یافته های نوین کشاورزی
سال دوم- شماره۱- پاییز ۱۳۸٦

مقایسه ژنوتیپ های گندم نان بر اساس شاخص های تحمل به خشکی

فرزاد بابایی *، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام
عباس ملکی، عضوهیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی ایلام
حامد چهارسوقی امین، عضوهیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی ایلام
حجت مرادخانی، کارشناس ارشد کشاورزی رشته اصلاح نباتات
جعفر احمدی، عضو هیات علمی دانشگاه شاهد

چکیده

به منظور بررسی تغییرات عملکرد و واکنش ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان نسبت به تنش خشکی آزمایشی در سال زراعی ۸٤-۸۵ در مزرعه تحقیقاتی واقع در منطقه صالح آباد از توابع استان ایلام اجرا شد. پنج ژنوتیپ گندم شامل ارقام چمران، اترک، زاگرس، کوهدشت و چناب از ارقام متداول منطقه، در دو آزمایش جداگانه در شرایط آبیاری و تنش خشکی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. شاخص‌های کمّی مقاومت به خشکی نظیر TOL، STI، GMP، MP وSSI بر مبنای عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش محاسبه شدند. شاخص‌های دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه به عنوان معیار گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی با پتانسیل عملکرد بالا انتخاب گردیدند. از این نظر شاخص‌های STI، GMP، MP بیشترین همبستگی را با یکدیگر و با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و غیرتنش و شاخص‌های TOL و SSI همبستگی معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند. بر مبنای شاخص‌های مورد مطالعه، ارقام زاگرس و چمران، مقاوم‌ترین و ارقام اترک و چناب در برابر تنش خشکی حساسیت بیشتری نشان دادند.

واژه های کلیدی: گندم نان، شاخص های مقاومت، ژنوتیپ، تنش خشکی

---

* نویسنده رابط: E-mail: farzad farzad b@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۸٦/۱۲/۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۷/۹/۱٤

مقدمه

تنش‌های محیطی مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان هستند. در صورت عدم وجود تنش‌های محیطی، عملکردهای واقعی باید برابر با عملکردهای پتانسیل گیاهان باشند، در حالی که در بسیاری از گیاهان زراعی متوسط عملکرد گیاهان کمتر از ۱۰ –۲۰ درصد پتانسیل عملکرد آنان است (۱). از میان اجزای عملکرد در گندم و سایر غلات، تعداد خوشه در متر مربع نقش موثرتری در کاهش عملکرد، تحت شرایط تنش دارد. به عبارتی تعداد سنبله در متر مربع و وزن دانه اجزای عملکرد هستند که در این شرایط می‌توانند پاسخ‌های متفاوتی در ژنوتیپ‌های مختلف به خشکی بدهند، در حالی که تعداد دانه در هر خوشه در اکثر ژنوتیپ‌ها به مقدار کم، تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار می‌گیرد. عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در شرایط آبیاری، بیشتر از شرایط تنش رطوبتی می باشد (۱)، همچنین تعداد خوشه در متر مربع و عملکرد کاه در شرایط تنش رطوبتی در ژنوتیپ‌های زودرس کاهش نمی‌یابد (۱۷). بر اساس واکنش به شرایط محیطی تنش‌زا یا بدون تنش، ژنوتیپ‌ها در چهار گروه دسته‌بندی می‌شود:

گروه اول، ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط از نظر عملکرد برتری نسبی داشته و عملکرد بالایی تولید می‌کنند (گروه A). گروه دوم، ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط بدون تنش عملکرد بالایی دارند (گروه B). گروه سوم، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش عملکرد نسبی بالاتری دارند، این گونه ژنوتیپ ها به شرایط محیطی مناسب حساس بوده و به علت ورس، رشد رویشی زیاد یا ابتلاء به آفات و بیماری‌ها در شرایط مطلوب، عملکرد کمتری تولید می‌نمایند (گروه C). گروه چهارم، ژنوتیپ‌هایی که در شرایط مطلوب و تنش عملکرد کمی دارند (گروه D) (١٤).

