نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۹، شماره ۲ ، سال ۱۳۹۰، ص ۲۶۴-۲۵۸

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 9, No. 2, 2011, p. 258-264

بررسی رابطه منبع و مخزن فیزیولوژیکی در ژنوتیپ‌های گندم (*Triticum aestivum and T. durum*) و تریتیکاله (*Triticale hexaploid* Lart.) در شرایط محیطی اهواز

عادل مدحج [۱]

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۱۵
تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۲۶

چکیده

به منظور بررسی رابطهٔ منبع و مخزن و همچنین سهم فتوسنتز جاری و توزیع مجدد مواد فتوسنتزی به دانه در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در منطقه اهواز اجرا گردید. از سه رقم گندم (شوا، سیمره و تارو) و دو ژنوتیپ تریتیکاله (رقم ژوانیلو ۹۲ و لاین۴۵) استفاده شد و با حذف ۵۰ درصد از سنبلچه‌های روی سنبله (حذف سنبلچه‌های یک سمت سنبله) در سنبله ساقه‌های اصلی و همچنین پنجه‌ها، تغییرات وزن دانه در سنبلچه‌های باقی مانده بررسی شد. نتایج نشان داد بیشترین و کمترین عملکرد دانه (به ترتیب ۴۷۷ و ۳۵۱ گرم در متر مربع) به ترتیب به رقم تریتیکاله ژوانیلو ۹۲ و لاین ۴۵ اختصاص داشت. عملکرد دانه بالا در ژنوتیپ ژوانیلو۹۲ به دلیل عملکرد بیولوژیکی، تعداد دانه در سنبله، سنبلچه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله بیشتر در این ژنوتیپ بود. وزن دانهٔ ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سنبله‌های حذف سنبلچه شده افزایش یافت، بنابراین تمامی ژنوتیپ‌ها دارای محدودیت منبع بودند. میزان محدودیت منبع در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله به ترتیب۲۲ و ۳۰/۷ درصد ارزیابی شد. ارقام گندم محدودیت منبع کمتری نسبت به ژنوتیپ‌های تریتیکاله داشتند. میانگین افزایش وزن دانه نسبت به سنبله‌های شاهد در تیمارهای حذف سنبلچه‌های سنبلهٔ اصلی ۲۲/۲ و پنجه‌ها ۲۹ درصد ارزیابی شد. احتمالاً دلیل این واکنش، انتقال مواد فتوسنتزی از ساقه‌های اصلی به پنجه‌ها در هنگام حذف تعدادی از سنبلچه‌های روی سنبله بود. به نظر می‌رسد در شرایط مطلوب، گزینش ژنوتیپ‌های پر محصول گندم و تریتیکاله باید بر اساس تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانهٔ بیشتر صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: محدودیت منبع، انتقال مجدد، گندم، تریتیکاله

مقدمه

وزن دانه یکی از مؤلفه‌های مهم عملکرد در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله بشمار می‌رود. این مؤلفه از یک سو به میزان مواد فتوسنتزی (منبع) موجود، بویژه در مراحل اولیه رشد دانه و از سوی دیگر به ظرفیت و توانایی دانه‌های در حال رشد (مخازن) برای ذخیره این مواد فتوسنتزی بستگی دارد. یکی از راهکارهای دستیابی به عملکرد بالا در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی به مخازن اقتصادی یا دانه‌ها است (۱، ۴ و۱۰). منابع تأمین کننده مواد فتوسنتزی برای پر شدن دانه‌ها شامل فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی (ساقه و غلاف برگ) و حرکت مجدد مواد ذخیره شده در اندام‌های رویشی بعد از گرده‌افشانی تا ابتدای رشد خطی دانه می‌باشند، که به مجموع حرکت مجدد و انتقال مجدد، توزیع مجدد گفته می‌شود (۲ و ۹).

