdefg	8391abc	65.1cdef	7.2hi	27.8bcdefg	17.9defg	235.7bcd	2.0bc	0.5ij	15.1efg	12.3cde	21.7defgh
2	480.7cd	239.0ghi	2195fghi	7422bcdefg	66.9bcde	8.5cd	27.7bcdefg	13.8hi	236.0abcd	2.3b	0.6fghi	14.2ghi	14.0ab	25.3abcd
3	530.0abc	31.4ab	2691a	7328bcdefg	73.7a	9.7a	33.5a	25.5a	236.3abcd	1.3c	0.9a	17.6ab	13.7abc	28.0a
4	548.0abc	24.6efgh	2642ab	8635ab	70.8ab	8.2de	26.5efg	22.8ab	235.3cd	2.0bc	0.6defgh	15.1efg	14.3a	27.3abc
5	436.0d	34.1a	1962i	7006defg	66.8bcde	8.5cd	24.5fg	18.6cdef	235.3cd	2.0bc	0.7cdef	14.8fgh	12.0def	19.0h
6	520.0bc	22.9hij	2085ghi	6773fg	53.9kl	7.6cd	26.9cdefg	13.1i	236.7abcd	1.3c	0.5ghij	13.4ij	13.3abcd	23.7cdef
7	580.0abc	22.9hij	2560abcd	7786bcdefg	54.1kl	6.2cd	29.0bcde	16.0efghi	236.0abcd	2.3b	0.5ij	12.5j	10.7f	18.7h
8	538.0abc	24.4efghi	2259defgh	6631fg	53.5l	8.6cd	28.7bcdef	15.6fghi	237.0abcd	2.3b	0.6cdefg	14.0hi	14.3a	25.0abcde
9	474.0cd	27.3cde	2533abcd	8929a	60.6ij	8.4cd	23.7g	18.9cde	236.3abcd	1.3c	0.7bcde	18.2a	13.7abc	24.0bcdef
10	536.0abc	24.7efghi	2397bcdef	7951abcdef	60.2ij	8.4cd	28.8bcdef	14.9ghi	237.0abcd	1.7bc	0.7cdefg	14.5gh	13.3abcd	23.7cdef
11	504.0bcd	22.9hig	2562abcd	8295abcd	62.7efgh	7.1cd	28.6bcdef	18.2defg	235.3cd	2.3b	0.5ij	15.6def	11.7ef	19.3gh
12	486.0cd	24.7efgh	2511abcde	7728bcdefg	67.8bcde	7.4cd	31.1abcde	21.7bc	236.3abcd	2.0bc	0.7cdefg	16.2cd	12.3cde	24.3abcdef
13	544.0abc	28.7c	2518abcde	8564abc	68.9bc	7.9cd	27.0cdefg	20.4bcd	235.7bcd	1.3c	0.7cdef	17.9a	11.7ef	23.0defg
14	473.3cd	26.3cdefg	2375bcdefg	7342bcdefg	57.3ijkl	8.8cd	27.0cdefg	15.4fghi	234.7d	2.0bc	0.8bc	14.7fgh	14.7a	28.0a
15	478.0cd	24.4efghi	2585abc	7258cdefg	64.0defg	8.1cd	30.2abcde	18.3def	236.0abcd	1.7bc	0.7bcde	15.8de	13.3abcd	27.3abc
16	518.0bc	23.8fghi	2220efghi	7409bcdefg	60.1ghij	8.2cd	27.9bcdefg	15.0ghi	237.7abc	1.3c	0.7bcd	13.4i	14.0ab	27.3abc
17	516.0bcd	25.5defgh	2325cdefgh	6764fg	54.1kl	8.1cd	32.0ab	16.5efgh	238.7a	1.7bc	0.8ab	15.0efg	14.0ab	27.7ab
18	488.0cd	25.8cdefgh	2107fghi	6502g	69.3abc	7.3cd	26.8defg	17.3defg	237.3abcd	1.7bc	0.6cdefg	14.9fg	12.7bcde	21.3efgh
19	524.0bc	26.9cdef	2061hi	8146abcde	58.2hijk	8.2cd	26.6efg	15.9efghi	238.3ab	2.0bc	0.6ghi	16.8bc	12.3cde	19.7gh
20	490.0cd	19.1j	2093fghi	7464bcdefg	64.92cdef	7.6cd	26.4efg	18.6cdef	237.0abcd	2.0bc	0.5hij	15.5def	11.7ef	21.0fgh
21	540.0abc	32.1a	2178fghi	8337abcd	56.2jkl	7.6cd	24.5fg	13.9hi	237.3abcd	3.7c	0.4j	13.9hi	8.7g	12.3i
22	516.0bcd	27.9cd	2050hi	6864efg	61.2fghi	9.0cd	27.9bcdefg	16.1efghi	238.0abc	2.0bc	0.8bcd	15.4def	14.3a	24.0abcdef
23	520.0bc	28.2cd	2590abc	7689bcdefg	71.3ab	7.6cd	31.2abc	19.9bcd	237.3abcd	1.7bc	0.6efgh	15.4def	10.7f	18.3h
Mean	515.2	259.0	2341	7618	62.7	8.0	28.0	17.6	236.6	1.9	0.6	15.2	12.8	23.1

