علوم و تحقیقات بذر ایران
سال سوم/ شماره اول/ ۱۳۹۵ (۶۱ - ۴۷)

مطالعه میزان انتقال مجدد ماده خشک و فتوسنتز جاری در اندازه‌های متفاوت بذر چهار رقم گندم (*Triticum aestivum* L.) در اقلیم رشت

متین فروزی[۱]، سید محمدرضا احتشامی[۲*]، مسعود اصفهانی[۲]، محمد ربیعی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۱۹

چکیده

به‌منظور بررسی اثر اندازه بذر بر روند تولید و تجمع ماده خشک و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به دانه در چهار رقم گندم نان، آزمایشی در پاییز سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور انجام شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق شامل اندازه قطر بذر در چهار سطح (۲/۲۵ تا ۲/۵۰ میلی‌متر، ۲/۵۰ تا ۲/۷۵ میلی‌متر، ۲/۷۵ تا سه میلی‌متر و بزرگ‌تر از سه میلی‌متر) و رقم (کوهدشت، مغان۳، مروارید و ژنوتیپ بومی) بودند. نتایج نشان داد رقم تأثیر معنی‌داری بر میزان فتوسنتز جاری، سرعت تشکیل عملکرد و عملکرد دانه داشت. اندازه بذر تأثیر معنی‌داری بر میزان انتقال مجدد ماده خشک، کارایی انتقال مجدد، سهم انتقال مجدد، سهم فتوسنتز جاری، سرعت تشکیل عملکرد دانه، سرعت تشکیل عملکرد زیستی، عملکرد زیستی و عملکرد دانه داشت. بذرهای با اندازه بزرگ‌تر از سه میلی‌متر بیش‌ترین میزان انتقال مجدد ماده خشک (۳۴۵/۱۷ گرم در متر مربع)، کارایی انتقال مجدد (۳۲/۲۸ درصد) و سهم انتقال مجدد (۶۸/۵۳ درصد) را به خود اختصاص دادند، در حالی‌که بذرهای با اندازه ۲/۲۵ تا ۲/۵ میلی‌متر بیش‌ترین میزان سهم فتوسنتز جاری (۵۵/۵ درصد) را داشتند. رقم مروارید و بذرهای با اندازه ۲/۲۵ تا ۲/۵ میلی‌متر کم‌ترین مقدار سرعت تشکیل عملکرد زیستی (۶۰/۴۱ کیلوگرم در هکتار در روز)، عملکرد زیستی (۱۰۵۴۲ کیلوگرم در هکتار)، سرعت تشکیل دانه (۱۷/۷۷ کیلوگرم در هکتار در روز) و عملکرد دانه (۳۱۰۱/۳ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص دادند. اثر متقابل تیمارهای آزمایشی در هیچ یک از صفات معنی‌دار نبود. بنابراین، ژنوتیپ بومی و اندازه بذر ۲/۷۵ تا سه میلی‌متر، به‌علت توزیع بهتر مواد فتوسنتزی، از نظر صفات مهم عملکردی مناسب‌تر بودند.

واژه‌های کلیدی: انتقال مجدد، اندازه بذر، عملکرد دانه، فتوسنتز جاری، گندم نان

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان
۲- اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان
۳- دانشجوی دکترای زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان
* نویسنده مسئول: smrehteshami@yahoo.com

مقدمه

به‌رغم کاهش تولید جهانی، تولید غلات ایران در سال ۲۰۱۲ به ۲۰/۶ میلیون تن و تولید گندم ایران با ۳۰۰ هزار تن افزایش به مرز ۱۳ میلیون و ۸۰۰ هزار تن رسید. در حالی‌که تولید جهانی غلات در سال ۲۰۱۲ حدود ۲/۵ درصد کاهش داشته و به ۲۳۴۷ میلیون تن رسیده، تولید غلات ایران رشد ۲/۶ درصدی داشته است. سازمان خواربار کشاورزی واردات گندم ایران را در سال ۱۴- ۲۰۱۳ حدود ۴ میلیون تن پیش‌بینی کرد، که این مقدار حدود یک سوم کم-تر از واردات سال گذشته است (FAO, 2013). رقم بهاره کوهدشت، در سال ۱۳۷۹ به‌علت دارا بودن ویژگی‌های زراعی مناسب و پتانسیل عملکرد بالا، سازگاری و پایداری عملکرد و تحمل به تنش خشکی، به‌عنوان یک رقم جدید برای کاشت در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر دیم کشور از جمله نواحی دارای میزان بارندگی کم با پراکنش نامناسب، معرفی شد. این رقم نسبت به زنگ زرد و زنگ قهوه‌ای مقاوم است. میانگین درصد پروتئین آن ۱۰/۵ درصد و میانگین عملکرد دانه آن ۳/۷۶۸ تن در هکتار گزارش شده است (Roustaei *et al*., 2001). در سال ۱۳۸۵، رقم بهاره مغان ۳ به‌عنوان رقم جدید گندم نان برای اقلیم گرم و مرطوب سواحل خزر معرفی شد. بررسی‌ها نشان داد که این رقم نسبت به بیماری‌های زنگ زرد، زنگ قهوه‌ای، سفیدک پودری و سپتوریا تحمل کافی دارد. میانگین عملکرد دانه در این رقم ۶/۶۴۱ تن در هکتار گزارش شده است (Vahabzadeh *et al*., 2008). رقم بهاره مروارید در سال ۱۳۸۸ به‌عنوان رقم جدید مقاوم به زنگ زرد و فوزاریوم سنبله معرفی شد. میانگین درصد پروتئین دانه این رقم ۱۱/۷ درصد و متوسط عملکرد دانه آن ۶/۱۵۲ تن در هکتار گزارش شده است (Seed and Plant Improvement Institute, 2009).

اندازه و یکنواختی بذر از اجزای کیفیت فیزیکی بذر به شمار می‌رود که از طریق جوانه‌زنی و سبز شدن بر تراکم در واحد سطح و در نهایت بر عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد (Sadeghi *et al*., 2010). از جنبه‌های مهم کیفیت بذر می-توان به چگالی بذر اشاره نمود که معمولاً کم‌تر مورد توجه قرار می‌گیرد. چگالی بذر یک شاخص مهم کیفیت فیزیکی گندم محسوب می شود (Ohm *et al*., 1998). چگالی بذر در واقع وزن مخصوص بذر بوده و برابر با وزن یک‌صد لیتر بذر است. توده‌های بذر با وزن هکتولیتر پایین، معمولاً از حجم بیش‌تری برخوردارند که این موضوع منجر به افزایش هزینه-های بسته‌بندی، انبارداری و حمل و نقل می‌شود. بذرهای لاغر و چروکیده، دانه‌های آلوده به عوامل بیماری‌زا و آفت‌زده معمولاً از وزن هکتولیتر کم‌تری برخوردار می‌باشند ولی هر گونه تیمار بذر (به‌طور مثال ضد عفونی کردن)، وزن هکتولیتر آن را افزایش خواهد داد (Khazaei *et al*., 2011). وزن هکتولیتر، نسبت وزن به حجم بذر است. بذرهای با اندازه کوچک‌تر، وزن کم‌تر، وزن هکتولیتر کم‌تر و حجم بالاتری را به خود اختصاص می‌دهند.