چنانچه عرضه مواد پرورده به دانه‌ها به دلایل مختلف کاهش یابد تشدید محدودیت منبع صورت می‌گیرد. ژنوتیپ‌های قدیمی گندم و تریتیکاله از محدودیت منبع کمتری برخوردار بودند، اما میانگین مقدار محدودیت منبع ژنوتیپ‌های پاکوتاه جدید، که به دلیل تعداد دانه بیشتر و همچنین افزایش وزن بالقوهٔ دانه از عملکرد دانه بیشتری برخوردار هستند، افزایش یافته است (۳). در برخی پژوهش‌ها گزارش شده که افزایش تعداد دانه در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله پر محصول جدید، تا حدودی با افزایش قابل ملاحظه در گنجایش فتوسنتز بعد از گرده‌افشانی همراه بوده که این امر باعث کاهش تشدید محدودیت منبع می‌شود و بنابراین عدم کاهش شدید وزن دانه را به دنبال خواهد داشت (۳ و ۱۶). به منظور ارزیابی میزان محدودیت منبع و نحوهٔ عرضهٔ مواد پرورده بر رشد دانه، تیمارهایی نظیر

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر
(*- نویسنده مسئول : E-mail: adelmodhej2006@yahoo.com)

غنی‌سازی گاز کربنیک، حذف گزینشی دانه‌ها (۵، ۱۷و۲۰) و تنک کردن تعدادی از بوته‌ها (۱۲) بکار گرفته می‌شود. روش معمول برای مطالعهٔ میزان محدودیت منبع حذف تعدادی از سنبلچه‌ها است. حذف سنبلچه، تعداد دانه و اندازه مخزن را کاهش داده و موجب افزایش نسبت منبع به مخزن می‌شود. ژنوتیپ‌هایی که به کاهش مخزن واکنش نشان داده و وزن دانه‌های باقی مانده افزایش یابد ژنوتیپ‌هایی با منبع محدود به شمار می روند (۱۲ و ۱۹). با توجه به اهمیت بررسی روابط منابع و مخازن فیزیولوژیکی، پژوهش‌های متعددی در این زمینه انجام شده است. مدحج و ذاکرنژاد (۶) گزارش دادند، با حذف ۷۵ و ۵۰ درصد از سنبلچه‌های روی سنبله در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله وزن دانه‌های باقی مانده به ترتیب ۱۷/۴ و ۹/۶ درصد افزایش یافت. این محققان نتیجه گرفتند، افزایش مدت پر شدن دانه در تیمارهای حذف سنبلچه موجب افزایش وزن دانه‌ها شد.

ما و همکاران (۱۴) گزارش کردند که با حذف ۵۰ درصد سنبلچه‌های سنبلهٔ اصلی، میزان افزایش وزن دانه ۹ تا ۳۲ درصد بود. این محققان همچنین بیان نمودند که یک روش دقیق باید برای ارزیابی تعداد بیشتری از ژنوتیپ‌ها مورد استفاده قرار گیرد. بروکنر و فروهبرگ (۱۲) با حذف ۷۰ درصد سنبلچه‌ها، میانگین محدودیت منبع را در دوران پس از گلدهی در ۲۰ ژنوتیپ گندم ۱۶/۴ درصد ارزیابی نمودند (دامنه محدودیت در ژنوتیپ‌ها ۷/۱ تا ۴۱/۵ درصد متغیر بود).

ما و همکاران (۱۴) حذف سنبلچه در سنبله‌های اصلی و سنبله‌های مربوط به پنجه‌ها را در ژنوتیپ‌های مختلف گندم بررسی نمودند. مطالعات این محققان نشان داد، افزایش وزن دانه‌های باقی مانده در ساقه اصلی (۲۳-۹درصد) نسبت به دانه‌های باقی مانده از سنبله‌های حذف سنبلچه شده در پنجه‌ها (۱۰ تا ۲۶ درصد) کمتر بود. دلیل این عکس‌العمل انتقال مواد فتوسنتزی از ساقه اصلی به پنجه‌ها در هنگام حذف تعدادی از سنبلچه‌های ساقه اصلی، گزارش شد.

نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که اکثر ژنوتیپ‌های گندم جدید اصلاح شده با محدودیت منبع روبرو هستند (۳ و ۱۸). میزان محدودیت منبع ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف، متفاوت بوده و به نظر می‌رسد بررسی میزان محدودیت در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله در یک منطقه منعکس کننده میزان سازگاری ژنوتیپ به آن شرایط آب و هوایی باشد. اگر چه روابط مخزن و منبع فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های گندم به تعداد زیادی مورد مطالعه قرار گرفته است، اما بررسی وضعیت این روابط در ساقه‌های اصلی و پنجه‌ها و همچنین رابطه این صفات با عملکرد دانه و اجزای آن کمتر بررسی شده است. در تحقیق حاضر رابطه منبع و مخزن فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز با عرض جغرافیایی ´۲۰ :°۳۱ شمالی و طول جغرافیایی ´۴۱ :°۴۸ شرقی و در سه کیلومتری جنوب غرب شهرستان اهواز انجام گرفت. خاک محل آزمایش لومی رسی بود. میانگین حداکثر، حداقل و متوسط دما در طی فصل رشد به ترتیب ۲۵/۸، ۱۴ و ۱۹/۹ درجه سانتیگراد ارزیابی شد. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش تعداد سه رقم گندم شامل دو رقم گندم نان (تارو و سیمره)، یک رقم گندم دوروم (شوا) و دو ژنوتیپ تریتیکاله (ژوانیلو۹۲ و لاین۴۵) بودند. طرح آماری مورد استفاده بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار بود. کود نیتروژن از منبع اوره به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و فسفر به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر از منبع فسفات آمونیوم به خاک اضافه شد. مقدار نیتروژن موجود در فسفات آمونیوم محاسبه و از مقدار توصیه شده کسر شد. یک سوم کود نیتروژن و تمامی کود فسفر به صورت پایه بعد از دیسک اول در مزرعه توزیع و توسط دیسک دوم با خاک مخلوط شد. بقیه کود نیتروژن بطور مساوی در دو مرحله طویل شدن ساقه (یک سوم) و ظهور سنبله (یک سوم) به صورت سرک مصرف شد. مقدار بذر بر اساس توصیه‌های پژوهشی (۵) با تراکم ۵۰۰ و۴۵۰ دانه در متر مربع به ترتیب برای ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله تعیین گردید. کشت ژنوتیپ‌ها در شش خط کشت در هر کرت صورت گرفت. طول هر خط سه متر و فاصله بین ردیف‌ها ۰/۲ متر بود. به منظور بررسی میزان محدودیت منبع در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، حذف سنبلچه اعمال شد که عبارت از حذف ۵۰ درصد از سنبلچه‌های سنبلهٔ اصلی و حذف ۵۰ درصد از سنبلچه‌های پنجه‌ها بود. به این منظور نیمی از سنبلچه‌های یک سمت سنبله حذف شدند. هر خط کاشت سه متری به شش قسمت نیم متری تقسیم شد و نیم متر اول و آخر هر خط به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد، حذف سنبلچه در خطوط نیم متری اعمال شدند (۵). پس از محاسبه وزن دانه در سنبله‌های دست نخورده و حذف سنبلچه، میزان محدودیت منبع با استفاده از رابطهٔ (۱) محاسبه گردید:

$$S.L = (\frac{a}{b} - 1) \times 100 \qquad (۱)$$

در این رابطه S.L ، a و b به ترتیب محدودیت منبع بر حسب درصد، وزن دانه در سنبله های حذف سنبلچه شده و وزن دانه در سنبله های شاهد بودند (۵ و۸). میزان توزیع مجدد مواد فتوسنتزی به دانه‌ها از طریق برداشت سنبله‌های اصلی به همراه سایر اندام‌های هوایی در مرحله گرده‌افشانی و تعیین ماده خشک آن و سپس کسر وزن خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی نهایی از این مقدار محاسبه گردید. سهم توزیع مجدد و سهم فتوسنتز جاری با استفاده از روابط

(۲) و (۳) ارزیابی شدند (۶):

(۲) ۱۰۰ × (عملکرد دانه/ میزان انتقال مجدد)= سهم توزیع مجدد

(۳) سهم انتقال مجدد-۱۰۰ = سهم فتوسنتز جاری

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از برنامه آماری Minitab انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش مقایسه‌های چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه و اجزای آن

تفاوت عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبلچه برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی دار شد و تفاوت صفات عملکرد بیولوژیکی و وزن هزار دانه در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ معنی‌دار شدند و بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). مقایسه آزمون میانگین دانکن در سطح ۵٪ نشان داد، بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب به تریتیکاله رقم ژوانیلو ۹۲ و لاین ۴۵ اختصاص داشت. در میان ژنوتیپ‌های گندم، تارو از عملکرد بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بود (جدول ۲).

