



ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های جدید گندم نان به آبیاری تکمیلی از نظر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی و فیزیولوژیکی

معصومه خیری^۱، مظفر روستایی^۲، اسماعیل زادحسن^۲، رقیه دست‌بری^۲، رسول اسلامی^۲ و محمدباقر خورشیدی‌بنام^۲

چکیده

به منظور بررسی اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد دانه ۲۰ لاین و رقم پیشرفته گندم دیم انتخابی از جمعیت Azar2/78Zhong291، این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه در سال زراعی ۱۳۷۸-۸۸ اجرا گردید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات طول غلاف برگ پرچم، تعداد سنبلچه بارور، تعداد سنبلچه غیربارور، تعداد دانه در سنبله اصلی، وزن دانه در سنبله اصلی، وزن هزار دانه، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، شاخص برداشت و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و صفات طول سنبله و وزن خشک پدانکل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار و صفات تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، طول پدانکل، وزن خشک سنبله و عملکرد بیولوژیک غیر معنی‌دار بودند. بر اساس نتایج، تنوع ژنتیکی کافی در بین لاین‌های گندم برای اغلب صفات وجود داشت. نتایج نشان داد که لاین‌های شماره ۱۶ و ۴ به ترتیب با ۳۶۸۰ و ۳۴۰۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد از برتری معنی‌داری برخوردار بودند. این لاین‌ها نسبت به رقم شاهد آذر ۲ تحت آبیاری تکمیلی ۸۱۰ الی ۱۰۹۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه بیشتری تولید کردند. بر اساس نتایج صفات طول غلاف برگ پرچم، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، تعداد پنجه و شاخص برداشت با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار و صفت تعداد پنجه غیربارور با عملکرد دانه رابطه منفی و معنی‌داری داشتند. نتایج تجزیه علیت نشان داد که صفات طول غلاف برگ پرچم، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه بودند و تاریخ رسیدگی فیزیولوژیکی اثر مستقیم منفی بر عملکرد دانه داشت. در مجموع، بر اساس صفات مختلف و عملکرد دانه لاین شماره ۱۶ (Azar2/78Zhong291-53) مناسب‌ترین لاین برای آبیاری تکمیلی انتخاب گردید.

واژگان کلیدی: آبیاری تکمیلی، تجزیه علیت و تنش خشکی، زمان کشت، گندم.

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از ارزشمندترین غلات مورد استفاده بشر می‌باشد و سطحی معادل ۱۲/۵ درصد از زمین‌های زراعی دنیا به کاشت این محصول اختصاص دارد. تولید مواد غذایی به ویژه گندم، رابطه‌ی نزدیکی با قدرت سیاسی و اقتصادی کشورهای جهان دارد (Keshavarz *et al.*, 2002).

افزایش سریع و روزافزون جمعیت و عدم بهره‌گیری از روش‌های بهینه تولید در کشورهای در حال توسعه و توسعه نیافته، وابستگی این کشورها به گندم را بیشتر نموده است به نحوی که امروزه گندم یکی از اقلام وارداتی بسیاری از کشورهای در حال توسعه می‌باشد. سطح زیر کشت گندم در ایران حدود ۶/۷ میلیون هکتار می‌باشد که ۲/۳ میلیون هکتار به کشت گندم آبی و ۴/۴ میلیون هکتار آن به کشت گندم دیم اختصاص یافته است. میزان تولید گندم دیم از سطح ۳/۴ الی ۴/۲ میلیون هکتار معادل ۱/۹ تا ۳/۹ میلیون تن در سال‌های مختلف متفاوت بوده است (Roostaei *et al.*, 2003; Tajbakhsh and Pormirza, 2003).

تنش خشکی هنگامی افزایش می‌یابد که تقاضای تبخیری اتمسفر بالای برگ‌ها (تبخیر و تعرق پتانسیل) از ظرفیت و توانایی ریشه‌ها برای استخراج آب از خاک (تبخیر و تعرق حقیقی) تجاوز نموده و فراتر رود. نوع خشکی در مناطق مختلف در طول فصل زراعی متفاوت است و ممکن است خشکی فقط در اوایل فصل یا در اواخر فصل باشد و یا در طول فصل زراعی پیوسته بوده و شدت آن دائماً زیاد شود (Adary *et al.*, 2002). گودینگ و همکاران (Gooding *et al.*, 2003) بیشترین تاثیر تنش خشکی بر روی دوره پر شدن دانه را بین روزهای اول تا چهاردهم بعد از گرده‌افشانی دانستند. همچنین،