در مدیریت مزارع گندمی که به‌صورت دو منظوره (علوفه+دانه) بهره‌برداری شده‌اند، میزان علوفه تولید شده برای بذرهای بزرگ‌تر در مقایسه با بذرهای ریزتر بیش‌تر بوده است (Bockus and Shroyer, 1996). پژوهشگران با مطالعه بذر شش رقم یولاف (*Avena sativa*) در سه اندازه متفاوت بذر دریافتند که ژنوتیپ‌های دارای بذرهای بزرگ‌تر، تحت شرایط تنش آبی، درصد جوانه‌زنی بیش‌تری داشتند (Willenborg *et al*., 2005). در گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گزارش شده است که اندازه بذر تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت و بذرهای ریز کم‌ترین میزان عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (Sadeghi *et al*., 2010). بذرهای با اندازه متوسط و وزن مخصوص بالا، درصد سبز شدن زیادی داشته، گیاهچه‌های قوی تولید نموده و نسبت به شرایط نامساعد محیطی طی دوران سبز شدن مقاوم‌ترند. با افزایش قدرت توسعه جانبی گیاه (پنجه‌زنی بیش‌تر) و تراکم کشت، از اهمیت اندازه و وزن مخصوص بذر و به‌طور کلی از اهمیت کیفیت بذر کاسته می‌شود. به‌طور کلی بذرهایی که کم‌تر از ۷۰ درصد اندازه میانگین بذر همان گیاه هستند، مناسب کاشت نمی‌باشند (Khajehpour, 2010). اندازه بذر مستقیماً به‌وسیله میزان دسترسی به منابع یا فتوسنتز جاری محدود می‌شود. همچنین اندازه بذر در شرایط کاهش عناصر غذایی یا دسترسی به آب در فصول مختلف تحت تأثیر قرار می‌گیرد، زیرا این عوامل بر سرعت فتوسنتز و سرانجام اندازه بذر نیز تأثیرگذار است (Moussavi Nik *et al*., 2011). محققان معتقدند که استفاده از بذرهای درشت گندم بهاره در

نواحی تحت تنش از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا بذر-های درشت به‌دلیل استفاده سودمند از ذخایر بذری، گیاهچه-های قوی‌تری تولید می‌کنند (Grieve and Francoise, 1992). گزارش‌ها حاکی از آن است که در برخی موارد، وزن هزار دانه بیش‌تر، یکی از عواملی است که می‌تواند باعث رشد طولی و وزنی بیش‌تر گیاهچه شود و این موضوع می‌تواند باعث استقرار بهتر گیاهچه و رشد و تولید عملکرد بیش‌تر گیاه در مزرعه شود (Moshtati *et al*., 2009).

عملکرد دانه در گندم تابع سه منبع است، این منابع عبارتند از: فتوسنتز جاری، انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده پیش از گل‌دهی به دانه که بیشتر در ساقه ذخیره شده‌اند و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی که به‌صورت موقت پس از گل‌دهی در ساقه ذخیره شده‌اند (Kobata *et al*., 1992). انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای پیش از گل‌دهی به عوامل مختلفی مانند شرایط محیطی، رقم و اندازه مقصد بستگی دارد، اندازه مقصد به‌عنوان مهم‌ترین عامل گزارش شده است (Blum, 1996).

احمدی و همکاران (Ahmadi *et al*., 2004) گزارش کردند که در غلات طی دوره‌ای از رشد، تجمع ماده خشک گیاه بیش‌تر از میزان مصرف جهت رشد است. در مرحله رشد رویشی مواد فتوسنتزی مازاد بر نیاز گیاه اغلب در ساقه انباشته شده و در مراحل بعدی رشد که معمولاً دو تا سه هفته پس از گل‌دهی شروع می‌شود، به دانه انتقال می‌یابند. منابع اصلی این مواد پرورده که در دوره پر شدن دانه انتقال مجدد می‌یابند، در وهله اول هیدرات‌های کربن غیر ساختاری ذخیره شده در ساقه و در وهله دوم مواد پرورده موجود در برگ‌های پایینی و در حال مسن شدن می‌باشند (Emam, 2007). سهم انتقال مواد از اندام‌های هوایی، در مرحله پیش از گل‌دهی در عملکرد دانه از ۶ تا ۷۵ درصد و در تنش‌های شدید تا ۱۰۰ درصد وزن دانه گزارش شده است (Borras *et al*., 2004). سهم انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای پیش از گل-دهی در عملکرد دانه ذرت بین ۰ تا ۹۰ درصد متغیر بوده و به‌طور متوسط ۲۰ تا ۴۰ درصد گزارش شده است (Majdam *et al*., 2009). در شرایط مطلوب رطوبتی، سهم ذخایر ساقه در پر کردن دانه‌های گندم نان حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد و در شرایط تنش رطوبتی بیش از ۴۰ درصد بود (Hamam, 2008). احمدی و همکاران (Ahmadi *et al*., 2004) میزان مشارکت ذخایر ساقه در عملکرد دانه را از حدود ۳ درصد در شرایط شاهد تا حدود ۷۰ درصد در شرایط تنش، گزارش کردند.

با توجه به نتایج تحقیقات انجام گرفته، انتخاب ارقام متناسب با شرایط اقلیمی سواحل خزری بود و این آزمایش با هدف شناسایی بهترین رقم و اندازه بذر به‌منظور دست‌یابی به حداکثر عملکرد و بررسی نقش انتقال مجدد ماده خشک و فتوسنتز جاری در پر کردن دانه‌های چهار رقم گندم دیم در شرایط اقلیمی رشت اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در پاییز سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق شامل اندازه قطر کوچک بذر در چهار سطح (۲/۲۵ تا ۲/۵۰ میلی‌متر، ۲/۵۰ تا ۲/۷۵ میلی‌متر، ۲/۷۵ تا سه میلی‌متر و بزرگ‌تر از سه میلی-متر) و رقم (کوهدشت، مغان ۳، مروارید و ژنوتیپ بومی) بودند. در این تحقیق از ارقام بهاره که در تناوب گندم و برنج قرار می‌گیرد، استفاده شد. برای تعیین اندازه قطر بذر از الک-هایی با اندازه‌های سه میلی‌متر، ۲/۷۵ میلی‌متر، ۲/۵۰ میلی-متر و ۲/۲۵ میلی‌متر استفاده شد. این الک‌ها از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. در ابتدا توده بذر مربوط به یک ژنوتیپ در الک با اندازه سه میلی‌متر ریخته شد و الک کردن تا جایی که دیگر بذری از الک عبور نکند، ادامه یافت. بذرهای روی الک، بزرگ‌تر از سه میلی‌متر بودند. بذرهای عبور کرده از الک دوباره با الک ۲/۷۵ میلی-متری الک شدند. بذرهایی که از الک عبور نکردند، قطر ۲/۷۵ تا سه میلی‌متر داشتند. بذرهای عبور کرده از این الک در مرحله بعد با الک ۲/۵۰ میلی‌متری الک شدند. بذرهایی که عبور نکردند، قطر ۲/۵۰ تا ۲/۷۵ میلی‌متر داشتند، بذرهایی که عبور کردند در مرحله بعد با الک ۲/۲۵ میلی‌متری الک شدند، بذرهای باقیمانده روی الک اندازه قطر آن‌ها ۲/۲۵ تا ۲/۵۰ میلی‌متر بود. به این ترتیب هر چهار ژنوتیپ بر اساس اندازه قطر بذر تفکیک شدند. برای اندازه‌گیری وزن هکتولیتر

ابتدا میزان رطوبت بذرها اندازه‌گیری شد. بذرهایی که بر اساس قطر بذر طبقه‌بندی شده بودند، در بشرهایی با حجم یک لیتر به طوری‌که فضای خالی بین آن‌ها وجود نداشته باشد قرار گرفتند (برای اندازه‌گیری وزن و چگالی واقعی)، سپس وزن این مقدار از بذر اندازه‌گیری شد. وزن هکتولیتر بذر برای ارقام مختلف گندم با رطوبت ۱۰ درصد و با اندازه-های مختلف بذر در جدول ۱ گزارش شده است.

