

## بررسی صفات مرفوفیزیولوژیکی گندم نان و رابطه آنها با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش خشکی

فرید نورمند موید<sup>۱</sup>، محمدعلی رستمی<sup>۲</sup> و محمدرضا قنادها<sup>۳</sup>  
۱، ۲ و ۳- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران  
تاریخ پذیرش مقاله ۸۰/۲/۹

### چکیده

در این تحقیق تعداد ۲۰ لاین گندم نان از نظر عملکرد دانه و برخی صفات مرفوفیزیولوژیکی در طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در اقلیم کرج بررسی شدند، به طوریکه فاکتور اصلی شامل دو سطح رژیم آبیاری، بدون تنش رطوبتی و با تنش رطوبتی بود و لاین‌های گندم فاکتور فرعی را تشکیل دادند. نتایج تجزیه‌های آماری نشان داد که بین لاین‌ها از نظر کلیه صفات تنوع قابل ملاحظه‌ای وجود دارد. به طور کلی تمام صفات مورد بررسی نسبت به تنش خشکی واکنش منفی نشان دادند و میانگین هر صفت در محیط تنش کاهش و میانگین صفت تعداد سنبله‌های عقیم در پایین سنبله در شرایط تنش افزایش یافت. بیشترین آسیب ناشی از اثر تنش خشکی بر روی عملکرد دانه بوده که در اثر کاهش شدید وزن دانه‌ها به دلیل بروز خشکی در دوره دانه بستن به وجود آمد. نتایج حاصل از همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی، رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت نشان داد که، برای افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش، از بین اجزاء عملکرد دانه باید بر حسب اولویت به ترتیب تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله را افزایش داد تا کمبود عملکرد ناشی از کاهش وزن هزار دانه جبران شود. همچنین به دلیل محدودیت آبی، برای افزایش شاخص برداشت باید عملکرد دانه را نسبت به عملکرد دانه کاهش داد. برای افزایش عملکرد دانه در شرایط بدون تنش از بین اجزاء عملکرد دانه باید به ترتیب تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح و وزن هزار دانه را افزایش داد. در چنین شرایطی بهتر است با انتخاب ارقام دیررس، دوره رشد رویشی افزایش داده شود. البته با توجه به اثر مستقیم و منفی ارتفاع بوته بر شاخص برداشت رشد اندام‌های هوایی باید در حدی افزایش یابد که باعث خوابیدگی محصول نگردد و در نهایت میزان شاخص برداشت بالا باشد.

**واژه‌های کلیدی:** مرفوفیزیولوژیکی، گندم، عملکرد، تنش خشکی، بدون تنش خشکی.

### مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک مثل ایران متوسط میزان بارندگی کم و توزیع بارندگی از سالی به سال دیگر متغیر بوده و بنابراین پیش‌بینی میزان و توزیع آن بسیار مشکل است. تحت چنین شرایطی عملکرد دانه نیز در سال‌های متوالی نوسانات فراوانی نشان می‌دهد. به همین دلیل، افزایش عملکرد دانه گندم در اینگونه مناطق از طریق به نژادی و تولید ارقام سازگار و مقاوم به خشکی مشکل می‌باشد. زیرا صفات گیاهی و عوامل محیطی بسیاری در افزایش محصول دخالت داشته و این صفات

رشد و نمو گیاهان دائماً تحت کنترل محیط می‌باشد. رطوبت، حرارت، تشعشع، مواد غذایی و گازها بسته به مقدار آنها در محیط می‌توانند رشد و نمو گیاه را افزایش یا کاهش دهند. مقدار یا غلظت نامناسب این عوامل باعث ایجاد تنش در گیاه یا اجزای آن می‌گردد. صدمات وارده به گیاه ممکن است موقت یا برگشت‌پذیر و یا دائمی باشند. ولی در گیاهان مقاوم این فشارها غالباً برگشت‌پذیر هستند (۵).

و عوامل اثرات متقابل نشان می‌دهند. در اغلب بررسی‌ها در گندم فقط عملکرد دانه مد نظر بوده و توجهی به سایر صفاتی که می‌توانند در افزایش عملکرد دانه موثر واقع شوند نشده است (۱).

به نظر آستین (۱۰) در بسیاری از محیط‌های نیمه خشک، رطوبت اتمسفری در ابتدای فصل رشد بیشترین مقدار خود را دارد و رفته رفته به صورت تصاعدی کاهش می‌یابد، بنابراین وارته‌هایی که رشد اولیه و رسیدگی را به جلو می‌اندازند، کارایی مصرف آب را افزایش می‌دهند. دررا و همکاران (۱۲) دریافتند که در گندم معمولی، همبستگی منفی بین عملکرد دانه و تعداد روز تا ظهور سنبله در شرایط بروز تنش رطوبت وجود دارد.

در شرایطی که تنش خشکی در اوایل فصل رشد بروز می‌نماید و تا قبل از گلدهی خاتمه می‌یابد، وارته‌های دیررس عملکرد بالاتری نسبت به وارته‌های زودرس‌تر خواهند داشت (۱۴).

