

اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های گندم نان در منطقه مراغه

Effect of Supplementary Irrigation on Grain Yield and some Agronomic Traits of Bread Wheat Genotypes in Maragheh Conditions of Iran

مظفر روستائی

استادیار، مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، مراغه

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۶/۱۳

چکیده

روستائی، م. ۱۳۹۴. اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های گندم نان در منطقه مراغه. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱: ۲۲۵-۲۰۵.

به منظور مطالعه عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های گندم نان در محیط‌های دیم و آبیاری تکمیلی، این پژوهش با ۲۳ ژنوتیپ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه طی دو سال زراعی (۸۹-۱۳۸۷) اجرا و از صفات زراعی مختلف یادداشت برداری به عمل آمد. بر اساس نتایج، اثر محیط بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. بین ژنوتیپ‌ها نیز از نظر صفات شاخص برداشت، تعداد سنبله بارور در متر مربع و عملکرد دانه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و از نظر وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بر وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد و بر صفت عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم با آبیاری تکمیلی (۴۵ میلی‌متر در زمان کاشت) و شرایط دیم به ترتیب ۴۴۱۲ و ۲۹۸۹ کیلوگرم در هکتار بود که آبیاری تکمیلی منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه (۱۴۲۳ کیلوگرم در هکتار) شد. آبیاری تکمیلی باعث افزایش معنی‌دار در تعداد سنبله بارور در متر مربع (۱۳۴ عدد)، شاخص برداشت (۳ درصد)، وزن هزار دانه (۴ گرم)، عملکرد بیولوژیک (بیش از ۲/۹۶ تن) و طول دوره پرشدن دانه (۴ روز) نسبت به شرایط دیم شد. ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ (PYN/BAU//BONITO) و ۱۷ (SUBEN-7) به ترتیب با ۵۱۰۹ و ۵۲۵۶ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه، ۱۱/۹ و ۱۱/۸ تن در هکتار عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و بهره‌وری آب بالاتر و وزن هزار دانه بیشتر، برای محیط آبیاری تکمیلی مناسب تشخیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: گندم، اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیک، بهره‌وری آب، شاخص برداشت.

مقدمه

تأمین غذای کافی با قیمت مناسب برای افراد یک جامعه، از مهم‌ترین ارکان اصلی توسعه پایدار هر کشور است. در عصر حاضر با توجه به محدودیت منابع آب و افزایش روزافزون جمعیت و در نتیجه افزایش تقاضا برای محصولات غذایی، شرایط ایجاب می‌کند که از منابع محدود به نحو بهینه استفاده شود. از طرف دیگر، به دلیل کم بودن ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی آن، ایران در زمره کشورهای خشک و نیمه خشک جهان قرار دارد و پیش‌بینی می‌شود که طی نیم قرن آتی، ایران از جمله ۶۶ کشوری باشد که از تنش آبی رنج خواهد برد (Ehsani and Khaledi, 2003). زراعت در دیم‌زارها به دلیل وجود عوامل تنش‌زا (خشکی، گرما و سرما) بازده کمتری دارد، بنابراین توجه ویژه به شرایط اقلیمی و پارامترهای به‌زراعی و مدیریت مزرعه، به عنوان یکی از عوامل تعیین‌کننده تولید محصولات کشاورزی باید مدنظر قرار گیرد.

حدود ۷۰۰ الی ۸۵۰ هزار هکتار از اراضی زیر کشت گندم کشور که عمدتاً در استان‌های سردسیر و معتدل کوهستانی قرار دارند، بیش از دو آب برای آبیاری ندارند و کشاورزان در این مناطق معمولاً از ارقام دیم و در سطح بسیار کم از ارقام گندم آبی برای کاشت استفاده می‌کنند (Roostaei et al., 2013). پتانسیل کم تولید محصول در ارقام دیم سرداری و آذر ۲ در

شرایط آبیاری تکمیلی و به ویژه حساسیت آن‌ها به ورس و بیماری زنگ و نبود ارقام مناسب برای شرایط آبیاری تکمیلی، موجب کاهش عملکرد دانه گندم تحت این شرایط شده و به این دلیل میانگین تولید گندم در شرایط آبیاری تکمیلی بین ۲ الی ۲/۵ تن در هکتار است (Roostaei et al., 2013). بنابراین به نظر می‌رسد که یکی از راه‌های بسیار موثر در ارتقاء عملکرد دانه در واحد سطح در اراضی فوق استفاده از ارقام گندم مناسب برای آبیاری تکمیلی و یا ارقام متحمل به تنش خشکی آخر فصل که دارای خصوصیات مورفولوژیکی و فنولوژیکی مناسب برای این شرایط باشند، است (Asadi et al., 2003). کارایی مصرف آب یک عامل مهم برای شناخت بهترین استراتژی زمان‌بندی اعمال آبیاری تکمیلی است. اگر آبیاری درست و خوب هدف‌گذاری شود، می‌تواند قسمتی از مشکل را که بالا بردن راندمان مصرف آب است، حل کند (Pereira et al., 2002). منظور از آبیاری تکمیلی، کاربرد مقدار محدودی آب در زمان مناسب (توقف بارندگی) است، تا آب کافی برای رشد بوته‌ها و افزایش و ثبات عملکرد دانه تأمین شود (Tavakkoli and Owise, 2002). آبیاری تکمیلی نقش کلیدی در تولید گیاهان در کشورهای مختلف دنیا در مناطق خشک دارد، به طوری که این روش هم اکنون ۸۰ درصد مناطق زیر کشت دنیا و ۶۰ درصد تولید جهانی را به خود اختصاص داده است. روستایی

تعداد دانه در سنبله تعیین کننده اصلی عملکرد دانه گزارش شد، اگر چه نشان داده شده است که تعداد سنبله در واحد سطح اثر منفی بر روی تعداد دانه در سنبله دارد و وزن دانه دارای اثر کمتری بر عملکرد دانه است و کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی در نتیجه کاهش وزن هزار دانه گزارش شده است (Samarah, 2005). در آزمایشی توکلی (Tavakoli, 2004) با مطالعه اثر آبیاری تکمیلی بر ارقام گندم دیم گزارش کرد که آبیاری تکمیلی اثر معنی داری بر عملکرد دانه، کاه کلش، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله دارد. کوبوتا و همکاران (Kobota et al., 1992) بیشترین تأثیر آبیاری تکمیلی را بر عملکرد در مرحله گرده افشانی می دانند. اجرای آبیاری تکمیلی نمی تواند همیشه مؤثر باشد. در آزمایشی که در استان آذربایجان غربی انجام شد نتایج نشان داد که با یک نوبت آبیاری به میزان ۵۰ میلی متر در زمان کشت برای گندم به همراه ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن، عملکردی به میزان ۲۸۵۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که با شرایط دیم اختلاف معنی داری داشت (بلسون، گزارش منتشر نشده). این پژوهش به منظور بررسی واکنش تعدادی از ژنوتیپ های گندم نان به آبیاری تکمیلی و تاثیر آن بر صفات عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه اجرا شد.

