نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره ۲، خرداد - تیر ۱۳۸۹، ص ۱۸۶-۱۷۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 2, May – Jun. 2010, p. 177-186

اثر تنش رطوبتی و محلول پاشی یدید پتاسیم بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه ژنوتیپ های گندم نان

مسعود عزت احمدی[۱*]- قربان نورمحمدی[۲] - مسعود قدسی[۳] – محمد کافی[۴]

تاریخ دریافت:۸۷/۱/۲۷
تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۸

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش رطوبتی و استفاده از مواد خشک کننده شیمیایی (یدید پتاسیم) بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی ژنوتیپ های گندم نان، آزمایشی مزرعه ای در قالب طرح کرت‌های دو بار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سالهای زراعی ۸۶-۱۳۸۵ و ۸۷-۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق مشهد به اجرا در آمد. تیمار آبیاری در کرت های اصلی شامل آبیاری مطلوب در طول فصل رشد (D_1) و تنش رطوبتی از مرحله گرده افشانی تا رسیدگی (D_2)، تیمار ژنوتیپ در کرت های فرعی شامل هفت ژنوتیپ جدید گندم (لاین‌های شماره ۹۱۰۳، ۹۱۱۶، ۹۲۰۳، ۹۲۰۵، ۹۲۰۷، ۹۲۱۲، C-81-10) و رقم کراس شاهی و تیمار شرایط فتوسنتزی در کرت های فرعی فرعی شامل استفاده از فتوسنتز جاری (P_1) و جلوگیری از فتوسنتز جاری (P_2) بود. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد اثر تنش رطوبتی و شرایط فتوسنتزی بر تعداد کل گلچه در سنبله، درصد باروری سنبله، شاخص برداشت سنبله، طول دوره پر شدن دانه و عملکرد دانه معنی دار بود. با اعمال تنش رطوبتی انتهایی و جلوگیری از فتوسنتز جاری، عملکرد دانه کلیه ژنوتیپ‌ها به طور معنی داری کاهش یافت. بین ژنوتیپ های گندم از نظر صفات وزن خشک سنبله در مرحله گرده افشانی، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد کل گلچه در سنبله، درصد باروری سنبله، شاخص برداشت سنبله، ضریب اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله، ارتفاع گیاه، طول پدانکل، طول سنبله، طول دوره پرشدن دانه و عملکرد دانه اختلاف معنی داری وجود داشت. ژنوتیپ ۹۱۰۳ در شرایط بهینه رطوبتی و استفاده از فتوسنتز جاری بیشترین عملکرد دانه (۷۸۷۰ کیلوگرم در هکتار) و رقم کراس شاهی در شرایط تنش محدودیت رطوبتی و جلوگیری از فتوسنتز جاری کمترین عملکرد دانه (۱۱۱۴ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد. نظر به اینکه ژنوتیپ‌های C-81-10، ۹۱۰۳ و ۹۱۱۶ بیشترین ظرفیت استفاده از ذخایر ساقه برای پرکردن دانه‌ها در هر دو شرایط (معمولی و تنش رطوبتی) را داشته و پتانسیل عملکرد دانه آنها نیز بالا بود می‌توان آنها را به عنوان ژنوتیپ‌های امید بخش و مناسب در برنامه های اصلاحی برای مناطق خشک و نیمه خشک پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، قطع آبیاری، خشک کننده شیمیایی، سنبله، عملکرد دانه

مقدمه

گندم یکی از محصولات استراتژیک کشور است و با توجه به رشد جمعیت، هر ساله نیاز به افزایش تولید آن احساس می‌شود. از طرف دیگر بخش عمده ای از اراضی زیر کشت گندم در مناطق خشک و نیمه خشک قرار گرفته است و در مناطق سرد کشور نیز تحت شرایط فاریاب، نیاز آبی گندم در تمامی مراحل رشد و نمو به طور کامل برآورده نمی شود. همچنین در بهار به دلیل گرم شدن هوا و تلاقی آبیاری‌های آخر گندم با کشت محصولات بهاره (صیفی جات، چغندرقند، سیب زمینی و...)، گندم در مراحل حساس رشد و نمو (گرده افشانی و دانه بندی) با تنش خشکی مواجه می‌شود. لذا دسترسی به ارقامی از گندم که تحمل قابل قبولی نسبت به محدودیت آب و تنش رطوبتی در زراعت فاریاب مناطق سرد داشته باشند از اهمیت ویژه ای برخوردار است (۲). فتوسنتز جاری به عنوان یکی از مهمترین منابع کربن برای پر شدن دانه‌ها، به جذب مؤثر نور به وسیله سطح سبز گیاه پس از مرحله گرده افشانی وابسته است. این منبع نیز عموماً به واسطه پیری طبیعی برگ و بروز تنشهای مختلف محدود می‌شود. این در

۱و۲- به ترتیب دانشجوی دکتری زراعت و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: meahmady@yahoo.com)
۳- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
۴- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

حالی است که در همین زمان تقاضا برای مواد فتوسنتزی برای پر شدن دانه‌ها و تقاضا برای تنفس نگهداری بیوماس زنده گیاه نیز افزایش می‌یابد. بنابراین یکی از منابع مهم کربن برای پر کردن دانه‌ها، ذخایر ساقه است. حتی تحت شرایط معمولی (بدون تنش) نیز مواد فتوسنتزی حاصل از فتوسنتز جاری ممکن است جهت پر کردن دانه‌ها کفایت ننماید (۱۰)، لذا آگاهی از ظرفیت ارقام گندم از نظر میزان تجمع و حرکت مجدد مواد فتوسنتزی در شرایط مطلوب (بدون تنش) و تنش رطوبتی انتهایی به انتخاب ارقام جدید برای این مناطق کمک خواهد نمود. تنش رطوبتی بر خصوصیات مرفولوژیک و آناتومیک گندم در هر مرحله از رشد و نمو تأثیر می‌گذارد؛ البته شدت خسارت در مراحل مشخصی از نمو بیشتر است. مراحل گرده افشانی و پر شدن دانه‌ها جزء بحرانی ترین مراحل نمو گندم نسبت به تنش رطوبتی شناسایی شده و دوره ای است که گندم نسبت به کمبود آب بیشترین حساسیت را نشان می‌دهد. همچنین گزارش شده است گیاهان دانه ای از جمله گندم دو هفته قبل از گرده افشانی نسبت به خشکی حساس می‌باشند (۲۷ و ۳۱).

افزایش زمان رشد سریع سنبله ممکن است اختصاص مواد فتوسنتزی را به ساختار سنبله افزایش دهد و باعث شود که تعداد دانه افزایش یابد (۳۶). صفاتی چون سنبله طویل با تعداد سنبلچه بیشتر نیز باعث افزایش ظرفیت مخزن می‌شود (۱۵). باروری سنبله نیز با افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله در حال رشد، افزایش می‌یابد (۳۶). ارقام جدید گندم تقریباً چهار برابر وزن خشک سنبله در مرحله ظهور بساک، دانه تولید می‌کنند (۲۴). تخمین تعداد دانه با استفاده از وزن خشک سنبله در مرحله ظهور بساک بسیار مطمئن تر از وزن خشک کل در مرحله ظهور بساک است (۳۹). تنش رطوبتی اثر کمی روی ضریب اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله گندم دارد (۳۲). اعمال تنش رطوبتی در مرحله گرده افشانی و پس از آن باعث کاهش تعداد دانه در گندم می شود که علت آن را می توان اختلال در گرده افشانی، عقیم شدن دانه‌های گرده و اختلال در فتوسنتز جاری و انتقال مواد ذخیره شده به دانه بیان کرد (۲، ۱۲ و ۳۱). در شرایط تنش رطوبتی انتهای فصل رشد (آب و هوای مدیترانه ای)، ذخایر قبل از مرحله ظهور بساک، نقش مهمی در پرکردن دانه‌ها دارد، زیرا در این شرایط فتوسنتز جاری به وسیله تنش رطوبتی، تنش گرمایی و حتی تنش‌های زنده (بیماریها) دچار اختلال می‌شود (۱۰). نادری و همکاران (۴) رابطه منفی بین درصد مشارکت مواد ذخیره ای قبل از ظهور بساک در پر شدن دانه و عملکرد دانه گزارش کردند.

