Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۱۶، شماره ۳، آذر ۱۳۷۹

مطالعه همبستگی صفات مؤثر بر وزن دانه و تعیین اثر برخی پارامترهای فیزیولوژیک بر عملکرد دانهٔ ژنوتیپ‌های گندم بهاره در شرایط مطلوب و تنش خشکی *

Study on Correlation of Traits and Components Affecting Grain Weight and Determination of Effects of Some Physiological Parameters on Grain Yield in Spring Wheat Genotypes Under Optimum and Drought Stress Conditions

احمد نادری، ابوالحسن هاشمی دزفولی، اسلام مجیدی هروان،
عبدالمجید رضائی و قربان نورمحمدی

مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان

تاریخ دریافت: ۱۳۷۸/۸/۱۲

چکیده

نادری، ا.، هاشمی دزفولی، ا.، مجیدی هروان، ا.، رضائی، ع. و نورمحمدی، ق. ۱۳۷۹. مطالعه همبستگی صفات مؤثر بر وزن دانه و تعیین اثر برخی پارامترهای فیزیولوژیک بر عملکرد دانهٔ ژنوتیپ‌های گندم بهاره در شرایط مطلوب و تنش خشکی. نهال و بذر ۱۶: ۳۸۶-۳۷۴.

این تحقیق برای بررسی صفات مؤثر در وزن دانه و مطالعهٔ اثر برخی پارامترهای فیزیولوژیک در عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره در شرایط مطلوب و تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی اجرا گردید. شانزده ژنوتیپ (۴ ژنوتیپ دوروم و ۱۲ ژنوتیپ گندم نان) در دو آزمایش جداگانه هر کدام در چهار تکرار در شرایط مطلوب رطوبتی در طی فصل رشد و تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی ارزیابی شدند. عملکرد دانه، مقدار وزنی، درصد و سهم انتقال مجدد، حرکت مجدد، و توزیع مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده قبل و بعد از گرده‌افشانی در اندام‌های رویشی به دانه تعیین و با توجّه به منابع اصلی تأمین کنندهٔ وزن دانه، سهم فتوسنتز جاری بعد از گرده‌افشانی در وزن دانه محاسبه شد. نسبت فتوسنتز به توزیع مجدد، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، سرعت رشد دانه، مدت زمان مؤثر پر شدن دانه و شاخص تحمل به تنش نیز تعیین گردیدند. نتایج نشان داد که در هر دو شرایط مطلوب و تنش، وزن دانه با عملکرد بیولوژیکی و سرعت پر شدن دانه همبستگی مثبت و قوی داشت در حالی که سرعت پر شدن دانه با طول دورهٔ مؤثر پر شدن دانه همبستگی منفی

* این مقاله بخشی از تحقیق رساله دکتری نگارنده اول در واحد علوم تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز است.

www.SID.ir

Archive of SID

و معنی دار نشان داد. در هر دو شرایط محیطی این تحقیق حرکت مجدد با فتوسنتز و در شرایط تنش با انتقال مجدد مواد ذخیره شده پس از گرده‌افشانی همبستگی منفی و معنی‌دار داشت. در شرایط تنش، تنها صفت شاخص برداشت با شاخص مقاومت به تنش ژنوتیپ‌ها همبستگی معنی‌دار نشان داد. در تجزیه همبستگی به روش رگرسیون گام به گام در شرایط مطلوب و تنش، دو صفت عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت مهّم‌ترین اجزاء توجیه کننده تغییرات وزن دانه بودند. نتایج رگرسیون گام به گام بر اساس کل داده‌ها بدون توجّه به شرایط محیطی نشان داد که سهم فتوسنتز جاری و سهم حرکت مجدد مهّم‌ترین پارامترهای فیزیولوژیک مؤثر در تغییرات وزن دانه بودند.

واژه‌های کلیدی: گندم، توزیع مجدد، فتوسنتز جاری، عملکرد بیولوژیکی، سرعت رشد دانه.

مقدمه

وزن دانه یکی از اجزاء مهّم عملکرد گندم بوده و تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی گیاه از نظر پتانسیل تولید تعداد دانه در سنبله، رقابت دانه‌ها به عنوان مخازن اصلی گیاه، طول دورهٔ پر شدن دانه و شرایط محیطی قبل و بعد از گرده‌افشانی و اثرات متقابل آن‌ها قرار دارد (*et al.*, 1977 Shanahan *et al.*, 1984; Bidinger,). مطالعه روند رشد دانه و ارزیابی اثر پارامترهای فیزیولوژیک بر وزن دانه و تنوع ژنتیکی این صفات در ژنوتیپ‌های گندم از تحقیقات پایه‌ای در برنامه‌های مطالعات به نژادی و فیزیولوژی به شمار می‌رود (Dorrach and Baker, 1990 Flood *et al.*, 1995;). وزن دانه گندم از سه منبع تأمین می‌شود: ۱ - فتوسنتز جاری (Current photosynthesis) بعد از گرده‌افشانی ۲ - انتقال کربوهیدرات‌هائی که قبل از گرده‌افشانی در گیاه تولید و ذخیره شده و بعد از گرده‌افشانی به دانه منتقل می‌گردد، این فرآیند اصطلاحاً حرکت مجدد (Remobilization) نامیده می‌شود ۳ - انتقال کربوهیدرات‌هائی که بعد از گرده‌افشانی و در دورهٔ رشد بطئی دانه (Lag phase) یعنی دوره‌ای که اسیمیلات‌های حاصل از فتوسنتز جاری گیاه به دلیل محدودیت پذیرش دانه‌های تازه تشکیل شده، بیش از نیاز دانه‌ها بوده و بنابراین به صورت موقت در گیاه ذخیره می‌شوند، این فرآیند را اصطلاحاً انتقال مجدد (Retranslocation) می‌نامند. مجموع انتقال و تحرک مجدد، توزیع مجدد (Redistribution) را تشکیل می‌دهد(Kobata *et al.*, 1992 Ehdaie and Waines, 1996;).