و همکاران (Roostaei et al., 2013) با اجرای طرح های پژوهشی در موسسه تحقیقات کشاورزی دیم گزارش کردند که میانگین عملکرد دانه رقم گندم تک-آب با یک بار آبیاری (زمان کاشت) و دو بار آبیاری تکمیلی (زمان کاشت + مرحله تورم سنبله) به ترتیب ۳۶۳۶ و ۴۷۳۷ کیلوگرم در هکتار بود در حالی که در شرایط مشابه میانگین عملکرد رقم آذر ۲ به ترتیب ۲۷۵۸ و ۴۳۴۶ بود که رقم تک-آب به ترتیب ۳۲ و ۱۰ درصد تحت یک و دو بار آبیاری تکمیلی نسبت به رقم آذر ۲ برتر بود. بر اساس نتایج این پژوهش گندم رقم تک-آب تعداد سنبله بارور بیشتر در واحد سطح و تعداد دانه بیشتر در سنبله نسبت به رقم آذر ۲ داشت و همچنین نسبت به ورس مقاوم بود. تعیین مهم ترین صفات و اجزای عملکرد گندم و همبستگی آن ها با عملکرد دانه سبب می شود تا رقم های مناسب انتخاب و در جهت افزایش عملکرد در واحد سطح استفاده شوند. براساس گزارش محققین، تعداد دانه در سنبله گندم به عنوان حساس ترین صفت برای انتخاب رقم های مقاوم به تنش خشکی پیشنهاد شده است. معمولاً همبستگی بین عملکرد دانه گندم با وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد پنجه در مترمربع، طول آخرین میانگره، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت مثبت و معنی دار گزارش شده است (Sun et al., 2006; Zhang et al., 2006). در تحقیق دیگر تعداد سنبله در واحد سطح به همراه

مواد و روش‌ها

در این بررسی ۲۳ ژنوتیپ گندم نان زمستانه شامل ۲۱ لاین پیشرفته و دو رقم آذر ۲ (شاهد دیم) و الوند (شاهد آبی) در دو محیط دیم و آبیاری تکمیلی به مدت دو سال زراعی (۸۹-۱۳۸۷) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه مورد بررسی قرار گرفتند. ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه در ۳۰ کیلومتری شرق مراغه و با ارتفاع ۱۷۵۰ متر از سطح دریا با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۵ دقیقه واقع است. مزرعه آزمایشی در سال قبل تحت آیش بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش تعیین شد. آزمایش‌های دیم و آبیاری تکمیلی هر دو در تاریخ ۱۰ مهر هر سال کاشته شدند. آزمایش آبیاری تکمیلی در تاریخ ۱۱ مهر سال ۸۸-۱۳۸۷ به میزان ۵۰ میلی‌متر (۵۰۰ مترمکعب در هکتار) در زمان کاشت + ۳۰ میلی‌متر (۳۰۰ مترمکعب در هکتار) در مرحله تورم سنبله (اواخر اردیبهشت) و در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ به میزان ۵۰ میلی‌متر (۵۰۰ مترمکعب در هکتار) فقط در زمان کاشت (۱۲ مهر) آبیاری ولی آبیاری دوم در بهار به دلیل بارندگی خوب و به موقع حذف شد. هر آزمایش در هر محیط در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. ژنوتیپ‌ها در شش خط شش متری با فاصله خطوط ۱۷/۵ سانتی‌متر کاشته شدند. مقدار کود مورد نیاز در هر سال بر اساس آزمون خاک قبل از کاشت و با فرمول

N60P30 همزمان با کاشت به روش جایگذاری مصرف شد. میزان بارندگی ایستگاه مراغه در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ حدود ۲۹۷/۱ میلی‌متر بود که در مقایسه با میانگین بلندمدت ۱۴/۶۲ درصد کاهش داشت، به طوری که پراکنش بارندگی در پاییز ۱۰۸ در زمستان ۸۷/۱ و در بهار ۱۰۲ میلی‌متر بود که توزیع بارش‌ها در بهار تقریباً خوب بود. میزان بارندگی ایستگاه مراغه در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ به مقدار ۴۹۸/۱ میلی‌متر بود که در مقایسه با میانگین بلندمدت ۴۳/۵۴ درصد و نسبت به سال زراعی گذشته ۶۷/۶۵ درصد افزایش داشت (Mahmodi, 2009, 2010). در طول اجرای آزمایش از صفات زراعی از قبیل تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روزتا رسیدگی فیزیولوژیکی، دوره پرشدن دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلهچه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله بارور در متر مربع و شاخص برداشت یادداشت‌برداری به عمل آمد. موقع برداشت نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت آزمایشی به عنوان اثر حاشیه حذف و بقیه کرت برداشت شدند. بعد از بررسی فرض نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار GenStat8، تجزیه داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری GenStat8 و SAS انجام شد. بررسی پایداری ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش غیرپارامتری بر پایه میانگین و انحراف معیار رتبه برای دو سال زراعی و میانگین آن‌ها انجام شد

(Fox and Rosielle, 1982).

جدول ۱ و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است.

نتایج و بحث

نام و شجره ژنوتیپ‌های آزمایشی در

جدول ۱- نام و شجره ژنوتیپ‌های گندم نان

Table 1. Name and pedigree of bread wheat genotypes

شماره ژنوتیپ	Ent.No.	Name /Pedigree	شجره / نام	منشاء	Source
1		Sabalan//Cno79/Pr1"S"/3/Pf82200/4/Ebvd99		IRAN	
2		Sabalan/84.40023//Seafallah		IRAN	
3		AZAR-2/87Zhong291		IRAN	
4		Seafallah/3/Sbn//Trm/K253		IRAN	
5		SARA-PBWYT-85-86-22-5		IWWIP	
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 TCI97-315-0AP-0AP-11AP-2AP-5AP-0AP		IWWIP	
9		SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO		IRAN	
10		KARAHAN		IWWIP	
11		BAYRAKTAR		IWWIP	
12		F10S-1//ATAY/GALVEZ87		IWWIP	
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		IWWIP	
18		SARDARI-HD84//UNKN/HATUSHA		IWWIP	
19		HN7/OROFEN//BJN8/3/SERI/4/		IWWIP	
20		Sel from IF3 (TCI 2002-03 Nursery 1) - 355		IRAN	
21		Sardari-101		IRAN	
22		Alvand		IRAN	
23		Azar-2		IRAN	

جدول ۲ - خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۰ الی ۲۰ سانتی متری

Table 2. Physico-chemical properties of the soil of experimental site in 0-20 cm depth

بافت	رس	سیلت	شن	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	کربن آلی	هدایت الکتریکی	اسیدیته
Texture	Clay (%)	Silt (%)	Sandy (%)	K (mgkg ⁻¹)	P (mgkg ⁻¹)	Organic carbon (%)	Ec (dS.m-1)	pH
loamy	24	46	30	508	14.2	0.55	0.37	7.8

ممکن است به دلیل گزینش ژنوتیپ‌های انتخابی در سال‌های قبل (که ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد مورد مقایسه و انتخاب قرار گرفته بودند) باشد. بر اساس نتایج، بیشترین میزان عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و ارتفاع بوته از محیط آبیاری تکمیلی در سال دوم اجرای آزمایش به دست آمد (جدول ۴)، این نتایج با یافته‌های Mohammadi *et al.* (2010 a,b, 2012b) و Rose *et al.* (2008) مطابقت داشت.

میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در کلیه محیط‌ها در جدول ۵ آورده شده است. میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مورد مطالعه برابر ۳۷۰۱ کیلوگرم در هکتار بود. ژنوتیپ‌های شماره ۱۶، ۱۷ و ۱۲ به ترتیب با ۴۱۳۸، ۴۰۸۷ و ۴۰۱۸ کیلوگرم در هکتار دارای عملکرد بیشتر و کمترین عملکرد دانه به ژنوتیپ شماره ۱۸ با عملکرد ۳۱۹۰ کیلوگرم در هکتار مربوط بود. میانگین عملکرد دانه ارقام آذر ۲ و الوند در کلیه محیط‌ها نیز به ترتیب ۳۴۵۵ و ۳۴۴۵ کیلوگرم در هکتار بود که ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۱۶ و ۱۷ دارای عملکرد دانه بیشتر و معنی‌داری نسبت به شاهد‌ها در سطح احتمال ۵ درصد بودند (جدول ۵). رقم آذر ۲ و ژنوتیپ شماره ۲۰ به ترتیب با ۳۷/۲ و ۲۷/۵ گرم بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را دارا بودند. ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ و ۱۷ به ترتیب با ۳۵/۶ و ۳۵/۴ درصد بیشترین شاخص برداشت و کمترین مقدار این صفت نیز با ۲۷/۷ درصد به

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر محیط بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود (جدول ۳). بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات شاخص برداشت، تعداد سنبله بارور در متر مربع و عملکرد دانه اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و برای صفات وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. بین صفات تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و طول دوره پرشدن دانه اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها وجود نداشت (جدول ۳).

اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بر وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد و بر صفت عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود که بیانگر تنوع ژنتیکی بالا در بین لاین‌ها از نظر صفات فوق بود (جدول ۳). سهم اثر اصلی محیط، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و ژنوتیپ به ترتیب ۸۴/۶۵٪، ۵/۶۶٪ و ۲/۹۳٪ از مجموع مربعات کل بود. سهم اثر اصلی محیط که بزرگ‌تر از سایر فاکتورها بود، باعث به وجود آمدن تفاوت بین محیط‌ها شد که در نهایت با تاثیر روی ژنوتیپ باعث ایجاد اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار و ایجاد تنوع در عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها شد. سهم بیشتر اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و محیط نسبت به ژنوتیپ در توجیه تنوع موجود

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات زراعی ژنوتیپ‌های گندم نان ۸۹-۱۳۸۷

Table 3. Combined analysis of variance for agronomic traits of bread wheat genotypes in 2008-2010 cropping seasons

S.O.V.	منابع تغییر	df.	میانگین مربعات MS											
			تعداد روز آزاد	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی	تعداد سنبله بارور در متر مربع	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در سنبله	شاخص برداشت	طول دوره پرشدن دانه
			DH	DM	SP/M	TKW	G.Y	B.Y	PH	SL	SSN	SPN	HI	GFP
Environment (En)	محیط	3	9539**	9387**	183858**	1182**	158594484**	7349604283**	34134**	24.20**	66.00**	1507**	424.0**	1656**
Error 1	اشتباه ۱	8	151	7.99	18214	13.31	944795	81099503	150	1.36	7.10	75.26	45.8	146
Getotype (G)	ژنوتیپ	22	178 ^{ns}	5.83 ^{ns}	6766*	108.00*	749355*	48388568**	751**	5.60**	19.40**	232.60**	50.0*	165 ^{ns}
En × G	محیط × ژنوتیپ	66	186 ^{ns}	3.59 ^{ns}	3491 ^{ns}	7.47**	422297*	11180047**	104**	0.42 ^{ns}	3.09**	19.80 ^{ns}	25.6**	184 ^{ns}
Error 2	اشتباه ۲	176	173	2.09	2129	2.46	172863	8654720	19	0.25	1.98	12.20	8.51	176
CV. (%)	ضریب تغییرات	-	6.15	0.57	9.97	4.95	11.23	16.65	5.25	5.92	10.04	12.15	9.23	35.15

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

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

GY: Grain Yield; BY: Biological Yield; TKW: Thousand Kernel weight; GFP: Grain Filling Period; DM: Days to Physiological Maturity; DH: Days to Heading; SP/M: Fertile spike per square meter; SL: Spike length; PH: Plant height; SSN: Number of seed in spike; SPN: Number of spikelet in spike; HI: Harvest index.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات زراعی ژنوتیپ‌های گندم نان در محیط‌های مختلف در سال‌های زراعی ۱۳۸۷-۸۹

Table 4. Mean comparison of agronomic traits of bread wheat genotypes in different environments in 2008-2010 cropping seasons

Environment	محیط	تعداد روز تا ظهور سنبله DH	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی DM	تعداد خوشه بارور در متر مربع SP/M	وزن هزار دانه TKW (g)	عملکرد دانه G.Y.(kgha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک B.Y. (kgha ⁻¹)	ارتفاع بوته PH (cm)	طول سنبله SL (cm)	تعداد دانه در سنبله SSN	تعداد سنبله در سنبله SPN	شاخص برداشت HI%	طول دوره پوشدن دانه GFP
Rainfed 1 st year	دیم سال اول	201d	237c	515a	26c	2340d	7618c	63d	8.0b	12.8c	23c	28b	35b
Irrigation 2 st year	آبیاری سال اول	228a	261a	397c	32b	3637b	10796b	95b	8.9a	15.1a	34a	33a	32b
Rainfed 2 nd year	دیم سال دوم	217b	261a	490ab	35a	2993c	9590c	68c	8.9a	14.3ab	28b	34a	43a
Irrigation 2 nd year	آبیاری سال دوم	208c	248b	447bc	34a	5831a	12339a	110a	7.8b	13.9b	30b	32a	41a
LSD 5%		4.827	1.110	52.99	1.433	381.6	2135	4.815	0.4585	1.048	3.406	2.657	4.755

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد هستند.

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

GY: Grain Yield; BY: Biological Yield; TKW: Thousand Kernel weight; GFP: Grain Filling Period; DM: Days to Physiological Maturity; DH: Days to Heading; SP/M: Fertile spike per square meter; SL: Spike length; PH: Plant height; SSN: Number of seed in spike; SPN: Number of spikelet in spike; HI: Harvest index.

جدول ۵- میانگین صفات زراعی ژنوتیپ‌های گندم نان در سال‌های زراعی ۸۹-۱۳۸۷
Table 5. Mean of agronomic traits of bread wheat genotypes in 2008-2010 cropping seasons

شماره ژنوتیپ	روز تا ظهور سنبله	روز تا رسیدن	دوره پر شدن دانه	ارتفاع یوته	طول سنبله	تعداد سنبله در سنبله	دانه در سنبله	وزن هزار دانه	تعداد سنبله در متر مربع	درصد شاخص برداشت	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
Genotype No.	DH	DM	GFP (day)	PH (cm)	SL (cm)	NSP	SN	TKW (g)	S/M	HI (%)	G.Y. (kg ha ⁻¹)	B.Y. (kg ha ⁻¹)
1	156.6	190.3	33.8	90.2	7.7	14.2	27.5	29.1	450.6	29.8	3578.8	9962
2	157.2	190.7	33.5	93.7	9.1	15.7	32.6	28.1	383.8	32.4	3622.5	10116
3	156.6	190.6	34.0	100.7	9.8	14.2	31.2	36.1	358.4	31.7	3824.4	10217
4	157.8	189.9	32.1	90.3	8.3	14.1	27.4	29.9	405.9	31.2	3642.0	10665
5	158.7	189.3	30.6	85.4	8.6	13.2	24.2	34.3	349.5	27.7	3338.3	9763
6	158.4	190.9	32.5	79.0	8.5	15.3	33.7	30.4	386.5	32.4	3909.8	9517
7	157.9	190.3	32.4	71.9	6.8	12.1	24.6	31.0	375.9	33.1	3649.8	9080
8	157.5	191.0	33.5	71.4	8.7	14.6	30.5	31.2	393.3	33.9	3934.1	9985
9	156.8	190.7	33.8	85.5	8.8	14.4	29.6	32.2	360.5	28.6	3700.7	10848
10	160.3	190.3	30.0	83.6	9.0	14.5	27.0	31.5	385.5	32.2	3834.1	10101
11	157.2	189.5	32.3	85.2	7.1	12.9	24.7	30.2	399.1	31.1	3749.7	10637
12	157.9	191.3	33.3	88.6	8.2	13.8	29.9	32.0	377.6	34.2	4018.8	10767
13	158.5	189.7	31.2	94.8	8.5	12.8	28.1	32.9	356.5	31.1	3863.7	11216
14	157.6	190.8	33.3	72.8	9.1	16.0	36.4	31.3	369.2	32.4	3923.8	9742
15	156.9	189.7	32.8	79.9	8.3	14.6	32.7	30.2	381.9	33.0	3761.6	9938
16	158.9	189.4	30.5	81.1	8.5	15.1	35.3	32.7	378.5	35.6	4138.0	10246
17	158.6	189.6	31.0	72.6	8.1	14.4	30.7	32.8	383.4	35.4	4087.3	9754
18	157.8	191.1	33.3	86.5	7.9	14.6	28.8	33.2	326.5	29.9	3190.5	9039
19	157.0	189.8	32.8	86.6	8.5	13.6	25.1	31.9	437.3	31.0	3564.0	10924
20	157.9	190.5	32.6	82.7	8.1	14.6	28.9	27.5	374.1	29.8	3335.6	10171
21	159.2	190.9	31.8	83.4	8.4	10.8	17.2	35.3	463.8	28.9	3552.3	9829
22	159.8	190.4	30.6	80.0	9.6	15.1	32.7	34.2	381.9	31.9	3445.1	9654
23	157.7	191.1	33.4	96.2	8.0	11.9	23.1	37.2	389.7	32.3	3455.3	9811
LSD0.05	10.6	10.6	10.6	3.5	0.4	2.8	1.1	1.2	37.18	10.69	335	1173

برای شجره ژنوتیپ‌های به جدول ۱ مراجعه شود.

