دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی ارقام گندم نان در شرایط نرمال و تنش رطوبتی آخر فصل از نظر صفات زراعی

ماندانا محسنی[۱]، سید محمد مهدی مرتضویان[۲]، حسینعلی رامشینی[۳] و بهروز فوقی[۴]

۱، ۳ و ۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و مربی، دانشگاه تهران پردیس ابوریحان
۲- دانشیار، دانشگاه تهران پردیس ابوریحان، (نویسنده مسوول: mortazavian@ut.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۴

چکیده

به منظور مطالعه اثر تنش خشکی و تعیین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل و تنش رطوبتی انتهای فصل روی صفات مختلف گندم، ۸۲ ژنوتیپ گندم نان به صورت دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ مورد مطالعه قرار گرفتند. اعمال تنش خشکی در مرحله ظهور سنبله به صورت کم‌آبیاری صورت گرفت. مجموع ۲۲ صفت شامل عملکرد و اجزای عملکرد اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس اختلافات معنی‌داری برای کلیه صفات در هر دو محیط نشان داده است. به جز تعداد برگ در ساقه اصلی و تعداد کل پنجه در واحد سطح، تنش رطوبتی باعث کاهش کلیه صفات مورد بررسی شد. بیشترین تنوع ژنتیکی در دو شرایط برای صفات طول ریشک، تعداد سنبله بارور و عملکرد دانه مشاهده شد. ضریب همبستگی ساده پیرسون، تجزیه رگرسیون مرحله‌ای و تجزیه مسیر در هر دو محیط بر روی صفات اندازه‌گیری شده صورت گرفت. در شرایط تنش میزان همبستگی بین عملکرد دانه با صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه، شاخص برداشت، سنبله بارور در مترمربع و تعداد کل پنجه در مترمربع برابر یا بالاتر از ۵۰٪ به‌دست آمد. در هر دو محیط بیشترین میزان همبستگی عملکرد با عملکرد بیولوژیک وجود داشت. نتایج به‌دست آمده حاکی از اهمیت طول پدانکل در افزایش عملکرد در شرایط تنش رطوبتی می‌باشد. براساس نتایج تجزیه رگرسیون در شرایط آبیاری نرمال ٦ متغیر و در شرایط تنش ٥ متغیر وارد مدل شدند که در مجموع بیش از ۸۰٪ تغییرات عملکرد را توضیح دادند. برای مشخص نمودن آثار مستقیم و غیرمستقیم و سهم هریک بر عملکرد نیز تجزیه ضرایب مسیر انجام شد که براین اساس در هر دو محیط بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد را عملکرد بیولوژیک تشکیل می‌داد. در نهایت صفات عملکرد بیولوژیک، وزن سنبله، تعداد سنبله بارور و وزن هزار دانه مهم‌ترین صفات شاخص برای انتخاب ارقام پر محصول گندم در هر دو شرایط معرفی می‌شوند. همچنین با توجه به نقش موثر ارتفاع بوته در شرایط تنش، گزینش بوته‌های طویل‌تر علاوه بر تعداد سنبله‌های بیشتر در افزایش عملکرد دانه از اهمیت به سزایی برخوردار خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، تجزیه مسیر، رگرسیون مرحله‌ای، کم‌آبیاری، هم‌بستگی

مقدمه

امروزه با توجه به روند رو به رشد جمعیت جهان و نیاز روز افزون به مواد غذایی، تأمین غذای مورد نیاز افراد یکی از اساسی‌ترین مسائل عصر حاضر می‌باشد. اگرچه از گیاهان متعددی برای تامین غذای بشر استفاده می‌گردد، لیکن غلات و در درجه اول گندم، غذای اصلی مردم دنیا شناخته شده است و بیش از نیمی از انرژی غذایی مصرفی مردم دنیا را فراهم می‌کند (۱۲). طبق گزارش فائو در سال ۲۰۱۰ عملکرد گندم نان در ایران ۲۱۳۶ و متوسط عملکرد جهانی آن ۳۰۰۹ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. در بیشتر مناطق رشد گندم، مسئله پرشدن دانه‌ها با استفاده از مواد فتوسنتزی به وسیله تنش‌های زنده و غیرزنده تحت تاثیر قرار می‌گیرند (۲۸). یکی از مهم‌ترین عوامل کم بودن عملکرد گندم نان در ایران تنش‌های غیرزیستی به ویژه تنش خشکی در طی فصل رشد است (۵). ایران در کمربند بیابانی جهان قرار دارد و منطقه‌ای خشک منظور می‌شود، در نتیجه از لحاظ منابع آبی محدودیت دارد به نحوی که با متوسط بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر، یک سوم متوسط بارندگی جهان را دارا می‌باشد. این در حالی است که کشور دارای ۱/۲ درصد از خشکی‌های جهان است (۲۱). تنش خشکی باعث بروز دامنه وسیعی از واکنش‌ها در گیاهان، از تغییر بیان ژن و متابولیسم سلول تا تغییر در سرعت رشد و عملکرد گیاهان می‌شود (۳۷). برآورد شده است که شرایط تنش‌زا می‌توانند به صورت بالقوه عملکرد گیاهان زراعی را بیش از ۵۰ درصد کاهش دهند (۴۷). عکس‌العمل گیاهان در برابر خشکی بستگی به نوع گیاه، مرحله رشدی آن، زمان وقوع تنش، فراوانی وقوع تنش، خصوصیات ذاتی خاک و همچنین شرایط محیطی دارد (۱۲). بلوم (۷) در مطالعات خود بیان کرد که بیشترین کاهش عملکرد در گندم هنگام وقوع تنش بعد از گرده‌افشانی به دست می‌آید. شوتز و فانگمیر (۴۴) گزارش کردند که تحت تنش خشکی انتهایی عملکرد ساقه اصلی و پنجه‌ها به‌ترتیب ۳۰ درصد و ۷۹ درصد کاهش یافت، آن‌ها اظهار داشتند که کاهش عملکرد بیشتر گندم تحت تنش خشکی به واسطه کاهش عملکرد پنجه‌ها است. کلیک و همکاران (۲۵) کاهش تعداد سنبله بارور، وزن هزار دانه و عملکرد دانه گندم را تحت شرایط تنش خشکی در مرحله گلدهی گزارش کردند و اظهار داشتند صفات مورفولوژی از قبیل طول پدانکل در مقاومت گندم به تنش رطوبتی موثر هستند. به دلیل خسارات قابل توجهی که از تنش‌های محیطی به ویژه خشکی به محصولات زراعی از جمله غلات وارد شده، در سال‌های اخیر،

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]
[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]

بررسی واکنش گیاهان زراعی به تنش‌های محیطی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۳۴). بنابراین شناسایی گیاهان متحمل به این شرایط با عملکرد مطلوب و مطالعه سازوکارهای تحمل آن‌ها از مهم‌ترین راه‌حل‌ها برای مبارزه با مشکل خشکی است (۳۶،۲۷). توسعه چنین ارقامی نیازمند تامین ژرم‌پلاسم جدید است که منبعی‌ای از ژن‌های مطلوب محسوب می‌شود. منبع اولیه این ژن‌ها نمونه‌های بومی و گونه‌های وحشی خویشاوند گیاهان زراعی است (۳). تحمل به خشکی یک صفت کمی است و روش اندازه‌گیری مستقیمی برای آن وجود ندارد. این امر باعث مشکل شدن شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی می‌شود (۴۶). با این حال ارزیابی عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی نقطه شروع خوبی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها برای به نژادی در شرایط خشکی می‌باشد (۴۶). از طرف دیگر، برخی از محققان به‌جای عملکرد دانه، استفاده از صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی را شاخص گزینش در جهت بهبود مقاومت به خشکی پیشنهاد کرده‌اند و عنوان کردند که اگر صفاتی یافت شوند که با تنش خشکی مرتبط باشند، گزینش برای یافتن ژنوتیپ‌های مقاوم تسریع خواهد شد (۴۶،۲۳). روش‌های مختلفی برای برآورد تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی وجود دارد. از آن‌جایی‌که روش‌های آماری چند متغیره به‌طور هم‌زمان چندین صفت یا متغیر را مد نظر قرار می‌دهند، لذا در تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی بر پایه داده‌های مورفولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی کاربرد وسیع دارند (۴۶). مطالعات زیادی با استفاده از روش‌های آماری برای تعیین نقش تنش رطوبتی بر صفات مورفولوژی گندم صورت گرفته است (۴۸). آقایی سربرزه و همکاران (۳) در تجزیه رگرسیون ۱۱۲ لاین خالص گندم نان نشان دادند که در گندم‌های نان بومی صفاتی مانند تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک اثر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد دانه دارند و سهم قابل توجهی از تغییرات عملکرد را تبیین می‌کنند. بوگیل و همکاران (۹) در شرایط تنش خشکی هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین صفات وزن هزار دانه، طول پدانکل و ارتفاع در ژنوتیپ‌های گندم نان گزارش کردند. در مطالعه‌ای با استفاده از تجزیه هم‌بستگی، رگرسیون به روش بک وارد و تجزیه مسیر برای عملکرد دانه گزارش شد که تعداد دانه در خوشه، طول خوشه و وزن هزار دانه در جهت افزایش عملکرد دانه گندم تحت شرایط تنش خشکی عمل می‌کنند (۳۱). در آزمایش مذکور نتایج تجزیه مسیر نشان داد که عملکرد کاه و ارتفاع گیاه دارای اثر مستقیم مثبتی بر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی می‌باشند. خان و همکاران (۲۲) در تجزیه علیت عملکرد دانه گندم گزارش کردند در شرایط نرمال صفات تعداد سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه و در شرایط تنش خشکی صفات تعداد سنبله، تعداد سنبلچه، طول سنبله و تعداد دانه بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد دانه دارند.