بیشترین تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله به رقم ژوانیلو ۹۲ اختصاص داشت. نتایج مقایسهٔ گروهی نشان داد، تفاوت تعداد سنبلچه در سنبلهٔ ژنوتیپ‌های تریتیکاله و گندم مهنی دار بود (جدول۱). بیشترین و کمترین میانگین وزن هزار دانه به ترتیب به تریتیکاله لاین ۴۵ و رقم ژوانیلو ۹۲ اختصاص داشت. رقم ژوانیلو ۹۲ به علت تعداد دانه در سنبله بیشتر، از میانگین وزن دانه کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند (جدول ۲). همبستگی منفی بین وزن دانه و تعداد دانه در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله توسط مدحج و همکاران (۶) گزارش شده است. در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، رقم ژوانیلو ۹۲ از عملکرد بیولوژیکی بیشتری برخوردار بود و تفاوت بین تریتیکاله لاین ۴۵ با ارقام گندم از لحاظ عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار نبود.

با توجه به داده‌های عملکرد دانه و اجزای آن به نظر می‌رسد، عملکرد بالا در تریتیکاله رقم ژوانیلو ۹۲ به علت تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله بیشتر نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها بود. تریتیکاله لاین ۴۵ از تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبلچه و همچنین عملکرد دانه کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بود (جدول ۲). نتایج ماتریس ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و صفات وابسته به آن نشان داد، بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله ($r = ۰/۶۱^{*}$) همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ وجود داشت (جدول۶).

تغییرات وزن دانه در تیمارهای حذف سنبلچه

نتایج نشان داد، حذف ۵۰ درصد از سنبلچه‌های سنبله‌های اصلی و پنجه‌ها افزایش میانگین وزن دانه‌های باقی مانده را در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به همراه داشت (جدول ۴). بیشترین و کمترین میانگین وزن هزار دانه در تیمار حذف سنبلچه‌های سنبله اصلی به ترتیب به ژنوتیپ‌های گندم تارو و سیمره اختصاص داشت. در تیمار حذف سنبلچه در پنجه‌ها نیز ژنوتیپ‌های گندم تارو و تریتیکاله رقم ژوانیلو ۹۲ بیشترین و گندم رقم سیمره کمترین وزن دانه را داشتند (جدول ۴).

بیشترین و کمترین میزان محدودیت منبع در سنبله‌های اصلی به ترتیب به ژنوتیپ‌های تریتیکاله ژوانیلو ۹۲ و لاین ۴۵ اختصاص داشت. در میان ژنوتیپ‌های گندم، ژنوتیپ سیمره کمترین و تارو بیشترین محدودیت منبع را در ساقه اصلی به خود اختصاص دادند (جدول ۴). رقم تریتیکاله ژوانیلو ۹۲ و گندم رقم سیمره به ترتیب بیشترین و کمترین میزان محدودیت منبع را در پنجه‌ها داشتند، در میان ژنوتیپ‌های گندم، رقم تارو از محدودیت منبع بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که میانگین افزایش وزن دانه در تیمار حذف سنبلچه نسبت به سنبله‌های شاهد (سنبله‌های دست نخورده) در ساقه اصلی ۲۲/۲ درصد و در پنجه‌ها ۲۹ درصد به دست آمد (جدول۴).