For pedigree of genotypes see Table 1.

GY: Grain Yield; BY: Biological Yield; TKW: Thousand Kernel weight; GFP: Grain Filling Period; DM: Days to Physiological Maturity; DH: Days to Heading; SP/M: Fertile spike per square meter; SL: Spike length; PH: Plant height; SSSN: Number of seed in spike; SPN: Number of spikelet in spike; HI: Harvest index.

ژنوتیپ شماره ۵ تعلق داشت. از نظر عملکرد بیولوژیک ژنوتیپ‌های شماره ۱۳، ۱۹ و ۹ به ترتیب با ۱۱/۲، ۱۰/۹ و ۱۰/۸ تن در هکتار نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها، دارای مقادیر بیشتر بودند (جدول ۵).

در شرایط دیم میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها برابر ۲۹۸۹ کیلوگرم در هکتار بود. ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۴، ۱۲ و ۱۴ به ترتیب با ۳۲۲۹، ۳۲۰۱، ۳۳۰۴ و ۳۲۳۳ کیلوگرم در هکتار از عملکرد دانه بیشتر برخوردار بودند و کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به ژنوتیپ شماره ۵ با عملکرد ۲۵۲۹ کیلوگرم در هکتار بود. میانگین عملکرد دانه رقم آذر ۲ در شرایط دیم برابر با ۳۱۳۲ کیلوگرم در هکتار بود. بر اساس نتایج، ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۹، ۱۱، ۱۲ و ۲۳ (آذر ۲) با دارا بودن بیش از ۱۳ تن عملکرد بیولوژیک در هکتار نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر برتر بودند، کمترین عملکرد بیولوژیک نیز مربوط به ژنوتیپ شماره ۶ با ۶۶۲۹ کیلوگرم در هکتار بود. ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۱۷ به ترتیب با ۳۳/۵ و ۳۴/۵ درصد بیشترین و ژنوتیپ شماره ۹ با ۲۶/۲ درصد کمترین مقدار شاخص برداشت را داشتند. بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب ۳۷/۴ و ۲۵/۷ گرم مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۲۰ بود. ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۱۰ و ۲۱ با ۱۶۵ روز تا ظهور سنبه دیررس‌ترین و ژنوتیپ شماره ۹ با ۱۶۰ روز در زمهره زودرس‌ترین قرار داشت (جدول ۶).

در شرایط آبیاری تکمیلی میانگین عملکرد

ژنوتیپ‌ها برابر ۴۴۱۲ کیلوگرم در هکتار بود که بیشترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۶ با عملکرد ۵۲۵۶ کیلوگرم در هکتار و ژنوتیپ‌های شماره ۱۷ و ۶ به ترتیب با ۵۱۰۹ و ۴۹۴۶ کیلوگرم در هکتار در مرتبه بعدی قرار داشتند. کمترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۸ با عملکرد ۳۵۴۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). میانگین عملکرد دانه ارقام آذر ۲ و الوند به ترتیب ۳۷۷۹ و ۴۰۴۷ کیلوگرم در هکتار بود که ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۱۶ و ۱۷ از نظر عملکرد دانه به شاهد‌ها برتری معنی‌داری داشتند. بر اساس نتایج، اختلاف معنی‌داری از نظر صفت عملکرد بیولوژیک در بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت به طوری که ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۹ و ۱۳ با بیش از ۱۷ تن عملکرد بیولوژیک در هکتار و ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۴، ۵، ۱۰، ۱۲، ۱۹ و ۲۱ با بیش از ۱۶ تن عملکرد بیولوژیک در هکتار در زمهره ژنوتیپ‌های برتر بودند. کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک به ژنوتیپ شماره ۷ با ۱۲/۶ تن در هکتار بیوماس تعلق داشت. ژنوتیپ‌های شماره ۸ و ۱۶ به ترتیب با ۳۶/۲ و ۳۹/۷ درصد شاخص برداشت در زمهره ژنوتیپ‌های برتر از نظر این صفت بودند. کمترین شاخص برداشت به ژنوتیپ شماره ۵ با ۲۷ درصد مربوط بود و شاخص برداشت رقم آذر ۲ در شرایط آبیاری تکمیلی ۳۳/۸ درصد بود. ژنوتیپ‌های شماره ۲۳ (آذر ۲) و ۱۶ به ترتیب با ۴۰ و ۳۷/۴ گرم از وزن هزار دانه بیشتر نسبت به بقیه برخوردار بودند و کمترین وزن هزار

جدول ۶- میانگین صفات زراعی ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط دیم در سال‌های زراعی ۸۹-۱۳۸۷

Table 6. Mean of agronomic traits of bread wheat genotypes under rainfed condition in 2008-2010 cropping seasons

شماره ژنوتیپ	روز تا ظهور سنبله	روز تا رسیدن	دوره پرشدن دانه	ارتفاع بوته	طول سنبله	تعداد سنبله در سنبله	دانه در سنبله	وزن هزار دانه	تعداد سنبله در متر مربع	درصد شاخص برداشت	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
Genotype No.	DH	DM	GFP (day)	PH (cm)	SL (cm)	NSP	SN	TKW (g)	S/M	HI (%)	G.Y.(kg ^{ha} ⁻¹)	B.Y.(kg ^{ha} ⁻¹)
1	162	193.7	31.7	83.7	7.9	14.0	27.1	27.6	369.6	27.4	2736	8373
2	162	193.3	31.7	87.2	9.2	15.4	31.7	26.1	312.5	30.4	2785	8058
3	161	194.0	32.7	95.1	9.9	14.4	31.7	37.4	323.3	33.5	3229	7914
4	165	193.3	28.7	88.9	8.3	14.6	28.9	28.2	338.8	31.3	3201	9652
5	164	191.7	27.7	79.6	8.9	13.7	24.8	34.1	276.1	28.2	2529	7849
6	163	194.3	31.7	69.4	8.5	15.2	32.6	27.3	325.1	30.3	2874	7825
7	162	193.7	31.3	66.9	6.9	12.3	24.7	27.9	361.3	30.6	3066	8137
8	162	195.0	32.7	64.9	8.6	14.5	29.2	26.8	329.5	31.7	3035	8925
9	160	192.7	33.0	82.0	9.0	14.7	29.7	31.5	309.1	26.1	3062	8999
10	165	193.7	28.7	77.4	9.1	14.5	26.7	30.7	327.6	29.4	2936	8302
11	163	193.3	30.3	82.5	7.3	13.0	25.2	28.3	324.2	29.3	3199	9718
12	164	196.3	32.7	86.2	8.0	13.3	28.2	29.4	311.2	32.6	3304	9154
13	164	192.7	29.0	90.3	8.5	13.0	29.2	32.4	332.5	29.8	3115	9749
14	162	193.7	31.3	68.1	9.2	16.2	37.5	28.2	316.0	30.1	3233	7764
15	161	192.0	31.0	75.2	8.3	14.4	31.9	28.4	303.8	32.7	2995	8687
16	162	192.3	30.3	73.0	8.4	14.9	34.0	28.0	328.0	31.5	3020	8632
17	162	193.0	31.3	65.8	8.2	14.6	32.0	30.4	317.8	34.5	3066	7689
18	162	194.0	31.7	82.9	7.9	14.3	27.6	31.9	302.9	30.2	2833	7251
19	161	193.0	32.0	80.5	8.4	13.4	24.9	31.2	334.6	29.5	2798	9813
20	164	195.0	31.3	70.9	8.2	13.0	28.2	25.7	308.3	29.7	2864	9918
21	165	193.7	28.7	76.3	8.6	10.9	17.8	36.9	341.6	30.0	2893	8031
22	163	192.0	28.7	76.4	9.6	15.1	30.6	32.2	324.8	28.1	2843	8939
23	164	194.0	30.3	93.9	8.1	11.8	24.2	34.3	330.4	30.7	3132	8516
LSD0.05	1.696	1.831	1.34	4.296	0.67	3.506	1.011	1.996	52.24	3.477	327.3	953

برای شجره ژنوتیپ‌های به جدول ۱ مراجعه شود.