با توجه به مقدمه مذکور و اهمیت گندم که یک گیاه استراتژیک به شمار می‌رود، تحقیق حاضر با هدف مطالعه هم‌زمان تعداد زیادی ژنوتیپ با خصوصیات متفاوت برای بررسی دقیق‌تر ارتباط بین بعضی صفات زراعی و شناسایی صفاتی است که بیشترین اثر را بر عملکرد در شرایط نرمال و تنش رطوبتی دارند تا ضمن بررسی مکانیزم‌های دخیل در افزایش تحمل در هر یک از ژنوتیپ‌ها بتوان با استفاده از صفات مهم مرتبط با عملکرد، به افزایش محصول این گیاه دست یافت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران واقع در شهرستان پاکدشت، اجرا شد. این مکان در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۰۲۷ متری از سطح دریا قرار دارد. از نظر اقلیم، این منطقه جزو مناطق خشک محسوب شده و بارندگی‌ها عمدتا در دو فصل پاییز و زمستان صورت می‌گیرد. اطلاعات مربوط به میانگین دمای حداقل، حداکثر و میزان بارش منطقه مورد مطالعه در طول سال زراعی نیز از ایستگاه سینوپتیک پاکدشت اخذ شد (شکل ۱). خاک زراعی مزرعه مورد استفاده دارای بافت لومی، pH ۷/۳ و EC ۲/۰۵ دسی زیمنس بر متر بود. در این بررسی تعداد ۸۲ ژنوتیپ گندم (جدول ۱)، تهیه شده از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، طی دو آزمایش جداگانه هر کدام در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. کلیه تیمارها به طور تصادفی به واحدهای آزمایشی منتسب گردیدند. هر ژنوتیپ بر اساس تراکم ۴۰۰ بذر در متر مربع، به ترتیب بر روی دو پشته- که هر پشته شامل ۲ خط و هر خط به طول ۲ متر بود- کاشته شدند. فاصله بین ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر درنظرگرفته شد. با توجه به تعداد نسبتاً زیاد ژنوتیپ‌ها و برای جلوگیری از افزایش طول بلوک، هر بلوک خود شامل دو بلوک ناقص گردید. کلیه عملیات زراعی کاشت، داشت و برداشت غیر از آبیاری، برای هر دو آزمایش یکسان و با روش به کار گرفته ازسوی کشاورزان منطقه و توصیه مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین و روش‌های علمی صورت گرفت. کاشت بذر به صورت دستی و عمق کاشت بذور ۳ سانتی‌متر درنظرگرفته شد. آبیاری مزرعه آزمایشی در هر دو محیط تنش و بدون تنش تا مرحله ظهور سنبله به طور یکسان، طبق عرف محلی و به‌طور مرتب، به روش جوی و پشته انجام شد. خاک پس از آبیاری در وضعیت ظرفیت زراعی قرار داشت. لازم به ذکر است منطقه پاکدشت دارای الگوی تنش آبی آخر فصل -که از مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی کامل است- می‌باشد. بر این اساس، پس از ظهور سنبله‌ها و شروع زمان اعمال تنش، براساس آزمون اولیه خاک با توجه به نمونه‌گیری یک روز در میان، زمانی که درصد رطوبت در سایت تنش به حدود ۰/۱۴ (نقطه پژمردگی گندم) رسید، آبیاری مجدد انجام گرفت (۶). به طور متوسط پس از شروع زمان تنش سایت نرمال هر ۷ روز یک بار و سایت تنش هر ۲۰ روز یک بار آبیاری شد. در محل اجرای آزمایش بعد از تیمار تنش رطوبتی، بارندگی موثر رخ نداد (شکل ۱). در طی اعمال تنش علایم لوله‌ای شدن و پژمردگی برگ‌ها مشهود بود. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ از علف‌کش 2,4-D به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار ماده تجاری در

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

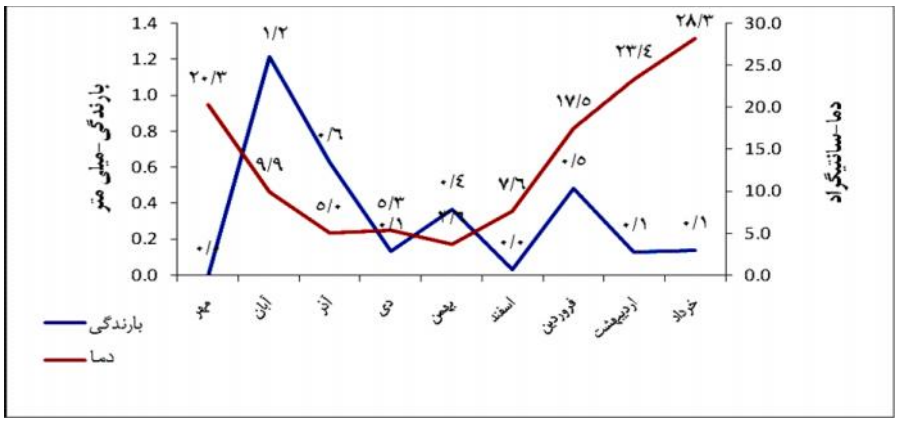
[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]

مرحله پنجه‌زنی استفاده شد، هم‌چنین وجین دستی در بهار طی دو مرحله انجام گرفت. برای مبارزه با سن گندم از سم دسیس به میزان ۰/۳ لیتر در هکتار ماده تجاری استفاده شد. در این مطالعه مجموعه‌ای از صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزاء عملکرد مورد بررسی قرار گرفت. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع و طول پدانکل، قطر پدانکل، تعداد برگ در ساقه، طول و عرض برگ پرچم، مساحت برگ پرچم، طول سنبله، وزن تک سنبله، طول ریشک، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه، وزن دانه در سنبله، وزن کاه و کلش سنبله، عملکرد کل، عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه، تعداد سنبله بارور در متر مربع، تعداد سنبله نابارور در متر مربع، تعداد کل پنجه و شاخص برداشت می‌باشد. برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی از قسمت میانی هر کرت آزمایشی (سایت نرمال و تنش) ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و ساقه اصلی آن‌ها علامت‌گذاری شدند و میانگین ۱۰ ساقه اصلی برای هر یک از صفات مورفولوژیکی در هر کرت گزارش شد. مساحت برگ پرچم با استفاده از رابطه پیشنهادی راوسون و همکاران (۳۴) بر روی ۱۰ برگ پرچم به صورت زیر محاسبه شد:

$$LA=L \times W \times ۰/۷۵ \quad (۱)$$

در این رابطه L طول برگ، W عرض برگ، LA مساحت برگ و ۰/۷۵ ضریب ویژه گندم می‌باشد. برداشت نهایی در زمان رسیدگی کامل، پس از حذف حاشیه صورت گرفته و محصول هر یک از کرت‌های تحت تیمارهای آبی و تنش به طور جداگانه برداشت و عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه در واحد سطح، به عملکرد دانه در واحد هکتار تبدیل شد.

پس از به دست آوردن داده‌های خام، نرمال بودن خطاهای آزمایشی آزمون شد. مقادیر میانگین، حداقل، حداکثر، دامنه، انحراف معیار، ضریب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی صفات مختلف محاسبه گردید. هم‌بستگی‌های ساده فنوتیپی بر اساس داده‌های به دست آمده ارزیابی شدند. تجزیه رگرسیون گام به گام برای عملکرد دانه محاسبه شده و صفات تاثیر گذار بر عملکرد شناسائی و با استفاده از تجزیه مسیر اثرات مستقیم و غیرمستقیم مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای مختلف آماری صورت گرفت. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس و رگرسیون گام به گام از نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۱ و برای محاسبه همبستگی فنوتیپی بین صفات از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ و برای تجزیه علیت از برنامه PATH استفاده شد.



شکل ۱- میانگین روزانه دما و بارندگی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در ایستگاه تحقیقاتی پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران
Figure 1. Average of temprature and precipitation in 2010 at research station of college of Aburaihan, UT.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی در مطالعه تحمل به تنش رطوبتی آخر فصل
Table 1. Evaluated wheat genotypes name in late season water stress assessment

شماره	ژنوتیپ	شماره	ژنوتیپ	شماره	ژنوتیپ	شماره	ژنوتیپ
۱	هما	۲۲	کویر	۴۳	مغان۳	۶۳	تجن
۲	هیرمند	۲۳	شیرودی	۴۴	کرج ۲	۶۴	طوس
۳	دز	۲۴	سبلان	۴۵	Weebil	۶۵	شعله
۴	پیشتاز	۲۵	کوهدشت	۴۶	چمران	۶۶	GR
۵	امید	۲۶	کرج ۳	۴۷	سرداری ۱۰۱	۶۷	MV-17
۶	شاهپسند	۲۷	ناز	۴۸	مارون	۶۸	آذر۱
۷	اروندموتانت	۲۸	الموت	۴۹	unkhwon11	۶۹	بهار
۸	دریا	۲۹	گاسپارد	۵۰	DN-11	۷۰	سایسون
۹	مرودشت	۳۰	قفقاز	۵۱	WS-82-9	۷۱	سیستان
۱۰	اکبری	۳۱	زاگرس	۵۲	البرز	۷۲	الوند
۱۱	طبسی	۳۲	اوحدی	۵۳	کاسکوژن	۷۳	مهدوی
۱۲	بزوستایا	۳۳	تیپیک	۵۴	روشن	۷۴	سومالی۳
۱۳	آذر۲	۳۴	اکسکالبور	۵۵	GS	۷۵	سرداری
۱۴	آرتا	۳۵	S-83-3	۵۶	قدس	۷۶	اترک
۱۵	رسول	۳۶	کرخه	۵۷	زرین	۷۷	هامون
۱۶	آزادی	۳۷	نوید	۵۸	شاهی	۷۸	کراس فلات هامون
۱۷	سپاهان	۳۸	مغان ۱	۵۹	کراس البرز	۷۹	بیات
۱۸	فرونتانا	۳۹	نیک نژاد	۶۰	مغان۲	۸۰	بولانی
۱۹	شیراز	۴۰	بک کراس روشن زمستانه	۶۱	رصد	۸۱	بک کراس روشن بهاره
۲۰	اینیاء	۴۱	داراب ۲	۶۲	استار	۸۲	فونگ
۲۱	ویری ناک	۴۲	شهریار				

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب اطلاعات به دست آمده از هر دو محیط بدون تنش و تنش خشکی در جدول ۲ ارائه شده است.برای انجام تجزیه واریانس مرکب ابتدا آزمون یکنواختی واریانس خطا (آزمون بارتلت[1]) صورت گرفت. به دلیل غیریکنواخت بودن واریانس صفات تعداد دانه در خوشه، وزن سنبله، وزن دانه در سنبله و وزن کاه و کلش سنبله این صفات، وارد تجزیه مرکب نشدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف بسیار معنی‌داری وجود دارد که نشان دهنده وجود تنوع کافی بین ژنوتیپ‌های مطالعه شده می‌باشد به طوری که می‌تواند در مطالعات بعدی تحمل به خشکی مورد استفاده قرار گیرد. تنش رطوبتی باعث کاهش کلیه صفات مورد بررسی به جز صفات تعداد برگ در ساقه اصلی و تعداد کل پنجه در واحد سطح شد (جدول ۲). علت معنی‌دار نشدن اختلاف این صفات در دو محیط، اعمال تنش بعد از مرحله رویشی است که تاثیر چندانی بر این صفات نداشته است. این نتایج، با نتایج گزارش شده از سوی برخی پژوهشگران مطابقت دارد (۲۳،۱۷). نتایج این آزمایش نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ × شرایط آبیاری تنها برای صفات تعداد برگ، وزن هزار دانه، تعداد کل پنجه و شاخص برداشت غیرمعنی‌دار (جدول ۲)-که مفهوم آن این است که میزان تغیرات ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط متفاوت رطوبتی برای اکثر صفات یکسان نبوده و ژنوتیپ‌ها واکنش‌های متفاوتی در دو شرایط تنش و نرمال داشتند- می‌باشد. صفاتی که دارای اثر متقابل ژنوتیپ در تنش معنی‌دار هستند، تحت تاثیر محیط تنش قرار گرفته و پایداری آن‌ها پایین است. بدین ترتیب صفات تعداد برگ، وزن هزار دانه، تعداد کل پنجه و شاخص برداشت برای اصلاح عملکرد در هر دو شرایط تنش آبی و آبیاری طبیعی از پایداری مناسبی برخوردار می‌باشند. مقادیر تنوع فنوتیپی برای کلیه صفات مورد بررسی برای دو شرایط نرمال و تنش نیز محاسبه شد (جدول ۳). همان طورکه ملاحظه می‌شود تمام صفات به جز صفات ارتفاع، طول پدانکل، طول، عرض و مساحت برگ پرچم، طول سنبله و وزن کاه و کلش در محیط تنش دارای تنوع بیشتری نسبت به شرایط نرمال می‌باشند. احتمالا وجود اثر متقابل بین ژنوتیپ و محیط باعث به وجود آمدن این تنوع در محیط تنش شده است. بیشترین آسیب ناشی از تنش رطوبتی، مربوط به عملکرد دانه در هکتار (۴۲/۶۵ درصد) می‌باشد (جدول ۳). که با درنظرگرفتن درصد تغییرات سایر صفات می‌توان چنین استنباط نمود که این آسیب ناشی از کاهش شدید اجزای عملکرد (تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و تعداد سنبله بارور در متر مربع) می‌باشد. کاهش شدید عملکرد دانه بر اساس مطالعه سعیدی و همکاران (۴۰) که تنش خشکی را در سطوح مختلف و در مراحل مختلف رشد دانه اعمال نمودند، ممکن است بیشتر به علت تحت تاثیر قرار گرفتن تامین مواد پرورده برای پر شدن دانه‌ها، کاهش قدرت مخزن برای جذب مواد فتوسنتزی و نیز کاهش دوره رشد دانه باشد. شاخص‌های آماری تمایل به مرکز و پراکندگی داده‌ها برای تمام صفات در دو شرایط نرمال و تنش در جدول‌های ۴ و ۵ آمده است. بیشترین تنوع ژنتیکی در شرایط نرمال برای صفات طول ریشک، تعداد سنبله بارور، عملکرد دانه، عملکرد کاه و مساحت برگ پرچم به ترتیب با ضریب تغیرات ۳۷/۴۴، ۲۲/۳۶، ۲۰/۸۳، ۲۰/۲۱، ۱۷/۶۸ می‌باشد.