جدول ۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس و مقایسهٔ گروهی (تریتیکاله و گندم) عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	شاخص برداشت	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبلچه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۷۶۷۸۱	۱۵۸/۸۰	۲۹/۸۰	۰/۰۱	۱۸/۵۰	۰/۸۶	۱۱/۸۴
رقم	۴	۶۳۹۱۷*	۸۱۱۸/۱۰**	۹/۹۰^{ns}	۰/۰۲**	۵۰۹/۸۲**	۷۹/۵۰**	۳۴/۴۵*
مقایسهٔ گروهی	۱	۶۱۷۱۸^{ns}	۷۷۲۸/۱۰^{ns}	۸/۷۰^{ns}	۰/۰۲۵**	۴۹۹/۳۱^{ns}	۸۲/۱۰**	۳۳/۵۰^{ns}
خطا	۸	۲۴۵۸۱	۴۸۳/۸۰	۱۱/۹۸	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۴۵	۹/۹۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/۶	۵/۵	۱۰/۵	۱/۴	۴/۷	۱/۶	۷/۲

**,*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ ns: عدم اختلاف معنی‌دار

جدول ۲- میانگین عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در ژنوتیپ‌های تریتیکاله و گندم مورد مطالعه

ژنوتیپ‌ها	عملکرد بیولوژیکی (گرم در متر مربع)	عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد دانه در سنبلچه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه(گرم)
تریتیکاله							
ژوانیلو۹۲	۱۵۰۰^{a}	۴۷۷^{a}	۳۲^{a}	۲۸^{a}	۲/۳^{a}	۵۵^{a}	۳۸^{b}
لاین ۴۵	۱۱۸۷^{b}	۳۵۱^{c}	۳۱^{a}	۲۰^{b}	۱/۷^{c}	۳۵^{b}	۴۷^{a}
میانگین تریتیکاله	۱۳۴۳	۴۱۴	۳۲	۲۴	۲/۰	۴۵	۴۲
گندم							
تارو	۱۲۲۹^{b}	۴۱۵^{b}	۳۴^{a}	۱۶^{cd}	۲/۳^{a}	۳۸^{b}	۴۶^{a}
سیمره	۱۱۶۲^{b}	۳۵۳^{c}	۳۱^{a}	۱۷^{c}	۲/۰^{b}	۳۵^{b}	۴۴^{a}
شوا	۱۱۴۵^{b}	۳۹۸^{b}	۳۵^{a}	۱۵^{d}	۲/۴^{a}	۳۷^{b}	۴۳^{ab}
میانگین گندم	۱۱۷۸	۳۸۸	۳۵	۱۶	۲/۲	۳۶	۴۴

در هر ستون، میانگین‌هایی که حروف غیر مشترک دارند، دارای اختلاف معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال خطای ۵٪ هستند.

بنابراین نسبت افزایش وزن دانه (محدودیت منبع) در ساقه‌های اصلی بیشتر از پنجه‌ها بود. ما و همکاران (۱۵) گزارش دادند انتقال مواد فتوسنتزی از ساقه اصلی به پنجه‌ها موجب شد تغییرات افزایشی وزن دانه در هنگام حذف ۵۰ درصد از سنبلچه‌های روی سنبله در ساقه اصلی نسبت به پنجه‌ها کمتر باشد.

بررسی روابط بین عملکرد دانه و میانگین محدودیت منبع در تمامی سنبله‌ها (سنبله‌های اصلی و پنجه‌ها) نشان داد، ژنوتیپ‌هایی که از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند، محدودیت منبع بیشتری داشتند، بطوریکه همبستگی بین این دو صفت، مثبت و معنی دار در سطح احتمال خطای ۵٪ ارزیابی شد (جدول۶). اگر چه مدحج (۵) و همچنین بوراس و همکاران (۱۱) گزارش داد که در شرایط تنش گرمای پایان فصل همبستگی میزان محدودیت منبع و عملکرد دانه منفی بود، اما به نظر می‌رسد در شرایط مطلوب شرایط به گونه‌ای دیگر است. اسلافر و ساتور (۱۹) نتیجه گرفتند بین عملکرد دانه و تعداد دانه در واحد سطح و همچنین بین میزان تولید مواد فتوسنتزی و تعداد دانه در واحد سطح همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد. از جهت دیگر در پژوهش‌های مختلف گزارش شده است ژنوتیپ‌هایی که از تعداد دانه بیشتری برخوردار هستند به علت افزایش رقابت دانه‌ها برای مواد فتوسنتزی، محدودیت منبع بیشتری دارند (۲). بنابراین به نظر می‌رسد در شرایط مطلوب بین عملکرد دانه و محدودیت منبع همبستگی مثبت خواهد بود. به هر حال به نظر می‌رسد به علت وجود روابط متفاوت بین عملکرد دانه و اجزای آن و همچنین برهمکنش این روابط با ژنوتیپ و شرایط محیطی نتایج متفاوتی از آزمایش های متعدد انجام شده بدست آمده است.