درصد باروری سنبله معرف تنش هایی است که در مرحله ظهور بساک اتفاق می‌افتد و نسبت به تعداد دانه در سنبله و دانه در سنبلچه شاخص مفیدتری است. افزایش تعداد دانه در واحد سطح به دلیل کاهش رقابت بین سنبله و ساقه در حال رشد در چند هفته قبل از ظهور بساک می‌باشد که باعث افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ساختار سنبله می‌شود (۳۵) و افزایش تعداد دانه به ازای واحد وزن سنبله در مرحله ظهور بساک را به دنبال دارد (۲۲). ارقام پاکوتاه گندم تعداد دانه بیشتری در واحد سطح دارند زیرا وزن سنبله در این ارقام بیشتر است. تعداد دانه بیشتر در این ارقام و عدم تغییر وزن دانه در سنبله و یا کاهش مختصر آن، باعث افزایش عملکرد این ارقام شده است (۹ و ۲۲).

هُبز و سایری (۲۶) اعتقاد دارند که تعداد دانه در واحد سطح، قبل از ظهور بساک و اوایل ظهور بساک شکل می‌گیرد. گزارشاتی در خصوص کاهش تعداد دانه در واحد سطح در تنش‌های رطوبتی پس از مرحله ظهور بساک نیز وجود دارد (۵ و ۲۰). کاهش ارتفاع گیاه، تعداد دانه در سنبله، وزن سنبله و عملکرد دانه در اثر اعمال تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد گندم در پژوهش های مختلف گزارش شده است (۱۹، ۲۹ و ۴۰). در شرایط تنش رطوبتی انتهای فصل رشد که مصادف با پر شدن دانه‌ها می‌باشد، به نظر می‌رسد میزان انتقال مجدد کافی نباشد و بهتر است از نظر ژنتیکی طول دوره پر شدن دانه‌ها افزایش یابد (۱۱). از طرف دیگر، کاهش دوره پر شدن دانه‌ها موجب اجتناب از تنش انتهای فصل شده، در حالی که افزایش آن موجب استفاده بیشتر از ذخایر ساقه در شرایط تنش می‌شود. به طور کلی اگر چه هر دو عامل منبع و مخزن باعث محدودیت عملکرد دانه گندم می‌شوند، اما شواهد نشان می‌دهد حتی در مورد لاین‌های جدید گندم نیز مخزن عامل محدود کننده می‌باشد (۷، ۱۳، ۳۰ و ۳۷). در پژوهش حاضر واکنش هشت ژنوتیپ و رقم گندم نان با هدف بررسی اثر تنش رطوبتی و جلوگیری از فتوسنتز جاری بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه مورد آزمون قرار گرفتند.

مواد و روش ها

این بررسی با استفاده از آزمایشی مزرعه ای در قالب طرح کرت‌های دو بار خرد شده با متن اصلی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به مدت دو سال زراعی (۸۶-۱۳۸۵ و ۸۷-۱۳۸۶) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی طرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و۴۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا به اجرا در آمد. تیمار آبیاری در کرت های اصلی شامل آبیاری مطلوب در طول فصل رشد (D1) و تنش رطوبتی از مرحله گرده افشانی تا رسیدگی (D2)؛ تیمار ژنوتیپ در کرت های فرعی شامل هفت ژنوتیپ جدید گندم (لاین‌های شماره ۹۱۰۳ (C1)، ۹۱۱۶ (C2)، ۹۲۰۳ (C3)، ۹۲۰۵ (C4)، ۹۲۰۷ (C5)، ۹۲۱۲ (C6)، انتخابی از آزمایش یکنواخت سراسری خشکی گندم(C-84-D)، C-81-10 (C7)) و رقم کراس شاهی (C8، حساس به خشکی) و تیمار شرایط فتوسنتزی در کرت‌های فرعی فرعی شامل استفاده از فتوسنتز جاری (P1، شرایط

معمولی) و جلوگیری از فتوسنتز جاری (P2) بود. برای اجرای تیمار اخیر حدود ۱۲ تا ۱۴ روز پس از ظهور سنبله یعنی آغاز مرحله رشد خطی پر شدن دانه ها، یدید پتاسیم با غلظت ۰/۴ درصد ماده مؤثر بر روی کلیه اندام‌های گیاه از جمله ساقه ها، برگ‌ها و سنبله‌ها پاشیده شد تا از فتوسنتز جاری جلوگیری به عمل آید (۱۰). هر کرت شامل ۶ ردیف با فاصله ۲۰ سانتی متر از یکدیگر (روی دو پشته) و به طول ۷ متر بود. به منظور اطمینان از عدم تداخل آبیاری، بین هر کرت اصلی دو پشته نکاشت (به عرض ۱/۲ متر) قرار گرفت. تاریخ کاشت در هر دو سال ۲۷ مهر و میزان بذر بر اساس تراکم ۵۰۰ بوته در متر مربع و با در نظر گرفتن وزن هزار دانه ژنوتیپ های گندم تعیین شد. میزان کود مورد نیاز بر اساس نتایج آزمون خاک و با استفاده از فرمول (۵۰-۹۰-۱۶۰) کیلوگرم N-P-K خالص در هکتار محاسبه و تمامی کود فسفره و پتاسه به علاوه یک سوم کود نیتروژنه همزمان با کاشت (به عنوان کود پایه) و باقیمانده کود نیتروژن به نسبت مساوی در دو مرحله، ابتدای طویل شدن ساقه و ابتدای ظهور سنبله، به صورت سرک مصرف شد. بذرکاری با استفاده از ماشین مخصوص کاشت آزمایشات غلات (وینتر اشتایگر) انجام و سپس آبیاری صورت گرفت تا رطوبت پروفیل خاک در منطقه توسعه ریشه اشباع و جوانه زنی و سبز کردن بذور با سهولت انجام شود. برای کنترل علف‌های هرز دو بار وجین انجام شد. تیمار تنش رطوبتی در مرحله گرده افشانی به وسیله قطع آبیاری و جلوگیری از نفوذ باران (با استفاده از یک باران گیر متحرک[1]) اعمال شد. میزان آب مورد نیاز گیاه و زمان آن از طریق اندازه گیری مکرر رطوبت خاک به روش وزنی تعیین و با شیوه آبیاری نشتی در دسترس گیاه قرارگرفت (۳). عملکرد دانه از طریق برداشت ۴ خط ۴ متری از هر کرت تعیین گردید. برای اندازه گیری وزن خشک گیاه در مرحله ظهور بساک و رسیدگی فیزیولوژیک مساحت ۲۰۰ سانتی متر مربعی در نظر گرفته شد. به منظور تعیین وزن خشک سنبله در مرحله گرده افشانی، شاخص برداشت سنبله و ضریب تخصیص مواد فتوسنتزی به سنبله در مرحله گرده افشانی از هر کرت فرعی فرعی ۶۰ ساقه کامل و نسبتاً یکنواخت علامت گذاری شده و به دو گروه حتی الامکان مشابه تقسیم شدند و ۳۰ ساقه در گرده افشانی و ۳۰ ساقه دیگر در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک همراه با سنبله برداشت شده و به مدت ۴۸ ساعت در آون و با دمای ۸۰ درجه سانتی گراد خشک شدند و صفات مذکور از معادله های ۱ و ۲ محاسبه شد (۱۶ و ۳۲):

$$SHI\ \% = SDWA/DMM \times ۱۰۰ \quad \text{(معادله ۱)}$$

$$SPC\ \% = SDWA/DMA \times ۱۰۰ \quad \text{(معادله ۲)}$$

در معادله‌های فوق SHI، شاخص برداشت سنبله؛ SPC، ضریب اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله؛ DMA، وزن ماده خشک در مرحله ظهور بساک؛ DMM، وزن ماده خشک در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک و SDWA، وزن خشک سنبله در مرحله ظهور بساک می‌باشد.