کامپوزانو و همکاران (Campuzano *et al.*, 2008) گزارش کردند که اگر چه تنش خشکی زمان تا گلدهی کاهش می‌دهد، بسته به این که تنش خشکی قبل یا بعد از پایان سنبله‌دهی اتفاق افتد، واریته‌های گندم پاسخ‌دهی متفاوتی دارند. امام و همکاران (Emam *et al.*, 2007) از بررسی‌های خود نتیجه گرفتند که با وجود مساعد بودن شرایط رطوبتی تا پیش از گلدهی، تنش خشکی از گلدهی تا رسیدن دانه بر عملکرد دانه اثر بارزی دارد و سبب افت عملکرد دانه می‌گردد. بنابراین، در مناطقی که خطر خشکی در انتهای فصل رشد وجود دارد استفاده از ارقام مقاوم به خشکی و سازگار به منطقه که دارای پتانسیل عملکرد دانه بالا و حساسیت کمی به تنش خشکی آخر فصل هستند، قابل توصیه است. نتایج تحقیقات انجام گرفته توسط آستین (Astine, 1989) نیز نشان داد که وجود ذخایر بیشتر آسیمیلات‌ها در ساقه و مصرف آنها در دوران پر شدن دانه در شرایط خشکی آخر فصل از عوامل مهمی است که در ژنوتیپ‌های پابلند، عملکرد دانه را به طور مثبت تحت تاثیر قرار می‌دهد. در شرایط خشکی اولیه، ژنوتیپ‌های پاکوتاه عملکرد بیشتری در مقایسه با ژنوتیپ‌های پابلند داشتند. این در حالی است که در شرایط خشکی آخر فصل یا دیر هنگام، ژنوتیپ‌های پابلند به طور معنی‌داری عملکرد دانه بیشتری را در مقایسه با ژنوتیپ‌های پاکوتاه تولید نمودند. این امر می‌تواند به دلیل قابلیت بیشتر ژنوتیپ‌های پابلند در استخراج آب از خاک باشد که بدین ترتیب طول دوره پر شدن دانه در این ژنوتیپ‌ها کمتر تحت تاثیر قرار گرفته است. ناشیت (Nachit, 2002) در تحقیقات خود روی ژنوتیپ‌های گندم دیم در شرایط تنش خشکی همبستگی بالایی بین صفات زودرسی، طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله با صفت عملکرد دانه گزارش کردند. عزیزینیا و همکاران (Aziziniya *et*

میزان‌های متفاوت آبیاری تکمیلی و استفاده از کود نیتروژنه گزارش کردند که با استفاده از ۴۰-۵۰ میلی‌متر آبیاری تکمیلی در زمان کاشت و مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص، موجب افزایش عملکرد دانه و بالا بردن کارایی مصرف آب در رقم سبلان شده است. بررسی‌های انجام گرفته در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه نشان داده که لاین‌های شرکت داده شده در این آزمایش در شرایط دیم نیز از پتانسیل قابل قبولی برخوردار بودند و در برخی از سال‌ها و در مناطقی با بارش مناسب پتانسیل بالایی از خود نشان دادند. بر اساس گزارش‌های منتشره از یک‌صد هزار هکتار از اراضی زیر کشت گندم آبی استان آذربایجان شرقی حدود ۵۰ الی ۶۰ درصد اراضی بیش از ۲ یا ۳ آب برای آبیاری ندارند و کشاورزان در این مناطق معمولاً از ارقام سرداری و آذر ۲ و در مواردی از ارقام آبی برای کاشت استفاده می‌کنند. با توجه به پتانسیل پایین این ارقام در شرایط آبیاری تکمیلی و به‌ویژه حساسیت به ورس در آنها و همچنین حساسیت به تنش کم آبی در ارقام آبی، می‌توان با انجام این پژوهش نسبت به گزینش لاین‌های مناسب برای شرایط آبیاری تکمیلی در این منطقه جهت افزایش راندمان تولید گندم اقدام نمود (Roostaei *et al.*, 2011). این پژوهش به منظور بررسی اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد دانه ۲۰ لاین و رقم پیشرفته گندم دیم اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در ایستگاه تحقیقات دیم کشور (مراغه) واقع در ۳۰ کیلومتری شرق مراغه با ارتفاع ۱۷۳۰ متر اجرا گردید. میزان بارندگی در ایستگاه ۲۹۷/۱ میلی‌متر بوده که در مقایسه با میانگین بلند مدت ۱۴/۶۲ درصد کاهش داشته است. پراکنش بارندگی در پاییز ۱۰۸ در زمستان ۸۷/۱ و در بهار ۱۰۲ میلی‌متر بوده است. در

(*al.*, 2005) با تجزیه رگرسیون صفات مشخص کردند که در محیط دارای تنش صفات وزن سنبله، تعداد روز تا گلدهی و تعداد سنبلچه بارور اهمیت زیادی دارند. در محیط بدون تنش نیز صفات تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه مهم‌ترین صفات به شمار می‌آیند. ترک‌نژاد و آقای (Torknejad and Aghae, 2005) با انجام یک بررسی بر روی صرفه اقتصادی روش‌های آبیاری تکمیلی در گندم در سرارود کرمانشاه طی سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ گزارش نمودند که روش آبیاری سطحی از نظر اقتصادی نسبت به آبیاری قطره‌ای مقرون به صرفه بوده ولی بسته به مساحت زمین و مقدار آب می‌تواند تغییر نیز کند ولی میزان بهره‌وری در آبیاری قطره‌ای دو برابر بیشتر از آبیاری سطحی می‌باشد.

نجفیان و همکاران (Najafiyan *et al.*, 2004) با بررسی اثر تنش خشکی آخر فصل بر روی ۵۱ ژنوتیپ گندم و سه شاهد مرودشت، کراس البرز و آذر ۲ اظهار داشتند که در شرایط رطوبتی متفاوت (قطع یک و دو آبیاری آخری) می‌توان به لاین‌های با پتانسیل بیش از ۶ تن در هکتار دست یافت. طهماسبی و همکاران (Tahmasebi *et al.*, 2008) با ارزیابی لاین‌ها و ارقام گندم دیم در شرایط آبیاری تکمیلی اعلام داشتند که انجام آبیاری تکمیلی در زمان کاشت و شیری دانه باعث افزایش عملکرد دانه رقم سبلان به ۲۲۱۳ کیلوگرم در هکتار شد، همچنین در این بررسی کمترین عملکرد به رقم سرداری با ۱۵۰۲ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت. زونگ و همکاران (Zhong *et al.*, 2007) با انجام آبیاری تکمیلی در منطقه خشک چین گزارش نمودند که آبیاری تکمیلی در مناطق خشک باعث افزایش عملکرد دانه شده و این افزایش ناشی از گسترش بیشتر ریشه‌های افشان و افزایش شاخص برداشت بوده است. توکلی و اوپس (Tavakoli and Oweis, 2004) با انجام آزمایشی در مراغه بر روی