اینز و همکاران (۱۶) ضمن بررسی‌هایی در مورد پنجه‌دهی در گندم و جو، گزارش دادند که در محیط‌های با آبیاری کامل، عملکرد بیشتر با گزینش ژنوتیپ‌های با تعداد پنجه‌های زیاد، حاصل می‌شود ولی در شرایطی که آب محدود باشد. بهترین عملکرد در ژنوتیپ‌هایی دیده می‌شود که تعداد پنجه کمتری تولید می‌نمایند. جونز و کربی (۱۷) نیز اعلام نمودند که در جو ساقه اصلی و اولین پنجه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی نسبت به استرس حساس نمی‌باشند و ایجاد گیاهانی را که دارای تعداد پنجه کم می‌باشند، در شرایط تنش خشکی توصیه نمودند. مطالعات اینز و همکاران (۱۵) نشان داد که در محیط‌های کنترل شده، در شرایط آبیاری کامل، هیچگونه شواهدی دال بر اختلاف عملکرد در گروه‌های با ارتفاع متفاوت بدست نیامد. در شرایط خشکی اولیه، ژنوتیپ‌های پا کوتاه عملکرد بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های پابلند داشتند در حالیکه در شرایط خشکی پایانی فصل یا دیر هنگام، ژنوتیپ‌های پابلند بطور معنی‌داری عملکرد دانه بیشتری را نسبت به ژنوتیپ‌های پاکوتاه داشتند. این امر می‌تواند به قابلیت بیشتر ژنوتیپ‌های پابلند برای استخراج آب از خاک نسبت داده شود که در نتیجه طول دوره پر شدن دانه‌ها در این ژنوتیپ‌ها کمتر تحت تاثیر خشکی قرار می‌گیرد. در این مورد آستین (۱۰) نیز اظهار نمود که ممکن است وجود ذخایر بیشتر آسمیلات‌ها در ساقه و مصرف آنها در دوران پر شدن دانه‌ها در شرایط خشکی انتهایی نیز در این رابطه نقش داشته باشد.

رشیدی و همکاران (۴) در تجزیه ضرایب همبستگی نشان دادند که تعداد پنجه‌های بارور و وزن هزار دانه از اجزای اساسی عملکرد دانه، تعداد پنجه‌های بارور و ارتفاع بوته از اجزای اصلی عملکرد کاه و همچنین عملکرد دانه و عملکرد کاه از اجزای اساسی شاخص برداشت می‌باشند. بنابراین برای افزایش هر یک از صفات وابسته مذکور می‌توان از صفات موثر و مرتبط با آن سود جست.

وجود ریشک از جمله ویژگی‌های مفید در غلات برای شرایط خشکی است و به عنوان اندام‌های زرومورفیک به شمار می‌روند. وجود ریشک‌های طولیل یکی از مظاهر سازگاری به خشکی در غلات می‌باشد و یکی از مواردی است که می‌تواند کارایی مصرف آب را پس از گرده‌افشانی افزایش دهد (۱۱).

برتری عمده گندم‌های دیم در مناطق نیمه خشک استرالیا در مقایسه با گندم‌های معمولی، به علت توانایی آنها در تولید سنبله‌های طولیل‌تر، وزن بیشتر سنبله در زمان باز شدن گل‌ها، تشکیل دانه بیشتر و نسبت زیادتر وزن دانه به سطح برگ پس از باز شدن گل‌ها می‌باشد (۱۹).

غریب عشقی و همکاران (۶) در تجزیه علیت اجزاء عملکرد دانه گندم نشان دادند که تعداد کل پنجه و ارتفاع، می‌توانند معیارهای مناسبی برای گزینش عملکرد بالا باشند.

در مورد رابطه عملکرد دانه با شاخص برداشت، شیمز (۱۸) بر این عقیده است که در استرالیا بهبود عملکرد ارقام یولاف در مقایسه با ارقام قدیمی مربوط به افزایش شاخص برداشت بدون افزایش در مقدار عملکرد کاه آنها یا مقدار کل ماده خشک آنها بوده است. سیم (۲۰) ۴۹ ژنوتیپ گندم بهاره را مورد بررسی قرار داد و اظهار داشت که ۷۲٪ از نوسانات مربوط به عملکرد در مزرعه را می‌توان از روی شاخص برداشت آنها برآورد کرد. در مورد گندم، آستین (۹) معتقد است که با به گزینی در شاخص برداشت می‌توان عملکرد را تا ۲۰٪ افزایش داد و ابراز عقیده کرد که می‌توان شاخص برداشت را تا حدود ۶۰٪ افزایش داد.

پیروزنیا و همکاران (۲) در تجزیه علیت برای عملکرد دانه گندم و اجزاء آن نشان دادند که صفات عملکرد بیولوژیکی، تعداد دانه در واحد طول خوشه و شاخص برداشت و وزن هزار دانه بر روی عملکرد دانه موثر می‌باشند.

بطور یکسان آبیاری شد. در تیمار رژیم آبیاری با تنش رطوبتی تا موقع برداشت هیچ گونه آبیاری صورت نگرفت و با توجه به اینکه تنش خشکی در فصل بهار بعد از مرحله خوشه‌دهی شروع شد، لذا تیمار رژیم آبیاری بدون تنش رطوبتی، بعد از مرحله خوشه‌دهی چهار بار به فاصله ۱۰ روز در دوره دانه بستن آبیاری شد. میزان و پراکنش بارندگی و متوسط درجه حرارت در طول فصل زراعی در جدول ۲ ذکر شده است. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ از علف کش 2-4-D به میزان ۲/۵ در هزار در زمان قبل از ساقه‌دهی و انتهای پنجه‌زنی استفاده شد. در طول مدت کاشت تا برداشت سایر مراقبت‌های زراعی نیز اعمال شد. درخاتمه هر کرت به مساحت ۱/۶ متر مربع (۲m×۰/۸m) بصورت دستی برداشت شد.