مقدار مطلق، کارائی و سهم هر یک از منابع تأمین کنندهٔ وزن دانه گندم حتی برای یک ژنوتیپ خاص ثابت نبوده و تحت تأثیر شرایط محیطی تغییر می‌کند (Kobata *et al.*, 1992; Johnson *et al.*, 1981). اگر چه مهّم‌ترین منبع تأمین کننده کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای دانه گندم، فتوسنتز جاری گیاه بخصوص از برگ پرچم آن به شمار می‌رود(Shanahan *et al.*,1984

www.SID.ir

Archive of SID

(Ehdaic and Waines, 1996). امّا در شرایط تنش که ممکن است این منبع با محدودیت مواجه شود، مقدار توزیع مجدد تحت تأثیر روابط منبع - مخزن که خود از طریق سیستم هورمونی گیاه کنترل می‌شود، افزایش یافته و سهم توزیع مجدد در جبران کاهش وزن دانه ناشی ازنقصان فتوسنتز جاری گیاه بیشتر می‌شود (Sinha, 1984; Bidinger *et al.*, 1977; Flood *et al.*, 1995; Aggrawal and) . مقدار و سرعت انتقال مواد ذخیره‌ای یا اسیمیلات‌های حاصل از فتوسنتز جاری گیاه به خصوص در شرایط دشوار محیطی به سرعت عکس‌العمل گیاه و دریافت محرک محیطی، کارائی سیستم آنزیمی، هورمونی و آوندی گیاه بستگی دارد، برآیند اثرات متقابل این عوامل از طریق سرعت و مدت پرشدن دانه ظاهر گشته و نقش کلیدی در پایداری عملکرد دانه ایفا می‌نماید (*et al.*, 1982; Housley *et al.*, 1982; and Frohberg, 1987; Gebeyhoue Papakosta and Gayianas 1991; Bruckner).

به دلیل کاهش فتوسنتز جاری گندم در شرایط دشوار محیطی، وزن دانه در شرایط تنش نسبت به شرایط مطلوب وابستگی بیشتری به مکانیزم‌های جبران کننده یعنی انتقال و حرکت مجدد دارد، به همین دلیل در برخی مطالعات، همبستگی بین مقدار توزیع مجدد مواد به دانه و وزن آن مثبت و معنی‌دار گزارش شده است(and Gayianas, 1991 Ehdaic and Waines, 1996; Papakosta). زمان تحریک انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای به دانه بر شروع رشد خطی دانه (Log phase) و محدودیت فتوسنتز جاری گیاه منطبق بوده و یک پارامتر کلیدی در زمان شروع و سرعت این تحریک به شمار می‌رود(Kobata *et al.*, 1992).

تنوع ژنتیکی برای شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های گندم گزارش شده است. یکی از دلائل افزایش شاخص برداشت در گندم‌های نیمه پاکوتاه بهاره نسبت به ژنوتیپ‌های بومی به کارائی بیشتر این ژنوتیپ‌ها در انتقال مجدد کربوهیدرات‌های محلول در آب (Water soluble carbohydrates) که در مراحل قبل و بعد از گرده‌افشانی در بافت‌های رویشی گیاه ذخیره شده و در دورهٔ رشد دانه به آن منتقل می‌گردد منتسب شده است (Gifford and Evans, 1981). پاپاکوستا و گیاناس (Papakosta and Gayianas, 1991) همبستگی قابل ملاحظه‌ای بین شاخص برداشت و کارائی انتقال مجدد مشاهده ننمودند در حالی که دوراج و بیکر(Dorrach and Baker, 1990) بین کاهش کربوهیدرات‌های محلول در آب که نشان‌دهندهٔ انتقال مواد از ساقه به دانه بود، و شروع رشد خطی دانه همبستگی مثبت و قوی گزارش کردند. در یک تحقیق بررسی به روش رگرسیون گام به گام عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم، وزن نهائی دانه، حداکثر سرعت رشد دانه و طول دورهٔ رشد آن عمده‌ترین اجزاء توجیه کننده تغییرات مدل بودند (Duguid and Brule - Bable, 1994).