درصد باروری سنبله[2] (SSP) با شمارش گلچه‌های مستعد تشکیل دانه (NPF) و شمارش تعداد دانه در سنبله (KNS) در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از معادله ۳ به دست آمد (۲۶).

$$SSP\% = KNS/NPF \times ۱۰۰ \quad \text{(معادله ۳)}$$

برای اندازه گیری ارتفاع گیاه، طول سنبله، طول پدانکل، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد کل گلچه در سنبله از ۲۰ بوته تصادفی در هر کرت استفاده شد. دوره پر شدن دانه نیز حد فاصل مرحله ظهور بساک و رسیدگی فیزیولوژیک در نظر گرفته شد (۳۸). برای انجام محاسبات و تجزیه واریانس از نرم افزارهای Excel و Mstatc استفاده شد و تجزیه واریانس مرکب پس از انجام آزمون یکنواختی داده‌ها (بارتلت)، انجام شد. میانگین مربعات خطا برای هر متغیر، به کمک روش کارمر و همکاران (۱۴) و با استفاده از امید ریاضی آنها تعیین شد و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد اثر اصلی تنش رطوبتی و فتوسنتز و همچنین اثر متقابل سال × تنش رطوبتی و سال × تنش رطوبتی × فتوسنتز در سطح ۱٪ و اثر ژنوتیپ و اثر متقابل سال × تنش رطوبتی × ژنوتیپ در سطح ۵٪ معنی دار بود (جدول ۱). تحت شرایط تنش رطوبتی و جلوگیری از فتوسنتز جاری، عملکرد دانه به ترتیب حدود ۳۵٪ و ۶۸٪ نسبت به شرایط معمولی کاهش یافت (جدول ۲). کاهش عملکرد دانه عمدتاً ناشی از کاهش وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله بود که با نتایج امام و همکاران (۲۰) و همام (۲۵) مطابقت دارد. مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در میانگین تیمارهای تنش نشان داد ژنوتیپ‌های C-81-10 ، ۹۱۱۶ و ۹۱۰۳ بالاترین عملکرد دانه و رقم کراس شاهی کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). این در حالی است که همین ژنوتیپ‌ها (C-81-10، ۹۱۱۶ و ۹۱۰۳) بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک را داشتند (داده‌ها نشان داده نشده است). بلوم (۱۰) گزارش کرد برای افزایش عملکرد بالقوه، باید میزان ماده خشک تولیدی را افزایش داد. محققین معتقدند از نظر تحمل به خشکی بین ارقام گندم واریانس ژنوتیپی وجود دارد و معمولاً ارقامی که در شرایط معمولی از عملکرد زیادی برخوردارند، شرایط تنش را نیز بهتر تحمل نموده و عملکرد قابل قبولی تولید می‌کنند (۲۱، ۲۸ و ۳۳) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

1- Mobile Rain Shelter

2 - Seed Set Percentage

همچنین با توجه به نتایج حاصل از بر همکنش سال × تنش رطوبتی × ژنوتیپ بر عملکرد دانه مشخص شد در سال اول بالاترین عملکرد دانه (۴۳۴۲ کیلوگرم در هکتار) تحت شرایط آبیاری کامل و مربوط به ژنوتیپ ۹۱۱۶ بود، در حالی که کمترین عملکرد دانه (۲۲۸۷ کیلوگرم در هکتار) در شرایط تنش رطوبتی و از رقم کراس شاهی حاصل شد. بالاترین عملکرد دانه (۶۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) در سال دوم در شرایط آبیاری کامل و مربوط به ژنوتیپ C-81-10 بود، در حالی که کمترین عملکرد دانه (۱۸۱۵ کیلوگرم در هکتار) در شرایط تنش رطوبتی و متعلق به رقم کراس شاهی بود. اثر متقابل سال × تنش رطوبتی × شرایط فتوسنتزی بر عملکرد دانه نشان داد، بیشترین عملکرد دانه (۸۵۵۳ کیلوگرم در هکتار) در سال دوم در شرایط آبیاری مطلوب و استفاده از فتوسنتز جاری و کمترین عملکرد دانه (۱۵۹۴ کیلوگرم در هکتار) در سال دوم در شرایط تنش رطوبتی و جلوگیری از فتوسنتز جاری به دست آمد. عالم و همکاران (۶) گزارش کردند که حذف برگ پرچمی در گندم کاهش ۹/۹۴ درصدی تعداد دانه در سنبله، ۷/۶۵ درصدی وزن دانه و ۱۶/۸۸ درصدی عملکرد دانه را به دنبال داشت. همچنین در شرایط آبیاری مطلوب و جلوگیری از فتوسنتز جاری، ژنوتیپ C-81-10 (با تولید ۲۸۳۶ کیلوگرم در هکتار) و در شرایط تنش رطوبتی و جلوگیری از فتوسنتز جاری ژنوتیپ های ۹۱۱۶ (با تولید ۱۸۸۷ کیلوگرم در هکتار) و C-81-10 (با تولید ۱۸۵۳ کیلوگرم در هکتار) بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند؛ در حالی که در کلیه شرایط رطوبتی و فتوسنتزی، رقم کراس شاهی کمترین عملکرد دانه را داشت. عملکرد دانه بالاتر ژنوتیپ C-81-10 را می توان به بالا بودن صفاتی چون وزن خشک سنبله در مرحله ظهور سنبله، درصد بقاء پنجه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله نسبت داد.

تعداد گلچه و سنبلچه در سنبله: اثر تنش رطوبتی و شرایط فتوسنتزی بر تعداد کل گلچه در سنبله معنی دار ولی بر تعداد سنبلچه در سنبله غیر معنی دار بود (جدول ۱). اثر ژنوتیپ بر تعداد کل گلچه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله و نیز اثر شرایط فتوسنتزی، اثر متقابل سال × شرایط فتوسنتزی و اثر متقابل تنش رطوبتی × ژنوتیپ × شرایط فتوسنتزی بر تعداد کل گلچه در سنبله معنی دار بود (جدول ۱). ژنوتیپ های ۹۱۰۳، ۹۲۰۳ و C-81-10 بیشترین و ژنوتیپ ۹۲۰۵ و رقم کراس شاهی کمترین تعداد گلچه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله را داشتند (جدول ۲). ماچادو و همکاران (۲۷) در تحقیقات خود نتیجه گرفتند، اعمال تنش رطوبتی نزدیک به مرحله گلدهی، تشکیل دانه و باروری آن را به طور معنی‌داری کاهش داد و وزن خشک سنبله (بدون دانه) در این مرحله و در طی مرحله رشد خطی دانه (پر شدن دانه‌ها) به ترتیب به میزان ۳۰٪ و ۸٪ کاهش یافت.