شاخص‌های GMP، STI و MP بیشترین همبستگی را با عملکرد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گندم (در شرایط تنش و بدون تنش) داشته و قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های گروه A براساس شاخص‌های مذکور می باشند (۹). از میان شاخص‌های فوق شاخص‌های تحمل و میانگین حسابی محصول‌دهی توسط روزیل و هامبلین (۱۹۸۱) و میانگین هندسی توسط فراندز (۱۹۹۲ و ۲۰۰۲) برای نخستین بار به عنوان بهترین شاخص، از نظر مقاومت به تنش خشکی معرفی شدند. تنش خشکی تقریباً در همه دوره‌های رشد گیاه می‌تواند رخ دهد، در کل عکس‌العمل به تنش به مواردی همچون شدت و میزان تنش، طول دوره خشکی، مرحله رشد گیاه بستگی دارد (۱۱). نادری (۱۳۷۹) با مطالعه ١٦ ژنوتیپ گندم در شرایط دیم و آبی اعلام نمود، بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه همبستگی بالایی وجود دارد، به گونه‌ای که ژنوتیپ‌هایی که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش عملکرد دانه بالایی دارند، ماده خشک بالاتری نیز تولید می نمایند. از میان شاخص‌های معرفی شده در رابطه با مقاومت به تنش، شاخص‌های

تحمل تنش (STI) و میانگین هندسی محصول دهی (GMP) در انتخاب ژنوتیپ‌هایی که پتانسیل عملکرد بالاتری داشته و متحمل به تنش نیز باشند، از سایر شاخص‌های معرفی شده، اهمیت بیشتری دارند.

اشکانی (۱۳۸۱)، در بررسی‌هایی که روی ارقام گلرنگ بهاره در شرایط آبیاری محدود و مطلوب انجام داد، نتیجه گرفت که میانگین هندسی بهره‌وری[1] (GMP)، میانگین بهره‌وری[2] (MP)، شاخص تحمل تنش[3] (STI) مناسب ترین شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی، هنگام انتخاب ارقام مقاوم به خشکی هستند. هر چه مقدار این شاخص‌ها بالاتر باشد، ژنوتیپ پایدارتر و به خشکی مقاوم‌تر خواهد بود. همبستگی بسیار معنی‌داری بین دو شاخص میانگین بهره‌وری و شاخص تحمل[4] (TOL) با عملکرد در شرایط آبی و دیم وجود دارد. اما شاخص‌های GMP و STI دارای همبستگی بسیار معنی‌دار و مثبتی با عملکرد در شرایط دیم و شاخص[5]SSI دارای همبستگی بسیار معنی‌دار و منفی با عملکرد در شرایط دیم است. با توجه به این‌که دو شاخص TOL , MP به عنوان شاخص‌های برتر درنظر گرفته شده‌اند. لذا انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم بر مبنای این دو شاخص سبب افزایش عملکرد آبی و دیم خواهد شد اما بهتر است که عمل انتخاب در شرایط آبی صورت گیرد. زیرا در این شرایط وراثت‌پذیری و واریانس ژنتیکی بیشتر است. شاخص میانگین هندسی بهره‌وری برای شناسایی ارقام مقاوم به خشکی در لوبیا استفاده کرد و گزارش نمود که همبستگی بین STI، GMP برابر یک است (۷). تحلیل همبستگی بین شاخص‌ها و میانگین عملکرد در شرایط آبی و دیم نشان داده است که مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال کردن لاین‌ها در دو شرایط آبی و دیم TOL, MP هستند. بررسی‌ها نشان داد که دو شاخص یاد شده، قادرند لاین‌های مقاوم به خشکی که هم در محیط آبی و هم در محیط دیم دارای عملکرد بالایی هستند را از سایر گروه‌ها جدا کنند (۸).

میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) در مقایسه با شاخص MP قدرت بالاتری در تفکیک گروه A از سایر گروه‌ها دارد. بر همین اساس، فراندز شاخص STI خود را براساس GMP بنا گذاشت (١٤). اهدایی و همکاران (۱۳۷۳) در بررسی‌های خود بر روی تعدادی از ارقام بومی و پیشرفته گندم بهاره در محیط‌های تنش و بدون تنش نتیجه گرفتند که از نظر میانگین شاخص حساسیت، ارقام بومی و پیشرفته تفاوتی با یکدیگر ندارند، ایشان اعلام نمودند که همبستگی بالایی بین عملکرد دانه و صفات وابسته به آن باشاخص حساسیت به تنش وجود دارد. در آزمایشی جهت بررسی مقاومت به خشکی در ارقام گندم اعلام شد که شاخص حساسیت به خشکی با عملکرد ژنوتیپ‌ها تحت شرایط بدون تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد (٤).

1-Geometric mean productivity
2 - Mean productivity
3 - Stress tolerance index
4 - Tolerance index
5 - Stress sensitive index

با استفاده از عملکرد دانه گیاهان در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی (دیم) شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی از فرمولهای زیر محاسبه می‌شوند.

شاخص تحمل (TOL) و میانگین بهره وری (MP): $MP = \frac{(Y_S + Y_P)}{2}$ و $(TOL) = Y_P - Y_S$ ، Y_P, Y_S به ترتیب عملکرد هر ژنوتیپ تحت شرایط تنش خشکی و بدون تنش می باشد.