عملیات خاک‌ورزی قبل از کاشت در پاییز انجام شد و نمونه مرکبی از عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه جهت آزمون خاک تهیه و به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل گردید (جدول ۲). تمام کود فسفر و پتاسیم و یک سوم کود نیتروژن قبل از کاشت طبق نتایج آزمون خاک و مطابق با توصیه کودی مؤسسه تحقیقات برنج کشور برای گندم به خاک داده شد. همچنین باقی‌مانده کود نیتروژن، یک سوم در مرحله ساقه رفتن و یک سوم قبل از سنبله‌دهی مصرف شد. مشخصه‌های هواشناسی طی فصل رشد در جدول ۳ گزارش شده است. هر کرت شامل ۷ ردیف کاشت به طول ۴ متر و به فاصلهٔ ۲۵ سانتی‌متر، با تراکم ۳۵۰ بذر در مترمربع، بین تیمارها ۵۰ سانتی‌متر و بین دو تکرار یک متر در نظر گرفته - شد. کاشت بذرها در ۹ آذر سال ۱۳۹۱ به‌صورت دستی و در عمق سه سانتی‌متری خاک انجام شد. کلیه عملیات زراعی از قبیل وجین (به‌صورت دستی قبل از بسته شدن کانوپی)، سله‌شکنی، تنک کردن و مبارزه با آفات و بیماری‌ها به‌طور هم‌زمان در کلیه کرت‌ها طی فصل رشد اجرا شد.

برای اندازه‌گیری صفات مرتبط با انتقال مجدد و فتوسنتز جاری، در مراحل گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک تعداد سه بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب شد. برای اندازه-گیری میزان ماده خشک در مرحله گرده‌افشانی، اندام‌های هوایی (ساقه، برگ و سنبله) و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، اندام‌های هوایی (ساقه، برگ و سنبله بدون دانه) به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشکانده و سپس با ترازو توزین شدند. برداشت در اوایل خرداد صورت گرفت و ردیف‌های کناری هر کرت و ۰/۵ متر از دو انتهای هر ردیف به‌عنوان اثرات حاشیه‌ای حذف و دو متر مربع از هر کرت جهت تعیین عملکرد زیستی و عملکرد دانه برداشت شد. صفات اندازه‌گیری شده در این تحقیق عبارت بودند از: میزان انتقال مجدد ماده خشک، کارایی انتقال مجدد ماده خشک، سهم انتقال مجدد ماده خشک، میزان فتوسنتز جاری، کارایی فتوسنتز جاری، سهم فتوسنتز جاری، سرعت تشکیل عملکرد دانه، سرعت تشکیل عملکرد زیستی، عملکرد زیستی و عملکرد دانه.

صفات مربوط به کارایی و سهم انتقال مجدد ماده خشک و نیز سرعت تجمع عملکرد زیستی و سرعت ازدیاد عملکرد دانه بر اساس روابط زیر محاسبه شدند (Majdam *et al*., 2010; Sakinezhad, 2004; Reynolds *et al*., 1998):

میزان ماده خشک در مرحله رسیدگی (بدون دانه) - میزان ماده خشک گیاهی در مرحله گرده افشانی = میزان انتقال مجدد ماده خشک

$$\text{کارایی انتقال مجدد ماده خشک (درصد)} = \frac{\text{میزان ماده خشک انتقال مجدد یافته}}{\text{میزان ماده خشک در مرحله گرده افشانی}} \times ۱۰۰$$

$$\text{سهم انتقال مجدد ماده خشک (درصد)} = \frac{\text{میزان ماده خشک انتقال مجدد یافته}}{\text{وزن دانه}} \times ۱۰۰$$

میزان انتقال مجدد ماده خشک – عملکرد دانه = میزان فتوسنتز جاری

سهم انتقال مجدد – ۱۰۰ = سهم فتوسنتز جاری (درصد)

$$\text{کارایی فتوسنتز جاری (درصد)} = \frac{\text{میزان فتوسنتز جاری}}{\text{میزان ماده خشک گیاهی در مرحله گرده افشانی}} \times ۱۰۰$$

$$\text{سرعت تشکیل عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار در روز)} = \frac{\text{عملکرد زیستی}}{\text{روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک (طول دوره زندگی گیاه)}}$$

$$\text{سرعت تشکیل عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار در روز)} = \frac{\text{عملکرد دانه}}{\text{روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک (طول دوره زندگی گیاه)}}$$

تجزیه و تحلیل آماری طرح با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسات میانگین نیز با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

بحث و نتایج

میزان انتقال مجدد

نتایج آزمایش نشان داد که رقم تأثیر معنی‌داری بر میزان انتقال مجدد مواد نداشت و اندازه بذر تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان انتقال مجدد داشت (جدول ۴) به طوری‌که بیش‌ترین (۳۴۵/۱۷ گرم در متر مربع) و کم‌ترین (۱۲۷/۵۳ گرم در متر مربع) میزان انتقال مجدد به‌ترتیب در بذرهای با اندازه بزرگ‌تر از سه میلی‌متر و ۲/۲۵ تا ۲/۵۰ میلی‌متر مشاهده شد (جدول ۵). میرطاهری و همکاران (Mirtaheri *et al*., 2010) گزارش کردند که ارقام مختلف گندم تفاوت معنی‌داری در انتقال مجدد مواد فتوسنتزی و فتوسنتز جاری دارند. تفاوت ارقام گندم از نظر میزان انتقال مجدد مواد، به قدرت تولیدی آن‌ها در مرحله گرده‌افشانی بستگی دارد. سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در عملکرد دانه غلات دانه‌ریز، بسته به شرایط محیطی در مرحله گرده‌افشانی و رسیدگی دانه و نوع رقم از ۶ تا ۷۳ درصد متغیر است (Akbari *et al*., 2009). ظرفیت منبع، مخزن و سیستم انتقال مواد فتوسنتزی بر عملکرد دانه مؤثر است. ظرفیت خالص تولید هر گیاه به وضعیت انتقال مواد فتوسنتزی بستگی دارد. در مواردی ممکن است منبع و مخزن محدود کننده عملکرد نباشند، بلکه سیستم انتقال مواد فتوسنتزی محدود کننده باشد، وجود مقدار زیاد نشاسته و قند در غلاف برگ‌ها و ساقه‌ها در هنگام برداشت، نشان دهنده محدودیت سیستم انتقال مواد فتوسنتزی است (Pirdashti *et al*., 2003). به‌نظر می‌رسد تولید ماده خشک کم‌تر در مرحله گرده‌افشانی در بذرهای با اندازه کوچک‌تر، کاهش میزان انتقال مجدد در این بذرها را به دنبال دارد. به عبارت دیگر در بذرهای کوچک‌تر مواد تولید شده طی فتوسنتز جاری برای پر شدن دانه کافی است، به همین دلیل بذرهای کوچک دارای بوته‌های ضعیف‌تری هستند. سازوکارهای خودتنظیمی گیاهان و روند تکاملی آن‌ها در جهت استفاده حداکثر از امکانات محیطی به موازات مصرف انرژی کم‌تر است (Naderi and Mosharaf, 2000). بحرانی و طهماسبی سروستانی (Bahrani and Tahmasebi Sarvestani, 2006) میزان انتقال مجدد ماده خشک ارقام گندم زمستانه را تحت تأثیر تیمارهای کودی نیتروژن ۱۳۸ تا ۱۶۰ گرم در متر مربع گزارش کردند.