غازی در بهار برای مقابله با علف‌های هرز بوده است (Asgharie-Meidani, 2008). آبیاری اول به منظور سبز شدن به میزان ۵۰ میلی‌متر در زمان کاشت (دهه اول مهر ماه) و آبیاری دوم در مرحله آبستن بر اساس نمونه‌برداری و تعیین رطوبت خاک به میزان ۳۰ میلی‌متر انجام گرفت. برای اندازه‌گیری مقدار آب مصرفی از کنتور آب استفاده شد.

در طول فصل زراعی صفاتی مانند تعداد روز تا ظهور خوشه، تعداد خوشه در متر مربع، ویگور در مرحله ساقه‌دهی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل، طول غلاف برگ پرچم، تعداد سنبلچه در سنبله و صفات وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بعد از برداشت اندازه‌گیری شد. به منظور حذف اثر حاشیه نیم متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها حذف و بقیه کرت با کمباین مخصوص برداشت گردید. 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 احتمال ۵ درصد انجام شد. برای تجزیه آماری و رسم شکل‌ها از نرم افزارهای SPSS, Genstat و Excel استفاده شد.

این بررسی ۲۰ لاین و رقم پیشرفته گندم دیم انتخابی از جمعیت Azar2/78Zhong291، که از آزمایش‌های به‌نژادی بخش غلات موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور به همراه گندم رقم آذر ۲ به عنوان شاهد مورد مطالعه قرار گرفتند (جدول ۱).

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. کرت‌های آزمایشی شامل ۶ خط ۶ متری با فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر بوده و تراکم بذر بر اساس ۴۰۰ دانه در متر مربع با توجه به وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها تنظیم و کاشت توسط بذرکار آزمایشات (وینتر اشتایگر) انجام شد. بر اساس آزمون خاک در این بررسی ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن از منبع اوره در پاییز و همزمان با کشت مورد استفاده قرار گرفت. ضمناً مقدار ۴۰ کیلوگرم نیتروژن نیز به صورت سرک در بهار مورد استفاده قرار گرفت.

با توجه به آزمون‌های انجام گرفته، میزان فسفر و پتاس موجود در خاک بیش از حد بحرانی بود، لذا نیازی به مصرف کودهای فسفر و پتاس در منطقه نبود و فقط ۲۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپرفسفات آمونیوم به عنوان استارتر مصرف گردید (Feiziasl and Valizadeh, 2003). عملیات آماده‌سازی زمین آزمایش شامل شخم با گاوآهن قلمی در پاییز سال گذشته و قبل از بارندگی و استفاده از یک بار پنجه

جدول ۱- ژنوتیپ‌های مورد استفاده در آزمایش

Table 1- List of Genotypes in this research

شماره ژنوتیپ Genotype No.	Pedigree	شماره ژنوتیپ Genotype No.	Pedigree
1	Azar2/78Zhong291 – 107	11	Azar2/78Zhong291-26
2	Azar2/78Zhong291-120	12	Azar2/78Zhong291-148
3	Azar2/78Zhong291-89)	13	Azar2/78Zhong291-48
4	Azar2/78Zhong291-147	14	Azar2/78Zhong291-149
5	Azar2/78Zhong291-106	15	Azar2/78Zhong291-115
6	Azar2/78Zhong291-143	16	Azar2/78Zhong291-53
7	Azar2/78Zhong291-152	17	Azar2/78Zhong291-111
8	Azar2/78Zhong291-39	18	Azar2/78Zhong291-130
9	Azar2/78Zhong291-150	19	Azar2/78Zhong291-99
10	Azar2/78Zhong291-58	20	Azar2 (Check)

نتایج و بحث

نتایج حاصل نشان داد که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات طول غلاف برگ پرچم، تعداد سنبلچه بارور، تعداد سنبلچه غیربارور، تعداد دانه در سنبله اصلی، وزن دانه در سنبله اصلی، وزن هزار دانه، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی، شاخص برداشت و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و صفات طول سنبله در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند. نتایج تجزیه واریانس همچنین نشان داد که صفات تعداد پنجه بارور، ارتفاع بوته، طول پدانکل و وزن خشک سنبله غیر معنی‌دار بودند (جدول ۲).

مقایسه میانگین صفات

تعداد دانه در سنبله یکی از اجزای اصلی عملکرد بوده و تحت شرایط مختلف محیطی می‌تواند بر عملکرد دانه تاثیر متفاوتی داشته باشد. ژنوتیپ‌های شماره ۱۰، ۱۳ و ۱۷ به ترتیب با میانگین‌های ۲۹/۵۲، ۳۱/۳۰ و ۲۹ عدد دارای بیشترین و ژنوتیپ‌های شماره ۱۱ با میانگین‌های ۱۵/۹۷ کمترین تعداد دانه را دارا بودند. خزاعی (Khazaie, 2002) طی آزمایشی اعلام کرد که اثر تنش رطوبتی در سراسر فصل رشد بر تعداد دانه در سنبله ارقام تجارتي گندم ایرانی بسیار معنی‌دار بود و ارقام متحمل دارای بیشترین تعداد دانه در سنبله بودند. وزن دانه در سنبله ژنوتیپ شماره ۱۹ با میانگین ۰/۹۲ گرم بیشترین و در ژنوتیپ شماره ۵ با میانگین ۰/۴۹ کمترین بود. وزن دانه در سنبله یا وزن هزار دانه سومین جزء عملکرد دانه گندم است که شرایط محیطی پس از مرحله گرده افشانی بر این جز عملکرد، تاثیر به‌سزایی دارد. وزن هزار دانه ژنوتیپ شماره ۱۱ با میانگین ۳۷ گرم بیشترین و ژنوتیپ شماره ۱۰ با میانگین ۲۷/۱۹ گرم دارای کمترین بود. در آزمایشی که خزاعی (Khazaie, 2002) بر روی