در شرایط تنش بیشترین ضریب تنوع ژنتیکی مربوط به صفات طول ریشک، عملکرد دانه، تعداد سنبله بارور، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در خوشه به ترتیب با ضرایب ۳۸/۱۷، ۲۸/۶۷، ۲۴/۳۹، ۱۹/۶۰ و ۱۸/۵۹ می‌باشد (جداول ۴ و ۵).

1- Bartelet

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های گندم تحت هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش رطوبتی

Table 2. Combined analysis variance (mean squares) among different tratits in wheat genotypes under both normal irrigation and water stress conditions

منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع ساقه اصلی	طول پدانکل	قطر پدانکل	تعداد برگ ساقه اصلی	طول برگ پرچم	عرض برگ پرچم
شرایط آبیاری	۱	۸۹۵۱/۶۸*	۵۰۶۵/۷۹**	۰/۱۴۷۵*	۶/۸۲ E-۳^{ns}	۳۹۷/۹۸**	۰/۲۹۶۸*
تکرار درون محیط	۴	۴۸۰/۴۴**	۲۷۳/۱۳**	۰/۰۱۵۲**	۰/۳۵۳۷**	۱۵/۶۳**	۰/۰۱۴۵**
ژنوتیپ	۸۱	۳۷۷/۴۴**	۷۵/۲**	۰/۰۰۵۴**	۰/۶۸۶۹**	۱۹/۸۸**	۰/۰۵۵۳**
اثر متقابل ژنوتیپ در شرایط آبیاری	۸۱	۵۴/۷۸**	۱۸/۶**	۰/۰۰۱**	۰/۰^{ns}	۴/۴۱**	۰/۰۰۴۴**
اشتباه آزمایشی	۳۲۴	۳۱/۲۲	۶/۸۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۲۹۱	۱/۲۷	۰/۰۰۲۳

ادامه جدول ۲-

Continued table 2

منبع تغییر	درجه آزادی	مساحت برگ پرچم	طول سنبله اصلی	تعداد سنبلچه در سنبله	طول ریشک	وزن هزار دانه	تعداد سنبله بارور
شرایط آبیاری	۱	۴۵۹/۸۳**	۸۱/۰۲**	۱۰۱/۶**	۳۸/۰۵**	۵۴۶۸/۶۱**	۱۲۰۳۹۶۸/۶**
تکرار درون محیط	۴	۱۶/۱۹**	۲/۱۱**	۱/۱۲**	۰/۳۷۰۸*	۱۶۱/۷۴**	۴۶۴۰۵/۶**
ژنوتیپ	۸۱	۲۱/۳۱**	۴/۴۴**	۱۰/۶**	۲۸/۰۲**	۱۶۶/۶۴**	۹۱۴۴۹/۸۹**
اثرمتقابل ژنوتیپ در شرایط آبیاری	۸۱	۴/۴۳**	۰/۲۲۳۶**	۰/۳۷**	۰/۲۵۵۹*	۱۴/۳۱^{ns}	۱۰۰۹۴/۵*
اشتباه آزمایشی	۳۲۴	۱/۳۱	۰/۱۴۵۳	۰/۱۸۵۳	۰/۱۱۴۴	۱۱/۴۵	۷۲۸۶/۷

ادامه جدول ۲-

Continued table 2

منبع تغییر	درجه آزادی	تعداد سنبله نابارور	تعداد کل پنجه	عملکرد کل	عملکرد بیولوژیک	عملکرد کاه	شاخص برداشت
شرایط آبیاری	۱	۴۷۲۴۶۵/۶**	۱۶۵۳۲۱/۵^{ns}	۶/۷۴**	۲۳۴۴/۱۶**	۵۳۵/۰۲**	۵۴۷۳/۹۶**
تکرار درون محیط	۴	۴۲۵۷/۸۱**	۷۷۶۰۲/۹**	۹/۴۷**	۹۳/۶۳**	۴۱**	۶۲/۲*
ژنوتیپ	۸۱	۳۲۱۴/۴۹**	۱۱۰۰۰۵/۲۵**	۶/۷۴**	۲۸/۳۶**	۱۲/۰۳**	۱۶۷/۳۶**
اثرمتقابل ژنوتیپ در شرایط آبیاری	۸۱	۱۶۰۹/۳۱*	۱۱۵۸۰/۶^{ns}	۱/۱۴*	۷/۱۳**	۳/۸۵**	۲۳/۶۲^{ns}
اشتباه آزمایشی	۳۲۴	۱۰۹۱/۰۱	۹۸۰۹/۴۳	۰/۷۸۶۸	۴/۷	۲/۲۱	۱۹/۶۱

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ ns: غیرمعنی‌دار

جدول ۳- درصد تغییرات ناشی از تنش رطوبتی بر روی صفات اندازه‌گیری شده ژنوتیپ‌های گندم

Table 3. Change rate of measured traits on wheat genotypes affected by water stress

صفات	میانگین صفات در شرایط بدون تنش	میانگین صفات در شرایط تنش	ضریب تنوع فنوتیپی صفت (٪)		درصد کاهش صفات
			شرایط نرمال	شرایط تنش	
ارتفاع (سانتی‌متر)	۷۵/۶۳	۶۷/۰۸	۱۳/۱۵	۹/۹۹	−۱۱/۳۱
طول پدانکل (سانتی‌متر)	۳۲/۹۸	۲۶/۵۵	۱۴/۳۶	۱۰/۹۹	−۱۹/۵۰
قطر پدانکل (سانتی‌متر)	۰/۳۵۱	۰/۳۱	۹/۳۷	۱۰/۳۵	−۱۱/۶۸
تعداد برگ	۴/۵۵	۴/۶۱	۷/۴۳	۷/۴۴	+۱/۳
طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	۱۵/۴۵	۱۳/۵۹	۱۴/۳۳	۱۳/۱۶	−۱۲/۰۳
عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)	۱/۰۵	۱	۱۰/۰۴	۹/۳۶	−۴/۷
مساحت برگ پرچم (سانتی‌متر)	۱۲/۲۵	۱۰/۲۷	۱۹/۰۶	۱۷/۱۴	−۱۶/۱۶
طول سنبله (سانتی‌متر)	۱۰/۳۶	۹/۵۶	۹/۲۱	۸/۳۶	−۷/۷۲
وزن تک سنبله اصلی (گرم)	۲/۴۸	۲/۰۱	۱۳/۸	۱۶/۰۷	−۱۸/۹۵
طول ریشک (سانتی‌متر)	۶	۵/۴۳	۳۷/۶۰	۳۸/۳۱	−۹/۵
تعداد سنبلچه در سنبله	۱۷/۱۵	۱۶/۲۵	۸/۰۴	۸/۱۴	−۵/۳
تعداد دانه در خوشه	۳۵/۳۱	۲۸/۵۳	۱۶/۹۰	۱۷/۲۸	−۱۹/۲۰
تعداد سنبله بارور (مترمربع)	۴۲/۳۱	۳۵/۶۸	۱۸/۴۶	۱۹/۸۷	−۱۵/۶۷
تعداد سنبله غیربارور (مترمربع)	۱/۷۴۵	۱/۳۷	۱۶/۹۹	۱۸/۴۶	−۲۱/۴۹
تعداد پنجه (متر مربع)	۵۶۰/۹۳	۴۵۸/۳۴	۲۴/۵۷	۲۶/۲۴	−۱۸/۲۹
وزن هزار دانه (گرم)	۲۱۸/۴۳	۲۸۲/۴۶	۱۰/۲۳	۱۴/۸۹	+۲۲/۶۷
عملکرد کل (تن/ هکتار)	۷۷۹/۳۵	۷۴۱/۶۲	۱۸/۸۶	۱۸/۱۲	−۴/۸۳
عملکرد بیولوژیک (تن/ هکتار)	۱۳/۳۵	۸/۹۷	۲۰/۸۶	۲۲/۳۶	−۳۲/۸۱
وزن کاه و کلش (تن/ هکتار)	۷/۹۰	۵/۸۵	۲۴/۱۸	۲۱/۵۶	−۲۵/۹۵
شاخص برداشت (٪)	۴۱/۱۲	۳۴/۳۴	۱۴/۳۷	۱۵/۵۵	−۱۶/۴۹
وزن دانه در تک سنبله (گرم)	۵/۴۴	۳/۱۲	۲۳/۵۴	۳۳/۷۶	−۴۲/۶۵

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]

جدول ۴- شاخص‌های آماری تمایل به مرکز و پراکندگی صفات زراعی- مورفولوژیکی (شرایط نرمال) در ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی
Table 4. Statistics parameters of agro-morphological traits of wheat genotypes in normal condition