سهم فتوسنتز جاری و توزیع مجدد

تفاوت بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای سهم انتقال مجدد و فتوسنتز جاری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. ژنوتیپ‌های گندم رقم سیمره و تریتیکاله ژوانیلو ۹۲ به ترتیب بیشترین و کمترین سهم فتوسنتز جاری را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). ژنوتیپ‌های تریتیکاله از میانگین سهم انتقال مجدد بیشتری نسبت به ارقام گندم برخوردار بودند. این نتایج با گزارش‌های مدحج و ذاکرنژاد (۶) مطابقت داشت. بررسی روابط فیزیولوژیکی نشان داد که بین سهم فتوسنتز جاری و محدودیت منبع همبستگی منفی و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت (جدول ۶). ولتاس و همکاران (۲۱) نیز نتیجه گرفتند ژنوتیپ‌هایی که فتوسنتز جاری بیشتری داشتند از محدودیت منبع کمتری برخوردار بودند. نتایج این پژوهشگران با داده‌های جدول ۵ مطابق بود.

جدول ۳- خلاصهٔ نتایج تجزیه واریانس و مقایسهٔ گروهی (تریتیکاله وگندم) میزان محدودیت منبع و وزن دانه در سنبله‌های قطع سنبلچه شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن دانه در سنبله‌های حذف سنبلچه شده		محدودیت منبع	
		سنبله اصلی	پنجه‌ها	سنبله اصلی	پنجه‌ها
تکرار	۲	۵/۹۶	۵/۱۲	۴/۹	۵/۱۲
ژنوتیپ	۴	۱۹/۴۳**	۴۱/۵۴**	۱۸۷۴/۴**	۱۸۷۶/۰**
مقایسهٔ گروهی	۱	۱۷/۹^{ns}	۳۸/۷^{ns}	۱۸۸۰/۳**	۱۸۷۴/۰**
خطا	۸	۸/۹۹	۱۸/۱۸	۵/۰	۵/۲
ضریب تغییرات (٪)		۵/۶	۷/۷	۳/۹	۵/۲

**,* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ns: عدم اختلاف معنی‌دار

جدول ٤- میانگین های وزن دانه و محدودیت منبع در سنبله‌های اصلی و پنجه‌های قطع سنبلچه شده در ژنوتیپ‌های تریتیکاله و گندم

ژنوتیپ‌ها	وزن دانه سنبله‌های قطع سنبلچه شده (گرم)			محدودیت منبع (درصد)		
	سنبله اصلی	پنجه‌ها	میانگین	سنبله اصلی	پنجه‌ها	میانگین
تریتیکاله						
ژوانیلو۹۲	۵۳^{ab}	۵۸^{a}	۵۵	۳۹^{a}	۵۲^{a}	۴۵/۵
لاین ۴۵	۵۱^{b}	۵۴^{ab}	۵۲	۱۲^{b}	۲۰^{bc}	۱۶/۰
میانگین تریتیکاله	۵۲	۵۶	۵۳	۲۵	۳۶	۳۰/۷
گندم						
تارو	۵۷^{a}	۵۸^{a}	۵۷	۲۴^{b}	۳۳^{b}	۲۸/۲
سیمره	۵۰^{b}	۴۹^{b}	۴۹	۱۴^{b}	۱۰^{c}	۱۲/۰
شوا	۵۳^{ab}	۵۶^{ab}	۵۴	۲۲^{b}	۳۰^{b}	۲۶/۰
میانگین گندم	۵۳	۵۴	۵۳	۲۰	۳۲	۲۲/۰
میانگین کل	۵۲/۸	۵۵/۰	۵۳/۴	۲۲/۲	۲۹/۰	۲۵/۵

در هر ستون، میانگین‌هایی که حروف غیر مشترک دارند، دارای اختلاف معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال خطای ۵٪ هستند.