وزن خشک سنبله در مرحله گرده افشانی(SDWA): وزن خشک سنبله در مرحله گرده افشانی صفت مهم مورد مطالعه در شرایط معمولی و تنش رطوبتی است (۱۰، ۲۱ و ۳۲). تجزیه واریانس مرکب نشان داد، اثر تیمارهای تنش رطوبتی و شرایط فتوسنتزی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱)، زیرا صفت مذکور کمی بعد از اعمال تنش رطوبتی و قبل از تیمار فتوسنتز اندازه گیری شد. اسلافر و آریوس (۳۴) و آریوس و همکاران (۹) وزن خشک و میزان نیتروژن سنبله (بدون دانه) در زمان گرده افشانی را یک مؤلفه مهم در تعیین تعداد دانه در سنبله دانستند. رابرتسون و گیونتا (۳۲) گزارش نمودند، اعمال تنش رطوبتی قبل از مرحله گرده افشانی (حد فاصل مرحله سنبلچه انتهایی، که مصادف با ابتدای طویل شدن ساقه است، و مرحله ظهور برگ پرچم) وزن خشک سنبله را به میزان ۵۸ تا ۹۴ درصد نسبت به شاهد (شرایط بدون تنش) کاهش داد. در بین ارقام مورد مطالعه، ژنوتیپ C-81-10 و رقم کراس شاهی به ترتیب بیشترین (۱۷۲/۷۸ گرم در متر مربع) و کمترین (۱۲۹/۲۸ گرم در متر مربع) وزن خشک سنبله در زمان گرده افشانی را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). فیشر (۲۱)، رابرتسون و گیونتا (۳۲) و بلوم و همکاران (۱۰) نیز گزارش نمودند که بین ارقام گندم از نظر وزن خشک سنبله در مرحله گرده افشانی تفاوت هایی وجود دارد. ایشان اضافه نمودند در دهه‌های اخیر، انتخاب لاین‌های جدید گندم بر پایه کاهش ارتفاع گیاه (به منظور افزایش شاخص برداشت) و افزایش نسبی وزن و طول سنبله استوار بوده و ارقام جدید نسبت به ارقام قدیمی از وزن خشک بیشتری برخوردارند که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد.

شاخص برداشت سنبله (SHI): از آنجا که با اعمال تنش رطوبتی الگوی تخصیص مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی و زایشی تغییر می‌کند، شاخص برداشت سنبله می‌تواند تخمینی از این الگو باشد (۱۶). نتایج نشان داد اثر تنش رطوبتی، ژنوتیپ و شرایط فتوسنتزی بر شاخص برداشت سنبله معنی‌دار بود (جدول ۱). شاخص برداشت سنبله در تیمار تنش رطوبتی ۱۳/۳۹ درصد و در شرایط بهینه رطوبتی ۱۱/۸۴ درصد بود (جدول ۲). افزایش شاخص برداشت سنبله در شرایط تنش رطوبتی به دلیل کاهش وزن خشک کل در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک بود. کاهش رشد و همچنین کاهش عملکرد دانه مجموعاً کاهش عملکرد ماده خشک را باعث شد. با توجه به اینکه وزن خشک سنبله نیز در شرایط تنش رطوبتی کاهش یافت، افزایش SHI در این شرایط نشان دهنده کاهش نسبی بیشتر وزن خشک کل در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (مخرج کسر) نسبت به کاهش وزن خشک سنبله (صورت کسر) بود. دونالسون (۱۶) گزارش مشابهی در گندم ارائه کرد. رابرتسون و گوینتا (۳۲) افزایش غیر معنی‌دار شاخص برداشت سنبله را در شرایط تنش محدودیت رطوبتی قبل از ظهور بساک در گندم گزارش کردند.

جدول ۱ – خلاصه تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی (میانگین مربعات)