صفات	دامنه	بیشینه	کمینه	نما	میانه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات ژنوتیپی (٪)
ارتفاع (سانتی‌متر)	۵۴/۸۷	۱۱۰/۵۷	۵۵/۷	۷۰	۷۳/۶۵	۷۵/۶۳	۱۱/۳۱	۱۲/۳
طول پدانکل (سانتی‌متر)	۲۲/۸	۴۶/۷۳	۲۳/۹۳	۳۲/۳۰	۳۰	۳۲/۹۸	۵/۵۳	۱۳/۴۸
قطر پدانکل (سانتی‌متر)	۰/۱۸	۰/۴۵	۰/۲۷	۰/۳۴۵	۰/۳۵۰	۰/۳۵۱	۰/۰۴۳	۸/۰۸
تعداد برگ	۱/۵	۵/۴	۳/۹	۵	۴/۵	۴/۵۵	۰/۳۷۳	۷/۱۱
طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	۱۰/۳۷	۲۱/۰۱	۱۰/۶۴	۱۵	۱۵/۱۳	۱۵/۴۵	۲/۵۷	۱۳/۲۲
عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)	۰/۵۹	۱/۴۷	۰/۸۸	۱	۱/۰۴	۱/۰۵۳	۰/۱۱۴	۹/۶۸
مساحت برگ پرچم (سانتی‌متر)	۱۱/۵۸	۱۹/۱۲	۷/۵۴	۱۰/۰۸	۱۱/۸۸	۱۲/۲۵	۲/۷۰	۱۷/۶۸
طول سنبله (سانتی‌متر)	۵/۰۴	۱۲/۷۲	۷/۶۸	۱۰	۱۰/۳۰	۱۰/۳۶	۱/۰۱	۸/۹۹
وزن تک سنبله اصلی (گرم)	۲/۰۴	۳/۶۵	۱/۶۱	۲	۲/۴۹	۲/۴۸	۰/۴۸۰	۱۲/۱۰
طول ریشک (سانتی‌متر)	۱۲/۱۶	۱۲/۳۹	۰/۲۳	۷	۶/۴۶	۶	۲/۲۹	۳۷/۴۴
تعداد سنبلچه در سنبله	۶/۶۴	۲۰/۱	۱۳/۴۶	۱۷/۵۰	۱۷/۴۰	۱۷/۱۵	۱/۴۴	۷/۰۹
تعداد دانه در خوشه	۳۷/۲	۶۰/۱۳	۲۲/۹۳	۳۷	۴۱/۱۰	۴۲/۳۱	۹/۲۶	۱۶/۹۱
تعداد سنبله بارور (مترمربع)	۷۹۷/۳	۱۱۴۶/۳	۳۴۹	۴۰۰	۵۳۷	۵۶۰/۹۳	۱۶۳/۲۵	۲۲/۳۶
تعداد سنبله غیربارور (مترمربع)	۱۳۰/۴	۲۷۰	۱۳۹/۶	۲۰۰	۲۱۲	۲۱۸/۴۳	۳۴/۲۱	۶/۲۹
تعداد پنجه (متر مربع)	۸۳۶/۹۴	۱۳۵۱/۶	۵۱۴/۶۶	۶۵۸	۷۵۴	۷۷۹/۳۵	۱۷۶/۴۷	۱۶/۵۶
وزن هزار دانه (گرم)	۳۴/۰۶	۵۱/۳۰	۱۷/۲۴	۲۶/۵۰	۳۴/۶۱	۳۵/۳۱	۶/۷۴	۱۵/۵۷
عملکرد کل (تن/ هکتار)	۵/۴	۸/۲۷	۲/۸۸	۴/۴۰	۵/۲۰	۵/۴۴	۱/۵۸	۲۰/۸۳
عملکرد بیولوژیک (تن/ هکتار)	۱۱/۳۶	۲۰/۱۴	۸/۷۸	۱۰/۳۰	۱۲/۸۹	۱۳/۳۵	۳/۷۰	۱۷/۶۳
وزن کاه و کلش (تن/ هکتار)	۱۰/۱	۱۳/۶۸	۳/۵۸	–	۷/۴۰	۷/۹۰	۲/۵۶	۲۰/۲۱
شاخص برداشت (٪)	۳۲/۸۲	۵۹/۷	۲۶/۸۸	–	۴۱/۴۵	۴۱/۱۲	۷/۰۳	۱۲/۹۳
وزن دانه در تک سنبله (گرم)	۱/۶۱	۲/۶۹	۱/۰۸	۱/۹۰	۱/۷۵	۱/۷۴۵	۰/۴۰۲	۱۳/۵۳

جدول ۵- شاخص‌های آماری تمایل به مرکز و پراکندگی صفات زراعی- مورفولوژیکی (شرایط تنش رطوبتی) در ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی
Table 5. Statistics parameters of agro-morphological traits of wheat genotypes under water stress condition

صفات	دامنه	بیشینه	کمینه	نما	میانه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات ژنوتیپی (٪)
ارتفاع (سانتی‌متر)	۳۴/۷۳	۸۹/۳۳	۵۴/۶	۷۰	۶۶/۴۰	۶۷/۰۸	۸/۱۸	۸/۸۶
طول پدانکل (سانتی‌متر)	۱۳/۸۷	۳۳/۴	۱۹/۵۳	۲۴/۳۰	۲۶/۲۰	۲۶/۵۵	۳/۷۲	۹/۶۸
قطر پدانکل (سانتی‌متر)	۰/۲۱	۰/۴۲	۰/۲۱	۰/۳۰	۰/۳۱۵	۰/۳۱۶	۰/۰۳۵	۱۰
تعداد برگ	۱/۳۶	۵/۲۶	۳/۹	۵	۴/۵	۴/۵۵	۰/۳۷۳	۷/۱۱
طول برگ پرچم (سانتی‌متر)	۷/۹۶	۱۷/۸۵	۹/۸۹	۱۲	۱۳/۵	۱۳/۵۹	۱/۹۸	۱۲/۴۹
عرض برگ پرچم (سانتی‌متر)	۰/۴۹	۱/۳۳	۰/۸۴	۱	۱	۱	۰/۱۰۱	۸/۸۳
مساحت برگ پرچم (سانتی‌متر)	۷/۵۸	۱۴/۶۰	۷/۰۲	۱۰/۱۷	۱۰/۳۵	۱۰/۲۷	۱/۹۷	۱۶/۱۰
طول سنبله (سانتی‌متر)	۴/۳۳	۱۱/۳۳	۷	۹	۹/۵	۹/۵۶	۰/۸۷۲	۷/۹۹
وزن تک سنبله اصلی (گرم)	۱/۵۱	۲/۸۲	۱/۳۱	۲	۱/۹۶	۲/۰۱	۰/۴۲۶	۱۴/۶۱
طول ریشک (سانتی‌متر)	۱۰/۷۱	۱۰/۸۷	۰/۱۶	۶	۱۶/۵	۵/۴۳	۲/۱۰	۳۸/۱۷
تعداد سنبلچه در سنبله	۶/۴	۱۸/۷۶	۱۲/۳۶	۱۷	۳۵/۹	۱۶/۲۵	۱/۳۷	۸/۰۱
تعداد دانه در خوشه	۳۳/۷	۵۴/۲	۲۰/۵	۳۷	۳۵/۹	۳۵/۶۸	۸/۰۵	۱۸/۵۹
تعداد سنبله بارور (متر مربع)	۷۴۹	۹۸۸	۲۳۹	۳۵۳	۴۳۳	۴۵۸/۳۴	۱۳۶/۱۵	۲۴/۳۹
تعداد سنبله غیربارور (متر مربع)	۲۰۱	۳۹۵/۳	۱۹۴/۳	۲۵۵	۲۷۹	۲۸۲/۴۶	۴۶/۳۱	۸/۹۲
تعداد پنجه (متر مربع)	۷۴۹/۳	۱۲۱۴/۳	۴۶۵	۶۰۱	۷۴۲	۷۴۱/۶۲	۱۵۶/۳۰	۱۶/۴۶
وزن هزار دانه (گرم)	۲۵/۷۳	۴۱/۳۸	۱۵/۶۵	۲۵/۸	۲۷/۸	۲۸/۵۳	۵/۷۹	۱۶/۰۶
عملکرد کل (تن/ هکتار)	۴/۶۸	۶/۰۵	۱/۳۷	۲	۲/۹۲	۳/۱۲	۱/۱۵	۲۸/۶۷
عملکرد بیولوژیک (تن/ هکتار)	۹/۱۵	۱۴/۴۸	۵/۳۳	۷/۸۸	۸/۷۳	۸/۹۷	۲/۴۷	۱۹/۶۰
وزن کاه و کلش (تن/ هکتار)	۵/۴۹	۹/۰۲	۳/۵۳	–	۵/۷۱	۵/۸۵	۱/۵۶	۱۷/۹۰
شاخص برداشت (٪)	۲۳/۴۵	۴۵/۲۰	۲۱/۷۵	–	۳۴/۷۲	۳۴/۳۴	۶/۴۶	۱۳/۶۹
وزن دانه در تک سنبله (گرم)	۱/۱۵	۱/۹۴	۰/۷۹	۱/۶	۱/۳۶	۱/۳۷	۰/۳۵۲	۱۴/۹۸

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]

آقایی سربزه و امینی (۱) در مطالعه ۱۱۲ لاین بومی گندم به این نتیجه رسیدند که صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه دارای بیشترین تنوع هستند. گراوندی و همکاران (۱۶) گزارش کردند که صفات عملکرد دانه، تعداد پنجه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه در مقایسه با سایر صفات از تنوع بالایی برخوردار هستند. در نتیجه با توجه به تنوع موجود، این صفات می‌توانند مورد توجه به‌نژادگر قرار گیرند و از شانس انتخاب بالاتری برخوردارند. با توجه به اختلاف ناچیز بین ضرایب تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی در بیشتر صفات، استنباط می‌شود که صفات مورد بررسی کمتر تحت تاثیر محیط قرار گرفته‌اند. در هر دو شرایط تنش و بدون تنش میزان تنوع فنوتیپی برای تمامی صفات بیشتر از ضریب تنوع ژنتیکی بود که نشان‌دهنده تاثیر افزاینده ارزش محیطی می‌باشد (جدول ۳، ۴ و ۵).

رابطه بین صفات با استفاده از تجزیه هم‌بستگی نیز مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۶ و ۷). همان‌طورکه مشاهده می‌شود هم‌بستگی‌های مثبت و منفی زیادی میان صفات مختلف وجود دارد. در شرایط نرمال رطوبتی عملکرد دانه در واحد سطح که مهم‌ترین صفت برای گیاهان دانه‌ای می‌باشد دارای هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد با صفات طول پدانکل، وزن سنبله، وزن هزار دانه، وزن دانه در سنبله اصلی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه، شاخص برداشت، تعداد سنبله بارور، تعداد سنبله غیربارور، تعداد کل پنجه، طول ریشک و هم‌بستگی منفی و معنی‌داری در سطح ۵ درصد با صفات قطر پدانکل و مساحت برگ پرچم می‌باشد (جدول ۶). در شرایط تنش رطوبتی عملکرد دانه دارای هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد با صفات ارتفاع، طول پدانکل، وزن سنبله اصلی، وزن هزار دانه، وزن دانه در سنبله اصلی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه، شاخص برداشت، تعداد سنبله بارور در متر مربع و تعداد کل پنجه در متر مربع می‌باشد. بیشترین هم‌بستگی عملکرد دانه در شرایط نرمال به ترتیب با صفات عملکرد بیولوژیک (۰/۸۱) و تعداد سنبله بارور در متر مربع (۰/۷۲) و در شرایط تنش رطوبتی به ترتیب با صفات عملکرد بیولوژیک (۰/۸۹)، شاخص برداشت (۰/۷۳)، عملکرد کاه (۰/۶۷) و تعداد سنبله بارور (۰/۶۵) مشاهده شد. خدارحیمی و همکاران (۲۳) نیز نشان دادند که بیشترین هم‌بستگی بین عملکرد دانه با صفات عملکرد بیولوژیک و تعداد پنجه بارور در هر گیاه وجود دارد.

در شرایط تنش وجود هم‌بستگی مثبت معنی‌دار بین ارتفاع ساقه اصلی با عملکرد دانه نشان‌دهنده انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده در قبل از گل‌دهی به دانه که اکثراً در ساقه ذخیره شده‌اند و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی–که به صورت موقت بعد از گل‌دهی در ساقه ذخیره شده‌اند– می‌باشد (۳۱). در شرایط نرمال میان ارتفاع گیاه با عملکرد دانه هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار ضعیفی (۰/۲۸)، وجود داشت. از طرفی به دلیل دارا بودن هم‌بستگی مثبت میان ارتفاع گیاه و بیوماس (۰/۵۳) و نیز ارتفاع گیاه با طول سنبله اصلی (۰/۵۱)، می‌توان بیان کرد که این صفت اثر مستقیم ناچیزی بر عملکرد دانه داشته و به‌طور غیرمستقیم از طریق بیوماس و طول سنبله سبب افزایش عملکرد می‌شود. محققین دیگری نیز نتیجه مشابهی را گزارش کردند (۱۹). طول پدانکل در هر دو محیط دارای هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با صفات وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه، تعداد سنبله بارور در مترمربع و تعداد کل پنجه در مترمربع می‌باشد. مثبت بودن هم‌بستگی تمامی صفات ذکر شده با طول پدانکل بیانگر افزایش عملکرد از طریق این صفات خواهد بود.