ارقام مختلف گندم در شرایط مطلوب و تنش رطوبتی انجام داد، اعلام کرد که افت عملکرد تحت تنش رطوبت در مراحل انتهایی رشد، عمدتاً ناشی از کاهش وزن هزار دانه بود و تعداد دانه در سنبله از نظر کمتری در این شرایط برخوردار بود. ژنوتیپ‌ها از نظر طول سنبله دارای تفاوت زیادی بودند، به طوری که لاین‌های شماره ۷، ۱۳ و ۱۷ به ترتیب با میانگین ۸/۱۳، ۸ و ۸/۰۹ سانتی‌متر دارای بیشترین طول سنبله و ژنوتیپ شماره ۸ با میانگین ۶/۷۸ سانتی‌متر دارای کمترین طول سنبله بود. طول غلاف برگ پرچم ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۸ و ۱۶ به ترتیب با میانگین ۱۴/۰۶، ۱۴/۲۶ و ۱۴/۴۴ سانتی‌متر طول دارای بیشترین و ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۲۰ با طول ۷/۶ سانتی‌متر دارای کمترین طول غلاف برگ پرچم بود. تعداد سنبلچه بارور ژنوتیپ‌های شماره ۱۰، ۱۳ و ۱۷ با میانگین ۱۵/۶۲، ۱۵/۷۲ و ۱۵/۴۷ بیشترین و ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۱۱ و ۲۰ به ترتیب با میانگین ۱۰/۶۷، ۱۰/۱۳ و ۱۰/۶۷ کمترین تعداد سنبلچه بارور را دارا بودند. تعداد سنبلچه غیربارور ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۵ و ۱۱ به ترتیب با میانگین‌های ۶/۱۷، ۶/۵۳ و ۶/۳ دارای بیشترین تعداد و ژنوتیپ شماره ۱۶ با میانگین ۳/۱۳ دارای کمترین تعداد بودند. از نظر تعداد روز تا ظهور سنبله، ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۲۰ با میانگین ۲۰۰/۷ روز کمترین تعداد روز تا ظهور سنبله را دارا بوده و در زمره ژنوتیپ‌های زودرس قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های شماره ۸، ۱۳، ۱۶ و ۱۹ با میانگین ۲۲۴/۳ روز بیشترین تعداد روز تا ظهور سنبله را به خود اختصاص داده و در زمره لاین‌های دیررس قرار داشتند. روستایی (Roostaei, 2010) در مطالعه اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجرای آن در گندم تحت شرایط متفاوت رطوبتی اظهار داشت که ژنوتیپ‌های زودرس تحت تنش خشکی و ژنوتیپ‌های متوسط رس تحت آبیاری تکمیلی دارای عملکرد دانه

طول غلاف برگ پرچم ($r=0/49^{**}$)، تعداد دانه در سنبله ($r=0/49^{**}$)، وزن دانه ($r=0/58^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و با صفات تعداد سنبله بارور ($r=0/41^*$) و شاخص برداشت ($r=0/40^*$) در سطح احتمال ۵ درصد همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. عملکرد با تعداد سنبله غیربارور ($r=-0/50^{**}$) همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد داشت. در این تحقیق عملکرد با شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت که با نتایج حاصل از تحقیقات سنجری و همکاران (Sanjari *et al.*, 2006) مطابقت دارد. زانگ و همکاران (Zhong *et al.*, 2007) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با شاخص برداشت به‌دست آوردند. صفت طول غلاف برگ پرچم با صفات وزن دانه در سنبله ($r=0/47^{**}$) و عملکرد ($r=0/49^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و با تعداد سنبلچه غیربارور ($r=-0/53^{**}$) همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد داشت. همچنین، طول غلاف برگ پرچم با صفت تعداد روز تا رسیدن ($r=-0/43^*$) همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد داشت. صفت تعداد سنبلچه بارور با صفات طول سنبله ($r=0/46^{**}$)، تعداد دانه در سنبله ($r=0/95^{**}$)، تعداد روز تا ظهور سنبله ($r=0/52^{**}$) و وزن دانه ($r=0/70^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد و با صفات عملکرد ($r=0/41^*$) و تعداد روز تا رسیدن ($r=0/44^*$) همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد داشت. قدسی و همکاران (Ghoodsi *et al.*, 2005) با مطالعه اثر تنش رطوبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم اظهار داشتند که بین عملکرد دانه، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، درصد باروری سنبله و وزن خشک سنبله در مرحله