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level. For abbreviations see Table 1.

برای نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ و اختصارات به جدول ۲ مراجعه شود.

For genotypes name see. Table 1 and abbreviations see Table 2.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات زراعی ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط آبیاری تکمیلی

Table 5. Mean comparison of agronomic traits of bread wheat genotypes under supplementary irrigation

Genotype No.	TKW (g)	G.Y. (kg/ha <sup>-1</sup> )	B.Y. (kg/ha <sup>-1</sup> )	PH (cm)	S.L. (cm)	S.W. (g)	H.I. (%)	N.S.S.	N.seed	Sh.L. (cm)	P.L. (cm)
1	29.8i	3348ab	11370abcde	75.8ab	7.9jk	0.9efgh	33.3cde	14.67bcde	28.33bcdef	13.13defg	25.17ab
2	29.3i	3408a	12030ab	75.88ab	9.5abcde	0.9cdefg	38.3a	16.67a	34.00a	12.83fg	19.03cde
3	39.7bc	2742cdef	11830abc	78.9a	10.1a	1.1bcde	29.4fgh	13.33defg	26.00defg	14.77a	29.77a
4	33.3gh	2539ef	10690abcde	67.0cdefgh	8.6ghij	0.8hi	26.9hi	13.33defg	22.67ghij	13.07defg	22.60bcd
5	38.9bcde	1672g	9560de	71.9abcdef	8.6ghi	0.8hi	23.9i	12.00fgh	19.00ijk	13.70bcdef	20.93bcde
6	35.3fg	3055abcdef	10030bcde	68.5bcdefg	8.9efg	1.2bc	37.3ab	15.67ab	34.00a	12.20g	21.30bcde
7	32.9h	3036abcdef	10730abcde	60.8h	6.7i	0.7hi	36.1abc	11.00hi	20.00hij	10.87h	20.23bcde
8	34.2gh	3178abcd	10090bcde	65.9defgh	9.8abc	1.0bcdef	35.5abc	16.33ab	31.33abcd	12.63g	20.93bcde
9	35.3fg	3223abc	12360a	68.3bcdefg	9.6abcd	1.1bcdef	31.4defg	15.00abcd	29.67abcde	14.00abcd	22.93bcd
10	34.4gh	3285abc	10710abcde	66.8cdefgh	10.0ab	1.1bcde	37.4ab	16.00ab	30.67abcd	12.83fg	16.43e
11	33.4gh	3120abcde	11490abcd	68.5bcdefg	7.6k	0.8gh	35.4abc	13.00efg	24.67efgh	12.77fgfg	22.77bcd
12	37.6de	3597a	11500abcd	72.3abcdef	8.9efg	1.2b	38.54a	14.67bcde	32.00abc	13.60cdef	25.03ab
13	37.1ef	3029abcdef	10860abcde	71.6abcdef	8.7ghi	0.9defgh	34.1bcd	12.33fgh	23.67fghi	14.57ab	23.43bcd
14	34.5gh	3280abc	10180bcde	62.9gh	9.7abcd	1.2bc	35.9abc	16.67a	34.33a	12.33g	19.90bcde
15	30.2i	2798bcdef	10650abcde	64.7efgh	8.8fgh	1.1bcdef	32.5cdef	15.00abcd	33.33ab	13.60cdef	19.80bcde
16	33.5gh	3443a	11020abcde	74.57abc	9.3cdef	1.2b	38.1a	16.33ab	35.00a	13.00efg	24.00bc
17	37.7cde	3467a	10940abcde	63.9fgh	9.1defg	1.2bc	39.1a	15.33abc	30.33abcd	13.00efg	23.40bcd
18	37.9cde	2554ef	9836cde	72.8abcd	8.2hijk	1.1bcde	28.4gh	15.00abcd	27.67cdefg	12.20g	24.30bc
19	36.9ef	3148abcd	11080abcde	69.1bcdefg	9.5bcde	1.1bcd	35.7abc	15.00abcd	27.00cdefg	13.93abcde	20.50bcde
20	28.3i	2533f	9320e	69.4bcdefg	8.7ghi	0.9fgh	29.57efgh	13.67cdef	28.00bcdefg	12.47g	21.60bcde
21	39.3bcd	2639def	10230bcde	66.1defgh	8.2hijk	0.6i	27.97gh	9.33i	13.67k	10.80h	18.53de
22	40.0ab	3164abcd	10390abcde	67.9bcdefg	10.1a	1.5a	38.8a	15.67ab	33.33ab	14.47abc	20.87bcde
23	41.9a	2597def	11430abcde	74.3abc	8.1ijk	0.7hi	29.4fgh	11.67gh	17.67jk	12.23g	25.00ab
Mean	35.3	2993.7	10796.78	69.5	8.9	1.00	33.6	14.25	27.67	13.00	22.11