شاخص حساسیت به تنش (SSI):

$$SSI = \frac{\left[1 - (\frac{y_s}{y_p})\right]}{SI}$$

$$SI = 1 - \left[\frac{\bar{y}_s}{\bar{y}_p}\right]$$

SI = شدت تنش و $\bar{y}_s, \bar{y}_p$ به ترتیب میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی می‌باشند.

میانگین هندسی بهره‌وری (GMP): $GMP = \sqrt{y_s \times y_p}$

شاخص تحمل تنش (STI): $STI = \frac{(y_s \times y_p)}{(\bar{y}_p)^2}$

$\bar{y}_p$ میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری مطلوب می باشد. دراین تحقیق، ویژگی ژنوتیپ های مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به مبانی نظری و مطالعات انجام شده در رابطه با شاخصهای مقاومت به تنش و تاثیر آن بر عملکرد در ژنوتیپ های مختلف گندم نان، اهدافی که در این تحقیق مد نظر قرارگرفتند، عبارت بودند از: اندازه‌گیری شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش (تحت شرایط تنش و بدون تنش)، تعیین رابطه بین این شاخص‌ها و مقاومت به خشکی و همچنین تعیین همبستگی بین صفات زراعی در ارقام مورد بررسی.

جدول ۱: اسامی و مراکز دریافت بذور و ژنوتیپ‌های مورد آزمایش

ردیف	ژنوتیپ	صفت	محل معرفی
۱	زاگرس	مقام به خشکی (دیم)	ایستگاه تحقیقاتی گچساران
۲	کوهدشت	مقاوم به خشکی(دیم)	ایستگاه تحقیقاتی گچساران
۳	چناب	نیمه مقاوم به خشکی(دیم-آبی)	مرکز تحقیقات ایلام
٤	چمران	نیمه مقاوم به خشکی(آبی)	مرکز تحقیقات ایلام
٥	اترک	نیمه حساس به خشکی(آبی)	مرکز تحقیقات کرج

مواد و روش ها

این آزمایش در پائیز سال زراعی ۱۳۸٤ در مزرعه تحقیقاتی در منطقه صالح‌آباد واقع در ۳۰ کیلومتری شهرستان مهران از توابع استان ایلام به اجرا درآمد. منطقه مذکور در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ٤۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ۳٤ دقیقه شرقی در ارتفاع ٥٤۰ متری از سطح دریا واقع شده است. خاک محل اجرای آزمایش دارای بافت سیلتی لوم بود و تعداد پنج ژنوتیپ گندم در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و در سه تکرار در دو شرایط دیم و آبی به صورت جداگانه و مستقل از هم کشت گردید. برای انجام آزمایش، دو قطعه زمین مستقل به فاصله ۲۰ متر از همدیگر انتخاب شد. ارقام مورد نظر در پنج کرت، درون بلوک ها، کشت شدند. ابعاد هر کرت ٤× ۲/٥ متر بود و فواصل بین خطوط کشت ۲۰ سانتی‌متر، فواصل مرز بین کرت های آزمایشی در هر تکرار نیم متر و بین تکرارها یک و نیم متر در نظر گرفته شد. میزان بذر براساس وزن هزاردانه تعداد ٤۰۰ و ٤٥۰ بذر در مترمربع به ترتیب برای شرایط دیم و آبی بود. قبل از کاشت بذور توسط قارچ کش ویتاواکس، به نسبت دو در هزار، ضدعفونی شدند و زمان اولین آبیاری برای هر دو شرایط دیم و آبی در ۲۸ آبان ماه به عنوان تاریخ کشت تعیین گردید. در تیمار دیم تا پایان فصل زراعی دیگر آبیاری صورت نگرفته و منبع تامین رطوبت مزرعه براساس نزولات آسمانی بود. اما در تیمار آبی بر اساس عرف منطقه، آبیاری تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک صورت گرفت. با توجه به این که از مجموع بارندگی سالانه منطقه (٤۲٥ میلی متر)، حدود ۲۹٥ میلی متر آن در طول فصل زراعی انجام گرفت، عملاً اختلاف تیمار دیم و آبی در سه دور آبیاری آخر فصل بود که کاملاً نقش موثری در اختلاف عملکرد و خصوصیات ارقام کشت شده در هر دو شرایط کشت داشت. برای کنترل علف های هرز پهن برگ مزرعه در طول فصل رشد، در هنگام ساقه رفتن وجین انجام شد و برای کنترل باریک برگ ها از علف کش آونج استفاده گردید.