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	تعداد کل گلچه در سنبله	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن خشک سنبله در مرحله گرده افشانی	شاخص برداشت سنبله	ضریب اختصاصی مواد فتوسنتزی به سنبله	درصد باروری سنبله	ارتفاع گیاه	طول سنبله	طول پدانکل	دوره پر شدن دانه
سال	۱	۳۷۱۷۲۰۸۰**	۱۱۹/۶۵۳**	۱۰/۰۸۳**	۲۱۴۶/۸۲۲**	۴۱/۶۸۳**	۴۷/۱۱۴**	۸۸۵/۶۷۲**	۱۱۸۵/۰۴۷**	۱/۲۱۱^{ns}	۶۸/۵۲۱**	۱۴۶۳/۰۲۱**
سال(تکرار)	۴	۱۱۴۵۷۵/۸	۴/۸۶۱	۲/۲۲۴	۲۴۰۳/۲۸۰	۱۶/۱۷۱	۲۲/۸۸۷	۱۰۲/۳۱۱	۱۹/۴۷۹	۱/۳۸۹	۰/۱۰۱	۴/۵۲۱
تنش رطوبتی	۱	۱۲۲۹۹۶۸۲۷/۷**	۹۷/۸۲۷**	۰/۷۱۸^{ns}	۲۳۳/۳۸۱^{ns}	۱۱۴/۴۲۳**	۱/۴۶۹^{ns}	۷۸۲/۵۰۸**	۲۴/۷۹۷^{ns}	۰/۱۴۲^{ns}	۰/۹۴۹^{ns}	۱۵۹۸/۵۲۱**
سال × تنش	۱	۱۶۵۰۵۸۶۹/۹**	۳/۲۰۶^{ns}	۲/۱۰۰*	۱۴/۶۶۳^{ns}	۷/۰۵۳^{ns}	۱/۵۱۸^{ns}	۰/۲۷۵^{ns}	۳۰/۸۸۰^{ns}	۰/۳۰۰^{ns}	۰/۰۳۳^{ns}	۳/۵۲۱^{ns}
تکرار × تنش(سال)	۴	۵۴۰۰۵/۷	۱۴/۱۶۰	۰/۳۰۱	۴۰۲۳/۹۴۷	۳۰/۲۲۹	۴۵/۶۵۶	۱۴۱/۹۷۷	۱۰/۴۱۷	۰/۵۷۶	۰/۷۶۱	۰/۰۸۳
ژنوتیپ	۷	۴۶۷۴۶۴۵/۴*	۱۳۱/۸۷۳**	۱۶/۴۹۹**	۵۹۲۳/۱۸۲**	۳۳/۸۳۳**	۵۷/۸۵۷**	۳۹۱۹/۸۸۶**	۲۹/۷۹۷^{ns}	۸/۹۴۴**	۲۲۶/۰۹۱**	۱۱/۹۷۳**
سال × ژنوتیپ	۷	۷۴۸۸۰۶/۵	۸/۶۶۲^{ns}	۱/۷۲۰**	۸۵/۶۸۸^{ns}	۰/۹۰۹^{ns}	۱/۰۸۲^{ns}	۲۹۶/۹۶۰*	۷۰/۷۱۴**	۰/۵۳۲*	۱/۸۷۵*	۱۶/۲۵۹**
تنش × ژنوتیپ	۷	۴۳۱۳۴۳/۵^{ns}	۶/۱۱۲^{ns}	۰/۳۱۰^{ns}	۵۵۶/۲۲۱^{ns}	۵/۰۰۹^{ns}	۴/۵۶۳^{ns}	۵۸/۷۶۳^{ns}	۲۹/۷۹۷^{ns}	۰/۱۷۱^{ns}	۱۲/۷۲۹**	۴/۳۵۴^{ns}
سال × تنش × ژنوتیپ	۷	۲۸۶۵۶۵/۹*	۲/۵۶۶^{ns}	۰/۱۷۳^{ns}	۱۲/۰۳۱^{ns}	۰/۲۴۷^{ns}	۰/۱۶۳^{ns}	۷/۲۳۹^{ns}	۵/۷۱۴^{ns}	۰/۰۹۶^{ns}	۰/۳۹۰^{ns}	۳/۳۷۸^{ns}
خطا	۵۶	۱۰۷۵۳۵/۳	۷/۶۹۹	۰/۴۴۲	۲۸۶/۲۳۲	۲/۴۲۶	۳/۴۲۱	۴۹/۰۶۰	۱۴/۶۶۸	۰/۲۳۲	۰/۲۵۱	۳/۱۶۵
فتوسنتز	۱	۲۷۲۰۴۵۰۶۰/۶**	۱۴۹/۵۱۳**	۰/۶۱۰^{ns}	۲۱۷/۹۸۴^{ns}	۳۹۲/۹۳۸**	۰/۰۱۹^{ns}	۲۰۶۳۷/۷۵**	۷/۹۲۳^{ns}	۰/۱۵۰^{ns}	۰/۲۷۴^{ns}	۶۷/۶۸۸**
سال × فتوسنتز	۱	۳۷۱۵۹۷۶۰/۹^{ns}	۴۱/۵۴۳*	۰/۲۳۳^{ns}	۱۴/۹۵۲^{ns}	۸/۰۸۵^{ns}	۱/۸۷۰^{ns}	۱۰۷۴/۴۲**	۱۴۱/۷۹۷**	۰/۲۷۴^{ns}	۰/۲۶۳^{ns}	۱۱/۰۲۱^{ns}
تنش × فتوسنتز	۱	۶۹۶۸۱۵۲۵/۹^{ns}	۱۵/۲۴۳^{ns}	۰/۱۴۰^{ns}	۱۹۹/۵۵۳^{ns}	۳۹/۱۳۳**	۰/۰۱۸^{ns}	۶۷/۸۹^{ns}	۷/۱۳۰^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۴۳۱^{ns}	۲۲/۶۸۸^{ns}
سال × تنش × فتوسنتز	۱	۱۲۴۴۲۵۰۵/۹**	۱/۴۲۷^{ns}	۰/۱۶۱^{ns}	۱۸/۰۹۳^{ns}	۹/۷۲۹*	۲/۶۴۸^{ns}	۳۵/۳۳۵^{ns}	۳/۷۱۷^{ns}	۰/۱۵۹^{ns}	۰/۲۷۸^{ns}	۱۳/۰۲۱^{ns}
ژنوتیپ × فتوسنتز	۷	۱۰۵۸۷۴۶/۳^{ns}	۲/۵۷۵^{ns}	۰/۳۷۶^{ns}	۳۲۷/۵۳۴^{ns}	۳/۱۵۸^{ns}	۳/۶۸۷^{ns}	۸۷/۸۴۴^{ns}	۲/۳۵۰^{ns}	۰/۰۹۸^{ns}	۱۲/۹۶۵*	۱/۰۹۲^{ns}
سال × ژنوتیپ × فتوسنتز	۷	۵۲۱۰۹۲/۷^{ns}	۳/۷۸۹^{ns}	۰/۲۲۵^{ns}	۱۱/۳۸۱^{ns}	۰/۳۰۶^{ns}	۰/۵۰۱^{ns}	۱۳۷/۲۴۸^{ns}	۱/۶۷۸^{ns}	۰/۱۱۴^{ns}	۱/۱۰۵^{ns}	۰/۷۸۳^{ns}
تنش × ژنوتیپ × فتوسنتز	۷	۳۶۳۰۷۸/۵^{ns}	۱۶/۶۶۹**	۰/۴۴۹^{ns}	۴۴۸/۹۰۶^{ns}	۳/۴۳۶^{ns}	۴/۷۹۳*	۳۸/۷۰۶^{ns}	۳/۴۸۷^{ns}	۰/۳۷^{ns}	۲/۲۵۳*	۱/۰۹۲^{ns}
سال × تنش × ژنوتیپ × فتوسنتز	۷	۲۲۰۴۷۷/۷^{ns}	۱/۹۷۱^{ns}	۰/۵۰۶^{ns}	۱۴/۶۸۹^{ns}	۰/۵۰۷^{ns}	۰/۵۶^{ns}	۵۲/۰۰۳^{ns}	۲/۵۱۱^{ns}	۰/۱۰۴^{ns}	۰/۳۳۲^{ns}	۰/۳۰۷^{ns}
خطا	۶۴	۱۰۸۶۶۰/۰	۴/۱۵۸	۰/۳۴۶	۱۹۴/۰۷۳	۱/۷۰۲	۲/۱۹۵	۳۳/۸۰۸	۰/۳۴۶	۰/۱۰۲	۰/۴۹۰	۱/۳۷۰
ضریب تغییرات (C.V%)		۸/۲۲	۳/۶۴	۳/۸۰	۹	۱۰/۳۴	۹/۷۸	۱۰/۱۵	۲/۴۶	۳/۲۴	۳/۰۴	۳/۳۸

ns، * و ** به ترتیب به مفهوم غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

حذف فتوسنتز جاری در گندم افزایش ۲۵/۷ درصدی شاخص برداشت سنبله را به دنبال داشت (جدول ۲). افزایش شاخص برداشت سنبله در شرایط جلوگیری از فتوسنتز جاری به دلیل کاهش وزن خشک کل در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک بود. کاهش وزن خشک کل ناشی از عدم فتوسنتز و در نتیجه کاهش عملکرد دانه بود.

ضریب اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله (SPC): ضریب اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله که نسبت وزن خشک سنبله به وزن خشک کل در مرحله ظهور بساک است با افزایش وزن خشک سنبله و یا کاهش وزن خشک کل افزایش می‌یابد. ضریب تخصیص مواد به سنبله صفت مهمی است که مبین نسبتی از اختصاص رشد (مواد فتوسنتزی) به سنبله است (۳۲). تنش رطوبتی و شرایط فتوسنتزی تأثیر معنی داری بر ضریب اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله نداشت (جدول ۱). قبل از ظهور بساک این تیمار با محدودیت رطوبتی مواجه نبود و وزن خشک سنبله و وزن خشک کل در مرحله ظهور بساک مشابه شرایط بهینه رطوبتی بود. بنابراین عدم تفاوت معنی‌دار ضریب اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله تیمار D2 با D1 کاملاً منطقی است. رابرتسون و گیونتا (۳۲) گزارش کردند که با اعمال تنش رطوبتی قبل از مرحله سنبلچه انتهایی، ضریب اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله افزایش مختصری داشت. فیشر (۲۳) گزارش داد، اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله با تنش‌های شدید رطوبتی در مرحله تشکیل سنبله جوان (سنبلچه انتهایی تا ظهور بساک) کاهش می‌یابد.

بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی داری از نظر ضریب اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله وجود داشت. ژنوتیپ C-81-10 و رقم کراس شاهی به ترتیب بیشترین (۱۶/۴۷ درصد) و کمترین (۱۲/۳۵ درصد) مقدار SPC را داشتند (جدول ۲). ضریب اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله بالاتر ژنوتیپ C-81-10 را می توان به وزن خشک سنبله بیشتر در مرحله گرده افشانی نسبت داد (جدول ۲).

