"مجله علوم زراعی ایران"
جلد پانزدهم، شماره۳، پاییز ۱۳۹۲

اثر تنش خشکی بر انتقال مجدد ماده خشک و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان زمستانه
Effect of drought stress on dry matter remobilization and grain yield of winter bread wheat genotypes

محمد رضایی مراداعلی[۱]، علیرضا عیوضی[۲]، سلیمان محمدی[۳] و شهرام شیرعلیزاده[۴]

چکیده

رضایی مراداعلی، م.، ع. ر. عیوضی، س. محمدی و ش. شیرعلیزاده. ۱۳۹۲. اثر تنش خشکی بر انتقال مجدد ماده خشک و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان زمستانه. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۵(۳): ۲۷۶-۲۶۲.**

به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر انتقال مجدد ماده خشک و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان زمستانه در شرایط کم آبیاری، دو آزمایش مجزای مزرعه‌ای در سال‌های زراعی ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ در مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری پس از ۷۰ ، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A در کرت‌های اصلی و ۱۰ ژنوتیپ گندم نان شامل زرین، شهریار، الوند، سرداری، C-80-4، C-81-10، C-81-4، C-83-3، زارع و پیشگام در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. نتایج نشان که در شرایط آبیاری کامل (آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر)، رقم زرین با ۶۹۵۰ کیلوگرم در هکتار و در تیمار تنش شدید خشکی (آبیاری پس از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر) رقم پیشگام با ٤٤٢٢ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد دانه را داشتند. بین ژنوتیپ‌های گندم از نظر انتقال مجدد ماده خشک به دانه تنوع قابل توجهی دیده شد و تشدید تنش خشکی، سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در پرکردن دانه را تا ۲۳ درصد افزایش داد. رقم پیشگام با ٤١ درصد بیشترین سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی را در تیمار آبیاری ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر داشت. در شرایط آبیاری کامل همبستگی عملکرد دانه با صفات تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله مثبت و معنی‌دار بود. در صورتی‌که در تیمار تنش خشکی عملکرد دانه با صفات وزن هزار دانه، شاخص برداشت و انتقال مجدد ماده خشک به دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. به نظر می‌رسد که استفاده از صفات فوق می‌توانند در انتخاب و اصلاح ارقام متحمل به تنش کمبود آب مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، سهم انتقال مجدد، عملکرد دانه شاخص برداشت، وزن دانه و گندم نان زمستانه.

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۲۳ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی خاص شماره ۹۲۱۷۶-۰۳-۳۶-۴ مصوب موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشد

۱- استادیار مرکز تحقیقات آذربایجان غربی (عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران) (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: rezaei54@yahoo.com)
۲- استادیار مرکز تحقیقات آذربایجان غربی
۳- استادیار مرکز تحقیقات آذربایجان غربی
۴- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات آذربایجان غربی

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]

مقدمه

خشکسالی و تنش ناشی از آن از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی جهان را با محدودیت روبرو ساخته است. تنش کمبود آب می‌تواند با تاثیر منفی بر هر یک از اجزای عملکرد دانه در گندم باعث کاهش عملکرد دانه شود.

سبحانی و چودری (Subhani and Chowdhary, 2000) با تجزیه همبستگی و تجزیه علیت در گندم نان در شرایط تنش خشکی و آبیاری اعلام نمودند که عملکرد دانه با صفات سطح برگ پرچم، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، زیست توده گیاه و شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی رابطه مستقیم مثبت ولی با صفت روز تا سنبله‌دهی همبستگی منفی داشت. امام و همکاران (Emam *et al*., 2007) کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه را علت اصلی کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی پس از گلدهی گزارش نمودند، در حالیکه تنش خشکی اثر معنی‌داری بر تعداد سنبلچه در سنبله و سنبله در متر مربع نداشت. منیر و همکاران (Munir *et al*., 2007) در بررسی همبستگی عملکرد دانه و اجزای عملکرد گندم نان در شرایط تنش کمبود آب گزارش کردند که عملکرد دانه در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با سطح برگ پرچم، تعداد پنجه در بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و وزن صد دانه داشت. عزت احمدی و همکاران (Ezzat Ahmadi *et al*., 2009) در بررسی اثر تنش خشکی برعملکرد دانه، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب در ژنوتیپ‌های گندم گزارش کردند که عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و کارایی مصرف آب در شرایط تنش خشکی کاهش یافتند. آنها اظهار نمودند که در هر دو شرایط تنش و عدم تنش خشکی، ژنوتیپ‌های ۹۱۱۶، ۹۱۰۳ و C-81-10 دارای بالاترین عملکرد دانه بودند. همچنین در شرایط تنش خشکی میزان استفاده از ذخایر برای پر کردن دانه‌ها (انتقال مجدد) از ۲۸ درصد به ۳۸ درصد افزایش یافت. پرابا و همکاران (Praba *et al*., 2009) گزارش نمودند که تنش کمبود آب باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و وزن دانه در سنبله می‌شود. سعیدی و همکاران (Saeedi *et al*., 2011) در بررسی سهم فتوسنتز جاری سنبله و انتقال مجدد قندهای محلول ساقه مشاهده نمودند که نقش فتوسنتز جاری سنبله در مرحله پرشدن دانه در شکل‌گیری عملکرد دانه ارقام گندم زاگرس و مرودشت به طور میانگین ۴۳ درصد و نقش فتوسنتز جاری کل بوته و برگ‌ها در همین شرایط به ترتیب ۶۸ و ۲۵ درصد بود.