بیشتری بودند. واکنش ارقام از نظر زمان تا رسیدگی متفاوت بود، به طوری که ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۲۰ با میانگین ۲۳۷ روز کمترین تعداد روز تا رسیدن را دارا بود و ژنوتیپ‌های شماره ۷، ۱۳ و ۱۸ با میانگین ۲۵۸ روز بیشترین تعداد روز تا رسیدن را دارا بودند. شاخص برداشت حاصل نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک است و توانایی گیاه را برای انتقال و اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه‌ها (اندام اقتصادی) را نشان می‌دهد. شاخص برداشت ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۱۷ و ۱۹ با میانگین ۳۶/۳۳، ۳۵ و ۳۵ درصد بیشترین و ژنوتیپ ۱۱ با میانگین ۲۴ درصد کمترین بود. نتایج آزمایش‌های مختلف نشان می‌دهد، اعمال تنش رطوبتی به‌ویژه پس از مرحله ظهور بساک کاهش معنی‌دار شاخص برداشت را به دنبال داشته است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Khazaie, 2008; Campuzano *et al.*, 2002). عملکرد ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ و ۴ به ترتیب با میانگین ۳۶۸۰ و ۳۴۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان و ژنوتیپ‌های ۱۱ و ۱۴ به ترتیب با میانگین‌های ۱۸۱۹ و ۱۹۴۳ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان را دارا بودند. در این مطالعه میانگین عملکرد رقم آذر ۲ به مقدار ۲۵۹۰ کیلوگرم در هکتار بود که در مجموع با توجه به نتایج پژوهش حاضر، ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ و ۴ به ترتیب با ۳۶۸۰ و ۳۴۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه به عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی شدند که نسبت به شاهد آذر ۲ حدود یک تن (۴۲ درصد) برتری داشتند (جدول ۳). خشکی آخر فصل (پر شدن دانه)، مخصوصاً اگر با افزایش دما همراه باشد، موجب تسریع در پیری برگ‌ها، کاهش طول دوره پر شدن دانه، میانگین وزن دانه‌ها و عملکرد می‌شود. این عمل توسط کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌های در حال توسعه صورت می‌پذیرد (Santvari *et al.*, 2002). عملکرد دانه با

که تعداد دانه در سنبله و طول غلاف برگ پرچم بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد داشته‌اند (جدول ۵). وزن هزار دانه با وجود اثر مستقیم نسبتاً بالا دارای اثر غیرمستقیم منفی از طریق تعداد دانه نیز می‌باشد. بدین مفهوم که تحت تنش خشکی آخر فصل با افزایش تعداد دانه، وزن هزار دانه در سنبله نیز کاهش می‌یابد. بنابراین، در گزینش لاین‌ها بر اساس وزن هزار دانه به تعداد دانه در سنبله نیز بایستی توجه نمود. طالعی و بهرام‌نژاد (Taleii and Bahramnejad, 2003) بیشترین اثر مستقیم بر روی عملکرد را پس از سرعت رشد رویشی، به صفت شاخص برداشت نسبت دادند. گل‌پرور و همکاران (Goolparvar *et al.*, 2002) اظهار داشتند که صفات وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه را داشته‌اند. سرخی لله‌لو و همکاران (Sorhki-lallahlo *et al.*, 1997) عملکرد دانه در گندم را تابعی از تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد کل دانه در بوته و وزن هزار دانه بیان کردند.

نتیجه‌گیری کلی

ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ و ۴ به ترتیب با ۳۶۸۰ و ۳۴۰۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه، بهترین لاین‌ها برای آبیاری تکمیلی انتخاب شدند. این لاین‌ها نسبت به رقم شاهد آذر ۲ در شرایط آبیاری تکمیلی حدود ۸۱۰ الی ۱۰۹۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه بیشتری تولید کردند. صفات طول غلاف برگ پرچم، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، تعداد پنجه و شاخص برداشت با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار و صفت تعداد پنجه غیربارور رابطه منفی و معنی‌داری داشت. نتایج تجزیه علیت نشان داد که صفات طول غلاف برگ پرچم، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه بودند و تاریخ رسیدگی فیزیولوژیکی اثر مستقیم منفی بر عملکرد دانه داشت.

گرده‌افشانی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. رابطه تعداد سنبلچه بارور با وزن هزار دانه $(r = -0.65^{**})$ منفی و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۴). این نتیجه نشان می‌دهد که تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل افزایش تعداد سنبلچه‌های بارور موجب کاهش وزن دانه و نهایتاً چروکیدگی آنها خواهد شد. جمالی و جاود (Jamali and Javed, 2003)، در آزمایش خود به این نتیجه رسیدند که وزن دانه گندم، همبستگی منفی و بالایی با روز تا رسیدن، تعداد سنبلچه و تعداد دانه در سنبله دارد و وزن دانه با صفت ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. صفت طول سنبله با تعداد سنبله بارور همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و با تعداد دانه در سطح احتمال ۵ درصد داشت. آصیف و همکاران (Asif *et al.*, 2003)، نشان دادند که صفات وزن هزار دانه با عملکرد دانه گندم همبستگی مثبت معنی‌دار دارند، در حالی که صفات روز تا سنبله دادن، روز تا رسیدن و ارتفاع گیاه با عملکرد دانه همبستگی منفی دارند.