با وجود گزارش‌هائی مبنی بر وجود تنوع ژنتیکی برای مؤلفه‌های مؤثر بر وزن دانه در ژنوتیپ‌های گندم، یک مطالعه همه جانبه برای

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی اثر هر یک از مؤلفه‌ها و اثرات تجمعی یا نسبی آن‌ها انجام نشده است. در مطالعات قبلی معمولاً تأکید بر تعداد محدودی از مؤلفه‌های مؤثر بر وزن دانه بوده و ارزیابی آماری همبستگی‌ها بدون توجّه به احتمال اثر بیشتر سایر صفات، روی تعداد کمی از آن‌ها صورت گرفته است. یک بررسی همه جانبه و یک پارچه امکان ارزیابی همه صفات مؤثر بر وزن دانه را فراهم می‌سازد. با بررسی اثر مؤلفه‌های مؤثر بر وزن دانه در شرایط محیطی مختلف یعنی مطلوب و تنش، گزینش صفاتی با تأثیر بیشتر بر وزن دانه برای شرایط محیطی خاص نیز ممکن خواهد شد. هدف از این بررسی مطالعه همبستگی مؤلفه‌های موثر بر وزن دانه و تعیین اثر برخی پارامترهای فیزیولوژیک بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره در شرایط مطلوب و تنش خشکی به منظور انتخاب پارامترهایی با تأثیر بیشتر بر وزن دانه‌ای ژنوتیپ‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

شانزده ژنوتیپ گندم بهاره (۴ ژنوتیپ گندم دوروم و ۱۲ ژنوتیپ گندم نان) در دو آزمایش جداگانه هر یک در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) در چهار تکرار در سال زراعی ۷۸ - ۱۳۷۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اهواز واقع در ۲۰ َ: ۴۸ ° طول شرقی و ۲۰ َ: ۳۱ ° عرض شمالی کشت شدند. در آزمایش اوّل آبیاری کرت‌ها بر اساس نیاز گیاه در کل دورهٔ رشد انجام شد. برای هر نوبت آبیاری، مقدار آب با توجّه به سطوح کرت‌های آزمایشی و بر اساس هزار متر مکعب برای هر هکتار محاسبه و مصرف گردید. در آزمایش دوّم آبیاری کرت‌ها از یک هفته قبل از گرده‌افشانی قطع شد. هر کرت شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۴ متر و به فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود. میزان بذر برای ژنوتیپ‌های دوروم و نان به ترتیب ۵۰۰ و ۴۰۰ بذر در مترمربع در نظر گرفته شد. مصرف کودهای پایه با توجّه به نتایج آزمون خاک و بر اساس ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 بود. ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به صورت سرک در مرحله ساقه رفتن و بر اساس سطح کرت‌های آزمایشی مصرف شد. مراقبت‌های زراعی به صورت یکنواخت برای همه کرت‌های آزمایشی انجام شد.

در مرحله ظهور سنبله، ساقه‌های اصلی واقع در ردیف دوّم کاشت هر کرت که از نظر مرحله رشد و یکنواختی گرده‌افشانی مشابه بودند با نخ سفید علامت‌گذاری شدند. در مرحله گرده‌افشانی و به فاصله یک هفته پس از آن تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی، در هر نوبت نمونه‌برداری پنج ساقه اصلی از ردیف دوّم کاشت برداشت شد، کوتاه‌ترین و بلندترین ساقه حذف گردیده و وزن خشک سه ساقه باقیمانده با قرار دادن آن‌ها در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت تعیین شد. از یک هفته پس از گرده‌افشانی، وزن خشک دانه‌ها با جداکردن آن‌ها از سنبله‌ها با ترازوی حساس تعیین گردید. پس از رسیدگی کامل ردیف‌های کاشت چهارم و پنجم هر کرت در سطح ۱/۶ متر مربع برداشت شد و ماده خشک کل، عملکرد دانه و وزن هزار دانه تعیین و شاخص

www.SID.ir

Archive of SID

برداشت از نسبت وزن دانه به وزن ماده خشک کل محاسبه شد. شاخص برداشت در نمونه برداری آخر در نمونه حاصل از برداشت سه ساقه از خط دوّم نیز تعیین گردید.

بر اساس تغییرات وزن خشک اندام‌های رویشی ساقه (به غیر از دانه)، روند تغییرات ماده خشک برای هر ژنوتیپ بررسی گردید و نقطه اوج انباشت مواد مشخص شد. مقدار و سهم مواد ذخیره شده قبل و بعد از گرده‌افشانی که به ترتیب طی فرایندهای حرکت مجدد و انتقال توزیع مجدد به دانه منتقل می‌گردد، بر اساس روش پیشنهادی پاپاکوستا و گیاناس (Papakosta and Gayianas, 1991) با استفاده از روابط زیر محاسبه شد:

ماده خشک اندام‌های رویشی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی - ماده خشک کل در مرحله گرده‌افشانی = مقدار ماده خشک در فرآیند حرکت مجدد

۱۰۰ × (عملکرد دانه / مقدار ماده خشک در فرآیند حرکت مجدد) = سهم حرکت مجدد در عملکرد دانه

با توجّه به نقطه اوج تغییرات وزن خشک نمونه‌ها، مقدار انتقال مجدد و سهم آن در دانه از رابطهٔ زیر محاسبه شد:

ماده خشک کل در مرحله گرده‌افشانی - ماده خشک اندام‌های رویشی در نقطه اوج = مقدار ماده خشک در فرآیند انتقال مجدد

۱۰۰ × (عملکرد دانه / مقدار ماده خشک در فرآیند حرکت مجدد) = سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه

همچنین سهم کل توزیع مجدد در دانه از مجموع سهم حرکت و انتقال مجدد به دست آمد. با توجّه به سه منبع اصلی تأمین ماده خشک برای انباشت در دانه، مقدار فتوسنتز جاری و سهم آن در دانه از رابطه زیر محاسبه شد:

مقدار ماده خشک در فرآیند توزیع مجدد - عملکرد دانه = مقدار ماده خشک حاصل از فتوسنتز جاری در عملکرد دانه

(سهم حرکت مجدد در عملکرد دانه + سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه) - ۱۰۰ = سهم فتوسنتز جاری در عملکرد دانه