برای انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد دانه، شاخص‌های متفاوتی پیشنهاد شده است. در این بین شاخص برداشت بالاتر در شرایط تنش کمبود آب یکی از معیارهای مهم برای انتخاب ژنوتیپ‌ها می‌باشد (Sanjarei Pirvatlou and Yazdansepas, 2009 و Rezadost and Roshdi, 2006؛ Giunta *et al*., 1995). از سال‌های گذشته افزایش پتانسیل عملکرد دانه ارقام جدید گندم عمدتاً از طریق افزایش شاخص برداشت حاصل شده است (Araus *et al*., 2002 و Richards *et al*., 2001). الیاسی و همکاران (Elyasee *et al*., 2010) در ارزیابی اثر تنش خشکی قبل و بعد از گلدهی بر انتقال مجدد ماده خشک در گندم اعلام نمودند که رقم شهریار در تنش قبل از گلدهی با ۸۰ گرم بر مترمربع، بیشترین انتقال مجدد را در بین ارقام به خود اختصاص داد. حداکثر کارآیی انتقال مجدد در تیمار تنش قبل از گلدهی نیز متعلق به رقم نیمه پاکوتاه شهریار با ۵۳ درصد و بیشترین کارایی بعد از گلدهی مربوط به رقم پابلند توس با ۳۴ درصد بود.

این تحقیق با هدف ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم نان از نظر پتانسیل عملکرد دانه، انتقال مجدد ماده خشک به دانه و برخی از صفات فیزیولوژیکی به منظور شناسایی و معرفی ژنوتیپ برتر از نظر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی به منظور کاشت در مناطق سرد و کم‌آب کشور صورت گرفته است.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ و ۸۹-۱۳۸۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب با ارتفاع ۱۱۴۲ متر از سطح دریا واقع در جنوب شرقی استان آذربایجان غربی انجام شد. بر اساس اطلاعات هواشناسی طولانی مدت، متوسط بارندگی منطقه ۲۸۰ میلی‌متر در سال است. این آزمایش بصورت طرح کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. سطوح مختلف آبیاری با فواصل ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A در کرت‌های اصلی و ۱۰ ژنوتیپ گندم نان شامل زرین، شهریار، الوند، سرداری، C-80-4، C-81-10، C-81-4، C-83-3، زارع و پیشگام در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. ارقام زرین، شهریار و الوند بیشترین سطح زیر کشت در منطقه را داشته که به همراه لاین‌های C-80-4، C-81-4، C-83-3 جزء ژنوتیپ‌های حساس به تنش خشکی می‌باشند (Yazdansepas *et al*., 2007, Yazdansepas *et al*., 2010 and) ژنوتیپ‌های C-81-10، زارع و پیشگام از ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی بوده و رقم سرداری نیز بیشترین سطح زیر کشت را در مزارع دیم مناطق سرد کشور دارد (Mahfoozi *et al*., 2010, Yazdansepas *et al*., 2011 and Yazdansepas *et al*., 2004). مقدار و زمان مصرف کودهای شیمیایی بر اساس نتایج تجزیه خاک محل آزمایش انجام شد. در هر دو سال آزمایش کاشت در مهرماه با بذور ضدعفونی شده ژنوتیپ‌های گندم انجام شد. تراکم کاشت ۴۵۰ بذر در مترمربع بود. ابعاد هر کرت آزمایشی ۴/۸ متر مربع بود. پس از کاشت، یک نوبت آبیاری در پاییز جهت سبز شدن گیاهچه‌ها و استقرار آنها انجام گرفت. مبارزه شیمیایی بر علیه علف‌های هرز با استفاده از علف‌کش توفوردی انجام شد. بر اساس نتایج حاصل از ایستگاه هواشناسی واقع در محل آزمایش و جمع‌آوری داده‌های هواشناسی از اول فروردین ماه، دوره‌های آبیاری بر اساس تبخیر از تشتک کلاس A تعیین و با استفاده از محاسبات مربوطه، حجم آب مورد نیاز آبیاری تعیین گردید. برای یکسان نمودن حجم آب آبیاری در کرت‌ها از کنتور و لوله‌های آبیاری تحت فشار استفاده شد تا در تمام فصل زراعی مقدار آب مصرف شده در هر کرت بر اساس سطوح مختلف تبخیر (۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) ثابت باشد، بنابراین حجم آب مصرفی برای هر دور آبیاری با توجه به مقدار تبخیر و تعرق گیاه مرجع ۰/۳ متر مکعب برای هر کرت (معادل ۶۵۰ متر مکعب در هکتار) بود و با توجه به سطوح مختلف تبخیر ر از تشتک مقدار حجم آب مصرفی به ترتیب ۲/۱، ۱/۲، ۰/۹ و ۰/۶ متر مکعب برای هر کرت (معادل ۴۴۰۰، ۲۵۰۰، ۱۹۰۰ و ۱۲۵۰ متر مکعب در هکتار) در طول فصل زراعی بود. برای تعیین انتقال مجدد ماده خشک به دانه در دو مرحله گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک تعداد ۲۰ بوته تصادفی از هرکرت آزمایشی کف‌بر شده و سپس در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشکانده شد. پس از رسیدگی محصول از نمونه‌های برداشت شده وزن کل بوته، وزن کل سنبله، وزن دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبله با استفاده از ترازوی حساس و بذر شمار اندازه‌گیری شد. میزان، کارایی و در نهایت سهم انتقال مجدد ماده خشک از اندام‌های رویشی به دانه با استفاده از روش‌های پیشنهادی کاکس و همکاران (Cox *et al*., 1990) و پاپاکوستا و گیاناس(Papakosta and Gayians, 1991) محاسبه شد.

میزان انتقال مجدد

ماده خشک (رسیدگی) (بدون دانه) - ماده خشک (گرده‌افشانی)=

کارایی انتقال مجدد

۱۰۰× ماده خشک (گرده‌افشانی) / ماده خشک انتقال یافته =

سهم انتقال مجدد ماده خشک

۱۰۰× (عملکرد دانه / ماده خشک انتقال یافته) =

عملکرد دانه با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت و برداشت محصول با استفاده از کمباین آزمایشات غلات (وینتر اشتایگر) تعیین و به کیلوگرم

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]