تجزیه علیت

باتوجه به پیچیده بودن صفت عملکرد دانه و هزینه سنگین ارزیابی مواد ژنتیکی در محیط‌های مختلف، لزوم شناخت رابطه سایر صفات با عملکرد دانه از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. لذا، به منظور آگاهی از ارتباط مستقیم و غیرمستقیم صفات بر روی یکدیگر از روش تجزیه علیت استفاده گردید. تجزیه علیت اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای علت بر روی متغیرهای معلول را مورد مطالعه قرار می‌دهد. در این روش ضریب همبستگی بین دو صفت به اجزایی که اثرات مستقیم و غیرمستقیم را اندازه‌گیری می‌کنند، تفکیک می‌گردد (Farshadfar, 2004). تجزیه علیت بر مبنای صفات باقی مانده در تجزیه رگرسیون به روش بک وارد انجام شد. نتایج نشان داد

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات زراعی اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های گندم
Table 2- Analysis of variance for agronomic traits in bread wheat genotypes

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)												
		عملکرد	شاخص	تعداد روز	وزن دانه در	تعداد روز	وزن هزار	تعداد دانه	تعداد	تعداد	طول غلاف	طول	ارتفاع	طول
S.O.V.	df	G.Y.	برداشت	تا رسیدن	سنبله	تا ظهور	دانه	در سنبله	سنبله غیر	سنبله	برگ پرچم	سنبله	بوته	پدانکل
			HI	DMA	SEED W	سنبله	TKW	SEED N	بارور	بارور	SH L	SL	PLH	PL
						DHE			NFSN	SN				
تکرار	2	111186ns	13ns	0.76ns	0.2ns	5.7ns	307**	3ns	0.29ns	0.64 ns	1.69 ns	0.40ns	67.72ns	3.89ns
Replicatin														
ژنوتیپ	19	631117**	33**	37**	0.041**	5**	25**	61**	2**	6.95**	2.06**	0.44*	78.87 ns	22.91 ns
Genotype														
خطای	38	268264	13	0.61	0.017	2.49	8.474	18	0.8	2.267	0.65	0.26	50.37	18.61
Error														
C.V. (%)	ضریب تغییرات	21.04	12.48	0.30	18.02	0.71	9	17.30	20.23	10.92	6	6.74	10.22	20.43

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

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

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات زراعی مورد مطالعه در ژنوتیپ های گندم در شرایط آبیاری تکمیلی

Table 3- Mean of agronomic traits in bread wheat genotypes under supplementary irrigation

شماره ژنوتیپ	شاخص برداشت HI %	تعداد روز تا رسیدن DMA (Day)	وزن دانه در سنبله SEED W (g)	تعداد روز تا ظهور سنبله DHE (Day)	وزن هزار دانه TKW (g)	تعداد دانه در سنبله SEED N	تعداد سنبله غیر بارور NFSN	تعداد سنبله بارور SN	طول غلاف برگ پرچم SH L (cm)	طول سنبله SL (cm)	عملکرد G. Y. (kg/ha)
1	36.33a	256.7bc	0.60efgh	221.7bcdef	32.20cde	21.87fghij	6.17ab	12.93defgh	12.26fg	7.92abcde	2017fgh
2	26fghi	256.3c	0.80abcdef	223abcd	31.06cdef	27.93abcdef	4.13defghi	14.50bcde	14.06cd	7.54bcdefg	2111efgh
3	31abcdefg	237.3d	0.59fgh	200.7h	34.83bcd	18.33ij	3.33hi	10.67h	7.6abcdefg	7.6abcdefg	2590cdefgh
4	32abcdef	257abc	0.76bcdefg	221defg	31.14cdef	27.20bcdef	4.63cdefghi	14.23bcde	13.4cdefg	7.6abcdefg	3400abc
5	30bcdefgh	257.3abc	0.49h	221.3cdefg	30.16def	18.87hij	6.53a	12.07efgh	12.39fg	7.5abcdefg	2088efgh
6	29cdefghi	257.7ab	0.75bcdefg	221defg	30.42def	27.30bcdef	4.60cdefghi	14.40bcde	12.38fg	7.49bcdefg	2258defgh
7	26ghi	258a	0.63defgh	220.7defg	30.35def	24.53cdefghi	5.83abc	14.13bcde	12.15g	8.18ab	2351defgh
8	33abcde	256.7bc	0.78bcdef	224.2ab	32.83bcde	24.47cdefghi	3.97efghi	13.40bcdef	14.16bcd	6.78g	2258defgh
9	27fghi	256.3c	0.79abcdef	221defg	32.11cde	26.53bcdef	4.13defghi	13.77bcdef	13.3cdefg	7.33cdefg	2459defgh
10	32abcdef	257abc	0.71bcdefg	221.3cdefg	27.19f	29.53abcd	3.43hi	15.63abc	12.34fg	7.47bcdefg	2131efgh
11	24i	257.3abc	0.56gh	222abcde	37.39b	15.97j	6.30a	10.93gh	12.85defg	7.33cdefg	1819h
12	31abcdefgh	257.3abc	0.70cdefgh	223.7abc	30.95cdef	25.67bcdefgh	4.13defghi	13.23cdefg	13defg	7.15efg	2816bcdef
13	31abcdefgh	258a	0.81abcde	224.3a	29.02ef	31.30abc	4.13defghi	15.73ab	13.3cdefg	8abcd	2556cdefgh
14	27efghi	256.7bc	0.64defgh	222.7abcde	31.12cdef	22.20efghij	5.37abcde	13.33bcdefg	13.56cdef	7.34cdefg	1943gh
15	29cdefghi	257.3abc	0.75bcdefg	222abcde	32.25cde	26.73bcdef	4.67bcdefgh	14.13bcde	13.4cdefg	7.63abcdef	2514defgh
16	30bcdefgh	257abc	0.87abc	224ab	34.79bcd	26.70bcdef	3.13i	14.57bcd	14.44abc	7.77abcdef	3680a
17	35abc	257.7ab	0.82abcd	223.7abc	31.76cdef	29abcde	3.20hi	15.47abc	13.1cdefg	8.09abc	2775bcdefg
18	28defghi	258a	0.88abc	223abcd	34.49bcd	25.2bcdefghi	4.03efghi	14.37bcde	13.51cdef	7.64abcdef	2267defgh
19	35abc	257.7ab	0.92ab	224ab	35.18bc	26.80bcdef	4efghi	13.70bcdef	13.76cde	7.80abcdef	2735bcdefg
20	31abcdefg	237.3d	0.59fgh	200.7h	34.83bcd	18.33ij	3.33hi	10.67h	7.6abcdefg	7.6abcdefg	2590cdefgh