For pedigree of genotypes see Table 1.

GY: Grain Yield; BY: Biological Yield; TKW: Thousand Kernel weight; GFP: Grain Filling Period; DM: Days to Physiological Maturity; DH: Days to Heading; SP/M: Fertile spike per square meter; SL: Spike length; PH: Plant height; SSN: Number of seed in spike; SPN: Number of spikelet in spike; HI: Harvest index.

ارقام مورد مطالعه شد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ (SUBEN-۱۷ و PYN/BAU//BONITO) (7 به ترتیب با ۵۲۵۶ و ۵۱۰۹ کیلوگرم در هکتار در محیط‌های آبیاری تکمیلی و لاین شماره ۱۲ (F10S-1//ATAY/GALVEZ87) با ۳۳۰۴ کیلوگرم در هکتار در محیط‌های دیم بیشترین عملکرد دانه را داشتند (جدول‌های ۶ و ۷). ملکی و همکاران (Maleki et al., 2008) با مطالعه تأثیر تنش خشکی بر تغییرات عملکرد و شاخص‌های تحمل به خشکی در شرایط آبیاری و بدون آبیاری بر ژنوتیپ‌های گندم اظهار داشتند که آبیاری موجب تأثیر معنی‌دار بر ویژگی‌هایی مانند عملکرد دانه، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه شد که نتایج حاصل در راستای تحقیق حاضر است. محمدی (Mohammadi, 2001) گزارش کرد که در تاریخ کاشت مناسب ظرفیت تولید تعداد پنجه و تعداد دانه در سنبله را در گندم به نحوی چشمگیر افزایش می‌یابد و میانگین وزن هزار دانه نسبت به شرایط نامساعد (کشت تاخیری) کاهش می‌یابد، اما در شرایط نامساعد تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله به نحو محسوسی کمتر است و به علت انتقال ماده پرورده به دانه‌های باقیمانده وزن هزار دانه افزایش می‌یابد. آبیاری تکمیلی بر خصوصیات طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله تأثیر معنی‌داری نسبت به شرایط دیم

دانه به ژنوتیپ شماره ۲۰ با ۲۹/۳ گرم تعلق داشت (جدول ۷).

میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم با آبیاری تکمیلی و شرایط دیم به ترتیب ۴۴۱۲ و ۲۹۸۹ کیلوگرم در هکتار بود و آبیاری تکمیلی منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به شرایط دیم (۱۴۲۳ کیلوگرم در هکتار) شد. تعداد سنبله بارور در مترمربع در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی به ترتیب ۳۲۳ و ۴۴۷ عدد بود. همچنین شاخص برداشت در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی به ترتیب ۳۰ و ۳۳ درصد بود و انجام آبیاری تکمیلی موجب افزایش معنی‌دار این صفات در مقایسه با شرایط دیم شد. آبیاری تکمیلی باعث افزایش صفات وزن هزار دانه (۴ گرم)، عملکرد بیولوژیک (بیش از ۲/۹۶ تن)، طول دوره پرشدن دانه (۴ روز) و ارتفاع بوته (۱۰ سانتی‌متر) ژنوتیپ‌ها نسبت به شرایط دیم شد. همچنین یکی از دلایل اصلی افزایش عملکرد دانه، تعداد سنبله بارور در واحد سطح و شاخص برداشت در شرایط آبیاری تکمیلی نسبت به دیم علاوه بر آبیاری (که موجب سبز به موقع و استقرار مناسب در پاییز شد) می‌تواند به میزان بارندگی و توزیع مناسب آن در بهار سال دوم اجرای آزمایش مربوط باشد، که منجر به افزایش معنی‌دار این صفات شد. خان و همکاران (Khan et al., 2007) و احمدزاده و همکاران (Ahmadzadeh et al., 2012) اظهار داشتند که انجام آبیاری موجب افزایش شاخص برداشت، طول دوره پرشدن دانه و تعداد دانه در

جدول ۷- میانگین صفات زراعی ژنوتیپ های گندم نان در شرایط آبیاری تکمیلی در سال های زراعی ۸۹-۱۳۸۷

Table 7. Mean of agronomic traits of bread wheat genotypes under supplementary irrigation condition in 2008-2010 cropping seasons

شماره ژنوتیپ	روز تا ظهور سنبله	روز تا رسیدن	دوره پرشدن دانه	ارتفاع پوته	طول سنبله	تعداد سنبلچه در سنبله	دانه در سنبله	وزن هزاردانه	تعداد سنبله در متر مربع	درصد شاخص برداشت	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
Genotype No.	DH	DM	GFP (day)	PH (cm)	SL (cm)	NSP	SN	TKW (g)	S/M	HI (%)	G.Y.(kg ^{ha} ⁻¹)	B.Y.(kg ^{ha} ⁻¹)
1	151.2	187.0	35.8	96.7	7.6	14.4	27.8	30.5	532	32.3	4421	11550
2	152.7	188.0	35.3	100.1	9.1	16.0	33.5	30.0	455	34.5	4460	12175
3	151.8	187.2	35.3	106.3	9.6	14.0	30.7	34.8	394	29.8	4420	12519
4	151.0	186.5	35.5	91.7	8.3	13.7	25.9	31.6	473	28.5	4083	11678
5	153.3	186.8	33.5	91.2	8.3	12.7	23.6	34.4	423	27.0	4147	11677
6	154.2	187.5	33.3	88.6	8.4	15.3	34.8	33.6	448	34.5	4946	11209
7	153.5	187.0	33.5	77.0	6.8	11.9	24.6	34.1	391	35.7	4234	10022
8	152.7	187.0	34.3	77.9	8.7	14.8	31.8	35.6	457	36.3	4833	11045
9	154.0	188.7	34.7	88.9	8.7	14.2	29.5	33.0	412	31.0	4340	12697
10	155.7	187.0	31.3	89.7	8.8	14.5	27.4	32.4	444	34.2	4732	11899
11	151.3	185.7	34.3	87.8	6.9	12.7	24.1	32.1	474	33.3	4301	11556
12	152.2	186.2	34.0	91.0	8.4	14.3	31.7	34.6	444	35.2	4733	12381
13	153.3	186.7	33.3	99.4	8.4	12.6	27.1	33.3	381	31.8	4612	12683
14	152.8	188.0	35.2	77.5	9.0	15.8	35.3	34.4	423	34.8	4615	11721
15	152.8	187.3	34.5	84.7	8.4	14.9	33.5	32.1	460	33.2	4529	11189
16	155.8	186.5	30.7	89.2	8.6	15.4	36.6	37.4	429	39.7	5256	11860
17	155.5	186.2	30.7	79.4	8.0	14.3	29.5	35.2	449	35.8	5109	11819
18	153.3	188.2	34.8	90.0	7.8	14.9	30.0	34.4	350	29.7	3548	10828
19	153.0	186.5	33.5	92.8	8.5	13.8	25.3	32.5	540	32.0	4330	12034
20	152.2	186.0	33.8	94.6	8.1	16.2	29.6	29.3	440	29.8	3807	10424
21	153.3	188.2	34.8	90.5	8.2	10.6	16.6	33.7	586	28.0	4212	11628
22	156.3	188.8	32.5	83.6	9.6	15.1	34.9	36.2	439	35.7	4047	10370
23	151.7	188.2	36.5	98.5	8.0	12.1	22.0	40.0	449	33.8	3779	11107
LSD0.05	1.8	1.4	1.2	5.7	0.6	4.4	2.08	1.6	53.6	3.2	589.9	1402

برای شجره ژنوتیپ های به جدول ۱ مراجعه شود.