به طور کلی در طول آزمایش از صفات زیر یادداشت برداری به عمل آمد:

- عملکردهای دانه و بیولوژیکی (مجموع عملکرد دانه و کاه) بر حسب گرم در کرت و شاخص برداشت (درصد):

$$\text{عملکرد دانه} \times 100 = \frac{\text{عملکرد بیولوژیکی}}{\text{شاخص برداشت}}$$

- وزن هر سنبله و دانه‌های هر سنبل (میانگین در ۲۰ سنبل بر حسب گرم) و شاخص عملکرد خوشه (درصد):

$$\text{وزن هر سنبله} \times 100 = \frac{\text{وزن دانه‌های هر سنبله}}{\text{شاخص عملکرد خوشه}}$$

- تعداد دانه‌های هر سنبله (میانگین تعداد دانه در ۲۰ سنبل)، تعداد سنبله در واحد سطح (یک متر مربع)، وزن هزار دانه، تعداد سنبلچه‌های عقیم در پایین سنبله (میانگین در ۲۰ سنبل)، طول سنبله (از پایین‌ترین دانه تا انتهای‌ترین دانه در سنبل)، طول ریشک (متوسط طول ریشک در ابتدا، انتها و وسط سنبل)، طول دم گل آذین<sup>۲</sup> (از آخرین گره ساقه تا ابتداء سنبل)، ارتفاع بوته (از پای بوته تا انتهای سنبله اصلی در مرحله رسیدن محصول)، تعداد روز از اولین آبیاری تا خوشه‌دهی (۵۰ درصد خوشه‌دهی در کرت)، تعداد روز از اولین آبیاری تا رسیدن فیزیولوژیکی (مرحله خمیری سخت)، دوره دانه بستن (تفاوت روز تا رسیدن و روز تا خوشه‌دهی) و عملکرد کاه (تفاوت عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه).

حسن پناه و همکاران (۳) در تجزیه همبستگی ژنوتیپی ارقام مختلف گندم نشان دادند که شاخص برداشت مهم‌ترین تاثیر را بر روی عملکرد دانه به ویژه در شرایط مساعد داشته است. همچنین تعداد کل پنجه در شرایط مساعد و تعداد پنجه‌های بارور در متر مربع در شرایط نامساعد، از اهمیت زیادی در تبیین عملکرد دانه برخوردار بودند. محمدی (۸) در تعیین صفات وابسته با تحمل به تنش گرما در ارقام گندم در بررسی مولفه‌های همبستگی ژنوتیپی نشان داد که تعداد دانه در خوشه و پس از آن عملکرد بیولوژیک بزرگترین اثر مستقیم مثبت را دارا هستند.

بدین ترتیب بایستی گیاهان زراعی و ارقام مختلف و نیز مدیریت‌های زراعی در جهتی انتخاب شوند که گیاه در شرایط رطوبتی محدود در طی سال‌های کم باران و همچنین در شرایط رطوبتی مساعد در طی سال‌های مرطوب بتواند از رطوبت موجود استفاده کارآمد نماید (۷).

هدف از این تحقیق، تعیین معیارهای مناسب برای گزینش عملکرد دانه بالا در گندم نان در شرایط تنش رطوبتی و بدون تنش رطوبتی می‌باشد.

## مواد و روشها

در این تحقیق ۲۰ لاین گندم نان، انتخابی از کلکسیون غلات دانشکده کشاورزی کرج دانشگاه تهران (جدول ۱) در طرح کرت‌های خرد شده<sup>۱</sup> در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در منطقه دولت آباد کرج واقع در طول جغرافیایی E ۰۰' و ۵۱° و عرض جغرافیایی N ۴۸' و ۳۵° و ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا در سال زراعی ۷۵-۱۳۷۴ مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. فاکتور اصلی شامل دو سطح رژیم آبیاری، با تنش رطوبتی و بدون تنش رطوبتی و فاکتور فرعی شامل ۲۰ لاین گندم بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد جوی پشته برای آبیاری شرایط بدون تنش رطوبتی بود. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف کاشت بطور ۲ متر و فواصل ۲۰ سانتی‌متر بود. ارقام بر اساس وزن هزار دانه با تراکم ۳۵۰ دانه در متر مربع در پاییز کشت شدند. پس از کاشت، یک بار کل آزمایش در ۳۰ آبان ماه جهت جوانه‌زنی بذور

جدول ۱- لیست لاین‌های مورد بررسی انتخابی از کلکسیون  
غلات دانشکده کشاورزی کرج

ردیف	شماره لاین	ردیف	شماره لاین
۱	۴۸۷	۱۱	۵۴۵۴
۲	۵۰۰	۱۲	۵۴۵۸
۳	۸۴۷	۱۳	۵۴۵۹
۴	۱۰۴۳	۱۴	۵۶۰۳
۵	۴۱۷۹	۱۵	۵۷۸۴
۶	۴۳۲۲	۱۶	۶۱۷۷
۷	۴۶۹۹	۱۷	۶۴۳۷
۸	۴۷۲۹	۱۸	۸۳۱۳
۹	۴۸۲۰	۱۹	۶۱
۱۰	۵۲۵۰	۲۰	۴۹۷

- برای محاسبه درصد تغییرات صفات در اثر خشکی از فرمول زیر استفاده شده است:

$$100 \times \frac{\text{میزان صفت در شرایط تنش} - \text{میزان صفت در شرایط بدون تنش}}{\text{میزان صفت در شرایط بدون تنش}} = \text{درصد تغییر صفت}$$

- شدت تنش خشکی<sup>۳</sup> (SI) بر اساس فرمول فیشر<sup>۴</sup> برآورد شده است (۱۳).

$$Y_{\bar{S}} = \text{میانگین عملکرد در شرایط تنش}$$

$$Y_{\bar{N}} = \text{میانگین عملکرد در شرایط بدون تنش}$$

$$SI = 1 - \left( \frac{Y_{\bar{S}}}{Y_{\bar{N}}} \right)$$

برای حذف اثر صفات غیر موثر یا کم تاثیر در توجیه تغییرات شاخص برداشت و عملکرد دانه به طور جداگانه در شرایط تنش و بدون تنش از رگرسیون گام به گام<sup>۵</sup> استفاده شد و به منظور تبیین روابط علی در شرایط تنش و بدون تنش و تعیین نحوه تاثیر صفات انتخاب شده از طریق رگرسیون گام به گام بر روی شاخص برداشت و عملکرد دانه، از تجزیه علیت<sup>۶</sup> بر اساس همبستگی‌های ژنوتیپی استفاده شد.