کارایی انتقال مجدد

اندازه بذر تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر کارایی انتقال مجدد داشت (جدول ۴). بذرهای با اندازه بزرگ‌تر از سه میلی‌متر بیش‌ترین مقدار کارایی انتقال مجدد (۳۲/۲۸ درصد) را به خود اختصاص دادند (جدول ۵)، که نشان می‌دهد این بذرها سهم بیش‌تری از مواد تولید شده در مرحله گرده‌افشانی را انتقال داده‌اند و سیستم انتقال مواد فتوسنتزی کارآمدتری دارند. بذرهای با اندازه بزرگ‌تر از نظر منابع غذایی غنی‌تر هستند و می‌تواند گیاهان قوی‌تری تولید کنند. تولید ماده خشک بیش‌تر در بذرهای بزرگ‌تر، افزایش کارایی انتقال مجدد در این بذرها را به‌دنبال دارد. برای دست‌یابی به عملکردهای بالاتر، علاوه بر انتقال مجدد ماده خشک از اندام‌های رویشی به دانه، تولید ماده خشک بعد از مرحله گرده‌افشانی نیز دارای اهمیت می‌باشد، زیرا تولید ماده خشک بیش‌تر در این مرحله منجر به تولید عملکرد دانه بالاتر می‌شود (Bakhshandeh *et al*., 2013). اندازه بذر تأثیر معنی‌داری بر سرعت رشد گیاهچه داشته و بذرهای با اندازه بزرگ‌تر، سرعت رشد گیاهچه بالاتری دارند (Tavakkoli Kakhki *et al*., 2010). در کاشت ذرت در عمق‌های مختلف (۲، ۴/۵، ۷ سانتی‌متر) افزایش اندازه بذر از کوچک به متوسط تأثیر معنی‌داری بر ماده خشک ساقه نداشت، در حالی که افزایش اندازه بذر از متوسط به درشت، در عمق ۴/۵ ساتی‌متری باعث کاهش ماده خشک ساقه و در عمق هفت سانتی‌متر باعث افزایش ماده خشک ساقه شد. افزایش اندازه بذر در عمق دو و هفت سانتی‌متری باعث

افزایش ماده خشک برگ و در عمق ۴/۵ سانتی‌متری باعث کاهش ماده خشک برگ شد (Chegeni *et al*., 2008).

سهم انتقال مجدد

اندازه بذر تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر سهم انتقال مجدد داشت. نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بذرهای با اندازه ۲/۲۵ تا ۲/۵۰ میلی‌متر کم‌ترین مقدار سهم انتقال مجدد (۴۴/۴۹ درصد) را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). در این بذرها فتوسنتز جاری برای پر کردن دانه کافی است و بیش‌ترین نقش را در عملکرد دانه دارد.

میزان فتوسنتز جاری

اندازه بذر تأثیر معنی‌داری بر میزان فتوسنتز جاری نداشت. رقم تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان فتوسنتز جاری داشت (جدول ۴). بالاترین مقدار فتوستز جاری در ژنوتیپ بومی (۳۰۷/۱۴ گرم در متر مربع) و پایین‌ترین (۱۴۲/۴۶ گرم در متر مربع) آن در رقم مروارید مشاهده شد (شکل ۱). هم‌بستگی معنی‌دار و مثبتی در سطح احتمال یک درصد بین میزان فتوسنتز جاری و عملکرد دانه مشاهده شد ($r=۰/۷۸^{**}$) (جدول ۶). در جوامع گیاهی سیستم بهره‌برداری از انرژی خورشیدی از طریق فتوسنتز می‌باشد. عملکرد گیاهان زراعی بستگی به اندازه و کارایی سیستم فتوسنتزی دارد (Koochaki and Sarmadnia, 2005). اندوخته‌های غذایی موجود در اندام‌های رویشی گیاه، قبل از گرده‌افشانی در شرایطی که فتوسنتز و جذب عناصر معدنی طی پر شدن دانه با مشکل مواجه می‌شود، در عملکرد دانه اهمیت بسزایی دارند (Tahir and Nakata, 2005).

سهم فتوسنتز جاری

اندازه بذر تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر سهم فتوسنتز جاری داشت (جدول ۴). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که با کاهش وزن هکتولیتر و اندازه بذر، سهم فتوسنتز جاری افزایش یافت. تفاوت معنی‌داری بین بذرهای با اندازه ۲/۲۵ تا ۲/۵۰ میلی‌متر و بذرهای با اندازه بزرگ‌تر از سه میلی‌متر مشاهده شد. بذرهای با اندازه بزرگ‌تر از سه میلی‌متر با ۳۱/۴۶ درصد کم‌ترین و بذرهای با اندازه بزرگ‌تر از سه میلی‌متر با ۵۵/۵ درصد، بیش‌ترین سهم فتوسنتز جاری را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). نقش فتوسنتز جاری در عملکرد دانه انتخابی است، زیرا انتقال مجدد در هر دو مرحله انباشت و انتقال نیازمند مصرف انرژی است. در شرایطی که فتوسنتز جاری، برای پر شدن دانه کافی باشد، انتقال مجدد مواد فتوسنتزی محدود می‌شود (Naderi and Mosharaf, 2000).

سرعت تشکیل عملکرد زیستی

ارقام مختلف گندم تفاوت معنی‌داری در سرعت تشکیل عملکرد زیستی نداشتند، اندازه بذر تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر سرعت تشکیل عملکرد زیستی داشت (جدول ۴). تفاوت معنی‌داری بین بذرهای با اندازه ۲/۷۵ تا سه میلی‌متر و ۲/۵۰ تا ۲/۷۵ میلی‌متر با بذرهای با اندازه ۲/۲۵ تا ۲/۵۰ میلی‌متر مشاهده شد و بذرهای با اندازه ۲/۲۵ تا ۲/۵۰ میلی‌متر کم‌ترین میزان سرعت تشکیل عملکرد زیستی (۶۰/۴۱ کیلوگرم در هکتار در روز) را به خود اختصاص دادند (جدول ۵).

سرعت تشکیل عملکرد دانه

ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری در سرعت تشکیل عملکرد دانه داشتند، کم‌ترین سرعت تشکیل عملکرد دانه در رقم مروارید (شکل ۲) مشاهده شد، که کم‌ترین میزان عملکرد دانه را داشتند. اندازه بذر تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر سرعت تشکیل عملکرد دانه داشت (جدول ۴). بذرهای با اندازه ۲/۲۵ تا ۲/۵۰ میلی‌متر تفاوت معنی‌داری با سایر اندازه‌های بذر داشتند و کم‌ترین سرعت تشکیل عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (۱۷/۷۷ کیلوگرم در هکتار در روز) (جدول ۵). در این بذرها با کاهش عملکرد دانه، سرعت تشکیل عملکرد نیز کاهش می‌یابد. استفاده از بذرهای درشت نسبت به بذرهای ریز، موجب افزایش قابل ملاحظه‌ای در خصوصیات کمی و کیفی محصول می‌شود، زیرا بذرهای درشت و متوسط نسبت به بذرهای ریز قدرت اولیه بیش‌تری برای بستن سریع‌تر سایه‌انداز گیاهی دارند که عملکرد نهایی را در آن‌ها افزایش می‌دهد (Ajam Norouzi *et al*., 2011). در سایر پژوهش‌ها نیز وجود تنوع در بین ارقام مختلف گندم از نظر سرعت تشکیل عملکرد زیستی، سرعت تشکیل عملکرد دانه و سرعت پر شدن دانه گزارش شده است. در ارقامی از گندم که سرعت تشکیل عملکرد دانه و سرعت تشکیل عملکرد زیستی بالاتری داشتند، سرعت پر