در هکتار تبدیل گردید. پس از انجام آزمون یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی (بارتلت) ، تجزیه واریانس مرکب داده‌ها انجام شد. تجزیه‌های آماری و رسم نمودارها به ترتیب با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Excel انجام و برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از تجزیه کلاستر با روش Ward استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر آبیاری، ژنوتیپ، و ژنوتیپ× آبیاری بر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله در آبیاری پس از ۷۰ و کمترین آن در آبیاری با فاصله ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر بدست آمد (جدول۱). مقایسه میانگین تعداد سنبلچه در سنبله در سطوح مختلف آبیاری نشانگر معنی‌دار بودن این صفت در تیمارهای آبیاری با فاصله ۷۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر با تیمارهای کمبود شدید آب بود. یکی از آثار تنش کمبود آب در اوایل طویل شدن ساقه و تشکیل سنبله، کاهش تعداد سنبلچه‌ها در سنبله می‌باشد. ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه از نظر تعداد سنبلچه‌ها در سنبله در چهار گروه قرار گرفتند (جدول ۱). تفاوت بین بیشترین و کمترین تعداد سنبلچه در سنبله ژنوتیپ‌ها ۳۲ درصد بود که زرین با ۱۶ و سرداری با ۱۰ سنبلچه در سنبله، به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد سنبلچه در سنبله را داشتند. تنش کمبود آب باعث تشکیل تعداد دانه کمتری در سنبله گردید، به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه در سنبله در آبیاری با فاصله ۷۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین آن در آبیاری پس از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر بدست آمد (جدول ۱). ژنوتیپ‌های گندم مورد ارزیابی در این تحقیق نیز تنوع زیادی از لحاظ تعداد دانه در سنبله نشان دادند، به‌طوری‌که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در این صفت ۶۰ درصد بود که رقم زرین با ۴۲/۶ و رقم سرداری با ۱۷/۱ به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله را داشتند. به نظر می‌رسد که این صفت با تعداد سنبلچه در سنبله همبستگی قوی دارد ($r = ۰/۹۱۵^{**}$)، زیرا ژنوتیپ‌های زرین، الوند و پیشگام دارای بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله و دانه در سنبله بودند (جدول ۱).

افزایش فواصل آبیاری و تشدید تنش کمبود آب در همه ژنوتیپ‌ها باعث کاهش وزن هزار دانه گردید. در ژنوتیپ‌های شهریار و C-83-3 کاهش وزن هزار دانه در تیمار کمبود شدید آب نسبت به آبیاری کامل بیش از ۴۴ درصد بود، در حالی‌که در رقم زارع این تفاوت در حدود ۱۱ درصد بود (جدول۲). بیشترین وزن هزار دانه در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک مربوط به ژنوتیپ C-81- 4 با ۴۸/۴ گرم بود، در صورتی‌که رقم شهریار با ۲۴/۹ گرم کمترین وزن هزار دانه را در تیمار آبیاری با فاصله ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک داشت. ژنوتیپ‌های سرداری، C-81-10، زارع و پیشگام در شرایط افزایش تنش کمبود آب نیز وزن دانه زیادی داشتند که می‌توانند در تولید محصول دانه بیشتر این ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی نقش مهمی داشته باشد (جدول۲). سنجری و یزدان‌سپاس (Sanjarei and Yazdansepas, 2009) نیز در ارزیابی تنوع ژنتیکی اندوخته ساقه ژنوتیپ‌های گندم اظهار نمودند که وزن دانه در سنبله تحت تأثیر کاهش رطوبت در مرحله بعد از گرده افشانی قرار گرفت و به‌شدت کاهش یافت. رفتار متفاوتی از ژنوتیپ‌های گندم از نظر عملکرد دانه در سطوح تیمارهای آبیاری مشاهده شد (جدول۲). رقم زرین با ۶۹۵۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک بیشترین و رقم سرداری با ۲۴۱۷ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری پس از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کمترین عملکرد دانه را داشتند. با توجه به این‌که رقم زرین در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر دارای تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بیشتری بود، عملکرد دانه بالای این ژنوتیپ قابل پیش‌بینی بود. با

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]

افزایش فواصل آبیاری و تشدید تنش کمبود آب در همه ژنوتیپ‌ها کاهش عملکرد دانه مشاهده گردید. بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری با فاصله ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر مربوط به رقم پیشگام با ۴۴۲۲ کیلوگرم در هکتار بود. با وجود اینکه ارقام زرین و الوند در شرایط آبیاری کامل دارای بیشترین عملکرد دانه بودند، ولی در شرایط تنش کمبود آب افت عملکرد دانه آنها زیاد بود که یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش شدید عملکرد دانه آنها چروکیدگی دانه‌ها و کاهش ۳۰ درصدی وزن هزار دانه بود. در صورتی‌که در رقم پیشگام در شرایط تنش شدید کمبود آب کاهش وزن هزار دانه ۱۳ درصد بود. با توجه به این‌که روند تغییرات صفات تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله ژنوتیپ‌ها در سطوح مختلف آبیاری تقریباً یکسان بود و تنش کمبود آب باعث کاهش یکنواخت صفات مزبور در همه ژنوتیپ‌ها گردید، بنابراین وزن هزار دانه بالا به عنوان یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه در شرایط تنش کمبود آب به‌عنوان معیاری برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی باید مورد توجه قرار گیرد (Rezadoost and Roshdi, 2006 و Sanjarei and Yazdansepas, 2009).

رقم پیشگام با شاخص برداشت ۵۱ درصد در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر ازتشتک و رقم شهریار با شاخص برداشت ۳۴ درصد در تیمار آبیاری با فاصله ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، کمترین شاخص برداشت را داشتند (جدول۲). در سطح اول آبیاری، ژنوتیپ‌های C-81-10 و C-83-3 بیشترین و رقم سرداری کمترین شاخص برداشت را داشته و تفاوت آنها ۱۱ درصد بود. در تنش شدید کمبود آب بیشترین شاخص برداشت در رقم پیشگام و کمترین آن در رقم شهریار بدست آمد و اختلاف شاخص برداشت ژنوتیپ‌ها ۲۲ درصد بود. شاخص برداشت بیشتر رقم پیشگام از دلایل مهم تولید عملکرد دانه بالای این ژنوتیپ در شرایط تنش کمبود آب بود. نتایج سایر تحقیقات نیز بیانگر اهمیت شاخص برداشت بالا در شرایط کم آبیاری می‌باشد (Rezadoost and Roshdi, 2006 ; Sanjarei and Yazdansepas, 2009). شریفی و رحیمیان مشهدی (Sharifi and Rahimiyan Mashhadi, 2001) گزارش کردند که تنش رطوبتی باعث کاهش طول دوره رسیدگی، شاخص برداشت و عملکرد دانه گندم شد.