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level.

برای نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ و اختصارات به جدول ۲ مراجعه شود.

For genotypes name see. Table 1 and abbreviations see Table 2.

(Subhani and Chowdhry, 2000)، مالکی و

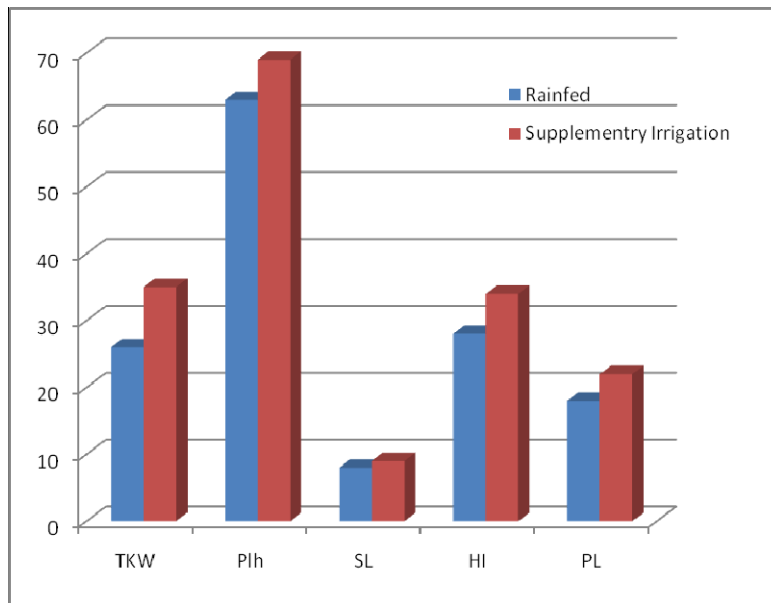
همکاران (Maleki *et al.*, 2008) است.