در محاسبات آماری برای تجزیه واریانس از نرم‌افزار MSTAT-C، برای رگرسیون گام به گام از نرم‌افزار SPSS، و جهت انجام تجزیه علیت از برنامه QUATTRO PRO استفاده شد.

## نتایج

### تجزیه واریانس و تاثیر تنش خشکی بر صفات

نتایج تجزیه واریانس برای هر یک از صفات مورد بررسی در شرایط تنش و بدون تنش (جدول ۳) نشان داد که از نظر کلیه صفات بین لاین‌های تحت بررسی تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود دارد که نشان‌دهنده وجود تنوع برای این صفات و امکان انتخاب بین لاین‌ها برای صفات مورد نظر می‌باشد.

بین دو رژیم آبیاری (تنش و بدون تنش) بجز صفات تعداد سنبله در واحد سطح، روز تا خوشه‌دهی و طول ریشک در سایر صفات اختلاف معنی‌دار مشاهده می‌شود. با توجه به اینکه تنش خشکی در منطقه بعد از مرحله خوشه‌دهی شروع شد، بدین دلیل در صفات تعداد سنبله در واحد سطح و روز تا خوشه‌دهی بین دو رژیم آبیاری اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد و معنی‌دار نبودن اختلاف صفات طول ریشک بین دو رژیم آبیاری هم، بدلیل وراثت پذیری بالای این صفت بوده که کمتر تحت تاثیر محیط قرار می‌گیرد. اثر متقابل رقم  $\times$  رژیم آبیاری برای هیچیک از صفات معنی‌دار نشد.

با محاسبه درصد تغییرات صفات در اثر خشکی (جدول ۴) مشاهده می‌شود که بیشترین آسیب ناشی از تنش خشکی مربوط به عملکرد دانه (۲۵/۰۱۹٪) بوده که این آسیب ناشی از کاهش شدید وزن دانه‌های هر سنبله (۲۳/۰۰٪) به دلیل بروز تنش خشکی در دوره دانه بستن می‌باشد. به طور کلی تمام صفات مورد بررسی نسبت به تنش خشکی واکنش منفی نشان دادند و میانگین هر صفت در محیط تنش کاهش و میانگین صفت تعداد سنبله‌های عقیم در پایین سنبله در محیط تنش افزایش یافت.

لازم به توضیح است که شدت تنش (SI) بر اساس فرمول فیشر معادل (۰/۲۵۱۶) برآورد شده است.

### رگرسیون گام به گام

طبق جدول ۵، در شرایط تنش هنگامی که شاخص برداشت به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد، سه صفت عملکرد دانه، عملکرد کاه و طول دوره دانه‌بندی وارد معادله شدند. ضریب تبیین مدل مذکور ۰/۹۳ و اثر باقیمانده سایر صفات ۰/۲۵ بود.

3. Stress Intensity

4. Fischer

5. Stepwise Regression

6. Path Analysis

جدول ۲- آمار هواشناسی در سال زراعی ۷۵-۱۳۷۴ کرج

ردیف	ماه‌های سال	متوسط درجه حرارت		تعداد روزهای زیر صفر	مقدار بارندگی ( میلی متر )
		Min	Max		
۱	مهر ۱۳۷۴	۱۰/۱	۲۳/۹	-	۰/۴
۲	آبان	۷/۷	۱۹/۶	-	۵/۲
۳	آذر	-۲/۱	۷	۲۱	۱۵/۶
۴	دی	-۱/۵	۵/۶	۲۰	۳۰/۸
۵	بهمن	-۲	۵/۹	۱۸	۴۲/۲
۶	اسفند	۰/۱۶	۷/۲	۹	۱۴۸/۴
۷	فروردین ۱۳۷۵	۵/۳	۱۵/۱	۳	۷۲/۷
۸	اردیبهشت	۱۱/۲	۲۳/۱	-	۲۹/۹
۹	خرداد	۱۴/۷	۳۰/۴	-	۱۸/۴
۱۰	تیر	۱۸/۲	۳۳/۱	-	۱۰/۱
۱۱	مرداد	۱۸/۷	۳۴	-	-
۱۲	شهریور	۱۷/۲	۳۲/۸	-	-

غیر مستقیم آنها از طریق سایر صفات بر روی شاخص برداشت ناچیز می‌باشد.

اثر مستقیم طول دوره دانه‌بندی منفی ( $-0/0037$ ) و بسیار ناچیز بود که قابل نظر کردن است، در واقع اثر نپیر مستقیم و مثبت طول دوره دانه‌بندی از طریق عملکرد دانه و عملکرد گاه بر روی شاخص برداشت باعث شده که همبستگی کل شاخص برداشت با طول دوره دانه‌بندی مثبت  $I=0/744$  باشد.

در تجزیه علیت بر روی عملکرد دانه (جدول ۷)، ملاحظه می‌شود که اثرات مستقیم اجزاء عملکرد بر روی عملکرد دانه مثبت بوده که بالاترین آن به ترتیب مربوط به تعداد سنبله در واحد سطح ( $2/4678$ ) با همبستگی کل  $I=-0/199$  و تعداد دانه در هر سنبل ( $1/3746$ ) با همبستگی کل  $I=0/869$  و پایین تر آن مربوط به وزن هزاردانه ( $0/2975$ ) با همبستگی کل  $I=-0/641$  می‌باشد. اثرات غیر مستقیم تعداد سنبله در واحد سطح از طریق تعداد دانه در هر سنبل و نیز عملکرد گاه بالا و منفی بود که باعث شد همبستگی کل بین تعداد سنبله در واحد سطح و عملکرد دانه غیر معنی‌دار و منفی باشد. اثر مستقیم عملکرد گاه بر روی عملکرد دانه نیز منفی و بالا ( $-2/619$ ) با همبستگی کل  $I=-0/209$  می‌باشد.