برداشت محصول دیم و آبی به ترتیب در تاریخ ۸٥/۳/٤ و ۸٥/۳/۱٤ انجام گرفت. در این تحقیق صفات مورد بررسی، شامل عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و تعداد پنجه بود. بدون تنش بودن داده‌ها توسط نرم افزار MINITAB بررسی شد و سپس تجزیه واریانس و مقایسات میانگین انجام گرفت. برای صفاتی که تنوع آماری معنی‌داری را نشان دادند از تجزیه همبستگی، برای تعیین میزان و نوع همبستگی بین صفات استفاده شد. با استفاده از شاخص‌های محاسبه شده ژنوتیپ‌ها از نظر حساسیت و مقاومت به تنش دسته‌بندی شده‌اند. برای انجام محاسبات آماری، جهت واریانس و کوواریانس و تجزیه‌های آماری چند متغیره و رسم نمودارهای آماری، از نرم افزارهای MSTAT-C, SAS, MINITAB, SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث

به منظور ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های تحت آزمایش، در دو محیط تنش و بدون تنش خشکی با در نظر گرفتن عملکرد، در محیط بدون تنش (Yp) و محیط تنش (Ys)و شاخصهای مقاومت به خشکی، شاخص حساسیت به خشکی (SSI)، شاخص تحمل (TOL) ، میانگین حسابی (MP)، شاخص تحمل به خشکی (STI)، میانگین هندسی (GMP) محاسبه شدند. یکی از شاخصهای مورد استفاده (SSI) بود که پایین بودن مقدار آن، نشان دهنده تحمل بیشتر ژنوتیپ به تنش خشکی می‌باشد. به طور کلی ارقام دارای شاخص حساسیت بیشتر از یک، حساس قلمداد می شوند. انتخاب براساس این شاخص باعث گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد نسبتاً پایین در شرایط عادی و عملکرد بالا در شرایط تنش خشکی می‌گردد (۱۲ و ۱۳). از نظر این شاخص ژنوتیپ‌های کوهدشت و زاگرس به ترتیب دارای بیشترین تحمل به خشکی و ژنوتیپ‌های اترک و چمران دارای بیشترین حساسیت نسبت به تنش خشکی می‌باشند.

معیار TOL نشان داد، ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی داشتند، از نظر تحمل مطلوب نبودند. ژنوتیپ‌های کوهدشت و زاگرس بیشترین تحمل را داشتند (کمترین TOL) ولی عملکرد خوبی در شرایط بدون تنش نشان ندادند و حساسترین ژنوتیپ‌ها چمران و اترک بودند که تحمل کمتری را به تنش خشکی نشان دادند. از نظر شاخص تحمل به تنش(STI) که هر چه مقدار آن بالاتر باشد، نشان دهنده تحمل به خشکی است، لذا ژنوتیپ‌های زاگرس و چمران متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط تنش و بدون تنش و چناب حساسترین ژنوتیپ به تنش خشکی می‌باشد. بر مبنای شاخص میانگین هندسی(GMP) ژنوتیپ های زاگرس، کوهدشت و چمران به ترتیب متحمل‌ترین (بیشترین GMP) و ژنوتیپ‌های چناب و اترک حساسترین ژنوتیپ‌ها بودند(کمترین GMP). بطورکلی ژنوتیپ زاگرس در اکثر شاخص های مورد مطالعه ژنوتیپ متحمل به خشکی و با عملکرد بالا (برای هر دو شرایط رطوبتی) بوده و احتمالاً بین عملکرد دانه و شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی، باید رابطه‌ای وجود داشته باشد که براساس آن ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا، دارای مقادیر بالای شاخص‌های کمی MP , GMP و STI هستند و برعکس. این روابط را بطور قطع می‌توان از طریق همبستگی های موجود بین این دو صفت دریافت. نتایج به دست آمده در این خصوص با مطالعات نادری (۱۳۷۹)، اشکانی (۱۳۸۱)، روزیل و هامبلین (۱۹۸۱) و فراندز (۱۹۹۲) مطابقت دارد. به منظور انتخاب شاخص‌های مناسب تحمل به خشکی ضرایب همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد در محیط تنش و بدون تنش با استفاده از ضرایب همبستگی پیرسون صورت گرفت (جدول ۳). همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط تنش (Ys) با بدون تنش (Yp) مثبت، اما معنی‌دار نبود.