محمدی و همکاران (۲۹) ارتفاع زیاد و در نتیجه طول پدانکل بلندتر را یکی از دلایل عملکرد بالای برخی ارقام در شرایط تنش دانستند. این نتایج با یافته‌های برخی از محققین دیگر نیز مطابقت دارد (۴۱،۹). ثابت شده که حتی در شرایط تنش ملایم نیز آسیمیلات‌های جاری (حاصل از منابع فتوسنتزی نظیر برگ‌ها، ریشک و سنبله) ممکن است برای پرشدن دانه کافی نباشد (۱۵).

وزن سنبله اصلی در هر دو محیط تنش و نرمال دارای هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری با صفت تعداد دانه در خوشه اصلی، وزن دانه در سنبله و عملکرد دانه می‌باشد. بنابراین می‌توان این طور بیان کرد که با افزایش تعداد دانه در خوشه، وزن سنبله افزایش یافته و به دلیل هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن سنبله با عملکرد، در نهایت عملکرد افزایش می‌یابد. از طرف دیگر تعداد دانه در خوشه اصلی دارای هم‌بستگی منفی و معنی‌داری با وزن هزاردانه در هر دو محیط بود. احتمالاً با افزایش تعداد سنبلچه به‌دلیل تقسیط کربوهیدرات‌ها و انتقال مواد پرکننده دانه، اندازه هر یک از دانه‌ها در خوشه کوچک شده و در نتیجه وزن هزار دانه کاهش می‌یابد.

با وجود این برخی محققان معتقدند که تعداد دانه هم‌بستگی بالایی با عملکرد گندم دارد (۱۳)، اما تنها تولید دانه بالا برای شرایط خشکی کافی نبوده و وزن دانه‌های تولیدی نیز در تعیین عملکرد بسیار حائز اهمیت می‌باشد. همین طور محققین دیگری نیز نبود رابطه بین تعداد دانه در سنبله و افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی را گزارش کردند (۲۸،۱۹). مورال و همکاران (۳۰) نیز وجود هم‌بستگی منفی و معنی‌دار بین وزن هزاردانه و تعداد دانه را گزارش کردند و اظهار داشتند این مساله مربوط به اثر جبرانی اجزای عملکرد بر روی یکدیگر است. به منظور حذف اثر صفات غیرمؤثر یا کم‌تاثیر در مدل رگرسیونی بر روی صفت عملکرد دانه، از رگرسیون گام به گام بعد از بررسی هم‌راستایی و حذف صفات مزاحم بر اساس شاخص‌های تحمل[1] و عامل تورم واریانس[2] استفاده شد (جداول ۸ و ۹).

1- Tolerance
2- VIF

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]
[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]

جدول ۶- ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی ساده بین صفات مختلف در ارقام گندم در شرایط عدم تنش (آبیاری نرمال)

Table 6. Simple phenotypic correlation coefficients among different traits of wheat genotypes in non-stress (normal irrigation) condition

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
ارتفاع ساقه اصلی	۱																					
طول پدانکل ساقه اصلی	۰/۸۶**	۱																				
قطر پدانکل	-۰/۲۳*	-۰/۰۹	۱																			
تعداد برگ در ساقه اصلی	۰/۲۸*	۰/۱۸	-۰/۱۴	۱																		
شاخص برداشت	-۰/۲۶۷*	-۰/۱۶۶	-۰/۱۵۳	-۰/۰۷	۱																	
طول برگ پرچم	۰/۲۷*	۰/۲۵*	۰/۱۴	۰/۰۶	-۰/۳۱۹**	۱																
عرض برگ پرچم	-۰/۰۳۸	-۰/۰۶	۰/۵۱**	۰/۰۷	-۰/۱۹	۰/۲۰	۱															
مساحت برگ پرچم	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۳۷	۰/۱۰	-۰/۲۵۱**	۰/۸۵**	۰/۶۷**	۱														
طول سنبله اصلی	۰/۵۱**	۰/۴۳**	-۰/۰۵	۰/۱۴	-۰/۲۰	-۰/۳۳**	۰/۰۰	۰/۲۵*	۱													
وزن سنبله اصلی	-۰/۰۶۹	-۰/۰۷	۰/۲۰۷	۰/۰۳	۰/۲۴۱*	-۰/۰۵	۰/۱۶	۰/۰۲	۰/۱۱	۱												
طول ریشک	-۰/۱۱	-۰/۰۴	-۰/۲۳*	-۰/۰۲	۰/۳۰۲**	-۰/۰۵	-۰/۳۵**	-۰/۲۵*	-۰/۰۲	۰/۲۹**	۱											
تعداد سنبلچه در سنبله اصلی	-۰/۰۳	-۰/۲۱	۰/۲۲۵*	۰/۱۰	-۰/۱۹	۰/۳۰**	۰/۳۴**	۰/۴۰**	۰/۲۲*	۰/۳۷**	-۰/۱۴	۱										
تعداد دانه در خوشه اصلی	-۰/۳۰۳**	-۰/۳۰**	۰/۳۶**	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۲۹**	۰/۱۷	۰/۱۰	۰/۶۹**	۰/۱۳	۰/۵۸**	۱									
وزن هزار دانه	۰/۳۵**	۰/۳۴**	-۰/۳۳**	۰/۰۸	۰/۳۳۸**	-۰/۲۲*	-۰/۲۰	-۰/۲۸**	۰/۰۰	۰/۱۱	۰/۱۲	-۰/۴۶**	-۰/۵۰**	۱								
وزن دانه سنبله اصلی	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۲۹۶**	-۰/۱۰	۰/۰۹	-۰/۰۴	۰/۱۰	۰/۹۳**	۰/۲۸*	۰/۲۷*	۰/۵۹**	۰/۲۹**	۱							
وزن کاه سنبله اصلی	-۰/۱۵	-۰/۱۳	۰/۳۹**	-۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۲۵*	۰/۱۸	۰/۱۱	۰/۶۸**	۰/۳۰**	۰/۲۰	۰/۶۴**	-۰/۳۲**	۰/۴۰**	۱						
عملکرد کل (تن/ هکتار)	۰/۲۸*	۰/۳۰**	-۰/۲۷*	۰/۲۲*	۰/۴۹۲**	-۰/۱۹	-۰/۱۹	-۰/۲۴*	۰/۱۳	۰/۳۵**	-۰/۱	-۰/۰۱	۰/۳۰**	۰/۳۳**	۰/۴۵**	۰/۰۶	۱					
عملکرد بیولوژیک (تن/ هکتار)	۰/۵۲**	۰/۴۷**	-۰/۲۲۴*	۰/۳۲**	-۰/۰۹۷	۰/۰۰	-۰/۰۸	-۰/۰۳	۰/۲۹**	۰/۲۳*	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۲۷*	۰/۰۵	۰/۸۱**	۱				
عملکرد کاه (تن/ هکتار)	۰/۶۰**	۰/۴۹**	-۰/۱۵۳	۰/۳۲*	-۰/۴۷۶**	۰/۱۲	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۳۴**	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۲۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۵۱**	۰/۹۱**	۱			
سنبله بارور در متر مربع	۰/۴۵**	۰/۴۶**	-۰/۳۴**	۰/۱۲	-۰/۱۲	-۰/۱۲	-۰/۲۴*	۰/۲۱	-۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۱	-۰/۲۱	-۰/۱۸	۰/۳۱**	۰/۰۳	-۰/۲۸**	۰/۷۲**	۰/۷۴**	۰/۵۹**	۱		
سنبله نابارور در متر مربع	۰/۳۲**	۰/۲۰	-۰/۲۲*	۰/۱۰	-۰/۲۲۳**	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۱۲	-۰/۱۴	۰/۲۹**	۰/۵۰**	۰/۵۴**	۰/۳۴**	۱	
تعداد کل پنجه در متر مربع	۰/۴۷**	۰/۴۶**	-۰/۳۶**	۰/۱۳	-۰/۰۸	-۰/۱۰	-۰/۲۱*	-۰/۱۸	۰/۱۷	-۰/۰۷	۰/۱۰	-۰/۱۹	-۰/۱۶	۰/۳۰**	۰/۰۵	۰/۲۸**	۰/۷۲**	۰/۷۷**	۰/۶۳**	۰/۹۸**	۰/۴۷**	۱

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

جدول ۷- ضرایب هم‌بستگی فنوتیپی ساده بین صفات مختلف در ارقام گندم در شرایط تنش رطوبتی

Table 7. Simple phenotypic correlation coefficients among different traits of wheat genotypes under water stress condition