هنگامیکه عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد، چهار صفت تعداد دانه در هر سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه و عملکرد گاه وارد معادله شدند، به طوریکه ضریب تبیین مدل مذکور  $0/93$  و اثر باقیمانده سایر صفات  $0/24$  بود.

در شرایط بدون تنش هنگامیکه شاخص برداشت به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد، چهار صفت عملکرد دانه، عملکرد گاه، ارتفاع بوته و طول دم گل‌آذین وارد معادله شدند. ضریب تبیین مدل مذکور  $0/94$  و اثر باقیمانده سایر صفات  $0/24$  بود و هنگامیکه عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد، پنج صفت تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه، روز تا خوشه‌دهی و عملکرد گاه وارد معادله شدند. به طوریکه ضریب تبیین مدل مذکور  $0/94$  و اثر باقیمانده سایر صفات  $0/24$  بود.

#### تجزیه علیت بر اساس همبستگی‌های ژنوتیپی

شرایط تنش: در تجزیه علیت بر روی شاخص برداشت (جدول ۶)، بیشترین اثر مستقیم مربوط به عملکرد دانه با اثر مثبت ( $0/5193$ ) و همبستگی کل  $I=0/676$  و عملکرد گاه با اثر منفی ( $-0/7597$ ) و همبستگی کل  $I=-0/1866$  بود و اثرات

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکردهای دانه و بیولوژیک و سایر خصوصیات وابسته در شرایط تنش و بدون تنش خشکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد		وزن دانه های		شاخص عملکرد		تعداد دانه های	تعداد سنبله	وزن
		بیولوژیکی	عملکرد دانه	هر سنبله	خوشه	وزن هر سنبله	شاخص برداشت			
بلوک	۳	۹۳۷۱۹/۷۹	۱۰۳۷۱۹/۷۸	۰/۰۱۶	۲/۷۱۶	۰/۰۱۶	۱۸/۵۰۴	۹۳۱۴/۹۵	۸۲/۵۷۶	۱۰۰۰/۹**
رژیم آبیاری	۱	۲۰۹۲۳۷۶/۳**	۷۶۳۶۰۶۸/۵**	۴/۱۰۴**	۵۱۱/۶۵**	۳/۱۹۹**	۴۲۲/۳۳*	۲۴۷۵۰/۶۲	۲۷/۶۴۴	۲۷/۶۴۴
اشتباه آزمایشی a	۳	۴۸۷۵/۸۷	۲۱۴۰۳۷/۰۵	۰/۱۰۶	۳/۶۵۲	۰/۱۰۶	۴۲/۶۱۵	۷/۵۵۴	۵۷/۷۲	۶۴۹۱۹/۸۰۸**
رقم	۱۹	۳۱۷۱۳/۴۵**	۲۶۲۷۸۷/۶**	۰/۳۲۶	۱۵/۳۷**	۰/۱۸۶**	۸۲/۵۸**	۲۸۹/۲۴۵**	۶۸/۱۷	۱۶۳۲۰/۲۹۶
رقم-رژیم آبیاری	۱۹	۱۱۱۴۴/۰۹	۹۱۹۹۴/۶۹	۰/۰۷۱	۴/۶۵	۰/۰۴۱	۷/۴۷	۱۴/۹۰۷	۷/۴۴۱	۱۱۳۲۱/۴۴
اشتباه آزمایشی b	۱۱۴	۸۴۴۹/۵۴	۶۸۸۴۷/۶۵	۰/۰۴۸	۴/۳۲۲	۰/۰۳	۶/۱۵	۱۲/۲۱۵	۷/۴۴۱	۱۱۳۲۱/۴۴
%C.V	-	۱۱/۴۹	۱۲/۱۴	۱۴/۷۸	۱۵/۹۹	۱۴/۷۸	۶/۶۸	۱۱/۴۲	۷/۷۸	۱۴/۰۰

بقیه جدول ۳-

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد سنبله های		طول دم گل	طول ریشک	طول سنبله	ارتفاع بوته	روز تا رسیدن	دوره دانه	عملکرد گاه
		عقیم در پایین سنبله	در واحد سطح							
بلوک	۳	۰/۵۸۸	۰/۲۲۸**	۸۲/۴۰۷	۰/۲۲۲	۰/۲۲۸**	۹۰/۳۷۷	۳۸/۰۷۵	۳۸/۳۷۳	۵۱۹۹۵/۸۴
رژیم آبیاری	۱	۴/۴۸۹*	۱/۷۹۱**	۴۵۵/۸۲۸*	۰/۳۷	۱/۷۹۱**	۱۲۴۵/۷۹۱*	۹۳۱/۲۲۵**	۸۴۱/۸۰۶**	۱۲۳۴۱۸۷/۳*
اشتباه آزمایشی a	۳	۰/۲۹	۰/۰۴	۲۳/۴۵۸	۰/۳۶۲	۰/۰۴	۱۵۷/۹۳۶	۵/۹۰۸	۱۲/۱۴	۹۶۹۶۶/۶۱۵
رقم	۱۹	۳/۰۰۸**	۱/۲۵۴**	۱۲۳/۸۷**	۴۵/۵۴۷**	۱/۲۵۴**	۴۸۱/۵۰۷**	۷۷/۱۴۶**	۳۵/۳۶۲**	۱۹۹۸۰۹/۷۱**
رقم-رژیم آبیاری	۱۹	۰/۳۸	۰/۴۰۹	۱۳/۴۱۵	۰/۱۹۸	۰/۴۰۹	۳۲/۲۹۸	۱/۰۸۵	۲/۰۸۲	۴۸۸۲۹/۹
اشتباه آزمایشی b	۱۱۴	۰/۲۶	۰/۲۹۷	۱۰/۴۲۶	۰/۱۲۶	۰/۲۹۷	۲/۱۱	۰/۷۴۴	۵/۴۰۵	۳۶۱۳۷/۴۱۲
%C.V	-	۲۰/۹۸	۶/۲۱	۸/۶۵	۹/۶	۶/۲۱	۴/۴۷	۰/۵	۶/۸	۱۳/۹۷