جدول ۲- مقادیر محاسبه شده شاخص های تحمل به تنش در ۵ ژنوتیپ مورد مطالعه

ژنوتیپ	Yp	Ys	SSI	TOL	MP	GMP	STI
زاگرس	۵۷۸۰	۳۸۱۰	۰/۷۰۱۶	۱۹۷۰	٤۷۹۵	٤۹٦۲/۷٤	۰/٦٤۲۳
کوهدشت	۵٤٦۷	۳٦۷۷	۰/٦۷٤۰	۱۷۹۰	٤۵۷۲	٤٤۸۳/۵٤	۰/۵۸٦۳
چناب	٤۲۹۳	۲۱٦۰	۱/۰۲۲۷	۲۱۳۳	۳۲۲٦/۵	۳۰٤۵/۱٤	۰/۲۷۰۵
چمران	۷۲۰۷	۲۹۳۰	۱/۲۲۱٦	٤۲۷۷	۵۰٦۸/۵	٤۵۹۵/۲۷	۰/٦۱۹۵
اترک	٦۵۳۰	۲٤۷۷	۱/۲۷۷٦	٤۰۵۳	٤۵۰۳/۵	٤۰۲۱/۷۹	۰/٤۷۱۸

عملکرد دانه در محیط بدون تنش (Yp) با سایر شاخص ها در سطح یک درصد، همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت ولی عملکرد دانه در محیط دارای تنش(Ys)، با شاخص های MP، STI و GMP در سطح یک درصد، همبستگی مثبت ولی با شاخصهای SSI و TOL همبستگی منفی داشت. معنی دار بودن شاخص هایی که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای همبستگی نسبتاً بالایی با عملکرد باشند، به عنوان بهترین شاخص می‌باشد. بنابراین، شاخص های MP، STI و GMP به عنوان بهترین شاخص‌ها، برای تشخیص ارقام متحمل به خشکی و همچنین جهت غربال ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به خشکی از یکدیگر تشخیص داده شدند. در بین شاخص‌ها SSI و TOL همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. شاخصهای MP، STI و GMP نیز همبستگی مثبت و بالایی با هم داشتند که نشانگر هم راستا بودن این شاخص‌ها، از نظر ماهیت می‌باشد.

جدول ۳: همبستگی شاخص های مقاومت به خشکی با عملکرد در دو شرایط تنش و بدون تنش

	Yp	Ys	SSI	TOL	MP	STI
Ys	۰/۲٦۵					
Ys	۰/٦۵۵**	-۰/۲۸۵				
Ys	۰/۷۱٦**	-۰/۱۸۵	۰/۹۲۵**			
Ys	۰/۹۰٦**	۰/۷۱۲**	۰/۲۳۸	۰/۳۵۳		
Ys	۰/۸۵۵**	۰/۷٦۵**	۰/۱۹۵	۰/۲۷۵	۰/۸۳۲**	
GMP	۰/۸۱۵**	۰/۸۳۰**	۰/٤۱۲	۰/۳۸۰	۰/۸۵۷**	۰/۸٦۵**

وجود اختلاف معنی دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی و عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب و دیم، بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان انتخاب برای مقاومت به خشکی و دورگ گیری در مطالعات ژنتیکی و اصلاحی است. بر اساس نتایج بدست آمده با گزینش ژنوتیپ‌های دارای مقادیر بالا از نظر شاخص‌های کمیMP، STI و GMP می‌توان سبب افزایش میزان نسبی رطوبت

برگ پرچم شد که نتیجه حاصل از آن، افزایش عملکرد دانه می باشد. نتایج فوق با مطالعات فرشادفر (۱۳۷۸) و گرزسیاک (۱۹۹٦) مطابقت دارد. در بررسی شاخص های مقاومت به خشکی، شاخص های GMP, TOL, MP, STI و SSI محاسبه شدند. با استفاده از شاخص SSI مشخص گردید که ارقام زاگرس و کوهدشت دارای بیشترین تحمل به خشکی و ارقام اترک و چمران بیشترین حساسیت به خشکی را دارند و این شاخص نشان داد که ارقام دارای SSI بالا تحمل خوبی نداشتند. شاخص STI نشان داد که ژنوتیپهای زاگرس و چمران متحمل‌ترین ژنوتیپ ها و رقم چناب حساسترین ژنوتیپ به تنش خشکی می باشند. رقم چمران که دارای بالاترین عملکرد در شرایط مطلوب است، تحمل خوبی در برابر خشکی دارد.