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲
ارتفاع ساقه اصلی	۱																					
طول پدانکل ساقه اصلی	۰/۷۶**	۱																				
قطر پدانکل	-۰/۱۶	-۰/۰۶	۱																			
تعداد برگ در ساقه اصلی	۰/۳۲**	۰/۰۷	۰/۰۰	۱																		
شاخص برداشت	۰/۱۰	۰/۲۳۳*	-۰/۱۳۸	-۰/۰۲	۱																	
طول برگ پرچم	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۲۶*	۰/۰۰	-۰/۱۱	۱																
عرض برگ پرچم	-۰/۰۷۱	-۰/۱۱	۰/۴۹**	-۰/۰۱	-۰/۱۱	۰/۱۷	۱															
مساحت برگ پرچم	۰/۳۲	۰/۰۴	۰/۴۶**	-۰/۰۱	-۰/۱۴۸	۰/۸۶**	۰/۶۴**	۱														
طول سنبله اصلی	۰/۴۹**	۰/۳۱*	-۰/۰۲	۰/۱۳۵	-۰/۰۴	۰/۵۳**	۰/۰۰	۰/۲۷*	۱													
وزن سنبله اصلی	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۲۶*	-۰/۰۵	۰/۴۴۸**	۰/۲۱*	۰/۲۸**	۰/۳۰**	۰/۱۲	۱												
طول ریشک	-۰/۰۵	۰/۱۰	-۰/۱۵	-۰/۰۴	۰/۲۳*	۰/۱۵	-۰/۳۳**	-۰/۰۴	-۰/۰۰	۰/۳۰**	۱											
تعداد سنبلچه در سنبله اصلی	-۰/۰۶	-۰/۲۳*	۰/۴۰**	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۲۹**	۰/۴۲**	۰/۴۴**	۰/۲۴*	۰/۳۶**	-۰/۱۵	۱										
تعداد دانه در خوشه اصلی	۰/۱۸	-۰/۰۷	۰/۳۰**	-۰/۰۷	۰/۱۹۲	۰/۲۸*	۰/۳۱**	۰/۳۷**	۰/۰۴	۰/۷۳**	۰/۱۸	۰/۵۴**	۱									
وزن هزار دانه	۰/۴۴**	۰/۴۵**	-۰/۲۵*	۰/۱۱	۰/۴۳۳**	-۰/۲۰	-۰/۱۹	-۰/۲۵*	-۰/۰۱	۰/۱۸	۰/۱۵	-۰/۴۲**	-۰/۴۰**	۱								
وزن دانه سنبله اصلی	۰/۱۶۷	۰/۲۵*	-۰/۱۴	-۰/۰۰	۰/۵۱۸**	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۰۲	۰/۹۳**	۰/۲۶*	۰/۲۵*	۰/۶۶**	۰/۳۲**	۱							
وزن کاه سنبله اصلی	-۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۴۰**	-۰/۰۲	۰/۱۰۸	۰/۳۵**	۰/۳۸**	۰/۴۶**	۰/۲۶*	۰/۶۸**	۰/۲۵*	۰/۴۰**	۰/۵۴**	-۰/۱۹	۰/۳۸**	۱						
عملکرد کل (تن/ هکتار)	۰/۴۴**	۰/۴۷**	-۰/۱۵	-۰/۰۲	۰/۷۳۴**	-۰/۰۲	-۰/۰۷	-۰/۰۴	۰/۱۵	۰/۴۴**	۰/۱۶	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۴۶**	۰/۵۳۸**	۰/۰۶۷	۱					
عملکرد بیولوژیک (تن/ هکتار)	۰/۵۶**	۰/۵۰**	-۰/۱۱	۰/۰۰	۰/۳۷۵**	۰/۰۰	-۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۲۴*	۰/۳۶*	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۳۶**	۰/۴۴**	۰/۰۴	۰/۸۹**	۱				
عملکرد کاه (تن/ هکتار)	۰/۵۷**	۰/۴۵**	-۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۲۷*	۰/۲۴*	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۲۲*	۰/۳۰**	۰/۰۱	۰/۶۷**	۰/۹۳**	۱			
سنبله بارور در متر مربع	۰/۴۰**	۰/۳۱**	-۰/۳۱**	-۰/۰۲	۰/۲۹۹**	-۰/۲۵*	-۰/۱۷	۰/۲۶*	۰/۱۱	-۰/۲۸**	-۰/۰۲	-۰/۲۰	-۰/۱۷	۰/۴۰**	۰/۰۵	-۰/۲۷*	۰/۶۵**	۰/۶۷**	۰/۵۹**	۱		
سنبله نابارور در متر مربع	۰/۱۸	-۰/۱۲	-۰/۳۱**	۰/۲۳۶**	-۰/۱۶	-۰/۳۰**	-۰/۱۲	-۰/۳۱**	۰/۱۴	-۰/۰۹	-۰/۰۱	-۰/۲۲*	-۰/۲۰	۰/۴۰**	۰/۲۸	-۰/۳۰**	۰/۵۹**	۰/۶۴**	۰/۵۹**	۰/۹۷**	۰/۵۲**	۱
تعداد کل پنجه در متر مربع	۰/۴۴**	۰/۳۲**	-۰/۳۱**	۰/۰۶۹	۰/۲۳۶*	-۰/۳۰**	-۰/۱۸	-۰/۳۱**	۰/۱۴	-۰/۰۹	-۰/۰۱	-۰/۲۲*	-۰/۲۰	۰/۴۰**	۰/۲۸	-۰/۳۰**	۰/۵۹**	۰/۶۴**	۰/۵۹**	۰/۹۷**	۰/۵۲**	۱

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]

در شرایط نرمال، به‌ترتیب ۶ متغیر عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد سنبله بارور، وزن دانه در سنبله اصلی و تعداد سنبله نابارور در متر مربع وارد مدل شده و مجموعاً بیش از ۸۲ درصد تغییرات موجود بین عملکرد ژنوتیپ‌ها را تبیین نمودند (جدول ۸). صفت عملکرد بیولوژیک به‌دلیل داشتن حداکثر ضریب تبیین و همچنین هم‌بستگی بالا با عملکرد دانه مهم‌ترین صفت موثر بر عملکرد دانه در شرایط نرمال شناخته شد، بنابراین تقویت این صفت در شرایط نرمال برای افزایش عملکرد تا حد زیادی معقول می‌باشد. امینی و همکاران (۴) به این نتیجه رسیدند که دو صفت عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، صفاتی هستند که در تجزیه رگرسیون وارد مدل شده و درصد بالایی از عملکرد را توجیه نمودند. در مطالعه اوکایاما و همکاران (۳۳) بر روی گندم نیز بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه مربوط به صفات عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه نشان داده شد. با توجه به آبیاری نرمال شرایط آزمایشی ورود صفت ارتفاع با علامت منفی می‌تواند بیان‌گر این نکته باشد که با افزایش ارتفاع گیاه و احتمالاً به دلیل خرج شدن مواد غذایی ذخیره شده گیاه برای رشد رویشی، گیاه برای رشد زایشی، ادامه آن و نهایتاً پرکردن دانه‌ها با کمبود ماده غذایی رو به رو شده که نتیجتاً از عملکرد کاسته خواهد شد. از میان صفات مورد مطالعه در شرایط تنش، عملکرد بیولوژیک نخستین متغیر وارد شده به مدل بود که ۸۰/۴ ٪ از تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کند و با نتیجه به‌دست آمده از تجزیه رگرسیون در شرایط آبیاری نرمال هم خوانی دارد. بنابراین در هردو شرایط نرمال و تنش اولین متغیر تاثیرگذار بر عملکرد دانه، بیوماس یا عملکرد بیولوژیکی است و هم‌بستگی ساده مثبت و بسیار بالا بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نیز تایید کننده این نتیجه است. بنابراین می‌توان بیان داشت که به احتمال زیاد در شرایط آزمایش، افزایش عملکرد بیولوژیک در عین توزیع مساوی بین اندام‌های رویشی و زایشی رخ داده است. نتایج این تحقیق با نتایج برخی محققین دیگر (۲۹،۱۹)–که اعلام نموده‌اند عملکرد بیولوژیک بطور معنی‌داری مرتبط با عملکرد دانه گندم در هر دو شرایط است– مطابقت داشت. پس از آن به‌ترتیب صفات وزن دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور، تعداد سنبله غیر بارور و وزن هزار دانه وارد مدل شدند و در مجموع ۵ متغیر وارد شده، توانستند بیش از ۸۶ درصد تغییرات عملکرد کل را در شرایط تنش رطوبتی کنترل نمایند (جدول ۹). در آزمایش فروزانفر و همکاران (۱۴) بر روی ۳۰ ژنوتیپ گندم در محیط تنش صفات تعداد سنبله بارور، تعداد سنبله غیر بارور و وزن هزار دانه وارد مدل شدند. اثرات مستقیم و غیر مستقیم متغیرهای وارد شده در مدل رگرسیون برروی متغیر وابسته در هر دو محیط با استفاده از تجزیه علیت تفکیک شد (جدول ۱۰ و ۱۱).

جدول ۸– برازش بهترین مدل رگرسیون چندگانه به روش گام به گام با درنظر گرفتن عملکرد دانه به عنوان صفت وابسته و سایر صفات مورد مطالعه به عنوان متغیرهای مستقل در ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط نرمال

Table 8. Fitness of the best multiple regression model using stepwise method considering grain yield as dependent and other traits as independent tratis of wheat genotypes in normal condition.

	گام اول		گام دوم		گام سوم		گام چهارم		گام پنجم		گام ششم	
	رگرسیون	خطا	رگرسیون	خطا	رگرسیون	خطا	رگرسیون	خطا	رگرسیون	خطا	رگرسیون	خطا
درجه آزادی	۱	۸۰	۲	۷۹	۳	۷۸	۴	۷۷	۵	۷۶	۶	۷۵
صفت وارد شده	عملکرد بیولوژیک		وزن هزار دانه		ارتفاع بوته		سنبله بارور در متر مربع		وزن دانه در سنبله		سنبله غیربارور در متر مربع	
میانگین مربعات	۸۹/۹۲	۰/۵۹۴	۴۷/۸۶	۰/۵۲۸	۳۵/۱۹	۰/۴۰۸	۲۷/۰۷	۰/۳۷۹	۲۲/۲۵	۰/۳۴۴	۱۸/۷۹	۰/۳۲۹
مقدار F	۱۵۱/۲۷**		۹۰/۵۴**		۸۶/۰۶**		۷۱/۴۳**		۶۴/۵۴**		۵۷/۰۴**	
ضریب تبیین تجمعی	۰/۶۵۴		۰/۶۹۲		۰/۷۶۸		۰/۷۸۷		۰/۸۰۹		۰/۸۲	
خطای استاندارد	۰/۰۴۳۹		۰/۰۱۳۱		۰/۰۰۸۴		۰/۰۰۰۷		۰/۲۵۸۳		۰/۰۰۳۲	
ضرایب رگرسیون	۰/۳۲۵		۰/۰۳۸۶		-۰/۰۳۵۱		۰/۰۰۲۸		۰/۷۶۷۹		-۰/۰۰۶۹	
tolerance	۰/۲۵۸		۰/۶۴۷		۰/۵۷۲		۰/۳۵۲		۰/۶۷۵		۰/۷۳۸	
VIF	۳/۸۷		۱/۵۴		۱/۷۴		۲/۸۳		۱/۴۸		۱/۳۵	

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ عرض از مبدا: ۰/۹۹۶

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]

جدول ۹- برازش بهترین مدل رگرسیون چندگانه به روش گام به گام با درنظر گرفتن عملکرد دانه به عنوان صفت وابسته و سایر صفات مورد مطالعه به عنوان متغیرهای مستقل در ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط تنش رطوبتی

Table 9. Fitness of the best multiple regression model using stepwise method considering grain yield as dependent and other traits as independent tratis of wheat genotypes in water stress condition

	گام اول		گام دوم		گام سوم		گام چهارم		گام پنجم	
	رگرسیون	خطا	رگرسیون	خطا	رگرسیون	خطا	رگرسیون	خطا	رگرسیون	خطا
درجه آزادی	۱	۸۰	۲	۷۹	۳	۷۸	۴	۷۷	۵	۷۶
صفت وارد شده	عملکرد بیولوژیک		وزن دانه در سنبله		سنبله بارور در متر مربع		سنبله غیربارور در متر مربع		وزن هزار دانه	
میانگین مربعات	۶۳/۶۹	۰/۱۹۳	۳۲/۸۰	۰/۱۷۱	۲۲/۲۹	۰/۱۵۷	۱۷/۰۰	۰/۱۴۴	۱۳/۷۳	۰/۱۳۷
مقدار F	۳۲۹/۸۴**		۱۹۱/۶۸**		۱۴۱/۷۴**		۱۱۷/۵۶**		۹۹/۵۵**	
ضریب تبیین تجمعی	۰/۸۰۴		۰/۸۲۹		۰/۸۴۵		۰/۸۵۹		۰/۸۶۷	
خطای استاندارد	۰/۰۳۳۸		۰/۲۰۸۴		۰/۰۰۰۵		۰/۰۰۱۲		۰/۰۰۹۷	
ضرایب رگرسیون	۰/۳۳۰۸		۰/۷۲۱۳		۰/۰۰۱۵		-۰/۰۰۳۸		۰/۰۲۱۲	
tolerance	۰/۳۶۹		۰/۶۱۲		۰/۳۹۵		۰/۸۹۲		۰/۷۳۶	
VIF	۲/۷۰		۱/۶۳		۲/۵۲		۱/۱۲		۱/۳۵	

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ عرض از مبدا: ۱/۰۲-

جدول ۱۰- اثرات مستقیم (ضرایب علیت) و غیرمستقیم صفات مختلف برعملکرد دانه در شرایط بدون تنش (آبیاری نرمال) با استفاده از ماتریس هم‌بستگی فنوتیپی بین صفات

Table 10. Direct (path coefficients) and indirect effects of different traits on grain yield in non-stress (normal irrigation) condition using phenotypic correlation matrics among traits.