درصد باروری سنبله (SSP) : شرایط بهینه رطوبتی به ویژه در طول مرحله رشد سنبله جوان (مرحله سنبلچه انتهایی تا ظهور بساک) تعیین کننده تعداد دانه‌ای است که در سنبله تشکیل می‌شود. بنابراین در شرایط بهینه (D1) بیشترین درصد باروری سنبله (۵۹/۲۸٪) مشاهده شد (جدول ۲). به عبارتی دیگر، تنش محدودیت رطوبتی (D2) نسبت به شرایط بهینه رطوبتی (D1) کاهش درصد باروری سنبله را به همراه داشت (کاهش ۷٪). بررسی‌ها نشان داده است که با افزایش وزن خشک سنبله در مرحله ظهور بساک تعداد دانه در سنبله افزایش می‌یابد (۲۳). افزایش تعداد دانه در سنبله در حقیقت معرف درصد باروری بیشتر سنبله است. نتایج تحقیقات بر این نکته تاکید دارد که تعداد دانه در سنبله در مرحله قبل از ظهور بساک شکل می‌گیرد (۸ و ۹). برخی دیگر از گزارش‌ها حتی اوایل ظهور بساک را نیز در شکل‌گیری تعداد دانه در سنبله مؤثر می‌دانند (۲۶ و ۳۸). بنابراین کاهش درصد باروری سنبله تحت شرایط تنش رطوبتی پس از ظهور بساک (۵۵/۲۴٪) در مقایسه با شرایط بهینه رطوبتی (۵۹/۲۸٪) نیز قابل انتظار بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد که کاهش درصد باروری سنبله در شرایط تنش رطوبتی پس از مرحله ظهور بساک گویای این واقعیت باشد که تأثیر عوامل دیگری به جز وزن خشک سنبله در مرحله ظهور بساک نیز بایستی در کاهش درصد باروری سنبله مؤثر باشند، زیرا همان طور که قبلاً بحث شد وزن خشک سنبله در مرحله ظهور بساک در تیمار تنش رطوبتی (D2) تفاوت معنی‌داری با شرایط بهینه نداشت، ولی کاهش درصد باروری سنبله در این تیمار (D2) نسبت به شرایط بهینه (D1) معنی‌دار بود که نشان از تأثیر عوامل دیگری بر درصد باروری سنبله داشت (جدول ۱). رابرتسون و گیونتا (۳۲) کاهش باروری سنبله را در اثر تنش رطوبتی قبل از ظهور بساک در گندم گزارش کرده اند. کمترین و بیشترین درصد باروری سنبله به ترتیب متعلق به رقم کراس شاهی(۴۹/۰۳٪) و ژنوتیپ C3 (۶۱/۲۵٪) بود (جدول ۲). کاهش معنی دار درصد باروری سنبله در شرایط جلوگیری از فتوسنتز جاری (۴۶/۸۹٪) در مقایسه با شرایط شاهد (۶۷/۶۳٪) می تواند ناشی از عدم تولید مواد فتوسنتزی و محدودیت منبع باشد (جدول ۲).

ارتفاع گیاه، طول سنبله و طول پدانکل: نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد، اثر تنش رطوبتی بر ارتفاع گیاه، طول سنبله و طول پدانکل گندم معنی‌دار نبود (جدول ۱)، هر چند نتایج مقایسه میانگین این صفات نشان داد تیمار تنش رطوبتی باعث کاهش هر سه صفت مذکور شد (جدول ۲). یکی از اثرات بارز تنش رطوبتی، کاهش ارتفاع گیاه گندم است که به دلیل کاهش فاصله میان گره‌ها و به طور کلی اندازه گیاه می‌باشد (۳۱). در واقع یکی از دلایل کاهش تولید و تجمع ماده خشک ارقام گندم تحت تنش رطوبتی، کاهش ارتفاع گیاه می باشد. زارع فیض آبادی و قدسی (۲) و خزاعی (۱) گزارش نمودند با حذف آبیاری (اعمال تنش رطوبتی) در مراحل مختلف نمو گندم از جمله مراحل طویل شدن ساقه و پر شدن دانه‌ها، ارتفاع گیاه، طول سنبله و طول پدانکل ارقام گندم کاهش یافت که مؤید نتایج حاصل از این تحقیق است. اختلافات ژنوتیپی معنی داری نیز در مورد صفت ارتفاع گیاه، طول سنبله و طول پدانکل گندم موجود بود (جدول ۱). بیشترین ارتفاع گیاه متعلق به گندم کراس شاهی و کمترین آن متعلق به ژنوتیپ ۹۲۰۳ بود (جدول ۲). گندم کراس شاهی یک رقم نسبتاً قدیمی و پابلند است. در جریان معرفی ارقام جدید سعی شده ارتفاع گیاه در حد متوسط باشد و به همین دلیل میانگین ارتفاع گیاه در ژنوتیپ های این تحقیق بین ۹۰ تا ۱۰۰ سانتی متر متغیر بود. در نتیجه کاهش ارتفاع گیاه، معمولاً عملکرد بیولوژیک کاهش یافته ولی میزان کودپذیری، مقاومت به خوابیدگی و عملکرد ارقام جدید افزایش

یافته است (۱۳ و ۳۱). بین ژنوتیپ های گندم از نظر طول سنبله تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). ژنوتیپ های ۹۲۰۷ و ۹۲۰۵ به ترتیب بیشترین و کمترین طول سنبله را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). در حال حاضر کوشش می‌شود ارقام گندم علاوه بر اینکه ارتفاع متوسطی داشته باشند، از طول سنبله متوسط نیز برخوردار باشند، ولی دارای تعداد بیشتر سنبله در واحد سطح باشند. گزارشاتی در زمینه اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف نمو گندم بر طول سنبله وجود دارد (۱، ۲ و ۸) که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد.

طول پدانکل یک صفت ژنتیکی است ولی تحت تأثیر محیط نیز قرار می‌گیرد. تفاوت‌های ژنتیکی بین ژنوتیپ های گندم در مورد طول پدانکل مشاهده شد (جدول ۱). رقم کراس شاهی و ژنوتیپ ۹۲۰۳ به ترتیب بیشترین (۴۰/۹۵ سانتیمتر) و کمترین (۳۰/۹۸ سانتیمتر) طول پدانکل را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). در مطالعه روابط منبع و مخزن، این اصل کلی پذیرفته شده است که هر اندامی که به مخزن نزدیک تر باشد نقش مهم تری در پر کردن دانه‌ها ایفا می‌نماید (۱۷). به همین دلیل آخرین میان گره منتهی به سنبله (پدانکل) و مواد ذخیره ای آن در پر کردن دانه گندم از اهمیت زیادی برخوردار است. واردلو و ویلنبرینگ (۴۱) و اهدایی و همکاران (۱۸) گزارش نمودند، بیشترین میزان مواد ذخیره ای مربوط به میان گره آخر و میان گره ما قبل آن می باشد و اختلافات در ذخیره و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی تحت شرایط تنش رطوبتی در این دو میان گره بیش از سایر میان گره‌ها است.

دوره پر شدن دانه: تحت تیمار تنش رطوبتی طول دوره پر شدن دانه به طور معنی داری کاهش یافت (جدول ۱)، به طوری که میزان این کاهش ۱۵/۴ درصد بود (جدول ۲). کاهش طول دوره پر شدن دانه می تواند ناشی از زرد شدن زودتر برگ‌ها و در نتیجه القای پیری زودرس گیاه باشد. در بین ژنوتیپ های مورد مطالعه، ژنوتیپ ۹۱۱۶ از زودرسی نسبی برخوردار بود (جدول ۲)، هرچند ژنوتیپ های ۹۱۰۳ و C-81-10 از دوره پر شدن دانه بالایی برخوردار بودند. آریوس و همکاران (۸) و رینولدز و همکاران (۳۰) اظهار نمودند، در شرایط مطلوب (بدون تنش) افزایش نسبی طول دوره پر شدن دانه‌ها یک مزیت به حساب می‌آید، زیرا گیاه فرصت بیشتری برای انتقال مواد فتوسنتزی (فتوسنتز جاری و ذخایر ساقه) به دانه‌ها داشته و از این طریق عملکرد افزایش می‌یابد. در حالی که در شرایط تنش رطوبتی القاء زودرسی برای فرار از شرایط سخت محیطی از اهمیت بیشتری برخوردار است. این گزارشات با نتایج این تحقیق در مورد طول دوره پر شدن دانه و زودرسی نسبی ژنوتیپ ۹۱۱۶ مطابقت دارد.