جدول ۴- همبستگی صفات مورد مطالعه در لاین‌های گندم

Table 4- Correlation coefficient of agronomic characteristics in wheat genotypes

	طول سنبله Spike length	طول غلاف Sheet length	تعداد سنبله بارور Fertile Spike let	تعداد سنبله غیر بارور non Fertile Spike let	تعداد دانه Seed Number	وزن هزار دانه 1000 Seed weight	تعداد روز تا ظهور سنبله Date to Heading	وزن دانه Seed weight	تعداد روز تا رسیدن Date to maturity	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد Grain yield
طول سنبله Spike length	1										
طول غلاف Sheet length	-0.05ns	1									
تعداد سنبله بارور Fertile Spike let	0.46**	0.10ns	1								
تعداد سنبله غیر بارور non Fertile Spike let	-0.04ns	-0.53**	-0.50**	1							
تعداد دانه Seed Number	0.38*	0.22ns	0.95**	-0.65**	1						
وزن هزار دانه 1000 Seed weight	-0.06ns	0.17ns	-0.65**	0.13ns	-0.58**	1					
تعداد روز تا ظهور سنبله Date to Heading	0.03ns	-0.25ns	0.52**	0.07ns	0.42*	-0.26ns	1				
وزن دانه Seed weight	0.32ns	0.47**	0.70**	-0.72**	0.80**	-0.03ns	0.35*	1			
تعداد روز تا رسیدن Date to maturity	0.12ns	-0.43*	0.44*	0.21ns	0.32ns	-0.18ns	0.94**	0.27ns	1		
شاخص برداشت Harvest index	0.09ns	0.09ns	0.17ns	-0.41*	0.30ns	0.05ns	-0.05ns	0.36*	-0.05ns	1	
عملکرد Grain yield	0.20ns	0.49**	0.41*	-0.50**	0.49**	-0.03ns	0.06ns	0.58**	-0.04ns	0.40*	1

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

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

جدول ۵- تجزیه علیت صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های گندم

Table 5- Path analysis for agronomic traits in bread wheat genotypes

صفات	اثرات مستقیم Direction effect	اثرات غیر مستقیم				
		طول غلاف Sheet Length	تعداد سنبلچه بارور Fertile Spike let	تعداد دانه Seed Number	وزن هزار دانه 1000 Kernel Weight	تاریخ رسیدن Date to Maturity
طول غلاف Sheet Length	0.314	-	0.007	0.114	0.045	0.006
تعداد سنبلچه بارور Fertile Spike let	0.072	0.031	-	0.497	-0.173	-0.006
تعداد دانه Seed Number	0.525	0.068	0.068	-	-0.154	-0.005
طول بقیه میانگره‌ها Other Internod Length	0.115	0.013	-0.010	-0.062	-0.015	0.005
وزن هزار دانه 1000 Kernel Weight	0.267	0.053	-0.047	-0.303	-	0.003
تعداد روز تا رسیدن Date to Maturity	-0.014	-0.136	0.032	0.170	-0.048	-

$$R^2 = 0.46$$

References

منابع مورد استفاده

- Asgharie –Meidani, J., 2008. Study effect of different soil tillage on soil moisture and wheat grain yield. Dry land Agricultural Research Institute (DARI), Publications. No.177:1-25.
- Asif, M., Y. Mujahid, N.S. Ahmad, M. Kisana, S.Z. Asimand, and P. Mustafa. 2003. Determining of direct selection criteria for identification of high yielding lines in bread wheat. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 6(1): 48-50.
- Adary, A., A. Hachum, T. Oweis, and M. Pala. 2002, Wheat productivity under Austin, R.B., 1989, Maximizing production in water limited environments. P: 13-26. *In: Baker, F.W.G. (ed.), Drought Resistance in Cereals*. CAB International, London.
- Aziziniya, S.H., M. Ghanadha, A. Zali, B. Yazdisamadi, and A. Ahmadi. 2005. Study relation of quantities traits with drought tolerance in synthetic wheat under dry land and irrigation conditions. *Agricultural Science Iranian Journal*. 36: 281-293.
- Campuzano, G.E., D.J. Miralles, and G.A. Slafer. 2008. Genotypic variability and response to water stress of pre- and post-anthesis phases in triticale. *Europ. J. Agro*. 28: 171-177.
- Emam, Y., A.M. Ranjbar, and M.J. Bahraei. 2007. Evaluation of grain yield and yield compounded in wheat genotypes under post anthesis drought condition. *Science and Technplogi in Agricultural and Natural Resource Iranian Journal*.1: 317-327.
- Farshadfar, E. 2004. Multivariate principles and procedures of statistics. Taghbostan Publication. (In Persian).
- Feiziasl, V., and G. Valizadeh. 2003. Effect of date of nitrogen apply on wheat grain yield. *Water and Soil Journal*. 17: 29-38.
- Ghodsi, M., M. Chaichi, M.R. Jalal Kamali, and D. Mazaheri. 2004. Determine susceptibly of wheat growth stage to drought stress on grain yield and yield compounded. *Seed and Plant Journal*. 20(4): 25-34. (In Persian)
- Golparvar, A., M. Ghanadi, A. Zali, and A. Ahmadi. 2002. Determine important traits for increasing of bread wheat grain yield under drought condition. *Seed and Plant Journal*. 18 (2) :144-155. (In Persian).
- Gooding, M.J., R.H. Ellist, P.R. Shewry, and J.D. Schofield. 2003. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. *J. Cereal Sci*. 37: 295-309.
- Jamali, M.A. and M.A. Javed. 2003. Breeding of bread wheat for semi-dwarf character and high yield. *Wheat Information Service*. 96: 11-14.
- Keshavarz, A., M.R. Jalal Kamali, A. Dehghani, M. Hamidnejad, B. Sadri, A. Heidari and M. Mohsenin. 2002. Increasing of wheat production project. Jihad-e Agricultural Ministry Publication. pp: 21-56. (In Persian)
- Khazaie, H.R. 2002. Effect of drought on physiology characters of wheat drought tolerance indices. Agron. PhD. Agricultural Collage of Ferdoosi Mashhad University. P: 225. (In Persian).
- Nachit, M. 2002. Breeding for improved resistance to drought in durum wheat. Caravan, December 2002.
- Najafian, G., A. Ghandi, and H. Abadi. 2004. Screening for last season drought tolerance in wheat genotypes grown in Iran. *Afri. Agri. J*. 2(10): 370-381.