	عملکرد بیولوژیک	وزن هزار دانه	ارتفاع بوته	سنبله بارور (متر مربع)	وزن دانه در سنبله	سنبله غیربارور (متر مربع)	مقدار کل (هم‌بستگی)
۱	۰/۷۱۹۲	۰/۰۲۹۴	-۰/۱۴۶۹	۰/۲۱۹۹	۰/۰۴۹۱	-۰/۰۶۰۷	۰/۸۱۰۱**
۲	۰/۱۱۵۶	۰/۱۸۳۰	-۰/۰۹۷۹	۰/۰۹۲۰	۰/۰۴۴۹	-۰/۰۱۰۲	۰/۳۳۲۵**
۳	۰/۳۸۷۵	۰/۰۶۵۷	-۰/۲۷۲۶	۰/۱۳۵۹	۰/۰۰۳۱	-۰/۰۳۹۷	۰/۲۷۹۹*
۴	۰/۵۳۲۶	۰/۰۵۶۷	-۰/۱۲۴۷	۰/۲۹۷۰	۰/۰۰۸۰	-۰/۰۴۱۶	۰/۷۲۸۰**
۵	۰/۲۰۷۷	۰/۰۵۳۷	-۰/۰۰۴۹	۰/۰۱۴۱	۰/۱۷۰۱	-۰/۰۱۵۳	۰/۴۲۵۴**
۶	۰/۳۶۲۳	۰/۰۱۵۵	-۰/۰۸۹۸	۰/۱۰۲۵	۰/۰۲۱۶	-۰/۱۲۰۵	۰/۲۹۱۸**

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ اثر باقیمانده: ۰/۴۲۳

جدول ۱۱- اثرات مستقیم (ضرایب علیت) و غیرمستقیم صفات مختلف برعملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی با استفاده از ماتریس هم‌بستگی فنوتیپی بین صفات

Table 11. Direct (path coefficients) and indirect effects of different traits on grain yield in stress condition using phenotypic correlation matrics among traits.

	عملکرد بیولوژیک	وزن دانه در سنبله	سنبله بارور (متر مربع)	سنبله غیر بارور (متر مربع)	وزن هزار دانه	مقدار کل (هم‌بستگی)
۱	۰/۶۷۳۳	۰/۰۸۱۶	۰/۱۲۳۹	-۰/۰۱۹۹	۰/۰۳۸۳	۰/۸۹۷۳**
۲	۰/۲۹۶۸	۰/۲۰۵۲	۰/۰۰۸۹	-۰/۰۱۲۲	۰/۰۳۴۳	۰/۵۳۷۵**
۳	۰/۴۵۷۱	۰/۰۰۹۰	۰/۱۸۲۶	-۰/۰۳۹۶	۰/۰۴۲۲	۰/۶۵۱۳**
۴	۰/۱۰۲۳	-۰/۰۱۷۳	۰/۰۵۵۱	-۰/۱۳۱۲	۰/۰۱۶۸	۰/۰۲۵۷ns
۵	۰/۲۴۶۳	۰/۰۶۰۶	۰/۰۷۳۵	-۰/۰۲۱۰	۰/۱۰۴۹	۰/۴۶۴۳**

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪
ns: غیرمعنی‌دار اثر باقیمانده: ۰/۳۶۳

نتایج نشان داد در شرایط نرمال (جدول ۱۰) بالاترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه (۰/۷۱۹) مربوط به عملکرد بیولوژیک می‌باشد و اثرات غیرمستقیم آن از طریق صفات ارتفاع بوته و پنجه نابارور بر عملکرد منفی می‌باشد. تقریبا تمامی هم‌بستگی بین عملکرد و عملکرد بیولوژیک مربوط به اثر مستقیم این صفت می‌باشد. در مطالعه گلپرور و همکاران (۱۸) نیز بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه گندم، مربوط به وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک بیان شده است. پس از عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله بارور در متر مربع بیشترین اثر مستقیم مثبت (۰/۲۹۷) بر عملکرد دانه را داشت. وزن هزار دانه (۰/۱۸۳) و وزن دانه در سنبله اصلی (۰/۱۷۰) به‌ترتیب بعد از پنجه بارور دارای بالاترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه بودند. بیشترین اثر مستقیم منفی (۰/۲۷-) بر عملکرد دانه مربوط به صفت ارتفاع بوته می‌باشد به عبارت دیگر افزایش ارتفاع منجر به کاهش عملکرد شده است، اما به علت این که اثر غیرمستقیم مثبت بالایی (۰/۳۸۷) از طریق عملکرد بیولوژیک بر عملکرد دانه دارد، اثر مستقیم منفی آن خنثی شده و در مجموع هم‌بستگی آن با عملکرد دانه در سطح ۵ درصد (۰/۲۷۹) معنی‌دار شده است. تعداد پنجه نابارور دارای اثر مستقیم منفی (۰/۱۲۰-) بر عملکرد می‌باشد اما اثر غیرمستقیم مثبت بالای آن از طریق عملکرد بیولوژیک اثر مستقیم منفی آن را خنثی کرده و در نهایت هم‌بستگی آن با عملکرد در شرایط نرمال مثبت و معنی‌دار می‌باشد.

نتایج تجزیه علیت در شرایط تنش رطوبتی نشان داد که بیشترین اثر مستقیم و مثبت به صفت عملکرد بیولوژیک (۰/۶۷۳) اختصاص دارد (جدول ۱۱). کلیه اثرات غیرمستقیم

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]

به‌غیر از تعداد سنبله بارور از طریق عملکرد بیولوژیک، در این تجزیه ضعیف بود. صفت تعداد پنجه نابارور نیز به مقدار کم اما به طور غیرمستقیم اثر منفی بر عملکرد دانه نشان داد. بیشترین مقدار اثر غیرمستقیم عملکرد بیولوژیک بر عملکرد دانه از طریق تعداد سنبله بارور در مترمربع و با علامت مثبت (۰/۱۲۳) یا افزاینده است. این نتیجه با نتایج فروزانفر و همکاران (۱۴) تطابق دارد. عملکرد بیولوژیک قسمت اعظم اثرات کل را نیز شامل می‌شود که این مطلب نشان می‌دهد که با فرض ثابت در نظرگرفتن سایر متغیرها سبب افزایش عملکرد دانه خواهد شد پس از عملکرد بیولوژیک، صفت وزن دانه در سنبله بیشترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه را داشت و بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت آن از طریق عملکرد بیولوژیک بود. ثابت شده که وزن دانه در سنبله اثر مستقیم و مثبتی بر عملکرد دانه دارد (۲۰). تعداد سنبله بارور و وزن هزار دانه به‌ترتیب بعد از وزن دانه در سنبله دارای بالاترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه بودند. دنیل و تریبوی (۱۱) اظهار داشتند که تعداد سنبله در متر مربع در شرایط تنش خشکی دارای ثبات بیشتری نسبت به تعداد دانه در سنبله است. محققین دیگری (۱۲،۸) نیز صفات مورفولوژی از قبیل تعداد سنبله، وزن دانه در سنبله و وزن هزار دانه را صفات موثر در بهبود عملکرد در شرایط تنش خشکی معرفی کردند. اثر مستقیم وزن هزار دانه بر عملکرد در شرایط تنش نسبت به شرایط آبیاری نرمال ضعیف‌تر به نظر می‌رسد. علت چنین واکنشی احتمالا به‌دلیل گنجایش محدود مخزن‌ها (محدودیت مخزن) و ناتوانی آن‌ها در جذب مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه می‌باشد که در منابع دیگری نیز به آن اشاره شده است (۱۰). با توجه به مثبت بودن تاثیرات مستقیم صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله بارور، وزن هزار دانه و وزن دانه در سنبله بر عملکرد ژنوتیپ‌ها ونیز وجود مقادیر هم‌بستگی مثبت میان این صفات و عملکرد تحت شرایط تنش، به‌نظر می‌رسد که بهره‌گیری از این صفات به منظور گزینش غیرمستقیم ژنوتیپ‌های با ظرفیت عملکرد مطلوب در طی نسل‌های در حال تفکیک، امری مطلوب باشد. مطالعات نشان می‌دهد که افزایش در عملکرد بیولوژیک زمانی موثر خواهد بود که کربوهیدرات‌های تولید شده در طی فتوسنتز به طرف اندام‌های اقتصادی یا دانه‌ها تخصیص یابد (۳۸). به عبارت دیگر ارقامی از گندم که هم دارای عملکرد بیولوژیک بالا و هم دارای شاخص برداشت بالا هستند به احتمال زیاد دارای عملکرد بالا خواهند بود. محققان زیادی پیشرفت عملکرد را در طی سال‌های اخیر به دلیل افزایش ماده خشک گیاه دانستند (۳۸،۴۲). تعداد سنبله نابارور دارای اثر مستقیم منفی بر عملکرد می باشد اما به علت این که اثر غیرمستقیم مثبت آن از طریق عملکرد بیولوژیک تقریبا برابر با اثر مستقیم منفی آن می‌باشد، این دو اثر یک‌دیگر را خنثی کرده و در نهایت هم‌بستگی این صفت با عملکرد ناچیز شده است. نتایج کلی حاصل از رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت در شرایط نرمال و تنش رطوبتی موید این است که مهمترین صفاتی که می‌توانند شاخصی برای گزینش عملکرد معرفی شوند، عملکرد بیولوژیک، وزن سنبله و برخی از اجزای عملکرد مانند تعداد سنبله بارور و وزن هزار دانه می‌باشد که در انتخاب ارقام پر محصول گندم کاربرد خواهند داشت. در مجموع اکثر بررسی‌های انجام شده (۴۳،۲۹،۲) صفات مذکور را از معیارهای گزینش در برنامه‌های به‌نژادی افزایش عملکرد دانه گندم در شرایط تنش خشکی معرفی نموده‌اند. هم‌چنین با توجه به نقش موثر ارتفاع بوته در شرایط تنش، گزینش بوته‌های پابلند علاوه بر تعداد سنبله‌های بیشتر، در افزایش عملکرد دانه نیز اهمیت به سزایی دارد و در نتیجه علت اصلی اختلاف در عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش رطوبتی را می‌توان به تفاوت در این صفات نسبت داد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از جناب آقای مهندس علیرضا گرزی و دکتر فاضل نجف آبادی به پاس زحمات و همکاری صمیمانه در اجرای این طرح قدردانی می‌شود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]