در آزمایش آبیاری تکمیلی به ازای هر یک میلی‌متر آب مصرفی ۸/۱۵ کیلوگرم محصول دانه بیشتر نسبت به شرایط دیم تولید شد در حالی که این افزایش در لاین‌های شماره ۲ و ۱۶ به ازای هر یک میلی‌متر آب ۱۵/۲ کیلوگرم و در لاین‌های شماره ۱۲ و ۱۹ مقدار ۱۳/۶ کیلوگرم بود که نشان‌دهنده کارایی مصرف بیشتر آب آبیاری تکمیلی و افزایش بهره‌وری بارش (Rain Water Productivity) این لاین‌ها است (Oweis *et al.*, 1999).

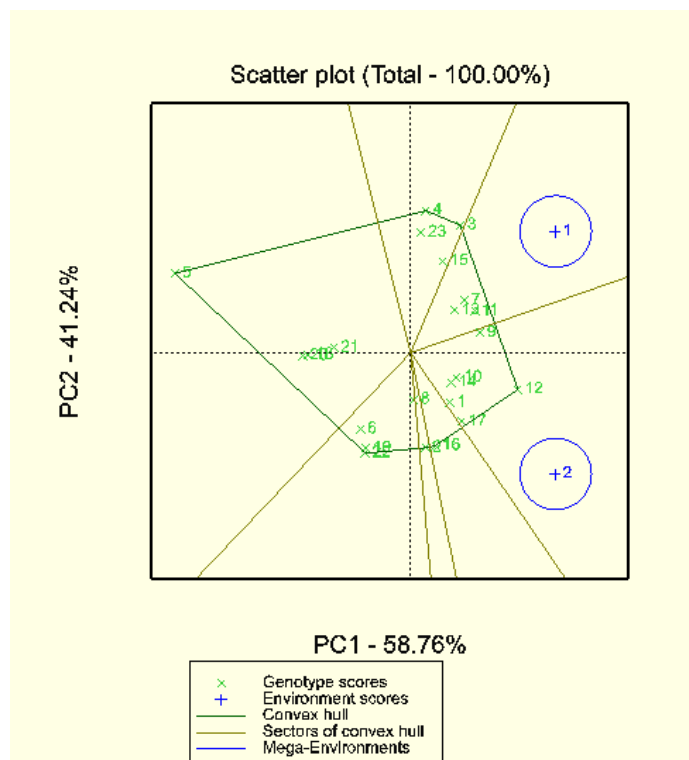
یکی از جنبه‌های مهم GGE بای‌پلات نمایش چندضلعی (پلی‌گون) اثر متقابل ژنوتیپ × محیط است که بهترین راه برای مشاهده الگوهای اثر متقابل بین ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها به منظور تفسیر مؤثر بای‌پلات و مطالعه وجود احتمالی گروه‌های محیطی معنی‌دار در یک منطقه است (Yan and Kang, 2000؛ Yan, 2001؛ Gauch and Zobel, 1997). شکل ۲، یک نمایش چند ضلعی از ۲۳ ژنوتیپ مورد بررسی در دو محیط را نشان می‌دهد. در این شکل ژنوتیپ‌هایی که بیشترین فاصله را از مرکز بای‌پلات دارند توسط خطوط مستقیمی به هم متصل شده‌اند و بقیه ژنوتیپ‌ها در درون پلی‌گون قرار دارند. ژنوتیپ‌هایی که رئوس چند ضلعی را تشکیل می‌دهند شامل ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۱۲، ۳، ۴، ۲۲، ۱۹ و ۸ بودند. این ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه بهترین

بیشتری برخوردار بودند (جدول ۵)