نتایج نشان داد که سطوح مختلف آبیاری نیز از نظر سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در عملکرد دانه در شرایط عدم تنش ۱۱ درصد و با افزایش شدت تنش به ۲۳ درصد رسید (جدول ۲). گنت (Gent, 1994) در طی سه سال آزمایش متوالی نتیجه گرفت که کربوهیدات‌های ذخیره شده در ساقه گندم برای پرکردن دانه حائز اهمیت هستند و اعلام کرد که در شرایط تنش خشکی میزان کربوهیدرات‌های جاری برای پرکردن دانه محدود می‌شود. رقم پیشگام با ۴۱ درصد سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در تیمار آبیاری با فاصله ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک بیشترین و رقم شهریار با ۵ درصد سهم انتقال مجدد در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کمترین مقدار را داشتند (جدول۲). در شرایط عدم تنش، رقم زارع بیشترین و رقم شهریار کمترین سهم انتقال را داشتند، ولی در تنش شدید کمبود آب رقم پیشگام بیشترین و شهریار کمترین سهم انتقال مجدد را داشتند و اختلاف ژنوتیپ‌ها به ۷۴ درصد رسید. افزایش سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ژنوتیپ‌ها در آبیاری با فاصله ۱۶۰ نسبت به ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، ۴۶ درصد بود و ژنوتیپ‌های C-81-10 و پیشگام با ۶ درصد افزایش، بیشترین و ژنوتیپ C-80-4 با ۱۲ درصد افزایش کمترین سهم انتقال مجدد را داشتند. پلاوت و همکاران (Plaut *et al*., 2004) گزارش کردند که میزان انتقال مجدد ماده خشک از اندام‌های رویشی به دانه‌ها در

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]

جدول ۱ - مقایسه میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های گندم در تیمارهای تنش خشکی

Table 1. Mean comparison of plant characteristics of wheat genotypes under drought stress conditions

Treatments	تیمارهای آزمایشی	سنبلچه در سنبله Spikelet.spike^{-1}	تعداد دانه در سنبله Grain.spike^{-1}	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	میزان انتقال مجدد Dry matter remobilization (mg.plant^{-1})	کارایی انتقال مجدد Remobilization efficiency (%)	سهم انتقال مجدد Remobilization contribution (%)
Irrigation after	آبیاری پس از								
70 mm Evapor.	۷۰ میلی‌متر تبخیر	15a	38a	45a	5873a	48.2a	6.3d	9.5c	11/0d
100 mm Evapor.	۱۰۰ میلی‌متر تبخیر	15a	34bc	44a	5115b	45.8b	7.3c	11.2b	14.9c
130 mm Evapor.	۱۳۰ میلی‌متر تبخیر	14b	35ab	35b	4053c	40.1c	9.2a	13.0a	21.6b
160 mm Evapor.	۱۶۰ میلی‌متر تبخیر	14b	14b	32c	3403d	40.4c	8.2b	13.4a	22.6a
Wheat genotypes	ژنوتیپ‌های گندم								
Zarrin		16a	43a	37cd	4843bcd	42.4cd	4.5ef	6.7fg	9.8d
Alvand		16a	41a	37cd	4605d	42.4cd	4.3f	7.0efg	9.7d
Shahryar		15bc	34cd	35d	4338e	40.1e	4.0f	5.9g	9.7d
Sardari		10d	17f	40d	2873f	43.1bcd	7.0c	15.6c	24.6b
C-80-4		15bc	35cd	35d	4866bcd	44.2bcd	5.4de	8.2def	11.6cd
C-81-10		15bc	35cd	43a	5025ab	45.2b	12.5b	17.2bc	26.2b
C-81-4		14c	30e	38bc	4755cd	42.0de	6.1cd	8.7de	13.1c
C-83-3		14c	37bc	37cd	4614d	44.2bcd	5.5de	8.9d	12.6c
Zareh		15bc	32de	43a	4944bc	44.6bc	13.7a	18.7b	28.9a
Peshgam		15bc	39ab	43a	5246a	48.1a	14.6a	20.7a	30.0a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]

جدول۲- مقایسه میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های گندم در تیمارهای تنش خشکی

Table 2. Mean comparison of plant characteristics of wheat genotypes under drought stress conditions