جدول ۱- وزن هکتولیتر بذر برای ارقام مختلف گندم با رطوبت ۱۰ درصد و با اندازه‌های مختلف قطر بذر

Table 1. Seed hectoliter weight for wheat different cultivars with 10% moisture and with different sizes of seed diameter

رقم Cultivar	قطر بذر (میلی‌متر) Seed diameter (mm)	وزن هکتولیتر (کیلوگرم) HectoLiter (kg)
Koohdasht کوهدشت	≥3	85
Koohdasht کوهدشت	2.75-3	83.5
Koohdasht کوهدشت	2.50-2.75	80
Koohdasht کوهدشت	2.25-2.5	78
Morvarid مروارید	≥3	86
Morvarid مروارید	2.75-3	83
Morvarid مروارید	2.50-2.75	70
Morvarid مروارید	2.25-2.5	68
Moghan3 مغان ۳	≥3	80
Moghan3 مغان ۳	2.75-3	77
Moghan3 مغان ۳	2.50-2.75	75
Moghan3 مغان ۳	2.25-2.5	71
Landrace بومی	≥3	83.6
Landrace بومی	2.75-3	80.8
Landrace بومی	2.50-2.75	80.5
Landrace بومی	2.25-2.5	80

جدول ۲- آزمون خاک در عمق ۳۰ سانتی‌متری از مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج

Table 2. Results of Soil test at a depth of 30 cm in farm of Rice Research Institute

بافت خاک Soil texture	پتاسیم قابل جذب Available Potassium ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب Available Phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل (٪) Total of Nitrogen (%)	کربن آلی(٪) Organic Carbon (%)	اسیدیته گل اشباع (pH)	هدایت الکتریکی Electrical Conductivity ($dS.m^{-1}$)
Silty-Clay	321	26.4	0.15	1.36	7.47	0.71

جدول ۳- پارامترهای هواشناسی در طول فصل رشد (۹۲-۱۳۹۱)

Table 2. Weather parameters during growth season (2012-2013)

خرداد May	اردیبهشت Apr- May	فروردین Mar- Apr	اسفند Feb- Mar	بهمن Jan- Feb	دی Dec- Jan	آذر Nov- Dec	پارامترهای هواشناسی Weather parameters
20.88	18.3	14.37	10.63	10.11	7.6	10.96	متوسط دما (درجه سانتی گراد) Average of temperature (ċ)
0.3	0.2	1.51	1.3	4.13	2.49	3.33	متوسط بارندگی (میلیمتر) Average of rain (mm)
73.18	72.72	79.56	80.86	79.48	78.93	83.04	متوسط رطوبت نسبی (درصد) Average of relative humidity (%)

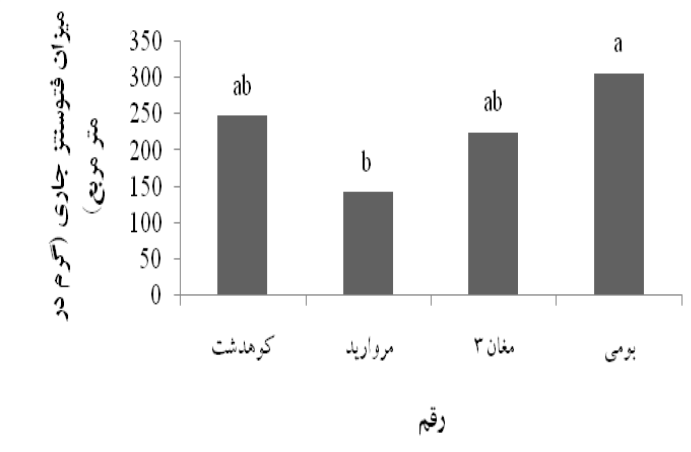
جدول ۴- تجزیه واریانس صفات انتقال مجدد و فتوسنتز جاری تحت تأثیر رقم و اندازه بذر

Table 4. Variance analysis of remobilization and transient photosynthesis traits under the influence of cultivar and seed size

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میزان انتقال مجدد Remobilization	کارایی انتقال مجدد Remobilization efficiency	سهم انتقال مجدد Contribution of remobilization	میزان فتوسنتز جاری Transient photosynthesis	کارایی فتوسنتز جاری Transient photosynthesis efficiency	سهم فتوسنتز جاری Transient photosynthesis contribution	سرعت تشکیل عملکرد زیستی Speed up biological yield	سرعت تشکیل عملکرد دانه Speed up grain yield	عملکرد زیستی Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
رقم Cultivar	3	7675.39	0.0017	0.036	55835.34	0.035	0.036	1075.78	311.31	31855468.8	9245860.73
اندازه بذر Seed size	3	109315.87	0.095	0.151	29883.71	0.022	0.151	3119.44	542.86	94522135.4	16446814.14
C × S	9	4262.47	0.0048	0.022	9382.13	0.027	0.022	712.06	63.68	21445746.5	1921178.3
خطا Error	30	3324.69	0.0036	0.041	16727.75	0.032	0.041	383.17	68.54	11614323	2088154.4
CV (%)	-	22.72	12.43	24.03	33.12	30.46	28.15	24.08	29.8	24.04	29.84

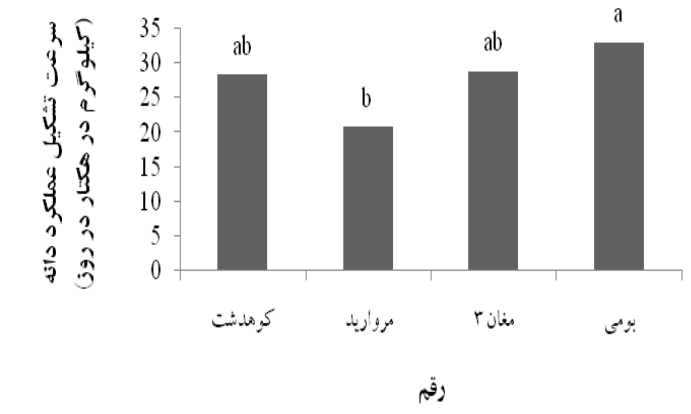
^{ns}عدم وجود اختلاف معنی‌دار و * و** به‌ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

^{ns} Non-significant and * and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively



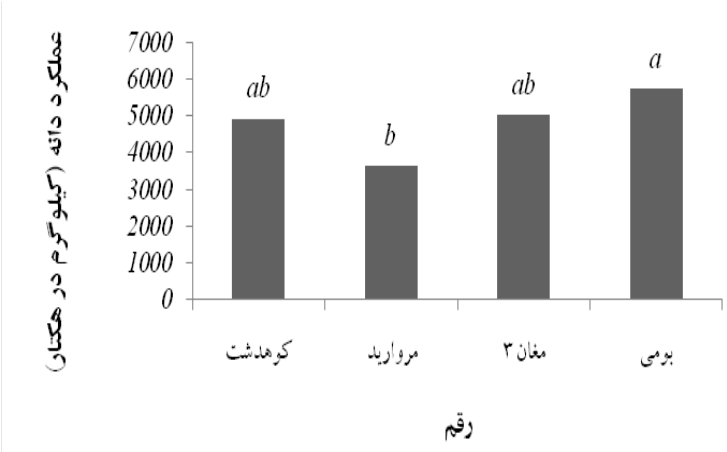
شکل ۱- اثر رقم بر میزان فتوسنتز جاری

Figure 1. Effect of cultivar on Transient photosynthesis



شکل ۲- اثر رقم بر سرعت تشکیل عملکرد دانه

Figure 2. Effect of cultivar on speed up grain yield



شکل ۳- اثر رقم بر عملکرد دانه

Figure 3. Effect of cultivar on grain yield

جدول ۵-مقایسه میانگین صفات انتقال مجدد و فتوسنتز جاری تحت تأثیر اندازه بذر

Table 5. Mean comparison of remobilization and transient photosynthesis traits under the influence of seed size