میزان بارندگی در ایستگاه مراغه در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ حدود ۲۹۷/۱ میلی‌متر بود که در مقایسه با میانگین بلندمدت ۱۴/۶۲ درصد کاهش داشت. پراکنش بارندگی در پاییز ۱۰۸ در زمستان ۸۷/۱ و در بهار ۱۰۲ میلی‌متر بود (Mahmoodi, 2009). آبیاری تکمیلی موجب شد که میانگین وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها ۹/۲ گرم، عملکرد دانه آن‌ها ۶۵۲ کیلوگرم، ارتفاع بوته ۶/۴ سانتی‌متر، شاخص برداشت ۵/۶ درصد و طول دوره پرشدن دانه ۸ روز نسبت به شرایط تنش خشکی افزایش یابد. ضمناً ژنوتیپ‌ها به طور میانگین حدود ۱۶ روز در شرایط آبیاری تکمیلی زودتر ظهور سنبله داشته باشند (شکل ۱). دوگان و فلاور (Duggan and Flower, 2006) در نتیجه‌گیری کلی از تحقیق خود اظهار داشتند که تنش خشکی موجب ایجاد اختلاف زیاد در تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و ارتفاع گیاه در مقایسه با شرایط عدم تنش می‌شود. عملکرد بیولوژیک ( $r = 0.57^{**}$ )، تعداد دانه در سنبله ( $r = 0.47^*$ )، شاخص برداشت ( $r = 0.66^{**}$ ) و تعداد سنبله در مترمربع ( $r = 0.45^*$ ) با عملکرد دانه رابطه مثبت و معنی‌دار داشتند. طول سنبله ( $r = 0.71^{**}$ ) و تعداد دانه در سنبله ( $r = 0.59^{**}$ ) نیز با وزن دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند (جدول همبستگی ضمیمه نیست). نتایج حاصل کاملاً در راستای تحقیقات سبحانی و چاودری



شکل ۱- میانگین صفات زراعی ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی  
 Fig. 1. Mean of agronomic traits in bread wheat genotypes under drought and supplementary irrigating conditions  
 TGW: Thousand grain weight; SL: Spike length; PLH: Plant height; HI: Harvest index; PL: Peduncle length



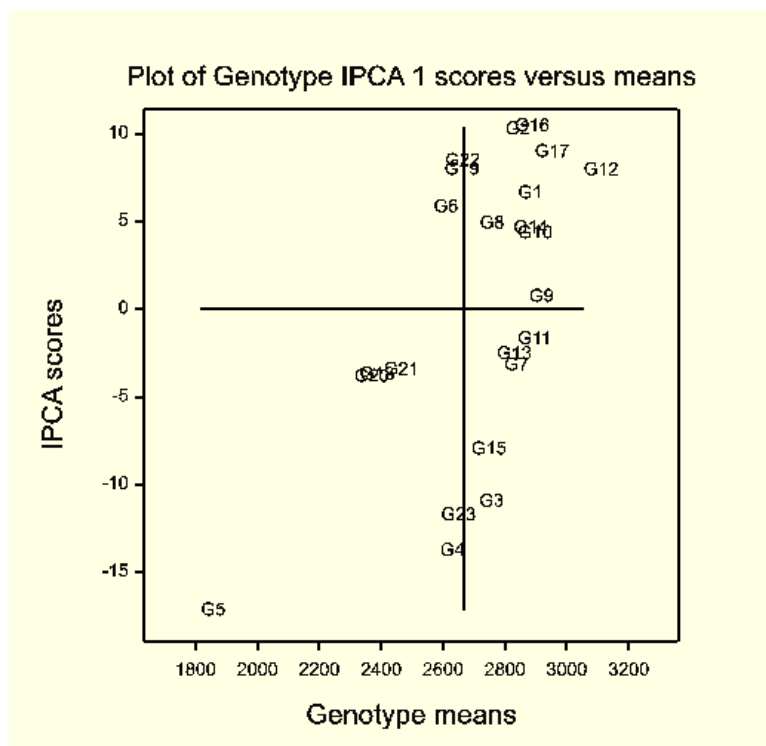
شکل ۲- نمایش گرافیکی GGE بای پلات برای عملکرد ۲۳ ژنوتیپ گندم نان  
 Fig. 2. Graphical GGE biplot for yield of 23 winter wheat