- Roostaei, M. 2010. Genetic analysis of drought tolerance in wheat by morph physiological traits and molecular analysis. PhD Thesis. Islamic Azad University Science and Research Unit. pp:20-45. (In Persian).
- Roostaei, M., D. Sadekzadeh, E. Zadehasan and Y. Arshad. 2002. Factor analysis for studying characteristic relations influencing grain yield of wheat in dry land. *Agricultural Science Journal*. 1(13): 1-11. (In Persian).
- Sanjari, A., M. Valizadeh, E. Majidi, and M. Shiri. 2006. Evaluation of grain yield and morpho-physiological traits response of wheat cultivars under different drought stresses level. *Science Agricultural Journal*. 16: 97-112. (In Persian).
- Santvari, F., C. Royo, and I. Romagosa. 2002. Pattern of grain filling of spring and winter hexaploid triticales. *European. J. Agron*. 16: 219 – 230.
- Sorhki-Allahlo, B., B. Yazdi Samadi, S. Abdmishani and A. Gerami. 1997. Study of grain yield with quantity trait in 500 wheat lines by factor analysis. *Agricultural Science Iranian Journal*. 29: 364-377. (In Persian).
- Tahmasebi, S.Z., M.S. Modarres, and A. Roohi. 2008. Yield and yield component of dry land wheat genotypes under supplementary irrigation. 14th Australian Agronomy Conference.
- Tajbakhss, M.A., and A. Pormiza. 2003. Cereal cultivation. West Azarbijan, Jehade- Daneshghahi, Publications. Pp: 1-314. (In Persian).
- Talei, A., and B. Bahramnejad. 2003. Study relation of grain yield and yield compounded in bread wheat landraces of west Iran. *Agricultural Science Iranian Journal*. 44: 949-959. (In Persian).
- Tavakkoli, A.R., and T. Oweis. 2004. The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. *Agricultural Water Management*. 65: 225-236.
- Torknadjad, R., and M. Aghaee. 2005. Economic evaluation of drip (tape) irrigation method in wheat compared to surface irrigation in winter-limited areas. <http://ces.uwyo.edu/pubs/b1122.pdf>.
- Zhong, H., G.J. Kol, and Z.Z. Nkod. 2007. Effect of limited irrigation on yield and water use efficiency of two sequence replaced winter wheat in Loess Plateau. *Afri. J. Biot*. (6)13: 1493-1497 .

Evaluation of the Response of Bread Wheat Genotypes to Supplementary Irrigation with Respect to Grain Yield and some Agronomical and Physiological Traits

Kheiri, M.^{1*}, M. Roostaei², E. Zadhassan², R. Dastbari², R. Eslami, and M.B. Khorshidi Benam³

Abstract

In order to study the effect of supplementary irrigation on grain yield of 20 advanced bread wheat lines from population of recombinant inbred lines, selected from Azar2/87Zhong291, this experiment was conducted using randomized block design with three replications under supplementary irrigation during 2008-09 seasons at the Dryland Agricultural Research Institute (DARI) of Maragheh. Characters under study were: days to heading, plant height, days to maturity, 1000 kernel weight, tiller number, spike length, seed number per spike, spikelet number per spike, peduncle length, leaf sheath length, grain and biologic yields. Analysis of variance revealed significant differences among genotypes with respect to the most of the traits studied. Results showed that the lines No. 4 and 16 with 3400 and 3680 kg/ha grain yield were significantly superior under supplementary irrigation conditions. Based on the results the traits such as leaf sheath length, seed number and spike weight, tiller number and HI showed positive and significant correlation with grain yield. Path analysis indicated that leaf sheath length, seed number per spike and 1000 kernel weight were important traits to select lines for high yield potential under supplementary irrigation condition, but days to maturity showed negative effect on grain yield. As a whole, the line no. 16 (Azar2/78Zhong291-53) with high yield (3680 kg/ha) under supplementary irrigation, early maturity, 1000 kernel weight and HI, can be selected as a suitable genotype.

Keyword: Drought stress, Path analysis, Supplementary irrigation, Wheat.

1- Former MSc. Student of Agronomy, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran.

2- Staff member of Agricultural Dryland Research Center, Maragheh, Iran

3- Assistant Prof. East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research Center, Tabriz, Iran.

*Corresponding Author: m_kheiry2538@yahoo.com