جدول ۴- میانگین صفات در شرایط تنش و بدون تنش و درصد تغییرات صفات در اثر خشکی

درصد تغییرات	میانگین صفت در		صفت
	شرایط تنش	شرایط بدون تنش	
۲۵/۰۱۹	۴۲۸/۲۸۳	۵۷۱/۳۲۸	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)
۱۸/۳۶۳	۱۲۱۳/۹۸۱	۱۴۸۷/۰۶۶	عملکرد بیولوژیکی (گرم در مترمربع)
۸/۳۸۷	۳۵/۴۸۷	۳۸/۷۳۶	شاخص برداشت (درصد)
۱۹/۴۴۱	۱/۳۲۶	۱/۶۴۶	وزن هر سنبله (گرم)
۲۳/۰۰	۰/۹۳۴	۱/۲۱۳	وزن دانه های هر سنبل (گرم)
۴/۸۴۸	۷۰/۱۷۸	۷۲/۷۵۴	شاخص عملکرد خوشه (درصد)
۸/۰۶۴	۲۹/۲۹۷	۳۱/۸۶۷	تعداد دانه های هر سنبله
۳/۲۲۱	۴۶۷/۱۰۲	۴۸۲/۶۴۹	تعداد سنبله در واحد سطح (یک مترمربع)
۱۳/۱۴۹	۳۳/۰۴۳	۳۸/۰۴۶	وزن هزاردانه (گرم)
۱۴/۷۳۱	۲/۶۰۹	۲/۲۷۴	تعداد سنبله های عقیم در پائین هر سنبله
۲/۳۷۳	۸/۶۷۷	۸/۸۸۸	طول سنبله (سانتی متر)
۲/۳۶۸	۳/۷۹۳	۳/۸۸۵	طول ریشک (سانتی متر)
۸/۶۴۰	۳۵/۶۸۵	۳۹/۰۰۶	طول دم گل آذین (سانتی متر)
۵/۲۸۷	۹۹/۹۷۱	۱۰۵/۵۵۲	ارتفاع بوته (سانتی متر)
۰/۱۳۷	۱۷۲/۸۵	۱۷۳/۰۸۸	روز تا خوشه دهی
۲/۳۰۲	۲۰۴/۷۵	۲۰۹/۵۷۵	روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی
۱۲/۵۷۳	۳/۱۹	۳۶/۴۸۸	دوره دانه بستن (روز)
۱۴/۲۱۱	۷۵۸/۵۹۸	۹۱۵/۷۳۵	عملکرد گاه (گرم در مترمربع)

جدول ۵- نتایج تجزیه و تحلیل به روش رگرسیون گام به گام برای شاخص برداشت و عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش خشکی

شرایط محیطی	صفات وابسته	صفات متغیر	ضرایب رگرسیون	خطای استاندارد
شرایط تنش	شاخص برداشت	دوره دانه بستن	$-0.2748^*$	$0.12984$
		عملکرد کاه	$-0.1514^{**}$	$0.101523$
		عملکرد دانه	$0.3117^{**}$	$0.1004665$
	عملکرد دانه	تعداد دانه در سنبله	$17.7658^{**}$	$1/31279$
		تعداد سنبله در واحد سطح	$0.60841^{**}$	$0.107099$
		وزن هزار دانه	$18.8884^{**}$	$2/4811$
		عملکرد کاه	$-0.9336^{**}$	$0.102741$
شرایط بدون تنش	شاخص برداشت	ارتفاع بوته	$-0.3935$	$0.106047$
		طول دم گل آذین	$0.3706$	$0.105582$
		عملکرد دانه	$0.2581^{**}$	$0.1002941$
		عملکرد کاه	$-0.164^{**}$	$0.10024325$
	عملکرد دانه	تعداد دانه های هر سنبله	$20.3465^{**}$	$1/92449$
		عملکرد کاه	$0.14315^{**}$	$0.104846$
		تعداد سنبله در واحد سطح	$0.81325^{**}$	$0.1243$
		وزن هزار دانه	$16.81701^{**}$	$4/02076$
		روز تا خوشه دهی	$4/1356^*$	$411/7737$

\* و \*\* به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار می باشند.

جدول ۶- تجزیه علیت برای شاخص برداشت در شرایط تنش بر اساس همبستگی ژنوتیپی

صفات	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق:		
		عملکرد کاه	دوره دانه بستن	عملکرد دانه
عملکرد دانه	$0.5193$	$0.1587$	$-0.021$	$-$
دوره دانه بستن	$-0.037$	$0.4527$	$-$	$0.2949$
عملکرد کاه	$-0.7597$	$-$	$0.022$	$-0.1085$

اثر باقیمانده:  $0.2549$ 

جدول ۷- تجزیه علیت برای عملکرد دانه در شرایط تنش بر اساس همبستگی ژنوتیپی

صفات	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق:		
		عملکرد کاه	وزن هزار دانه	تعداد سنبله در واحد سطح
تعداد دانه در هر سنبله	$1/3746$	$1/3776$	$-0.1696$	$-1/7126$
تعداد سنبله در واحد سطح	$2/4678$	$-1/6185$	$-0.0937$	$-$
وزن هزار دانه	$0.2975$	$0.144$	$-$	$-0.7774$
عملکرد کاه	$-2/619$	$-$	$-0.164$	$1/5251$

اثر باقیمانده:  $0.2489$ 

ناچیز می باشد. اثر مستقیم ارتفاع بوته بر روی شاخص برداشت منفی و کم ( $-0.1965$ ) می باشد، در واقع اثر غیر مستقیم و منفی ارتفاع بوته از طریق عملکرد کاه ( $-0.6999$ ) باعث شده که همبستگی منفی بین ارتفاع بوته و شاخص برداشت  $I = -0.963$  افزایش یابد. اثر مستقیم طول دم گل آذین مثبت و ناچیز