با بررسی روند تغییرات وزن دانه، وزن نهایی دانه در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی (زمانی که وزن خشک دانه ثابت یا تغییرات آن بسیار اندک است) مشخص شد. با نمونه‌برداری و تعیین وزن خشک دانه و با استفاده از روش رگرسیون خطی، تغییرات وزن خشک دانه بر حسب زمان، شروع و پایان مرحله رشد خطی دانه تعیین گردید و شیب خط رگرسیون به عنوان سرعت پر شدن دانه (GGR : Grain Growth Rate)(GGR) برآورد شد. با توجّه به وزن نهایی دانه، دورهٔ پر شدن مؤثر دانه (EFP: Effective Filling Period) از رابطهٔ $EFP = \frac{\text{وزن نهایی دانه}}{\text{سرعت پر شدن دانه}}$ محاسبه گردید.

با استفاده از مدل پیشنهادی فرناندز (Fernandez, 1992) شاخص تحمل به تنش (STI : Stress Tolerance Index) از رابطهٔ $STI = \frac{Y_p \cdot Y_s}{\overline{Y_p}^2}$ محاسبه شد، در رابطهٔ مذکور Y_p ، Y_s به ترتیب عملکرد دانه هر ژنوتیپ در شرایط مطلوب و تنش و $\overline{Y_p}$ میانگین عملکرد همهٔ ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب است. همچنین نسبت عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش به عملکرد آن‌ها در شرایط غیر تنش به عنوان عملکرد نسبی محاسبه شد.

همبستگی بین صفات و شاخص‌های فیزیولوژیکی برای هر آزمایش به طور جداگانه

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبه شد. در شرایط تنش علاوه بر صفات مذکور همبستگی شاخص تحمل به تنش با سایر صفات نیز بررسی گردید. برای ارزیابی سهم صفات مؤثر در وزن دانه از تجزیه رگرسیون گام به گام (Stepwise regression) استفاده شد. تجزیه به عامل‌ها(Factor analysis) از طریق حداکثر درست نمائی(Maximum likelihood) و به روش چرخش وریماکس(Varimax rotation) برای کاهش ابعاد داده‌ها شناسائی عوامل مؤثر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. محاسبات آماری، با استفاده از نرم‌افزار آماری (Minitab) انجام شدند.

نتایج و بحث

میانگین برخی از صفات و مؤلفه‌های فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده در شرایط مطلوب و تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی، در جدول ۱ نشان داده شده است.

بالاترین عملکرد دانه در شرایط مطلوب به ترتیب از ارقام چمران، گرین، ویناک و فلات به دست آمد. در شرایط تنش عملکرد دانه ارقام فلات، ویناک و چمران از سایر ارقام بالاتر بود در حالی که عملکرد دانه رقم گرین در شرایط تنش به شدت کاهش یافت، سرعت رشد دانه رقم استار در هر دو شرایط مطلوب و تنش از سایر ارقام بالاتر بود، امّا به دلیل دیررس بودن این رقم و در نتیجه کوتاه شدن دورهٔ پرشدن دانه در اثر بروز گرمای پایان فصل، عملکرد دانه این رقم از ارقام پرپتانسیل کمتر شد. کاهش شدید عملکرد دانه رقم استار در شرایط تنش خشکی به دلیل اثر متقابل کاهش رطوبت خاک و بروز گرما در دورهٔ پرشدن دانه می‌باشد.

همبستگی‌های بین عملکرد دانه با عملکرد نسبی و بین میانگین عملکرد دانه و شاخص برداشت در کرت‌های آزمایشی با عملکرد و شاخص برداشت در نمونهٔ حاصل از سه ساقه معنی‌دار نبودند (نتایج نشان داده نشده است)، بنابراین تجزیه و تحلیل آماری همبستگی‌ها در هر یک از دو آزمایش به طور جداگانه و برای کلیه داده‌ها و همچنین در ژنوتیپ‌های متحمل روی داده‌های مربوط به نمونه‌ها انجام گرفت.

بالاترین ضرایب همبستگی بین وزن دانه با عملکرد بیولوژیکی و سرعت رشد دانه به دست آمدند (جدول ۲). وزن دانه با سهم فتوسنتز جاری همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت، در حالی که همبستگی آن با حرکت مجدد و توزیع مجدد منفی بود. اثر پس خور فتوسنتز جاری از طریق محدودیت مخزن باعث همبستگی منفی و معنی‌دار فتوسنتز جاری با حرکت و توزیع مجدد گردید، به عبارت دیگر در شرایطی که مواد حاصل از فتوسنتز جاری برای پر شدن دانه کافی باشد، حرکت و توزیع مجدد محدود می‌شود. نقش فتوسنتز جاری در وزن دانه را می‌توان به عنوان یک مکانیزم انتخابی قلمداد نمود، زیرا در فرآیند توزیع مجدد در هر دو مرحله انباشت و حرکت مجدد مواد انرژی متابولیکی مصرف می‌شود. با توجّه به اینکه در فرآیند حرکت اسیمیلات‌های جاری به دانه مصرف انرژی کمتر است، بازده حرکت مواد حاصل از فتوسنتز به دانه بالاتر خواهد بود. نتایج این تحقیق با یافته‌های جبی‌هیو و

www.SID.ir

جدول ۱ - میانگین برخی صفات و پارامترهای فیزیولوژیکی مؤثر در وزن دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره در شرایط مطلوب و تنش خشکی بعد از گرده افشانی