آبیاری پس از تبخیر از تشتک Irrigation after Evaporation	ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotype	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)	میزان انتقال مجدد Dry matter remobilization ($mg.plant^{-1}$)	کارایی انتقال مجدد Remobilization efficiency (%)	سهم انتقال مجدد Remobilization contribution (%)
70	Zarrin	45 a-c	6950 a	49 a-e	5.3 op	4.4 k-n	6.2 pq
	Alvand	44 a-c	6515 ab	49 a-e	8.0 l-p	5.2 j-n	8.0 o-q
	Shahryar	45 a-c	5842 c-e	47 a-f	4.5 p	3.0 n	5.12 q
	Sardari	43 a-e	3215 no	53 ab	13.1 hi	5.5 i-n	17.0 ij
	C-80-4	44 a-c	6282 bc	47 a-e	8.1 l-p	5.4 j-n	8.5 o-q
	C-81-10	45 a-c	6003 b-e	52 ab	11.1 h-l	7.9 g-i	13.6 j-n
	C-81-4	43 a-e	5707 d-f	52 ab	9.0 k-o	6.2 h-l	10.7 k-p
	C-83-3	46 a-c	5892 c-e	52 ab	8.2 l-p	5.1 j-n	8.6 o-q
	Zareh	45 a-c	6113 b-e	47 a-f	12.9 h-j	10.3 ef	16.9 ij
	Peshgam	45 a-c	6211 b-d	52 ab	14.1 gh	9.5 e-g	15.3 i-k
100	Zarrin	45 a-c	5588 e-h	51 a-c	8.4 l-p	5.8 h-m	10.4 l-p
	Alvand	44 a-c	5579 e-h	50 a-d	8.1 l-p	4.8 j-n	8.7 o-q
	Shahryar	40 c-e	5047 hi	45 b-g	7.9 l-p	5.9 h-m	11.9 k-o
	Sardari	44 a-c	2932 o	47 a-f	14.4 f-h	6.7 h-k	23.0 gh
	C-80-4	41 c-e	5617 e-g	49 a-d	7.3 l-p	5.2 j-n	8.8 n-q
	C-81-10	45 a-c	5162 g-i	45 b-g	12.6 h-k	9.2 fg	17.8 ij
	C-81-4	48 a	5864 c-e	43 c-h	8.3 l-p	6.2 h-l	10.4 l-p
	C-83-3	40 c-e	5109 g-i	50 a-d	7.6 l-p	4.9 j-n	9.6 m-q
	Zareh	43 a-e	4993 i	50 a-d	18.6 c-e	12.9 d	25.8 fg
	Peshgam	44a-c	5254 f-i	54 a	18.7 c-e	11.5 de	22.0 gh
130	Zarrin	30 h-l	3602 l-n	35 i-m	6.8 m-p	4.2 k-n	11.5 k-o
	Alvand	30 h-l	3306 no	34 j-m	5.7 n-p	3.5 mn	10.8 k-p
	Shahryar	31 h-k	3467 m-o	32 k-m	5.5 n-p	3.8 l-n	10.9 k-p
	Sardari	38 e-g	2927 o	45 b-g	17.1 e-g	8.3 f-h	27.9 ef
	C-80-4	30 h-l	4324 jk	39 f-k	9.1 j-o	6.2 h-l	14.1 j-m
	C-81-10	42 b-e	4764 ij	50 a-d	21.5 b-d	16.9 bc	35.1 bc
	C-81-4	32 h-j	4232 k	42 d-j	9.7 i-n	8.0 gh	18.9 hi
	C-83-3	35 g-i	4054 kl	42 d-i	9.6 i-n	5.9 h-m	l–14.6 i
	Zareh	42 b-e	4754 ij	50 a-c	20.9 b-d	16.2 bc	34.1 cd
	Peshgam	45 a-c	5097 g-i	50 a-c	24.4 ab	19.3 a	c–37.9 a
160	Zarrin	30 h-l	3233 no	32 k-m	6.2 m-p	3.6 l-n	p–10.9 k
	Alvand	29 j-l	3018 o	31 lm	6.2 m-p	3.5 mn	o–11.4 k
	Shahryar	25 l	2994 o	30 m	5.7 n-p	3.2 n	p–10.6 k
	Sardari	35 g-i	2417 p	38 g-l	17.9 d-f	7.4 g-j	30.5 de
	C-80-4	27 kl	3239 no	36 h-m	8.1 l-p	4.9 j-n	14.9 i-l
	C-81-10	40 c-e	4172 k	42 d-i	23.7 ab	15.9 bc	38.2 a-c
	C-81-4	30 h-l	3219 no	33 k-m	7.8 l-p	3.9 l-n	12.3 k-o
	C-83-3	26 kl	3402 m-o	32 k-m	10.2 i-m	6.1 h-l	17.5 ij
	Zareh	40 c-e	3914 k-m	42 d-i	22.3 a-c	15.3 c	38.9 ab
	Peshgam	39 d-g	4422 jk	45 b-g	25.5 a	18.0 ab	40.8 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]

هنگام وقوع تنش خشکی در بین ارقام گندم تفاوت معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که میزان انتقال مجدد ماده خشک در رقم سونکا بیشتر از رقم باتاویا بود. اهدایی و همکاران (Ehdaie *et al*., 2006) با ارزیابی تنوع ژنتیکی انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ۱۱ ژنوتیپ گندم اعلام نمودند که تفاوت زیادی در بین ژنوتیپ‌ها از نظر انتقال مجدد مواد فتوسنتزی وجود داشت، به طوری‌که در شرایط تنش کمبود آب، در بین ژنوتیپ‌ها مقدار انتقال ماده خشک ذخیره شده پدانکل از۴۳ تا ۱۷۱، میانگره زیرین آن ۸۱ تا ۲۷۲ و گره‌های پایین ساقه ۱۹۸ تا ۴۷۴ میلی‌گرم متغیر بود.

مقایسه میانگین صفات میزان ماده خشک انتقال مجدد یافته، کارایی انتقال مجدد و سهم انتقال مجدد به دانه در ژنوتیپ‌های گندم در دو شرایط آبیاری کامل و تنش شدید کمبود آب (جدول ۲) نشان داد که در اکثر این صفات بین ژنوتیپ‌ها تنوع وجود داشت. این موضوع با یافته های طوسی مجرد و قنادها (Tousi Mojarrad and Ghannadha, 2007) مطابقت دارد. تنوع در این صفات ممکن است ناشی از پتانسیل ژنتیکی گیاه در استفاده بهتر از مواد ذخیره‌ای نباشد، بلکه به علت متغیر بودن عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه باشد. درچنین شرایطی ظرفیت بالای دانه در انباشت ماده خشک نقش کلیدی در توزیع مجدد مواد ایفا می نماید. در این تحقیق ژنوتیپ‌های پیشگام ، زارع و C-81-10 از پتانسیل ژنتیکی بهتری از نظر صفات وابسته به انتقال مجدد ماده خشک برخوردار بودند.

ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه، اجزای عملکرد و صفات مربوط به انتقال مجدد ماده خشک در شرایط بدون تنش (آبیاری کامل) و تنش شدید خشکی در جدول‌های ۳ و ۴ ارائه شده است. درشرایط آبیاری کامل عملکرد دانه همبستگی مثبت معنی‌داری با تعداد سنبلچه در سنبله ($r = ۰/۹۳۷^{**}$) و تعداد دانه در سنبله ($r = ۰/۹۰۹^{**}$) داشت، بنابراین در ژنوتیپ‌هایی مانند شهریار و C-83-3 با وجود وزن هزار دانه بالا، محصول دانه کمتری نسبت به زرین و الوند تولید شد. بنابراین به نظر می‌رسد که ابتدا تعداد سنبلچه و تعداد دانه بیشتر در سنبله و در رتبه دوم وزن هزار دانه بیشتر برای افزایش عملکرد دانه اضروری هستند. در شرایط عدم تنش خشکی عمده مواد فتوسنتزی مورد نیاز برای پر کردن دانه از مواد فتوسنتزی جاری گیاه تأمین شده و نیاز گیاه برای انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به دانه‌ها کمتر می‌شود. در صورتی‌که در شرایط تنش کمبود آب همبستگی بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه مثبت و معنی‌دار بود ($r = ۰/۶۶۰^{*}$). در شرایط تنش کمبود آب عملکرد دانه بیشتر از وزن دانه تأثیر می‌پذیرد، در حالی‌که در شرایط آبیاری کامل نقش سایر اجزای عملکرد نظیر تعداد سنبلچه و دانه در سنبله چشمگیرتر بودند. (جدول۴). همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با سهم انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ($r = ۰/۶۴۸^{*}$) نشانگر آن است که در شرایط تنش کمبود آب، انتخاب ژنوتیپ‌هایی که مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای بیشتری را از اندام‌های رویشی به دانه‌ها منتقل نمایند، حائز اهمیت هستند. امام و همکاران (Emam *et al*., 2007) با ارزیابی عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش خشکی پس از گلدهی، همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک را در شرایط بدون تنش خشکی گزارش نمودند. سنجری و یزدان‌سپاس (Sanjarei and Yazdansepas, 2009) در ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط تنش خشکی، همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد دانه با میزان انتقال مواد فتوسنتزی و شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی گزارش نمودند.

تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مرتبط با انتقال مجدد و عملکرد دانه نیز نشان داد که در شرایط آبیاری کامل بجز رقم سرداری، سایر ارقام در یک گروه قرار گرفتند. در شرایط تنش کمبود آب، ژنوتیپ‌های پیشگام، زارع و C-81-10 در یک گروه و

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]

جدول ۳- همبستگی بین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های گندم در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر

Table 3. Correlations between plant characteristics of wheat genotypes under irrigation after 70 mm evaporation

صفات گیاهی Plant characteristics	سنبلچه بارور در سنبله Spikelet.spike^{-1}	دانه در سنبله Grain.spike^{-1}	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	میزان انتقال مجدد Dry matter remobilization	کارایی انتقال مجدد Remobilization efficiency
سنبلچه بارور در سنبله Spikelet.spike^{-1}	1						
دانه در سنبله Grain.spike^{-1}	0.915**	1					
وزن هزار دانه 1000 grain weight	0.522	0.562	1				
عملکرد دانه Grain yield	0.937**	0.909**	0.527	1			
شاخص برداشت Harvest index	0.317	0.501	0.517	0.415	1		
ماده خشک انتقال مجدد یافته Dry matter remobilization	0.122	-0.016	0.126	0.071	0.336	1	
کارایی انتقال مجدد Remobilization efficiency	-0.369	-0.413	-0.171	-0.431	0.155	0.840**	1
سهم انتقال مجدد به دانه Remobilization contribution	-0.437	-0.530	-0.220	-0.512	-0.003	0.806**	0.972**

* and**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]

جدول ۴- همبستگی بین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های گندم در تیمار آبیاری پس از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر

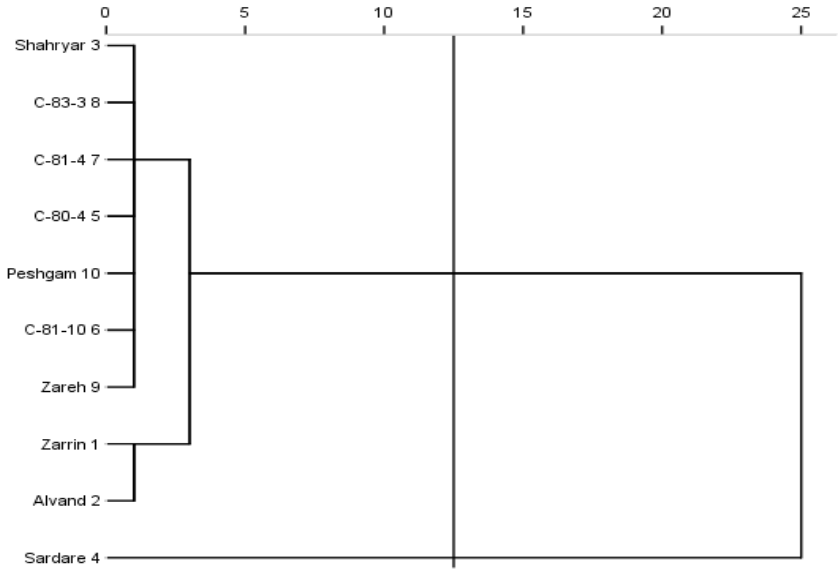
Table 4. Correlations between plant characteristics of wheat genotypes under irrigation after 160 mm evaporation

صفات گیاهی Plant characteristics	سنبلچه بارور در سنبله Spikelet.spike^{-1}	دانه در سنبله Grain.spike^{-1}	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	میزان انتقال مجدد Dry matter remobilization	کارایی انتقال مجدد Remobilization efficiency
سنبلچه بارور در سنبله Spikelet.spike^{-1}	1						
دانه در سنبله Grain.spike^{-1}	0.921**	1					
وزن هزار دانه 1000 grain weight	-0.177	-0.109	1				
عملکرد دانه Grain yield	0.447	0.551	0.660*	1			
شاخص برداشت Harvest index	-0.308	-0.197	0.855**	0.642*	1		
ماده خشک انتقال مجدد یافته Dry matter remobilization	-0.092	0.011	0.920**	0.826**	0.912**	1	
کارایی انتقال مجدد Remobilization efficiency	-0.329	-0.186	0.929**	0.673*	0.946	0.963**	1
سهم انتقال مجدد به دانه Remobilization contribution	-0.336	-0.170	0.925**	0.648*	0.910**	0.939**	0.988**