جدول۵- مقایسهٔ میانگبن سهم فتوسنتز جاری و توزیع مجدد مواد فتوسنتزی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

ژنوتیپ‌ها	توزیع مجدد (درصد)	فتوسنتز جاری (درصد)	میانگین محدودیت منبع (درصد)
تریتیکاله			
ژوانیلو۹۲	۴۸/۰^{a}	۵۲/۰^{b}	۴۵/۵
لاین ۴۵	۴۵/۲^{a}	۵۴/۸^{b}	۱۶/۰
میانگین تریتیکاله	۴۶/۶	۵۳/۴	۳۰/۷
گندم			
تارو	۳۴/۸^{b}	۶۵/۱^{a}	۲۸/۲
سیمره	۲۵/۰^{c}	۷۵/۰^{a}	۲۲/۰
شوا	۳۳/۷^{b}	۶۶/۲^{a}	۲۶/۰
میانگین گندم	۳۱/۱	۶۸/۷	۲۵/۴
میانگین کل	۳۸/۸	۶۱/۰	۲۸/۰

در هر ستون، میانگین‌هایی که حروف غیر مشترک دارند، دارای اختلاف معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال خطای ۵٪ هستند.

جدول ٦- ماتریس ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و برخی پارامترهای فیزیولوژیکی

	عملکرد دانه	وزن دانه	محدودیت منبع	سهم فتوسنتز جاری	سهم توزیع مجدد	تعداد دانه در سنبله
عملکرد دانه	۱					
وزن دانه	۰/۰۲	۱				
محدودیت منبع	۰/۶۷*	-۰/۴۷	۱			
سهم فتوسنتز جاری	-۰/۴۵	۰/۱۳	-۰/۷۹**	۱		
سهم توزیع مجدد	۰/۴۵	-۰/۱۳	۰/۷۸**	-۰/۹۹**	۱	
تعداد دانه در سنبله	۰/۶۱*	-۰/۴۶	۰/۵۰*	۰/۳۵	-۰/۳۵	۱

**,* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵ns: عدم اختلاف معنی‌دار

بطور کلی، به نظر می‌رسد در شرایط مطلوب رشد ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله، گزینش برای ژنوتیپ‌های پر پتانسیل از نظر عملکرد دانه باید از طریق انتخاب ژنوتیپ‌هایی با تعداد دانه در سنبله بیشتر صورت گیرد (جدول ۶). از طرف دیگر کاهش محدودیت منبع و افزایش وزن هزار دانه را می‌توان به عنوان یکی از راهکارهای مهم به‌نژادی در راستای افزایش عملکرد دانه در گندم و تریتیکاله به موازات افزایش تعداد دانه در واحد سطح، مطرح نمود (۱۶).

منابع

۱- اسکویی، ب.، س. گالشی.، ا. سلطانی و ا. زینلی. ۱۳۸۱ . بررسی اثر رژیم رطوبتی پس از گرده‌افشانی بر انتقال مجدد مواد، پر شدن دانه و روابط آبی گندم. خلاصه مقالات هفتمین کنگره زراعت اصلاح نباتات ایران، کرج.

۲- احمدی، ع.، ع. سی و سی مرده و ع. زالی. ۱۳۸۳. مقایسه توان ذخیره سازی و انتقال مجدد مواد اسیمیلاتی و سهم آنها در عملکرد چهار ژنوتیپ گندم در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵. ۹۳۱-۹۲ .

۳- امام، ی.، و م. نیک نژاد . ۱۳۷۳. مقدمه ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی، انتشارات دانشگاه شیراز، ۵۷۱ صفحه.

۴- فتحی، ق. ش.، لک. ع.، سیادت و ا.، هاشمی دزفولی. ۱۳۷۸. بررسی آزمایش دوساله اثرات نیتروژن و تراکمبوته بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد تریتیکاله. مجله علوم کشاورزی اهواز. جلد۲۱. ۵۹-۳۵.

۵- مدحج، ع. ۱۳۸۰. بررسی اثرات تنش گرمای بعد از گرده افشانی بر محدودیت منبع ژنوتیپ گندم و جو در شرایط آب و هوایی اهواز . پایان‌نامه کارشناسی ارشد. تحصیلات تکمیلی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول.۱۳۲ صفحه.