اندازه بذر Seed size (mm)	میزان انتقال مجدد Remobilization	کارایی انتقال مجدد Remobilization efficiency	سهم انتقال مجدد Contribution of remobilization	میزان فتوسنتز جاری Transient photosynthesis	سرعت تشکیل عملکرد زیستی Speed up biological yield	سرعت تشکیل عملکرد دانه Speed up grain yield	عملکرد زیستی Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
≥3	345.17^{a}	32.28^{a}	68.53^{a}	31.46^{b}	76.98^{ab}	31.01^{a}	13417	5406.3^{a}
2.75-3	306.04^{a}	22.93^{b}	57.11^{ab}	42.88^{ab}	95.94^{a}	32.28^{a}	16729	5617.9^{a}
2.5-2.75	236.29^{b}	18.31^{bc}	51.24^{ab}	48.76^{ab}	91.8^{a}	30.08^{a}	16000	5243.3^{a}
2.25-2.5	127.53^{c}	14.85^{c}	44.49^{b}	55.5^{a}	60.41^{b}	17.77^{b}	10542	3101.3^{b}

اعدادی که در هر ستون دارای حرف مشترک نیستند، دارای اختلاف معنی‌دار با آزمون توکی در سطح ۵ درصد می‌باشند.

Means with different superscript letters are significantly different at $P\leq0.05$ according to LSD test.

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات انتقال مجدد و فتوسنتز جاری

Table 6. Correlation coefficients between remobilization and transient photosynthesis traits

منابع تغییر S.O.V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.81**	0.5*	0.07^{ns}	0.78**	0.18^{ns}	-0.07^{ns}	0.79**	0.99**	0.78**	1
9	0.62**	0.03^{ns}	0.08^{ns}	0.64**	0.63**	-0.08^{ns}	0.99**	0.78**	1	
8	0.81**	0.5*	0.06^{ns}	0.79**	0.19^{ns}	-0.06^{ns}	0.79**	1		
7	0.62**	0.03^{ns}	0.08^{ns}	0.64**	-0.09^{ns}	-0.08^{ns}	1			
6	-0.59*	-0.59*	-1**	0.51*	0.86**	1				
5	-0.3^{ns}	-0.17^{ns}	-0.86**	0.63**	1					
4	0.29^{ns}	0.01^{ns}	-0.51*	1						
3	0.59*	0.59*	1							
2	0.77**	1								
1	1									

^{ns}عدم وجود اختلاف معنی‌دار و * و** به‌ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

^{ns} Non-significant and * and ** significant at 5% and 1% probability levels, respectively

۱- میزان انتقال مجدد (Remobilization)؛ ۲- کارایی انتقال مجدد (Remobilization efficiency)؛ ۳- سهم انتقال مجدد (Contribution of remobilization)؛ ۴- میزان فتوسنتز جاری(Transient photosynthesis)؛ ۵- کارایی فتوسنتز جاری (Transient photosynthesis efficiency)؛ ۶- سهم فتوسنتز جاری (Transient photosynthesis contribution)؛ ۷- سرعت تشکیل عملکرد زیستی (Speed up biological yield)؛ ۸- سرعت تشکیل عملکرد دانه (Speed up grain yield) ؛ ۹- عملکرد زیستی (Biological yield)؛ ۱۰- عملکرد دانه (Grain yield)

شدن دانه بیش‌تر بود (Reynolds *et al*., 1998). ارقام مختلف گندم، سرعت تشکیل عملکرد دانه متفاوتی دارند و کاهش شدیدتر عملکرد دانه نسبت به کاهش طول دوره رشد گیاه، باعث کاهش سرعت تولید عملکرد دانه می‌شود (Karimzadeh sooreshjani *et al*., 2012). افزایش سرعت پر شدن دانه می‌تواند کاهش وزن دانه را در شرایط دشوار که عمدتاً از طریق کوتاه شدن دوره پر شدن دانه حادث می‌گردد، جبران نماید (Hoseinpour *et al*., 2006).

عملکرد زیستی

نتایج نشان داد که اندازه بذر تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد زیستی داشت (جدول ۴)، به طوری‌که بذرهای با اندازه ۲/۲۵ تا ۲/۵۰ میلی‌متر کم‌ترین عملکرد زیستی را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). اندازه بذر یکی از عواملی است که می‌تواند استقرار، سرعت رشد و عملکرد گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار دهد. به نظر می‌رسد که بذرهای با اندازه کوچک‌تر از نظر صفات مورفولوژیک مانند ارتفاع بوته، طول میانگره‌های ساقه و قطر ساقه ضعیف‌تر باشند و چون ساقه‌ها یکی از بخش‌های ذخیره مواد فتوسنتزی هستند، عملکرد زیستی پایین‌تری را می‌توان در این بذرها انتظار داشت. در گندم دوروم درصد جوانه‌زنی پایین بذرهای کوچک احتمالاً به‌دلیل مقدار کم عناصر غذایی است که می‌تواند وزن گیاهچه را نسبت به بذرهای بزرگ کاهش دهد. همچنین گیاهچه‌های حاصل از بذرهای بزرگ‌تر شاخص ویگور بالاتری دارند که می‌تواند باعث بهبود استقرار گیاهچه و عملکرد شود (Amin and Brinis, 2013).