شرایط بدون تنش: در تجزیه علیت بر روی شاخص برداشت (جدول ۸)، بیشترین اثر مستقیم مربوط به عملکرد کاه با اثر منفی ( $-0.8352$ ) و همبستگی کل  $I = -0.81$  و عملکرد دانه با اثر مثبت ( $0.5468$ ) و همبستگی کل  $I = 0.313$  بوده و اثرات غیر مستقیم آنها از طریق سایر صفات بر روی شاخص برداشت

جدول ۸- تجزیه علیت برای شاخص برداشت در شرایط بدون تنش براساس همبستگی ژنوتیپی

اثر غیرمستقیم از طریق :						
صفت	اثر مستقیم	ارتفاع بوته	طول دم گل آذین	عملکرد دانه	عملکرد کاه	همبستگی کل با شاخص برداشت
ارتفاع بوته	-۰/۱۹۶۵۹	-	۰/۰۶۷۵	-۰/۱۳۴	-۰/۶۹۹۹	-۰/۹۶۳
طول دم گل آذین	۰/۰۹۴۰۱۳	-۰/۱۴۱۲	-	-۰/۱۷۳۴	-۰/۲۲۰۵	-۰/۴۴۱
عملکرد دانه	۰/۵۴۶۸۸	۰/۰۴۸۲	-۰/۰۲۹۸	-	-۰/۲۵۲۲	۰/۳۱۳
عملکرد کاه	-۰/۱۸۳۵۲۴	-۰/۱۶۴۷	۰/۰۲۴۸	۰/۱۶۵۲	-	-۰/۸۱

اثر باقیمانده : ۰/۲۴۰۸

جدول ۹- تجزیه علیت برای عملکرد دانه در شرایط بدون تنش براساس همبستگی ژنوتیپی

اثر غیرمستقیم از طریق :						
صفت	اثر مستقیم	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در واحد سطح	وزن هزار دانه	روز تا خوشه دهی	عملکرد کاه
تعداد دانه در سنبله	۲/۱۳۹۳	-	-۰/۸۵۷۱	-۰/۶۵۲۸	۰/۰۰۷۹	-۰/۱۰۰۱
تعداد سنبله در واحد سطح	۱/۲۷۳۶	-۱/۴۳۹۷	-	۰/۲۲۴۳	-۰/۰۱۸۴	۰/۱۶۲
وزن هزار دانه	۰/۸۰۷	-۱/۷۳۰۶	۰/۳۵۴	-	-۰/۰۰۶۲	-۰/۴۶۷
روز تا خوشه دهی	-۰/۱۳۸۸	-۰/۱۰۰۵	۰/۰۲۹۸	-۰/۱۶۹۲	-	۰/۰۳۸۱
عملکرد کاه	۰/۱۶۲۹	-۱/۳۱۵۶	۰/۹۵۵۲	۰/۵۳۹	-۰/۰۳۹۵	-

اثر باقیمانده : ۰/۲۴۰۸

دانه به دلیل بروز تنش خشکی در دوره دانه‌بندی جبران شود و با توجه به اینکه رشد رویشی زیاد در شرایط محدودیت آبی مناسب نبوده و باعث به هدر رفتن آب ذخیره شده در خاک می‌شود لذا برای افزایش شاخص برداشت باید عملکرد کاه را نسبت به عملکرد دانه کاهش داد. البته تا حدی که باعث کاهش میزان فتوسنتز گیاه نشود برای رسیدن به این هدف بهتر است در برنامه‌های به نژادی ارقامی با ارتفاع متوسط انتخاب گردد.

از طرفی برای افزایش عملکرد دانه در شرایط بدون تنش از بین اجزاء عملکرد دانه بر حسب اولویت ابتدا تعداد دانه در سنبله سپس به ترتیب تعداد سنبله در واحد سطح و وزن هزار دانه را بایستی افزایش داد و از طرفی با توجه به اینکه در شرایط بدون تنش محدودیت آبی وجود ندارد و به دلیل اثر مثبت روز تاخوشه‌دهی و عملکرد کاه روی عملکرد دانه، بهتر است با انتخاب ارقام دیررس و افزایش طول دوره رشد میزان اندام‌های هوایی افزایش یابد، چون که در پر شدن و تغذیه دانه و در نهایت افزایش عملکرد دانه موثر است، البته با توجه به اثر مستقیم و منفی ارتفاع بوته بر شاخص برداشت، میزان اندام‌های هوایی باید در حدی افزایش یابد که ارتفاع بوته در حد معقول بوده و باعث خوابیدگی محصول نگردد و در نهایت نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی بالا باشد.

(۰/۰۹۴) بوده و قابل صرف نظر کردن می‌باشد و در واقع اثرات غیر مستقیم و منفی طول دم گل آذین از طریق سایر صفات بر روی شاخص برداشت، دلیل همبستگی منفی آن با شاخص برداشت  $r=0/441$  می‌باشد.

در تجزیه علیت بر روی عملکرد دانه (جدول ۹) ملاحظه می‌شود که اثرات مستقیم اجزاء عملکرد بر روی عملکرد دانه مثبت می‌باشد که بالاترین آن به ترتیب مربوط به تعداد دانه در سنبله (۲/۱۳۹۳) با همبستگی کل  $r=0/537$  و تعداد سنبله در واحد سطح (۱/۲۷۳۶) با همبستگی کل  $r=0/162$  و پایین‌ترین آن مربوط به وزن هزار دانه (۰/۸۰۷) با همبستگی کل  $r=-0/467$  می‌باشد. اثر غیر مستقیم و منفی وزن هزار دانه از طریق تعداد دانه در سنبله (-۱/۷۳۰۶) باعث شده که همبستگی کل وزن هزار دانه با عملکرد دانه منفی باشد. اثر مستقیم روز تا خوشه‌دهی و عملکرد کاه نیز روی عملکرد دانه مثبت می‌باشد.