در بررسی همبستگی بین شاخص های مقاومت به خشکی مشخص شد که همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش مثبت ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نشد. عملکرد دانه در شرایط بدون تنش با کلیه شاخصهای مورد بررسی در سطح یک درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد، اما تحت شرایط تنش با شاخص های TOL و SSI همسبتگی منفی و با سایر شاخص ها همبستگی مثبت داشت. بنابراین، شاخصهای GMP، STI و MP به عنوان بهترین شاخص ها برای تشخیص ارقام متحمل به خشکی انتخاب گردیدند.د همبستگی بین صفات در شرایط تنش و بدون تنش با استفاده از روش همبستگی پیرسون در سطح آماری یک درصد و پنج درصد انجام گرفت و نتایج حاصله در جداول ٤ و ٥ تحت شرایط بدون تنش و تنش ارائه گردید. تعداد روز تا خوشه‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی، طول دوره پر شدن دانه، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، همسبتگی مثبت و معنی‌داری در سطح آماری یک درصد با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش نشان دادند. صفت وزن هزاردانه همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح آماری یک درصد با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش نشان داد. در شرایط بدون تنش صفت ارتفاع بوته همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح آماری پنج درصد با عملکرد دانه نشان داد. ولی در شرایط تنش خشکی، این صفت با عملکرد دانه همبستگی نداشته است. نتایج فوق با مطالعات فیشر و مورر (۱۹۷۸)، کیم و کرونستا (۱۹۸۱)، گارسیا (۲۰۰۲) و عزیزنیا (۱۳۸٤) مطابقت دارد. در شرایط بدون تنش، صفت تعداد روز تا خوشه‌دهی با تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی همبستگی نسبتاً قوی، مثبت و معنی‌دار و با تعداد پنجه و طول خوشه همبستگی ضعیف، مثبت و معنی‌دار و با طول دوره پرشدن دانه همبستگی نسبتاً قوی، منفی و معنی‌دار در سطح آماری یک درصد نشان داد. صفت تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی با صفات طول دوره پر شدن دانه و تعداد دانه در سنبله، همبستگی نسبتاً قوی، مثبت و معنی‌دار در سطح آماری یک درصد و با صفت طول خوشه همبستگی متوسط، مثبت و معنی‌دار در سطح آماری پنج درصد نشان داد. صفت طول دوره پر شدن دانه با صفات طول خوشه، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه، همبستگی متوسط تا نسبتاً قوی،

مثبت و معنی‌داری در سطح آماری یک درصد نشان داد. صفت ارتفاع بوته با صفت طول خوشه، همبستگی نسبتاً قوی، مثبت و معنی‌دار در سطح آماری یک درصد و با تعداد سنبلچه در سنبله همبستگی نسبتاً ضعیف، مثبت و معنی‌دار در سطح آماری پنج درصد نشان داد. صفت تعداد پنجه با صفات طول خوشه و تعداد سنبلچه در سنبله، همبستگی نسبتاً قوی، منفی و معنی‌داری در سطح آماری یک درصد نشان داد. صفت طول خوشه با صفات تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله، همبستگی قوی، مثبت و معنی‌دار و با صفت وزن هزاردانه، همبستگی متوسط، منفی و معنی‌داری در سطح آماری یک درصد نشان داد. صفت تعداد سنبلچه در سنبله با صفت تعداد دانه در سنبله همبستگی قوی، مثبت و معنی‌دار همچنین با صفت وزن هزار دانه، همبستگی نسبتاً قوی، منفی و معنی‌داری در سطح آماری یک درصد نشان داد نتایج نشان داد که ارقام دیررس به همان اندازه که دیرتر به سنبله می‌روند، رسیدگی فیزیولوژیکی آنها نیز به تأخیر افتاده و به دلیل فرصت کافی در طول دوران رویشی، تعداد پنجه بیشتری نیز تولید می‌کنند. با این حال چون مرحله رویشی آنها طولانی است، زمانی که وارد مرحله دانه بستن می‌شوند با خشکی و گرمای هوا مواجه شده، فاصله زمانی در این مرحله به سرعت کاهش می‌یابد و وجود همبستگی منفی بین تعداد روز تا خوشه دهی با طول دوره پرشدن دانه مؤید این نتیجه است. در شرایط تنش خشکی تعداد روز تا خوشه‌دهی همان روند شرایط بدون تنش را داشت و فقط در این شرایط همبستگی بین تعداد روز تا خوشه‌دهی و ارتفاع بوته منفی و معنی‌دار بود.

تعداد روز تا رسیدگی با صفات طول دوره پر شده دانه و وزن هزار دانه همبستگی قوی، مثبت و معنی‌دار در سطح آماری یک درصد و با صفت تعداد دانه در سنبله همبستگی ضعیف، مثبت و معنی‌داری در سطح آماری پنج درصد نشان داد. روند همبستگی بین صفت طول دوره پر شدن دانه، با سایر صفات در دو شرایط مانند هم بوده است. صفت ارتفاع بوته با تعداد پنجه، طول خوشه، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد دانه در سنبله همبستگی ضعیف، مثبت و معنی‌دار در سطح آماری یک درصد نشان داد، درحالی‌که صفت ارتفاع بوته با تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش معنی‌دار نبوده است. روند همبستگی تعداد پنجه، طول خوشه و تعداد سنبلچه در سنبله با سایر صفات همانند شرایط بدون تنش بود. همبستگی مثبت تعداد روز تا رسیدگی با تعداد روز تا خوشه‌دهی و همبستگی منفی تعداد روز تا خوشه‌دهی با طول دوره پر شدن دانه، حاکی از اهمیت فرار از تنش آخر دوره رشد می‌باشد و می‌توان گفت یکی از فاکتورهای بهبود عملکرد گندم، معرفی ارقام با زمان رسیدگی مناسب می‌باشد. صفت ارتفاع در هر دو شرایط تنش و بدون تنش با عملکرد، همبستگی منفی ضعیفی نشان داد که این نتایج با مطالعات عزیزنیا (۱۳۸٤) و دادخدایی (۱۳۸۰) مطابقت دارد. طول خوشه با عملکرد دانه در هر دو شرایط همبستگی معنی داری نشان نداد. علت این رابطه را می‌توان به عدم پر شدن دانه در خوشه‌های بلندتر در محیطهای تحت تنش در آخر فصل رشد، نسبت داد، در حالی که در محیط های بدون تنش ارقام با طول