عملکرد دانه

نتایج نشان داد، دو عامل رقم و اندازه بذر تأثیر معنی‌داری به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد بر عملکرد دانه داشتند. بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب در ژنوتیپ بومی و رقم مروارید مشاهده شد. پس از ژنوتیپ بومی، رقم مغان ۳ بیش‌ترین میزان عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (شکل ۳)، زیرا این رقم به‌عنوان رقمی جدید و سازگار با اقلیم گرم و مرطوب سواحل خزر معرفی شده است (Vahabzadeh *et al*., 2008). همچنین بذرهای با اندازه ۲/۷۵ تا سه میلی‌متر بالاترین عملکرد دانه و بذرهای با اندازه ۲/۲۵ تا ۲/۵۰ میلی‌متر کم‌ترین عملکرد دانه را داشتند (جدول ۵)، این نتایج با یافته‌های زارعیان و همکاران (Zareian *et al*., 2013) که گزارش کردند بذرهای با اندازه ۲/۸ تا سه میلی‌متر بیش‌ترین عملکرد دانه را دارند، مطابقت دارد. هم‌بستگی معنی‌دار و مثبتی در سطح احتمال یک درصد بین میزان انتقال مجدد ماده خشک و عملکرد دانه مشاهده شد ($r=۰/۸۱^{**}$) (جدول ۶). به نظر می‌رسد در بذرهای با اندازه ۲/۲۵ تا ۲/۵۰ میلی‌متر، محدودیت دسترسی به منابع غذایی، استقرار، رشد و در نهایت عملکرد گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج متفاوتی پیرامون ارتباط بین اندازه بذر و عملکرد گزارش شده است. برخی از محققان معتقدند که بذرهای بزرگ‌تر، گیاهچه‌های با بنیه و عملکرد بالاتری تولید می‌کنند (Amin and Brinis, 2013). استفاده از بذرهای بزرگ‌تر، سبب بهبود استقرار بوته و افزایش عملکرد خواهد شد (Hampton, 1981). در حالی‌که برخی دیگر معتقدند بذرهای بزرگ‌تر به‌دلیل ایجاد محدودیت (پنجه‌زنی و سایه‌اندازی بیش‌تر و رقابت در دسترسی به منابع) در اوایل رشد منجر به افزایش عملکرد نخواهند شد (Mian and Nafziger, 1992). خواجه‌پور (Khajehpour, 2010) گزارش کرد که بذرهای خیلی کوچک‌تر از میانگین دارای جنین کوچک و مواد ذخیره‌ای کمی بوده و قدرت سبز شدن کم‌تری نسبت به بذرهایی با اندازه متوسط دارند و ممکن است نتوانند فضای تخصیصی را پر کنند. بذرهای بسیار درشت به دلایل ناشناخته‌ای نشت مواد به خارج داشته و درصد سبز شدن پایین‌تری نسبت به بذرهای با اندازه میانگین دارند (Khajehpour, 2010). صادقی و همکاران (Sadeghi *et al*., 2010) گزارش کردند، بذرهای کوچک ممکن است بهتر جوانه بزنند، اما گیاهچه‌های ضعیف‌تری تولید می‌کنند و قدرت پنجه‌زنی کم‌تری دارند و عملکرد تک بوته‌ها در آن‌ها نسبت به زمانی‌که از بذرهای درشت استفاده می‌شود، کم‌تر است. کوچکی و بنایان اول (Koochaki and Banayan Aval, 1994) اظهار داشتند که رابطه مثبتی بین وزن خشک کل اندام‌های هوایی گیاه و عملکرد دانه وجود دارد، با این وجود حداکثر تولید ماده خشک کل لزوماً رابطه مستقیمی با بیش‌ترین عملکرد دانه ندارد، زیرا مسیر تشکیل عملکرد زیستی و عملکرد اقتصادی متفاوت است. بنابراین اندازه بذر یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی بذر است، که

های ضعیف و در نهایت عملکرد کم‌تری داشتند. بذرهای با اندازه بزرگ‌تر استقرار مؤفق‌تری در مزرعه دارند و با تولید ماده خشک بیش‌تر به افزایش عملکرد زیستی و عملکرد دانه منجر می‌شوند.

می‌تواند انتقال مجدد مواد فتوسنتزی، فتوسنتز جاری طی پر شدن دانه و عملکرد گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار دهد. در بذرهای بزرگ‌تر سهم انتقال مجدد و در بذرهای با اندازه کوچک‌تر سهم فتوسنتز جاری در پر شدن دانه بیش‌تر است. بذرهای کوچک به دلیل ذخایر غذایی کم‌تر گیاهچه-

منابع

Ahmadi, A., SioSemardeh, A. and Zali, A. 2004. A comparison between the capacity of photoassimilate storage and remobilization, and their contribution to yield in four wheat cultivars under different moisture regimes. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 35(4): 921-931. (In Persian)**(Journal)**

AjamNorouzi, H., Sadeghnezhad, A. and Gezanchian, G. 2010. Effect of seed size and quality on yield and yield components of dryland wheat in saline lands of Gorgan. New Findings of Agriculture, 1: 53-61. (In Persian)**(Journal)**

Akbari, G.A., Salehi-Zarkhooni, R., Mottaghi, S., Lotfifar, O., Yusefi- Rad, M. and Nasiri, M. 2010. Comparision of yield, yield components and remobilization of assimilates in old and new rice genotypes. Plant Production Technology, 1(2): 21-32. (In Persian)**(Journal)**

Amin, C. and Brinis, L. 2013. Effect of seed size on germination and establishment of vigorous seedling in durum wheat. Advances in Environmental Biology, 1: 77-81. **(Journal)**

Bahrani, A. and Tahmasebi Sarvestani, Z. 2006. Effects of rate and time of nitrogen fertilizer on yield, yield component and dry matter remobilization efficiency in two winter wheat cultivars. Journal of Agricultural Sciences, (2): 369-377. (In Persian)**(Journal)**

Bakhshandeh, S., Soltani, A., Zeinali, E. and Ghadiryan, R. 2013. Study of dry matter and nitrogen accumulation, remobilization and harvest index in bread and durum wheat cultivars. Electronic Journal of Crop Production, 6(1): 39-59. (In Persian)**(Journal)**

Blum, A. 1996. Improviing wheat grain filling under stress by stem reserve utilization. 5th International Wheat Conference. Ankara, Turkey, pp.135-142. **(Conference)**

Bockus, W. W. and Shroyer, P.J. 1996. Effect of seed size on seedling vigor and forage production of winter wheat. Canadian Journal of Plant Science, 76: 101-105. **(Journal)**

Borras, L., Slafar, G.A. and Otegui, M.E. 2004. Seed dry weight response to source-sink manipulation in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. Field Crop Research, 86: 131-146. **(Journal)**

Chegeni, H., Khoorgami, A., Shiranirad, A.H. and Momeni, J. 2008. Effect of plant date, seed size and plant depth on grain yield and yield components of maize hybrid K.S.C.500. Journal of Research in Agricultural Science, 2: 130-138. (In Persian)**(Journal)**

Emam, Y. 2007. Cereal production. 3rd Edition, Shiraz University Publication, 200p. (In Persian)**(Book)**

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. FAOSTAT. (available at www. Fao.org). **(Website)**

Grieve, C.M. and Francoise, L.E. 1992. The importance of initial seed size in wheat response to salinity. Plant and Soil, 147: 197-205. **(Journal)**

Hamam, K.A. 2008. Increasing yield potential of promising bread wheat lines under drought stress. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 4: 842-860. **(Journal)**

Hampton, J.G. 1981. The extent and significant of seed size variation in Newzealand wheats. NewZealand Journal of Experimental Botany, 9: 179-183. **(Journal)**

Hoseinpour, T., Siadat, S. A., Mamaghani, R., Fathi, G. and Rafiei, M. 2006. Study the rate and duration of grain filling in wheat genotypes under dryland conditions in Kouhdasht of Lorestan. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources (Special of Agronomy and Plant Breeding), 2: 66-77. (In Persian)**(Journal)**

Karimzadeh Soureshjani, H., Emam, Y. and Moori, S. 2012. Effect of post-anthesis drought stress on yield, yield components and canopy temperature of bread wheat cultivars. Journal of Plant Process and Function, 1(1): 38-56. (In Persian)**(Journal)**

Khajehpour, M.R. 2010. Principles and Fpundations of Agronomy. 3rd Edition. Acecr Isfahan University Technology Branch. 654p. (Book)**(Journal)**

Khazaei, H., Zarea Feizabadi, A. and Beheshti, S. A. 2011. Effect of harvesting time on quantitative and qualitative characteristics of seed in different tomato (*Lycopersicon esculentum*) cultivars. Seed and Plant Production, 27(1): 21-40. (In Persian)**(Journal)**

Kobata, T., Jiro, A. and Turner, N.C. 1992. Rate of development of post anthesis water deficits and grain filling of spring wheat. Crop Science, 32: 1238-1242. **(Journal)**

Koocheki, E. and Banayan Avval, M. 1994. Crop yield physiology. Jihad-E-Daneshgahi Mashhad Publication, Mashhad, Iran, 380p. (In Persian)**(Book)**

Koocheki, E. and Sarmadnia, Gh. 2005. Crop physiology. (Translation). Jihad-E-Daneshgahi Mashhad Publication, Mashhad, Iran, 467p. (In Persian)**(Book)**