نامیده می‌شود  
 (Yan and Kang, 2003). ژنوتیپ‌هایی که به مرکز دایره که بر روی این خط قرار دارند نزدیک‌تر باشند دارای عملکرد بیشتری هستند. خطی که بر خط (ATC) عمود و از مرکز بای‌پلات می‌گذرد معیار سنجش پایداری ژنوتیپ‌ها است. هر چه ژنوتیپ‌ها از این خط فاصله بیشتری داشته باشند در اثر متقابل نقش بیشتری داشته و پایداری کمتری خواهند داشت (یان، ۲۰۰۱). به منظور انتخاب ژنوتیپ‌های با دامنه سازگاری بیشتر، بایستی ژنوتیپ‌های ایده‌آل که از نظر عملکرد و پایداری بهتر می‌باشند انتخاب شوند. بر اساس مدل GGE بای‌پلات، این ژنوتیپ‌ها بایستی نزدیک به نقطه ایده‌آل بر روی خط ATC و کمترین فاصله را از خط ATC داشته باشند. بر این اساس ژنوتیپ‌های ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۱۳، ۷، ۹، ۱۰، ۱۴ و ۸ جزء ژنوتیپ‌های برتر بودند (شکل ۳). بقیه ژنوتیپ‌ها که در سمت راست خط عمود قرار دارند از نظر عملکرد برتر از میانگین و ژنوتیپ‌هایی که در سمت چپ خط عمود قرار دارند، عملکرد کمتری از میانگین دارند. بر اساس شکل ۲ ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۱۶، ۲، ۱۷ و ۱ که در سمت راست خط عمودی قرار دارند، از نظر عملکرد برتر از میانگین ولی به دلیل دوری از مرکز بای‌پلات سهم بیشتری در اثر متقابل دارند. ژنوتیپ‌های که در سمت چپ خط عمودی قرار دارند، عملکرد کمتری از میانگین دارند. به‌نژادگران می‌توانند

و یا ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها در بعضی از محیط‌ها و یا همه محیط‌ها بودند زیرا آن‌ها دارای بیشترین فاصله از مرکز بای‌پلات بودند (Yan and Kang, 2003). ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۴ در محیط یک (تنش خشکی) دارای عملکرد بالا و ژنوتیپ شماره ۵ در محیط تنش کم محصول‌ترین بود. ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۲ و ۱۷ در محیط آبیاری تکمیلی دارای بیشترین عملکرد دانه بود (شکل ۲). یک جنبه مهم نمایش چندضلعی بای‌پلات گروه‌بندی محیط‌هاست به طوری که امکان پیشنهاد گروه‌های محیطی معنی‌دار در یک ناحیه (منطقه) را فراهم می‌کند. بنابراین بر اساس شکل ۲ محیط‌ها به دو گروه محیطی و ژنوتیپ‌ها به هفت گروه ژنوتیپی تقسیم شدند. ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۲۰، ۱۸ و ۲۱ در هیچ یک از محیط‌ها برتر نبودند. ژنوتیپ‌های شماره ۸، ۱۴ و ۱۹ که در نزدیک مرکز بای‌پلات قرار داشتند دارای عملکرد متوسطی در هر دو محیط‌ها بودند.

شکل ۳ رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد دانه و میزان پایداری عملکرد در ۲ محیط را نشان می‌دهد. خطی که از مرکز بای‌پلات می‌گذرد (محور افقی) و از نقطه ایده‌آل (تقاطع دو خط عمودی و افقی) که نماینده متوسط ضرایب دو مولفه اول اثر متقابل (PC1, PC) در مدل GGE بای‌پلات است، می‌گذرد خط متوسط عملکرد محیطی (ATC= Average Tester Coordinate)





شکل ۳ - ارزیابی ۲۳ ژنوتیپ گندم زمستانه در دو محیط به طور همزمان بر اساس عملکرد دانه و پایداری عملکرد

Fig. 3. Yearly GGL biplot for grain yield and yield stability of 23 winter wheat

۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه بیشتری داشت که نشان‌دهنده کارایی مصرف آب بیشتر در شرایط تنش خشکی است (Adary *et al.*, 2002) و برای شرایط آبیاری تکمیلی انتخاب شد.