منابع

1. Aghaee Sarbaze, M.. and A. Amini. 2011. Genetic variability for agronomy traits in bread wheat genotype collection of Iran. Seed and Plant Improvement Journal, 27: 581-599 (In Persian).
2. Ahmadizadeh, M., M. Valizadeh, H. Shahbazi, M. Zaefizadeh and M. Habibpor. 2011. Morphological diversity and interrelationships traits in durum wheat landraces under normal irrigation and drought stress conditions. Advances in Environmental Biology, 5: 1934-1940.
3. Alamerew, S., S. Chebotar, X. Huang, M. Roder and A. Borner. 2004. Genetic diversity in Ethiopian hexaploid and tetraploid wheat germplasm assessed by microsatellite markers. Genetic Resources and Crop Evolution, 51: 559-567.
4. Amini, A., M. Esmailzade-Moghadam and M. Vahabzadeh. 2005. Genetic diversity based on agronomic performance among Iranian wheat Landraces under moistur stress. Proc. The 7th international wheat conference, Nov. 27- Dec 2, 2005. Mardel Plata-Argentina.
5. Babu, R.C., J. Zhang, A. Blum, T.H.D. Ho, R. Wu and H.T. Nguyen. 2004. HVA1, a LEA gene from barley confers dehydration tolerance in transgenic rice *(Oryza sativa* L.*)* via cell membrane protection. Plant Science, 166: 855-862.
6. Beltrano, J. and M.G. Ronco. 2008. Improved tolerance of wheat plants (*Triticum aestivum* L.) to drought stress and rewatering by the arbuscular mycorrhizal fungus Glomus claroideum: effect on growth and cell membrane stability. Brazilian Journal of Plant Physiology, 20: 29-37.
7. Blum, A. 2005. Mitigation of drought stress by crop management. Available online at:http://www.plant stress.com.
8. Blum, A. 2005. Mitigation of drought stress by crop management. available at: www. Plant Stress.com..article.drought_m.drought_m.htm.mitigation_by_management.
9. Bogale, A., K. Tesfaye and T. Geleto. 2011. Morphological and physiological attributes associated to drought tolerance of Ethiopian durum wheat genotypes under water deficit. Journal Of Biodiversity and Environmental Sciences, 1: 22-36.
10. Borras, L., G.A. Slafer and M.G. Otegui. 2004. Seed dry weight response to source-sink manipulation in wheat, maize and soyabean. A quantitative reapprasial. Field Crops Research, 86: 131-146.
11. Daniel, C. and E. Triboi. 2002. Changes in wheat protein aggregation during grain development: Effects of temperatures and water stress. European Journal of Agronomy, 16: 1-12.
12. Eskandari, H. and K. Kazemi. 2010. Response of different bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes to post-anthesis water deficit. Notulae Scientia Biologicae, 2: 49-52.
13. Fischer, R.A. 2008. The importance of grain or kernel number in wheat: A replay to Sinclair and jamieson. Field Crop Research, 105: 15-21.
14. Foroozanar, M., M. Bihamta, A. Peyghambary and H. Zali. 2012. Evaluation of bread wheat genotypes under normal and water stress conditions for agronomic traits. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 21: 33-46 (In Persian).
15. Foulkes, M.J. 2002. The ability of wheat cultivars to withstand drought in UK conditions: formation of grain yield. Journal Agriculture of Science, 38: 153-169.
16. Garavandi, M., E. Farshadfar and D. Kahrizi. 2010. Assessm ent of drought stress in advanced wheat genotypes under normal and controlled conditions. Seedling and Seed, 26: 233-252 (In Persian).
17. Golabadi, M., A. Arzani and S.M.M. Maibody. 2005. Evaluation of variation among durum wheat F3 families for grain yield and its components under normal and water-stress field conditions Czech. Journal of Genetic and Plant Breeding, 41: 263-267.
18. Golparvar, A.R., M.R. Ghanadha, A.A. Zali, A. Ahmadi, E.M. Heravan and A. Ghasemipirbalooti. 2005. Factor analysis of morphological and morpho-physiologocal traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under drought and non-drought stress conditions. Pajouhesh and Sazandegi, 72: 52-59 (In Persian).
19. Guendouz, A., S. Gussoum, K. Maamari and M. Hafsi. 2012. Effect of supplementary on grain yield, yield components and some morphological traits of Drum Wheat (*Triticum Durum* Desf.) cultivar. Advances in Environmental Biology, 6: 564-572.
20. Guoth, A., I. Tari, A. Galle, J. Csiszar, A. Pecsvaradi, L. Cseuz and L. Erdei. 2009 . Comparison of the drought stress responses of tolerant and sensitive wheat cultivars during grain filling: Changes in flag leaf photosynthetic activity, ABA levels and grain yield Journal of Plant Growth Regulation, 28: 167-176.
21. Heidari sharifabad, H. 2008. Drought mitigation strategies for the agriculture sector. The 10th Iranian congress of Crop Science, 18-20 Aug. 2008, SPII, Karaj, Iran (In Persian).
22. Khan, A.S., S. Ul-Allah and S. Sadique. 2010. Genetic variability and correlation among seedling traits of Wheat (*Triticum aestivum*) under water stress. International Journal of Agriculture and Biology, 2: 247-250.
23. Khayatnezhad, M., M. Zaeifizadeh, R. Gholamin and Sh. Jamaati-e-somarin. 2010. Study of genetic diversity and path analysis for yield in durum wheat genotypes under water and dry conditions. World Applied Sciences Journal, 9: 655-665.
24. KhodaRahmi, M., A. Amini and M.R. Bihamta. 2006. study of traits correlation and path analysis grain yield triticale. Iranian Journal of Agricultural Science, 1-37: 77-83 (In Persian).
25. Kiliç, H. and T. Yağbasanlar. 2010. The Effect of Drought Stress on Grain Yield, Yield Components and some Quality Traits of Durum Wheat (*Triticum turgidum ssp. durum*) Cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38: 164-170.
26. Kotal, B.D., A. Das and B.K. Choudhury. 2010 . Genetic variability and association of characters in wheat (*Triticum aestivum* L). Asian Journal of Crop Science, 2: 155-160.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]

27. Moayedi, A.A., A.N. Boyce and S.S. Barakbah. 2010. The performance of durum and bread wheat genotypes associated with yield and yield component under different water deficit conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4: 106-113.
28. Mohammadi, V., M.R. Qannadha, A.A. Zali and B. Yazdi-Samadi. 2010. Effect of Post Anthesis Hear Stress on Head Traits of Wheat. International Journal of Agriculture and Biology, 1: 42-44.
29. Mohammadi, A., E. Majidi Heravan, M.R. Bihamta and H. Heidari Sharifabad. 2007 . Evaluation of drought stress on agro-morphological characteristic in some wheat cultivars. Pajouhesh and Sazandegi, 73: 184-192 (In Persian).
30. Moral, G.L.F., Y. Rharrabti, D. Villegas and C. Royo. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An ontogenic approach. Agronomy Journal, 95: 266-274.
31. Nofouzi, F., V. Rashidi and A.R. Tarinejad. 2008. Path Analysis of Grain Yield with Its Components in Durum Wheat under Drought Stress. International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology. Turkey, pp: 681-686.
32. Nouri-Ganbalani, A., G. Nouri-Ganbalani and D. Hassanpanah. 2009. Effects of drought stress condition on the yield and yield components of advanced wheat genotypes in Ardabil. Iranian Journal of Food Agriculture and Environment, 7: 228-234 (In Persian).
33. Okuyama, L.A., L.C. Fedrizzi and J.F. Barbosa. 2004. Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. Ciencia Rural, 34: 1701-1708.
34. Passioura, J.B. 2007. Increasing crop productivity when water is scarce-from breeding to field management. Agricultural Water Management, 80: 176-196.
35. Rawson, H.M., R.A. Richards and R. Munns. 1988. An examination of selection criteria for salt-tolerance in wheat, barley and triticale genotypes. Australian Journal of Agricultural Research, 39: 759-772.
36. Rebetzke, G.J., R.A. Richards, A.G. Condon and G.D. Farquhar. 2006. Inheritance of carbon isotope discrimination in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica, 150: 97-106.
37. Reddy, A.R., K.V. Chaitanya and M.V. Vivekanadan. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher Plants. Plant Physiology, 161: 1189-1202.
38. Reynolds, M., M.J. Foulkes, G.A. Slafer, P. Berry, M.A.J. Parry, J.W. Snape and W.J. Angus. 2009. Raising yield potential in wheat. Journal of Experimental Botany, 60: 1899-1918.
39. Royo, C., N. Aparicio, R. Blanco and D. Villegas. 2004. Leaf and green area development of durum wheat genotypes grown under Mediterranean conditions. European Journal of Agronomy, 20: 419-430.
40. Saeidi, M., F. Moradi, A. Ahmadi, R. Spehri, G. Najafian and A. Shabani. 2010. The effects of terminal water stress on physiological characteristics and sink-source relations in two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Science, 12: 392-408 (In Persian).
41. Shamsi, K. 2010. The effects of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. Journal of Animal and Plant Sciences, 8: 1051-1060.
42. Shearman, V.J., R. Sylvester-Bradley, R.K. Scott and M.J. Foulkes. 2005. Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK. Crop Science, 45: 175-185.
43. Shepherd, A., S.M.C.M. Ginn and G.C.L. Wyseure. 2002. Simulation of the effect of water shortage on the yields of winter wheat in North-East England. Ecological Modeling, 147: 41-52.
44. Shutz, M. and A. Fangmeier. 2001. Growth and yield responses of spring wheat (*Trithcum aestivum* L. cv.Minaret) to elevated co2 and water limitation. Environmental Pollution, 119: 187-194.
45. Singh, B.N., S.R. Vishwakarma and V.K. Singh. 2010. Character association and path analysis in elite lines of wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Archives, 10: 845-847.
46. Tahmasebi, S., M. Khodambashi and A. Rezai. 2007. Estimation of genetic parameters for grain yield and related traits in wheat using diallel analysis under optimum and moisture stress conditions, Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 1: 229-240 (In Persian).
47. Vij, S. and A.K. Tyagi. 2007. Emerging trends in the functional genomics of the abiotic stress response in crop plants. Journal of Plant Biotechnology, 5: 361-380.
48. Zhe, Y., J.G. Lauer, R. Borges and N. de Leon. 2010. Effects of Genotype× Environment Interaction on Agronomic Traits in Soybean. Crop Science, 50: 696-702.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]

Evaluation of Bread Wheat Genotypes under Normal and Post-anthesis Drought Stress Conditions for Agronomic Traits

Mandana Mohseni[1], Seyyed Mohammad Mahdi Mortazavian[2], Hossein Ali Ramshini[3] and Behrooz Foghi[4]

1, 3 and 4- Graduated M.Sc., Assistant Profeesor and Instructore, College of Aburaihan-University of Tehran
2- Associate Professor, College of Aburaihan-University of Tehran
(Corresponding author: mortazavian@ut.ac.ir)
Received: June 19, 2014 Accepted: July 26, 2014

Abstract

In order to study the effect of drought stress and determination of effective traits on grain yield of wheat in normal and terminal drought stress conditions, 82 wheat genotypes were studied in two separate experiments using randomized complete block design with three replications during cropping season 2011-2012. Drought stress was applied in heading stage by limited irrigation. Set of 22 traits including yield and yield components were measured. Results of analysis of variance showed that in both conditions there are significant different between all genotypes for all traits. Drought stress decreased all traits except number of leaves on the main stem and the number of tillers. The highest genetic diversity in two conditions were for awn length, grain yield and number of fertile tiller. Pearson simple correlation, stepwise regression analysis and path analysis in both conditions on all traits took over. In stress condition amount of correlation between grain yield with biological yield, straw yield, harvest index, Fertile spikes per square meter and total number of tillers per square meter equal to or greater than 50% was achieved. In both environments, the highest correlation was found between biological yield and grain yield. The results indicate the importance of peduncle length in becoming greater amount of grain yield under drought condition. Based on stepwise regression analysis in normal irrigation 6 variables and in stress conditions 5 variables entered the model and in total more than 80% of the changes were justified. To determine the direct and indirect effects of traits on yield, path coefficient analysis was done, the most direct effect on grain yield in both conditions belonged to biological yield. Based on this study the most important traits that are introduced as an indicator for selection high yielding varieties of wheat in both conditions, are biological yield, spike weight, number of fertile spike and 1000 kernel weight. Also the effective role of height plant in stress condition, selection of higher plants in addition to more spikes in increasing grain yield be important.

Keywords: Correlation, Limited irrigation, Path analysis, Stepwise regression, Yield component

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-07-01]

[DOI: 10.29252/jcb.8.18.16]