For pedigree of genotypes see Table 1.

GY: Grain Yield; BY: Biological Yield; TKW: Thousand Kernel weight; GFP: Grain Filling Period; DM: Days to Physiological Maturity; DH: Days to Heading; SP/M: Fertile spike per square meter; SL: Spike length; PH: Plant height; SSN: Number of seed in spike; SPN: Number of spikelet in spike; HI: Harvest index.

(جدول ۸). بر اساس شاخص ضریب تغییرات محیطی ژنوتیپ‌های ۲۳، ۱۸، ۹، ۷ و ۱۱ برتر بودند. براساس این شاخص ژنوتیپ شماره ۱۲ در زمره ژنوتیپ‌های با پایداری متوسط ولی ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ و ۱۷ در گروه ژنوتیپ‌های ناپایدار قرار داشتند. شاید یکی از دلایل ناپایداری عملکرد ژنوتیپ‌های اخیر مربوط به واکنش آن‌ها به آبیاری تکمیلی و میزان بارندگی باشد. میزان بارندگی ایستگاه مراغه در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ حدود ۲۹۷/۱ میلی‌متر بود که در مقایسه با میانگین بلندمدت ۱۴/۶۲ درصد کاهش داشت، بنابراین کاهش بارش نسبت به دراز مدت موجب عکس‌العمل متفاوت ژنوتیپ‌ها شده است (Mahmoodi, 2009, 2010).

بررسی شاخص بهره‌وری از آب آبیاری و بارش باران در ژنوتیپ‌های گندم نشان داد که در شرایط دیم ژنوتیپ‌های شماره ۱۲ و ۵ به ازای هر یک میلی‌متر بارندگی به ترتیب حدود ۸/۳ و ۶/۴ کیلوگرم محصول دانه تولید کردند. میانگین شاخص بهره‌وری از بارندگی در شرایط دیم ۷/۵ کیلوگرم بود (جدول ۸). در آبیاری تکمیلی ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ و ۱۷ بازای هر یک میلی‌متر آب (باران+ آبیاری) به ترتیب ۱۱/۴ و ۱۱ کیلوگرم محصول تولید کردند. به طور کلی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط آبیاری تکمیلی (باران+ آبیاری) و دیم (آب باران) به ازای هر یک میلی‌متر آب به ترتیب ۹/۵ و ۷/۵ کیلوگرم در هکتار محصول تولید

نداشت. شاید یکی از دلایل عدم تفاوت معنی‌دار در صفات فوق مربوط به یک بار آبیاری در زمان کاشت باشد و همچنین بارش به موقع در پاییز ۱۳۸۸ سبب استقرار ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط مورد مطالعه و بارش‌های بهاری خوب در سال ۱۳۸۹ شده باشد.

جدول ۸ میانگین، انحراف معیار رتبه و نسبت شاخص عملکرد ژنوتیپ‌ها را در دو سال زراعی ۸۹-۱۳۸۷ نشان می‌دهد. مقادیر مربوط به نسبت شاخص عملکرد (YRI) که بر پایه میانگین نتایج دو سال زراعی محاسبه شده است، نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۱۶، ۱۷ و ۱۲ به ترتیب با اختصاص ۱۱۱، ۱۱۰ و ۱۰۸ درصد، بالاترین نسبت شاخص عملکرد را در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در کلیه محیط‌ها را داشتند (جدول ۵). این شاخص که منحصرأ بر پایه میانگین عملکرد دانه، ژنوتیپ‌ها را گروه‌بندی می‌کند، می‌تواند مکمل دو معیار میانگین رتبه و انحراف معیار در گزینش ژنوتیپ‌های پایدار باشد (Esmailzadeh Moghaddam et al., 2011). از نظر پارامتر انحراف معیار رتبه، ژنوتیپ‌های شماره ۱۸، ۲۱، ۱۳ و ۲۰ ژنوتیپ‌های برتر بودند ولی ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۱۶ و ۱۷ با اختصاص میانگین رتبه کمتر در زمره ژنوتیپ‌های با پایداری متوسط قرار داشتند و بر اساس این روش ژنوتیپ شماره ۵ با اختصاص بالاترین میانگین رتبه و انحراف معیار آن از پایداری عملکرد دانه ضعیف‌تری برخوردار بود

جدول ۸- پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان و شاخص بهره‌وری از آب باران در سال‌های زراعی ۱۳۸۷-۸۹

Table 8. Stability analysis of grain yield and rain water productivity index of bread wheat genotypes in 2008-2010 cropping seasons

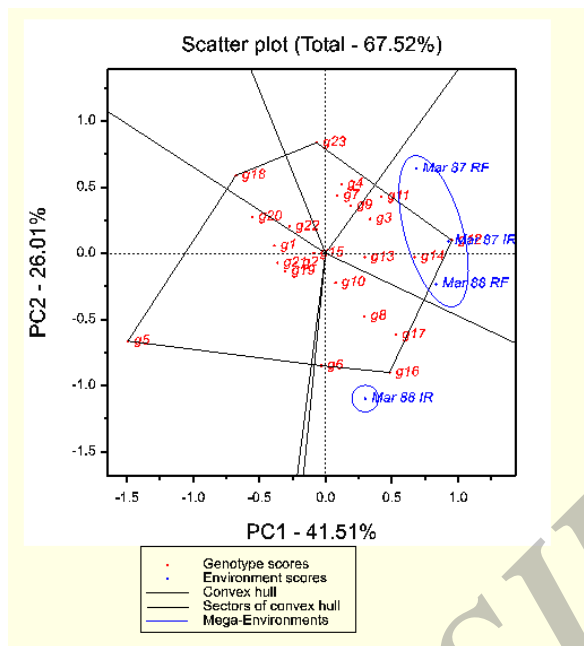
شماره ژنوتیپ Genotype No.	میانگین عملکرد دانه Mean grain yield	ضریب تغییرات C.V.%	میانگین رتبه عملکرد دانه Mean rank of grain yield	انحراف معیار رتبه‌های عملکرد Standard deviation for rank of grain yield	نسبت شاخص عملکرد دانه Yield index ratio	شاخص بهره‌وری از آب باران (شرایط دیم) WP _p (kg/mm)	شاخص بهره‌وری از آب باران (آبیاری تکمیلی) WP _{I+P} (kg/mm)
1	3578.8	23.25	13.75	7.14	96.7	6.9	9.6
2	3622.5	24.52	13.75	7.14	97.9	7.0	9.6
3	3824.4	28.11	8.50	6.61	103.3	8.1	9.6
4	3642.0	25.49	11.00	8.04	98.4	8.1	8.8
5	3338.3	43.81	18.25	9.50	90.2	6.4	9.0
6	3909.8	38.25	11.50	7.42	105.6	7.2	10.7
7	3649.8	21.12	13.75	5.56	98.6	7.7	9.2
8	3934.1	33.19	8.25	4.27	106.3	7.6	10.4
9	3700.7	21.02	12.00	5.35	100.0	7.7	9.4
10	3834.1	28.77	10.75	5.74	103.6	7.4	10.2
11	3749.7	21.81	9.25	6.45	101.3	8.0	9.3
12	4018.8	24.95	5.80	5.26	108.6	8.3	10.2
13	3863.7	28.74	9.75	3.59	104.4	7.8	10.0
14	3923.8	27.68	7.50	4.04	106.0	8.1	10.0
15	3761.6	29.93	11.50	7.72	101.6	7.5	9.8
16	4138.0	38.23	5.15	6.29	111.8	7.6	11.4
17	4087.3	34.28	6.00	4.97	110.4	7.7	11.0
18	3190.5	20.06	19.50	2.65	86.2	7.1	7.7
19	3564.0	26.19	16.25	4.27	96.3	7.0	9.4
20	3335.6	24.66	18.50	3.87	90.1	7.2	8.2
21	3552.3	29.28	15.25	2.75	96.0	7.3	9.1
22	3445.1	22.09	16.50	6.40	93.1	7.2	8.7
23	3455.3	19.52	13.25	8.34	93.4	7.9	8.2