### بحث

در توجیه نتایج به دست آمده می‌توان گفت که برای افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش، از بین اجزاء عملکرد دانه بر حسب اولویت باید تعداد سنبله در واحد سطح و سپس تعداد دانه در سنبله را افزایش داد تا کمبود عملکرد ناشی از کاهش وزن هزار



## REFERENCES

## مراجع مورد استفاده

۱. اهدایی، ب. ۱۳۷۲. انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. صفحه ۶۲-۴۳. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.
۲. پیروزی، م.، نعمت زاده، ق. و غ. کیانوش، ۱۳۷۷. بررسی و تعیین همبستگی عملکرد و اجزاء آن با بعضی از صفات مهم زراعی گندم به روش تجزیه علیت. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. صفحه ۵۱-۵۰. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.
۳. حسن پناه، د. م.، مقدم، م.، ولیزاده و س. محفوظی. ۱۳۷۷. تجزیه همبستگی و اثر تاریخ کاشت و شرایط محیطی بر روی عملکرد دانه و صفات وابسته در گندم. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. صفحه ۸۳-۸۲. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.
۴. رشیدی، و. مقدم، م. و ن. خدابنده. ۱۳۷۷. مطالعه همبستگی عملکرد با اجزای آن از طریق تجزیه علیت در گندم‌های بهاره بوهی آذربایجان شرقی. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. صفحه ۱۰۷. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.
۵. سرمدنیا، غ. ح و ع. ر. کوچکی. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی، چاپ دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۶. غریب عشقی، الف، ح. کاظمی، ح. لسانی. و م. ولیزاده. ۱۳۷۷. مطالعه همبستگی عملکرد با اجزای آن و تجزیه آنها از طریق تجزیه علیت در گندم. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. صفحه ۲۶۸. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.
۷. کوچکی، ع. ر. ۱۳۷۶. به زراعی و به نژادی در زراعت دیم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۰۲ صفحه.
۸. محمدی، م. ۱۳۷۷. مهمترین صفات همبسته با تحمل به تنش گرما در ارقام گندم. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. صفحه ۲۷۴. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.
9. Austin, R. B. 1980. Physiological limitations to cereal yields and ways of reducing them by breeding . In: Opportunities for increasing crop yields. Pitman Pub., London.
10. Austin, R. B. 1989. Maximising production in water limited environments. P. 13-26. In: Baker, F. W. G. (ed.), Drought resistance in cereals. C. A. B. International, London.
11. Blum, A. 1989. Breeding methods for drought resistance. P. 197-215. In: Jones, H., T. J. Flowers, and M. B. Jones (eds.), Plants Under Stress. Cambridge University Press. London.
12. Derera, N. F., D. R. Marshal, and L. N. Balam. 1969. Genetic variability in root development in relation to drought tolerance in spring wheats. *Exp. Agric.* 5: 327-337.
13. Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In proceeding of the sympo. Taiwan. 13-16 Aug. 1992. by C. G. Kuo. AVRDC.
14. Fischer, R. A., and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.* 29: 897-912.
15. Innes, P., J. Hoogendoorn, and R. D. Blackwell. 1985. Effects of differences in date of ear emergence and height on yield of winter wheat. *J. Agric. Sci., Cambridge.* 105: 543-549.
16. Innes, P., R. D. Blackwell, R. B. Austin, and M. A. Ford. 1981. The effects of selection for number of ears on the yield and water economy of winter wheat. *J. Agric. Sci., Cambridge,* 97: 523-532.
17. Jones, H. G., and E. J. M. Kirby. 1977. Effects of manipulation of number of tillers and water supply on grain yield in barley. *J. Agric. Sci. Cambridge.* 88: 391-397.
18. Shims. H. J. 1963. Changes in hay production and the harvest index of Australlian cat varieties. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 3: 198-202.
19. Syme. J. R. 1969. A comparison of semidwarf and standard height wheat varieties at two levels of water supply. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 9: 528-531.
20. Syme. J. R. 1972. Single plant characters as a measure of field plot performance of wheat cultivars. *Aust. J. Agric. Res.* 23: 753-760.

**A Study of Morpho- physiological Traits of Bread Wheat  
(*Triticum aestivum* L.), Relationship with Grain Yield  
Under Normal and Drought Stress Conditions**

**F. NOURMAND<sup>1</sup>, M.A. ROSTAMI<sup>2</sup> AND M.R. GHANNADHA<sup>3</sup>**

**1,2&3- Former Graduate Student, Assistant Professor and Associate  
Professor, Faculty of Agriculture University of Tehran, Karaj, Iran.**

**Accepted. May.30, 2001**

**SUMMARY**

In this study yield and some morpho – physiological traits of twenty bread wheat lines were compared in a split plot RCB based design with four replications in Karaj-Iran. Main factor consisted of two irrigation levels: with and without moisture stress, The sub – factor being composed of twenty wheat lines. Statistical analysis indicated that there were significant differences between these lines, and all traits were negatively affected by drought stress. Grain yield was significantly reduced, due to much reduction in grain weight in each spike itself due to drought stress during the grain filling period. The results indicated that, for higher grain yield where there is stress conditions, spike number per unit area, as well as seed number per spike should be increased. This would compensate for yield reduction coming from lower mean grain weight. In addition, because of moisture limitation for harvest index increase, straw to grain yield should be reduced too. To obtain higher grain yield under normal conditions, seed number per spike, number of spikes per unit area, and thousand grains weight should be increased respectively. Since there is no moisture limitation under no drought conditions, it might be better to select late maturity cultivars to increase vegetative period. Regarding direct and negative effect of plant height on harvest index, the foliage growth should be so increased as no lodging would occur while the harvest index being kept high.

**Key words:** Morpho-physiological, Wheat, Yield, Drought stress, Normal condition.