بیشتر خوشه با پر کردن تمام دانه‌ها، می‌توانند عملکرد بالاتری نیز تولید نماید. با توجه به نتایج فوق مشاهده می گردد کنترل بهتر اثرات محیط طی برنامه‌های اصلاحی برای بهبود عملکرد می‌تواند از طریق انتخاب غیرمستقیم برای صفاتی که همبستگی خوبی با عملکرد داشته و کمتر تحت تأثیر محیط هستند، صورت گیرد. همانطوری که در بررسی همبستگی صفات مشاهده گردید، ارتباط صفات پیچیده بوده و تأثیر صفات مختلف بر عملکرد یکسان و در یک جهت نمی‌باشد و همه اجزاء عملکرد با هم رابطه مثبت نشان ندادند، بلکه ترکیب آنها در تعیین میزان عملکرد نقش داشتند.

جدول ٤- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در پنج ژنوتیپ گندم مورد مطالعه در شرایط بدون تنش

	تعداد روز تا خوشه‌دهی	تعداد روز تا رسیدگی	طول دوره پر شدن دانه	ارتفاع بوته	تعداد پنجه	طول خوشه	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداددانه در خوشه	وزن هزار دانه
تعداد روز تا رسیدگی	۰/٦۸۳**								
طول دوره پر شدن دانه	-۰/٦۱۵**	۰/٦۹۵**							
ارتفاع بوته	۰/۳۱۵	-۰/۲۱۸	۰/۲۹۵						
تعداد پنجه	۰/٤۱۳*	-۰/۳٤۰	۰/۲۱۵	۰/۳۵۰					
طول خوشه	۰/٤۸۵*	۰/۵۱۵*	۰/۵۵۰*	۰/٦۲۵**	-۰/٦۰۵**				
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/۱۸۵	۰/۲۸۲	۰/۲۸۵	۰/٤۸۵*	-۰/۵۳۵**	۰/۷۱٤**			
تعداد دانه در سنبله	۰/۲۳۵	۰/۵۵۵**	۰/٦۸۰**	۰/۳۸۵	-۰/۲۸۰	۰/٦۵۸**	۰/۷۱۰**		
وزن هزار دان	۰/۱۸۵	۰/۳۸۰	۰/٦۱۵**	-۰/۱۵٦	-۰/۱۹۰	-۰/۵۳۵**	-۰/۵۹۰**	-۰/۳۸۰	
عملکرد دانه	۰/۵۹۰**	۰/۷٦۵**	۰/۸۱۵**	-۰/٤۵۰*	۰/۳۰۰	۰/۲۸۵	۰/۷۳۵**	۰/۸۹۳**	-۰/۵۳۰**

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی در پنج ژنوتیپ گندم مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی

	تعداد روز تا خوشه‌دهی	تعداد روز تا رسیدگی	طول دوره پر شدن دانه	ارتفاع بوته	تعداد پنجه	طول خوشه	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداددانه در خوشه	وزن هزار دانه
تعداد روز تا رسیدگی	۰/۷۰٦**								
طول دوره پر شدن دانه	-۰/۷۵۸**	۰/۸۰۱**							
ارتفاع بوته	-۰/٤۸۵*	-۰/۳۹۵	۰/۲٤٦						
تعداد پنجه	۰/۵۰۲*	۰/٤۹۵*	۰/۲۳۵	۰/٤۷۵*					
طول خوشه	۰/٤۷۵*	۰/۳۸۵	۰/٤۵۷*	۰/۵۸۵*	-۰/۵۰۵*				
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/۲۵۵	۰/۳۳۸	۰/۳۸۵	۰/۵۱۵*	-۰/٤۵۸*	۰/۸۳۲**			
تعداد دانه در سنبله	۰/۳۰۸	۰/٤۳۵*	۰/۵۷۵*	۰/٤۹۳*	-۰/۳۷۵	۰/۷٦۵**	۰/٦۱۵**		
وزن هزار دان	۰/۲۹۵	۰/۵۹۸**	۰/۷۵۱**	۰/۲۵۸	-۰/۳٦۸	-۰/٤۸۵*	-۰/٤۵۸*	-۰/٤۱۵	
عملکرد دانه	۰/٦۸۵**	۰/۷۱۵**	۰/۷٦٤**	-۰/۳۱۵	۰/۲۸۵	-۰/۳۹۵	۰/٦۸۵**	۰/۸۷۵**	-۰/۵۵۰*