حساب می‌آیند (Yan and Tinker, 2006)؛ Yan and Kang, 2003). ژنوتیپ‌هایی که در مبداء و یا نزدیک به مبداء قرار گرفته‌اند شامل G1، G2، G12، G15، G19، G21 و G22 می‌باشند و در کلیه محیط‌ها دارای رتبه یکسانی بودند و به محیط‌ها واکنش نشان ندادند (Mohammadi *et al.*, 2012 a,b). تجسم میانگین و پایداری ژنوتیپ‌ها از طریق رسم یک مختصات محیط میانگین (AEC: average environment coordination) در بای پلات مبتنی بر ژنوتیپ به دست خواهد آمد. ژنوتیپ‌ها در طول محور افقی AEC رتبه‌بندی شده و پیکان، میانگین عملکرد بالاتر را نشان می‌دهد (شکل ۱).

شکل ۲ رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها را بر اساس میانگین عملکرد و پایداری ژنوتیپ‌ها در چهار محیط مورد مطالعه نشان می‌دهد که بر این اساس ژنوتیپ‌های G14 و G13 در زمره ژنوتیپ‌های با عملکرد بیشتر و پایداری بالا و ژنوتیپ G5 دارای کمترین عملکرد و پایین‌ترین میزان پایداری بود. ژنوتیپ‌های G1، G2، G15، G19، G20، G10، G21 و G22 دارای میانگین عملکرد نسبتاً بالا و از پایداری قابل قبولی برخوردار بودند. ژنوتیپ G17 با پایداری متوسط و G16 با پایداری نسبتاً پایین دارای بیشترین میانگین عملکرد در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی بودند (جدول ۸). به‌نژادگران می‌توانند ژنوتیپ‌هایی با میانگین

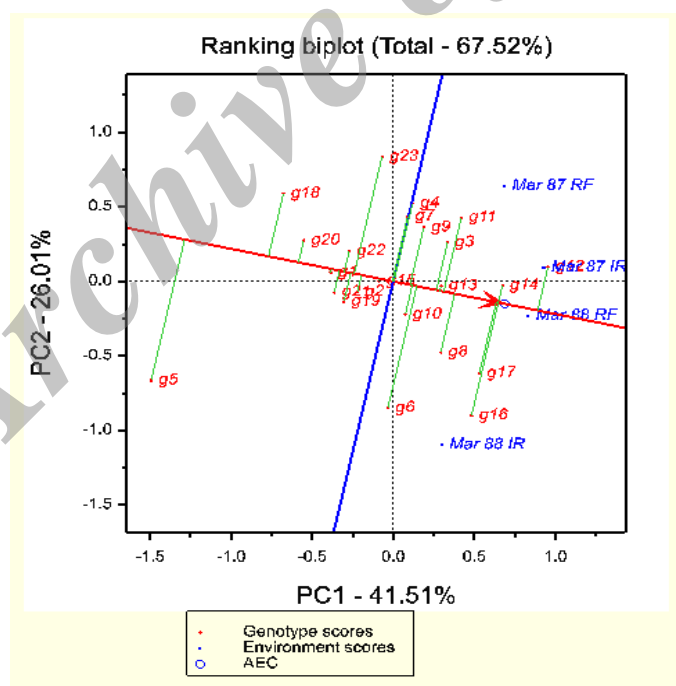
کردند. بر اساس گزارش‌های متعدد در شرایط محدودیت آب، استفاده از یک آبیاری تکمیلی حداقل در زمان مناسب، می‌تواند عملکرد دانه و بهره‌وری از آب مصرفی را به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد. نتایج این پژوهش با تحقیقات انجام شده توسط بسیاری از محققان مطابقت دارد (Tavakoli and Oweis, 2002)؛ (Oweis *et al.*, 1998, 2001).

یکی از دلایل افزایش بهره‌وری بارش (Rain Water Productivity: RWP) در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط دیم ناشی از میزان بارندگی بیشتر در سال دوم اجرای آزمایش و همچنین توزیع مناسب بارش در طول فصل زراعی بود (Tavakoli and Oweis, 2002). نمای چند ضلعی بای پلات بهترین روش برای تجسم الگوهای اثر متقابل بین ژنوتیپ‌ها، محیط‌ها و تفسیر صحیح یک بای پلات است (Yan, 2001). در شکل ۱ ژنوتیپ‌هایی که بیشترین فاصله را از مرکز بای پلات دارند توسط خطوط مستقیمی به هم متصل شده و بقیه ژنوتیپ‌ها در درون این چند ضلعی قرار می‌گیرند. رئوس این چند ضلعی را ژنوتیپ‌های ۲۳، ۱۸، ۵، ۱۶، ۱۷ و ۱۲ تشکیل می‌دهند. این ژنوتیپ‌ها بردارهای طولی در جهت‌های مربوط به خود دارند که معیاری از میزان پاسخ به محیط آن‌ها است. بنابراین این ژنوتیپ‌ها جزو ارقام واکنش‌پذیر محسوب می‌شوند. یعنی از نظر عملکرد دانه جزو ژنوتیپ‌های برتر و ضعیف در بعضی محیط‌ها یا همه محیط‌ها به



شکل ۱- نمایش گرافیکی انطباق ۲۳ ژنوتیپ گندم نان (G1-G23) با چهار محیط دیم و آبیاری تکمیلی (RF: محیط دیم و IR: محیط آبیاری تکمیلی)

Fig. 1. Graphical display of 23 bread wheat genotypes (G1-G23) over four environments (RF: Rained; IR: Irrigation)



شکل ۲- ارزیابی ۲۳ ژنوتیپ گندم نان به طور همزمان بر اساس عملکرد دانه و پایداری عملکرد در چهار محیط

Fig. 2. Evaluation of 23 bread wheat genotypes based on both yield and stability performance in four environments

که توزیع بارش‌ها در بهار تقریباً خوب بود (Mohmoodi, 2009). میزان بارندگی ایستگاه مراغه در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ به مقدار ۴۹۸ میلی‌متر بود که در مقایسه با میانگین بلندمدت ۴۳/۵۴ درصد و نسبت به سال زراعی گذشته ۶۷ درصد افزایش داشت، به طوری که ۳۲ درصد بارش‌ها در پاییز، ۲۷ درصد در زمستان و ۴۱ درصد در بهار اتفاق افتاد (جدول ۹).

عملکرد بالا با پایداری کمتر را که پاسخ مطلوبی به محیط‌های خاص را داشته باشند انتخاب کنند (Kocheki et al., 2012)؛ (Mohammadi, et al., 2012b).