Table 1. Means of some traits and physiological parameters affecting grain weight of spring wheat genotypes under optimum and post-anthesis drought stress conditions

		Experimental conditions								شرایط آزمایشی								
		Optimum condition شرایط مطلوب								Post-anthesis drought stress condition تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی								
Genotypes	ژنوتیپ‌ها	GY[1] ($Kgha^{-1}$)	SGW[2] (g)	SBY[3] (g)	SHI[4] (%)	TGW[5] (g)	GGR[6] (%)	PhCIGW[7] (%)	RdCIGW[8] (%)	GY ($Kgha^{-1}$)	SGW (g)	SBY (g)	SHI (%)	TGW (g)	GGR (g/week)	PhCIGW (%)	RdCIGW (%)	STI[9*]
Chamran	چمران	6287	5.6	12.4	45	44	1.45	85	15	5632	5.6	12.2	46	40	1.59	80	20	1.22
Star	استار	5703	8.2	17.5	47	46	2.43	87	13	4617	6.9	15.5	45	45	1.90	83	17	0.91
Darab-2	داراب - ۲	5469	5.6	11.7	48	39	1.07	75	25	5222	5.0	12.1	41	34	1.20	70	30	0.99
Marroon	مارون	4969	6.7	13.6	49	43	1.06	77	23	5173	6.1	12.8	48	39	1.16	69	31	0.89
Showa	شوا	4776	6.0	12.7	47	50	1.70	73	27	4695	5.9	12.5	47	46	1.53	64	36	0.78
Chenab	چناب	5292	6.9	15.7	44	52	2.02	86	14	4683	6.2	13.8	45	49	1.50	67	33	0.86
Atrack	اترک	5940	5.9	12.1	49	37	1.74	77	23	5362	5.3	11.1	48	35	1.41	67	33	1.10
Vee/Nac	وبناک	6170	5.4	10.8	50	39	0.92	77	23	5728	5.1	10.5	49	36	1.13	78	22	1.22
Kauz-2	کائوز - ۲	5111	6.0	12.8	47	41	1.41	66	34	4992	6.0	12	50	37	1.41	66	34	0.88
Green	گرین	6214	6.3	13.3	47	54	1.71	88	12	4456	5.7	12.1	48	51	1.58	84	16	0.96
Saymareh	سیمره	4836	6.3	12.9	49	52	1.67	69	31	4876	5.3	10.5	51	48	1.27	68	32	0.82
Zagroos	زاگرس	5236	6.7	15.2	44	45	1.62	91	9	5298	6.4	14.1	45	40	1.63	75	25	0.96
Falat	فلات	6148	6.9	14.5	48	43	1.84	94	6	6001	6.8	13	53	39	1.74	73	27	1.23
Storg	استورگ	4126	7.2	13.8	52	45	1.72	87	13	4686	6.7	12.4	54	4	1.55	81	19	0.67
Foong	فونگ	5429	7.3	14.7	49	45	1.66	76	24	5584	7.4	15	49	44	1.75	78	22	1.05
Hirmand	هیرمند	4529	6.3	14.3	44	43	1.60	78	22	4530	5.8	13.1	44	39	1.48	74	26	0.71

۱، ۲، ... ۹ به ترتیب علائم اختصاری برای عملکرد دانه، وزن دانه نمونه، عملکرد بیولوژیکی نمونه، شاخص برداشت نمونه، وزن هزار دانه، سرعت رشد دانه، سهم فتوسنتز در وزن دانه، سهم توزیع مجدد در وزن دانه و شاخص تحمل به تنش هستند.

1. 2 .... 9 are abbreviated of grain yield, sample's grain weight, sample's biological yield, sample's harvest index, Thousand grain weight, grain growth rate, photosynthesis contribution in grain weight redistribution contribution in grain weight and stress tolerance index, respectively.

* مقدار STI بر اساس عملکرد دانه در هکتار در شرایط مطلوب و تنش محاسبه شده است.

* STI is calculated based on grain yield in optimum and stress conditions.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ - ماتریس ضرایب همبستگی‌های ساده صفات و پارامترهای فیزیولوژیک مؤثر در وزن دانه ژنوتیپ‌های گندم بهاره بر اساس کلیه داده‌ها

Table 2. Simple correlation coefficient matrix of some characteristics and effective physiological parameters on grain weight of the spring wheat genotypes based on all data (n = 32)

Parametrs	SGW	Ph.CIGW.	Rem.CIGW.[1]	Ret.CIGW.[2]	Red.CIGW.	$\frac{P}{R}$[3]	TGW	SHI	GGR	EFP[4]
Ph.CIGW.	0.46^{**}									
Rem.CIGW.	-0.47^{**}	-0.79^{**}								
Ret.CIGW.	-0.11^{ns}	-0.12^{ns}	-0.46^{**}							
Red.CIGW.	-0.52^{**}	-0.97^{**}	0.75^{**}	0.08^{ns}						
$\frac{P}{R}$	0.40^{*}	0.86^{**}	0.58^{**}	-0.17^{ns}	-0.83^{**}					
TGW	0.41^{*}	0.30^{ns}	-0.08^{ns}	-0.18^{ns}	-0.30^{ns}	0.24^{ns}				
SHI	0.14^{ns}	-0.14^{ns}	0.04^{ns}	0.21^{ns}	0.14^{ns}	-0.14^{ns}	0.10^{ns}			
GGR	0.73^{**}	0.46^{**}	-0.27^{ns}	-0.22^{ns}	-0.54^{**}	0.41^{*}	0.48^{**}	-0.13^{ns}		
EFP	0.06^{ns}	0.23^{ns}	-0.39^{*}	0.37^{*}	0.17^{ns}	0.17^{ns}	-0.22^{ns}	0.17^{ns}	-0.51^{**}	
SBY	0.88^{**}	0.51^{**}	-0.47^{**}	-0.01^{ns}	-0.58^{**}	0.45^{**}	0.45^{**}	-0.33^{ns}	0.76^{**}	-0.15^{ns}

* and **= Significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

ns= Not significant

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱٪ خطا.

ns معنی‌دار نیست.

۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب علائم اختصاری سهم تحرک مجدد در وزن دانه، سهم انتقال مجدد در وزن دانه، نسبت فتوسنتز به توزیع مجدد و دورهٔ پر شدن مؤثر نمونه هستند.

1 , 2 , 3 and 4 are abbreviated of remobilization contribution in grain weight , retranslocation contribution in grain weight, photosynthesis/redistribution ratio and effective filling period respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران (Gebeyhouc *et al.*, 1982) و پاپاکوستا و گیاناس (and Gayianas, 1991 Papakosta) که وجود همبستگی بین وزن دانه و سرعت پر شدن آن را در ژنوتیپ‌های مختلف گندم در شرایط محیطی متنوع گزارش نمودند مطابقت داشت.

عملکرد بیولوژیکی و سرعت پر شدن دانه با فتوسنتز جاری و نسبت فتوسنتز به توزیع مجدد همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند (جدول ۲). در شرایطی که گیاه نیاز به توزیع مجدد مواد ذخیره شده نداشته باشد، کربوهیدرات‌هائی را که جهت مصرف انرژی برای فرآیند توزیع مجدد استفاده می‌کند در اندام‌های مختلف از جمله ساقه ذخیره می‌نماید. سرعت پر شدن دانه با طول دورهٔ موثر پرشدن دانه همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد. مکانیزم‌های خود تنظیمی گیاه و روند تکامل و انتخاب آن در جهت حداکثر استفاده از عوامل محیطی به موازات انرژی کمتر بوده است. افزایش دورهٔ مؤثر پرشدن دانه از دو جنبهٔ مصرف انرژی‌های نگهداری و پایه گیاه باید مورد توجّه قرار گیرد. اگر چه در شرایط بهینه سرعت متوسط پرشدن دانه با طول دورهٔ پر شدن طولانی‌تر ممکن است از نظر تئوری برآیند مطلوب‌تری داشته باشد، امّا با توجّه به اهداف برنامه‌های به نژادی و گزینش ارقام پاکوتاه زودرس، ممکن است سرعت بیشتر پرشدن دانه با توجّه به شرایط محیطی مناطق خشک و نیمه خشک یک مزیت به شمار آید.

همبستگی بین صفات و پارامترهای مورد بررسی در شرایط مطلوب با نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل کلیه داده‌ها منطبق بود (نتایج نشان داده نشده است). در شرایط تنش نیز بالاترین همبستگی وزن دانه با دو صفت عملکرد بیولوژیکی و سرعت پرشدن دانه حاصل شد.

همبستگی وزن دانه با فتوسنتز جاری در شرایط تنش مثبت امّا غیر معنی‌دار بود، در حالیکه همبستگی این صفت با توزیع مجدد منفی و غیر معنی‌دار گردید(نتایج نشان داده نشده است). با توجّه به مقادیر ضرایب همبستگی وزن دانه با توزیع مجدد بر اساس کلیهٔ داده‌ها ($r = -0.52^{**}$) و برای داده‌های مربوط به شرایط مطلوب

جدول ۳ - نتایج تجزیه همبستگی به روش رگرسیون گام به گام برای گزینش صفات و پارامترهای فیزیولوژیکی مؤثر بر وزن دانه در ژنوتیپ‌های گندم بهاره در شرایط مختلف محیطی

Table 3. Results of stepwise regession analysis for selection of effective characters and physiological parameters for grain weight of spring wheat genotypes under various environmental conditions

Environmental conditions	شرایط محیطی	Model	مدل	ضرایب تبیین جزء در هر مرحله Partial R^2			ضریب تبیین مدل Model R^2
				Step 1	Step 2	Step 3	R^2
All data	کلیه داده‌ها	SGW = f(photo.c. & Rem.c.)		0.78	0.19		0.97
Optimum	مطلوب	SGW = f(SBY & SHI)		0.77	0.22		0.99
Stress	تنش	SGW = f(SBY)		0.70			0.70
Tolerant genotypes	ژنوتیپ‌های متحمل	SGW = f(SBY & STI & SHI)		0.53	0.26	0.13	0.92

www.SID.ir

Archive of SID

($r= -0.46^{ns}$) و تنش ($r= -0.27^{ns}$) می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط تنش به دلیل محدودیت نسبی سنتز اسیمیلات‌ها در فرآیند فتوسنتز جاری اثر پس خوری این فرآیند بر توزیع مجدد مواد به دانه کاهش یافته است، امّا با توجّه به هزینه انرژی‌مصرف شده در تجمع و حرکت مواد در توزیع‌مجدد، کارائی استفاده از عوامل مؤثر در تولید بر اساس وزن نهائی دانه کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق با یافته‌های جنت و وود (Gent and Wood, 1987) و جانسون و همکاران (Johnson *et al.*, 1981) مطابقت دارد.