*,**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

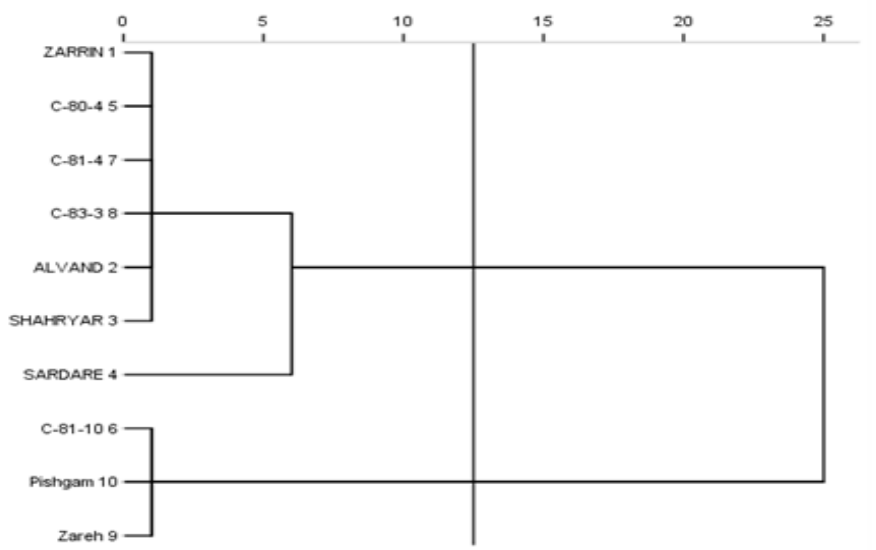
* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]



شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گندم بر اساس صفات گیاهی مورد ارزیابی در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر

Fig. 1. Cluster analysis of wheat genotypes based on plant characteristics under irrigation after 70 mm evaporation



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گندم بر اساس صفات گیاهی مورد ارزیابی در تیمار آبیاری پس از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر

Fig. 2. Cluster analysis of wheat genotypes based on plant characteristics under irrigation after 160 mm evaporation

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]

ارقام مانند زرین، الوند، شهریار و سرداری در گروه دوم قرار گرفتند (شکل های ۱و۲). این نتایج نشان‌دهنده اهمیت انتقال مجدد ماده خشک به دانه در ژنوتیپ‌های متحمل به تنش کمبود آب است. اگرچه مواد ذخیره شده در دانه گندم عمدتاً از فتوسنتز جاری گیاه در طول پر شدن دانه تا رسیدگی تأمین می شود، ولی با توجه به نقش ویژه انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای از اندام‌های رویشی به دانه در شرایط دشوار محیطی، شناسایی عوامل مؤثر بر این صفت و ژنوتیپ‌های دارای این صفت برای دستیابی به ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه و پتانسیل انتقال مجدد بالا، در برنامه‌های به‌نژادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است . نتایج کلی این تحقیق با یافته‌های کاکس و همکاران (Cox et al, 1990) ، انتز و فلاور (Entz and Flower, 1990) ،پاپاکوستا و گیاناس (Papakosta and Gayians, 1991) و طوسی مجرد و قنادها (Tousi Mojarrad and Ghannadha, 2007) در خصوص وجود تنوع ژنتیکی از نظر کارایی و پتانسیل انتقال مجدد ماده خشک به دانه در ژنوتیپ‌های گندم مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این آزمایش بیشترین مقدار شاخص برداشت، وزن دانه و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در شرایط کمبود آب متعلق به ارقام پیشگام و زارع بود و این ارقام در شرایط تنش شدید کمبود آب عملکرد دانه بیشتری را تولید کردند، بنابراین بنظر می‌رسد که این صفات در انتخاب و اصلاح ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی حائز اهمیت هستند. بعلاوه از این ارقام می‌توان برای کشت در مناطق وسیعی از کشور با شرایط اقلیمی سرد و تنش کمبود آب انتهای فصل رشد استفاده کرده و به عنوان جایگزین برای ارقام قدیمی‌تر در نظر گرفت.

منابع مورد استفاده

References

Araus, J. L., G. A. Salfer, M. P. Reynolds and C. Royo. 2002. Plant breeding and drought in C_3 cereals: What should we breed for? Ann. Bot. 89: 925- 940.

Cox , M. C ., C. O. Qualset and D. W. Rains. 1990. Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. III : nitrogen translocation in relation to grain yield and protein. Crop Sci. 26: 737- 740 .

Ehdaie, B., G. A. Alloush, M. A. Madore and J. G. Waines. **2006**. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat. II. Post-anthesis changes in internode water-soluble carbohydrates. Crop Sci. 46: 2093-2103.

E**lyasee, Sh., D. Eradatmand Asl and E. Roohe. 2010.** Effect of drought stress at pre and post-anthesis on dry matter remobilization in irrigated winter wheat. Agron. Plant Breed. Sci. J. 6: 17-28.

Emam, Y., A. M. Ranjbar and M. J. Bahrani. 2007. Evaluation of yield and yield components in wheat genotypes under post- anthesis drought stress. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour**.** 11: 317-328. (In Persian with English abstract).

Entz , M. H. and D. B. Flower. 1990. Differential agronomic responses of winter wheat cultivars to postanthesis environmental stress. Crop Sci. 30: 1119 – 1123.

Ezzat Ahmadi, M., Gh. Noormohammadi, M. Ghodsi and M. Kafi. 2009. Effects of water deficit and spraying of desiccant on yield, yield components and water use efficiency of wheat genotypes. Pak.J. Biol.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]

Sci. 12: 1399-1407.

Gent, M. P. N. 1994. Photosynthate reserves during grain filling in winter wheat. Agron. J. 86: 159-167.

Giunta , F., R. Motzo and M. Deddia. 1995. Effect of drought on leaf area development , biomass production and nitrogen uptake of durum wheat grown in Mediterranean environment. Aust. J. Agric. Res. 46: 99 – 111.

Mahfoozi, S., A. Akbari, M. Chaichi, A. Sanjari, S. Nazeri, S. Abedi-Oskooee and M. Rezaei. 2009. Pishgam, A new bread wheat cultivar for normal irrigation and terminal stage deficit irrigation conditions of cold regions of Iran. Seed Palnt Improv. J. 25 (3): 513-517. (In Persian with English abstract).

Munir, M., M. Aslam Chowdhry and T. N. Malik. 2007. Correlation studies among yield and its components in bread wheat under drought conditions. Pak. J. Agric. Biol. 9: 287- 290.