۶- مدحج، ع.، و س، ذاکرنژاد. ۱۳۸۳. بررسی اثرات حذف سنبلچه و محدودیت منبع بر وزن دانه ژنوتیپ گندم و تریتیکاله در شرایط آب و هوایی اهواز. طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸۸ صفحه.

۷- مدحج، ع.، ا.، نادری.، و ع.، سیادت. ۱۳۸۳. بررسی اثرات تنش گرمای پس از گرده افشانی بر ارقام گندم و جو. مجله علمی کشاورزی اهواز. جلد ۲۷، شماره ۲: ۹۹-۸۳ .

۸- نادری، ا. ۱۳۷۹ . ارزیابی تنوع ژنتیکی و مدل سازی پتانسیل انتقال مجدد اسیمیلاتها و نیتروژن به دانه در ژنوتیپ های گندم در شرایط تنش خشکی، رساله دکتری تخصصی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی اهواز.

۹ – نادری، ا.، ا.، مجیدی هروان.، ا.، هاشمی دزفولی.، ق.، نور محمدی.، و ع. ا.، رضائی. ۱۳۷۹. تنوع ژنتیکی ژنوتیپ های گندم بهاره از نظر انباشت مادهٔ خشک در دانه در شرایطی مطلوب و تنش خشکی بعد از گرده افشانی I، عملکرد دانه و صفات وابسته به آن. چکیده مقالات ششمین کنگرهٔ زراعت و اصلاح نباتات ایران، بابلسر.

۱۰- هاشمی دزفولی، ا.، و ع.، مرعشی. ۱۳۷۴ . تغییرات مواد فتوسنتزی در زمان گلدهی و تأثیر آن بر رشد دانه، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم، مجلهٔ علوم و صنایع کشاورزی ۹ (۱) : ۳۲-۱۶.

11- Borrás, L., G. A. Slafer., and M. E. Otegui. 2004. Seed dry weight response to source–sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. Field Crops Res. 86: 131–146.

12- Bruckner, P. L., and R. C. Frohberg. 1991. Source-sink manipulation as a post-anthesis stress tolerance screening technique in wheat. Crop Sci. 31:326-328

13– Ma, Y. Z., C. T. Mackown., and D. A. Van Sanford. 1996. Differential effects of partial spikelet

removal and defoliation on kernel growth and assimilate partitioning among wheat genotypes. Field Crops Abs. 2(1): 61.
14- Ma, Y. Z., C. T. Mackown., and D. A. Van Sanford. 1990. Sink manipulation in wheat: Compensatory changes in kerned size. Crop Sci. 30: l099-1105.
15– Ma, Y. Z., C. T. Mackown., and D. A. Van Sanford. 1995. Kernel mass and assimilate accumulation of wheat – cultivar responses to 50-percent spikelet removal at anthesis. Field Crops Res. 42 (2-3): 93-99.
16-Modhej, A., and B. Behdarvandi. 2006a. Study of the effect of terminal heat stress on source limitation and grain yield in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Conference of German Genetics Society and the German Society for Plant Breeding. P96.
17-Modhej, A., and B. Behdarvandi. 2006b. Effect of heat stress after anthesis on source limitation of wheat and barley genotypes. 24th annual meeting of ESCB, Belgium. P 28.
18- Modhej, A., A. Naderi., Y. Emam., A. Aynehband., and G. Normohamadi. 2008. Effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield in wheat (*T. durum and T. aestivum*) genotypes. International Journal of Plant Production. 2 (3): 257-268.
19-Satorre, H. E., and G. A. Slafer. 2000. Wheat, Ecology and Physiology of yield determination. Published by Food Product Press.503 pp.
20-Schnyder, H. 1993. The role of carbohydrate storage and redistribution in the source – sink relation of wheat and barley during grain filling – a review. New Phytol. 123: 223-245.
21- Voltas, J., I. Romagosa., and J. L. Araus. 1997. Grain size and nitrogen accumulation in sink-reduction barley under Mediterranean conditions. Field Crops Res. 52: 117-126.