میزان بارندگی ایستگاه مراغه در سال زراعی ۱۳۸۷-۸۸ حدود ۲۹۷ میلی‌متر بود که در مقایسه با میانگین بلندمدت ۱۴/۶۲ درصد کاهش داشت، ولی پراکنش بارندگی در پاییز ۱۰۸ در زمستان ۸۷ و در بهار ۱۰۲ میلی‌متر بود

جدول ۹- آمار بارندگی و دما در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه در سال‌های زراعی ۱۳۸۷-۸۹
Table 9. Precipitation and temperture data of Maragheh Research Station in 2008-10 cropping seasons

ماه Month	سال ۱۳۸۷-۸۸ 2008-09			سال ۱۳۸۸-۸۹ 2009-2010		
	متوسط دما Mean temp. (°C)	حداقل دمای مطلق Abs temp. (°C)	بارندگی Rain (mm)	متوسط دما Mean tem. (°C)	حداقل دمای مطلق Abs temp. (°C)	بارندگی Rain (mm)
Oct. مهر	12.91	3.0	34.1	11.36	-0.5	12.3
Nov. آبان	4.15	-6.0	72.1	6.91	-0.6	118.7
Dec. آذر	-0.43	-14.5	1.8	-2.82	-9.0	28.0
Jan. دی	-2.75	-13.0	7.7	2.74	-7.0	39.9
Feb. بهمن	-0.05	-11.5	33.3	0.08	-15.0	39.3
Mar. اسفند	1.80	-7.5	46.1	5.32	-6.0	57.8
Apr. فروردین	4.27	-8.5	46.8	6.03	-8.5	62.9
May اردیبهشت	10.90	-0.5	34.2	11.04	1.0	135.1
June خرداد	16.68	4.0	21.0	18.43	3.0	4.1
July تیر	21.85	9.0	14.2	23.25	9.0	0.0

شماره ۱۶ (PYN/BAU//BONITO) و ۱۷ (SUBEN-7) به ترتیب با ۵۲۵۶ و ۵۱۰۹ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه، ۱۱/۹ و ۱۱/۸ تن عملکرد بیولوژیک در هکتار، ۳۵/۶ و ۳۵/۴ درصد شاخص برداشت، ۳۷/۴ و ۳۵/۲ گرم وزن هزار دانه برای محیط آبیاری

بارندگی خوب با توزیع مناسب در طی فصل زراعی ۱۳۸۸-۸۹ منجر به افزایش میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها به مقدار ۱۲۹۷ و ۱۸۷۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی نسبت به سال زراعی ۱۳۸۷-۸۸ در مجموع ژنوتیپ‌های

تکمیلی مناسب تشخیص داده شدند. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که اعمال یک بار آبیاری تکمیلی در گندم تاثیر معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه گندم، شاخص برداشت، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک و طول دوره پرشدن دانه نسبت به شرایط دیم دارد.

References

- Ahmadizadeh, M., Valizadeh, M., Shahbazi, H., and Nori, A. 2012.** Behavior of durum wheat genotypes under normal irrigation and drought stress conditions in the greenhouse. *African Journal of Biotechnology* 11(8): 1912-1923.
- Asadi, H., Neyshabouri, M., and Seiyadat, H. 2003.** Determining the susceptibility of wheat to water stress at different stages of growth in Karaj. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 33 (3): 579-586.
- Ehsani, M., and Khaledi, H. 2003.** *Water Productivity in Agriculture*. Published by Iranian National Committee of Irrigation and Drainage, Tehran, Iran. 115 pp.
- Esmailzadeh-Moghaddam, M., Zakizadeh, M., Akbari –Moghaddam, H., Abedini, M., Sayahfar, M., Nikzad, A.M., Ghaffari, M.T., and Aeineh, G.L. 2011.** Genotype \times environment interaction and stability of grain yield of bread wheat genotypes in dry and warm areas of Iran. *Seed and Plant Improvement Journal* 27-1 (2): 257-273 (in Persian).
- Fox, D. N., and Rosielle, A. 1982.** Reducing the influence of environmental main effects of plant breeding environments. *Euphytica* 31: 645-656.
- Khan, I., Hussain Khalil, I., and Din, N. 2007.** Genetic parameters for yield traits in wheat under irrigated and rainfed environments. *Sarhad Journal of Agriculture* 23: 973-979.
- Kobota, T. J., Palta, A., and Turner, N.C. 1992.** Rate of development of postanthesis water deficits and grain filling of spring wheat. *Crop Science* 32: 1238-1242.
- Koocheki, A. R., Sorkhi, B., and Eslamzadeh-Hesari, M. R. 2012.** Yield stability of barley e3lite genotypes in cold regions of Iran using GGE biplot. *Seed and Plant Improvement Journal* 28-1 (3): 533-543 (in Persian).
- Mahmoodi, H. 2009.** *Climate Data of DARI Research Stations in 2008-2009 Cropping Season*. DARI, Maragheh, Iran.

- Mahmoodi, H. 2010.** Climate Data of DARI Research Stations in 2009-2010 Cropping Season. DARI, Maragheh, Iran.
- 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 Sciences* 3(8): 841-844.
- Mohammadi, M. 2001.** Relation of morpho-physiological traits with grain yield of barley genotypes in two planting dates in Gachsaran. *Seed and Plant* 17(1): 61-73.
- Mohammadi, M., Karimizadeh, R., Sabaghnia, N., and Shefazadeh, M. K. 2012a.** Effective alication of canopy temperature for wheat genotypes screening under different water availability in warm environments. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 18 (6): 934-941.
- Mohammadi, R., Armioun, M., Zadhasan, I., Ahmadi, M. M., and Sadaghzadeh, D. 2012b.** Genotype \times environment interaction for grain yield of rainfed durumwheat using the GGE bipot Model. *Seed and Plant Improvement Journal* 28-1 (3): 503-518 (in Persian).
- Mohammadi, R., Haghparast, R., Amri, A., and Ceccarelli, S. 2010a.** Yield stability of rainfed durum wheat and GGE biplot analysis of multi-environment trials. *Crop and Pasture Science* 61: 92-101 (in Persian).
- Mohammadi, R., Roostaei, M., Haghparast, R., Roohi, E., Kazemi, S., Ahmadi, M.M., Abediasl, G. and Amri, A. 2010b.** Genotyp \times environment interaction for grain yield in rainfed winter wheat multi-environmental trials in Iran. *Agronomy Journal* 102(5): 1500-1510.
- Oweis, T., Pala, M., and Ryan, J. 1998.** Stabilizing rainfed wheat yields with supplemental irrigation and nitrogen in a Mediterranean climate. *Agronomy Journal* 90: 672-681.
- Oweis, T., Salkini, A., Zhang, H., Ilbeyi, A. Hustun, H. Dernek, Z., and Erdem, G. 2001.** Supplemental Irrigation Potential for Wheat in the Central Anatolian Plateau of Turkey. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Pereira, L.S., Oweis, T., and Zairi, A. 2002.** Irrigation management under water scarcity. *Agricultural water of spring wheat. Crop Science* 189: 1238-1242.

- Rose, I. V. L. W., Das, M. K., and Taliaferro, C. M. 2008.** A comparison of dry matter yield stability assessment methods for small numbers of genotypes of bermudagrass. *Euphytica* 164: 19–25.
- Roostaei, M., Sadeqzadeh, D., Hasanpour-Hosni, M., Zadhasan, I., Rezaei, R., Eslami, R., Abdiasl, G., Soleimani, K., Roohi, I., Sanjari, A., Hesami, A., Nadermahmodi, K., Haghparast, R., Aghaee, M., Ahmadi, M.M., Daryei, A., Afshari, F., Torabi, M., Dehghan, M., and Mardokhi, V. 2013.** Tak-Ab, a new winter bread wheat cultivar for supplementary irrigation conditions in cold dryland areas of Iran. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops* 2(3): 177-186 (in Persian).
- Samarah, N. H. 2005.** Effects of drought stress on growth and yield of barley. *Agron. Sustain. Dev.* 25: 145- 149.
- Sun, H. Y., Liu, C. M., Zhang, X. Y., Shen, Y. J., and Zhang, Y. Q. 2006.** Effects of irrigation on water balance, yield and summer maize under minimum irrigation in the north China Plain. *Agronomy* 98: 1620-1626.
- Tavakoli, A.R. 2004.** Effect of supplementary irrigation and different rate of nitrogen on grain yield and yield complete in Sabalan cultivar. *Seed and Plant Improvement Journal* 19: 367-380 (in Persian).
- Tavakoli, A. R., and Owise, T. Y. 2002.** The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. *Agricultural Water Management* 65: 225-236.
- 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 Analysis: A Graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomists.* CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Yan, W., and Tinker, N. A. 2006.** Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Canadian Journal of Plant Science* 86: 623-645.
- Zhang, X. Y., Pei, D., Chen, S. Y., Sun, H. Y., and Yang, Y. H. 2006.** Performance of double-cropped winter wheat -summer maize under minimum irrigation in the north China Plain. *Agronomy* 98: 1620-1626.