ژنوتیپ‌های با میانگین عملکرد بالا و اما پایداری کم که بهترین پاسخ را به محیط خاصی داشته باشد انتخاب کنند. بنابراین ژنوتیپ شماره ۱۲ (F10S-1//ATAY/GALVEZ87) با متوسط ۳۵۹۷ کیلوگرم در هکتار با دو با آبیاری تکمیلی نسبت به رقم الوند بیش از ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و نسبت به رقم آذر ۲ حدود

## References

- Adary, A., Hachum, A., Oweis, T., and Pala, M. 2002. Wheat Productivity under Supplemental Irrigation in Northern Iraq. On-Farm Water Husbandry Research Report Series, No.2. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.
- Araus, J. L., Amaro, T., Casadesús, J., Asbati, A., and Nachit, M. M. 1998.

- Relationships between ash content, carbon isotope discrimination and yield in durum wheat. *Australian Journal of Plant Physiology* 25(7): 835 – 842.
- Blum, A. 1999.** Towards standards assays of drought resistance in crop plants. Workshop on Molecular Approaches for the Genetic Improvement of Cereals for Stable Production in Water Limited Environment. CIMMYT. Mexico. pp. 23-27.
- Cone, A. E., Slafer, G. A., and Halloran, G. M. 2004,** Effects of moisture stress on leaf appearance, till ring and other aspects of development in *Triticum tauschii*. *Euphytica* 86: 55-64.
- Duggan, B. L., and Flower, D. B. 2006.** Yield structure and kernel potential of winter wheat on the Canadian prairies. *Crop Science* 46: 1479-1488.
- Ehdaie, B., Alloush, G. A., Madore, M. A., and Waines, J. G. 2006a.** Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat. I. Postanthesis changes in internode dry matter. *Crop Science* 46: 735–746.
- Ehdaie, B., Alloush, G. A., Madore, M. A., and Waines, J. G. 2006b.** Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat. II. Postanthesis changes in internode water-soluble carbohydrates. *Crop Science* 46: 2093–2103.
- Ehdaie, B., Alloush, G. A., and Waines, J. G. 2008.** Genotypic variation in linear rate of grain growth and contribution of stem reserves to grain yield in wheat. *Field Crops Research* 106: 34–43.
- Emam, Y., Ranjbaran, A. M., and Baharani, M. J. 2007.** Evaluation of yield and yield components in wheat genotypes under post-anthesis drought stress. *Journal of Science Technology in Agriculture and Natural Resources*. 11: 1-13 (in Persian).
- Feizi Aasl, V., Kasraei, R., Moghaddam, M., and Valizadeh, G. R. 2004.** Investigation on uptake limitation and nutrient deficiency diagnosis at applied phosphorus and zinc fertilizers by different methods in Sardari wheat. *Iranian Journal of Agricultural Science and Natural Resources* 11(3): 23-33. (in Persian).
- Gauch, H.G., and Zobel, R.W. 1997.** Identifying mega-environments and targeting genotypes. *Crop Science* 37: 311–326.
- Gutteiri, M. J., Stak, J. C., Obbrain, K., and Souza, E. 2001.** Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. *Crop Science* 41: 327-335.
- Khazaie, H. R. 2002.** Effect of drought on physiology characters of wheat drought