تنش محدودیت رطوبتی و جلوگیری از فتوسنتز پس از ظهور بساک عملکرد دانه را در تمامی ژنوتیپ‌ها کاهش داد. کاهش عملکرد دانه در این شرایط، به دلیل تأثیر منفی تنش محدودیت رطوبتی و بازدارندگی فتوسنتز بر وزن دانه در سنبله بود که متأثر از کاهش وزن هر دانه و تا حدودی کاهش تعداد دانه در سنبله بود. به طور کلی، نظر به اینکه ژنوتیپ‌های C-81-10، ۹۱۰۳ و ۹۱۱۶ بیشترین ظرفیت استفاده از ذخایر ساقه برای پر کردن دانه‌ها در هر دو شرایط (معمولی و تنش رطوبتی) را داشته و پتانسیل عملکرد دانه آنها نیز بالا بود می‌توان آنها را به عنوان ژنوتیپ‌های امید بخش و مناسب برای شرایط تنش رطوبتی پیشنهاد نمود و در برنامه های اصلاحی از آنها استفاده کرد.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی ژنوتیپ های گندم

*تنش رطوبتی		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد کل گلچه در سنبله	تعداد سنبلچه در سنبله	وزن خشک سنبله در گرده افشانی (گرم در متر مربع)	شاخص برداشت سنبله (درصد)	ضریب اختصاص مواد فتوسنتزی به سنبله (درصد)	بارووری سنبله (درصد)	ارتفاع گیاه (سانتیمتر)	طول سنبله (سانتیمتر)	طول پدانکل (سانتیمتر)	دوره پر شدن دانه (روز)
D_1	C_1	۴۵۷۷ a	۵۶/۸۱ a	۱۵/۵۳ a	۱۵۶/۲۱ a	۱۱/۸۴ b	۱۵/۰۷ a	۵۹/۲۸ a	۱۰۰/۰۲ a	۹/۹۱ a	۳۴/۳۵ a	۳۷/۵۰ a
D_2	C_2	۲۹۷۶ b	۵۵/۳۸ b	۱۵/۴۱ a	۱۵۳/۲۰ a	۱۳/۳۹ a	۱۵/۲۴ a	۵۵/۲۴ b	۹۹/۳۰ a	۹/۸۶ a	۳۴/۲۱ a	۳۱/۷۳ b
*رقم												
	C_1	۴۱۰۵ a	۵۶/۸۵ ab	۱۶/۴۷ a	۱۶۰/۲۴ b	۱۲/۸۷ ab	۱۵/۶۸ ab	۶۰/۶۷ a	۹۶/۵۸ cd	۹/۸۸ b	۳۲/۵۰ c	۳۵/۵۸ a
	C_2	۴۰۹۸ a	۵۵/۹۹ b	۱۶/۰۲ ab	۱۶۶/۷۱ ab	۱۳/۳۸ a	۱۶/۱۱ a	۵۸/۸۲ ab	۹۸/۰۰ c	۱۰/۰۸ a	۳۳/۴۴ bc	۳۳/۹۲ b
	C_3	۳۸۱۱ ab	۶۰/۶۸ a	۱۶/۲۱ a	۱۶۲/۰۵ b	۱۳/۵۸ a	۱۶/۲۵ a	۶۱/۲۵ a	۸۰/۷۵ e	۹/۵۹ b	۳۰/۹۸ d	۳۳/۶۳ b
	C_4	۳۵۰۹ b	۵۴/۵۲ b	۱۴/۲۳ d	۱۳۸/۵۲ d	۱۱/۴۱ c	۱۳/۶۸ cd	۵۷/۳۷ b	۱۰۷/۲۱ b	۸/۶۷ c	۳۵/۶۸ b	۳۴/۴۶ ab
	C_5	۳۸۱۸ ab	۵۵/۹۸ b	۱۵/۱۳ bc	۱۴۲/۵۸ c	۱۱/۸۰ bc	۱۴/۱۸ c	۵۶/۶۶ bc	۹۷/۳۷ c	۱۰/۶۰ a	۳۲/۸۵ c	۳۴/۲۵ ab
	C_6	۳۸۶۹ ab	۵۵/۱۳ b	۱۴/۶۲ cd	۱۶۵/۵۱ ab	۱۳/۵۹ a	۱۶/۴۵ a	۵۵/۴۵ c	۹۹/۷۹ c	۹/۸۵ b	۳۵/۰۰ b	۳۴/۵۰ ab
	C_7	۴۱۷۷ a	۵۷/۰۵ ab	۱۶/۰۹ ab	۱۷۲/۷۸ a	۱۳/۷۰ a	۱۶/۴۷ a	۵۸/۸۲ ab	۹۲/۲۹ d	۹/۸۴ b	۳۲/۸۳ c	۳۵/۲۹ a
	C_8	۲۸۲۳ c	۵۲/۵۵ c	۱۵/۰۲ bc	۱۲۹/۲۸ e	۱۰/۶۰ d	۱۲/۳۵ e	۴۹/۰۳ d	۱۲۵/۲۹ a	۱۰/۵۸ a	۴۰/۹۵ a	۳۵/۲۹ a
*فتوسنتز												
	P_1	a۵۷۲۲	a۵۶/۹۸	a۱۵/۵۳	a۱۵۵/۷۷	b۱۱/۱۸	a۱۵/۱۴	a۶۷/۶۳	a۹۹/۴۶	a۹۹/۹۱	a۳۴/۳۷	a۳۵/۲۱
	P_2	b۱۸۳۰	b۵۵/۲۱	a۱۵/۴۱	a۱۵۳/۶۴	a۱۴/۰۵	a۱۵/۱۶	b۴۶/۸۹	a۹۹/۸۷	a۹۶/۸۶	a۳۴/۱۸	b۳۴/۰۲

*D_1 : آبیاری مطلوب در طول فصل رشد و D_2: تنش رطوبتی از مرحله گرده افشانی تا رسیدگی، C_1، C_2، C_3 ، C_4، C_5، C_6 و C_7 ، C_8 به ترتیب ژنوتیپ های شماره ۹۲۰۳، ۹۱۱۶، ۹۲۰۵، ۹۲۰۷، ۹۲۱۲-10-81-C و رقم کراس شاهی، P_1، استفاده از فتوسنتز جاری و P_2، جلوگیری از فتوسنتز جاری.

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵٪ با یکدیگر اختلاف آماری معنی داری ندارند.

منابع

۱- خزاعی، ح. ر. ۱۳۸۱. اثر تنش خشکی برخصوصیات فیزیولوژیکی ارقام مقاوم و حساس گندم و معرفی مناسبترین شاخص‌های مقاومت به خشکی. رساله دکتری زراعت. دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۲۵صفحه.

۲- زارع فیض آبادی، ا و م. قدسی. ۱۳۸۱. بررسی میزان تحمل به خشکی لاین‌ها و ارقام گندم مناطق سرد کشور. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج. ۱۶، ش. ۲، ص۱۸۹-۱۸۱.

۳- علیزاده، الف. ۱۳۷۲. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری. انتشارات دانشگاه امام رضا، ص ۲۰۵-۲۰۲.