برای ارزیابی همبستگی صفات و پارامترهای مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های متحمل، با استفاده از شاخص تحمل به تنش پیشنهادی فرناندز (Fernandez, 1992)، هشت ژنوتیپ که دارای شاخص تحمل به تنش بالاتری بودند انتخاب شدند. به جز همبستگی مثبت بین نسبت فتوسنتز به توزیع مجدد ($\frac{P}{R}$) با سهم فتوسنتز جاری در وزن دانه و عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیکی که به ترتیب در سطح ۱% و ۵% معنی‌دار بودند، سایر صفات با یکدیگر همبستگی معنی‌دار نداشتند (نتایج نشان داده نشده است). یکی از دلائل عدم معنی‌دار شدن صفات در ارزیابی ژنوتیپ‌های متحمل در این مطالعه تعداد کم آن‌هاست، در نتیجه برای ارزیابی بهتر، بررسی تعداد بیشتری از ژنوتیپ‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

نتایج تجزیه همبستگی به روش رگرسیون گام به‌گام برای ارزیابی سهم اثر صفات و پارامترهای مؤثر در وزن دانه در جدول ۳ آمده است.

با توجّه به همبستگی عملکرد بیولوژیکی با فتوسنتز جاری و توجّه به نتایج رگرسیون گام به‌گام، نقش عملکرد بیولوژیکی آشکار می‌شود، امّا باید توجّه داشت که ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این تحقیق از ژنوتیپ‌های نیمه پاکوتاه و نیمه پابلند جدید محسوب می‌شوند، در این ژنوتیپ‌ها اساس انتخاب عمدتاً بر دو صفت عملکرد بیولوژیکی زیاد و شاخص برداشت بالا متکی بوده است. در ژنوتیپ‌های متحمل شاخص تحمل به تنش نیز به عنوان دوّمین صفت مؤثر در تغییرات وزن دانه به مدل وارد شد.

در تجزیه به عامل‌ها در شرایط مختلف سه عامل اوّل ۶۷ تا ۸۵ درصد تغییرات داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۴). به طور کلی به غیر از حالت بررسی ژنوتیپ‌های متحمل، برای تمام داده‌ها و در شرایط مختلف، عامل اوّل به وسیله اثرات مثبت فتوسنتز توضیح داده می‌شود و در همهٔ حالات فتوسنتز بالا به معنی کاهش توزیع مجدد بود. در ژنوتیپ‌های متحمل اثرات نسبی فتوسنتز همچنان بالا بود امّا اثر رقابتی توزیع مجدد با فتوسنتز جاری کاهش شدید نشان داد. کاهش اثر رقابتی فتوسنتز جاری با توزیع مجدد در ژنوتیپ‌های متحمل دلالت بر نقش توزیع مجدد در پایداری عملکرد دانه این ژنوتیپ‌ها دارد که به وسیله نتایج رگرسیون گام به گام و نقش شاخص مقاومت به تنش در مدل تغییرات وزن دانه تأئید می‌شود. به غیر از ژنوتیپ‌های متحمل، اثر رقابتی برای عامل دوّم بین سرعت پر شدن دانه و دورهٔ مؤثر پر شدن دانه بود، به عبارت دیگر عامل دوّم به وسیله وجود EFP و عدم وجود GGR توجیه می‌شود. در ژنوتیپ‌های متحمل این عامل به وسیله

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ - تجزیه به عامل‌ها برای برخی صفات و پارامترهای مهّم فیزیولوژیکی در ژنوتیپ‌های گندم بهاره در شرایط متنوع محیطی

Table 4 . Factor analysis for some important characters and physiological parameters of spring wheat genotypes under various environmental conditions

شرایط	عامل‌ها	Characters' coefficients in factors صفات و ضرایب آن‌ها در عامل‌ها						
Conditions	Factors	Photo.c	Red.c.	HI	GGR	EFP	Variance	Variance%
	F1	0.96	-0.98	0.17	0.52	0.18	2.21	44
کلیه داده‌ها	F2	0.04	0.03	0.07	-0.70	0.77	1.10	22
All data	F3	0.19	-0.15	0.85	0.03	0.10	0.80	16
	Communality	0.96	0.98	0.16	0.77	0.64	Total 4.11	82
	F1	0.95	-0.96	-0.16	0.39	0.04	2.01	40
مطلوب	F2	-0.06	0.20	0.21	-0.81	0.86	1.48	30
Optimum	F3	0.16	-0.12	0.80	0.09	-0.24	0.74	15
	Communality	0.94	0.97	0.71	0.82	0.80	Total 4.24	85
	F1	0.98	-0.98	0.18	0.42	0.25	2.20	44
تنش	F2	-0.06	0.03	0.08	-0.67	0.73	0.99	20
Stress	F3	0.16	-0.20	0.14	0.07	0.19	0.13	3
	Communality	1	1	0.06	0.64	0.64	Total 3.33	67
ژنوتیپ‌های متحمل	F1	0.94	-0.31	0.65	0.01	0.52	1.68	34
Tolerant	F2	-0.21	0.93	-0.24	-0.16	-0.42	1.17	24
genotypes	F3	0.13	-0.15	-0.23	0.86	-0.54	1.13	23
	Communality	0.95	0.98	0.53	0.77	0.75	3.99	81

توزیع مجدد مشخص می‌گردد.