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

از آنجا که میان صفات مرتبط با عملکرد، همبستگی منفی نیز دیده شد و با توجه به اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات بر یکدیگر، قضاوت نهایی نمی‌تواند فقط بر مبنای ضرایب همبستگی ساده انجام گیرد و لازم است با بکارگیری روش های آماری چند متغیره مانند رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت، برای درک عمیق‌تر ارتباط میان صفات بهره برد.

منابع

۱- احمدی، ج. ۱۳۸۲. تجزیه ژنتیکی مقاومت به خشکی پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

۲- اشکانی، ج. ۱۳۸۱. تعیین مقاومت به خشکی در ارقام گلرنگ بهاره (*Carthamus tinctorius*) و بررسی چند شاخص مقاومت به خشکی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز .

۳- اهدایی، ب. ۱۳۷۲.انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم، مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

٤- اهدایی، ب. ۱۳۷۳. تغییرات ژنتیکی برای ذخیره سازی و انتقال مواد به دانه در گندم ساده تحت شرایط خشکی انتهایی، چیکده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۵- دادخدایی، ن. ۱۳۸۰. ارزیابی بهبود ژنتیکی عملکرد مقاومت به تنش خشکی ارقام اصلاح شده گندم ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

٦- عزیزنیا، ش.، قنادها، م.، زالی، ع.، یزدی صمدی، ب. و احمدی، ع. ۱۳۸٤. بررسی و ارزیابی صفات کمی مرتبط با مقاومت به خشکی در ژنوتیپهای مصنوعی گندم در دو شرایط دیم و آبی، مجله علوم کشاورزی، جلد ۲٦، شماره ۲: صفحه ۲۸۱-۲۹۲.

۷- فرشادفر، ع. ۱۳۷٤. بررسی مقاومت به خشکی ارقام مختلف نخود، چکیده مقالات سومین کنگره زراعت واصلاح نباتات ایران، صفحه ۳۸.

۸- **فرشادفر، ع. ۱۳۷۸.** انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین‌های گندم نان، چیکده مقالات ششمین کنگره‌زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۹- گل پرور، ا. ۱۳۷۹. ارزیابی تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم کلکسیون در دو محیط بدون تنش و تنش خشکی و تعیین بهترین صفات گزینش در دو محیط. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۱۰- نادری، ا. ۱۳۷۹. ارزیابی تنوع ژنتیکی و مدل سازی پتانسیل انتقال مجدد آسیمیلات‌ها و نیتروژن به دانه‌ها در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط خشکی، پایان نامه دکتری زراعت، واحد علوم و تحقیقات اهواز.

11- Brar, G. S., Kar, S. and Singh, N. T. 1990. Photo synthetic response of wheat to soil water deficits in the tropics .J. Crop. Sci., 164:343-348.

12- Fernandez, R. J. and Reynolds, J. F. 2000. Potential growth and drought tolerance of eight desert grasses. J. Ecologia., 123: 90-98.

13- Ferandez, G. e. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceedings of Symposium, Taiwan. 18: 257- 270.

14- Fisher, R. A. and Wood, J. T. 1976. Drought resistance in spring wheat cultivars III, yield association with morpho- physiological traits. Aus. J. Agric., 30: 1061-1020.

15- Ficher, R. A., and Mourer, R. 1987. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aus.J. Agric Res., 29: 897-912.

16- Garcia delmoral, L. F., Y. Rharrabti and Royo, C. 2002. Evaluation of Grain yield and its components in drought, wheat under Mediterranean conditions. Agronomy Journal., 95: 266-274.
17- Gonzalez, A., Martin, I. and Ayerve, L. 1999. Barley yield in water stress conditions. The influence of osmotic adjustment and stomata conductance. Field Crop Res., 62: 23-34.
18- Grzesiak, S., Filek, W., Skrudlik, G. and Niziol, B. 1996. Screening for drought tolerance evaluation of seed germination and seedling growth for drought resistance in legume plants. J. Agr. And Crop. Sci., 177: 245-252.
19- Keim, D. L. and kronstad, W. E. 1981. Drought responses of winter wheat cultivars growth under field stress condition. Crop. Sci., 21: 11-14.
20- Rosielle, A. A. and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non- stress environment. Corp. Sci., 21: 943-946.