Papakosta , D. K. and A. A. Gayians. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization and losses for Mediterranean wheat during grain filling. Agron. J. 83: 864 – 870.

Plaut, Z., B. J. Butow, C. S. Blumenthal and C. W. Wrigley. 2004. Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficit and evaluated temperature. Field Crops Res. 86: 185-198.

Praba, M. L., J. E. Carins, R. C. Babu and H. R. Lafitte. 2009. Identification of physiological traits underlying cultivar differences in drought tolerance in rice and wheat. Crop Sci. 195: 30- 46.

Rezadoost, S. and M. Roshdi. 2006. New wheat cultivar reactions in insufficient irrigation systems. J. Agric. Sci. 12: 123-132. (In Persian with English abstract).

Saeidi, M., F. Moradi and S. Jalali Honarmand. 2011. Contribution of spike and leaves photosynthesis and soluble stem carbohydrates remobilization in grain yield formation in two bread wheat cultivars under post-anthesis stress conditions. Seed Plat Prod. J. 27: 1-19. (In Persian with English abstract).

Sanjarei Pirvatlou, A. and A. Yazdansepas. 2009. Genotypic variation of stem reserves in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under post-anthesis drought stress condition. Iran. J. Field Crop Sci. 29: 181-191. (In Persian with English abstract).

Sharifi, H. R. and H. Rahimiyan Mashhadi. 2001. Effect of drought stress, seeding density and cultivar on productivity of dryland wheat in northern Khorasan. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 8: 115-129. (In Persian with English abstract).

Subhani, G. M. and M. A. Chowdhary. 2000. Correlation and path coefficient analysis in bread wheat under drought stress and normal conditions. Pak. J. Biol. Sci. 3: 72- 77.

Tousi Mojarrad, M. and M. R. Ghannadha. 2007. Evaluation of grain yield potential and dry matter remobilization to seed in commercial bread wheat cultivars in normal and drought conditions. J. Sci. Tech. Agric. Natur. Resour. 10: 323-339. (In Persian with English abstract).

Yazdansepas,A., M. Rezaie, Sh. Ashoori, M. Chiychi, M. Nazeri, S.A. Razave, A.G. Sanjare, M.S. Abede, T. Babaei, R. Soltane, P. Salehe and S. K. Hosenebay. 2004. Study of the morpho- physiological traits and

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]

stability of grain yield in promising winter and facultative wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes in cold regions. Final report, Seed and Plant Improvement Institute. (Final report No: 87.785). (In Persian with English abstract).

Yazdansepas,A., M. Rezaie, M. Chiychi, M. Nazeri, S.A. Razave, A.G. Sanjare, M.S. Abede, T. Babaei, R. Soltane, P. Salehe and S.K. Hosenebay. 2007. Study of the morpho- physiological traits and stability of grain yield in promising winter and facultative wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes in cold regions. Final report, Seed and Plant Improvement Institute. (Final report No: 89.122). (In Persian with English abstract).

Yazdansepas,A., M. Rezaie, M. Chiychi, M. Nazeri, S.A. Razave, A.G. Sanjare, M.S. Abede, T. Babaei, R. Soltane, P. Salehe and S.K. Hosenebay. 2010. Study of the morpho- physiological traits and stability of grain yield in promising winter and facultative wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes in cold regions. Final report, Seed and Plant Improvement Institute. (Final report No: 40.143). (In Persian with English abstract).

Yazdansepas, A., M. Khodarahmi, M. Rezaie, M. Nazeri, A. Pedram and M, Chaichi. 2011. Zareh, A new bread wheat cultivar for irrigated and post-anthesis drought stress conditions in cold regions of Iran. Seed Plan Improv. J. 27 (4): 635-638. (In Persian with English abstract).

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]

Effect of drought stress on dry matter remobilization and grain yield of winter bread wheat genotypes

Rezaei Morad Aali, M.[1], A. R. Eivazi[2], S. Mohammadi[3] and Sh. Shir-Alizadeh[4]

ABSTRACT

Rezaei Morad Aali, M., A. R. Eivazi, S. Mohammadi and Sh. Shir-Alizadeh. Effect of drought stress on dry matter remobilization and grain yield of winter bread wheat genotypes**. Iranian Journal of Crop Sciences. 15(3):262-276. (In Persian).**

To examine the effect of water stress on grain yield and remobilization of dry matter in winter bread wheat genotypes, two field experiments were conducted in Agricultural Research Station of Miandoabin West Azerbaijan in 2007-2008 and 2008-2009 cropping seasons. Treatments were arranged as split plot based in complete randomized block design with four replications. Irrigation levels (irrigation after I_1=70, I_2=100, I_3=130 and I_4=160 mm evaporation from Class-A pan) were assigned to main plots, and 10 winter bread wheat genotypes (Zarrin, Alvand, Shahryar, Sardari, C-80-4, C-81-10, C-81-4, C-83-3, Zareh and Pishgamwere randomized in subplots. The highest grain yield was obtained for *cv.* Zarrin (6950 kg.ha^{-1}) in well-watered and for Pishgam (4422 kg.ha^{-1}) in severe water deficit conditions. Results showed that there were significant differences between genotypes in remobilization of stem dry matter. Severe water deficit increased the remobilization of stem pre-anthesis reserved assimilates by 23%. Pishgam cultivar had the highest remobilization (41%) under severe water deficit conditions. The positive significant correlation between grain yield and grain weight, harvest index and remobilization of dry matter, indicated that these traits can be used for identifying drought tolerant high yielding genotypes in winter wheat breeding programs.

Key words: Drought stress, Grain yield, Remobilization contribution, Harvest index, Grain weight and winter bread wheat.

Received: January 2013 Accepted: August 2013

1-Assistant Prof, Agricultural and Natural Resources Research Center of West Azerbaijan Province, Uromieh, Iran (Corresponding author) (Email: rezaei54@yahoo.com)
2-Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center of West Azerbaijan Province, Uromieh, Iran
3-Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center of West Azerbaijan Province, Uromieh, Iran
4-Research officer, Agricultural and Natural Resources Research Center of West Azerbaijan Province, Uromieh, Iran

[DOR: 20.1001.1.15625540.1392.15.3.6.8]