- tolerance indices. Ph.D. Thesis, College of Agriculture, University of Ferdowsi Mashhad, Mashhad, Iran. 225 pp. (in Persian).
- Koocheki, A., Banayan- Aval, A., Rezvani, P., Mahdavi- Damghani, A., Jamiolahmadi, M., and Vesal, S. R. 2005.** The plant ecophysiology. University of Ferdoosi Mashhad Publications, Mashhad, Iran. 271 pp. (in Persian).
- Mahmoodi, M. 2009.** Climate date of DARI research stations in 2008-2009 cropping season. DARI Pablication, Margheh, Iran (in Persian).
- Maleki , A., Babaei, F., Cheharsooghi Amin , H., Ahmadi, J., and. Asadi Dizaji, A. 2008.** The study of seed yield stability and drought tolerance indices of bread wheat genotypes under irrigated and non- irrigated conditions, Research Journal of Biological Science 3(8): 841-844.
- Mohammadi, R., Haghparast, R., Aghae,M., Roostaei, M., and Pourdard, S.S., 2007.** Biplot analysis of multi- environment trials for identification of winter wheat mega-environments in Iran. World Journal of Agricultural Sciences 3 (4): 475-480.
- Mohammadi, S., Yazdansepas, A., Rezaie, M., and Mirmahmmodi, T. 2010.** Study of response of different Iranian bread wheat genotypes to different sowing dates under full-irrigation and terminal drought stress conditions. Research on Crops 11(1). 13-19.
- Oweis, T., Hachum, A., and Kijne, J. 1999.**Water harvesting and supplemental irrigation for improved water use efficiency in dry areas. International Water Management Institute, Colombo, Srilanka, SWIM, pp: 7-38.
- Reynolds, M. P., Skovmand, B., Terthowan, R. M., Singh, R. P., and Van Ginkel, M. 2000.** Applying physiology strategies to wheat breeding. pp. 49-56. In: Anonymous, Research Highlights of the CIMMYT Wheat Program. CIMMYT. Mexico, D. F.
- Richards, R. A., Condon, A. G., and Robetzke, G. J. 2001.** Traits to improve yield in dry environments. pp. 88-100. In: Reynolds, M.P., Ortiz-Monasterio, J. I., and McNab, A. (eds.). Application of Physiology in Wheat Breeding. CIMMYT Mexico, D. F.
- Roostaei, M., Sadeghzadeh, D., Zadehassan, E., and Arshad, Y. 2002.** Factor analysis for studying characteristic relations influencing grain yield of wheat in

- drylan. *Agricultural Science Journal* 3: 1-10.
- Samarah, N. H. 2005.** Effects of drought stress on growth and yield of barley. *Agron. Sustain. Development* 25: 145- 149.
- Sanchez – Diaz, M., Garcia, J. L., Antolin, M. C., and Araus, J. L. 2002.** Effects of soil drought and atmospheric humidity on yield, gas exchange, and stable carbon isotope composition of barley. *Photosynthetic* 40: 415 – 421.
- Sasaleam, M. 2003.** Response of durum and bread wheat genotypes to drought stress: biomass and yield components. *Asian Journal of Plant Science* 3: 290-293.
- Simane, B., Struik, P. C., Nachit, M.M., and Peacock, J. M. 1993.** Ontogenetic analysis of yield components and yield stability of durum wheat in water- limited environments. *Euphytica* 71: 211- 219.
- Tajbakhsh, M., and Poormirza, A. A. 2004.** *Cereals Agronomy*. Jihad-e-Agriculture Publications, Uromieh, Iran. 230 pp. (in Persain).
- Takda, K., and Frey, J. 1976.** Contributions of vegetative growth rate and harvest index in grain yield of progenies from *Avena sativa* XA. *Strilis crosses*. *Crop Science* 16:817-822.
- Yan, W. 2001.** GGE biplot–A Windows application for graphical analysis of multi environment trial data and other types of two-way data. *Agronomy Journal* 93: 1111–1118.
- Yan, W. and Kang, M. S. 2003.** *GGE Biplot Aanalysis: Agraphical Tool for Breeders, Geneticists and Agronomists*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Zi-Zhenli. Li., Wei- D. L., and Wen, L. L. 2004.** Dry-period irrigation and fertilizer application affect water use and yield of spring wheat in semi- arid regions. *Agricultural Water Management* 65: 133- 143.