Majdam, M., Naderi, A., NoorMohammadi, Gh., Siadat, S.A. and Ayenehband, A. 2009. Effect of water deficit stress and nitrogen management on grain yield, dry matter remobilization and transient photosynthesis of grain corn under Khoozestan climate conditions (Ramin). Crop Physiology, Islamic Azad University, Ahwaz Branch, 1: 137-144. (In Persian)**(Journal)**

Mian, A.R. and Nafziger, E.D. 1992. Seed size effect on emergence, head number and grain yield of winter wheat. Journal of Production Agriculture, 5: 265-268. **(Journal)**

Mirtaheri, M., Syadat, S., Najafi, M., Fathi, Gh. and Alami Saeed, Kh. 2010. Effect of drought stress in remobilization of dry matter in five varieties of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 8(2): 308-314. (In Persian)**(Journal)**

Moshatati, A., Hejazi, A., Kian Mehr, M.H., Sadat Noori, S.A. and Gharineh, M.H. 2009. Effect of seed weight on germination and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedling in Pishtaz variety. Electronic Journal of Crop Production, 2(1): 137-144. (In Persian)**(Journal)**

Moussavi Nik, M., Babaeian, M. and Tavassoli, A. 2011. Effect of seed size and genotype on germination characteristic and seed nutrient content of wheat. Scientific Research and Essays, 9: 2019-2025. **(Journal)**

Naderi, A. and Moshref, G. 2000. Effects of drought stress on grain yield and Its affiliates agronomic characteristics in wheat genotypes. Proceedings of the 6th Iranian Congrees in Agronomy and Plant Breeding, Babolsar, Iran, p:555. (In Persian)**(Conference)**

Ohm, J.B., Chango, K. and Deyoe, C.W. 1998. Single kernel characteristics of hard winter wheats in relation to milling and baking quality. Cereal Chemistry, 1: 156-161. **(Journal)**

Pirdashti, H., Tahmasebi Sarvestani, Z. and Nasiri, M. 2003. Study on dry matter and nitrogen remobilization in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes under different transplanting dates. Iranian Journal of Crop Sciences, 5(1): 46-55. (In Persian)**(Journal)**

Reynolds, M.P., Singh, R.P., Ibrahim, A., Ageeb, O.A.A., Larquesaavedra, A. and Quick, J.S. 1998. Evaluating physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. Euphytica Netherlands Journal of Plant Breeding, 100: 85-94. **(Journal)**

Roustaei, M., Hoseini, S.K., Hoseinvar, T., Kalateh, M., Hoseinpour, M., Amiri, A., Khalilzadeh, G.R., Mohammadi, M., Naraki, F., Mahfouzi, B., Torabi, M., Banisadr, N., Mokhtarpour, H. and Vahabzadeh, M. 2001. The introduction of new varieties of bread wheat, Koohdasht. Research Publication of Plant and Seed, 2: 230-233. (In Persian)

Sadeghi, H., MirShekarnezhad, B., Sheidaei, S. and Darvishi, F. 2010. Effect of seed size on quantitative characteristics, appearance and establishment percentage of safflower in field condition. Journal of Crop Ecophysiology, 1: 1-7. (In Persian)**(Journal)**

Sakinezhad, T. 2003. Study the effect of water stress on the process of nitrogen, phosphorus and sodium uptake in growth different courses due to the morphological indices under climate conditions of Ahwaz. Ph.D Thesis of Crop Physiology, Islamic Azad University, Branch of Ahwaz. (In Persian)**(Thesis)**

Seed and Plant Improvement Institute. 2009. Morvarid, bread wheat new variety Resistant to fungal diseases, suitable for hot and humid areas in north of Iran. www.spii.ir. (In Persian)**(Website)**

Tahir, I.S.A. and Nakata, N. 2005. Remobilization of nitrogen and carbohydrate from stems of bread wheat in response to heat stress during grain filling. Journal of Agronomy and Crop Science, 42: 106-115. **(Journal)**

Tavakkoli Kakhki, H.R., Beheshti, A.R. and Kazemi, M. 2010. Effect of seed size on seed vigour indices in wheat different cultivars. Iranian Journal of Field Crops Research, 8(2): 194-202. (In Persian)**(Journal)**

Vahabzadeh, M., Aminzadeh, G., Ghasemi, M., Kalateh, M., Jafarbai, J., Khavarinezhad, S., Abedi Parikhan, M., Fallah, H., Tarinezhad, A., Abroodi, A., Saeidi, A., Yahyaei, G., Nourinia, A.A., Nazari, K., Afshari, F., Torabi, M., Seraj Azari, M., Dehghan, M., Ahmadian Moghaddam, M., Ramaei, M., DadRezaei, S.T. and Pirayeshfar, B. 2008. The introduction of Moghan 3 cultivar, bread wheat new variety for hot and humid climate of the Caspian sea coast, Iran, Seed and Plant Production Journal, 4: 767-770. (In Persian)**(Journal)**

Willenborg, C.J., Wildeman, J.C., Miller, A.K., Rossnagel, G. and Shirtliffe, S.J. 2005. Oat germination characteristics differ among genotypes, seed size and osmotic potential. Crop Science, 45: 2023-2029. **(Journal)**

Zareian, A., Hamidi, A., Sadeghi, H. and Jazaeri, M.R. 2013. Effect of seed size on some germination characteristics, seedling emergence percentage and yield of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in laboratory and field. Middle-East Journal of Scientific Research, 8: 1126-1131. **(Journal)**

Study the amount of dry matter remobilization and current photosynthesis in different seed sizes of four wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in Rasht climate

Matin Forouzi[1], Seyed MohammadReza Ehteshami[2*], Masoud Esfahani[2], Mohammad Rabiei[3]

Received: July 13, 2014 Accepted: November 10, 2014

Abstract

In order to study the effect of seed size on the production and dry matter accumulation and remobilization of assimilates to the grain of four bread wheat cultivars, an experiment was carried out in 2012-2013 in research farm of Rice Research Institute. A factorial experiment arrangement in randomized complete block design with three replications was used. Treatments in this study consist of four levels of seed diameter size (2.25- 2.5 mm, 2.5- 2.75 mm, 2.75- 3 mm and larger than 3 mm) and cultivars (Kohdasht, Moghan 3, Morvarid and native genotype). Results showed that cultivar had significant effect on amount of current photosynthesis, rate of yield accumulation and grain yield. Seed size had a significant effect on amount of dry matter remobilization, remobilization efficiency, contribution of remobilization, contribution of current photosynthesis, rate of grain yield accumulation, rate of biological yield accumulation, biological yield and grain yield. Seed with size greater than 3 mm had the maximum amount of dry matter remobilization (345.17 $g.m^{-2}$), remobilization efficiency (32.28%) and contribution of remobilization (68.53%), while the seeds with size 2.25- 2.5 mm had the maximum contribution of current photosynthesis (55.5%). Morvarid cultivar and seed size 2.25- 2.5 mm had the lowest rate of biological yield accumulation (60.41 $Kg.ha^{-1}.day^{-2}$), biological yield (10542 $Kg.ha^{-1}$), rate of grain accumulation (17.77 $Kg.ha^{-1}.day^{-2}$) and grain yield (3101.3 $Kg.ha^{-1}$). The interaction of experimental treatments was significant in no one characteristic. Therefore, Native genotype and 2.75- 3 mm seed size due to better distribution of assimilates in important yield characteristics were more suitable.

Key words: Bread wheat; Current photosynthesis; Grain yield; Remobilization; Seed size

1. MSc student of Seed Science and Technology, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
2. Faculty members, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
3. Ph.D student of Agronomy, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
*Corresponding author: smrehteshami@yahoo.com