۴- نادری، ا.، ا. هاشمی دزفولی.، ا. مجیدی هراوان.، ع. رضایی و ق. نور محمدی. ۱۳۷۹. مطالعه هبستگی صفات مؤثر بر وزن دانه و تعیین اثر برخی پارامترهای فیزیولوژیک بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره در شرایط مطلوب و تنش خشکی. مجله نهال و بذر. ج. ۱۶، ش. ۳، ص ۳۷۴-۳۸۶.

5- Aggarwal, P. K., G. S. Caturved, A. K. Singh and S. K. Sinha. 1986. Performance of wheat and triticale cultivars in a variable soil-water environment. Field Crops Res. 13: 317-380.

6- Alam, M. S., A. H. M. M. Rahman, M. N. Nesa, S. K. Khan and N. A. Siddquie. 2008. Effect of source and/or sink restriction on the grain yield in wheat. Europ. J. Appl. Sci. Res. 4: 258-261.

7- Alvaro, F., C. Royo, L. F. Garcia del Moral and D. Villegas. 2008. Grain filling and dry matter translocation responses to source-sink modifications in a historical series of durum wheat. Crop Sci. 48: 1523-1531.

8- Araus, J. L., J. Bort, P. Steduto, D. Villegas and C. Royo. 2003. Breeding cereals for Mediterranean conditions: ecophysiological clues for biotechnology application. Ann. Appl. Biol. 142: 129-141.

9- Araus, J. L., G. A. Slafer, M. P. Reynolds and C. Royo. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: What Should we breed for? Ann. Bot. 89: 925-940.

10- Blum, A. 1998. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. Euphytica. 100:77-83.

11- Blum, A., B. Sinmena, J. Mayer, G. Gozlan and L. Shpiler. 1994. Stem reserve mobilization supports wheat grain filling under heat stress. Aust. J. Plant Physiol. 21: 771-781.

12- Boyer J. S., and J. E. McLaughlin. 2007. Functional reversion to identify controlling genes in multigenic responses: Analysis of floral abortion. J. Exp. Bot. 58: 267-277.

13- Calderini, D. F., M. P. Reynolds and G. A. Slafer. 1999. Genetic gains in wheat yield and main physiological changes associated with them during the 20th century. In Satorre, E. H., and G. A. Slafer. (Eds.). Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination. Food Products Press. New York.

14- Carmer, S. G., W. E. Nyqist and W. M. Walker. 1989. Least significant differences for combined analysis of experiments with two or three factor treatment design. Agron. J. 81: 665-672.

15- Dencic, S. 1994. Designing a wheat ideotype with increased sink capacity. Plant Breeding. 112: 311-317.

16- Donaldson, E. 1996. Crop traits for water stress tolerance. American J. Alter. Agric. 11: 89-94.

17- Ehdaie, B., G. A. Alloush, M. A. Madore and J. G. Waines. 2006 a. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Postanthesis changes in internode dry matter. Crop Sci. 46: 735-746.

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

19- El-Murshedy, W. A. 2008. Effect of skipping one irrigation at different developmental stages of five bread wheat cultivars. J. Agric. Res. Kafer El-Sheikh Univ. 34: 25-41.

20- 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: 328-333.

21- Fischer, R.A. 1979. Growth and water limitation to dryland wheat yield in Australia: A physiological framework. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 45: 83-89.

22- Fischer, R. A. 1983. Growth and yield of wheat. Proceedings of Symposium on Potential Productivity of Field Crops under Different Environments. International Rice Research Institute. Los Banos. Phillipines. September 1980. pp.129-154.

23- Fischer, R. A. 2001. Selection traits for improving yield potential. In: Reynolds, M. P., J. I. Ortiz-Monasterio and A. McNab. (Eds). Application physiology in wheat breeding. Mexico. D.F. CIMMYT. pp. 148-159.

24- Fischer, R. A., and D. Hille Ris Lambers. 1978. Effect of environment and cultivar on source limitation to grain weight in wheat. Aust. J. Agric. Res. 29: 443-458.

25- Hamam, K. A. 2008. Increasing yield potential of promising bread wheat lines under drought stress. Res. J. Agric. Biol. Sci. 4: 842-860.

26- Hobbs, P. R., and K. D. Sayre. 2001. Managing experimental breeding trials. In: Reynolds, M. P., J. I. Oritz-Monascrio and A. McNab. (Eds). Application of physiology in wheat breeding. Mexico. D.F. CIMMYT. pp. 48-58.

27- Machado, E. C., A. M. A. Lagoa and M. Ticelli. 1993. Source-sink relationships in wheat subjected to water stress during three productive stage. Revista Brasil. Fisiol. Veg. 5: 145-150.
28- Nasseri, A., and H. A. Fallahi. 2007. Water use efficiency of winter wheat under deficit irrigation. J. Biol. Sci. 7: 19-26.
29- Praba, M. L., J. E. Cairns, R. C. Babu and H. R. Lafitte. 2009. Identification of physiological traits underlying cultivar differences in drought tolerance in rice and wheat. J. Agron. Crop Sci. 195: 30-46.
30- Reynolds, M. P., B. Skovmand, R. M. Trethowan, R. P. Singh and M. Van Ginkel. 2000. Applying physiological strategies to wheat breeding. Anonymous: Research Highlights of the CIMMYT Wheat Program. 1999-2000. pp. 49-56. International Wheat Improvement Center.
31- Richards, R. A., A. G. Condon and G. J. Robetzke. 2001. Traits to improve yield in dry environments. In:Reynolds, M. P., J. I. Ortiz-Monasterio and A. McNab. (Eds.). Application physiology in wheat breeding. Mexico. D.F. CIMMYT. pp. 88-100.
32- Robertson, M. J., and F. Giunta. 1994. Response of spring wheat exposed to pre-anthesis water stress. Aust. J. Agric. Res. 45: 19-35.
33- Shahryari, R., E. Gurbanov, A. Gadimov and D. Hassanpanah. 2008. Tolerance of 42 bread wheat genotypes to drought stress after anthesis. Pak. J. Biol. Sci. 11: 1330-1335.
34- Slafer, G. A., and J. L. Araus. 1998. Keynote address: Improving wheat responses to abiotic stresses. In: Slinkard, A. E. (Ed.). Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium. Saskatchewan, pp. 201-213.
35- Slafer, G. A., F. H. Anderade and E. H. Satorre. 1990. Genetic improvement effects on pre-anthesis attributes related to grain yield. Field Crops Res. 23: 255-263.
36- Slafer, G. A., D. F. Calderini and D. J. Miralles. 1996. Yield components and compensation in wheat: opportunities for future increasing yield potential in wheat: Breaking the Barriers. Reynolds, M. P., S. Rajaram and A. McNab. (Eds.). Mexico, D.F. CIMMYT. pp. 101-134.
37- Slafer, G. A., and R. Savin. 1994. Sink-source relationships and grain mass at different positions within the spike in wheat. Field Crops Res. 37: 39-49.
38- Slafer, G. A., and E. M. Whitechurch. 2001. Manipulation wheat development to improve adaptation. In: Reynolds, M.P., J.I. Ortiz-Monasterio, and A. McNab. (Eds.). Application physiology in wheat breeding. Mexico. D.F. CIMMYT. pp.160-170.
39- Stockman, Y. M., R. A. Fischer and E. G. Brittain. 1983. Assimilate supply and floret development within the spike of wheat. Aust. J. Plant Physiol. 10: 583-594.
40- Villegas, D., L. F. Garcia del Moral, Y. Rharrabti, V. Martos and C. Royo. 2007. Morphological traits above the flag leaf node as indicators of drought susceptibility index in durum wheat. J. Agron. Crop Sci. 193: 103-116.
41- Wardlaw, I. F., and H. K. Proter. 1967. The distribution of stem sugars in wheat during grain development. Aust. J. Biol. Sci. 20: 309-318.