عامل سوّم در دو حالت تجزیه کلیه داده‌ها و شرایط مطلوب به وسیله شاخص برداشت برآورد می‌شود. در شرایط تنش هیچ یک از صفات در عامل سوّم نقشی نداشتند. این عامل در ژنوتیپ‌های متحمل به وسیله GGR مشخص می‌شود که با EFP اثر رقابتی دارد.

مطالعه همبستگی بین صفات و پارامترهای فیزیولوژیکی مؤثر در وزن دانه به عنوان یکی از مهّم‌ترین اجزاء عملکرد ژنوتیپ‌های گندم از اهمّیت ویژه‌ای برخوردار است. شناخت صفات و پارامترهای مؤثر و ارزیابی نقش آن‌ها و روابط درون و برون گیاهی در افزایش یا کاهش این صفات و شناخت عکس‌العمل گیاه نسبت به شرایط

www.SID.ir

Archive of SID

محیطی به وسیله این صفات، امکان تدوین برنامه‌های به نژادی و مطالعات فیزیولوژیکی برای دستیابی به مواد ژنتیکی با پتانسیل عملکرد بالاتر در شرایط متنوع را فراهم می‌سازد.

در این بررسی عملکرد بیولوژیکی به عنوان برآیند فتوسنتز گیاه مهم‌ترین صفات مؤثر در وزن دانه ارزیابی شد. در شرایط محیطی مختلف صفاتی نظیر توزیع مجدد، سرعت پر شدن دانه و دورهٔ مؤثر رشد دانه نیز از اهمّیت نسبی برخوردار بودند. در این تحقیق سرعت پر شدن دانه در مقایسه با طول دورهٔ پرشدن دانه اثر واضح‌تری بر وزن داشت. توزیع مجدد به عنوان یک فرآیند پشتیبانی کننده وزن دانه در شرایطی که فتوسنتز جاری گیاه تحت تأثیر شرایط محیطی کاهش یابد، اهمّیت نسبی داشته و می‌تواند تا حدودی جبران کاهش عملکرد دانه تحت شرایط دشوار محیطی را بنماید.

References

Aggrawal, R.L., and Sinha, S.K. 1984. Effect of water stress and assimilation partitioning in two wheat cultivars constructing in their yield stability in drought environment. Annals of Botany 53: 329-340.

Bidinger, F., Musgrave, R.B., and Fischer, R.A. 1977. Contribution of stored preanthesis assimilates to grain yield in wheat and barley. Nature 270: 431-433.

Bruckner, P.L., and Frohberg, R.C. 1987. Rate and duration of grain fill in spring wheat. Crop Science 27: 451-455.

Dorrach, B.A., and Baker, R.J. 1990. Grain filling in three spring wheat genotypes. Statistical analysis. Crop Science 30: 525-529.

Duguid, S.D., and Brule - bable, A.L. 1994. Rate and duration of grain filling in five spring wheat genotypes. Canadian Journal of Plant Science 74: 681-686.

Ehdaie, B., and Waines, J.G. 1996. Genetic variation of preanthesis assimilates to grain yield in spring wheat. Journal of Genetics Breeding 50: 47-56.

Fernandez, G.C.L. 1992. Effective criteria for assessing plant stress tolerance. In : Proceedings of Samposium, Taiwan. 13-18 Aug., Chapter. 25. pp: 257-270.

Flood, R.G., Martin, P.J., and Gardner, W.K. 1995. Dry matter accumulation and partitioning and its relationship to grain yield in spring wheat. Australian Journal of Experimental Agriculture 35: 495-502.

Gebeyhoue, G.D., Knott, R., and Baker, R.J. 1982. Rate and duration of grain filling in durum

www.SID.ir

Archive of SID

wheat cultivars. Crop Science 22: 334-340.

Gent, M.P.N., and Wood, D.W. 1987. Effects of radiation and temperature on tiller survival, grain number and grain yield in winter wheat. Annals of Botany 59: 413-426.

Gifford, R.M., and Evans, L.T. 1981. Photosynthesis, carbon partitioning and yield. Annual Review of Plant Physiology 32: 485-509.

Housley, T.L., Kirleis, A.W., Ohm, H.W., and Patterson, F.L. 1982. Dry matter accumulation in soft red winter wheat seeds. Crop Science 22: 290-294.

Johnson, R.C., Witters, R.E., and Ciha, A.J. 1981. Daily pattern of apparent photosynthesis and evapotranspiration in developing winter wheat. Agronomy Journal 73: 414-418.

Kobata, T., Plata, J.A., and Turner, N.C. 1992. Rate of development of postanthesis water deficits and grain filling of spring wheat. Crop Science 32: 1238-1242.

Papakosta, D.K., and Gayianas, A.A. 1991. Nitrogen and dry matter accumulation, remobilization and losses for mediterranean wheat during grain filling. Agronomy Journal 83: 804-807.

Shanahan, J.F., Smith, D.H., and Welsh, J.R. 1984. An analysis of post - anthesis sink - limited wheat grain yield under various environments. Agronomy Journal 76: 611-615.

آدرس نگارندگان:
احمد نادری - بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان، اهواز.
ابوالحسن هاشمی دزفولی - دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران، اهواز.
عبدالمجید رضائی - دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.
اسلام مجیدی هروان - مؤسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی، کرج.
قربان نورمحمدی - دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، صندوق پستی ۷۷۵، تهران ۱۴۵۱۵.

www.SID.ir